

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FRANCIELI LAZARI BORGES**

**IMPLEMENTAÇÃO DA ENGENHARIA E ANÁLISE DE VALOR EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS E ACESSÓRIOS**

**BENTO GONÇALVES**

**2021**

**FRANCIELI LAZARI BORGES**

**IMPLEMENTAÇÃO DA ENGENHARIA E ANÁLISE DE VALOR EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS E ACESSÓRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

**BENTO GONÇALVES**

**2021**

**FRANCIELI LAZARI BORGES**

**IMPLEMENTAÇÃO DA ENGENHARIA E ANÁLISE DE VALOR EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS E ACESSÓRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Aprovado em 14 de julho de 2022.**

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Gabriel Vidor – orientador  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Mateus Panizzon  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Luís Fernando Moreira  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

## 1. RESUMO

Otimizar processos, aumentar a eficiência, eliminar ou minimizar perdas é o desafio diário das empresas que visam a permanência no mercado do ramo onde atuam. Desta forma, a metodologia de Análise e Engenharia de Valor, auxíla no mapeamento das funções que agregam valor e identificação das perdas nos processos. Assim, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção, possui a finalidade de planejar e executar um plano de trabalho com base na metodologia EAV, visando melhorias no processo de embalagem de uma empresa do ramo metal mecânico. Com base na necessidade, estado atual do objeto de estudo e na literatura, modelou-se um plano de trabalho EAV com seis etapas, as quais estão conectas ao método de pesquisa - ação desenvolvida por Thiollent (1997). Inicialmente tem-se a fase exploratória conectada as etapas de preparação e informação da metodologia EAV, neste contexto, é realizado o diagnóstico do estado atual do objeto de estudo após, realiza-se a proposição dos pontos críticos, estas atividades estão conectadas a fase de planejamento, ou seja, etapa de análise na metodologia EAV, logo após, contemplando as atividades de resolução dos pontos críticos está a fase de ação a qual contempla as etapas de criatividade e desenvolvimento da EAV, por último a fase de avaliação a qual contempla a etapa de implantação da dentro do plano de trabalho EAV, onde são realizadas as ações definidas e as observações necessárias para obtenção de bons resultados. Com a execução das etapas citadas, de forma estruturada e com disciplinada, foi possível observar diversos pontos de melhorias no setor, assim como, definir ações baseadas no correlacionamento das informações qualitativas e quantitativas mapeadas . Por fim, com base nos resultados observados foi possível sugerir estudos futuros envolvendo a metodologia EAV, como por exemplo, estender as observações para os demais setores da empresa, otimizar e estruturar novos indicadores, tornando os dados obtidos coerentes com a realidade do setor.

**Palavras-chave:** Engenharia. Valor. Perdas. Análise.

## 1. LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes básicos da metodologia EAV segundo Csillag (1985) .....	17
Figura 2 - Planos de trabalho da EAV presentes na literatura.....	18
Figura 3 - Etapas de implantação da metodologia EAV .....	20
Figura 4 - Dados relevantes para implementação da fase de informação .....	22
Figura 5 – Perguntas para auxiliar no desenvolvimento da fase de análise .....	22
Figura 6 – Tabela de Funções e Custos utilizada na fase de informação.....	25
Figura 7 - 10 passos para mapear e modelar um processo segundo Campos e Lima (2012) ...	26
Figura 8 - Ferramenta utilizada para o mapeamento de fluxo de processos.....	27
Figura 9 - Tabela utilizada para classificação das funções.....	28
Figura 10 - Ferramenta de priorização: Metodologia Mudge.....	28
Figura 11 - Metodologia FIRE aplicada na seleção das ideias potenciais.....	29
Figura 12 - Ferramenta 5W2H .....	30
Figura 13 - Layout atual do local onde serão executadas as atividades deste trabalho.....	32
Figura 14 - Área de descarga de peças .....	33
Figura 15 - Itens armazenados em caixas de ferro .....	33
Figura 16 – Área de armazenamento das peças que aguardam a operação de embalar .....	34
Figura 17 - Embaladora (1) e embaladora (2) utilizadas no processo Sazi .....	35
Figura 18 – Alguns tipos de embalagem utilizadas no processo.....	35
Figura 19 - Indicadores do setor de embalagem.....	36
Figura 20 - Armazenamento de diversos modelos de peças sobre uma mesa.....	37
Figura 21 - Peças isoladas com material isomanta .....	38
Figura 22 - Modos de Falha relacionados as auditorias internas realizadas no setor de embalagem.....	39
Figura 23 - Peças armazenadas na área destinada aos itens que irão para o beneficiamento externo decapagem .....	39
Figura 24 – Peças sem identificação no setor de embalagem .....	40
Figura 25 – Custos relacionados a não conformidades em clientes .....	41
Figura 26 - Mapeamento das atividades no setor de embalagem .....	45
Figura 27 - Tabela referente aos custos de cada função mapeada.....	46
Figura 28 - Custo total de cada função x representatividade.....	47
Figura 29 - Funções ordenadas conforme representatividade (%) .....	47
Figura 30 - Classificação das funções identificadas no setor de embalagem.....	48

Figura 31 - Metodologia Mudge aplicado nas atividades do setor de embalagem.....	49
Figura 32 - Classificação das funções com base na matriz de priorização Mudge. ....	50
Figura 33 - Índice de valor agregado das funções mapeadas no processo de embalagem. ....	51
Figura 34 - Funções com índice de agregação de valor considerado engenharia e análise de valor crítico para o processo.....	52
Figura 35 - Percentual do custo VS percentual qualitativo de cada função .....	52
Figura 36 - Percentual do custo VS percentual qualitativo de cada função .....	53
Figura 37 - Definição das ações corretivas com base na metodologia 5W2H .....	54

## 2. LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	O que, Onde, Quem, Porque, Quando, Como, Quanto custa
ABEAV	Associação Brasileira de Engenharia e Análise de Valor
CNC	Programação de Controle Numérico por Computador
DFEMEA	Análise dos Efeitos e Modos de Falha em Projeto
DIN	Organização nacional de padronização da Alemanha
EAV	Engenharia e Análise de Valor
FIRE	Função, Investimento, Resultado, Exequibilidade
ISO	Organização Internacional de Normalização
ISO/TS	Organização Internacional de Normalização/ Especificação Técnica
PDCA	Planejar, Fazer, Executar, Checar, Verificar, Mensurar
SAVE	Sociedade Americana de Análise de Valor
SJVE	Sociedade Japonesa de Engenharia de Valor
VDI	Sociedade dos Engenheiros Alemães

### 3. SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	11
1.2	OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
2.1	Engenharia e análise de valor .....	15
<b>2.1.1</b>	<b>Fase de Preparação.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Fase de informação .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Fase de análise.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Fase de criatividade .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.5</b>	<b>Fase de desenvolvimento .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.6</b>	<b>Fase de implantação .....</b>	<b>24</b>
2.2	Operacionalização da EAV.....	25
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE TRABALHO .....</b>	<b>31</b>
3.1	CENÁRIO ATUAL .....	31
<b>3.1.1</b>	<b>Indicadores existentes no setor de embalagem. ....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Problemas evidenciados no setor de embalagem. ....</b>	<b>37</b>
3.2	MÉTODO DE TRABALHO .....	41
<b>3.2.1</b>	<b>Fase exploratória .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Fase de planejamento. ....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Fase de ação.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Fase de Avaliação.....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
4.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	44
4.2	DISCUSSÕES .....	55
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No geral as empresas buscam adequar-se a um gerenciamento que auxilie no aumento da produtividade, que satisfaça a necessidade dos seus clientes e que as mantenha competitivas. Com isso, várias metodologias estão sendo analisadas e estudadas, a fim de, adequá-las a realidade e necessidade de cada empresa, focando no aumento da eficiência e produção, detecção e redução de atividades que não agregam valor, neste contexto, destaca-se a abordagem da Análise e Engenharia de Valor (EAV).

Análise de Valor é um método que visa a racionalização, a melhoria da qualidade, a redução de custos, a eficiência dos processos, dentre outros. Segundo Maramaldo (1983), este método além de gerar melhorias significativas nos indicadores das em empresas, otimizar produtos e serviços, também pode ser aplicado em setores administrativos, pois visa a simplificação e melhor aproveitamento de qualquer atividade, desburocratizando, reduzindo tempos de processamento, sem alterar a qualidade dos resultados finais. Assunção (2003) *apud* Possamai (1996), comenta que a Análise de Valor pode ser considerada uma análise detalhada de uma atividade ou produto e pode ser realizada com diversos objetivos, desde que sejam definidas e executadas ações ordenadas, seguindo uma metodologia pré-estabelecida por pessoas preparadas e com conhecimentos multidisciplinares.

Assim como a Análise de Valor, a Engenharia de Valor também propicia benefícios que visam a redução de custos e desperdícios, maximizando tempo e produtividade. Maramaldo (1983), afirma que Análise e Engenharia de Valor são análogas, porém, são executadas em fases diferentes, enquanto a Análise de Valor é aplicada em processos, produtos e serviços que já estão em execução, a Engenharia de Valor possibilita esta otimização ainda nas fases iniciais, ou seja, de desenvolvimento, visando otimizar os resultados antes de iniciarem os gastos e investimentos.

Conforme Domingues, Sellito e Lacerda (2013), a EAV tornou-se uma tentativa ordenada de otimização proporcionando menores custos e maior agregação de valor, a produtos, processos e serviços. Sendo que, resultados mais significativos são observados, quando aplicada nas diversas fases dos processos, buscando melhoria contínua deste a fase inicial de desenvolvimento. Os mesmos autores ainda citam que, o principal objetivo deste método é deixar evidente para os profissionais de diversas áreas, formas corretas para utilizar os recursos disponíveis na empresa, garantindo as metas planejadas.

Esta abordagem além de gerar os inúmeros benefícios já citados para as organizações, também possibilita analisar de forma abrangente a diferença entre o estado atual e o que se

deseja de um determinado processo, produto ou serviço, através do mapeamento minucioso das atividades, identificando aquelas que não agregam valor, possibilitando sua eliminação ou redução contínua evitando ineficiências decorrentes da má qualidade e trabalhos improdutivos. Assunção (2003), salienta que a utilização da EAV significa para as empresas oportunidade de aperfeiçoamento do processo produtivo e identificação de atividades com potencial de elevar os níveis de eficiência.

Para atingir resultados satisfatórios na aplicação desta metodologia é fundamental disciplina e ordenação, esta ferramenta pode auxiliar empreendimentos que necessitem de organização em seu processo pois, prioriza as funções maximizando o valor daquelas consideradas mais importantes. Segundo Maramaldo (1983), um método de EAV bem aplicado pode ser a mais eficiente forma de encontrar soluções tanto técnicas como de qualidade, assim como, para dificuldades administrativas.

Contudo, para alcançar êxito na implantação da metodologia é necessário seguir um plano de trabalho de cinco fases estruturado e desenvolvido pela Sociedade Americana de Análise de Valor (SAVE) e citada por Maramaldo (1983), onde a primeira fase trata-se da introdução, etapa onde as informações são coletadas, seguindo a fase de análise dos dados, fase da criatividade, fase do julgamento e a fase de planejamento do desenvolvimento. Para a execução deste plano de trabalho é necessário um grupo de pessoas multidisciplinares que possam contribuir com diferentes ideias gerando sinergia e agregando fortemente para o sucesso e desenvolvimento do projeto.

O escopo deste trabalho é aplicar a EAV em uma das empresas do grupo Sazi, mais especificamente na unidade Sazi laser, que atua em diferentes mercados do setor metalomecânico. Seus produtos atendem os setores da construção civil, indústria e agropecuária, entre outros. Sua sede corporativa está situada na cidade de Farroupilha no estado do Rio Grande do Sul, o grupo conta com mais de 400 colaboradores.

Atualmente a empresa não possui em seu sistema a EAV, porém, busca otimizar seus processos através de outras metodologias como análises de layout e mapeamento dos processos, estudo dos tempos e movimentos e Kaizens, a empresa também possui uma política da qualidade consolidada, inclusive certificada na ISO 9001/2015 e habilitada aos requisitos específicos das normas internacionais e requisitos de cliente ISO/TS 16949. Desta forma, preza de forma genuína pela melhoria contínua de seus processos, já que possui entre seus valores a confiabilidade, a qualidade e o aperfeiçoamento dos processos e de seus profissionais.

Levando em consideração os valores, os objetivos e a essência da empresa, a metodologia EAV irá auxiliar na melhoria contínua dos processos e produtos, identificando

desperdícios, oportunizando maior eficiência, simplificando as atividades do dia – a – dia, otimizando os indicadores e os resultados, agregando valor ao produto, evitando ineficiências devido à má qualidade, auxiliando no cumprimento dos prazos de entrega e consequentemente aumentando a satisfação dos clientes.

Para isso, o trabalho está estruturado de forma a apresentar a justificativa do estudo, os objetivos gerais e específicos, a fundamentação teórica na qual será esplanada de forma mais abrangente os conceitos da metodologia apresentada, a proposta de trabalho, ou seja, como a metodologia foi implantada na empresa citada, os resultados obtidos e a conclusão.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A redução de custos, o aumento da eficiência dos processos e o foco na qualidade são os resultados esperados em uma organização que considera manter-se no mercado de forma competitiva. Desta forma, uma das ferramentas apropriadas para alcançar estes objetivos é a EAV, segundo Battaglia e Bergamo (2010) *apud* Miles (1962), a EAV trata-se de um sistema que soluciona problemas através de algumas técnicas, conhecimentos e uma equipe especializada, focando em aspectos criativos e organizados, com o objetivo de identificar desperdícios e consequentemente remover custos desnecessários.

Desta forma, esta metodologia, auxilia na identificação de oportunidades de melhoria e otimizações através de ações simples até as mais complexas. Segundo Leite e Lima (1999), a EAV auxilia as organizações a identificar as funções que realmente agregam valor ao produto ou serviço, originando redução de custos, tempos de espera, desperdícios de matéria – prima aumentando a satisfação dos clientes e agregando ótimos resultados às organizações. Para comprovar que a metodologia EAV pode agregar melhorias significativas a diversos tipos de empreendimentos, negócios e serviços na sequência é apresentado alguns estudos de caso que evidenciam esta importância.

No estudo de Assunção (2003), o objetivo do trabalho foi, através de uma pesquisa exploratória – descritiva, utilizando técnicas de coletas de dados em bibliografias e em campo, aplicar a metodologia EAV, juntamente com uma equipe multidisciplinar, em uma empresa de transformadores elétricos, o modelo foi desenvolvido em postos operativos de trabalho, onde, obteve - se dados para maximizar desempenho de eficiência, eficácia e produtividade. Primeiramente, o autor, desenvolveu o mapeamento do processo produtivo, a fim de, avaliar as atividades que não agregam valor, quantificou os custos ocorridos durante estes processos, determinou possíveis motivos que levam às perdas e por fim, determinou alternativas e critérios

para contribuir na produtividade. Os resultados mais importantes da aplicação foram: o aumento do potencial produtivo de 16,21 %, diminuição de tempos de processamento, redução do “setup” de 24,8 % no posto de trabalho, diminuição de refugos e retrabalhos chegando a 46,15 % com relação ao cenário inicial, ou seja, antes da aplicação da metodologia EAV.

