

Coletânea Especial de ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



1ª Edição
2021

2

Thaise Ribeiro Luz
Organizador(a)

Coletânea Especial de **ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** **2**

EDITORA KREATIK
ITAJUBÁ - BRASIL
2021

© 2021 – KREATIK

editora.kreatik.com.br

✉ publicacao@kreatik.com.br

Editor(a) Chefe e Organizador(a): Thaise Ribeiro Luz

Editoração, Arte e Capa: Editora Kreatik

Revisão: Respectivos autores dos artigos

Conselho Editorial

Prof. Me. Ernany Daniel de Carvalho Gonçalves

Prof. Me. João Paulo Chaves Barbosa

Prof. Dr. Vinicius de Carvalho Paes

C694

Coletânea Especial de Engenharia de Produção 2/
Organizador(a) Thaise Ribeiro Luz. - Itajubá (MG) :
Editora Kreatik, 2021.
261p. : il.

Formato: PDF

Requisito de Sistema: Adobe Acrobat Reader

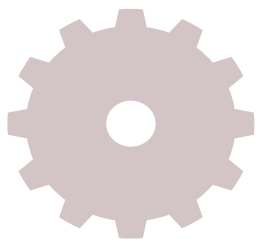
ISBN 978-65-993959-5-6

Inclui bibliografia

1. Engenharia de produção . 2. Gestão da
produção. 3. Administração da produção. I. Luz,
Thaise Ribeiro. II. Título.

CDD: 620

Os **conteúdos** dos artigos científicos incluídos nesta publicação são de **responsabilidade** exclusiva dos seus respectivos **autores**.



APRESENTAÇÃO

Olá caro leitor, seja bem-vindo!

A **Coletânea Especial de Engenharia de Produção 2** foi organizada com conteúdos científicos das áreas de Engenharia de Produção e Gestão especialmente selecionados por pesquisadores da área.

Os artigos organizados como capítulos desta coletânea, visam garantir maior visibilidade dos mesmos por meio de um canal de comunicação acessível para muitos leitores, facilitando também o compartilhamento do conteúdo.

Esta publicação no formato e-book PDF conta com 18 trabalhos e biografia dos autores.

SUMÁRIO

- Capítulo 1** ----- página 6
A ESTRUTURAÇÃO DE UM ESCRITÓRIO DE PROJETOS EM UMA EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO
Marcos Mourthé Starling Pinheiro Lopes, Antonio Henrique Duarte, Sanderson César Macêdo Barbalho.
- Capítulo 2** ----- página 15
ALAVANCAGEM DA PRODUTIVIDADE NA CONFECÇÃO DE MÁSCARAS FACIAIS CONTRA COVID-19 EM REGIME DE EMERGÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO
Mozara Spencer Guerreiro, Francisco Uchoa Passos.
- Capítulo 3** ----- página 27
ALGORITMO DE BUSCA CUCO DISCRETO APLICADO AO PLANEJAMENTO DE REDES ÓPTICAS
Rayane Araújo Lima, Bruno Quirino de Oliveira, Marcos Lajovic Carneiro.
- Capítulo 4** ----- página 41
ANÁLISE DAS ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS DE CONSTRUTORAS DE ACORDO COM A TEORIA DE HENRY MINTZBERG
Rafael Tornelli Martins da Costa, Eduarda Viesser Valente, Cezar Augusto Romano, Alfredo Iarozinski Neto, Beatrice Lorenz Fontolan.
- Capítulo 5** ----- página 55
ANÁLISE DE LAYOUT NA PRODUÇÃO DE UMA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA
Otacílio Acácio de Oliveira, Marco Antônio Sartori, Estevão Luiz Romão.
- Capítulo 6** ----- página 76
ANÁLISE DO RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE GRI COM ÊNFASE NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS: UMA PESQUISA DOCUMENTAL NAS EMPRESAS MINERADORAS NO ESTADO DO PARÁ
Edullis Garcia Rodrigues, Jéssica Lorena de Lima Seabra, Denilson Ricardo de Lucena Nunes, André Cristiano Silva Melo, Alice Vasconcelos Nobre, Verônica de Menezes Nascimento Nagata, Rodrigo Rangel Ribeiro Bezerra.
- Capítulo 7** ----- página 87
ANÁLISE DOS PROCESSOS CONEXOS À DRE EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA E SOFTWARE COM VISTAS A SUBSIDIAR A DECISÃO DE AUTOMATIZAÇÃO
Thainá Ferreira Moreira, Laylla Silva Ramalho de Brito, Dércio Santiago da Silva Júnior.
- Capítulo 8** ----- página 118
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SERVQUAL COMO INSTRUMENTO DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO EM UMA BARBEARIA LOCALIZADA EM PETROLINA/PE
Matheus Sandrey Costa de Matos Lessa, Maria Eduarda Nascimento Melo, Alysson dos Santos Bomfim, Ana Cristina Gonçalves Castro Silva.
- Capítulo 9** ----- página 133
APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA PROJEÇÃO DE CONSUMO DE CHAPAS DE MDP DE UMA INDÚSTRIA DO RAMO MOVELEIRO
Ana Caroline Schneider, Monique Rigo Zanotto, Leandro Luis Corso.

Capítulo 10 -----	página 149
APQP E LEAN SIX SIGMA: METODOLOGIAS INTEGRADAS NA GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	
<i>Marcos Aurelio Alves, Miroslava Hamzagic, Ivair Alves dos Santos.</i>	
Capítulo 11 -----	página 165
INFLUÊNCIA DA MÚSICA NO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA	
<i>Marina Luísa Ehlert Martins, Ruth Margareth Hofmann.</i>	
Capítulo 12 -----	página 174
LEVANTAMENTO DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO PARA NORMATIZAÇÃO DA ARGAMASSA PARA IMPRESSÃO 3D	
<i>Raimara Araújo Lima, Epaminondas Luiz Ferreira Júnior, Marcos Lajovic Carneiro.</i>	
Capítulo 13 -----	página 183
MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA VOLTADA PARA SISTEMAS DE SEGURANÇA VEICULAR	
<i>Marcelo Lopes, Filipe Wiltgen.</i>	
Capítulo 14 -----	página 196
MELHORIA DO PROCESSO LOGÍSTICO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA ATRAVÉS DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE	
<i>Ana Beatriz de Almeida Machado, Natália Hancosci Vale, Ying Feifan, Silmara Alexandra da Silva Vicente.</i>	
Capítulo 15 -----	página 209
MODELAGEM DE PROCESSOS EM SERVIÇOS: ANÁLISE EM UMA EMPRESA DE EVENTOS	
<i>Michael Richard Barreto, Ana Maria Magalhães Correia, Helen Silva Gonçalves.</i>	
Capítulo 16 -----	página 219
OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTES ÓPTICAS: REVISÃO E COMPLEXIDADE	
<i>Rayane Araújo Lima, Bruno Quirino de Oliveira, Marcos Lajovic Carneiro.</i>	
Capítulo 17 -----	página 230
PROPOSTAS DE MELHORIAS LOGÍSTICAS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL: UMA ANÁLISE À LUZ DOS COMPONENTES LOGÍSTICOS	
<i>Mateus Araújo de Araújo, Marcos Araújo de Araújo, Denilson Ricardo de Lucena Nunes, André Cristiano Silva Melo.</i>	
Capítulo 18 -----	página 241
SIMULAÇÃO NO SOFTWARE ARENA® PARA OTIMIZAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO DE ATENDIMENTO AOS CLIENTES DE UMA GRÁFICA LOCALIZADA NO ALTO PARAÓPEBA	
<i>Camila de Lélis Barbosa Fagundes, Hevellyn Cristine dos Anjos Silva, Ana Carolina Rodrigues da Rocha Souza, Rodrigo Vieira de Souza.</i>	
Sobre os autores -----	página 254
Sobre o(a) organizador(a) -----	página 261

A ESTRUTURAÇÃO DE UM ESCRITÓRIO DE PROJETOS EM UMA EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO

Marcos Mourthé Starling Pinheiro Lopes

Antonio Henrique Duarte

Sanderson César Macêdo Barbalho

RESUMO

A implementação de um escritório de projetos tem grande impacto estratégico em empresas de desenvolvimento de produto. Para propor essa estrutura em uma organização, é importante entender o contexto e a natureza da sua operação. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de propor novas práticas de gestão visando a melhoria no desempenho estratégico de uma empresa de desenvolvimento e fabricação de produtos sediada em Brasília. A pesquisa realizada é de natureza aplicada, tem como estratégia um estudo de caso, de abordagem qualitativa, e utilizou como técnica para coleta de dados reuniões com o time de desenvolvimento de projeto da empresa estudada. Contempla as seguintes etapas: (1) referencial teórico, (2) análise do contexto da empresa, (3) primeira proposta de implementação da gestão de portfólio, (4) proposta final de implementação com ferramentas de gestão, (5) validações da proposta com o time de desenvolvimento. A primeira proposta apresentou problemas de usabilidade que impediram sua implementação, mas a segunda proposta trouxe ferramentas simples e intuitivas que permitem uma análise rápida e quantitativa do desempenho individual e global dos projetos desenvolvidos na empresa.

Palavras-chave: *Gestão de portfólio, escritório de projetos, gestão de projetos, desenvolvimento de produtos, fabricação de produtos*

INTRODUÇÃO

A Manivela é uma empresa de design e fabricação de produtos sediada em Brasília. Além de desenvolver produtos próprios, presta serviços de consultoria em engenharia de produto e fabricação de forma terceirizada. Por natureza, as atividades da empresa se resumem na administração de um portfólio de projetos e programas que impactam diretamente na estratégia de negócios e em seu fluxo financeiro. Esse desafio de gestão de portfólio é comum entre empresas que possuem atividades de desenvolvimento de novos produtos, como afirma Jugend, D. et al (2015). Por se tratar de uma empresa nova no mercado, a Manivela torna-se um bom caso para estudo de implementação de um escritório de projetos como forma de gerar impacto estratégico e melhorar os indicadores de

desempenho da organização.

Atente-se que a jornada de trabalho presencial sofreu drásticas mudanças em decorrência da pandemia por COVID-19. As limitações impostas pelos protocolos de isolamento social exigem uma adaptação nos frameworks de gerenciamento de portfólio e de projetos desenvolvidos no caso.

Ao longo do ano de 2020, a empresa sofreu com a adaptação à rotina de trabalho remota imposta pelo contexto sanitário mundial. A equipe de desenvolvimento participava de reuniões diárias com o gerente onde discutiam as tarefas do projeto, porém, os gerentes não tinham um bom nível de interação entre si e acabavam priorizando seus projetos sem levar em consideração os aspectos estratégicos da área como um todo. O baixo nível de interação entre os gerentes e a diretoria de projetos também dificultava a supervisão e o gerenciamento de recursos na execução dos projetos.

Tendo em vista o contexto da empresa e as dificuldades enfrentadas, este trabalho consiste na busca na literatura por modelos e casos de implementação de gestão de portfólio para enfim, propor uma estrutura de gestão de portfólio para o caso estudado.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo The Standard for Portfolio Management do Project Management Institute (PMI), um portfólio é uma coleção de projetos e ou e outros trabalhos que são agrupados para facilitar o gerenciamento eficaz desse trabalho para atender aos objetivos estratégicos do negócio. Os componentes de um portfólio podem ser medidos, classificados e priorizados (Overview & Governance, 2011). Mesmo que a organização não tenha consciência, ela sempre terá um portfólio e este consistirá de um conjunto de iniciativas temporárias como projetos ou programas (Overview & Governance, 2011).

No contexto do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), a gestão de portfólio cumpre importante papel ao determinar o conjunto de produtos que uma empresa utiliza para competir no mercado. Por realizar contínuas atividades de previsão tecnológica para o desenvolvimento de produtos e serviços, cumprido assim importante papel na determinação do conjunto de produtos que uma empresa utiliza para competir no mercado (Jugend & Luis, 2013).

É comum as empresas atribuírem a responsabilidade de relatar a eficácia dos componentes do portfólio a um Escritório de Gerenciamento de Projetos (PMO). O PMO pode fornecer informações sobre o investimento total em um componente para servir como uma entrada para medir o valor do componente (Overview & Governance, 2011).

São informações típicas que podem ser relatadas:

- integridade geral do portfólio empresarial - relata o status geral do portfólio;
- realização de metas estratégicas da empresa - relata até que ponto os componentes contribuíram ou contribuíram para as metas estratégicas da empresa;
- perfil de risco da empresa - relata o impacto do risco de um componente no risco geral do portfólio;
- enterprise Resource Capability - relata o uso de recursos do componente ou planejado x real para a empresa. As partes interessadas do portfólio devem garantir que os recursos certos estejam focados nos projetos certos no momento certo; e
- informações financeiras da empresa - relata dados financeiros (dados usados para medir o progresso e manter o controle) e o valor recebido do componente são importantes para a seleção de componentes a serem incluídos e mantidos dentro do (Overview & Governance, 2011).

Apesar de ainda serem poucos os estudos que analisam esses elementos de maneira conjunta, (Jugend et al., 2015), um PMO pode colaborar além das atividades de controle, apoio e suporte, com o gerenciamento do portfólio de produtos ao estabelecer mecanismos que fomentem a integração entre os diferentes especialistas envolvidos com as decisões de portfólio de produtos e, também, participando das equipes multifuncionais envolvidas (Jugend et al., 2015).

A adoção de práticas avançadas de gestão de projetos, programas e portfólio, depende da existência de um mínimo de infraestrutura de apoio, tais como padronização, recursos e sistemas de informação (Barbalho et al., 2009), essa estrutura pode ser fornecida por um PMO.

Os PMO têm sido criados para elevar o grau de maturidade em gerenciamento de projetos, programas e portfólio nas organizações, conforme demonstra o Estudo de Benchmarking do PMI de 2012 – das 730 empresas participantes, 46% já possuem PMOs corporativos (Almeida & Almeida, 2013). Os primeiros escritórios de projeto surgiram como entidades dedicadas a suportar o gerenciamento de grandes e/ ou complexos projetos em organizações dedicadas a estes. Atualmente, entretanto, escritórios têm sido usados nas mais diversas organizações e com uma grande diversidade de funções. A literatura aponta uso nas mais diversas organizações e com uma grande diversidade de funções (Barbalho & Toledo, 2014).

Conhecido pela sigla em inglês formada pelas iniciais das palavras Project Management Office (PMO), um Escritório de Gerenciamento de Projetos (EGP) pode ser definido como uma área ou um grupo de pessoas, ou um grupo de trabalho, que será o ponto focal para as disciplinas de gerenciamento de projetos, programas e portfólio (Almeida & Almeida, 2013).

O escritório de gerenciamento de projetos/programa coordena o gerenciamento desses componentes em seu domínio. Este domínio pode ser uma área específica da organização ou classe de projetos ou programas. As responsabilidades de um PMO podem incluir o seguinte: ajudar na direção estratégica, fornecendo funções de suporte ao gerenciamento de projetos, gerenciando as operações diárias do sistema de portfólio, fornecendo recursos e gerenciando diretamente um componente ou categoria de componentes (Overview & Governance, 2011).

Segundo Almeida, é fundamental para as empresas hoje em dia definir claramente sua missão, visão e objetivos estratégicos através do seu plano estratégico. Dando suporte aos objetivos estratégicos estão os projetos, programas e portfólios (ALMEIDA, 2011).

Um portfólio apoiado por um PMO consegue identificar melhor quais são as grandes lacunas existentes na organização, garante que os projetos estejam continuamente alinhados ao planejamento estratégico das empresas e analisem os benefícios gerados pelos projetos e programas integrantes. As empresas estão cada vez mais competitivas e os recursos cada vez mais escassos, portanto é fundamental fazer este alinhamento, saber o que é o sucesso para cada projeto específico e que métricas utilizar para verificar se estão alcançando os benefícios esperados pela organização (ALMEIDA, 2011).

Por fim, destaca-se que a criação de um PMO pode ajudar a transformar a cultura da organização. Por exemplo, a existência de um PMO pode destacar a necessidade de um processo e órgão de governança estruturado e formal onde nenhum existia antes. Isso, por sua vez, gera mais benefícios, disciplina e compreensão para toda a organização. (Overview & Governance, 2011).

METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se uma revisão teórica do assunto, através da pesquisa bibliográfica em livros e trabalhos científicos para embasamento teórico e num segundo momento passou-se a um levantamento, com interrogação direta dos integrantes da organização objeto do estudo de caso.

Seguindo os critérios de Matias-Pereira, podemos classificar esta pesquisa: em sua natureza como aplicada, uma vez que tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos; quanto à forma de abordagem do problema como qualitativa, uma vez que visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos; do ponto de vista dos objetivos, podemos classificá-la como descritiva, uma vez que visa descrever as características de determinada população ou fenômeno, envolvendo uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, assumindo a forma de levantamento (MATIAS-PEREIRA, 2007).

ESTUDO DE CASO

Caracterização da empresa

Fundada em 2020, a Manivela entra no mercado com a proposta de profissionalizar o processo de desenvolvimento e fabricação de produtos com foco na fabricação em pequena e média escala. Além de desenvolver produtos próprios para venda direta, a empresa presta serviços de consultoria no desenvolvimento do produto, atuando desde as etapas conceituais do processo até as etapas de fabricação, tendo como principal especialidade os processos de fabricação digital e de prototipagem rápida.

Definição dos problemas

Por se tratar de uma empresa em fase de estruturação, é natural que sejam encontradas dificuldades no alinhamento da estratégia da empresa com o gerenciamento de projetos. Dentre os principais problemas identificados na gestão do portfólio estão:

- Falta de dados: a empresa não possui uma política de gestão do conhecimento;
- Definição de metodologia de projeto: cada gerente opera com a metodologia de sua preferência;
- Priorização de projetos: não existe uma prática de priorização estratégica dos projetos;
- Alocação de recursos: não existe um controle global dos recursos envolvidos na área de projetos da empresa;
- Gestão financeira: não existe um padrão de gerenciamento dos indicadores financeiros dos projetos.

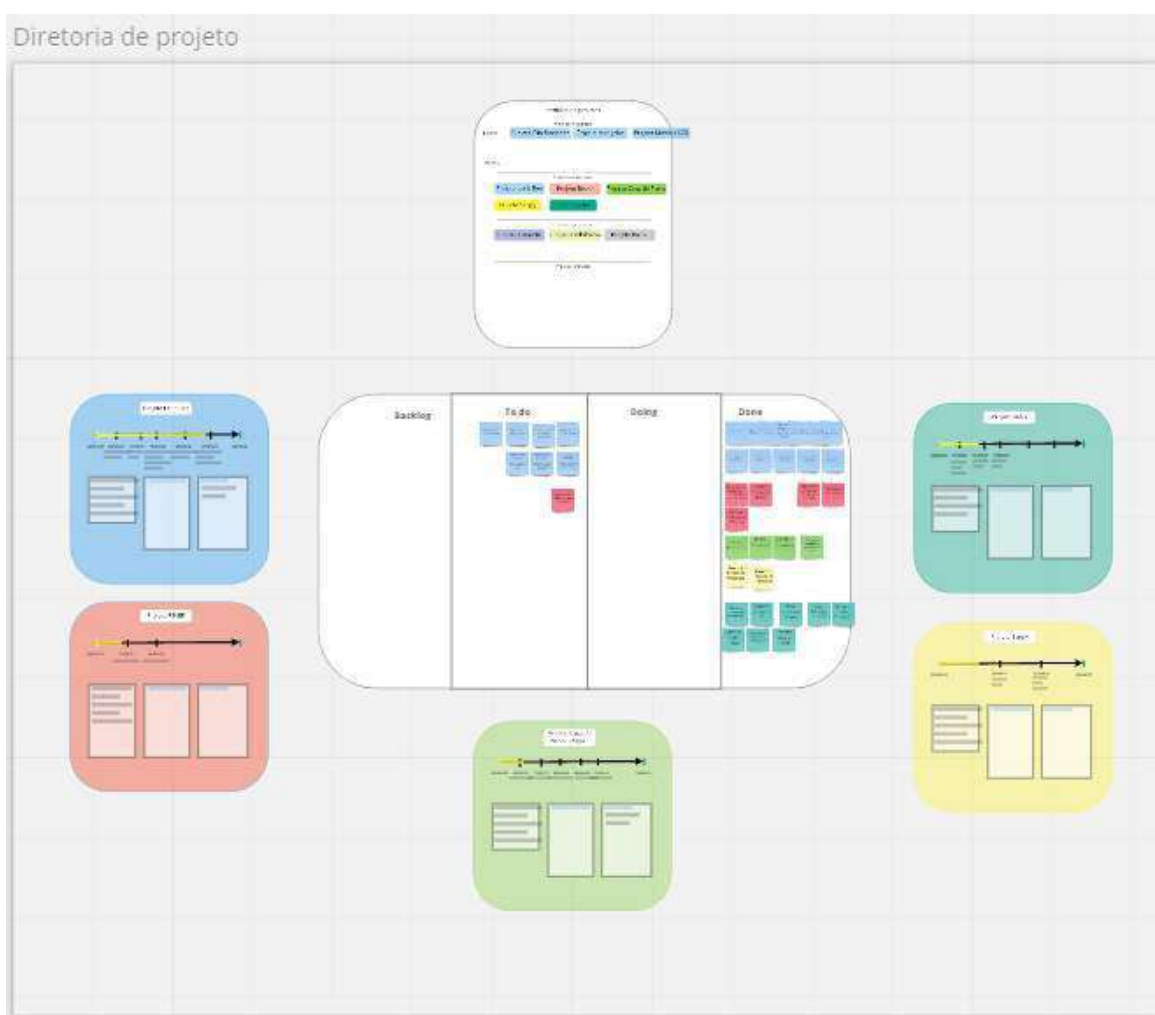
Como abordado em Neto, Fábio Burin et al. (2013) e tendo em vista o consenso entre diversas publicações, a gestão de portfólio deve cumprir fundamentalmente os objetivos de manter o alinhamento do portfólio de produtos e a estratégia de negócio, o balanceamento e a maximização de valor. Quando se observa os problemas apresentados, é possível identificar que de fato a implementação de um sistema de gestão de portfólio é uma alternativa para melhorar o desempenho da organização em estudo.

Implementação da gestão de portfólio na empresa

Tendo em vista que o trabalho remoto fez com que toda a operação da empresa fosse moldada para ser controlada remotamente por meio de ferramentas como Google Drive, Google Sheets, Miro e Trello, a implementação do PMO (*Project Management Office*) foi realizada utilizando as mesmas ferramentas. Essa escolha se justifica pelo fato de todos os gerentes já estarem adaptados à usabilidade e às funcionalidades das plataformas e por serem ferramentas compatíveis com as necessidades de operação do PMO em implementação.

Com o objetivo de se ter uma visão geral do andamento de cada projeto em execução, implementa-se um quadro utilizando a ferramenta Miro onde se tem os principais marcos de cada projeto numa linha do tempo e o status do projeto nessa linha. Além da representação individualizada de cada projeto, um quadro de SCRUM foi inserido no centro do *framework* como uma forma de controlar as atividades exercidas pelo PMO. Uma vez implementada essa ferramenta, percebeu-se que a natureza da usabilidade da plataforma dificultava o preenchimento da ferramenta e, por isso, acabou sendo substituída posteriormente por uma planilha no Google Sheets.

Figura 1 - quadro de controle de portfólio no Miro



Fonte: Autores

Após a primeira iteração com o framework desenvolvido, desenvolve-se uma nova ferramenta de controle utilizando o Google Sheets. O principal objetivo com a ferramenta é o de registrar os

indicadores financeiros mais relevantes de cada projeto em uma única planilha. O intuito era registrar a quantidade de horas investidas em cada projeto, a quantidade de recursos financeiros despendidos e compará-los com o projetado no início da fase de planejamento do projeto. A principal contribuição da ferramenta é justamente a comparação dos valores planejados na fase de orçamento do projeto com os valores que de fato foram gastos, como uma forma de criar uma base de dados robusta que auxilie na precificação de projetos futuros, com o objetivo de diminuir as diferenças entre os valores projetados e os valores gastos. Os projetos são mantidos na ferramenta ao longo de toda a sua execução e, uma vez encerrados, são transferidos para uma nova planilha que segue os mesmos moldes, onde são registrados todos os dados dos projetos finalizados, com o propósito de estabelecer uma prática de gestão do conhecimento.

Figura 2 - Planilha de controle individual de projetos

Projeto C								
	Horas de Projeto	Descrição de Hora de Projeto	Horas de Produção	Descrição de Hora de Produção	Custos em Matéria-Prima	Descrição de Custos em Matéria-Prima	Custo de Prototipagem	Descrição de Custos em Prototipagem
Projetado	0		0		R\$ 0,00		R\$ 0,00	-
Gasto	0	-	0	-	R\$ 0,00	-	R\$ 0,00	-
Taxa de Lucratividade (Projeto/Gasto)	#DIV/0!	-	#DIV/0!	-	#DIV/0!	-	#DIV/0!	-

Projeto C - Resumo (preenchimento automático)			
	Horas Trabalhadas	Custos em Matéria-Prima	Custos em Prototipagem
Projetado	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Gasto	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Taxa de Lucratividade	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Média de Lucratividade	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

[Voltar ao início](#)

Fonte: Autores

A ferramenta desenvolvida calcula a relação entre os valores projetados e os valores gastos numa linha de taxa de lucratividade e resume as principais informações em um quadro resumo. Dentre as informações registradas, estão as horas de projeto, as horas de produção de peças ou protótipos, os custos de matéria-prima e os custos de prototipagem. Além disso, uma célula de descrição foi inserida para cada informação, nela o gerente registra uma breve descrição sobre os dados inseridos para facilitar o acompanhamento por parte do PMO. No topo da planilha, todos os projetos são listados com um link que direciona direto para sua planilha de controle individual, além disso, o gerente de cada projeto também é marcado em uma lista suspensa ao lado do *link*. Como uma forma de obter dados globais de todos os projetos, um quadro resumo de preenchimento automático compila a média de desempenho dos quadros resumo individuais de cada projeto.

Figura 3 - Planilha de controle de projetos

Controle de Projetos

Projeto (clique para ir ao projeto)	Gerente	Projeto (clique para ir ao projeto)	Gerente
Projeto A	Marcos		
Projeto B	Lucas		
Projeto C	João		
Projeto D	Wagner		
Projeto E	Marcos		
Projeto F	Marcos		
Projeto G	Marcos		
Projeto H	Lucas		
Projeto I			
Projeto J			

Projetos - Resumo (preenchimento automático)			
	Horas Trabalhadas	Custos em Matéria-Prima	Custos em Prototipagem
Projetado	90	R\$ 120,00	R\$ 80,00
Gasto	154	R\$ 120,00	R\$ 10,00
Taxa de Lucratividade	0,58	1,00	8,00
Média de Lucratividade	3,19		

Fonte: Autores

Tendo em vista que a empresa também presta serviços avulsos de prototipagem e, por isso, possui uma margem de lucro no processo, os custos de matéria-prima e de prototipagem foram separados. Como uma forma de complementar a Planilha de Controle de Projetos, uma planilha de gerenciamento de tarefas também foi adicionada em uma aba separada. Nessa planilha de gerenciamento de tarefas, os marcos de cada projeto são registrados, bem como o responsável pela tarefa, o prazo, o status, a data de conclusão e observações relativas a cada tarefa. Por meio dessa planilha, o PMO torna-se capaz de entender em que momento de cada projeto será exigido esforço de cada membro. Essa atividade é essencial, pois, por se tratar de uma empresa com poucos colaboradores, é comum que os colaboradores alternem sua dedicação entre projeto. Uma vez que se identifica um choque de agendas, o PMO consegue intervir e estabelecer um critério de priorização para a alocação dos esforços da equipe. A planilha por si só é capaz de identificar um choque de prazos entre tarefas designadas para o mesmo colaborador.

Figura 4 - Planilha de Gerenciamento de Tarefas

Links	Projeto A					
	Plano de ação	Responsável	Prazo	Status	Conclusão	Observação
Projeto A						
Projeto B						
Projeto C						
Projeto D						
Projeto E						
Projeto F						

Fonte: Autores

Assim como na Planilha de Controle de Projetos, foram inseridos *links* para direcionamento rápido até o projeto de interesse.

Por meio das duas ferramentas desenvolvidas, o PMO consegue visualizar de forma rápida e intuitiva o desempenho de cada projeto, os prazos e a alocação de esforços e de horas de trabalho em cada projeto.

Dentre os problemas listados anteriormente, a falta de homogeneidade na metodologia de gerenciamento utilizada por cada gerente ainda permanece como o problema cuja solução ainda não foi listada. Uma vez que a forma de registro de indicadores do projeto foi padronizada, basta definir a metodologia de gerenciamento padrão estabelecida pelo PMO.

Em conversa com os gerentes da organização, o PMO define o Trello, as planilhas de gerenciamento e de controle e o SCRUM como as principais ferramentas da metodologia estabelecida.

DISCUSSÃO

Uma vez estruturado o escritório de projetos, a proposta foi apresentada aos gerentes para coleta de feedbacks e ambientação das novas rotinas de gerenciamento dos projetos. É natural que seja necessário realizar ajustes adaptar à realidade da empresa na medida em que se opera seguindo as diretrizes aqui apresentadas. Tanto os gerentes quanto os diretores aprovaram a proposta de implementação do modelo final aqui proposto.

Tendo em vista que os projetos de desenvolvimento terceirizados duram em média dois meses, é possível que sejam percebidos os primeiros sinais de mudança ainda nos primeiros meses de implementação, especialmente nos projetos novos, uma vez que a base de dados mais robusta permitirá uma precificação mais precisa.

CONCLUSÃO

Atente-se que os efeitos da implementação do escritório de projetos não são instantâneos, porém os níveis de satisfação dos gerentes e diretores indicam que serão realizados esforços para que de fato as práticas e metodologias propostas sejam transformadas em rotina no escritório de projetos.

A literatura aponta que o desempenho estratégico da empresa é fortemente melhorado uma vez que se completa o processo de implementação. Como uma forma de avaliar os impactos numericamente, propõe-se um novo trabalho de análise dos indicadores de desempenho da empresa, especialmente a na área de projetos em um intervalo de pelo menos seis meses, com o objetivo de rodar pelo menos três ciclos do prazo médio de duração dos projetos observados na organização em estudo.

Como já abordado por diversos autores, o trabalho realizado na manivela pode ser reproduzido em outras organizações, inclusive com outro foco de atuação no mercado, com objetivo de melhorar os desempenhos estratégicos.

É importante salientar que essa metodologia precisa ser constantemente avaliada como uma forma de realizar ajustes e de otimizar as funcionalidades e práticas propostas de acordo com a rotina de operação da empresa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. (2011). *Gerenciamento de Portfólio: Alinhando o Gerenciamento de Projetos à Estratégia da Empresa e Definindo Sucesso e Métricas em Projetos* (1st ed.). Brasport.
- ALMEIDA, N., & Almeida, F. (2013). *Metodologia de gerenciamento de portfólio: teoria e prática* (1st ed.). Brasport.
- BARBALHO, S. C. M., Amaral, D. C., Kernbichler, T. S., Richter, E. H., & Torres, L. (2009). Breaking barriers to the project management office implementation in a small and high technology enterprise. *Gestao e Producao*, 16(3), 435–449. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2009000300010>
- BARBALHO, S. C. M., & Toledo, J. C. (2014). Caracterização do perfil e dos principais direcionadores de transições em escritórios de projetos: Estudo de caso longitudinal em uma empresa de alta tecnologia. *Gestao e Producao*, 21(3), 600–620. <https://doi.org/10.1590/0104-530X365>
- JUGEND, D., Barbalho, S. C. M., & da Silva, S. L. (2015). Contributions of the project management office to product portfolio management. *Producao*, 26(1), 190–202. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.134313>
- JUGEND, D., & Luis, S. (2013). Gestão de portfólio de produtos: práticas adotadas por uma empresa de base tecnológica de médio porte localizada na cidade de São Carlos-SP. *Revista Gestão Da Produção Operações e Sistemas*, 0(1), 67. <https://doi.org/10.15675/gepros.v0i1.986>
- MATIAS-PEREIRA, J. (2007). *Manual de Metodologia da Pesquisa Científica*. Atlas.
- Overview, P. M., & Governance, P. (2011). *The Standard for Portfolio Management* (2nd ed.). Project Management Institute.

ALAVANCAGEM DA PRODUTIVIDADE NA CONFEÇÃO DE MÁSCARAS FACIAIS CONTRA COVID-19 EM REGIME DE EMERGÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO

Mozara Spencer Guerreiro
Francisco Uchoa Passos

RESUMO

A pandemia causada pela COVID-19 tem acarretado drásticos impactos sociais e econômicos em todo o mundo. Os impactos sociais e econômicos alteraram significativamente a demanda do consumidor por vários itens considerados críticos para a gestão da crise, entre esses itens destacam-se as máscaras cirúrgicas. Para atender a essa demanda, as empresas tiveram que mudar o foco de produção e seus processos de fabricação para se adaptar às circunstâncias atuais. Portanto, este trabalho tem como objetivo investigar o processo produtivo de máscaras de proteção individual em uma fábrica de campanha para enfrentamento da COVID-19 localizada no estado do Mato Grosso. Por meio de ferramentas da manufatura enxuta, foram identificadas as etapas críticas do processo, sobre as quais fizeram-se intervenções de mudanças de layout, favorecendo a continuidade do fluxo de materiais. Com isto, foram obtidas reduções significativas de desperdícios em tempos de espera (lead times) e em movimentações desnecessárias. Assim, chegou-se a um aumento expressivo de produtividade com um acréscimo de mais de 400% da produtividade diária antes e após as melhorias.

Palavras-chave: *Manufatura enxuta, COVID-19, melhoria dos processos, indústria de confecções.*

INTRODUÇÃO

A pandemia da COVID-19 causada pelo vírus SARS-COV-2, que surgiu pela primeira vez em Wuhan, China, na província de Hubei, em dezembro de 2019, tem representado uma enorme ameaça à saúde global.

Os impactos sociais e econômicos alteraram significativamente a demanda do consumidor por vários itens considerados críticos para a gestão da crise, como por exemplo, equipamentos de proteção individual (EPI), testes de diagnósticos da doença e ventiladores respiratórios têm se tornado uma prioridade global (TIETZE et al., 2020). Devido à elevada demanda durante os primeiros meses da pandemia, muitos países relataram escassez de EPI (McMAHON et al., 2020). Entre esses países destaca-se o Brasil, em que o impacto da COVID-19 tem sido devastador, com todas as regiões e estados sendo afetados.

A fim de atender à demanda dos sistemas de saúde por equipamentos críticos para crises, mudanças

na fabricação em grande escala na produção foram necessárias (JAVAID et al., 2020). Fabricantes de diversos setores como automotivo, eletrodomésticos e têxteis se envolveram na produção desses bens essenciais (TIETZE et al., 2020). As empresas têxteis envolveram-se na produção de produtos de cuidados intensivos, com foco principalmente na produção de máscaras faciais de proteção individual e aventais médicos.

As empresas tiveram que mudar o foco de produção e seus processos de fabricação para se adaptar às circunstâncias atuais e priorizar a produção de itens necessários para garantia da saúde global. A capacidade de resposta dessas empresas foi possível devido, entre outros fatores, a mudança de paradigmas na produção industrial, ao acesso às novas tecnologias, expertise para produção em grande escala, redução de desperdícios, entre outros (KUMAR et al., 2020).

Nesse sentido, uma maneira que as empresas fabricantes de produtos críticos para a crise causada pela pandemia da COVID-19 têm encontrado para aumentar a produtividade e melhorar os seus processos produtivos têm sido por meio da manufatura enxuta. Visando principalmente aumentar a eficiência das operações (HALLGREN; OLHAGER, 2009), a manufatura enxuta é vista como um sistema integrado composto de elementos altamente inter-relacionados e uma ampla variedade de práticas de gerenciamento, incluindo Just-in-Time, sistemas de qualidade, equipes de trabalho, entre outros (SHAH; WARD, 2003).

O uso dos conceitos advindos da manufatura enxuta nas indústrias e na prestação de serviços não é algo recente, contudo, a sua utilização têm se mostrado eficaz em diversas áreas, como na produção de alimentos (JIMÉNEZ et al., 2011), na indústria automotiva (RAMESH; KODALI, 2011), na saúde e assistência social (ROBINSON et al., 2012) e na indústria têxtil (ARAGÃO et al., 2017).

Portanto, tendo em vista o exposto, este trabalho tem como objetivo, por meio de um estudo de caso, investigar o processo produtivo de máscaras de proteção individual em uma fábrica de campanha à COVID-19 localizada no estado brasileiro do Mato Grosso. Para se alcançar o objetivo proposto e a fim de aumentar a produtividade da fábrica, fez-se uso de conceitos e ferramentas advindas da manufatura enxuta.

Além dessa introdução, este estudo está dividido da seguinte maneira: na seção 2 uma fundamentação teórica sobre manufatura enxuta é apresentada; na seção 3 a metodologia utilizada para execução deste estudo é evidenciada; na sequência, seção 4, o estudo de caso sobre a produção de máscaras é apresentado como objeto de investigação e, por fim, na seção 5 as considerações finais são apresentadas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Manufatura Lean

Nas últimas décadas, há esforços crescentes para pesquisas e implementação das ferramentas do Sistema Toyota de Produção (STP). Na visão de Shingo (1996), o STP visa a eliminação total das perdas e redução dos custos, dando ênfase na produção sem estoques. Segundo Antony (2011), o STP busca determinar o valor no processo, distinguindo atividades que agregam valor daquelas que não agregam, eliminando os desperdícios de modo que cada etapa passe a adicionar valor ao processo. Ohno (1997) afirma que a sustentação do STP está na busca contínua de reduzir a linha do tempo entre o pedido de um cliente até o ponto do recebimento do dinheiro, removendo os desperdícios que não

agregam valor.

O STP estrutura-se em dois pilares: Just in Time e Jidoka (SHINGO, 1996): por just in time entende-se como uma técnica que visa capacitar o sistema produtivo a fazer “toda a peça, toda hora”, dando maior flexibilidade para a empresa, viabilizando a redução do estoque (estoque zero); já a palavra jidoka significa simplesmente automação, ou seja, a máquina é dotada de inteligência e toque humano, proporcionando menos desgaste físico por parte do operador e melhorias como o aumento de produtividade.

De forma a traduzir a filosofia do STP para o pensamento e culturas ocidentais, foi criado o pensamento *Lean*, que foi popularizado por pesquisadores americanos para descrever o STP (JADHAV et al., 2014). De acordo com Singh (1998), manufatura enxuta (do inglês *lean manufacturing*) é uma filosofia baseada no STP e outras práticas de gestão japonesas que se esforçam para encurtar o tempo entre o pedido do cliente e a remessa do produto final por meio da eliminação consistente de desperdício.

Koskela (1992) apresenta um conjunto de princípios para a gestão de processos relacionados à construção e efetivação da manufatura enxuta: reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto através das considerações das necessidades dos clientes; reduzir a variabilidade; reduzir o tempo de ciclo; simplificar reduzindo o número de passos ou partes; aumentar a flexibilidade de saída; aumentar a transparência do processo; focar o controle no processo global; introduzir melhoria contínua no processo e fazer benchmarking.

A parte mais significativa da manufatura enxuta é seu foco na eliminação de todas as formas de desperdício (“muda”), originalmente identificados pela Toyota (OHNO, 1997; SHINGO, 1996):

- a) Perda por superprodução: podem ser de dois tipos, o primeiro quando são feitos mais produtos do que o necessário (quantitativa) e o segundo quando o produto é feito antes do necessário (antecipada).
- b) Perda por transporte: aquele que não agrega valor. A meta consiste em aumentar a eficiência da produção, o que é conseguido com o aprimoramento do layout dos processos.
- c) Perda no processamento em si: são atividades desnecessárias, durante o processamento, realizadas com a finalidade de atribuir ao produto ou serviço as características de qualidade que são exigidas.
- d) Perda por movimentação: são quaisquer atividades que não contribuem para as operações. Qualquer mera movimentação, mesmo que rápida e eficiente, pode não levar a nada.
- e) Perda por estoque: são decorrentes da existência desnecessária de níveis elevados de estoque de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e de componentes entre processos.
- f) Perda por produtos defeituosos: são itens que não atendem às especificações de qualidade e as expectativas dos clientes. Para a eliminação desse tipo de perda, é necessário além da inspeção, identificar qual etapa do processamento e o porquê de acontecer tal defeito.
- g) Perda por espera: dois tipos de espera: a espera de processo ocorre quando um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado; já a espera do lote ocorre durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando.

Fluxo contínuo

Para Liker (2005), fluxo é zerar toda a espera que um procedimento aguarda para ser realizado. Fluxo contínuo engloba produzir apenas o que é exigido na etapa seguinte, produzindo e movimentando apenas um item por vez ao longo da produção. Já na visão de Pascal (2008), o fluxo tem como finalidade eliminar paradas na linha e reinícios de produção, conseguindo reduzir o lead time de processo e eliminar work-in-process (trabalho em andamento), atendendo aos princípios da manufatura enxuta. Com esses processos, a percepção de não conformidades é identificada com maior facilidade, aumentando a qualidade do procedimento realizado.

Tendo em vista o exposto, o que realmente conduz o fluxo contínuo entre as operações é a capacidade de programar um fluxo unitário de produção, de forma a reduzir ao máximo os estoques entre os processos e atividades. O fluxo unitário, considerado por Liker (2005) como o fluxo contínuo, ocorre por meio da movimentação ordenada e continuada das peças no decorrer do processo produtivo, com um tempo mínimo de espera entre as etapas e a menor distância de deslocamento. Portanto, o fluxo contínuo reduz o tempo de produção, estoques, custo das operações e mostra os problemas que possam aparecer, uma vez que estoques escondem problemas, além de destinar-se a eliminação das perdas de uma operação. Logo, trabalhar com a manutenção do fluxo contínuo entre os processos, cria uma ligação entre eles tornando-os mais dependentes e interligados, criando uma sinergia e valorização dos elos da cadeia (GHINATO, 2000).

Mapa de fluxo de valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) se refere a uma ferramenta enxuta que é implementada para explorar o cenário atual da empresa e o fluxo de informações, ajudando na solução dos problemas que surgem no estado atual, o que pode ser de grande ajuda nos estados futuros (ZAHRAEE et al., 2014). Essa ferramenta de mapeamento abrange todo o processo, desde o pedido do cliente e fabricação do produto até a entrega ao consumidor.

A abordagem Lean Manufacturing, juntamente com o MFV é uma maneira eficiente de identificação e eliminação das perdas (STADNICKA; LITWIN, 2017). As empresas implementam a Lean Manufacturing para manter sua vantagem sobre seus concorrentes, melhorando a produtividade do sistema de manufatura e melhoria da qualidade do produto.

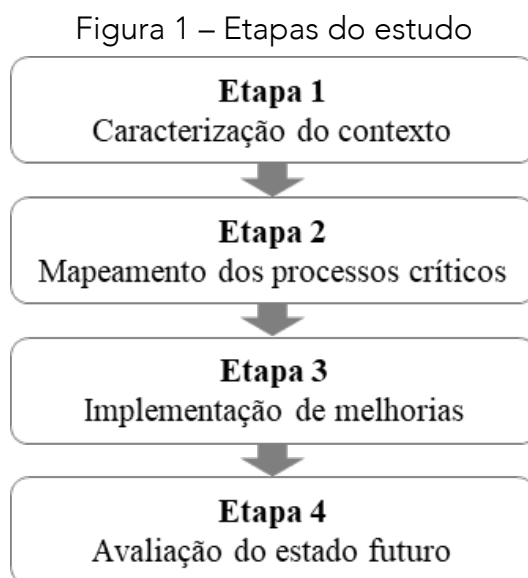
O MFV leva a melhorias no processo por meio da redução das etapas sem valor agregado. Portanto, mapear as atividades no processo de produção ajuda a visualizar o estado atual das atividades do processo e é um guia para o estado futuro desejado (ANTONELLI; STADNICKA, 2018).

Uma das vantagens defendidas por Rother e Shook (2003) é que o MFV reúne várias técnicas enxutas em torno de uma linguagem comum e, por isso, evita que a implantação da manufatura enxuta ocorra por meio de ferramentas isoladas que, sozinhas, têm um potencial limitado de melhoria do fluxo de valor.

O processo de MFV começa com o desenho de um mapa do estado atual. O mapa do estado atual é analisado quanto a problemas como gargalos, atrasos, tempo excedente para carregamento, descarregamento, entre outros. A principal tarefa é identificar processos com valor agregado e processos sem valor agregado. Uma vez que esses parâmetros são registrados, o mapa do estado futuro é desenhado, o que dá uma ideia sobre as melhorias no processo (NARKE; JAYADEVA, 2020).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este trabalho é representada pela Figura 1 e dividida em 4 etapas elementares. Inicialmente, na Etapa 1, buscou-se caracterizar o contexto do estudo. Compreendido todo o contexto e suas principais características, a identificação dos processos críticos foi realizada mediante o mapeamento do processo produtivo atual, por meio da ferramenta MFV (Etapa 2).



Fonte: Os autores (2021)

Uma vez conhecido e identificado os processos críticos, tornou-se possível sugerir e implementar melhorias aos processos críticos, baseadas nos princípios da manufatura enxuta, de acordo com a Etapa 3. Por fim, na Etapa 4, foi possível avaliar os processos que tiveram melhorias implementadas na etapa anterior.

ESTUDO DE CASO

Caracterização do contexto

O Serviço Social de Aprendizagem Industrial do Mato Grosso (Senai MT), juntamente com a Secretaria Estadual de Saúde (SES/MT), desenvolveram um projeto de confecção de 5 milhões de máscaras descartáveis em tecido não tecido (TNT) no período de 180 dias, como mecanismo de prevenção à COVID-19.

Para que se atingisse a meta de produção de 5 milhões de máscaras em 180 dias, foi estruturada uma fábrica de campanha no estado do Mato Grosso, sendo ela a maior do estado, iniciando suas atividades no mês de abril de 2020. Além disso, teve-se uma mão de obra de 350 profissionais de costura, realizando suas atividades em dois turnos, contabilizando 08 horas diárias.

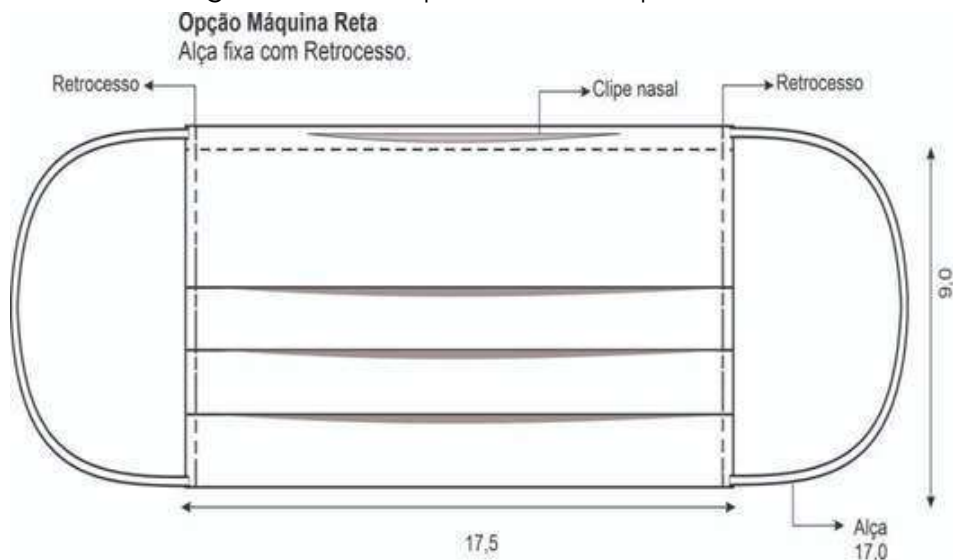
Mapeamento dos processos críticos

Conforme será mostrado à seguir, as atividades do processo foram levantadas por intermédio do Mapa do Fluxo de Valor, revelando que o processo tem as seguintes etapas críticas: costura da máscara; fixação de clipe nasal; e dobra do tecido.

As máscaras descartáveis de proteção respiratória fabricadas na fábrica de campanha são do modelo

de pregas, e seguem a Especificação Técnica 017 e a ABNT PR1002:2020, ANVISA NT 03/04/2020. Os insumos utilizados para fabricação de uma unidade máscara são: 01 arame plastificado estilo fecho; TNT de gramatura 40 na cor branca, elástico tecido lycra beach (90% poliamida e 10% elastano) e linha 100% poliéster. A Figura 2 mostra o protótipo do tipo de máscara produzida.

Figura 2 – Protótipo da máscara produzida



Fonte: Os autores (2021)

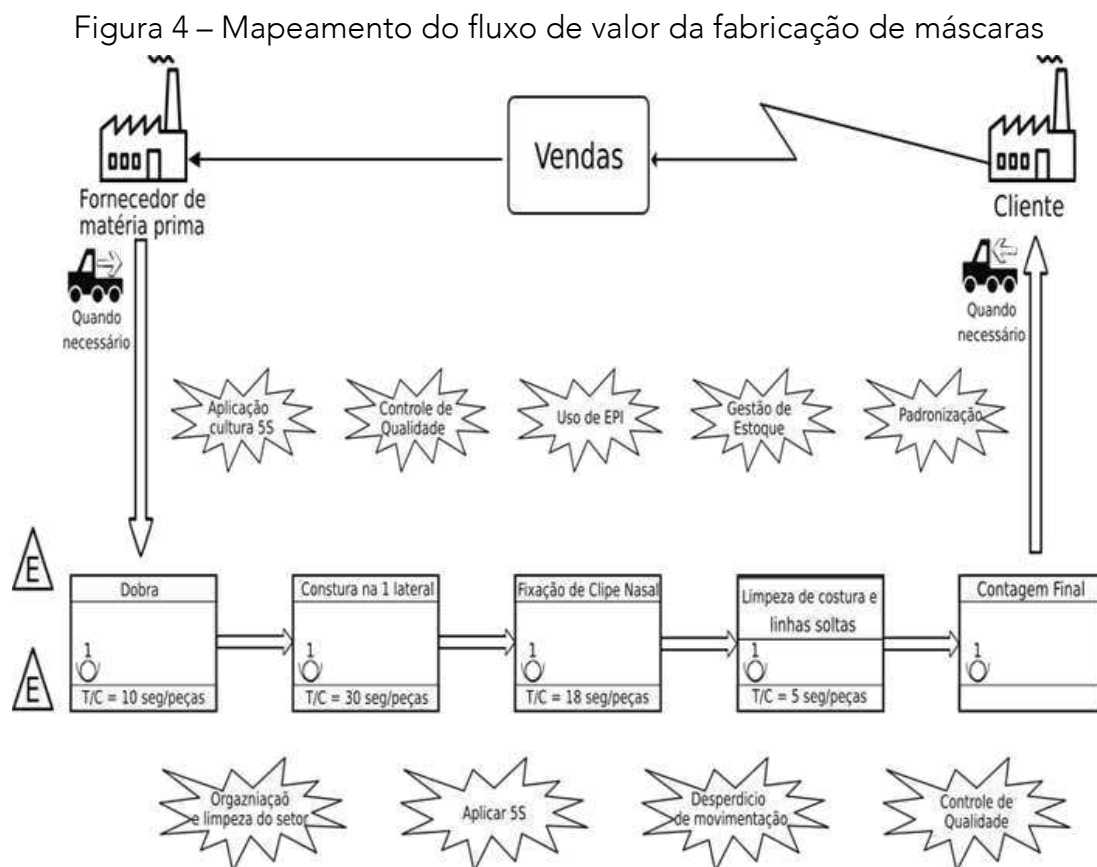
A fábrica iniciou suas atividades em abril de 2020. Nesse mês, a fábrica realizou suas atividades durante 24 dias, com uma média diária de 14139 máscaras fabricadas. A Figura 3 evidencia a produção diária de máscaras durante o primeiro mês.

Figura 3 – Produção diária de máscaras no primeiro mês



Fonte: Os autores (2021)

Se a média diária do mês de abril se mantivesse constante, durante o período de 180 dias seria possível atingir um pouco mais de 50% da meta, o que corresponderia a um total de 2.545.020 máscaras. Nesse sentido, fez-se uso do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para identificar no processo de fabricação das máscaras quais as etapas do processo eram consideradas críticas, ou seja, quais delas demandavam maior tempo e quais necessitam de melhorias. A Figura 4 evidencia o MFV do processo de fabricação das máscaras.



Fonte: Os autores (2021)

Portanto, identificou-se que a etapa de costura do processo produtivo era aquela que demandava um maior tempo, seguida pela fixação de clipe nasau e dobra do tecido. Além disso, foi possível observar por meio do mapeamento do processo a necessidade de organização e limpeza do setor, bem como desperdícios de movimentação e espera.

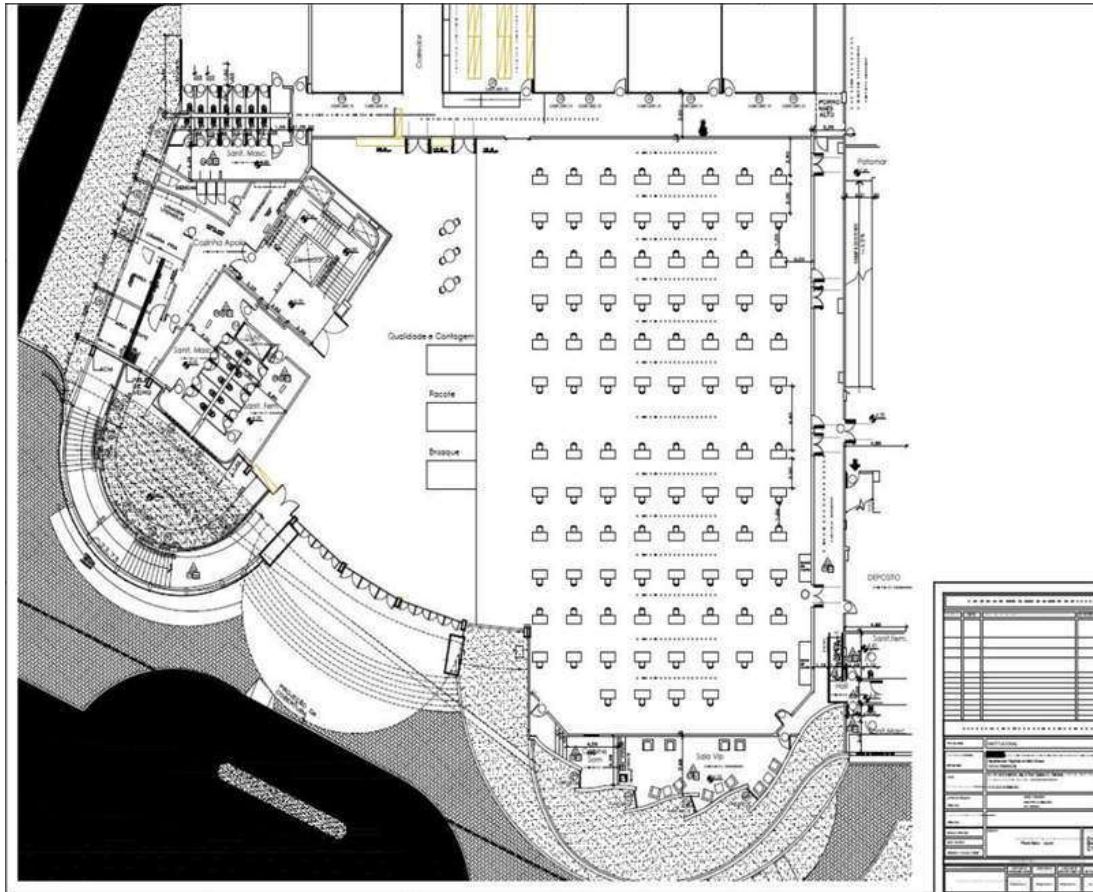
Tendo em vista os principais pontos críticos observados, melhorias ao processo mapeado foram realizadas.

Implementação de melhorias

Para a introdução de melhorias nas etapas críticas do processo, foram feitas intervenções no lay out da instalação, de modo a favorecer o fluxo contínuo de materiais, como se descreve abaixo.

A primeira melhoria realizada na fábrica foi em relação ao layout. A Figura 5 demonstra o layout da fábrica. É importante destacar que o layout proposto atendeu às normas de biossegurança estabelecidas devido a pandemia da COVID-19.

Figura 5 – Layout de montagem da fábrica



Fonte: Os autores (2021)

O processo de fabricação da máscara foi planejado e estabelecido de tal forma que uma costureira com uma única máquina pudesse realizar todo o procedimento de costura, assim evitando a necessidade de implantação de células ou linhas de produção, minimizando gargalos produtivos relativos às atividades com diferentes tempos de ciclo. Isto também evitava que o produto (máscara) necessitasse passar pelas mãos de diversas costureiras, otimizando as ações de contenção de contaminação entre as mesmas.

Isto posto, o fato de ser possível que cada costureira trabalhasse individualmente, foi verificada a necessidade de abastecimento dos insumos necessários para a fabricação do produto, eliminando desperdícios de espera o deslocamento da costureira para servir-se desses insumos, para isto foram criados os corredores de alimentação. As máquinas foram posicionadas lado-a-lado, com distância adequada entre si para atendimento às normas de biossegurança. A cada duas fileiras de máquinas, uma foi posicionada de frente para a outra e distantes entre si para a criação do corredor de alimentação, bem como também para o atendimento do distanciamento necessário.

Esse corredor permitia o acesso de um colaborador responsável pelo fornecimento dos insumos para cada costureira, quais sejam as peças em TNT cortadas, os elásticos e os cliques nasais. Assim esse colaborador, denominado abastecedor, percorria os corredores de alimentação para abastecimento dos insumos, depositando-os em recipientes adequados instalados em cada máquina de costura. Essa atividade não prejudicava o trabalho das costureiras pois não necessitava qualquer tipo de intervenção com a costureira em si, bem como garantia a produção contínua, haja vista haver sempre insumos disponíveis para produção.

As máscaras produzidas por cada costureira eram depositadas em caixas ao lado de cada máquina, que também eram acessadas pelo corredor de alimentação, de forma que outro colaborador fazia o recolhimento destas, contando-as e validando a contagem junto à costureira, para garantia da isonomia da contabilidade. Essas máscaras eram então levadas para o local de finalização. Toda a contabilidade realizada era lançada em planilhas de controle para verificação da produção total e individual, de cada e todos os dias de operação.

O local de finalização era composto por três mesas, onde na primeira as máscaras eram avaliadas para verificação do atendimento das características de qualidade, bem como separadas para o cliente final, onde recebiam o devido tratamento de autoclavagem.

A disposição dos postos de trabalho permitiu um fluxo contínuo de produção, o abastecimento dos insumos aos postos de trabalho das costureiras eliminou o desperdício de movimentação entre as mesmas e o desperdício de espera, uma vez que no momento que as costureiras finalizam um lote de máscaras, havia um reabastecimento instantâneo.

A Figura 6 evidencia a disposição dos postos de trabalho que permitiam um fluxo contínuo de produção, e a Figura 7 demonstra o material que reabastecia a atividade costura, eliminando o tempo de espera, movimentação e garantindo o fluxo contínuo.

Figura 6 – Disposição dos postos de trabalho



Fonte: Os autores (2021)

Figura 7 – Material utilizado para reabastecimento da costura



Fonte: Os autores (2021)

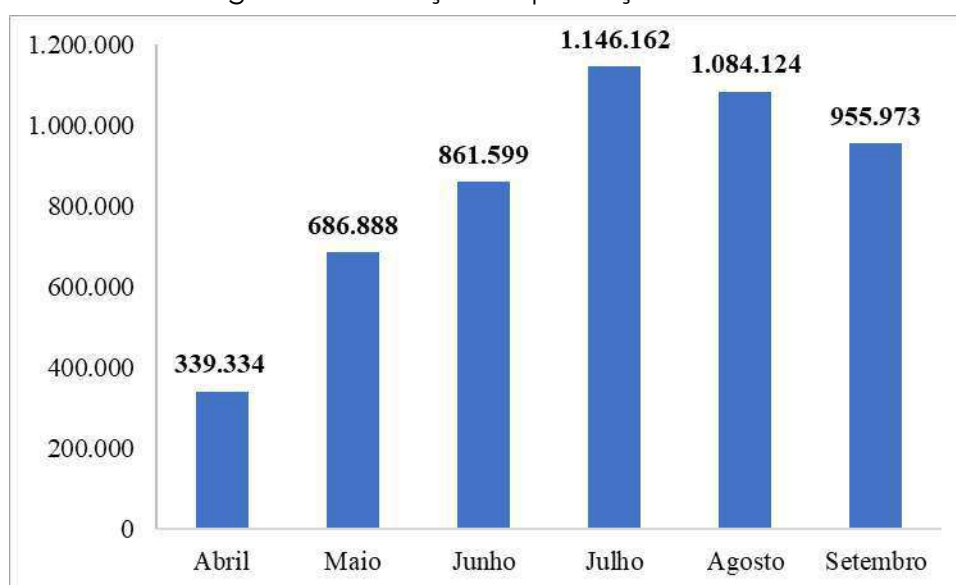
Realizadas as ações de melhoria, foi possível avaliar o estado futuro da fábrica.

Avaliação do estado futuro

As intervenções realizadas promoveram reduções de desperdícios, respectivamente, com tempos de espera e com movimentações desnecessárias, resultando em expressivo aumento de produtividade. Os referidos resultados serão à seguir apresentados.

Após realizadas as melhorias, a fábrica demonstrou resultados positivos ao longo dos meses seguintes, fato esse que fez com que a fábrica conseguisse fabricar ao final de 180 dias um total de 5.074.080 máscaras. A Figura 8 evidencia o total mensal da produção de máscaras no mês inicial de abril (antes das melhorias), passando pelos meses de março até o mês de setembro (após as melhorias).

Figura 8 – Evolução da produção mensal



Fonte: Os autores (2021)

Com as melhorias teve-se uma evolução de produção de média diária de 14.139 máscara dias em abril para 59.748 máscara dia em setembro, o que equivale a um crescimento de 422% de produção diária. Isso significa que em abril cada costureira produzia em média 41 máscaras diárias e em setembro a produção foi em média de 171 máscaras diárias por costureira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia causada pela COVID-19 tem acarretado em drásticos impactos sociais e econômicos em todo o mundo. A adaptação da sociedade a este evento histórico em curso e todas as pressões negativas que ele incorpora faz com que as indústrias se adaptem a nova realidade, alterando seus processos produtivos, direcionando cada vez mais recursos para a gestão de conhecimentos, implantando novas tecnologias, entre outros. Portanto, a adaptação as mudanças da demanda fez com que as empresas de manufatura alterassem o foco de seus processos produtivos.

Tendo em vista isso, o objetivo ao qual este trabalho se propôs foi atingido com êxito, uma vez que se investigou um processo produtivo de máscaras de proteção individual de uma fábrica de campanha no estado do Mato Grosso, Brasil. Verificou-se que por meio da proposição de melhorias advindas de

ferramentas e técnicas da manufatura enxuta, a produtividade diária de máscaras teve um acréscimo de mais de 400% ao se comparar o primeiro e o último mês observado. Logo, foi possível atingir a meta de produção imposta de fabricar 5 milhões de máscaras de proteção individual em 180 dias. Este trabalho é relevante, pois, no início da pandemia causada pela COVID-19 diversos países apresentaram dificuldades na preparação para situações de emergência. No primeiro mês da pandemia houve uma escassez global de equipamentos de proteção individual, como as máscaras, causando um aumento nos casos de infecção e, conseqüentemente, mortes. Portanto, um estudo que indique uma maneira efetiva de aumentar a produtividade de indústrias que fabricam itens essenciais no combate à pandemia se mostra relevante.

Ressalta-se ainda que a metodologia empregada na realização deste estudo pode ser reaplicada para os mais diversos segmentos com os devidos ajustes ao contexto observado. Por fim, para trabalhos futuros, sugere-se um estudo de tempos e movimentos para a produção de máscaras, com o objetivo de reduzir ainda mais o lead time e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Além disso, sugere-se que as empresas construam planos de continuidade de negócios, com o intuito de melhorar a gestão de crises mediante eventos adversos como pandemias.

REFERÊNCIAS

- ANTONELLI, D.; STADNICKA, D. Combining factory simulation with value stream mapping: a critical discussion. *Procedia CIRP*, v.67, p.30-35, 2018.
- ANTONY, J. Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v.60, n.2, 2011.
- ARAGÃO, J.P.S., SANTOS, K.O., ARAÚJO FILHO, C.M., WANDERLEY, M.C.G., HOLANDA, C.L.S. Identificação de perdas baseadas na filosofia do Sistema Toyota de Produção: um estudo de caso em uma empresa de confecção. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville, SC, 2017.
- GHINATO, P. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. Almeida, A. (Org.); SOUZA, F. (Org.). Produção e Competitividade: aplicações e inovações. Recife: Universitária, 2000.
- HALLGREN, M., OLHAGER, J. Lean and agile manufacturing; external and internal drivers and performance outcomes. *International Journal of Operations & Production Management*, v.29, n.10, 2009.
- JADHAV, J. R.; MANTHA, S. S.; RANE, S. B. Exploring barriers in lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, v.5, n.2, p.122-148, 2014.
- JAVAI, M., HALEEM, A., VAISHYA, R., BAHL, S., SUMAN, R., VAISH, A. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, v.14, p.419-422, 2020.
- JIMÉNEZ, E., TEJEDA, A., PÉREZ, M., BLANCO, J., MARTÍNEZ, E. Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector. *International Journal of Production Research*, v.50, n.7, p.1890-1904, 2011.
- KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. Tech. Report, n.72, CIFE, Stanford University., CA, 1992.
- KUMAR, M.S., RAUT, D.R.D., NARWANE, D.V.S., NARKHEDE, D.B.E. Applications of industry 4.0 to overcome the COVID-19 operational challenges. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, v.14, p.1283-1289, 2020.
- LIKER, J. K. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- McMAHON, D.E., PETERS, G.A., IVERS, L.C., FREEMAN, E.E. Global resource shortages during COVID-19: bad news for low-income countries. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v.14, n.7, e0008412, 2020.
- NARKE, M. M.; JAYADEVA, C. T. Value Stream Mapping: Effective Lean Tool for SMEs. *Materials Today: Proceedings*, v.24, p.1263-1272, 2020
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala. Ed. Bookman: Porto Alegre, 1997.
- PASCAL, D. Produção Lean Simplificada. Ed. Bookman: Porto Alegre, 2008.
- RAMESH, V., KODALI, R. A decision framework for maximising lean manufacturing performance. *International Journal of Production Research*, v.50, n.8, p.2234-2251, 2011.
- ROBINSON, S., RADNOR, Z.J., BURGESS, N., WORTHINGTON, C. SimLean: utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. *European Journal of Operational Research*, v.219, n.1, p.188-197, 2012.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute, 2003.
- SHAH, R., WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, v.21, n.2, p.129-149, 2003.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção. Ed. Bookman: Porto Alegre, 1996.
- SINGH, R. Lean manufacturing: changing paradigms in product manufacturing, design & supply. The Third International Conference on Quality Management, 1998.

STADNICKA, D.; LITWIN, P. 2017. VSM based system dynamics analysis to determine manufacturing processes performance indicators. 24th International Conference on Production Research (ICPR 2017), 2017.

TIETZE, F., VIMALNATH, P., ARISTODEMOU, L., MOLLOY, J. Crisis-Critical Intellectual Property: Findings from the COVID-19 Pandemic. Centre for Technology Management Working Paper Series, v.1, n.2, p.1-18, 2020.

ZAHRAEE, S. M.; HASHEMI, A.; ABDI, A.A.; SHAHPANAH, A.; ROHANI, J. M. Lean manufacturing implementation through value stream mapping: A case study. Journal Teknologi (Sciences and Engineering), v.68, p.119-24, 2014.

ALGORITMO DE BUSCA CUCO DISCRETO APLICADO AO PLANEJAMENTO DE REDES ÓPTICAS

Rayane Araújo Lima
Bruno Quirino de Oliveira
Marcos Lajovic Carneiro

RESUMO

O planejamento de uma rede óptica representa um dos mais desafiadores na indústria de telecomunicações. Sua natureza discreta e combinatória apresenta problemas técnicos e econômicos como, a alocação de recursos de enlaces e nós, a proteção de falhas, limitações orçamentárias, além de ser custoso para os projetistas, dentre outros. Esse artigo apresenta uma adaptação do algoritmo Busca Cuco para problemas discretos e ele é aplicado na otimização do planejamento de uma rede de fibra óptica. A otimização resultou em modelos de topologias com custos reduzidos, tempo de processamento de 1305 segundos para a rede de menor custo, taxa de folga de 5% e redução no planejamento total do projeto de 50%.

Palavras-chave: *Otimização, rede de fibra óptica, busca Cuco Discreta.*

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias emergentes como, 5G e indústria 4.0 exige uma alta demanda de dados trafegando pela *internet* (MUMTAZ, MORGADO et al., 2017) (LI, DA XU e ZHAO, 2018) (LIU e DENG, 2020) e com a pandemia de COVID-19 ocorrido em 2020, o uso da *internet* aumentou ainda mais significativamente, pois, as pessoas precisavam continuar trabalhando, estudando e se divertindo. Esse aumento faz surgir um grande número de desafios complexos que os tomadores de decisões devem enfrentar. Alguns desses desafios são o roteamento, alocação de canais e *design* de rede, em que o terceiro desafio está no escopo do trabalho.

O *design* de rede de transporte óptica pode ser conceituada como uma estrutura física composta de fibra óptica, receptores, transmissores, em que o pacote de dados deve ser escoado entre nós finais e arbitrários, de forma que garanta um mínimo de QoS (*Quality of Service*) (MEDEIROS, 2012). Nessa arquitetura os nós são as cidades/países/continentes e o *backbone* é a estrutura física (*link*, fibra óptica) que conecta os nós. Dependendo da metodologia abordada no *design*, o processo pode se tornar lento e caro. Logo um *design* de rede viável é aquele que minimiza o custo total, satisfazendo a demanda dos usuários e respeitando a capacidade de cada *link*.

As metaheurísticas são algoritmos que foram desenvolvidos posteriores aos heurísticos, podendo ser apontados como a evolução dos mesmos. Possuem características capazes de serem aplicadas a um problema NP-hard resultando em eficiência (SARI, 2017). E são usados em problemas de telecomunicações (YANG, JIANG e NGUYEN, 2013).

O objetivo desse artigo é propor um sistema de apoio a tomada de decisão, com auxílio do uso de metaheurística (BLUM e ROLI, 2003), para engenheiros e projetista de redes de transportes ópticas cujo o guia de onda se dá por meio do uso de fibra óptica. Esse sistema irá resultar em uma rede otimizada visando minimizar o custo de implementação, aumentar a folga de demanda para um possível aumento e obter um tempo de processamento relativamente baixo.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 traz a definição do problema do projeto de rede de fibra óptica, sua representação matemática e um problema do mundo real para ser otimizado. A Seção 3 traz uma técnica de inteligência artificial, o algoritmo metaheurístico Busca Cuco (BC), utilizado na otimização do problema, bem como sua forma adaptada para ser utilizada em problemas de características discretas. A Seção 4 mostra os melhores resultados encontrados nas simulações, e a topologia da rede otimizada. Finalmente, na Seção 5 traz a conclusão do artigo.

Definição do Problema do Design de Redes de Fibra Óptica

As demandas de dados devem ser escoadas entre os nós por meio de links com uma capacidade associada. Dito isso, o uso de Inteligência Artificial (IA) ajuda engenheiros e projetistas a tomada de decisão na determinação da estratégia ótima para alojar o conjunto de demandas (MATA, DEMIGUEL et al., 2018).

Representação da Rede

O problema do planejamento de rede representa um dos mais desafiadores na indústria de telecomunicações, pois se refere a um problema de otimização combinatória, em que não se pode resolver por método exato a não ser que grande esforço computacional seja exigido. O conjunto de soluções é representado de forma discreta (FERNANDEZ, JUAN e TERRÉN, 2018).

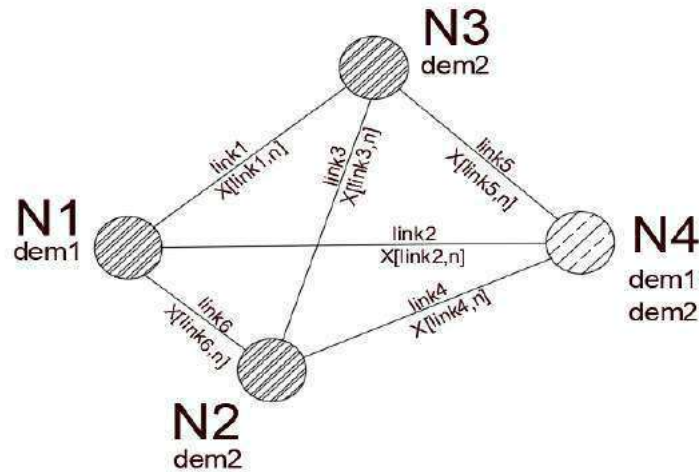
O modelo do fluxo em rede é utilizado para caracterizar o problema do planejamento da rede de transporte. A Figura 1 ilustra uma rede $R = (V, LINK, DEM)$, onde V é a quantidade de nós, $LINK$ são os arcos da rede, representando a fibra óptica, e DEM são as demandas a serem escoadas no sistema (BAZARAA, JARVIS e SHERALI, 2010).

Os itens mais relevantes são:

- Nós: São compostos por geradores e concentradores de demanda para o atendimento do usuário do sistema. Eles são representados por um número $[i]$.
- Demanda: A finalidade do sistema é garantir que as demandas sejam atendidas entre os nós da rede. Entre os nós finais, um nó representa o nó de origem e o outro o nó destino. Na Figura 1 temos duas demandas a serem escoadas $dem1$ e $dem2$, possuindo origem os nós $N1$, $N2$ e $N3$ e o nó destino o $N4$.
- $LINK$ (Arcos): Os *links* (representam as fibras ópticas) ligam dois nós entre si, e são responsáveis por escoar toda a demanda, são representados por um nome e número, por exemplo, *link5* que é o *link* responsável por ligar os nós 3 e 4. Os equipamentos de transmissão possuem uma capacidade

máxima que deve ser respeitada, logo os *links* só podem transmitir o que está sob sua capacidade. A capacidade total de cada *link* é representada, por exemplo $X[\text{link1}, n]$, essa é uma variável binária, onde $[n]$ é a modularidade do sistema (40 100 400) Gbps.

Figura 1- Representação da rede de transporte



Fonte: Próprio autor

- Caminhos: O caminho é formado pelo conjunto de links que definem o percurso entre 2 nós cuja demanda pode escoar, sendo que cada demanda pode possuir mais de um caminho possível. Voltando ao exemplo da Figura 1, a Figura 2 traz um quadro com alguns possíveis caminhos para escoar as demandas.

Figura 2- Tráfego das demandas e suas respectivas rotas

	Origem	Destino	Caminho 01	Caminho 02
dem1	N1	N4	link2	link1 → link5
dem2	N2		link3 → link5	link4
	N3		link5	link3 → link4

Fonte: Próprio autor

Para cada nó da rede existe alguns caminhos que podem ser utilizados para escoar a demanda. A variável "Y" é utilizada para representar esses possíveis caminhos, $Y[\text{caminho}, \text{demanda}]$ que indica a demanda que vai ser escoada pelo caminho escolhido.

Modelo Matemático

Após a representação da rede, necessita-se modelar o problema matematicamente para que possam ser utilizados algoritmos para a otimização.

O modelo de otimização é então feito usando a Programação Inteira Linear Mista (MILP) (DEOLIVEIRA, CUNHA et al., 2018), para rede óptica do tipo *Optical Transport Network/ Wavelength-Division Multiplexing* (OTN/WDM):

$$\text{Min} \sum_{[i] \in LINK} \sum_{[n] \in O_{LINK}} (C_{[i][n]} + r \cdot l_{[i]}) X_{[i][n]} \quad (2.1)$$

$$\sum_{[n] \in O_{LINK}} Cap_{[n]} X_{[i][n]} - \sum_{[k] \in \Omega_i} dem_{[j]} Y_{[j][k]} \geq 0, \quad \forall [i] \in LINK \quad (2.2)$$

$$\sum_{[k] \in P_j} Y_{[j][k]} = 1, \quad \forall [j] \in DEM \quad (2.3)$$

$$\sum_{[n] \in O_{LINK}} X_{[i][n]} \leq 1, \quad \forall [i] \in LINK \quad (2.4)$$

Onde:

LINK: Conjunto formado por todas as arestas da rede, usados para ligar as demandas dos vértices.

O_{LINK} : Conjunto de capacidade, $[n]$, (40, 100 e 400 Gbps), dos sistemas de transmissão óptica OTN/WDM candidatas nos *links* $[i] \in LINK$.

TN: Conjunto formado por possíveis vértices de destino para cada demanda da rede. Dessa forma, pode-se avaliar situações em que um vértice de origem pode ter a demanda atendida por mais de um vértice de destino. O sistema é então restringido para um conjunto de k -caminhos, que um vértice de origem pode chegar a um vértice de destino.

DEM: Conjunto composto por todas as demandas previstas (em Gpbs) para serem atendidas pela rede. A matriz de demanda possui vários vértices de origem e apenas dois de destinos. Logo, o tráfego deve ser escoado de forma exclusiva e complementar.

P_d : Conjunto de caminhos a atender a demanda $[d] \in DEM$. Dentro deste conjunto contem caminhos que possibilita o fluxo de demanda $[d]$ para $[t] \in TN$ possíveis vértices de destino.

Ω_i : Conjunto formado pelos caminhos que precisam utilizar o *link* $[i]$ para escoar o seu fluxo de demanda.

$Y_{[j][k]}$: Variável que representa a demanda $[j] \in DEM$, sendo atendida pelo caminho $[k] \in P_j$. Dependendo da forma a qual foi modelada, pode assumir valor real ou binário. A forma que é representada exige a condição da avaliação de cenários, se existirá ou não exclusividade na alocação de caminhos para o escoamento da demanda prevista.

$X_{[i][n]}$: Variável que representa se o *link* $[i]$ de capacidade $[n]$ é ou não escolhido para ser alocado. O seu valor é binário (0 ou 1).

$C_{[i][n]}$: Custo do sistema de transmissão óptica OTN/WDM possuindo a capacidade (em Gpbs) $[n] \in O_{LINK}$ no *link* $[i] \in LINK$.

$dem_{[j]}$: Demanda $[j] \in DEM$ prevista, em Gpbs, para atender a demanda da rede entre um vértice de origem e possíveis vértices de destinos (TN). Essa demanda pode ser representada em termos de taxa de transmissão ou quantidade de serviço modular padrão.

$Cap_{[n]}$: Capacidade (em Gbps) [n], dos sistemas de transmissão OTN/WDM candidatos.

r : Custo médio da rede óptica por *km*.

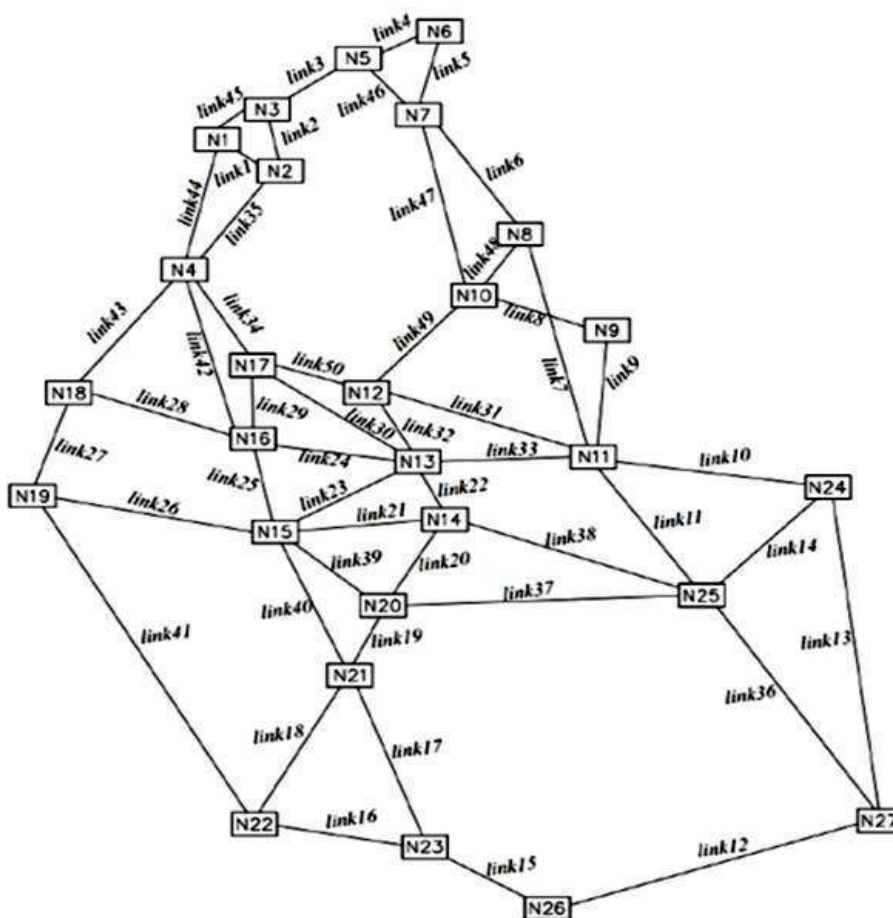
$l_{[i]}$: Comprimento do *link* $\in LINK$ (em *km*).

A função objetivo representada por 2.1 calcula o custo mínimo da rede, uma parcela representa o custo do sistema de transmissão óptica e a outra parcela representa o custo da rede óptica. Para se chegar à função objetivo as restrições 2.2, 2.3 e 2.4 devem ser criteriosamente respeitadas.

Cenário proposto

O algoritmo desenvolvido foi testado em um cenário real, com dados reais, fornecidos por uma empresa de telecomunicações brasileira do centro oeste. A rede é composta por 27 nós (vértices) e 50 links (arestas). Os 50 *links* são possíveis caminhos cujo os nós, podem escoar toda a demanda, possuindo a possibilidade de transmitir a capacidade de (40, 100 e 400) Gpbs (OHARA, TESHIMA, et al., 2012). A rede proposta está mostrada na Figura 3.

Figura 3 - Topologia da rede candidata



Fonte: (DEOLIVEIRA, CUNHA et al., 2018)

No total 27 demandas devem ser atendidas integralmente, possuindo 27 nós de origem e 2 nós de destino, conforme na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de demandas previstas

Demanda	Nó de Origem	Nó de Destino	Valor de Demanda (Gbps)
d_1	N1	N26 ou N27	13
d_2	N2	N26 ou N27	0,5
d_3	N3	N26 ou N27	1
d_4	N4	N26 ou N27	5
d_5	N5	N26 ou N27	0,5
d_6	N6	N26 ou N27	37,5
d_7	N7	N26 ou N27	1,5
d_8	N8	N26 ou N27	2,5
d_9	N9	N26 ou N27	12
d_{10}	N10	N26 ou N27	2,5
d_{11}	N11	N26 ou N27	7,5
d_{12}	N12	N26 ou N27	4
d_{13}	N13	N26 ou N27	20
d_{14}	N14	N26 ou N27	50
d_{15}	N15	N26 ou N27	4
d_{16}	N16	N26 ou N27	10
d_{17}	N17	N26 ou N27	22,5
d_{18}	N18	N26 ou N27	11,5
d_{19}	N19	N26 ou N27	12,5
d_{20}	N20	N26 ou N27	7,5
d_{21}	N21	N26 ou N27	19
d_{22}	N22	N26 ou N27	3,5
d_{23}	N23	N26 ou N27	25
d_{24}	N24	N26 ou N27	30
d_{25}	N25	N26 ou N27	15
d_{26}	N26	N26 ou N27	13
d_{27}	N27	N26 ou N27	30

Fonte: (DEOLIVEIRA, CUNHA et al., 2018)

O custo da rede de fibra óptica depende da modularidade de cada *link* (capacidade máxima da tecnologia utilizada). No problema em questão foram definidas 3 possibilidades de escolha para cada link, canais de 40, 100 ou 400 Gbps, cada um com um custo. Caso o link seja escolhido como integrante do conjunto de soluções, ele é contabilizado no custo da rede.

Algoritmo Busca Cuco (BC)

O algoritmo Busca Cuco (BC) foi um dos últimos metaheurísticos inspirado na natureza desenvolvido por (YANG e SUASH, 2009). O BC foi desenvolvido para ser aplicado em problemas contínuos de otimização e está baseado no comportamento de parasitismo de ninhada de algumas espécies cuco. O algoritmo conta com o aprimorado voo de Lévy (PAVLYUKEVICH, 2007). A razão de se estudar o pássaro cuco é pela sua estratégia agressiva de reprodução. Três regras idealizadas podem ser usadas para descrever o algoritmo da busca cuco padrão:

- Cada cuco coloca um ovo de cada vez em um ninho escolhido aleatoriamente;
- O melhor ninho com ovos de melhor qualidade será carregado para as próximas gerações;
- O número de ninhos hospedeiros são fixados, e o ovo colocado pelo cuco pode ser descoberto pela ave hospedeira com a probabilidade de $p_a \in [0,1]$. Quando isso ocorre, a ave hospedeira pode se livrar do ovo ou simplesmente abandonar o ninho completo e construir um novo em outro local.

O ponto chave do algoritmo é balancear combinações de uma caminhada aleatória local e uma caminhada aleatória explorativa global. Essa caminhada aleatória global é feita utilizando o voo de

Lévy, e é uma cadeia de Markov cujo o próximo passo/localização depende somente da localização atual (primeiro termo da equação 1) e a probabilidade de transição (segundo termo).

$$\text{Onde,} \quad x_i^{t+1} = x_i^t + \alpha L(s, \lambda) \quad (1)$$

$$L(s, \lambda) = \frac{\lambda \Gamma(\lambda) \sin\left(\frac{\pi\lambda}{2}\right)}{\pi} \frac{1}{s^{1+\lambda}}, \quad (s \gg s_0 > 0) \quad (2)$$

x_i^{t+1} , é a solução atual, e x_i^t é a solução anterior. O valor de $\alpha > 0$, é o fator de escala do tamanho do passo, que geralmente é relacionado a escala do problema de interesse. Um voo de Lévy é uma caminhada aleatória em que o tamanho dos passos tem uma distribuição de probabilidade, com as direções dos passos sendo isotrópicos e aleatórios. Com uma aproximação proposta por Mategna (MANTEGNA e STANLEY, 1994) que gera números aleatórios seguindo o padrão de distribuição do voo de Lévy. A recomendação de Mategna é usar duas variáveis estocásticas para desenhar uma distribuição a partir de uma distribuição normal [0,1]:

$$\lambda = \frac{u}{|v|^{\frac{1}{\beta}}} \quad (1)$$

$$u \sim N(0, \sigma_u^2) \\ v \sim N(0, \sigma_v^2)$$

A variáveis estocásticas são u e v, e possuem desvio padrão dado por:

$$\sigma_u(\beta) = \left[\frac{\Gamma(1 + \beta) \sin\left(\frac{\pi\beta}{2}\right)}{\Gamma((1 + \beta)/2) \beta 2^{(\beta-1)/2}} \right]^{1/\beta} \quad e \quad \sigma_v(\beta) = 1 \quad \text{para } \beta = 1.5 \quad (2)$$

O algoritmo BC pode então ser estruturado na Tabela 2.

Tabela 2 - Pseudocódigo do algoritmo BC padrão

Algoritmo BC Padrão – Pseudocódigo
Passo 01. Defina a Função Objetivo $f(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_d)^T$
Passo 02. Gera a população inicial de n ninhos hospedeiros $\mathbf{x}_i(1, 2, \dots, n)$
Passo 03. Enquanto (critério de parada) faça
Pega um cuco aleatoriamente pelo voo de Lévy,
Avaliar a qualidade/fitness F_i
Pegar um ninho aleatoriamente entre n , e chamar de j
Se ($F_i > F_j$)
então atualiza F_j como nova solução
Fim do se
Uma fração (Pa) dos piores ninhos são abandonados e novos são gerados
Manter os melhores ninhos (soluções)
Passo 04. Ranquear os ninhos e encontrar a melhor solução atual
Passo 05. Fim do enquanto

Fonte: Adaptado de (YANG e SUASH, 2009)

Algoritmo Busca Cuco Discreto

O algoritmo Busca Cuco Discreto (BCD) é uma versão adaptada do BC, tendo o principal propósito otimizar problemas combinatoriais (OUAARAB, AHIOD e YANG, 2014). Nessa adaptação, um ovo representa uma solução em um espaço combinatorial que pode ser mostrado como uma permutação. Logo, o espaço de busca, é composta por um conjunto de permutações. O movimento dentro do espaço de busca é definido pela distância entre as soluções vizinhas que leva a definir operadores e perturbações de acordo com o problema estudado. Logo, α é definido pela distância entre duas soluções no espaço de busca. A distância pode ser calculada de duas formas, a primeira é a *Euclidiana* e a segunda é a distância de *Hamming*. Neste trabalho, foi adotado a distância de *Hamming*. A distância de *Hamming* entre duas permutações é o número de elementos não correspondentes na sequência, por exemplo a Figura 4.

Figura 4 - Vetores de soluções P1 e P2

P1	2	2	3	2	3	4	5	6
P2	2	2	1	1	5	4	5	6

Fonte: Próprio autor

A distância de *Hamming* entre $H(P1, P2) = 3$ (destacado em vermelho), ou seja, somente as duas primeiras posições e as três últimas possuem o mesmo elemento.

A distância de dois ninhos é então definida pela distância entre a permutação de suas sequências. Para melhorar o espaço de busca o valor do tamanho do passo será associado ao valor padrão gerado pelo voo de Lévy.

A distância entre dois ninhos, pode ser calculada tomando o ninho de melhor custo e compara com os demais ninhos, os ninhos que possuem ovos com qualidade inferior, são então movidos para ninhos mais próximos dos ninhos de melhor qualidade. Esse movimento (permutação) cria novas soluções, ou seja, novos ninhos com ovos. Em outras palavras, para uma permutação chegar mais próxima a outra permutação, a quantidade de seus elementos comuns tem que aumentar (Figura 5).

Figura 5 - Gerando uma nova solução, apartir de P1 e P2

P1	2	2	3	2	3	4	5	6
P2	2	2	1	1	5	4	5	6
P1→P2	2	2				4	5	6

Fonte: Próprio autor

As lacunas $P_{1 \rightarrow 2}$ deve ser preenchida em relação à distância anterior das permutações. A probabilidade de ser preenchida é calculada pelo voo de Lévy. Um número aleatório é gerado e comparado com o valor de Lévy. Se o número for maior $P_{1 \rightarrow 2}$ vai ser preenchido com os elementos de P1, caso contrário, será preenchido com P2. Esse passo é repetido até as lacunas de $P_{1 \rightarrow 2}$ serem preenchidas (Figura 6).

Figura 6 - Nova solução gerada

P1	2	2	3	2	3	4	5	6
P2	2	2	1	1	5	4	5	6
P1→P2	2	2				4	5	6
P1→P2	2	2	3	1	3	4	5	6

↑ ↑ ↑

Fonte: Próprio autor

As lacunas então foram preenchidas com P1(3), P2(1) e P1(3) formando assim um vetor completo. O algoritmo BCD está estruturado na Tabela 3.

Tabela 3 - Pseudocódigo do algoritmo BC discreto

Algoritmo BC Discreto – Pseudocódigo

Passo 01. **Defina** a Função Objetivo $f(x)$, $x = (x_1, \dots, x_d)^T$

Passo 02. Gera a população inicial de n ninhos hospedeiros $x_i(1, 2, \dots, n)$

Passo 03. **Enquanto** (critério de parada) **faça**

Calcular a distância D entre um ninho presente e o melhor ninho, essa distância pode ser calculada usando a função de distância **Euclidiana** ou **Hamming**.

Calcular o tamanho do passo h como $h = [\alpha * D * Lévy(\lambda)]$.

Aplicar o operador swap move para obter novas soluções como $x_i^{t+1} = F_{swap}(x_i^t, h)$

Pegar um ninho aleatoriamente entre n, e chamar de j

Se ($F_i > F_j$)

então atualiza Fj como nova solução

Fim do se

Uma fração (Pa) dos piores ninhos são abandonados e novos são gerados

Manter os melhores ninhos com qualidade de soluções

Passo 04. Ranquear os ninhos e encontrar a melhor solução global

Passo 05. **Fim** do enquanto

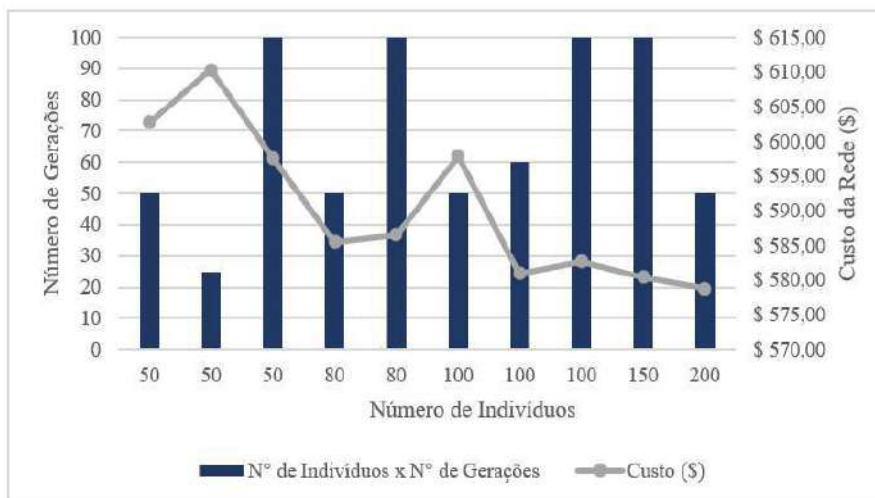
Fonte: Adaptado de (OUAARAB, AHIOD e YANG, 2014)

Resultados das Simulações

Para resolver o problema, foi utilizado o solver para problemas MILP do software MATLAB®. Foi utilizado a abordagem arco-caminho no problema de interesse (PIÓRO e MEDHI, 2004). O algoritmo k-caminhos mais curto também foi aplicado (MARTINS, 2017). Para o desenvolvimento da simulação alguns dados são carregados dentro do software, como por exemplo, uma matriz com os nós georeferenciados, uma matriz com as demandas a serem escoadas e seus possíveis caminhos (links). Uma das dificuldades de se implementar um sistema novo em um problema de interesse são as escolhas dos parâmetros certos, pois dependendo do valor pode-se obter diferentes resultados (CRUZ, GUTIÉRREZ et al., 2020). No algoritmo BCD existem três parâmetros que foram alterados para alcançar diferentes resultados (número de indivíduos, número de gerações e a probabilidade de descoberta). Dito isso, afim de otimizar os parâmetros, foram realizadas 100 simulações com valores

de parâmetros diferentes e estão ilustrados na Figura 7. Conforme os resultados obtidos, concluiu-se que os parâmetros que trouxeram os melhores resultados são os que estão na Tabela 4.

Figura 7 - Gráfico dos resultados de acordo com os parâmetros escolhidos



Fonte: Próprio autor

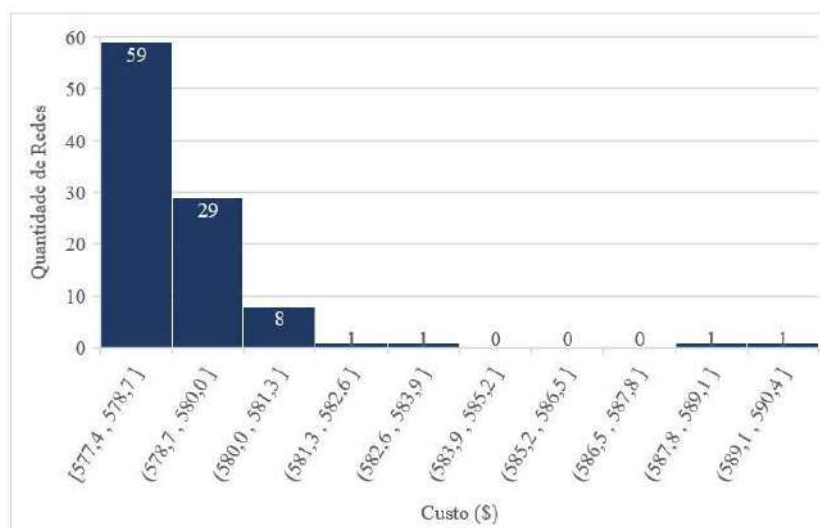
Tabela 4 - Valores dos Parâmetros

Número de Indivíduos	Número de Gerações	Probabilidade de Descoberta (Pa)	Quantidade de Caminhos
200	50	50%	5

Fonte: Próprio autor

Utilizando os parâmetros da Tabela 4, foram realizadas mais 100 simulações afim de encontrar uma rede que obtivesse o melhor custo. Os resultados dessas simulações foram agrupados em forma de histograma, apresentado na Figura 8, em 7 intervalos de custo de \$1,30, entre o custo máximo de \$590,4 e o custo mínimo de \$577,4. Observa-se que o algoritmo produziu 59 redes próximas do custo mínimo entre \$577,4 e \$578,7.

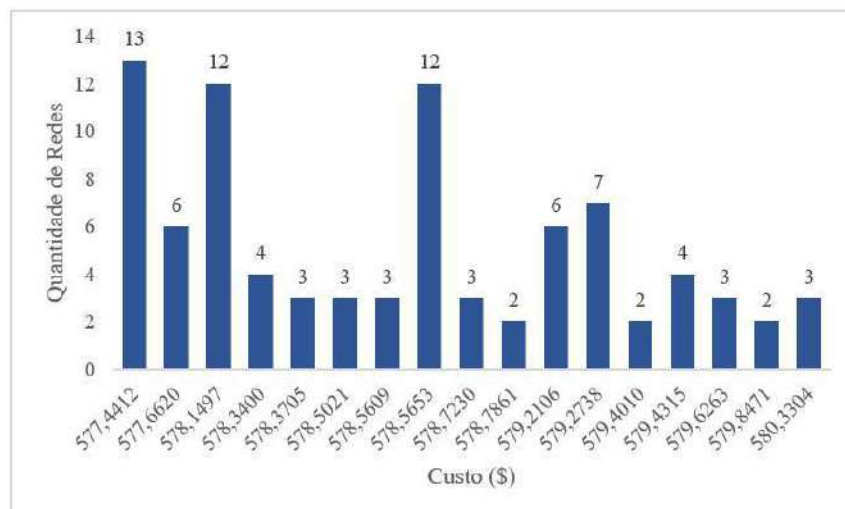
Figura 8 - Resultados das simulações



Fonte: Próprio autor

A rede converge em 88 topologias iguais, porém com custos diferentes, que estão distribuídos na Figura 9. Para cada demanda prevista, 5 caminhos foram gerados, esse valor permite uma variedade de combinações de caminhos suficiente para análise dos custos.

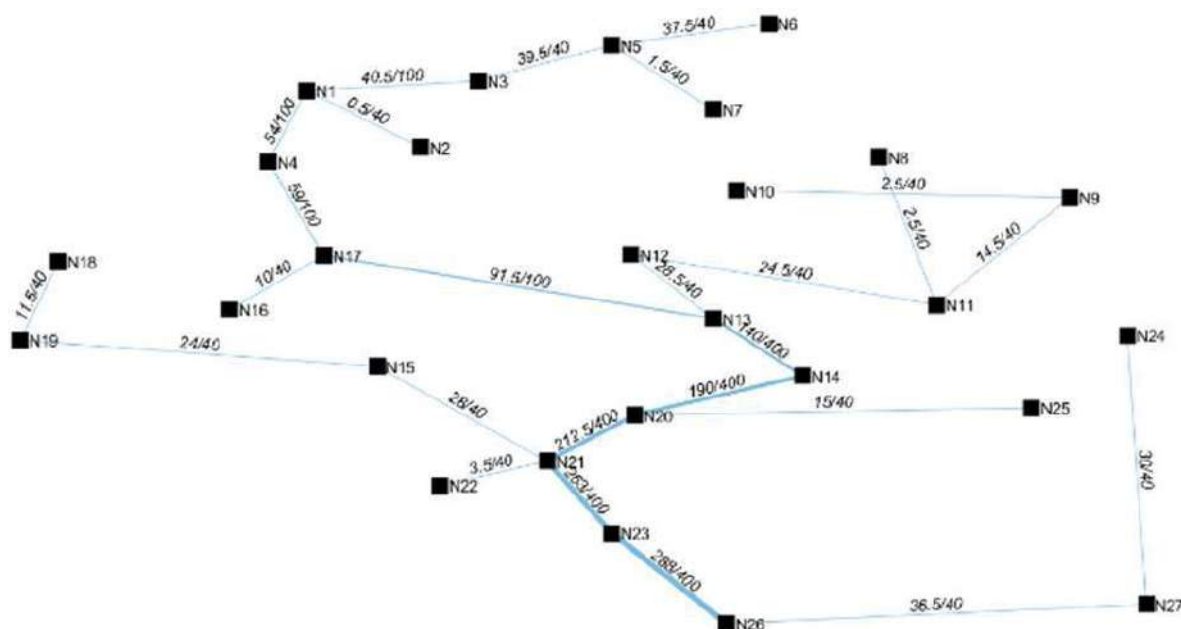
Figura 9 - Convergência da rede



Fonte: Próprio autor

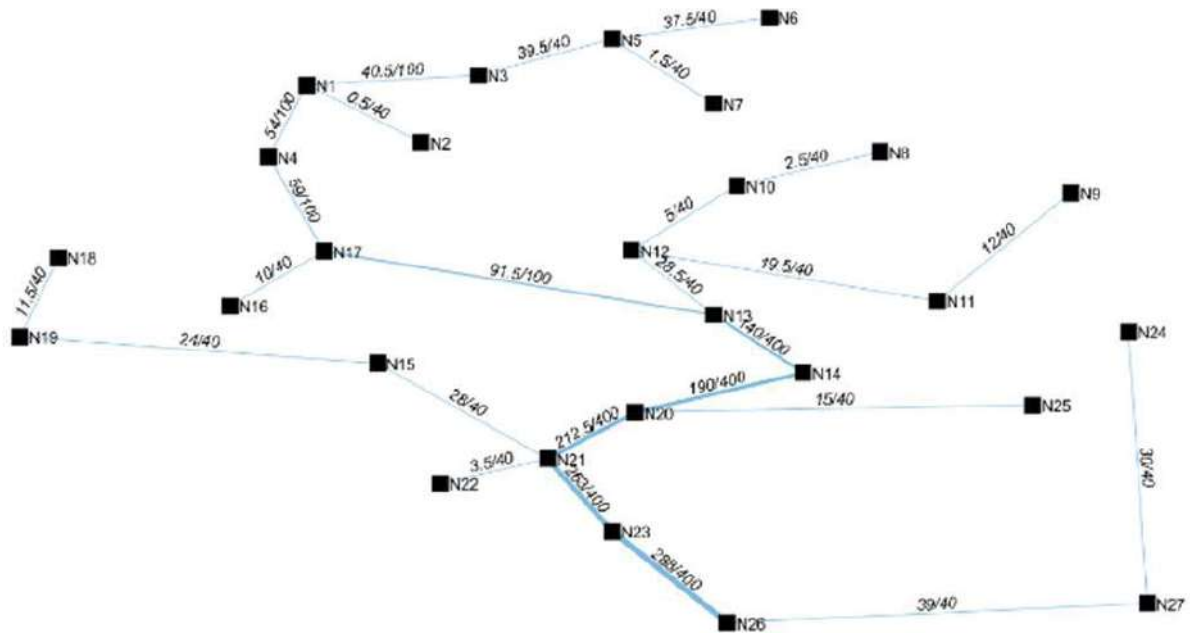
Ao final da análise, foram eleitas 3 modelos de topologia da rede (Figura 10, Figura 11 e Figura 12) com os melhores custos para que engenheiros e projetista possam optar por qual topologia utilizar em seu projeto.

