

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAROLAINÉ DA SILVA MACHADO

THAREJA DINIZ DE SOUZA PEDRO
GOMES

LOGÍSTICA REVERSA: CONVERSÃO DE ESTOQUE DE PEÇAS DE
COBRE EM LUCRO EM UMA AUTOMOBILÍSTICA

VOLTA REDONDA
2020

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**LOGÍSTICA REVERSA: CONVERSÃO DE ESTOQUE DE PEÇAS DE
COBRE EM LUCRO EM UMA AUTOMOBILÍSTICA**

Projeto de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Alunos:

CAROLAINE DA SILVA

MACHADO

THAREJA DINIZ DE SOUZA

PEDRO GOMES

Orientador(a):

Prof.^a. MSc. Daniele Santos de Oliveira Archanjo de Souza.

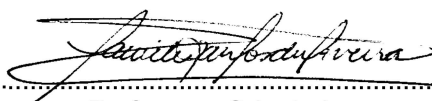
FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **LOGÍSTICA REVERSA: CONVERSÃO DE ESTOQUE DE PEÇAS DE COBRE EM LUCRO EM UMA AUTOMOBILÍSTICA**

Elaborado Carolaine da Silva Machado - Matrícula: 201610200 e Thareja Diniz de Souza Pedro Gomes - Matrícula: 201610214 foi apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora via Plataforma *Microsoft Teams*, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia de Produção.

Aprovada em 26 de novembro de 2020.

Banca Avaliadora:



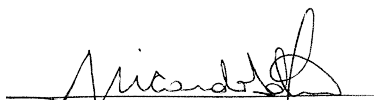
Professora Orientadora

Prof. M.Sc. Daniele Santos de Oliveira Archanjo de Souza, UniFOA



Professora Avaliadora

Prof. M.Sc. Byanca Porto de Lima, UniFOA



Professor Avaliador

Prof. M.Sc Sergio Ricardo Bastos de Mello, UniFOA

Dedicamos este trabalho à Deus, que nos sustentou durante toda nossa graduação e aos nossos pais, que nos motivaram a não desistir dos nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, nosso Mestre maior que nos permitiu chegar até aqui.

À professora Daniele Archanjo que foi de suma importância para o desenvolvimento do trabalho.

À faculdade por todo apoio e suporte durante esses cinco anos de graduação.

RESUMO

Com o exponencial crescimento do setor industrial, levanta-se a temática sobre a destinação final dos resíduos sólidos resultantes do processo de fabricação. O presente estudo é pautado nesta vertente, onde uma automobilística situada em Resende há anos vem acumulando peças de cobre decorrentes dos processos de soldagem manual e automática do seu *Body-shop*, setor da automobilística onde ocorre maior parte das soldagens do veículo. As sucatas eram dispostas sem um prévio local para armazenamento, sem planejamento de descarte o que ocasionava furtos desse material, não obtenção do lucro proveniente deste metal nobre gerado a partir da sua venda incorreta e desalinhamento com um dos eixos da visão estratégica da empresa: o desenvolvimento sustentável. O objetivo desse trabalho foi, por meio dos conceitos premeditados pela logística reversa e com auxílio da ferramenta DMAIC, estudar o processo de descarte existente na organização e reestruturá-lo desenvolvendo um modo de funcionamento, de forma a se obter retornos financeiros para a empresa. A partir deste estudo e reorganização do processo, foram obtidos lucros excepcionais com a venda das sucatas de cobre. A criação de uma sistemática possibilitou o controle do processo de descarte, demonstrando assim, a imprescindível necessidade de se gerenciar todos os aspectos do processo de fabricação, tanto no aspecto macroscópico quanto no microscópico, sendo que este último pode, também, trazer grandes benefícios para a instituição. Como prova disso, foi obtido o lucro de R\$ 199.059,00.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Gestão da Produção. Logística reversa. Retorno Financeiro.

ABSTRACT

With the exponential growth of the industrial sector, the issue of the final destination of solid waste resulting from the manufacturing process is raised. The present study is based on this aspect, where an automobile company located in Resende has been accumulating copper parts resulting from the manual and automatic welding processes of its Body-shop for years, the automotive sector where most of the vehicle's welding occurs. The scraps were disposed of without a previous place for storage, without planning for disposal, which caused theft of this material, not obtaining the profit from this noble metal generated from its incorrect sale and misalignment with one of the axes of the company's strategic vision: o sustainable development. The objective of this work was, through the concepts premeditated by reverse logistics and with the aid of the DMAIC tool, to study the existing disposal process in the organization and restructure it developing a way of functioning, in order to obtain financial returns for the company. From this study and reorganization of the process, exceptional profits were obtained from the sale of copper scrap. The creation of a system made it possible to control the disposal process, thus demonstrating the essential need to manage all aspects of the manufacturing process, both in the macroscopic and microscopic aspects, the latter of which can also bring great benefits to the institution. As a proof of this, a profit of R \$ 199,059.00 was obtained.

Keywords: Sustainability. Production Management. Reverse logistic. Financial feedback.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	Problema Abordado	15
1.2.	Justificativa	15
1.3.	Objetivos	15
1.3.1.	Objetivo Geral	15
1.3.2.	Objetivos Específicos	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1.	Automobilística	17
2.1.1.	Etapas da fabricação de veículos	18
2.2.	Gerenciamento de Resíduos Sólidos	20
2.2.1.	Logística Reversa	22
2.2.2.	Eficácia da Logística Reversa nas Organizações	23
2.3.	Cobre	26
2.3.1.	Sucata de Cobre	27
2.4.	Soldagem	27
2.5.	Ferramentas Aplicadas	28
2.5.1.	DMAIC	28
2.5.2.	Ferramentas Auxiliares	30
2.5.2.1.	VOC (Voz do Cliente)	30
2.5.2.2.	Fluxograma	31
2.5.2.3.	Matriz GUTAI	32
2.5.2.4.	5W2H	33
2.5.2.5.	Histograma	34
2.5.2.6.	Brainstorming	35
2.5.2.7.	5S	35
3.	METODOLOGIA	37
4.	ESTUDO DE CASO	38
4.1.	Body Shop	38
4.2.	Processo manual	40
4.3.	Processo Automático	41
4.4.	Equipamento de soldagem	41
4.5.	Aplicação da ferramenta DMAIC	42

4.5.1. Diagnóstico do Processo	42
4.5.2. Definir (D).....	42
4.5.2.1. Identificação do Problema.....	42
4.5.2.2. Identificação de melhorias	43
4.5.3. Medir (M).....	44
4.5.3.1. Mapeando o processo	44
4.5.3.2. Análise do Fenômeno	45
4.5.4. Analisar (A)	46
4.5.5. Melhorar (I)	47
4.5.5.1. Planejar o local definitivo para o descarte de resíduos.....	48
4.5.5.2. Adaptação do local e aplicação do 5S	49
4.5.5.3. Definição do referencial de preço da commodities do cobre.....	50
4.5.5.4. Planejamento da frequência de venda.....	51
4.5.6. Controlar (C)	53
5. RESULTADO	55
5.1. Retorno financeiro da comercialização dos resíduos	55
6. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PSE's	Ponto de Solda
MDF	Modo de funcionamento
DOUBLURE	Interno de Porta

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Etapas da montagem da porta dianteira direita e esquerda do modelo "x".	40
Quadro 2: Aplicação da ferramenta VOC.....	44
Quadro 3: MATRIZ GUTAI	47
Quadro 4: Plano de ação - 5W2H	48
Quadro 5: Simulador de venda do cobre.	52
Quadro 6: Modo de funcionamento do descarte.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Simbologia do fluxograma.....	32
Tabela 2: Descrição das fases do 5W2H.	34
Tabela 3: Descrição do 5S	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da fabricação de veículos	18
Figura 2: Atividades pertinentes do Processo Logístico Reverso	23
Figura 3: Metodologia de pesquisa.	37
Figura 4: Layout do processo produtivo.	39
Figura 5: Área de soldagem automática da automobilística.	41
Figura 6: Componente de cobre.....	42
Figura 7: Foto dos elétrodos e braços de pinça descartados.	43
Figura 8: Fluxograma do processo de descarte das peças.	45
Figura 9: Brainstorming para planejamento do local de descarte.	49
Figura 10: Foto da área reservada para o descarte.	49
Figura 11: Sistemática da ferramenta 5S aplicada.	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Produção de Cobre Contido	26
Gráfico 2: Histograma - Resíduos de cobre X volume de carros produzidos.	45
Gráfico 3: Histograma da venda dos resíduos de cobre como sucata de ferro.	46
Gráfico 4: Monitoração da LME.....	51
Gráfico 5: Previsão de ganho em 2 anos com a implementação de melhorias do Estudo de Caso.	55

1. INTRODUÇÃO

Os impactos da indústria no meio ambiente são fatos históricos e por muitos anos as pessoas acreditaram que os recursos naturais são ilimitados e fáceis de regenerar. Neste contexto, a história industrial afetou o Brasil desde a sua concepção e, ainda hoje, seja no ar, na terra ou na água, esses efeitos são perceptíveis.