Battaglia e Bergamo (2010), focaram seu objetivo de estudo na EAV aplicada no desenvolvimento de um projeto de produto automotivo com o intuito de utilizá-la como uma ferramenta de redução de custos na troca de matéria prima, analisando a viabilidade da alteração, deixando clara cada etapa do método aplicado, tornando este um estudo orientativo para a aplicação da ferramenta em qualquer ramo de negócio. O método utilizado foi de estudo de caso, onde foi possível aprofundar o conhecimento de um problema não bem definido, instigar a compreensão e sugerir ações e questões acerca da situação. Primeiramente, foi utilizado um roteiro para a coleta das informações e opiniões dos especialistas de diferentes departamentos dando maior confiabilidade na condução do estudo, após, conduziu-se um lote piloto com o objetivo de verificar os procedimentos, visando o aprimoramento e a qualidade. Na fase de análise dos dados considerou as fontes de evidência, realizando um apanhado geral das informações, até então, coletadas e por último foi gerado um relatório conduzindo suas constatações e resultados. Através das análises realizadas, foi possível definir a troca, ou não, do material utilizado no projeto de forma mais assertiva, listando os problemas visualizados, os impactos na produção e na organização, através de uma metodologia simples de investigação.

Em outro estudo, Domingues, Sellito e Lacerda (2013), contempla a aplicação da metodologia EAV em uma célula de negociação do departamento de suprimentos de uma empresa do setor agroindustrial, neste estudo o autor traz um objeto de estudo diferente dos demais, pois, focou em serviços prestados. Através de uma análise de caso qualitativa e descritiva formulou um plano de trabalho metodológico, através de informações coletadas na empresa, entrevistas não estruturadas e observações, a partir disso, o autor dividiu o seu estudo em cinco fases, iniciando pela fase de preparação, onde um grupo de profissionais multidisciplinares devem responder questões com o intuito de identificar projetos ou processos com potencial de ganhos, fixando um objetivo, a fase de informação, onde o grupo deve investigar e nivelar os conhecimentos, buscando informações e registrando-as facilitando as consultas e o entendimento do cenário atual, a fase de análise destas informações, a fase de criatividade, onde são utilizadas ferramentas para gerar o maior número de ideias possíveis, aumentando a possibilidade de identificar os possíveis ganhos, a fase de desenvolvimento, onde ideias inviabilizadas são descartadas e as com oportunidades de maior ganho são potencializadas e por último a fase de implantação. Ficou evidenciado no final do estudo que

este método foi capaz de auxiliar a empresa a conhecer melhor suas funções e priorizá-las, identificando melhorias, eliminando tarefas desnecessárias, organizando os processos de forma simples, deixando claro que a metodologia é capaz de melhorar os resultados de processos e serviços de modo satisfatório.

Breier e de Paula (2012), fazem a fusão da metodologia EAV e o DFFMEA (Design Function Failure Mode and Effect Analysis), em um processo de produção de celulose para a produção de fraldas hospitalares, com base em processos sustentáveis de reaproveitamento do resíduo da extração do palmito. O estudo tem o objetivo de analisar, coletar dados e repassá-los para os grupos de análise, mapeando os processos e equipamentos, identificando oportunidades de valorização do resíduo e através do DFFMEA, identificar possíveis modos de falha para o projeto, oportunizando destacar o impacto de cada falha, antecipando as correções e para complementar o estudo, com a metodologia EAV foi possível identificar as funções do produto, estabelecendo os valores e procurando alternativas para minimizar os custos. A junção destas duas ferramentas, mesmo que distintas, são úteis para adequar os produtos ou serviços as necessidades dos clientes, desenvolvendo soluções tanto técnicas quanto financeiras.

O estudo realizado por Chaves *et al.* (2011), objetiva a redução de custo de um produto utilizando duas metodologias Engenharia de Valor e Custo – Alvo (metodologia utilizada para gerenciar custos de produção), o modelo aplicado de Engenharia do Valor consiste nas fases preparatória, informativa, analítica, criativa, avaliação e fase de planejamento. A Engenharia de Valor propiciou classificar as funções do produto focando nas percepções do cliente, identificando partes críticas do produto e eliminando os desperdícios, já o custo – alvo, permitiu estabelecer as metas de redução do produto. Com a utilização das duas metodologias o produto obteve a lucratividade de 89,53 % acima do planejado, desta forma, o autor demonstrou que com a combinação das duas ferramentas foi possível obter resultados acima do esperado.

Nos estudos anteriormente relatados observa-se que os problemas citados são evidenciados de forma constante pelas empresas, desta forma, os autores defendem a utilização da metodologia EVA e salientam que quando agregada com algumas ferramentas que atuam como facilitadoras, geram ainda mais vantagens na resolução ou minimização destes cenários improdutivos, porém, para a implantação do método de forma a gerar resultados, um ponto muito importante é a maturidade das organizações, pois segundo os estudos é preciso uma movimentação e sinergia de grupos multidisciplinares, com membros dispostos a quebrar paradigmas e realizar mudanças. Contudo, com um grupo de trabalho engajado, conforme citado, poderá haver um aumento significativo na eficiência dos processos, aumento dos lucros, diminuição dos tempos de processamento, aumento da qualidade, diminuição de desperdícios,

maior entendimento dos processos, redução dos tempos de setup, além do aumento da confiabilidade e satisfação dos clientes.

Com base nos benefícios alcançados nos estudos citados, levando em consideração que a EAV é adaptável a qualquer tipo de negócio, serviço ou projeto e que quando combinada a diferentes ferramentas pode potencializar os resultados, acredita-se que a implantação desta metodologia pode auxiliar no melhor desempenho de alguns processos na empresa Máquinas Sazi. Já que esta, utiliza algumas ferramentas focadas na melhoria contínua e qualidade, desta forma, afirma-se que a proposta da implantação da EAV aumentaria os ganhos do objeto de estudo selecionado.

Levando em consideração o cenário atual da empresa, em que o aumento da demanda está em ascensão, somado ao histórico de atrasos nas entregas, problemas de qualidade e altos estoques entre processos, acredita-se que a implantação da EAV agregada com as ferramentas já aplicadas na empresa, auxiliaria no aumento dos ganhos de produção e consequentemente financeiros, assim como, aumentaria a satisfação dos clientes devido a diminuição dos atrasos de entrega. Desta forma, levando em consideração a perspectiva de crescimento a curto prazo da empresa, e as melhorias que a metodologia EAV pode oferecer, julga-se fundamentada a execução deste trabalho na empresa.

## 1.2 OBJETIVOS

Nessa seção são apresentados o objetivo geral e específicos do trabalho.

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é implementar a EAV em um dos processos que fazem parte da manufatura de uma empresa fabricante de peças para diferentes mercados do setor metalomecânico.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) mapear o fluxo do processo analisado;
- b) definir importância e custos das funções do processo;
- c) definir o índice de valor agregado do processo;

- d) definir e priorizar melhorias a serem implementadas no processo em estudo.

### 1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho está organizado por meio de uma abordagem descritiva, visto que analisa dados diretos e indiretos para elaboração do fluxo de processo e análise do valor agregado. Além disso, a natureza pode ser classificada como qualitativa, visto que utiliza dados de entrevista e mapas mentais para aplicação das ferramentas usadas. O trabalho aplica o método da pesquisa-ação. Thiollent (1997) aponta as seguintes fases da pesquisa-ação:

- a) fase exploratória, para diagnóstico da situação atual;
- b) fase de planejamento, para proposição de pontos críticos;
- c) fase de ação, para resolução de pontos críticos;
- d) fase de avaliação, para observação e ajustes.

No caso desse trabalho a fase exploratória contemplará o mapeamento do processo a ser estudado. Para tanto, a representação será por meio de um fluxo, seguindo a proposta de mapeamento de Shingo (1996). Já a fase de planejamento segue o cálculo de valor agregado observando as funções, importância e custo, aplicando o método de Mudge. Esse detalhamento vem apresentado como mostram Domingues, Selitto e Lacerda (2013).

Os mesmos autores propõem, para fase de ação, a resolução dos pontos críticos por meio da aplicação do método FIRE (função, investimento, resultado, exequibilidade) e a fase de avaliação por meio do ciclo PDCA de Shewhart (1931).

Como delimitações esse trabalho apresenta a impossibilidade de uso dos valores reais da empresa e do impacto financeiro evidenciado no estudo realizado.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O foco deste capítulo é abordar os principais conceitos que norteiam a EAV, assim como, apresentar as fases de aplicação. Descrevendo com base em autores presentes na literatura, sua metodologia e generalidade.

### 2.1 ENGENHARIA E ANÁLISE DE VALOR

A metodologia EAV surgiu de forma informal durante a II Guerra Mundial, devido a necessidade de desenvolver alternativas para manter as indústrias em funcionamento, já que

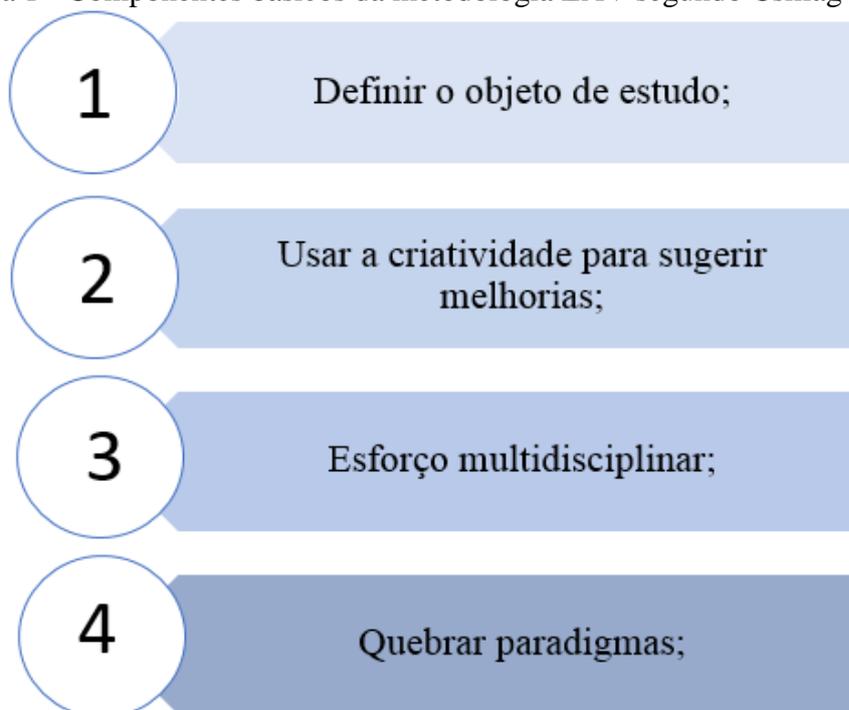
neste período toda matéria-prima considerada nobre, fora reservada para uso exclusivo da fabricação de material bélico. Com o fim do período de guerra e o retorno da disponibilidade dos materiais, até então, considerados “críticos”, notou-se que o método de racionalização aplicado, além, de auxiliar na sobrevivência de muitas empresas durante aquele período, também proporcionou benefícios, pois, revelou materiais com maior custo benefício e por diversas vezes de maior qualidade.

Após algum tempo, percebendo a necessidade de um novo movimento de racionalização e com o intuito de desenvolver um método capaz de gerar resultados, até então, alcançados somente durante o período de guerra, Harry Erlicher (Vice-Presidente de materiais da General Electric Co.), desafiou o engenheiro Lawrence D. Miles para desenvolver uma metodologia que permitisse a racionalização de materiais, com o intuito de diminuir os custos dos produtos sem alterar a qualidade. Desta forma surgiu a sistemática de Análise de Valor, onde mais tarde, após a divulgação de seus estudos e os substanciais resultados alcançados, tornou a ser aplicada em diferentes contextos, inclusive nas fases de projeto, onde passou a se chamar Engenharia e Análise de Valor (EAV).

Desde então, a metodologia EAV, passou a ser reconhecida pelo mundo por ser um método eficaz e eficiente para a racionalização e redução de custos (Maramaldo, 1983). Segundo o mesmo autor, a EAV é uma das ferramentas mais “milagrosas”, pela sua eficácia na obtenção de resultados no que diz respeito ao aumento da produtividade, e para isso, é preciso conhecer os seus conceitos e o ambiente de aplicação, integrar de forma motivadora todos os envolvidos, ampliando os benefícios e maximizando os resultados. Segundo Basso (1991), no Brasil o método EAV passou a ser conhecido somente a partir de 1964, quando começou a ser utilizado por médias e grandes empresas, porém, somente a partir da década de 80 que se popularizou, principalmente após a criação da Associação Brasileira de Engenharia e Análise de Valor (ABEAV).

Com o intuito de adaptar o método de EAV a diferentes contextos, ao longo do tempo a ferramenta foi ganhando diferentes planos de trabalho, contudo, Csillag (1985), afirma que a metodologia é baseada em componentes básicos que devem ser observados para o sucesso da implementação. O primeiro é reconhecer as necessidades reais do ambiente e definir de forma assertiva o objeto de estudo, o segundo componente é o uso da criatividade, o terceiro é o esforço multidisciplinar do grupo e por último quebrar paradigmas, aceitando novas ideias e técnicas, a Figura 1 apresenta de forma ordenada os componentes básicos da EAV citados pelo autor.

Figura 1 - Componentes básicos da metodologia EAV segundo Csillag (1985)



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na literatura é possível encontrar diferentes planos de trabalho e variações na nomenclatura de cada uma das fases do modelo, isso se deve a customizações relativas à aplicação em diferentes contextos, porém, de forma geral a essência de cada etapa do plano de trabalho é inalterada. Na Figura 2 são apresentados diferentes planos de trabalho, onde observa-se a distinção na nomenclatura das fases da metodologia EAV.

Figura 2 - Planos de trabalho da EAV presentes na literatura

<b>[1]</b>	<b>SAVE e SJVE - Maramaldo (1983)</b>	<b>[2]</b>	<b>VDI - Maramaldo (1983)</b>
	1. Introdução		1. Preparatória
	2. Análise dos Dados		2. Informativa
	3. Criatividade		3 Crítica
	4. Julgamento		4. Criatividade
	5. Planejamento do Desenvolvimento		5. Analítica
			6. Planejamento
<b>[3]</b>	<b>Csillag (1985)</b>	<b>[4]</b>	<b>Basso (1991)</b>
	1. Fase de Preparação		1. Fase de Preparação
	2. Fase de Informação		2. Fase de Informação
	3. Fase de Especulação		3. Fase da Função
	4. Fase de Avaliação		4. Fase de Criação
	5. Fase de Planejamento		5. Fase de Avaliação
	6. Fase de Recomendações		6. Fase de Recomendação
	7. Fase de Implementação		
<b>[5]</b>	<b>Battaglia e Bergamo (2010)</b>	<b>[6]</b>	<b>Chaves <i>et.al</i> (2011)</b>
	1. Fase de Preparação		1. Fase Preparatória
	2. Fase de Informação		2. Fase Informativa
	3. Fase de Análise		3. Fase Analítica
	4. Fase Criativa		4. Fase Criativa
	5. Fase do Julgamento		5. Fase de Avaliação
	6. Fase do Planejamento		6. Fase do Planejamento
<b>[7]</b>	<b>Domingues, Sellito e Lacerda (2013)</b>		
	1. Fase de Preparação		
	2. Fase de Informação		
	3. Fase de Análise		
	4. Fase de Criatividade		
	5. Fase de Desenvolvimento		
	6. Fase de Implantação		

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Maramaldo (1983), cita dois planos de trabalho para a aplicação do método, estes podem ser observados na Figura 2, nas Tabelas 1 e 2, o primeiro trata-se do método desenvolvido pela Sociedade Americana de Análise de Valor (S.A.V.E) a qual também foi aplicada pela Sociedade Japonesa de Engenharia de Valor (S.J.V.E), a segunda forma de implementação foi desenvolvida pela Sociedade dos Engenheiros Alemães (V.D.I) e normalizada pela Organização nacional de padronização da Alemanha (DIN).