Figura 10 - Topologia 01, com custo de \$ 577,4412



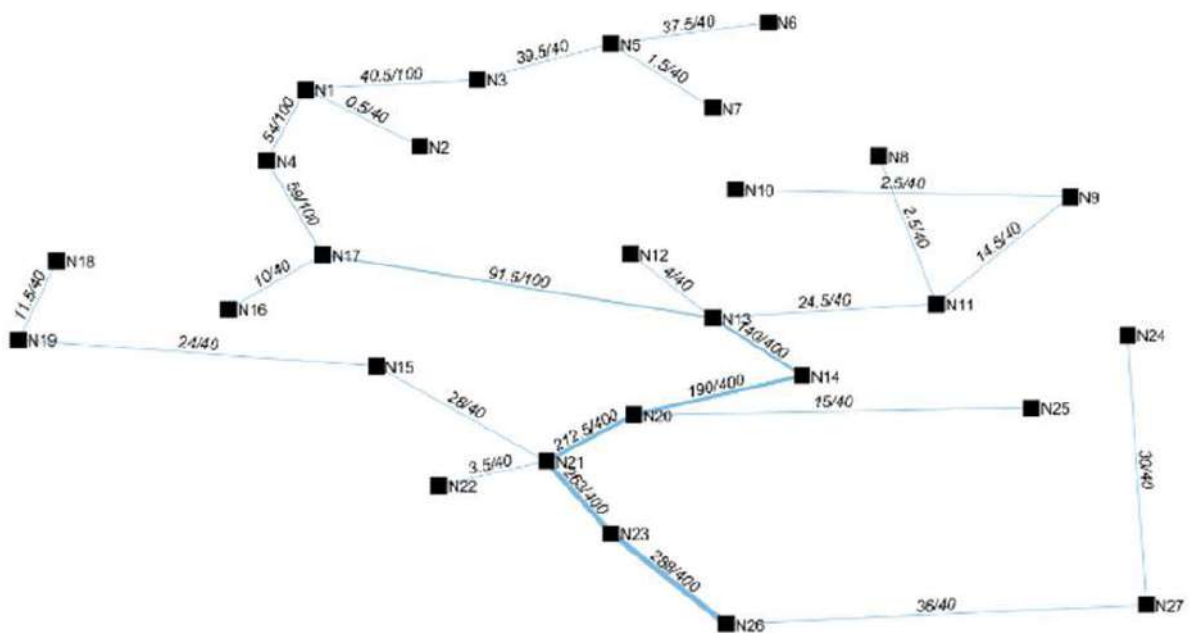
Fonte: Próprio autor

Figura 11 - Topologia 02, com custo de \$ 577,6620



Fonte: Próprio autor

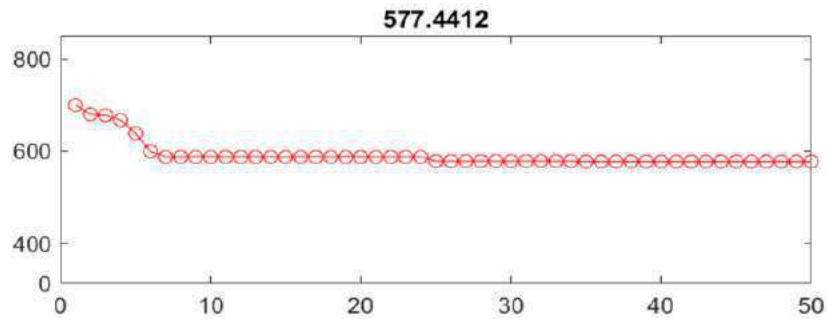
Figura 12 - Topologia 03, com custo de \$ 578,1497



Fonte: Próprio autor

A fim de analisar o comportamento da evolução da curva de custo no otimizador, foi gerado a curva da rede com a topologia 01 e está na Figura 13. A curva apresenta uma sutil queda até a vigésima geração, após isso, a curva permanece constante.

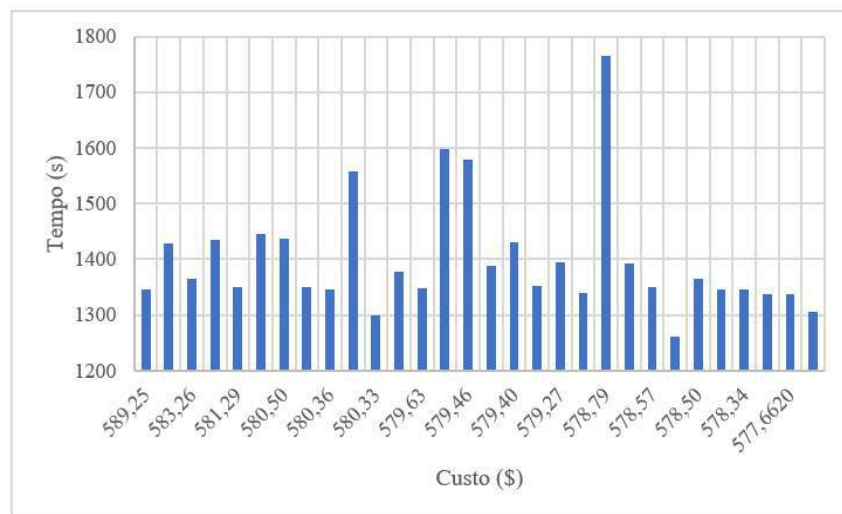
Figura 13 - Curva de custo ao longo das gerações da rede 01



Fonte: Próprio autor

Outro fator interessante é o tempo de processamento para otimizar a rede, na Figura 14 traz os tempos de processamentos que cada topologia levou para ser otimizada. Uma rede dessa magnitude levaria em média 8 horas de trabalho, para engenheiros e projetistas com muita experiência na área. A topologia que apresentou o maior tempo de processamento levou somente 30 minutos para ser otimizada. Com esse ganho de tempo, os engenheiros e projetista podem dedicar mais tempo as demais etapas do projeto óptico, como o balanceamento de potência, dimensionamento de amplificadores, etc. As redes geradas apresentaram folga de demanda a cerca de 5%, caso haja um aumento no consumo de dados, não há necessidade de alterar a estrutura física da rede.

Figura 14 - Tempo de processamento



Fonte: Próprio autor

Vale ressaltar que não foram levados em consideração fibras compensadoras de dispersão, amplificadores, emendas, etc. Foram levados em consideração somente os enlaces de fibras que conectam cidades (nós) em sua integridade e as demandas de dados. Aqui somente foram avaliados os custos, e não a qualidade do sinal, que deve ser feito com base nos equipamentos que serão utilizados na implantação.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um sistema de apoio para ajudar engenheiros e projetista na tomada de decisão no planejamento de uma rede óptica de telecomunicações. A técnica visa minimizar os custos

de implementação, maximizando as folgas, garantindo um aumento efetivo na demanda sem causar danos ao sinal transmitido e sem alterar a estrutura da rede. O modelo foi otimizado utilizando o software MATLAB® com dados reais de uma rede *backbone* OTN/WDM fornecidos por uma empresa de telecomunicações brasileira do centro oeste.

A Topologia de rede resultante do processo de otimização forneceu resultados preliminares promissores. O algoritmo resultou em modelos de topologias com custos reduzidos, e foram separados três modelos, às quais, engenheiros e projetistas possam optar o modelo que mais lhes convém. O algoritmo teve baixo tempo de processamento, cerca de 1305 segundos para otimizar a rede de menor custo, com uma taxa de folga em torno de 5%. Reduzindo o planejamento de 50% da rede em poucos minutos, aumentando a eficiência de engenheiros e projetistas.

Agradecimentos

A equipe de pesquisa agradece o financiamento pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. *Linear Programming and Network Flows*. New York: Willey, 2010.
- BLUM, C.; ROLI, A. Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison. *ACM COMPUTING SURVEYS*, p. 268-308, 2003.
- CRUZ, P. P. et al. *A practical Approach to Metaheuristic using LabVIEW and MATLAB*. [S.l.]: A CHAPMAN & HALL BOOK, 2020.
- DEOLIVEIRA, B. et al. SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA O PLANEJAMENTO OTIMIZADO DE. XVI - CEEL, Uberlândia, 05-09 Novembro 2018.
- DESOUSA, M. et al. Modelagem de um sistema de apoio à decisão para a seleção de serviços de telecomunicações. *Conferência Ibero-Americana Computação Aplicada, Porto-Portugal, 2014*.
- DESOUSA, M. et al. Modeling a support system for choosing telecommunications services. *Conferência Ibero-Americana Computação Aplicada, 2014*.
- FERNANDEZ, S. A.; JUAN, A. A. A. J. D.; TERRÉN, D. R. Metaheuristic in Telecommunication Systems: Network Design, Routing, and Allocation Problems. *IEE SYSTEM JOURNAL*, v. 12, n. n 14 , p. 3948-3957, 2018.
- LI, S.; DA XU, L.; ZHAO, S. 5G internet of things: A survey. *Journal of Industrial Information Integration*, 2018.
- LIU, X.; DENG, N. Emerging optical communication technologies for 5G. *Optical Fiber Telecommunications VII, 2020*. 751-783.
- MANTEGNA, R. N.; STANLEY, H. E. Stochastic Process with Ultraslow Convergence to a Gaussian: The truncated Lévy Flight. *Physical review letters*, v. 73, n. 22, p. 2946-2949, 1994.
- MARTINS, E. An algorithm for ranking optimal paths. Em www.mat.uc.pt/~marta/Publicacoes/rank_optimal.ps.gz, 2017.
- MATA, J. et al. Artificial Intelligence (AI) Methods in Optical Networks: A Comprehensive Survey. *Optical Switching and Networkin*, v. 28, 2018. ISSN 43-47.
- MEDeiros, J. C. D. *Princípios de telecomunicações*. [S.l.]: saraiva, 2012.
- MUMTAZ, S. et al. A survey of 5G technologies: Regulatory, standardization and industrial perspectives. *Digital Communications and Networks*, 2017.
- OHARA, T. et al. OTN technology for multi-flow optical transponder in elastic 400G/1T transmission era. *OFC/NFOEC, 2012*. 1-3.
- OUAARAB, A.; AHIOD, B.; YANG, X. -S. A. M. Discrete Cuckoo Search Alhorithm for JobShop Scheduling Problem. *IEEE International Symposium on Intelligent Control (ISIC)*, 8-10 outubro 2014. 1872-1876.
- PAVLYUKEVICH, I. Levy Flights, non-local Search and Simulated Annealing. *Journal of Computational Physics*, v. 226, p. 1830-1844, 2007.
- PIÓRO, M.; MEDHI, D. *Routing, flow, and capacity design in communication and computer*. [S.l.]: Elsevier, 2004.
- SARI, I. R. F. *Bioinspired Algorithms for Internet of Things Network*. 2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), 2017.
- YANG, S.; JIANG, Y.; NGUYEN, T. T. Metaheuristic for Dynamic Combinatorial Optimization Problems. *IMA Journal of Management Mathematics Advance Access* , p. 1-30, 2012.
- YANG, S.; JIANG, Y.; NGUYEN, T. T. Metaheuristics for dynamic combinatorial optimization problems. *IMA Journal of Management Mathematics*, v. 24, n. 4, p. 451-480, 2013.
- YANG, X.-S.; SUASH, D. Cuckoo Search via Lévy Flights. *Proc. of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009)*, p. 210-214, 2009.

ANÁLISE DAS ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS DE CONSTRUTORAS DE ACORDO COM A TEORIA DE HENRY MINTZBERG

Rafael Tornelli Martins da Costa
Eduarda Viesser Valente
Cezar Augusto Romano
Alfredo Iarozinski Neto
Beatrice Lorenz Fontolan

RESUMO

Neste artigo os autores se propõem classificar as principais estruturas organizacionais de empresas do subsetor da construção civil, localizadas na Região Metropolitana de Curitiba, assim como analisar seu comportamento referente aos sistemas de coordenação, dinâmica de trabalho, hierarquia organizacional, centralização e descentralização e tomada de decisão da amostra, com base na teoria da Estrutura em Cinco Configurações de Henry Mintzberg (2009). Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa exploratória e de natureza quantitativa. O método survey foi escolhido como procedimento principal para este estudo, permitindo a obtenção de dados primários por meio da aplicação de um questionário em um grupo de 30 empresas. A partir da aplicação de técnicas multivariadas de Análise Cluster foi possível descrever como se comportam as construtoras curitibanas estudadas no que diz respeito às estruturas organizacionais proposta por Mintzberg, levando em consideração a predominância do sistema de coordenação, a hierarquia de autoridade, a centralização e descentralização, a estrutura para a tomada de decisão, entre outras características organizacionais. Por meio dos agrupamentos determinados pela análise multivariada, pode-se observar que a Estrutura simples, a Burocracia mecanizada e a Adhocrácia são as estruturas organizacionais mais disseminadas nas empresas estudadas.

Palavras-chave: *Estrutura organizacional, modelos organizacionais, Henry Mintzberg, construção civil.*

INTRODUÇÃO

No passado as mudanças no ambiente das organizações ocorriam de maneira gradual, permitindo que as estratégias de adaptação se concentrassem apenas no topo da hierarquia estrutural das empresas. No contexto atual essas mudanças ocorrem rapidamente e as organizações que trabalham de forma centralizada tendem a ter maiores dificuldades em sua adaptação (LUGOBONI et al., 2020). Assim, modelos organizacionais previamente estabelecidos começaram a ser questionados e cederam espaço para adoção de novas formas e práticas organizacionais (FJELDSTAD, SNOW, 2018).

larozinski Neto et al (2017) traçaram o perfil organizacional das empresas na cidade de Curitiba/PR e concluíram que estas ainda são caracterizadas por uma estrutura centralizada e níveis de formalização elevados. Diante desse cenário, a implementação de novas formas organizacionais no setor da construção civil brasileira é relevante.

Dessa forma, é importante o estudo de quaisquer tentativas de flexibilização e descentralização na estrutura das organizações, porém com a ressalva de sempre respeitar as peculiaridades de cada contexto. O estudo de Kim (1997), sobre a estrutura organizacional de empresas da construção civil da Coréia do Sul, concluiu que, das tentativas de flexibilização e descentralização nas organizações a maioria fracassou, por não ter uma estratégia específica para cada empresa.

Henry Mintzberg propôs a Teoria das Organizações para Modelos de Gestão (MCCARTHY et al., 2000), sendo essa, a base teórica desta pesquisa devido a sua credibilidade, renome internacional e aplicação condizente com o perfil da Construção Civil brasileira. Portanto, buscando contribuir para a evolução desse setor, o objetivo do presente trabalho é classificar e analisar as construtoras e incorporadoras de empreendimentos residenciais de Curitiba e região metropolitana a luz do Modelo de Mintzberg. Neste sentido, esse trabalho procura contribuir com um maior conhecimento do contexto organizacional das Empresas do Setor da Construção Civil em relação a Teoria de Henry Mintzberg.

Os estudos sobre a estrutura organizacional

A teoria base para desenvolvimento do presente estudo é proveniente do livro “Criando Organizações Eficazes: Estruturas em Cinco Configurações”. O autor explica que a estrutura de uma empresa abrange dois requisitos primordiais: a divisão de trabalho em tarefas distintas e a realização da coordenação entre essas tarefas. Relativo a esta, o livro apresenta um conjunto de cinco mecanismos básicos que explicam como as organizações coordenam seus trabalhos.

- a) Ajuste mútuo: a coordenação acontece através do processo de comunicação informal, o controle do trabalho permanece nas mãos dos operários;
- b) Supervisão direta: uma pessoa passa a ser responsável pelo trabalho de outras;
- c) Padronização através dos processos de trabalho: o conteúdo do trabalho é especificado ou programado;
- d) Padronização dos resultados do trabalho: a coordenação entre tarefas é determinada com base nos resultados;
- e) Padronização das habilidades dos trabalhadores: para que o trabalho seja realizado corretamente, se faz necessário um tipo de treinamento específico para o cargo.

As organizações normalmente adotam uma mesclagem dos cinco mecanismos, para garantir maior segurança e qualidade no resultado. O teórico acrescenta que a padronização não é suficiente para resolver imprevistos maiores na operação, tornando assim necessário a adoção de mais de uma forma de coordenação.

Além disso, Mintzberg propõe a divisão da estrutura organizacional, em cinco partes básicas:

- a) Núcleo operacional: envolve os membros que executam o trabalho básico diretamente relacionado à fabricação dos produtos ou à prestação de serviços;
- b) Cúpula estratégica: composta por pessoas com responsabilidade global pela organização;
- c) Linha intermediária: consiste na conexão entre o núcleo operacional e a cúpula estratégica,

composta por gerentes intermediários com autoridade formal;

d) Tecnoestrutura: composta pelos analistas da organização que são removidos do fluxo operacional para assessorar o trabalho daqueles que estão diretamente envolvidos na operação, aumentando a eficácia da organização;

e) Assessoria de apoio: composta por unidades especializadas, muitas vezes autossuficientes, que servem para dar apoio à estrutura operacional fora do fluxo de trabalho.

Deste modo, Mintzberg adota a hipótese de que as organizações eficazes buscam uma consistência interna entre os parâmetros de design e seus fatores situacionais, apresentando cinco configurações básicas, onde em cada uma prevalece um mecanismo de coordenação, uma parte da organização e um tipo de descentralização, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Configurações organizacionais

Configuração Estrutural	Mecanismo de coordenação principal	Parte-chave da organização	Tipo de descentralização
Estrutura Simples	Supervisão direta	Cúpula estratégica	Centralização horizontal e vertical
Burocracia Mecanizada	Padronização dos processos de trabalho	Tecnoestrutura	Descentralização horizontal limitada
Burocracia Profissional	Padronização das habilidades	Núcleo operacional	Descentralização vertical e horizontal
Forma Divisionalizada	Padronização dos resultados	Linha intermediária	Descentralização vertical limitada
Adhocracia	Ajustamento mútuo	Assessoria de apoio	Descentralização seletiva

Fonte: Adaptado de Mintzberg (2009)

A Estrutura Simples é uma estrutura com núcleo operacional orgânico, caracterizado por pouca especialização e divisão do trabalho. Os níveis formais de autoridade não são desenvolvidos, apresentando uma pequena hierarquia gerencial. No entanto, a medida em que a organização amadurece, essa configuração se torna um empecilho para o seu crescimento.

A Burocracia Mecanizada normalmente é encontrada em organizações que demandam um alto nível de especialização com autoridade formal bem definida, ela centraliza a gestão no componente administrativo para estabelecer um regulamento rigoroso do trabalho operacional. Já a Burocracia Profissional é caracterizada pelo alto nível de especialização dos profissionais, com autoridade formal pouco definida. Assim, a base da organização, altamente especializada, possui grande autonomia para exercer suas atividades.

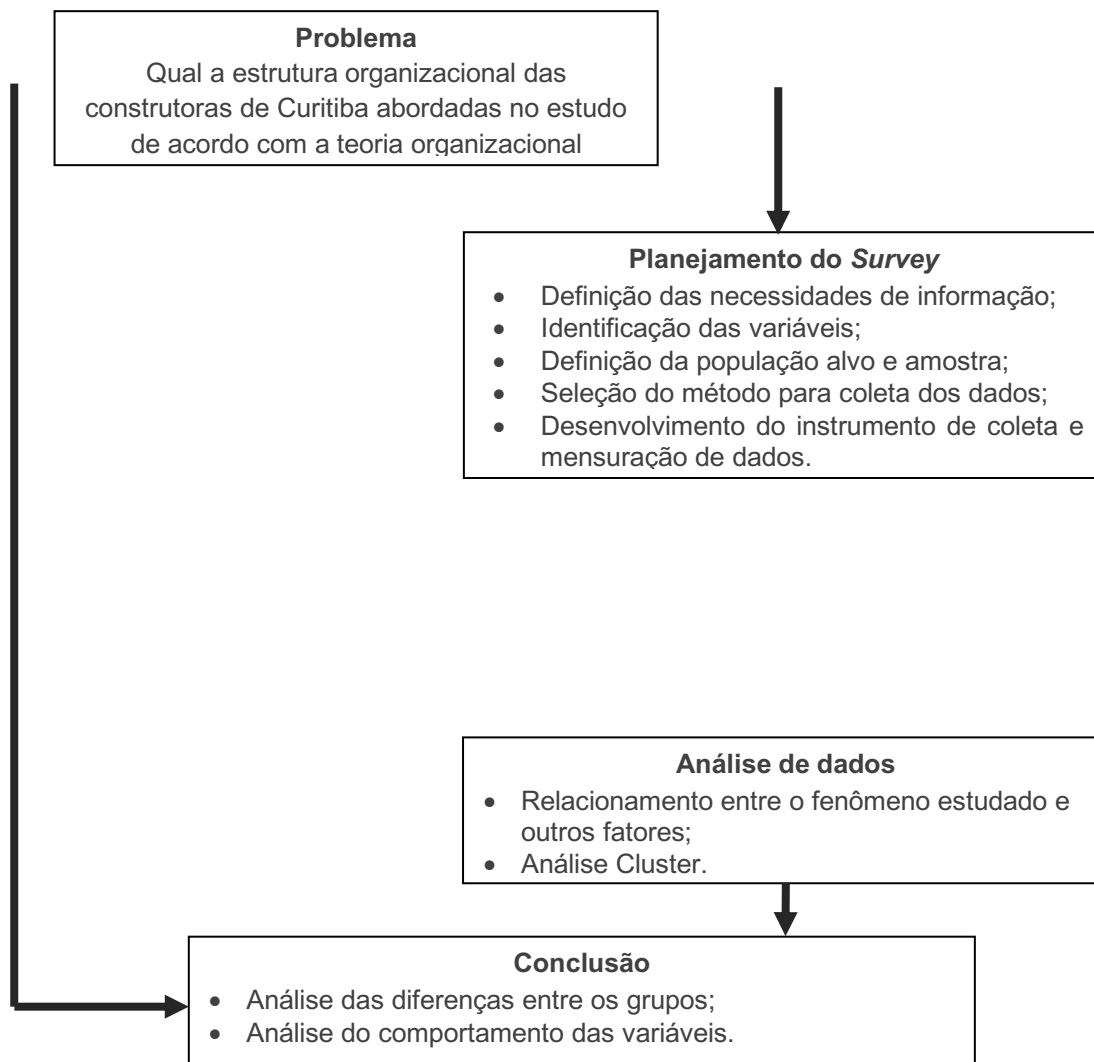
Na Forma Divisionalizada, cada divisão possui autonomia para tomar decisões, mas são acopladas por uma estrutura central administrativa que monitora essas decisões pela análise de indicadores de desempenho. Por último, a Adhocracia apresenta uma estrutura altamente orgânica e com pouca formalização do comportamento, onde os gerentes se transformam em membros ativos e funcionais das equipes de projeto se responsabilizando por coordená-las. Esta configuração é subdividida em dois modelos:

- a) Operacional: o foco é o contato direto com o cliente a fim de solucionar um problema;
- b) Administrativa: o foco se torna o próprio benefício da empresa, sendo seu núcleo operacional segregado do restante.

ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Visto que se pretende caracterizar e analisar a estrutura organizacional das empresas de Curitiba e região metropolitana, a base da pesquisa é o Survey aliado à análise estatística descritiva e multivariada. O Survey auxilia na obtenção dos dados primários das características, ações ou opiniões dos gestores dessas empresas (HAIR JUNIOR. et al., 2005). A Figura 1 apresenta as principais etapas da estratégia empregada. A apresentação do problema bem como a revisão bibliográfica foram apresentadas em seções anteriores.

Figura 1 – Estratégia de pesquisa



Fonte: Os Autores (2021)

Planejamento do Survey

O planejamento do *Survey* foi dividido em cinco etapas: a definição das necessidades de informação; a identificação das variáveis; a definição da população alvo e amostra; a seleção do método para coleta dos dados e o desenvolvimento do instrumento de coleta e mensuração de dados.

Para que se inicie o planejamento de um *Survey* é necessário levantar os dados adequados para o desenvolvimento, de modo a gerar informações acerca do tema pesquisado. Nesta pesquisa foi realizada uma pesquisa exploratória por meio de um levantamento bibliográfico sobre o tema delimitado.

A definição da população alvo desta pesquisa foi constituída por construtoras de empreendimentos residenciais, atuantes em Curitiba e região metropolitana delimitado a indivíduos ligados diretamente com a administração e gestão estratégica das empresas. A seleção da amostra de empresas participantes foi pela adesão, portanto, optou-se pelo método de amostragem não probabilística por conveniência. Este tipo de amostra envolve a seleção de elementos de amostra que estejam mais disponíveis para tomar parte no estudo e que podem oferecer as informações necessárias (HAIR JUNIOR. et al., 2005).

O instrumento de coleta de dados adotado nesta pesquisa é um questionário, estruturado em duas partes: perfil das empresas e do entrevistado e características organizacionais. A parte relacionada ao perfil das empresas e do entrevistado é composta por questões discursivas e de múltipla escolha, que compreendem a identificação do perfil da organização e do entrevistado, com destaque para a região de atuação, o número de funcionários, a estrutura da empresa e o cargo do respondente.

A parte relativa às características organizacionais é composta por 5 questões fechadas onde o gestor escolhia a opção que melhor se encaixa no cenário da empresa em questão. Cada questão foi associada a uma variável identificada com base na teoria da Estrutura em Cinco Configurações de Henry Mintzberg (2009). Estas variáveis procuraram refletir a estrutura organizacional referentes aos sistemas de coordenação, dinâmica de trabalho, hierarquia organizacional, centralização e descentralização e tomada de decisão.

Coleta de dados

A amostra final é constituída por 30 empresas. A coleta de dados perdurou dois meses, no período compreendido entre fevereiro e março de 2021.

A amostra foi obtida através do envio eletrônico de questionários autoadministrados, gerenciados por intermédio da ferramenta Formulários Google, às empresas de Construção Civil, devido à sua facilidade de distribuição.

O Quadro 2 apresenta um resumo dos principais elementos que caracterizam esta amostra.

Quadro 2 – Perfil da amostra

PERFIL DA ORGANIZAÇÃO	
Porte das empresas	33,3% são microempresas, 36,7% são pequenas empresas, 13,3% são empresas de médio porte e 16,7% são empresas grandes.
Grau de departamentalização das organizações	80% das empresas são divididas em departamentos, seja formal ou informal, 20% não apresentam essa divisão.
PERFIL DO ENTREVISTADO	
Cargo ocupado pelo entrevistado	Em relação ao cargo ocupado pelo respondente, 43,33% da amostra é composta por gerentes e os outros 56,67% restantes é composta por diretores.

Fonte: Os Autores (2021)

Análise de dados

Primeiramente, como base no referencial teórico de Mintzberg (2009), foi realizada a análise dos dados para relatar a estrutura organizacional das construtoras curitibanas estudadas no que diz respeito à predominância do sistema de coordenação, hierarquia de autoridade, centralização e descentralização, estrutura para a tomada de decisão, entre outros de acordo com o número de funcionários - separadas em dois grupos, as micro e pequenas empresas e as média e grandes empresas.

Além disso, visando considerar um panorama geral e identificar as similaridades entre as respostas com base em um perfil multivariado, a Análise de Cluster foi realizada. Segundo Valli (2012), esta análise é realizada através da divisão das empresas em grupos com os objetos semelhantes. Assim, com a classificação, as empresas dentro dos agrupamentos estarão próximas na representação gráfica e, conseqüentemente, diferentes agrupamentos estarão distantes (HAIR JUNIOR. et al., 2009).

A classificação é realizada em relação a algum critério de seleção predeterminado. No presente trabalho, esta divisão foi com base nas escolhas do gestor diante das perguntas relacionadas às 5 estruturas relacionadas a teoria de Mintzberg. A partir de similaridades nas variáveis foi possível estabelecer os grupos naturais e interpretá-los.

Ainda, um dendrograma foi criado, considerando como medida de semelhança as escolhas para as questões. O dendrograma ou árvore hierárquica possibilita a visualização da amostra e se esta é ou não passível da Análise de Cluster. Esta representação gráfica apresenta como os agrupamentos hierárquicos da amostra são combinados até que todos estejam contidos em um único agrupamento a partir das similaridades.

Com a formação dos grupos realizada visualmente através do demonstrativo, cada um foi avaliado individualmente com o auxílio de tabelas perante as estruturas organizacionais de Mintzberg. Assim sendo possível compará-los.

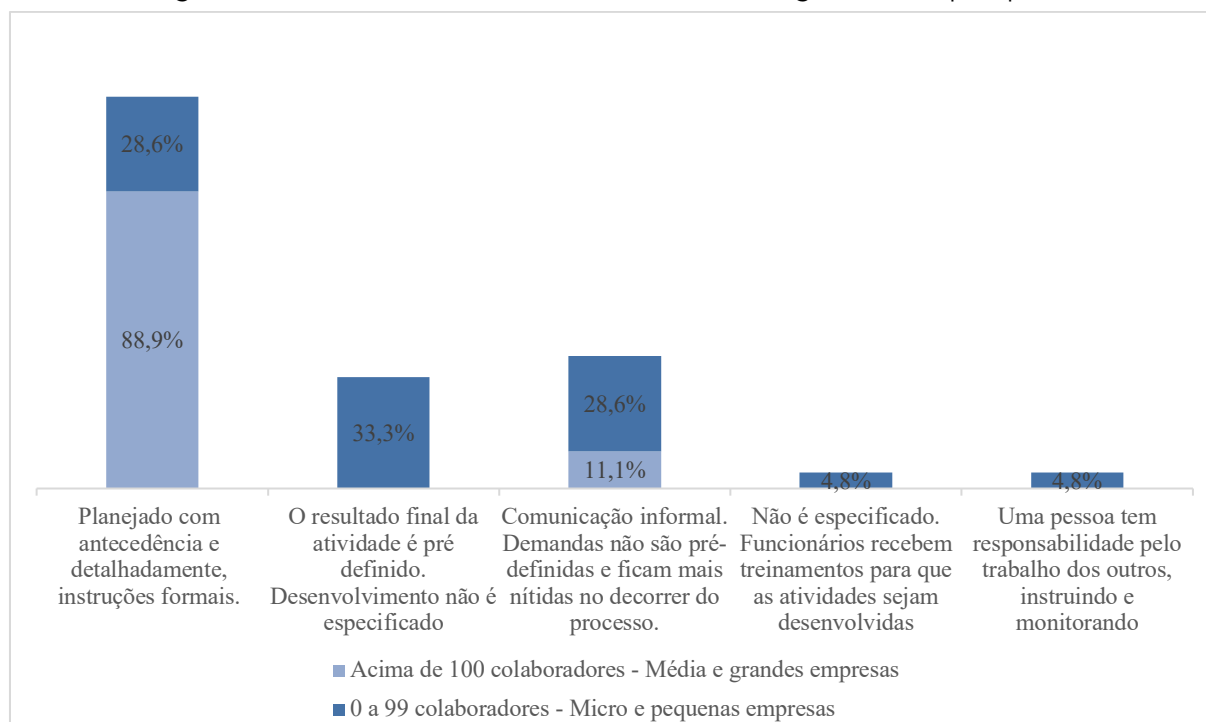
ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo dessa etapa é analisar o perfil organizacional de cada empresa, levando em consideração o porte, e determinar a estrutura organizacional predominante das construtoras que compõem a amostra, de acordo com a teoria organizacional proposta por Mintzberg, a partir da Análise Cluster.

Desenvolvimento das atividades da empresa

Foi questionado aos gestores qual característica melhor descreve a realidade do desenvolvimento de atividades dentro da empresa, apresentando cinco opções de resposta que se assemelham as maneiras fundamentais em que as estruturas coordenam suas tarefas. Vale ressaltar que o autor considera esse elemento como um dos mais fundamentais da estrutura. Os resultados obtidos separados pelo porte da empresa estão expostos na Figura 2.

Figura 2 – Desenvolvimento das atividades segmentado por porte



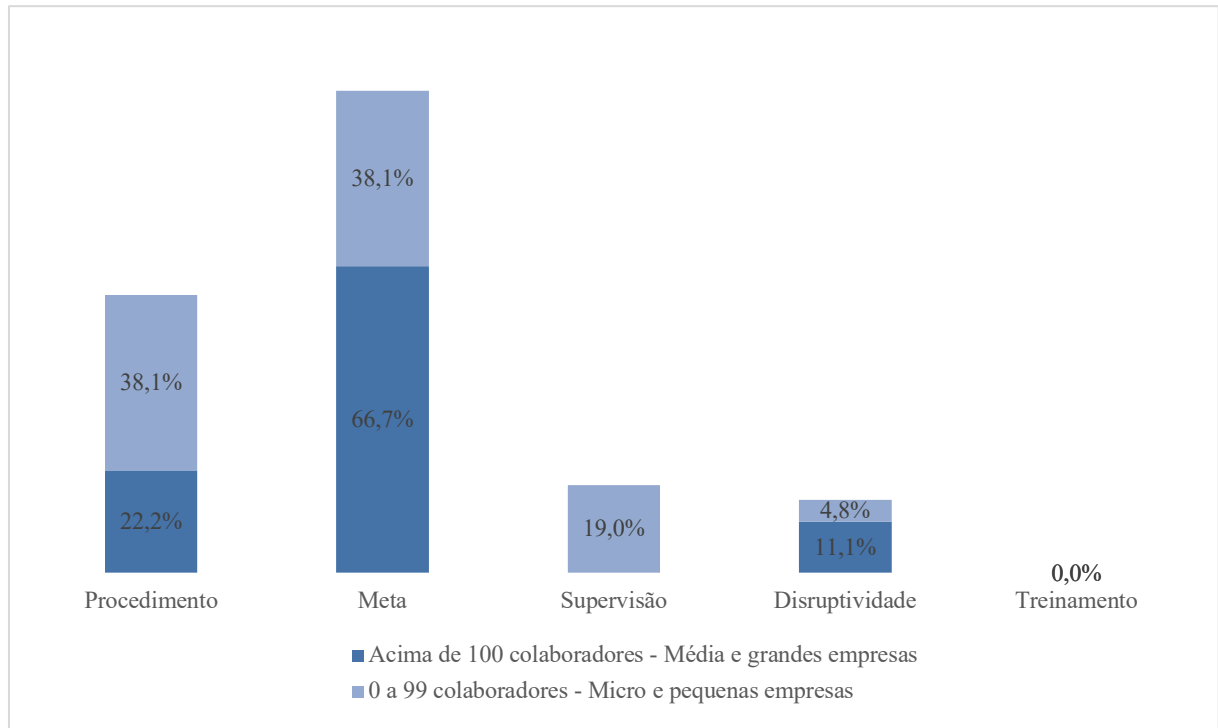
Fonte: Os Autores (2021)

A partir da Figura 2, verifica-se que a maioria das empresas apontam que o desenvolvimento das atividades é planejado com antecedência e detalhadamente. Sendo bem disseminado em organizações com mais de 100 colaboradores. Esse traço seria uma descrição do mecanismo de padronização dos processos de trabalho, que sugere uma formalização dos procedimentos nas empresas da construção civil. Estes padrões podem ser observados na Burocracia Mecanizada.

Gestão das atividades da empresa

Foram selecionadas cinco palavras como resposta, onde cada uma resume o gerenciamento dentro da empresa analisada, para simplificar a escolha do respondente. Essas remetem às cinco configurações apontadas por Mintzberg. A Figura 3 apresenta o resultado.

Figura 3 - Gestão das atividades segmentado por porte



Fonte: Os Autores (2021)

A partir da Figura 3 pode-se afirmar que a maioria das empresas utilizam uma ferramenta de gestão com foco em metas, compatível com a Forma Divisionalizada. A presença desse sistema ocorre devido a tendência universal da aplicação dessa ferramenta como meio de aumento de produtividade nas organizações, independente do porte.

A palavra "procedimento" foi a segunda mais adotada como forma pela qual a organização é gerida. Esta, é referente a Burocracia Mecanizada, tendo a padronização dos processos através de procedimentos.

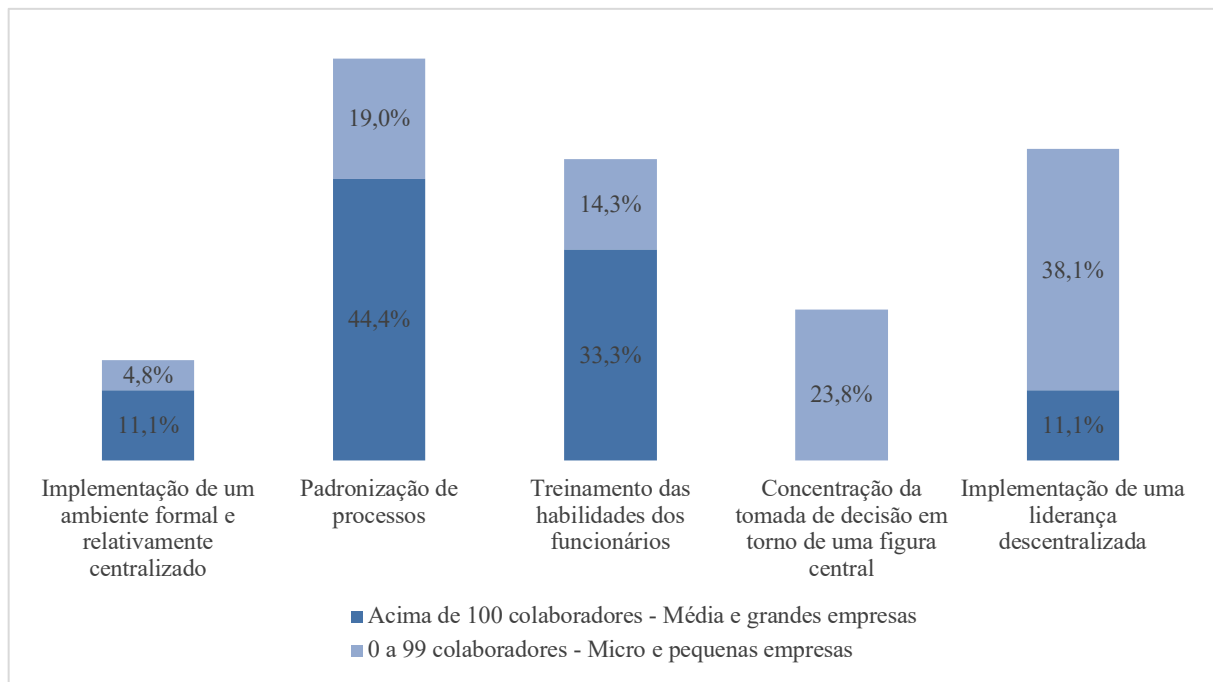
Em seguida, foi escolhida a "supervisão", relacionada às características da Estrutura Simples. As respostas foram todas de gestores de micro e pequenas empresas, confirmando a bibliografia do autor que considera que a Estrutura Simples se encontra majoritariamente em empresas de menor porte.

A "disruptividade" se enquadra dentro da configuração Adhocracia. Por último, destaca-se a quantidade nula de respostas para "treinamento", relacionada a estrutura da Burocracia Profissional.

Processos que auxiliam na tomada de decisão

O questionário pediu aos gestores das empresas sobre os principais processos que auxiliam na tomada de decisão dentro da sua organização. Os resultados se apresentam na Figura 4.

Figura 4 – Tomada de decisão segmentado por porte



Fonte: Os Autores (2021)

Por meio das respostas expostas na Figura 4, é possível identificar certas tendências. Em empresas menores, 61,9% dos respondentes optaram pela personificação de uma figura para tomada de decisão, seja através da implementação de uma liderança descentralizada, seja através da concentração das decisões em torno de uma figura central. Essas características remetem às configurações Adhocrática e de Estrutura Simples.

Ainda, 77,7% dos gestores de média e grandes empresas escolheram processos que preparam os colaboradores para a tomada de decisão, o que torna possível a delegação de tarefas ao longo da hierarquia da organização, sendo os aspectos das configurações organizacionais da Burocracia Mecanizada e Burocracia Profissional.

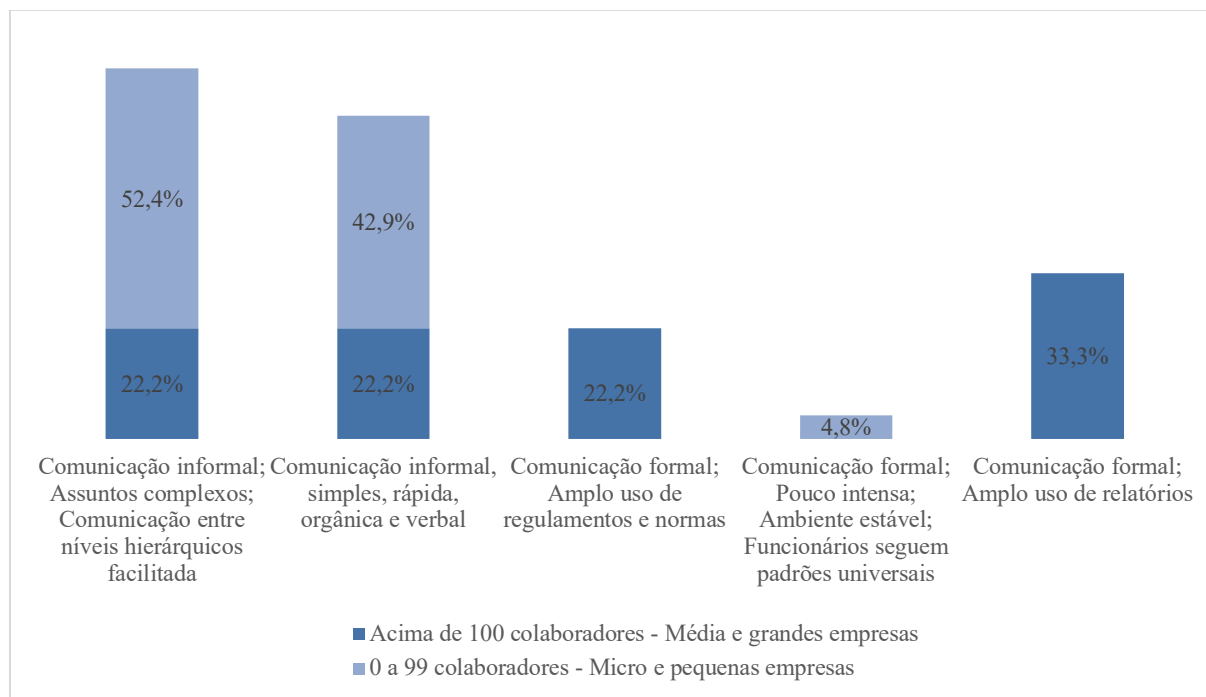
Segundo Henry Mintzberg, as empresas menores e jovens tendem a optar por processos menos burocráticos e mais dinâmicos, enquanto empresas amadurecidas, com um número maior de colaboradores, recorrem para processos mais burocráticos e estáveis.

Por último, o processo menos adotado pelas empresas respondentes foi a implementação de um ambiente formal e centralizado. Este processo corresponde com a configuração organizacional Divisionalizada, apresentando um indício da modernização das práticas de gestão na construção civil.

Comunicação interna

As empresas participantes escolheram a resposta que melhor descreve a realidade da comunicação interna dentro da sua organização. A Figura 5 apresenta o resultado através de uma segmentação por número de colaboradores.

Figura 5 – Comunicação interna segmentada por porte



Fonte: Os Autores (2021)

A partir da Figura 5 é possível identificar tendências que convergem com a teoria apresentada, onde as micro e pequenas apresentaram um perfil nítido de preferência por formas relacionadas à comunicação informal. Estas respostas podem ser relacionadas com a Estrutura Simples e a Adhocracia, pois ambas refletem qualidades como a informalidade dos processos, a simplificação e o aumento na dinâmica da comunicação e principalmente a organização do trabalho através de equipes enxutas.

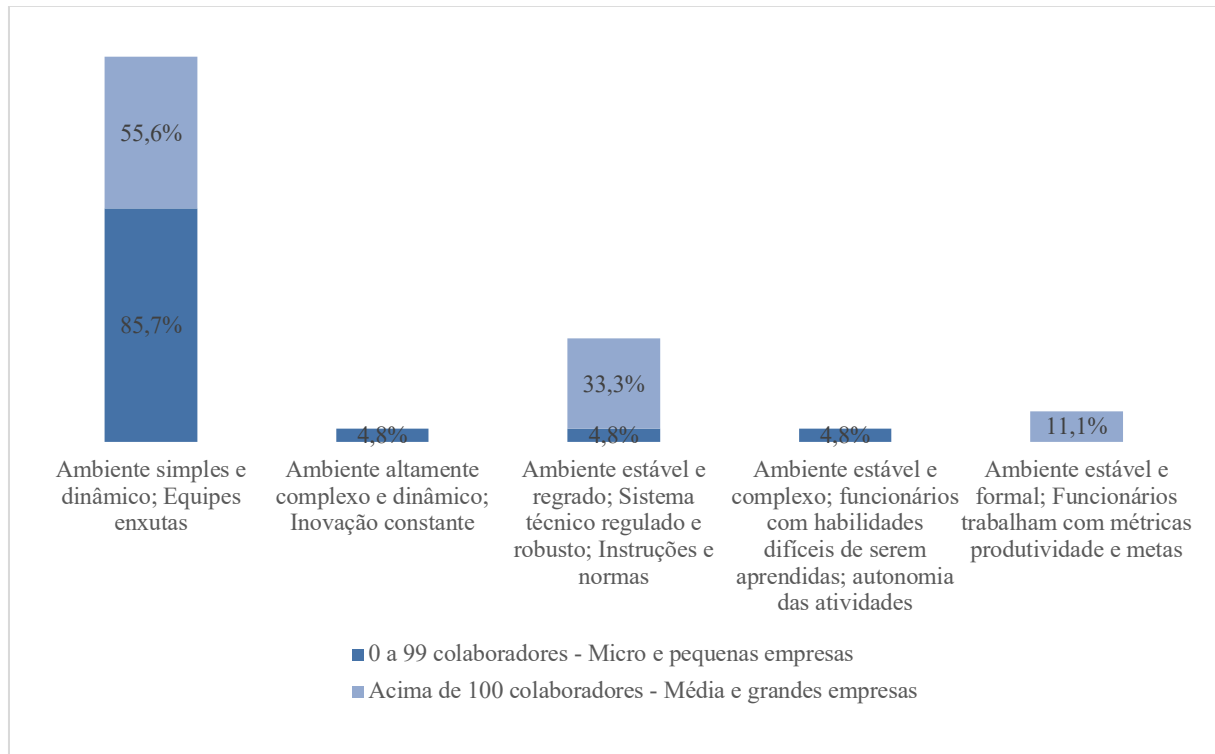
Para organizações com mais de 100 colaboradores, as respostas começam a apresentar uma distribuição mais uniforme. A comunicação formal foi a mais votada, que, segundo Mintzberg, é compatível com organizações de grande porte, onde o gerenciamento e a comunicação através de resultados, parâmetros e números viabiliza a gestão em larga escala.

Por fim, nenhum dos gestores de média e grandes empresas escolheram a opção que apresenta uma comunicação pouco intensa entre as diferentes partes da hierarquia.

Ambiente interno

As respostas apresentadas aos gestores das organizações sobre o ambiente em que seus colaboradores estão inseridos está representada na Figura 6.

Figura 6 – Ambiente interno segmentado por porte



Fonte: Os Autores (2021)

A descrição de um ambiente simples, dinâmico, com equipes enxutas é a prática mais disseminada, tanto para os gestores de micro e pequenas empresas (85,7%), como para médias e grandes empresas (55,6%). Essa descrição é compatível com a mais simples das configurações organizacionais apresentadas por Mintzberg, a Estrutura Simples.

Em seguida, para empresas com mais de cem colaboradores, 33,3% dos participantes reconheceram um ambiente estável, regrado, e técnico em sua organização (Burocracia mecanizada). Este fato evidencia que em empresas mais maduras, o enrijecimento do ambiente onde os funcionários estão inseridos se apresenta com uma ferramenta de gestão de pessoas em larga escala.

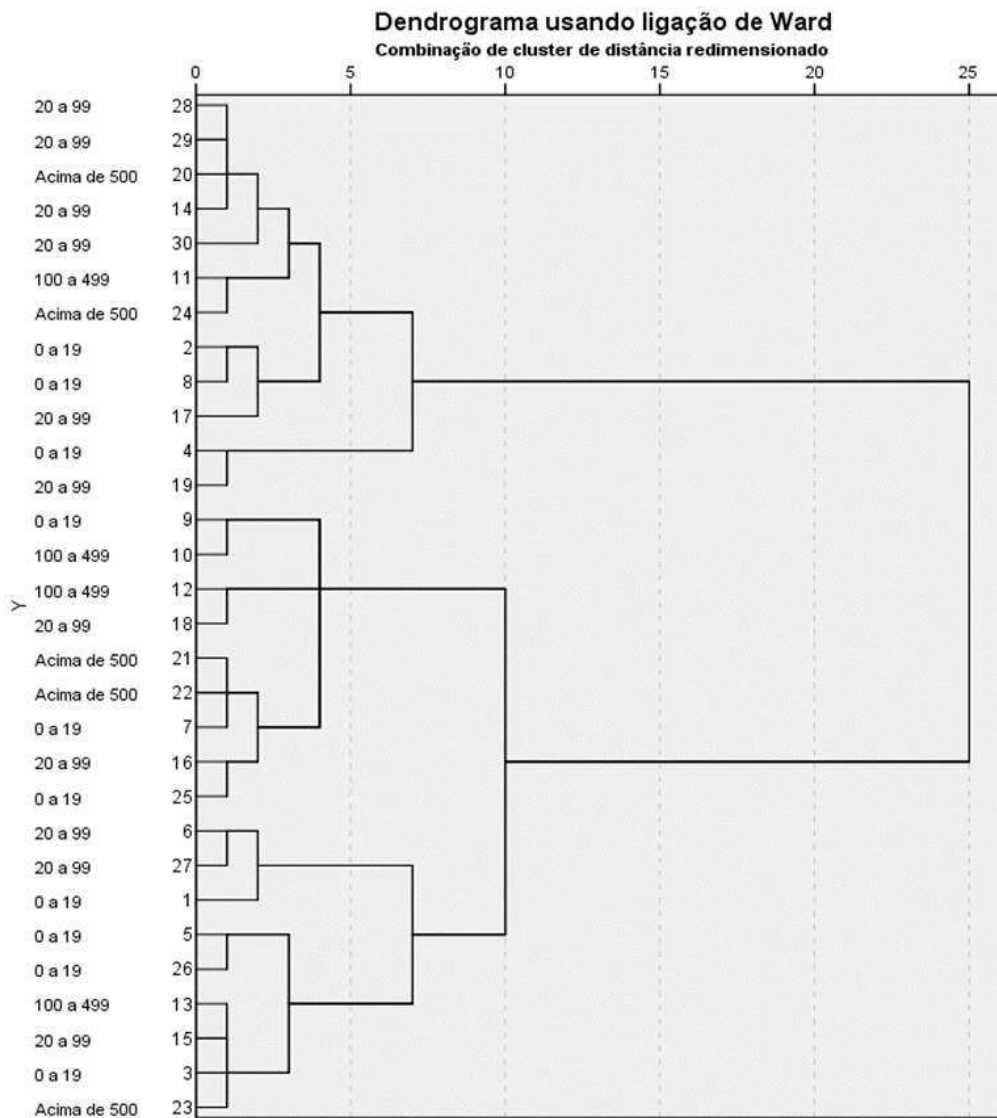
Conclui-se também, que as características relacionadas a Burocracia Profissional e a Adhocracia apresentaram baixa adesão.

Análise Cluster

Mintzberg explica que as organizações reais muito dificilmente se encaixam perfeitamente em uma das cinco configurações apresentadas na Teoria. Segundo ele, a verdadeira configuração de uma organização é composta por um misto das cinco, do qual a real organização está localizada.

Portanto, utilizando a análise de Cluster, buscou-se analisar as tendências das empresas participantes em convergir para configurações com maior predominância de resposta, e não buscar um enquadramento absoluto das organizações em uma configuração específica. A partir desta técnica, as empresas respondentes são agrupadas por semelhança de respostas, obtendo a formação de três grupos. O dendrograma está ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Dendrograma empresas participantes



Fonte: Os Autores (2021)

Com o propósito de identificação, as empresas participantes foram numeradas de 1 a 30. O primeiro grupo formado na análise Cluster é composto pelas empresas do intervalo 28 a 19 no dendrograma. O segundo grupo é formado pelas empresas 9 a 25. O último é composto pelas empresas 6 a 23. Cada característica foi analisada através de uma pergunta, onde cada resposta remetia a exclusivamente uma configuração organizacional de Mintzberg. Assim, as perguntas foram comparadas e suas respostas, quando equivalentes a uma mesma configuração organizacional, somadas. Desse modo, foi possível obter uma pontuação geral para cada configuração organizacional, a fim de possibilitar uma análise da predominância das configurações no grupo avaliado. O resultado da soma das respostas é ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do grupo 1

Característica analisada	Estrutura simples	Burocracia mecanizada	Burocracia profissional	Estrutura Divisionalizada	Adhocrácia
Tomada de decisão	2	1	5	0	4
Desenvolvimento das atividades	1	3	0	4	4
Comunicação interna	11	1	0	0	0
Ambiente	12	0	0	0	0
Gestão das atividades	1	3	0	6	2
Somatório	27	8	5	10	10

Fonte: Os Autores (2021)

A Tabela 1 sugere que a Estrutura Simples foi a característica mais disseminada pelo grupo 1, seguido pela Estrutura Divisionalizada e Adhocracia. O mesmo procedimento foi realizado para o grupo 2, com os resultados expostos na Tabela.

Tabela 2 – Resultados do grupo 2

Característica analisada	Estrutura simples	Burocracia mecanizada	Burocracia profissional	Estrutura Divisionalizada	Adhocrácia
Tomada de decisão	2	7	0	0	0
Desenvolvimento das atividades	0	7	1	1	0
Comunicação interna	0	1	1	2	5
Ambiente	3	3	1	1	1
Gestão das atividades	1	4	0	4	0
Somatório	6	22	3	8	6

Fonte: Os Autores (2021)

Por meio da Tabela 2 pode-se afirmar que a característica predominante do grupo 2 é Burocracia mecanizada, seguido pela Estrutura Divisionalizada. O mesmo procedimento foi realizado para o grupo 3, a Tabela 3 expõe os resultados.

Tabela 3 – Resultados do grupo 3

Característica analisada	Estrutura simples	Burocracia mecanizada	Burocracia profissional	Estrutura Divisionalizada	Adhocrácia
Tomada de decisão	1	0	1	2	5
Desenvolvimento das atividades	0	4	0	2	3
Comunicação interna	0	0	0	1	8
Ambiente	8	1	0	0	0
Gestão das atividades	2	3	0	4	0
Somatório	11	8	1	9	16

Fonte: Os Autores (2021)

A partir da Tabela 3 verifica-se que a Adhocracia apresenta um perfil voltado para a Adhocracia e pela

Estrutura simples.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente, foi analisado individualmente cada pergunta de acordo com o tamanho da empresa. Além disso, considerando a análise do questionário com um panorama geral, utilizou-se a Análise Cluster para agrupar as empresas que apresentaram um conjunto de respostas semelhantes.

Assim, foram identificados três grupos de empresas. O primeiro grupo apresentou uma tendência de priorização das características remetente a Estrutura Simples, apresentada por Mintzberg. No entanto, as empresas do grupo também apresentaram leves traços que remetem a Estrutura Divisionalizada e Adhocrácia. O segundo grupo apresentou um perfil organizacional com grande predominância da Burocracia Mecanizada e Estrutura Divisionalizada na tomada de decisão e desenvolvimento das atividades. Porém, também apresenta traços da Adhocrácia, na Comunicação Interna, e Estrutura Simples, no Ambiente Interno.

Por fim, as empresas do grupo 3 apresentaram um perfil com predominância da Adhocrácia e Estrutura Simples, porém com leves traços da Burocracia Mecanizada e Estrutura Divisionalizada.

Conclui-se que os três grupos apresentaram empresas de todos os portes, o que indicou que as empresas participantes, quando avaliadas por um conjunto de características organizacionais, apresentaram um perfil organizacional mais sensível a cultura presente na empresa, do que ao porte ou número de funcionários da organização.

CONCLUSÕES

Nesta pesquisa identificaram-se as estruturas organizacionais de construtoras e incorporadoras que operam em Curitiba e região metropolitana, de acordo a teoria das Cinco Configurações desenvolvida por Henry Mintzberg. Para tal, 30 empresas participaram da pesquisa, das quais 21 possuem até 99 funcionários e 9 possuem mais de 100 funcionários.

Por meio dos agrupamentos determinados pela análise multivariada, pode-se observar que a Estrutura simples, a Burocracia mecanizada e a Adhocrácia são as estruturas organizacionais mais disseminadas no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

- CANSTISANI, A. F.; CASTELLO, A. M. O perfil dos trabalhadores da construção civil. *Rev. Conjuntura da Construção*. FGV, 2015. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cc/article/download/77299/74072#:~:text=Os%20dados%20da%20PNAD%20confirmam,instru%C3%A7%C3%A3o%20inferior%20%C3%A0%20m%C3%A9dia%20nacional.>>. Acesso em: 27 maio 2021.
- DELLAGNELO, E. L.; SILVA C. M. Novas formas organizacionais: onde se encontram as evidências empíricas de ruptura com o modelo burocrático de organizações? *Rev. Organizações & Sociedade*. Salvador, UFBA2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S19849230200000030002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 27 maio 2021.
- FJELDSTAD, Øystein D.; SNOW, Charles C. Business models and organization design. *Long Range Planning*, 2018, 51.1: 32-39.
- HAIR JUNIOR, J. F. et al. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman editora, 2009.
- HAIR JUNIOR, J. F. et al. Fundamentos de métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- IAROZINSKI NETO, A.I; ALENCAR, A. R. D; MAIA, A. T. Como as empresas do setor da construção estão organizadas? *Rev. Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 13, n. 1, 13 mar 2017. Disponível em: <<https://doaj.org>>. Acesso em: 28 maio 2021.
- KIM, S. Organization and managerial environment of the Korean construction industry. *Construction Management and Economics*, v. 15, n. 5, p. 409–419, 1997. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/014461997372782>>. Acesso em: 27 maio 2021.
- LUGOBONI, L. FL. Modelos de gestão: uma revisão da literatura brasileira. *CAFI - Contabilidade, Atuária, Finanças & Informação*, v. 3, n. 1, p. 83–102, 2 Jan 2020. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/CAFI/article/view/45651>>. Acesso em: 27 maio 2021.

ANÁLISE DE LAYOUT NA PRODUÇÃO DE UMA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA

Otacílio Acácio de Oliveira
Marco Antônio Sartori
Estevão Luiz Romão

RESUMO

A busca por eficiência das organizações é crucial para que possa manter sua competitividade. Desta maneira, sabendo que um arranjo físico mal projetado impacta na rentabilidade das organizações, uma unidade de beneficiamento de madeira da cidade de Senhora de Oliveira – MG solicitou um projeto de melhoria de sua planta. Assim esse artigo tem como objetivo compartilhar o estudo técnico, bem como os conceitos teóricos sobre os tipos de layout e a tomada de decisão quanto sua aplicação. A metodologia utilizada foi de um estudo exploratório e descritivo a partir de visitas técnicas, coleta de dados, análises, entrevistas com aplicação de questionários e a partir de interpretação de documentos organizacionais que permitiram a proposição de fluxos otimizados. Os resultados foram aperfeiçoamento do fluxo produtivo, melhor aproveitamento do espaço, redução das movimentações desnecessárias e maior agilidade no trabalho.

Palavras-chave: *Layout, operações, fluxos.*

INTRODUÇÃO

É evidente que muitas empresas foram criadas sem se quer ter feito um projeto de análise de layout adequado, outras até inicialmente tinham um bom arranjo, mas ao aumentar sua capacidade produtiva sem a análise de como ficariam seus fluxos e equipamentos passam a não suportar as alterações do projeto, perdendo em produtividade, rentabilidade, organização e na segurança dos colaboradores. De acordo com o Sebrae (2019), quando o layout é inadequado, cerca de 30% do tempo da produção é perdido com transporte de materiais e produtos. Assim, podem gerar atrasos na produção, gargalos e estoques confusos, essa ineficiência traz perdas devido a custos mais altos. (KANNAN, 2010).

Existem muitas limitações ao se otimizar um layout, isso devido as restrições do próprio espaço, da infraestrutura disponível, dos equipamentos e dos estoques. Portanto, se faz necessário reformular melhoria continuamente, assim sempre que uma alteração é feita é provável que a configuração ótima tenha mudado. Os procedimentos de arranjo definem como devem ser organizado os maquinário e as áreas funcionais para se ter o menor tempo de produção e maior capacidade produtiva. Aprimorar

esse sistema é crucial para a empresa manter competitividade no ambiente de negócios. (ROSA, CRACO, et al., 2014).

Assim, esse trabalho tem como objetivo propor um projeto de layout para uma unidade de beneficiamento de madeira, a fim de melhorar o fluxo produtivo para que no futuro as linhas possam operar simultaneamente e auxiliar na organização da planta.

REFERENCIAL TEÓRICO

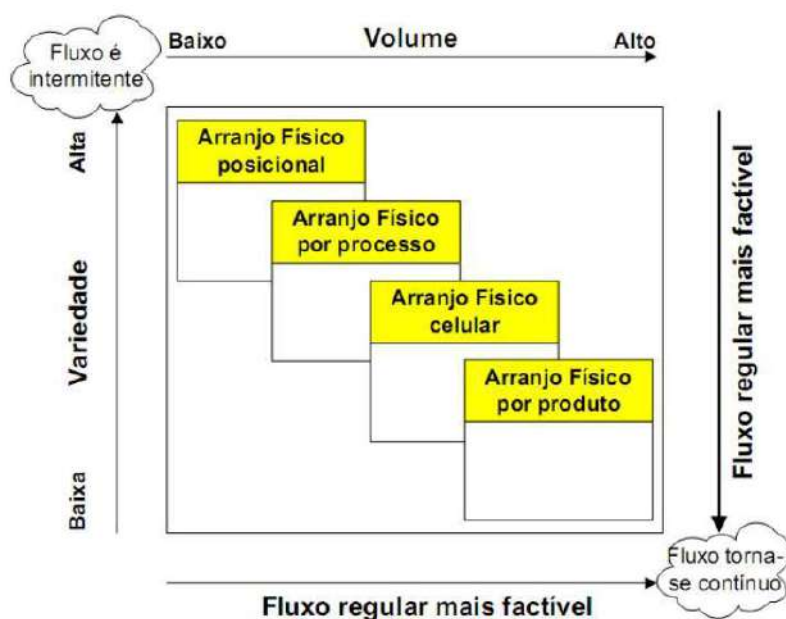
Arranjo físico ou *layout* refere a forma como está disposto um espaço (máquinas, equipamentos, ferramentas, processos e mão de obra). Eles devem ser adaptados de acordo com as necessidades da manufatura, como alterações devido mudanças do mix de produtos, quantidade produzida, quantidade demandada e entre outros fatores de produção. Esse dimensionamento contribui com o fluxo de materiais e informações; aumento da eficiência de utilização da mão de obra e equipamentos, e assim minimizando nos custos e investimentos; reduzir riscos aos colaboradores; minimizar fadiga dos funcionários; e melhorar comunicação interna. (TREIN, 2001).

Os fluxos de produção são os movimentos, cruzamentos e retrocessos que os produtos realizam dentro da fábrica. Analisá-lo tem ampla utilidade quando se quer maximizar a produção e reduzir o tempo de fabricação. (GUILLET, 2014).

É interessante que os materiais, equipamentos e colaboradores, operem em um modelo de fluxo contínuo e que as restrições e limitações adicionais devem ser consideradas antes de gerar o layout. E que seja capaz de flexibilizar conforme alterações no produto, mudança de máquinas devido as inovações tecnológicas e novos métodos de trabalho. (FIGUEIREDO, 2016).

A decisão de definir o arranjo físico ideal envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos, arranjo posicional, arranjo por processos, arranjo celular e a arranjo por produto. As características de volume e variedade de uma operação que definem a melhor escolha entre esses tipos. Na Figura 1 é possível compreender o desempenho de cada um destes layouts. (OLIVEIRA e SILVA, 2017).

Figura 1 - Tipos de layout: variedade x volume



Fonte: Bergiante (2013)

Arranjo Posicional

Um *layout* do tipo posicional se dá pela organização dos fatores de produção em torno do produto, de forma que os recursos como pessoas, máquinas e materiais deslocam-se para as operações em torno do produto fabricado. Geralmente o produto fabricado é de difícil ou impossível locomoção durante a fabricação, como trens, aviões, navios, e demais grandes montagens, e estruturas de obras civis como a construção de barragens e edifícios. (LEDIS, 2012).

Nesses casos, dificilmente a fábrica trabalha com outros tipos de layout. Mas pode ser que a produção de algumas peças obedeça outras lógicas, contudo a montagem do produto final é feita de forma posicional. (GOUVEA, 2018).

A quantidade de itens finais podem variar de pequeno a grande, estes costumam ser produtos de grande dimensão e geralmente complexos. (FIGUEIREDO, 2016). Segundo Neumann e Scalice (2015), as principais vantagens e desvantagens deste tipo são resumidas no Quadro 1:

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do arranjo posicional

Vantagens:	Desvantagens:
<ul style="list-style-type: none">- Melhorar o planejamento e controle do trabalho, alinhando a um objetivo;- Alta flexibilidade de mix de produtos e processos;- Alta variedade de tarefas para a mão de obra;- Permite enriquecimento de tarefas;- Favorece trabalho em equipes;- Pequena movimentação de materiais.	<ul style="list-style-type: none">- Programação do espaço ou atividade pode ser complexa;- Grande necessidade de supervisão;- Grande movimentação de equipamentos e mão de obra especializada, gerando custos elevados;- Falta de estruturas de apoio, tais como energia elétrica e água;- Baixa utilização de equipamentos, gerando alto custo.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2016)

Arranjo por Processo

O layout por processo caracteriza-se pelo agrupamento das máquinas e as operações semelhantes em uma mesma área e o produto se move de posto à posto até ser finalizado. Também conhecido como arranjo funcional, visto que a função determina onde o produto se encontra no processo. Ideal para produtos de transformação frequente e elevado número de produção. (LEDIS, 2012).

Assim o maquinário e os processos ficam separados por categorias, criando um divisão funcional com máquinas destinadas a atividades semelhantes. Exemplo, um produto que após fabricado precise de pintura, há um setor exclusivo para esse fim. Outro ganho se dá pela formação de grupos de profissionais que pertencem a um mesmo setor em uma área comum. Facilitando a troca de informações e a parceria entre eles. (GOUVEA, 2018).

Segundo Gaither e Frazier (2001), as principais vantagens e desvantagens deste tipo são resumidas no Quadro 2:

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do arranjo por processo

Vantagens:	Desvantagens:
<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidade à produção em um <i>mix</i> variado de produtos; - Formação de uma rede de fluxo; - Custos de produção são baixos em relação a outro tipo de arranjos físicos; - Mais fácil supervisão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Depósitos de materiais em produção tendem a ser elevados e bloquear a produtividade do sistema; - A programação e controle da produção tornam-se complexas ao ter que levar em consideração um grande <i>mix</i> de produtos e suas particularidades; - Em relação à flexibilidade, tende-se a obter volumes mais modestos de produção, a custos unitários maiores que no caso do <i>Layout</i> por produto.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2016)

Arranjo por Produto

Neste tipo é feita a disposição das máquinas em uma linha de acordo com o produto desejado. Ele percorre um caminho previamente determinado, e o arranjo definido de acordo com sequenciamento de operações. (LEDIS, 2012).

Ideal para produção em massa, ou seja, em larga escala e com baixa variedade de produtos em uma linha de produção. Assim os processos se dão da mesma maneira. Este modelo exige pouco dos operadores, mas devem ser tomados cuidados quanto a monotonicidade das tarefas, visto que em alguns casos isto pode causar desmotivação. (GOUVEA, 2018).

Segundo Tompkins (1996), as principais vantagens e desvantagens deste tipo são resumidas no Quadro 3:

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do arranjo por produto

Vantagens:	Desvantagens:
<ul style="list-style-type: none"> - Fluxo direto como resultado; - Tempo total de produção por unidade é baixo; - Movimentação de material é reduzida; - Não exige muitas habilidades dos trabalhadores; - Resulta num controle de simples produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada das máquinas resulta na interrupção da linha; - Mudanças no ciclo do produto tornam o produto obsoleto; - Gargalos limitam fortemente a produção; - Necessidade de uma supervisão geral; - Resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos; - Equipamentos para fins específicos precisam ser utilizados.

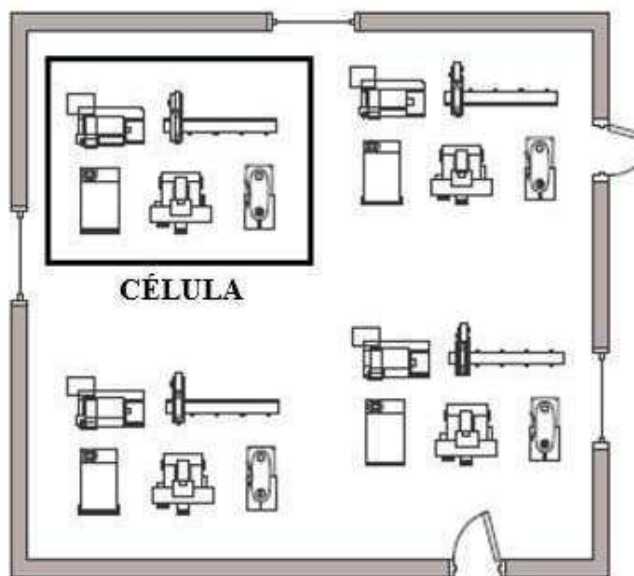
Fonte: Adaptado de Figueiredo (2016)

Arranjo Celular

Segundo Ledis (2012), o layout celular, também conhecido como tipo agrupado, combina vantagens do arranjo por processo com do arranjo por produto. Desta forma, Gouvea (2018) o chama como modelo híbrido, assim ao mesmo tempo que fica dividida por setores, também tem uma sequência de produção, a fim de diminuir o tempo de atravessamento de um produto ao longo de sua produção. Portanto, há um ganho de velocidade e flexibilidade, já que as células de manufatura podem produzir produtos diferentes e atender a demandas que uma linha seriada não seria capaz. (GOUVEA, 2018).

A Figura 2 traz uma adaptação que Ledis (2012) fez sobre a obra de Peinado e Graeml (2004), desta forma é possível visualizar agrupamentos, que também podemos chamar de células de produção, a qual cada um destes se concentra na fabricação/montagem de um produto a qual seguira os próximos processos de célula em célula.

Figura 2 - Representação arranjo celular



Fonte: Ledis (2012)

De acordo com o estudo teórico de Figueiredo (2016), as principais vantagens e desvantagens deste tipo são resumidas no Quadro 4:

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do arranjo celular

Vantagens:	Desvantagens:
<ul style="list-style-type: none"> - Boa combinação de flexibilidade e integração; - Flexibilidade no trabalho, já que os operadores podem ser multifuncionais; - Trabalhos em grupo podem resultar maior motivação; - Equilíbrio entre custos e flexibilidade para operações com alta variedade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode reduzir níveis de utilização de recursos; - Exigem que os operadores sejam multifuncionais, e para isso requer mais custos com treinamento; - Está sujeito as limitações físicas do local, então em casos que o espaço é um fator de restrição, pode ser impossível essa implementação.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2016)

PDCA

O método PDCA é usado para processos de melhoria contínua com uma sequência de quatro etapas em um ciclo, que utiliza as informações coletadas e documentadas para seu desenvolvimento. As etapas são planejamento (*plan*), que envolve ações necessárias e responsabilidade; execução (*do*), que vem desde a obtenção de recursos à realização dos processos necessários; controle (*control*), que acompanha e regula os resultados conforme desejado; e atuação (*act*), que é fase onde deve-se aprender com os erros e acertos vivenciados anteriormente e assim reiniciar o ciclo. (SILVA, AGOSTINO e SOUSA, 2017).

METODOLOGIA

Para obter as informações do layout foram realizadas visitas *in loco* com observações e análise do funcionamento dos maquinários e assim ter as primeiras concepções dos fluxos, a identificação de gargalos, a compreensão dos processos e suas entradas e saídas, e assim caracterizar o ambiente produtivo da empresa.

Após isto, iniciam-se as atividades do projeto, sendo primeiramente coletados os dados do cenário inicial referente às medidas da infraestrutura, como o galpão, as pilastras, as máquinas e entre outros fatores relevantes no processo produtivo. Desta forma essas informações foram transferidas para o software Autocad para a representação do layout inicial. Assim, para melhores análises e também comparações com a proposta de melhoria final, a situação inicial do galpão foi registrada.

Para elaboração da proposta de novo arranjo foi necessário identificar o tipo de layout ideal e encontrar a combinação ótima que levasse em consideração a relação entre equipamentos e fluxo de produção. Assim, foi elaborada uma tabela identificando a importância da proximidade de cada equipamento usado na marcenaria, conhecida como carta de relacionamento, a fim de encontrar uma melhor disposição espacial para o galpão. Todos os dados foram obtidos em discussões com os funcionários.

O fluxo dos processos foram traçados com o objetivo de identificar cruzamentos e criar linhas de produção contínua na proposta de projeto. Desse modo, foi através dos pontos passíveis de melhoria que foi feita a planta com o layout melhorado.

Para chegar nesse resultado, baseou-se no método PDCA, assim precisou de analisar criticamente as variáveis relevantes para ser feito o planejamento do arranjo ideal, em seguida ele era testado virtualmente, validado *in loco* e posteriormente validado com a gerência e a alta direção, em uma etapa seguinte reunia-se com o gerente e proprietário para uma discussão a fim de avaliar quais os pontos poderiam ser melhorados e o impacto das alterações, esse feedback foi essencial para etapa seguinte de refinamento do projeto, a Figura 3 representa as etapas de elaboração da planta. Esse processo foi rotineiro até que chegasse ao resultado final. Posteriormente foram feitos os fluxos do novo cenário, para compará-los com o cenário inicial.

Figura 3 - Processo de elaboração da planta



Fonte: Elaborado pelo autor

RESULTADOS

Ambiente Produtivo

Foi possível observar que não havia uma disposição organizada de matéria prima, estoque intermediário e estoque acabado dentro do galpão, o que proporciona um excesso de retalhos em várias partes do mesmo, limitando a movimentação de pessoas e materiais. Além disso, o galpão é dividido pela área de serraria e marcenaria.

O fluxo não acontecia de maneira contínua, pois as tábuas produzidas eram colocadas no chão (estoque intermediário), resultando em atrasos por ocupar um espaço que atrapalhava a continuidade do processo.

Quanto aos produtos principais da marcenaria são:

- Travessões de cama;
- Bancos;
- Forros;
- Mesas;
- Portas almofadada;
- Portas lisa;
- Porta prensada.

E os produtos principais da serraria são:

- Caibros;
- Pranchas;
- Réguas;
- Ripas;
- Tábuas.

Elaboração do *layout* inicial

O *layout* foi elaborado no software Autocad conforme a Figura 4, nele são representados os itens relevantes para análise. Assim, elementos como o perímetro da área de produção, a cabine da central de controle, os pilares, as entradas, serra fita, trilhos e as esteiras são restrições da planta, isto é, não podem ser alterados de posição. Verificaram-se, os estoques mal organizados fazendo-se perder produtividade não somente por estarem mal projetados como devido a redução dos movimentos necessários para que a produção opere eficientemente.

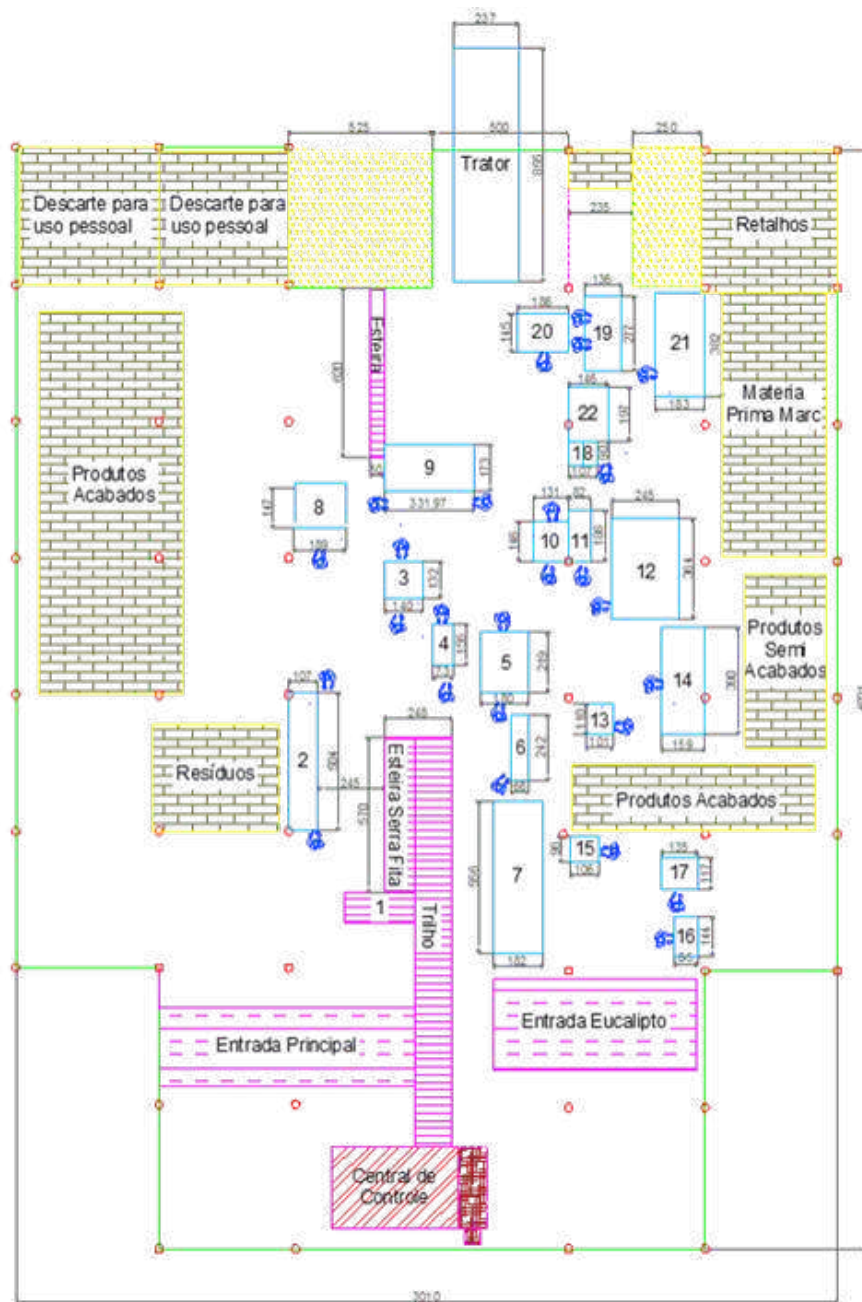
Tipo de *layout* a ser implementado

O galpão de produção tem um espaço limitado, é necessário ter flexibilidade de atendimento aos pedidos diversos dos clientes, deseja-se minimizar os custos de produção e que o projeto permita o gerente de produção supervisionar constantemente, portanto o tipo de arranjo ideal é o por processo. Assim foi separado em três linhas de produção principal: linha de preparação de madeira vinda de toras acima de trinta centímetros de dimensão, linha para toras menores que estas e a produção da marcenaria.

Como os processos de serraria seguem padrões de sequência comum para a maioria dos produtos foi mais fácil otimizar a ordem funcional. Em contrapartida, na marcenaria existem combinações variadas,

portanto para decidir qual arranjo ideal levantou-se dados a respeito de quais os itens mais produzidos, sendo eles forro, mesa (composta por pés, tampo e laterais) e porta lisa, eles representam cerca de 80% da produção. E baseado neles foram priorizados os três processos principais da marcenaria.

Figura 4 - Layout inicial do ambiente de produção



LEGENDA:

- | | | | |
|----|---------------------------|----|---------------------------|
| 1 | Fita Serra | 13 | Tupia |
| 2 | Refiladeira | 14 | Lixadeira Convencional |
| 3 | Desengrossadeira | 15 | Furador |
| 4 | Costaleira | 16 | Serra Tico Tico |
| 5 | Serra Multilâmina | 17 | Respigadeira |
| 6 | Esteira | 18 | Embaladeira e Bancada |
| 7 | Serra Esquadrejadeira | 19 | Mesa |
| 8 | Serra Circular | 20 | Lixadeira Banda Larga |
| 9 | Destopadeira | 21 | Prensa |
| 10 | Multilâmina Menor | 22 | Plaina quatro faces |
| 11 | Plainadeira | 23 | Desengrosso da marcenaria |
| 12 | Serra Circular Marcenaria | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Operações

Acompanhado de perto a operação foi possível constatar que na serraria não existia locais bem definidos para os estocagem, os estoques temporários não eram identificados e dificultavam a circulação de pessoas. Notou-se também que os colaboradores não sabiam utilizar a empilhadeira pois muitas vezes a sua circulação era dificultada pela disposição dos equipamentos e estoques.

Uma carta de relacionamento foi aplicada na marcenaria para verificar o quão viável é um equipamento perto de outro. A Tabela 1 representa uma matriz elaborada a partir dos dados obtidos no questionário. Essa matriz relaciona os equipamentos em uma escala de 1 a 3, sendo 1 – Baixa Relação, 2 – Média Relação e 3 – Alta Relação, desta forma quanto maior a relação, mais importante é que os equipamentos estejam próximos.

A partir disso, foram feitas ponderações em relação ao layout das máquinas, conforme informações dos funcionários. Nisso, percebeu-se que a mesa com lixadeira simples não tem sido tão utilizada depois que se adquiriu a lixadeira banda larga. Além disso, a equipe da serraria e marcenaria precisam do desengrosso e isso faz com que um prejudique a produtividade do outro. A serra circular da marcenaria e a plainadeira tem um alto índice de utilização em um processo de um mesmo produto e eles e a tupia são utilizados em muitos processos de produtos distintos. A espigadeira é menos utilizada nos processos e a plaina 4 fases quando utilizada dispensa a lixadeira.

Tabela 1. Relação equipamentos marcenaria

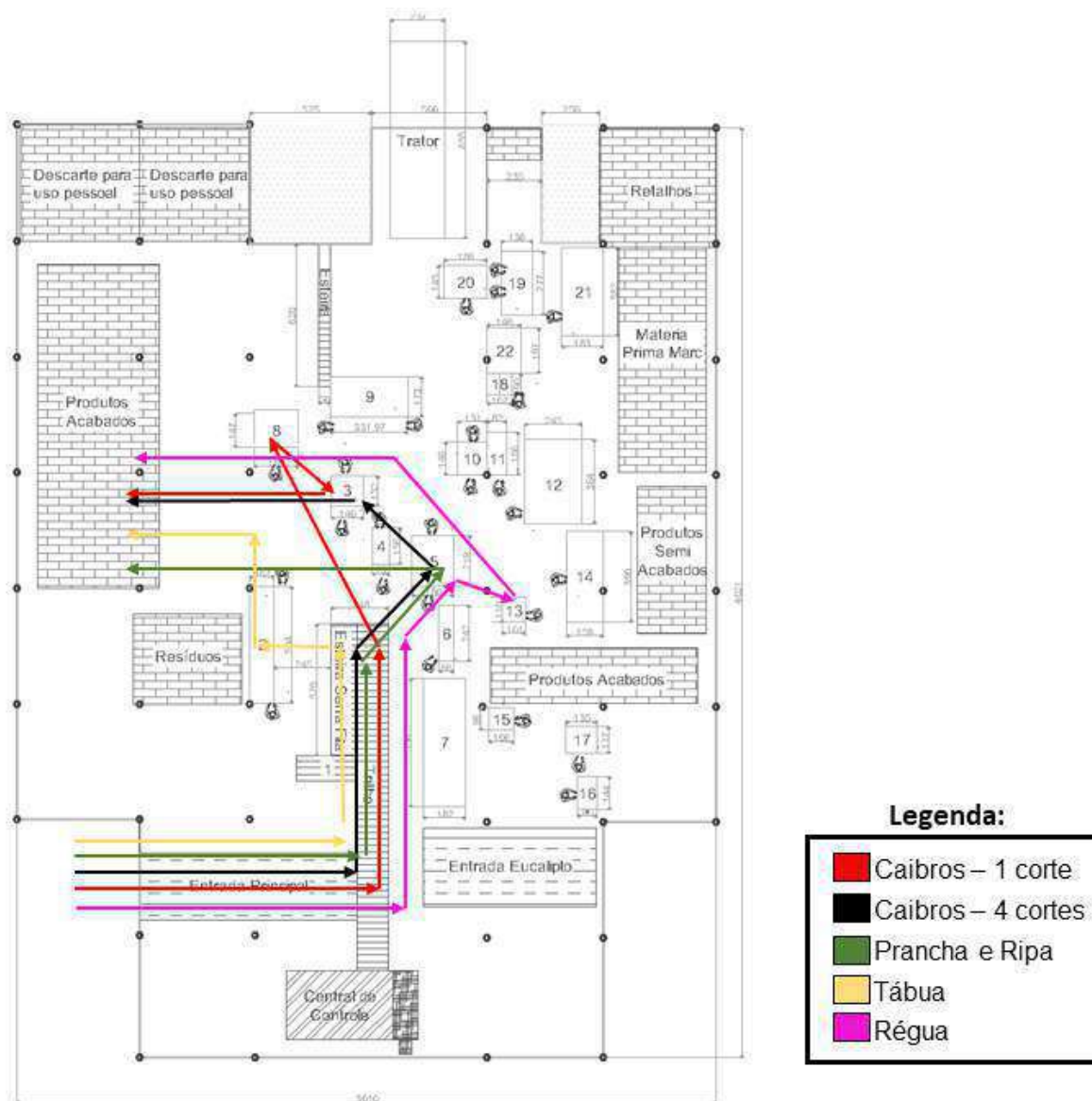
Marcenaria	5. Multilâmina	10. Multilâmina Pequena	11. Plainadeira	12. Serra Circular	13. Tupia	14. Lixadeira	15. Furador	16. Tico Tico	17. Espigadeira	18. Embaladeira	19. Mesa	20. Lixadeira Banda Larga	21. Prensa	22. Plaina 4 fases	3. Desengrosso
5. Multilâmina	-	2	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
10. Multilâmina Pequena	2	-	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
11. Plainadeira	1	1	-	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3
12. Serra Circular	3	3	3	-	3	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1
13. Tupia	1	1	2	3	-	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1
14. Lixadeira	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15. Furador	1	1	1	2	2	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
16. Tico Tico	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1
17. Espigadeira	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1
18. Embaladeira	3	3	1	1	1	1	1	1	1	-	3	1	1	1	1
19. Mesa	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	-	1	2	1	1
20. Lixadeira Banda Larga	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	-	1	1	1
21. Prensa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-	1	1
22. Plaina 4 fases	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Identificação dos fluxos do arranjo inicial

Os fluxos foram segregados entre serraria e marcenaria de acordo com os processos de cada produto. A princípio, antes da otimização do layout, o fluxo da serraria, para toras acima de trinta centímetros de diâmetro, foram traçados de acordo com os produtos: caibro de 1 corte, caibro de 4 cortes, prancha, ripa, tábua e régua. Esses fluxos estão representados na Figura 5.

Figura 5 - Fluxos da serraria para toras acima de trinta centímetros

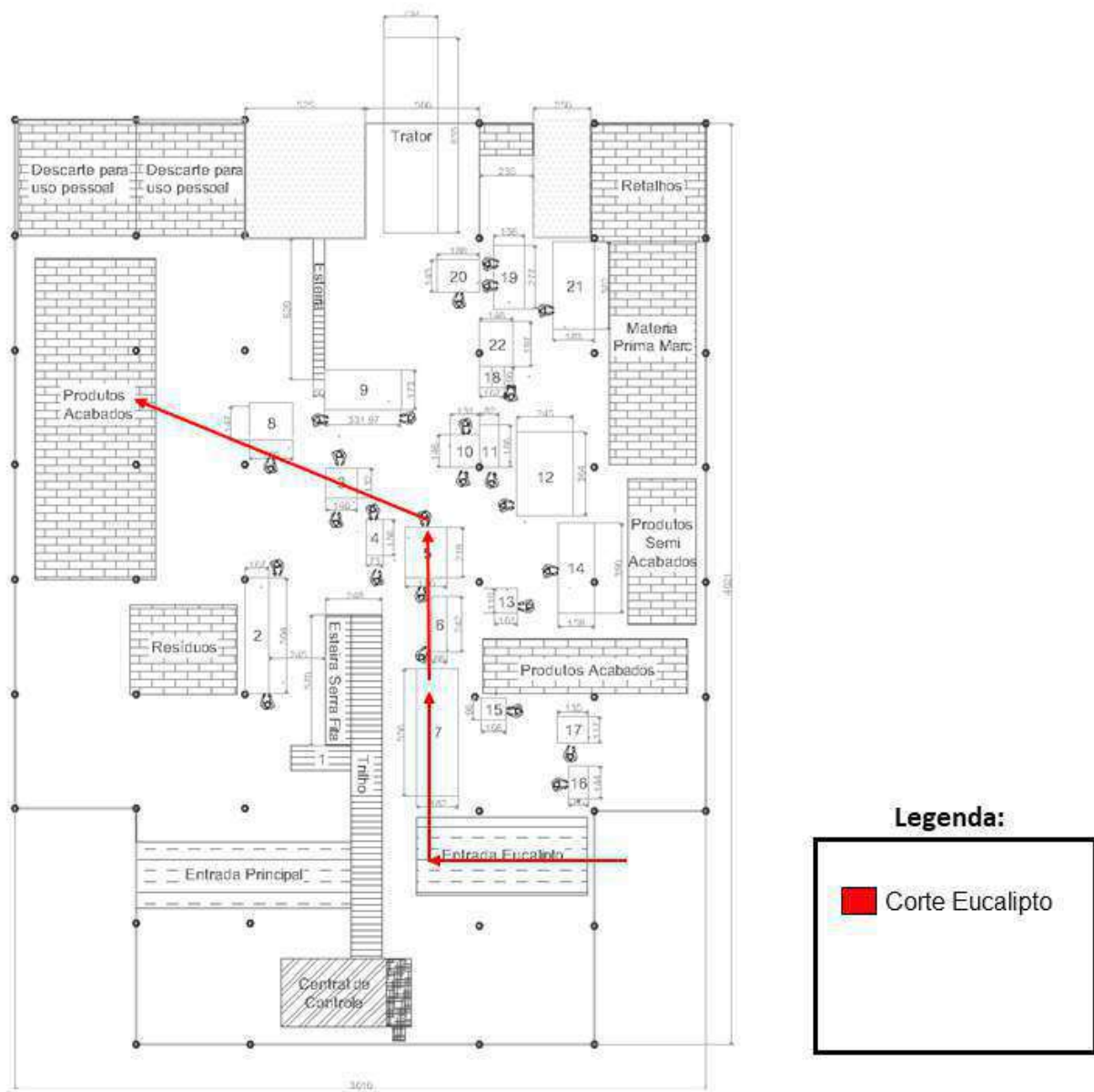


Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se perceber que existe uma movimentação desnecessária no fluxo de Caibro de 1 corte. Porém, para todos os outros produtos, o processo de produção segue um fluxo contínuo. Além disso, apesar da representação indicar um local próprio para o produto acabado da serraria, essa indicação não é formalizada.

Para o processamento da madeira de eucalipto, toras com diâmetro menor do que trinta centímetros, já tem um fluxo único de etapas contínuas e lineares, como representado na Figura 6.

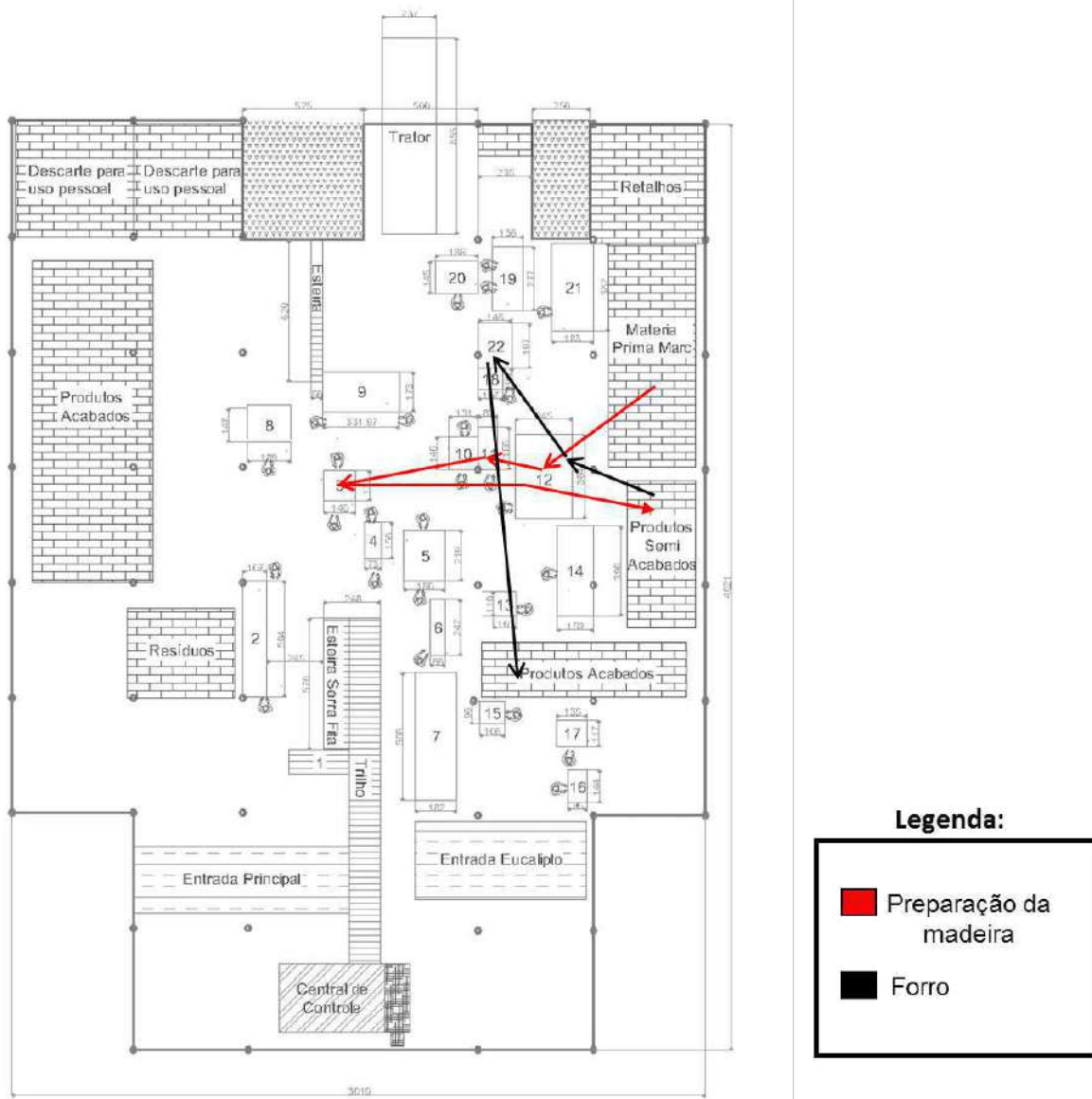
Figura 6 - Fluxos da serraria para toras menores que trinta centímetros



Fonte: Elaborado pelo autor

Os processos da marcenaria são mais complexos, uma vez que exigem montagem. Assim, para melhor representação, os fluxos foram divididos em etapas do processamento. Inicialmente, todas as madeiras necessitam de preparação, para assim, ajustar os dimensionamentos de cada tábua. Essa etapa pode ser vista na Figura 7, em vermelho. Percebe-se que o processo segue um fluxo descontínuo e lateral. Na mesma figura também está representado a fabricação de forro. Para esse produto a etapa de preparação é desnecessária.

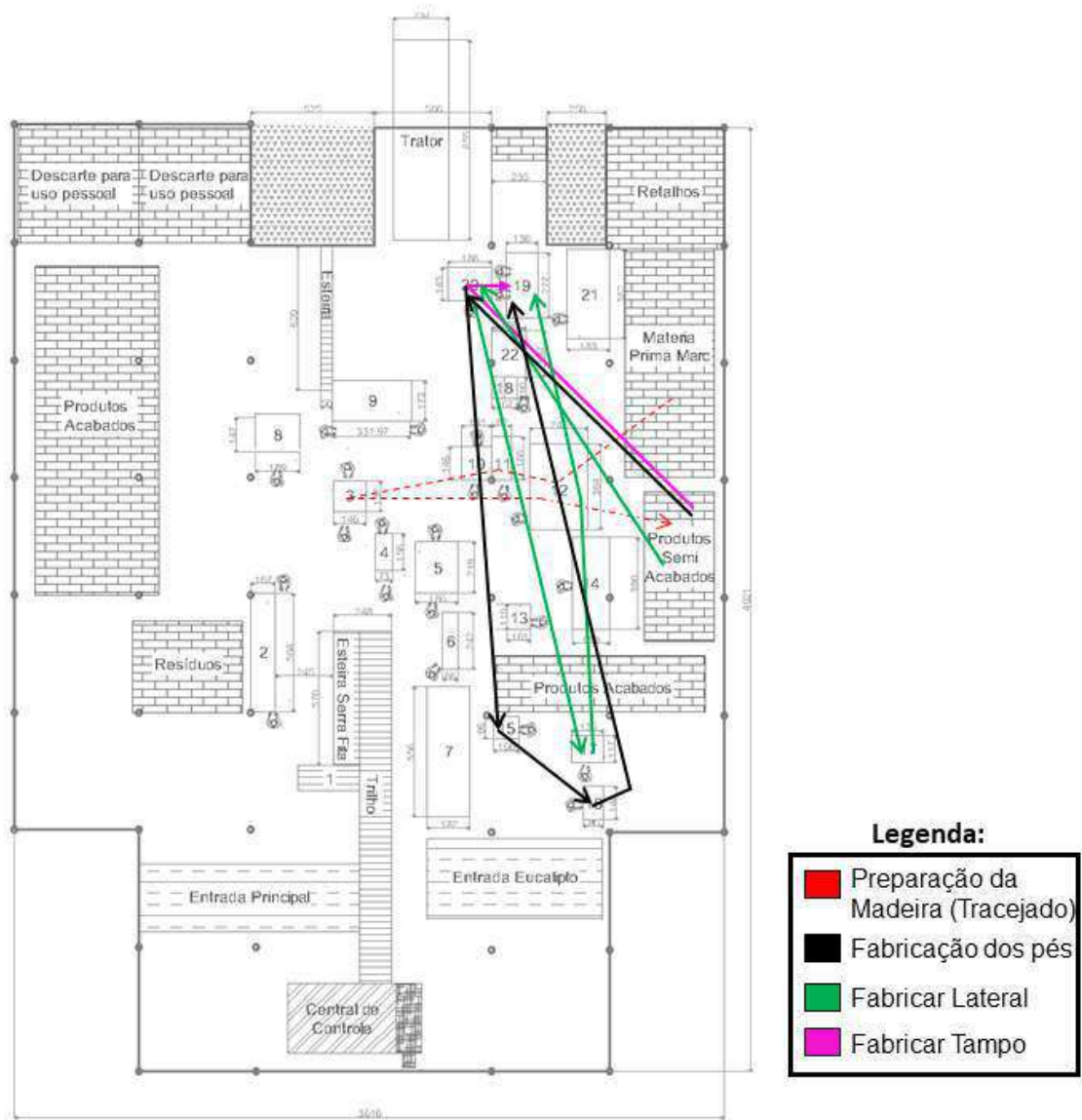
Figura 7 - Fluxos da marcenaria para preparação da madeira e produção do forro



Fonte: Elaborado pelo autor

A fabricação de mesa necessita da etapa de preparação da madeira, assim como, da fabricação dos pés, da lateral e do tampo, para por fim, realizar a montagem. A Figura 8 ilustra esse processo. Pode-se notar que existem diversos fluxos cruzados, muito em decorrência da localização da mesa (19), local onde ocorre a montagem. Outro ponto perceptível, é o intenso deslocamento de materiais nesse processo.