Para mitigar esses efeitos e assumir que uma boa gestão ambiental é necessária na indústria, o Brasil tem adotado algumas medidas de contenção, como a Lei nº 12.305/10 de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Em função do desenvolvimento da industrialização e do conseqüente aumento dos resíduos recicláveis ou reutilizáveis, o principal objetivo desta lei é incentivar a implementar um sistema de gestão ambiental para melhorar os processos produtivos e o reaproveitamento dos resíduos sólidos.

A logística reversa é uma das ferramentas que podem ser utilizadas para cumprir as regulamentações, podendo não só devolver os resíduos à cadeia produtiva, mas também gerenciá-los e distribuí-los. E por ter uma ampla gama de aplicações no mundo corporativo, pode ser um excelente aliado para evitar sanções administrativas. O conhecimento da organização quanto ao tema, dentre muitos outros fatores, representa uma forte influência (se não a mais importante) na efetividade do processo de logística reversa.

No que se refere ao cobre, que pode ser extraído da natureza (geralmente no estado puro), este elemento apresenta uma ampla gama de utilizações, por ser um metal que não sofre nenhuma degradação ao longo dos anos, ou seja, ele não enferruja ou é corroído e possui vários tipos de aplicações por ser condutor de eletricidade e calor.

A possibilidade de gerenciar os resíduos de forma que traga benefícios econômicos e responsáveis para a empresa, como a logística reversa da sucata de cobre produzida pelas montadoras, sem dúvida trará benefícios efetivos para a cadeia produtiva. Além disso, é um resíduo totalmente reciclável, ou seja, o cobre pode ser reciclado várias vezes sem reduzir sua qualidade, pois segundo a ABCOBRE, não há diferença entre cobre reciclado e cobre extraído.

Ao serem evidenciadas as oportunidades para melhorar o processo de descarte de resíduo, por meio da adequação da atividade aos conceitos de desenvolvimento

sustentável e com a possibilidade de um retorno financeiro com a venda desse metal, este trabalho propõe a ideia de desenvolvimento das tarefas operacionais, e da redução do custo que possa trazer um modo de funcionamento para o descarte de resíduos oriundos do processo de soldagem da área analisada.

1.1. Problema Abordado

Esta pesquisa é apoiada pela responsabilidade de destinação de resíduos de cobre, portanto, a implementação do modelo operacional ajudará efetivamente a empresa a atingir seus objetivos financeiros e ambientais. Para solucionar os problemas encontrados no sistema de disposição e armazenamento de resíduos de cobre, será utilizada a ferramenta da qualidade DMAIC aliada aos conceitos propostos pela logística reversa, na qual será analisado todo o processo relacionado aos resíduos de forma a atender às exigências ambientais e proporcionar retorno financeiro à empresa.

1.2. Justificativa

A indústria onde o presente estudo foi realizado tem como um dos seus eixos da visão estratégica, o desenvolvimento sustentável. Para atingir esse objetivo e tornar o processo mais ágil, a empresa precisa mudar a forma como trata os resíduos gerados no processo de soldagem; ou seja, o desafio é criar formas de se desfazer do cobre e estudar os possíveis retornos financeiros com a venda desse material.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Viabilizar melhor forma de armazenamento e descarte do resíduo de cobre de maneira a assegurar o desenvolvimento sustentável, com retorno financeiro para a organização.

1.3.2. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos são necessários, incluindo:

- Estudar o processo de tratamento dos resíduos de cobre na empresa e explicar detalhadamente como é produzido;
- Melhorar a forma de armazenamento do cobre;
- Analisar a viabilidade de comercialização dos resíduos armazenados;
- Desenvolver um modo operacional para procedimentos de descarte e armazenamento;

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O crescimento da produção de resíduos sólidos industriais no país levanta algumas temáticas em relação ao processo de descarte dos materiais; não somente no âmbito ambiental, mas legal, que são passíveis de sanções administrativas.

Com isso, é inerente a necessidade de se desenvolver e aplicar uma gestão sobre esses resíduos de produção de forma a se obedecer as leis, além de trazer benefícios financeiros para as organizações.

Neste contexto, esse capítulo tem por finalidade sustentar teoricamente o gerenciamento de resíduos sólidos, a ferramenta de logística reversa e a sucata de cobre em uma automobilística.

2.1. Automobilística

A automobilística no Brasil, segundo Guimarães (1980), tem seu início década de 20 e se deu com a expansão de produtores americanos com a instalação de linhas de montagem no solo brasileiro. Em 1945, uma produtora local iniciou a montagem de automóveis de várias marcas. Depois da segunda metade dos anos 50, por meio de incentivos específicos do governo brasileiro, iniciou a manufatura de veículos no país.

A indústria automotiva responde atualmente por 22% do PIB industrial do país, segundo o Ministério da Economia (2020); é um setor de tamanha importância que seu desempenho afetará seriamente outros setores industriais.

Devido ao nível técnico e tamanho de mercado da indústria, o custo fixo de pesquisa e desenvolvimento é muito alto - pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, publicidade, dispositivos (moldes, ajustes mecânicos e outros), aplicação de capital em maquinários, equipamentos e infraestrutura são frutíferos. Portanto, a fábrica é caracterizada pela especialização e economia de escopo da plataforma automotiva, pela flexibilidade permitida pela forma modular de organização, e pelo consórcio modular ou apartamento industrial, comprometido com a obtenção de economias de escala.

Segundo Diego Gimenes, da coluna de economia do UOL (2020), em decorrência da pandemia do novo coronavírus o setor apresentou queda. Em Março de 2020, após duas semanas de forte atividade no mercado interno (sinalizando forte crescimento), o comércio e as fábricas foram gradativamente paralisados na segunda

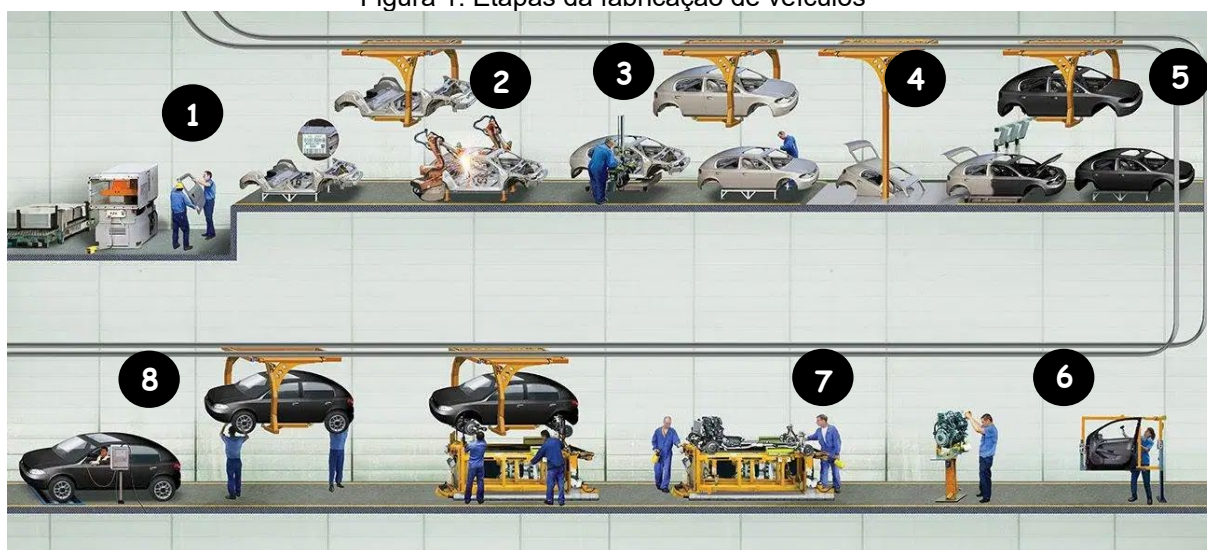
quinzena do mês, resultando em uma queda de quase 90% na atividade do setor. E em Abril, o setor atingiu o que se pode chamar de “fundo do poço”.