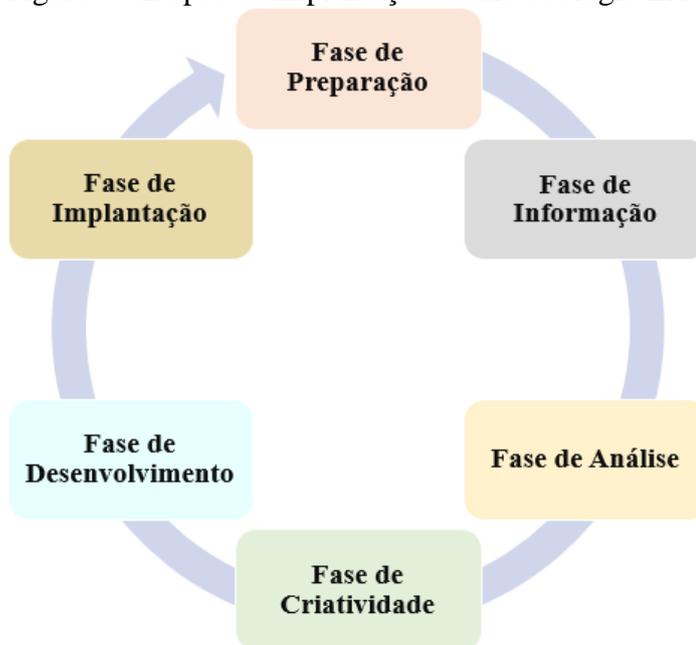
A abordagem de Csillag (1985), conta com um plano de trabalho mais extenso, este pode ser visualizado na Tabela 3 disposta também na Figura 2, o autor baseia-se na utilização das três fases da abordagem de Simon utilizadas para a resolução de problemas, são estas: inteligência, projeto e escolha. Este modelo é proposto com o intuito de ser aplicado em diferentes finalidades, sendo um procedimento mais detalhado do que a maioria dos planos de trabalho conhecidos. O autor propõe sete fases para a implementação da metodologia EAV, e a fusão da fase de criatividade, explicita nos planos de trabalho tradicionais, com a terceira fase denominada fase de especulação, o autor ainda introduz no plano de trabalho antes da implementação das ações, uma fase dedicada a apresentação da proposta de solução para o nível gerencial, com o intuito de preparar cuidadosamente a apresentação, deixando claro o momento atual, as ações que serão implementadas, ressaltando os pontos fortes e fracos da solução.

Basso (1991) na Tabela 4 relacionada a Figura 2, resgata as 6 fases existentes no modelo VDI citado por Maramaldo (1983), porém, realiza a adaptação de suas nomenclaturas e deixa claro que devido a possibilidade “ampla, total e irrestrita” da metodologia, estas fases podem e devem sofrer alterações, de modo que, se adaptem ao objeto de estudo. Baseado neste conceito e procurando tornar o plano de trabalho ainda mais amplo em sua aplicação, os autores: Battaglia e Bergamo (2010), Chaves *et.al* (2011) e Domingues, Sellito e Lacerda (2013), também baseiam - se na metodologia utilizando 6 fases para o desenvolvimento de seus estudos, utilizam para cada etapa do plano de trabalho nomenclaturas simplificadas, deixando explícito os objetivos centrais, possibilitando o estudo e a aplicação da ferramenta EAV, até mesmo por pessoas com pouco conhecimento na metodologia, nas Tabelas 5, 6 e 7 da Figura 2 podem ser observadas as 6 fases utilizadas pelos autores citados. Estes autores também ressaltam a importância de uma boa estruturação nas fases de preparação e criatividade, sendo estas decisivas para o bom andamento do projeto e resultado final.

Normalmente por se tratar de um plano de trabalho detalhado e de simples aplicação é comum a utilização do modelo que possui 6 etapas iniciada pela fase de preparação onde são formuladas as estratégias de aplicação garantindo o bom andamento do projeto. Na Figura 3 é

possível observar as etapas da metodologia EAV de forma organizada, auxiliando na forma lógica em que a ferramenta deve ser executada.

Figura 3 - Etapas de implantação da metodologia EAV



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na sequência são apresentadas subseções conceituais sobre cada etapa do plano de trabalho para a implantação da metodologia EAV.

### 2.1.1 Fase de Preparação

Considerando que o planejamento é uma das principais funções para a eficácia de qualquer projeto, é neste momento que são traçadas metas, métodos de execução, prazos, etc, a fase de preparação atribuída ao plano de trabalho da EAV, tem o objetivo análogo, no entanto, também garante o bom início e a continuidade das atividades, pois nesta fase são definidas dentre várias oportunidades em uma empresa, aquela em que a ferramenta será aplicada. Também é nesta etapa que se determina quais pessoas devem ser envolvidas no trabalho, levando em consideração a escolha de uma equipe com profissionais comprometidos, conhecimento técnico no objeto em questão e representantes de diferentes setores.

Segundo Domingues, Sellito e Lacerda (2013), é nesta fase que algumas perguntas deverão ser respondidas como: Qual o objeto de estudo e qual o objetivo que se deseja alcançar? Quem participará do projeto? Quando e onde ocorrerá?

Basso (1991), considera a fase de preparação dividida em duas subfases: a primeira trata-se da definição do grupo de trabalho, o autor salienta que a EAV pode ser aplicada por um indivíduo, mas que geralmente os melhores resultados são evidenciados quando formalizados grupos de trabalho. A segunda subfase refere-se à identificação de produtos ou processos com potencial de ganho tornando-se o objeto de estudo.

Após a definição do objetivo de estudo e a definição da equipe envolvida, planeja-se o plano de trabalho através de um cronograma com datas e prazos, deixando claro o início e o fim do projeto, assim como, os objetivos que se pretende alcançar ao final da aplicação da metodologia.

### **2.1.2 Fase de informação**

É nesta fase que todas as informações do objeto de estudo devem ser coletadas e mantidas disponíveis para as análises, facilitando os trabalhos, assim como, evitando perda de tempo. Csillag (1985), ressalta que nesta etapa deve-se coletar informações em quantidade e qualidade suficiente para o total conhecimento do problema, observando as principais características, parâmetros e custo do estudo, sendo que, quanto maior o número de informações coletadas, maior o conhecimento que se obtém sobre o estado atual, facilitando as análises e a estruturação do problema.

Assunção (2003) *apud*. Abreu (1996), comenta que esta etapa é considerada a mais complexa, devido ao tempo necessário para a coleta das informações, sendo essencial o entrosamento e o contato com diversas áreas da empresa, de forma a reunir o maior número possível de informações com um nível elevado de qualidade. Domingues, Sellito e Lacerda (2013), acrescentam que este é o momento em que algumas questões devem ser respondidas como: o que é o objeto? O que ele faz e o quanto o objeto custa?

Na Figura 4 são apresentados, alguns exemplos de informações que podem ser relevantes para a construção da fase de informação, assim como, demonstra em que departamento estas informações podem ser obtidas.

Além da coleta dos dados, é importante a organização das informações coletadas, sendo esta a chave para garantir a maior eficiência durante o andamento dos trabalhos. É de suma importância organizar os registros contendo a origem das informações, assim como, as datas de coleta, organizando as informações de forma compreensível de modo a facilitar as futuras consultas ao material, conforme Basso (1991), “um problema bem definido está cinquenta por cento resolvido”.

Figura 4 - Dados relevantes para implementação da fase de informação

FASE	DESCRIÇÃO DE RECURSOS
Obter dados	- Podem ser obtidos através de entrevistas, palestras, questionários e visitas aos locais que se utilizam do processo.
Obter custos	- Os custos devem ser levantados junto ao Departamento de Contabilidade, pois os custos são inerentes aos itens que fazem parte do processo, com o objetivo de fixar uma base de cálculo necessário para efeito comparativo.
Descrever funções	- O grupo deverá examinar criteriosamente a descrição de funções, não se perder num excesso de detalhes.

Fonte: Assunção (2003)

### 2.1.3 Fase de análise

A fase de análise permite um conhecimento mais aprofundado das necessidades do objeto de estudo, sendo possível identificar dentre as informações coletadas, aquelas que mais se encaixam no objetivo do trabalho, aquelas que serão utilizadas como base para as próximas fases, assim como, as que devem ser descartadas. Segundo Assunção (2003), nesta etapa é possível identificar os motivos do desempenho ineficaz de uma atividade ou produto, as exigências dos clientes e do mercado e a identificação das informações e funções com maior relevância, para auxiliar nesta identificação Assunção (2003) *apud* Abreu (1996) e Domingues Sellito e Lacerda (2013), citam algumas perguntas que podem auxiliar no desenvolvimento da fase de análise, conforme apresentada na Figura 5.

Figura 5 - Perguntas para auxiliar no desenvolvimento da fase de análise

<b>Perguntas que auxiliam a Fase de Análise.</b>
<b>(I)</b> Quais as funções e características mais importantes?
<b>(II)</b> Que funções o objeto e suas partes desempenham?
<b>(III)</b> Como cada função é desempenhada? Por que desta maneira?
<b>(IV)</b> Quais são seus valores?
<b>(V)</b> As funções e características valem o que custam?

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Observando as respostas obtidas através dos questionamentos apresentados é possível determinar algumas funções desnecessárias e que poderão ser eliminadas, por outro lado, potencializar àquelas que devem ser otimizadas. Com base nos estudos de Domingues, Sellito e Lacerda (2013) e Teixeira (1997), as funções também podem ser identificadas através da

relação entre importância, custo e desempenho, dependendo do objetivo do trabalho, sendo consideradas funções críticas, aquelas de menor importância, onde seus custos são demasiados quando comparados com a importância no processo, ou as que possuem pequeno potencial de ganho, onde muitas vezes não justifica-se o esforço da implantação de uma ferramenta para melhoria, desta forma, é a partir das funções críticas que selecionam-se as que necessitam otimização.

#### **2.1.4 Fase de criatividade**

Segundo Leite e Lima (1999), a fase de criatividade é o momento em que, com base nas informações obtidas e analisadas, ideias são sugeridas, selecionadas e agrupadas. Após identificadas as funções que serão otimizadas é o momento de procurar por alternativas utilizando processos criativos com o objetivo de potencializar as funções. Maramaldo (1983).

Assunção (2003) *apud*. Buzzato (1995), comenta que nesta fase os envolvidos no projeto devem obter o maior número possível de ideias, para conseguir realizar as melhorias ao menor custo possível, preservando o desempenho e qualidade. Para obter um número suficiente de ideias e possibilitar a participação dos envolvidos, diferentes ferramentas são sugeridas na literatura, porém, há um consenso na utilização da ferramenta de *Brainstorming*, a qual possibilita a interação de todos, através de rodadas de sugestões onde não são permitidas críticas e intervenções durante o processo criativo.

Como forma de auxiliar os participantes na formulação das ideias, Maramaldo (1985), sugere que o grupo responda a seguinte pergunta: Como posso exercer essa função de forma mais barata ou melhor?

Basso (1991), também cita três atitudes básicas para alcançar a máxima eficiência no processo criativo: (1) ser receptivo, está é uma atitude inteligente pois, permite uma análise crítica construtiva com novas ideias. (2) manter atividade, o poder criativo se desenvolve através do movimento, assim como, qualquer aprimoramento é conseguido através da prática, da fuga da ociosidade. (3) pôr em prática, a criatividade implica em materialização, além do processo criativo é de suma importância que resultados sejam revelados, o processo de criatividade só é completo quando forem colocadas em prática as ideias planejadas.

### **2.1.5 Fase de desenvolvimento**

Nesta fase são selecionadas as ideias que são consideradas inviáveis na continuação do projeto, seja por alto custo de implantação, inviabilidade técnica, de mercado ou qualquer outro motivo que impeça a continuidade da atividade. Dependendo dos resultados é possível obter várias propostas de implementação visando o resultado final.

Nesta etapa pode ser utilizada metodologias que auxiliam no descarte das ideias inviáveis, como por exemplo o método FIRE (uma simplificação dos métodos ponderacionais onde se atribui pesos iguais à quatro parâmetros). Domingues, Sellito e Lacerda (2013), sugerem que o grupo de trabalho responda as seguintes questões de modo a facilitar a seleção das melhores ideias para serem implementadas: Qual o custo do substituto? Quais as vantagens e desvantagens do substituto?

É importante ressaltar que neste momento é importante a flexibilização da equipe pois, o projeto poderá sofrer alterações com o intuito de adequação para a prática. Nesta fase é importante formular pelo menos duas alternativas de projeto para cumprir os objetivos finais.

### **2.1.6 Fase de implantação**

É nesta fase que todas as ideias selecionadas na etapa anterior são postas em prática, porém, o processo de implantação das ações não é de fato competência do grupo de trabalho, mas sim, do setor onde a metodologia foi aplicada, no entanto, segundo Assunção (2003), é importante o planejamento e o acompanhamento na forma de um plano de ação para as atividades que são executadas, desta forma, evita-se desvios que possam de alguma forma prejudicar os resultados finais do projeto.

No entanto, antes de qualquer ação prática é fundamental estruturar uma apresentação para justificar a aplicação da EAV, de forma organizada e objetiva, deve-se ressaltar claramente os pontos positivos e negativos de cada proposta de trabalho, divulgando os resultados até então obtidos, buscando a aprovação para o início das atividades pela gerência.

Segundo Basso (1991), após a apresentação concluída a mesma será analisada podendo ser aceita ou não, se aceita a movimentação prática das atividades poderá ser iniciada, senão aceita, pode-se analisar e reformular o que for necessário, com o intuito de submeter as ideias novamente para análise da gerência. Ainda o mesmo autor ressalta que a EAV é uma ferramenta de melhoria continua, onde após a fase de implantação, o grupo de trabalho poderá voltar a

atenção novamente para a fase de preparação, elencando uma nova necessidade e dando continuidade ao processo de aplicação da metodologia.

## 2.2 OPERACIONALIZAÇÃO DA EAV

Conforme apresentado nos tópicos anteriores uma das vantagens da utilização da metodologia EAV é seu plano de trabalho flexível, podendo ser aplicada em diferentes contextos, para exemplificar, nesta sessão será apresentado o estudo de Domingues, Sellito e Lacerda (2013), onde, a partir de um método de pesquisa realizou-se um estudo de caso qualitativo e descritivo e através de informações coletadas em diversos departamentos, entrevistas e observações foi possível realizar a aplicação da metodologia EAV em uma célula de negociação do departamento de suprimentos de uma empresa do setor agroindustrial.

Seguindo as fases do plano de trabalho da EAV, na fase de preparação os autores estabeleceram o objeto de estudo e formaram o grupo de trabalho, na fase de informação foi necessário realizar o nivelamento do conhecimento dos membros do grupo, disponibilizando informações necessárias para o andamento das etapas. Nesta fase uma das atividades mais importantes para o grupo foi mapear o tempo das atividades e os custos previstos para a área analisada, sendo possível calcular os valores de cada função, para isso, foi utilizado uma tabela que realiza o cálculo do percentual do tempo gasto de cada atividade em relação ao tempo total, conforme Figura 6.