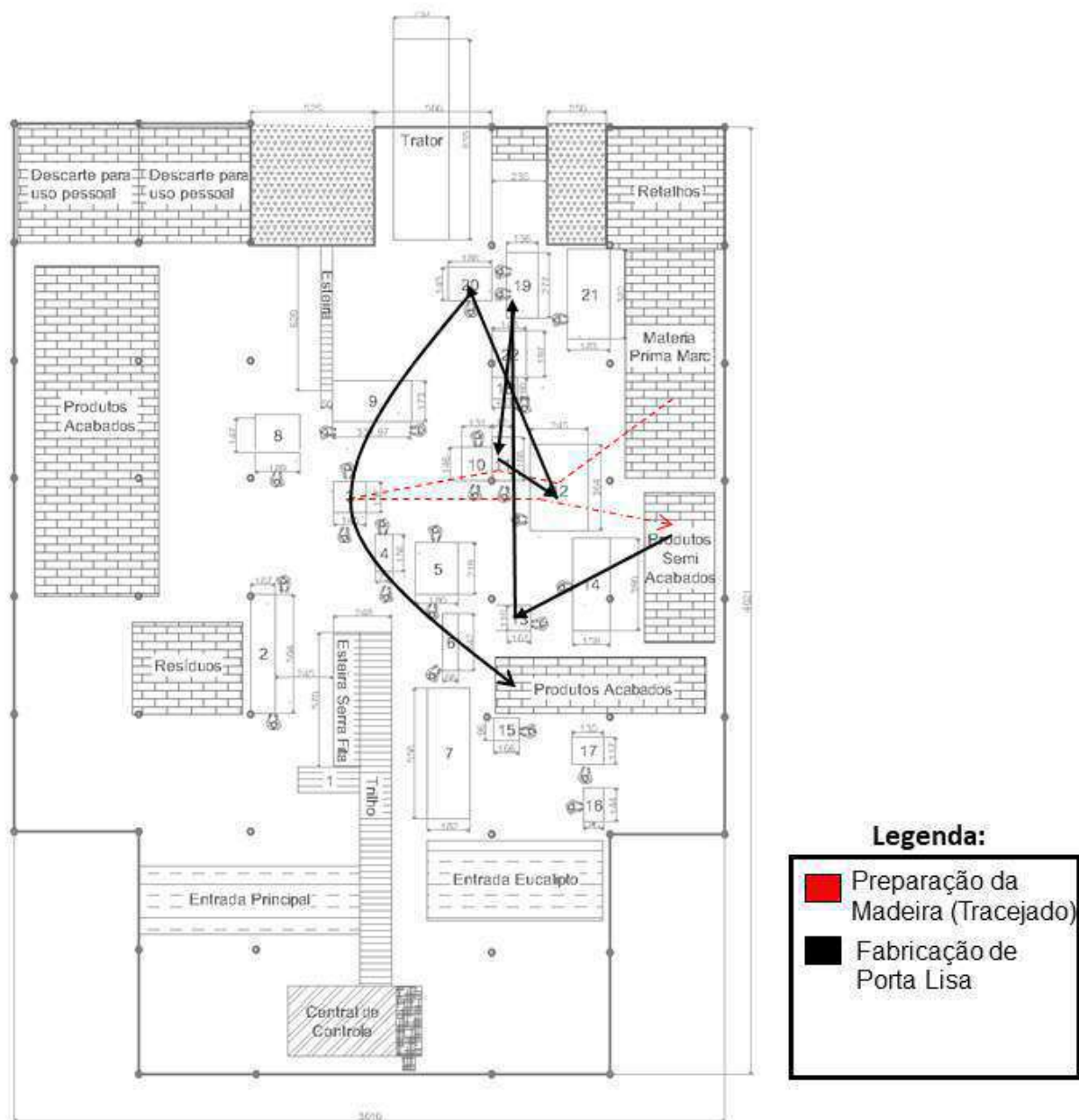
Figura 8 - Fluxos da marcenaria para produção de mesa



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 9 demonstra o processo de fabricação da porta lisa. Novamente, devido à disposição dos maquinários, os fluxos se cruzam e há um deslocamento excessivo entre as etapas do processo.

Figura 9 - Fluxos da marcenaria para produção de porta lisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Melhorias

Para se obter o layout melhorado na Figura 10, não apenas foram rearranjadas a posição das máquinas, como também delimitados cada um dos estoques, visto que antes ele não era bem definido. Ainda, foi adquirido um bebedouro e um equipamento novo, o desengrosso, que até então era compartilhado entre serraria e marcenaria causando gargalos. Além disso, devem ser instaladas lâmpadas no galpão, devido as insatisfações dos funcionários com o quesito ergonomia. Para tal, recomenda-se a contratação de um profissional que projete a disposição das lâmpadas e defina a potência ideal.

Nos espaços internos (pilastras e chão) devem ser sinalizadas as áreas de estoque, para que os funcionários se orientem e aloquem os produtos no local adequado. Além disso, as advertências gerais quanto aos cuidados com as máquinas e organização do ambiente de trabalho, conforme solicitadas pela norma, podem ser confeccionadas conjuntamente para que todas as informações estejam em um

único padrão.

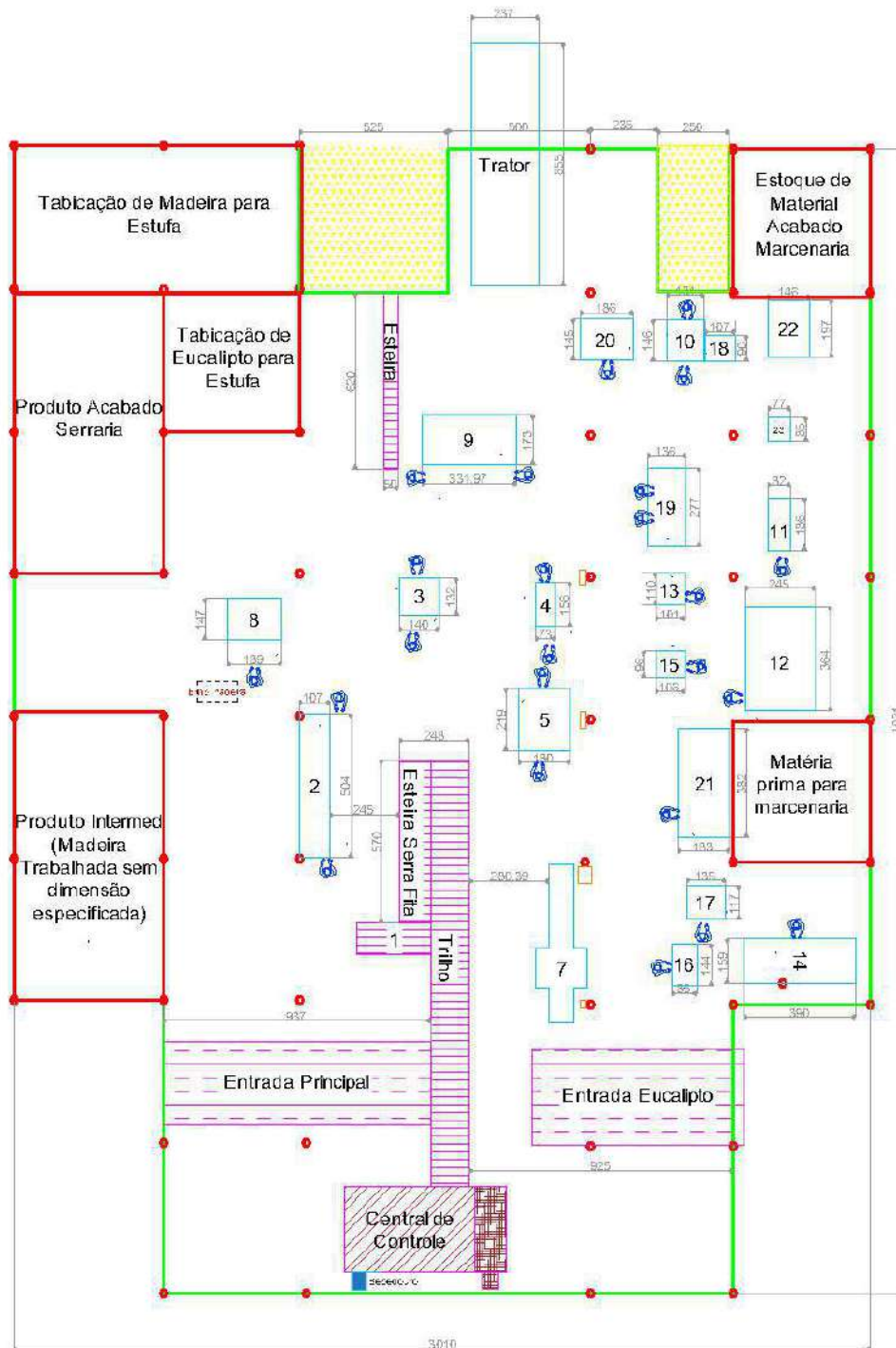
Os novos fluxos dos processos de produção na serraria podem ser visualizados na Figura 11. Nota-se que o problema de fluxo cruzado na produção de caibra de 1 corte, foi resolvido. Ademais, os estoques foram definidos de forma a seguir o fluxo do processamento.

E assim, as Figura 12, Figura 13 e Figura 14 demonstram os novos fluxos, obtendo como produtos o forro, a mesa e a porta lisa, respectivamente.

O processamento da mesa se mantém com um grande deslocamento, uma vez que algumas máquinas do processo são usadas com pouca frequência e assim, optou-se por aloca-las mais distante do centro. No entanto, esse deslocamento é minimizado, já que não é repetitivo, ou seja, é usado somente uma vez em todo o processamento da mesa.

É possível verificar que não existe mais fluxo cruzado nesse processo, criando um processo com o mínimo de deslocamento.

Figura 10 -

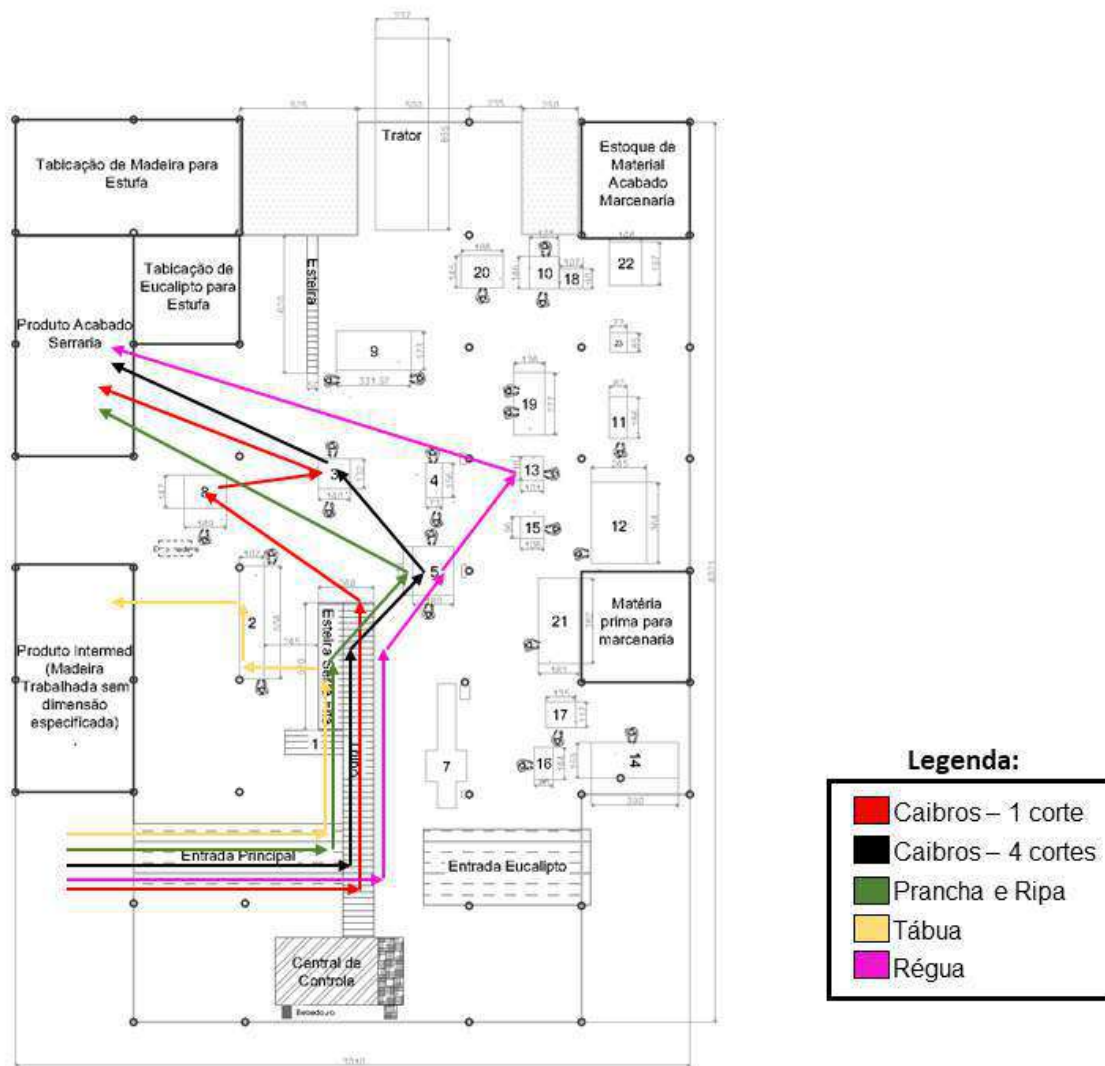


LEGENDA:

1	Fita Serra	13	Tupia
2	Refiladeira	14	Lixadeira Convencional
3	Desengrossadeira	15	Furador
4	Costaleira	16	Serra Tico Tico
5	Serra Multilâmina	17	Respigadeira
6	Esteira	18	Embaladeira e Bancada
7	Serra Esquadrejadeira	19	Mesa
8	Serra Circular	20	Lixadeira Banda Larga
9	Destopadeira	21	Pressa
10	Multilâmina Menor	22	Plaina quatro faces
11	Plainadeira	23	Desengrosso da marcenaria
12	Serra Circular Marcenaria		

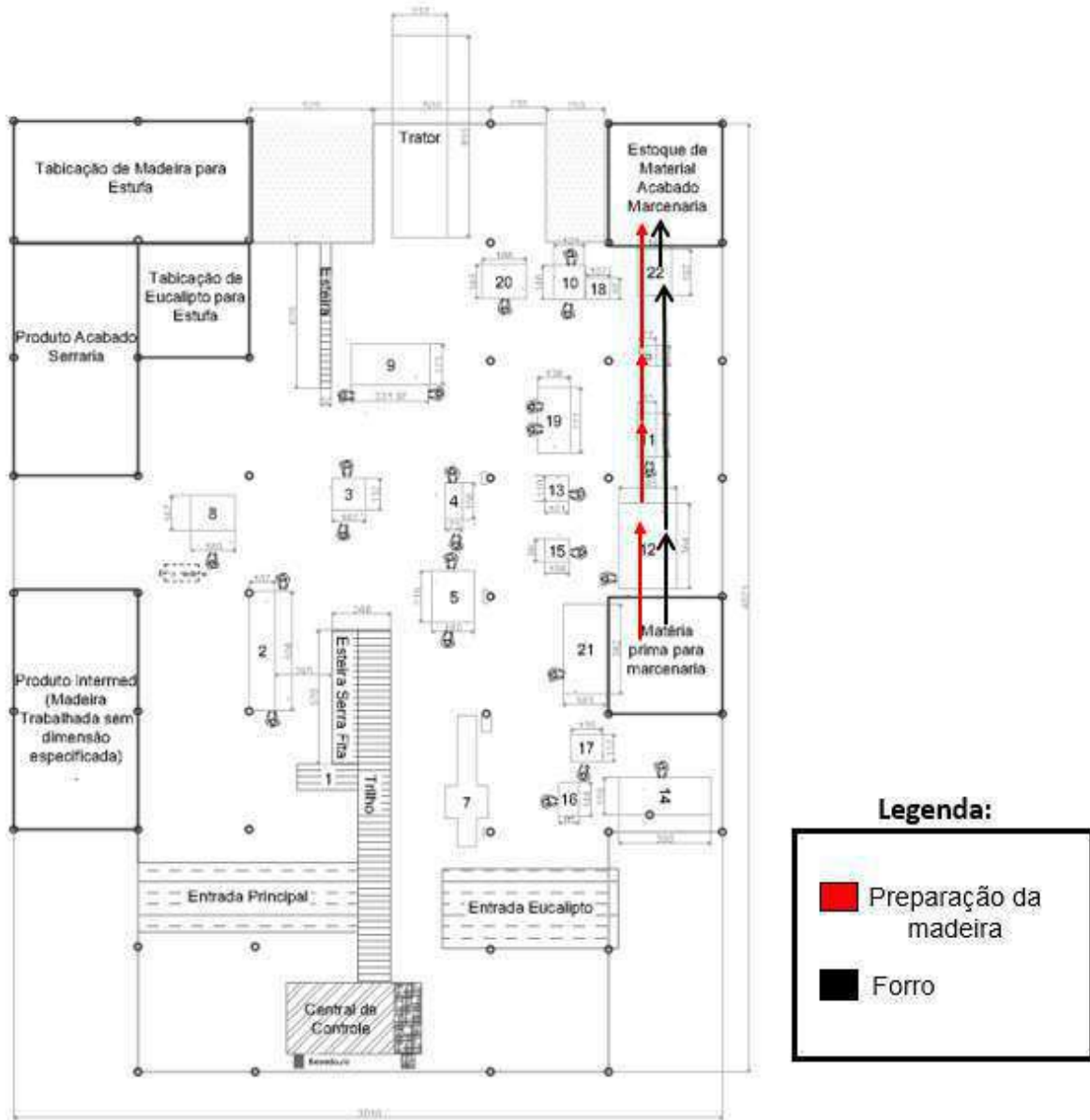
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 - Fluxo melhorado da serraria para toras acima de trinta centímetros



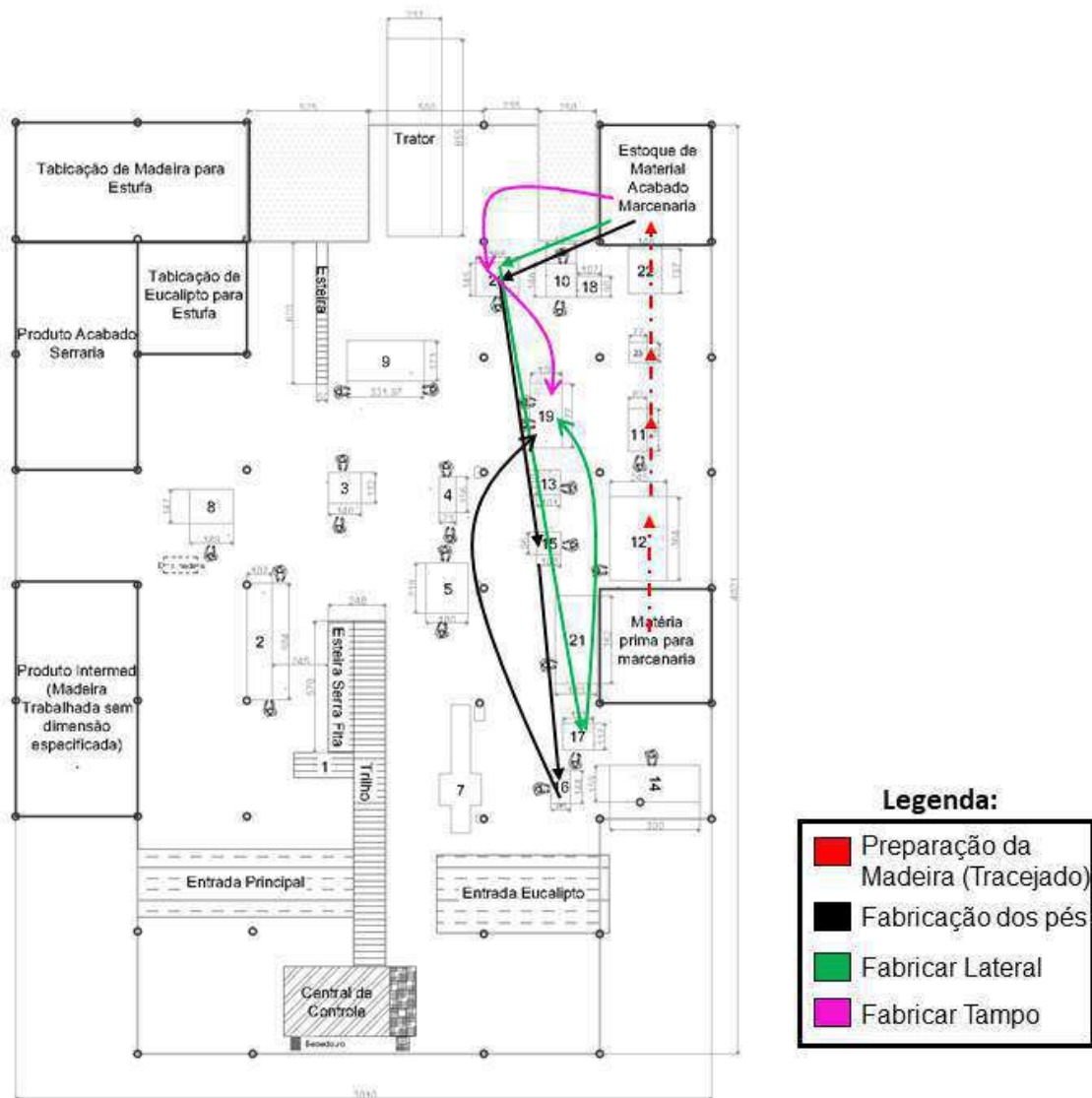
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 - Fluxo melhorado da marcenaria para preparação da madeira e produção do forro



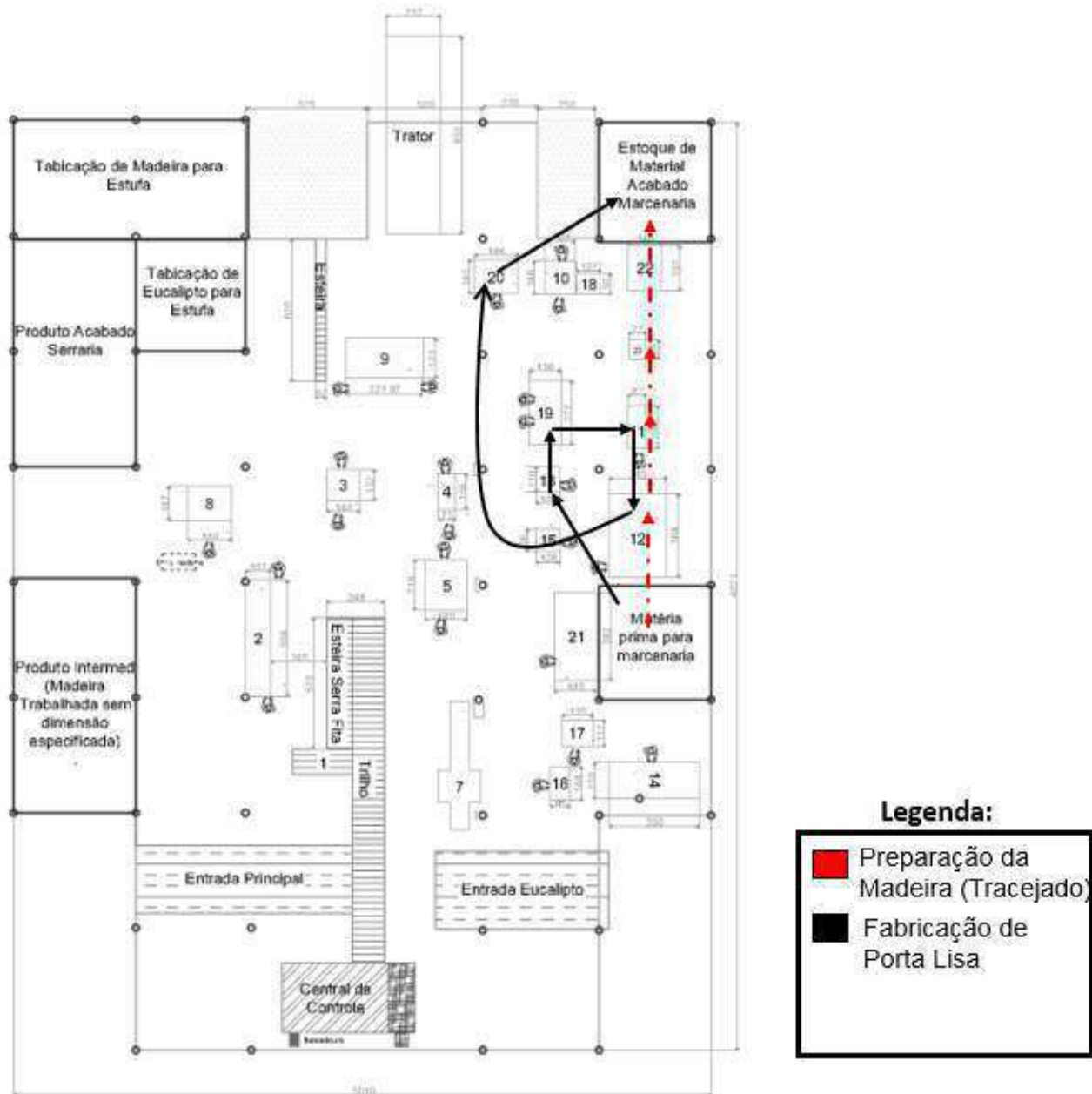
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13 - Fluxo melhorado da marcenaria para produção de mesa



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 - Figura 14. Fluxo melhorado da marcenaria para produção de porta lisa



Fonte: Elaborado pelo autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O novo layout traz otimização significativa do galpão de produção da empresa, já que a planta tem menos obstrução e cruzamentos dos fluxos, reduziu os movimentos desnecessários, atentou-se aos cuidados básicos com a segurança do trabalhador e delimitou o local correto para deposição dos estoques.

Apesar de analisados os gargalos em cada processo, para auxiliar a tomada de decisão de adquirir um novo equipamento, é evidente que o modelo não contempla o planejamento e controle da produção (PCP), o que mostra uma limitação que é a identificação da capacidade produtiva para que o fluxo fique preciso. Portanto, o PCP é uma sugestão para projetos futuros na empresa. Finalizada a planta e aprovada pela alta direção cabe à própria empresa a implementação.

REFERÊNCIAS

- BERGIANTE, N. Engenharia de Métodos I. Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2013.
- FIGUEIREDO, L. H. W. D. Aplicação dos tipos de layout: uma análise da produção científica. Universidade de Brasília. Brasília. 2016.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. Administração da produção e operações. 8ª ed. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 2001.
- GOUVEA, M. Layout de fábrica: conheça quatro variações. Produza, 2018. Disponível em: <<https://produza.ind.br/tecnologia/layout-de-fabrica/>>. Acesso em: 01 Outubro 2019.
- GUILLET, V. M. M. Projeto de leiaute: um estudo de caso em uma empresa metal-mecânica. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Santa Maria, RS. 2014.
- KANNAN, V. R. Analysing the trade-off between efficiency and. Production Planning & Control, 15 Novembro 2010. 572-579.
- LEDIS, E. C. Análise e proposta de layout para uma serralheria: estudo de caso. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2012.
- NEUMANN, C.; SCALICE, R. Projeto de Fábrica e Layout. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, n. Primeira Edição, 2015. ISSN ISBN 978-85-352-5407-5.
- OLIVEIRA, F. F. D.; SILVA, D. D. F. Proposta de alteração de layout para melhoria no fluxo de produção em uma indústria automotiva. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, 2017.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da Produção: operações Industriais e de Serviços. Curitiba: Editora UnicenP, 2004.
- ROSA, G. P. D. et al. A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. GEPROS, Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Junho 2014. 139-154.
- SEBRAE. O layout da fábrica pode influir na produtividade. SEBRAE, 2019. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-layout-da-fabrica-pode-influir-na-productividade,83bc438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 30 Setembro 2019.
- SILVA, C. O.; AGOSTINO, Í. R. S.; SOUSA, S. R. D. O. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. Revista Espacios, v. Vol. 38, 2017. ISSN ISSN 0798 1015.
- SINGH, A. P.; YILMA, M. Production floor layout using systematic layout planning in Can manufacturing company. IEEE International Conference on Control, Decision and Information, Hammamet, Tunisia, p. p. 822 – 828, 2013.
- SISPRO. O que é layout de produção? SISPRO, 2019. Disponível em: <<https://www.sispro.com.br/blog/o-que-e-layout-de-producao/>>. Acesso em: 10 Outubro 2019
- TOMPKINS, J. A. Facilities Planning. 2ª edição. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1996.
- TREIN, F. A. Análise e melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2001.

ANÁLISE DO RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE GRI COM ÊNFASE NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS: UMA PESQUISA DOCUMENTAL NAS EMPRESAS MINERADORAS NO ESTADO DO PARÁ

Edullis Garcia Rodrigues
Jéssica Lorena de Lima Seabra
Denilson Ricardo de Lucena Nunes
André Cristiano Silva Melo
Alice Vasconcelos Nobre
Verônica de Menezes Nascimento Nagata
Rodrigo Rangel Ribeiro Bezerra

RESUMO

A degradação ambiental é um dos maiores desafios para a humanidade. O setor de mineração aparenta ter desafios ainda maiores quando se trata da inclusão de medidas sustentáveis em suas estratégias e processos operacionais em toda a cadeia de produção. Sendo assim, este estudo teve como problemática identificar “Qual a relação das atividades logísticas com a visão de sustentabilidade na cadeia de suprimentos do setor de mineração presente no estado do Pará, segundo a visão dos GRI’s?”. A partir de pesquisa em artigos, periódicos e diversos outros materiais, a cadeia produtiva do setor de mineração do alumínio no Pará foi caracterizada, tendo as empresas Norsky Hydro, Mineração Rio do Norte, Alcoa, Alumar, Albrás e Alunorte. Analisou-se os relatórios das empresas mineradoras citadas dos anos de 2013, 2014 e 2015, as únicas atividades logísticas encontradas foram: transporte, armazenamento e compras. A empresa Norsky Hydro apresentou o relatório mais complexo e entre as três empresas analisadas, foi a única que fez referência as três atividades encontradas. Espera-se que os resultados do estudo possam proporcionar um maior conhecimento sobre a relação do sistema logístico com a sustentabilidade na cadeia produtiva do alumínio no estado do Pará, visto que há poucos estudos existentes no Brasil sobre o tema proposto.

Palavras-chave: *Atividades logísticas, GRI, cadeia produtiva do alumínio, sustentabilidade.*

INTRODUÇÃO

O setor de mineração aparenta ter desafios ainda maiores quando se trata da inclusão de medidas sustentáveis em suas estratégias e processos operacionais em toda a cadeia de produção, em virtude do impacto ambiental extrativista provocado pela atividade mineral e a importância do setor no desenvolvimento econômico e social de uma nação. (Rocha, et. al. 2015)

Segundo IBRAM (2014) o crescimento da indústria mineradora no país coincidiu com um progressivo

envolvimento das comunidades locais no seu negócio que passou a requerer um diálogo aberto e transparente, compromissos e compensações sociais de longo prazo e um melhor desempenho da atuação socioambiental das empresas.

Por conta disso, convenções que tratam sobre sustentabilidade estão cada vez mais preocupadas, afim de evitar consequências negativas que possam impactar na economia e também na vida humana atual e futura (Klumpp et al., 2018). A pioneira em relatórios de sustentabilidade é a *Global Reporting Initiative* (GRI), a grande quantidade de informações operacionais e indicadores presentes nos relatórios da GRI faz com que estes sejam fontes valiosas de pesquisa acadêmica, permitindo análises diversas como as práticas de responsabilidade social corporativa (RSC) e gestão de uma companhia, setor ou localidade.

Esses relatórios inspiram responsabilidade das empresas e governos para com a sociedade e o principal produto da GRI são os padrões de relatórios que ficam disponibilizados de forma gratuita, representando a melhor forma para relatar questões econômicas, ambientais e sociais.

Por outro prisma, como em qualquer cadeia de suprimentos, no setor de mineração as atividades logísticas promovem impactos econômicos relevantes. Segundo o Panorama ILOS (2017) no âmbito das empresas, sabe-se que os gastos com logística representam 7,6% da receita líquida, considerando custos com transporte, estoque e armazenagem. Entretanto, resta se perguntar que outros impactos (além do econômico) podem advir das atividades logística no setor de mineração à luz da sustentabilidade.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo identificar, segundo o conteúdo dos relatórios de sustentabilidade, como as atividades logísticas do setor de mineração de bauxita no estado do Pará podem ser relacionadas com os indicadores de sustentabilidade na cadeia de suprimentos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Cadeia produtiva do alumínio no estado do Pará

A cadeia completa do setor bauxita-alumina-alumínio primário no estado do Pará é composta por seis empresas, sendo uma delas sediadas em São Luis no estado do Maranhão. A montante da cadeia encontra-se a Mineração Paragominas (Norsky Hydro), localizada no município de Paragominas, nordeste do estado, sendo responsável pela extração da bauxita e presente em várias partes da cadeia de valor do alumínio. Segundo a Hydro (2019), a operação de mineração iniciou em 2007 e atualmente movimenta cerca de 16 milhões de toneladas de minério por ano, produzindo anualmente 11,4 milhões de toneladas de bauxita, que é transportada por um mineroduto, sendo mundialmente o primeiro a transportar esse tipo de minério.

Também responsável pela extração, a Mineração Rio do Norte (MRN) está localizada em Porto Trombetas no oeste paraense, precisamente na cidade de Oriximiná. Em 2018 foi produzido o volume de 14,456 milhões de toneladas de bauxita com uma produtividade de 10.582 toneladas por empregado. (MRN, 2019)

Completando o setor de extração, a Alcoa está localizada também no oeste do estado, na cidade de Juruti. Está presente no Brasil desde 1965 e sendo acionária de 18,2% na Mineração Rio do Norte, e comparece nos mais diversos elos da cadeia produtiva do alumínio. Iniciou as atividades na mina de Juruti em 2006 e atualmente conta com uma produção de 5,6 toneladas, segundo dados do ano de

2017. (ALCOA, 2019)

O Consórcio de Alumínio do Maranhão (Alumar), é um dos maiores complexos industriais de produção de alumina do mundo. Foi inaugurado em 1984, e é formado pelas empresas Alcoa, Rio Tinto e South32. Completa a cadeia produtiva do alumínio no Pará, visto que a bauxita extraída na mina de Juruti pela Alcoa, é enviada para a Alumar para então ser transformada em alumina e exportada para o mercado internacional. (PDF MARANHÃO, 2019)

A Alunorte, localizada em Barcarena iniciou a produção em 1995 e atualmente possui cerca de 2.200 colaboradores e uma capacidade nominal de produção de 6,3 Mt. Ela utiliza a bauxita proveniente da Mineração Paragominas (Hydro) e da Mineração Rio do Norte (MRN), através de um mineroduto e do porto de Vila do Conde, respectivamente. É neste elo da cadeia que a alumina é produzida. Parte é para exportação e a outra parte é fornecida para a Albras. (HYDRO, 2019)

Segundo a Hydro (2019) na Albras, que também está localizada em Barcarena, é produzido o alumínio primário e possui uma capacidade nominal de 460.000 toneladas por ano. Está em atividade desde 1985 e atualmente produz lingotes de alumínio para o mercado nacional e internacional, sendo uma joint venture com participação acionária de 51% da Norsk Hydro.

Global Reporting Initiative (GRI)

A pioneira em relatórios de sustentabilidade é a *Global Reporting Initiative* (GRI). O documento “As diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade” padronizado pela GRI, foi lançado em 2001 e atualizado pela primeira vez em 2002. Essas Diretrizes estabelecem as informações básicas que devem ser incluídas nos relatórios, onde cada organização, no entanto, deve elaborar os relatórios de maneira a refletir suas características específicas e o ambiente em que está inserida. (ETHOS, 2002)

Em 2006 essas diretrizes foram atualizadas novamente, gerando assim a terceira geração de indicadores, chamada de G3. As diretrizes da G3 foram desenvolvidas através de diversos *stakeholders*, entre os quais representantes de empresas, trabalhadores, sociedade civil e mercados financeiros, auditores e especialistas em diversas áreas. (GRI, 2013)

2.2.1 Padrões e diretrizes para os relatórios da GRI

Em 2011, a GRI publicou as Diretrizes G 3.1 para concluir a terceira geração, adequando com orientações referente às questões de direitos humanos e gênero. Segundo Souza (2018) um relatório de sustentabilidade no padrão GRI, deve constar em sua estrutura:

- O perfil da organização, onde são relatadas informações que fornecem o contexto geral para a compreensão do desempenho organizacional, incluindo sua estratégia, perfil e governança;
- Informações sobre a forma de gestão, em que são relatados os dados que objetivam explicitar o contexto no qual deve ser interpretado o desempenho da organização, numa área específica;
- E os indicadores de desempenho, que são essenciais para demonstração de informações sobre o desempenho econômico, ambiental e social. A dimensão social se subdivide em práticas trabalhistas, direitos humanos, sociedade e responsabilidade pelo produto.

Quando finalizado, o relatório deverá ser classificado pelos relatores o nível de aplicação da estrutura. Os níveis de aplicação são divididos em C para iniciantes, B para intermediário e A para avançado, sendo que é possível que a organização autodeclare um ponto a mais (+) em cada nível, a partir de

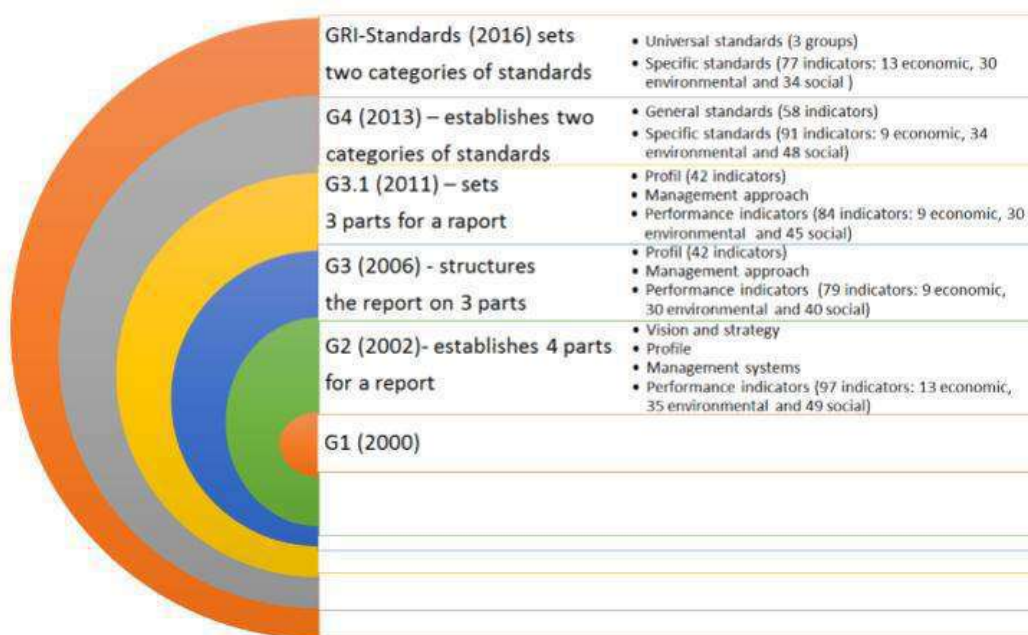
uma auditoria externa para verificação, se tornando A+, B+ ou C+.

A próxima versão - G4 - trouxe mudanças profundas e de forma mais amigável. O G4 foi projetado para ser universalmente aplicável a todas as organizações de todos os tipos e setores, grandes e pequenos, em todo o mundo. As categorias são divididas em econômico, ambiental e social e este também dividido em subcategorias como direitos humanos e sociedade.

Para elaboração dos relatórios, estes se dividem em conteúdo padrão geral e conteúdo padrão específico. O conteúdo padrão geral divide-se em sete partes: Estratégia e Análise, Perfil Organizacional, Aspectos Materiais Identificados e Limites, Engajamento de Stakeholders, Perfil do Relatório, Governança e Ética e Integridade. Já o conteúdo padrão específico se divide em três Categorias: econômica, ambiental e social. A Categoria Social divide-se em quatro subcategorias, a saber, Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente, Direitos Humanos, Sociedade e Responsabilidade pelo Produto (GRI, 2015).

A GRI publicou até agora seis versões de seus regulamentos (Figura 1) sendo considerado atualmente as coleções mais representativas de princípios e normas para a prestação voluntária.

Figura 1 - Versões publicadas do GRI



Fonte: GRI (2015)

METODOLOGIA

Para a coleta de dados, primeiramente foram definidas as empresas da cadeia do setor de mineração, especialmente da extração da bauxita. As empresas foram escolhidas tendo em vista o ciclo completo do setor bauxita-alumina-alumínio no estado do Pará, onde encontramos as empresas Norsky Hydro, Mineração Rio do Norte e Alcoa a montante da cadeia e responsáveis pela extração da bauxita; a jusante encontramos a Alumar e Alunorte responsáveis pela transformação da bauxita em alumina e por fim a Albrás, onde ocorre a transformação em alumínio primário. A etapa seguinte foi a busca pelos relatórios de sustentabilidade disponíveis na data base da GRI, tendo como prioridade os mais recentes, sendo definido o período de 2013 a 2015.

Simultaneamente à leitura dos relatórios, foram identificadas as atividades que se enquadram nas atividades logísticas primárias ou de apoio. Esses dados coletados foram organizados em planilha eletrônica, no programa *Excel*, onde foram divididos pelas atividades primárias e subdivididas pelas atividades de apoio encontradas.

Assim que finalizou a coleta dos dados, estes foram analisados e discutidos quanto a sua relação com a sustentabilidade na cadeia de suprimentos e por fim, a análise foi descrita.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados encontrados no GRI

Transporte

Após a análise individual de cada GRI, essa atividade primária foi observada nos relatórios das empresas Hydro e Mineração Rio do Norte, porém, não houve nenhuma relação dessa atividade com o GRI da empresa Alcoa.

Já a Mineração Rio do Norte não apresentou, em 2013, nenhum relato desta atividade no relatório, apenas em 2014 e 2015 houve a identificação da atividade.

No Relatório de 2014, a empresa relatou que houve uma diminuição na quantidade de toneladas de CO₂ equivalente em relação ao ano anterior, porém no ano de 2015 a empresa relatou que houve um pequeno aumento em relação ao ano de 2014. Essas emissões são provenientes do transporte de seus produtos e funcionário. Para esse dado só houve o padrão geral específico G4-EN15, que diz respeito as emissões diretas de gases de efeito estufa.

Foi possível identificar essa atividade nos três anos analisados da empresa Hydro, que apresentou o conteúdo padrão geral G4-24, que segundo o Conteúdo de implementação do GRI G4 (2013), esse conteúdo padrão diz respeito ao engajamento dos *stakeholders* em relação a empresa, no caso o grupo de quilombolas (comunidade local) que estão sendo afetados em suas terras por conta do gasoduto da empresa.

Também apresentou o conteúdo padrão específico G4-HR1, esse indicador sugere que a empresa relate o número total e percentual de acordos e contratos de investimentos significativos que incluem cláusulas de direitos humanos ou que foram submetidos a avaliação referente a direitos humanos e também relate a definição de “acordos de investimentos significativos” usada pela organização. Esses indicadores sugerem que há uma ligação direta entre a atividade de transporte, desempenhada por um transporte duto viário da empresa, com o aspecto social da sustentabilidade. O quadro 1 exemplifica a análise individual dos GRI’S em relação à atividade primária logística de transporte.

Quadro 1 – Relação Transporte

ALCOA		
2013	2014	2015
NÃO HÁ RELAÇÃO DESSA ATIVIDADE LOGÍSTICA COM O GRI DESTA EMPRESA		
MINERAÇÃO RIO NORTE		
2013	2014	2015
NÃO HÁ RELAÇÃO DESSA ATIVIDADE LOGÍSTICA COM O GRI DESTA EMPRESA	Segundo o GRI MRN (2014), a empresa teve uma queda em emissões de gases de efeito estufa, provocadas no transporte de seus produtos e funcionários (emissões móveis), que no ano de 2013 era de 88.358 toneladas de CO2 equivalente (tCO2e) onde passou a emitir 83.126 (tCO2e).	
NORSKY HYDRO		
2013	2014	2015
Desde 2011 a Hydro tem sido operador do gasoduto de bauxita de Paragominas, que atravessa áreas habitadas por um grupo tradicional quilombola em Jambuaçu, território brasileiro;		
A Hydro estabeleceu contato com representantes quilombolas e aumentou os recursos dedicados para melhorar e acompanhar o diálogo. Isto inclui projetos que visam aumentar a geração de renda, melhorando a educação, a formação em técnicas agrícolas etc.		

Fonte: Autores (2019)

Armazenagem

Após analisar o GRI's das três empresas, somente a empresa Hydro apresentou essa atividade em relação a sustentabilidade no seu relatório, as demais não apresentaram tal relação.

A Hydro tem um trabalho quanto ao depósito e tratamento dos seus rejeitos, visto que esses efluentes são responsáveis por um grande impacto ambiental, pois depende de uma grande área que é desmatada para construir esses espaços.

Fora o tratamento e o espaço destinado para isso, a Hydro trabalha para reutilizar esses rejeitos como recursos para a construção civil.

O indicador geral que se enquadra nessa prática é o G4-24, pois a construção dessas barragens é de interesse dos stakeholders em geral, e principalmente da sociedade civil e das comunidades locais, por tratar da segurança dessas construções e como são dispostos os rejeitos. E os indicadores específicos que se encaixam nessa atividade são G4-EC2 e G4-EN22.

O indicador G4-EC2 tem um cunho econômico, visto que a empresa transforma um risco em uma oportunidade de utilidade econômica e o indicador G4-EN22 diz respeito a destinação da água, o que trata um aspecto ambiental. O quadro 2 exemplifica a análise individual dos GRI'S em relação à atividade de apoio logístico de armazenagem.

Quadro 2 – Relação Armazenagem

ALCOA		
2013	2014	2015
NÃO HÁ RELAÇÃO DESSA ATIVIDADE LOGÍSTICA COM O GRI DESTA EMPRESA		
MINERAÇÃO RIO NORTE		
2013	2014	2015
NÃO HÁ RELAÇÃO DESSA ATIVIDADE LOGÍSTICA COM O GRI DESTA EMPRESA		
NORSKY HYDRO		
2013	2014	2015
Nós utilizamos o empilhamento de rejeito a seco, para a eliminação de resíduos, uma substância semelhante a argila com um baixo teor de umidade; Quando completa, áreas de depósito são reflorestadas.	No total, 6,1 milhões de toneladas (35% de umidade) foi colocado em 2014, um aumento de 12% a partir de 2013, enquanto a produção de alumina foi aumentada em 10%;	É utilizado o empilhamento de rejeito a seco, para a eliminação de resíduos; A Hydro começou a construção de um novo depósito de resíduos de bauxita na Alunorte incluindo a conversão de uma tecnologia de filtração por pressão mais avançada que irá reduzir o teor de umidade, resultando em volumes depositados inferiores e reduzindo o impacto ambiental a longo prazo.

Fonte: Autores (2019)

Compras

Essa atividade de apoio foi descrita em todos os três GRI's, o que mostra ser de suma importância para essas empresas sua relação com os seus fornecedores e como eles se relacionam com o meio ambiente em relação a sustentabilidade.

No ano de 2013 e 2014, a Alcoa ainda utilizava o relatório da terceira geração do GRI (G3). Para a atividade de compras, a empresa solicitava aos seus fornecedores que respondessem um questionário detalhado a respeito de aspectos socioambientais, direitos humanos e saúde financeira, ou seja, um relatório totalmente voltado a sustentabilidade. O indicador relativo a essas informações é descrito no GRI G3 como indicador HR2. Esse indicador diz respeito ao número de empresas contratadas e fornecedores críticos que foram submetidos a avaliações referentes a direitos humanos e as medidas tomadas.

No ano de 2015, a empresa adotou o padrão de relatório G4, porém continuou adotando a mesma prática de gestão de seus fornecedores. Em 2015, a Alcoa registrou 2.338 ativos e 668 contratados, sendo que todos contratos contem clausulas referentes a direitos humanos. Nesse processo, o indicador correspondente é o G4-12, que diz respeito ao perfil organizacional e descrição da cadeia

de fornecedores.

Em relação a MRN a empresa utilizou o GRI G3 no ano de 2013, porém em 2014 e 2015 se atualizou para a quarta geração. Na atividade de compras, a empresa adota uma estratégia para contratar seus fornecedores, esses contratos estratégicos consistem em adotar uma análise diferente, quando a empresa tem contrato acima de R\$ 700 mil por ano, estão sujeitas a critérios como, segurança no trabalho, saúde ocupacional, meio ambiente e relações comunitários, o que faz essa atividade ter relação com o tripé da sustentabilidade nesse relatório, nesse ano o relatório foi divulgado com essas informações, sem indicador.

A empresa continuou nos anos seguintes com o mesmo padrão para contrato de seus fornecedores, porém como mudou o padrão do relatório, os indicadores surgiram. O indicador geral para essa atividade é o G4-12, que diz respeito ao perfil organizacional e descrição da cadeia de fornecedores e o específico foi o G4-EC9 que diz respeito a proporção de gastos com fornecedores locais em unidades operacionais importantes.

Já a Hydro nos três anos consecutivos adotou a mesma prática para gestão de seus fornecedores, utilizando o padrão G4 do GRI. Por se tratar de uma empresa global, a Hydro tem tomado cuidados importantes para prevenir a relação com fornecedores que vão contra as políticas da Hydro, evitando ser exposta negativamente por conta dessas relações.

As informações declaradas pela empresa estão de acordo com o indicador padrão G4-14, que relata como a organização adota a abordagem ou princípio da precaução. Além de incluir o indicador padrão específico G4-EC1 que diz respeito ao valor econômico direto gerado e distribuído. Por fim, o quadro 3 exemplifica a análise individual dos GRI'S em relação à atividade de apoio logístico de compras.

Quadro 3 – Relação Compras

ALCOA		
2013	2014	2015
Para a contratação de fornecedores são considerados critérios como preço, qualidade, durabilidade do produto, pontualidade, entrega, aspectos socioambientais, direitos humanos e saúde financeira. Para identificar esses pontos, a Alcoa solicita de seus fornecedores a resposta a um questionário detalhado.	A Alcoa atua por meio do Programa Compras Sustentáveis, que visa à escolha de fornecedores para além de critérios convencionais; Em 2014, a companhia registrou 2.601 fornecedores ativos e 965 contratos significativos, sendo que 100% deles contêm cláusulas referentes a direitos humanos.	A gestão dos fornecedores utiliza diferentes ferramentas, como: avaliação por questionário, análise de evidências para fornecedores de críticos em sustentabilidade, e medição de desempenho. As respostas e as evidências documentais são analisadas por um auditor interno ou externo; A companhia também acompanha a lista de fornecedores do MTE.

		<p>O descumprimento desses processos pode acarretar a necessidade de adequação, por parte do fornecedor, com prazo e orientação oferecida pela Alcoa, ou em descredenciamento da empresa;</p> <p>O monitoramento ocorre por meio de visitas em alguns fornecedores, para verificação de todas as condições respondidas ao questionário e inspeção das instalações físicas, com registro fotográfico. Com o objetivo de disseminar práticas e orientar sobre a responsabilidade das empresas com os requisitos exigidos, a companhia realiza workshops com fornecedores;</p> <p>Em 2015, a Alcoa registrou 2.338 fornecedores ativos e 668 contratos significativos, sendo que 100% dos contratos contêm cláusulas referentes a direitos humanos.</p>
--	--	--

MINERAÇÃO RIO NORTE

2013	2014	2015
<p>A MRN contrata empresas para fornecimento de materiais e prestação de serviços em atividades de suporte às operações da MRN;</p> <p>Os critérios para seleção dos fornecedores incluem preços, prazos, qualidade do material ou qualificação para prestação do serviço;</p> <p>Além disso, as empresas que possuem contratos estratégicos (acima de R\$700 mil/ano) estão sujeitas a critérios de Segurança no Trabalho, Saúde Ocupacional, Meio Ambiente, Relações Comunitárias;</p> <p>Empresas e contratados devem seguir os Princípios Norteadores, Diretrizes e Código de Ética e Conduta da MRN e devem adotar tais disposições inclusive com terceiros com os quais se relacionem a serviço da mineradora.</p>		

NORSKY HYDRO

2013	2014	2015
<p>Como uma empresa global de alumínio com interesses de mineração e cerca de 13.000 fornecedores, a Hydro está em risco de ser exposta à corrupção e violações dos direitos humanos;</p>		

A abordagem da Hydro é a tolerância zero, e em caso de violações, a nossa política é primeiro corrigir, em seguida, agir de forma transparente para aprender e implementar ações corretivas;

Nosso sistema de atendimento é baseado na prevenção, detecção, comunicação e resposta;

Combate à corrupção e respeito aos direitos humanos são parte integrante de nossas necessidades de fornecedores.

Fonte: Autores (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa Norsky Hydro apresentou o relatório mais complexo, devido a quantidade de informações presente nos GRI's; e entre as três empresas analisadas, foi a única que relatou as três atividades encontradas. Em relação a atividade de transporte, e após a análise individual de cada GRI, essa atividade primária foi observada nos relatórios das empresas Hydro e Mineração Rio do Norte, porém, não houve nenhuma relação dessa atividade registrada no GRI da empresa Alcoa.

Já quando se trata da atividade de armazenagem, somente a empresa Hydro apresentou essa atividade em relação a sustentabilidade no seu relatório, as demais não apresentaram tal relação. E por fim, em relação a atividade de apoio compras foi descrita em todos as três empresas e nos três anos analisados, o que mostra ser de suma importância para essas empresas a relação com os seus fornecedores e como eles se relacionam com a sustentabilidade.

Pode-se sugerir a realização de pesquisas buscando identificar a relação do sistema logísticos com a sustentabilidade na Cadeia Produtiva do Alumínio levando em consideração todo o território brasileiro, pois há a presença de minas no estado de Goiás e Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006;
- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001;
- BOWERSOX, Donald J. et al. Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos. 4. ed. Brasil: Amgh Editora, 2014. 472 p. ISBN 9788580553178.
- CASTIGLIONI, José Antonio de Mattos. Logística Operacional. 3ª ed. Editora Érica, São Paulo, 2013.
- CAXITO, F. Logística: Um enfoque prático. São Paulo: Saraiva, 2011
- GRANT, David B. Gestão de Logística e Cadeia de Suprimentos. 1. ed. Brasil: Saraiva Uni, 2012. ISBN 9788502213678.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. G4 Diretrizes Para Relato de Sustentabilidade. 2013. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3368600/mod_resource/content/1/Brazilian-Portuguese-G4-Part-One.pdf> Acesso em: 20 ago. 2019
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2013: Alcoa. [S. l.], 2014. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/24525/>> Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2013: Mineração Rio do Norte. [S. l.], 2014. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/22512/>> Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2013: Norsky Hydro. [S. l.], 2014. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/20769/>>. Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2014: Alcoa. [S. l.], 2015. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/33713/>> Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2014: Mineração Rio do Norte. [S. l.], 2015. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/47482/>> Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2014: Norsky Hydro. [S. l.], 2015. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/25862/>>. Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2015: Alcoa. [S. l.], 2016. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/47295/>> Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2015: Mineração Rio do Norte. [S. l.], 2016. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/54269/>> Acesso em: 25 set. 2019.
- GRI - EMPOWERING SUSTAINABLE DECISIONS. Annual Report 2015: Norsky Hydro. [S. l.], 2016. Disponível em: <<https://database.globalreporting.org/reports/36560/>> Acesso em: 05 out. 2019.

HYDRO. A Hydro no mundo: Barcarena Albras. [S. l.], 2019. Disponível em:<<https://www.hydro.com/pt-BR/sobre-a-hydro/a-hydro-no-mundo/south-america/brazil/barcarena/albras/>> Acesso em: 23 nov. 2019.

HYDRO. A Hydro no mundo: Barcarena Alunorte. [S. l.], 2019. Disponível em:<<https://www.hydro.com/pt-BR/sobre-a-hydro/a-hydro-no-mundo/south-america/brazil/barcarena/alunorte/>> Acesso em: 23 nov. 2019.

HYDRO. A Hydro no mundo: Paragominas. [S. l.], 2019. Disponível em:< <https://www.hydro.com/pt-BR/sobre-a-hydro/a-hydro-no-mundo/south-america/brazil/paragominas/>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

IBRAM. A indústria da mineração para o desenvolvimento do Brasil e a promoção da qualidade de vida do brasileiro. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005649.pdf>> Acesso em: 18 jun. 2019.

INSTITUTO ETHOS de Empresas e Responsabilidade Social. Práticas empresariais de responsabilidade social: relações entre os princípios do Global Compact e os indicadores Ethos de responsabilidade social. São Paulo: Instituto Ethos, 2003. Disponível em: < https://www.ethos.org.br/wp-content/uploads/2013/07/IndicadoresEthos-Sebrae_2013_PORT.pdf>, Acesso em: 10 junho. 2019.

Klumpp, M. (2018). How to Achieve Supply Chain Sustainability Efficiently? Taming the Triple Bottom Line Split Business Cycle. Sustainability, 10(2), 397. doi:10.3390/su10020397

MINERAÇÃO RIO DO NORTE. Relatório de administração 2018. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.mrn.com.br/paginas/images/Informaes_Financeiras/Relatorio-Administracao_2018-STM.pdf> Acesso em: 23 nov. 2019.

POZO, Hamilton. Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: Uma Abordagem Logística. São Paulo: Atlas, 2010.

ROCHA, et. al. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 12, n.2, p. 294, abr./jun. 2015. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S180920391630081X?token=21848D4F419AC0E149BD470097EBA7C312204BE79C036A1DDEB02B9B9F7DA757640B62EF928C0177DC9116FA8D32E676>>, Acesso em: 13 de jun. 2019.

ANÁLISE DOS PROCESSOS CONEXOS À DRE EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA E SOFTWARE COM VISTAS A SUBSIDIAR A DECISÃO DE AUTOMATIZAÇÃO - CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PARA A GESTÃO DE OPERAÇÕES ENERGÉTICAS SUSTENTÁVEIS

Thainá Ferreira Moreira
Laylla Silva Ramalho de Brito
Dércio Santiago da Silva Júnior

RESUMO

Este projeto surgiu a partir da necessidade de suportar o projeto de automatização da DRE gerencial em uma empresa de engenharia e software. O objetivo do trabalho consiste em mapear os processos de consolidação da DRE a fim de solucionar os problemas identificados que culminaram em propostas de automatização parcial e integral das atividades. Para isso, foi empregue a abordagem da Engenharia de Processos. A construção do projeto contou com as seguintes ferramentas: mapeamento e modelagem dos processos conexos à DRE que permitiram compreender o fluxo de atividades atual e identificação dos problemas, Árvore de Realidade Atual (ARA) para analisar as relações de causa e efeito e determinar as causas-raiz e plano de ação organizado com o 5W2H para planificar a implementação das soluções paliativas e da solução definitiva proposta. Desta maneira, foi possível suportar a decisão gerencial que deve ser tomada para automatização parcial ou integral dos processos conexos a DRE.

Palavras-chave: *Gestão de Processos, DRE, Árvore de Realidade Atual, engenharia de processos.*

INTRODUÇÃO

A "ABC" é uma empresa real, que opera na área de engenharia de software, cuja identidade foi preservada a pedido de sua direção. Do mesmo modo foi preservada a identidade do grupo econômico detentor de parte de suas ações, denominado por "Grupo X". A "ABC" se classifica como uma empresa global de médio porte, que oferece serviços de engenharia e software setorizados em três Unidades de Negócio: Óleo e Gás, Serviços e Metais e Mineração. Sua missão é oferecer soluções de engenharia e tecnologia sob medida para problemas de alta complexidade a seus clientes.

Fundada em 2010 por 8 sócios, em 2015 a ABC teve sua estrutura societária dividida, sendo 50% das ações em posse do Grupo X e os 50% restantes divididos entre os atuais 6 sócios da empresa. O Grupo X e os demais 6 sócios, compõe o Conselho Administrativo atual.

A principal ferramenta de acompanhamento do desempenho dos negócios tem sido uma versão gerencial da ferramenta contábil de demonstração do resultado do exercício (DRE). A DRE representa

o sucesso da empresa utilizando ativos para gerar lucros durante um determinado período. O resultado econômico é composto pelas receitas, custos e despesas realizadas no período analisado. As receitas são geradas a partir dos custos ocorridos com a realização das atividades (DINIZ, 2015). O relatório da DRE gerencial, entretanto, deve ser elaborado antes de completado o ciclo contábil e para isso, a empresa desenvolveu estratégias de coleta e tratamento antecipado de dados. Este desenvolvimento orgânico resultou em processos artesanais, com intensa paralelização e intervenção manual e, por consequência, ineficientes e frágeis.

Neste trabalho nos concentraremos na área de atuação onde o “Projeto DRE” foi idealizado, a unidade de Óleo e Gás. O Projeto DRE consiste na proposta de automatização da DRE.

A ABC é relativamente nova no mercado e, nos últimos 4 anos apresentou um crescimento contínuo no número de projetos vendidos. No entanto, as mudanças estruturais ocorridas ao longo do tempo não foram planejadas, comprometendo a eficiência na utilização dos recursos. Os processos da empresa evoluíram com base na necessidade de concluir as atividades e entregar serviços aos clientes, sem estruturá-los para garantir a eficiência e a eficácia da organização.

Siqueira (2005) corrobora com a ideia de que empresas com processos imaturos atingem seus resultados devido aos esforços heroicos dos indivíduos, que acabam por utilizar abordagens criadas espontaneamente, por conseguinte, prejudicam a qualidade, prazos e custos planejados.

Gestão de processos é uma abordagem sistemática utilizada para realizar análises, melhorias, gestão e controle dos processos que tem o objetivo de melhorar a qualidade de produtos e serviços (Elzinga et al., 1999). Essa abordagem além de promover melhorias, também coordena os fluxos nas atividades dos processos fazendo com que a organização aprenda continuamente a gerir seus processos (SANTOS, 2007). Para Grover e Kettinger (2000) as empresas que se engajarem na gestão de processos devem aplicar múltiplos métodos para coletar informações, resenhar e acessar seus processos e, por se tratar de uma prática interdisciplinar, demandará ações para além e através das especialidades e fronteiras funcionais.

Contudo, a equipe de Project Management Office (PMO) da unidade de Óleo e Gás focalizada para este projeto, tem relatado frequentemente, queixas sobre os processos mecânicos, esses consomem grande parte dos recursos de homem-hora (HH), além de refletir na qualidade das informações consolidadas para os gerentes e o diretor da unidade de negócio em questão. Dentre os processos que concentram o maior acúmulo de atividades manuais encontra-se a planilha da DRE, cujo objetivo maior é refletir os dados de previsão do resultado do exercício e comparar com o realizado para que, a partir deste relatório, as decisões estratégicas sejam tomadas pela alta administração.

Este trabalho se classifica como pesquisa aplicada baseada em pesquisa de campo com abordagem qualitativa e se tenciona a identificar as origens dos problemas da empresa que carecem de ser solucionados, a partir da análise da situação atual da organização, para que seja possível compreender suas atividades e levantar os efeitos indesejáveis que permitirão identificar e compreender as suas causas.

O projeto teve como principal objetivo analisar os processos envolvidos na consolidação da DRE a fim de suportar a decisão gerencial sobre sua automatização integral ou parcial pelo desenvolvimento de um sistema informatizado.

O projeto foi dividido em quatro etapas: mapeamento do macroprocesso de consolidação da DRE,

análise crítica destes processos identificação e priorização das causas-raiz dos problemas encontrados ao longo do macroprocesso e análise das alternativas de solução que minimizem a ocorrência de erros na consolidação de dados.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica para o desenvolvimento deste projeto foi a Engenharia de Processos, que possibilitou o melhor entendimento do funcionamento de uma parte da organização, assim como, racionalizar o fluxo de informações.

De acordo com Santos (2002), a Engenharia de processos segue as quatro etapas: (1) Preparação; (2) Desenvolvimento; (3) Implantação e; (4) Implementação.

A Preparação, consiste na definição dos objetivos do projeto, definição de um macroprocesso preliminar para servir como referencial, das pessoas responsáveis por validar as informações apresentadas e o cronograma. O Desenvolvimento, etapa da descrição dos processos, identificação de problemas, análise e proposta de melhorias. Na etapa de Implantação realiza-se o planejamento para implementar as soluções sugeridas, além de realizar treinamentos, comunicação e suporte necessários para viabilizar a implementação. A Implementação consiste na execução, acompanhamento e controle através de indicadores de desempenho, além de avaliação e melhoria contínua. Entretanto, esta última não será realizada no decorrer deste projeto, devido à restrição do horizonte de tempo.

Na segunda etapa (Desenvolvimento), o software ARPO, desenvolvido pela Klug Solutions, foi utilizado para o mapeamento dos processos, a fim de explicitar a sequência de atividades realizadas na atualização da DRE. O levantamento de processos foi feito combinação das técnicas específicas com a experiência da autora, que trabalha neste segmento da empresa, associado a entrevistas não estruturadas com as pessoas responsáveis pelas atividades descritas. Desta forma, a validação dos processos ocorreu concomitantemente ao levantamento das atividades.

A *Architecture of Integrated Information Systems* (Aris) foi a notação adotada para mapear os processos entorno da DRE por permitir uma visão dos processos centrada no cliente. Para representar o macroprocesso das atividades da DRE, optou-se pelo nível Value-Added Chain (VAC) e para os microprocessos dentro de cada VAC, utilizou-se a notação *Extended Event-driven Process Chain* (eEPC), que descreve eventos desencadeantes ou resultantes de uma etapa do processo e integra o fluxo detalhado de processos em EPC com o diagrama *Function Allocation Diagram* (FAD) e pode ser utilizado para modelagem, análise e desenho de processos de negócio (ABPMP, 2013). À medida em que o mapeamento avançava, a autora foi identificando as dificuldades enfrentadas pelos responsáveis de cada atividade. Assim, foi possível iniciar um levantamento dos problemas entorno dos processos atuais.

RESULTADOS

Modelagem dos processos atuais

A contabilidade gerencial parte das informações contábeis financeiras e foca em analisar e detalhar os dados. É necessária para as tomadas de decisão, tem foco em todos os componentes internos da

organização, fornece informações contábeis para planejamento e controle e avaliação de desempenho. O principal objetivo é atender as necessidades de informações de todos os níveis hierárquicos da organização (PADOVEZE, 2012).

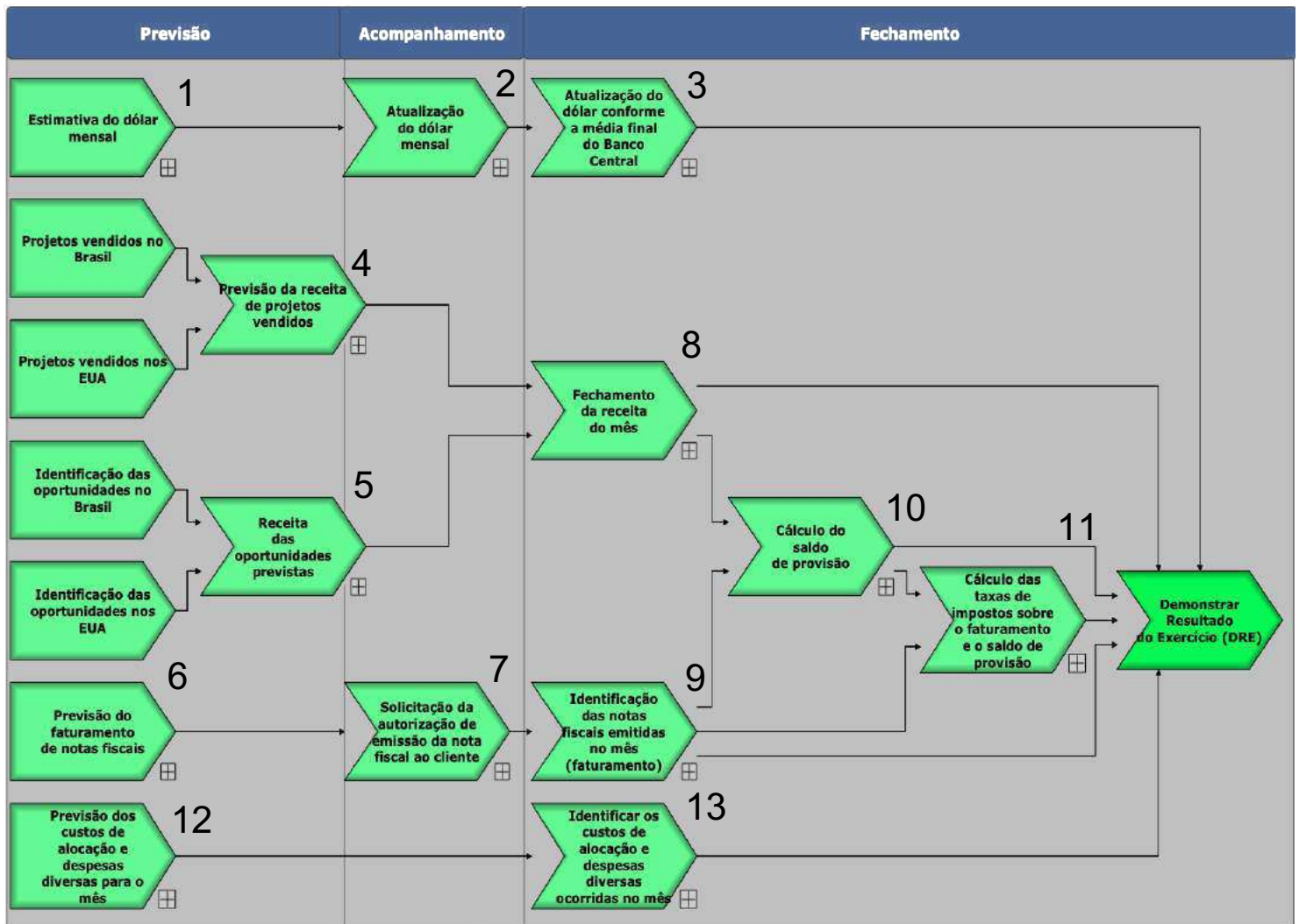
Ao analisarmos os processos, é imprescindível considerar o fato de se tratar de uma DRE gerencial, que tem por finalidade analisar a performance dos projetos para auxiliar a tomada de decisões. Portanto, justifica-se o fato de o processo lidar com números estimados, muitas vezes distantes do número que será posteriormente apurado na contabilidade.

O macroprocesso da Figura 1 mostra o fluxo das informações ao longo de um mês e a Figura 2 explica os microprocessos, que se encontram detalhados nos anexos. No início do mês é realizada uma previsão do dólar para possibilitar converter os valores de receita, faturamento e custos para uma única moeda (Real). Realiza-se a previsão de receita, que nesta empresa representa o avanço físico das atividades do projeto no mês. É realizada também a previsão do faturamento, cujo valor contabiliza as notas fiscais emitidas no mês.

Os projetos no “funil” de vendas são contabilizados na previsão, uma vez que, a empresa realiza 3 fases principais de vendas: discussão, proposta e prospecção. A receita referente aos projetos em qualquer uma das fases deve ser contabilizada na previsão, pois após a conclusão da venda, esse valor se tornará receita do projeto.

Ao final do mês, a DRE é atualizada com os valores efetivamente realizados e apresentados no resultado oficial da empresa. Será possível perceber ao longo do trabalho que por se tratar de processos manuais e interdependentes, os valores que aparecem no resultado da empresa são passíveis de erro, o que compromete as análises baseadas nesses números.

Figura 1 – Macroprocesso de atualização da DRE



Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

Figura 2 – Descrição dos microprocessos

Processos	Descrição
1, 2 e 3	A cotação do dólar é um importante elemento na planilha da DRE, pois se tratando de uma empresa com filial no Estados Unidos, é de se esperar que os projetos vendidos no exterior tenham custos em dólar. Desta maneira, tem-se uma linha que apresenta a cotação estimada para o mês com base no site do Banco Central, para que seja possível mensurar o aumento ou decréscimo da receita proveniente dos Estado Unidos. Conforme apresentado nos anexos I ao III, ao final do mês o valor oficial corresponde à média mensal calculada através do Banco Central
4	No anexo IV, inicia-se o processo de previsão da receita mensal, o valor é estimado pelo coordenador ou gerente do projeto e atualizado no Salix, em paralelo, as informações atualizadas são carregadas automaticamente para um banco de dados no <i>Power BI</i> onde é possível extrair uma tabela dinâmica que é atualizada em tempo real dentro da planilha da DRE.
5	No anexo V, é possível visualizar no mapa do processo a atualização dos valores que podem se tomar receitas vindas das oportunidades que estão nas fases de venda. As informações do comercial são imputadas no OP18, que fica situado no <i>Sharepoint</i> e carregam os dados automaticamente para o <i>Power BI</i> . Sendo assim, o comercial se responsabiliza por atualizar as possíveis datas de fechamento da venda para que a receita seja contabilizada no mês de início dos novos projetos.
6 e 7	No anexo VI, o faturamento é previsto pelo coordenador ou gerente dos projetos e inserido no Salix, em seguida, um relatório consolidado com as previsões é enviado para a Controladoria com a finalidade de guardar um histórico da previsão inicial e posteriormente, comparar com o realizado no fim do mês. Antes de iniciarem as emissões de notas fiscais, os gerentes solicitam autorização de emissão ao cliente, para que o valor a ser emitido seja previamente acordado como mostra o processo do anexo VII. Em caso de pedido negado, o gerente renegocia um novo valor de emissão até que o cliente concorde.
8	No anexo VIII, inicia-se o processo de fechamento da receita realizada. Primeiramente, o comercial atualiza novamente as datas de fechamento de venda dos projetos, pois aqueles que não fecharam de fato passarão para os meses seguintes, em seguida, é calculada a receita do projeto com base no avanço físico, levando em consideração as atividades realizadas no mês.
9	No anexo IX, o processo de solicitação de emissão das notas fiscais ocorre de forma semiautomatizada no escritório do Brasil através de um ambiente chamado P45 localizado no <i>Microsoft Sharepoint</i> que gera um e-mail automático para a Controladoria emitir a nota. Entretanto, para os projetos do exterior, é necessário solicitar a emissão de forma manual, pois a controladoria do escritório no Estados Unidos não está cadastrada no e-mail automático gerado pelo P45.
10	No anexo X, é iniciado o processo de cálculo do saldo de provisão da receita após a conclusão do processo de emissão das notas fiscais e consolidação das receitas vindas da EAP. Sendo assim, o Grupo X lança o saldo de provisão e o faturamento como mostrado na equação (1) para que o resultado seja o total da receita no mês.
11	No anexo XI, ocorrem dois processos em paralelo para cálculo das taxas de impostos. Este cálculo é realizado em Excel em ambos os processos e por pessoas diferentes, em seguida são consolidados e lançados no SAP.
12	No anexo XII, os custos são previstos no início do mês pelo gerente ou coordenador do projeto e enviados para que o PMO insira a porcentagem prevista de alocações no Salix. Em seguida, o custo correspondente dessas porcentagens em cada projeto é somado e atualizado na DRE.
13	No anexo XIII, as alocações reais são lançadas no Salix e logo após consolidadas na planilha de custos de mão de obra que traduz as porcentagens das alocações em custo por pessoa. Através das informações de custos MDO o setor de Suprimentos realiza o rateio das demais despesas dos projetos e envia para o Grupo X lançar no SAP. Por fim, a DRE é atualizada com os valores lançados no SAP e a equipe de PMO analisa os custos.

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

A receita é calculada conforme o avanço físico do projeto e evidenciada no documento EAP (Estrutura Analítica do Projeto), sendo assim, conforme o processo detalhado nos anexos VIII e IX, passa por diversas pessoas até chegar à planilha da DRE. O fato de o documento ser feito manualmente em uma

planilha, o expõe a erros humanos que podem ser carregados ao longo de todo o processo. Notou-se que a receita, calculada em uma planilha eletrônica, é copiada para a plataforma desenvolvida internamente para gerenciamento de projetos chamada Salix. Este valor, é posteriormente, replicado no ERP SAP. Os três ambientes: planilha, Salix e SAP apresentam pouca interface entre si e, por isso, são alimentados separadamente.

Os processos de receita e faturamento caminham em paralelo, pois eles compõem o saldo de provisão, valor de suma importância no resultado da empresa. A receita é o valor planejado para o mês na linha de base do projeto. O faturamento é o valor efetivamente pago no mês pelo cliente, representado pelas notas fiscais emitidas. O saldo de provisão é composto pela provisão de receita e o faturamento. Todo mês provisiona-se a receita referente ao custo efetivo do projeto. Entretanto, contabiliza-se também o faturamento proveniente da emissão de notas fiscais, cujo valor não é numericamente igual ao valor da receita mensal. Por isso, cria-se um saldo de provisão, calculado conforme a equação abaixo:

$$\begin{aligned} \text{saldo de provisão do mês atual} &= (\text{receita} - \text{faturamento}) + \\ &+ \text{saldo de provisão do mês anterior} \end{aligned} \quad (1)$$

É possível que o saldo de provisão seja negativo ou positivo ao longo do período, pois alguns clientes negociam, no momento da compra, o pagamento a cada bimestre ou trimestre, isto pode fazer com que o projeto tenha um faturamento maior que a receita em determinados momentos. Ao final do projeto, contudo, o saldo de provisão zera e o faturamento total é igual a receita total.

Um dos principais KPIs (*Key Performance Indicator*) da empresa é a margem de venda. Seu valor é apurado pela receita líquida, obtida depois de calculados os impostos sobre a receita bruta. Esse KPI é calculado na DRE e possui grande influência nas decisões gerenciais. Desta maneira, é possível idealizar que qualquer erro nos valores de receita bruta, impostos que são deduzidos para cálculo da receita líquida ou no cálculo dos custos refletirá em erros na margem de venda. Abaixo, a equação (2) apresenta o cálculo da margem da venda:

$$\text{Margem de venda} = 1 - \frac{(\text{custos})}{(\text{Receita líquida})} \quad (2)$$

A receita, no resultado oficial, constitui a soma do faturamento com o saldo de provisão, o que implica em calcular o imposto de ambos os valores para obter o imposto final sobre a receita. Assim, o cálculo do imposto, que depende de muitos processos anteriores, tem sofrido o maior número de erros acumulados, afetando o resultado oficial. Apesar dos erros serem corrigidos quando são detectados, essa rotina de realizar mensalmente os acertos no imposto fez com que em nenhum mês do ano estudado tenhamos observado o resultado correto e assim as análises mensais ficaram prejudicadas.

Identificação dos problemas

Causas e problemas foram identificados ao longo da modelagem dos processos e validados junto às pessoas que atuavam sobre cada atividade. Os três principais impactos identificados foram

classificados em um problema primário e dois problemas secundários. Note-se que estes são causas imediatas do problema primário e simultaneamente problemas resultantes das demais causas. Seguem os problemas identificados:

1) Problema primário:

a) Pouca segurança na análise dos dados utilizados na tomada de decisão

2) Problemas secundários:

b) Gasto excessivo de HH com atividade mecânica

c) Possibilidade de erro dos dados digitados

Pelo exposto se percebe que os dados utilizados na tomada de decisão, além de exigir retrabalho para corrigir erros introduzidos na DRE, são frágeis, podendo resultar nas seguintes situações adversas

- Situação 1: Investimento equivocado em esforços comerciais para determinado segmento de mercado
- Situação 2: Apresentação de dados incorretos nas reuniões do Conselho Administrativo
- Situação 3: Suspensão desacertada das contratações
- Situação 4: Desmotivação dos funcionários após divulgação dos resultados da empresa provocando perda de produtividade

Desta maneira, é possível calcular o custo do problema primário a partir da equação 3:

$$\sum_{i=1}^4 K \times \text{custo de ocorrência da situação } i \quad (3)$$

onde K representa a frequência em que uma das situações previstas ocorrem no mês.

Assim, a partir da observação dos problemas relatados, análise dos processos e utilização dos 5 porquês foi possível identificar a cadeia de relação de causas e efeitos, determinando as possíveis causas para cada um desses problemas.

Determinação das causas-raiz

Foram contabilizadas um total de 26 causas (ver figura 2) para os problemas específicos identificados, em seguida, conectados de forma lógica através da relação de causa e efeito culminando na Árvore de Realidade Atual (ARA).

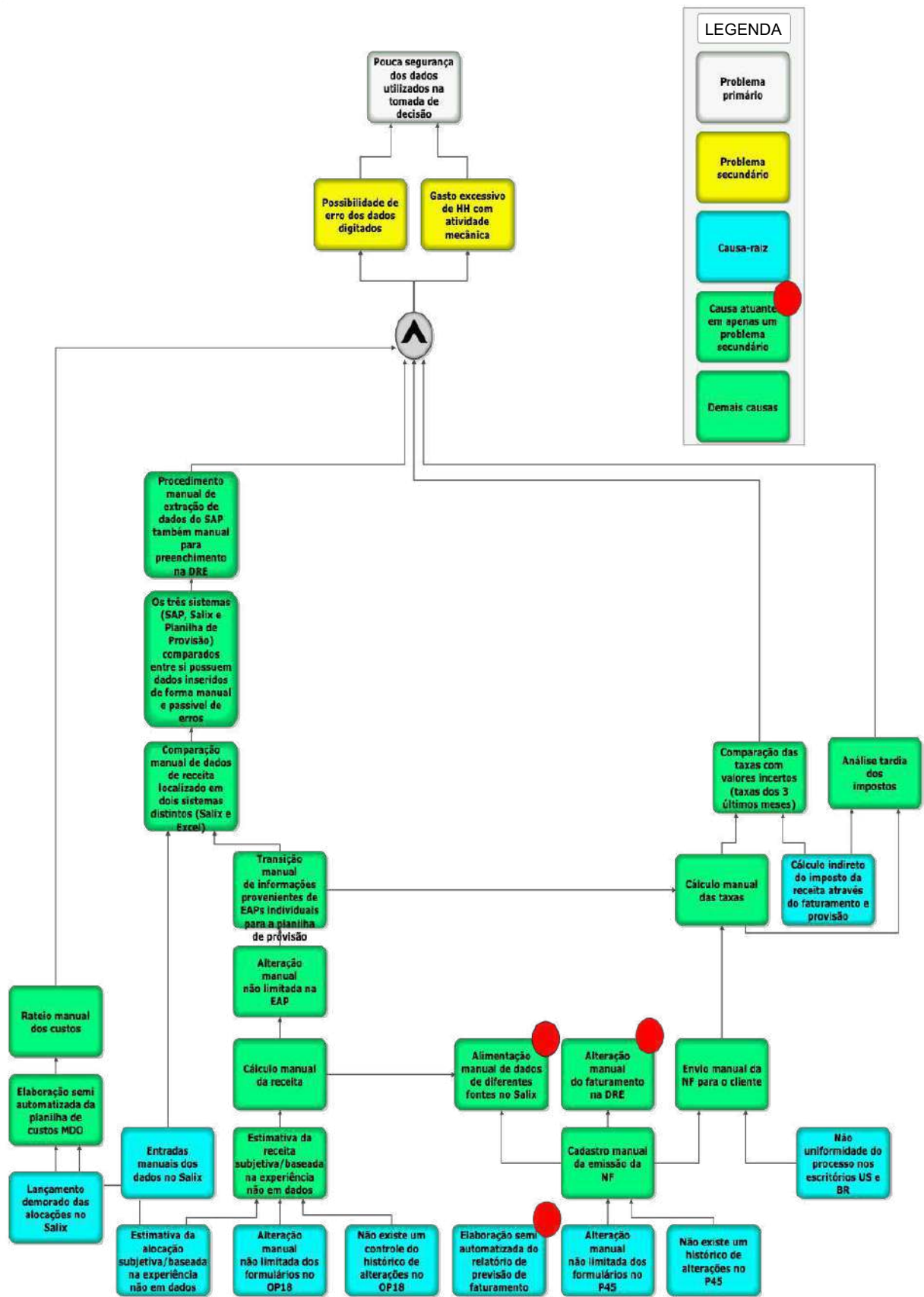
Figura 2 – Causas identificadas

Causas identificadas	
1	Entradas manuais dos dados no Salix
2	Lançamento demorado das alocações no Salix
3	Alteração manual não limitada dos formulários no OP18
4	Não existe um histórico de alterações no OP18
5	Elaboração semi automatizada do relatório de previsão de faturamento
6	Alteração manual não limitada dos formulários no P45
7	Não existe um histórico de alterações no P45
8	Não uniformidade do processo nos escritórios US e BR
9	Cálculo indireto do imposto da receita através do faturamento e provisão
10	Estimativa da alocação subjetiva/baseada na experiência e não em dados
11	Procedimento manual de extração de dados do SAP também manual para preenchimento na DRE
12	Os três sistemas (SAP, Salix, planilha de provisão) comparados entre si possuem dados inseridos de forma manual e passível de erros
13	Comparação manual de dados de receita localizados em dois sistemas distintos (Salix e Excel)
14	Transição manual de informações provenientes de EAPs individuais para a planilha de provisão
15	Alteração manual não limitada na EAP
16	Cálculo manual da receita
17	Estimativa da receita subjetiva/baseada na experiência e não em dados
18	Rateio manual dos custos
19	Elaboração semi automatizada da planilha de custos MDO
20	Alimentação manual dos dados de diferentes fontes no Salix
21	Alteração manual do faturamento na DRE
22	Cadastro manual da emissão da NF
23	Envio manual da NF para o cliente
24	Cálculo manual das taxas
25	Análise tardia dos impostos
26	Comparação das taxas com valores incertos (taxas dos últimos 3 meses)

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

Encontram-se representadas na figura 3 a seguir, as relações lógicas das causas com os problemas secundários e conseqüentemente, com o problema primário.

Figura 3 – Árvore de Realidade Atual



Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

Observa-se que após a construção da ARA, foram identificadas 10 causas-raiz que impactam direta ou indiretamente nos problemas secundários e que, consecutivamente, afetam o problema primário. A figura 4 abaixo mostra a relação entre as caixas azuis e amarelas representadas na ARA. Além disso,

foi quantificado o número de causas decorrentes para cada causa-raiz, ou seja, o número de caixas verdes que são impactadas pela caixa azul expressa.

Figura 4 – Impacto das causas-raiz nos problemas específicos

Causa-raiz	Causas decorrentes	Problema impactado
Entradas manuais dos dados no Salix	3	Gasto excessivo de HH com atividade manual Possibilidade de erro dos dados digitados
Lançamento demorado das alocações no Salix	2	Gasto excessivo de HH com atividade manual
Alteração manual não limitada dos formulários no OP18	10	Possibilidade de erro dos dados digitados
Não existe um histórico de alterações no OP18	10	Possibilidade de erro dos dados digitados
Elaboração semi automatizada do relatório de previsão de faturamento	0	Possibilidade de erro dos dados digitados
Alteração manual não limitada dos formulários no P45	6	Possibilidade de erro dos dados digitados
Não existe um histórico de alterações no P45	6	Possibilidade de erro dos dados digitados
Não uniformidade do processo nos escritórios US e BR	3	Gasto excessivo de HH com atividade manual
Cálculo indireto do imposto da receita através do faturamento e provisão	2	Gasto excessivo de HH com atividade manual Possibilidade de erro dos dados digitados
Estimativa da alocação subjetiva/baseada na experiência e não em dados	12	Possibilidade de erro dos dados digitados

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

Ao analisar o número de causas subsequentes às 10 causas-raiz, nota-se que 40% afetam o gasto excessivo de HH com atividade mecânica enquanto 80% impactam no problema da possibilidade de erro dos dados digitados. Sendo assim, este problema será considerado como o problema mais frequente neste trabalho. Ressalta-se que os percentuais citados foram calculados considerando a quantidade de causas que afetam direta ou indiretamente os problemas secundários. Desta forma, foi realizada a divisão da soma de causas decorrentes por determinado problema secundário pelo total de causas listadas na figura 4.

A partir das causas-raiz determinadas, foram elaborados critérios baseados nas percepções da autora conforme as entrevistas não estruturadas e no principal KPI da empresa para realizar a priorização das causas a serem solucionadas, a fim de mostrar as soluções que terão maior impacto positivo na consolidação da DRE e na empresa. Os critérios definidos estão representados na figura 5.

Figura 5 – Critérios de priorização das causas-raiz

Critério	Peso	Justificativa	Parâmetros
Impacto na margem	3	A margem de venda é um dos principais KPIs utilizados para tomada de decisões gerenciais, portanto todo erro que afete o % de margem afetará as decisões tomadas	(1) Baixo - até 0,9%; (2) Médio - entre 1% e 2%; (3) Alto - acima de 2%
Frequência de erros em 2020	2	Os erros impactam na confiabilidade dos dados consolidados, portanto qualquer ação tomada para minimizá-los será capaz de trazer mais segurança aos gestores na tomada de decisão	(1) Baixo - até 2 vezes; (2) Médio - entre 3 e 5 vezes; (3) Alto - acima de 6 vezes
Incidência sobre o problema mais frequente	1	O problema mais frequente afeta 80% das causas-raiz, portanto as soluções previstas para ele terão uma representatividade maior	(1) Sim ou (0) Não

Fonte: Adaptado de Silva (2020).

A figura 6, a seguir, mostra a ordem de prioridade para resolução das causas-raiz, calculada a partir da soma da pontuação dada pela autora e validada com os colaboradores envolvidos no processo, ponderada pelos pesos da figura 5.

Figura 6 – Matriz de priorização das causas-raiz

Causas-raiz	Critérios			Grau de prioridade	Ordem de priorização
	Impacto na margem	Frequência de erros no ano de 2020	Incidência sobre o problema mais frequente		
Pesos dos critérios	3	2	1		
Cálculo indireto do imposto da receita através do faturamento e provisão	3	3	1	16	1 ^o
Estimativa da alocação subjetiva/basada na experiência e não em dados	2	3	1	13	2 ^o
Entradas manuais dos dados no Salix	1	3	1	10	3 ^o
Alteração manual não limitada dos formulários no OP18	2	1	1	9	4 ^o
Alteração manual não limitada dos formulários no P45	2	1	1	9	4 ^o
Lançamento demorado das alocações no Salix	1	1	0	5	5 ^o
Elaboração semi automatizada do relatório de previsão de faturamento	0	1	1	3	6 ^o
Não existe um histórico de alterações no OP18	0	1	1	3	6 ^o
Não existe um histórico de alterações no P45	0	1	1	3	6 ^o
Não uniformidade do processo nos escritórios US e BR	0	1	0	2	7 ^o

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

A figura 6 evidencia que o cálculo indireto do imposto de receita através do faturamento e provisão deve ser prioridade no plano de ações a ser elaborado. Apesar disto, foram analisadas soluções para todos os problemas-kerne, deixando evidente que, mesmo tendo viabilidades diferentes, todos os problemas possuem pelo menos uma solução.

Descrição das causas-raiz e suas respectivas soluções

As descrições das causas-raiz nas figuras 7 e 8, bem como o detalhamento de possíveis soluções, são apresentados em ordem de prioridade. Ressalta-se que para cada causa, foram expostas soluções compostas que, juntas, serão capazes de solucionar a causa descrita. Também foram propostas soluções alternativas cujas implementações deverão ser avaliadas pelos níveis gerenciais adequados.

Figura 7 – Descrição das causas-raiz 1 a 4

Causa-raiz	Descrição
1 Cálculo indireto do imposto da receita através do faturamento e provisão	Foi mostrado no processo no Anexo XI que o imposto é calculado através do faturamento e do saldo de provisão para que o resultado seja equivalente ao imposto calculado sobre a receita. Este processo demanda esforços mecânicos de consolidação dos dados para garantir que as informações não sejam perdidas ao longo do mês. Contudo, em decorrência da pouca estruturação no processo de implementação do sistema de banco de dados, a receita não tem sido registrada no SAP. Portanto, é sugerido que as receitas sejam incorporadas ao SAP com os valores passados, além de inserir o processo de gravação recorrente para os meses seguintes. Desta maneira, será possível garantir que o processo de cálculo do imposto seja realizado diretamente sobre o valor da receita. Além da gravação da receita no SAP, foi pesquisado e testado pela autora a possibilidade de utilizar o <i>Microsoft Power Query</i> , recurso que permite unir automaticamente informações de inúmeras planilhas em uma só. Desta forma, é possível automatizar a atividade mecânica de consolidação das informações de receita vindas da EAP mostrada no Anexo VIII.
2 Estimativa da alocação subjetiva/baseada na experiência e não em dados	A alocação das equipes em projetos é baseada em números estimados pelos gerentes de projeto e indicam, em porcentagem, as horas que cada funcionário foi requisitado para trabalhar no projeto em que gerencia. Na empresa ABC, está em desenvolvimento um novo software para gerenciamento de projetos chamado Xtudo que substituirá o Salix e suprirá as demais demandas que ele não cumpre. Atualmente, uma ferramenta para contabilização de horas que fará parte do software já foi parcialmente desenvolvida e está disponível para ser testada. A nova ferramenta de contagem de horas permite que cada funcionário contabilize suas horas diárias distribuídas nos projetos trabalhados. Entretanto, ainda é necessário que a ferramenta seja melhorada para que os gerentes possam aprovar as horas alocadas em seus projetos. Além disso, é necessário que uma opção de extração dos dados seja incluída para que PMO Corporativo possa fazer o “depara” de horas e custos dos funcionários para que posteriormente o Grupo X lance estes custos consolidados no SAP e os valores sejam inseridos na DRE.
3 Entradas manuais dos dados no Salix	O Salix recebe mensalmente um volume grande de dados, principalmente de receita e faturamento, que são inseridos um a um manualmente tornando grande a possibilidade de erro dos dados digitados, além do gasto excessivo de HH. Para que os dados sejam carregados, uma solução paliativa seria programar uma opção de upload de planilhas de dados para alimentar automaticamente as informações no Salix. O software de gestão de projetos que está em desenvolvimento será capaz de solucionar esta causa-raiz em definitivo, contudo ele possui um longo prazo para ser finalizado e posteriormente implementado. Portanto, a tomada de decisão para esta causa deverá ser acordada entre as gerências da empresa e aprovada pelo CEO.
4 Alteração manual não limitada dos formulários no OP18	O processo de vendas da área comercial é realizado dentro de uma plataforma da Microsoft chamada Sharepoint, que permite criar sites interno e colaborativos em nuvem. O OP18 é um dos sites criados para cadastrar todas as informações de oportunidades dos projetos sendo prospectadas pelo comercial, assim como os projetos que já foram vendidos. Entretanto, o cadastro e as alterações na plataforma são manuais e não limitadas, permitindo com que todos os funcionários com acesso ao OP18 possam inserir, alterar e deletar qualquer informação nele. Apesar de ser necessária uma aprovação para ter acesso ao OP18, os funcionários que migram de área dentro da empresa continuam tendo acesso, pois não existe um processo de fiscalização dos acessos atuais. Portanto, é sugerido que a curto prazo seja criado um processo de atualização mensal dos funcionários que possuem acesso ao OP18. Essa atualização poderá ser feita através das informações de movimentação de área dos funcionários vindas da área de Gente e Gestão, responsável por acompanhar e controlar as movimentações de pessoas na empresa. Contudo, a solução definitiva para esta causa poderá ser desenvolvida dentro do Xtudo com a criação de uma ferramenta que abarcar todo o processo comercial de venda dos projetos.

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

Figura 8 – Descrição das causas-raiz 5 a 10

Causa-raiz	Descrição
5 Alteração manual não limitada dos formulários no P45	<p>Conforme ilustrado no Anexo IX, o processo de solicitação das notas fiscais ocorre no P45, que é mais uma plataforma localizada no Sharepoint da empresa. Assim como abordado na causa-raiz 4, a solução paliativa para essa causa deverá ser feita através de um novo processo de atualização dos acessos ao P45 com o controle mensal de movimentações internas fornecido pela área de Gente e Gestão. Além disso, é sugerido que todo o processo de emissão das notas fiscais passe a ocorrer dentro do P45, para que não seja necessário replicar os dados da plataforma na planilha de faturamento e no Salix. Contudo, a solução definitiva para esta causa poderá ser desenvolvida dentro do Xtudo com a criação de uma ferramenta completa de emissão e controle das notas fiscais.</p>
6 Lançamento demorado das alocações no Salix	<p>Conforme evidenciado no processo do Anexo XIII, as horas de cada funcionário da empresa são lançadas em formato de porcentagem e distribuídas por projetos no Salix. No entanto, a ferramenta não se desenvolve bem com esse volume de dados inserido manualmente e leva cerca de 5 segundos para carregar cada porcentagem inserida. Apesar do volume de dados inserido ser dividido entre toda a equipe de PMO, é perceptível o gasto excessivo de HH com essa atividade. A proposta de solução paliativa sugerida na causa-raiz 3 para programar a opção de upload de dados em massa no Salix poderá também solucionar essa causa. Contudo, a solução definitiva será provida pela sugestão da causa-raiz 2, que descreve o desenvolvimento atual do Xtudo que terá uma ferramenta completa de apontamento de horas.</p>
7 Elaboração semi automatizada do relatório de previsão de faturamento	<p>O relatório de previsão de faturamento entrega para o CEO os valores de faturamento previstos no mês para cada projeto da unidade de negócio. Embora uma parte desse relatório receba dados automáticos do Salix, os gráficos contidos nele são atualizados manualmente, acarretando o aumento da possibilidade de erro nos dados digitados. A solução paliativa para essa causa-raiz, será a utilização do VBA (Visual Basic for Applications), recurso de programação do Excel, para consolidar os dados e a migração dos gráficos para o Microsoft Power BI, recurso que possibilitará uma melhor visualização e atualização em tempo real dos dados.</p>
8 Não existe um histórico de alterações no OP18	<p>O <i>Sharepoint</i> registra notificações de alterações nos dados, mas essas informações além de serem pouco visuais na plataforma, não atendem à necessidade de registrar as variações de receitas provenientes das vendas ao longo do mês. Desta forma, a solução paliativa para este processo será utilizar o VBA para criar um banco de dados semanal do OP18, onde um arquivo novo será criado automaticamente toda semana com os dados do momento em que foi consolidado. Um histórico que permita acompanhar as alterações no OP18 poderá facilitar o acompanhamento das vendas ao longo do mês, para que a tomada de decisão sobre novos investimentos tenha maior subsídio. Contudo, a solução definitiva se dará com uma ferramenta que compreenda todo o processo comercial de venda dos projetos inclusa no Xtudo citada na causa-raiz 4. Desta maneira, a nova ferramenta deverá ser capaz de guardar um histórico mais visual de alterações e acompanhamento das vendas realizadas.</p>
9 Não existe um histórico de alterações no P45	<p>Conforme explicado na causa-raiz 8, o <i>Sharepoint</i> possui um histórico de alterações de difícil visualização. Desta maneira, a mesma solução de curto prazo se aplica a esta causa, pois será possível criar automaticamente um banco de dados que representa o histórico do P45. Entretanto, essa causa poderá ser solucionada em definitivo conforme citado na causa-raiz 5 em que foi sugerido o desenvolvimento de uma ferramenta completa para emissão e acompanhamento das notas fiscais dentro do Xtudo. Desta maneira, o novo software de gerenciamento de projetos em desenvolvimento deverá ser capaz de atender as demandas de faturamento, pois fazem parte da rotina dos projetos.</p>
10 Não uniformidade do processo nos escritórios US e BR	<p>Como foi mostrado no Anexo IX, o processo de liberação das notas fiscais para o escritório do Brasil ocorre dentro do P45, gerando um e-mail automático para a controladoria local responsável pela emissão. No entanto, as solicitações para o escritório dos Estados Unidos são realizadas manualmente via e-mail, pois a automatização do P45 não inclui uma condicional para redirecionar a solicitação à controladoria localizada nos Estados Unidos. Para solucionar esta causa, será necessário editar o fluxo automático gerado pelo P45 incluindo um campo para selecionar o escritório que deve receber a solicitação e condicionar o e-mail automático para a controladoria correspondente conforme o campo preenchido.</p>

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020)

Plano de ação

Foi organizado, na figura 9, uma lista com as soluções identificadas e, em seguida, dispõe-se o plano de ação para as soluções paliativas agregando as soluções em comum e o plano de ação da solução definitiva. Além disso, foi realizado um levantamento de situações com a finalidade de construir uma equação que represente o custo do problema primário exibido no item 3.2. A partir disso, foi possível realizar a comparação do custo de manter o problema com o custo das soluções paliativas ou definitiva para tomada de decisão.