A recuperação desse quadro, segundo a mesma coluna, levará pelo menos cinco anos. Passar por demissões e aumento do valor dos automóveis se tornará inevitável para alcançar esse objetivo.

2.1.1. Etapas da fabricação de veículos

Atualmente existem muitas automobilísticas no setor e apesar dos processos não serem iguais, as etapas base da fabricação de veículos são as mesmas. A seguir, serão apresentadas oito fases da produção de veículos automotores, baseada em uma grande automobilística renomada no mundo, conforme estrutura da Figura 1:

Figura 1: Etapas da fabricação de veículos



Fonte: Adaptado de Fernando Pires (2017).

- 1- Estamparia:** As placas de aço chegam em forma de bobina ou em *blanks* etiquetados para qual modelo se destina. É feito o controle de qualidade e são cortadas em prensas com as dimensões da peça que configurarão o veículo.
- 2- Body-Shop:** Também chamada de estruturação, para iniciar essa fase é necessária a parte dianteira receber a etiqueta de identificação que o aprova como carro novo. A lateral é anexada a parte dianteira e ao assoalho por robôs. A maioria das soldagens são feitas por robôs (cerca de 70%) devido ao difícil acesso em alguns locais pelo homem. Os operários inspecionam visualmente

e executam ajustes finais depois da carroceria ser soldada. São cerca de 5.000 pontos de soldas. E essa etapa equivale a 1/3 do tempo para o carro ficar pronto.

- 3- Funilaria:** Nessa fase, a carroceria recebe o *chassi*, que significa a existência legal do veículo. E nela, ocorre o acabamento e correção de pequenos defeitos. Testa-se abertura de capôs, portas e porta-malas. O técnico inspeciona visualmente as junções.
- 4- Pintura:** A etapa da pintura é iniciada com um pré-tratamento para retirada de impurezas que ficam do processo de montagem. E, então, o carro é mergulhado no *Elpo*, uma substância anticorrosiva que nivela a superfície da carroceria. Após isso, é feita a tapagem (calafetação) para que não infiltre impurezas e a aplicação de *primer*, que faz com que a carroceria fique com a cor proximalmente a final e, também, preserva a pintura dos raios ultravioleta. A carroceria é, então, lixada e logo em seguida é feita a aplicação da base por *spray* que dá a cor final do veículo. É aplicado também o verniz que zela e dá brilho na lataria. E, como nas outras etapas, é feita uma inspeção visual, para corrigir falhas.
- 5- Portas:** Com a pintura da carroceria finalizada, a carroceria segue para linha de montagem final sem as portas. Através de um caminho próprio, elas recebem o acabamento com maçaneta, retrovisor, fiação elétrica, revestimento e vidro. Elas são recolocadas após a instalação dos itens de maior tamanho no carro como vidros laterais e dianteiros, assentos, painel de instrumentos, acabamento do teto e do interior. Em seguida, eles são apertados manualmente pelos trabalhadores.
- 6- Motor:** Antes de ser instalado manualmente, o motor é testado e já é o específico para o modelo (1.0, 1.4, 2.0 etc.). Os veículos com ar condicionado recebem o equipamento nesta etapa.
- 7- Montagem:** Nessa fase de montagem final, se instalam os equipamentos internos e externos. É inserido também os estofamentos laterais, bancos, para-brisas, elementos elétricos e quadros de instrumentos. O motor e o escapamento são posicionados. Há um termo chamado *marriage* em que se é feita a conjugação entre

carroceria e o *powertrain* (conjunto motor e transmissão) de forma síncrona.

Com o auxílio de máquinas determinadas e suspensão, o carro recebe rodas e pneus. E nessa parte o número de robôs diminui pelo fato dos operários diagnosticarem facilmente as falhas. Somente 10% do processo é automatizado.

8- Carro finalizado: Ao sair da linha de montagem, o carro é abastecido e o motor ligado e percorre uns metros para chegar a cabine equipada com um dinamômetro.

É feito uma espécie de *check-up*, onde toda a parte mecânica e elétrica é testada, a união da carroceria e o abrir e fechar das portas. O carro anda cerca de 20km e cada veículo já possui o seu destino e por isso, permanece por pouco tempo no pátio.

Os indicadores, os freios e a aceleração são checados, o veículo é sujeito a um teste de ruído e roda mais alguns metros para avaliação. Após isso, os técnicos fazem mais uma checagem para verificação da montagem, se foi feita perfeitamente.

2.2. Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A Lei nº 12.305/2010, mais conhecida por PNRS, foi um marco no Brasil para o gerenciamento de resíduos sólidos. Esta política não é exclusiva neste tema, pois atua em conformidade com outras leis e normas como a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que é um guia nacional para instalações de saneamento básico e política federal de saneamento básico e as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e etc.

Apesar da PNRS não ser exclusiva ela é considerada um destaque pois, segundo Trevisan (2015), é uma resposta brasileira competente para o principal dilema do presente século: o destino certo para os resíduos de consumo. E também segundo o autor, pela primeira vez, se estabelece parâmetros firmes, direitos e deveres na relação da sociedade com as indústrias e afins, no tocante à responsabilidade na solução do problema do lixo.

A PNRS resolve em seu Artigo 3º, no parágrafo XVI a definição de resíduos sólido como:

Materiais, as substâncias, os objetos ou os bens descartados e resultantes de atividades humanas na sociedade que se procede, se propõe proceder ou está obrigado a proceder nos estados sólido ou semissólido ou gases contidos em recipientes líquidos cujas particularidades tornem impraticável o descarte na rede pública de esgotos ou em corpos d'água ou exijam soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia possível. (BRASIL, 2010)

A legislação mencionada anteriormente também descreve gerenciamento de resíduos sólidos como um conjunto de ações que são aplicadas direta ou indiretamente nas etapas de coleta, transporte, transferência, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. A lei faz menção, também, ao termo “gestão integrada de resíduos”, que é descrita como pensar, planejar e executar ações que levem a soluções de resíduos sólidos.

Gerir esses resquícios, segundo VG Resíduos, especializada em administração dos mesmos, demonstram ser uma forte aliada das organizações, no tocante a eliminar os efeitos negativos que eles geram, principalmente quanto a destinação final. E, a partir da lei, passam a ser exigidos planos de gerenciamento pois define que cada gerador é responsável pelo ciclo vital dos produtos e resíduos gerados.

Com as exigências determinadas pelas leis quanto ao tema, surgem dificuldades para implementação. Fadel et. al (2000) relata em sua pesquisa desenvolvida algumas dificuldades que países em desenvolvimento enfrentam para se aplicar o gerenciamento de resíduos sólidos:

- Baixa consciência do gerador sobre o risco do resíduo para a saúde e o meio-ambiente, ligado ao trato incorreto e a exposição a certos resíduos e a seus componentes químicos;
- Desconhecimento das leis sobre resíduos e, como consequência, o descumprimento;
- Difícil acesso a informação sobre o trato adequado de resíduos e a melhor tecnologia disponível;
- Altos gastos com a produção que torna inviável o investimento desobrigado na prevenção e tecnologia de redução e falta de motivação financeira para investimentos;
- Falta de um sistema eficaz de informação para comportar a política e a tomada de decisão;

- O fato das indústrias serem pequenas e fragmentadas do geral, o que dificulta a coleta, separação e armazenamento adequado.

2.2.1 Logística Reversa

Uma das estratégias de se aplicar o Gerenciamento de Resíduos Sólidos é a Logística Reversa. De acordo com Gabbay *et al.* (2013), logística reversa é a operação no sentido inverso; área da logística empresarial que se dedica a retornar produtos, materiais com um novo uso no processo produtivo. Segundo a PNRS, a definição para esse termo é descrita no Artigo 3º, parágrafo XII como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010)

Rogers e Tibben-Lembke (1999), também apontaram que todo planejamento de processo eficiente e de baixo custo, implementação e controle de matéria-prima, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas desde o consumo até a origem com o propósito de recuperar o valor ou descartar apropriadamente para a coleta é caracterizado por Logística Reversa.