Figura 6 -Tabela de Funções e Custos utilizada na fase de informação

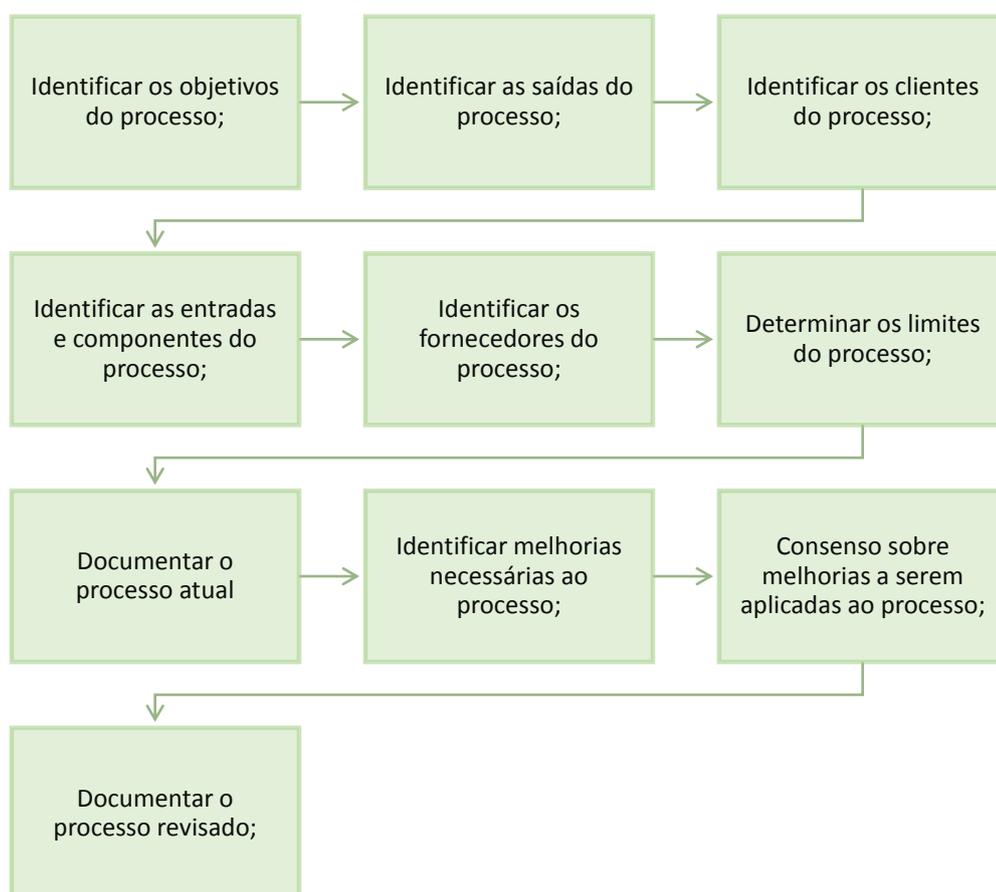
GRUPO SAZI		Funções e Custos Engenharia e Análise de Valor			UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Área de aplicação:					
Responsáveis:					
Processo:					
Atividade	Função	Objeto	Custo da função (R\$)	Custo da função (%)	
1				#DIV/0!	
2				#DIV/0!	
3				#DIV/0!	
4				#DIV/0!	
5				#DIV/0!	
Total			0	#DIV/0!	

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Desta forma foi possível classificar cada função em: principal, secundária, estima, acessória e desnecessária com base nos custos e tempo de cada função. Ainda na fase de informação, são mapeados os processos de forma minuciosa, sendo possível obter informações referentes as possíveis perdas durante as atividades identificando àquelas que agregam valor.

Segundo Campos e Lima (2012), o mapeamento de processos auxilia a organização na visualização de seus pontos fortes e fracos, apoiando na identificação das melhorias e contribuindo para o entendimento dos processos, permitindo o aumento do desempenho das atividades. Os autores ainda citam 10 passos para mapear e modelar um processo, a Figura 7 apresenta de forma esquemática esta metodologia.

Figura 7 - 10 passos para mapear e modelar um processo segundo Campos e Lima (2012)



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Com o propósito otimizar as atividades, a Figura 8 apresenta um modelo estruturado com base no método de Shingo (1996), esta tabela facilitará as atividades de mapeamento de processo, auxiliando de forma visual na classificação das atividades mapeadas do objeto de estudo.

Figura 8 - Ferramenta utilizada para o mapeamento de fluxo de processos

GRUPO SAZI		Planilha de fluxo de processos					UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL	
Área de aplicação:								
Responsáveis:								
Processo:								
MACROVISÃO								
	Operação	Serrar, furar, varrer, pregar, digitar, etc.						
	Transporte	Manual, empilhadeira, talha, carrinho de mão, mensagem, etc.						
	Inspeção	Qualidade, quantidade, verificação, etc.						
	Espera	Pessoas, manutenção, arquivamento, processamento, etc.						
	Armazenagem	A granel, produto acabado, documentos, informações, etc.						
Atividade	Descrição do elemento							
1								
2								
3								
4								
5								
Total		0	0	0	0	0		

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Esta ferramenta, permite de forma visual analisar quais atividades são as que mais estão presentes ao longo do processo estudado, auxiliando nas tomadas de decisão e na formulação de ações que permitam a minimização de operações que não contribuem para a agregação de valor ao produto.

Na fase de análise, primeiramente definiu-se as funções e realizou-se o rastreamento das informações referentes aos custos, para esta atividade os autores utilizaram uma tabela conforme Figura 9, sendo possível descrever as funções e classificá-las em: P = principal, S = secundária, U = uso, E = estima, A = acessória, D = desnecessária.

Figura 9 - Tabela utilizada para classificação das funções

GRUPO SAZI		Classificação das Funções			UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL	
Funções			Classificação **			
Código*	Função aplicável (verbo) +	Substantivo	P ou S	U ou E	A ou D	
A						
B						
C						
D						
E						
F						

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Após as análises de cada função foi utilizada a metodologia Mudge, um método que prioriza funcionalidades conforme seu nível de importância. Segundo Laurindo e Loures (2018) *apud* Guimaraes *et. al.* (2014), o diagrama de Mudge permite realizar uma comparação completa de todas as funções desempenhadas por um recurso, estabelecendo valores a estas funções sempre que forem mais importantes que as outras, desta forma ao final das comparações é possível apurar as pontuações e priorizar aquelas que obtiverem mais pontos.

Figura 10 - Ferramenta de priorização: Metodologia Mudge.

GRUPO SAZI		Ferramenta de priorização: Metodologia Mudge																	UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL						
Área de aplicação:																									
Responsáveis:																									
Processo:																									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	Peso	%	
																								#DIV/0!	
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
																									#DIV/0!
			</																						

demasiadamente levando em consideração sua importância. Desta forma, analisando os resultados proporcionados pela ferramenta de Mudge, é possível de forma assertiva selecionar quais são as funções com maior potencial de gerar resultados satisfatórios.

Após obter as informações, mapear e analisar o cenário atual, os autores iniciaram a fase de criatividade utilizando a ferramenta de *Brainstorming* facilitando o processo criativo, buscando alternativas e ideias de melhoria. Esta metodologia também conhecida como chuva de ideias, favorece a criatividade instigando os participantes de forma livre a darem diversas ideias sobre o assunto discutido, porém, algumas regras são importantes nesta sessão: não é permitido criticar as sugestões, ideias ambiciosas e criativas são aceitas, sendo importante gerar o máximo de ideias possíveis.

Segundo Mazzotti, Broega e Gomes, a ferramenta de *Brainstorming* foi criada em 1939 por Alex Osborn, o qual definiu a metodologia como sendo uma maneira de utilizar o cérebro para tumultuar um problema. Complementam, relatando que a ferramenta está diretamente associada à criatividade e é utilizada constantemente nas fases de planejamento de projetos, com o intuito de buscar soluções para determinados problemas.

Após a exposição de todas as ideias Domingues, Sellito e Lacerda (2013), agruparam as ideias similares e as demais foram pré-selecionadas e classificadas como: ideias não recomendadas, ideias recomendadas e ideias que geram dúvidas. Na sequência os autores utilizaram da metodologia FIRE apresentada na Figura 11, para selecionar as àquelas sugestões com potencial de tornarem-se alternativas para a solução dos problemas formulados.

Figura 11 - Metodologia FIRE aplicada na seleção das ideias potenciais

GRUPO SAZI		Engenharia e Análise de Valor Metodologia FIRE		UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL		
Área de aplicação:						
Responsáveis:						
Processo:						
MACROVISÃO						
<b>F</b>	Função: a ideia cumpre a função integralmente? (Sim ou Não);					
<b>I</b>	Investimento: o investimento é viável? (Sim ou Não);					
<b>R</b>	Resultado: a ideia cumpre o objetivo do projeto? (Sim ou Não)					
<b>E</b>	Exequibilidade: é possível a implementação da ideia tecnicamente? (Sim ou Não);					
<b>Melhoria e otimização das funções</b>						
Função A: ccccccc						
Nº	Ideias	F	I	R	E	Viável?
1						Não Recomenda
2						Não Recomenda
3						Não Recomenda
4						Não Recomenda

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O nome FIRE é formado por quatro palavras que significam: Função, Investimento, Resultado e Exequibilidade. Segundo Basso (1991), este método é principalmente aplicado em situações com potencial de melhorias ou inovações.

Assim, o método FIRE pode ser utilizado como suporte para seleção das ideias levantadas através do método de *Brainstorming*, potencializando os resultados, já que as ideias que se destacaram no Método FIRE serão viabilizadas para as próximas etapas.

Na fase de desenvolvimento, foi avaliado as ideias recomendadas verificando a possibilidade técnica e econômica para a implantação. Através destas análises foi possível identificar as atividades que não agregavam valor e aqueles processos que possuíam grande potencial de redução de tempo. Também nesta etapa foi sugerido pelo grupo alternativas de otimização, através da definição de ações buscou-se sugerir soluções para os problemas evidenciados durante a análise do valor.

Uma das sugestões para auxiliar nesta atividade é a ferramenta 5W2H, segundo Brum (2013) *apud* Behr *et al* (2008), está ferramenta é uma maneira para auxiliar na estruturação do pensamento, de forma organizada e materializada antes de qualquer implantação. O método tem como significado algumas palavras em inglês: What (o que), Where (onde), Who (quem), Why (porque), When (quando), How (como), How much (quanto custa).

Segundo Reis *et al.* (2016), esta ferramenta descreve as atividades que devem ser executadas de forma clara, facilitando o entendimento dos envolvidos. Desta forma, é imprescindível descrever todas as ações definidas, estabelecer prazo para a implementação das ações, assim como, descrever os responsáveis pela execução de cada atividade. Na Figura 12 segue um exemplo de estruturação da ferramenta 5W2H, contendo todos os tópicos que devem ser preenchidos pelos envolvidos.

Figura 12 - Ferramenta 5W2H

GRUPO SAZI		PLANO DE AÇÃO							UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL				
Meta:													
O QUE	QUEM	QUANDO	ONDE	PORQUE	COMO	QUANTO	Ganhos Qualitativos	Ganhos Quantitativos	STATUS*	25%	50%	75%	100%
													
													
													

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Vale salientar que após a implementação de todas as ações, é de extrema importância o acompanhamento das mesmas, verificando a eficácia de cada ação, certificando-se que realmente surtiram os benefícios esperados. Caso contrário, o grupo de trabalho deve ser reunido novamente, as ocorrências e as falhas devem ser analisadas e o plano de ação deve ser reaberto, desta forma, novas ações devem ser estabelecidas e registradas, a fim de, evitar possíveis reincidências das não conformidades.

Finalmente na fase de implantação os autores Domingues, Sellito e Lacerda (2013), apresentaram os trabalhos realizados e buscaram a provação das ações definidas junto à Gerência.

### **3 PROPOSTA DE TRABALHO**

Este trabalho irá se desenvolver em uma empresa do ramo metalúrgico de médio porte. A empresa Máquinas Sazi, é formada pela unidade máquinas que possui diversos desenvolvimentos e tecnologias voltadas para a indústria calçadista, já a unidade laser, onde o trabalho será desenvolvido, se caracteriza por fornecer peças para diferentes nichos de mercado, porém, o mais representativo é o ramo agrícola. Neste capítulo será apresentado o cenário atual da empresa, assim como, uma proposta de melhoria através das etapas da metodologia EAV, em conjunto com ferramentas que auxiliam o desenvolvimento e o bom andamento do estudo.

#### **3.1 CENÁRIO ATUAL**

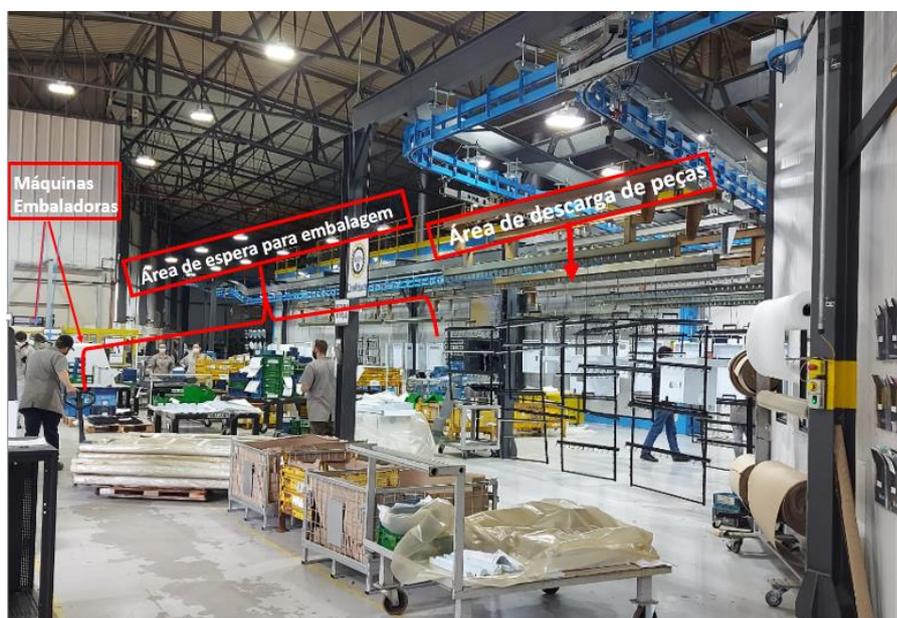
A empresa Máquinas Sazi, mais especificamente a unidade laser é composta pelos setores de corte a laser, dobra possuindo máquinas com tecnologia CNC (Programação de Controle Numérico por Computador), centros de usinagem, linha de solda (solda manual e solda robô), uma linha composta por tanques químicos onde são realizados a limpeza das peças retirando carepas e óxidos dos processos anteriores, um setor de pintura, embalagem e expedição.

Hoje, todos os processos que compõe a área fabril da empresa, possuem uma organização, fluxo lógico e indicadores que medem a eficiência e a qualidade dos processos, porém, o setor de embalagem possui alguns indicadores não bem definidos, os quais, não deixam claro a performance das atividades executadas, dificultando a identificação de ações para minimizar os diversos problemas de qualidade evidenciados e os atrasos de entrega recorrentes no setor. Atualmente a pintura conta com 48 funcionários, sendo que destes, 14

fazem parte do setor de embalagem, estes profissionais são divididos entre os 2 turnos de operação, contudo, frequentemente são programadas horas extras para produção aos finais de semana, principalmente para as atividades de pintura.

Para a realização deste estudo considera-se as atividades iniciadas na área de descarga de peças da monovia de pintura, o local onde há espera de peças para o processamento de embalagem, assim como, as atividades realizadas nas embaladoras. A Figura 13 demonstra o local reservado para os processos citados, também, a organização atual do setor.