Figura 9 – Lista de soluções identificadas

	Causas-raiz	Soluções Paliativas	Soluções Definitivas
1	Cálculo indireto do imposto da receita através do faturamento e provisão	Gravar as receitas no SAP Utilizar o Power Query para automatizar a consolidação de	
2	Estimativa da alocação subjetiva/baseada na experiência e não em dados	Não foi identificada solução paliativa para esta causa	
3	Entradas manuais dos dados no Salix	Desenvolver opção de upload no Salix	
4	Alteração manual não limitada dos formulários no OP18	Nova rotina de atualização dos acessos	
5	Alteração manual não limitada dos formulários no P45	Nova rotina de atualização dos acessos Mover todo o processo de faturamento para o P45	Desenvolver ferramentas dentro do software de gestão de projetos em andamento (Xtudo)
6	Lançamento demorado das alocações no Salix	Desenvolver opção de upload no Salix	
7	Elaboração semi automatizada do relatório de previsão de faturamento	Consolidar os dados com VBA Utilização do Power BI para automatizar os gráficos	
8	Não existe um histórico de alterações no OP18	Utilização do VBA para criar históricos em bancos de dados	
9	Não existe um histórico de alterações no P45	Utilização do VBA para criar históricos em bancos de dados	
10	Não uniformidade do processo nos escritórios US e BR	Editar fluxo automático do P45	

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

O plano de ação baseia-se na técnica do 5W2H para responder às perguntas essenciais para a implementação das soluções propostas. Ressalta-se que, pela ausência de dados específicos, os custos foram dimensionados através de equações que relacionam uma constante T ($T > 0$) representando as horas necessárias para realização da atividade multiplicadas pelo custo de HH da função definida para executar a ação.

Figura 10 – Plano de ação 1

Causa-raiz	Cálculo indireto do imposto da receita através do faturamento e provisão	
Solução	Gravar as receitas no SAP	Utilizar o Power Query para automatizar a consolidação de planilhas
O que (what)?	Criar um processo de gravação das receitas no SAP	Treinar a pessoa responsável pela consolidação para utilizar a ferramenta
Por que (why)?	A ausência da informação de receita no SAP, acarreta no cálculo do imposto indireto para que o resultado seja equivalente ao imposto direto sobre a receita	A automação da consolidação de planilhas reduzirá a possibilidade de erro dos dados digitados
Onde (where)?	A gravação de receita deverá ser feita no SAP	A consolidação deve ocorrer na planilha de provisão acumulada com a utilização do Power Query
Quando (when)?	O histórico deverá ser gravado em até 3 meses e as novas receitas gravadas mensalmente	O treinamento e início da aplicação da ferramenta deverá ser realizada em até 2 meses
Quem (who)?	A gravação de receita deverá ser feita com um recurso da equipe de PMO Corporativo e um recurso da Controladoria do Grupo X	A utilização do Power Query deverá ser feita por um recurso da equipe de PMO Corporativo
Como (how)?	O histórico de receitas desde a implantação do SAP na empresa deve ser gravado e posteriormente as novas receitas deverão ser gravadas todo mês	Um treinamento online será comprado para que a pessoa seja capaz de utilizar a ferramenta
Quanto vai custar (how much)?	T x (HH do PMO Corporativo + HH do Controlador do Grupo X)	T x HH do PMO Corporativo

Fonte: Adaptado de (MOREIRA, 2020).

CONCLUSÃO

Este trabalho surgiu a partir da iniciativa de automação da DRE gerencial utilizada pela ABC para fundamentar a tomada de decisões relativas aos seus projetos. Para garantir o sucesso desse projeto foi necessário mapear os processos conexos à consolidação da DRE, antecipando problemas estruturais que pudessem contaminar o sistema informatizado a ser desenvolvido.

O aumento constante do número de projetos vendidos permitiu que fossem levantados dados para fundamentar as escolhas estruturantes, tendo sido desenvolvido, ao longo desse trabalho, o seguinte: levantamento dos problemas através do mapeamento de processos e uso dos cinco porquês, identificação das causas-raiz, através da ARA, estabelecendo uma relação de causa e efeito entre os problemas secundários e as causas observadas, criação de critérios e parametrização de cada um deles para determinar uma ordem de priorização para solucionar as 10 causas-raiz encontradas, proposição de soluções estruturadas a partir do 5W2H e comparação entre as soluções propostas para subsidiar a decisão de automatização do conselho administrativo.

Retomando os objetivos enumerados na introdução, temos os seguintes resultados:

1. Mapear o processo de consolidação da DRE

Para mapear o processo de consolidação da DRE, foram feitas entrevistas não estruturadas com os colaboradores envolvidos nos processos conexos a DRE, análises documentais e observações diretas para que fosse possível obter o maior detalhamento das atividades realizadas. Esse mapeamento foi mostrado no item 3.1.

2. Analisar criticamente os processos de consolidação da DRE

Conforme mostrado no item 3.2, através de observações e questionamentos sobre os problemas que frequentemente ocorrem ao longo do processo e a metodologia dos Cinco Porquês foram identificados o problema primário e os dois secundários. Foi elaborada também uma equação que permite calcular o custo de manter esses problemas através de variáveis que relacionam a frequência que ocorrem as situações adversas listadas.

3. Identificar e priorizar as causas-raiz dos problemas encontrados ao longo do processo

No item 3.3, foram identificadas 26 causas decorrentes através da análise dos problemas e processos mapeados, estabelecendo uma relação de causa e efeito para determinar as 10 causas-raiz mostradas na ARA. Desta maneira, foi feita uma análise quantitativa destas causas para identificar o problema secundário mais frequente. Além disto, as causas-raiz foram ordenadas através da matriz de priorização elaborada com critérios parametrizados capazes de afetar diretamente as tomadas de decisão gerenciais.

4. Analisar alternativas de solução que minimizem a ocorrência de erros na consolidação dos dados

Após a identificação e análise das causas-raiz, no capítulo 3, foram propostas soluções que possibilitariam resolver os problemas em um curto e longo prazo. Desta forma, foi utilizada a metodologia 5W2H para elaborar planos de ação que detalham as medidas a serem tomadas para que as ações sejam implementadas.

Ao atingir os objetivos específicos enunciados, este projeto conquistou o objetivo geral, pois através das análises críticas dos processos mapeados para consolidação da DRE e das proposições de melhorias capazes de solucionar as causas-raiz identificadas, tornou-se possível atestar que resolvendo pelo menos 5 das causas raízes priorizadas, resolvem-se mais de 60% das causas decorrentes listadas em um curto prazo. Entretanto, com o crescimento contínuo da empresa, é de se esperar que novos problemas surjam nos processos de consolidação dos dados. Portanto, é necessário decidir pela solução definitiva a fim de assegurar a confiabilidade das informações no longo prazo. Com isso, será minimizada a ocorrência de erros nos dados replicados na DRE e que são utilizados para tomada de decisões gerenciais.

REFERÊNCIAS

- ABPMP. BPM CBOK V3.0: guia para o gerenciamento de processos de negócio. 1. ed. Brasília: ABPMP Brasil, 2013.
- DINIZ, N. Análise dos Relatórios Financeiros.pdf. Rio de Janeiro: SESES, 2015.
- ELZINGA, D. J.; LEE, C.-Y.; GULLEDGE, T. R. (EDS.). Business Process Engineering: Advancing the State of the Art. Norwell, Mass: Springer, 1999.
- GROVER, V.; KETTINGER, W. J. (EDS.). Process Think: Winning Perspectives for Business Change in the Information Age. Hershey, Pa: Igi Global, 2000.
- MOREIRA, T. Análise dos processos conexos à DRE em uma empresa de engenharia e software com vistas a subsidiar a decisão de automatização. 2020. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso - Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2020.
- PADOVEZE, C. L. Contabilidade Gerencial. Curitiba: IESDE BRASIL SA, 2012.

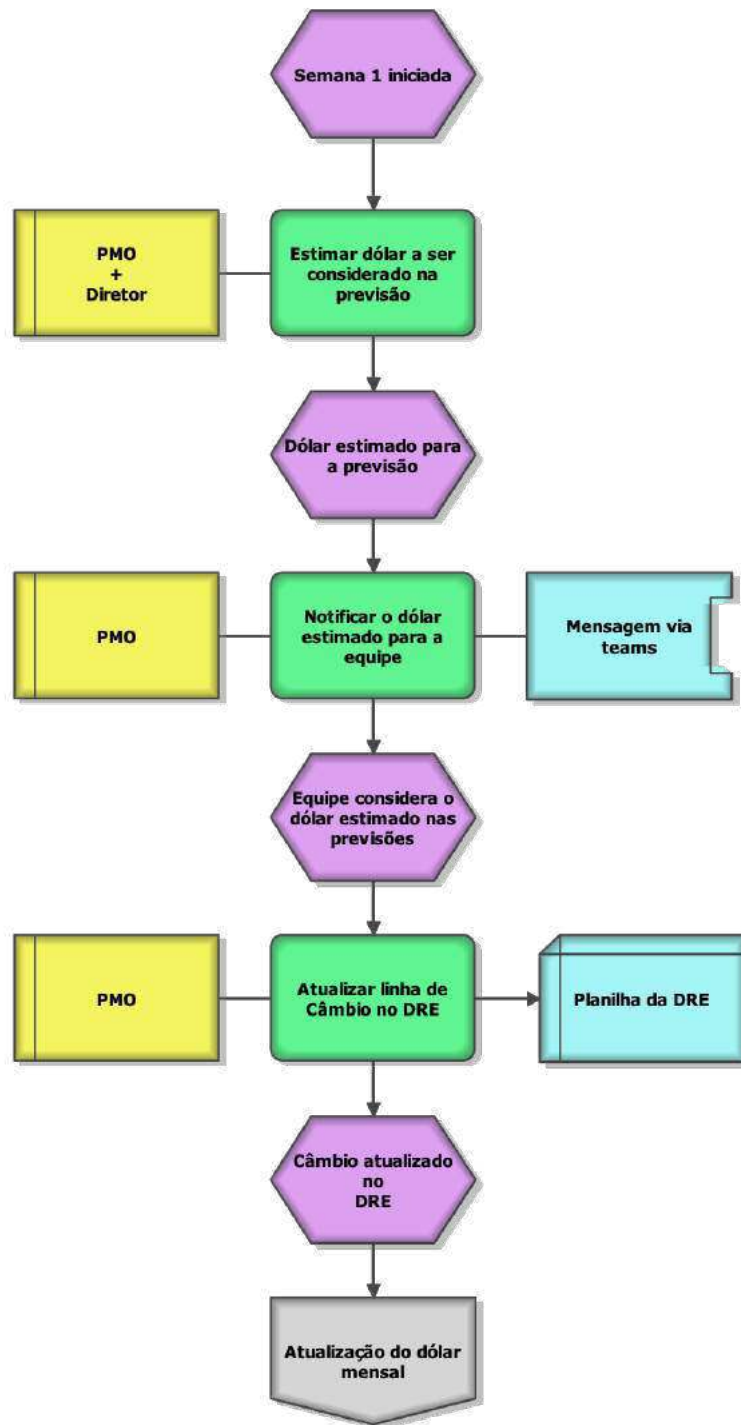
SANTOS, R. P. C. Engenharia de processos: análise do referencial teórico-conceitual, instrumentos, aplicações e casos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

SANTOS, R. P. C. As Tarefas para Gestão de Processos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

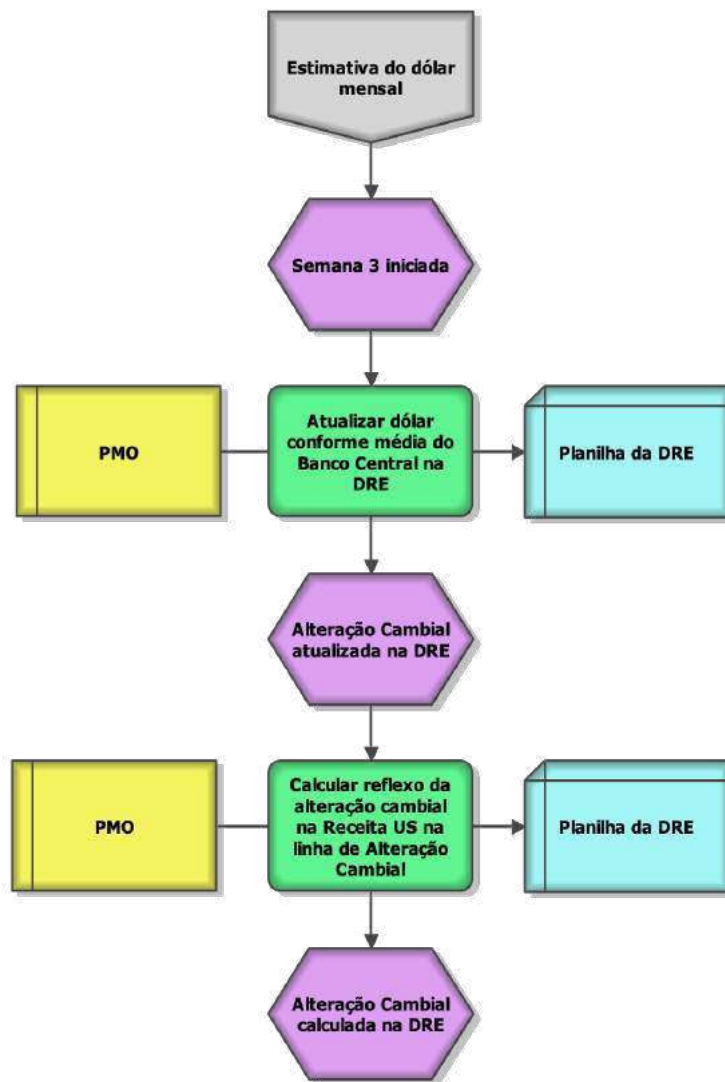
SILVA, T. Melhorias em um Centro de Estudos e Saúde de Psicologia: uma abordagem da engenharia de processos. 2020. 122f. Trabalho de Conclusão de Curso - Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2020.

SIQUEIRA, J. O modelo de maturidade de processos: como maximizar o retorno dos investimentos em melhoria da qualidade e produtividade. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear, 2005.

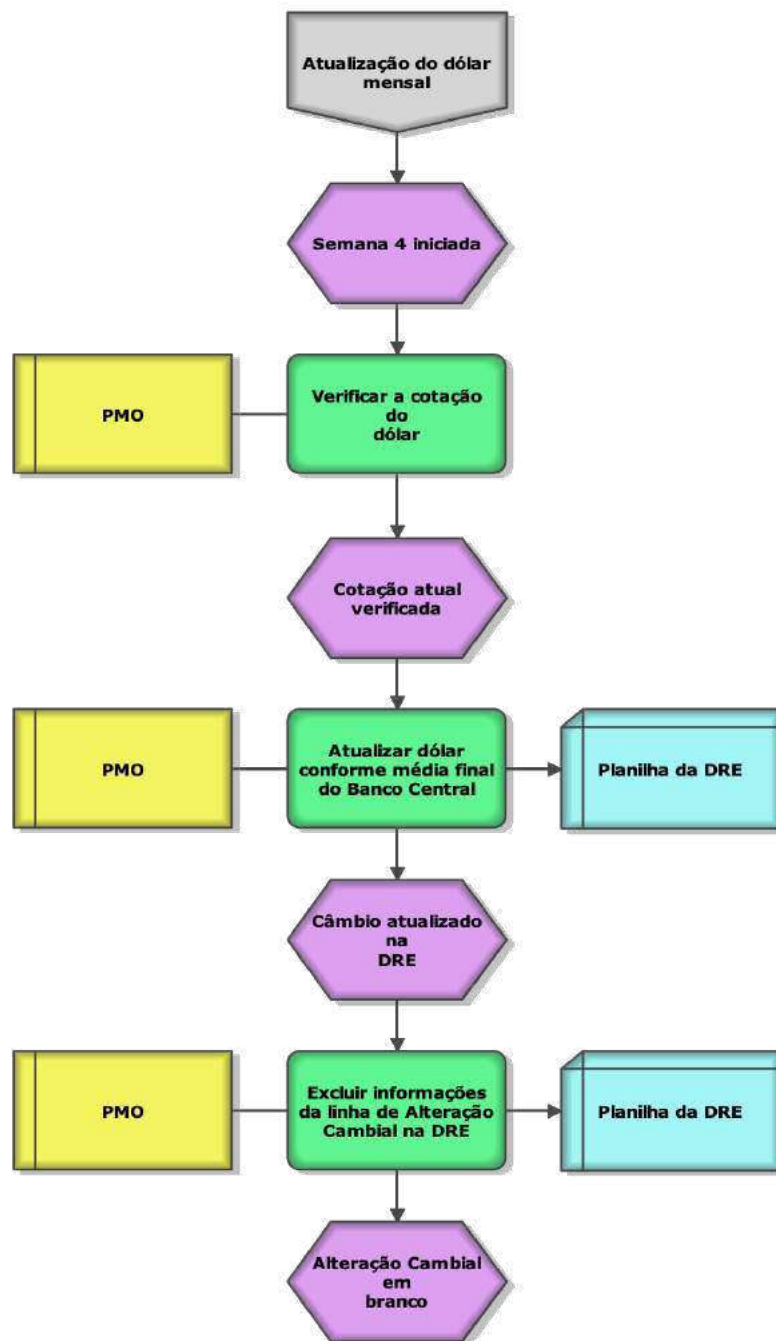
Anexo I – Estimativa do dólar mensal na semana 1



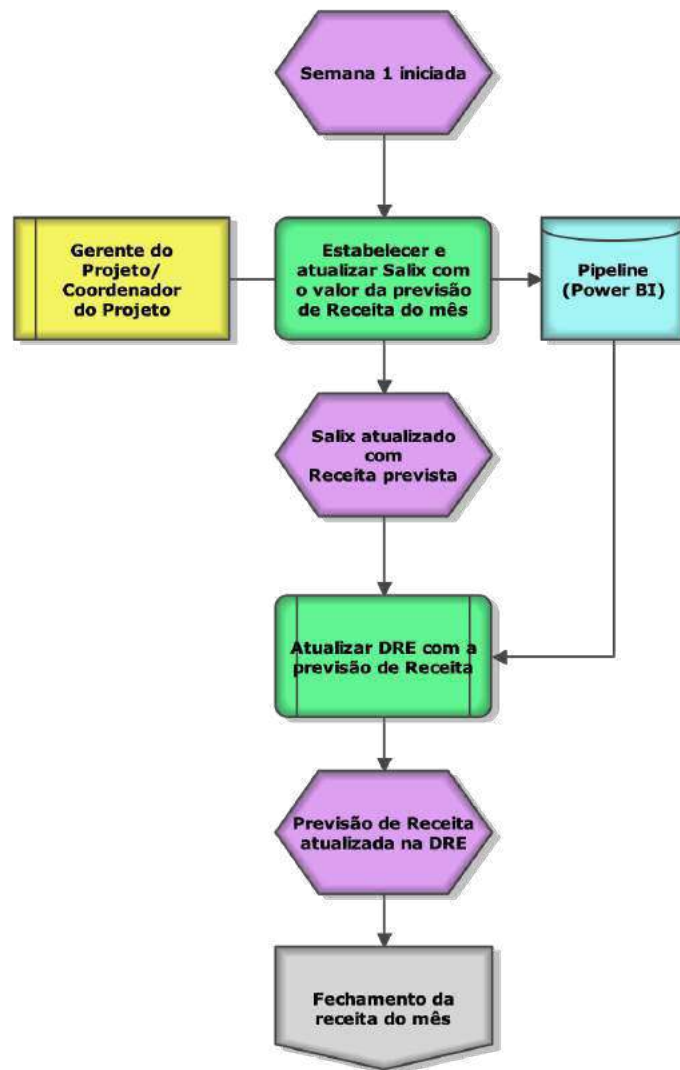
Fonte: Elaborado pela autora.



Fonte: Elaborado pela autora.

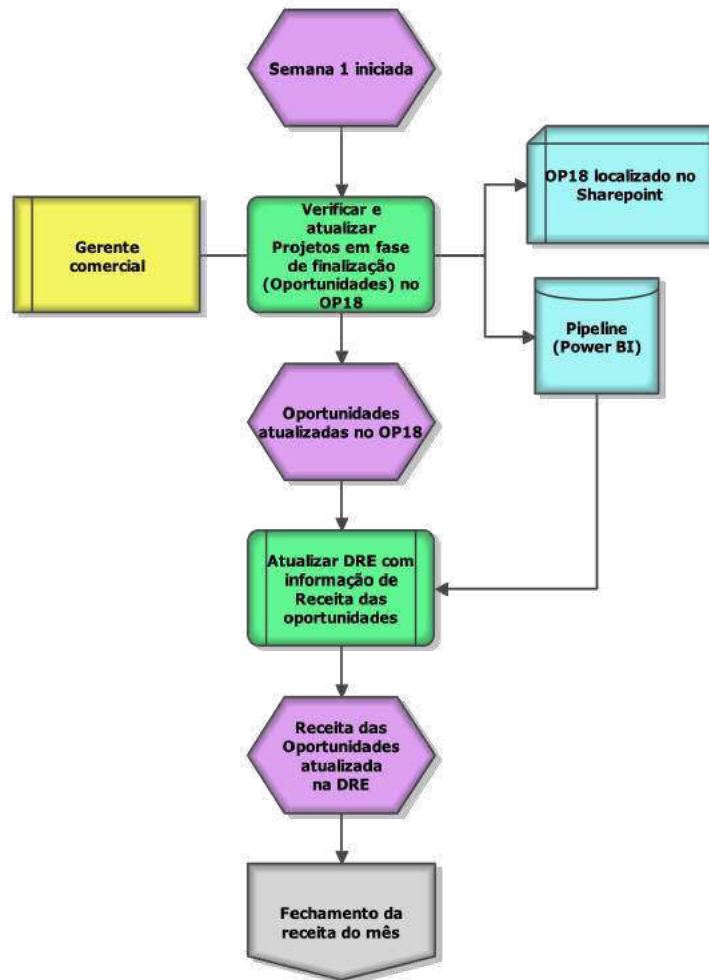


Fonte: Elaborado pela autora.

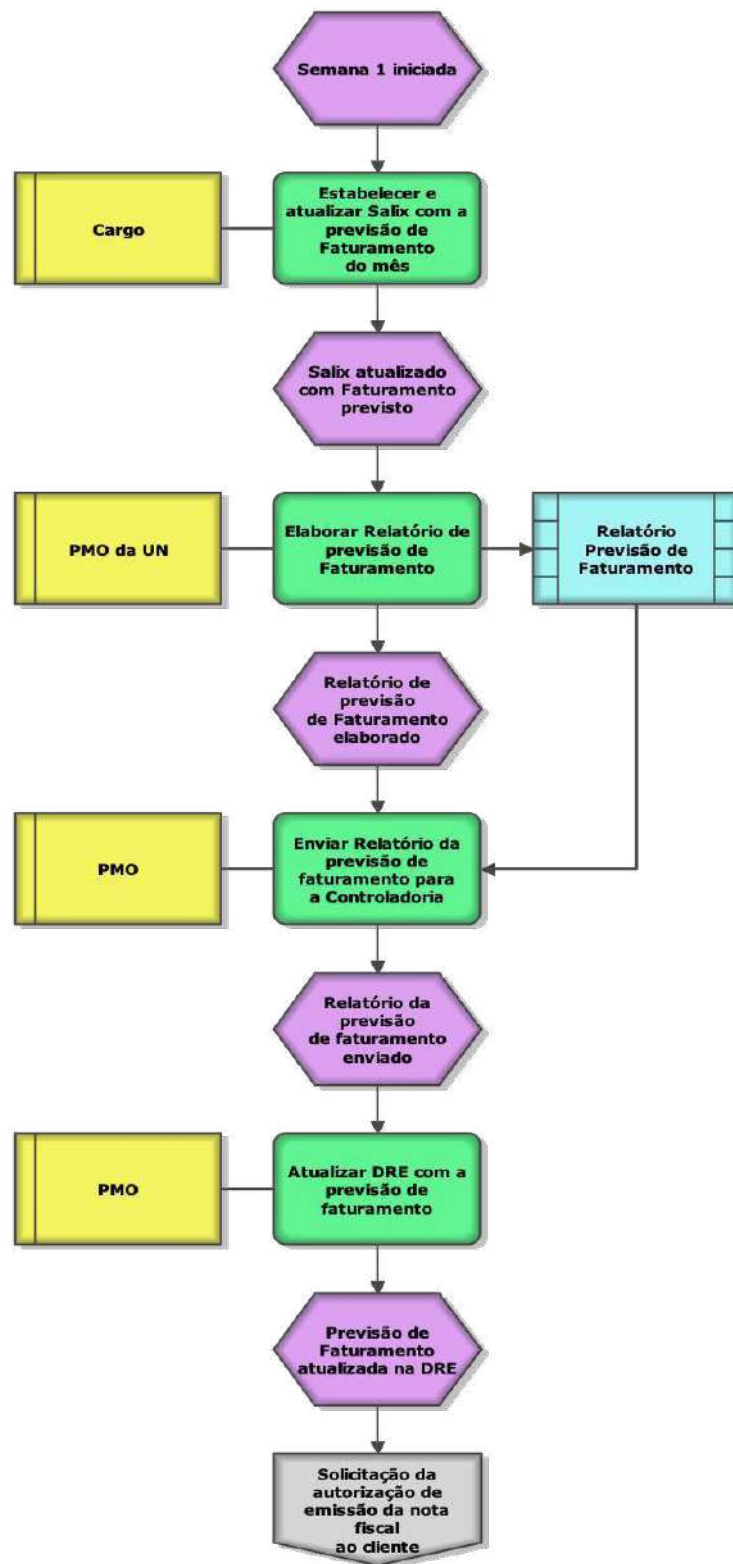


Fonte: Elaborado pela autora.

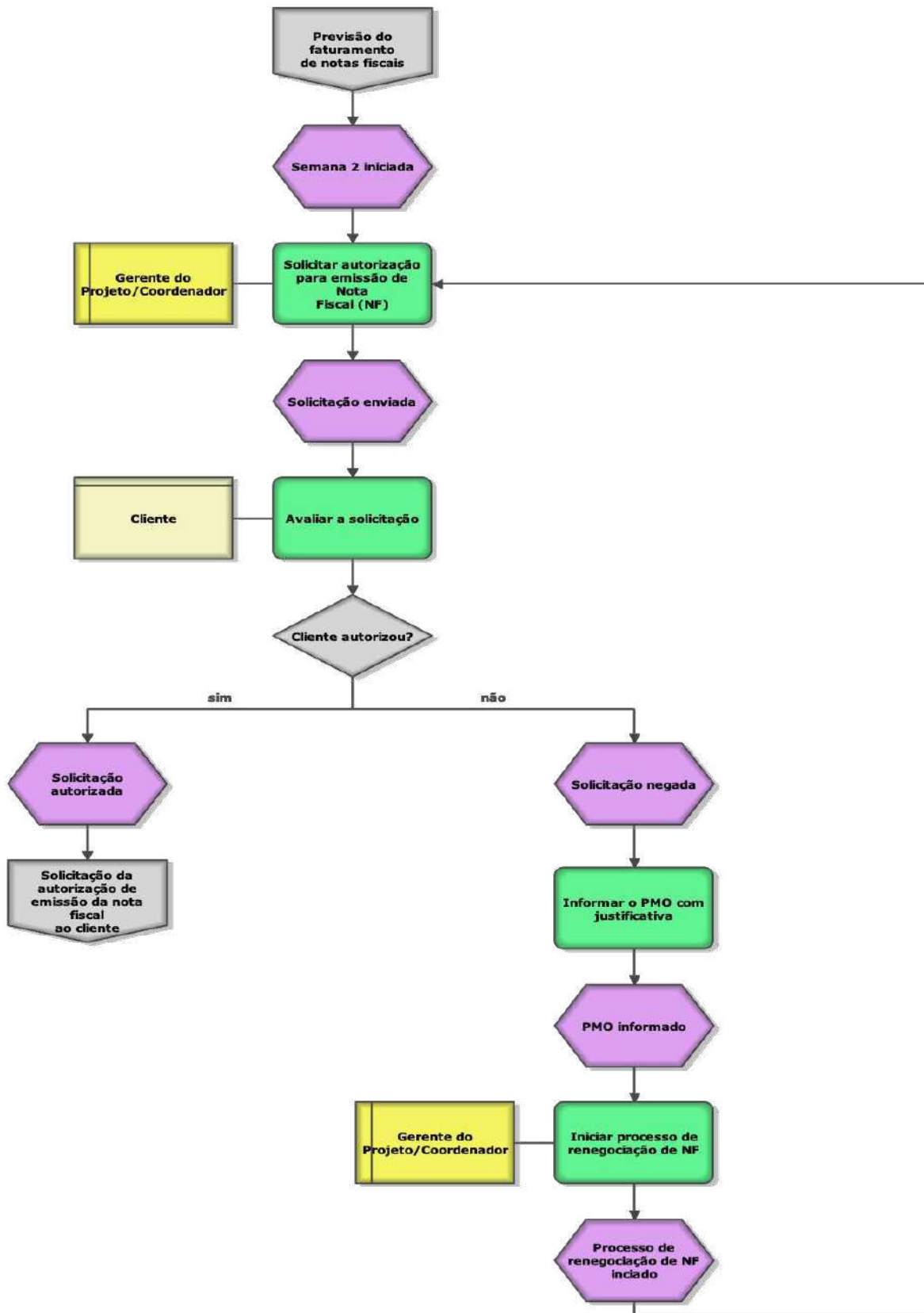
Anexo V – Receita das oportunidades previstas na semana 1



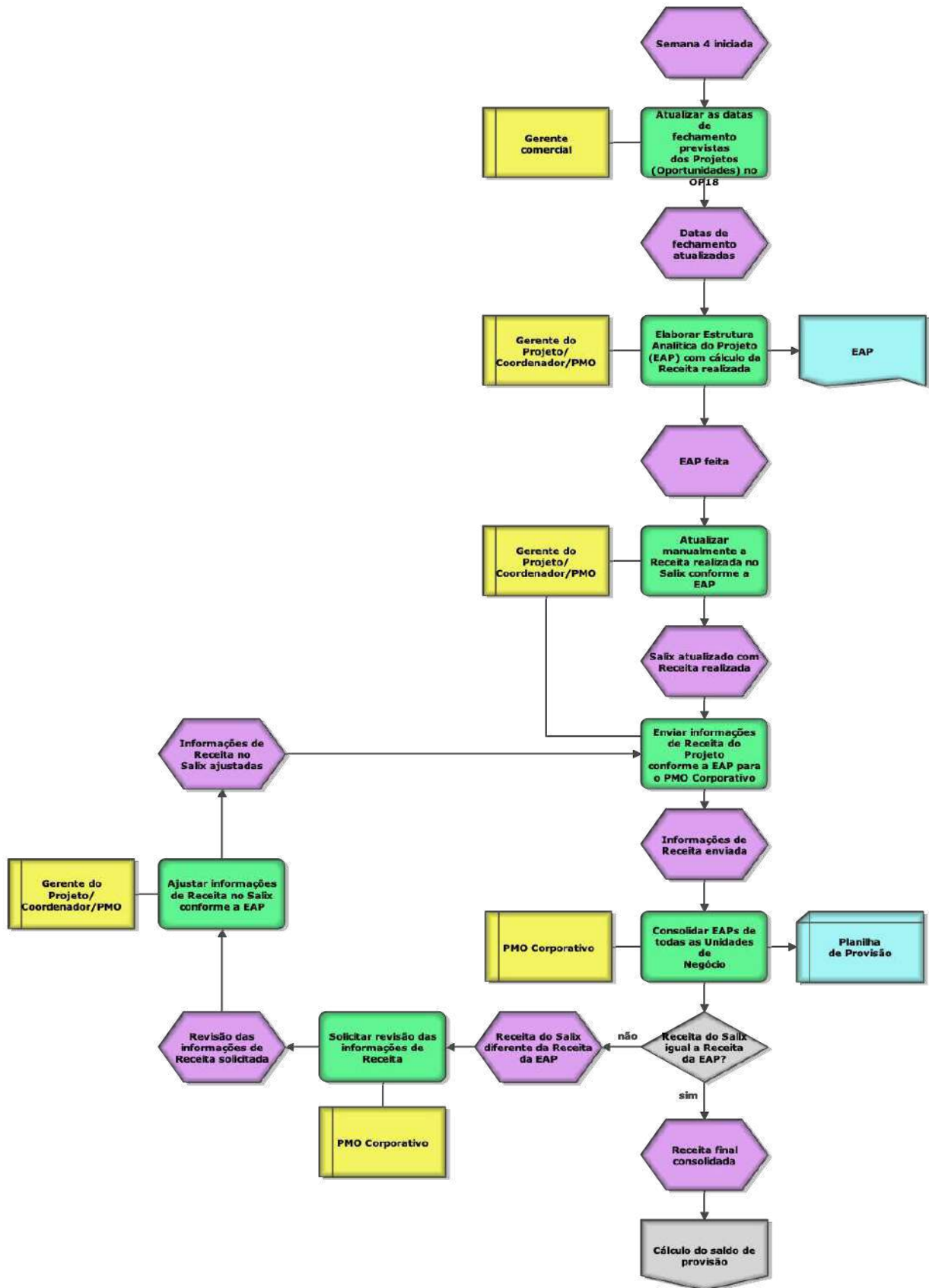
Fonte: Elaborado pela autora.



Fonte: Elaborada pela autora.

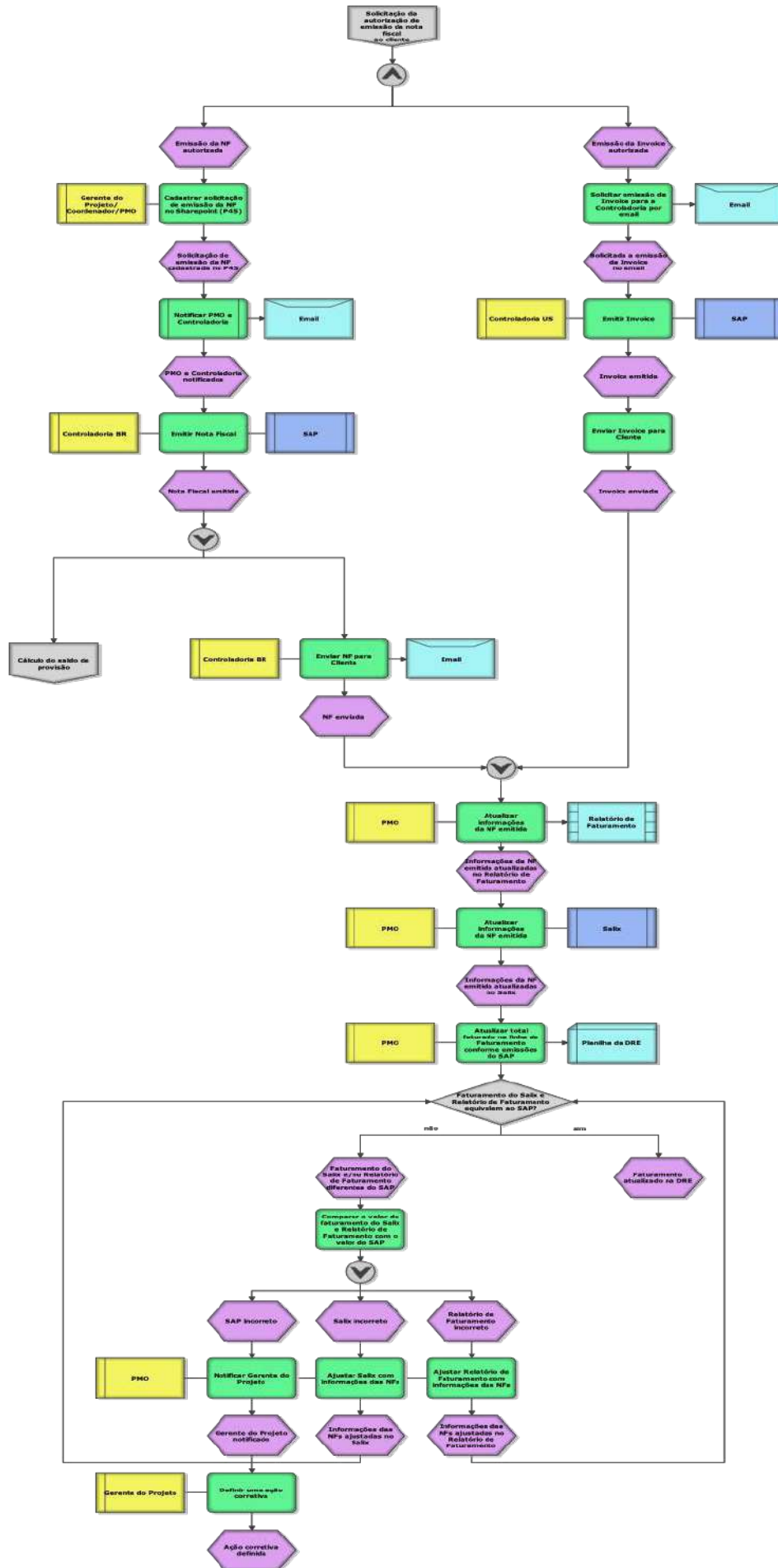


Fonte: Elaborado pela autora.



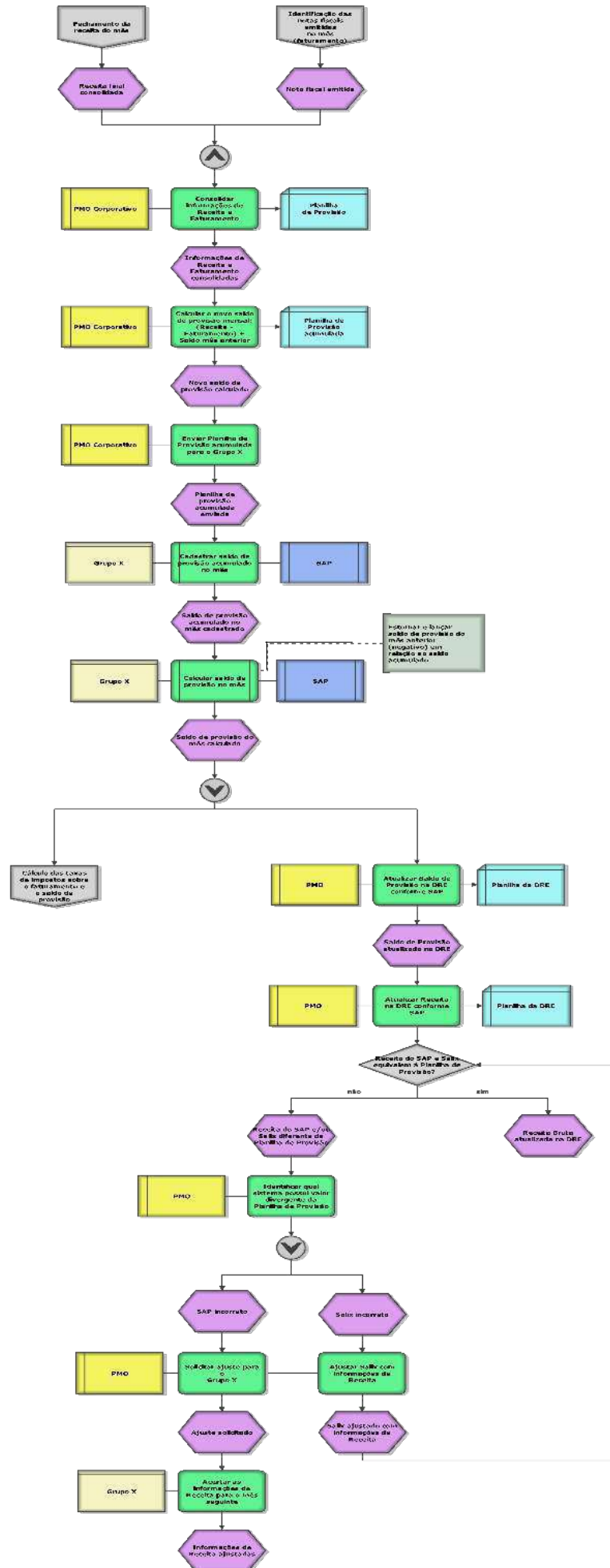
Fonte: Elaborado pela autora.

Anexo IX– Identificação das notas emitidas no mês (faturamento)



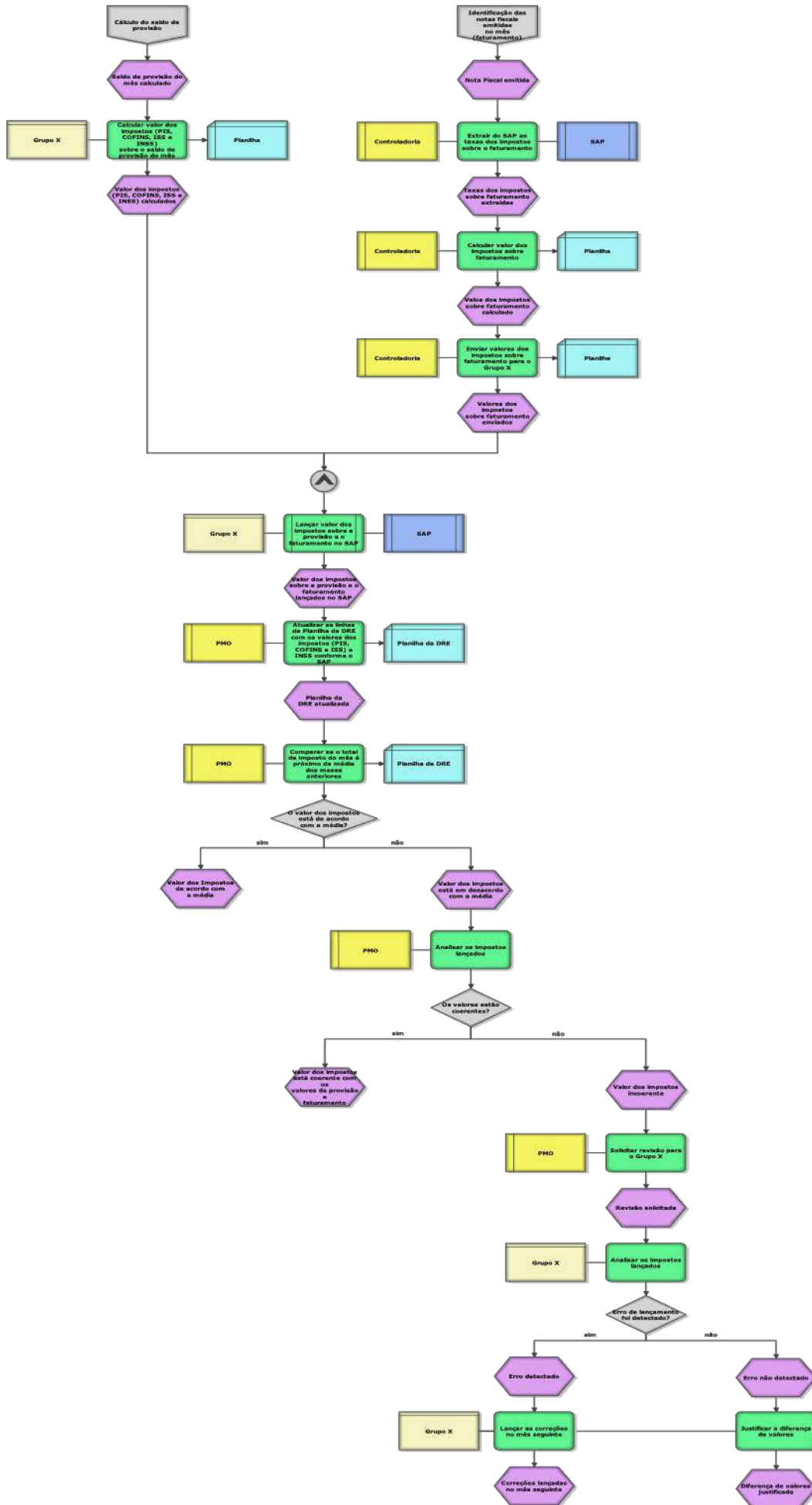
Fonte: Elaborado pela autora.

Anexo X- Cálculo do saldo de provisão

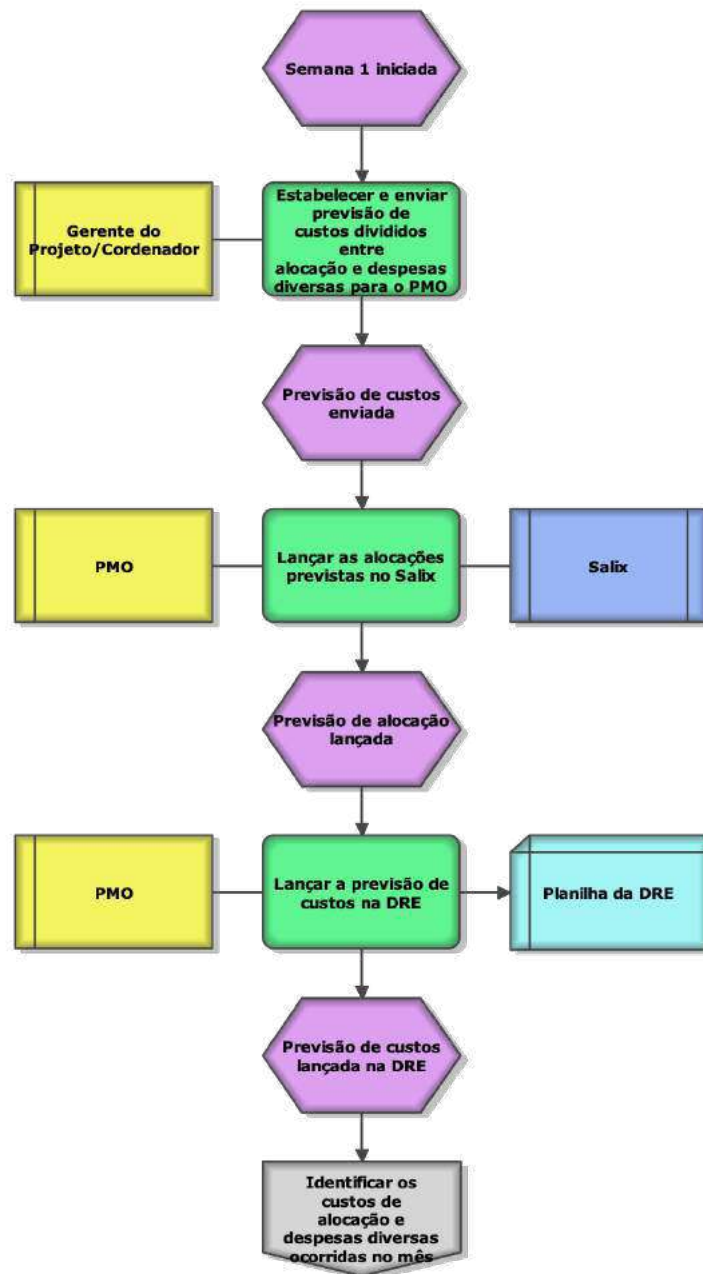


Fonte: Elaborado pela autora.

Anexo XI- Cálculo das taxas de impostos sobre o faturamento e o saldo de provisão

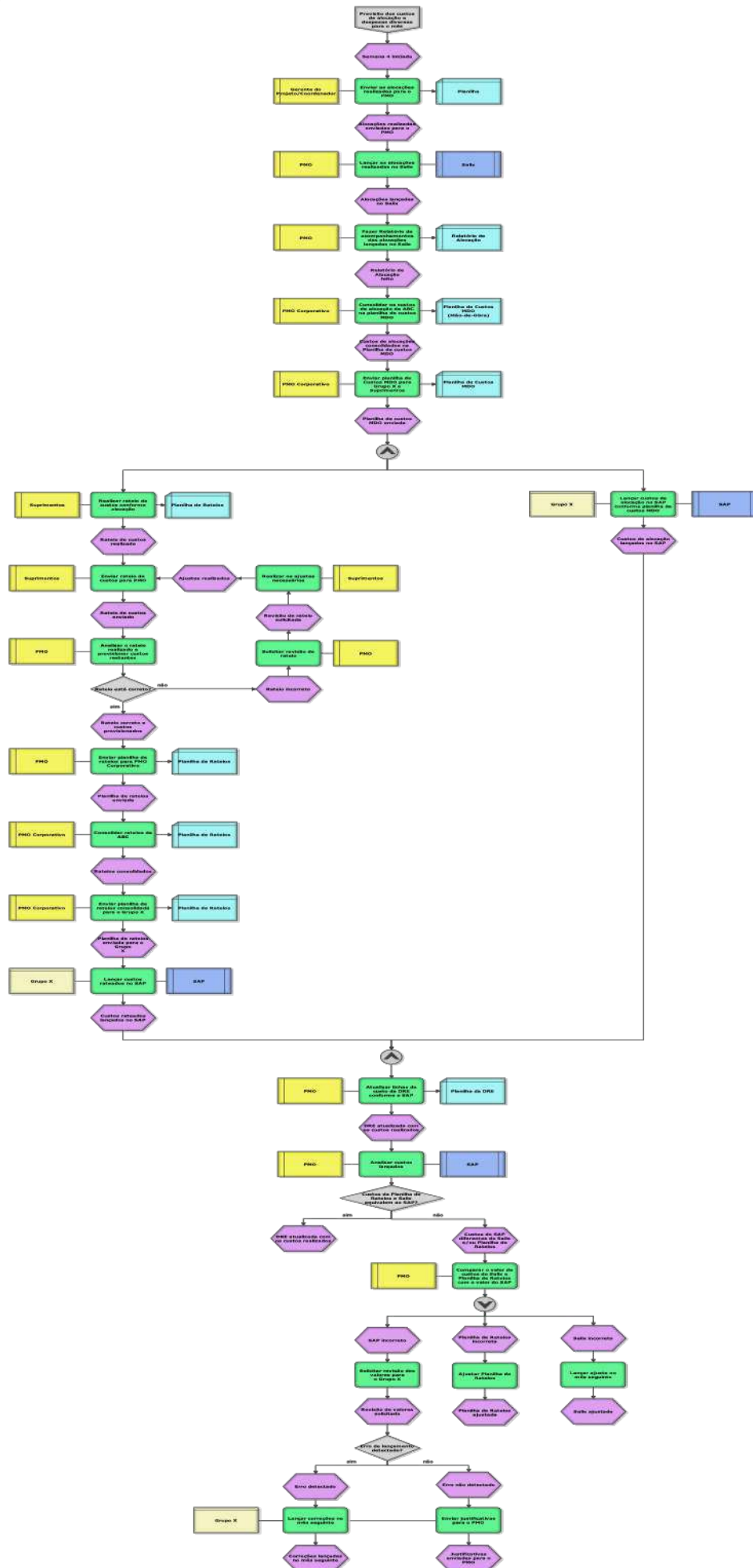


Fonte: Elaborado pela autora.



Fonte: Elaborado pela autora.

Anexo XIII – Identificar os custos de alocação e despesas diversas ocorridos no mês na semana 4



Fonte: Elaborado pela autora.

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SERVQUAL COMO INSTRUMENTO DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO EM UMA BARBEARIA LOCALIZADA EM PETROLINA/PE

Matheus Sandrey Costa de Matos Lessa

Maria Eduarda Nascimento Melo

Alysson dos Santos Bomfim

Ana Cristina Gonçalves Castro Silva

RESUMO

O setor de serviços ligado à indústria da beleza é um dos mais importantes do Brasil, apresentando grande relevância na economia. Desta forma, é necessário avaliar os níveis de satisfação de expectativa e percepção da qualidade dos serviços prestados a fim de identificar seus possíveis gaps. Sendo assim, o objetivo deste artigo foi aplicar a ferramenta SERVQUAL para coletar e analisar os dados referentes aos níveis de expectativa e percepção do serviço prestado em uma barbearia localizada na cidade de Petrolina - PE. Foi realizado através de uma pesquisa de natureza descritiva e enfoque quali-quantitativo, sendo a uma amostra de clientes da barbearia. Onde, foi aplicado o questionário SERVQUAL a fim de fazer um tratamento estatístico dos dados. A partir dos problemas encontrados, foram implementadas ferramentas da qualidade com o intuito de identificar as suas possíveis causas, bem como priorizar as mais críticas, a fim de propor ações de melhoria. Por fim, verificou-se que a ferramenta SERVQUAL foi eficaz em identificar os problemas que requerem maior atenção, além de que as ferramentas de gestão se mostraram necessárias para o alcance de uma maior qualidade na prestação de serviço e satisfação do cliente.

Palavras-chave: *SERVQUAL, dimensões da qualidade, gap em serviços.*

INTRODUÇÃO

O setor de serviços tem aumentado sua contribuição de forma significativa para o Produto Interno Bruto (PIB) de muitos países desenvolvidos nas últimas décadas. Conseqüentemente, houve um acompanhamento desse crescimento na geração de postos de trabalho, e especialmente no Brasil, essa representatividade chegou a ser de 60%, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020).

Dentre os setores que mais se desenvolveram, sobretudo no cenário da pandemia do COVID-19, o segmento de beleza tem se destacado - sendo o Brasil o quarto maior mercado do mundo em beleza e cuidados pessoais. Isso se deve ao grande consumo de produtos ligados à estética e higiene pessoal por brasileiros (WEBER, 2020). Este mercado apresentou crescimento de cerca de 10% ao ano na

última década, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos - ABIHPEC (2020), e em fevereiro de 2020, a entidade estimou que 1,5% do orçamento das famílias era gasto em produtos e serviços do setor.

Nesse contexto, encontram-se os prestadores de serviços nos salões de beleza e barbearias, que, para se destacarem no mercado, se faz cada vez mais necessário adotarem uma postura de gestão qualificada e operação compartilhada, conhecendo e admitindo o cenário tecnológico, adotando as novas tecnologias para alcance da competitividade (SEBRAE, 2017). Portanto, a qualidade nos serviços, por sua natureza, passa a ser um fator essencial.

Alinhado a isso, o presente trabalho propõe uma abordagem aplicada a uma barbearia, localizada em Petrolina/PE, no Vale do São Francisco. Com o objetivo de entender e analisar a percepção, bem como as expectativas dos clientes, utilizando a ferramenta SERVQUAL.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conceito de serviços

Para Kotler (1998), o serviço pode ser caracterizado como qualquer ato ou desempenho que uma parte pode oferecer a outra, sem resultar na propriedade de nada e sendo essencialmente intangível, ou seja, a característica que o difere dos bens. Além de afirmar que sua produção pode ou não se vincular a um produto físico. Já para Grönroos (2003), os serviços como uma atividade ou processo, onde seu valor central é produzido através de interações entre vendedor e comprador.

Grönroos (2003) também listou algumas das características específicas do serviço: intangibilidade; heterogeneidade; produção e consumo simultâneos; envolvimento do cliente na produção dos serviços; dificuldades de serem estocados e não podem ter sua propriedade transferida. Outras características essenciais que também podem ser citadas e são essenciais para uma gestão de serviço ser considerada eficaz, auxiliando um estudo de serviço ser implantado ou melhorado: identificar os processos; identificar os pontos de falhas; estabelecer pontos de falha real e potencial; estabelecer tempos de execução; analisar a rentabilidade/produtividade.

Moreira (2008, p. 224) afirma que “embora os serviços possam falhar por incompetência humana, a causa principal das falhas encontra-se em uma ausência de métodos sistemáticos para o projeto e controle dos serviços”. Além de apontar, no geral, os novos serviços costumam ser desenvolvidos erroneamente na tentativa e erro. Levando a uma falta de garantia na qualidade da sua realização, por isso que um bom método que assegure a qualidade no serviço se faz necessário.

Ferramentas da qualidade

Nas diferentes Eras da Qualidade, foram desenvolvidas ferramentas de atuação para solução de problemas nos processos produtivos. De acordo com Faesarella et al. (2006), a partir de 1950, no Japão, começaram a ser difundidas várias abordagens sobre qualidade a partir de seis autores que são denominados gurus da qualidade, como Deming, Ishikawa, Juran, Feigenbaum, Taguchi e o brasileiro Vicenti Falconi.

Com a evolução dos conceitos, surgiu a Quarta Era da Qualidade - caracterizando-se pela Gestão Total da Qualidade, mais bem desenvolvida por William Deming. Partindo da nova era, alinhada aos conceitos tradicionais, diversas ferramentas da qualidade continuam sendo utilizadas atualmente

como *brainstorming*, histogramas, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito), folhas de verificação, fluxogramas, cartas de controle, matriz GUT (matriz de priorização), PDCA, plano de ação (5W2H), Seis Sigma, *lean manufacturing*, FMAE, entre outros (MORAIS et al., 2020). Segundo Carvalho (2019), existem ferramentas específicas para cada fase das ações de utilização da qualidade nas empresas, que podem ser visualizadas na Figura 01.

Figura 01 – Classificação das ferramentas da qualidade por fase de uso.



Fonte: Carvalho (2019, p. 2).

O *brainstorming*, conhecido como tempestade de ideias, é uma ferramenta utilizada para gerar - a partir de reuniões com intuito de auxiliar no processo criativo dos integrantes -, o maior número de identificações, causas e soluções possíveis. Ela é iniciada com a exposição dos problemas, determinação de um tempo para as sugestões, em seguida análise das ideias e filtragem para eliminar as ideias repetitivas ou inconcebíveis (FAESARELLA; SACOMANO; CARPINETTI, 2006).

O Diagrama de Causa e Efeito, o qual leva várias denominações como Diagrama de Ishikawa, Diagrama dos 6M, Espinho-de-Peixe etc. É uma ferramenta que tem como finalidade facilitar a análise, por parte de especialistas ou não, das operações de diversas áreas como: processo de produção, marketing, recursos humanos, geração de impactos ambientais etc. A estrutura da ferramenta se dá por uma sequência de possíveis causas de determinado problema que resultam num formato semelhante ao de uma espinha do peixe convergindo para a cabeça, na qual seria o efeito dessas causas, permitindo observar de forma detalhada quais são os fatores que provocam um efeito positivo ou negativo na organização (PALADINI, 2012).

Segundo Reis et al. (2016), o 5W2H é uma ferramenta aplicada com o intuito de aumentar a rapidez na identificação dos elementos necessários para o planejamento do plano de ações com os processos que deverão ser implantados. O SEBRAE (2017), define sete campos que devem conter informações que caracterizam essa ferramenta, conforme a Figura 02.

Figura 02 – Ferramenta 5W2H

5W					2H	
What	Why	Who	Where	When	How	How much
O que	Por que	Quem	Onde	Quando	Como	Quanto
Ação, problema, desafio	Justificativa, explicação, motivo	Responsável	Local	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas	Custo, desembolsos

Fonte: SEBRAE (2017).

A utilização dessa ferramenta permite uma melhor compreensão das ações que devem ser tomadas, quando serão praticadas, em quais locais, por qual motivo, quais serão os responsáveis e quais procedimentos e custos serão necessários para sua realização, permitindo melhor visualização das soluções que podem ser implementadas.

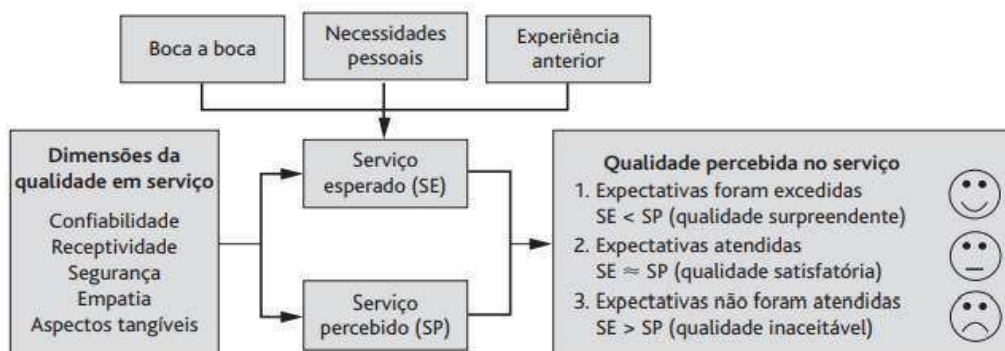
Qualidade em serviços

A qualidade é entendida como a adequação ao uso de determinado produto ou serviço, sendo baseada na sua imagem e valor, atendendo as especificações do cliente e satisfazendo não só as necessidades explícitas como também as implícitas, podendo então, avaliar o que o serviço deve atender (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014).

A avaliação da qualidade em serviços está relacionada à percepção que o cliente tem da qualidade - surgindo ao passo que acontece a prestação de serviço - tendo como referência a sua expectativa antes da compra a comparando com o desempenho do serviço, sua percepção (BATESTON; HOFFMAN, 2001). Sendo as expectativas formadas por experiências prévias em similares tipos de serviço, ou até a partir da opinião de outra pessoa (boca-a-boca). Logo, para um serviço ser visto como de qualidade ele tem que atender às expectativas do consumidor (CRAVENS; PIERCY; 2006).

Embora existam muitas formas de conceituar o que é qualidade, foram identificados por muitos pesquisadores de *marketing* através de estudos em vários setores, cinco dimensões principais que os clientes usam para determinar qualidade no serviço. Essa relação entre o serviço esperado, o serviço prestado e as dimensões podem ser visualizadas na Figura 03.

Figura 03 - Qualidade na visão dos clientes



Fonte: FITZSIMMONS, FITZSIMMONS (2014, p. 116).

Essas dimensões da qualidade que promovem a satisfação das necessidades do cliente são a confiabilidade, receptividade, segurança, empatia e tangibilidade. Estas, por sua vez, podem ser definidas da seguinte forma:

- **Confiabilidade:** prestar o serviço com confiança e exatidão, sem atrasos e erros. O que irá gerar competência ao serviço;
- **Receptividade:** configurada como a disposição para auxiliar o consumidor e fornecer o serviço de imediato - a fim de solucionar o problema do cliente. E, se houver falha, a capacidade que terá de se redimir e recuperar rapidamente e com eficácia para manter a impressão positiva;
- **Segurança:** refere-se ao conhecimento e a cortesia dos funcionários, bem como sua capacidade de transmitir confiança e confidencialidade - através da realização do serviço com cortesia, respeito, dedicação do funcionário e comunicação efetiva;
- **Empatia:** a demonstração de interesse e atenção personalizada aos clientes. Sendo demonstrada através de acessibilidade, sensibilidade e esforço para entender e/ou incluir a maior quantidade possível de clientes;
- **Tangibilidade:** a aparência das instalações físicas, equipamentos, pessoal e materiais de comunicação, condição do ambiente etc. Representando o cuidado, organização e higiene do prestador de serviço.

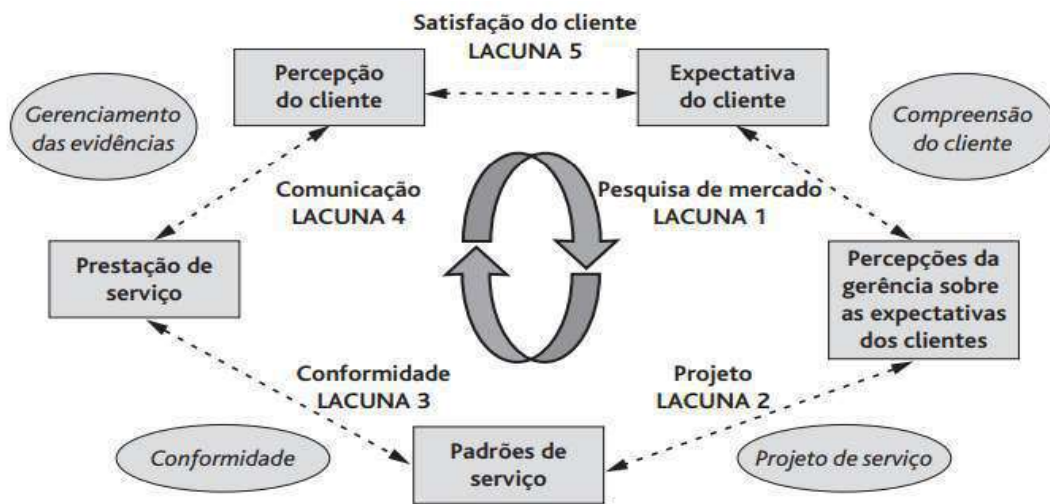
A qualidade em serviços passou a ser vista como vantagem competitiva, sendo fator primordial para um serviço ser bem prestado. Buscando, sempre, exceder as expectativas dos clientes para que possa atingir um nível de qualidade ideal e satisfazer o cliente.

Falhas na qualidade de serviços

A partir da contextualização da qualidade em serviços através das cinco dimensões da qualidade, é necessário que as empresas apresentem estratégias de recuperação antes que uma falha aconteça, pois a falha é inerente à prestação do serviço. Como a empresa estará preparada para lidar com essa situação a fim de garantir a satisfação do cliente passa pela minimização das lacunas geradas entre a expectativa do cliente e a prestação do serviço. Essa avaliação ocorre durante todo processo de prestação do serviço e cada momento de contato é uma oportunidade da empresa satisfazê-lo ou não. De acordo com Fitzsimmons e Fitzsimmons, (2014) quando se excedem as expectativas, o serviço é percebido como de qualidade excepcional e, também, como uma agradável surpresa. Quando, no entanto, não se atende às expectativas, a qualidade do serviço passa a ser vista como inaceitável.

Para que seja desenvolvido um novo projeto de serviço, faz-se necessário que o gestor tenha ciência de como cada dimensão da qualidade atua diretamente em cada *gap*, quais são suas causas e quais medidas podem ser tomadas para evitar que venham a ocorrer. Um modelo de falhas na qualidade de serviços pode ser observado na Figura 04.

Figura 04 - Modelo de Falhas na Qualidade de Serviços



Fonte: FITZSIMMONS, FITZSIMMONS (2014, p. 119).

Segundo De Jesus e Silva (2019), o processo apresentado neste modelo segue uma sequência de Gaps que devem ser mitigados para possibilitar a satisfação do cliente. O primeiro momento de atuação da empresa se dá na resolução do Gap 1 ou lacuna na pesquisa de mercado, onde há uma defasagem entre a expectativa do cliente em relação à prestação do serviço e na percepção da organização sobre as expectativas do cliente, ou seja, uma falta de compreensão sobre o que o cliente realmente deseja. Essa falha pode ser evitada a partir de uma adoção de melhor comunicação entre os empregados presentes na linha de frente e a diminuição de níveis gerenciais, além disso, o emprego de um método mais adequado para pesquisa de mercado.

Conforme Lima (2020), com a resolução desse problema, o gestor parte para o Gap 2 ou lacuna falha no projeto de serviços, onde é resultado da falta de habilidade dos gestores em formular especificações coerentes com as percepções da gerência sobre as expectativas dos clientes, ou seja, uma falta de estabelecimento de metas e falhas no planejamento dos processos que promovem uma sensação de impossibilidade de atingir a satisfação das necessidades do consumidor, aumentando a falta de comprometimento da administração da empresa.

O Gap 3 acontece quando há uma falha na entrega do serviço, ou seja, o serviço não é prestado com conformidade. Isso acontece quando o serviço não atende às especificações estabelecidas pelos gestores, os empregados discordam das especificações ou não trabalham em equipe, a estrutura (física e tecnológica) dificulta o atendimento efetivo dos serviços. Ações que poderiam reduzir falhas ligadas a conformidade seriam treinamento e seleção adequada do funcionário para determinada função, melhor organização e distribuição das tarefas, melhoramento da estrutura disposta para execução do serviço (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014).

Conforme Carvalho (2005), a quarta lacuna ou Gap 4 está relacionada a falhas entre os setores de marketing e a gerência. Nessa falha há uma discrepância entre o que é divulgado nos meios de comunicação externos, ou seja, a expectativa exagerada criada para os clientes em relação a prestação efetiva do serviço. Essa falha pode ser facilmente minimizada com a readequação dos programas de

marketing com comunicação interna durante o processo e aumento de informações dos funcionários presentes na linha de frente.

O último *Gap* acontece através da avaliação da satisfação do cliente e pode surgir quando qualquer um dos *gaps* apresentados anteriormente surgem a partir da avaliação entre a expectativa do cliente e a prestação do serviço. Essa quinta lacuna é mensurada através de uma ferramenta denominada SERVQUAL, pois ela tem a capacidade de captar as múltiplas dimensões da qualidade com base no modelo de falhas.

A ferramenta SERVQUAL

A ferramenta SERVQUAL, criada por Parasuraman et al. (1985) é utilizada para mensurar as dimensões da qualidade a partir de avaliações promovidas pelo consumidor do serviço. A estrutura da ferramenta parte de um questionário de 22 questões que envolve cada dimensão e permite conferir a diferença entre a expectativa do consumidor e as percepções por ele adquiridas após a prestação do serviço. É utilizada uma métrica de cinco níveis que variam de “discordo totalmente” tomando como valor o peso 1 até o peso 5, determinado como “concordo totalmente”, onde, a partir da diferença dos pesos será possível atribuir uma pontuação para cada indagação que variam de positiva, razoavelmente negativa, negativa e crítica. Com a geração dessa pontuação, é possível investigar quais aspectos da qualidade apresentam-se mais deficitários na prestação do serviço da empresa, o que possibilita a empresa atuar em cima destes *gaps* (ARAÚJO et al., 2017).

MÉTODO

A pesquisa realizada no presente artigo tem fins descritivos, qualitativos e quantitativos através da caracterização, descrição da qualidade do serviço prestado do local visitado e pelo levantamento e cálculo de dados obtidos.

O estudo se caracteriza como qualitativo, pois, obteve-se os dados por meio da observação e de entrevistas feitas a consumidores e representantes da empresa. Sendo abordado o caráter quantitativo, por fazer o uso de técnicas de coletas de dados, que proporcionam a extração das informações e a transformam em valores mensuráveis, a fim de realizar o tratamento e análise dos mesmos, a partir de técnicas estatísticas com o objetivo de avaliar o nível da qualidade do serviço prestado pela barbearia.

Ao investigar a situação atual em que a barbearia se encontrava, identificando os processos que implicam na qualidade do serviço e satisfação dos seus clientes, o presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso. No qual, na sua finalização pretendeu-se analisar e propor soluções para os principais problemas encontrados, a fim de melhorar a qualidade do serviço prestado.

Foi selecionada uma barbearia especializada, para ser o foco do estudo de caso, dado que é um tipo de serviço relativamente concorrido na região de análise. A empresa está localizada no centro da cidade de Petrolina-PE e possui capacidade de atendimento de seis clientes simultaneamente, oferecendo serviços de estética como cortes de cabelo e barba, penteados, barboterapia, aplicação de fibra capilar e aplicações de substâncias químicas para modelagem no cabelo. O horário de funcionamento é das 9h às 20h de segunda-feira a sábado, com um corpo de funcionários formado

por oito pessoas - sendo seis barbeiros e dois recepcionistas.

A primeira etapa realizada foi o contato com a empresa através de entrevista com o proprietário, onde foram levantados dados preliminares sobre a demanda dos últimos três meses da empresa a fim de determinar a população da amostra. Em seguida, o proprietário da empresa forneceu algumas informações sobre a demanda tanto no cenário pré-pandemia, quanto até novembro de 2020, onde constatou-se um aumento de 15% na prestação de serviços desde a reabertura do comércio local, em junho do mesmo ano. Outros dados obtidos foram referentes aos períodos em que a barbearia possui maiores níveis de demanda, sendo estes entre quinta-feira e sábado.

Para determinar a amostra, primeiro foi efetuado o cálculo da média de consumidores nos três meses anteriores – agosto, setembro e outubro de 2020 - à realização do artigo, para definir o tamanho da população, chegando a um total de 713 clientes. A partir disso, foi utilizado a Equação (1) para definir o número de clientes a serem entrevistados.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

n representa a amostra da pesquisa.

Z representa o nível de confiança.

P representa a quantidade de acerto esperado (%).

Q representa a quantidade de erro esperado (%).

N representa a população.

e representa nível de precisão (%).

Equação (1)

Para o cálculo da amostra foi considerado um nível de confiança de 95% e margem de erro mínimo de 5%. Além disso, estabeleceu-se a quantidade de acerto esperado (*P*) em 50% e erro esperado (*Q*) em 50% para gerar uma amostra maior, sendo melhor estatisticamente. O tamanho da amostra calculada foi de 250 clientes; entretanto, considerando uma amostra por conveniência, foram aplicados *in-loco* um total de 90 questionários (ANEXO 1), devido às restrições sanitárias da pandemia do COVID-19 e do tempo determinado para realização deste trabalho. Com a posse dos dados da amostra, foi desenvolvido o questionário em duas fases, onde a primeira consistiu em desenvolver as perguntas por meio do programa de computador Microsoft Word® e, posteriormente, avaliado a expectativa dos clientes em relação a barbearia estudada e registrado a percepção após a prestação do serviço, onde foram tabuladas através do software Microsoft Excel®.

A partir disso foi aplicada a SERVQUAL, calculando as médias referentes a cada pergunta e direcionado a sua respectiva dimensão da qualidade para possibilitar a mensuração dos *gaps*, através da diferença entre as médias das percepções e das expectativas.

A partir da análise dos resultados obtidos através da diferença entre as médias das percepções e das expectativas, resultantes da SERVQUAL, foram aplicadas as ferramentas da qualidade iniciando com o *brainstorming* para desenvolvimento de um Diagrama de Ishikawa, que por sua vez foi utilizado a fim de desenvolver uma Matriz de Priorização para idealizar um plano de ações (5W2H) com sugestões para mitigar ou solucionar problemas existentes na barbearia estudada, a partir dos dados gerados. Atrelado a isso, na Figura 04 está ilustrado um fluxograma com cada fase do artigo desenvolvido.

Figura 04 - Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autores (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como esperado, o perfil de clientes da barbearia foi composto por uma amostra totalmente do sexo masculino - entre crianças, jovens e adultos. Dentre estes, cerca de 25,55% dos respondentes estavam frequentando pela primeira vez o estabelecimento.

Após a coleta de dados e da aplicação da ferramenta SERVQUAL, os valores mensurados da expectativa e percepção em relação ao serviço pelos clientes, bem como os gaps calculados - demonstrados na Tabela 01.

Tabela 01 - SERVQUAL - Expectativa x Percepção

ITEM AVALIADO	EXPECTATIVA		PERCEPÇÃO		GAP P - E
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
1. O profissional apresenta ser capacitado.	4,87	0,37	4,81	0,45	-0,06
2. O corte é executado conforme desejado pelo cliente.	4,52	0,66	4,76	0,64	0,23
3. Ele cumpre com o prazo estabelecido.	4,77	0,56	4,56	0,7	-0,21
4. Os funcionários estão apresentáveis.	4,76	0,55	4,79	0,57	0,03
5. O barbeiro explica sucintamente o serviço que será feito.	4,37	0,98	4,6	0,78	0,23
6. O profissional manuseia corretamente os equipamentos.	4,83	0,48	4,88	0,36	0,04
7. É higienizado o local e equipamentos usados no cliente.	4,9	0,4	4,84	0,45	-0,06
8. O profissional utiliza EPI's (máscara, luvas, etc).	4,41	0,81	4,54	0,66	0,13
9. Mantém suas informações em confidência.	4,08	1,04	4,43	0,82	0,36
10. Os funcionários tem disposição de atender o cliente com prontidão.	4,08	0,99	4,77	0,62	0,69
11. Os funcionários estão disponíveis para resolver problemas recorrentes.	4,08	1,16	4,66	0,69	0,58
12. O barbeiro presta atenção a necessidade do cliente.	4,91	0,29	4,84	0,5	-0,07
13. O barbeiro está atento ao desejo do cliente.	4,88	0,47	4,6	0,67	-0,28
14. O profissional tem sensibilidade para atender diversos perfis de cliente.	4,8	0,45	4,68	0,52	-0,12
15. O recepcionista atende com cortesia.	4,91	0,32	4,82	0,46	-0,09
16. O funcionário demonstra interesse na demanda do cliente.	4,81	0,62	4,6	0,7	-0,21
17. O cliente tem atenção personalizada.	3,87	1,21	3,87	1,2	0
18. A empresa tem acessibilidade para atender diversos perfis de cliente.	4,58	0,67	3,91	1,2	-0,67
19. A barbearia é bem localizada e de fácil acesso.	4,49	0,84	4,84	0,6	0,36
20. A empresa tem acessibilidade física.	4,84	0,47	2,76	1,11	-2,09
21. Há disponibilidade de comida, bebidas.	3,98	1,17	4,16	0,95	0,18
22. Local ideal para espera (wi-fi, tv, revista).	4,83	0,59	4,81	0,49	-0,02

Fonte: Autores (2020).

A partir dos dados obtidos foi possível fazer a análise dos gaps. Então, é notável que foi balanceada a distribuição de gaps negativos e positivos, tendo uma quantidade aproximada de cada uma delas. Observando a dimensão confiabilidade (questões 1 a 4), tem-se metade com satisfação negativa

pequena (*gap* entre zero até -1) e a outra metade com satisfação positiva (positivo). Dessa forma, com relação ao corte ser feito de acordo com o desejo do cliente e a apresentação dos funcionários, houve uma superação das expectativas. Enquanto o profissional deve ser capacitado e o cumprimento do prazo estabelecido precisam de melhorias.

Na dimensão de segurança, verificou-se apenas um *gap* negativo, relacionado ao questionamento sobre a higienização dos equipamentos. No entanto, caracterizado o cenário pandêmico no momento em que foi realizado o estudo, este item pode representar um potencial quesito de atenção. As demais perguntas apresentaram *gaps* positivos.

Na receptividade (entre 10 e 13), foi constatado um nível de satisfação positiva com a prontidão do atendimento dos funcionários e a capacidade de resolver problemas como queixas dos clientes, tendo o *gap* com criticidade mais baixa - vide Tabela 2. Entretanto, foi mensurado uma satisfação ligeiramente negativa em relação à atenção do funcionário aos interesses do cliente e ao atendimento de seus desejos. No geral, houve uma satisfação do cliente com essa dimensão, sendo necessárias apenas orientações aos funcionários.

Já levando em conta a empatia (14 e 18) teve um dos resultados menos satisfatórios, atrás apenas da tangibilidade, apresentando a maior quantidade de *gaps* negativos - sendo o único não-negativo o relacionado à atenção personalizada ao cliente, mostrando uma satisfação neutra (*gap* 0). Mostrando uma necessidade de melhora na cortesia do recepcionista, interesse na demanda por parte dos funcionários e na sensibilidade e acessibilidade de atendimento a diferentes perfis de clientes.

A tangibilidade (entre 19 e 22), apresentou-se como a dimensão com o menor resultado avaliado, apresentando uma satisfação negativa pequena por causa dos aspectos ligados à acessibilidade. O *gap* ligado à acessibilidade física apresentou satisfação negativa ruim (*gap* entre -2 e -3), sendo o *gap* mais crítico - como observado na Tabela 2. Os *gaps* que apresentaram satisfação positiva estão associados a boa localização da empresa e a disponibilidade de bebidas e comidas. Sendo assim, é notória a necessidade de mudanças ligadas ao layout da empresa a fim de aumentar a acessibilidade física do espaço.

Para ilustrar melhor os resultados obtidos com cada questionamento, foi elaborada a Tabela 02, onde foi utilizada uma classificação dos *gaps* em quatro níveis: crítica, alta, moderada e baixa, através do cálculo dos quartis.

Tabela 02 - classificação de prioridade através do método dos quartis.

CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE																					
CRÍTICA						ALTA						MODERADA					BAIXA				
20.	18.	13.	3.	16.	14.	15.	12.	7.	1.	22.	17.	4.	6.	8.	21.	2.	5.	9.	19.	11.	10.
-2,09	-0,67	-0,28	-0,21	-0,21	-0,12	-0,09	-0,07	-0,06	-0,06	-0,02	0	0,03	0,04	0,13	0,18	0,23	0,23	0,36	0,36	0,58	0,69

1° Quartil = -0,11

2° Quartil = -0,01

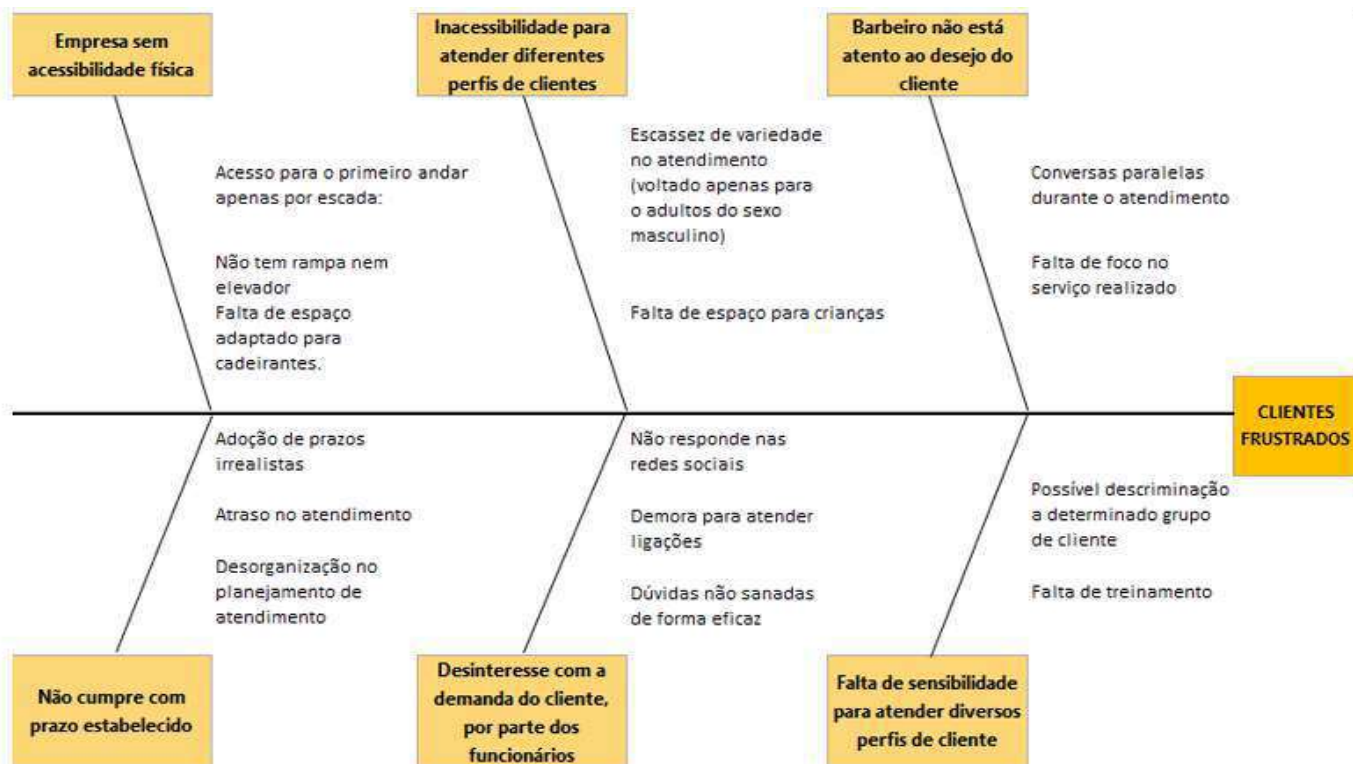
3° Quartil = 0,22

Fonte: Autores (2020).

A partir da classificação de prioridade, foram selecionadas as seis problemáticas definidas como críticas através da análise dos quartis, utilizadas para o desenvolvimento do Diagrama de Ishikawa. O efeito resultante desses problemas foi o não atendimento das expectativas dos clientes, ou seja, clientes frustrados, gerando *gaps* negativos, como abordado anteriormente. Sendo assim, o primeiro

passo foi aplicar a ferramenta *brainstorming*, a fim de identificar os problemas e classificá-los, para então poder separar quais problemas são mais significantes e quais são triviais. A partir daí, pôde-se selecionar os problemas críticos e então expor quais são as possíveis causas, através da estrutura do Diagrama de Ishikawa, visualizadas na Figura 05.

Figura 05 - Diagrama de Ishikawa dos problemas críticos da barbearia.



Fonte: Autores (2021).

A partir da ferramenta de *brainstorming* foram levantadas justificativas plausíveis para as problemáticas que contemplavam, em boa parte, aspectos ligados ao comportamento e falta de capacitação dos funcionários como a falta de foco na realização do serviço contratado, conversas paralelas, falta de treinamento para lidar com diferentes públicos como crianças, idosos e pessoas com limitações motoras e/ou cognitivas. Além disso, a necessidade de planejamento organizacional para atendimento de públicos diversos supracitados, bem como estrutural com características inacessíveis como ausência de rampas e piso tátil.

Em posse do Diagrama de Ishikawa, foi então desenvolvido um plano de ações como sugestão para o proprietário do negócio, através do *brainstorming* que possibilitou uma melhor análise das possíveis causas levantadas, priorizando quatro principais a serem inseridas no plano. A fim de mitigar os *gaps* identificados pela aplicação da ferramenta SERVQUAL, com propostas que atingissem as necessidades identificadas. O plano de ação pode ser visualizado na Tabela 03.

Tabela 03 - Plano de ação (5W2H) desenvolvido para a barbearia.

What O Quê	Why Por quê	Who Quem	How Como	How Much Quanto	Where Onde	When Quando
Reestruturar a barbearia	Para aumentar a acessibilidade física	O proprietário	Através de investimento	R\$ 2.500,00	Na entrada e no ambiente interno da barbearia	A planejar
Serviço voltado para todos os gêneros	Aumentar o leque de clientela	Gerente	Ampliando o pacote de serviços ofertados	Tempo de implementação (custo zero)	Na barbearia	A planejar
Maior dedicação, comprometimento e concentração nas atividades realizadas	Para realizar o serviço da melhor maneira possível	Barbeiros	Através de treinamentos e capacitação	Custo Zero	Na barbearia	15 min ao início de cada turno
Redefinição do tempo de serviço	Para maior pontualidade na realização das atividades	Gerente	Por meio de cronoanálise, planejamento da rotina e maior organização dos registros	Tempo de análise (custo zero)	Nos postos de serviço	A planejar

Fonte: Autores (2021).

A primeira sugestão de ação foi a reestruturação física do ambiente de trabalho para aumentar a acessibilidade. O investimento foi orçado a partir de pesquisa feita pelos autores na região do estudo para produção e instalação de uma rampa e piso tátil na área externa e interna da barbearia, levando em consideração matéria-prima e mão-de-obra, já o período para essa ação ficaria a disposição das considerações do proprietário.

A segunda ação recomendada seria de mudança da orientação de planejamento gerencial para adoção de serviços para outros públicos que não abranja apenas homens adultos. Visto que, em tese é ofertado corte de cabelo para todas as idades e gêneros, mas além dos homens adultos, as demais classes de clientes demonstraram insatisfação com a variedade e qualidade do serviço ofertado. Sendo assim, se é ofertado, deve ser de forma satisfatória. Para isso, deve-se ampliar seu pacote e com custo zero, visto que dependeria apenas do tempo de implantação dessas novas medidas.

A terceira, recorre ao desenvolvimento de melhores práticas comportamentais dos funcionários, especialmente os barbeiros, através de treinamentos e conscientização realizada rotineiramente antes do início do expediente de trabalho. Com o objetivo de incentivá-los a entregar o serviço da melhor maneira possível.

Por último, a ação recomendada seria restabelecer o agendamento dos horários com os clientes, partindo do desenvolvimento de metas reais. Para que seja possível, deve se considerar pequenas pausas entre um serviço e outro, para não gerar atrasos no atendimento de novos clientes e garantir um período adequado para os barbeiros se prepararem, através de cronoanálise para adequar o tempo as médias de serviço de cada funcionário e a um custo apenas do tempo de coleta e análise desses novos tempos de serviço. Dessa forma, é importante ressaltar que não devem se sobrecarregar, mas aplicar as sugestões para que possam atender a demanda de forma realista e adequada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo aplicar a ferramenta SERVQUAL para mensurar a percepção e a expectativa dos clientes de uma barbearia, o qual foi satisfatoriamente atingido. Tendo em vista que, através dela, foi possível avaliar de forma quantitativa e qualitativa os aspectos que mais impactam na qualidade do serviço do local.

A partir dos *gaps* demonstrados através da classificação de prioridade, os autores desenvolveram um plano de ação com sugestões, aplicando o Diagrama de Causa e efeito seguido do 5W2H, a fim de solucionar os problemas mais críticos. Extraindo destes, foi sugerido para a empresa o reordenamento do *layout* criando uma área de prioridade a deficientes físicos e idosos no térreo, bem como rampas para acesso ao primeiro andar; treinamento aos funcionários para atender de melhor forma perfis distintos do habitual; inclusão de um maior leque de serviços para alcançar um público mais diverso; orientação na preparação dos clientes para saberem especificar seus desejos reais; readequação da agenda para o estabelecimento de prazos reais aos clientes e, por último, elaborar sistemas de *feedback* a fim de desenvolver melhoria contínua através da percepção do cliente, .

No quesito relacionado à higienização dos equipamentos, o *gap* negativo pode estar ligado à apreensão dos clientes ao frequentar espaços públicos devido a pandemia do COVID-19. É recomendado, nesse caso, atentar-se às formas e boas práticas incentivadas pelos órgãos de saúde e vigilância sanitária, reforçando o uso de máscara, de preferência do tipo PFF2, e constante higienização das mãos e do ambiente, bem como fornecer álcool em gel e manter o ambiente arejado, de forma que diminua o receio dos que vierem consumir o serviço, aumentando sua segurança e a dos funcionários.

Arelado a tudo que foi exposto, para que a empresa possa suprir os desejos dos clientes e até, idealmente, superar suas expectativas, todas as dimensões devem apresentar evoluções. Constando uma maior urgência no desenvolvimento de acessibilidade de atendimento a diferentes tipos de clientes, e demonstrando maior prioridade para melhorar os aspectos tangíveis e empáticos. Dessa forma, poderá ganhar credibilidade com seus clientes, os fidelizando, e atraindo nova clientela, como consequência da maior qualidade da prestação do serviço; assim alcançando a desejada satisfação do cliente.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. M. et al. Análise da qualidade em um restaurante universitário através da ferramenta SERVQUAL. *Exacta*, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 103-115, 28 dez. 2017. Universidade Nove de Julho.
- CARVALHO, J. L. M. Ferramentas da Qualidade - Parte 1. Juazeiro: CPROD/UNIVASF, 2019. 48 p.
- CARVALHO, M. M. de. *Gestão da Qualidade: teoria e casos*. Rio de Janeiro Elsevier, 2005.
- CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P. (coord.). *Gestão da qualidade – teoria e casos*. Rio de Janeiro: Elsevier; ABEPRO, 2012.
- DALFOVO, M. S.; LANA, R. Ad.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008.
- FAESARELLA, I. S.; SACOMANO, J. B.; CARPINETTI, L. C. R. *Gestão da qualidade: conceitos e ferramentas*. São Carlos: EESC; USP, 2006.
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. *Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação*. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. 537 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Anual de Serviços*. 2020. Disponível em: IBGE | Questionários Eletrônicos. Acesso em: 01 dez. 2020.
- LIMA, E. M. de et al. Aplicação da Escala SERVQUAL em Posto de Combustíveis: um estudo de caso. In: XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu/PR, 2020.
- MARTINS, V. W. B. et al. Utilização do Modelo SERVQUAL em uma Rede de Supermercados como Instrumento de Avaliação da Qualidade. 2012. Florianópolis, SC. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/1512/pdf>. Acessado em: 17 nov. 2020.

- MORAIS, M. de O.; COSTA NETO, P. L. de O. .; SANTOS, O. S. dos; CARDOSO JR, A. P. .; SACOMANO, J. B. The evolution of quality in industry 4.0. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e3929108634, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8634. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8634>. Acesso em: 11 mar. 2021
- MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operação*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 624 p.
- PESTANA, M. D. et al. Aplicação Integrada da Matriz GUT e da Matriz da Qualidade em uma empresa de consultoria ambiental: um estudo de caso para elaboração de melhorias. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. Anais [...] . João Pessoa: Enegep, 2016. p. 2-18. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_227_329_30428.pdf. Acesso em: 30 maio 2021.
- POLIDO, K.; MENDES, G. H. de S. APLICAÇÃO DO SERVQUAL PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS EM RESTAURANTES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. 2015. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_207_232_26625.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. *Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p.
- REIS, L. V. et al. O USO DAS FERRAMENTAS BRAINSTORMING E 5W2H NO PLANEJAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO EM INDÚSTRIAS DE TABACO: um estudo de caso para elaboração de melhorias. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. Anais [...] . João Pessoa: Enegep, 2016. p. 2-13. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_229_339_28579.pdf. Acesso em: 30 maio 2021.
- SEBRAE. 5W2H: tire suas dúvidas e coloque produtividade no seu dia a dia. tire suas dúvidas e coloque produtividade no seu dia a dia. 2017. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/5w2h-tire-suas-duvidas-e-coloque-productividade-no-seu-dia-a-dia,06731951b837f510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 30 maio 2021.
- SILVA, D. P.; DE JESUS, J. S. Uma análise sobre os GAPS obtidos a partir da aplicação da escala SERVQUAL em centrais de atendimento de uma instituição de educação superior privada com status de centro universitário no Distrito Federal. *Revista Negócios em Projeção*, v. 1, p. 68-86, 2019.
- SILVA, L. S.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Manual de orientação*. Florianópolis, 2001. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/2367267/DA-SILVA-MENEZES-2001-Metodologia-da-pesquisa-e-elaboracao-de-dissertacao> Acesso em: 17 de nov. 2020.
- WEBER, M. Brasil é o quarto maior mercado de beleza e cuidados pessoais do mundo. *Forbes*, 2020. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2020/07/brasil-e-o-quarto-maior-mercado-de-beleza-e-cuidados-pessoais-do-mundo/> Acessado em: 3 dez. 2020.

QUESTIONÁRIO - SERVQUAL - PARA BARBEARIA			
Referência	Item avaliados	Expectativa	Percepção
1	O profissional apresenta ser capacitado para a função.		
2	O corte é executado conforme desejado pelo cliente.		
3	Ele cumpre com o prazo estabelecido.		
4	Os funcionários estão apresentáveis.		
5	O barbeiro explica sucintamente o serviço que será feito.		
6	O profissional manuseia corretamente os equipamentos.		
7	O local e equipamentos são bem higienizados.		
8	O profissional utiliza EPI's adequados (máscara, luvas etc.).		
9	Mantém suas informações em confidência.		
10	Os funcionários têm disposição de atender o cliente com prontidão.		
11	Os funcionários estão disponíveis para resolver problemas recorrentes.		
12	O barbeiro presta atenção a necessidade do cliente.		
13	O barbeiro está atento ao desejo do cliente.		
14	O profissional tem sensibilidade para atender diversos perfis de cliente.		
15	O recepcionista atende com cortesia.		
16	O funcionário demonstra interesse na demanda do cliente.		
17	O cliente tem atenção personalizada.		
18	A empresa tem acessibilidade para atender diversos perfis de cliente.		
19	A barbearia é bem localizada e de fácil acesso.		
20	A empresa tem acessibilidade física.		
21	Há disponibilidade de comida e bebidas.		
22	Local adequado de espera (wi-fi, tv, revista).		

Fonte: Autores (2020).

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA PROJEÇÃO DE CONSUMO DE CHAPAS DE MDP DE UMA INDÚSTRIA DO RAMO MOVELEIRO

Ana Caroline Schneider
Monique Rigo Zanotto
Leandro Luis Corso

RESUMO

Com o surgimento da pandemia do COVID-19, a mesma trouxe consigo diversas incertezas em todos os setores, inclusive no ramo moveleiro. Esse estudo tem como objetivo a utilização de métodos de previsão de demanda por séries temporais para analisar e prever o consumo de chapas de MDP de uma indústria do ramo moveleiro. Para tanto, foram aplicados os métodos de média móvel simples e ponderada, suavização exponencial, efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos) – método de Winters e os métodos de Holt para efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos) e Suavização Exponencial Dupla. Analisou-se os dados de demanda de três espessuras de chapas de MDP, sendo 12 mm, 15 mm e 25 mm para um total de 36 períodos (meses). A projeção de consumo de chapas de MDP obtida por meio dos métodos de previsão aplicados foram comparadas com a demanda real, a fim de identificar o método mais eficaz para cada espessura. Pela aplicação dos modelos, o método que melhor se aplicou à espessura de 12 mm foi a Suavização Exponencial Dupla, para 15 mm a Suavização Exponencial e a Suavização Exponencial Dupla obtiveram o mesmo resultado e, para a espessura de 25 mm, o método mais eficaz foi a Média Móvel Ponderada para o período de 6 meses. Por fim, este trabalho permitiu projetar e analisar a demanda da empresa, auxiliando no planejamento da organização e estratégias de prevenção para evitar a falta de matéria-prima e insumos necessários para a produção de itens de seu portfólio.

Palavras-chave: *Previsão de demanda, moveleiro, séries temporais, projeção de consumo.*

INTRODUÇÃO

No Brasil, as regiões Sul e Sudeste destacam-se como principais produtoras de móveis. Além disso, também pode-se observar nessas regiões as maiores áreas com plantios florestais do país, uma vez que na fabricação de seus móveis há a predominância de madeira (BRAINER, 2019). Para a confecção destes produtos necessita-se de uma gama variada de materiais e instrumentos, o que torna a indústria moveleira dependente do fornecimento de muitas outras indústrias como as chapas de MDF e MDP, por exemplo (BRAINER, 2019).

Um diferencial desta indústria estaria em prever, de forma eficiente a demanda de produtos. Isso poderia potencializar as decisões estratégicas de planejamento. No trabalho de Monegat et al. (2020), a proposta dos autores foi utilizar os métodos de média móvel, de suavização exponencial simples e de Holt, em que se mostrou o potencial dos modelos ao melhorar a previsão da empresa.

Atualmente a previsão de demanda pode ser considerada como essencial para a estabilidade dos negócios, pois auxilia no planejamento e desenvolvimento das estratégias organizacionais, na identificação de prioridades, nas decisões de alocação de recursos, expansões de capacidade, no planejamento da produção e na redução de estoque, como mostrado por Albuquerque, Lima e Leite (2020). O objetivo da utilização destes métodos consiste em obter uma estimativa da demanda futura a partir de dados e acontecimentos históricos (BORSATO e CORSO, 2019).

Levando em consideração o aumento da demanda e a falta de matéria-prima que afeta todos os setores da indústria da transformação durante a pandemia, o setor moveleiro também foi bastante afetado (KONRAD, 2020). Segundo Francio (2021), o setor imobiliário apresenta uma boa demanda durante a pandemia, porém as indústrias moveleiras seguem atentas à possibilidade de atraso na entrega de insumos e matérias-primas, ao mesmo tempo que os preços, custos e inflação estão em alta.

Nesse contexto, o presente trabalho visou prever a demanda de três chapas de MDP, com espessuras diferentes, para os próximos meses. Para isso, se utilizaram métodos de previsão de séries temporais. Os dados apresentados são de uma empresa moveleira e foram utilizadas quatro técnicas diferentes: média móvel (simples e ponderada), suavização exponencial, efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos) e os métodos de Holt para efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos). Após a aplicação dos métodos, foram analisados os Erros Quadráticos Médios (EQM) obtidos em cada um, assim foi possível identificar o modelo a ser sugerido para a empresa utilizar.

REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir serão apresentados alguns tópicos relacionados à pesquisa, a fim de facilitar o entendimento dos resultados obtidos.

Séries temporais

De acordo com Pellegrini e Fogliatto (2001) as previsões de demanda, por meio da utilização de séries temporais, são de grande importância em diversas áreas das organizações. Por meio do desenvolvimento de planos agregados para produção e o gerenciamento de estoques, elas tornam-se essenciais para a operacionalização dos planos de produção.

Segundo Ehlers (2009), uma série temporal trata-se de observações que são feitas de forma sequencial ao longo do tempo. Seu foco, com base nesta pesquisa, consiste na elaboração de uma demanda futura, em que é possível prever e planejar os recursos necessários para a produção de determinados produtos.

De acordo com Ferreira e Duca (2018), alguns dos padrões de comportamento que costumam ser encontrados em modelos de séries temporais são:

- Tendência (T): é observada no momento em que uma série temporal segue uma determinada direção, podendo ser ela crescente ou decrescente, e não necessariamente linear;

- Sazonalidade (S): trata-se de um padrão que dentro de um ano pode se repetir com certa periodicidade, como por exemplo, mensal, semanal, diário, etc;
- Ciclo (C): é um padrão que se repete regularmente. No entanto, o mesmo não apresenta um período fixo e ocorre em um período maior que um ano, como alguns fenômenos climáticos que podem apresentar periodicidade superior a um ano.

De acordo Santiago e Silva (2020), ao escolher o método de série temporal ideal, devem ser considerados os seguintes fatores: forma de previsão; período, horizonte de tempo e intervalo; disponibilidade de dados; acurácia; padrões de demanda; custo de implantação do método; facilidade de operação; e compreensão da administração.

A seguir são apresentados os conceitos matemáticos utilizados no presente trabalho.

Média móvel

Segundo Morettin e Tolo (2018), a média móvel consiste em calcular a média aritmética de um total de “r” observações mais recentes. Sua denominação surgiu pelo fato de que, em cada período, a observação mais antiga sempre é substituída pela mais recente, onde calcula-se uma média nova.

As mesmas são comumente utilizadas com análise técnica em mercados de capitais, assim como na análise da tendência de preços de ativos financeiros em bolsas de valores. No presente artigo, foram utilizadas duas variações do método: a Média Móvel Simples e a Média Móvel Ponderada.

Média móvel simples (MMS)

De acordo com Fernando (2021), o método consiste na forma mais simplificada de uma média móvel. O modelo é calculado por meio da média aritmética de um dado conjunto de valores, sendo estes um conjunto de um somatório de números - podendo ser preços no caso de instrumentos financeiros - dividido pelo número de preços do conjunto.