A classificação da logística reversa pode ser descrita quanto a sua aplicabilidade: pós-consumo e pós-venda.

- Pós-consumo: Refere-se a vida útil do produto. Segundo Leite (2017), a vida útil compreende do momento da produção até o descarte final pelo consumidor. Sendo que após o descarte, pode-se optar em prolongar a vida útil do bem, que pode ser dispor a um novo consumidor quando existente a intenção ou possibilidade de prolongar seu uso, ou ir para outras vias, como o descarte em aterros.
- Pós-venda: Segundo Leite (2017), são bens comercializados por distribuidores mercadológicos devolvidos sem uso ou pouco, por múltiplos fatores, pela própria cadeia de distribuição ou consumidor final.

Além dos requisitos legais a serem cumpridos, a prática da logística reversa no processo de pós-venda ou pós-consumo também agrega valor econômico à empresa

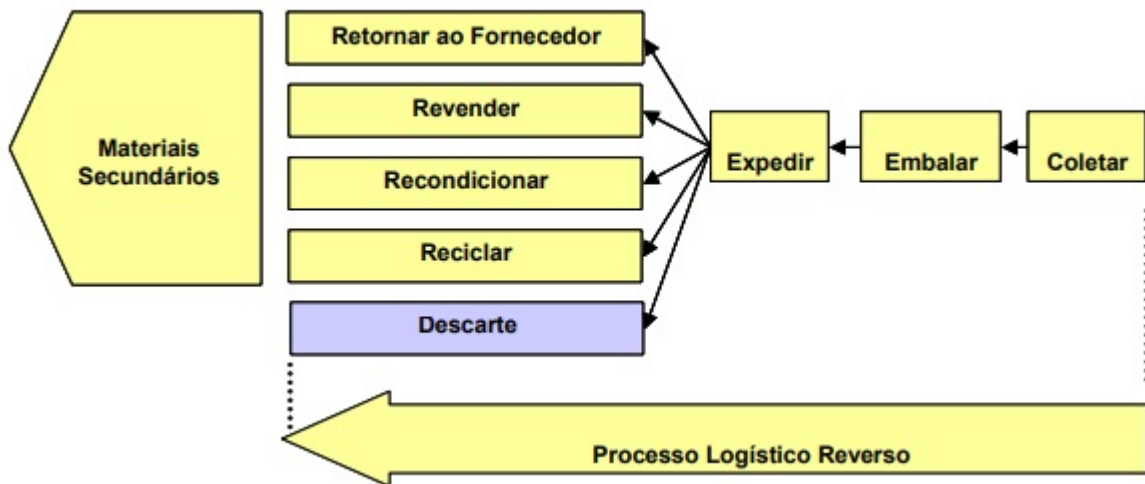
e melhora a imagem social da mesma. Com isso, a vantagem competitiva de mercado entre organizações do mesmo setor será potencializada (LEITE, 2011).

Quanto ao tipo de reprocessamento que os materiais podem ter, Lacerda (2002) compreende que há variantes dependendo da forma como entram no sistema da logística reversa e todas elas geram materiais reaproveitados que se reinsere no sistema logístico direto, sendo elas:

- Retornar ao fornecedor quando houver acordo;
- Revendidos se em condições adequadas para comercialização;
- Recondicionados, quando há justificativa econômica;
- Caso não haja possibilidade de recuperação, reciclados.

A Figura 2 a seguir do autor referido esquematiza essas variantes de reprocessamento:

Figura 2: Atividades pertinentes do Processo Logístico Reverso



Fonte: Lacerda (2002).

2.2.2 Eficácia da Logística Reversa nas Organizações

A sucesso efetivo do tratamento dos resíduos sólidos é diretamente proporcional ao conhecimento da organização quanto a Logística Reversa. Segundo Marchi (2011), a criação de conhecimento organizacional é um fator importante para gerenciar os fluxos de informações e controle que os processos de logística reversa exigem. Ainda segundo a autora, este conhecimento organizacional diminui os impactos econômicos e legais que a PNRS pode provocar nas organizações, por

proporcionar deliberações mais assertivas.

Dentre os impactos socioeconômicos que o descarte incorreto dos resíduos sólidos gera inclui-se as sanções penais e administrativas. A Lei Federal nº 9.605/1998 dispõe sobre condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Em seu Capítulo II art. 18º, resolve:

“A multa será calculada segundo os critérios do Código Penal; se revelar-se ineficaz, ainda que aplicada no valor máximo, poderá ser aumentada até três vezes, tendo em vista o valor da vantagem econômica auferida.” (BRASIL, 1998)

E quanto a poluição e crimes ambientais, na seção III, art. 54 define:

Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

§ 2º Se o crime:

I - Tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana;

II - Causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população;

III - causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade;

IV - Dificultar ou impedir o uso público das praias;

V - Ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos;

Pena - Reclusão, de um a cinco anos. (BRASIL, 1998)

Segundo Lacerda (2002), há também outros 6 fatores críticos para a eficiência do processo de Logística Reversa:

- ***Bons Controles de Entrada***

É necessário identificar corretamente o estado de retorno dos materiais a fim de seguir o fluxo reverso corretamente ou evitar que os materiais que não deveriam entrar no fluxo de materiais entrem no estado de recirculação. Um sistema de logística reversa sem um bom controle de entrada pode dificultar os processos subsequentes, levando ao retrabalho. Devido à falta de confiança no motivo da devolução, isso pode criar atritos entre o cliente e o fornecedor.

- ***Processos padronizados e mapeados***

Processos corretamente mapeados e com procedimentos formais é condição fundamental para obter controle e melhorias. Uma das maiores

complicações da logística reversa é que se trata de um processo acidental, não de rotina.

- ***Tempo de Ciclo reduzidos***

Este refere-se ao tempo para identificação da necessidade de reciclagem, disposição ou retorno de produtos e seu efetivo processamento. Longos tempos de ciclo acrescem custos desnecessários pois atrasam a geração de receita, como a venda de sucata, por exemplo; ocupam espaço etc.

- ***Sistemas de informação***

Como é quase inexistente no mercado um sistema que dê conta das mudanças e da flexibilidade necessária aos processos de logística reversa, é um desafio construir ou adquirir um sistema de informação. Para ser eficaz, ele precisa ser capaz de rastrear devoluções, medir o tempo de ciclo e medir o desempenho do fornecedor; dessa forma, pode obter informações importantes para negociar, melhorar o desempenho e determinar o abuso do consumidor ao devolver produtos.

- ***Rede Logística Planejada***

É necessário desenvolver instalações de processamento e armazenamento e sistemas de transporte que liguem efetivamente os pontos de consumo dos materiais a serem coletados e as futuras instalações onde serão utilizados. A implantação do processo de logística reversa exige a definição de uma infraestrutura logística adequada para atender a entrada de resíduos e a saída de materiais processados.

- ***Relações colaborativas entre clientes e fornecedores***

Práticas avançadas de logística reversa só podem ser implementadas quando mais parcerias são estabelecidas entre as organizações envolvidas, pois conflitos com interpretações sobre quem é o responsável pelos danos causados pelo produto são comuns.

2.3. Cobre

Segundo Departamento Nacional de Produção Mineral, atribui-se o descobrimento do cobre como obra do destino sobre o olhar histórico; ligado a ação das fogueiras sobre as rochas cupríferas e o olhar aguçado do homem da época neolítica.

Quanto ao Brasil, sua participação é modesta no mundo do cobre; é o décimo quinto produtor mundial de Minério de Cobre, segundo o Instituto Brasileiro de Mineração. O Gráfico 1 demonstra a produção de cobre no Brasil comparativo ao mundo:



Fonte: IBRAM (2012).

O cobre, por não conter quantidades significativas de ferro, é convencionalmente classificado pela Química como Metal Não-Ferroso. A NBR 10.004/2004 classifica o cobre como resíduo não perigoso.

Apesar de ser considerado um resíduo não perigoso, a PNRS define que é necessário ter-se um plano de gerenciamento de resíduos independentemente do tipo e classe de resíduo gerado.

Neste ano de 2020, devido a pandemia do novo coronavírus, segundo Bloomberg News, a disponibilidade do minério diminui com a menor produção das minas no exterior e o fornecimento de um substituto essencial, a sucata de cobre

também está em queda. Com isso, a escassez impulsiona os preços da matéria-prima.