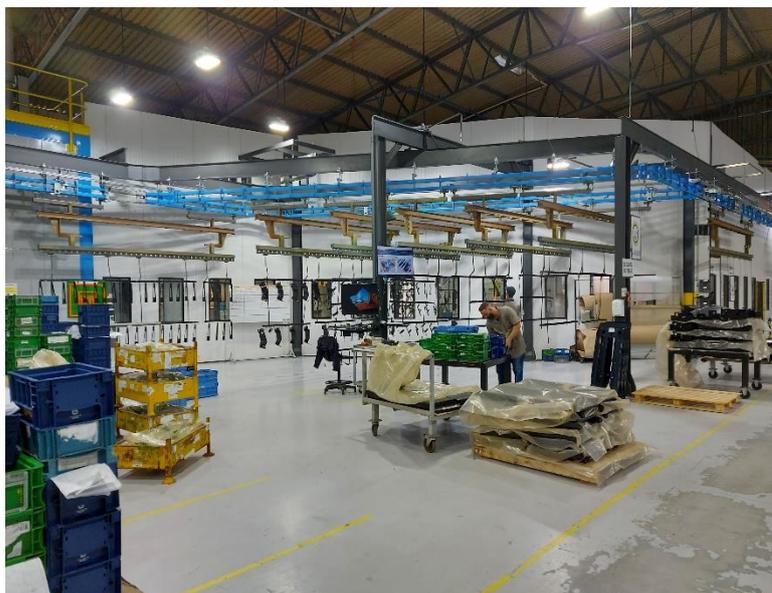
Figura 13 - Layout atual do local onde serão executadas as atividades deste trabalho



Fonte: Imagem da empresa Máquinas Sazi (2021)

A área de descarga de peças, apresentada na Figura 14, é o local onde os operadores realizam manualmente a retirada das peças das gancheiras fixadas na monovia de pintura, é neste ponto onde também é realizado por um inspetor da qualidade a verificação dos produtos, este, analisa os aspectos visuais dos itens garantindo que apenas peças consideradas “boas” sejam descarregadas da monovia e encaminhadas para a área de espera e processo de embalagem.

Figura 14 - Área de descarga de peças



Fonte: Imagem da empresa Máquinas Sazi (2021)

Já os produtos que possuem defeitos são identificados com uma etiqueta e seguem pela monovia para a realização dos retrabalhos ou são descarregados e alocados na área reservada para materiais que seguirão para o serviço externo de decapagem.

Após a retirada das peças da monovia de pintura, conforme demonstrado na Figura 14, algumas são adicionadas diretamente em caixas específicas, com o intuito de serem encaminhadas diretamente para a expedição e após enviadas ao cliente. Estes, geralmente tratam-se de itens com tamanhos consideravelmente grandes e que são armazenados, a pedido do cliente, em caixas de ferro ou embalagens especiais, sendo necessário uma isolação diferenciada devido aos requisitos e classificação de aparência exigida.

Figura 15 - Itens armazenados em caixas de ferro



Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021).

Porém, a grande maioria dos itens após o processo de descarga são separados em cima de mesas e pallets e juntamente com a ordem de produção aguardam na área de armazenamento conforme Figura 16, estas aguardam o processo de contagem, embalagem ou isolamento, identificação e envio para a expedição.

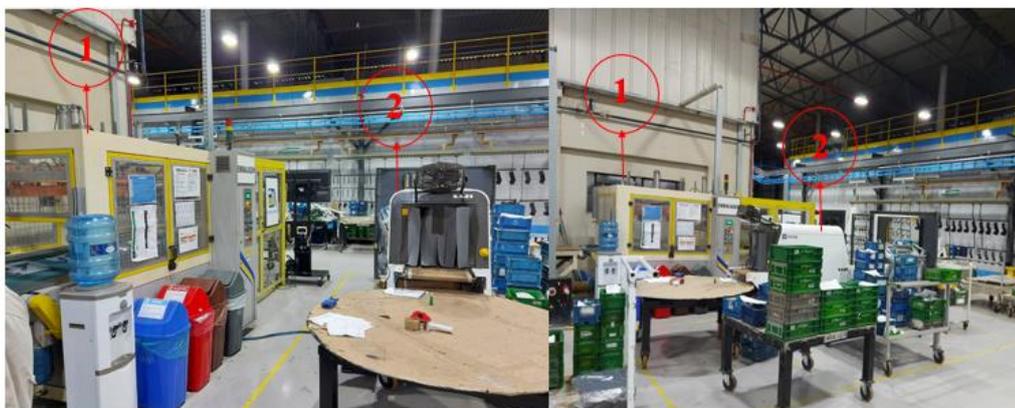
Figura 16 - Área de armazenamento das peças que aguardam a operação de embalar



Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

A área reservada para o armazenamento de peças que passarão pelo processo de embalagem encontra-se logo após a área de desenganchamento das peças, na sequência, estão alocadas duas máquinas embaladoras conforme layout apresentado na Figura 17, estas utilizam plástico termo encolhível como insumo, uma das embaladoras comporta peças com dimensões maiores e a outra devido ao seu tamanho físico comporta o processamento de peças com dimensões menores, ainda algumas peças são embaladas manualmente dependendo da especificação de proteção requisitada pelo cliente ou padrão definido.

Figura 17 - Embaladora (1) e embaladora (2) utilizadas no processo Sazi



Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

Após o processo de embalagem através de material termo encolhível, plástico liso, plástico bolha, alguns itens são armazenados em caixas de papelão, identificados com etiquetas contendo código do item e demais informações necessárias para o armazenamento na expedição, outras são armazenadas em caixas de plástico fornecidas pelo cliente, e ainda existem aqueles itens que não necessitam de maiores cuidados em relação a aparência, por este motivo são contadas, armazenadas em caixas plásticas, identificadas e direcionadas para o armazenamento, a Figura 18 exemplifica os tipos de embalagens citadas.

Figura 18 - Alguns tipos de embalagem utilizadas no processo

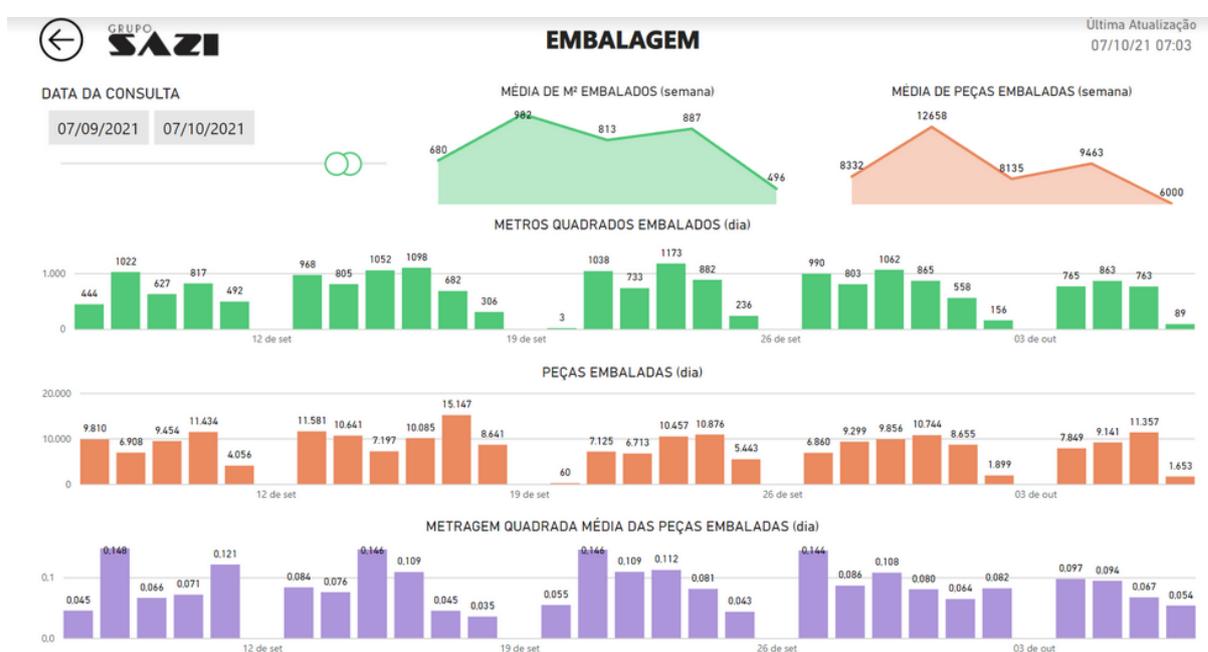


Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

### 3.1.1 Indicadores existentes no setor de embalagem.

Atualmente o setor de embalagem possui indicadores não bem definidos que servem como métrica de desempenho do setor, no entanto, os resultados observados não são utilizados para tomadas de decisões ou como base para ações de melhoria. A Figura 19, apresenta o indicador formatado para medir a quantidade de peças embaladas, sendo possível a seleção do período desejado.

Figura 19 - Indicadores do setor de embalagem



Fonte: Power Bi Máquinas Sazi (2021)

Os indicadores de metros quadrados embalados e peças embaladas por dia servem como um parâmetro para observar a produtividade. Já o indicador de metragem quadrada média das peças embaladas por dia, auxilia no comparativo de eficiência dos dias trabalhados. Contudo, estes indicadores que poderiam nortear estudos e planejamentos para tomadas de decisão com foco em melhorias, não são analisados com frequência, desta forma, dificultando a confirmação da acuracidade dos dados, já que estes são coletados através dos apontamentos da operação de embalagem.

### 3.1.2 Problemas evidenciados no setor de embalagem.

Com o crescimento da empresa e o aumento da demanda de produção, torna-se evidente a necessidade da aplicação de ferramentas para aumentar a eficiência dos processos, otimizar as atividades, disponibilizar dados confiáveis para a formatação dos indicadores e organizar os fluxos tornando-os funcionais, de modo que, facilitem a fluidez dos materiais diminuindo os gargalos, os riscos de acidentes e as não conformidades.

Assim, a partir de uma breve análise pôde – se observar a necessidade de diversas melhorias no setor de embalagem, onde por muitas vezes, torna-se gargalo, sendo um dos responsáveis pelos atrasos de entrega. Conforme citado anteriormente a maioria das peças que são descarregadas da monovia e aguardam sobre mesas ou pallets pelo processo de embalagem, normalmente são separadas por modelos, em algumas ocasiões são armazenadas mais de um modelo de peças por mesa, conforme Figura 20. Isso acontece devido à falta de espaço físico e mesas para a armazenagem de forma totalmente separada, possibilitando a mistura de peças no momento do processo de embalagem, este risco é maximizado quando peças semelhantes estão sendo processadas simultaneamente.

Figura 20 - Armazenamento de diversos modelos de peças sobre uma mesa



Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

Os itens que possuem classificação “A” de aparência, considerados itens totalmente visíveis na montagem do cliente, não podendo haver imperfeições visuais, são armazenadas sobre as mesas ou pallets e isoladas através de camadas com isomanta, diminuindo a possibilidade de danificar as peças antes da embalagem, vide Figura 21.

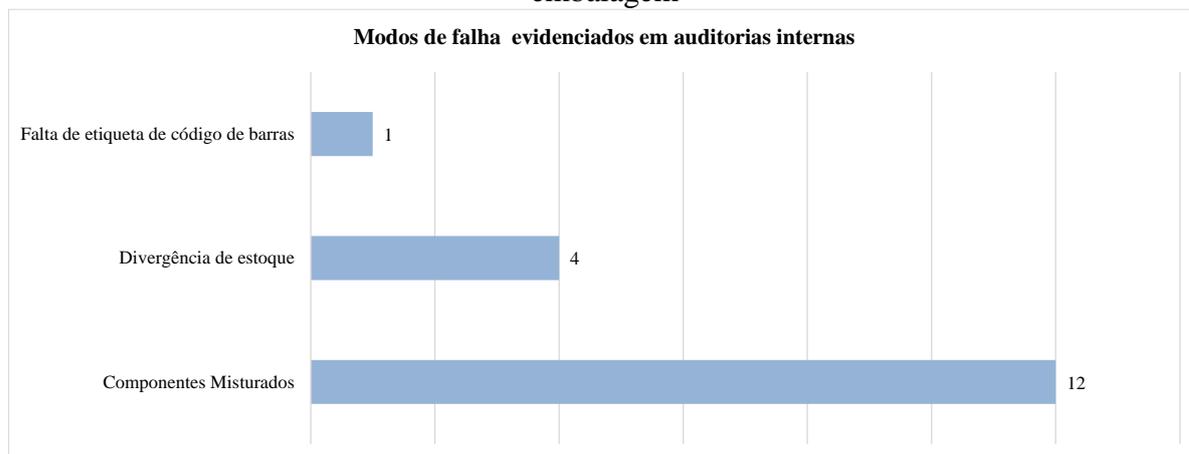
Figura 21 - Peças isoladas com material isomanta



Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

Conforme procedimento, os itens descarregados da monovia e que aguardarão o processo de embalagem devem ficar armazenados juntamente com sua respectiva ordem de produção, permitindo a identificação do item e quantidade do lote, possibilitando a leitura do código de barras para visualização dos padrões de embalagem a serem executados, contudo, este procedimento nem sempre ocorre como descrito. Devido ao grande fluxo de peças e ordens de produção, estas acabam sendo extraviadas, não sendo possível o cumprimento do procedimento, acarretando diversos problemas internos, assim como, não conformidades nos clientes como: peças misturadas, erro na identificação, envio de peças ao cliente com padrão de embalagem incorreta, envio de peças ao cliente sem a verificação de embarque controlado efetuado pelo inspetor da qualidade, quantidades incorretas dentro das embalagens, etc. Todos estes problemas são ocasionados devido a impossibilidade de conferência da ordem de produção vs peças físicas, ainda devido ao tempo de espera das peças para serem embaladas, as mesmas ficam expostas na área de embalagem gerando constantes retrabalhos devido a riscos e amassados causados por quedas e atritos. A Figura 22 apresenta os modos de falha apontados durante auditorias internas realizadas mensalmente no setor de embalagem, estas auditorias possuem o intuito de verificar a existência de falhas, realizar análises e posteriormente definir ações corretivas, também servem de apoio no cumprimento dos procedimentos, controlando as atividades, além de oportunizar a melhoria contínua dos processos.

Figura 22 – Modos de Falha relacionados as auditorias internas realizadas no setor de embalagem



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Ainda na área de embalagem, vide Figura 23, existe um local destinado ao armazenamento das peças não conformes que precisarão passar pelo processo de decapagem, ou seja, remoção das camadas de tinta já aplicadas em processos anteriores, para que então possam ser repintadas garantindo a qualidade visual do item, este processo é realizado por uma empresa terceira, que efetua a coleta duas vezes por semana.

Figura 23 - Peças armazenadas na área destinada aos itens que irão para o beneficiamento externo decapagem

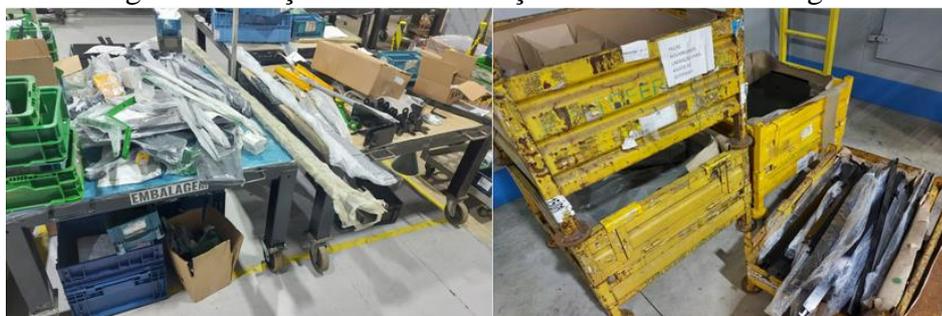


Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

Constantemente as peças armazenadas neste local acabam apresentando amassados devido a forma de armazenamento, outro agravante é a alta demanda pelo serviço de beneficiamento externo, desta forma a área torna-se pequena para acomodar todas as peças, sendo necessário a utilização de outros locais para a acomodá-las, estes, normalmente localizam-se próximo à área destinada para às peças que aguardam pelo processo de embalagem, possibilitando a mistura ou danos às peças boas.