A MMS é definida pela Equação 1

$$Média = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_n \quad (1)$$

Onde:

A_i : valor da demanda no período i ;

n : número de períodos de tempo.

Média móvel ponderada

O método de Média Móvel Ponderada trata-se de uma variação da técnica de Média Móvel Simples, permitindo a atribuição de pesos aos dados ponderados na análise (Equação 2).

$$P_t = \frac{\sum_{t=1}^n W_{t-1} R_{t-1}}{\sum W_t} \quad (2)$$

Onde:

P_t : Previsão da MMP para o período t ;

W_{t-1} : Peso atribuído ao período $t-1$;

R_{t-1} : Demanda real para o período $t-1$;

n : Quantidade de períodos.

Suavização exponencial

A suavização exponencial busca tratar ambas as causas de flutuações em séries de tempo. De acordo com Morettin e Tolo (2018), essas técnicas normalmente assumem que os valores extremos de uma série representam a aleatoriedade, assim, utilizando o método da suavização desses extremos, podendo identificar o padrão básico. Define-se pela Equação 3

$$P_{t+1} = \alpha R_t + (1 - \alpha)P_t \quad (3)$$

Onde:

P_{t+1} : Previsão para o período $t+1$;

R_t : Demanda real para o período t ;

P_t : Previsão para o período t ;

α : Constante de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Efeitos sazonais (método de Winters)

Diversos métodos de séries temporais apresentam sazonalidade, que se trata de um comportamento repetitivo ou um padrão regular nos dados coletados. Identifica-se os modelos aditivo, o qual apresenta amplitude de variação sazonal constante e o modelo multiplicativo, em que a amplitude sazonal pode aumentar ou diminuir em função do tempo (SANTIAGO E SILVA, 2020).

Efeitos sazonais aditivos

Os efeitos sazonais aditivos apresentam uma amplitude da variação sazonal constante, o que significa que a diferença existente entre o maior e o menor valor de demanda dentro das estações permanece, de forma relativa, constante no tempo (PELLEGRINI E FOGLIATTO, 2001). Pode-se afirmar também que este método tende a manter a mesma ordem de magnitude cada vez que um efeito é encontrado. Pela Equação 4, calcula-se o valor de previsão com este método.

$$\hat{Y}_{t+n} = E_t + S_{t+n-p} \quad (4)$$

A Equação 5 estima o nível esperado para o período t como uma média ponderada dos dados dessazonalizados para o período t .

$$E_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1-\alpha)(E_{t-1}) \quad (5)$$

Na Equação 6, é estimado o fator sazonal para o período t como uma média ponderada do efeito sazonal estimado no período t .

$$S_t = \beta(Y_t - E_t) + (1-\beta)S_{t-p} \quad (6)$$
$$0 \leq \alpha \leq 1; 0 \leq \beta \leq 1$$

Efeitos sazonais multiplicativos

Os efeitos sazonais multiplicativos tendem a ter um efeito crescente cada vez que determinado efeito é encontrado. De acordo com Cavalheiro (2003) este método é adequado para as séries de tempo em que a amplitude sazonal é proporcional ao nível da média da série, e pode ser representado pela Equação 7.

$$x_t = (b_1 + b_2 t)c_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

Onde:

b_1 : Componente permanente;

b_2 : Componente de tendência linear;

c_t : Fator sazonal multiplicativo;

ε_t : Componente do erro aleatório.

Método de Holt-Winters

De acordo com Milnitz, Marchi e Samohyl (2011), o método de Holt-Winters trata-se de um dos métodos de previsão mais conhecidos, pelo fato de que permite a adaptação da sazonalidade ao decorrer do tempo.

No caso de séries que apresentam tendência e variação sazonal, o procedimento de alisamento exponencial pode ser generalizado (EHLERS, 2009). Considerando observações mensais que sejam L_t , T_t e I_t , sendo o nível, a tendência e o índice sazonal, respectivamente, o fator T_t trata-se do aumento ou redução por mês esperada no nível atual da série.

Suavização exponencial dupla

O método de suavização exponencial dupla é utilizado em séries temporais que apresentam tendência linear. Conforme apresentado por Lima e Corso (2020), o modelo pode ser expresso matematicamente pela Equação 8.

$$P_{t+n} = L_t + n.T_t \quad (8)$$

Onde L_t é a previsão para o período t , e T_t é a tendência para o período.

Efeito sazonal aditivo (método de Holt-Winters)

Esta técnica de previsão, além de apresentar sazonalidade como o método de Winters, apresenta tendência e variação sazonal, assim como o método de Holt. Desta maneira surge a nomenclatura Holt-Winters.

O método pode ser definido pela Equação 9.

$$P_{t+n} = (L_t + n.T_t)S_{t-s+n} \quad (9)$$

Onde S_t é o índice sazonal para o período t e s é o período de tempo para uma estação completa de sazonalidade.

Efeito sazonal multiplicativo (método de Holt-Winters)

A técnica de Holt-Winters para efeitos sazonais multiplicativos é similar ao método com efeitos sazonais aditivos. O que diferencia ambos os métodos é que o modelo multiplicativo apresenta a sazonalidade multiplicada pela tendência da série e o modelo aditivo apresenta a sazonalidade somada à tendência da série (SANTIAGO E SILVA, 2020). O método pode ser representado pela Equação 10.

$$P_{t+n} = L_t + n.T_t + S_{t-s+n} \quad (10)$$

Erros de previsão

De acordo com Dias (1999) os erros de previsão sempre existirão devido ao componente aleatório presente na demanda. Por este motivo é importante acompanhá-lo como forma de garantia de que o mesmo esteja dentro dos limites aceitáveis, além de evitar o viés. Existem 4 tipos de erros que são comumente conhecidos (CAVALHEIRO, 2003):

- Erro médio (*mean error* - ME): São adicionados os valores dos erros e calculado a média. Os valores obtidos são próximos a zero, tendo em vista que os erros positivos cancelam os erros negativos;
- Erro absoluto (*mean absolut deviation* - MAD): Também denominado "desvio absoluto médio", trata-se da média do erro absoluto. Usualmente prefere-se esta medida ao invés do erro médio;
- Erro percentual absoluto médio (*mean absolute percentage error* – MAPE): Assim como uma porcentagem, esta medida é próxima a um. A medida é preferida se comparada ao erro médio e ao erro absoluto;
- Erro quadrado médio (EQM) (do inglês, *mean squared error* – MSE): Este erro penaliza principalmente os desvios extremos das previsões, ao invés dos desvios menores que ocorrem. Sendo assim, ao minimizar o erro, ao invés de ter-se um grande desvio tem-se vários desvios pequenos do valor de previsão.

A medida selecionada para análise dos métodos de previsão é o MSE. O Erro pode ser definido pela Equação 11 (HALLAK E FILHO, 2011).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{is} - P_{io})^2 \quad (11)$$

METODOLOGIA

Para o presente trabalho, foi realizada uma coleta de dados diretamente no sistema de gestão da empresa selecionada. A coleta realizou-se no programa denominado “Movimento Estoque”, que é o *software* responsável pela coleta e armazenagem das informações referentes à movimentação de estoque para um determinado item. Os valores obtidos referem-se à quantidade consumida, em metros quadrados, de três chapas de MDP com espessuras diferentes, sendo elas: 12 mm, 15 mm e 25 mm.

Com relação ao período de coleta dos itens, para esta primeira etapa, foi definido que seriam utilizadas as informações de movimentação e consumo dos últimos 36 meses. Para a análise das demandas futuras, foram escolhidos os seguintes métodos de previsão de séries temporais:

- Média móvel (simples e ponderada);
- Suavização exponencial, efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos);
- Suavização exponencial dupla, Métodos de Holt-Winters para efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos).

Nesta segunda etapa, os dados coletados foram distribuídos em três tabelas no *software Microsoft Excel*.

Após a aplicação dos métodos de previsão de série temporal, realizou-se a análise dos erros obtidos para cada dos mesmos. Utilizando estes valores, foi elaborada uma tabela para fins de comparação do Erro Quadrático Médio (EQM) de todos os métodos aplicados. Além da tabela, optou-se por incluir outra visualização gráfica para auxiliar na etapa da análise dos resultados obtidos. Para cada um dos métodos foi elaborado um gráfico, em que se realizou uma comparação dos dados coletados inicialmente com os valores previstos.

Em relação a abordagem do problema, esta pesquisa é quantitativa, em razão dos dados obtidos serem numéricos e tabulados, de acordo com o estudo em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se os resultados alcançados por meio do desenvolvimento das etapas indicadas na metodologia.

Coleta de dados

O estudo de previsão de demanda por meio de séries temporais tem por base três tipos de chapas de MDP com diferentes espessuras provenientes de uma empresa moveleira. As espessuras escolhidas para realizar este estudo foram de 12 mm, 15 mm e 25 mm.

O intervalo de tempo determinado para estudo compreende dados históricos de 36 meses, iniciando em Janeiro de 2018 até Dezembro de 2020. A Figura 1 mostra os valores referente ao consumo em m²

das espessuras informadas.

Figura 1 – Dados coletados

	Período (meses)	Consumo (m ²)				Período (meses)	Consumo (m ²)		
		12 mm	15 mm	25 mm			12 mm	15 mm	25 mm
1	jan/18	10732,28	8619,49	1360,50	19	jul/19	17113,50	6193,87	1624,39
2	fev/18	14036,12	9798,16	2023,24	20	ago/19	19073,69	14017,74	2364,42
3	mar/18	10431,81	5743,72	1618,32	21	set/19	19556,72	14331,63	2303,15
4	abr/18	5739,71	4030,50	2442,17	22	out/19	23231,36	14920,05	1742,96
5	mai/18	5825,53	3007,24	2184,69	23	nov/19	24584,09	27661,80	2141,33
6	jun/18	5029,38	3392,64	1343,43	24	dez/19	16643,05	17288,48	2378,45
7	jul/18	11795,65	5534,74	1850,61	25	jan/20	18666,28	14816,05	2182,76
8	ago/18	6466,91	7993,79	3169,06	26	fev/20	27916,87	13566,30	2305,69
9	set/18	12358,56	5905,37	2145,14	27	mar/20	17791,64	8346,20	1955,98
10	out/18	16797,84	8292,08	2718,95	28	abr/20	16077,01	6641,48	1332,36
11	nov/18	21852,01	9162,44	2589,57	29	mai/20	29911,24	11776,04	2796,19
12	dez/18	9092,35	2380,87	1184,66	30	jun/20	34592,91	11950,91	2537,58
13	jan/19	15590,94	3654,77	700,48	31	jul/20	46160,23	15549,49	2827,58
14	fev/19	16543,12	7835,66	1695,53	32	ago/20	44152,33	22244,75	2968,83
15	mar/19	10110,78	10945,88	1964,42	33	set/20	38538,62	25767,07	2942,70
16	abr/19	8310,65	10747,11	1511,53	34	out/20	40868,22	24544,99	4220,26
17	mai/19	14963,11	4651,53	1507,99	35	nov/20	39258,81	15862,03	4385,35
18	jun/19	10434,86	11344,56	1047,13	36	dez/20	47400,83	21479,14	4576,92

Fonte: Os autores (2021)

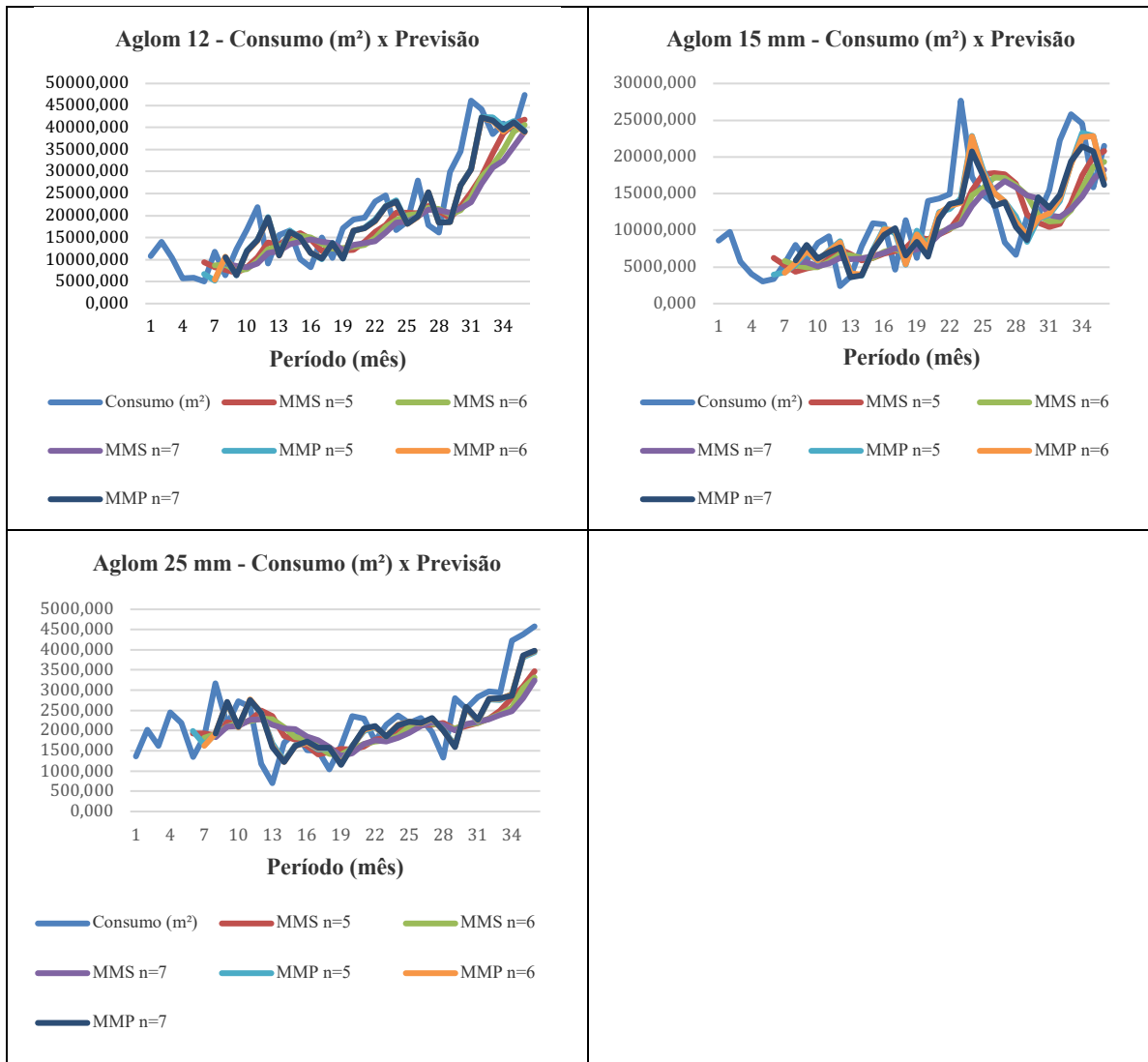
Aplicação dos métodos

Após realizada a coleta de dados, realizou-se os cálculos de previsão por meio das séries de previsão temporal citadas na metodologia.

Média Móvel

A média móvel calculada contou com dois tipos de métodos de previsão, sendo a MMS e MMP. Para definir a previsão por meio destes métodos, foi necessário escolher o período para gerar os cálculos e obter os resultados, sendo assim, considerou-se n igual a 5, 6 e 7. Posteriormente, foram calculadas as previsões EQM obtidos para estes métodos. Na Figura 2 é possível visualizar a relação entre o consumo de chapas com a previsão segundo estes métodos.

Figura 2 – Consumo (m²) x Métodos de média móvel simples e ponderada

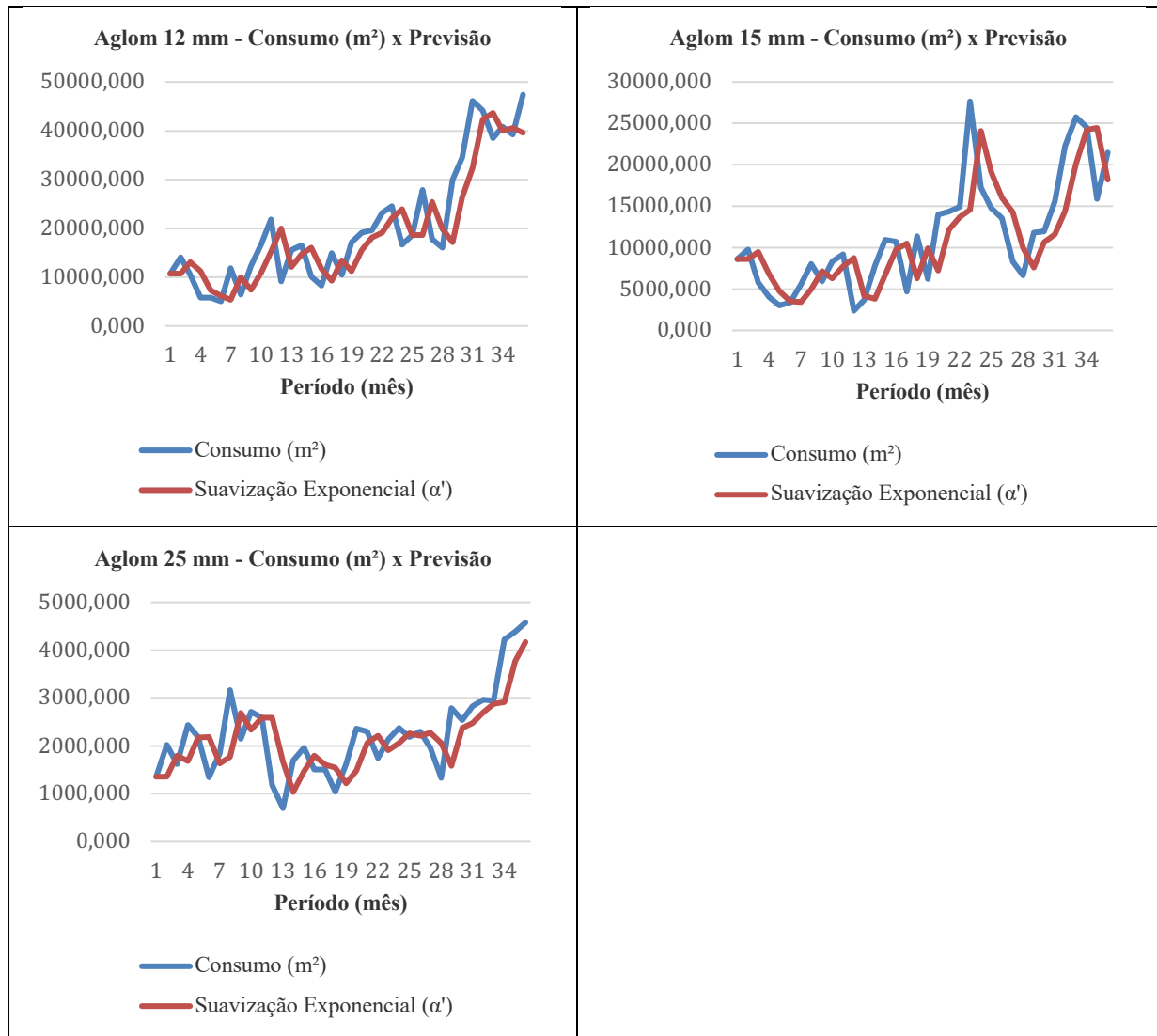


Fonte: Os autores (2021)

Suavização exponencial

Para desenvolvimento deste método, foi realizado o cálculo de previsão e, por conseguinte, o seu EQM. Inicialmente atribuiu-se um valor arbitrário para a constante do amortecimento α , para realizar os cálculos de previsão e, posteriormente, foi otimizado o modelo com a utilização do auxílio do suplemento *Solver*, disponível no software *Microsoft Excel*. A Figura 3 demonstra graficamente a relação entre o consumo (m²) de chapas e a previsão tendo como base o método de suavização exponencial.

Figura 3 – Consumo (m²) x Método de suavização exponencial



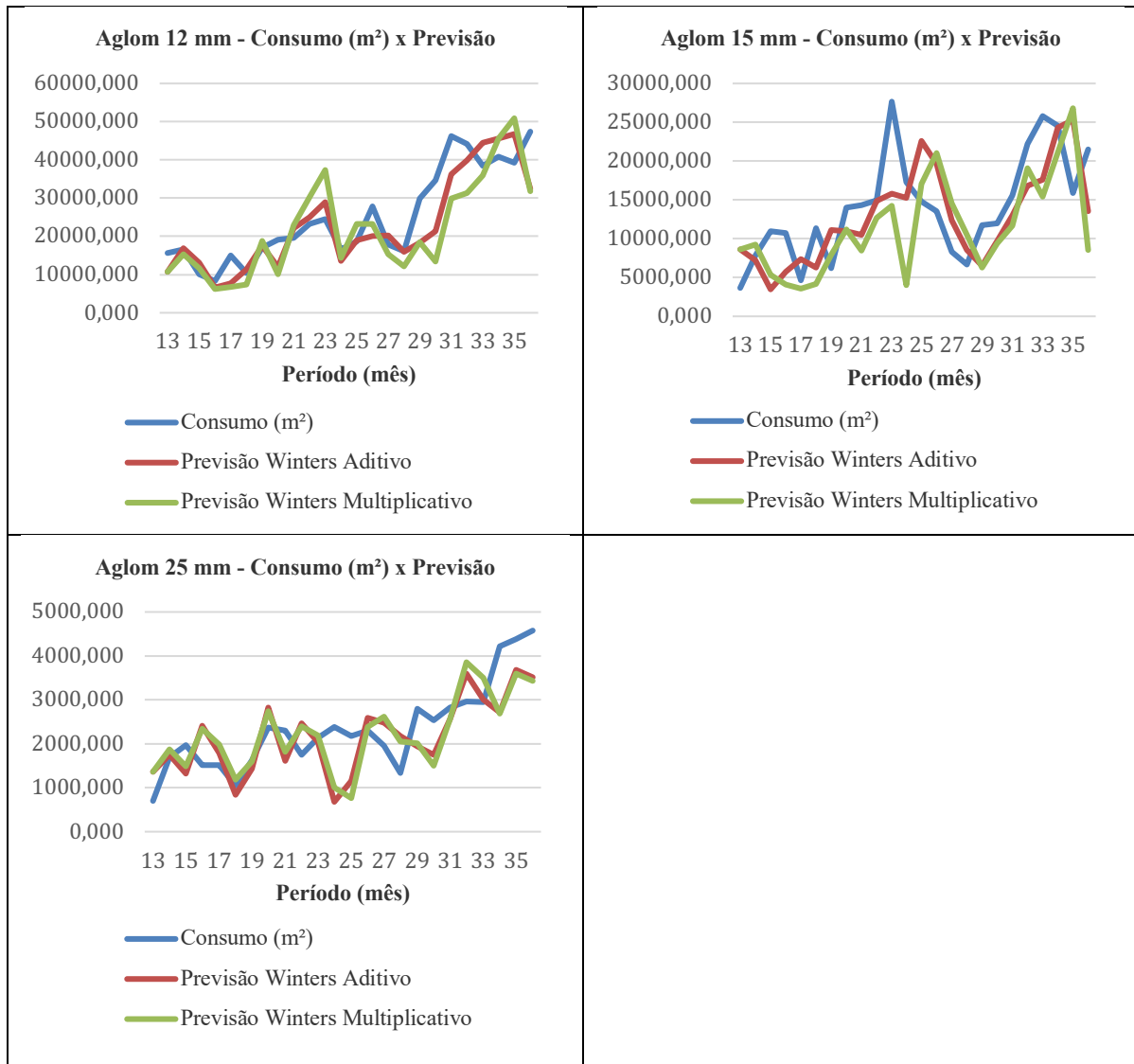
Fonte: Os autores (2021)

Nas três espessuras de chapas a previsão calculada com a utilização do método de suavização exponencial obteve um bom desempenho, considerando que ao longo do período de análise a previsão seguiu a tendência do consumo real de chapas para as diferentes espessuras.

Sazonalidade com efeitos aditivos e multiplicativos (Winters)

Para desenvolvimento destes métodos de previsão temporal, atribuiu-se valores arbitrários para a constante do amortecimento da média dos dados α e para a constante de amortecimento da estimação da tendência β . Após realizar os cálculos, otimizou-se os modelos onde encontrou-se o resultado gráfico visto na Figura 4.

Figura 4 – Consumo (m²) x Métodos de sazonalidades aditivas e multiplicativas (Winters)

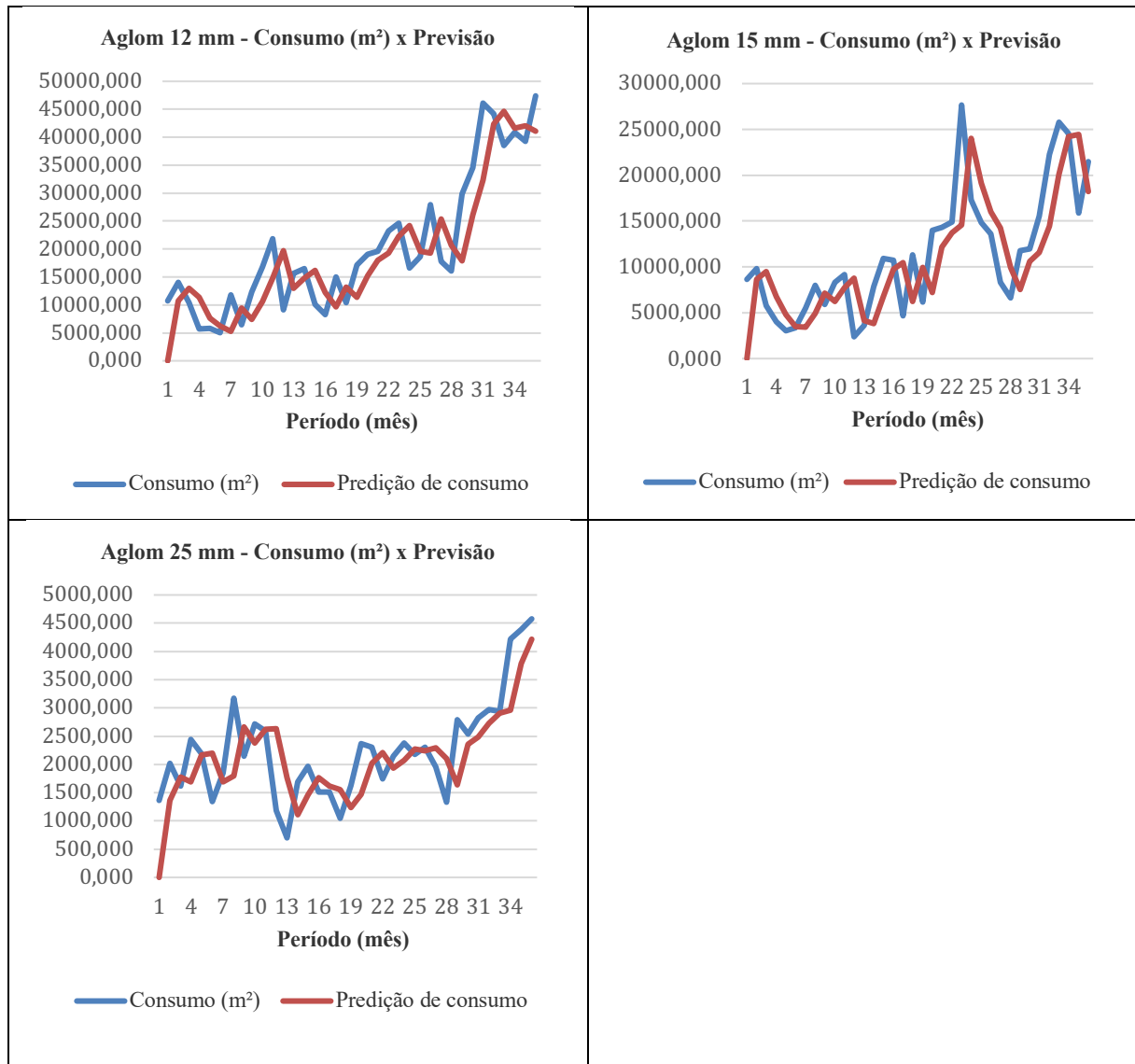


Fonte: Os autores (2021)

Suavização exponencial dupla

Para aplicação do modelo de suavização exponencial dupla referente ao método de Holt-Winters, considerou-se dados de 12 períodos consecutivos para identificação do comportamento das séries e realizar os cálculos iniciais para obter os valores de nível e tendência. Por conseguinte, foram realizados os cálculos de nível, tendência, as previsões com fatores otimizados e os respectivos erros. O resultado pode ser conferido na Figura 5.

Figura 5 – Consumo (m²) x Método de suavização exponencial dupla (Método de Holt-Winters)

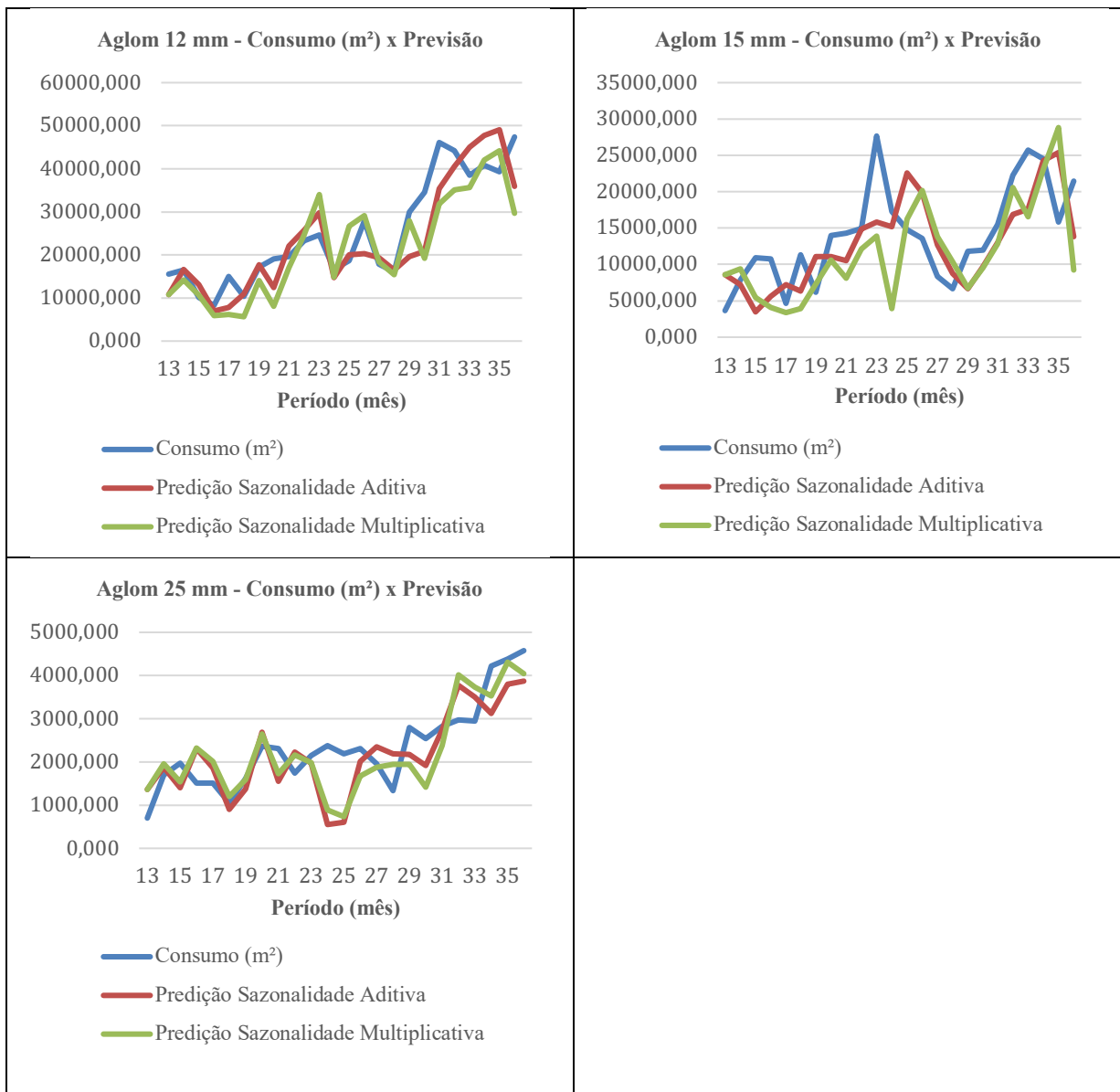


Fonte: Os autores (2021)

Sazonalidade com efeitos aditivos e multiplicativos (método de Holt-Winters)

Para o desenvolvimento destes métodos, optou-se por analisá-los em conjunto considerando ambos serem referentes ao método de Holt-Winters, assim foram calculados os parâmetros iniciais, de modo mais preciso, o nível básico, tendência e o fator sazonal, para posteriormente aplicar a otimização dos modelos. Nestes métodos, estão presentes constantes designadas para auxiliar no cálculo dos métodos de previsão e obtenção dos resultados, podendo citar a constante do amortecimento da média dos dados α , a constante de amortecimento da estimação da tendência β e a constante de amortecimento de estacionariedade γ . Posteriormente a otimização, admitiu-se os resultados expostos na Figura 6.

Figura 6 – Consumo (m²) x Método de sazonalidade com efeitos aditivos e multiplicativos (Método de Holt)



Fonte: Os autores (2021)

Nestes métodos, é possível verificar que as projeções em relação ao consumo real de chapas e as previsões apresentam algumas divergências, partindo do princípio de similaridade entre ambos os parâmetros.

Análise de erros

Realizados os cálculos das previsões e os erros para cada método, é possível analisar e determinar o melhor modelo de previsão para cada série temporal. Os resultados são apresentados no Figura 7.

Figura 7 – Erro Quadrático Médio (EQM)

	Métodos de previsão temporal	EQM
Aglomerado 12 mm	Média Móvel Simples (n = 5)	54707179,5
	Média Móvel Simples (n = 6)	60801412,7
	Média Móvel Simples (n = 7)	68409838,0
	Média Móvel Ponderada (n = 5)	37147455,2
	Média Móvel Ponderada (n = 6)	38151876,1
	Média Móvel Ponderada (n = 7)	38048586,0
	Suavização Exponencial	35059996,9
	Sazonalidade com Efeitos Aditivos (Winters)	42238730,7
	Sazonalidade com Efeitos Multiplicativos (Winters)	79197639,2
	Suavização Exponencial Dupla - Método de Holt	34520711,5
	Efeitos Sazonais Aditivos - Método de Holt	40723681,7
Efeitos Sazonais Multiplicativos - Método de Holt	54407432,6	
Aglomerado 15 mm	Média Móvel Simples (n = 5)	33645517,1
	Média Móvel Simples (n = 6)	35975479,0
	Média Móvel Simples (n = 7)	36770979,1
	Média Móvel Ponderada (n = 5)	22535286,0
	Média Móvel Ponderada (n = 6)	23163091,8
	Média Móvel Ponderada (n = 7)	21939666,5
	Suavização Exponencial	21421549,7
	Sazonalidade com Efeitos Aditivos (Winters)	30722960,8
	Sazonalidade com Efeitos Multiplicativos (Winters)	47681596,7
	Suavização Exponencial Dupla - Método de Holt	21421549,7
	Efeitos Sazonais Aditivos - Método de Holt	30705380,5
Efeitos Sazonais Multiplicativos - Método de Holt	46786666,1	
Aglomerado 25 mm	Média Móvel Simples (n = 5)	519144,9
	Média Móvel Simples (n = 6)	543297,4
	Média Móvel Simples (n = 7)	622543,1
	Média Móvel Ponderada (n = 5)	381912,9
	Média Móvel Ponderada (n = 6)	380023,7
	Média Móvel Ponderada (n = 7)	391150,7
	Suavização Exponencial	401795,1
	Sazonalidade com Efeitos Aditivos (Winters)	574417,1
	Sazonalidade com Efeitos Multiplicativos (Winters)	603264,9
	Suavização Exponencial Dupla - Método de Holt	398814,2
	Efeitos Sazonais Aditivos - Método de Holt	549085,0
Efeitos Sazonais Multiplicativos - Método de Holt	500397,6	

Fonte: Os autores (2021)

Após realizada a análise dos erros referentes a cada método de previsão, observou-se os modelos que melhor se adaptaram para cada espessura de chapa do estudo em questão. Quanto menor o erro quadrático médio (EQM) obtido, maior a precisão da previsão comparado ao consumo real de chapas utilizadas na empresa.

Portanto, no aglomerado referente as chapas de 12 mm de espessura, o método que melhor se adaptou foi a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters, alcançando um erro quadrático correspondente a 34520711,5. No aglomerado de 15 mm, houve a incidência de dois métodos que melhor aplicaram-se ao caso, dentre os quais estão a Suavização Exponencial e a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters, ambos obtiveram um erro correspondente a 21421549,7. E, por fim, no aglomerado de 25 mm, o método que apresentou maior precisão na sua previsão foi a Média Móvel Ponderada (MMP) para o período de 6 meses, obtendo um erro correspondente a 380023,7.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da aplicação de oito diferentes métodos de séries temporais, foi possível prever e avaliar as demandas de três espessuras diferentes de chapas de MDP em uma indústria do ramo moveleiro. Após a realização de comparação entre os resultados e a seleção do melhor método obtido para cada uma das espessuras, o mesmo poderá ser utilizado pelo Setor de Compras e PCP, a fim de otimizar os procedimentos relacionados à compra e estocagem de materiais.

Por meio deste trabalho foi constatado que para cada espessura de chapa obteve-se um método diferente com o melhor resultado de EQM. No caso da chapa de 12 mm o método que chegou ao melhor valor foi a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters. Para a chapa de 15 mm os métodos que melhor se adaptaram ao estudo de caso foi a Suavização Exponencial e a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters. Na análise da chapa de 25 mm, o método que obteve o melhor resultado para o EQM foi a Média Móvel Ponderada ($n = 6$).

A utilização de métodos temporais para previsão de demandas é de suma importância em várias áreas de aplicação na indústria, principalmente na parte de previsão de demanda de materiais. Estas ferramentas auxiliam na organização e no planejamento com relação a compra e armazenagem de matéria-prima, como no caso das chapas de MDP que foram estudadas e analisadas nesta pesquisa. Como já mencionado anteriormente, os valores foram obtidos diretamente do sistema de gestão da empresa. No entanto, os materiais utilizados para a produção nem sempre condizem com o que está registrado no sistema, gerando desta forma uma divergência entre os valores calculados pelo sistema e a quantidade que realmente foi consumida.

Devido às limitações da pesquisa com relação à veracidade dos dados coletados, neste momento não haverá a possibilidade de continuação da mesma. Futuramente, após um aprimoramento do controle de entrada e saída da matéria-prima, o método selecionado poderá então ser utilizado.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Carla Andréa Mendonça de; LIMA, Marcos Miguel da Silva; LEITE, Maria Silene Alexandre. Aplicação de métodos de previsão de demanda em uma indústria de polpas de fruta na cidade de João Pessoa – PB. ENEGEP, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_344_1770_41299.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.
- BORSATO, Renan; CORSO, Leandro Luís. Aplicação de Inteligência Artificial e ARIMA na Previsão de Demanda no setor metal mecânico. *Scientia cum industria*, v. 7, n. 2, pp. 165-176, 2019. Disponível em: <<http://www.ucs.com.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/viewFile/7741/4006>>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Setor moveleiro. Banco do Nordeste, Fortaleza, jul. 2019. Caderno setorial ETENE, p. 01. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5577175/89_moveis.pdf/24f1422b-f808-7285-d724-eaf5a6bc2c48>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- CAVALHEIRO, Darlene. Método de previsão de demanda aplicada ao planejamento da produção de indústrias de alimentos. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- DIAS, George Paulus Pereira. Proposta de processo de previsão de vendas para bens de consumo. ENEGEP, 1999. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0687.PDF>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- EHLERS, Ricardo S. Análise de séries temporais. São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://sites.icmc.usp.br/ehlers/stemp/stemp.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2020.
- FERNANDO, Jason. Moving Average (MA). Investopedia, 2021. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/m/movingaverage.asp>>. Acesso em: 15 mai. 2021.
- FERREIRA, Pedro Guilherme Costa; DUCA, Victor Eduardo Leite de Almeida. Modelos de suavização exponencial. In: BARROS, Anna Carolina; MATTOS, Daiane Morcolino de; OLIVEIRA, Ingrid Christyne Luquett de; FERREIRA, Pedro Guilherme Costa (Org.); DUCA, Victor Eduardo Leite de Almeida. Análise de Séries Temporais em R: curso introdutório. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 84-102. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154902/cfi/6/20!/4/2@0:0>>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- FILHO, Augusto José Pereira; HALLAK, Ricardo. Metodologia para análise de desempenho de simulações de sistemas convectivos na região metropolitana de São Paulo com o modelo ARPS: sensibilidade a variações com os esquemas de advecção e assimilação de dados. *Revista Brasileira*

de Meteorologia, v. 26, n. 4, p. 591-608, 2011.

FRANCIO, Rogério. Setor de móveis tem crescimento no primeiro trimestre do ano no RS. Correio do Povo, Porto Alegre, 17 mai. 2021. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/economia/setor-de-m%C3%B3veis-tem-crescimento-no-primeiro-trimestre-do-ano-no-rs-1.621306>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

KONRAD, Raquel. Falta matéria-prima na indústria. Serranossa, 2020. Disponível em: <<https://serranossa.com.br/noticia/economia/89374/falta-materia-prima-na-industria>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LIMA, Daniela de; CORSO, Leandro Luís. Aplicação de inteligência artificial e modelos matemáticos para previsão de demanda em uma indústria do ramo plástico. Scientia cum indústria, v. 8, n. 2, pp. 24-29, 2020.

MILNITZ, Diego; MARCHI, Jamur Johnas; SAMOHYL, Robert Wayne. Previsão da demanda: uma aplicação do método holt winters em uma indústria têxtil de grande porte. ENEGEP, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_856_18148.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.

MONEGAT, Amanda Dalla Rosa; PASOLINI, Mônica; FRANCO, Mateus Müller; ORLANDIN, Bruna Caroline; CORSO, Leandro Luis. Análise de métodos de previsão de demanda para projeção de vendas de produtos de uma indústria do ramo moveleiro. ENEGEP, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_344_1770_41231.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M. C. Modelos de suavização exponencial. In: _____. Análise de Séries Temporais: Modelos lineares univariados. 3. ed. vol. 1. São Paulo: Edgard Blucher, 2018. p. 108-129. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521213529/cfi/107!/4/4@0.00:9.61>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

PELLEGRINI, Fernando R.; FOGLIATTO, Flávio S. Passos para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda - Técnicas e Estudo de Caso. Produção, Porto Alegre, v. 11 n. 1, p. 1-22, nov., 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/prod/v11n1/v11n1a04.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2020.

SANTIAGO, Sandro Breval; SILVA, Marcos Candido da. Capacidade preditiva da suavização exponencial para os casos de covid-19 no estado do Amazonas. ENEGEP, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_344_1770_39561.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

APQP E LEAN SIX SIGMA: METODOLOGIAS INTEGRADAS NA GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Marcos Aurelio Alves
Miroslava Hamzagic
Ivair Alves dos Santos

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar a utilização de duas metodologias consagradas, Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) e Lean Six Sigma, no gerenciamento do Desenvolvimento de Novos Produtos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, contemplando uma pesquisa bibliográfica das metodologias e um estudo de caso. O tema a ser abordado foi desenvolvido para suprir a necessidade de uma Engenharia de Desenvolvimento de Produto em obter uma gestão que demonstrasse todos os potenciais modos de falhas sistemicamente, antes de realizar o produto final. Iniciou-se com uma pesquisa sobre a ferramenta APQP e a metodologia Lean Six Sigma, dando ênfase ao método Definir, Medir, Analisar, Projetar e Verificar (DMADV) desta metodologia. Na sequência, foi executado um estudo de caso com a finalidade de aplicar a metodologia proposta. Com o resultado obtido no estudo de caso, ficou comprovado que as atividades do método DMADV auxiliaram o Engenheiro de Desenvolvimento de Produto tomar decisões assertivas no desenvolvimento de um produto.

Palavras-chave: *Desenvolvimento de novos produtos, APQP, Lean Six Sigma, DMADV.*

INTRODUÇÃO

Diante do presente cenário competitivo, as empresas automotivas buscam constantemente reduzir custos nas aquisições de componentes. As indústrias de autopeças adotam ferramentas que propulsionem sua lucratividade e resultados no desenvolvimento de produto, associados à elevação da satisfação dos consumidores e clientes e ao crescimento sustentável do negócio.

Para o sucesso no desenvolvimento de produto, as empresas admitem colaboradores cada vez mais qualificados, utilizando-se de processos e ferramentas que garantam uma gestão eficiente, proporcionando um desenvolvimento que atendam os prazos, os custos e os requisitos dos clientes. Clark e Fujimoto (1991) elucidam que o sucesso no desenvolvimento de produto aumenta a participação da empresa no mercado, garante novos clientes, eleva a produção e reduz os custos no desenvolvimento. De acordo com Rozenfeld, et al. (2012), as primeiras fases no processo de

desenvolvimento de produto são essenciais para definir o custo do projeto, incluindo o custo do produto final.

As indústrias de autopeças precisam estar preparadas para oferecer um serviço que atenda aos requisitos exigidos pelas empresas automotivas. Estes requisitos não são baseados na realidade das indústrias brasileiras, resultando numa dificuldade de adequação à estes padrões. De acordo com Clark e Fujimoto (1991), o sucesso na gestão do processo de desenvolvimento de produto garante a qualidade do produto no seu lançamento e o desempenho durante sua existência. Neste contexto, as indústrias de autopeças necessitam métodos gerenciais para o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP), satisfazendo o atendimento dos requisitos impostos pelas empresas automotivas.

Partindo destas premissas, a melhoria contínua das técnicas empregadas no DNP faz-se necessário, devido a dinâmica do mercado automotivo. Portanto, a presente pesquisa apresenta um estudo desenvolvido sobre o estado da arte direcionado as melhores práticas empregadas no DNP nas indústrias brasileiras. O objetivo desta pesquisa é apresentar a união de duas metodologias consagradas na gestão do desenvolvimento de produto, elucidando a aplicação e os benefícios da metodologia APQP com o método DMADV, utilizado na metodologia *Lean Six Sigma*. A pesquisa difunde um estudo desenvolvido inicialmente por meio de revisão bibliográfica, apresentando as melhores práticas empregadas no DNP nas empresas brasileiras que gerenciam projetos com as metodologias APQP e *Lean Six Sigma*. Em seguida, será apresentado um estudo de caso, utilizando a união destas duas metodologias em uma empresa que produz cintos de segurança.

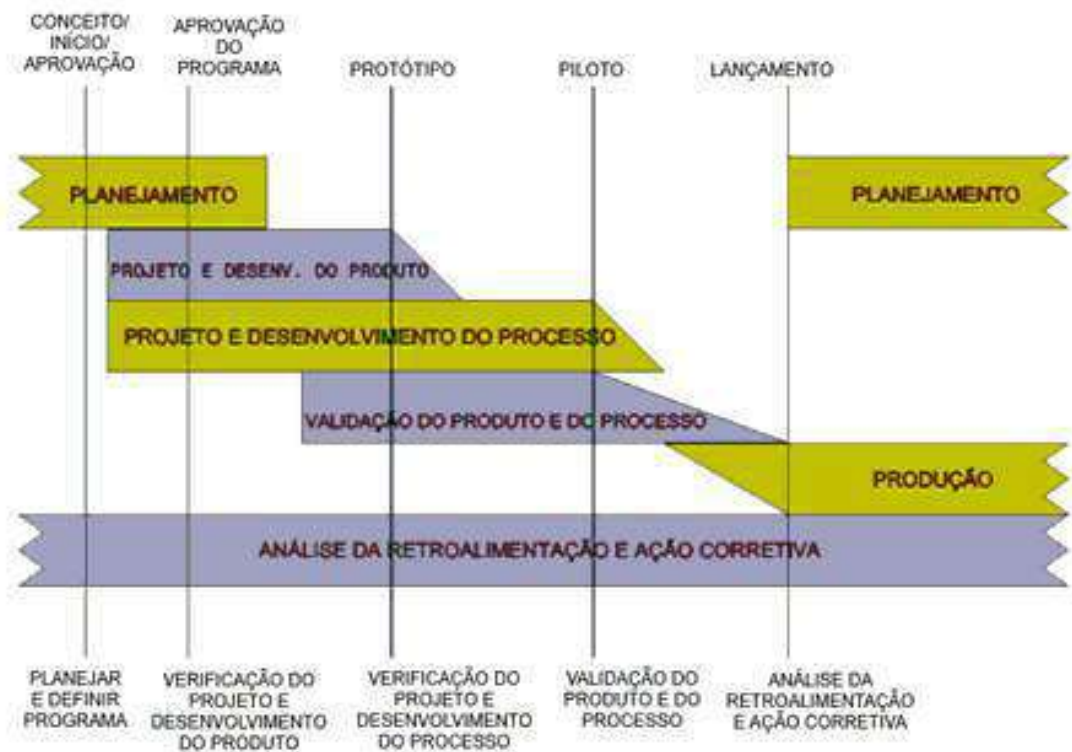
REFERENCIAL TEÓRICO

APQP – Advanced Product Quality Planning

O APQP surgiu em algumas montadoras americanas com a finalidade de facilitar as atividades de gerenciamento do desenvolvimento de produto. A *Chrysler*, a *General Motors* e a *Ford* desenvolveram essa ferramenta que tem como objetivo de facilitar a comunicação entre os setores envolvidos no processo de desenvolvimento de produto e integrar todos os colaboradores envolvidos neste processo. Os colaboradores envolvidos participam de reuniões com a finalidade de realizar todas as etapas descritas no processo do APQP, sempre buscando reduzir ou eliminar problemas, garantindo a qualidade do produto e/ou processo desenvolvido e minimizando os riscos de baixa qualidade, quando o produto for lançado (CHRYSLER; FORD; GM, 2008).

Dentre os objetivos almejados com o emprego da ferramenta APQP, destaca-se a identificação de possíveis falhas no desenvolvimento e possíveis alterações de projeto nas etapas iniciais, distinguindo itens críticos que necessitam controles e eliminando práticas menos relevantes para o processo de produção. De acordo com Pissinatti, Franco e Rezende (2014), o APQP é a principal ferramenta do sistema QS-9000, norma responsável em criar um padrão unificado dos requisitos de qualidade do setor automobilístico (HECKERT; FRANCISCHINI; ROTONDARO, 1998). Sendo esta ferramenta responsável pelo gerenciamento de todo o desenvolvimento, iniciando no fechamento do contrato e indo até a validação dos componentes na produção. O APQP é dividido em 5 fases, que objetivam atender eficazmente as expectativas do cliente, tanto no prazo e na qualidade do produto. A Figura 1 apresenta as 5 fases do APQP.

Figura 1 - As 5 fases da Ferramenta APQP



Fonte: Adaptado de Chrysler; Ford; GM (2008)

Cada fase da ferramenta APQP, desde o início até o término, é um ciclo contínuo planejado, similar a um Ciclo de Planejamento da Qualidade do Produto (PDCA), que foi desenvolvido para buscar melhorias contínuas nos processos das empresas. Partindo do ciclo PDCA foi idealizado o APQP, uma ferramenta que objetiva identificar os problemas e implementar soluções (CHRYSLER; FORD; GM, 2008).

A primeira fase do APQP determina as necessidades do produto final e as expectativas do cliente, são utilizadas ferramentas da qualidade para gerenciá-las como: a metodologia Voz do Cliente (VOC) e o Desdobramento da Função da Qualidade (QFD).

Na segunda fase do APQP são determinadas as características do projeto e nela são definidas as especificações de Engenharia, realizando uma análise de Modo e Efeito de Falha no Projeto (DFMEA), projetando as soluções e produzindo a lista de materiais. Também é garantida uma revisão crítica e abrangente dos requisitos e das informações técnicas de engenharias referentes ao produto. Uma análise preliminar de viabilidade também é realizada para avaliar os potenciais problemas que poderão ocorrer durante a manufatura (CHRYSLER; FORD; GM, 2008).

No terceiro momento, são desenvolvidas as principais características para criar um produto e seus pertinentes planos de controle, objetivando desenvolver um produto de qualidade. Segundo Chrysler, Ford e GM (2008), esta fase têm como foco desenvolver um processo que garanta as necessidades, as expectativas e os requisitos dos clientes, estabelecidos anteriormente.

A quarta fase do APQP tem o objetivo de validar o produto e o processo, tendo como principal característica legitimar o processo de manufatura. Essa validação ocorre mediante a avaliação de uma corrida piloto de produção, certificando-se que o produto manufaturado atenda o que o cliente

necessita (CHRYSLER; FORD; GM, 2008).

Na última fase, avalia-se a efetividade do planejamento da qualidade do produto, utilizando todas as causas das variáveis comuns e especiais. De acordo com Chrysler, Ford e GM (2008), na quinta fase a produção em larga escala é iniciada. Neste momento é necessário avaliar e melhorar os processos, identificar os problemas, realizar as ações corretivas necessárias e avaliar os *feedbacks* dos clientes. É considerada uma fase de melhoria contínua que não dispõe de um evento final.

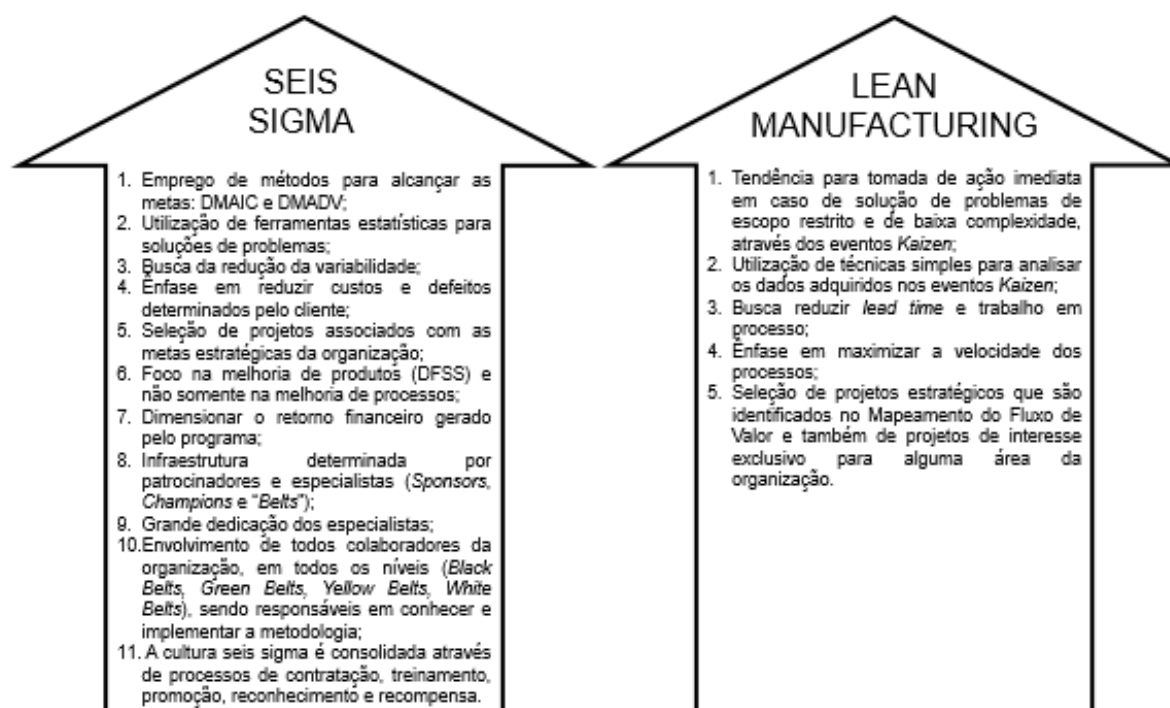
Um desenvolvimento de Produto gerenciado pela ferramenta APOQP tem a expectativa de que no seu término, todas as atividades descritas estejam realizadas e concluídas, garantindo a qualidade do produto no seu lançamento e durante sua vida série.

DFLSS – Design for Lean Six Sigma

Segundo Werkema (2012), o *Design for Six Sigma* é uma extensão do *Six Sigma*, seu surgimento foi na General Eletric (GE) no término da década de 1990. Uma das tendências atuais é a integração do *Six Sigma* ao *Lean Manufacturing*. Dentro deste contexto, a união destas duas práticas de gestão tem como propósito às organizações, desfrutarem dos pontos fortes de ambas, trabalhando para eliminar desperdício e variáveis dos processos, objetivando sempre a satisfação dos clientes.

Para Rotondaro, et al. (2002), o *Lean Six Sigma* (LSS) é entendido como uma metodologia estruturada de solução de problemas, com foco na melhoria contínua de processos. Neste contexto, Anthony e Kumar (2012) elucidam que o *Lean* tem a finalidade de eliminar resíduos e desenvolver um ambiente que melhore o fluxo, e o *Six Sigma* tem a finalidade de dimensionar e identificar problemas relacionados às variações dos processos. Na Figura 2, Werkema (2020) apresenta os pontos fortes do *Six Sigma* e do *Lean Manufacturing*.

Figura 2 - Pontos fortes do Six Sigma e do Lean Manufacturing



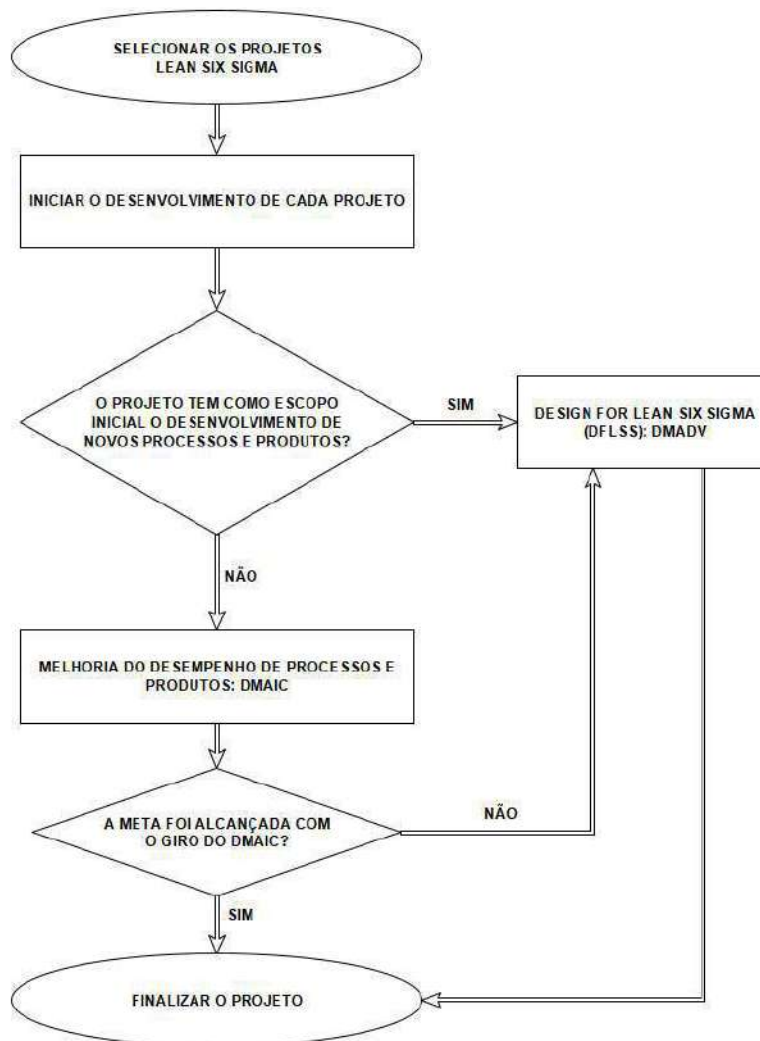
Fonte: Adaptado de Werkema (2020)

A metodologia DFLSS foi originada da integração do *Six Sigma* ao *Lean Manufacturing*. Werkema (2012) elucida que a utilização da metodologia DFLSS é recomendada para as empresas que pretendam desenvolver um novo produto ou processo, não atendam necessidades dos clientes com a aplicação do método DMAIC na melhoria de processo e produto, e necessitam desenvolver um novo processo ou produto, porque ele já atingiu seu nível máximo de *performance*. Ela também determina o aprofundamento de conhecimento pelas empresas que utilizam a metodologia DFLSS, alcançando a qualidade que o cliente deseja desde a concepção do produto. Seus princípios básicos são:

- Identificar as especificações do cliente: nesta etapa ocorre a necessidade de utilizar ferramentas QFD e a realização de uma pesquisa de Marketing. As características críticas para qualidade são definidas, assim como outras necessidades do cliente;
- Desdobrar ou *flow-down* das especificações: nesta etapa ocorre o desdobramento das necessidades do cliente em especificações para o projeto, detalhando o projeto funcional e as variáveis de controle para o processo produtivo;
- Construir ou *flow-up* da capacidade: nesta etapa a capacidade do processo ou produto é verificada, se atende ou não as especificações determinadas pelo cliente, utilizando-se de dados existentes ou novos. Com esta verificação é identificadas possíveis necessidades de melhoras e alterações;
- Modelagem: nesta etapa desenvolve-se as relações dos elementos do projeto com as especificações dos clientes. Estas relações são baseadas em modelos de princípios físicos, em modelos empíricos ou em uma combinação entre eles.

De acordo com Werkema (2012), a empresa quando utiliza a metodologia DFLSS tem dois caminhos que devem ser seguidos ao iniciar uma gestão de desenvolvimento de produto ou processo. Estes caminhos definirão a utilização de dois métodos: o método DMAIC e o DMADV. A Figura 3 apresenta o fluxo desta utilização.

Figura 3 – Caminhos dos métodos DMAIC/DMADV



Fonte: Adaptado de Werkema (2012)

Rotondaro, et al. (2002), elucidam que a metodologia DFLSS tem uma estrutura de trabalho definida com foco na melhoria contínua dos processos dentro das empresas e para o desenvolvimento desta metodologia é necessário que seja adotado uma hierarquia, que deverá ter apoio dos níveis diretivos e gerenciais. Werkema (2012) define que a equipe deve ter uma hierarquia com uma estrutura bem definida, dividida entre os patrocinadores e os especialistas.

A hierarquia inicia-se pelos *Sponsors* e *Sponsors* facilitadores, que são os patrocinadores do projeto e costumam ser líderes informais, seguidos dos *Champions*, que são os donos do processo e que tomam as decisões mais importantes, devendo ser um membro da alta administração. Os especialistas encontram-se mais abaixo, iniciando com o *Black Belt* que é o líder do projeto e em algumas organizações adota-se o *Master Black Belt* com um nível mais alto e técnico dentro da organização, sendo cargos com visão global da empresa e experientes, seguidos dos *Green Belts* que são membros da equipe *Black Belt* e normalmente especializados em suas atividades. Abaixo estão os *Yellow Belts* com o objetivo de disseminar a metodologia no dia-dia. Eles são membros das equipes *Green* e *Black Belts*. Finaliza-se com os *White Belts*, que possuem conhecimento básico da metodologia e são colaboradores operacionais da empresa (HARRY; SCHROEDER, 2000).

Método DMADV

O método DMADV é a base para desenvolver projetos com a utilização de ferramentas de resolução de problemas e falhas, sendo uma nova escrita do método DMAIC. É utilizado quando uma empresa necessita melhorar ou criar um novo serviço ou produto. Tem o objetivo de desenvolver uma solução de alta qualidade, atendendo todos os requisitos do cliente em todas as fases do desenvolvimento. Este método iniciou-se na *General Eletric* (GE) e posteriormente passou a ser utilizado por outras empresas. O método serve para conduzir um projeto *Lean Six Sigma* (WERKEMA, 2012).

Este método é constituído por 5 etapas (*Define, Measure, Analyze, Design and Verify*). Elas necessitam de várias ferramentas para gerenciar sua execução e garantir seu sucesso. Suas atividades, sempre que possível, devem ser executadas simultaneamente e não sequencialmente, com o objetivo de reduzir o prazo e aumentar a integração entre os membros das equipes (WERKEMA, 2012). O roteiro DMADV é frequentemente utilizado em projetos que não atenderam os clientes ou não foram capazes de alcançar o objetivo almejado do negócio. Nestes casos, concentra-se um maior rigor nas atividades das etapas *Design* e *Verify* (ANDERSSON; ERIKSSON; TORTENSSON, 2006).

De acordo com Werkema (2012), as etapas são divididas das seguintes maneiras:

- Etapa *Define*: Tem o objetivo de definir, de maneira clara, o novo processo, produto ou serviço que será projetado;
- Etapa *Measure*: Tem o propósito principal de identificar as necessidades dos clientes/consumidores e traduzir em Características Críticas para a Qualidade do Produto (CTQs), mensuráveis e prioritários;
- Etapa *Analyze*: O objetivo desta fase é gerar o *Design Charter* do projeto, utilizando a seleção de conceitos que se destacaram entre as alternativas que foram discutidas;
- Etapa *Design*: Nesta etapa objetiva-se a elaboração de um protótipo, a realização dos ensaios funcionais e de validações iniciais e preparação do desenvolvimento para a produção em pequena e larga escala;
- Etapa *Verify*: Tem o objetivo de ensaiar, regularizar a viabilidade do projeto e realizar o lançamento do novo produto no mercado.

O método DMADV proporciona aos usuários, em cada etapa do desenvolvimento, a utilização de diferentes ferramentas. Os usuários determinam quais as ferramentas serão necessárias para cada fase e quais se ajustam à realidade da sua empresa.

ESTUDO DE CASO

Descrição da empresa

A empresa escolhida é do segmento automotivo, com seu portfólio voltado para o fornecimento de cinto de segurança. Fundada na década de 50 e com apenas uma planta no Brasil, atende as três maiores montadoras nacionais de carros (*Volkswagen, General Motors e Stellantis* (Fiat)) e é certificada pela norma IATF 16949:2016. Por se tratar de um produto de segurança veicular passiva, a empresa deve atender as normas e as exigências legais e governamentais. Programas de melhorias contínuas são executados diariamente com o objetivo de eliminar desperdícios e melhorar a *performance* de seus produtos. Para a preservação e manutenção dos direitos legais, o nome da empresa foi omitido desta pesquisa, adotando-se a razão social 'Save Lives'.

Proposta do método

As empresas automotivas gerenciam seus projetos utilizando a ferramenta APQP. As fases do APQP são bem definidas e executadas por uma equipe gerenciada pelo *Project Manager* do programa.

O método proposto nesta pesquisa será aplicado na segunda fase do APQP e as demais fases serão seguidas fielmente.

A segunda fase do APQP está relacionada ao desenvolvimento de produto onde o *Project Manager* define as premissas do projeto ao Gerente da Engenharia de Produto, que determina uma equipe para trabalhar nesta atividade. O *Project Manager* realiza o acompanhamento do desenvolvimento e gerencia as datas chaves e a viabilidade econômica do programa. A Engenharia de Produto é responsável em desenvolver produtos que não necessitem alterações durante sua produção. Para isto é necessário empregar ferramentas de apoio mais assertivas para tomadas de decisões. Verificou-se então, a necessidade da utilização do método DMADV nesta fase do APQP.

Implementação do fluxo proposto

O fluxo proposto foi utilizado no desenvolvimento de um componente do cinto de segurança, onde foram adotadas algumas atividades referenciadas pelo método DMADV. Outras mais do mesmo método não precisaram ser utilizadas.

O componente escolhido foi a Haste de Fixação do Fecho. Este componente é fixado no banco do veículo e nele é montado a cabeça do fecho, que recebe a lingueta do cinto, responsável por reter o usuário dentro do veículo. A Figura 4 apresenta este componente.

Figura 4 - Componente Fecho




Fonte: Elaborado pelos autores

Aplicação da fase *Define*


Na fase *Define*, inicialmente foi realizado um *Project Charter*, para documentar as premissas do projeto e manter a equipe alinhada e com foco nas atividades. O Quadro 1 apresenta o *Template* utilizado nesta atividade.

Quadro 1 – Project Charter



SAVE LIVES

Projeto em Lean Seis Sigma



DEFINIR VOZ DO CLIENTE

PROJECT CHARTER

INTRODUÇÃO

TÍTULO DO PROJETO	HASTE DO FECHO	GERENTE DO PROJETO	MARCOS A. ALVES
DATA DE INÍCIO	15/01/2020	DATA DO TÉRMINO	03/05/2021
		RESPONSÁVEL DO PROJETO	MARCOS A. ALVES

ESCOPO DO PROJETO

HISTÓRICO	- A Haste do fecho faz parte do Cinto de Segurança de um veículo, é um componente desenvolvido em aço conforme exigência do cliente, devendo atender os requisitos da norma do cliente.
VOZ DO CLIENTE	- Realizar interface com o veículo; - Resistir a força de tração.
REQUISITO DO CLIENTE	- Não ter interferência com o veículo; - Não possuir partes cortantes; - Resistir a força de tração de 20,0 KN.
OBJETIVO GERAL	- Desenvolver uma Haste do fecho que atenda os requisitos de montagem e a norma do cliente.
OBJETIVO ESPECÍFICO	- Desenvolver uma haste que monte no veículo sem interferência; - Permitir montagem dos elementos de fixação; - Realizar análise de força em software CAE (Computer Aided Engineering); - Modelar o sistema em software CAD (Computer Aided Design); - Confeccionar protótipos para análise funcional e validação em laboratório de testes; - O sistema deve ser ensaiados e aprovado conforme requisitos da norma do cliente.
NECESSIDADES DO PROJETO/ JUSIFICATIVAS	- Sistema será desenvolvido para atender o projeto Alfa.
DESAFIO TECNOLÓGICO DO PROJETO	- Desenvolver uma Haste do fecho que atenda as necessidades do cliente. - Este design deve atender os requisitos da norma do cliente.

TIME DO PROJETO

TIME DO PROJETO	NOME	FUNÇÃO	ASSINATURA
GERENTE DO PROJETO	Marcos A. Alves	Eng.º de Desen. de Produto	
LÍDER TÉCNICO	Marcos A. Alves	Eng.º de Desen. de Produto	
MEMBROS DO TIME			

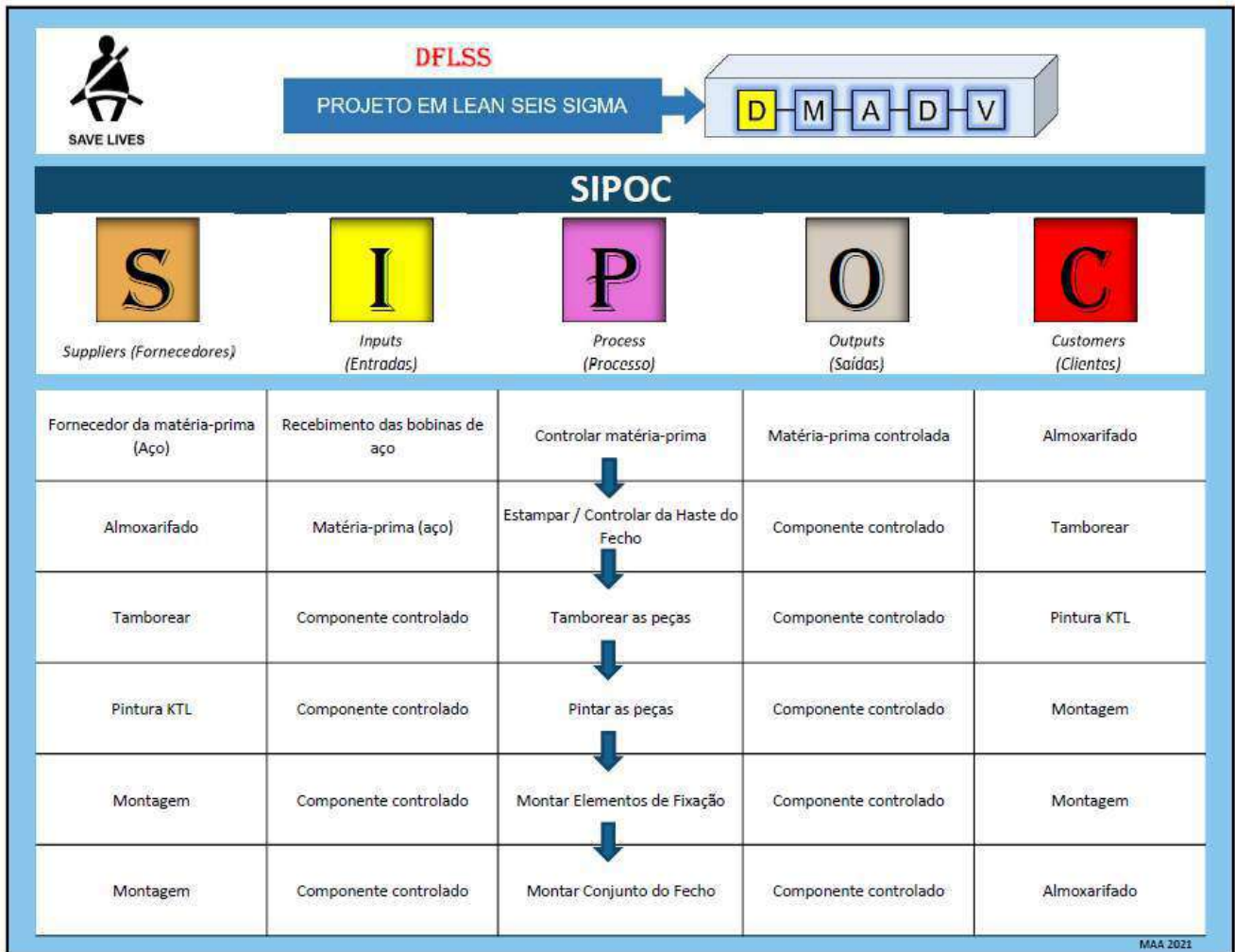
Marcos A. A. 2021

Fonte: Elaborado pelos autores

Em seguida, foi realizado um cronograma com as atividades da fase DMADV que seriam executadas para garantir o desenvolvimento de um produto.

Após o alinhamento, dos prazos, com a equipe, foram iniciadas as atividades determinadas na fase *Define* do cronograma. Primeiro foi elaborado um Fluxograma SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output and Customer*), situando a equipe nos processos envolvidos para manufatura da Haste, com o objetivo de resumir as entradas e saídas de um ou mais processos envolvidos neste desenvolvimento. A Figura 5 apresenta o Fluxograma SIPOC.

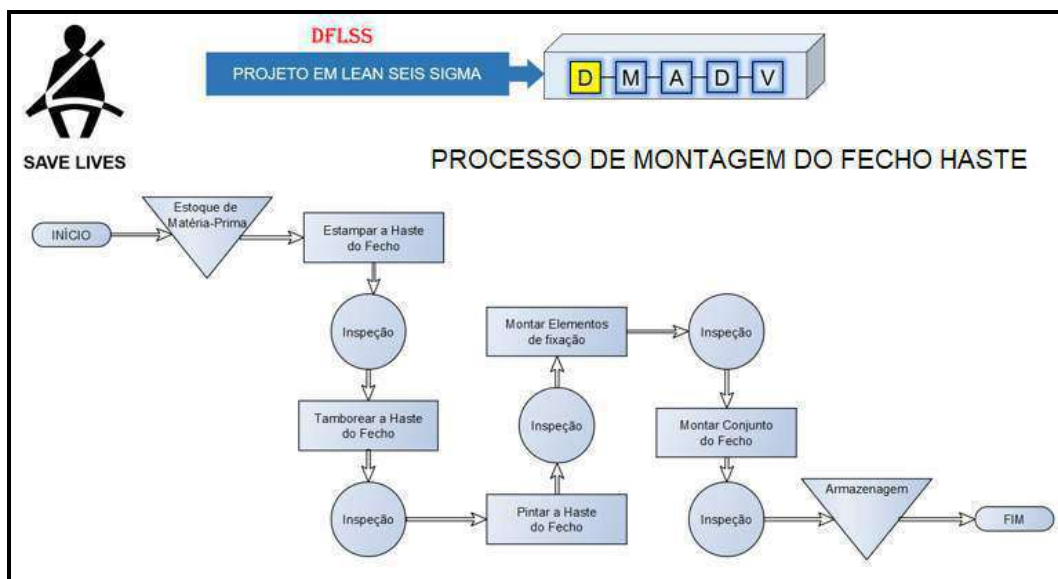
Figura 5 - Fluxograma SIPOC



Fonte: Elaborado pelos autores

Dando seqüência as atividades da fase *Define*, foi realizado um fluxograma dos processos, proporcionando a equipe, uma representação gráfica dos fluxos dos processos envolvidos. A Figura 6 apresenta o fluxograma dos processos.

Figura 6 - Fluxograma dos Processos



Fonte: Elaborado pelos autores

A próxima atividade, com o objetivo de deixar toda a equipe totalmente alinhada com as características que serão atendidas, foi utilizada a técnica 5W2H, proporcionando que fossem realizadas perguntas com foco no processo produtivo. A Figura 7 apresenta a técnica 5W2H.

Figura 7 - Técnica 5W2H

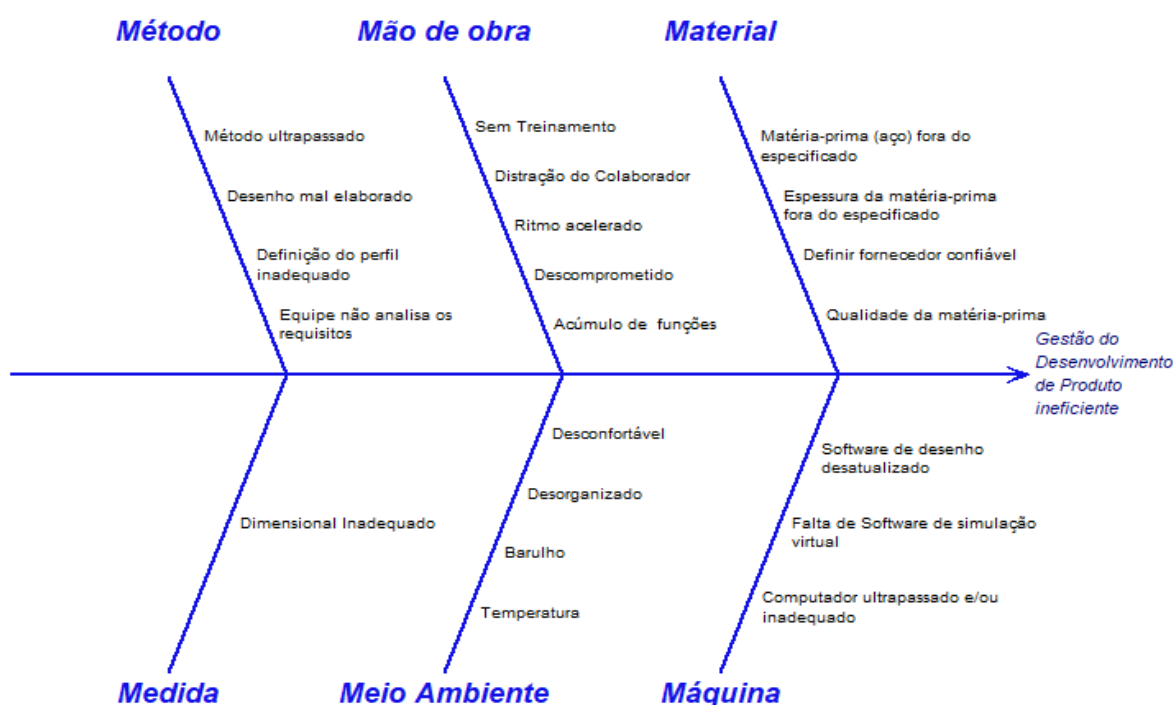


Fonte: Elaborado pelos autores

Com o objetivo de nivelar toda equipe no desenvolvimento da Haste do Fecho, foi realizado um Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Causa e efeito ou Diagrama 6Ms). A Figura 8 apresenta o desenho do Diagrama destacando as principais causas que pudessem ocasionar um equívoco no desenvolvimento do componente.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa

Estudo para Engenharia de Produto desenvolver Haste do Fecho



Fonte: Elaborado pelos autores

Após a realização do Diagrama *Ishikawa*, foi elaborado uma Matriz de Causa e Efeito, para identificar as principais causas do problema. A Figura 9 apresenta as causas e subcausas descritas no diagrama, explicando cada item e facilitando o entendimento do problema para toda a equipe.

Figura 9 - Matriz de Causa e Efeito

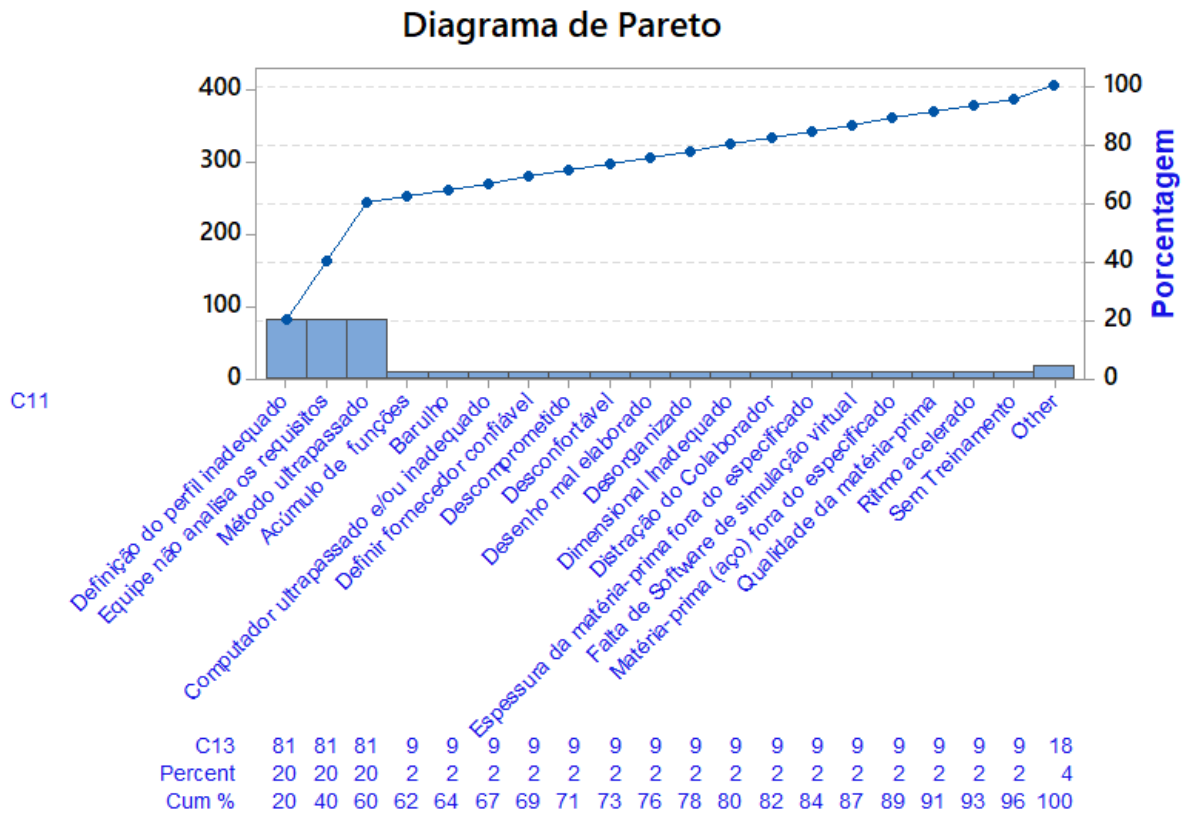


CAUSA E EFEITO				9			
Classificação de importância para o cliente				1	2	3	
Característica							
Entrada do Processo							Total
1	MATERIAL	Matéria-prima (aço) fora do especificado	Garantido na Inspeção do recebimento do produto	5			45
2		Espessura da matéria prima fora do especificado	Garantido na Inspeção do recebimento do produto	5			45
3	MATERIAL	Definir fornecedor confiável	A IATF garante o tier 2 qualificado	5			45
4		Qualidade da matéria prima	Garantido na inspeção do recebimento do produto	5			45
5		Sem Treinamento	Empresa realiza treinamentos	1			9
6	MÃO DE OBRA	Distração do Colaborador	A empresa oferece incentivos	5			45
7		Ritmo acelerado	Gestão das atividades dos funcionários	1			9
8		Descomprometido	A empresa oferece incentivos	5			45
9	MÃO DE OBRA	Acúmulo de funções	Gestão das atividades dos funcionários	1			9
10		Computador ultrapassada e/ou inadequada	Informática realiza upgrade das máquinas	1			9
11		Falta de Software de simulação virtual	Bancada de montagem	1			9
12	MÁQUINA	Software de desenho desatualizado	Dispositivo de montagem	5			45
13		Método ultrapassado	Mal definição da causa raiz	9			81
14	MÉTODO	Desenho mal elaborado	Falta de entendimento da equipe	5			45
15		Definição do perfil inadequado	Perfil não atende requisitos	9			81
16		Equipe não analisa os requisitos	Falta de atendimento de algum requisito	9			81
17	MEIO AMBIENTE	Temperatura	Empresa com sala climatizada	1			9
18		Barulho	Sala reservada	1			9
19		Desorganizado	A empresa oferece incentivos	1			9
20	MEIO AMBIENTE	Desconfortável	Empresa com sala reservada	1			9
21		MEDIDA	Dimensional Inadequado	Falha na análise da equipe	5		
Total							729

Fonte: Elaborado pelos autores

Para finalizar a fase *Define*, foi realizado um Diagrama de Pareto, determinando os 80% dos problemas formados pelos 20% das causas, que podem ocorrer no desenvolvimento da Haste. A Figura 10 apresenta o Diagrama de Pareto.

Figura 10 - Diagrama de Pareto



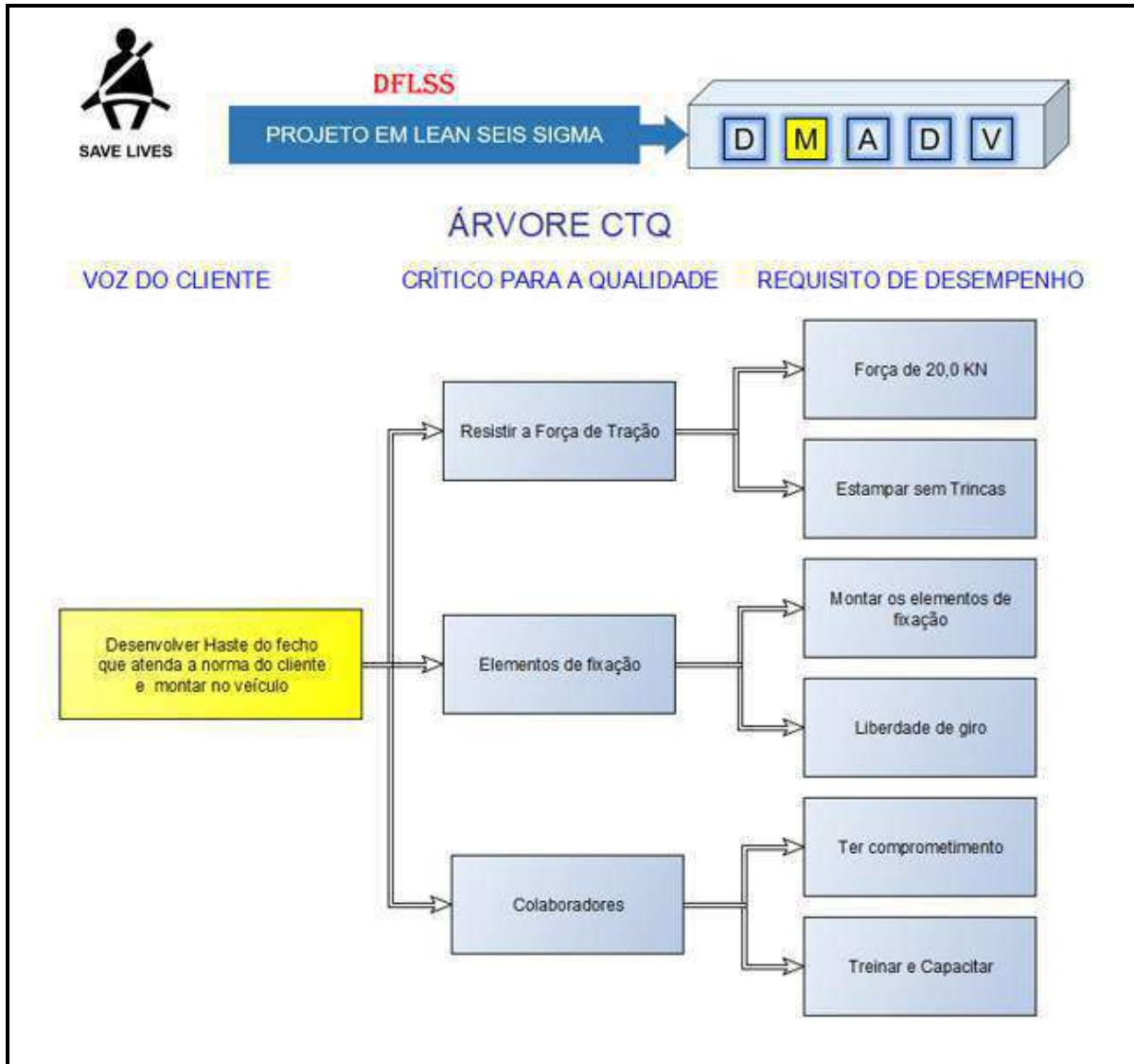
Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com o Diagrama de Pareto, as causas que demandaram maior gerenciamento no desenvolvimento da Haste do Fecho foram: Definição do perfil inadequado; Equipe não analisa os requisitos do cliente e Método de desenvolvimento ultrapassado. Ao estudar as possíveis causas que determinaram a reprovação do protótipo no desenvolvimento de produto, foi indicado que o Engenheiro de Desenvolvimento de Produto, antes de realizar o projeto, realizasse uma análise rigorosa nestes itens.

Aplicação da fase *Measure*

A segunda fase do método DMADV iniciou com a definição da força que a haste deverá suportar, de acordo com a norma do cliente, ela deve suportar uma força de 20 kN (KiloNewton). Outra atividade realizada na fase *Measure* foi a árvore CTQ, identificando as características de qualidade através da perspectiva do cliente, auxiliando na definição dos problemas. A árvore CTQ deste projeto é apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Árvore CTQ



Fonte: Elaborado pelos autores

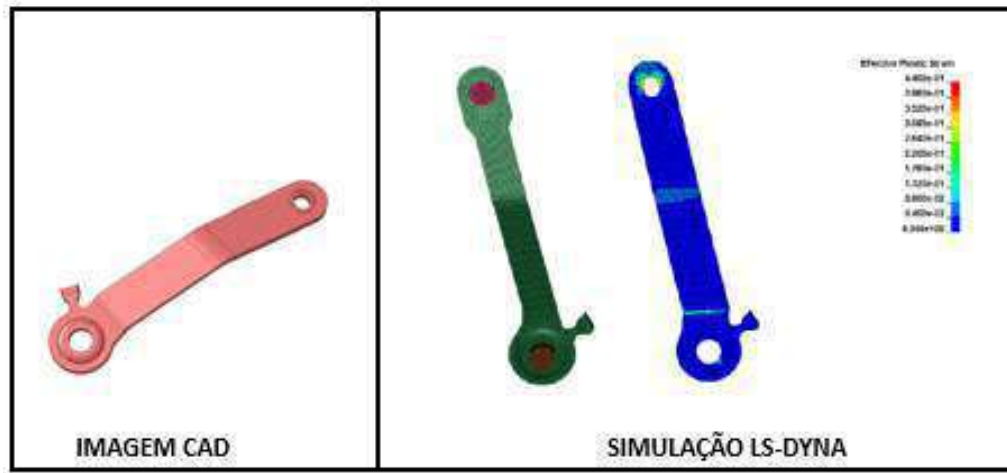
Aplicação da fase *Analyze*

A terceira fase do DMADV iniciou com a análise de todas as atividades já finalizadas para subsidiar a realização de um produto que atenda a força determinada pelo cliente de 20 kN. A matéria prima fora do dimensional é um valor importante para resistência e não poderá variar durante o processo de produção. Após a análise dos dados foi realizada uma reunião do DFMEA com uma equipe multidisciplinar, para determinar os possíveis modos de falha do produto.

Aplicação da fase *Design*

Conhecendo as premissas necessárias para desenvolver um produto robusto, utilizou-se o *Software Catia V5*, para projetar uma Haste do Fecho que atende-se o requisito de força do cliente. Após a modelagem do produto, foi realizado um ensaio de tração utilizando o *software LS-Dyna*. Esta simulação valida o produto virtualmente. A Haste do fecho modelada e a simulação são apresentadas na Figura 12.

Figura 12 - Haste do Fecho



Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com as simulações realizadas no *Software LS-Dyna*, a Haste projetada resiste ao requisito de força de tração, ultrapassando o requisito em 20%. A partir desta definição, foi manufaturado protótipo desta haste, em ferramenta não produtiva, para a validação em laboratório de testes e com a aprovação, iniciou-se o planejamento da produção em pequena e larga escala.

Aplicação da fase *Verify*

Após a validação do componente, foi solicitado a construção do ferramental para a realização de uma corrida piloto. Foi realizado o *try-out* (teste experimental da ferramenta no processo produtivo), as documentações para este evento foram realizadas pela equipe da Engenharia de Processo conforme descrito na terceira fase do APQP.

Após a produção em pequena escala, foram realizados os ensaios conforme norma do cliente e enviado amostras para o cliente realizar montabilidade. Os ensaios de tração realizados nas peças manufaturadas no processo produtivo validaram a simulação realizada no *LS-Dyna*, os valores encontrados nestes ensaios são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Ensaio de Tração

AMOSTRA Nº	IDENTIFICAÇÃO	FORÇA MÁXIMA KN	FORÇA MÁXIMA N
1	CR02R305	23,66	23658,92
2	CR04R3575	23,86	23855,06
3	CR03R365	23,95	23953,13
4	CR05R3725	23,63	23634,4
5	CR01R305	24,12	24124,74

Fonte: Elaborado pelos autores

Esta última fase é contínua e após o lançamento do produto é necessário o acompanhamento dos feedbacks do cliente.

CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa consistiu em apresentar a união de dois métodos, o método DMADV auxiliando o gerenciamento da Engenharia de Produto na segunda fase do APQP.

Para a conclusão deste artigo, foi executado uma pesquisa bibliográfica em várias literaturas, com o objetivo de identificar as propriedades de cada metodologia.

No decorrer da pesquisa, foram avaliados diversos dados qualitativos que utilizavam a metodologia *Lean Six Sigma* para desenvolver um produto que atendesse as premissas do cliente.

A utilização do método DMADV na segunda fase do APQP mostrou-se satisfatória. Depois de realizar a fase *Define e Measure*, a Engenharia de Produto analisou os dados e foi capaz de realizar um produto que atendesse aos requisitos do cliente. Não houve a necessidade de alteração do produto durante a fase de validação e por este motivo, o programa foi 100% eficiente.

Portanto, conclui-se que o método DMADV unido a ferramenta APQP na gestão de Desenvolvimento de Novos Produtos e na composição de um conjunto complementar de atividades relevantes auxiliou o Engenheiro de Produto a desenvolver uma visão global do sistema que estava sendo criado. Quando se analisa o desenvolvimento de maneira estruturada, as decisões são norteadas por melhores práticas, evitando-se ajustes que podem aumentar custos, prazos e incertezas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSSON, R.; ERIKSSON, H.; TORSTENSSON, H. Similarities and Differences Between TQM, Six Sigma and Lean. *The TQM Magazine*, Sweden, v. 18, n. 3, p. 282-296, 2006.
- ANTHONY J.; KUMAR M. Lean and Six Sigma Methodologies in NHS Scotland: an empirical study and directions for future research. *Quality Innovation prosperity*, Kosice, v. 15, n. 2, p. 19-34, 2012.
- CHRYSLER, C.; FORD, M. C.; GM, C. *Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan. Reference Manual*. 2nd ed., p. 116, 2008.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*. Boston: Harvard Business School Press, p. 432, 1991.
- HARRY, M.; SCHROEDER, R. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York, Currency Book Publishers, p. 318, 2000.
- HECKERT, C. R.; FRANCISCHINI, P. G.; ROTONDARO, R. G.; QS-9000: A ISO já não é o bastante. *Produção*, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 5-16, 1998.
- PISSINATTI, T. P.; FRANCO, J. C.; REZENDE, J. P. Inter-relação da ferramenta APQP e do guia PMBOK para eficiência nas etapas de implementação de novos projetos na indústria automotiva. *Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 21-41, 2014.
- ROTONDARO, R. G.; BALESTRASSI, P. P.; BRAZ, M. A.; CARVALHO, M. M. de; HO, L. L.; LAURINDO, F. J. B.; NAKANO, D.; MIYAKE, D. I.; RIBEIRO, C. O.; RAMOS, A. W. *Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo. Ed. Atlas, p.376, 2002.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S. L. S.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. *Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo. Ed. Saraiva, p. 542, 2012.
- WERKEMA, C. *DFLSS - Design for Lean Six Sigma: Ferramentas básicas usadas nas etapas D e M do DMADV*. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, p. 264, 2012.
- WERKEMA, C. *Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing*. São Paulo. Editora Atlas, p. 118, 2020.

INFLUÊNCIA DA MÚSICA NO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA

Marina Luísa Ehlert Martins
Ruth Margareth Hofmann

RESUMO

O embasamento científico das ações de marketing é um esforço de aumentar a eficácia e a eficiência dos investimentos voltados à captação e à retenção de clientes. As ações de marketing exploram diferentes dimensões sensoriais dos consumidores. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a influência da música no comportamento de consumidores, inseridos numa situação de pandemia. Conduziu-se uma pesquisa visando à investigação de gostos musicais, pensamentos sobre harmonia música-ambiente e ações dos participantes dentro dos estabelecimentos visitados. Nota-se uma concepção geral de que a música interfere no bem-estar dentro do local, porém não tem grande atuação no tempo desejado de permanência ou no dinheiro gasto.

Palavras-chave: *Comportamento do consumidor, música ambiente, pandemia.*

INTRODUÇÃO

A definição das estratégias de mercado depende em boa medida da avaliação que a empresa faz do perfil e das necessidades de seus consumidores. Compreender os determinantes do comportamento do consumidor é importante para a criação de estratégias de marketing capazes de gerar retorno para a empresa. A formação em Engenharia de Produção contempla, no contexto da Engenharia Organizacional, o marketing como conteúdo específico de avaliação e estratégia de mercado (ABEPRO, 2021), o que reflete o reconhecimento da importância da temática no âmbito da gestão organizacional.

A psicologia do consumidor tem fornecido bases conceituais e metodológicas para implementação e validação de estratégias de *marketing*. O embasamento científico das ações de marketing é um esforço de aumentar a eficácia e a eficiência dos investimentos voltados à captação e à retenção de clientes. As ações de marketing exploram diferentes dimensões sensoriais dos consumidores.

Num momento em que o comércio é prejudicado por uma pandemia, proprietários podem utilizar-se da música como um dos elementos sensoriais constituintes de uma atmosfera agradável e cativante, e que transmita a identidade da marca a seus clientes. O tempo gasto em estabelecimentos comerciais foi reduzido, aumentando assim a importância de criar estratégias capazes de conquistar e reter

consumidores. Desta forma, foi realizada uma pesquisa, com graduandos e já graduados, tratando-se do último estabelecimento comercial que visitaram, e como a música pode ter afetado seu comportamento.

REVISÃO DA LITERATURA

Pesquisas no âmbito da Psicologia e do *Marketing* indicam a necessidade de se considerar que cenários diferentes podem prover conclusões distintas ao se estudar o efeito da música no comportamento dos consumidores. Música clássica permite gerar resultados positivos em uma adega, porém em um restaurante de *fast-food*, por exemplo, pode gerar conflitos que desagradam o consumidor. Desta forma, ambiente e música precisam convergir e passar a mesma mensagem. Por conseguinte, outros fatores como gênero musical, volume, tempo, popularidade e gosto são capazes de apresentar efeitos divergentes dependendo do contexto (MICHEL; BAUMANN; GAYER, 2017).

Nessa linha de pensamento, a música auxilia a definir preço e qualidade percebidos de um produto. Em estudo feito em uma adega, a decorrência da utilização do gênero clássico como música ambiente foi um aumento da compra de vinhos mais caros, o que pode ser explicado pela ideia de sofisticação desta categoria musical (ARENI; KIM, 1993). Em outra vertente, músicas exercem ação sobre o humor do consumidor, mas não intervêm em impressões sobre cartões de lembrança, dado que estes foram percebidos como "felizes" sob influência de diferentes composições musicais. Deve-se considerar sempre qual o humor desejado e que melhor combinará com o ambiente (ALPERT; ALPERT, 1989).

Yalch e Spangenberg (1990), comparando diferentes tipos de música de fundo (*foreground* e *background*) em uma loja de vestuário, concluíram que a percepção de tempo decorrido durante as compras está relacionada à familiaridade com determinado estilo musical. Os autores inferem, ademais, a necessidade de se analisar a escolha da música que induza determinado humor, e que esteja de acordo com o contexto em questão.

Em se tratando de *tempo* musical, quando analisado em conjunto com a intensidade de argumentação do vendedor, há indícios de que músicas com tempo mais lento resultam em menor excitação, e com isso a atividade cognitiva é maior. Essa relação é mais forte quando os argumentos são fracos, e, quando nesse cenário, é importante haver uma congruência entre a música e produto sendo vendido (CHEBAT; CHEBAT; VAILLAN, 2001).