2.3.1. Sucata de Cobre

A Secretaria da Fazenda do Estado do Rio de Janeiro, no Livro XII, art. 1º, § 2º, define sucata de cobre como “mercadoria que se torna definitiva e totalmente inservível para o uso a que se destinava originalmente, somente se prestando ao emprego, como matéria-prima, na fabricação de outro produto.” Segundo a mesma, sucata e resíduo são o mesmo termo.

Segundo o ex-presidente da ABCOBRE, Marco Martins, com sua fala citada na matéria publica pela Assessoria do canal Olhar Direto (2010), a sucata de cobre devido aos vários benefícios econômicos, sociais e ambientais é, sem contestação, uma riqueza da nação; destacando, assim, por meio de uma autoridade no assunto, a necessidade da valorização e destinação correta da sucata de cobre. E ainda, segundo a VG Resíduos (2018), o resíduo de cobre é um dos resíduos mais comercializados no mercado de resíduos.

E, em decorrência da pandemia do novo coronavírus, o valor da sucata de cobre se tornou ainda mais precioso. Segundo o site de notícias Bloomberg News (2020), o custo da sucata ficou igual ou até superior ao preço do cobre refinado; o que é uma ocorrência rara, pois a diferença é frequentemente medida na casa de milhares por tonelada.

2.4. Soldagem

Segundo Machado (1996), a soldagem está em atividade há cerca de 100 anos. No Museu do Louvre, está em exibição um pigmento dourado, que se caracteriza por um processo de soldagem feito na Pérsia por volta de 4000 AC. C. Na Idade Média, o processo de soldagem era usado para fazer armas e ferramentas de corte. A soldagem foi o segundo processo de fabricação até o século 19, até que a tecnologia começou a mudar drasticamente, especialmente devido ao experimento de arco elétrico conduzido por Sir Humphrey por volta de 1806.

A Associação Americana de Soldagem (AWS), define soldagem como: processo de união de matérias usado para obter a coalescência união localizada de metais e não metais, produzida por aquecimento até uma temperatura adequada, com

ou sem a utilização de pressão e/ou material de adição.

A forma de união de metais pode ser dividida em duas categorias, segundo Marques et. al. (2016): utilizando esforços mecânicos macroscópicos entre as partes a serem juntas, como a parafusagem e rebitagem; ou esforços microscópicos (interatômicas), que é o caso da soldagem. A ligação é obtida aproximando os átomos e moléculas das partes a serem conectadas com um material intermediário tendo uma distância suficiente para formar uma ligação metálica.

Ainda segundo Marques et. al. (2016), há basicamente dois processos de soldagem: por deformação e por fusão. No caso estudado, é utilizado a Soldagem por Resistência, que pode ser tanto por fusão quanto por deformação. A região da junta da solda é aquecida pela passagem da corrente elétrica, que faz com que seja abaixada a resistência mecânica do material que permite, por pressão, a deformação localizada e, assim, soldagem por deformação da junta. Mas, em alguns casos, acaba ocorrendo a fusão.

Dentro do contexto da soldagem por deformação, há a soldagem por ponto; que é utilizada no Body-shop estudado e de forma mais específica dois eletrodos aplicam pressão, permitindo a passagem de corrente elétrica alta em um ponto concentrado. O aquecimento por efeito Joule da área do par de eletrodos no metal base causa deformação plástica do material sólido ao redor da lente do material fundido, evitando assim o vazamento do material fundido.

Isso ocorre quando executado em condições de soldagem adequadas. Então, quando a corrente é interrompida, a temperatura cai de forma rápida com difusão do calor para eletrodos, que geralmente é refrigerado a água, e para o restante do metal de base. E assim, forma-se o ponto de solda.

A segurança é um dos tópicos mais importantes na soldagem, pois o risco está relacionado à operação e pode prejudicar gravemente o operador. Segundo o Ministério do Trabalho, os riscos são divididos em cinco tipos: acidentes, ergonomia, físicos, químicos e Biologia (MACHADO,1996).

2.5. Ferramentas Aplicadas

2.5.1. DMAIC

Atualmente, são utilizados métodos reconhecidos mundialmente para planos

de melhoria nas empresas e indústrias e torná-lo eficaz em seu êxito; um deles é o DMAIC. Ele consiste 5 etapas bem definidas conhecidas como **D**efine (Definir), **M**easure (Medir), **A**nalyze (Analisar), **I**mprove (Melhorar) e **C**ontrol (Controlar).

Frequentemente, o DMAIC é usado associada à metodologia Seis Sigma. Segundo Montgomery (2017), esta metodologia é usada para o gerenciamento e conclusão do projeto no Seis Sigma; porém pode ser usado de forma independente, como por exemplo, em projetos enxutos que visam a redução do tempo de ciclo, melhoria da capacidade de processamento e eliminação de perdas. Dentro das fases do DMAIC são utilizadas diversas ferramentas com diversas combinações. A especificação de qual ferramenta será adequada para o projeto depende da finalidade de cada do projeto.

A seguir serão apresentados especificamente cada etapa do DMAIC segundo Werkema (2012) e Montgomery (2017):

- **Define**

Werkema conceitua como definir com precisão o escopo do projeto, validar a importância do projeto, constituir a equipe responsável pelo projeto. Montgomery ressalta nessa etapa a oportunidade e a verificação de que o projeto realmente representa um avanço potencial. Nessa etapa são utilizadas as ferramentas como mapas de processos, fluxogramas, mapas de fluxo de valor, VOC etc.

- **Measure**

Montgomery define esse passo como avaliação e compreensão do estado atual do processo, sendo de extrema importância a decisão de quais e quantos dados coletar para que se tenha uma análise e compreensão completa do estado atual do processo. Já Werkema faz uma abordagem distinta, define esse passo como determinar a localização ou foco do problema, focando nos problemas prioritários. As ferramentas comumente utilizadas nesta fase são histogramas, diagramas de ramo-e-folhas, gráficos de sequências, diagrama de dispersão e diagrama de Pareto etc.

- **Analyze**

Werkema conceitua esta fase como determinar as causas de cada problema,

analisar o processo gerador do problema, identificar e priorizar as causas potenciais. Montgomery define como uso do passo anterior (Medir) para se definir a relação de causa e efeito do problema apontado no projeto. As ferramentas utilizadas são Fluxograma, Mapa de Processo, Mapa do Produto, FMEA, FTA etc.

- *Improve*

Montgomery diz que nesta fase se volta para o pensamento criativo sobre mudanças que podem ser realizadas no processo ou outras alternativas de forma se obter o resultado esperado no desempenho. Werkema, objetivamente define como propor, avaliar, e implementar soluções para o problema. Nesta etapa são utilizadas as ferramentas: 5W2H, FMEA, Matriz de priorização, 5S etc.

- *Control*

Nesta fase, Werkema define resumidamente como garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo. O objetivo é garantir que os ganhos sejam úteis ao processo, e, se possível, que as melhorias sejam implantadas em outros processos similares no negócio, segundo Montgomery. Aqui, podem ser utilizadas as ferramentas como histogramas, *Poka-Yoke*, técnicas de coleta de dados etc.

2.5.2. Ferramentas Auxiliares

2.5.2.1. VOC (Voz do Cliente)

Werkema (2004) cita essa importante ferramenta, que consiste em um conjunto de dados que representam as necessidades e expectativas do cliente e sua visão sobre os produtos produzidos pela empresa. Esses dados podem vir de reclamações, comentários, resultados de reuniões e respostas a pesquisas e são usados para determinar as principais características da qualidade dos produtos da empresa e suas respectivas especificações.

VOC originou-se do Quality Function Deployment (QFD) e é amplamente utilizado na evolução das necessidades do cliente em produtos, projetos ou planos de fabricação, e também utilizado para desenvolver as necessidades do cliente relacionadas à medição de desempenho (FERRÚS; SOMONTE, 2016). Ajuda a transformar a expressão verbal do cliente nas características do produto ou serviço

(GASKIN et al., 2010).

2.5.2.2 Fluxograma








Segundo Lins (1993), o fluxograma descreve a sequência de trabalho, etapas passo a passo e pontos de decisão envolvidos no processo. Esta é uma ferramenta para analisar a qualidade e representações gráficas dos métodos ou processos envolvidos no processo.