Ainda no setor, há outros espaços destinados ao armazenamento de peças que possuem pendências impedindo a liberação para o próximo processo, mais especificamente atrás de uma das embaladoras e também próximo a saída da estufa de secagem de peças. Nestes locais, existem 2 mesas, caixas de plástico, papelão e ferro onde estão armazenadas peças de diversos modelos, sem identificação e que não possuem o documento de ordem de produção, as quais estariam “sobrando” no setor, desta forma, ficam aguardando a oportunidade para serem encaixadas em ordens de produção de itens do mesmo modelo que eventualmente apresentem falta de peças. A Figura 24 apresenta os itens obsoletos do setor, onde geralmente acabam danificados, assim como, utilizam equipamentos e espaços que poderiam ser aproveitados de forma produtiva.

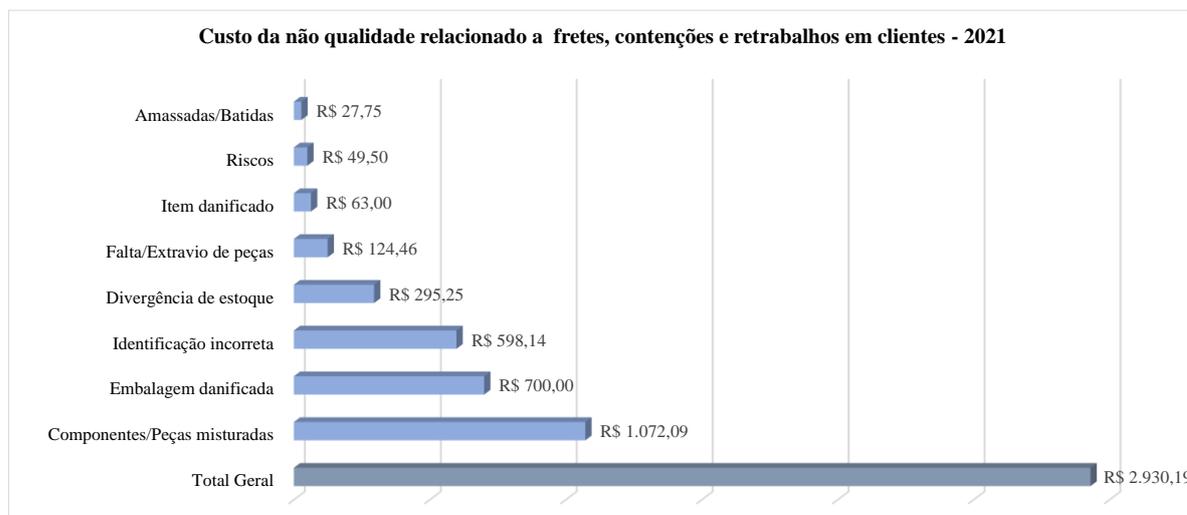
Figura 24 - Peças sem identificação no setor de embalagem



Fonte: Imagem da empresa máquinas Sazi (2021)

Como a empresa possui um sistema de gestão e atendimento ao cliente bem estruturado é possível observar através de um gráfico, apresentado na Figura 25, os modos de falha e os valores relacionados as não conformidades geradas pelo setor de embalagem no período de Janeiro à Outubro de 2021, estes custos são relativos a fretes de retorno e reposição, retrabalhos nos clientes, multas geradas por paradas de linha de produção do cliente, contenções realizadas por empresas terceiras a fim de minimizar os impactos e deméritos nos clientes.

Figura 25 - Custos relacionados a não conformidades em clientes



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Analisando o fluxo de processos realizados no setor de embalagem, assim como, as não conformidades destacadas é possível observar diversas situações que geram perdas de valor no fluxo produtivo, também é evidente os custos desnecessários devido a retrabalhos e refugos. Estas ineficiências basicamente ocorrem devido as etapas desnecessárias pelos quais os itens são submetidos, principalmente de espera entre os processos, acúmulo de peças sem identificação, falta de sequenciamento e organização de layout e das atividades executadas.

## 3.2 MÉTODO DE TRABALHO

Nesta etapa será apresentada uma proposta de trabalho, com base nas 6 fases da metodologia EAV, conectadas ao método de pesquisa-ação desenvolvida por Thiollent (1997) e citadas na seção 1.3 deste trabalho.

### 3.2.1 Fase exploratória

Contemplando as fases de preparação e informação da metodologia EAV e levando em consideração que o objeto de estudo foi selecionado, primeiramente será realizada a seleção dos integrantes da equipe que irão compor o grupo de estudo, por se tratar do setor de embalagem serão convidados: o líder operacional do setor, um operador experiente, o analista

de embalagem e de layout, o inspetor de qualidade que realiza as auditorias internas do setor e o analista de PCP que realiza o planejamento de entrega do setor.

Após, serão coletadas as informações necessárias para o conhecimento e identificação do estado atual, este procedimento se dará através do mapeamento das atividades executadas e com o auxílio da tabela apresentada na Figura 6, desta forma, será possível a identificação dos pontos mais críticos de cada operação. Através de entrevistas com os membros do setor será possível identificar as maiores dificuldades existentes durante a execução do processo, algumas perguntas padrões poderão ser aplicadas como:

- a) Qual a dificuldade de deslocamento?
- b) Qual a dificuldade de encontrar as ordens de produção?
- c) Há dificuldade em consultar o padrão de embalagem dos itens? Se sim, quais são?
- d) Há uma rotatividade de funções?
- e) Os profissionais estão treinados para executar as funções que atuam?
- f) Há uma pessoa “backup” treinada para cada processo?
- g) Há dificuldade na separação das peças no momento de executar o processo de embalagem?
- h) Com qual frequência é necessário o operador realizar deslocamentos para abastecer os processos?
- i) Qual o tempo médio de espera devido às operações de inspeção/embarque controlado?

Nesta etapa também serão mapeados o tempo de algumas atividades do processo, àquelas consideradas criticadas, onde observa-se maior potencial de ganhos e melhorias, outro dado importante serão os custos operacionais, desta forma, será possível indicar os valores de cada função. Para esta atividade será utilizada a tabela apresentada na Figura 4, onde, com base no tempo total, apresentará o resultado percentual do tempo gasto em cada atividade mapeada, sendo possível a classificação de cada função, conforme sua importância no processo.

Outras informações poderão ser necessárias como: valor médio de estoque na área de espera de embalagem, custo relacionado aos profissionais da área, custo por metro quadrado de área, qual tipo de embalagem mais utilizada, tempos de paradas das máquinas, etc.

### **3.2.2 Fase de planejamento.**

A fase de planejamento é constituída pela etapa de análise da metodologia EAV, é neste estágio que são observados os pontos críticos, mapeadas e classificadas as funções com o

auxílio da planilha apresentada na Figura 7. Para esta atividade será preciso o acompanhamento do trabalho desenvolvido no setor, inicialmente planeja-se a supervisão de meio turno de trabalho da equipe, observando como as atividades são realizadas, quais são os desperdícios, as dificuldades e qual operação pode ser classificada como o gargalo do setor.

Através desta atividade será possível conhecer de forma mais detalhada os processos que se desenvolvem na embalagem e através da aplicação da metodologia Mudge comparar cada função identificada no mapeamento classificando-as de forma a evidenciar as mais importantes, ou seja, aquelas que serão priorizadas no desenvolvimento do estudo. Nesta etapa será utilizada a tabela apresentada na Figura 8 a qual auxiliará na identificação das funções que possuem maior potencial de ganhos.

### **3.2.3 Fase de ação**

Esta etapa consiste em iniciar ações concretas e apresentar as propostas de solução para os problemas observados com base nas investigações das fases anteriores. Desta forma, inicia-se as atividades que compreendem as etapas de criatividade e desenvolvimento da metodologia EAV.

Primeiramente abrangendo a fase da criatividade o grupo utilizará a ferramenta de *Brainstorming* favorecendo o processo criativo e oportunizando que todos participem, expondo suas ideias com base nas informações coletadas até o momento, com o auxílio de um A3 e blocos adesivos serão formalizadas todas as ideias de forma que as mesmas fiquem visíveis para todo o grupo, após o término da explanação de todas as sugestões, estas, serão analisadas, pré – selecionadas e classificadas como: ideias recomendadas, não recomendadas e ideias que geram dúvidas.

Após a seleção e divisão das ideias, as mesmas serão classificadas através da metodologia FIRE, utilizando a tabela apresentada na Figura 9, possibilitando a identificação das ideias com maior potencial de tornarem-se soluções para os problemas evidenciados.

Já contemplando a fase de desenvolvimento, as ideias permanentes serão analisadas pelo grupo, onde, levando em consideração a possibilidade/viabilidade de implantação seguirão para a etapa onde serão definidas as ações, levando em consideração as oportunidades de melhorias destacadas.

### **3.2.4 Fase de Avaliação**

A fase de avaliação da pesquisa ação compreende o registro do conhecimento produzido, de forma análoga a fase de implantação no método EAV, onde busca-se a aprovação das ações junto às partes interessadas. Nesta etapa, será apresentada para a gestão os resultados alcançados através dos estudos realizados e da estratificação dos resultados através do método FIRE, onde a partir da avaliação das funções e com o auxílio da ferramenta 5W2H apresentada na Figura 10, serão validadas as ações definidas e as propostas de melhorias para o setor, assim como, a viabilidade de possíveis investimentos, visando a melhoria dos pontos negativos evidenciados.

## **4 RESULTADOS**

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento das etapas da metodologia EAV no setor de embalagem da empresa Máquinas Sazi. Serão descritas as análises realizadas com base nos dados coletados através das observações e acompanhamento dos processos, serão demonstrados os resultados obtidos e as propostas de melhorias sugeridas.

### **4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

O estudo realizado baseou-se nas etapas apresentadas na metodologia de trabalho, onde primeiramente foi executada a preparação para o início das atividades, determinou-se o objeto de estudo e através das tabelas exibidas, coletar informações e mapear as atividades de forma minuciosa, classificando-as com base em sua importância, obtendo os dados necessários para o nivelamento das informações referentes ao estado atual do setor,

Ainda na fase de informação, foi realizada a observação das atividades, desde a descarga das peças da monovia de pintura até o processo de embalagem dos itens. Sem qualquer interferência no processo, foi possível através de observações e entrevista aos operadores, coletar dados referente a movimentação, espera e dificuldades de execução das tarefas no setor. Com isso, tomou-se nota destes dados e com o auxílio da tabela apresentada na Figura 26, foi possível mapear as operações e movimentações executadas no setor.

Figura 26-Mapemento das atividades no setor de embalagem.

GRUPO SAZI		Planilha de fluxo de processos		UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL		
Área de aplicação: Setor de embalagem						
Responsáveis: Francieli Lazari Borges						
Processo: Desenganchamento, inspeção, embalagem						
MACROVISÃO						
	Operação	Serrar, furar, varrer, pregar, digitar, etc.				
	Transporte	Manual, empilhadeira, talha, carrinho de mão, mensagem, etc.				
	Inspeção	Qualidade, quantidade, verificação, etc.				
	Espera	Pessoas, manutenção, arquivamento, processamento, etc.				
	Armazenagem	A granel, produto acabado, documentos, informações, etc.				
Atividade	Descrição do elemento					
A	PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO				1	
B	PEÇAS SÃO RETIRADAS DA MONOVIA PELO OPERADOR	1				
C	RETIRADA DOS ISOLADORES UTILIZADOS PARA ISOLAÇÃO DOS DIÂMETROS E ROSCAS	1				
D	PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO				1	
E	MONVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM		1			
F	PEÇAS AGUARDAM A MONTAGEM DO CONJUNTO PARA SEREM EMBALADAS				1	
G	PEÇAS SÃO INSPECIONADAS			1		
H	REPASSE DE ROSCAS E RETOQUES CORRIGINDO IMPERFEIÇÕES			1		
I	PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM				1	
J	CONSULTAR INSTRUÇÃO DE TRABALHO COM O PROCEDIMENTO CORRETO DE EMBALAGEM			1		
L	PEÇAS SÃO EMBALADAS	1				
Total		3	1	3	4	0

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Através desta atividade foi possível identificar por quais etapas as peças passam antes de serem embaladas e com o auxílio da metodologia de Shingo foi possível classificar cada atividade realizada no setor, em operações de nível operacional, de transporte, inspeção, espera e armazenamento. Esta forma de classificação auxiliou na identificação das operações que agregam valor ao processo e aquelas que podem ser otimizadas ou eliminadas.

Após o mapeamento e identificação das atividades executadas no setor, pode-se evidenciar através de pontuações que as atividades de espera são as mais presentes nos processos, seguida pelas atividades de inspeção e operacionais.

Ainda com base na fase de informação, buscou-se dados referentes aos custos para cada uma das atividades, com esta informação foi possível visualizar o quanto cada atividade realizada no setor representa financeiramente para a organização, estas informações são de extrema importância para as análises e tomadas de decisões. Desta forma, a partir de valores estabelecidos pela empresa, foi possível classificar cada função conforme seu custo.

Figura 27 - Tabela referente aos custos de cada função mapeada.

GRUPO SAZI		Funções e Custos Engenharia e Análise de Valor		UCS UNIVERSIDADE DE CARIAS DO SUL	
Área de aplicação: Setor de embalagem					
Responsáveis: Francieli Lazari Borges					
Processo: Desenganchamento, inspeção, embalagem					
Atividade	Função	Objeto	Mapeamento	Custo da função (R\$)	Custo da função (%)
A	PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO	Peças	Espera 	298	0,153608247
B	PEÇAS SÃO RETIRADAS DA MONOVIA PELO OPERADOR	Peças	Operação 	84	0,043298969
C	RETIRADA DOS ISOLADORES UTILIZADOS PARA ISOLAÇÃO DOS DIÂMETROS	Peças	Operação 	84	0,043298969
D	PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO	Peças	Espera 	298	0,153608247
E	MONVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM	Peças	Transporte 	115	0,059278351
F	PEÇAS AGUARDAM A MONTAGEM DO CONJUNTO PARA SEREM EMBALADAS	Peças	Espera 	298	0,153608247
G	PEÇAS SÃO INSPECIONADAS	Peças	Inspeção 	127	0,065463918
H	REPASSE DE ROSCAS E RETOQUES CORRIGINDO INPERFEIÇÕES	Peças	Inspeção 	127	0,065463918
I	PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM	Peças	Espera 	298	0,153608247
J	CONSULTAR INSTRUÇÃO DE TRABALHO COM O PROCEDIMENTO CORRETO DE EMBALAGEM	Peças	Inspeção 	127	0,065463918
L	PEÇAS SÃO EMBALADAS	Peças	Operação 	84	0,043298969
Total				1940	0,891237113

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Conforme os dados apresentados na Figura 27, é possível verificar a representatividade financeira de cada atividade, identificar aquelas que possuem maior valor agregado ao processo, assim como, detectar desperdícios e ineficiências nas atividades executadas.

Como forma de melhor visualizar os resultados a Figura 28, apresenta o somatório do custo e do percentual de representatividade para cada função.

Figura 28 - Custo total de cada função x representatividade

Mapeamento	Custo total de cada função (R\$)	Representatividade (%)
Operação 	252	13%
Espera 	1192	61%
Transporte 	115	6%
Inspeção 	381	20%

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Com base nos dados apresentados é possível definir as atividades de espera como as mais significativas e as que agregam maior custo ao sistema, acompanhada pelas atividades de inspeção, operação e transporte.