Utilizando-se do modelo Mehrabian-Russell, Sweeney e Wyber (2002) manipularam gênero e tempo musical para analisar sensações e percepções dos consumidores. Para músicas clássicas, tempos mais rápidos levavam a uma maior percepção de qualidade do serviço e maior sensação de prazer, efeitos que ocorriam com tempos mais lentos em se tratando de músicas do Top40 (as 40 músicas mais tocadas durante determinado período de tempo). Ademais, os autores concluíram que em ambientes agradáveis, a excitação tem grande importância em um comportamento de aproximação, o que ocorre também quando combinados prazer e qualidade do produto. Por fim, percebeu-se a grande influência que o gosto pessoal tem sobre a opinião do consumidor, ao contrário da familiaridade.

Comportamentos de aproximação podem ser percebidos similarmente em ambientes em que os fatores música e aroma são combinados, como por exemplo em lojas de roupas femininas, em que a presença de música de fundo e odor de baunilha elevam as taxas de prazer sentidas por consumidoras desse segmento (MORRISON; GAN; DUBELAAR; OPPEWAL, 2011).

Quando o tempo de uma composição é analisado em conjunto com a tonalidade, percebe-se que maiores taxas de excitação são originadas por tempos mais rápidos, enquanto menores taxas são estimuladas por tonalidades maiores (KELLARIS; KENT, 1991).

Ao contrário do que estudos anteriores demonstraram, Andersson et al. (2012) obtiveram dados pouco significantes a respeito de níveis de prazer e excitação, além de comportamentos de aproximação e afastamento, de consumidores em ambientes com música de fundo. Supreendentemente, clientes gastavam mais dinheiro e tempo na loja quando nesse contexto, embora não o apreciem com grande intensidade. Além disso, no geral, mulheres apresentam resultados mais positivos em ambientes sem música, ou quando esta tem um tempo mais lento. No caso dos homens, ao contrário, os efeitos tendem a ser mais positivos quando música é tocada, em especial aquela com tempos mais rápidos. De forma semelhante, ainda que composições musicais afetem o prazer, este pode não afetar diretamente a avaliação da loja nem a atitude em relação aos vendedores, mas sim indiretamente interferir nesses fatores ao influenciar a postura a respeito do ambiente de venda. Além disso, condutas em relação à equipe de vendas são mais positivas quando a taxa de prazer é mais elevada, o que igualmente fortalece a relação entre esse aspecto e a avaliação da loja (DUBE; MORIN, 2001).

METODOLOGIA

No intuito de identificar os efeitos da trilha sonora do estabelecimento comercial sobre o comportamento do consumidor durante a pandemia, este trabalho realizou uma pesquisa exploratória quali-quantitativa. A coleta de dados se deu mediante aplicação de um formulário online no qual os participantes puderam responder questões a respeito de seus gostos musicais; do último estabelecimento visitado; do motivo da visita; da presença de música ambiente e do gênero tocado. Além disso, o formulário contemplou questões sobre a avaliação a respeito da influência da música nas ações dos participantes. Algumas perguntas demográficas (como idade e identidade de gênero) foram apresentadas para que se pudesse explorar uma eventual correlação entre as variáveis de análise.

O quadro 1 apresenta as questões propostas no formulário:

Quadro 1 – Questões constantes no formulário de coleta de dados

Pergunta	Opções de resposta
1. Você gosta de música?	Gradação de 1 (não) a 4 (sim)
2. Quais são seus gêneros musicais favoritos?	Pop; Rock; Clássico; Eletrônico; Sertanejo; Funk; R&B; Gospel; Jazz; MPB; Rap; Reggae; Samba; Não gosto de música; Outro (especificar)
3. Qual foi o último estabelecimento comercial que você lembra de ter visitado? (Ex.: loja de roupas, supermercado)	Resposta escrita
4. Qual foi o motivo da visita ao estabelecimento?	Compra específica Passeio Pesquisa de preço Ver/testar um produto Outro:
5. Dentro do estabelecimento, havia música de fundo?	Sim Não Não sei/não percebi
6. Qual(is) o(s) gênero(s) tocado(s) no estabelecimento?	Pop; Rock; Clássico; Eletrônico; Sertanejo; Funk; R&B; Gospel; Jazz; MPB; Rap; Reggae; Samba; Não sei; Outro (especificar)
7. Acredita que a música combinou com o ambiente?	Gradação de 1 (não) a 4 (sim)
8. Acredita que a música influenciou seu bem-estar e suas ações dentro do estabelecimento?	Gradação de 1 (não) a 4 (sim)
9. Acredita que a música ambiente influenciou o tempo desejado de permanecer no estabelecimento?	Gradação de 1 (não) a 4 (sim)
10. Acredita que a música ambiente influenciou (direta ou indiretamente) o dinheiro gasto?	Gradação de 1 (não) a 4 (sim)
11. Qual a sua idade? (apenas números)	Resposta escrita
12. Qual sua identidade de gênero?	Feminino Masculino Outro Prefiro não responder
Utilize esse espaço para adicionar outras sensações e experiências dentro do estabelecimento (ex.: cantar ou dançar junto da música)	Resposta escrita

Elaboração própria (2021)

Com vistas a viabilizar análises quantitativas, o formulário empregou a Escala Likert no modelo de escolha forçada.

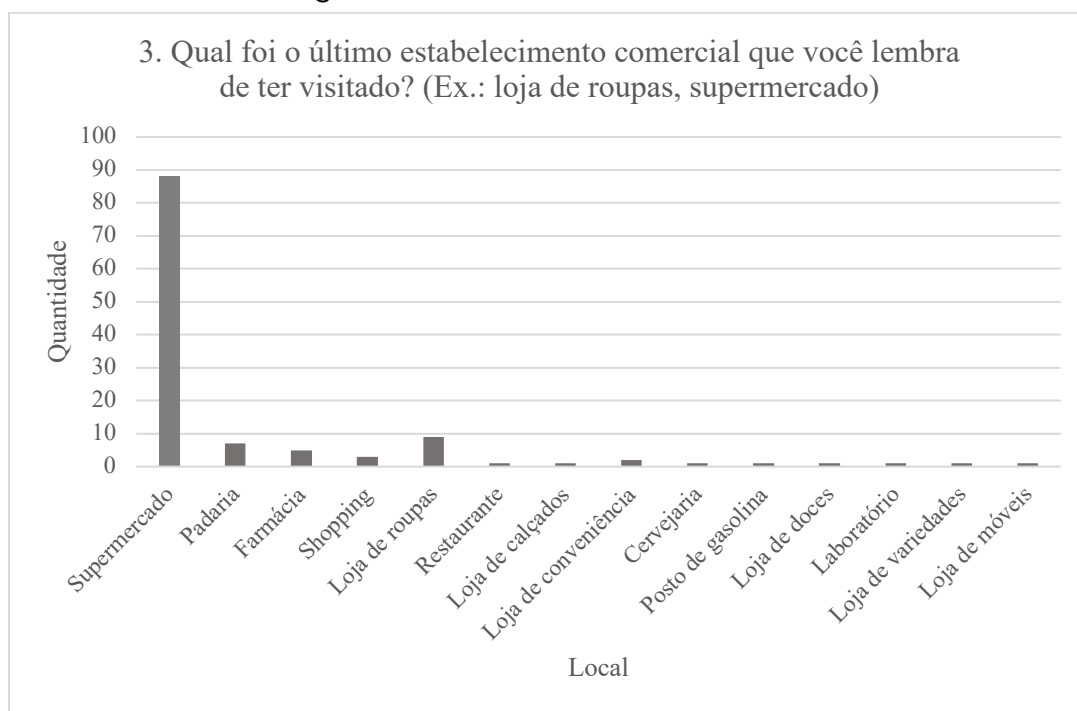
A coleta de dados foi realizada entre março e abril de 2021. Inicialmente a divulgação do formulário se deu entre estudantes universitários, sendo, posteriormente, ampliada para outros grupos demográficos. Os canais de divulgação foram predominantemente e-mails e redes sociais.

RESULTADOS

Foram obtidas 122 respostas para o formulário. Deste total, 53 (43,443%) indicaram que havia música no estabelecimento, 37 (30,328%) que não havia, e 32 (26,230%) não perceberam/não sabiam se havia. Entre os que visitaram estabelecimentos onde havia música ambiente, suas idades variaram entre 18 e 45 anos (média = 21,519; desvio padrão = 4,929), com predominância de mulheres (feminino = 33; masculino = 19; outro = 1). Os resultados foram assim compilados e analisados, utilizando-se estatísticas descritivas tradicionalmente empregadas em estudos similares.

O estabelecimento comercial mais visitado pelos participantes da pesquisa foi o supermercado, conforme representado na Figura 1.

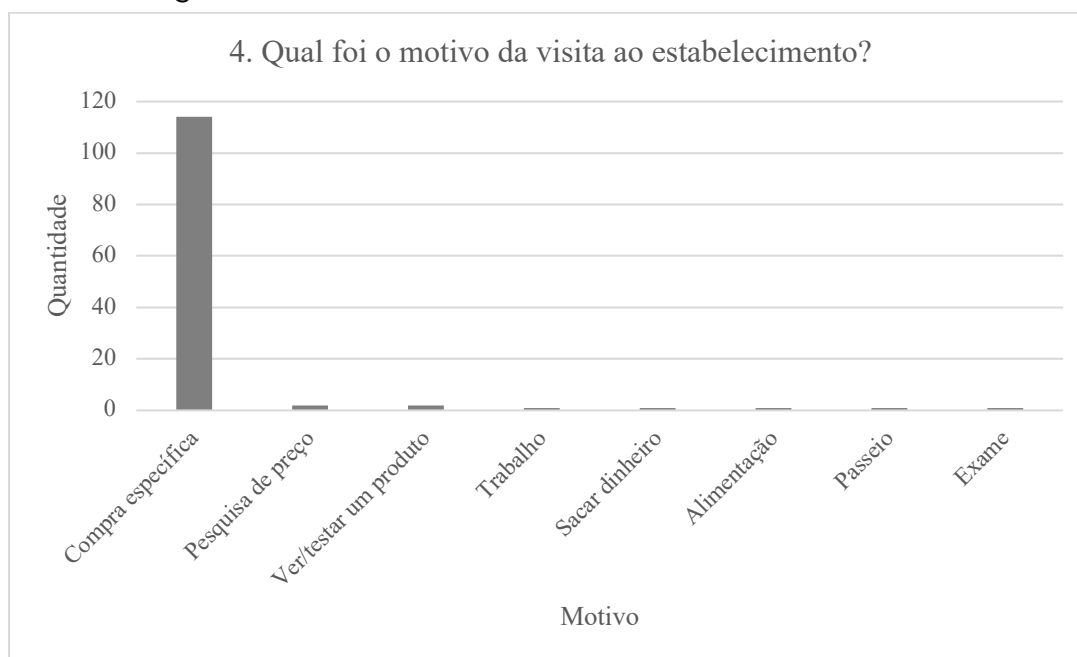
Figura 1 - Estabelecimentos visitados



Elaboração própria (2021)

O principal motivo da visita ao estabelecimento comercial, segundo os respondentes, foi a realização de uma compra específica, conforme indicado na Figura 2.

Figura 2 – Motivo da visita ao estabelecimento comercial



Elaboração própria (2021)

Cabe mencionar que o fato de os respondentes não perceberem se havia ou não música no ambiente de compra pode ser explicado por fatores distintos. O volume da música, o ruído no local, o foco no

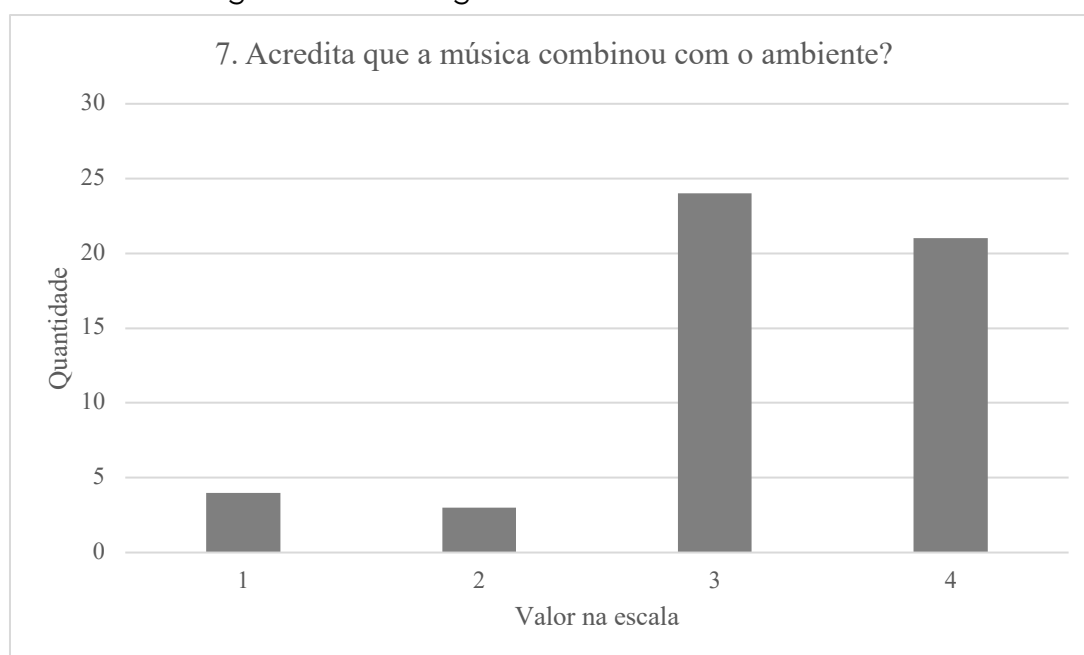
processo de compra em si e até mesmo a preocupação com o risco de contaminação com Covid-19 podem ter dificultado a percepção sonora da música. Deve-se considerar, evidentemente, que o estabelecimento poderia de fato não utilizar música ambiente.

A maioria dos participantes da pesquisa afirmou que gosta de música (média = 3,908; desvio padrão = 0,317). Dentre os que responderam que havia música no estabelecimento que visitaram, percebe-se um gosto comum por gêneros musicais como Pop, Rock, Sertanejo, Funk e MPB, o que poderia ser explicado pela idade dos participantes. De acordo com os dados obtidos via formulário, a maioria dos estabelecimentos tocou gêneros como Pop e Sertanejo. Num contexto geral, nota-se que a maioria dos indivíduos acredita que composições musicais como fator de construção sensorial do ambiente influenciam apenas bem-estar, e não tempo de permanência e dinheiro gasto no estabelecimento.

Comparando-se indivíduos dos gêneros feminino e masculino, percebem-se pequenas diferenças no gosto musical, ao que os gêneros como Eletrônico e Rap são amplamente apreciados por homens, mas não por mulheres. Em contrapartida, Pop, Rock, Sertanejo e MPB são estilos musicais apreciados por ambas as identidades de gênero.

Quando solicitados a indicarem se sua impressão foi de convergência entre música e ambiente, a maioria dos respondentes afirmou que de fato a música combinou com o ambiente, tal como consta na figura 3 (predominância de respostas 3 e 4).

Figura 3 – Convergência entre música e ambiente



Elaboração própria (2021)

Em relação à influência da música nas ações dentro do estabelecimento, nota-se uma diferença de opinião nos quesitos tempo desejado de permanência e dinheiro gasto. Em relação ao último, por volta de 21% dos homens da amostra afirmaram que de fato se sentiram fortemente influenciados, em contraste com aproximadamente 56% das mulheres nessa categoria. Com referência ao tempo, por volta de 37% dos homens relatou sentirem influência da música nesse aspecto, divergente do que se percebe para mulheres (cerca de 19%). Ainda assim, as médias dessa variável não apresentam grandes discrepâncias.

É compreensível que, considerando-se a situação pandêmica atual, os resultados se apresentem diferentemente do que seriam caso os indivíduos estivessem visitando com mais frequência locais públicos. Dessa forma, percebe-se uma grande quantidade de respondentes cujo último estabelecimento frequentado foi o supermercado, além de os participantes realizarem, em sua maioria, compras específicas.

Dos respondentes que se encaixam nesta última categoria, 85,417% acreditam que a música estava em harmonia com o ambiente (média = 3,192; desvio padrão = 0,864), além de acreditarem que esta afetou o seu bem-estar (média = 3,155; desvio padrão = 0,963). Não foi identificado padrão na relação gosto/desejo de permanência, devido ao fato de que, independente de os participantes gostarem ou não dos gêneros tocados no estabelecimento, respostas à pergunta "Acredita que a música ambiente influenciou o tempo desejado de permanecer no estabelecimento?" foram variadas (média = 2,538; moda = 4). Foi notável a opinião comum a respeito da influência da música no dinheiro gasto, o que poderia ser explicado pelo motivo da visita ser uma compra específica (média = 1,865; desvio padrão = 0,929). Não houve diferença significativa entre dados de participantes que foram ao supermercado e aqueles que visitaram outros comércios.

Analisando-se as respostas dos participantes que não fizeram compras específicas, e cujos estabelecimentos visitados tinham a presença de música de fundo (correspondente aos motivos pesquisa de preço, alimentação, trabalho e transação monetária), observou-se apenas um respondente que acredita que a música influenciou no montante de dinheiro gasto, correspondente à visita no restaurante. Pode-se concluir que, quando o motivo da visita não é passeio, há uma crença de que a música não influencia no montante de dinheiro gasto.

Com referência aos participantes que visitaram supermercados com música ambiente, apenas 3 (3,410%) não fizeram apenas compras específicas (fizeram também teste de produto e pesquisa de preço). Os resultados apontam novamente a crença de que o bem-estar (média = 3; desvio padrão = 1,013) é influenciado pela música, ao contrário do tempo (média = 2,475; desvio padrão = 1,154) e dinheiro (média = 1,750; desvio padrão = 0,809). Nota-se que a maioria dos supermercados escolheram tocar os gêneros Pop e Sertanejo, o que poderia ser justificado pela popularidade e dinamicidade desses gêneros, o que os coloca em harmonia com o ambiente.

Em se tratando de lojas de roupas, dos 9 respondentes dessa categoria, 3 não sabem/não perceberam música ambiente; apenas dois visitaram com a intenção de pesquisar preços, e um à passeio, ao que os restantes fizeram compras específicas. Para os estabelecimentos com música de fundo, percebe-se um padrão nos gêneros musicais, estando presentes majoritariamente Pop e Eletrônico. Pode-se inferir, considerando a idade dos respondentes (média = 19,5; desvio padrão = 1,871) e seus julgamentos a respeito da compatibilidade música/ambiente (média = 3,833; desvio padrão = 0,408), que esses estabelecimentos estão voltados para um público jovem/adulto. Ademais, os gêneros previamente citados são alguns dos apreciados pelos participantes, o que pode justificar assim suas opiniões em relação ao bem-estar e tempo desejado de permanência (médias 3,333 e 3, respectivamente).

De acordo com os respondentes, alguns comércios citados não tocaram música, sendo eles especificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comércio que não tocam música

Estabelecimento	Quantidade	Percentual
Padaria	4	3,279%
Loja de doces	1	0,820%
Laboratório	1	0,820%
Posto de gasolina	1	0,820%
Loja de conveniência	1	0,820%
Shopping	1	0,820%

Fonte: Adaptado de Mays apud Greenhalg (1997)

Estabelecimentos que tocam música, mas tiveram poucos respondentes, podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Estabelecimentos com música e poucos respondentes

Item	Gêneros tocados	Música combina	Música influencia
Farmácia	Pop, Funk	Não	Bem-estar, tempo, dinheiro
Shopping	Pop, Eletrônico	Sim	Bem-estar, dinheiro
Restaurante	Pop, Rock, MPB	Sim	Bem-estar, tempo, dinheiro
Loja de calçados	Pop, Eletrônico	Sim	Bem-estar
Loja de conveniência	MPB	Sim	Bem-estar
Loja de móveis	Pop, Clássico, Jazz	Sim	Bem-estar, tempo

Fonte: Adaptado de Mays apud Greenhalg (1997)

Os respondentes poderiam utilizar um espaço no formulário para adicionarem outras observações relacionadas à música ambiente. Dos que acrescentaram alguma informação, 10 (79,923%) relataram cantar a música que estava sendo tocada. Observa-se que estes mencionam acreditar que a música afeta o bem-estar no local (média = 3,385); porém, este fator não tem ligação com o desejo de permanência (média = 2,462; desvio padrão = 1,266) ou o dinheiro gasto (média = 1,769; desvio padrão = 0,725).

CONCLUSÃO

Tendo como objetivo analisar a influência da trilha sonora do estabelecimento comercial no comportamento dos consumidores, este trabalho realizou uma pesquisa exploratória quali-quantitativa. Mediante aplicação de um formulário *online*, foram obtidas respostas de 122 participantes para perguntas relacionadas às suas percepções, impressões e preferências musicais no contexto de compra.

A coleta de dados foi realizada durante a pandemia de Covid-19, o que pode ter afetado os resultados. Assim, a partir dos dados obtidos, pode-se inferir primeiramente que a influência da pandemia não deve ser descartada.

A partir dos dados, observou-se a crença de que a música afeta o bem-estar, o que não ocorre com o

tempo e dinheiro gasto. Em um quadro geral, os participantes sentiram uma coerência entre local visitado e música ambiente. Trata-se de uma informação relevante para a estruturação de estratégias de marketing.

Uma futura pesquisa poderia ser realizada como forma de comparação a essa, em um momento em que fosse mais seguro visitar locais públicos; obtendo-se mais respostas de visitas por passeio e/ou lazer, e assim estabelecer melhores conexões entre motivos das visitas e desejos de permanência e dinheiro gasto. Ademais, por se tratar de uma pesquisa exploratória restrita a uma amostra de 122 participantes, deve-se ressaltar que os resultados não são passíveis de generalização, ainda que contribuam para discussões e reflexões sobre o efeito das ações de marketing no desempenho das organizações.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Matriz de Conhecimentos da Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Matriz%20de%20Conhecimento%20-%20CREA's.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- ALPERT, Judy; ALPERT, Mark. Background Music as an Influence in Consumer Mood and Advertising Responses. *Advances in Consumer Research*, Duluth, v. 16, p. 485-491, 1989.
- ANDERSSON, Pernille; KRISTENSSON, Per; WASTLUND, Erik; GUSTAFSSON, Anders. Let the music play or not: The influence of background music on consumer behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services*, Amsterdã, v. 19, n. 6, p. 553-560, nov. 2012.
- ARENI, Charles; KIM, David. The Influence of Background Music on Shopping Behavior: Classical Versus Top-Forty Music in a Wine Store. *Advances in Consumer Research*, Duluth, v. 20, p. 336-340, 1993.
- CHEBAT, Jean-Charles; CHEBAT, Claire; VAILLAN, Dominique. Environmental background music and in-store selling. *Journal of Business Research*, Amsterdã, v. 54, n. 2, p. 115-123, nov. 2001.
- DUBÉ, Laurette; MORIN, Sylvie. Background music pleasure and store evaluation: intensity effects and psychological mechanisms. *Journal of Business Research*, Amsterdã, v. 54, n. 2, p. 107-113, nov. 2001.
- KELLARIS, James; KENT, Robert. Exploring Tempo and Modality Effects, on Consumer Responses to Music. *Advances in Consumer Research*, Duluth, v. 18, p. 243-248, 1991.
- MICHEL, Anne; BAUMANN, Chris; GAYER, Leonie. Thank you for the music – or not? The effects of in-store music in service settings. *Journal of Retailing and Consumer Services*, Amsterdã, v. 36, p. 21-32, maio 2017.
- MORRISON, Michael; GAN, Sarah; DUBELAAR, Chris; OPPEWAL, Harmen. In-store music and aroma influences on shopper behavior and satisfaction. *Journal of Business Research*, Amsterdã, v. 64, n. 6, p. 558-564, jun. 2011.
- SWEENEY, Jillian; WYBER, Fiona. The role of cognitions and emotions in the music-approach-avoidance behavior relationship. *Journal of Services Marketing*, Bingley, v. 16, n. 1, p. 51-69, fev. 2002.
- YALCH, Richard; SPANGENBERG, Eric. Effects of Store Music on Shopping Behavior. *The Journal of Consumer Marketing*, Bingley, v. 7, n. 2, p. 55-63, fev. 1990.

LEVANTAMENTO DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO PARA NORMATIZAÇÃO DA ARGAMASSA PARA IMPRESSÃO 3D

Raimara Araújo Lima
Epaminondas Luiz Ferreira Júnior
Marcos Lajovic Carneiro

RESUMO

O uso das tecnologias de automação são ferramentas que podem melhorar o desempenho dos processos nas empresas de construção civil, por meio da otimização de processos, aumentando sua produtividade e reduzindo os custos de produção, tornando-as mais competitivas. Este artigo apresenta uma revisão sobre a manufatura aditiva relacionada a fabricação de argamassa, sua aplicação na construção civil, as normas utilizadas para os ensaios de argamassas tradicionais e uma revisão sobre os ensaios mais encontrados em publicações científicas para argamassas para impressão 3D. São apresentadas as metodologias utilizadas e os principais desafios encontrados para aplicar esta tecnologia na indústria da construção. A partir da revisão da literatura, pode-se concluir que faltam normas e as especificações das características físicas da argamassa para impressão 3D. Esses são alguns dos principais desafios para se implementar o processo comercial com segurança. Conclui-se também que é essencial a realização de ensaios físicos, mecânicos e reológicos na argamassa, para se obter um material de qualidade, que apresente um comportamento mecânico que atenda aos critérios normativos de desempenho do sistema para o qual se deseja implementar.

Palavras-chave: *Manufatura aditiva, concreto digital, argamassa impressa 3D, automação na construção, argamassa cimentícia.*

INTRODUÇÃO

A aplicação de novas tecnologias na construção civil vem crescendo nos últimos anos, incorporando métodos como a digitalização de processos, realidade aumentada, softwares de simulação, uso de aplicativos, robotização e manufatura aditiva. Atividades que antes eram realizadas manualmente, começam a ser executadas de forma automática, o que induz redução de custos e aumento da produtividade das construções (ZAVADSKAS et al., 2018).

A manufatura aditiva é uma dessas tecnologias inovadoras que compõem um dos tópicos chave da indústria 4.0, e representa um procedimento automatizado que imprime objetos tridimensionais, sendo capaz de produzir objetos do início ao fim, e com isso, reduz significativamente o desperdício

de materiais. Essa inovação pode ser aplicada em diversos seguimentos, como na fabricação de automóveis, de aviões, na moda com a confecção de roupas e acessórios, no setor da saúde, com a fabricação de implantes de próteses e no setor da construção civil, com a impressão de residência 3D. (LOPES, 2016).

Particularmente na indústria da construção civil, a manufatura aditiva pode ser aplicada através do método da fabricação digital, por meio da impressão 3D de argamassa. Nesse processo, a argamassa extrudada é bombeada e aplicada numa impressão de camada por camada. As vantagens dessa tecnologia incluem a redução de mão de obra e o tempo de execução da construção, a flexibilidade de *design*, a redução de custos, dentre outros (LIN et al., 2020). Entretanto, como essa tecnologia na área da construção civil está em desenvolvimento, existem alguns desafios sobre a sua utilização, tanto em relação a mistura da massa cimentícia quanto ao atendimento aos requisitos de resistência, estabilidade, estanqueidade e demais características exigidas pelas normas técnicas, pois o método de fabricação dessa argamassa difere da argamassa cimentícia convencional em relação ao tamanho dos agregados e viscosidade (PAUL et al., 2018).

Atualmente, não existe no Brasil uma Norma Técnica que estabeleça todos os critérios e tipos de ensaios que devem ser feitos especificamente na argamassa adequada para impressão 3D. Além disso, também não existem essas definições para as peças ou construções feitas por meio desse processo que garantam a segurança da construção.

Assim, esse artigo tem como objetivo reunir informações sobre as normas utilizadas para ensaio das argamassas tradicionais, juntamente com os testes e ensaios já realizados e considerados importantes nas publicações científicas relacionadas com a impressão 3D para a construção civil. Desta forma, esse artigo pretende fornecer informações para o auxílio à definição de uma futura norma brasileira para a realização do controle de qualidade e segurança do material e do processo de impressão 3D para a construção civil.

O artigo é organizado em 7 seções, onde a seção 2 apresenta a metodologia da revisão bibliográfica, a seção 3 reúne os dados principais encontrados na revisão para o uso da manufatura aditiva na construção civil. Em seguida, na seção 4, são tratados os ensaios brasileiros oficiais realizados em argamassa convencional e os ensaios encontrados nas publicações científicas para o caso específico da impressão 3D para a construção civil. Na seção 5 é apresentada uma análise e discussão dos desafios encontrado na literatura para a utilização da argamassa na impressão 3D. A seção 6 apresenta as conclusões do trabalho; e finalmente a seção 7 encerra com os agradecimentos.

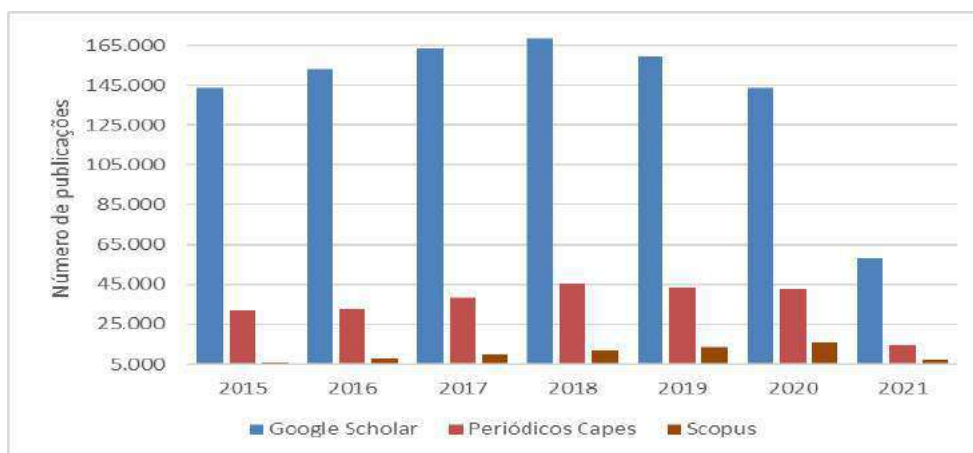
METODOLOGIA DE BUSCA

Para se obter uma breve revisão dos conceitos, da importância do método e dos desafios encontrado na impressão 3D na indústria da construção, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio de levantamento de materiais já elaborados e publicados em periódicos e Congressos, no período de 2015 a 2021. Para pesquisa, utilizou-se as bases de dados Google Scholar, Periódicos Capes e Scopus; buscando sempre os trabalhos de estudo de caso de maior relevância na área.

Acessadas as bases de dados, utilizou-se as seguintes palavras-chaves para busca: "*3D printed mortar*" "*mortar*", "*building automation*", "*digital concrete*", "*aditive manufacture*", "*printed mortar*". Esta

condição de busca foi aplicada ao título, resumo e palavras chaves dos trabalhos pesquisados. A Figura 1 apresenta o número de publicações obtidas a partir das opções de busca por palavras-chaves durante o período pesquisado.

Figura 1 - Distribuição cronológica das publicações nas três bases de dados



Fonte: próprio autor

Dentre os trabalhos encontrados nas fontes de busca, foram coletados 300 artigos por meio das palavras-chaves. Os periódicos com menor associação ao tema da pesquisa foram descartados pelas verificações dos títulos e resumos (187 artigos). Após uma segunda análise, mais profunda a respeito do conteúdo dos artigos restantes foram descartados mais 70 trabalhos e restaram então 29 artigos, no qual foi usado para a construção dessa revisão.

MANUFATURA ADITIVA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Como consequência da quarta revolução ou indústria 4.0, atualmente já existe um grande número de produtos e processos resultantes do avanço de tecnologias na construção civil auxiliando no desenvolvimento das construções, e que com o auxílio da automação vem trazendo consigo, agilidade, otimização, produtividade e redução de custos (EL-SAYEGH et al., 2020). Dentre os processos resultantes da automação, estão a realidade aumentada, realidade virtual, drones, robôs e impressora 3D. Bock (2015) define a automação como um novo conjunto de tecnologias e métodos que irão transformar todo o sentido e a definição de construção civil de forma essencial.

Diversos seguimentos industriais vêm utilizando a manufatura aditiva – MA, popularmente conhecida como impressão 3D, de modo a criar protótipos e até mesmo produzir materiais para vários seguimentos, como setor alimentícios, moda, medicina, automotivo e construção (SHAKOR et al., 2019). Neste contexto, vale referenciar o potencial da importância que a MA terá no futuro na indústria da construção, embora se tratando de um conceito pouco desconhecido hoje, grandes estudos e aplicações sobre a mesma vem sendo realizados mundialmente. (CRAVEIROA et al., 2019).

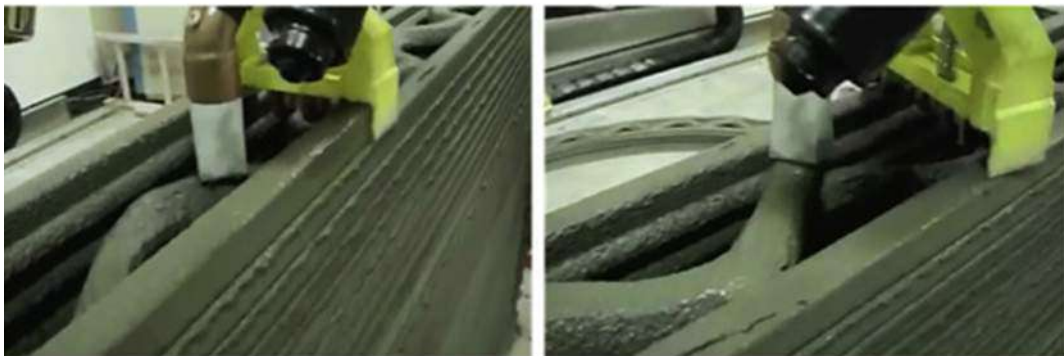
Kazemian et al., (2017) e Paul et al., (2018), verificaram em suas pesquisas, que a manufatura aditiva foram divididas em três categorias: *contour crafting*, *D-shape* e (*concrete printing*) impressão de concreto. Todas essas categorias de impressão seguem como procedimento de extrusão e bombeamento do material. Ingaglio et al., (2019) afirmam que atualmente existem cinco métodos de impressoras 3D utilizadas na indústria da construção: I) impressão em concreto e argamassa, II)

impressão por *contour crafting*; III) impressão por ativação de aglutinante seletivo, IV) impressão em *D-shape* e V) impressão por intrusão de pasta seletiva. Nesse trabalho será abordada somente a técnica de impressão em ambiente de laboratório, por meio da extrusão e bombeamento de argamassa cimentícia.

A impressão 3D utilizando argamassa e concreto traz grandes vantagens para os processos construtivos de edificações, pois além de diminuir desperdícios, permite melhor precisão da quantidade do material necessário para execução, maior flexibilidade de *design*, uma redução do tempo de construção e dos impactos ambientais, e de minimizar também a probabilidade de acidentes no trabalho, sendo assim, se apresenta como uma alternativa para suprir o déficit habitacional em comunidades necessitadas (WANGLER et al., 2019). Tais benefícios só podem ser alcançados por se tratar de um procedimento automatizado, e com isso a mão de obra é reduzida, inclusive em locais que apresentem situações de risco à saúde do trabalhador (LIN et al., 2020). A impressão da argamassa e do concreto é realizada quando esses materiais são transportados em uma mangueira através de um sistema de bombeamento até o bico da extrusora. Para isso, normalmente a massa cimentícia deve ser um material de alto desempenho, com propriedades específicas para não haver deformação ao ser impressa (GOSELIN et al., 2016).

A Figura 2 ilustra como o material é impresso pelo método de extrusão, normalmente montado em um pórtico ou braço robótico imprimindo em filamento contínuo em um sistema de direções XYZ (BUSWELL et al., 2018). Esses autores definem a extrudabilidade como a capacidade de impulsar a mistura para um bico com um grau de divisão e sem deformação e relatam que a impressão por extrusão é o melhor método para imprimir a argamassa.

Figura 02- Ilustração do bico de extrusão imprimindo massa cimentícia



Fonte: Ghaffar et al., 2018

Meurer & Classen (2021) mostram em seu trabalho, vários estudos que foram realizados para certificar as propriedades, a resistência e a segurança dos materiais cimentícios impressos. Essa necessidade de verificação ocorre por não haver um conjunto de normas regulamentadoras (Normas Técnicas) específicas para argamassa de impressora 3D; com isso, os pesquisadores enfrentam dificuldades em chegar a um resultado preciso para padronizar e qualificar os tipos de ensaios, tamanho de agregado ou a determinação da densidade da massa. Sendo assim, os ensaios de flexão, tração, cisalhamento e compressão, são realizados baseados nos testes feitos em argamassa comum, para então chegar a uma argamassa capaz de ser impressa e se tornar segura e precisa para uma edificação (KHAN et al.,

Ensaio realizados em argamassa

Argamassa convencional

De acordo com Marvila et al., (2019) as argamassas são materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de aglomerantes, água e agregado miúdo, com possibilidade de ser adicionado aditivos químicos. Elas podem ser usadas para assentamento de blocos de cerâmica ou revestimento de paredes, sua composição é formada por: cimento Portland, agregado fino (areia), cal hidratada e água. Por ser utilizada na elevação e no revestimento de alvenaria, essa argamassa precisa que suas propriedades sejam apropriadas para alcançar o seu desempenho, ou seja, a mesma deve atender aos requisitos de boa trabalhabilidade, aderência, capacidade de absorver deformações, estanqueidade e resistência mecânica (GARCÍA-CUADRADO et al., 2017). A Tabela 1 apresenta os ensaios que a argamassa deve ser submetida para chegar um padrão de qualidade atendimento às normas construtivas.

Tabela 1 - Ensaio realizados em argamassa convencional.

Ensaio	NORMA ABNT
Resistência à compressão	NBR 13279/2005
Densidade de massa estado endurecido	NBR 13280/2005
Resistência à tração na flexão	NBR 13279/2005
Coeficiente de capilaridade	NBR 15259/2005
Caracterização reológica pelo método squeeze-	NBR 15839/2010
Determinação do espalhamento do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual	NBR 15823-2/2017
Teste de abatimento	NBR 16889/2020
Retenção de água	NBR 13277/2005
Determinação da densidade de Massa e do teor de ar incorporado	NBR 13278/2005
Determinação do índice de consistência	NBR 13276/2016
Resistência potencial de aderência à tração	NBR 15258/2005
Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica	NBR 9778/2005
Determinação dos tempos de pega por meio de resistência a penetração	NBR NM 9/2003
Determinação da composição granulométrica	NBR NM 248/2003

Fonte: Próprio Autor

Parametrizar as condições mínimas para utilização das argamassas, por meio das normas técnicas, seja no estado fresco ou no estado endurecido, é de fundamental importância para prever o desempenho

do componente construtivo, visto que há uma estreita ligação entre a argamassa e o sistema de alvenaria como um todo (ALVES & BLEICHVEL, 2019). Fatores que afetam a reologia da argamassa, como por exemplo: a temperatura, o tipo de cimento e a incorporação de aditivos químicos precisam ser conhecidos, e para isso, ensaios específicos, não comuns a argamassa convencional, devem ser avaliados (MARVILA et al., 2020). Assim, pode-se dizer que, a análise do comportamento da argamassa é de grande relevância para a compreensão do desempenho do sistema construtivo como um todo, e para isso as normas brasileiras preconizam sobre os parâmetros e testes para unificar as suas propriedades (AZEVEDO et al., 2019).

Argamassa para impressão 3D

Segundo Yuan et al. (2019), a mistura da argamassa imprimível deve atender a certos requisitos de impressão, como possuir um alto teor de viscosidade para que a mesma possa ser transportada e extrudada; também, a argamassa não deve conter em sua mistura o agregado graúdo, para não ocasionar a segregação dos componentes na mangueira no qual é transportada, o que pode ocasionar o bloqueio no bico da extrusora. Além desses fatores, ainda considerando a argamassa no estado fresco, uma vez que a massa cimentícia é impressa,

ela deve possuir resistência suficiente para suportar à deformação que seu peso pode ocasionar, tanto na primeira camada, quanto nas demais que serão depositadas acima dela (RAHUL et al., 2019). Para a impressão de uma argamassa com alto desempenho, e para assegurar que nenhuma deformação excessiva ocorra, a massa cimentícia deve ser submetida a ensaios preliminares que irão determinar as propriedades reológicas e mecânicas da mesma (NERELLA et al., 2019). Dessa forma, ensaios que avaliem as propriedades necessárias para extrusão são adicionalmente estudados, e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Ensaios realizados em argamassa para impressora 3D.

Ensaio	Descrição	Equipamento
Tempo de pega	Realizado para validar o tempo de pega das camadas impressa.	Vicat
Teste de queda	Realizado para determinar a liquidez das misturas da argamassa.	<i>Spread-flow test</i>
Teste de fluxo de compressão	verificar a resistência da mistura em um estado fresco.	Máquina de ensaio universal
Fluidez de argamassa e Teste de taxa de extrusão	Teste de mesa de fluxo, para determinar a fluidez que afeta a vazão da massa.	Mesa de fluxo, eixo de aço, tabela e compasso de calibre.
Resistência à tração direta	Este teste foi investigado, definindo a altura do bico para 20 mm ao imprimir as camadas.	Máquina de ensaio universal

Resistência à compressão	à Testa a carga máxima suportada pela argamassa na compressão.	Máquina de teste universal
Resistência à flexão	Avalia a carga máxima suportada pela argamassa na flexão.	Máquina de teste universal
Teste de calorimétrico	Mede o calor de hidratação	Calorimétrico isotérmico
Teste de cisalhamento	Avalia a deformação causada a partir da tensão provocada por forças que atuam em sentidos iguais ou contrários	<i>Push-off</i>
Teste de viscosidade	Determina a velocidade de escoamento do fluido.	Viscosímetro Brookfield

Fonte: Próprio Autor

Por fim, apesar de ser um material bastante pesquisado e estudado, a argamassa cimentícia utilizada na MA necessita de características específicas para impressão 3D. Segundo Nerella et al. (2019), atualmente não existe um padrão definido para realizar os ensaios de resistência das camadas, ou da plasticidade e nem mesmo para estabelecer um traço adequado ao uso da argamassa na manufatura aditiva; e assim, vários pesquisadores em seus estudos, seguiram diferentes métodos de caracterização do material; não suficientemente precisos ou comuns, utilizando várias misturas cimentícias como teste, até escolher uma apropriada para formação da massa. incluindo os efeitos da adição de ativos químicos para assegurar a aderência e resistência da argamassa impressa (PAUL et al., 2018).

DISCUSSÕES

Dada a particularidade da argamassa cimentícia utilizada na MA, os grandes desafios na literatura recente apontam a capacidade de bombeamento e trabalhabilidade (o que inclui: consistência, plasticidade, viscosidade e fluidez) como as principais características que influenciam tanto no comportamento mecânico, como na ligação entre as camadas, e conseqüentemente na aderência e durabilidade do material (SHAKOR et al., 2019). Segundo Hossain et al., (2020) uma das dificuldades no bombeamento da argamassa está ligada diretamente em sua viscosidade, pois, a mesma deve possuir um alto teor de viscosidade. Panda et al., (2019) mostram em seu trabalho que, quanto maior a viscosidade, menor será a velocidade em que o fluido se movimenta e isso contribui para uma secagem rápida da primeira camada. Assim, a deformação excessiva da primeira camada pode ser evitada ao receber a segunda. Como forma de contribuir com essa propriedade, PAUL et al (2018) aponta a necessidade de incluir na mistura a adição de ativos químicos, para que seus efeitos possam assegurar a aderência e resistência da argamassa impressa.

Outro desafio comum quando da confecção da massa cimentícia, é o ajuste granulométrico apropriado dos agregados a serem usados para a mistura cimentícia, que variam em função da dimensão do bico de extrusão. Lee et al., (2019) considera que a dimensão ideal dos agregados estejam entre de 0,16 a 0,20 mm para obter um escoamento sem que haja obstrução do bico da extrusora. Já Shakor et al., (2019), em seu estudo sobre o efeito de diferentes formas de bicos, afirmam que os agregados precisam possuir o tamanho máximo de partículas de 300 µm ou 0,3 mm. Segundo

Keita et al. (2019) e Meurer & Classen (2021), o tamanho máximo dos agregados usado na mistura é de 4 mm. Buswell et al. (2018) argumentam que, como a forma de extrusão é variável, como circular, retangular ou ovalar, várias dimensões de agregados são usados na construção da argamassa, mas que o tamanho máximo das partícula deve ser entre 2 e 3 mm.

CONCLUSÃO

As ferramentas para impressão 3D utilizando argamassa cimentícia têm se mostrado como uma ferramenta viável para o desenvolvimento de processos e sistemas na indústria da construção civil, se apresentando, portanto, como mais uma opção para tornar as empresas do ramo mais competitivas neste mercado. A versatilidade de *design* e eficiência do projeto se apresentam como uma alternativa interessante nesse processo. No entanto, a sua aplicação ainda carece de muitos estudos e desenvolvimento. Apesar de ter sido demonstrado na pesquisa um substancial aumento do número de trabalhos publicados na área nos últimos sete anos, a utilização da argamassa impressa ainda carece de estudos aprofundados. Pelas particularidades dos materiais, dos aspectos mecânicos de extrusão e bombeamento, das características ambientais exigidas para a execução dos sistemas impressos, atualmente não existem procedimentos e métodos que se mostram eficazes para qualificar a capacidade de construção da impressão cimentícia ao longo do tempo. Os ensaios adicionais e as técnicas apontadas na revisão da literatura deste trabalho demonstraram que a falta de normatização e a especificação das características físicas e mecânicas da argamassa baseada em ensaios, são os principais desafios para se implementar a execução de uma residência impressa em 3D, e assim, não se dispondo de regulamentação específica, é essencial que se realize testes físicos, mecânico e reológicos na argamassa, com vistas à durabilidade e que atendam aos critérios normativos de desempenho.

Agradecimento

A equipe de pesquisa agradece o financiamento pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; & BLEICHVEL, N. C. Comparação entre argamassa convencional e argamassa com aditivo impermeabilizante. *Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação*, 2019. 54-79.
- Associação brasileira de normas técnicas – ABNT. NBR 13280. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. NBR 15259: Argamassa para assentamento de paredes e tetos - Determinação coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. NBR 15823-2. Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual -. Rio de Janeiro, 2017.
- _____. NBR 15839: Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica. Rio de Janeiro, 2010.
- _____. NBR 16889: Concreto — Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.
- _____. NBR 9778. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. NBR NM 9: Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração. Rio de Janeiro, 2003.
- BOCK, T. The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming ubiquity of robotics. *Automation in construction*, v. 59, p. 113-121, 2015.
- BUSWELL, R. A.; DE SILVA, W. L. . J. S. Z. . & D. J. 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research. *Cement and Concrete Research*, v. 112, p. 37-49, 2018.
- CRAVEIROA, F.; DUARTEC, J. P. . B. H. . & B. P. J. Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0. *Automation in Construction*, v. 103, p. 251-267, 2019.
- DE AZEVEDO, A. R. G.; MARVILA, M. T. . D. S. B. L. . Z. E. B. . A. J. . D. C. X. G. . & M. S. N. Effect of Granite Residue Incorporation on the

Behavior of Mortars. *Materials*, v. 12, p. 1449, 2019.

EL-SAYEGH, S. . R. L. & M. S. A critical review of 3D printing in construction: benefits, challenges, and risks. *Archiv.Civ.Mech.Eng*, v. 20, p. 34, 2020.

GARCÍA-CUADRADO, J.; RODRÍGUEZ, A. . C. I. I. . C. V. . & G.-G. S. Study and analysis by means of surface response to fracture behavior in lime-cement mortars fabricated with steelmaking slags. *Construction and Building Materials*, v. 138, p. 204-213, 2017.

GOSELIN, C.; DUBALLET, R. . R. P. . G. N. . D. J. . & M. P. Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete – a new processing route for architects and builders. *Materials & Design*, v. 100, p. 102-109, 2016.

HOSSAIN, M. A.; ZHUMABEKOVA, A. S. C. . K. J. R. A Review of 3D Printing in Construction and its Impact on the Labor Market. *Sustainability* , v. 12, p. 8492., 2020.

INGAGLIO, J.; FOX, J. . N. C. J. . & B. P. Material characteristics of binder jet 3D printed hydrated CSA cement with the addition of fine aggregates. *Construction and Building Materials*, v. 206, p. 494-503, 2019.

KAZEMIAN, A. . Y. X. . C. E. . & K. B. Cementitious materials for construction-scale 3D printing: Laboratory testing of fresh printing mixture. *Construction and Building Materials*, v. 145, p. 639-647, 2017.

KEITA, E.; BESSAIES-BEY, H. . Z. W. . B. P. . & R. N. Weak bond strength between successive layers in extrusion-based additive manufacturing: measurement and physical origin. *Cement and Concrete Research*, v. 123, p. 105787, 2019.

KHAN, M. S.; SANCHEZ, F. . & Z. H. 3-D printing of concrete: Beyond horizons. *Cement and Concrete Research*, v. 133, p. 106070, 2020.

LEE, H.; KIM, J. H. J. . M. J. H. . K. W. W. . & S. E. A. Evaluation of the Mechanical Properties of a 3D-Printed Mortar. *Materials* , v. 12, p. 4104, 2019.

LIN, A.; TAN, Y. K. . W. K. H. W. . T. H. Utilization of waste materials in a novel mortar–polymer laminar composite to be applied in construction 3D-printing. *Composite Structures*, v. 253, p. 112764, 2020.

Lopes, G. T. F. Exploração das possibilidades da impressão 3D na construção, dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.

MARVILA, M. T.; ALEXANDRE, J. . D. A. A. R. . & Z. E. B. Evaluation of the use of marble waste in hydrated lime cement mortar based. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 21, p. 1250–1261, 2019.

MARVILA, M. T.; AZEVEDO, A. R. . C. D. . C. J. M. . X. G. C. . D. C. D. D. F. . & M. S. N. Durability of coating mortars containing açai fibers. *Case Studies in Construction Materials*, v. 13, p. e00406, 2020.

MEURER, M.; CLASSEN, M. Mechanical Properties of Hardened 3D Printed Concretes and Mortars—Development of a Consistent Experimental Characterization Strategy. *Materials*, v. 14, p. 752, 2021.

NERELLA, V. N.; HEMPEL, S. . & M. V. Effects of layer-interface properties on mechanical performance of concrete elements produced by extrusion-based 3D-printing. *Construction and Building Materials*, v. 205, p. 586-601, 2019.

PANDA, B.; RUAN, S. . U. C. . & T. M. J. Improving the 3D printability of high volume fly ash mixtures via the use of nano attapulgite clay. *Composites Part B: Engineering*, v. 165, p. 75-83, 2019.

PAUL, S. C.; GIDEON P.A.G., V. Z. . M. J. T. . I. G. A review of 3D concrete printing systems and materials properties: current status and future research prospects, v. 24, p. 784-798, 2018.

PAUL, S. C.; TAY, Y. W. D. . P. B. E. A. Fresh and hardened properties of 3D printable cementitious materials for building and construction. *Archiv.Civ.Mech.Eng* , v. 18, p. 311–319, 2018.

RAHUL, A. V.; SANTHANAM, M. . M. H. . & G. Z. Mechanical characterization of 3D printable concrete. *Construction and Building Materials*, v. 227, p. 116710, 2019.

SHAKOR, P.; NEJADI, S. P. G. A Study into the Effect of Different Nozzles Shapes and Fibre-Reinforcement in 3D Printed Mortar. *Materials*, v. 12, p. 1708, 2019.

WANGLER, T.; ROUSSEL, N. . B. F. P. . S. T. A. . & F. R. J. Digital Concrete: A Review. *Cement and Concrete Research*, v. 123, p. 105780, 2019.

YUAN, Q.; LI, Z. . Z. D. . H. T. . H. H. . J. D. . & S. C. A feasible method for measuring the buildability of fresh 3D printing mortar. *Construction and Building Materials*, v. 227, p. 116600, 2019.

ZAVADSKAS, E.; E. K., A. J. . V. T. . A. H. Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology. *Sustainability* , v. 10, p. 1-14, 2018.

MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA VOLTADA PARA SISTEMAS DE SEGURANÇA VEICULAR

Marcelo Lopes
Filipe Wiltgen

RESUMO

Este artigo refere-se a pesquisa que avalia as oportunidades em utilizar diferentes tecnologias de manufatura aditiva durante o projeto de desenvolvimento de um produto de segurança veicular. Esse projeto deve atender requisitos severos e cada fase possui diferentes critérios, desde a análise de requisitos, construção de protótipos para análise de montagens até a construção de uma peça com as propriedades físicas idênticas ao processo produtivo definitivo para a realização de ensaios de validação. A competitividade na indústria automobilística mundial, tem estimulado o desenvolvimento e a aplicação de novas técnicas as quais ainda estão em consolidação e adaptação na indústria o que permite a pesquisa científica aplicada ser inovadora neste seguimento. A pesquisa apresenta a análise de diferentes tecnologias de manufatura aditiva considerando matérias-primas de polímeros de alta resistência e metálicos para a construção das peças ou meio produtivo para produzi-las. As perspectivas são promissoras e são apresentados no decorrer deste artigo, que permite especular que com o amadurecimento em técnicas, máquinas e materiais o uso da manufatura aditiva aplicada no desenvolvimento de produto vai permitir muitos avanços na indústria ao longo do futuro próximo.

Palavras-chave: *Manufatura aditiva, segurança veicular, desenvolvimento de produto.*

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico dos veículos vem de encontro as expectativas dos clientes, incluem avanços no conforto, motores mais potentes com menos emissão de poluentes e devido a uma exigência mundial devem possuir maior segurança aos ocupantes e pedestres. Estes fatores tendem a impactar na tecnologia e complexidade dos produtos, obrigando os fornecedores, as autopeças, a projetar novos produtos ou aprimorar os já existentes.

Este artigo se limitara a tratar sobre a segurança veicular, sendo que as premissas deste seguimento é desenvolver produtos com alta performance de desempenho e qualidade, com velocidade e custo reduzido. Em contrapartida a evolução dos produtos contribui para manter a perenidade da corporação e propicia um aumento no nível de competitividade (PAULA; MELLO, 2013).

Para o atendimento destas premissas o desenvolvimento de um produto deve ser conduzido por uma metodologia sistêmica robusta e com aplicação de recursos tecnológicos disponíveis para a obtenção

dos objetivos da corporação. Um método sistêmico determina uma sequência clara e lógica das atividades, podemos citar que as principais fases são a análise de requisitos, seguida pela fase de projeto para definir os modelos conceituais do produto, a construção de protótipos representativos, análises do meio produtivo, a construção de protótipos funcionais com as características idênticas ao processo produtivo definitivo para a validação da peça. Quando o produto em questão se trata do seguimento de segurança veicular as exigências se tornam mais rigorosas e com custos elevados.

Pesquisas com foco em desenvolvimento de produtos são realizadas a muito tempo com abordagens como processos de gestão, metodologias e software de CAD (Computer Aided Design), porém, a partir do início deste século a manufatura aditiva surge como uma tecnologia inovadora que a princípio tinha uma tímida participação no processo de desenvolvimento, mas com a evolução tecnológica da manufatura aditiva surgem oportunidades promissoras que são apresentados neste artigo que permite especular que a sua utilização vai de encontro com as melhores práticas de custo e prazo e quebra alguns paradigmas da metodologia atual.

Objetivo e justificativa

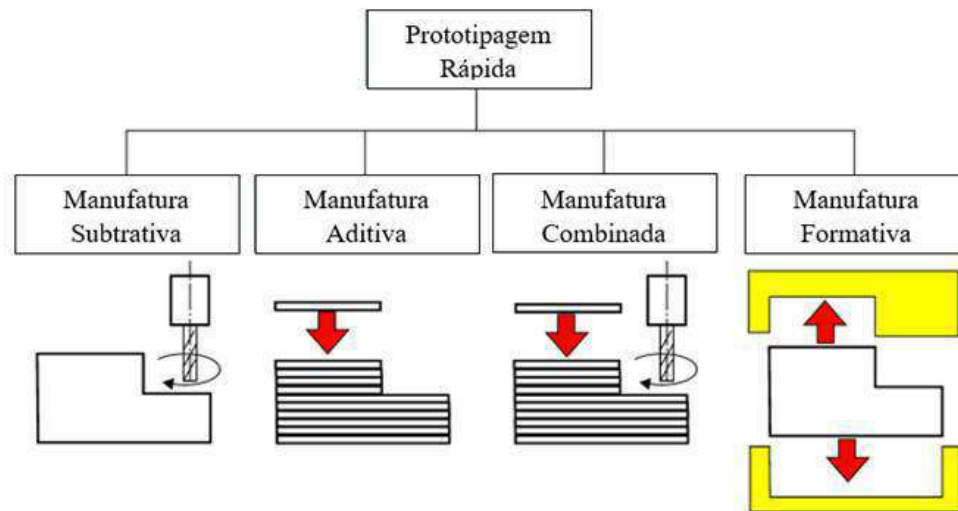
Esta pesquisa tem por objetivo estudar diferentes tecnologias de manufatura aditiva e baseado nos requisitos imposto em diferentes fases do projeto de desenvolvimento de um sistema de cinto de segurança, identificar a que melhor se adequa em custo e qualidade e assim apontar as vantagens e desvantagens desta técnica.

A proposta da pesquisa possui relevância científica para a evolução da engenharia de desenvolvimento de produto permitindo o aumento da flexibilidade construtiva e a redução do tempo de produção.

INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva é totalmente diferente de manufatura formativa ou subtrativa tradicional, pois consegue produzir peças com a geometria exata como foi projetada no CAD, independentemente de sua complexidade, enquanto processos como injeção plástica ou fundição, que se enquadram como manufatura formativa, e dependem de conformação de matérias em moldes para ser manufaturados, a usinagem com remoção de material que é uma característica da manufatura subtrativa e ainda podemos citar a manufatura combinada que é a união da manufatura subtrativa e a manufatura aditiva, como pode ser observado na Figura1 (ZIVANOVIC et al., 2019). Cada um desses processos possui vantagens e desvantagens inerentes aos limites construtivos impostos pela tecnologia utilizada em cada tipo de manufatura, porém a versatilidade e as tecnologias disponíveis atualmente permitem que a manufatura aditiva seja adaptada em diversos setores da indústria a ponto de ser posicionada como um dos pilares da indústria 4.0.

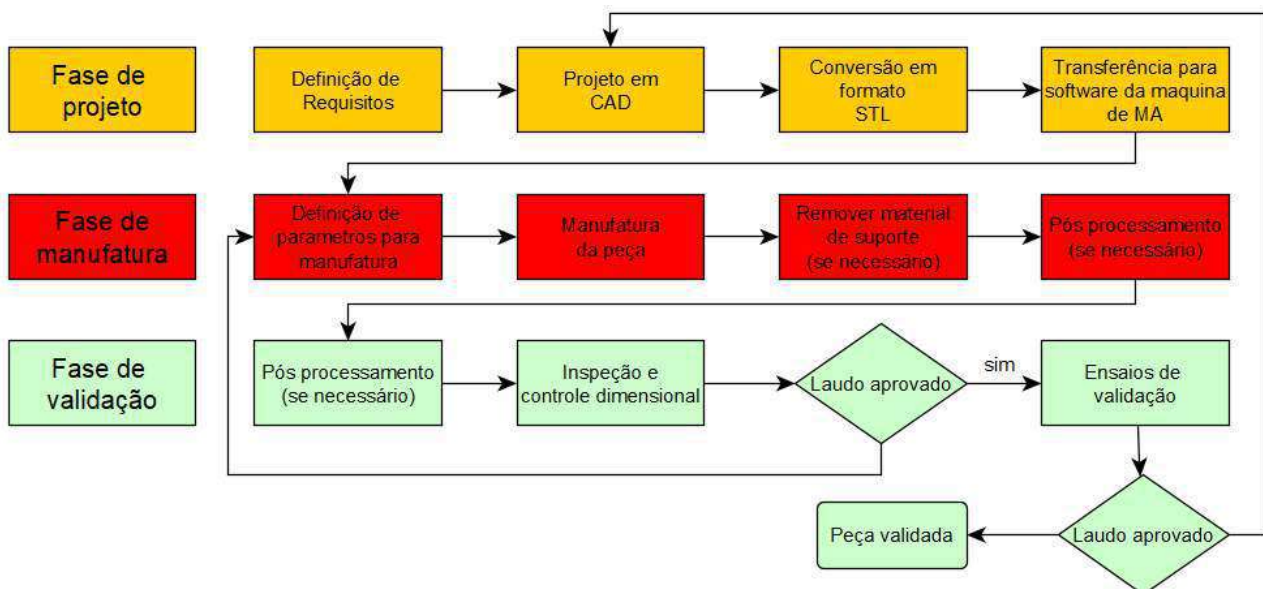
Figura 1- Classificação dos tipos de prototipagem rápida conforme a manufatura



Fonte: ZIVANOVIC et al., 2019

O processo da manufatura aditiva pode ser definido como uma técnica de mistura de materiais por ligação, solidificação ou fusão de materiais, como resina líquida ou pós. Ele constrói a peça camada por camada a partir de um modelo matemático gerado por um CAD que é convertido para o formato STL que contém as informações da geometria da peça, este arquivo é enviado para a máquina e após a manufatura da peça é realizado o dimensional ou ensaios, conforme a necessidade propostas (Figura 2). O fato de ser manufatura camada por camada possibilita uma flexibilidade em construir peças complexas e precisas o que não acontece com as manufaturas tradicionais.

Figura 2 – Fluxo de produção de peça em manufatura aditiva



Fonte: Próprios autores

Existem diversas aplicações, incluindo produtos para as indústrias automotiva, aeroespacial, arquitetura, médica, joalheria etc. Isso inclui aplicações em que a produção é de baixo volume, alta complexidade geométrica e quando a capacidade de alterar projetos com velocidade são necessários (ABDULHAMEED et al., 2019).

As matérias-primas que são aplicados para construir as peças em sua essência são classificados em materiais metálicos, cerâmicos e polímeros, porém com determinadas combinações surgem matérias-primas com diferentes características e propriedades mecânicas (GOMES; WILTGEN, 2020). Com isso é fundamental ter conhecimento desta tecnologia para aplica-la em diferentes fases do desenvolvimento de um produto.

O desenvolvimento das tecnologias em manufatura aditiva tem proporcionado a construção de novas máquinas para produzir peças com maior precisão e diferentes tipos de materiais (WILTGEN, 2019; ALCALDE; WILTGEN, 2018; GOMES; WILTGEN, 2020).

De acordo com a Organização Internacional de Padronização (ISO) e a Sociedade Americana para Testes e Materiais (ASTM) 52900: 2015 a manufatura aditiva é classificada em função do processo e do tipo de matéria-prima empregada (GOMES; WILTGEN, 2020; SANTANA, 2019), No Quadro 1 pode ser observado as diferentes características técnicas do processo de manufatura aditiva que se classificas em sete categorias.

Quadro 1 -Características da categoria de manufatura aditiva (ASTM)

Categoria ASTM	Fusão em leito de pó	Deposição de energia dirigida	Fotopolimerização em cubas	Extrusão de material	Jateamento de material	Jato de aglutinante	Laminação de folhas
	PBF	DED	VP	ME	MJ	BJ	SL
Desenho esquemático							
Conceito básico	A energia térmica funde uma pequena região do leito de pó do material de construção.	A energia térmica concentrada derrete os materiais durante a deposição.	O polímero líquido em uma cuba é fotopolimerizado.	O material fundido é empurrado para fora através de um bico.	Gotículas de materiais de construção são depositadas.	Jato de resina líquida é impressa em camadas finas.	Folhas de materiais são coladas.
Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> Fusão de feixe de elétrons (EBM); Sinterização direta a laser de metal (DMLS); Sinterização / fusão seletiva a laser (SLS / SLM). 	<ul style="list-style-type: none"> Deposição de laser (LD); Modelagem de rede projetada a laser (LENS); Feixe de elétrons; Derretimento de arco de plasma. 	<ul style="list-style-type: none"> Estereolitografia (SLA); Processamento digital de luz (DLP). 	<ul style="list-style-type: none"> Modelagem por Deposição Fundida (FDM); Fabricação de Filamento Fundido (FFF); Modelagem por Camada Fundida (FLM). 	<ul style="list-style-type: none"> (IJP) – PolyJet. (IJP) – InVision 3D Systems 	<ul style="list-style-type: none"> Jateamento de material. 	<ul style="list-style-type: none"> Fabricação de objetos laminados (LOM); Fabricação de aditivos de ultrassom (UC / UAM).
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> Baixo custo; Cama de pó atua como uma estrutura de suporte integrada; Grande variedade de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> Alto grau de controle da estrutura de grãos; Peças de alta qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Peças grandes; Excelente precisão; Excelente acabamento de superfície e detalhes. 	<ul style="list-style-type: none"> Baixo custo; Pode construir peças totalmente funcionais. 	<ul style="list-style-type: none"> Alta precisão de deposição de gotículas; Multicor. 	<ul style="list-style-type: none"> Peças frágeis com propriedades mecânicas limitadas; Pode exigir pós-processamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Alta velocidade; Baixo custo; Facilidade de manuseio de materiais.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> Relativamente lento; Limitações de tamanho; Alta potência necessária; O acabamento depende do tamanho do pó do precursor. 	<ul style="list-style-type: none"> A qualidade da superfície e a velocidade requerem um equilíbrio; Limita a metais. 	<ul style="list-style-type: none"> Limitado apenas a fotopolímeros; Baixa vida útil, propriedades mecânicas pobres de fotopolímeros; Processo de construção lento. 	<ul style="list-style-type: none"> Anisotropia vertical; Superfície estruturada em degraus; Não é receptiva a detalhes finos. 	<ul style="list-style-type: none"> Necessário material de suporte; Podem ser usadas fotopolímeros e resinas termofixas. 	<ul style="list-style-type: none"> Propriedades mecânicas limitadas; Pode exigir pós-processamento. 	<ul style="list-style-type: none"> A resistência dependem do adesivo usado; Os acabamentos podem exigir pós-processamento; Uso limitado do material.
Material	<ul style="list-style-type: none"> Metais; Cerâmica; Polímeros; Compósitos. Híbrido 	<ul style="list-style-type: none"> Metais. 	<ul style="list-style-type: none"> Polímeros; Cerâmica. 	<ul style="list-style-type: none"> Polímeros; Compósitos. 	<ul style="list-style-type: none"> Polímeros; Cerâmica; Compósitos; Híbrido; Biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Polímeros; Cerâmica; Compósitos; Metais; Híbrido. 	<ul style="list-style-type: none"> Polímeros; Metais; Cerâmica; Híbridos.

Fonte: Adaptado de SANTANA, 2019; SYED et. al., 2018

As diferentes tecnologias de manufatura aditiva possuem suas vantagens e desvantagens como é mostrado na Quadro 1. Nenhuma dessas tecnologias é completa em todas as características. Podemos citar que o FDM, tem menor resistência mecânica que o EBM, porém o custo do EBM é maior, com isso é impossível comparar as tecnologias. O objetivo desta pesquisa é definir o processo adequado em função dos requisitos de aplicação. Em algumas aplicações mesmo com as peças com baixa resistência mecânica é suficiente para atingir a necessidade desejada, podemos citar a tecnologia FDM devido seu custo menor. Existem ainda situações que se pode utilizar uma manufatura híbrida (MH), que é a manufatura subtrativa em conjunto com a manufatura aditiva para que as deficiências se cada uma seja superada (ABDULHAMEED et al., 2019).

Conceitos de Cintos de Segurança

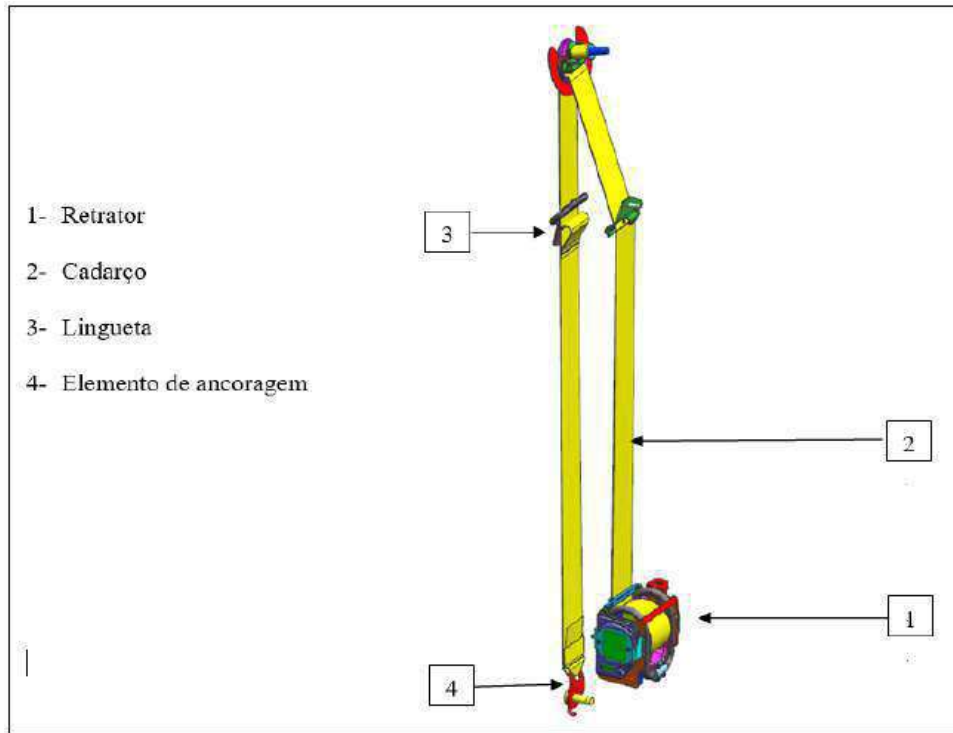
Os sistemas de segurança presente nos veículos estão classificados em diferentes momentos da colisão, sendo que os dispositivos de segurança ativa atuam para evitar que o acidente ocorra para exemplificar podemos citar o sistema de frenagem ABS (*Anti-lock Braking System*), que impede que as rodas travem e assim o pneu não derrape sobre a pista. Os dispositivos de segurança passiva atuam no momento da colisão ou desaceleração abrupta do veículo (SILVA, 2018; IKEDA, 2012), são projetados para atuar, sem a intervenção dos ocupantes, reduzindo as lesões causadas nos acidentes. São os cintos de segurança, dispositivos de retenção infantil, airbags e encosto de cabeça, que trabalham simultaneamente colaborando ativamente para o aumento de segurança no veículo.

Dentre todos estes sistemas o cinto de segurança é considerado o que possui maior participação na redução de lesão, segundo o Instituto de Segurança de Trânsito, o uso do cinto de segurança diminui o risco de morte em 50% sendo que esses números se levam em conta todos os tipos de colisão, a eficácia do cinto depende do tipo de colisão (frontal, lateral, traseira), da velocidade e do tipo de veículo. Tem como principal objetivo reduzir a movimentação do usuário contribuindo para reduzir os riscos de ferimentos na cabeça, rosto, pescoço, membros inferiores e na coluna, é item obrigatório em todos os veículos motorizado, exceto as motocicletas.

Existem poucos modelos de cintos de segurança regulamentados, sendo que com a resolução 518/15 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), o órgão que regulamenta os equipamentos de segurança nos veículos no Brasil, estabeleceu que a partir de 2020, os veículos devem ser produzidos com cinto de segurança de três pontos, fica assim proibido a fabricação de cintos subabdominais de dois pontos, este é um exemplo de como a regulamentação governamental influencia a necessidade de desenvolver novas tecnologias.

Os requisitos e métodos de ensaios em cintos de segurança em veículos automotores são definidos pela norma ABNT NBR 7337:2014, além de requisitos específicos de cada montadora do veículo. Seguindo esta norma o cinto de segurança pode ser dividido em subconjuntos, são eles: Retratores, Cadarço, Lingueta, Elementos de ancoragem (Figura 3).

Figura 3– Cinto de segurança de 3 pontos



Fonte: Próprios autores

Todos estes componentes colaboram para atender a função primária de um cinto de segurança, que é reter o usuário no momento de desaceleração do veículo, porém, é o retractor que possui as principais características que definem o desempenho do cinto de segurança. Acomoda o cinto de segurança, oferece um grau de liberdade ao ocupante, extraindo e recolhendo o cinto de segurança em função da movimentação do usuário e bloqueia o deslocamento do ocupante em colisões que provocam desaceleração no veículo (acima de 0.45 g).

Existem modelos de retratores com recursos de pré-tensionador com redução de carga, que usualmente são instalados na posição dianteira do veículo. Possuem características extras de recolher o cinto de segurança durante o início do evento de desaceleração (colisão), retirando a folga do ocupante e o banco do veículo que aumenta a efetividade da retenção do usuário nos primeiros segundos do acidente, evitando toques regiões rígidas no veículo e posicionando o ocupante corretamente para a entrada do airbag. Após a pretensão o ocupante se desloca em direção ao painel frontal, e na retenção pelo cinto de segurança gera uma carga no tórax devido, a força desta carga é gerenciada pelo retractor com redução de carga, reduzindo compressão torácica e do deslocamento da região pélvica.

Fases do projeto de desenvolvimento de um retractor de Cintos de Segurança

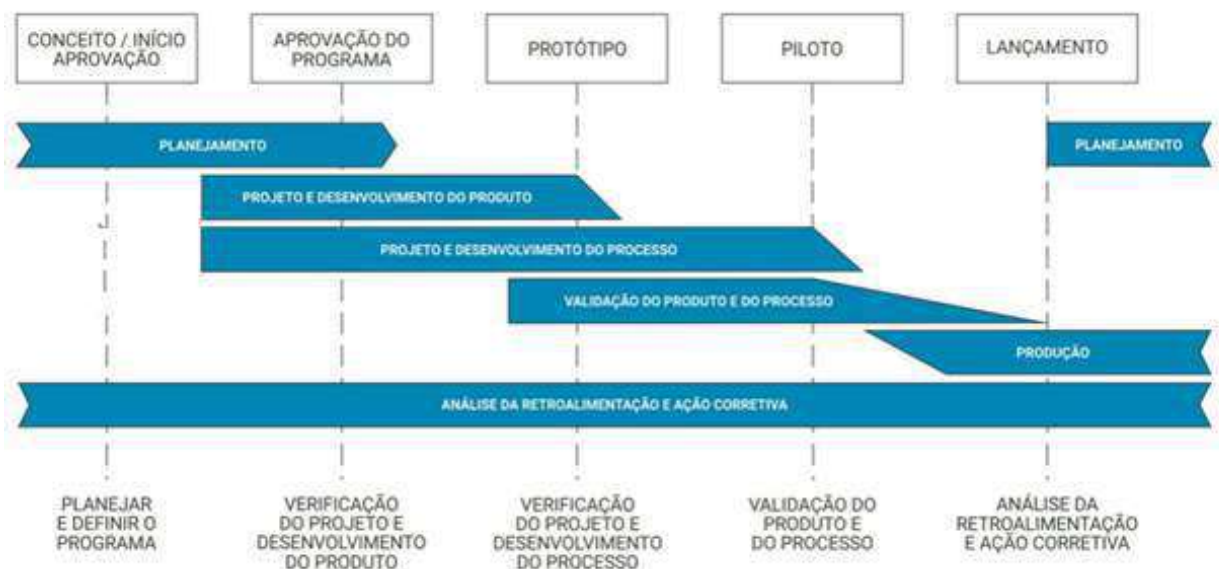
A importância em abordar superficialmente as fases do projeto de desenvolvimento é apresentar uma correlação entre os requisitos de cada fase com a tecnologia de manufatura aditiva com melhor custo benefício para ser empregada.

Existem algumas metodologias para o gerenciamento do desenvolvimento de um produto, em setores de autopeças o APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) é o mais usual, é referência de gestão da pesquisa e desenvolvimento de produto (TOLEDO et al., 2008). A sua função

é definir uma sequência lógica das atividades que devem ser cumpridas em determinadas fases do processo de desenvolvimento do produto aplicando as ferramentas e técnicas descritas no tempo correto. O APQP não elimina os cronogramas de planejamento de projeto, ele os complementa, informando as atividades e processo a ser executada em cada fase para alinhar as informações entre fornecedor e cliente.

O APQP é formado por cinco fases conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Fases do APQP



Fonte: Manual de Referência do AIAG

Na primeira fase de Planejamento de Produto é definido as necessidades dos clientes e seus requisitos. São executados estudos do produto, benchmarks, com uma comunicação direta com o cliente, entende-se como cliente tanto o meio produtivo, a montadora e o cliente final.

Com a finalização da segunda fase tem-se a conclusão do design do produto. As principais etapas que devem ser concluídas são: revisão e verificação de projeto, especificações de materiais, potenciais modo de falha do projeto e planos de controle para construção dos protótipos do produto.

Na terceira fase conclui-se o planejamento do processo de fabricação que produzirá o produto. O objetivo é executar estudos do processo de produção para atender as especificações, qualidade e custos. O processo deve ser capacidade produtiva em atender a demanda do cliente.

A quarta fase é uma fase de teste do produto e de todo o processo de fabricação, com objetivo na qualidade do produto final. É certificado a eficiência e confiabilidade do produto e do processo produtivo.

Na quinta e última fase é a produção e entrega do produto em escala produtiva, monitorando se todos os indicadores são tangíveis.

Mesmo com a aplicação desta metodologia consolidada, qualquer tipo de projeto de inovação está exposto a incertezas e riscos (JALONEN, 2012). Segundo o PMI (2013) o vínculo entre risco e incerteza representa um evento ou condição incerta que, se ocorrer, tem um efeito negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto. Para reduzir os riscos em diferentes fases no processo a manufatura aditiva tem se mostrado uma excelente opção, o protótipo físico real permite uma análise minuciosa de todas

as características e aplicabilidades de uma peça (WILTGEN, 2019), em muitos casos representa o produto em sua condição final isso torna o processo de desenvolvimento mais ágil e assertivo sendo possível avaliar as incertezas e sua viabilidade, e a qualquer momento reavaliar o problema que se está executando.

Aplicação de diferentes tecnologias de manufatura aditiva nas fases do projeto

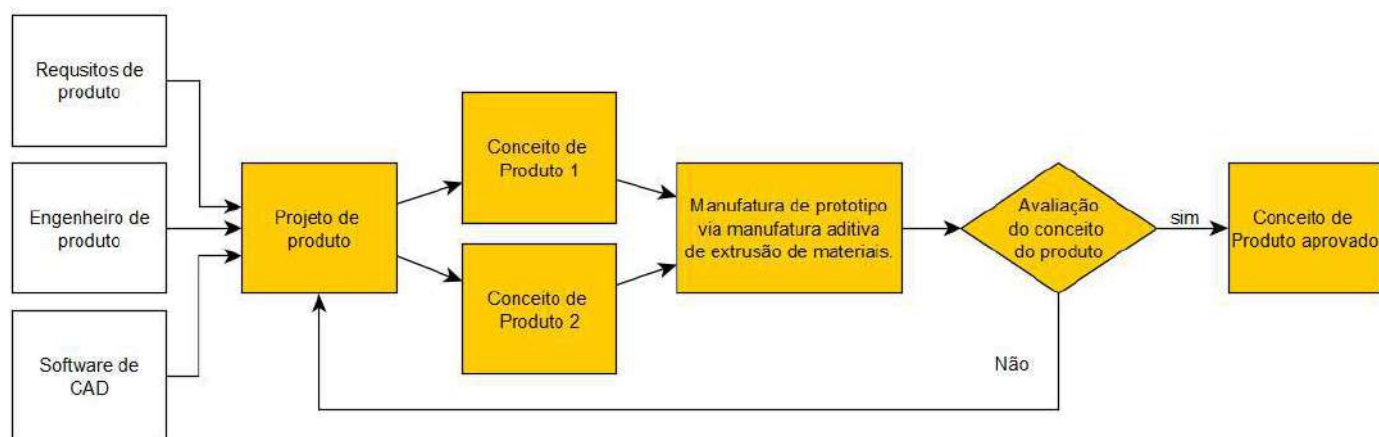
A prototipagem em projetos de engenharia é sem dúvida uma fase importante e indispensável no desenvolvimento de novos produtos e técnicas da indústria e da academia (WILTGEN, 2019) e na indústria automotiva para desenvolver sistemas de segurança veicular não é diferente.

A fase 2 do APQP é o processo do desenvolvimento do produto, ou seja, transformar as informações adquiridas em um projeto válido, especificando dados técnicos como requisitos, matérias e a criação de um protótipo. Com a aplicação cada vez mais comum da manufatura aditiva para a construção de protótipos é possível materializar as ideias candidatas a soluções que auxilia para o entendimento e decisão dos clientes, proporciona aprendizagem e por vezes a validação da ideia geradas. Nesta fase, também, é o momento de analisar a viabilidade do protótipo, projetar um fluxograma dos processos do meio produtivo e analisar a possibilidades de problemas de produção.

Após as análises de requisitos e necessidades é projetado uma solução no CAD e construído os protótipos via manufatura aditiva, sendo a principal função é definir o conceito. Nesta fase os protótipos não necessitam ser sofisticado, porém os recursos da manufatura aditiva proporcionam a percepção real do usuário assim fica mais eficiente para avaliar o conceito, na Figura 5 é apresentado o fluxo de validação do conceito do produto. Citando Brown (2010), "só criando protótipos é que é possível constatar realmente o que está bem e o que está mal, as forças e fraquezas e quanto mais rápido se constrói os protótipos, mais rápido as ideias evoluem e melhores resultados são atingidos", além de que é possível errar sem que os custos sejam muito elevados.

Em se tratando de um protótipo para análise de conceitos e sem grande sofisticação, a aplicação da tecnologia de extrusão de materiais (ME: FDM, FFF e FLM) é recomendada, por se tratar do método mais difundido de manufatura aditiva, possui como principal vantagem seu alto custo benefício e pode atender as expectativas desta etapa com velocidade.

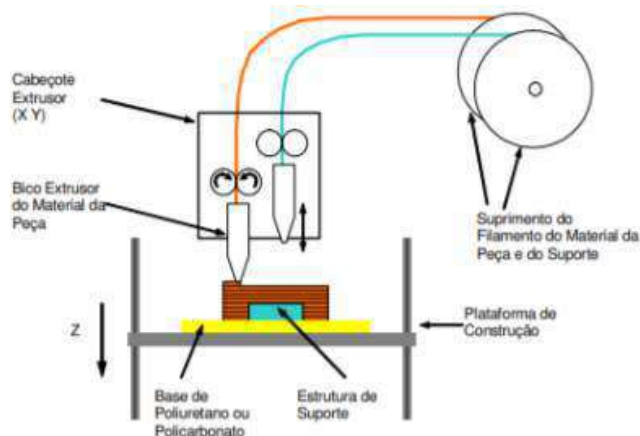
Figura 5- Fluxo de construção e aprovação do conceito do produto



Fonte: Próprios autores

A Modelagem por Deposição Fundida (FDM) é um processo por extrusão de filamentos de material por um cabeçote extrusor, construindo a peça camada por camada (Figura 6).

Figura 6– Princípio do processo FDM

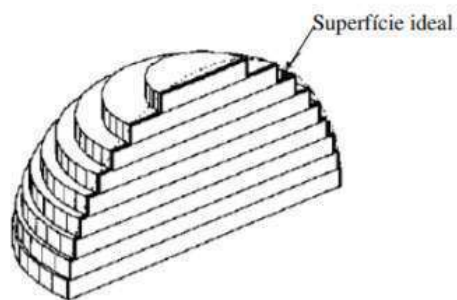


Fonte: ALMEIDA, 2007

As desvantagens desta tecnologia que não impactam nos requisitos desta fase são:

- Anisotropia vertical, que é uma propriedade física de um material em possuir diferentes resistências mecânicas para diferentes direções quando aplicado cargas de tração ou compressão (FORTULAN; LOVO, 2017; ALMEIDA, 2007);
- Superfície estruturada em degraus, que varia em função da camada de depósito de material e da geometria da peça (Figura 7);

Figura 7 – Degraus gerados devido a espessura de camada e geometria



Fonte: ALMEIDA, 2007

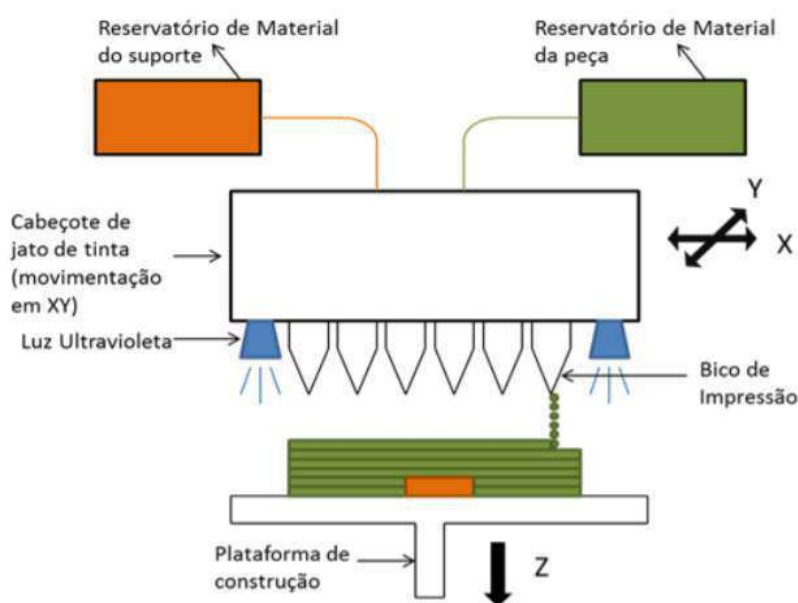
- Não é receptiva a detalhes finos;
- Trabalha somente com polímeros.

Após a avaliação e aprovação do conceito do produto, ainda dentro da fase 2, é necessário analisar o funcional do produto para detectar possíveis modos de falha. Detectar problemas em protótipos é muito importante no processo de desenvolvimento de uma peça e possibilita a correção das peças com custo muito inferior quando comparado com a necessidade de modificação de uma peça na fase de produção (CARVALHO, 2017).

Esta etapa exige um protótipo com as características geométricas e de material mais realista com o produto final e considerando que as peças de retratores de cintos de segurança são produzidas em polímeros, uma tecnologia de manufatura aditiva que pode atender esta fase é a de jateamento de materiais (MJ).

PolyJet utiliza materiais de construção fotocurável. Tem como princípio o jateamento de gotas de resina sobre uma bandeja, em seguida é aplicado uma luz UV para o processo de cura. Possui ótima precisão e qualidade superficial (GIORDANO; ZANCUL; RODRIGUES, 2016). Ao final da impressão a peça está finalizada somente devendo ser removido a resina de suporte com jateamento de água (Figura 8) Os materiais disponíveis para o processo se limitam às resinas poliméricas e termoplásticos.

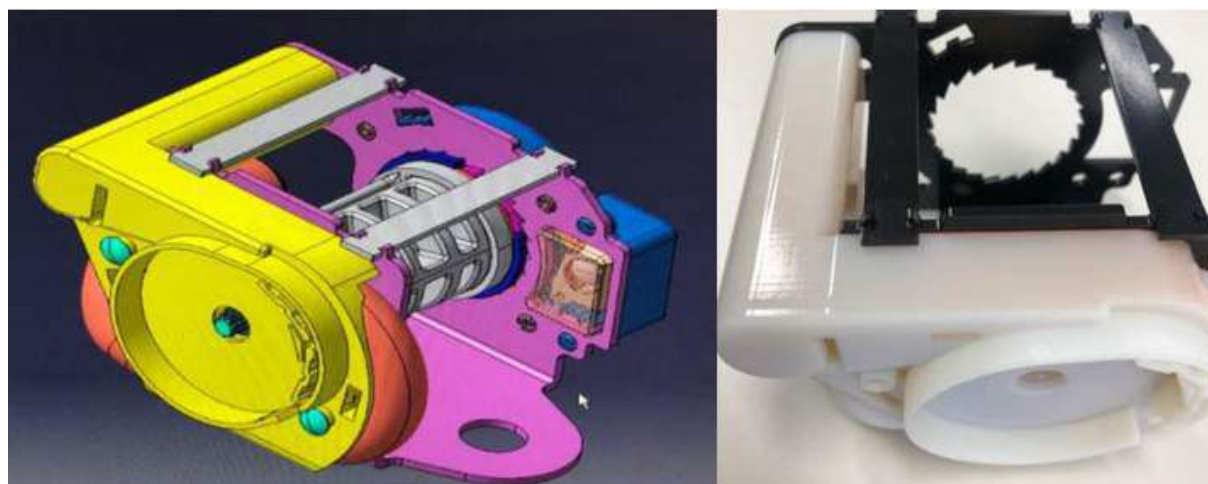
Figura 8 – Esquema funcional do processo de impressão por jato de tinta (IJP)



Fonte: GIORDANO; ZANCUL; RODRIGUES (2016)

Com o protótipo será avaliada montagens (figura 9), em se tratando de conjuntos, estilo, manuseios e aplicabilidade, já no processo produtivo é projetado um o fluxograma do processo e manuseios ergonômicos.

Figura 9- Projeto realizado no CAD e construídos protótipos via manufatura aditiva



Fonte: próprios autores

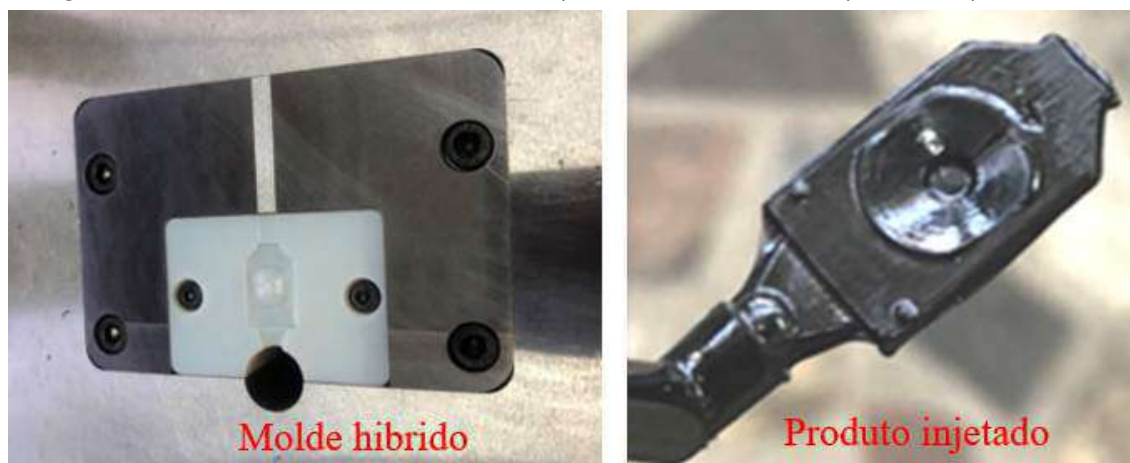
A quarta fase é a etapa de validação do produto e de todo o processo de fabricação, para certificação se o produto atende todos os requisitos do projeto. É avaliado a eficiência e confiabilidade do produto e do processo produtivo.

Para o desenvolvimento de peças de segurança veicular é imperativo a construção de protótipos funcionais com as características idênticas da peça original é parte fundamental para a análise de tensões, fadiga e testes de campo da peça e assim uma validação eficiente.

Um método que tem se mostrado eficiente para produzir pequenos lotes de produção para a validação é o uso moldes híbridos para a realização dos testes. Diferentemente do processo convencional (manufatura subtrativa) utilizado na construção de moldes, no qual o custo e o tempo quase sempre são um problema competitivo, a ideia é fundir a manufatura aditiva com a manufatura subtrativa, e assim aproveitar o melhor das duas técnicas no desenvolvimento de moldes híbridos.

É possível aplicar a tecnologia de manufatura aditiva de jateamento de materiais (MJ) com a técnica da *PolyJet* com a utilização de material digital ABS, que é uma resina de alta resistência, para a construção das matrizes do molde (Figura 10) (GRIFFIN, 2019). Existe algumas limitações relacionados a geometria, matéria-prima e quantidade da peça a ser produzida.

Figura 10- Molde híbrido com matriz produzida via MA e produto produzido

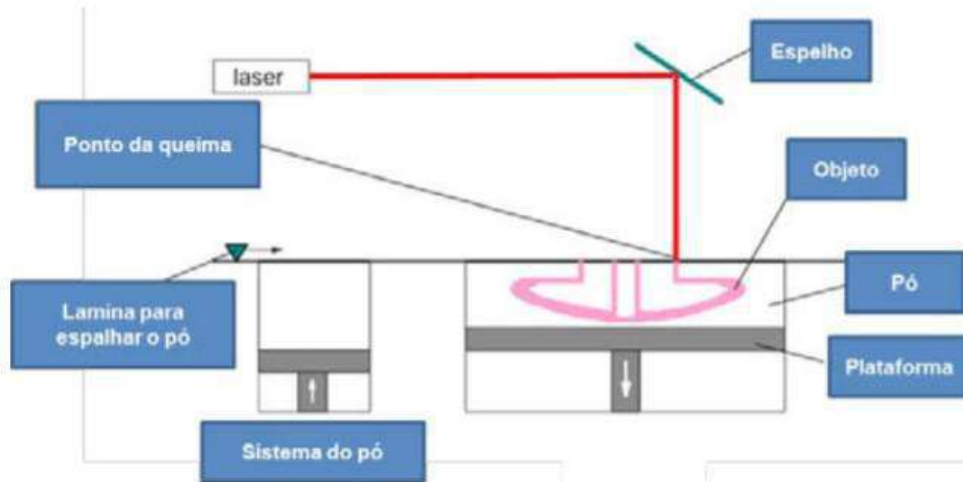


Fonte: próprios autores

Para suprir as limitações da tecnologia MJ, pode-se aplicar manufatura aditiva de metais, existe uma variedade de materiais metálicos disponíveis que pode ser aplicado (GOMES; WILTGEN, 2020), portanto, no caso da fabricação das matrizes em metal pode aumentar a produtividade dos moldes, e a qualidade final das peças injetadas. Devido a maior eficiência que ocorre na troca térmica obtida pela construção de canais de resfriamento com geometrias eficientes (ARORA, 2019).

A Fusão em leito de pó (PBF) com a tecnologia de Sinterização direta a laser de metal (DMLS) é um tipo de manufatura aditiva que constrói peças metálicas. Na impressora 3D uma camada ultrafina do pó metálico é espalhada pela plataforma, na sequencia um laser funde com precisão o pó nos pontos definidos pelo modelo CAD. Assim, uma camada é concluída e o procedimento se repete até que a peça seja finalizada.

Figura 11 - Esquema de funcionamento da técnica DMSL / SLM



Fonte: Adaptado GOMES; WILTGEN (2020)

As peças metálicas produzidas pelo processo DMSL são resistentes e funcionais, possuem boas propriedades mecânicas em todas as direções. É possível manufaturar as peças com mais de 20 ligas, camadas de 40 μm e precisão aproximada de $\pm 50 \mu\text{m}$ (EOS GmbH - Electro Optical Systems, 2017). A tecnologia de Sinterização direta a laser de metal (DMSL) possui vantagens sobre o Jateamento de Materiais (MJ) *PolyJet*, porém, seu custo é mais elevado e isso deve ser decidido em função da necessidade do projeto.

CONCLUSÃO

O objetivo da pesquisa aplicada neste artigo é apontar os benefícios que diferentes tecnologias de manufatura aditiva proporcionam quando aplicado em diversas fases de desenvolvimento de produtos do seguimento automotivo de segurança veicular.

Diferentes tecnologias de manufatura aditiva possuem a competência de fabricar pequenos lotes de produtos e está difundido pelas indústrias medica e aeroespacial, porém, no seguimento automotivo encontra-se no início de compreender o valor da manufatura aditiva, sendo que não existe dúvida que estas novas aplicabilidades trarão vantagens evidentes no processo de desenvolvimento de produto. Na fase de validação do conceito do produto se comparado com a utilização de ferramentas tradicionais a decisão se torna mais assertiva devido a materialização da ideia ser muito real. Além disso para várias iterações possíveis no projeto nas fases de protótipos conceituais é possível manufaturar uma nova solução em apenas um dia. Aplicar o uso de uma máquina de manufatura aditiva reduz o tempo de espera e investimentos para tomadas de decisão. O mesmo acontece com a definição do fluxo e controle do meio produtivo, pois a avaliação do modo de falha e ergonômico da peça fica eficiente.

A solução adotada na fase de validação do produto, que é mandatório a construção de protótipos funcionais, foi extremamente vantajosa. Demonstra que limitações da manufatura aditiva, pode ser superada quando aplicada em conjunto com a manufatura subtrativa. A opção de construir um molde híbrido em comparação com um molde convencional apresenta uma vantagem de custo em tempo que reduz em até 80% o tempo de construção de moldes, sendo que este número cresce progressivamente para cada alteração do projeto devido a diversas possibilidades.

A tecnologia de Sinterização direta a laser de metal (DMLS) aplicada na construção de moldes pode se tornar uma realidade em breve, inclusive para a construção de moldes definitivos, que devido sua capacidade de manufaturar geometrias complexas, constrói canais de refrigeração mais eficientes que aumenta a produtividade do molde, devido a redução do tempo de resfriamento, e melhoria da qualidade geométrica da peça.

O custo da manufatura aditiva pode ser categorizado no material, na tecnologia da máquina, no tempo de construção e volume da peça. Com isso é fundamental avaliar a tecnologia aplicada para os requisitos de cada fase para evitar impactos de custo.

Com base na pesquisa realizada é importante salientar que existe uma tendência de evolução tecnológica e redução de custos das peças construídas via manufatura aditiva. Essa ascensão da qualidade das peças possibilita a abertura de novas aplicabilidades em diferentes seguimentos.

REFERÊNCIAS

- ABDULHAMEED O., AL-AHMARI A., AMEEN W., MIAN S.H. Additive manufacturing: Challenges, trends, and applications. *Advances in Mechanical Engineering*, v. 11(2), pp.1-27, 2019.
- ALCALDE E.; WILTGEN F. Estudo das tecnologias em prototipagem rápida: passado, presente e futuro. *Revista de Ciências Exatas da Universidade de Taubaté*, v.24(2), pp.1-9, Taubate, 2018.
- ALMEIDA W. J. Otimização estrutural de protótipos fabricados pela tecnologia FDM utilizando os métodos dos elementos finitos. Dissertação de mestrado da Escola de engenharia de São Carlos. pp.110, São Carlos, 2007.
- ARORA. N. Design and manufacturing injection mould conformal cooling channels using additive manufacturing. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, University at Buffalo, v.7, pp.56-57, 2019.
- CARVALHO J. G. G. Inovação e engenharia de produção: uma visão geral da construção de protótipos industriais e dois casos práticos em uma fábrica de alimentos. Projeto de Graduação do Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica. pp. 89. Rio de Janeiro, 2017.
- PAULA J. O.; MELLO C. H. P.. Seleção de um modelo de referência de PDP para uma empresa de autopeças através de um método de auxílio à decisão por múltiplos critérios. *Produção*, v. 23, n. 1, p. 144-156, 2013.
- EOS GmbH - Electro Optical Systems - Material Data Sheet Industry. pp.1-5. Munich Germany, 2017.
- FORTULAN C. A. LOVO J. F. P. Estudo de propriedades mecânicas e anisotropia em peças fabricadas por manufatura aditiva tipo FDM. Conferencia: 1o SiPGEM – 1º Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. pp 7- São Carlos - SP – Brasil, 2017
- GIORDANO C. M., ZANCUL E. S.; RODRIGUES V. P. Análise dos custos da produção por manufatura aditiva em comparação a métodos convencionais. *Revista Produção Online*, Florianópolis, SC, v. 16, n. 2, p. 499-523, abr./jun. 2016.
- GRIFFIN, M. 3D Printing vs Injection Molding – Know the Differences, *All3DP the 3D printing magazine* pp.1-8, 2019.
- GOMES, J.; WILTGEN, F. Avanços na manufatura aditiva em metais: técnicas, materiais e máquinas. *Revista Tecnologia*, v.41(01), pp.1-16, 2020.
- IKEDA T. Segurança Veicular dispositivos de segurança passiva – descrição e recomendações. Pós graduação em Engenharia automotiva Mauá. São Caetano, pp.74, 2012.
- JALONEN, H. The Uncertainty of Innovation: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Management Research*. v. 4. nº1, p. 1-47. Finland, 2012 p.47
- Guia PMBOK. Um Guia Do Conhecimento Em Gerenciamento De Projetos. Project Management Institute, Inc. 5º Ed. PMI. p. 1- 595. Pennsylvania, 2013.
- SANTANA, L. Avaliação das capacidades da impressão 3D de baixo custo na fabricação de snap. Tese de doutorado em Engenharia na Universidade do Porto (FEUP), Porto, Portugal, 2019. 251pp.
- SYED A.M.T; KOUMOULOS E. P.; AMIT B.; SUSMITA B.; O'DONOGHUE L.; CHARITIDIS C. Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities. *Materials Today*, V.21, Number 1, January / February 2018.
- SILVA D. S. Análise de impacto por elementos finitos sobre dispositivo estrutural de segurança veicular lateral. Monografia de Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília – UnB Engenharia Automotiva. p.174. Brasília, 2018.
- TOLEDO J. C.; ALLIPRANDINI D. H.; MARTINS M. F.; FERRARI F. M. Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças. *Produção*. v. 18, n. 2, p. 405-422, maio/ago. 2008.
- WILTGEN, F. Protótipos e prototipagem rápida aditiva sua importância no auxílio do desenvolvimento científico e tecnológico. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação (COBEF), UFSCar, São Carlos-SP, 5 a 7 agosto, 2019.
- ZIVANOVIC S. T.; PJEVIC M. D.; POPOVIC M. D.; SLAVKOVIC N. R.; VORKAPIC N. M. An overview of rapid prototyping technologies using subtractive, additive and formative processes. University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Serbia, v.48, pp.1-8, 2019.