Segundo, Marques (2012) o uso do fluxograma inclui:

- Melhorar os processos de empresariais, a saber, é preciso conhecer para melhorar;
- Identificar as principais atividades do processo;
- Compreender a sequência e encadeamento de atividades com uma visão do fluxo do processo;
- Registrar o processo para análise futura, adaptação aos padrões, certificar e esclarecer operações para novas pessoas na organização;
- Fortalecer o trabalho em equipe durante o desenvolvimento do fluxograma com a participação de todo o pessoal envolvido.

A Tabela 1, a seguir, descreve as simbologias envolvidas em um fluxograma:

Tabela 1: Simbologia do fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Fonte: Blog da Qualidade (2012).

Segundo Mello (2008), as vantagens da utilização de fluxograma incluem: permite verificar como os diversos componentes do sistema estão conectados e relacionados, se está mecanizado, auxiliando na análise de sua eficácia; ao visualizar facilmente a localização do defeito, identificação das etapas, transporte, operações e formulários; ao visualizar claramente as alterações introduzidas, quaisquer alterações propostas no sistema existente podem ser entendidas.

2.5.2.3 Matriz GUTAI

A matriz GUTAI é uma variação da amplamente conhecida matriz GUT. Segundo Periard (2011), a matriz GUT é uma ferramenta amplamente utilizada pelas empresas para determinar a prioridade de questões que devem ser resolvidas pela gestão e para analisar a prioridade de determinadas atividades que devem ser realizadas.

Ainda de acordo com o autor referido, resolução de problemas, estratégia, desenvolvimento de projetos, tomada de decisão, são abrangências da matriz. GUT é uma sigla que resume gravidade, urgência e tendência. A maior vantagem de usar a matriz GUT é que ela pode ajudar os gerentes a avaliar quantitativamente os problemas da empresa para que medidas corretivas e preventivas possam ser

tomadas primeiro.

Segundo a Organização Social Good Brasil (2020), parceira na produção da ferramenta, a matriz GUTAI foi desenvolvida pelo Laboratório de Engenharia de Governança e Integração do Conhecimento (ENGIN) do Departamento de Engenharia do Conhecimento (EGC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) durante a pandemia do novo Coronavírus em 2020; é um mecanismo de apoio à governança de cenários como este. O objetivo é priorizar vários critérios com base na gravidade da situação, fazendo referência as letras da sigla GUTAI:

- G: gravidade da situação, com ocupação de leitos de terapia intensiva saturada;
- U: urgência de agir sobre o número de leitos clínicos;
- T: tendência de aumento do número de novos casos confirmados;
- A: abrangência do território contaminado;
- I: impacto do aumento do número de mortes confirmadas.

2.5.2.4 5W2H

5W2H é uma ferramenta para fazer planos simples, objetivos e orientados para a ação. Tem sido amplamente utilizado em gerenciamento de projetos, análise de negócios, desenvolvimento de planos de negócios, planejamento estratégico e outras disciplinas de gerenciamento.

De acordo com o SEBRAE (2020), a ferramenta 5W2H pode ser usada sozinha para implementar decisões simples em uma empresa, como a compra de novos equipamentos ou a execução de atividades específicas. Nestes casos mais simples, o preenchimento do campo 5W2H no formulário de editor de texto, formulário eletrônico ou mesmo formulário preenchido no corpo da mensagem eletrônica é suficiente para a elaboração de um plano de ação.

Scartezini (2009) define que um plano deve ser projetado e, ao mesmo tempo, é possível melhorar o processo ou serviço, no qual as ideias devem ser dispostas em uma ordem predeterminada para atingir objetivos ou resolver problemas. Para ter sucesso neste plano de ação, é necessário envolver aqueles que entendem o processo e aprendem com a experiência quais são as principais falhas. À medida que

as questões são refinadas, as opiniões se tornam mais claras e concisas, aumentando assim a taxa de sucesso no desenvolvimento do plano. A Tabela 2, a seguir, detalha o que ocorre em cada fase do plano de ação:

Tabela 2: Descrição das fases do 5W2H.

Método dos 5W2H			
5W	What	O Que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada a ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custa para executa a ação?

Fonte: Meira (2003).

2.5.2.5 Histograma

Lopes (1999) define histograma como um gráfico de colunas usado em estatísticas. É composto por vários retângulos adjacentes, que representam a tabela de frequência e a perda de informação de um conjunto de valores (valores agrupados por categoria). Na escala horizontal, o intervalo de aula é marcado, e cada intervalo é a base de cada retângulo ou barra, na escala vertical é marcada a altura do retângulo ou barra, que são as frequências absolutas correspondentes da categoria.

O histograma também consiste em uma certa quantidade de dados. Segundo com Kume (1993), conforme os dados aumentam, eles tendem a criar uma representação gráfica de uma curva suave; entre as características mais típicas, a distribuição da curva normal.

De acordo com Mello et al. (2009), os histogramas são usados para estatísticas, eles ilustram como descrever uma dada situação na gestão da qualidade e incentivam o uso de imagens na descrição da realidade. Uma de suas deficiências é que está associada ao uso de cartas de controle para minimizar o tempo de ocorrência ou falha dos elementos que a descrevem.

O histograma pode ser usado para:

- Verificar o número de produtos não conformes;
- Determinar a dispersão dos valores medidos entre as peças;
- E o processo que requer ações corretivas.

2.5.2.6 Brainstorming

Segundo Behr et al. (2008), a ferramenta surgiu junto com o publicitário Alex Osborn na década de 1930, e seu objetivo era criar um ambiente onde "os pensamentos transbordassem", daí o nome, que também é uma "tempestade do pensamento". A ferramenta pode abrir o espaço expositivo sem restrições, para que todos os stakeholders possam participar, para que possam ser pesquisados pensamentos e ideias.

Esta é uma ferramenta importante que pode ser usada em qualquer setor da indústria para obter diversidade de perspectivas sobre os problemas, melhorar a qualidade do trabalho em grupo e resolver problemas mais rapidamente.

Para Lins (1993), o primeiro estágio da sessão de brainstorming é apresentar ideias relacionadas ao problema. Nesse estágio, os participantes são livres para apresentar ideias, que às vezes podem parecer confusas, sem críticas. As ideias devem ser difundidas com o auxílio do moderador coordena a reunião e garante a livre expressão de ideias.

Quando o relator anota esses pensamentos, é melhor anotá-los no quadro-negro ou flip chart. Não há absolutamente nenhuma explicação para essa ideia. As palavras usadas por seu autor devem ser usadas para explicação.

Então, quando a equipe souber que as possibilidades relacionadas ao problema se esgotaram, essas ideias devem ser agrupadas para ordená-las. Então, dependendo do tipo de problema a ser resolvido, outras ferramentas podem ser usadas para aprofundar a análise: diagramas de causa e efeito, tabelas de verificação, análise de intensidade de campo, etc.

2.5.2.7 5S

De acordo com Campos et al. (2005), os 5s surgiram no Japão em meados do século 20 e consistiam basicamente em pessoas que tentavam organizar os locais de trabalho, ou seja, trabalhar apenas mantendo o trabalho necessário, limpeza, padronização e disciplina, e minimizar a supervisão.

Uma vez que as pessoas não conseguem perceber o escopo do 5S, ele é geralmente considerado a principal tarefa de limpeza (limpeza). Ao confinar o programa a esse escopo físico, muitos dos benefícios que ele deve fornecer são

perdidos: uma mudança no valor. Na verdade, essencialmente, este método explora três dimensões básicas: a dimensão física (layout), a dimensão intelectual (execução de tarefas) e a dimensão social (relacionamentos e comportamento diário).

Essas três dimensões são inter-relacionadas e interdependentes. Assim que mudarmos ou melhorarmos uma das dimensões, será refletido nas outras duas dimensões.

Os 5S referem-se às palavras japonesas e cada palavra começa com a letra "S". São eles: SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU e SHITSUKE. Segundo Lapa (1998), essas palavras em japonês representam o sentimento que as organizações devem enfrentar, visando a melhoria do meio ambiente por meio da organização, do uso e da limpeza. A Tabela 3, a seguir, apresenta características e definições sobre cada "S":

Tabela 3: Descrição do 5S

Nome		Actividade	Resultado obtido	Frase característica
Japonês	Português			
Seiri	Arrumação	Remover itens desnecessários do local de trabalho.	Libertar espaço, eliminar itens obsoletos ou danificados, sucata e material em excesso.	- "Quando há dúvida, não utilizar!"
Seiton	Ordenar	Colocar tudo no local certo para ser utilizado.	Visualização da posição dos itens de uma forma fácil.	"Um lugar para tudo e tudo tem o seu lugar "
Seiso	Limpar	Limpar e eliminar a fonte de desperdícios.	Satisfação de trabalhar num ambiente limpo e arrumado.	"Inspeccionar através de limpeza"
Seiketsu	Padronizar	Tornar rotina e estabelecer normas para as melhores práticas.	Facilita e apoia as novas práticas.	"Tudo está pronto a ser usado"
Shitsuke	Sustentabilidade	Controlo da aplicação dos 4S anteriores.	Aumenta a moral, a produtividade, a segurança e a qualidade.	"A disciplina para manter o processo 100% activo"

Fonte: Ferreira (2012).