Figura 29- Funções ordenadas conforme representatividade (%)

Mapeamento	Representatividade(%)	Atividades
 1° - Espera	61%	* PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO *PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO *PEÇAS AGUARDAM A MONTAGEM DO CONJUNTO PARA SEREM EMBALADAS *PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM
 2° - Inspeção	20%	*PEÇAS SÃO INSPECIONADAS *REPASSE DE ROSCAS E RETOQUES CORRIGINDO INPERFEIÇÕES *CONSULTAR INSTRUÇÃO DE TRABALHO COM O PROCEDIMENTO CORRETO DE EMBALAGEM
 3° - Operação	13%	* PEÇAS SÃO RETIRADAS DA MONOVIA PELO OPERADOR *RETIRADA DOS ISOLADORES UTILIZADOS PARA ISOLAÇÃO DOS DIÂMETROS *PEÇAS SÃO EMBALADAS
 4° - Transporte	6%	*MONVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Contemplando a fase de análise da metodologia EAV e com base nos dados apresentados, foi possível realizar a classificação das atividades em: P = principal, S = secundária, U = uso, E = estima, A = acessória, D = desnecessária. Conforme apresentado na Figura 30.

Figura 30 - Classificação das funções identificadas no setor de embalagem.

GRUPO SAZI		Classificação das Funções				UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Funções			Classificação **			
Código*	Função aplicável (verbo) +	Substantivo	P ou S	U ou E	A ou D	
A	PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO	PEÇAS		U		
B	DESENGANCHAR	PEÇAS	P			
C	RETIRADA DOS ISOLADORES UTILIZADOS PARA ISOLAÇÃO DOS DIÂMETROS E ROSCAS	PEÇAS	S			
D	PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO	PEÇAS			D	
E	MOVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM	PEÇAS			D	
F	AGUARDAR MONTAGEM DO CONJUNTO PARA EMBALAR	PEÇAS			D	
G	INSPECIONAR	PEÇAS	S			
H	REPASSE DE ROSCAS E RETOQUES CORRIGINDO INPERFEIÇÕES	PEÇAS			D	
I	PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM	PEÇAS			D	
J	CONSULTAR INSTRUÇÃO DE TRABALHO COM O PROCEDIMENTO CORRETO DE EMBALAGEM	PEÇAS		E		
L	EMBALAR	PEÇAS	P			

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Observando os resultados apresentados na Figura 30, é possível identificar as atividades que são indispensáveis para o objetivo final do setor: peças embaladas. Estas, são classificadas como atividades principais, sendo essenciais para o funcionamento do sistema, no cenário estudado as tarefas classificadas como tal são: desenganchar e embalar peças. Já as operações de retirada de isoladores e inspeção, foram identificadas como secundárias, ou seja, possuem importância para o processo, porém, não são indispensáveis, se forem eliminadas o processo poderia ser concluído igualmente. Já, as demais atividades classificadas como: de uso, estima, acessório e desnecessária, pouco contribuem para o objetivo final do setor, sendo estas as que possuem maior possibilidade de ganho se otimizadas ou eliminadas dos processos.

Ainda com base fase de análise da metodologia EAV, com o intuito de classificar e conhecer a importância relativa de cada atividade mapeada no setor, utilizou-se o diagrama de Mudge. O passo inicial foi definir critérios qualitativos para identificar as prioridades, e com base no pensamento estratégico da empresa, definiu-se a importância de cada atividade pontuando-as como: (1). Moderadamente mais importante, (3). Medianamente mais importante, (5). Muito mais importante.

Figura 31 - Metodologia Mudge aplicado nas atividades do setor de embalagem

GRUPO SAZI		Ferramenta de priorização: Metodologia Mudge										UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL	
Área de aplicação: Setor de embalagem													
Responsáveis: Francieli Lazari Borges													
Processo: Desenganchamento, inspeção, embalagem													
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	Peso	%	
A	B 3	A 1	A 3	A 3	A 3	G 5	A 3	A 1	J 3	L 5	14	7,33%	
	B	B 1	B 5	B 5	B 5	B 3	H 3	B 5	B 3	L 5	30	15,71%	
		C	C 5	C 5	C 3	G 1	H 3	C 5	J 1	L 5	18	9,42%	
			D	D 1	F 1	G 5	H 3	D 1	J 5	L 5	2	1,05%	
				E	F 1	G 5	H 3	E 1	J 5	L 5	1	0,52%	
					F	G 5	H 3	F 1	J 3	L 5	3	1,57%	
						G	G 3	G 5	G 1	L 5	30	15,71%	
							H	H 5	H 1	L 5	21	10,99%	
								I	J 5	L 5	0	0,00%	
									J	L 5	22	11,52%	
										L	50	26,18%	
										TOTAL	191	100,00%	

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Após classificadas as funções, foi possível identificar o valor agregado para cada uma delas. Na Figura 32 são apresentadas as atividades em ordem decrescente conforme nível de agregação de valor.

Figura 32 - Classificação das funções com base na matriz de priorização Mudge.

Peso(%)	Função	
26,18%	L	EMBALAR
15,71%	B	DESENGANCHAR
15,71%	G	INSPECIONAR
11,52%	J	CONSULTAR INSTRUÇÃO DE TRABALHO COM O PROCEDIMENTO CORRETO DE EMBALAGEM
10,99%	H	REPASSE DE ROSCAS E RETOQUES CORRIGINDO INPERFEIÇÕES
9,42%	C	RETIRADA DOS ISOLADORES UTILIZADOS PARA ISOLAÇÃO DOS DIÂMETROS E ROSCAS
7,33%	A	PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Levando em consideração as variáveis qualitativas definidas no método Mudge (Figura 31) e as variáveis quantitativas do custo de cada função (Figura 25), foi possível definir o índice de valor agregado para cada atividade mapeada, este método torna possível correlacionar custo e importância de cada função, e classificá-las em faixas: índice de valor agregado  $> 1,1$  – Função classificada como ótima, não recomendável realizar melhorias nestas funções, pois possuem um ótimo índice;  $0,9 < \text{índice de valor agregado} < 1,1$  - Função classificada como adequada, recomendável realizar melhorias, aumentando o índice de valor agregado para ótimo; Índice de valor agregado  $< 0,9$  – Função classificada como crítica, é de

extrema importância a implementação de melhorias, resultando num aumento do índice e maior eficiência sistêmica dos processos.

Figura 33 - Índice de valor agregado das funções mapeadas no processo de embalagem.

Código*	Função aplicável (verbo) +	Substantivo	% Qualitativo	%Custo	Índice de valor agregado	Classificação
A	PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO	PEÇAS	7,33%	15,36%	0,48	Crítico
B	DESENGANCHAR	PEÇAS	15,71%	4,33%	3,63	Ótimo
C	RETIRADA DOS ISOLADORES UTILIZADOS PARA ISOLAÇÃO DOS DIÂMETROS E ROSCAS	PEÇAS	9,42%	4,33%	2,18	Ótimo
D	PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO	PEÇAS	1,05%	15,36%	0,07	Crítico
E	MOVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM	PEÇAS	0,52%	5,93%	0,09	Crítico
F	AGUARDAR MONTAGEM DO CONJUNTO PARA EMBALAR	PEÇAS	1,57%	15,36%	0,10	Crítico
G	INSPECIONAR	PEÇAS	15,71%	6,55%	2,40	Ótimo
H	REPASSE DE ROSCAS E RETOQUES CORRIGINDO INPERFEIÇÕES	PEÇAS	10,99%	6,55%	1,68	Ótimo
I	PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM	PEÇAS	0,00%	15,36%	0,00	Crítico
J	CONSULTAR INSTRUÇÃO DE TRABALHO COM O PROCEDIMENTO CORRETO DE EMBALAGEM	PEÇAS	11,52%	6,55%	1,76	Ótimo
L	EMBALAR	PEÇAS	26,18%	4,33%	6,05	Ótimo

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Analisando os valores plotados na Figura 33, observa-se que algumas das atividades executadas no setor de embalagem possuem um índice de valor agregado crítico com valores abaixo de 0,9.

Figura 34 - Funções com índice de agregação de valor considerado crítico para o processo

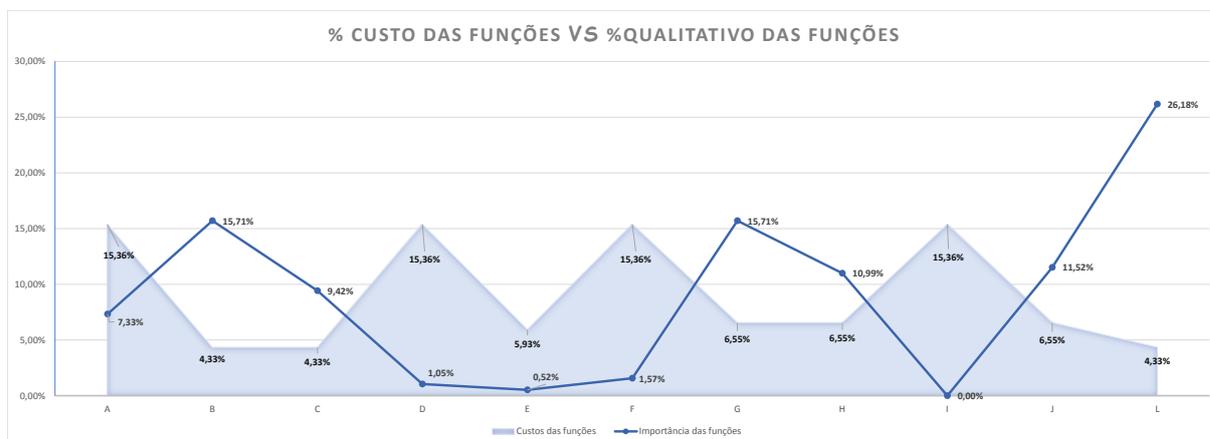
Código*	Função aplicável (verbo) +	Substantivo	% Qualitativo	%Custo	Índice de valor agregado	Classificação
A	PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO	PEÇAS	7,33%	15,36%	0,48	Crítico
D	PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO	PEÇAS	1,05%	15,36%	0,07	Crítico
E	MOVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM	PEÇAS	0,52%	5,93%	0,09	Crítico
F	AGUARDAR MONTAGEM DO CONJUNTO PARA EMBALAR	PEÇAS	1,57%	15,36%	0,10	Crítico
I	PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM	PEÇAS	0,00%	15,36%	0,00	Crítico

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Observa-se que as funções classificadas como críticas, possuem um custo alto quando comparado com o percentual qualitativo definido na matriz Mudge, desta forma, é necessário a implantação de melhorias nas atividades, visando o aumento do índice de agregação das funções.

A Figura 35 demonstra de forma comparativa as variáveis qualitativas e quantitativas, através das linhas plotadas é possível observar as variações entre o percentual do custo e de importância.

Figura 35 - Percentual do custo VS percentual qualitativo de cada função



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Observa-se que as funções consideradas críticas, são aquelas em que o percentual do custo ultrapassa a linha destinada ao percentual de importância, são estas, as funções D, E, F e

I, desta forma, os custos destas funções devem ser reduzidos ou se possível as funções eliminadas já que agregam pouco para o produto final. As demais operações são consideradas ótimas, sendo que os traços referentes ao percentual de importância ultrapassam as linhas do percentual dos custos, desta forma, para estas funções é possível o reajustar do valor monetário destas atividades, deixando as linhas das duas variáveis o mais paralelo possível.

Identificadas as funções críticas e com base na fase da criatividade, utilizou-se a metodologia de *brainstorming* para o levantamento das sugestões de melhoria e o método FIRE para estabelecer uma classificação para cada sugestão proposta.

Figura 36 - Metodologia FIRE aplicada nas sugestões de melhoria para as funções críticas do setor de embalagem.

GRUPO SAZI		Engenharia e Análise de Valor Metodologia FIRE				UCS UNIVERSIDADE DE CARIAS DO SUL
Área de aplicação: Setor de embalagem						
Responsáveis: Francieli Lazari Borges						
Processo: Desenganchamento, inspeção, embalagem						
<b>MACROVISÃO</b>						
<b>F</b>	Função: a ideia cumpre a função integralmente? (Sim ou Não);					
<b>I</b>	Investimento: o investimento é viável? (Sim ou Não);					
<b>R</b>	Resultado: a ideia cumpre o objetivo do projeto? (Sim ou Não)					
<b>E</b>	Exequibilidade: é possível a implementação da ideia tecnicamente? (Sim ou Não);					
<b>Melhoria e otimização das funções</b>						
Função A: PEÇAS SAEM DA ESTUFA E SEGUEM PELA MONOVIA ATÉ O POSTO DE DESENGANCHAMENTO						
Nº	Ideias	F	I	R	E	Viável?
1	Reduzir metragem da monovia na saída da estufa	N	N	S	N	Não Recomenda
2	Realizar a contratação de mais profissionais para a atividade de desenganchamento	S	N	S	S	Não Recomenda
3	Realocar profissional com foco 100% no desenganchamento de peças	S	S	S	S	Recomenda
4	Aumentar velocidade da monovia	N	N	S	N	Não Recomenda
Função D: PEÇAS AGUARDAM A IDENTIFICAÇÃO PELA ORDEM DE PRODUÇÃO						
Nº	Ideias	F	I	R	E	Viável?
1	Definir local para o armazenamento da ordem de produção no setor	S	S	S	S	Recomenda
2	Definir responsável pela organização das ordens de produção e identificação das peças no setor	S	S	S	S	Recomenda
Função E: MOVIMENTAÇÃO DOS OPERADORES PARA BUSCAR CAIXAS E MATERIAS PARA EMBALAGEM						
Nº	Ideias	F	I	R	E	Viável?
1	Definir próximo a área de desenganchamento local para a armazenagem de caixas e materiais de embalagem diminuindo deslocamento dos profissionais	S	S	S	S	Recomenda
2	Definir profissional com foco na logística do setor, o qual será responsável pelo abastecimento de material e movimentação das embalagens e peças embaladas, aumentando a eficiência da operação	S	S	S	S	Recomenda
Função F: AGUARDAR MONTAGEM DO CONJUNTO PARA EMBALAR						
Nº	Ideias	F	I	R	E	Viável?
1	Ordenar a programação da pintura, de modo que os pedidos/conjuntos sejam pintados no mesmo setup	S	N	S	N	Não Recomenda
2	Criar layout vertical de prateleiras para armazenagem das peças que aguardam conjuntos, otimizando área de embalagem evitando extravios e retrabalhos devido as peças danificadas.	S	S	S	S	Recomenda
3	Negociar com o cliente formas alternativas de envio	S	S	S	N	Não Recomenda
Função I: PEÇAS FICAM NA ÁREA DE DESCARGA AGUARDANDO A EMBALAGEM						
Nº	Ideias	F	I	R	E	Viável?
1	Organizar área de descarga definindo o fluxo de peças para embalar, evitando atravessamentos e atrasos.	S	S	S	S	Recomenda
2	Estruturar setor de embalagem, definindo funções fixas para os profissionais, evitando paradas desnecessárias.	S	S	S	S	Recomenda
3	Adquirir nova embaladora aumentando o fluxo de peças embaladas.	S	S	S	S	Recomenda

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para cada função considerada crítica com base no índice de valor agregado, foi estabelecida ações corretivas buscando aumentar a eficiência destas atividades e reduzir o impacto negativo gerado em cada função. Com base em análises qualitativas e quantitativas a ferramenta auxilia na identificação da viabilidade para a execução das ideias, classificando-as como ações recomendadas e não recomendadas.

Para cada função crítica pelo menos uma ação sugerida foi considerada viável para a implementação, desta forma, na fase de desenvolvimento, através da metodologia 5W2H, foram registradas as ações de melhorias determinado os responsáveis pela execução e o prazo.