MELHORIA DO PROCESSO LOGÍSTICO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA ATRAVÉS DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Ana Beatriz de Almeida Machado

Natália Hancosi Vale

Ying Feifan

Silmara Alexandra da Silva Vicente

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo aplicar as ferramentas da qualidade em um processo logístico de uma indústria do setor químico, identificar suas falhas e posteriormente, propor melhorias que possam beneficiar a empresa quanto a redução de gastos com ineficiências logísticas. Desse modo, a pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso, onde foi apresentada a contextualização da empresa e foram aplicadas as ferramentas da qualidade como, por exemplo, fluxograma, cartas de controle, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e 5W2H a fim de atuar junto às causas raízes para solucionar o problema da ineficiência logística.

Palavras-chave: *Ferramentas da qualidade, ineficiências logísticas, melhoria de processos.*

INTRODUÇÃO

Cada região geográfica possui algum tipo de vantagem produtiva sobre outras, porém apenas um bom sistema logístico pode trazer o desenvolvimento eficaz à organização e explorar essa vantagem de forma mais competitiva, explica o Ballou (1993, pg 19). Ciente da importância da logística, em 2012, o governo federal aprovou o Programa de Investimentos em Logística (PIL), no entanto apesar do forte investimento realizado na época, a comparação dos rankings desenvolvidos pelo Banco Mundial, mostra que o Brasil não apresentou crescimento após 2014, demonstrando assim uma possível estagnação da melhoria do setor de logística e da economia em comparação ao âmbito mundial.

Uma das possíveis causas para o impedimento da melhoria da posição desse ranking é a ineficiência logística. Como por exemplo, reentregas, devoluções e fretes improdutivos, causando uma enorme insatisfação dos clientes, gerando um prejuízo financeiro para a própria empresa, além de manchar a imagem piorando o relacionamento com os acionistas, refletindo também na perda de competitividade da companhia.

Esse trabalho realizou um estudo de caso em uma indústria do setor químico, que por questões de sigilo e integridade da organização foi denominada como Empresa A. Essa pesquisa identificou as principais possíveis causas de ineficiências logísticas que geram não só retrabalho para a companhia,

mas também altos gastos que poderiam ser evitados. Dessa forma, com o auxílio das ferramentas da qualidade foram propostas melhorias no processo de distribuição de produtos acabados da Empresa A, e assim, conseqüentemente auxiliar na diminuição de tais ineficiências.

REVISÃO DA LITERATURA

Ineficiências logísticas

As ineficiências logísticas, além de impactarem a imagem da organização perante os clientes e promoverem retrabalho para as áreas envolvidas, também geram custos extras que poderiam ser evitados. De acordo com Faria e Costa (2010, p. 67, apud Carvalho e Mapa, 2018, p. 2), “a gestão dos custos logísticos tem como objetivo principal estabelecer políticas que possibilitem às empresas, simultaneamente, uma redução nos custos e a melhoria do nível de serviço oferecido ao cliente.”. Dentre as principais ineficiências, é possível citar o frete improdutivo (também conhecido como frete morto), as reentregas e devoluções.

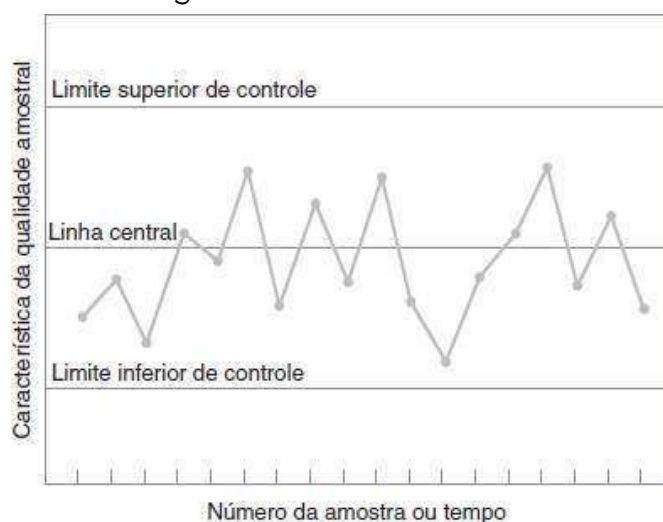
Melhoria de Processo/ Ferramentas da Qualidade

Em busca da melhoria e controle de processos em geral, as ferramentas da qualidade são bastante utilizadas. Foram utilizados Gráficos de Controle, Diagrama de Ishikawa e Pareto.

Avaliação do estado futuro

Carta de Controle é um gráfico composto por limites superiores e inferiores, os quais são calculados através de dados estatísticos de um processo. Ele é utilizado para medir se tal operação está estável, ou seja, dentro das especificações medidas, ou se há alguma causa especial de variação.

Figura 1 - Carta de controle



Fonte: Montgomery (2017, p. 131)

Um produto defeituoso poderá ter um ou mais defeitos e o fato de o produto conter defeitos não necessariamente caracteriza ele como defeituoso, pois somente será considerado defeituoso quando possuir defeitos que não são tolerados pelo cliente. Sendo assim, para a contagem dos defeituosos se utiliza a carta P e NP.

Diagrama de Ishikawa

Segundo Ademir e Marcelo J. Petenate (2018), o diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, é uma técnica muito usada para descobrir causas raízes de um problema em específico. Nessa ferramenta é utilizado os 6 M's (método, mão-de-obra, máquina, meio-ambiente, material e medição) como um auxílio para identificar de onde vem as possíveis causas.

A Figura 3 apresenta como deve ser feita a construção do diagrama.

Figura 3 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Ballestero-Alvarez (2019, p. 89)

Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico que auxilia na análise da proporção 80/20 e estabelece uma ordenação das causas evidenciadas. Com o uso do diagrama de Pareto pode-se identificar qual a categoria do problema mais importante ou quais pontos devem ser trabalhados com maior urgência, assim direcionar o esforço maior nos pontos focais e acelerar a melhoria da qualidade do serviço.

Plano de Ação

Segundo Neil Patel, "o plano de ação é uma ferramenta que traça uma metodologia para a conquista de objetivos. Trata-se de um planejamento que define ações necessárias para atingir objetivos, cronograma e prazos, responsáveis por cada tarefa, recursos financeiros e humanos necessários e acompanhamento de resultados.". Para isso é necessário aplicar uma ferramenta da qualidade, como o 5W2H que ajuda gerar uma melhoria, como a diminuição de problemas em algum processo.

METODOLOGIA

O método de pesquisa aplicado foi o estudo de caso. Assim, a condução desse projeto foi realizada através da análise das ineficiências logísticas como, por exemplo, reentregas, devoluções e fretes improdutivo na Empresa A e como elas se comportam com a implementação de ferramentas da qualidade para monitoramento e controle das causas-raízes.

O presente estudo pode ser caracterizado como quantitativo uma vez que foram utilizadas as ferramentas da qualidade e os conceitos do controle estatístico de processos para analisar os resultados obtidos.

Em resumo, a situação alvo da pesquisa foi definida a partir dos altos gastos com ineficiências logísticas na Empresa A. Assim sendo, o principal objetivo do trabalho foi identificar e atuar nas causas dessas ineficiências, propondo soluções que gerassem economia para a companhia.

A partir disso, foi formulado um fluxograma com o auxílio de colaboradores que vivenciam o processo no dia a dia para visualizar e compreender as etapas do processo de expedição de pedidos e as responsabilidades de cada uma das áreas envolvidas. Para verificar se o processo atual estava estável ou não, foram utilizadas cartas de controle do tipo P, a mais indicada por se tratar de uma análise de dados discretos tratando sobre os serviços defeituosos com amostras variadas. Em relação aos dados, estes foram colhidos por meio de relatórios gerenciais oficiais da companhia.

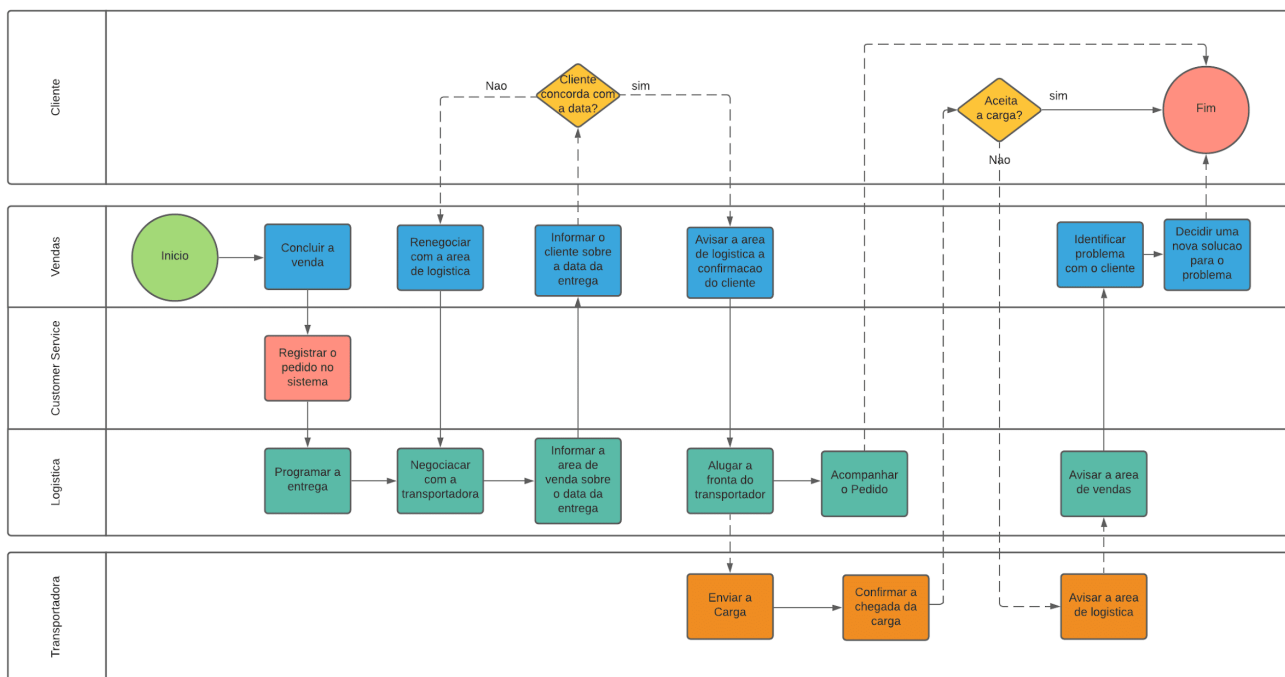
Também com o auxílio do gráfico de Pareto, foi possível identificar as causas mais frequentes para cada um dos tipos de ineficiências estudadas (reentregas, devoluções e fretes improdutivo). Quanto à identificação e análise das prováveis causas, foi utilizado o diagrama de Ishikawa. Desse modo, foi possível propor soluções viáveis para a organização com o auxílio da ferramenta 5W2H.

RESULTADOS

Fluxograma

Para início das análises, primeiramente foi realizado o mapeamento do processo de expedição de pedidos. Para que dessa forma, fosse possível compreender o papel de todas as áreas envolvidas, e para identificar oportunidades de melhoria. Portanto, após o estudo desse processo, observou-se que o fluxo envolve as etapas destacadas na figura 5:

Figura 5 – Fluxograma do processo de expedição de pedidos.



Fonte: Elaboração própria

Logo, é possível verificar que três áreas da companhia desempenham um papel importante na atuação de expedição de pedidos, são elas:

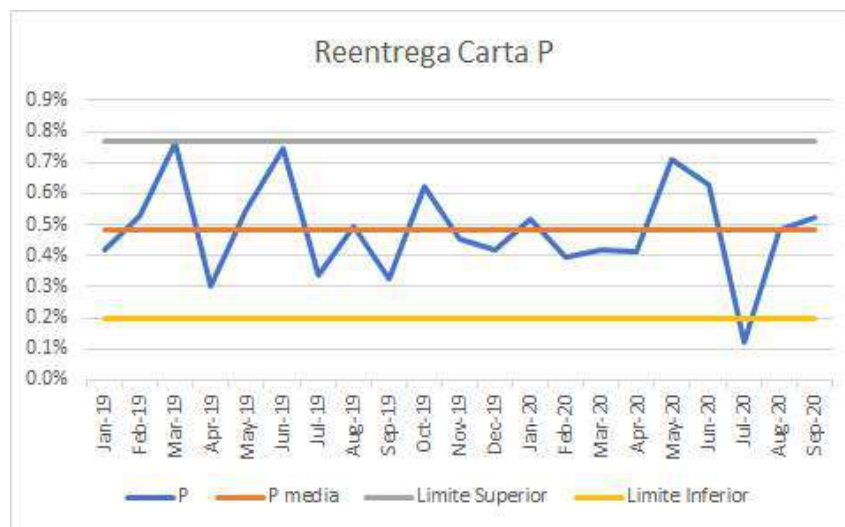
- Vendas: cuja responsabilidade vai além de realizar a venda dos produtos, dentre seus encargos estão também todas as etapas de contato e negociação com o cliente para agendamentos de janelas;
- Customer Service: é a área incumbida de lançar no sistema os novos pedidos registrando informações como, por exemplo, quantidade, especificação do produto, CNPJ, endereço de entrega, preço.
- Logística: sua principal atribuição é organizar os agendamentos de janelas, negociando as disponibilidades de veículos com os transportadores de modo que venha a atender as necessidades do cliente.

Outros dois atores desse processo são: o transportador e o cliente, sendo o transportador que encaminha o produto ao destino do cliente e o cliente que decide se aceita o pedido ou não, finalizando o processo.

Cartas de Controle

Em seguida, foram extraídos os relatórios com os históricos de ineficiências de janeiro/2019 a setembro/2020. A partir desses dados coletados, foram construídas as cartas de controle para cada tipo de ineficiência que está sendo estudada (Reentrega, Devolução, Frete Morto) para verificar se o processo está sob controle e se há alguma causa especial de variação.

Figura 6 - Carta de Controle para Reentrega

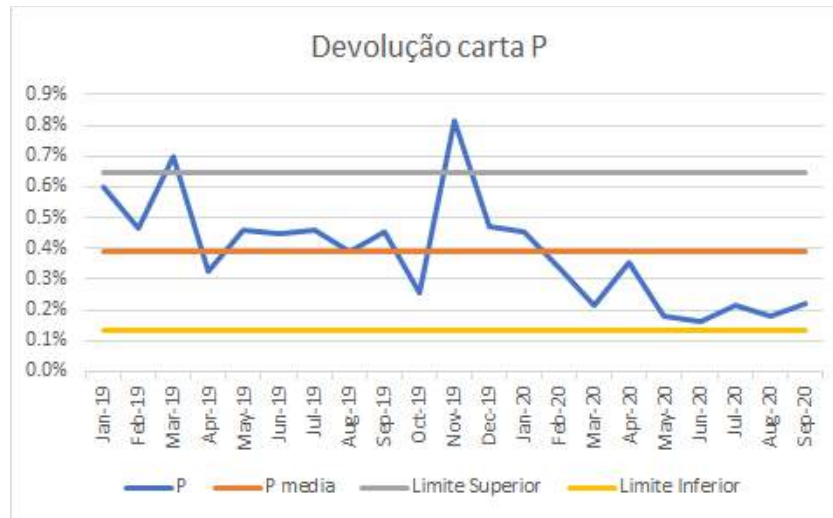


Fonte: Elaboração própria

Apesar da maioria dos pontos estarem variando aleatoriamente em torno da média, pode-se observar que o ponto referente à amostra de Julho/2020 está abaixo do limite inferior, ou seja, há causas especiais atuando sob o processo.

Verificou-se que o responsável pela colocação das ordens de compra no sistema não estava presente no mês de julho, e só retornou às suas atividades em agosto. Por esse motivo houve uma queda relevante na quantidade de ocorrências, sendo essas computadas apenas no mês seguinte.

Figura 7 - Carta de Controle para Devolução

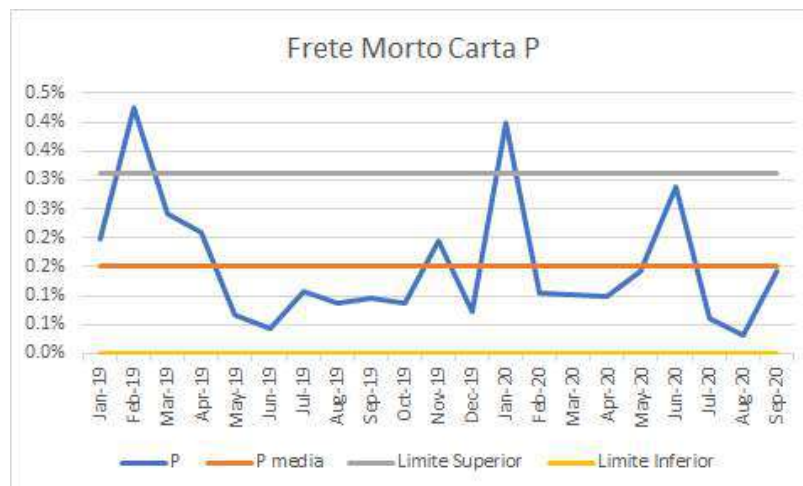


Fonte: Elaboração própria

Quanto ao gráfico de Devoluções, é possível observar que há dois pontos que se encontram fora dos limites superiores. Quando se trata da amostra de novembro/2019, identificou-se que esse aumento ocorreu por conta da operação especial de contingência para mudança de CNPJ da empresa. Foi programada uma parada na produção na última semana do mês de novembro e para não impactar o atendimento ao cliente, vários pedidos foram antecipados. Logo, com um aumento na quantidade de pedidos para serem atendidos em um curto espaço de tempo, houve vários equívocos no processo de colocação no sistema que vieram a impactar nas emissões das notas fiscais (um dos fatores que acarretam nas ocorrências de devoluções).

Além disso, é possível verificar que a partir de Janeiro de 2020 o gráfico apresenta uma tendência de queda no número de ocorrências. Constatou-se que a proporção entre o número de devoluções e o número de entregas entre os dois períodos (Jan/2019-Dez/2019 e Jan/2020- Set/2020) é a mesma. Logo, conclui-se que essa tendência de queda se deve ao cenário pelo qual o mercado está atravessando: em virtude da crise econômica ocasionada pelo Covid-19 houve uma redução de 12% na quantidade de pedidos (na comparação entre os anos de 2019 e 2020), consequentemente a parcela de entregas como um todo diminuiu e assim, também impactou na redução da quantidade de devoluções.

Figura 8 - Carta de Controle para Frete Morto



Fonte: Elaboração própria

Para o gráfico de Frete Morto, observa-se que há 2 pontos que estão fora dos limites superiores, atuando junto com uma tendência de queda nos períodos de janeiro a abril tanto no ano de 2019 como em 2020. Constatou-se que nesse período do ano é aquele em que a empresa está com a sua produção em capacidade mais elevada, formando estoque para o atendimento da demanda de seus principais clientes, que ocorre entre os meses de abril a agosto, a fábrica apresenta pouco estoque nesse período, podendo levar ao um aumento do frete morto.

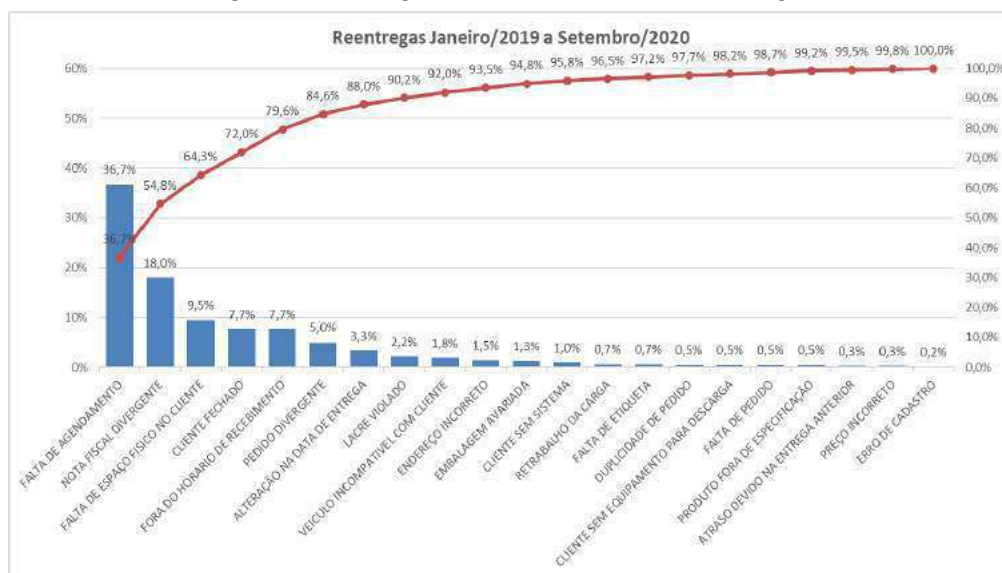
O processo apresenta pontos fora do controle estatístico em todos os três cenários. Além disso, o mesmo causa um grande desperdício para a companhia. Somente no ano de 2019 foram gastos R\$ 1,8 milhão com essas ineficiências, sendo R\$ 597.946 com reentregas, R\$ 959.129 com devoluções e R\$ 242.645 com fretes improdutos. Até o mês de setembro de 2020 (data de extração dos dados), já tinham sido gastos cerca de R\$ 751 mil com essas ineficiências. Por esses motivos, foi dada a continuidade nas análises.

Diagrama de Pareto

Para a continuidade das análises, foi utilizado o Diagrama de Pareto. As reentregas foram examinadas e os motivos das ocorrências foram classificados

Assim, com o auxílio da ferramenta foi possível observar a proporção 80/20 onde, nesse caso, as causas que concentravam a maior parte das ocorrências eram: a falta de agendamento de janelas; divergências ou incoerências considerando as informações na nota fiscal; falta de espaço físico no cliente para recebimento da carga e entregas frustradas devido ao site do cliente estar fechado no dia devido a motivos diversos. Conforme indicado na figura 9.

Figura 9 – Diagrama de Pareto - Reentregas



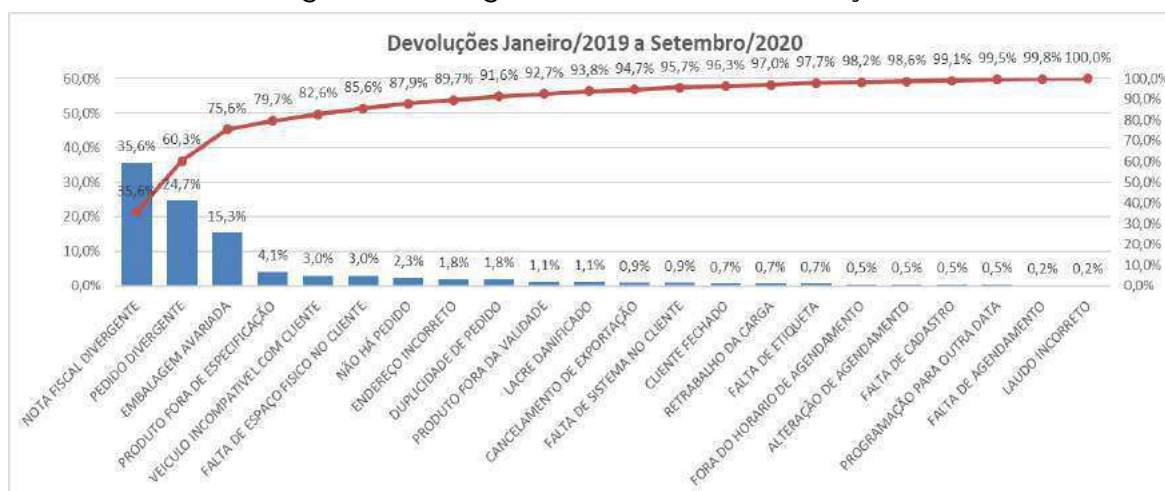
Fonte: Elaboração própria

Portanto, como a maior incidência de reentregas se deve ao problema de falta de agendamento, esse foi o foco da investigação do diagrama de Ishikawa.

Do mesmo modo, foi feita essa análise para os casos de Devolução. Assim, foi possível observar que as principais causas de devoluções são a incoerência/divergência na nota fiscal que acompanha o

produto, seguida pela colocação de pedidos divergentes com a solicitação do cliente e a entrega de embalagens avariadas, conforme indicado na figura 10.

Figura 10 - Diagrama de Pareto - Devoluções



Fonte: Elaboração própria

Enquanto isso, as principais recorrências de frete morto se devem à falta de produto na hora do carregamento, pedido cancelado pelo cliente depois do produto já ter sido carregado e reprova de veículo decorrente de uma sanitização inadequada, de acordo com a figura 11.

Figura 11: Diagrama de Pareto - Frete Morto

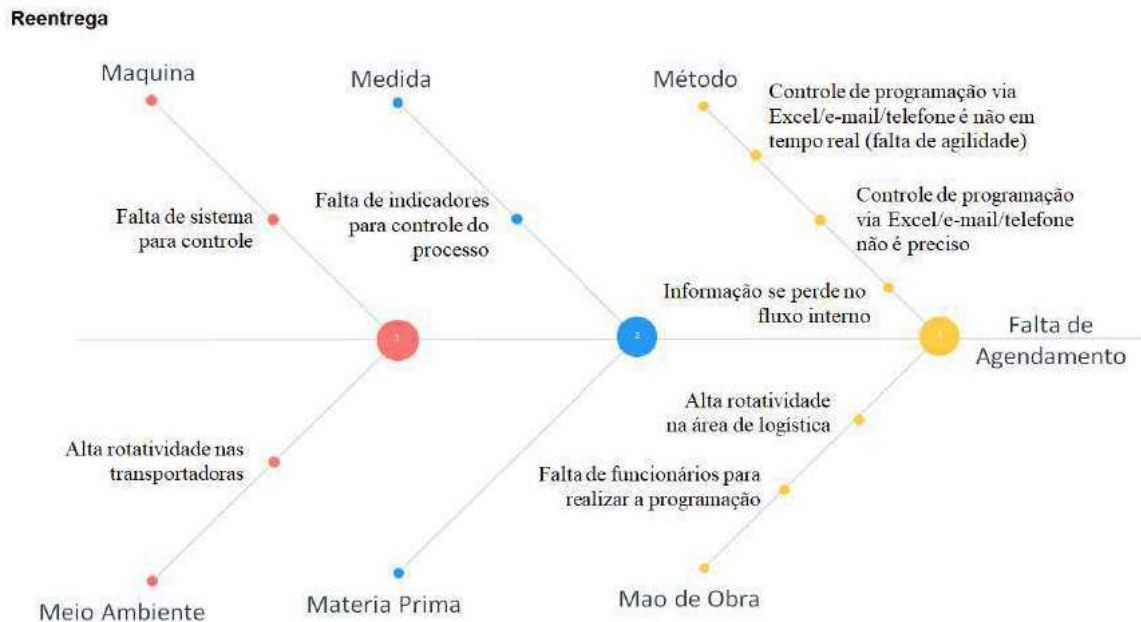


Fonte: Elaboração própria

Diagrama de Ishikawa

Foram construídos três diagramas de causa e efeito: o primeiro para o problema da falta de agendamento (correspondente a reentrega), o segundo para a divergência de nota fiscal (referente às devoluções) e por fim um para a falta de produto na hora do carregamento (frete morto).

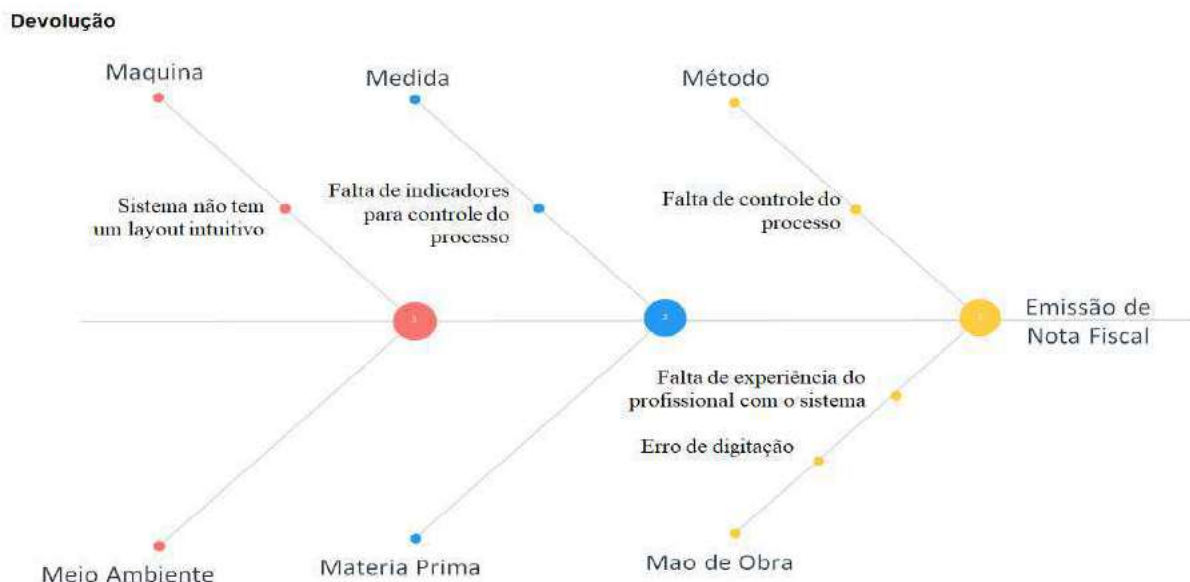
Figura 12: Diagrama de Ishikawa - Reentregas



Fonte: Elaboração própria

No caso da falta de agendamento, identificou-se que a principal dificuldade se encontra no método. A empresa não dispõe de um sistema unificado de agendamento de carga e, portanto, possui um controle de agendamento totalmente manual, via Excel. Além disso, as trocas de informações entre as áreas e o cliente são feitas exclusivamente via e-mail e contatos telefônicos, onde muitas vezes a informação se perde por não haver um controle rígido desses históricos.

Figura 13 - Diagrama de Ishikawa - Devoluções

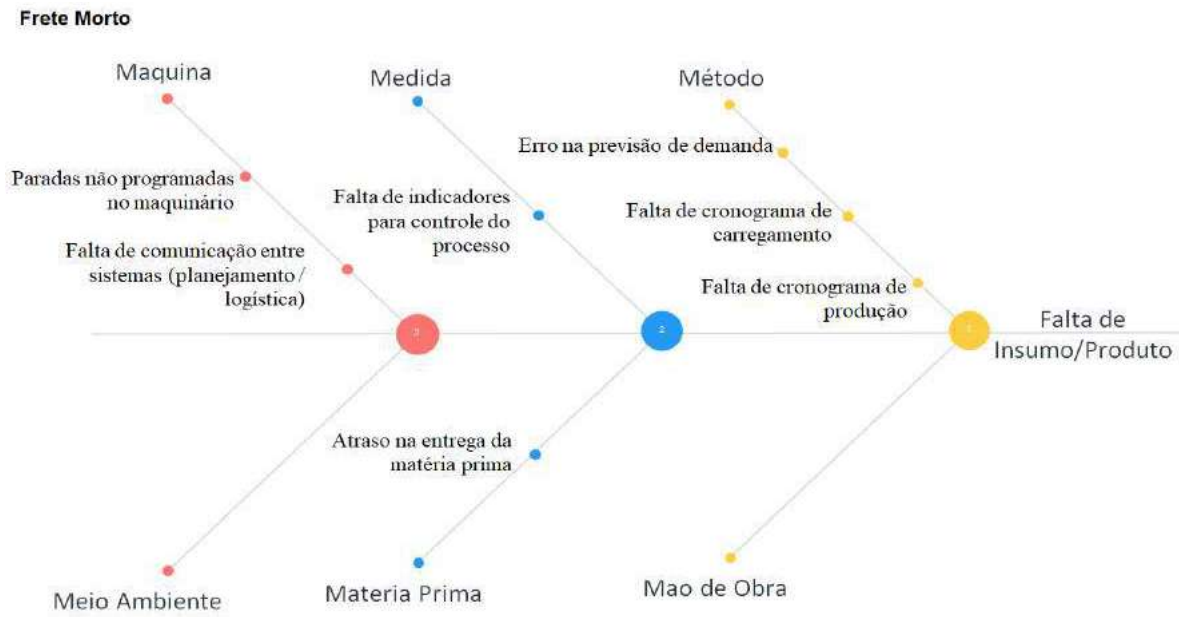


Fonte: Elaboração própria

No caso da emissão de nota fiscal, identificou-se que a principal dificuldade se encontra na mão de obra. Há certa inexperiência dos profissionais com o sistema que a empresa usa. Por ser algo manual, que os próprios funcionários fazem, ou seja, que não são usadas máquinas, nem softwares (automático), há um grande volume de erros de digitação que acabam ocasionando erros na emissão

de nota fiscal.

Figura14 - Diagrama de Ishikawa - Frete Morto



Fonte: Elaboração própria

No caso da falta de insumo/produto, identificou-se que a principal dificuldade se encontra no método. Falta um cronograma de carregamento das cargas em sinergia com o de produção e outro grande motivo que traz essa falta de insumos/produtos é o erro na previsão de demanda, os funcionários responsáveis por isso acabam errando na hora de estimar o quanto vão transportar, vender e conseqüentemente acaba faltando produto.

DISCUSSÃO

Aplicadas as ferramentas da qualidade e analisados os resultados, foi possível identificar para cada um dos tipos de ineficiências, uma causa-raiz. A principal dificuldade quando se trata das reentregas se encontra nas categorias Máquina e Método. A companhia não possui um sistema de agendamento de fretes e desse modo, o controle é feito de forma manual, a falta de um procedimento claro e definido acarretam trocas de informações ineficientes entre as áreas onde os dados acabam se perdendo por não haver um local para compilar esses históricos.

A solução ideal seria implementar um sistema que controlasse esses agendamentos de janelas que fosse integrado ao ERP da empresa. No entanto, isso demandaria um montante de recursos (econômicos e mão de obra) que, em um primeiro momento, poderia comprometer a saúde financeira da empresa.

Logo, a saída é atuar junto ao fluxo do processo, alinhando o procedimento de forma clara e definida para que a responsabilidade de cada área esteja evidente. Dessa maneira, uma proposta de implementação dos agendamentos de janelas via ferramenta do Outlook, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - 5W2H – Reentregas

5W2H - Agendamento de janelas via Outlook						
What ? (O que)	Why ? (Por quê)	Where ? (Onde)	When ? (Quando)	Who ? (Quem)	How ? (Como)	How Much ? (Quanto custa)
Agendamento de janelas de descarga no cliente através de calendario compartilhado no Outlook entre os envolvidos no processo (equipe de logística, vendas, cliente e transportador)	Para comunicação entre as áreas envolvidas (evitando a perda de informação ao longo do processo) e diminuir as ocorrências de reentregas devido a falta de agendamento de janelas.	O fluxo de agendamento será implementado na área de logística.	O projeto será iniciado em 2021	O calendario será editado pela equipe de logística e visualizado pela área de vendas, pelo transportador e pelo cliente	O agendamento de janelas será realizado pela equipe de operações e será compartilhado via Calendário Outlook para todos os envolvidos no processo: vendas, cliente e transportador. Assim dessa maneira, se algum dos envolvidos recusar o agendamento o analista de logística já consegue tomar ações proativas a fim de evitar falhas de comunicação. Além disso, através da ferramenta será possível acompanhar os históricos.	Não haverá custos extras pois a empresa já possui licença do Outlook e pacote office

Fonte: Elaboração própria

Para o caso das devoluções, identificou-se que o principal problema se tratava da emissão de nota fiscal erroneamente, devido à colocação de informações equivocadas no sistema de pedidos, como por exemplo, preço incorreto, endereço equivocado, CNPJ divergente, dentre outros. A solução encontrada foi a realização de um treinamento em forma de vídeo, onde deveria ser apresentado ao colaborador e ficaria à disposição deste para eventuais consultas. A proposta para solução do problema é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - 5W2H – Devoluções

5W2H - Treinamento para emissão de nota fiscal						
What ? (O que)	Why ? (Por quê)	Where ? (Onde)	When ? (Quando)	Who ? (Quem)	How ? (Como)	How Much ? (Quanto custa)
Fornecer um manual do sistema de colocação de pedidos e realizar um treinamento no formato de vídeo para possibilitar a familiarização do colaborador com a plataforma	Para diminuir a quantidade de notas fiscais emitidas erroneamente e, por consequência, diminuir o total de devoluções por esse motivo	O treinamento será aplicado na área de Customer Service (responsáveis pela colocação das informações que constarão na nota fiscal)	O projeto será iniciado em 2021	O treinamento será realizado pela área de TI, que detem o conhecimento de funcionamento por trás do software, em conjunto com área de comunicação interna, que se encarregará da	O treinamento será feito através de vídeo explicativo para que esse possa ser repassado para todos os funcionários que cheguem na área e para que possa ser consultado a qualquer momento	Como o vídeo será produzido pela área de comunicação interna, os custos se resumirão a locação de equipamentos de filmagem e edição

Fonte: Elaboração própria

Já para o problema do frete morto, identificou-se que a principal causa é a falta de insumos/produtos na hora do carregamento. A principal dificuldade se refere à falta de um cronograma de carregamento que leve em consideração o cronograma de produção (e não apenas considere a colocação de pedidos).

Além disso, também foi possível observar que nos períodos de janeiro a abril, as ocorrências de frete morto apresentam uma tendência de queda. Com o intuito de replicar esse comportamento para os demais meses do ano, examinou-se o cenário mais cautelosamente e constatou-se que essa queda

ocorre no mesmo período em que a empresa está produzindo com uma capacidade mais elevada e trabalhando com a formação de estoque, para que possa atender a alta demanda de pedidos que recebe no período de abril a agosto. Desse modo, com mais produtos em estoque consequentemente há uma diminuição nas ocorrências de frete improdutivo por conta de falta de produto.

Seguindo essa linha, uma das alternativas possíveis seria então trabalhar com uma formação de estoque também no período de junho a dezembro, porém essa não seria uma opção factível. Além de estoque ser um sinônimo de desperdício, visto que os recursos da empresa ficam monopolizados quando poderiam ser mais bem utilizados, também seria preciso levar em consideração os custos de armazenagem para avaliar a viabilidade dessa operação e, assim, compará-los com os custos que os fretes improdutivos, ocasionados pela falta de produto, geram para a empresa.

Assim, a empresa teria um custo fixo por mês de R\$ 1900,80 para armazenar um isotanque, mais R\$ 1569,75 de limpeza desse equipamento, somando um total de R\$ 3470,55. Enquanto isso a média de gastos com o frete morto por isotanque é R\$ 2400,00. Desse modo, essa solução não seria viável também por questão de custos, onde geraria um acréscimo de 45%.

Portanto, uma solução encontrada foi a instalação de um sistema de telemetria nos tanques que armazenam os produtos antes do carregamento no veículo. Dessa maneira, com o sistema integrado, o analista de logística responsável pela alocação de transporte consegue visualizar a capacidade do reservatório antes de solicitar o carro para a transportadora, evitando assim as ocorrências de fretes improdutivos por conta da falta de produto. De acordo com uma cotação com uma empresa que oferece esse tipo de serviço, verificou-se que o custo para a implementação dessa ferramenta seria de R\$ 370,00 por mês para cada tanque, como a empresa possui nove tanques, esse valor seria de R\$ 3.330,00 mensais. Enquanto isso, somente no ano de 2019, a média de gastos com frete morto foi de R\$ 20.220,42 por mês. Como melhoria a implementação do sistema de telemetria e os detalhes da proposta foram apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - 5W2H - Frete Morto

5W2H - Implementação de sistema de telemetria						
What ? (O que)	Why ? (Por quê)	Where ? (Onde)	When ? (Quando)	Who ? (Quem)	How ? (Como)	How Much ? (Quanto custa)
Implementação de um sistema de telemetria para que o analista de logística consiga visualizar a capacidade do tanque antes de realizar a alocação do transporte.	Para diminuir as ocorrências de frete morto em decorrência de falta de produto na hora do carregamento	A ferramenta será implantada na área de logística para acompanhamento e os sensores serão instalados nos tanques da fábrica	O projeto será iniciado em 2021	Será contratada uma empresa parceira para realizar a instalação dos sensores e os analistas de logísticas serão os responsáveis pelo monitoramento da capacidade do tanque	Será instalado um sistema de telemetria composto por um sensor de nível nos tanques de armazenagem integrado a uma ferramenta de acompanhamento remoto onde os analista de logística poderão fazer o acompanhamento da capacidade do	Esse projeto para sua implementação terá um custo de R\$ 3.330,00 mensais (R\$ 370,00 por tanque, contando com nove tanques)

Fonte: Elaboração própria

Após a implantação dessas melhorias, os resultados serão acompanhados de forma mensal. Serão observados os números de ocorrências, e se esses dados apresentam comportamento de queda, comprovando a efetividade das medidas tomadas. Além disso, serão monitorados os gastos referentes a essas despesas extras, e se esses também apresentarem uma diminuição em comparação

com os períodos de anos anteriores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa estudada possui algumas ineficiências logísticas (reentrega, frete morto e devolução) as quais geram um impacto considerável que poderia ser evitado. Por esse motivo foi decidido utilizar ferramentas da qualidade para diminuir essas ineficiências.

Foi observado que a maior incidência de reentregas se deve ao problema da falta de agendamento. A empresa possui um controle de agendamento totalmente manual que não é preciso e as trocas de informações são feitas via e-mail e contatos telefônicos, onde muitas vezes a informação se perde. Como uma forma de melhoria, conclui-se que o ideal seria atuar junto ao fluxo do processo, alinhando os procedimentos.

Com relação às devoluções foi possível concluir que existem algumas causas especiais atuando sob o processo e que há uma tendência de queda que se deve ao cenário da crise econômica ocasionada pelo Covid-19. E foi observado um aumento no mês de novembro/2019 devido a uma parada na expedição. Observou-se que as principais causas de devoluções são a incoerência/divergência na nota fiscal que acompanha o produto, juntamente da colocação de pedidos divergentes com a solicitação do cliente e a entrega de embalagens avariadas. No caso da emissão de nota fiscal, foi identificada uma dificuldade com relação à mão de obra, que é dada pela falta de experiência dos profissionais com o sistema e por erros de digitação. A melhor solução encontrada foi a realização de treinamento em forma de vídeo.

Quanto ao frete morto observou-se uma tendência de queda entre janeiro e abril de 2019/2020, foram identificadas que as principais recorrências se devem à falta de produto na hora do carregamento, pedido cancelado pelo cliente depois do produto já ter sido carregado e reprova de veículo decorrente de uma sanitização inadequada. Foi observado que a principal dificuldade se encontra no método, já que há erros na previsão de demanda e falta de cronogramas de carregamento em sinergia com o cronograma de produção. A melhor solução encontrada foi a implementação de um sistema de telemetria que possibilite ao analista de logística checar a capacidade do tanque antes de solicitar o veículo ao transportador.

Logo, conclui-se que grande parte dos desperdícios ocorrem por não estarem controlados e com o auxílio das ferramentas da qualidade foi possível, não apenas identificá-los, mas também enxergar possibilidades de melhorias e alternativas para o processo que trouxessem vantagens econômicas para a empresa e que também reduzissem os desperdícios.

REFERÊNCIAS

- BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. Gestão de qualidade, produção e operações. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- BALLOU, R.H. Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.
- CARVALHO, V. A. M. S.; MAPA, S. Custos logísticos: O impacto do frete morto em uma empresa siderúrgica. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2018, Maceió, Brasil. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. Rio de Janeiro. LTC, 2017 23
- PATEL, Neil. Como Fazer Um Plano de Ação: Passo a Passo Ferramentas. In PATEL, Neil. Como Fazer Um Plano de Ação: Passo a Passo e Ferramentas. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://neilpatel.com/br/blog/plano-deacao/#:~:text=Plano%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20uma,necess%C3%A1rios%20e%20acompanhamento%20de%20resultados>. Acesso em: 7 jun. 2020.
- PETENATE, Ademir J.; PETENATE, Marcelo M. Certificação Lean Six-Sigma Green Belt. Campinas, São Paulo: Escola EDTI, 2018. 345 p

MODELAGEM DE PROCESSOS EM SERVIÇOS: ANÁLISE EM UMA EMPRESA DE EVENTOS

Michael Richard Barreto
Ana Maria Magalhães Correia
Helen Silva Gonçalves

RESUMO

Um serviço é um processo composto de uma série de atividades, relativamente intangíveis, que em geral ocorrem nas interações entre o cliente e os sistemas de serviço. O objetivo desse artigo foi analisar os serviços por meio da modelagem de processos de uma empresa de festas de formatura, localizada em Mossoró/RN, como forma de propor melhorias. Quanto à forma de abordagem do problema, essa pesquisa apresenta caráter qualitativo, tanto no que se refere à forma de abordar o fenômeno, quanto na maneira como foi estruturado. É um estudo exploratório na análise dos processos de serviços por meio da modelagem de processo em uma empresa, além de ser descritivo. Foram realizadas entrevistas junto aos gestores da empresa pesquisada e realizada uma análise de conteúdo. Houve a utilização da metodologia BPMN em conjunto com o software Bizagi Modeler® para elaboração e mapeamento e modelagem dos processos. Foi possível constatar que a empresa já possuía de forma clara as fases dos processos que executa, mesmo que não fossem mapeados e modelados, portanto, pode ser usado como uma ferramenta propulsora de mudanças e facilitadora na realização dos processos. A identificação do processo crítico e sua modelagem pode permitir à empresa pesquisada reduzir o desgaste durante a prestação do serviço, gerando mais satisfação ao cliente.

Palavras-chave: *Modelagem, processos, empresa de eventos.*

INTRODUÇÃO

A definição de serviços durante as décadas de 1960 a 1980 passou por uma série de alterações, concentrando-se em especial naqueles prestados pelas chamadas empresas de serviços. Segundo Paladini (2010), serviço pode ser definido como uma ação desenvolvida por terceiros, em atendimento a solicitação explícita, específica e bem definida de um usuário determinado. Em geral, esses terceiros habitam-se a realizar o serviço por possuírem qualificação própria (em maior ou menor grau de especificação) para tanto (COSTA, 2014).

De acordo com Grönroos (2009) um serviço é um processo composto de uma série de atividades,

relativamente intangíveis, que em geral, mas não obrigatoriamente, ocorrem nas interações entre o cliente e os sistemas de serviço. Nesse sentido, para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014), os bens e serviços, distinguem-se principalmente em relação a dois aspectos básicos, quanto aos atributos e em relação ao tempo e modo de consumo.

Freitas (2005) ressalta ainda a importância da característica heterogeneidade, devido à grande variedade de serviços existentes. Isto também fica mais evidente quando de acordo com Lovelock e Wirtz (2006) se destaca a variabilidade do tamanho das organizações de serviço, que podem variar de grandes corporações multinacionais de um lado, que operam em setores como transporte aéreo, bancário, telecomunicações e hotelarias, e do outro lado um vasto conjunto de empresas menores que atendem em nível local, como lavanderias, óticas, salões de beleza etc. Para Loures (2003), assiste-se ao estabelecimento da chamada economia de serviços ou sociedade de serviços, assim denominada devido à presença dos serviços no dia a dia das pessoas e ao peso que passaram a ter em diversas economias ao redor do mundo.

Para acompanhar o desempenho do setor de serviços financeiro formal brasileiro, o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, desenvolveu o PAS – Pesquisa Anual de Serviços, sendo assim possível medir seu tamanho e a importância. Dados do PAS (2017) estimam a existência de 1,3 milhão de empresas de serviços geraram R\$ 1,5 trilhões em receita operacional líquida, ocuparam 12,3 milhões de pessoas e remuneraram em salário, retiradas e outras remunerações aproximadamente R\$ 336,7 bilhões, dados que demonstram o impacto significativo dos serviços na economia do país.

Considerando toda heterogeneidade do setor de serviços, há uma ramificação, em especial, o mercado de festas e cerimônias, que cresceu no país. Segundo o último balanço divulgado pela ABRAFESTA (Associação Brasileira de Eventos Sociais), o mercado de festas e eventos movimentou mais de R\$ 17 bilhões em 2018, mesmo com um cenário econômico instável. O levantamento também revelou ótimas projeções para 2019, com estimativa de 14% de crescimento para o ano (ABCASA, 2019). Tal aumento aconteceu graças à mudança de comportamento do consumidor, que encontrou novas razões para comemorar. Mêsversários, aniversários de namoro e de casamento, chás de revelação e festas juninas em casa são alguns exemplos de celebrações que andam fazendo sucesso. A partir das considerações iniciais, nesta pesquisa procurou-se saber como o estudo dos processos podem auxiliar na otimização dos serviços prestados por uma empresa de eventos localizada em Mossoró/RN? Mais especificamente, o objetivo foi analisar os serviços por meio da modelagem de processos de uma empresa de festas de formatura, localizada em Mossoró/RN, como forma de propor melhorias.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Serviços: abordagem conceitual

A rápida disseminação de informações, e mais ainda de opiniões, com o advento das redes sociais, fazem com que as percepções de serviços consumidos sejam compartilhadas de forma mais abrangente, impondo dessa forma um peso maior sobre a gestão de serviços em geral, pela busca de maior qualidade, fazendo de cada atendimento executado uma experiência única vivida pelo consumidor.

Esse crescimento, segundo Bachmann (2002), está relacionado ao desenvolvimento de novas

tecnologias e a melhoria da qualidade de vida. Para Loures (2003), assiste-se, principalmente nos países desenvolvidos, ao estabelecimento da chamada economia de serviços ou sociedade de serviços, assim denominada devido ter ultrapassando o setor de manufatura, principal responsável pela geração de riqueza até boa parte do século XX.

É de grande valia considerar que os serviços representam a força vital de transição rumo a uma economia globalizada. Os serviços não são atividades meramente periféricas, mas parte integrante da sociedade (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014). Nesse sentido, o crescimento da indústria de serviços em todo mundo, impulsionou também o estudo mais aprofundado, do tema, com o intuito fomentar aos gestores do conhecimento, métodos e ferramentas para servir de apoio para tomada de decisões administrativas.

Dessa forma, definir serviços, do ponto de vista econômico e empresarial, nem sempre é uma tarefa fácil, por causa de suas peculiares características, conforme ponderam Lovelock e Wirtz (2006). No entanto, Barbêdo (2004) afirma que se pode verificar que a definição de serviços é composta por duas palavras-chave fundamentais: intangibilidade e interação entre pessoas.

Nesse sentido, não se pode falar em serviços sem se falar em cliente, pois toda organização tem clientes internos e externos, possuindo ainda dois componentes de qualidade que devem ser considerados; o serviço propriamente dito, e a forma como é percebido pelo cliente. Desta forma, na prestação de serviços, o cliente julga o resultado e também os aspectos de sua produção (KOTLER, 2000). Entretanto, para conseguir a satisfação e a fidelização dos clientes, uma empresa de serviços deve buscar também a satisfação e a fidelização de seus colaboradores. Nesse sentido, a gestão da cadeia de valor envolvendo colaboradores e cliente é vital para a obtenção de vantagens competitivas pela organização (CORRÊA; CAON, 2002).

Gestão por processos

Segundo o guia ABPMP - *Association of Business Process Management Professionals* (2013), o gerenciamento de processos de negócio (BPM), representa uma nova maneira de visualizar as operações, indo além das estruturas funcionais usadas tradicionalmente. Tal visão inclui todo trabalho executado para entrega dos produtos ou serviços, independentemente de quais áreas funcionais e localizações envolvidas. Iniciando nos níveis superiores, depois subdividindo-se em subprocessos a serem executados por uma ou mais atividades (fluxos de trabalho) que podem ser decompostas em tarefas, dentro de funções de negócio (áreas funcionais).

Sobre o mapeamento, os autores Alvarenga et al. (2013) ressaltam que a visualização de processos é de extrema importância, como ferramenta, pois serve de suporte ao seu melhor entendimento e gestão. Para Capote (2011) o mapeamento é um passo tão válido, que por si só já pode ser considerado um ganho extraordinário para a organização pois cria conhecimento, que deverá ser utilizado na avaliação, simulação e proposição de melhorias.

A forma mais comum encontrada na literatura especializada de se representar o mapeamento de processos é o fluxograma. Segundo o guia ABPMP (2013) o fluxograma já é utilizado para este fim há décadas, sendo baseado por um conjunto simples de símbolos para representar as operações, decisões e outros elementos componentes dos processos.

Já a modelagem dos processos tem como principal objetivo representar os processos de forma clara

com todos os seus desdobramentos, o que permite uma boa análise crítica das atividades existentes para definir a melhoria dos processos. De uma forma geral, pode-se dizer que compreende duas importantes atividades: modelagem do estado atual do processo (As-is) e otimização e modelagem do estado desejado do processo (To-be) (MARIANO; MULLER, 2019).

A Notação de Modelagem de Processos de Negócio (*Business Process Modeling Notation - BPMN*) consolida-se como o padrão mais importante de notação gráfica aberta para desenhar e modelar processos de negócios. Com ela é possível expressar os processos de negócio em forma de diagrama de processo de negócio e assim, capturar e documentar os modelos atuais em diagramas de fácil entendimento, além de projetar e descrever os modelos ideais (BITENCOURT, 2009). Com o BPMN é possível realizar a modelagem de muitos tipos de processos de negócio, inclusive de ponta a ponta com suas exceções e regras de negócio, proporcionando assim, o refinamento de políticas ágeis da organização.

Dessa forma, um eficaz mapeamento e modelagem dos processos da empresa é de grande auxílio para os gestores, pois facilita a identificação de possíveis fontes de desperdício, além de facilitar a comunicação através de uma linguagem comum de como tratar os processos, permitindo com isso que as decisões se tornem mais claras, podendo assim ser discutidas com maior segurança (ZACHARIAS, 2010).

METODOLOGIA

Quanto à forma de abordagem do problema, essa pesquisa apresenta caráter qualitativo, tanto no que se refere à forma de abordar o fenômeno, com na maneira como foi estruturado. Quanto aos objetivos foi um estudo exploratório, porque se buscou analisar os processos de serviços por meio da modelagem de processo que são executados em uma empresa de eventos, e descritivo.

Para esse estudo, foram utilizados dados primários por meio de entrevistas semiestruturadas para coletar informações qualitativas, junto ao gestor e a coordenadora de eventos da empresa estudada contendo 16 questões. O pesquisador realizou uma análise de conteúdo das falas dos entrevistados, buscando pontos em comum nas falas, e com a literatura estudada.

O uso da metodologia BPMN em conjunto com o software Bizagi Modeler® permitiu a elaboração e mapeamento e modelagem dos processos. Flores e Amaral (2014) ressaltam que o software Bizagi que é uma ferramenta livre, específica para o mapeamento de processos e que utiliza como base a notação BPMN, possibilitando que o analista desenvolva o desenho do processo e detalhe todas as tarefas pertencentes aos processos, podendo inclusive gerar a partir dela relatórios e páginas web para publicação.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Caracterização da empresa estudada

A pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de eventos na cidade de Mossoró/RN. Empresa de Eventos, denominada aqui como "A", foi fundada em 2009 e tem como missão a execução de eventos relacionados a festas de formatura. Envolvem cinco eventos: descerramento de placa mural, ato ecumênico, apoio cerimonial à colação de grau, aula da saudade e baile de formatura, estando

todos esses eventos permeados por uma série de atividades de prestação de serviço. Conta com um efetivo de 20 funcionários, distribuídos nos setores comercial, financeiro, design e produção, coordenação de eventos, apoio administrativo, e diretoria administrativa.

Descrição das etapas de realização dos eventos

Inicialmente é preciso ressaltar que tanto os serviços prestados relativos aos eventos bem como os serviços pós-eventos advém de uma única contratação. O macroprocesso de prestação de serviço inicia-se com o primeiro contato do setor comercial junto a turma, cliente em potencial, identificada a comissão de formatura (devidamente eleita pela turma para representá-la perante a empresa). Em seguida há o agendamento de uma reunião com o intuito de diagnosticar as necessidades da turma, a partir daí elabora-se um orçamento, e no caso de aprovação do orçamento, a próxima fase é a confecção dos contratos, que estando uma vez assinados individualmente pelos membros que compõe a turma, serão encaminhados para o setor financeiro para emissão dos boletos em carnê e arquivamento dos instrumentos contratuais.

O próximo passo é a entrega dos carnês aos contratantes. Concomitantemente, a gerência já assina contrato com o *buffet*, assegurando a disponibilidade da data do baile, bem como o setor financeiro já inicia os pagamentos. A partir deste ponto começa a fase de planejamento dos eventos, onde haverá ao longo de todo o processo a necessidade de inúmeras reuniões para as definições e decisões diversas, que serão marcadas e executadas de acordo com a demanda. Porém, para fins de mapeamento e modelagem do processo, foram considerados um número mínimo de 4 reuniões anteriores ao primeiro evento, consideradas como indispensáveis.

Nesse contexto, aos 240 dias antes do primeiro evento é marcada a 1ª reunião para determinação da data para realização de sessão de fotos formais e informais. O próximo passo é a realização da sessão de fotos, com finalidade de fornecer material para confecção das artes para uso em itens, tais como, convites, homenagens aos pais e aos mestres, placa mural e sua réplica, identificadores de mesa, entre outros, em seguida os arquivos das fotos são encaminhadas para o setor de design e produção que irá tratá-las, após a escolha das melhores por parte da turma. Aos 180 dias anteriores ao 1º evento, realiza-se a 2ª reunião, que terá como pauta as definições de modelos, mensagens, homenageados, entre outras informações, indispensáveis para produção dos itens, em seguida serão elaboradas as artes dos supracitados itens e encaminhados para aprovação e correção por parte da comissão de formatura.

Uma vez aprovadas as artes, a equipe de design e produção encaminhará as mesmas para serem produzidas por empresas terceirizadas competentes (gráficas, vidraçarias e marcenarias). Ainda durante a 2ª reunião devem ser escolhidas as atrações musicais do evento, bem como outras contratações extras, para que em seguida a gerência e o setor financeiro, possam seguir com as contratações e pagamentos respectivamente. Finalizado esse processo, prossegue para a etapa de definição de outros detalhes dos eventos. São realizadas reuniões importantes, com a comissão de formaturas, aos 90 dias antes do 1º evento, a 3ª reunião terá a função de definir detalhes sobre a programação das solenidades, e a 4ª reunião, faltando 30 dias para realização da 1ª festa, servirá para *check-list* junto ao *buffet* e para determinação dos últimos detalhes dos eventos os quais são formados o pacote de festas de formatura.

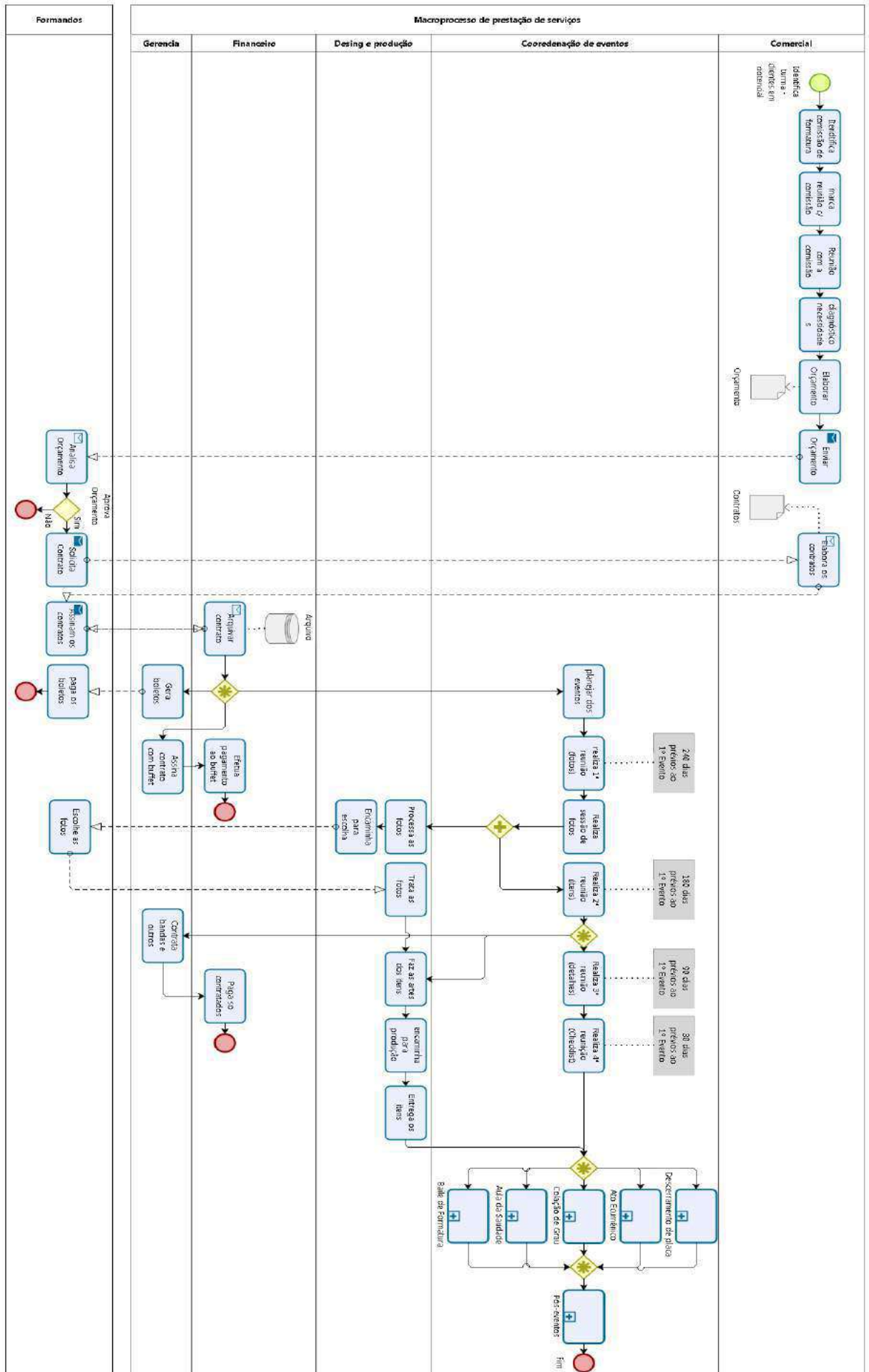
Os mesmos acontecerão em sua data predefinida, conforme estabelecido entre a empresa e a turma, e todos possuem a cobertura de fotógrafos e cinegrafistas aptos, a fim de registrar as celebrações. Após o término de cada evento, os profissionais de captação de imagens fotográficas e filmográficas encarregam-se de repassar o material produzido, em estado bruto, para o setor de *design* e produção, para preparação destes arquivos à apreciação do cliente e posterior escolha das imagens favoritas. Em seguida serão confeccionados os álbuns fotográficos, bem como os DVD's de vídeo com a filmagem dos eventos, e com a entrega estará encerrado o contrato e o macroprocesso.

Modelagem dos processos de serviços

Na Figura 1 tem-se o fluxo do macroprocesso total das operações da empresa estudada. Com o apoio dessa modelagem, tanto para fins de pesquisa quanto como uma ferramenta de melhoria para organização, fica mais fácil identificar os possíveis gargalos que o fluxo pode enfrentar, causando com isso grande insatisfação para o cliente.

É possível identificar que o macroprocesso da Figura 1 pode ser classificado de acordo com Leitão (2019) em um processo de negócio colaborativo (*Collaboration Business Process*), pois descreve a interação entre duas ou mais entidades do negócio. Estas interações são definidas como uma sequência de atividades que representa o padrão de trocas de mensagens entre as atividades envolvidas, nesse caso da empresa de eventos "A" com os clientes da comissão de formatura e a instituição de ensino da qual o cliente (aluno) irá se formar.

Figura 1 - Fluxo do macroprocesso da empresa de eventos "A"



Elaborado pelos autores, extraído do Bizagi Modeler® (2019).

Identificação do processo crítico

Após a descrição dos processos obtidos pelos gestores na realização das entrevistas, foi questionado também se haveria algum processo crítico. Quanto ao processo considerado crítico por parte dos gestores, foi identificado que é o processo da Colação de Grau, pois segundo os gestores, ele possui um número maior de desafios e variáveis externas, e a empresa vem lutando para encontrar alternativas para melhorá-los.

De acordo os gestores nas refeições de grau, o trabalho da empresa, além de fornecer a beca e canudo ao formando, é de prestar assessoria e apoio a turma durante o evento, lembrando que promover a colação de grau é responsabilidade da instituição de ensino. A empresa "A" também fica responsável por montar um estúdio fotográfico para realizações de fotos nesse dia.

Na fala da coordenadora de eventos, também é possível entender um pouco mais dos fatores que podem estar prejudicando a percepção de qualidade dos clientes, pois segundo a mesma, a experiência já comprovou que as refeições de grau realizadas pelas instituições de ensino são eventos essencialmente enfadonhos, com pouco conforto para o público, e sem nenhum ou muito pouco suporte aos participantes. Isso gera uma irritabilidade prévia nos clientes antes mesmo da empresa "A" ter a oportunidade de prestar o serviço.

Mapeamento do processo crítico identificado

O processo da Colação de grau inicia-se quando há confirmação por parte da Instituição de Ensino da data em que ocorrerá a colação de grau. Após se inteirar das informações pertinentes, a coordenação de eventos deve procurar a Instituição e pleitear um espaço dentro de suas dependências, preferencialmente próximo ao local em que acontecerá a solenidade. A quantidade de salas será determinada pela quantidade de turmas contratantes que se formarão no corrente semestre.

Entretanto, há a possibilidade de que a quantidade de salas cedidas seja em primeira hipótese menor ao pleiteado, fazendo com que a empresa "A" precise acomodar mais de uma turma por estúdio, e na segunda hipótese, caso o espaço seja realmente inadequado, a empresa procura locar um espaço próximo a Instituição, a fim de oferecer mais conforto aos seus clientes. Uma vez selecionado o espaço de montagem dos estúdios fotográficos, é preciso aguardar a disponibilidade do mesmo para sua ornamentação (em geral um dia antes, ou no mesmo dia pela manhã).

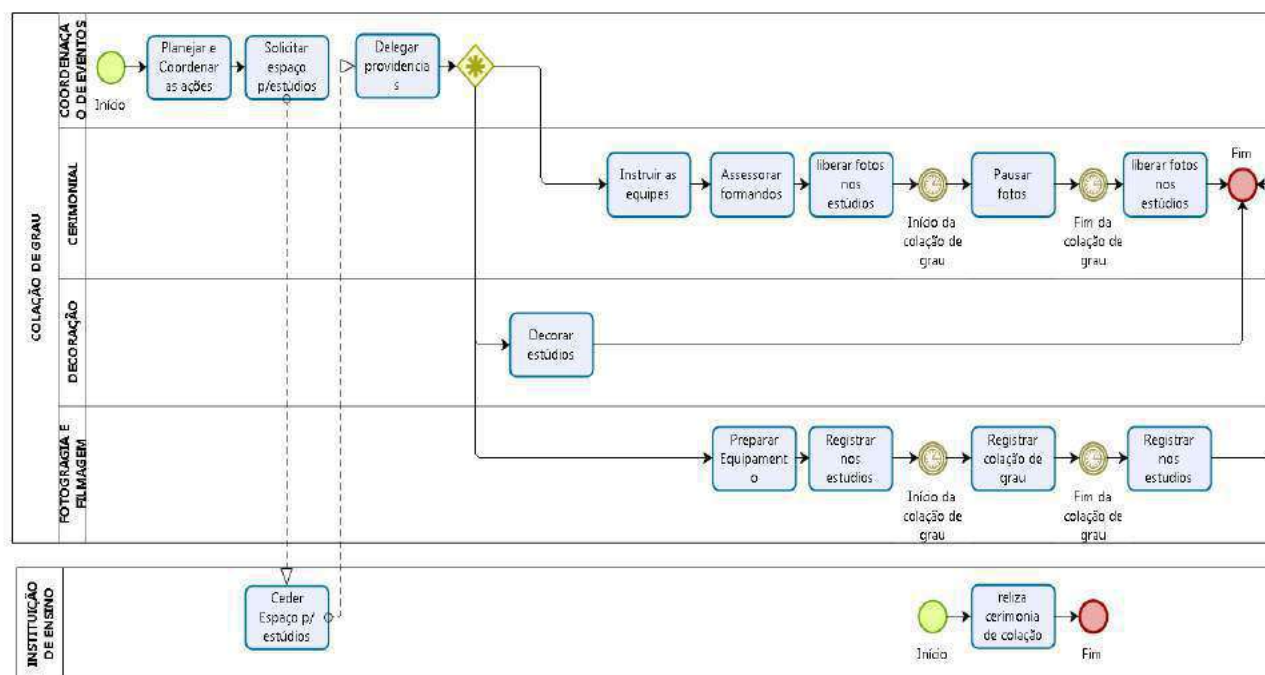
Concomitantemente, em um momento anterior à solenidade, o formando procura a empresa para experimentar a beca e identificar a que melhor sirva ao seu corpo. As becas e canudos são entregues durante um período de sete dias que antecedem o evento. No dia da solenidade, a equipe de cerimonial fica a postos no local do evento para fornecer assessoria e apoio aos clientes, orientando a formação das filas, ajudando com a vestimenta dos formandos, ofertando água, entre outras funções. Antes e após do transcorrer da colação de grau, os estúdios realizarão fotos dos formandos contratantes e suas famílias, os formandos serão organizados em fila e por ordem de chegada. Durante toda a solenidade há cobertura fotográfica e filmográfica.

Modelagem do processo crítico identificado

Com o auxílio do *software* Bizagi Modeler®, elaborou-se o fluxo do processo crítico da empresa estudada conforme Figura 2. É possível identificar que o processo crítico da Figura 2 pode ser também

classificado, de acordo com Leitão (2019), como um processo de negócio colaborativo (*Colaboration Business Process*).

Figura 2: Fluxo do processo crítico da empresa de eventos "A"



Powered by
bizagi
Modeler

Fonte: Elaborado pelos autores, extraído do Bizagi Modeler® (2019)

Proposição de melhorias

Com base na análise dos processos e das respostas dos gestores, foi verificado que o tempo de espera dos clientes para realização das fotos nos estúdios deve ser reduzido, uma vez que a empresa "A" não pode mudar os fatores externos que causam desconforto ao cliente, que já chega para consumir o serviço da empresa contratada sob grande estresse.

Também deve ser considerado tentar otimizar a experiência dos consumidores, tentando fazer com que o tempo de espera na colação de grau seja mais agradável. Assim sugere-se o uso de cadeiras para espera para sessão de fotos, distribuição de fichas, e além de já fornecer água, pode-se pensar em algo além como balas e doces, ou até mesmo possibilitar o acesso a compra de lanches (*Foodtruck, quiosques*, entre outros), levando em conta que não é fornecido nenhum tipo de alimento durante todo esse processo, gerando um jejum prolongado aos participantes. A ideia é buscar reduzir o desgaste durante a solenidade, para que quando o cliente chegue ao momento de realizar seu registro esteja mais tranquilo e possa perceber melhor os benefícios da prestação de serviço da empresa estudada.

CONCLUSÕES

Este estudo se propôs a analisar os serviços por meio da modelagem de processos em uma empresa de eventos localizada em Mossoró/RN. Nessa perspectiva foi possível constatar que a empresa já possuía de forma clara as fases dos processos que executa, mesmo que não fossem mapeados e modelados, portanto, pode ser usado como uma ferramenta propulsora de mudanças e facilitadora

na realização dos processos bem como, na busca da melhoria contínua dos processos, como recurso essencial para a vantagem competitiva da empresa, pois ela traz inúmeras possibilidades para o melhor desenvolvimento das atividades e eficiência no trabalho, propiciando uma maior qualidade às operações da empresa.

De acordo com Manual de gestão por processos do Ministério Público Federal - MPF (2013), o mapeamento e modelagem de processos é uma importante ferramenta, porém é apenas um meio e não um fim em si, pois permite entender a situação atual e identificar possíveis erros, mas faz-se necessária uma análise do que pode ser melhorado. As melhorias devem ser descritas de forma clara e detalhada, pois as ideias genéricas são de fácil aceitação por todos, mas os detalhes é que definem o sucesso da implementação do novo processo (MPF, 2013, p.53). Em suma, além de saber utilizar da melhor forma o mapeamento de processos como valiosa ferramenta, há ainda a oportunidade de empregar em forma de melhorias tudo que poderá ser observado de disfunção nos processos, e até mesmo a criação de novos processos caso haja necessidade.

REFERÊNCIAS

- ABCASA. Associação Brasileira de Artigos para Casa, Decoração, Presentes, Utilidades Domésticas, Festas e Flores. Mercado de festas tem estimativa de 14% de crescimento para 2019. 2019. Disponível em: <https://abcasa.org.br/2019/02/26/mercado-de-festas-tem-estimativa-de-14-de-crescimento-para-2019/>. Acesso em julho de 2020.
- ALVARENGA, T.; H. P. et al. Aspectos relevantes sobre mapeamento de processos. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 5, n. 2, p. 223-225, 2013.
- ABPMP - ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT. Guia para o gerenciamento de processos de negócio: Corpo comum de conhecimento ABPMP BPM CBOOK V3.0. 1. ed. Brasil: ABPMP, 2013.
- BACHMANN, G. M. O uso da análise fatorial na determinação das dimensões da qualidade percebida em uma biblioteca universitária. 2002. 156 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.
- BARBÊDO, S. A. D. D. Sistema de gestão da qualidade em serviços: estudo de caso em uma biblioteca universitária. 2004. 145 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá/MG.
- BITENCOURT, M. Modelagem de Processos com BPMN. 2009. Disponível em: http://www.projeler.com.br/download/pdf/artigo_bpmn_projeler_mauricio_bitencourt.pdf Acesso em: 28 de abr. 2019.
- CAPOTE, G. Guia para formação de analistas de processos - BPM. 1. ed. Rio de Janeiro: Gart Capote, 2011.
- CORRÊA, H. L.; CAON, M. Gestão de Serviços. São Paulo: Atlas, 2002.
- COSTA, M. R. S. Qualidade em serviços: uma análise em uma empresa de motopeças localizada em Mossoró/RN. 2014. 82 f. Monografia do curso de Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA: Mossoró, 2014.
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. Administração de Serviços: Operações, Estratégia e Tecnologia da Informação. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FLORES, E. G.; AMARAL, M. M. Mapeamento de processos utilizando a metodologia BPM uma ferramenta de suporte estratégico no desenvolvimento de sistemas em uma Instituição Federal de Ensino Superior. In: ENCONTRO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO SEMANA ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Anais... EATI – Encontro Anual de Tecnologia da Informação. Frederico Westphalen – RS. 2014, p. 325-328.
- FREITAS, A. L. P. A Qualidade em serviços no contexto da competitividade. *Revista Produção Online*, v.5, n.1, p. 1-24, 2005.
- GRÖNROSS, C. Marketing: gerenciamento e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAS – Pesquisa Anual de Serviços, 2017. Disponível em: <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/servicos.html>. Acesso em: 12 março 2019.
- KOTLER, P. Administração de Marketing. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- LEITÃO, M. B. BPMN – Business Process Modeling Notation. Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/apostila-bpmn-corrigida.html>. Acesso em: 30 de abr. 2019.
- LOURES, C. A. S. Um estudo sobre o uso da evidência física para gerar percepções de qualidade em serviços: caso de hospitais brasileiros. 2003. 178 f. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2003.
- LOVELOCK, C.; WIRTZ, J., Marketing de Serviço: pessoas, tecnologias e resultados. 5a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- MARIANO, I. C.; MULLER, C. J. Melhoria de Processos pelo BPM: aplicação no setor público. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65643/000857914.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01 maio de 2019.
- MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Manual de gestão por processo. 1. ed. Brasil: MPF, 2013. Disponível em <http://www.mpf.mp.br/o-mpf/sobre-o-mpf/gestao-estrategica-e-modernizacao-do-mpf/escritorio-de-processos>. Acesso 20 abr. 2019.
- PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ZACHARIAS, O. CJF/CEJ – BIGJus – Boletim de Informações Gerenciais da Justiça Federal – ANO IV, n. 10, maio 2010. Disponível em: https://www2.cjf.jus.br/jspui/bitstream/handle/1234/43107/N_10MAIO_2010.pdf?sequence=1. Acesso em maio 2019.

OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTES ÓPTICAS: REVISÃO E COMPLEXIDADE

Rayane Araújo Lima
Bruno Quirino de Oliveira
Marcos Lajovic Carneiro

RESUMO

Neste artigo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a otimização do projeto de redes de fibra óptica e o avanço nos algoritmos metaheurísticos utilizados para este propósito de 1990 a 2020. Essa otimização requer o tratamento de problemas técnicos e econômicos como, a alocação de recursos de enlaces e nós, a proteção de falhas, limitações orçamentárias, dentre outros. Devido à natureza desses desafios, as metaheurísticas bio-inspiradas baseadas em inteligência de enxame tem sido um conjunto de técnicas promissoras para o fornecimento de soluções para problemas complexos de otimização combinatória, conforme os dados apresentados nesta revisão. O artigo apresenta o estado-da-arte com relação ao uso de algoritmos bio-inspirados para a otimização do projeto de rede de fibra óptica, as principais complexidades ao implementar esse tipo de metodologia, as lacunas e oportunidades de pesquisa nesse contexto.

Palavras-chave: *Projeto de rede, fibra óptica, metaheurística.*

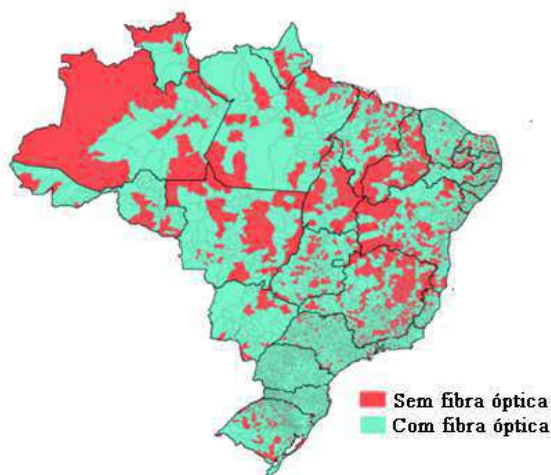
INTRODUÇÃO

As tecnologias das redes ópticas oferecem um aumento geral na taxa de transmissão para 100 Gbps, 400 Gbps ou até mesmo 1 Tbps. Os avanços em pesquisas vêm ocorrendo para a tecnologia 6G (ALSHARIF et al., 2020), enquanto que muitos países ainda não possuem o 5G implantado. Uma das razões é que a estrutura para a recepção da tecnologia 5G necessita de uma rede de fibra óptica para a transmissão dos dados entre centrais. A Figura 1 apresenta um cenário recente no Brasil, em que existem muitos municípios que não estão contemplados pela tecnologia de fibra óptica e essa realidade é vivida em muitos outros países (BRODKIN, 2019).

O desenho de redes de comunicações é um problema formado por vários subproblemas, como a locação de recursos de enlaces e nós, problemas de proteção na falha de enlaces e nós, entre outros. A limitação orçamentária é outro fator a ser previsto, pois nem sempre é possível implantar todos os sistemas necessários ao atendimento pleno da demanda. Logo, precisa-se contemplar fatores técnicos e econômicos que vão além da tarefa de planejar a rede objetivando o custo mínimo, seja na

implantação, aluguel, manutenção e/ou operação, portanto, são necessárias técnicas computacionais de otimização para esta tarefa. Implantar soluções que signifiquem garantia de participação no mercado e receitas compensadoras é uma questão de sobrevivência para as empresas (DESOUSA, DEOLIVEIRA et al., 2014).

Figura 1 - Infraestrutura brasileira de fibra óptica



(ANATEL, 2021)

As metaheurísticas são algoritmos que coordenam heurísticas e regras simples para encontrar soluções quase ótimas para Problemas de Otimização Combinatória (POCs). Esses POCs podem ser encontradas em diversas áreas como a logística, os transportes, os cuidados de saúde, a produção, as cidades inteligentes e os sistemas de telecomunicações (YANG, JIANG e NGUYEN, 2013).

O objetivo principal desta revisão é apresentar o estado-da-arte das abordagens atualmente consideradas mais relevantes para aumentar o desempenho das redes ópticas por uso de mecanismos de metaheurísticas bioinspirada baseada em inteligência de enxame e apontar lacunas e oportunidades prevista nessa área.

Este artigo apresenta de forma objetiva como foi realizada a seleção de artigos para revisão, quais as bases de dados e a bibliometria relacionada com a pesquisa na seção 2. Na seção 3 é apresentada uma introdução sobre projeto de redes de fibra óptica e uma breve revisão das metaheurísticas bioinspiradas baseadas em inteligência de enxame mais conhecidos. A seção 4 apresenta uma análise sobre as mtaheurísticas em sistemas de telecomunicações. A seção 5 indica quais os principais desafios enfrentados devido à complexidade do uso dessas técnicas na otimização do projeto de rede óptica e lacunas de pesquisa. Finalmente, a Seção 6 conclui o trabalho e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

Metodologia de Busca de Artigos

Foram coletadas publicações sobre métodos metaheurísticos no período 2010-2020, e para uma análise mais sucinta, publicações sobre métodos heurísticos no período 1990-2020 foi realizada. O quadro da Figura 2 apresenta a lógica de busca e construção da Figura 3 (listada no item 1). Esta condição foi aplicada ao título, resumo ou palavras chaves dos artigos. Na Figura 4, seus termos de busca e bases de dados estão no item 2 do Quadro da Figura 2. Esta condição foi aplicada ao título

dos artigos com o foco em encontrar artigos que abordassem a metaheurística na otimização do problema do projeto de rede óptica.

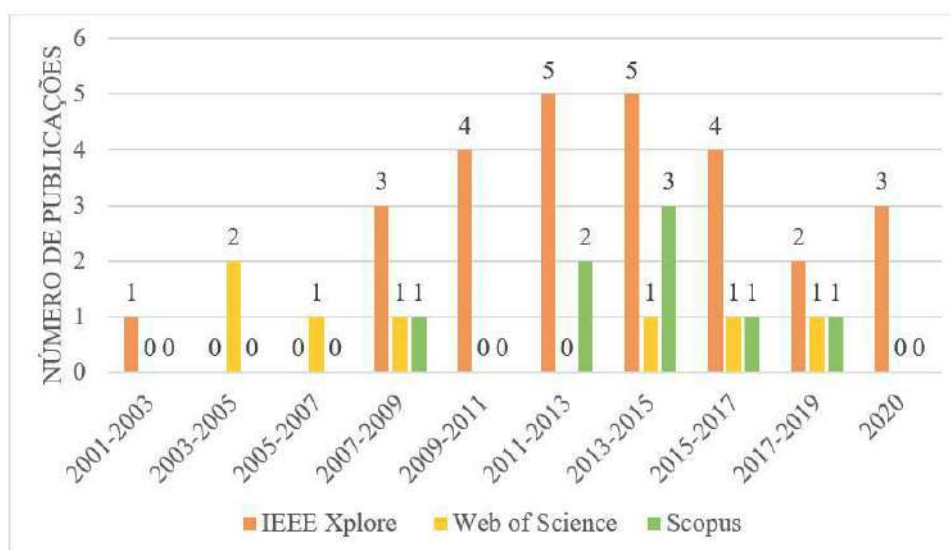
Figura 2 - Quadro de termos chaves de busca

ITEM	PALAVRA - CHAVE	BASE DE DADOS		
1	"Metaheuristic " AND " optical fiber in network design "	IEEE Xplore	Web of Science	Scopus
2	"Bio-inspired algorithms based on swarm intelligence" AND " telecommunication systems"			

Fonte: Próprio autor

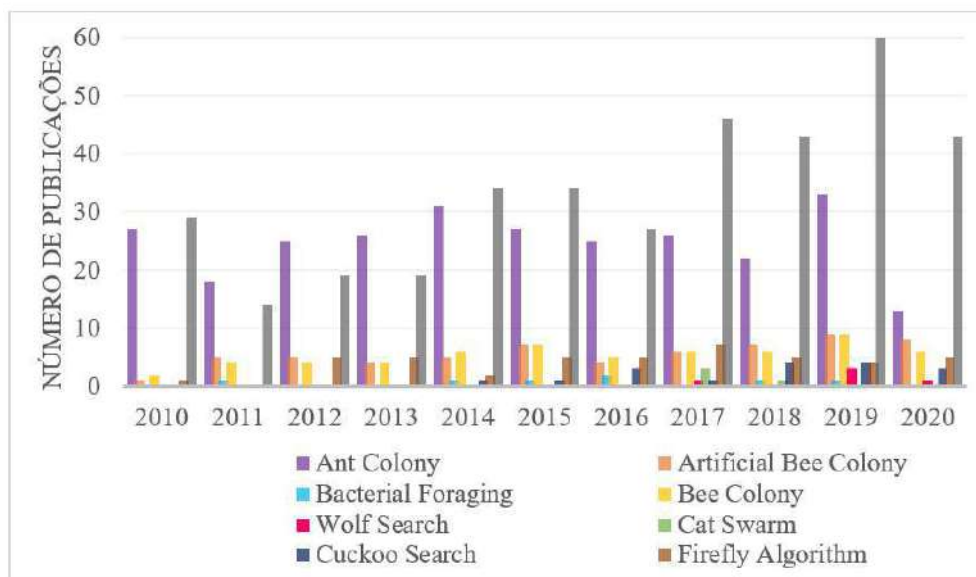
Os artigos foram divididos em estudos relativos às técnicas de otimização bio-inspiradas baseadas em inteligência de enxame: *Ant Colony Optimization (ACO)*, *Artificial Bee Colony (ABC)*, *Bacterial Foraging Optimization (BFO)*, *Bee Colony Optimization (BCO)*, *Wolf Search Algorithm (WSA)*, *Cat Swarm Optimization (CSO)*, *Cuckoo Search (CS)*, *Firefly Algorithm (FA)* e *Particle Swarm Optimization (PSO)*.

Figura 3 - Metaheurísticas no projeto de redes de fibra óptica nos últimos vinte anos em três bases de dados



Fonte: Próprio autor

Figura 4 - Algoritmos bioinspirados baseados em inteligência de enxame aplicados a sistemas de telecomunicações nos últimos dez anos



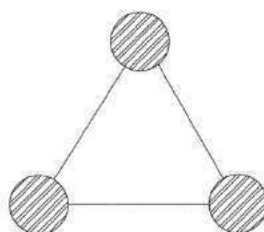
Fonte: Próprio autor

Sistemas de Telecomunicações e Métodos Heurísticos Bioinspirados

Sistemas de telecomunicações podem ser definidos como sistemas ou subsistemas interconectados que utilizam equipamentos no armazenamento, manipulação, movimento, no controle, na transmissão ou na recepção de voz, vídeo e/ou dados e podem ser inclusos *softwares* e *hardwares*. A interconexão entre no mínimo dois pontos de comunicação podem ser chamados de rede.

Uma rede pode ser definida como um grafo de forma (V, E) , onde V são chamados de vértices (nós – fontes e/ou destinos das demandas) e E são os elementos chamados de arcos (caminho em que as demandas escoam), e para cada arco (i, j) os vértices i e j representam a ponta inicial e a ponta final de (i, j) respectivamente, a Figura 5 mostra um exemplo simples de rede, onde cada nó está conectado a outros dois nós, isto é, a topologia de rede se parece com um triângulo.

Figura 5 - Grafo simples com três vértices e três arcos



Fonte: Próprio autor

A forma que a demanda é tratada no processo de modelagem pode apresentar duas formulações distintas: formulação nó-arco e arco-caminho. A formulação nó-arco tem como base a conservação de fluxo, em todos os nós da rede, o fluxo total de entrada do nó é igual ao total do fluxo de saída a partir do nó, essa formulação contém restrição de escoamento e conservação em todos os nós. A formulação arco-caminho, é formada por um conjunto de caminhos (rotas), formadas por caminhos pré-

estabelecidos. As demandas precisam escoar ao mesmo tempo, assim é escolhido o caminho para que cada demanda saia do seu nó de origem e chegue até seu nó destino. Alguns dos principais pontos de referência em que uma rede é avaliada é a capacidade, confiabilidade, custo, escalabilidade e simplicidade (SIMMONS, 2014).

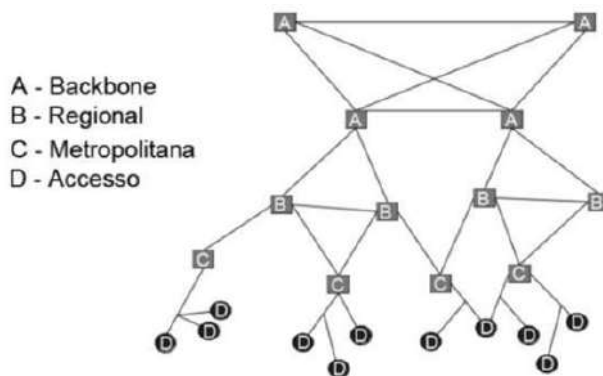
Projeto de Rede Óptica

Tecnologias como 5G e indústria 4.0 faz com que a demanda por internet aumente de forma significativa. Esse aumento faz surgir um grande número de desafios complexos que os tomadores de decisões devem enfrentar. Alguns desses desafios são o roteamento, alocação de canais e projeto de rede.

O projeto de rede pode ser dividido de forma estrutural em camadas hierárquicas geográficas (Figura 6), que são recomendadas e padronizadas pela ITU-T (*INTERNATIONAL COMMUNICATION UNION*, 2021). No nível de rede de "acesso", o tráfego é distribuído/coletado para os clientes de forma imediata com a conexão entre cliente e provedor (operadoras de telecomunicações). Os meios físicos são dedicados a clientes ou grupos de pequeno porte, possuem baixa capacidade de multiplexação e possui hubs para se conectarem na camada metropolitana. Já na camada "metropolitana" os seus recursos que estão disponíveis aos clientes estão conectados pela rede de acesso. No próximo nível hierárquico, a rede "regional" que transporta parte do tráfego que se estende as áreas metropolitanas e possui centenas de milhares de clientes, a conexão é feita pela rede *backbone* e atende milhares de clientes associados a camada regional e possui longa distância, e em seus nós são necessários regeneradores ópticos garantindo a qualidade do sinal.

A classificação do tipo de rede pode ser de acordo com as informações sobre o tráfego em três categorias: a) determinístico, b) estocástico e c) robusto. Em uma rede determinística conhece-se o padrão de tráfego, em uma rede estocástica, trabalha-se com a distribuição probabilística do padrão de tráfego, entretanto, em um projeto robusto somente é conhecido as dimensões do tráfego, e usam-se leis de probabilidade pois as mesmas possuem eventos não determinísticos (GOSSELIN, COURANT et al., 2017).

Figura 6 - Hierarquia geográfica da rede



Fonte: Adaptado de SIMMONS (2014).

Neste contexto, o planejamento do projeto robusto de uma rede enfatiza a determinação estratégica ótima para alocar e fluir toda a demanda de tráfego. Esse planejamento pode ser feito por dois modos,

a primeira, aprecia a experiência do projetista e a segunda, o projeto estratégico conta com algoritmos que tem a primícias de sistema de apoio a tomada de decisão.

As metaheurísticas são algoritmos inspiradas na natureza ou em processos biológicos evolucionários, que estão sempre sujeitos a mudanças de ambientes. Dentro do conjunto de metaheurísticas, as bioinspiradas baseadas em inteligência de enxame tem tido grande crescimento no campo da pesquisa e aplicação, por causa da sua flexibilidade de programação e sua adaptação em algoritmos híbridos. Na Tabela 1, encontra-se as técnicas dos algoritmos bioinspirados baseados em inteligência de enxame, mais usados, e suas respectivas referências de características chaves.

Tabela 1 - Metaheurísticas bioinspiradas baseadas em inteligência de enxame

TECNOLOGIA	ARTIGO
ACO	(DORIGO, 2006) (TRIAY E CERVELLO-PASTOR, 2010)
ABC	(KARABOGA) (GOSCIEN E LOZANO, 2018)
BFO	(PASSINO, 2002)
BCO	(YANG, CUI, <i>et al.</i> , 2013)
WSA	(TANG, FONG, <i>et al.</i> , 2012) (AGBEHADJI, FONG e MILLHAM, 2016)
CSO	(CHU e TSAI, 2007) (CHU e BAHRAMI, 2018)
FA	(YANG, 2013)
PSO	(KENNEDY, 1995) (YANMIN, 2019)
CS	(YANG e SUASH, 2009), (PAVLYUKEVICH, 2007) (GANDOMI, YANG e ALAVI, 2013)

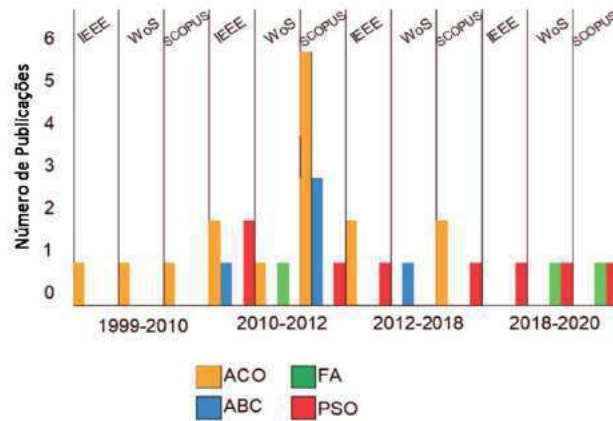
Fonte: Próprio autor

Metaheurísticas em Sistemas de Telecomunicações

Em sistemas de telecomunicações, o crescimento de algoritmos bioinspirados baseados em inteligência de enxame tem sido significativo (Figura 3). Com destaque aos algoritmos ACO e PSO que apresentaram um número de publicações de 13 e 8 respectivamente, entre os anos de 2010 até 2020. Observa-se que ABC e FA tem o número de publicações relativamente pequenos em comparação com ACO e PSO, porém, analisando as datas de seu desenvolvimento, o ACO tem tido crescimento entre os períodos de 2010 até 2018, em 2020 os números começam a cair e o FA têm mais publicações em 2020.

Os algoritmos CSO, WSA, BFO e CS não apresentaram publicações nas três bases de dados consultadas. Em problemas de sistemas de telecomunicações em geral, como visto na Figura 3, o número de publicações é relativamente pequeno em comparação com os demais. Dos nove algoritmos revisados e citados na Tabela 1, apenas quatro apresentaram publicações de suas aplicações em otimização do projeto de rede de fibra óptica (Figura 7).

Figura 7 - Algoritmos aplicados na otimização do projeto de redes de fibra óptica



Fonte: Próprio autor

O planejamento de rede de fibra óptica é de natureza discreta e combinatória, logo algoritmos que originalmente são feitos para serem utilizados em problemas de otimização contínuos, precisam passar por adaptações para que possam ser aplicados em problemas de otimização discretos, isso implica um grande grau de complexidade em sua aplicação.

A Tabela 2 apresenta uma revisão histórica dos artigos mais importantes encontrados nos artigos revisados, que representa uma divisão em duas fases: i) O uso de heurísticas, com grande destaque para o uso do algoritmo *Greedy*, que por anos foi utilizado para otimizar redes na camada “metropolitana”, ou seja, rede de pequeno porte; ii) o uso de metaheurística, que após o seu desenvolvimento, fez com que o uso de heurísticas diminuísse e quase cessasse, pois a vantagem da metaheurística em relação a heurística, nesse problema de interesse, é a possibilidade de simular redes de maiores porte, ou seja, rede pertencente ao nível *backbone*.

Tabela 2 - Uma visão geral histórica das publicações mais importantes relacionadas à tecnologia utilizada

ANO	ARTIGO	TECNOLOGIA PROPOSTA
1990 - 2005	(BANNISTER, FRATTA e GERLA, 1990), (YENER e BOULT, 1994), (LABOURDETTE e ACAMPORA, 1991), (ZHANG e ACAMPORA, 1995), (BANERJEE e MUKHERJEE, 1993), (BANERJEE, MUKHERJEE e SARKAR, 1994), (GANZ e WANG, 1994), (RAMASWAMI e SIVARAJAN, 1996), (MUKHERJEE, BANERJEE, <i>et al.</i> , 1996), (BANERJEE e MUKHERJEE, 2000), (BANERJEE, YOO e CHEN, 1997), (LEONARDI, MELLIA e MARSAN, 2000), (MUKHERJEE, BANERJEE, <i>et al.</i> , 1996), (MELLIA, NUCCI, <i>et al.</i> , 2001), (KRISHNASWAMY, 2001) e (KONDA e CHOW, 2001)	Heurística
2005- 2020	(PAPAGIANNI, 2008), (TRIAY e CERVELLO, 2010), (BÁEZ - DIAZ, ROA-PINTO e LUCKEN, 2013), (DASGUPTA, BISWAS e BHAR, 2012), (EIRA, SANTOS e PIRES, 2014), (DIN, 2015), (YANG, CHIEN e TING, 2015), (RUBIO, VEJA e GONZÁLES, 2014), (HARUANA, JINNO e NISHIO, 2015), (WANG, CAO e PAN, 2011), (DIN, 2017), (FERNANDEZ, JUAN e TERRÉN, 2018), (MATA e AL., 2018) e (DEOLIVEIRA, DESOUZA e VIERIA, 2020)	Metaheurística

Fonte: Próprio autor

A Tabela 3 contém artigos publicados nos últimos dez anos e seus respectivos algoritmos metaheurísticos. O algoritmo evolucionário genético (GA), é usado como base para análise de performance de algoritmos mais recentes e até no desenvolvimento e no auxílio de algoritmos híbridos.

Tabela 3 - Problemas de otimização no projeto de redes óptica

ARTIGO	TIPO DO DOCUMENTO	BIOINSPIRADO
(BÁEZ - DIAZ, ROA-PINTO e LUCKEN, 2013), (DASGUPTA, BISWAS e BHAR, 2012)	Congresso	GA
(EIRA, SANTOS e PIRES, 2014), (DIN, 2017), (DIN, 2015)	Periódico	
(FERNANDEZ, JUAN, <i>et al.</i> , 2018), (MATA e AL., 2018)	Periódico	ENXAME
(YANG, CHIEN e TING, 2015)	Livro	ENXAME
(PAPAGIANNI, 2008)	Congresso	PSO
(TRIAIY e CERVELLO, 2010), (SASI KALA RANI, RENUGA DEVI e SUGANTHI, 2016)	Periódico	ACO
(RUBIO, VEJA e GONZÁLES, 2014)	Periódico	FA
(HARUANA, JINNO e NISHIO, 2015)	Congresso	FA
(DEOLIVEIRA, DESOUZA e VIERIA, 2020)	Periódico	HÍBRIDO

Fonte: Próprio autor

Os autores que possuem maior número de publicações sobre metaheurística e/ou heurística no período 1990 a 2020 estão mostrados na Tabela 4. Dos artigos que foram revisados nenhum dos autores possuem mais de cinco publicações e alguns deles escreveram juntos.

Tabela 4 - Distribuição de publicações com base em autores que possuem maior número de publicações dos trabalhos revisados

AUTOR	NÚMERO DE PUBLICAÇÕES	TIPO DO DOCUMENTO
A.S. Acampora	2	Periódicos (LABOURDETTE e ACAMPORA, 1991) (ZHANG e ACAMPORA, 1995)
B. Mukherjee	5	Periódicos (BANERJEE e MUKHERJEE, 1993) (BANERJEE, MUKHERJEE e SARKAR, 1994) (MUKHERJEE, BANERJEE, <i>et al.</i> , 1996) (BANERJEE e MUKHERJEE, 2000) e 1 Livro (MUKHERJEE, 1997)
D. Banerjee	2	Periódicos (MUKHERJEE, BANERJEE, <i>et al.</i> , 1996) (BANERJEE e MUKHERJEE, 2000)
S. Banerjee	3	1 Congresso (BANERJEE e MUKHERJEE, 1993) e 2 Periódicos (BANERJEE, MUKHERJEE e SARKAR, 1994) (BANERJEE, YOO e CHEN, 1997)
X. S. Yang	4	Livros (YANG, CUI, <i>et al.</i> , 2013) (YANG, 2013) (YANG, CHIEN e TING, 2015) Congresso (TANG, FONG, <i>et al.</i> , 2012)
D. Din	2	Periódicos (DIN, 2015) (DIN, 2017)
M. A. DeSouza	2	Congresso (DESOUZA, DEOLIVEIRA, <i>et al.</i> , 2014) e Periódico (DEOLIVEIRA, DESOUZA e VIERIA, 2020)
B. DeOliveira	2	Congresso (DESOUZA, DEOLIVEIRA, <i>et al.</i> , 2014) e Periódico (DEOLIVEIRA, DESOUZA e VIERIA, 2020)

Fonte: Próprio autor

Análise da Complexidade do Problema e Lacunas de Pesquisa

A formulação do problema é um dos principais desafios quando se aplica algoritmos para otimizar o projeto de redes de fibra óptica, pois precisa-se estabelecer um padrão de conectividade entre dois pontos (nós) e assim determinar formulações não lineares com variáveis contínuas e discretas e que satisfaçam um conjunto de restrições. Para que uma determinada demanda saia de um nó (fonte) e chegue até outro nó (destino) contido no conjunto de arcos, utiliza-se algumas modelagens matemáticas como *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) quando o problema possuir variáveis contínuas e discretas e *Integer Linear Programming* (ILP) quando as variáveis assumem somente

valores inteiros (BAZARAA, JARVIS e. SHERALI, 2010). Dos artigos revisados a divisão do uso de cada modelagem para a formulação está na Tabela 5.