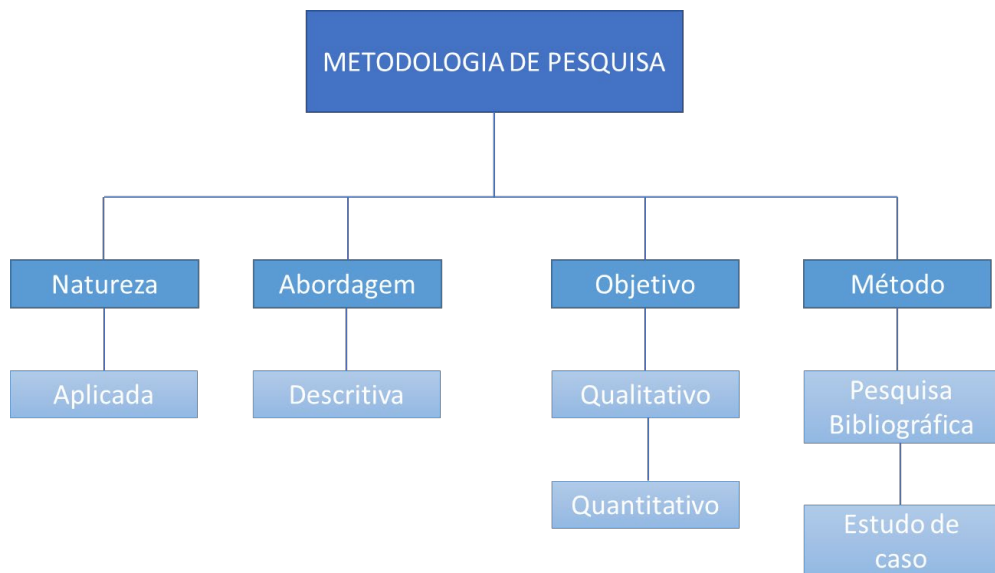
3. METODOLOGIA

Todo desenvolvimento metodológico foi com base em pesquisa descritiva do processo produtivo. A pesquisa realizada nesse trabalho, visa verificar as etapas geradoras dos resíduos de cobre e analisar a implementação da logística reversa, juntamente com os ganhos financeiros e ambientais para a empresa.

Além disso, de acordo com a pesquisa de Creswell (2003), este trabalho propõe uma abordagem mista que coleta e analisa dados qualitativos e quantitativos para estudar os fenômenos em uma única obra. Para o autor, a tendência inerente a um dos métodos, qualitativo ou quantitativo, podem contrabalançar a tendência de outros métodos, principalmente na terceirização do trabalho, métodos qualitativos e quantitativos têm sido utilizados (SEURING et al., 2005).

O estudo foi realizado em uma automobilística e sucedeu-se em duas etapas: revisão bibliográfica e estudo de caso, ou seja, teve como fonte a pesquisa primária (onde é feito a pesquisa no chão de fábrica) e fonte de pesquisa secundária, na qual foi realizadas pesquisas de teor teórico. A Figura 3, a seguir, esquematiza a metodologia de trabalho:

Figura 3: Metodologia de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

4. ESTUDO DE CASO

A empresa abordada no estudo faz parte do segmento automotivo. Além de ser fabricante de veículos de referência, é também, um fornecedor de soluções de mobilidade para seus clientes.

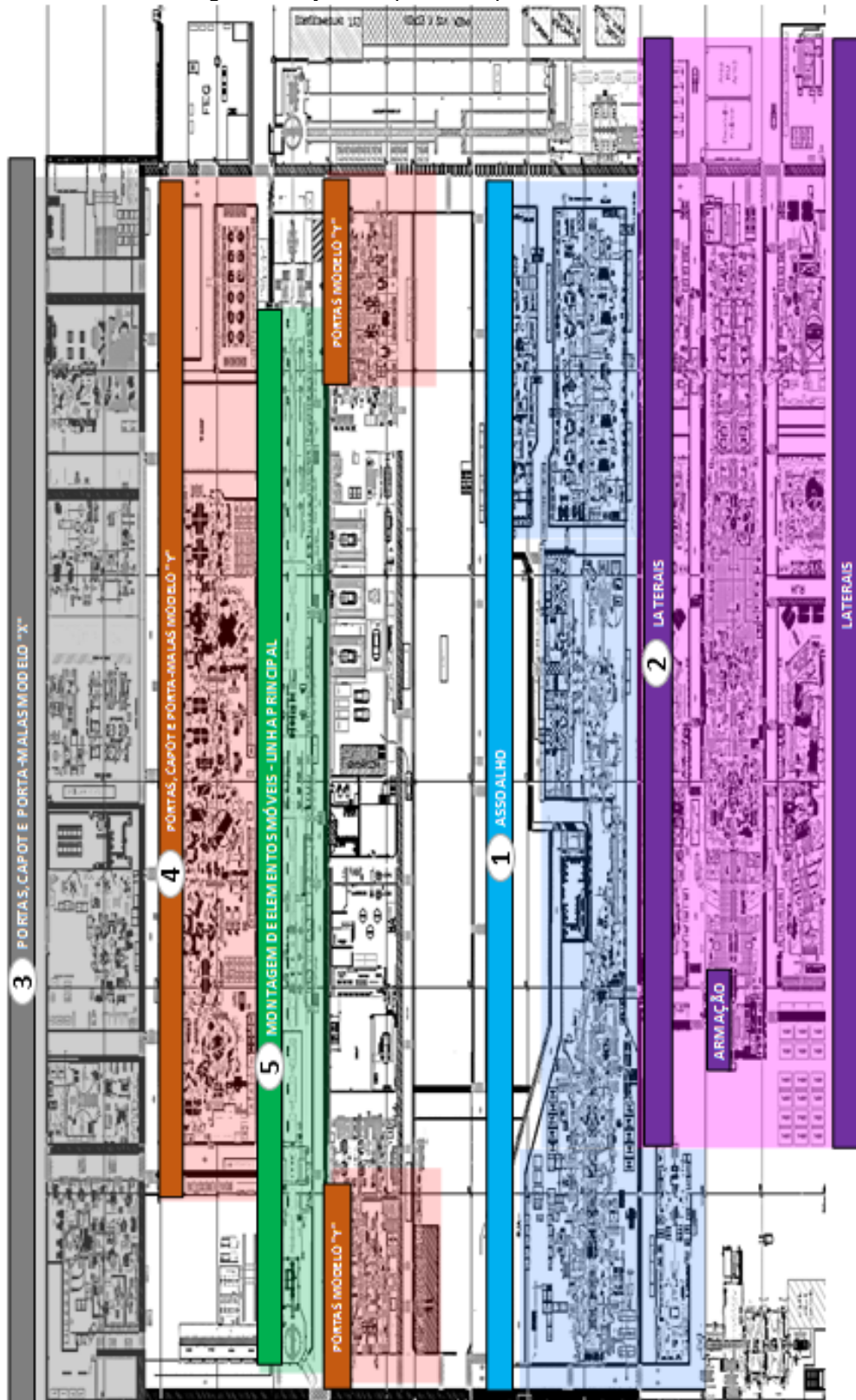
No Brasil, a organização está presente desde 2001, com a fabricação de 1,5 milhões de veículos e 2 milhões de motores. A história do grupo inicia no Brasil após o primeiro carro de uma das marcas desembarcar no país ser também o primeiro automóvel da história a rodar no território.

O setor estudado vem acumulando resíduos de cobre resultantes do processo de soldagem durante anos de forma desorganizada e, além disso, não possuem um fim favorável financeiramente falando para a organização. O tópico a seguir explicará a dinâmica do setor da organização.