Figura 37 - Definição das ações corretivas com base na metodologia 5W2H

GRUPO SAZI		PLANO DE AÇÃO										UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL			
Meta:												25%	50%	75%	100%
O QUE	QUEM	QUANDO	ONDE	PORQUE	COMO	Ganhos Qualitativos	Ganhos Quantitativos	STATUS*							
Reallocar profissional com foco 100% no desenganchamento de peças	Líder operacional do setor	15/07/2022	Setor de embalagem	Para aumentar a eficiência do processo evitando movimentações durante a operação	Designando um profissional somente para a atividade de desenganchamento de peças	Organização do setor; Tarefas melhor distribuídas Profissional dedicado 100% na sua atividade	Maior eficiência no processo								
Definir próximo a área de desenganchamento local para a armazenagem de caixas e materiais de embalagem diminuindo deslocamento dos profissionais	Líder operacional e Engenharia (responsável pelo Layout Fábri)	30/07/2022	Setor de embalagem - Próximo a área de desenganchamento	Evitar movimentação desnecessária dos profissionais para buscar material para a execução das tarefas	Definindo e identificando local próximo a área de desenganchamento para armazenagem dos materiais utilizados com frequência para a embalagem	Profissional focado nas atividades que agregam valor ao processo Diminuição do deslocamento dos profissionais Melhora da organização do setor	Aumento da produtividade. Diminuição de atrasos de entrega Menor índice de retrabalhos								
Definir profissional com foco na logística do setor, o qual será responsável pelo abastecimento de material e movimentação das embalagens e peças embaladas, aumentando a eficiência da operação	Líder operacional e Coordenador da área	15/07/2022	Setor de embalagem	Para diminuir o deslocamento dos profissionais em atividades de logística e abastecimento	Atribuindo às atividades do profissional a responsabilidade de abastecer o setor com material necessário para a execução do processo e movimentar peças já embaladas para a expedição	Atividades centralizadas em apenas um profissional possibilitando que os demais integrantes do setor foquem em suas atividades produtivas	Foco nas atividades produtivas auxiliando no aumento da eficiência e prazo de entrega								
Definir local para o armazenagem da ordem de produção no setor	Analista de embalagem	15/07/2022	Setor de embalagem - Próximo a área de desenganchamento	Para facilitar a identificação das peças descarregadas da monovia, evitando deslocamentos e impactos na eficiência do setor	Identificando local e criando condições para o armazenagem das ordens de produção	Contribuindo para a organização do setor	Diminuição do lead time das peças no setor de pintura								
Definir responsável pela organização das ordens de produção e identificação das peças no setor	Líder operacional e Coordenador da área	15/07/2022	Setor de embalagem	Para centralizar a atividade em um único profissional	Atribuindo às atividades do profissional a responsabilidade da execução do procedimento definido	Atividades centralizadas em apenas um profissional possibilitando que os demais integrantes do setor foquem em suas atividades produtivas	Aumento da eficiência e otimização do prazo de entrega								
Criar layout vertical de prateleiras no setor de embalagem	Engenharia (responsável pelo Layout Fábri)	30/08/2022	Setor de embalagem	Para armazenagem das peças que aguardam conjuntos.	Projetando, viabilizando local e orçamento para a implantação.	Otimização área de embalagem evitando extravios e retrabalhos devido as peças danificadas.	Diminuição de custos com retrabalhos e sucatas.								
Organizar área de descarga definindo o fluxo de peças para embalar, evitando atravessamentos e atrasos.	Engenharia (responsável pelo Layout Fábri)	30/07/2022	Setor de embalagem	Aumentar a produtividade e organização do setor, evitando mistura e acúmulo de peças	Redesenhando o layout e identificando áreas, definindo corredores, e local para entrada e saída de peças no setor	Aderência ao programa 5 Ss	Redução do custo da não qualidade, aumento da produtividade do setor.								
Estruturar o setor de embalagem, definido funções fixas para os profissionais, evitando paradas desnecessárias.	Coordenador do setor	30/08/2022	Setor de embalagem	Aumentar a produtividade do setor	Definindo cargos, responsabilidades, realizando treinamentos específicos das funções a serem executadas	Foco 100% nas atividades, satisfação dos profissionais, já que, ficará claro quais atividades são de sua responsabilidade	Maior produtividade								
Realizar o orçamento e adquirir nova embeladora aumentando o fluxo de peças embaladas.	Coordenador do setor Engenharia (Analista de embalagem)	30/08/2022	Setor de embalagem	Aumentar a produtividade do processo embalar	Realizando o levantamento dos dados necessários para viabilizar a compra do equipamento	Melhora o aspecto visual do setor, diminuindo os estoques entre processos.	Aumento da produtividade, diminuição do lead time das peças. Diminuição do custo da não qualidade								

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Na fase de avaliação foram apresentadas as propostas para a gerência e após aprovação, as ações foram formalizadas no sistema utilizado para o gerenciamento. Após a implementação das ações corretivas a empresa possui a prática de verificar a eficácia da execução, são feitas verificações em loco, através de indicadores entrevistas com profissionais, entre outros, esta prática além de ser um requisito da norma ISO 9001 a qual a empresa é certificada, também garante a melhoria continua dos processos e procedimentos.

## 4.2 DISCUSSÕES

Através dos estudos realizados e com base na aplicação da metodologia EAV no setor de embalagem, foi possível observar a versatilidade da ferramenta, a necessidade de um bom planejamento e organização para que sua aplicação seja efetiva. Levando em consideração as ineficiências e problemas de qualidade identificados através dos indicadores e do mapeamento realizado, a metodologia mostrou-se apropriada para a identificação das possíveis melhorias para o setor.

Tendo em vista o momento de alta demanda de produção, observou-se a necessidade de ações de melhorias assertivas, que não prejudicassem a produtividade do setor, porém, que gerassem resultados, principalmente com foco nas variáveis qualitativas do processo as quais só foram classificadas como críticas devido a aplicação das fases da EAV. Desta forma, a metodologia propiciou a melhor estruturação das ações, deixando claro as necessidades de mudança e os ganhos que podem ser obtidos ao final da implementação da EAV.

O mapeamento de valor e o cruzamento dos dados qualitativos e quantitativos, oportunizaram a identificação das melhorias, inclusive aquelas com baixo custo de investimento, demonstrou que a organização do setor e a melhor distribuição das atividades entre os profissionais, podem ser uma das soluções para otimizar a eficiência e a entrega do setor.

Contudo, para a execução e obtenção de bons resultados através da EAV, além do engajamento do grupo de trabalho, da disciplina na implementação das etapas e da execução das ações de melhoria, a empresa deve estar disposta a quebrar paradigmas e realizar mudanças. Pois, as fases de implementação da metodologia, são compostas por atividades que interagem diretamente com os processos e com os profissionais da área analisada, ou seja, é necessário a colaboração de todos os envolvidos, sendo este um dos pontos chave para obtenção de bons resultados.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi implementar a metodologia EAV no setor de embalagem da empresa Máquinas Sazi. Para atender tal objetivo, primeiramente foi necessário aprofundar os estudos conceituais sobre a metodologia, buscando informações claras sobre cada etapa do método, assim como, dados necessários para adaptar a aplicação conforme a necessidade do setor, buscando a configuração considerada ideal para o melhor aproveitamento das etapas de aplicação da EAV e a obtenção de melhores resultados.

Após os estudos teóricos, foi o momento de mapear as atividades, buscar informações e identificar as operações executadas, observar os indicadores, assim como, as falhas, as perdas e os pontos de ineficiência, desta forma, aplicou-se as seis fases da metodologia EAV, onde através das ferramentas sugeridas para cada etapa, foi possível buscar os dados necessários para traçar um diagnóstico diminuindo as perdas e aumentando a eficiência das atividades.

Para tal, o trabalho organizou-se com base nos objetivos específicos, onde primeiramente executou-se o mapeamento do fluxo do processo analisado, no caso o setor de embalagem. Este objetivo foi finalizado em sua totalidade, já que, através de observações, entrevistas aos profissionais e informações sobre os indicadores do setor, pode-se definir o estado atual, identificando as principais causas dos problemas.

Com relação ao segundo objetivo, que é “definir a importância e custos das funções do processo”, esta foi executada e finalizada, através de ferramentas sugeridas nas literaturas consultadas, foi possível analisar cada função e classificá-las conforme sua importância qualitativa e quantitativa dentro do processo, facilitando a observação e a definição das próximas etapas.

Da mesma forma, o terceiro objetivo que é: “definir o índice de valor agregado do processo”, foi concluído com o auxílio da metodologia Mudge e tabelas que correlacionaram os dados, sendo possível definir as atividades consideradas críticas no setor, ou seja, aquelas que precisam de melhorias imediatas.

Seguindo para o quarto objetivo específico, “definir e priorizar melhorias a serem implementadas no processo estudado”, através do método FIRE definiu-se as ações mais recomendadas para a execução em curto prazo, sendo possível definir os prazos e os responsáveis pela execução através da ferramenta 5W2H. Desta forma, considerou-se concluído o último objetivo específico, formalizando as ações, envolvendo os profissionais nas melhorias definidas, monitorando a implementação e eficácia das ações definidas.

Assim, configurou-se o objetivo geral deste trabalho, onde através da execução de cada objetivo específico, implementou-se a metodologia EAV no setor de embalagem o qual faz parte da manufatura da empresa Máquinas Sazi, que é fabricante de peças para diferentes mercados do setor metalomecânico.

Com base nos estudos realizados, na metodologia executada e nos resultados obtidos, a metodologia EAV pode ser definida como um conjunto de atividades que exige disciplina na implementação, quebra de paradigmas organizacional e o engajamento dos envolvidos, desta forma, através de métodos e ferramentas relativamente simples é possível identificar melhorias baseadas em dados e não somente soluções superficiais, as quais geralmente são definidas quando há a utilização de ferramentas isoladas na busca de soluções de problemas. É válido ressaltar que a metodologia é adaptável para qualquer ambiente, sendo configurada conforme a necessidade do setor, no cenário ao qual a metodologia foi aplicada, havia a necessidade de uma ferramenta que envolvesse os profissionais, mas que em contrapartida não prejudicasse o andamento das operações, já que o período é de alta demanda, desta forma, a metodologia foi adaptada sem nenhum prejuízo as atividades do setor.

Contudo, para o sucesso na execução da metodologia é necessário que a empresa tenha maturidade para consentir e adaptar-se as mudanças, também é importante por parte dos envolvidos na execução da EAV, organização, sendo fundamental um cronograma de trabalho bem definido, um plano de execução bem planejado com atividades bem distribuídas, deixando claro as responsabilidades entre os membros do grupo de trabalho, caso contrário, é possível que os resultados não correspondam às expectativas iniciais. Também é importante ressaltar, que a metodologia EAV consiste em seis etapas de implementação, tornando-o um plano de trabalho extenso, diferentemente das ferramentas isoladas que usualmente são utilizadas auxiliando nos procedimentos de soluções de problemas.

Vale lembrar que a EAV é um plano de trabalho multidisciplinar, ou seja, é possível que durante a execução, haja a necessidade do suporte e envolvimento de outros profissionais da empresa, com o intuito de auxiliar tecnicamente às atividades, contribuindo com informações ou tomadas de decisões, possibilitando o andamento das tarefas, desta forma, é de extrema importância que a empresa esteja disposta a disponibilizar estes profissionais para auxiliar nestas atividades conforme demanda, agregando de forma qualitativa na execução das tarefas.

Após a implementação das ações definidas, contemplando o monitoramento das atividades e como forma de verificar a eficácia do plano de trabalho executado, sugere-se que seja realizado o monitoramento dos indicadores existentes no setor, realizando um comparativo

temporal dos dados, assim como, é indicado a estruturação de novos indicadores os quais possivelmente farão mais sentido ao cenário atual, como por exemplo, o tempo de atravessamento das peças no setor. Também é importante salientar que a metodologia EAV é um ciclo de melhoria continua pois, após a implementação de todas as etapas é possível estruturar um novo plano de trabalho, focando em novos pontos de ineficiência, ou até mesmo, observando melhorias nos processos onde a ferramenta acabou de ser implantada. Devido a versatilidade da EAV, sugere-se a formatação de um plano de trabalho para os demais setores da empresa, sendo possível identificar as perdas e ineficiências, planejando de forma estruturada e com base em dados mapeados ações de melhoria para os setores.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ASSUNÇÃO, Wellinton. **Uma aplicação do método de análise de valor em um processo produtivo**. Dissertação de Mestrado, MA, 2003.
- BASSO, José Luiz. **Engenharia e análise do valor**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, 1991.
- BATTAGLIA, D.; BERGAMO, E. S. **Análise de valor e engenharia de valor: uma ferramenta de redução de custos em um projeto**. P&D em Engenharia de Produção, Itajubá, V.8, n.3, p. 102-115, 2010.
- BREIER, G. P.; DE PAULA, I.C. **Comparação entre ferramentas de análise de rede de valor e de análise de valor no projeto de um produto**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, RS, 2012.
- BRUM, Tarcísio Costa. **Oportunidades da aplicação de ferramentas de gestão na avaliação de políticas públicas: o caso da política nacional de resíduos sólidos para a construção civil**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.
- CAMPOS, Renata Alves; LIMA, S.M.P. **Mapeamento de processos: Importância para as organizações**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.
- CHAVES, Leonardo Corrêa, *et.al.* **A utilização da engenharia do valor e custo – alvo na redução de custos**. XVIII Congresso brasileiro de custos, RJ, 2011.
- CSILLAG, João Mario. **Análise do valor: Metodologia do valor**. São Paulo: Atlas, 1985.
- DOMINGUES, J.; SELLITO, M. A.; LACERDA, D. P. **Análise de valor e engenharia de valor: estudo de caso em serviço**. Revista Base (Administração e Contabilidade) da Unisinos, vol.10, p. 373-385, 2013.
- FERREIRA, A. B.; PEIXOTO, B. K. **Engenharia e análise do valor**. Disponível em: < <https://fdocumentos.tips/document/engenharia-e-analise-de-valor-55b3493556dda.html> >. Acesso em: 25 ago. 2021.
- LAURINDO, Alisson Marcelo; LOURES, Eduardo. **Aplicação de métodos multicritérios para apoio na tomada de decisão de investimentos em serviços tecnológicos oferecidos para a indústria nacional**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, AL, 2018.
- LEITE, M. S. A.; LIMA, A. S. **Análise de valor & qualidade percebida pelo cliente**. VI Congresso brasileiro de custos, SP, 1999.
- MARAMALDO, Dirceu. **Análise de valores: (value analysis/value engineering)**. Rio de Janeiro: Intercultural, 1983.

MAZZOTTI, Karla; BROEGA, Ana Cristina; GOMES, L.V.N. **A exploração da criatividade, através do uso da técnica de brainstorming, adaptada ao processo de criação em moda.** International fashion and design congresso, 2012.

PENTEADO, Fernando A. C. de Arruda. **A técnica de análise do valor aplicada à gestão pela qualidade total, como método de resolução de problemas.** Universidade Paulista – UNIP, SP, 1998.

REIS, Lucas Vinicius, *et.al.* **O uso das ferramentas brainstorming e 5W2H no planejamento de combate a incêndio em indústria de tabaco.** XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, PB, 2016.

RIBEIRO, J.R.; FERNANDES, B.C.; ALMEIDA, D.A. **A questão da agregação de valor no mapeamento de processo e no mapeamento de falhas.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. SP, 2010.

SHEWHART, W. A. **Economic control of quality of manufactured product.** New York: Van Nostrand, 1931.

TEIXEIRA, Roberto Ney Ciarlini. **A utilização da análise do valor na metodologia do gerenciamento de processos.** Revista tecnologia Fortaleza, n° 18, p. 11-15, 1997.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações.** São Paulo: Atlas, 1997.