Tabela 5. Técnica de formulação para o problema de otimização

ARTIGO	TÉCNICA DE FORMULAÇÃO
(BANERJEE, YOO e CHEN, 1997), (BANERJEE e MUKHERJEE, 2000) e (WANG, CAO e PAN, 2011)	<i>Integer Linear Programming (ILP)</i>
(BANNISTER, FRATTA e GERLA, 1990), (YENER e BOULT, 1994), (LABOURDETTE e ACAMPORA, 1991), (ZHANG e ACAMPORA, 1995), (BANERJEE e MUKHERJEE, 1993), (BANERJEE, MUKHERJEE e SARKAR, 1994) e (GANZ e WANG, 1994), (RAMASWAMI e SIVARAJAN, 1996), (MUKHERJEE, BANERJEE, <i>et al.</i> , 1996), (LEONARDI, MELLIA e MARSAN, 2000), (MELLIA, NUCCI, <i>et al.</i> , 2001), (KRISHNASWAMY, 2001), (EIRA, SANTOS e PIRES, 2014), (DIN, 2015) e (DEOLIVEIRA, DESOUSA e VIERIA, 2020)	<i>Mixed Integer Linear Programming (MILP)</i>

Fonte: Próprio autor

Outro desafio importante corresponde à matriz de tráfego e a matriz de distância dos nós, que são dados obtidos previamente a produção do algoritmo de otimização. O problema deve ser então modelado conforme a necessidade da rede pois algumas características são de difícil parametrização, como por exemplo, a maximização do fluxo de tráfego, como pode ser observado em (LABOURDETTE e ACAMPORA, 1991), (BANERJEE e MUKHERJEE, 2000).

Algoritmos que são baseados na adoção de uma topologia lógica pré-estabelecida e na otimização de nós, de acordo com o padrão de tráfego, são destacados em (BANERJEE e MUKHERJEE, 1993) e (GANZ e WANG, 1994). Vale ressaltar que quando se tem uma topologia de rede pré-estabelecida o esforço computacional exigido é considerável, pois os algoritmos levam muito tempo para o processamento de explorar o espaço de estados, e se a rede for de grande porte o algoritmo acaba sendo robusto e complexo. Dessa maneira, para cada topologia de rede gerada é analisada o fluxo de tráfego, condicionando se a rede é factível ou não, para então eleger uma solução ótima ou próxima de ótima.

Em casos onde o espaço de busca por soluções é muito grande são utilizados métodos como aprendizagem estatística ou aprendizagem de máquina como ferramenta. Estas técnicas podem utilizar dados provenientes de sistemas de monitoramento das comunicações ópticas como dados de entrada (GHAHRAMANI, 2015), (K.P., MURPHY, 2012.).

Uma rede mal dimensionada pode gerar custos desnecessários, como por exemplo, grandes enlaces de fibra acarretaria em uso de fibra compensadora de dispersão, amplificadores, regeneradores, emendas, etc. Esses fatores também podem causar ruídos afetando a qualidade do sinal transmitido. Os artigos levaram em conta somente a fibra óptica, são necessários algoritmos que considerem os demais itens que compõem uma rede para que ela apresente o menor uso possível desses equipamentos, produzindo uma rede de custo reduzido e qualidade mínima de sinal garantido.

Os artigos revisados ofereceram sistema de apoio a tomada de decisão para engenheiros e pesquisadores encontrar um *design* de rede que traga menos custo de implantação, com folga suficiente para um possível aumento de demanda de clientes na rede, e com tempo de processamento

reduzido, oferecendo um aumento de produtividade desses engenheiros e pesquisadores.

CONCLUSÃO

O artigo apresentou uma revisão sobre a otimização do projeto de rede de fibra óptica e pontuou alguns quesitos como metodologias utilizadas e principais complexidades encontradas. A partir da revisão de literatura, pode-se concluir que, algoritmos que foram desenvolvidos para serem usados em problemas contínuos deviam passar por adaptações para ser usados na otimização da rede óptica, devido a característica chave da rede ser combinatória (discreta). Conforme o uso de metaheurística foi aumentando no processo de otimização, foi aumentando o tamanho de rede que era otimizada chegando a atingir a camada backbone de rede, levando menos tempo de processamento. A maioria dos algoritmos heurísticos propostos foram aplicados em redes caracterizadas como metropolitana devido ao seu número pequeno de nós, entre 8-16. Para uma rede com número maior de nós (32), os algoritmos metaheurísticos acabaram sendo mais utilizados.

A partir da revisão de literatura, algumas tecnologias de inteligência artificial que ainda não foram usadas, poderiam ser utilizadas nesse problema de interesse, como por exemplo machine learn, algoritmos híbridos, etc. Pois com o aumento emergente do sistema de telecomunicação descentralizado, é necessário ter aspectos mais dinâmicos e incertos.

Agradecimentos

A equipe de pesquisa agradece o financiamento pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- Anatel. <<https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/infraestrutura/mapeamento-de-redes>>. Acesso em 04 de fev. 2021].
- AGBEHADJI, I. E.; FONG, S.; MILLHAM, R. Wolf Search Algorithm for Numeric Association Rule Mining. 2016 IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis, 2016.
- ALSHARIF, M. H. et al. Six Generation (6G) wireless network: Vision, Research Activities, Challenges and Potential Solutions.. Symmetry, v. 12, n. 676, 2020.
- BANERJEE, D.; MUKHERJEE, B. Wavelength-routed optical networks: linear formulation, resource budgeting tradeoffs, and a reconfiguration study. IEEE/ACM Transactions on Networking, v. 8, n. 5, p. 598-607, 2000.
- BANERJEE, S.; MUKHERJEE, B. Algorithms for optimized node arrangements in ShuffleNet based multihop lightwave networks. IEEE INFOCOM '93 The Conference on Computer Communications, v. 2, p. 557-564, 1993.
- BANNISTER, J. A.; FRATTA, L.; GERLA, M. Topological design of the wavelength-division optical network. IEEE INFOCOM '90: Ninth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications, 1990. 1005-1013.
- BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. Linear Programming and Network Flows. New York: Wiley, 2010.
- BRODKIN, J. ARS Technica , 18 set. 2019. Disponível em: <<https://arstechnica.com/tech-policy/2019/09/50-of-us-homes-still-wont-have-fiber-broadband-by-2025-study-says/>>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- CHU, S. C.; TSAI, P. W. Computational intelligence based on the behavior of cats. International Journal of Innovative Computing, Information and Control , 2007. 163-173.
- CHU, X.; BAHRAMI, M. Cat Swarm Optimization (CSO) Algorithm. In: _____ Advanced Optimization by Nature- Inspired Algorithms. [S.l.]: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2018.
- CRUZ, P. P. et al. A practical Approach to Metaheuristic using LabVIEW and MATLAB. [S.l.]: A CHAPMAN & HALL BOOK, 2020.
- DASGUPTA, M.; BISWAS, G. P.; BHAR, C. Optimizaton of multiple objectives and topological design of data networks using genetic algorithm. in Proc. Int. Conf. Recent Adv. Inf. Technol., 2012. 256-262.
- DEOLIVEIRA, B. Q.; DESOUZA, M. A.; VIERIA, F. H. A Hybrid Firefly-Genetic Algorithm for Planning of Optical Transport Networks. Journal Of Communication and Information Systems, v. 35, n. 1, p. 243-255, 2020.
- DESOUZA, M. et al. Modelagem de um sistema de apoio à decisão para a seleção de serviços de telecomunicações. Conferência Ibero-Americana Computação Aplicada, Porto-Portugal, 2014.
- DIAZ-BAEZ, B.; PINTO-ROA, D. P.; VON LUCKEN, C. Robust network design under uncertain traffic an approach based on genetic algorithm. in Proc. Latin Amer. Comput Conf., 2013. 1-8.

- DIN, D. Genetic algorithm for virtual topology design on MLR WDM networks. *Optical Switching and Networking*, v. 18, p. 20-34, 2015.
- DIN, D. Heuristic and Genetic Algorithms for Solving the Virtual Topology Design Problem on Elastic Optical Networks. *Journal of Information Science & Engineering*, v. 33, 2017.
- DORIGO, M. A. S. T. Ant Colony Optimization. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 2006.
- EIRA, A.; SANTOS, J.; PIRES, J. Multi-objective Design Survivable Flexible- Grid DWDM Networks. *J. OPT. COMMUN. NETW.*, v. 6, n. 3, 2014.
- FERNANDEZ, S. A. et al. Metaheuristics in Telecommunication Systems: Network Design, Routing, and Allocation Problems. *IEEE Systems Journal*, v. 12, p. 3948-3957, 2018.
- GANDOMI, A. H.; YANG, X.; ALAVI, A. H. cuckoo search algorithm: a metaheuristic approach to solve structural optimization problems. *Engineering with Computers* 29, 2013. 17-35.
- GANZ, A.; WANG, X. Efficient algorithm for virtual topology design in multihop lightwave networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, v. 2, n. 3, p. 217-225, 1994.
- GHAHRAMANI, Z. Probabilistic machine learning and artificial intelligence. *Nature*, 28 May 2015. 521(7553):452-9. doi: 10.1038/nature14541. PMID: 26017444.
- GOSCIEN, R.; LOZANO, M. Artificial Bee Colony for Optimization of Cloud-Ready and Survivable Elastic Optical Networks. *Computer Communications*, 2018.
- GOSELIN, S. et al. Application of probabilistic modeling and machine learning to the diagnosis of FTTH GPON networks. 2017 International Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM), 2017. 1-3.
- HARUANA, M.; JINNO, M.; NISHIO, Y. Application of Firefly Algorithm to Optimization of Translucent Elastic Optical Network. *Proc. of Nonlinear Theory and its Applications Conference*, 2015.
- International communication union. <<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.709/>> Acesso em: 04 de jan. de 2021.
- K.P.MURPHY. *Machine Learning: a Probabilistic Perspective*. [S.l.]: The MIT Press, 2012.
- KARABOGA, D. An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization. Technical Report - TR06. Technical Report, Erciyes University.
- KENNEDY, J. . E. R. C. Particle swarm optimisation. *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, 1995. 1942-1948.
- KONDA, V. R.; CHOW, T. Y. Algorithm for traffic grooming in optical networks to minimize the number of transceivers. 2001 IEEE Workshop on High Performance Switching and Routing (IEEE Cat. No.01TH8552), 2001. 218-221.
- KRISHNASWAMY, R. M. . S. K. N. Design of logical topologies: a linear formulation for wavelength-routed optical networks with no wavelength changers. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, v. 9, n. 2, p. 186-198, 2001.
- LABOURDETTE, J. -. P.; ACAMPORA, A. S. Logically rearrangeable multihop lightwave networks. *IEEE Transactions on Communications*, v. 39, n. 8, p. 1223-1230, 1991.
- MATA, J.; AL., E. Artificial Intelligence (AI) Methods in Optical Networks: A Comprehensive Survey. *Optical Switching and Networking*, v. 28, p. 43-47, 2018.
- MELLIA, M. et al. Optimal Design of Logical Topologies in Wavelength-Routed Optical Networks With Multicast Traffic. *GLOBECOM'01. IEEE Global Telecommunications Conference (Cat. No.01CH37270)*, 2001. 1520-1525.
- MUKHERJEE, B. *Optical Communication Networks*. New York: McGraw Hill, 1997.
- MUKHERJEE, B. et al. Some principles for designing a wide-area WDM optical network. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, v. 4, n. 5, p. 684-696, 1996.
- PAPAGIANNI, C. E. A. Communication Network Design Using Particle Swarm Optimization. *IEEE International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, 2008. 915-920.
- PASSINO, K. M. Biomimicry of bacterial foraging for distributed optimization and control. *IEEE Control Systems*, v. 22(3), p. 52-67, 2002.
- PAVLYUKOVICH, I. Levy Flights, non-local Search and Simulated Annealing. *Journal of Computational Physics*, v. 226, p. 1830-1844, 2007.
- RAMASWAMI, R.; SIVARAJAN, K. N. Design of logical topologies for wavelength-routed optical networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 14, n. 5, p. 840-851, 1996.
- RUBIO, A.; VEJA, M. A.; GONZÁLES, D. L. An Improved Multiobjective Approach Inspired by the Flashing Behavior of Fireflies for Traffic Grooming in Optical WDM Networks. *Applied Soft Computing*, p. 617-636, 2014.
- SASI KALA RANI, K.; RENUGA DEVI, A.; SUGANTHI, J. Optimization of Disjoints Using WDM-PON in an Optical Network. *Circuits and Systems*, v. 7, n. 9, 2016.
- SHIMADA, S.; KOYAMA, M. *Optical Fiber Communication Systems in Japan*. 1981 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, 1981. 198-200.
- SIMMONS, J. M. *Optical Network Design and Planning*. [S.l.]: Springer, 2014.
- TANG, R. et al. Wolf search algorithm with ephemeral memory. *Digital Information Management (ICDIM)*, 22-24 Aug. 2012.
- TRIAY, J.; CERVELLÓ-PASTOR, C. An Ant-Based Algorithm for Distributed Routing and Wavelength Assignment in Dynamic Optical Networks. *IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS*, v. 28, n. 4, p. 542-552, 2010.
- WANG, Y.; CAO, X.; PAN, Y. A study of the routing and spectrum allocation in spectrum-sliced Elastic Optical Path networks. 2011 Proceedings IEEE INFOCOM, 2011. 1503-1511.
- YANG, X. S. *Cuckoo Search and Firefly Algorithm: Theory and Applications*. [S.l.]: Springer, 2013.
- YANG, X. S. et al. *Swarm Intelligence and Bio- Inspired*. [S.l.]: Elsevier, 2013.
- YANG, X. S.; CHIEN, S. F.; TING, T. O. *Bio- inspired Computation in Telecommunications*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2015.
- YANG, X.-S.; SUASH, D. Cuckoo Search via Lévy Flights. *Proc. of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009)*, 2009. 210-214.
- YANMIN, W. Research of improved particle swarm optimization algorithm based on big data. 2019 International Conference on Robots & Intelligent System (ICRIS), 2019.
- YENER, B.; BOULT, T. E. A study of upper and lower bounds for minimum congestion routing in lightwave networks. *Proceedings of INFOCOM '94 Conference on Computer Communications*, 1994. 138-147.

PROPOSTAS DE MELHORIAS LOGÍSTICAS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL: UMA ANÁLISE À LUZ DOS COMPONENTES LOGÍSTICOS

Mateus Araújo de Araújo

Marcos Araújo de Araújo

Denilson Ricardo de Lucena Nunes

André Cristiano Silva Melo

RESUMO

O setor têxtil está presente em todo o planeta, e a gestão logística é uma forte aliada no planejamento estratégico desse setor industrial, visto que a logística é responsável pelo transporte e estocagem de produtos acabados ou insumos, assim como pelas informações que ligam a alta gestão com o chão de fábrica, passando pelas interfaces com o marketing e gestão de fornecedores. Esta pesquisa objetivou realizar uma análise do sistema logístico de uma indústria do setor têxtil localizada da cidade de Castanhal -PA, via componentes logísticos, com o intuito de gerar propostas de melhoria. Para tanto, observações in loco e entrevistas não-estruturadas com pessoas chaves no processo foram realizadas. Além disso, possíveis problemas e proposição de melhorias foram relacionadas com a visão de macroprocessos da empresa objeto deste estudo. No que tange a empresa analisada, percebeu-se que a mesma tem grande potencial para desenvolver ações voltadas para melhorias dos componentes logísticos operacionais, o que deve ser feito a longo prazo, devido a extensão do chão de fábrica, a quantidade de pontos a serem melhorados e ainda pelo motivo da empresa adotar o sistema de produção em massa, o que impede que a produção pare por um grande período de tempo.

Palavras-chave: *Logística, componentes logísticos, macroprocessos, melhorias.*

INTRODUÇÃO

O setor têxtil está presente em todo o planeta, desde em países desenvolvidos, até nos de menor desenvolvimento econômico. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit), (2017) "A indústria têxtil foi a principal responsável por deflagrar a primeira revolução industrial, no século XVIII, ao substituir os teares manuais, pela tecnologia das máquinas movidas a vapor. Desde então, nunca parou de investir em novas tecnologias de produção e, atualmente, está na vanguarda da implementação da chamada Indústria 4.0."

De acordo com Fujita e Jorente, (2015) "O setor têxtil, incluindo confecções e vestuário, tem grande importância na economia brasileira, por ser um forte gerador de empregos, com grande volume de

produção e exportações crescentes.” Segundo Taves (2013, p.8) “A indústria têxtil e de confecções é responsável por cerca de 4% do valor da produção industrial no Brasil.” Por ter sido uma das pioneiras no processo de industrialização no território brasileiro, “O setor têxtil é responsável pela quarta maior cadeia produtiva integrada e verticalizada do mundo, sendo a maior do Ocidente.” (ABIT, 2017).

A gestão logística é uma forte aliada no planejamento estratégico do setor industrial, visto que a logística é responsável pelo transporte e estocagem de produtos acabados ou intermediários assim como pelas informações que percorrem o chão de fábrica, desta forma, objetivando o cumprimento das metas da logística que, de acordo como Campos e Brasil (2007, p.17), “são as de disponibilizar o produto certo, na quantidade certa, no local certo, no momento certo nas condições adequadas para o cliente certo ao preço justo”. Os componentes logísticos operacionais (instalação, estoque, transporte e informação) precisam estar alinhados de acordo com as necessidades do setor industrial, para que haja maior eficiência nas operações logísticas e de produção, visando atingir as metas da logística.

Esta pesquisa objetivou realizar uma análise do sistema logístico de uma indústria do setor têxtil localizada da cidade de Castanhal no interior do estado do Pará, via componentes logísticos, com o intuito de gerar propostas de melhoria. Para tanto, observações in loco e entrevistas não-estruturadas com pessoas chaves no processo foram realizadas. Além disso, possíveis problemas e proposição de melhorias foram relacionadas com os macroprocessos da empresa objeto deste estudo.

Este artigo foi organizado em 6 seções, de forma que na seção 1, é apresentada uma breve introdução sobre a indústria têxtil, e também sobre logística como fator estratégico dentro das organizações. Na seção 2, é apresentado um referencial teórico que discorre sobre os pontos chaves da pesquisa, como: logística, componentes logísticos e macroprocessos. Na seção 3, é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para a concepção deste artigo. Na seção 4, são apresentados os resultados alcançados, na seção 5, apresentam-se propostas de melhorias e os resultados esperado e por fim, na seção 6, apresentam-se as considerações finais da pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

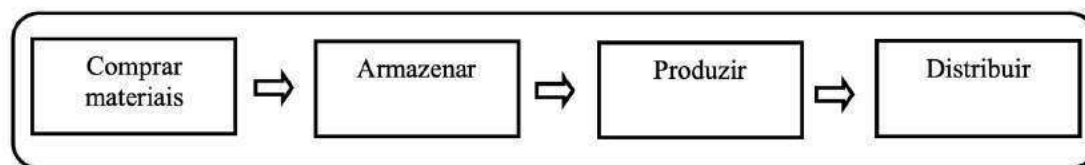
Logística e Supply Chain Management

A logística estar presente na história desde quando a humanidade começou a dar os primeiros passos para evolução, algumas espécies primitivas praticavam técnicas de transportes e estocagem para garantirem a sua sobrevivência. Mas foi durante a segunda guerra mundial (1939–1945) que a logística teve destaque global no apoio de estratégias e táticas de combate militar, que tinham como objetivo adquirir vantagens sobre os inimigos e consequentemente vencer a guerra. “Desde então a logística vem ocupando papel de destaque na administração de conflitos a serviço de países ou organizações internacionais, particularmente nas atividades de mobilização, deslocamento, posicionamento” (SILVA, 2004 p. 25).

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) (1995), a logística pode ser definida como o “processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e da armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes.” No âmbito de produção e empresarial de forma geral, a logística está presente em toda atividade de transformação, onde,

após um determinado período de tempo e tratamentos específicos é possível a criação de um produto. A logística é construída por meio de atividades e processos de forma que sigam uma sequência, criando desta forma uma cadeia, chegando no cliente final. Abaixo segue o fluxo simples das principais atividades logísticas, representadas pela figura 1.

Figura 1 – Fluxo das atividades logísticas

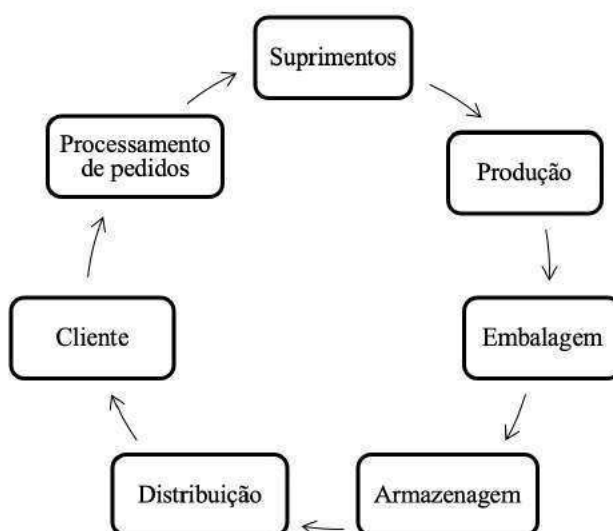


Fonte: Adaptado pelos autores, (2021)

Juntamente com a logística, um outro tópico que se destaca na geração de vantagens competitivas para as empresas assim como na agregação de valor para os clientes é a cadeia de suprimentos ou SCM (*Supply Chain Management*), que de acordo com a definição de Ballou, (2006) “é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor.”

O gerenciamento do SCM faz referência as empresas que se unem em uma espécie de colaboração visando elevar o posicionamento estratégico assim como otimizar a eficiência de suas operações. “As operações na cadeia de suprimentos exigem processos gerenciais que extrapolam as áreas da empresa e contam com a cooperação de parceiros comerciais e clientes.” (SENAI, 2012 p.28). A figura 2 demonstra como ocorre o fluxo na cadeia de suprimentos.

Figura 2 – Cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptado de SENAI, (2012)

Almejando maior eficiência logística, é de suma importância que o fluxo de informações aconteça livremente no que tange às necessidades de materiais, quantidades, lançamento de novos produtos, prazos de entrega e ampliação de mercados. De acordo com Campos e Brasil (2007, p.16) “todas as

informações devem ser compartilhadas sempre que se fizer necessário, pois, se isso não acontecer, o resultado logístico final será prejudicado, podendo interferir no aumento dos custos envolvidos.

Componentes logísticos operacionais

A competitividade no ramo empresarial está cada vez constata e repleta de desafios e oportunidades de crescimento. Para que a empresa possa atingir seus objetivos, se faz necessário apresentar um bom desempenho na gestão de suas atividades, desta forma, a gestão logística é a área que apresenta e propõem estratégias eficazes. Deste modo, a boa gestão dos componentes logísticos operacionais se faz essencial para o sucesso operacional de uma organização e sua cadeia produtiva. Chopra e Meindl (2003), Fleury; Wanke e Figueiredo (2000), comentam que os fatores chave da cadeia de suprimentos podem ser definidos como: estoques, transportes, instalações e informações.

a) Instalações: De acordo com Ballou, (2006 p. 433) “instalações incluem pontos nodais da rede, como fábricas, portos, vendedores, armazéns, pontos de varejo e pontos centrais de serviços na rede da cadeia de suprimentos em que os produtos param temporariamente a caminho dos consumidores finais. “A localização das instalações fixas ao longo de toda a rede da cadeia de suprimento é uma decisão de suma importância, pois “define as alternativas, juntamente com os custos e níveis de investimentos a elas associados, usadas para operar o sistema. Decisões sobre localização envolvem a determinação do número, local e proporções das instalações a serem usadas.” (BALLOU, 2006. p 433).

b) Transporte: O transporte é uma importante atividade dentro da logística, sendo até mesmo considerado como uma atividade primária. Segundo Paura (2012 p. 35), o transporte “consiste basicamente na movimentação de mercadorias, não somente de uma região para outra, mas também dentro da empresa.” A atividade de levar uma mercadoria de um estoque para outro dentro da filial da mesma empresa, essa movimentação é considerada transporte. O transporte é um fator de peso considerável quando se trata de custos logísticos, “A movimentação de cargas absorve de um a dois terços dos custos logísticos totais”. (BALLOU, 2006 p. 149).

c) Estoque: A gestão eficiente do estoque é uma peça fundamental para o bom desenvolvimento das operações logísticas de uma empresa. Segundo Salgado, (2017 p. 33) “Gerir o estoque diz respeito à estratégia adotada para atender a demanda e suas variações, e isso está ligado à realidade das vendas (preços, concorrentes, etc.). Também tem relação com a entrega de materiais e embalagens pelos fornecedores.” Campos e Brasil (2007 p. 115) comentam que “uma adequada administração de estoques deve estar, de maneira geral, dentro de parâmetros pré-estabelecidos, como: produto certo, local certo, tempo certo, estado certo e custo certo.”

d) Informação: Por trás de toda operação bem sucedida, existe um fluxo de informação eficiente. A informação é de suma importância para a logística, assim como os meios pela qual a mesma percorre, que precisam estar alinhados com as necessidades da empresa e o planejamento estratégico da logística. Na cadeia de suprimentos “o fluxo de informação acontece em qualquer sentido dentro dela, ou seja, de fornecedor para empresa; de empresa para cliente. Isso diz respeito a qualquer informação ou apresentação de dados que possam ser utilizados para a tomada de decisão.” (CAMPOS E BRASIL, 2007 p. 45). Além do mais, o fluxo de informação pode indicar locais específicos dentro de um sistema logístico em que é preciso atender a algum tipo de necessidade.

Macroprocessos

A gestão de macroprocessos é de suma importância para que o conjunto de atividades possam gerar resultados positivos na organização e na qualidade do trabalho final. Os processos são entendidos como atividades executadas de forma sequenciais que agregam valor à organização, transformando as entradas (Matérias primas, informações, capital, pessoas) em resultados para a empresa.

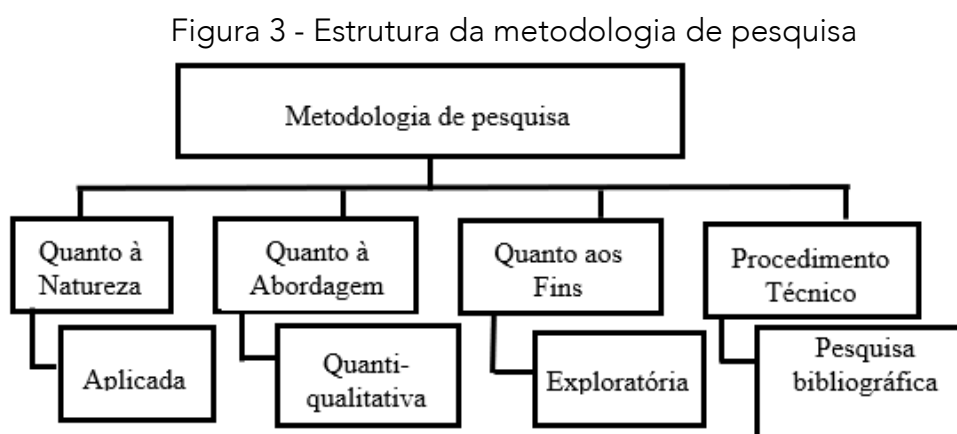
Para que seja possível identificar oportunidades de melhorias nos processos organizacionais, é importante, primeiramente, visualizar os processos como partes que compõe o ecossistema da empresa em uma visão macro, permitindo observar e avaliar quais seriam os impactos que cada parte causaria no todo, no macroprocesso.

O macroprocesso é a estruturação dos recursos organizacionais, por intermédio dos processos, visando alcançar os objetivos estimados. Ou seja, é a forma em que a empresa organiza os grandes conjuntos de atividades com o intuito de agregar valor e atender as necessidades, sendo essencial que esteja sempre alinhado com as funções estratégicas e organizacionais da empresa. “Para que ocorra o desenvolvimento do macroprocesso, não basta a somatória dos efeitos dos seus processos. É necessária a interação entre eles, o que pressupõe uma integração entre os diversos setores e uma corresponsabilização pelo resultado global.” (MONTE, 2013 p. 6).

A visão dos macroprocessos proporciona a melhoria na análise crítica e otimizar as tomadas de decisão, fornecendo os meios para a identificação de gargalos de forma ágil, assim, possibilitando avaliar os impactos que as ações tomadas podem gerar na cadeia de processos produtivos.

METODOLOGIA

A figura 3 demonstra de forma resumida a estrutura de metodologia da pesquisa utilizada para a composição deste artigo.



Fonte: Autores, (2021)

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, que segundo Fabiana, Fernanda e Carlos, (2010) “Objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Quanto à abordagem da pesquisa, trata-se de quali-quantitativa, pois por meio de coleta de dados foram empregados métodos para um entendimento apropriado e desenvolvimento do conteúdo. Quanto aos fins à pesquisa caracteriza-se como exploratória, pois tem como objetivo proporcionar uma maior afinidade com o tema abordado assim como futuras

descobertas. Quanto aos procedimentos técnicos, o presente trabalho baseou-se em pesquisa bibliográfica, com o intuito de obter um excelente arcabouço teórico de conceitos como: macroprocessos, logística e componentes logísticos. Como explicam Prodanov e Freitas (2013), “a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de materiais já publicados, podendo ser livros, revistas, artigos científicos, monografia, entre outros.”

A pesquisa foi elaborada em três etapas. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa de arcabouço bibliográfico e teórico, de modo a conhecer os aspectos que norteiam e caracterizam os conceitos de Macroprocessos, Componentes logísticos, e Logística e *Supply Chain Management*. Na segunda etapa, foram realizadas observações *in loco* e entrevistas não-estruturadas com pessoas chaves do processo de produção, com o objetivo de coletar informações sobre a atuação prática dos componentes logísticos operacionais. Na última etapa, elaborou-se a relação entre os macroprocessos e os componentes logísticos da empresa alvo do estudo e em seguida, foram propostas sugestões de melhoria para o aperfeiçoamento dos processos logísticos.

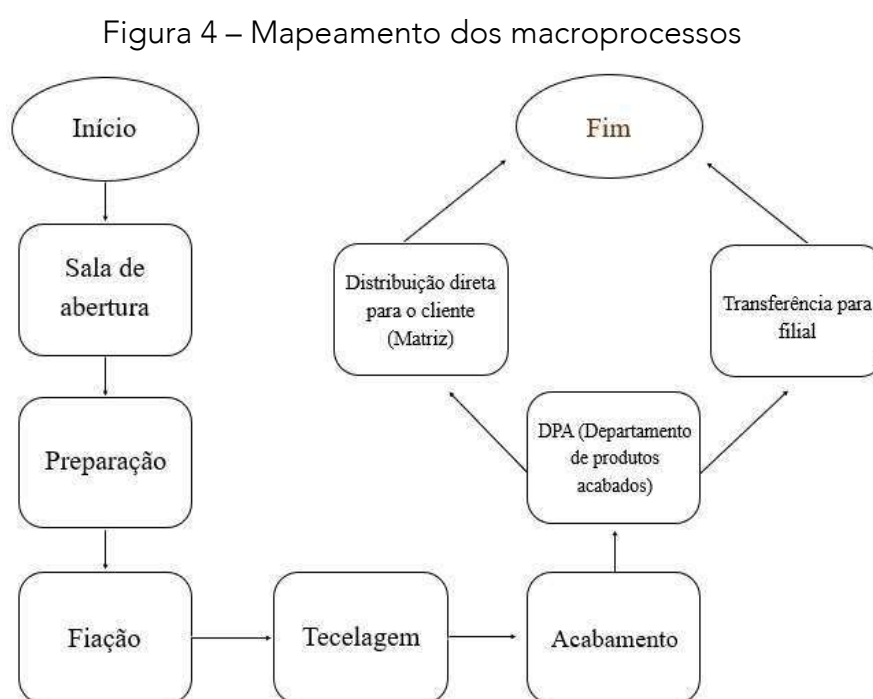
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição da empresa

A empresa analisada foi fundada em 1966, atuando no segmento têxtil com a transformação da fibra natural de juta, proveniente da região norte do Brasil (Amazonas e Pará) e Bangladesh, para a produção de fios, telas, sacos e dentre outros. Caracteriza-se como uma empresa de grande porte e sua matriz (Fábrica) está localizada na cidade de Castanhal, no estado do Pará. A empresa é líder na fabricação de produtos de Juta, sendo responsável atualmente por 75% da produção do mercado nacional.

Mapeamento dos macroprocessos

A figura 4 demonstra de forma simples os macroprocessos presentes na empresa alvo do estudo.



Fonte: Autores, (2021)

Relação componentes logísticos x macroprocessos

A tabela 1 relacionar os macroprocessos da empresa alvo do estudo com os componentes logísticos operacionais.

Tabela 1 – Relação dos componentes logísticos com os macroprocessos

Comp.	Macroprocessos					
	Sala de abertura	Preparação	Fiação	Tecelagem	Acabamento	DPA (Departamento de produtos acabados)
Instalação	<ul style="list-style-type: none"> Área de estoque de matéria prima; Área de classificação das fibras; Área administrativa; Máquinas (Balança, Prensa). 	<ul style="list-style-type: none"> Área de preparação; Máquinas (Amaciador, Estendadeira, Carda Theaser, Carda Lobo, OD). 	<ul style="list-style-type: none"> Área de fiação; Administração da fiação; Manutenção da Fiação; Área de embalagem de fios; Máquinas (Carda Fina, Carda Grossa, Passador, Filatório, Conicaleira, Retorceira, Bobinas de precisão, Balança). 	<ul style="list-style-type: none"> Área de tecelagem; Administração da tecelagem; Manutenção da Tecelagem; Máquinas (Urdideira, Engomadeira, Teares, Enroladeira, Balança). 	<ul style="list-style-type: none"> Área de acabamento; Administração Acabamento; Manutenção do Acabamento; Área de estoque de insumos secundários; Máquinas (Cortadeira, máquinas de Costura Manuais, Vitras, Carimbadeira). 	<ul style="list-style-type: none"> Área de estoque de produtos acabados; Administração DPA; Expedição, máquinas (Prensa e Balança).
	Estoque	<ul style="list-style-type: none"> Estoque de fibras. 	<ul style="list-style-type: none"> Mix amaciado; Rolos estendidos em maceração. 	<ul style="list-style-type: none"> Rolo de carda grossa; Rolo carda fina; Mecha de passador; Carreteis; Bobinas de fio. 	<ul style="list-style-type: none"> Rolos urdidos; Rolos engomados; Rolos de telas. 	<ul style="list-style-type: none"> Sacos; Tintas; Fio PP e fitilho; Tubetes; Fio costura.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Empilhadeira; Carretas transportadoras de fibras. 	<ul style="list-style-type: none"> Carretas transportadoras de mix amaciado; Carretas transportadoras de rolos estendidos; Dutos para transporte de óleo. 	<ul style="list-style-type: none"> Carros transportadores de rolos cardados; Carros transportadores de carreteis. 	<ul style="list-style-type: none"> Carro transportador de rolos urdidos; Carro transportador de rolos engomados; Carro transportador de rolos de telas. 	<ul style="list-style-type: none"> Carro transportador de fardos; Carro transportador de sacos. 	<ul style="list-style-type: none"> Empilhadeiras; Caminhões; Paleteira.
Informação	<ul style="list-style-type: none"> Formulários de produção; ERP; Planilhas eletrônicas; E-mail. 	<ul style="list-style-type: none"> Formulários de produção; ERP; Planilhas eletrônicas; E-mail. 	<ul style="list-style-type: none"> Formulários de produção; ERP; Planilhas eletrônicas; E-mail. 	<ul style="list-style-type: none"> Formulários de produção; ERP; Planilhas eletrônicas; E-mail. 	<ul style="list-style-type: none"> Formulários de produção; ERP; Planilhas eletrônicas; E-mail. 	<ul style="list-style-type: none"> ERP; Planilhas eletrônicas; E-mail.

Fonte: Autores, (2021)

Diagnóstico – Instalação

A empresa possui uma ampla instalação, com a área total de 57.730,0 m², que abrange os setores administrativos, produção e expedição. A área industrial possui uma dimensão de 11.627,5 m² e está dividida entre os setores de: Sala de abertura, Fiação, Tecelagem, Acabamento e DPA (Departamento Produtos Acabados). Além dos setores produtivos, a instalação fabril da empresa é composta por setores de apoio à produção, sendo estes: Administração da Produção, Administração da Manutenção, Planejamento e Controle da Produção, Laboratório de Controle da Qualidade, Almoxarifado e SESMET (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho). Os layouts das máquinas encontram-se posicionados, de modo que, favorecem o sistema de produção empurrada. A tabela 2 demonstra a relação de máquinas que compõem o fluxo de produção.

Tabela 2 – Relação de máquinas

Nº Item	Máquinas	Quantidade
1	Balanças	4
2	Prensas	2
3	OD's	2
4	Amaciadores	3
5	Estendedeiras	4
6	Carda Theaser	1
7	Cardas Lobo	2
8	Cardas Grossa	8
9	Cardas Fina	13
10	Passadores	27
11	Filatórios	38
12	Bobinas	34
13	Retorcedeiras	3
14	Urdideiras	5
15	Engomadeiras	5
16	Teares	126
17	Enroladeiras	2
18	Cortadeiras	3
19	Máq. Costura	14
20	Esteiras de costura	4
21	Carimbadeiras	2
	Total	302

Fonte: Autores, (2021)

Diagnóstico – Estoque

A fábrica possui três grandes galpões para estoque. Os dois primeiros destinam-se a guarda de matéria prima (Fibras) e o terceiro, à guarda de produtos acabados. Tendo em vista que, a empresa trabalha com o sistema de produção empurrada, além dos estoques de matéria prima e produtos finais, são gerados estoques de produtos intermediários em cada etapa do processo produtivo, sendo estes: mix amaciado, rolos estendidos, rolos de carda grossa e fina, mechas de passador, carretéis de fios, bobinas de fios, rolos urdidos, rolos engomados, rolos de tela e sacos. Os estoques intermediários são alocados próximos as máquinas até que sejam transportados para o próximo processo.

Diagnóstico – Transporte

Em relação aos transportes de estoques intermediários, comumente são executados de forma manual, com o auxílio de carros transportadores, de acordo com o tipo de material a ser transportado. O fluxo do transporte manual encontra algumas dificuldades, devido aos estoques intermediários posicionados entre as máquinas, o que limita o espaço de movimentação, a condição física de alguns carros transportadores e a irregularidade do piso fabril. O transporte de produtos acabados, é realizado por modal rodoviário, por uma frota de caminhões de uma empresa terceirizada. A tabela 3 demonstra a relação de veículos transportadores utilizando dentro e fora da área fabril.

Tabela 3 – Relação de veículos transportadores

Nº Item	Veículos Transportadores	Quantidade
1	Empilhadeiras	4
2	Carretas	37
3	Dultos	12
4	Carros Transp. rolos estendidos	4
5	Carros Transp. rolos cardados	10
6	Carros Transp. Carreteis	45
7	Carro manual Transp. rolos de telas	1
8	Carro elétrico Transp. rolos de telas	1
9	Carros Transp. Sacos	142
10	Paleteiras	8
11	Caminhões	Terceirizado
	Total	264

Fonte: Autores, (2021)

Diagnóstico – Informação

O fluxo de informações da empresa, matriz e filiais, possui como principal canal o ERP (*Enterprise Resource Planning*), que engloba informações sobre recursos humanos, financeiros, estoques, manutenção, produção, pedidos de clientes, segurança e meio ambiente e expedição. Como apoio os sistema de informação utilizam-se: formulários de produção, planilhas eletrônicas, e-mail, internet e ramais corporativos. Em relação ao fluxo de informação, primeiramente é trata por meio dos formulários de produção, posteriormente pelas planilhas eletrônicas que por fim, alimentam o ERP. A empresa conta com o setor de TI (Tecnologia da Informação) para o suporte e manutenção dos canais de informação.

Propostas de melhorias

Diante do diagnóstico realizado junto a empresa estudada e dos fatos observados, identificam-se algumas sugestões de melhorias considerando a visão base dos componentes logísticos operacionais (Instalação, transporte, estoque e informação). Cabe ressaltar que algumas das sugestões aqui mencionadas já estão sendo planejadas e executadas pela própria empresa, com o intuito de melhorar a eficiência do ambiente fabril em relação aos seus componentes logísticos. A tabela 4 apresenta as propostas de melhoria de acordo com cada componente logístico assim como os resultados esperados de cada ação de melhoria.

Tabela 4 – Propostas de melhorias e resultados esperados

Componentes logísticos	Proposta de melhoria	Resultado esperado
Instalação	.Aproveitamento das áreas não utilizadas para alocação de novas máquinas e estoques intermediários;	.Aumentar a capacidade produtiva e melhorar o fluxo de transporte no chão de fábrica;
	. Ampliação da área da portaria;	.Melhorar o fluxo de pessoas (entrada e saída);
	.Readaptação em algumas partes na estrutura da fábrica e instalação de novos exaustores;	.Tornar o ambiente de produção mais agradável e confortável para os colaboradores;
	. Regularização do piso em alguns pontos da fábrica;	.Melhorar o fluxo de transporte com os carros transportadores.
Transporte	.Padronização dos carros transportadores de acordo com a NR 17;	. Tornar o fluxo de transporte mais eficiente e melhorar a segurança e ergonomia do colaborador;
	. Definição de fluxos no layout da fábrica unicamente para transportes de produtos intermediários.	.Otimizar o transporte de produtos intermediários e reduzir os riscos de colisão e incidentes de trabalho.
Estoque	.Adotar o princípio do sistema de produção puxada proveniente do <i>Lean Manufacturing</i> .	.Reduzir o volume de estoques intermediários na instalação, visando melhorar o fluxo de materiais, pessoas e ferramentas.
Informação	. Maior integração do sistema ERP;	.Garantir um fluxo de informação sincronizado com todos os setores da empresa;
	.Incluir o ERP nas primeiras etapas de coletas de informações (chão de fábrica);	.Disponibilizar as informações de forma mais ágil aos demais setores da empresa, facilitando a coleta e análise das mesmas;
	.Reduzir o uso de formulários por meio das tecnologias de informação;	.Maior eficiência no envio, recebimento e tratamento de informações.

Fonte: Autores, (2021)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

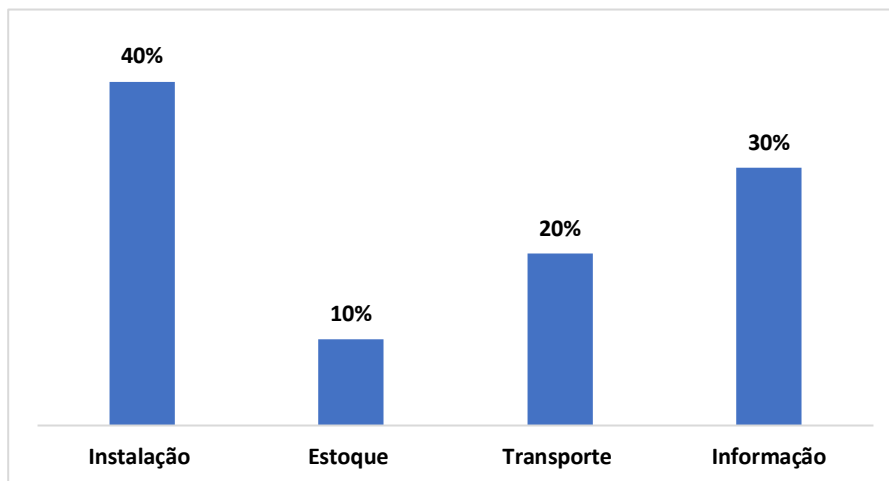
Diante dos fatos analisados neste estudo, percebeu-se a relação dos componentes logísticos operacionais como base para planejamento de melhoria de desempenho no chão de fábrica, assim como aumentar a eficiência nas atividades que auxiliam a produção, reduzindo potenciais gargalos caso não haja uma atenção voltada para o desenvolvimento dos componentes logísticos.

No que tange a empresa analisada, percebeu-se que a mesma tem grande potencial para desenvolver ações voltadas para melhorias dos componentes logísticos operacionais, o que deve ser feito a longo prazo, devido a extensão do chão de fábrica, a quantidade de pontos a serem melhorados e ainda pelo motivo da empresa adotar o sistema de produção em massa, o que impede que a produção pare por um grande período de tempo.

Um dos problemas que a empresa enfrenta, é o de não conseguir atender alguns prazos de entrega de produtos. Isso ocorre devido a demanda ser maior do que a capacidade de produção, levando em consideração esse ponto, o componente “instalação” deve ser priorizado, pois como foi sugerido, a utilização de áreas com potencial para instalação de novas máquinas e posicionamento de estoque intermediário aumentaria a capacidade produtiva, assim como tornaria o fluxo de transporte no chão

de fábrica mais ágil. Em seguida, o componente “informação” deve ser melhor desenvolvido, de modo que as filiais tenham maior interação com as informações provenientes da matriz e vice-versa. Diante das propostas de melhorias citadas na seção 5, o gráfico 1 apresenta de forma percentual os pontos a serem melhorados, relacionando-os a cada componente logístico.

Gráfico 1 – Percentual de propostas de melhorias



Fonte: Autores, (2021)

O componente instalação concentra a maior parte das propostas de melhorias, (40%) seguido do componente informação (30%), transporte (20%) e estoque (10%).

A empresa têxtil vista exercer um papel de alta performance. Devido ao seu grande volume de exportação, todas as operações logísticas como: armazenagem, transporte, estocagem e informação devem ser executadas de maneira otimizada, visando a redução de custos, a excelência operacional e consequentemente a satisfação do cliente.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. O SETOR TÊXTIL E DE CONFECÇÃO E OS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE. Confederação Nacional da Indústria. Brasília 2017.
- BALLOU, Ronald H. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS/LOGÍSTICA EMPRESARIAL. 5ª edição, Editora Bookman, São Paulo, 2006.
- CAMPOS, F. Luiz e BRASIL, V. Caroline. LOGÍSTICA TEIA DE RELAÇÕES. Editora IBPEX, Curitiba, Paraná, 2007.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operação. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. CSCMP - Council of Supply Chain Management Professionals.
- Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) (1995)
- FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. (Org). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. 7. Reimpr. São Paulo: Atlas S.A, 2012.
- FUJITA, Mayumi e JORENTE, J.V. Maria (2015). A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. p. 65.
- KAUARK, Fabiana; MANHÃES, Fernanda; MEDEIROS, Carlos. Metodologia de Pesquisa: Um guia prático. 1ª Edição, Editora Via Litterarum, Itabuna/ Bahia, 2010. p.24.
- MONTE, Santo Antônio. ORGANIZAÇÃO DOS MACROPROCESSOS BÁSICOS DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE, 2013.
- PAURA, Glávio Leal. Fundamentos da logística. Instituto Federal do Paraná. Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil, 2012.
- PRODANOV, C.; FREITAS, E. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale, 2013.
- SENAI. FUDAMENTOS DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS, departamento nacional, volume 1, 2012.
- SILVA, Carlos A. V. LOGÍSTICA MILITAR E EMPRESARIAL: UMA ABORDAGEM REFLEXIVA, 2004.
- TAVES, A. Elisa. INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÕES BRASILEIRA: COMPETITIVIDADE NA CADEIA DE VALOR GLOBAL. Universidade federal do rio de janeiro instituto de economia monografia de bacharelado. Rio de Janeiro, 2013. p. 8.

SIMULAÇÃO NO SOFTWARE ARENA® PARA OTIMIZAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO DE ATENDIMENTO AOS CLIENTES DE UMA GRÁFICA LOCALIZADA NO ALTO PARAÓPEBA

Camila de Lélis Barbosa Fagundes
Hevellyn Cristine dos Anjos Silva
Ana Carolina Rodrigues da Rocha Souza
Rodrigo Vieira de Souza

RESUMO

A competitividade no cenário mercadológico tem desafiado as empresas a buscarem por melhores métodos de gestão, maior produtividade e aumento no nível de satisfação dos clientes. Para uma empresa prestadora de serviços, o tempo de atendimento está intimamente ligado ao nível de satisfação do cliente, e a formação de filas é um indicador de insuficiência de determinado sistema. A simulação computacional é uma das formas de analisar esse tipo de problema, com a vantagem de se poder tomar decisões sem interferir no sistema físico. O objetivo deste trabalho, é utilizar a simulação computacional através do Software Arena®, para identificar os possíveis gargalos e propor melhorias em uma empresa prestadora de serviços gráficos localizada na região Alto Paraopeba. A metodologia utilizada foi a observação direta do trabalho desenvolvido no estabelecimento e a cronometragem dos tempos envolvidos no atendimento. Realizou a coleta dos tempos de permanência do cliente na fila e atendimento, para maior entendimento da execução dos serviços, aplicou uma entrevista semiestruturada com uma das funcionárias. As análises estatísticas foram obtidas através da ferramenta Input Analyser. A construção do modelo computacional, gerou relatórios que auxiliaram na percepção de elevados tempos de espera e discrepância dos tempos de execução entre os serviços, que variaram entre 5 a 25 minutos. Através dos resultados obtidos propôs-se melhorias, como criar guichês de atendimento para os serviços mais rápidos. Alteração no layout do serviço de xerox dando maior autonomia para seu desenvolvimento e reavaliação da disposição de um posto de atendimento, aumentando-o para dois. Para ofertar maior fluidez nos atendimentos e redução na geração de filas.

Palavras-chave: *Simulação de sistemas, Software Arena®, gestão da capacidade física, serviços de design gráfico.*

INTRODUÇÃO

A competitividade no atual cenário mercadológico vem desafiando as empresas cada dia mais a se desenvolverem em novos métodos de gestão, otimização e controle para alcançarem resultados acima

da média, melhor produtividade e elevada aceitação dos clientes. Para uma empresa estar bem estruturada, é necessário um bom planejamento, pois segundo Guerrini, Belhot e Junior (2014) o planejamento deve ter como objetivo assegurar eficiência, flexibilidade para mudar caso seja necessário, e boa coordenação dos recursos e serviços utilizados para que se consiga atender com qualidade uma grande quantidade de clientes.

Botassoli et al. (2015) esclarecem que na medida em que o planejamento se tornou fundamental para a tomada de decisões, tecnologias de informação sobre a administração e manufatura de processos se tornaram populares, gerando incrementos na eficiência dos sistemas e possibilitando que decisões a serem tomadas pudessem ser mais assertivas possíveis

A falta de informações, a inexistência de situações análogas passadas, a complexidade associada aos problemas identificados, tudo faz com que a organização procure por métodos e técnicas que a orientem na busca por soluções. Nesse contexto, segundo Gavira (2003), a Pesquisa Operacional pode contribuir de forma efetiva nestes casos através da Simulação de Sistemas, pois, baseado em análises de diferentes cenários modelados no software, uma proposta de melhoria surgirá. A simulação possibilita a análise de cada processo que compõe um determinado estabelecimento, como tempo de atendimento, formação ou não de filas, quantidade de clientes que passam no local em um período de tempo, corroborando para uma melhor percepção do nível de qualidade do serviço prestado.

Conforme Andrade (2009) apud Pinto et al. (2018), a formação de filas é um indicador de que o funcionamento de um determinado sistema está insuficiente. A existência da mesma deve-se à grande quantidade de entidades que procuram o serviço ou produto em um curto espaço de tempo, fazendo com que o sistema não consiga suprir a demanda requerida.

Prado (2019) explica que a Simulação Computacional é uma das formas de análise desse tipo de problema, pois, através dessa técnica é possível analisar e tomar decisões sem que seja necessário interferir no sistema em vigor. Ou seja, através desta ferramenta é possível emular, por meio de relações lógicas, o funcionamento de sistemas reais, a fim de observar seu comportamento sob diferentes cenários propostos com custos baixos e sem riscos reais de erros.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é desenvolver um modelo de simulação computacional para análise da prestação de serviços em uma empresa de serviços gráficos. Afim de identificar os gargalos do sistema, para auxiliar na tomada de decisão sobre redimensionamento da sua capacidade física, para ofertar maior qualidade e menor tempo de espera aos clientes.

Para atender os objetivos deste estudo, o artigo foi organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta levantamentos teóricos sobre o setor de prestação de serviços gráficos, a gestão da capacidade física e métodos e modelamento da simulação que embasaram todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento deste trabalho. A seção 3 descreve os materiais e métodos aplicados para: desenvolvimento da análise, coleta de dados, concepção, análise e implementação do modelo computacional. A seção 4 apresenta os resultados obtidos da análise do modelo, seguido pela seção 5, em que as considerações finais são apresentadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Prestação de serviços

Para que a empresa obtenha, inicialmente, a satisfação do cliente, é necessário o entendimento de

que cada um deles é único e deve ser tratado de maneira customizada e empática. Um dos principais fatores para esta excelência de entrega e gestão da capacidade, é a minimização do tempo em que os clientes permanecem dentro do sistema desde quando chegam no local até sua saída (PEREIRA, MEZA e TAMMELA, 2013).

Segundo Fitzsimmons, J.; Fitzsimmons, M., (2011) as empresas devem se atentar quanto a responsabilidade do fornecimento do serviço para não deixar o cliente esperando tempo demais, pois, qualquer sistema em que existe variação no tempo de atendimento e na chegada de clientes, ocorre a formação de filas. Visto que um dos critérios para a satisfação da expectativa do cliente é a formação de filas e o tempo em que se dispõe no sistema, as organizações devem se atentar à mitigação destas ocorrências de maneira assertiva.

Entendendo o aspecto de eliminação de gargalos a não permitir que o sistema forme filas e os clientes saiam mais satisfeitos, Oliveira et al. (2018) afirma que é necessário um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável economicamente para o provedor do serviço.

Gestão da Capacidade Física

A gestão da capacidade em um sistema prestador de serviços é um dos principais desafios gerenciais no mercado atual para as empresas, pois a flutuação de demanda exige visão estratégica e planejamento estruturado para que o processo flua assertivamente atendendo às expectativas. Basicamente, deve-se entender que o planejamento e controle da capacidade têm como objetivo determinar a capacidade efetiva capaz de atender a demanda (WILKER, 2011).

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) afirmam que prover a capacidade produtiva para satisfazer à demanda atual e futura é uma responsabilidade fundamental da administração de produção. Segundo Menezes (2010), o planejamento e a gestão da capacidade produtiva implicam em definições e decisões de âmbito estratégico assim como outros elementos importantes da organização, com acompanhamento e controles necessários para que se obtenha uma visão organizada de toda a estrutura de fluxo além de ser possível a mensuração de resultados para o levantamento de análises e melhorias.

Entende-se que o planejamento da capacidade, deve ser flexível o suficiente para reagir de forma coerente às flutuações da demanda. Na prática, isso significa introduzir ou suprimir incrementos na capacidade física e que as decisões de capacidade devem ser tomadas de forma ampla e generalizada (WILKER, 2011)

Simulação de Sistemas e Software Arena

Segundo Oliveira et al. (2018), a simulação em serviços vem sendo utilizada para resolver problemas relacionados, principalmente, à gestão da capacidade. De modo geral, como afirma Prado (2019), “tudo que pode ser descrito, pode ser simulado”.

Segundo Sakurada e Miyake (2009), apud Oliveira et al. (2018), a simulação é uma técnica útil para avaliar o nível de serviço prestado, verificar a eficiência na utilização de recursos e prever o comportamento das filas conforme a variação da demanda. Tem-se a certeza, portanto, de que a simulação de sistemas trouxe ao mercado a necessidade do desenvolvimento tecnológico dentro dos métodos para que pudessem melhor desenvolver análises mais assertivas e com menos riscos aos

fluxos no processo, tarefa ou atividade.

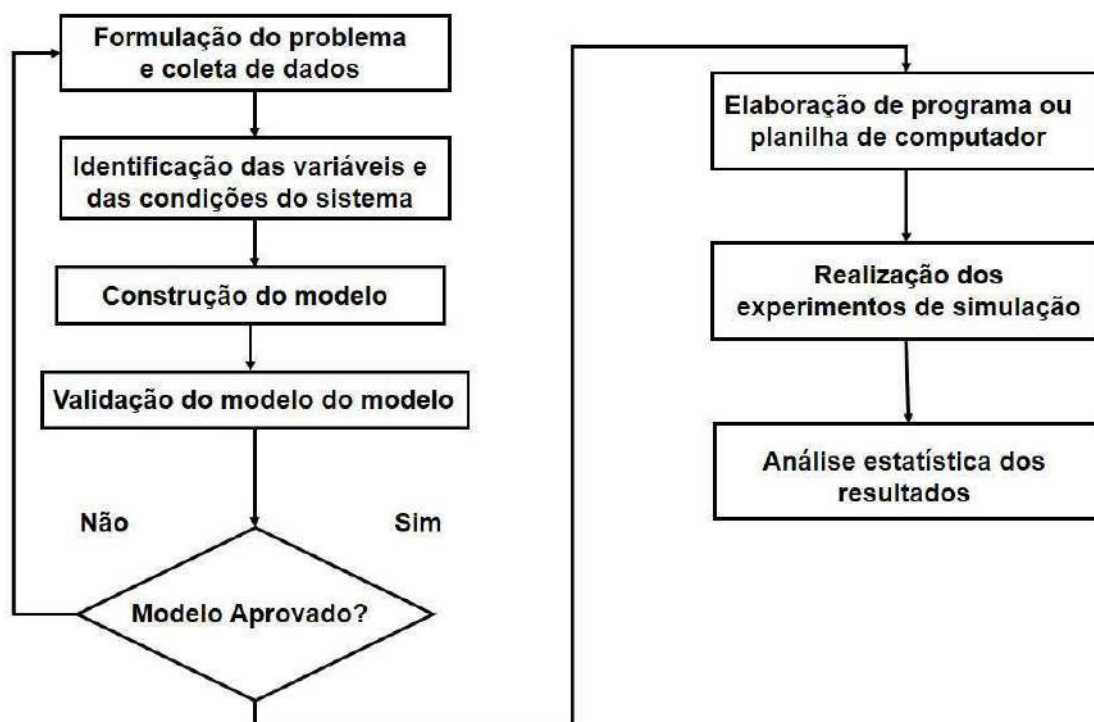
Lançado pela *Systems Modeling Company* em 1993, o Arena é um dos softwares de simulação mais utilizados no mundo. Possui um conjunto de blocos (ou módulos) que são utilizados para se descrever uma aplicação real (PRADO, 2019). Segundo Kelton et al. (2010) apud Pereira e Costa (2012) traz que, além de possibilitar o desenvolvimento de diversos modelos (lógica) e cenários (animação) de produção, envolvendo chegada de matéria-prima, quantidade de funcionários, tempos de processo, gargalos e mix de produto, este software também contém um conjunto de aplicações embutidas (*Input Analyser*, *Output Analyse* e *Opt Quest*) que auxiliam na análise estatística dos dados de entrada e de saída do modelo, além da identificação de um resultado "ótimo".

Através da análise dinâmica, e da interação entre os elementos do sistema, é possível determinar gargalos, melhores condições de operação, visualizar tamanhos de filas, ocupação de recursos e verificar qual é o comportamento do sistema (SILVA, PINTO e SUBRAMANIAN, 2007 apud (OLIVEIRA et al., 2018).

MÉTODOS E PROCESSOS

Para a modelagem do tempo de atendimento da microempresa de serviços gráficos, utilizou-se *software* ARENA® versão 14.0, ferramenta esta, empregada na criação das simulações e análises dos resultados. Foram feitas 4 replicações e o critério utilizado para parada foi o tempo de 4 dias. O fluxograma mostrado na Figura 1 apresenta as etapas metodológicas do estudo.

Figura 1- Etapas metodológicas do estudo



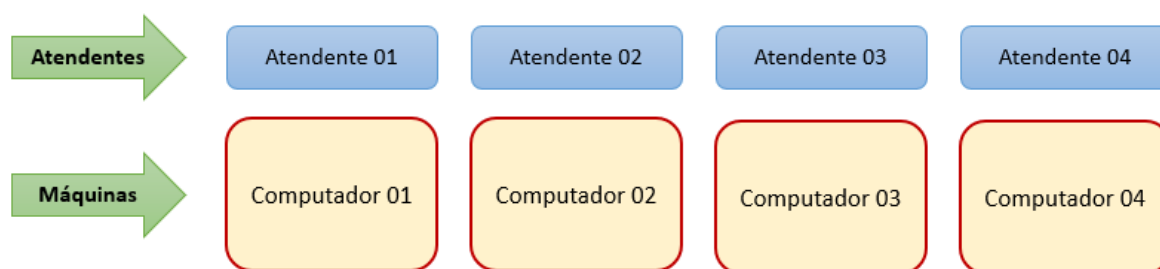
Fonte: Próprios autores (2020)

Objeto de estudo

Este estudo foi desenvolvido em uma empresa de serviços gráficos, que será identificada por “Empresa Beta”, situada na cidade de Conselheiro Lafaiete, MG. Pela tradição e qualidade, a microempresa cresceu ao longo dos anos e tornou-se referência. Devido a notoriedade, sua demanda aumentou e isso fez com que os gestores tomassem a decisão de expandir o empreendimento, aumentando sua capacidade física, afim de ofertar melhor atendimento aos seus clientes, com isso, expandiu seu portfólio de serviços.

Atualmente possui um quadro de efetivos composto por dois gerentes proprietários, um auxiliar de escritório, um *designer* gráfico, dois operadores de caixa e cinco atendentes, totalizando onze funcionários. A Figura 2 demonstra a estrutura da prestação de serviços, a bancada de trabalho é formada por quatro computadores direcionados às demandas de impressões (documentos via *pen drive*, *e-mail*, e transferência de arquivos pelo aplicativo *Whatsapp*), retirada de boletos direto do site competente, montagem de currículos (customizado de acordo com a necessidade do cliente), efetuação de agendamentos na Receita Federal, INSS, etc. (dependendo do tipo de serviço previamente aprovado pelos órgãos) além de serviços *online* no geral.

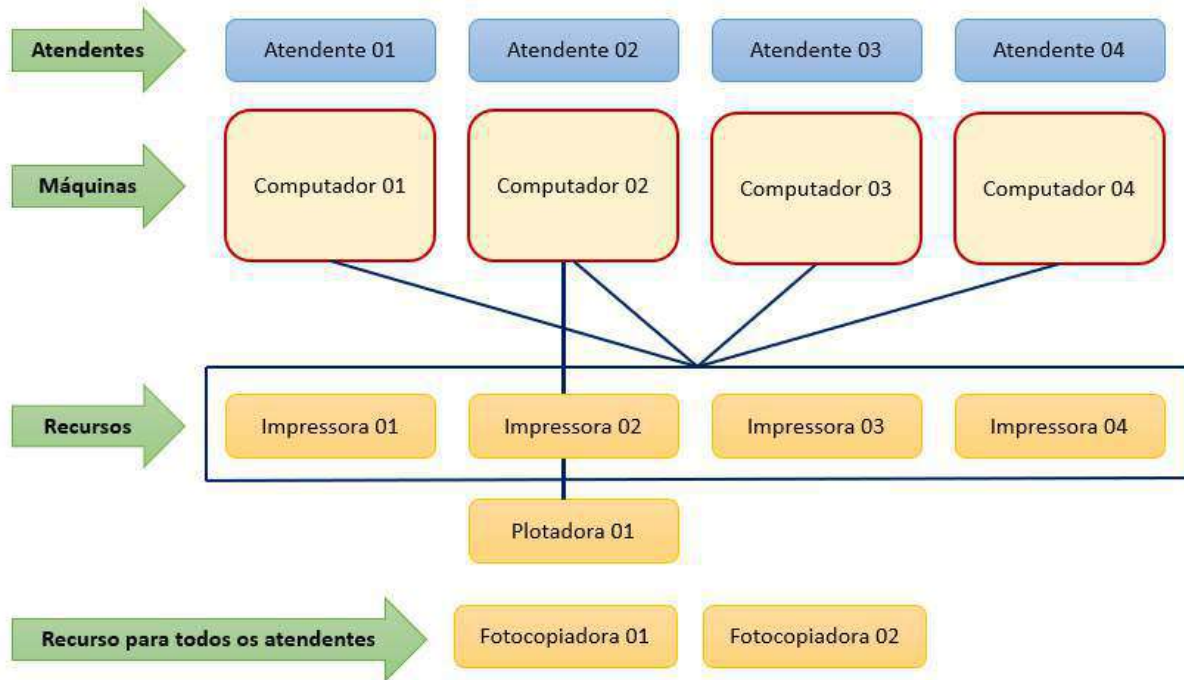
Figura 2 – Estrutura do posto de trabalho



Fonte: Próprios autores (2020)

Para que os atendimentos sejam ofertados com eficácia, os atendentes contam com recursos auxiliares aos computadores, que podem ocasionar atrasos ou falhas ao processo quando sua funcionalidade, por algum motivo, é afetada ou não está de acordo com o necessário. São eles: quatro impressoras, uma plotadora e duas fotocopiadoras, como demonstra a Figura 3. Observa-se através da estrutura, que todas as impressoras são conectadas a todos os computadores prestadores de serviço, com isso, oferta maior agilidade para o desenvolvimento das tarefas. As Fotocopiadoras, porém, são duas para o uso dos quatro Atendentes, o que pode causar atrasos no atendimento. Porém, a Plotadora 01 é conectada somente ao Computador 02, gerando gargalo no processo de plotagem.

Figura 3 – Recursos do posto de trabalho



Fonte: Próprios autores (2020)

Coleta de Dados

A quantidade de clientes que chegam para serem atendidos, o tempo de espera na fila e o tempo de atendimento para a prestação de serviços gráficos são os principais indicadores para avaliar se a capacidade física da empresa em análise, é suficiente e oferta menor tempo de espera aos clientes e conseqüente satisfação. A coleta de dados se deu em três etapas, na primeira etapa ocorreu a observação da prestação de serviços, posteriormente, a segunda etapa se deu através de uma entrevista semiestruturada com uma das atendentes, afim de entender o processo de atendimento ao cliente pela ótica de uma das funcionárias que atuam no recorte em análise, esta entrevista ocorreu no mês de maio de 2020. A terceira etapa, utilizou um cronômetro para os tempos dos processos: chegada dos clientes, tempo do cliente aguardando na fila e duração de atendimento. A coleta de dados foi randomizada, em 12 dias não consecutivos, entre o período de 21/09/2020 a 23/10/2020, durante 4 horas por dia, sendo alguns dias, durante o período matutino e em outros dias, no período vespertino, ocorreu a mensuração do sábado por ser um dia atípico, com o objetivo de tornar a simulação o mais próximo do real possível. Os registros dos dados coletados são apresentados na Tabela 1 onde cada processo foi representado por uma letra do alfabeto.

Tabela 1 – Coleta de dados da chegada, atendimento e saída dos clientes

Cliente	Processo	Chegada	Atendimento	Saída
1	A	12:45	12:51	13:10
2	B	12:50	12:56	13:05
3	B	13:04	13:06	13:08
4	B	13:05	13:08	13:10
5	E	13:12	13:14	13:15
6	C	13:14	13:15	13:16
7	B	13:17	13:17	13:19
8	A	13:18	13:19	13:21
9	E	13:22	13:22	13:23
10	A	13:24	13:24	13:35
Legenda dos Processos				
A	Boleto/Internet			
B	Impressão (Whatsapp, e-mail, etc)			
C	Xerox			
D	Currículo			
E	Informação			

Fonte: Próprios autores (2020)

A partir das informações sobre o tempo de espera e atendimento dos clientes da microempresa, utilizou-se a ferramenta *Input Analyser*, disponível no software *Arena*® para encontrar a distribuição estatística que melhor se adequava aos tempos das tarefas realizadas no empreendimento. As curvas ajustadas com menor erro quadrado (soma do quadrado da diferença das observações esperadas da distribuição ajustada em relação a curva empírica) foram obtidas no software e estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuições obtidas no Input Analyser

Atividade	Curva Ajustada (min)	Erro quadrado
Chegada dos clientes	TRIA(-18.5,2,5.5)	0.030275
Fila Impressao Whatsapp email e etc	-0.5 + LOGN(1.5, 1.46)	0.002790
Fila para xerox	-0.5 + EXPO(3)	0.022186
Fila para atendimento curriculo	-0.5 + LOGN(2.89, 3.92)	0.052543
Fila para informacao	-0.5 + 6 * BETA(0.338, 0.642)	0.036959

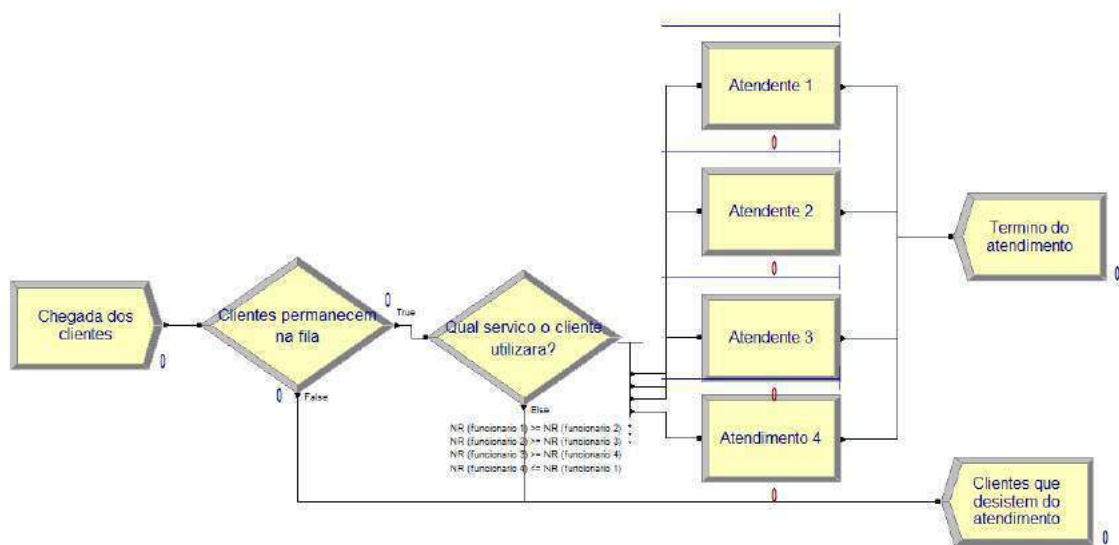
Fonte: Próprios autores (2020)

Criação do modelo

A Figura 4 apresenta o modelo computacional construído no software *Arena*® com o intuito de simular a prestação de serviços gráficos. Inicialmente, há o módulo *Create* no início do processo onde é apontada a chegada dos clientes no estabelecimento. Logo após, estes clientes enfrentam uma fila única onde pode acontecer, em que há um alguns casos, a desistência de algum cliente enquanto está aguardando a prestação de serviço na fila representado pelo módulo *Decide*; entende-se que este

aspecto também é passível de entendimento e análise para que possa ser diminuída a porcentagem onde verifica-se que tem significância média em torno de 5% dos clientes. Os clientes que permaneceram entram então na fila para o atendimento do serviço que desejam, representado por um módulo *Decide* no modelo. Para cada um destes serviços oferecidos há uma variação de tempo de atendimento devido às peculiaridades da demanda e cenário do posto de trabalho, como por exemplo: falhas na rede, não disponibilidade de atendentes em todos os postos de trabalho, manutenção preventiva ou corretiva de alguma máquina (computador para atendimento) ou recurso (impressoras, plotadoras, máquina de xerox, etc.); fatores estes que podem interferir nos tempos de fila representados por módulos *Process*. Assim que finalizado o serviço solicitado, o cliente deixa o posto de atendimento do processo analisado e sai do sistema que é representado pelo módulo *Dispose*.

Figura 4 – Modelo construído no software Arena



Fonte: Próprios autores (2020)

Na realidade do processo simulado há somente uma fila única que se detalha em 04 (quatro) postos de trabalho onde ficam os funcionários responsáveis pelo atendimento. Contudo, a forma com que melhor retratou a realidade do tempo de espera na fila e o atendimento dos clientes em cada um dos serviços oferecidos foi exatamente como consta na Figura pontuada logo acima. Desta forma, foi possível analisar com maior precisão os detalhes dos gargalos encontrados no processo, possibilitando assim uma melhor e mais embasada proposta de melhoria para o processo em estudo.

Validação do modelo

Após a execução do modelo computacional, que busca retratar o cenário atual dos atendimentos de forma real, foram comparados os resultados da simulação com os dados obtidos pela coleta. Verifica-se o resultado da amostra na Tabela 2:

Tabela 2 – Total de clientes nos dias de coleta da amostra

Dia	Amostra (clientes)
1	179
2	177
3	176
4	180
Média diária:	178

Fonte: Próprios autores (2020)

Para obter uma projeção assertiva do total de clientes na amostra, realizou o cálculo com a média diária encontrada na coleta de dados apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo para total de clientes nos 04 dias

Média diária	Para 4 dias	Total de clientes
178	= 178 * 4	712

Fonte: Próprias autoras (2020)

Com base no cálculo da média de clientes para os quatro dias da amostra coletada e dos dados gerados como resultado do modelo de simulação, pode-se verificar a aderência do modelo com a realidade. Na Tabela 4, demonstra a correlação dos resultados entre o total de clientes da amostra e do modelo além da margem de desvio entre eles. Observa-se, o valor do desvio dos resultados é baixo, indicando fidelidade satisfatória entre o modelo simulado e o processo real onde os dados foram extraídos detalhadamente.

Tabela 4 - Dados da amostra e do modelo simulado

Aderência entre resultados em 04 dias

Clientes na amostra	Clientes no modelo	Desvio em
712	750	5,1%

Fonte: Próprios autores (2020)

ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as considerações acima, em suma, verificou-se que todas as informações coletadas ao longo do estudo foram posteriormente agrupadas e sintetizadas, de forma a viabilizar as análises do caso; os dados apresentaram-se confiáveis para estudo e proposta de melhorias. As seções e figuras relacionados a seguir apresentam o resumo dos resultados após as etapas de síntese.

Análise de resultados do modelo Arena

Após análise dos resultados do cenário modelado, pode-se concluir que o tempo médio de fila para

entrada nos processos está alto, visto que a variação se encontra entre 5 e 25 minutos, como observado na Figura 5.

Figura 5 – Tempo médio de fila

cliente				
Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Total Time	5.3554	(Correlated)	0.00	25.8979
Wait Time	5.2923	(Correlated)	0.00	25.8295
VA Time	0.06311709	0,004846943	0.00	0.6473
Transfer Time	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Other Time	0.00	0,000000000	0.00	0.00
NVA Time	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Other		Value		
Number In	2,975			
Number Out	750			
WIP	1,089.88	(Correlated)	0.00	2,227.00

Fonte: Próprios autores (2020)

Entende-se que, a discrepância entre o tempo de um serviço mais rápido e o alto tempo na fila de atendimento pode ser uma das razões das desistências dos clientes, além de significar uma má gestão da capacidade dos recursos de atendimento. Logo abaixo na Figura 6, percebe-se os índices de filas em cada um dos serviços prestados, além da notoriedade dos maiores tempos de espera encontrados pelo modelo simulado são para a impressão via *Whatsapp*, *e-mail* e etc. e para o serviço de xerox.

Figura 6 – Tempo de fila nos serviços prestados

Queue Detail Summary	
Time	
	<u>Waiting Time</u>
Atendimento informacao.Queue	0.00
Impressao whatsapp email e etc.Queue	11.94
Servico impressao de boleto e internet.Queue	11.87
Other	
	<u>Number Waiting</u>
Atendimento informacao.Queue	0.02
Atendimento para curriculo.Queue	34.56
Impressao whatsapp email e etc.Queue	560.10
Servico impressao de boleto e internet.Queue	165.40
xerox.Queue	326.38

Fonte: Próprios autores (2020)

Se há geração de fila no processo, há alguma ineficiência no processo que deve ser analisada e melhorada. Como pode ser verificado na Figura 7, gera-se um elevado tempo de espera nos serviços de atendimento para obter informações, impressão via *whatsapp* e *e-mail*, serviço de impressão de boletos e documentos advindos da internet.

Figura 7 – Aptidão dos recursos

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendimento informacao.Queue	0.00451634	(Insufficient)	0.00	0.1023
Impressao whatsapp email e etc.Queue	11.9399	(Insufficient)	0.00	25.8295
Servico impressao de boleto e internet.Queue	11.8680	(Insufficient)	0.9618	25.8576
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendimento informacao.Queue	0.02088806	(Insufficient)	0.00	2.0000
Atendimento para curriculo.Queue	34.5587	(Insufficient)	0.00	70.0000
Impressao whatsapp email e etc.Queue	560.10	(Correlated)	0.00	1155.00
Servico impressao de boleto e internet.Queue	165.40	(Correlated)	0.00	342.00
xerox.Queue	326.38	(Correlated)	0.00	658.00

Fonte: Próprios autores (2020)

Desta forma, entende-se, portanto, que o índice de utilização dos recursos está alto, como observado na Figura 8 os recursos como: computador, a impressora, o funcionário 2 e o funcionário 4.

Figura 8 – Utilização dos recursos

Resource Detail Summary

Usage	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Computador	1,00	1,00	1,00	335,00	1,00
fotocopiadora	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
funcionario	0,19	0,19	1,00	76,00	0,19
funcionario 2	0,81	0,81	1,00	259,00	0,81
funcionario 3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
funcionario 4	0,16	0,16	1,00	148,00	0,16
impressora	1,00	1,00	1,00	335,00	1,00

Fonte: Próprios autores (2020)

Em consequência das informações apresentadas, comprova a percepção da necessidade da análise da maneira como ocorre a gestão da capacidade dos recursos disponíveis ao atendimento, tanto os recursos humanos (funcionários) quanto os recursos (máquinas), para que assim, o sistema consiga ofertar um atendimento com maior qualidade, menores gargalos e tempo de espera na fila.

Proposta de melhorias

Em análise aos resultados obtidos, observa-se que os gargalos se encontram na formação das filas e no tempo da prestação do serviço requerido. Pode-se o processo, desta forma, ser analisado e melhorado baseando-se na gestão da capacidade física. Desta forma, é possível atuar com mudanças que tragam maior rendimento ao fluxo dos serviços, redução do tempo das filas e maior produtividade

dentro do processo.

Após a análise dos relatórios obtidos através do *software* Arena®, verificou-se a discrepância dos tempos de execução entre os serviços oferecidos ao cliente e significativo tempo de fila gerado dentro do processo.

Em análise dos dados coletados da amostra e após validação do modelo computacional, constatou uma significativa desistência dos clientes na fila de espera para atendimento, duas foram as possíveis causas apontadas: o cliente está com pressa e precisa de um atendimento rápido e, por conta do tempo da fila, decide por não esperar para ser atendido. O índice de desistência, compreende a 5% do total de clientes que entram no emprendimento ao dia. Assim, propõe que haja um guichê rápido à disposição de serviços que demandam tempo médio de 2 a 4 minutos. Limitando-o para atendimento de informação ao cliente (menor tempo de serviço no sistema) e o atendimento ao serviço de currículos (segundo menor tempo de espera na fila), para assim, unir os dois serviços que demandam tempo em um único posto de atendimento, reduzindo o tempo de espera desses clientes na fila.

Ao observar o relatório do modelo simulado, identificou que o serviço de *xerox* compreende ao segundo maior tempo de espera na fila, além dos recursos serem insuficientes ao atendimento da demanda. Desta forma, em análise a disposição de *layout* do estabelecimento, sugere a prestação deste serviço, no balcão ao lado, desmembrando-o dos demais atendimentos. Assim, a fila para este atendimento será menor em decorrência do cliente não adentrar na fila única.

Em análise, identificou que o serviço de impressões via *Whatsapp*, *pen drive*, *e-mail*, etc. é o que demanda maior tempo de fila e também de tempo de atendimento. Propõe que esta demanda seja dividida em dois postos de trabalho com atendimento exclusivo a este tipo de serviço, como no modelo simulado. Desta forma, o processo não ficará sobrecarregado e o tempo de espera na fila não será tão alto; a divisão da fila em duas, deixará o atendimento mais fluido e rápido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo, foi simular o cenário real da prestação de serviços gráficos com o objetivo que o funcionamento fosse observado de maneira detalhada, afim de revelar os gargalos e sobrecargas do sistema para proposição de melhorias. O *software* Arena®, possibilitou as análises estatísticas de dados, além dos resultados com detalhamentos, sem necessidade de interferências nas atividades desenvolvidas no estabelecimento.

A partir dos resultados encontrados, é justificável a importância do estudo realizado principalmente para ofertar à gerência a visão dos problemas existentes na gestão da capacidade, para que assim, com ações simples de alteração do *layout* e gestão dos recursos a empresa em estudo obtenha melhoria em seu atendimento. As propostas apontadas visam a solução dos gargalos e, conseqüentemente, a redução do tempo das filas: a junção do serviço de informação ao cliente e currículo, para que assim se obtenha um guichê rápido, onde a fila será menor e o tempo de atendimento também será reduzido; alteração no *layout* do serviço de *xerox* da bancada em que se encontra, para a bancada de trabalho ao lado, em que haverá maior autonomia para seu desenvolvimento. Devido à intensa geração de fila no serviço de impressões, sugere a alteração da disposição de um posto de atendimento e aumento da capacidade para dois, para que se obtenha

maior fluidez e redução da geração de filas.

É importante lembrar que o objetivo da simulação não é oferecer a solução ótima para um determinado problema, mas sim, delinear informações que auxiliem a tomada de decisão ideal perante o cenário avaliado. A par disso, o presente estudo apresentou laudo potencial de análise decorrente do processo de levantamento de dados e simulação do sistema de atendimento.

REFERÊNCIAS

- BOTASSOLI, Guilherme Tonini; ALBERTI, Rafael Alvise; João Carlos. Simulação Computacional para otimização de filas em processos. Revista GEINTEC, São Cristóvão, v.5, n.2, p. 2121-2135, 2015.
- FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. Administração de Serviços: Operações, estratégia e tecnologia da informação. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- GAVIRA, Muriel de Oliveira. Simulação Computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento. 2003. 163 f. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- GUERRINI, Fábio Muller; BELHOT, Renato Vairo; JÚNIOR, Walther Azzolini.. Planejamento e Controle da Produção: Projeto e operação de sistemas. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 264 p.
- MENEZES, Liziane. Gerenciamento de capacidade e demanda em operações de serviços: Um estudo exploratório em uma central de atendimento ao cliente. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 30., 2010, São Carlos. Anais, São Carlos: ENEGEP, 2010. p.1-12.
- OLIVEIRA, K.A.; SILVA, S.K.R.; FERRARI, V.S.; MATOS, C.; SOLTOVSKI, R. Simulação do atendimento em uma loja de telefonia móvel utilizando o Software Arena. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 8. 2018. Ponta Grossa. Anais. Paraná: ConBRepro, 2018. p. 1 – 9.
- PEREIRA, Carla Roberta; COSTA, Miguel Antonio Bueno da. Um modelo de simulação de sistemas aplicado à programação da produção de um frigorífico de peixe. Revista Produção Online, Florianópolis, v.12, n.4, p 972-1001, 2012
- PEREIRA, Nathália Erasmi de Souza; MEZA, Edwin Benito Mitacc; TAMMELA, Yara. Modelagem e Simulação dos Processos de Atendimento ao Público num Órgão Público Municipal Visando a Melhoria do Serviço: Um Estudo de Caso na Prefeitura Municipal de Macaé. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2013, Macaé. Anais, Macaé: SEGeT, 2013. p.1-16.
- PINTO, Ana Carolina P.; SILVA, Carolina Ribeiro da; COSTA, Érica Guimarães; LEMOS, Washington de Macedo. A otimização da fila de uma agência do Banco do Brasil utilizando o software arena. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2013, Macaé. Anais, Macaé: SEGeT, 2018. p.1-16.
- PRADO, Darci Santos do. Usando o ARENA em simulação. 6 ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2019. 388 p.
- SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção, 8ª edição. Grupo GEN, 2018.
- WILKER, Bráulio. Gerenciamento da Capacidade de Produção. 2011. Disponível em: <https://www.bwsconsultoria.com/2011/04/gerenciamento-da-capacidade-de-producao.html>. Acesso em: 11 set. 2020

Alfredo Iarozinski Neto

Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná (1986). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989). Doutor em Engenharia Universidade Paul Cézanne (Aix-Marseille III) - França (1996). Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área gestão da construção e sustentabilidade. Atualmente é professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Alice Vasconcelos Nobre

Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade do Estado do Pará e atualmente Diretora de Projetos da Empresa Junior Exímio Solutions Jr, conferido como trabalho voluntário. Bolsista PIBIC/UEPA ano 2020/2021.

Alysson dos Santos Bomfim

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Ana Beatriz de Almeida Machado

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2020).

Ana Carolina Rodrigues da Rocha Souza

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Presidente Antônio Carlos (2011), Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica - MG (2016), Mestre em Engenharia das Construções pela Universidade Federal de Ouro Preto. Já lecionou como professora no Projeto Rede na oferta de cursos técnicos nas áreas de Logística e Administração. Tem experiência na área de manutenção das linhas férreas, com ênfase em Gestão da Produção, atuando principalmente nas seguintes áreas: Gestão da Produção, Logística, Gestão da Cadeia de Suprimentos, Sistemas de Informação e Tecnologia da Informação. Atualmente é professora nos cursos superiores de Engenharia de Produção e Administração na UNIPAC Lafaiete. Principais áreas de pesquisa e atuação são: Otimização de processos, Pesquisa Operacional, Planejamento e Controle da Produção, Simulação, Logística, Administração da Produção, Lean manufacturing, Análise e Interpretação de dados.

Ana Caroline Schneider

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade de Caxias do Sul (UCS) com previsão de conclusão de curso para 2024. Trabalha atualmente em uma empresa do ramo moveleiro no setor de desenvolvimento de produtos, cuja área trata-se de sua principal linha de pesquisa e interesse no momento.

Ana Cristina Gonçalves Castro Silva

Docente do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Doutora em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Engenheira de Produção Mecânica pela Faculdades Integradas Ipitanga (Unibahia) em parceria com o SENAI. Principais áreas de atuação: Gestão da Produção e Operações, Gestão de Serviços, Gestão da Qualidade e Produtividade e Engenharia de Manutenção.

Ana Maria Magalhães Correia

Professora adjunta da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Campus IV - Litoral Norte. Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Doutora em Administração pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR (2016). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2010). Graduada em Administração pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPA (2005).

André Cristiano Silva Melo

Professor Titular da área de Suprimentos e Coordenador dos Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu do CCNT/UEPA. Engenheiro Mecânico pela UFPA, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ. Atualmente professor de disciplinas da área de logística em cursos de graduação e pós-graduação da UEPA. Pesquisa nas seguintes áreas: Simulação de processos, Logística direta, Logística reversa e Supply Chain Management.

Antonio Henrique Duarte

Bacharel em Administração de Empresas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Atualmente está cursando o mestrado em Engenharia Mecatrônica na Universidade de Brasília (UNB). Possui as seguintes certificações internacionais: Certificação Project Management Professional (PMP), PRINCE2® Foundation e practitioner Certificate in Project Management, PRINCE2 Agile Foundation Certificate in Agile Project Management method, MSP® Foundation e Practitioner Certificate in Programme Management, MoP® Foundation Certificate in Portfolio Management, Agile Scrum Foundation Certificate (ASF) e M_o_R (Gerenciamento de Riscos).

Beatrice Lorenz Fontolan

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2021). Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente cursa Licenciatura em Matemática pela UniCesumar. Sua principal linha de pesquisa é voltada para a área da sustentabilidade no ambiente construído.

Bruno Quirino de Oliveira

Graduado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2011), mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2015) e doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal de Goiás (2020). Atualmente é professor na Pontifícia Universidade Católica de Goiás e na Faculdade de Tecnologia Senai. Têm experiência nas áreas de Engenharia Elétrica/Mecatrônica e Engenharia de Produção, com ênfase em instalações elétricas, automação, sistemas de telecomunicações e pesquisa operacional.

Camila de Lélis Barbosa Fagundes

Camila de Lélis Barbosa Fagundes, 27 anos, graduada no curso de Engenharia de Produção pela Universidade Presidente Antônio Carlos em dezembro de 2020 na cidade de Conselheiro Lafaiete-MG. Atuou em uma empresa siderúrgica por dois anos (2018-2020) através de estágio, desenvolvendo projetos de melhoria visando o aumento da produtividade, qualidade e performance da linha de produção. Possui experiência em atividades relacionadas à medição de serviços e SLA (Acordo de Nível de Serviço) de empresa prestadora de serviços de manutenção ferroviária.

Cezar Augusto Romano

Natural de Curitiba-PR, graduado em Engenharia Civil pela UFPR, com mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC. É Professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC). É Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Ambiental Urbana (PPGSAU) e do Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP), atuando nas áreas de estratégia, planejamento, gestão com foco em produtividade

organizacional.

Denilson Ricardo de Lucena Nunes

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia (1999) e mestrado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2002) e doutorado em Engenharia de Produção (2014) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. É professor adjunto I da Universidade do Estado do Pará (UEPA) no curso de Engenharia de Produção. Na Engenharia de Produção atua principalmente nas seguintes áreas: planejamento e modelagem de estoques, logística, modelagem matemática e logística reversa.

Dércio Santiago da Silva Júnior

Engenheiro Mecânico pela Universidade Gama Filho (1989) e Advogado pela Faculdade Moraes Junior-Mackenzie Rio (2009), Mestre em Administração pelo COPPEAD/UFRJ (1996) e Doutor em Saúde Coletiva (ênfase em gestão de saúde) pelo Instituto de Medicina Social IMS/UERJ (2003). Atualmente coordena o DATALAB UERJ e é Professor Associado e Chefe de Departamento no Departamento de Engenharia Industrial (DEIN) da Faculdade de Engenharia (FEN) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Consultor Ad-Hoc.

Eduarda Viesser Valente

Natural de Curitiba-PR, graduado em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atua como gestora técnica de incorporação em Curitiba-PR.

Edullis Garcia Rodrigues

Possui graduação em Engenharia de produção pela Universidade do Estado do Pará (2019), atuante há 2 anos na área de logística e distribuição nas seguintes áreas: Controle de Estoque (Armazenagem), Roteirização e suporte de rotas (Transporte).

Epaminondas Luiz Ferreira Júnior

Graduado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (199). Mestre em Engenharia de Materiais de Construção e Construção Civil pela UNICAMP (2003). Atualmente é professor em tempo integral da PUC Goiás e atua na área de gerenciamento e planejamento de obras e no estudo e desenvolvimento de novos materiais para construção civil.

Estevão Luiz Romão

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Viçosa, em 2017. Mestrado (2019) e doutorado (em andamento) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá. Seus interesses de pesquisa incluem otimização não linear, machine learning, previsão de séries temporais e estatística multivariada.

Filipe Wiltgen

Escritor, Pesquisador e Engenheiro Eletricista (1994) pela Universidade de Taubaté (UNITAU). Mestre (1998) e Doutor (2003) em Dispositivos e Sistemas Eletrônicos, na área de Fusão Termonuclear Controlada, pelo Instituto de Tecnologia de Aeronáutica (ITA). Desde 2017 é professor no Programa de Mestrado em Engenharia, e Coordenador no Curso Especialização em Energia Solar Fotovoltaica na Universidade de Taubaté (UNITAU), e também, Professor na Faculdade de Tecnologia (FATEC Bauru), desde 2021 no Curso de Automação Industrial no Centro Paula Souza no Estado de São Paulo.

Francisco Uchoa Passos

Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (1971). Mestre em Administração pela

Universidade de São Paulo – USP (1996). Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo – USP (2001). Ensino e pesquisa na área de Gestão da Produção e Gestão da Tecnologia. Atualmente é professor associado do Centro Universitário SENAI CIMATEC (Salvador-BA).

Helen Silva Gonçalves

Professora associada da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Campus I. Doutorado (2009) e Mestrado (2006) em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Graduação em Administração pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2003). Sua principal linha de pesquisa é voltada para previsão de vendas e gestão de estoques, com foco em pequenas e médias empresas; gestão da inovação e gestão de serviços.

Hevellyn Cristine dos Anjos Silva

Nível Técnico em Informática pelo programa PRONATEC na Escola Estadual “Monsenhor Horta” (2016), Graduação em Engenharia de Produção pela Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC (2021). Desenvolvimento na área de Pessoas, comportamental e organizacional, experiência no segmento Bancário e área de Logística com atuação direcionada ao Planejamento Logístico: análise de dados e dinâmica na elaboração de relatórios, busca de melhoria contínua, gestão e tratativa de processos.

Ivair Alves dos Santos

Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade de Taubaté (2007). Mestrado Profissionalizante na Universidade de Taubaté, 2015. Doutorando na Universidade Estadual Paulista - Unesp - Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá. Coordenador do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté. Professor Voluntário na escola da Família. (Jacques Félix).

Jéssica Lorena de Lima Seabra

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (2020). Graduação em Bacharelado em Ciências Contábeis pela Universidade Estácio de Castanhal (2021). Pós-graduanda em Contabilidade Tributária pela Universidade Estácio de Castanhal.

Laylla Silva Ramalho de Brito

Bacharel em Física pela Universidade Federal de Goiás (2009) e Engenheira de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2020), Mestre em Física Pura e Aplicada pela Universidade Federal de Goiás (2012) e Doutoranda em Saúde Coletiva (ênfase em política, planejamento e administração em saúde) pelo Instituto de Medicina Social IMS/UERJ. Atualmente é pesquisadora do DATALAB UERJ.

Leandro Luis Corso

Possui Pós-doutorado na Monash University/AUSTRÁLIA e pós-doutorado na Naval Postgraduate School/EUA em Otimização Global. Pesquisador/professor de áreas de Otimização em graduação e pós-graduação da UCS e gerente de pesquisa no Instituto Hercílio Randon (IHR). Possui experiência nas áreas de Otimização, Modelagem Matemática, Inteligência Artificial, Pesquisa Operacional, matemática aplicada e computacional.

Marcelo Lopes

Graduação Em Engenharia Mecânica pela Universidade Paulista (2006), MBA - Gestão de Engenharia de Produto (PECE) pela USP- Universidade de São Paulo (2009). Mestrando em Engenharia Mecânica pela UNITAU (2022). Linha de pesquisa é voltada para a área de Desenvolvimento de Segurança Veicular e Manufatura Aditiva. Atualmente é responsável pelo departamento de Desenvolvimento de Produto na empresa Chris Cintos de Segurança.

Marco Antônio Sartori

Graduação em Engenharia de Alimentos, especialização em Gestão da Produção, mestrado e doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, com ênfase em projetos e instalações industriais. Atualmente exerce o cargo de professor associado na Universidade Federal de Viçosa.

Marcos Araújo de Araújo

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Técnico Têxtil pelo SENAI CETIQT (Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil). Atualmente atua como Auxiliar de PCP na Companhia Têxtil de Castanhal (CTC).

Marcos Aurelio Alves

Graduação em Matemática pela UNISA (2006) e graduação em ENGENHARIA MECÂNICA pela UNIP (2012). Mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté (Término 2022). Atualmente é Engenheiro de Desenvolvimento de Produto na empresa CHRIS Cintos de segurança Ltda. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.

Marcos Lajovic Carneiro

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2007). Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2009). Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UNB) e Universidade de Bordeaux I (co-tutela) (2013), pós-doutorado realizado na Université de Bretagne Occidentale (Brest- França) em conjunto com o laboratório CEA- Leti em Grenoble (França) (2016). Atualmente é professor adjunto na PUC Goiás e coordenador do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistema.

Marcos Mourthé Starling Pinheiro Lopes

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade de Brasília, participante dos programas TIM Academic Working Capital (2017), Business Case Competition (2015) e (2016), tem experiência no desenvolvimento de hardware e gerenciamento de projetos de hardware, software e sistemas embarcados. Trabalhou ao longo de sua graduação com diversos projetos de prototipagem rápida e desenvolvimento de produtos para produção em larga escala. Cofundador das empresas RoadieBot e Manivela.

Maria Eduarda Nascimento Melo

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Marina Luísa Ehlert Martins

Estudante de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Paraná.

Mateus Araújo de Araújo

Aluno especial do Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais e Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará (UEPA - CCNT). cursando Técnico Têxtil pelo Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (SENAI CETIQT). Possui cursos nas áreas de gestão e produção, como: Logística, Gestão da qualidade, Gestão de almoxarifado, Gestão ágil de projetos, Gestão de pessoas, Administração, Business intelligence, Planejamento estratégico, Planejamento e controle da produção (PCP).

Matheus Sandrey Costa de Matos Lessa

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Michael Richard Barreto

Graduação em Administração pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Miroslava Hamzagic

Arquiteta, especialização em Marketing e Engenharia de Segurança do Trabalho. Doutora em Engenharia de Produção. Pesquisadora na área de Produção Autônoma e Sustentável com Pós-Doutorado em andamento. Professora universitária com atuação nas áreas de graduação, extensão e pós-graduação, das modalidades tradicionais e híbridos. Propriedade Intelectual para os projetos ECO-Kanban e ECO-K, com premiação nacional.

Monique Rigo Zanotto

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade de Caxias do Sul (UCS) com previsão de conclusão de curso para 2023. Sua principal linha de interesse no ramo de atuação é a otimização de processos e melhoria contínua. Atualmente é projetista em uma empresa do ramo agrícola, mais precisamente, máquinas e implementos agrícolas.

Mozara Spencer Guerreiro

Graduada em Pedagogia pela Universidade Federal de Santa Maria, Especialista em Educação Infantil pela Universidade Federal de Mato Grosso, Especialista em Gestão e Tecnologia Industrial pelo Centro Universitário SENAI Cimatec e aluna de mestrado de Gestão de Tecnologia Industrial pelo centro Universitário SENAI Cimatec.

Natália Hancosi Vale

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2020).

Otacílio Acácio de Oliveira

Graduação em Engenharia de Produção Pela Universidade Federal de Viçosa (2020). Atualmente especialista Green Belt e atuando como trainee de logística na maior empresa nacional de materiais de construção, Cassol Centerlar. Sua principal linha de projetos é voltada para banco de dados, gestão da qualidade e gestão por processos.

Rafael Tornelli Martins da Costa

Natural de Belo Horizonte – MG, graduado em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atua como gestor de obras em Curitiba-PR.

Raimara Araújo Lima

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade CEUMA (2020). Especialista em Gestão Logística e Engenharia de Produção pelo Instituto Nacional de Educação e Extensão (2021) e Mestranda em Engenharia de Produção e Sistema pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Rayane Araújo Lima

Graduada em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2019). Atualmente é aluna de mestrado pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás, desenvolvendo algoritmos para otimização de projetos de redes de fibra ótica. Especialista em segurança de redes e cibersegurança. Atua principalmente nos seguintes temas: Designer de redes de telecomunicações (GPON / EPON - FTTx), projetos elétricos, sistemas fotovoltaicos, automação industrial, redes industriais, otimização de sistemas e inteligência artificial.

Rodrigo Rangel Ribeiro Bezerra

Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração - Transporte e Logística, pela Pontifícia Universidade Católica

do Rio de Janeiro - PUC-RIO em 2015. Engenheiro de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA em 2013. Docente na Universidade do Estado do Pará - UEPA. Pesquisador convidado do grupo de pesquisa das Universidades do Estado do Pará - UEPA, Gestão de Sistemas Logísticos e de Sistemas Produtivos para o Desenvolvimento Regional.

Rodrigo Vieira de Souza

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Presidente Antônio Carlos (2010) e graduação em Administração Pública pela Universidade Federal de Ouro Preto (2012). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica - MG (2016) e Especialização em Gestão Pública pela Universidade Federal de São João Del-Rei (2018). Mestrando em Engenharia das Construções pela Universidade Federal de Ouro Preto. Atualmente é professor e coordenador de curso da Faculdade Presidente Antônio Carlos - Unipac Lafaiete, nos cursos de Gestão de Recursos Humanos e Administração e administrador da Fundação Rádio e Tv Lafaiete Educativa e Cultural. Principais áreas de pesquisa e atuação são: Gestão de Projetos, Lean manufacturing, Gestão de Processos, Gestão de Pessoas e Qualidade e eficiência em serviços.

Ruth Margareth Hofmann

Possui graduação em Ciências Econômicas, mestrado e Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é professora do curso de graduação em Engenharia de Produção e do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da UFPR.

Sanderson César Macêdo Barbalho

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1993), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1997) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2006), ambos, mestrado e doutorado, desenvolvidos na área de Engenharia de Produção. Foi profissional em gestão de projetos com certificado PMP (Project Management Professional), pelo Project Management Institute (PMI) entre 2009 e 2018.

Silmara Alexandra da Silva Vicente

Possui graduação em Licenciatura Em Ciências com Habilitação plena em Matemática pelo Centro de Desenvolvimento de Tecnologia e Recursos Humanos (1996), mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (1999) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo – EPUSP (2005). Atualmente é professora da Universidade Presbiteriana Mackenzie e do Centro Universitário da FEI. As atuais linhas de pesquisa na Engenharia são: Melhoria de Processos, Engenharia da Qualidade, Educação em Engenharia e Otimização de Sistemas.

Thainá Ferreira Moreira

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2020). Atualmente é pesquisadora do DATALAB UERJ e analista de planejamento da Radix Engenharia e Software.

Verônica de Menezes Nascimento Nagata

Doutora em Administração pela USP (2020), Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pará (1997). Desenvolve pesquisas e projetos de inovação e desempenho em sustentabilidade, focando nas capacidades dinâmicas organizacionais. Atuais interesses de pesquisa são: capacidades dinâmicas, logística reversa de resíduos sólidos urbanos, circularidade de recursos e inovação. Professora Assistente IV da Universidade do Estado do Pará.

Ying Feifan

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2020).

ORGANIZADOR (A)

Thaise Ribeiro Luz

Editora chefe da Editora Kreatik. Entusiasta da área de tecnologia, computação, design, marketing digital, inovação e empreendedorismo; possui graduação em Marketing pelo Centro Universitário Internacional (2017) e pós graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Cruzeiro do Sul (2020).