4.1. Body Shop

O estudo situa-se em uma planta de manufatura e o processo é baseado na estrutura ou montagem da carroceria, onde suas peças unitárias metálicas são organizadas em equipamentos e soldadas para formar um subconjunto (ex.: painel interno das portas, painel frontal e painel traseiro, reforço lateral, etc.). A partir disso, esses subconjuntos passam pela soldagem e formam os conjuntos (ex.: capot, portas, laterais, etc.) que, por sua vez, formam a carroceria do carro. O processo produtivo pode ser visualizado no layout apresentado na Figura 4, a seguir:

Figura 4: Layout do processo produtivo.



Fonte: Disponibilizado pela empresa (2020).

O processo representado na Figura 4, é dividido por áreas de montagem das

peças que foram classificadas por ordem algorítmica: 1, 2, 3, 4 e possuem sua montagem final representada pelo número 5.

4.2. Processo manual

A operação de porta de montagem manual, por exemplo, possui a etapa de soldagem das peças unitárias, formando o subconjunto da porta, conforme descrito no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Etapas da montagem da porta dianteira direita e esquerda do modelo "x".

Fase	Descrição das operações	Fase	Descrição das operações
1	POSICIONAR doublure na OP30D	11	APLICAR 4 rebites no doublure OP30E
2	EFETUAR 17 PSEs no doublure OP30D	12	EFETUAR 4 PSES no doublure OP30E
3	POSICIONAR reforços no dispositivo da OP30D	13	POSICIONAR doublure AV/AR OP40D
4	APLICAR 4 rebites no doublure OP30D	14	POSICIONAR painel AV/AR D na OP50
5	EFETUAR 4 PSES no doublure OP30D	Layout do posto	
6	POSICIONAR doublure AV/AR na OP40E		
7	POSICIONAR painel AV/AR na OP50		
8	POSICIONAR doublure na OP30E		
9	EFETUAR 17 PSES no doublure OP30E		
10	POSICIONAR reforços no dispositivo da OP30E		

Ilustrações (Fotos; Desenhos; OK NOK)



Fonte: Documento de instrução de trabalho - Adaptado (2020)

4.3. Processo Automático

A automatização representa um *Body-shop* bem estruturado e com seus recursos otimizados. Permitir automatizar atividades operacionais com a utilização de técnicas de produção, com destaque para a robotização, ou seja, o uso de robôs pilotados por computadores é a forma mais eficaz de alcançar a produtividade e melhorar as condições de trabalho, tornando a automobilística competitiva no mercado.

Na empresa que este estudo foi elaborado, há etapas de soldagens automatizadas, conforme Figura 5 abaixo:

Figura 5: Área de soldagem automática da automobilística.



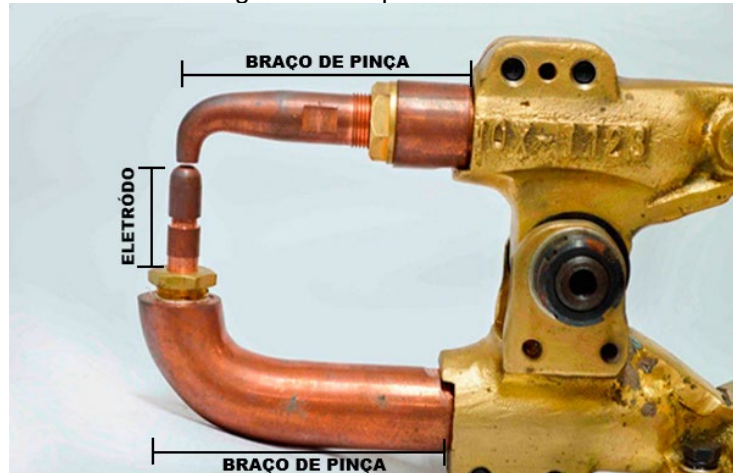
Fonte: Foto do documento de instrução de trabalho (2020).

Nesse processo em questão, são utilizados robôs que tem como objetivo soldar os pontos necessários para finalizar o processo de conexão dos subconjuntos, como lateral e teto.

4.4. Equipamento de soldagem

No *Body-shop* da automobilística estudada, podemos definir como fontes geradoras desses resíduos as etapas de soldagem manual e automática, pois em ambos processos são utilizados equipamentos como a pinça. Para realizar sua função, este equipamento de soldagem necessita de componentes de cobre, como braço de pinça e elétrodos, conforme mostrado na Figura 6 a seguir:

Figura 6: Componente de cobre.



Fonte: Autor desconhecido.

Os braços de pinças e elétrodos utilizados no processo de soldagem são operados por um período que varia de acordo com o volume de carros que devem ser produzidos no mês.

4.5. Aplicação da ferramenta DMAIC

4.5.1. Diagnóstico do Processo

Para alcançar os objetivos deste estudo, foi realizado um acompanhamento no período de outubro de 2019 até fevereiro de 2020, no qual foi estudada a possibilidade e implementação de um projeto com a aplicação da ferramenta DMAIC.

4.5.2. Definir (D)

A fase D do DMAIC envolve a identificação de problemas e o planejamento de melhorias. Ainda nesta fase, foram identificadas, entre outros desvios, as causas raízes que levam o armazenamento incorreto do cobre.

4.5.2.1. Identificação do Problema

As etapas de soldagem manual e automática possuem equipamentos que utilizam consumíveis de cobre. Durante este estudo, observou-se que esses

consumíveis feitos de cobre foram descartados na oficina após o desgaste por utilização.

Devido a relatos de furto, constatou-se que o local não seria o mais adequado para o descarte dos resíduos; além de serem dispostos de forma desorganizada como demonstrado na Figura 7, a seguir:

Figura 7: Foto dos elétrodos e braços de pinça descartados.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2020).

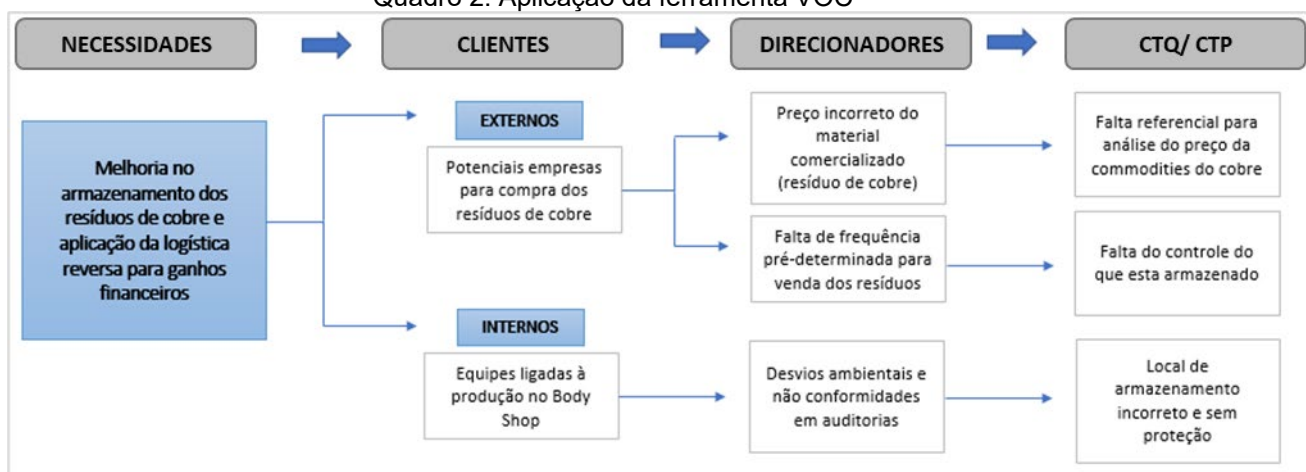
Além disso, pode-se verificar historicamente que a sucata era destinada para venda como sucata de ferro a um preço de cerca de R\$ 0,35/kg, o que não condiz com o preço da sucata de cobre, que segundo a bolsa de Londres LME, que rege o comércio de metais industriais, na vigência do dia 05/08/2020 seria R\$ 27,08/kg.

4.5.2.2. Identificação de melhorias

Para identificar efetivamente os pontos de melhoria, é necessário investigar os clientes externos, potenciais compradores de sucata de cobre e a insatisfação dos clientes internos das áreas ligadas à produção do Body-Shop.

Nesta pesquisa, foi utilizada a ferramenta “Voz dos Clientes” (VOC), que apresenta as necessidades dos clientes internos e externos, conforme o Quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Aplicação da ferramenta VOC



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

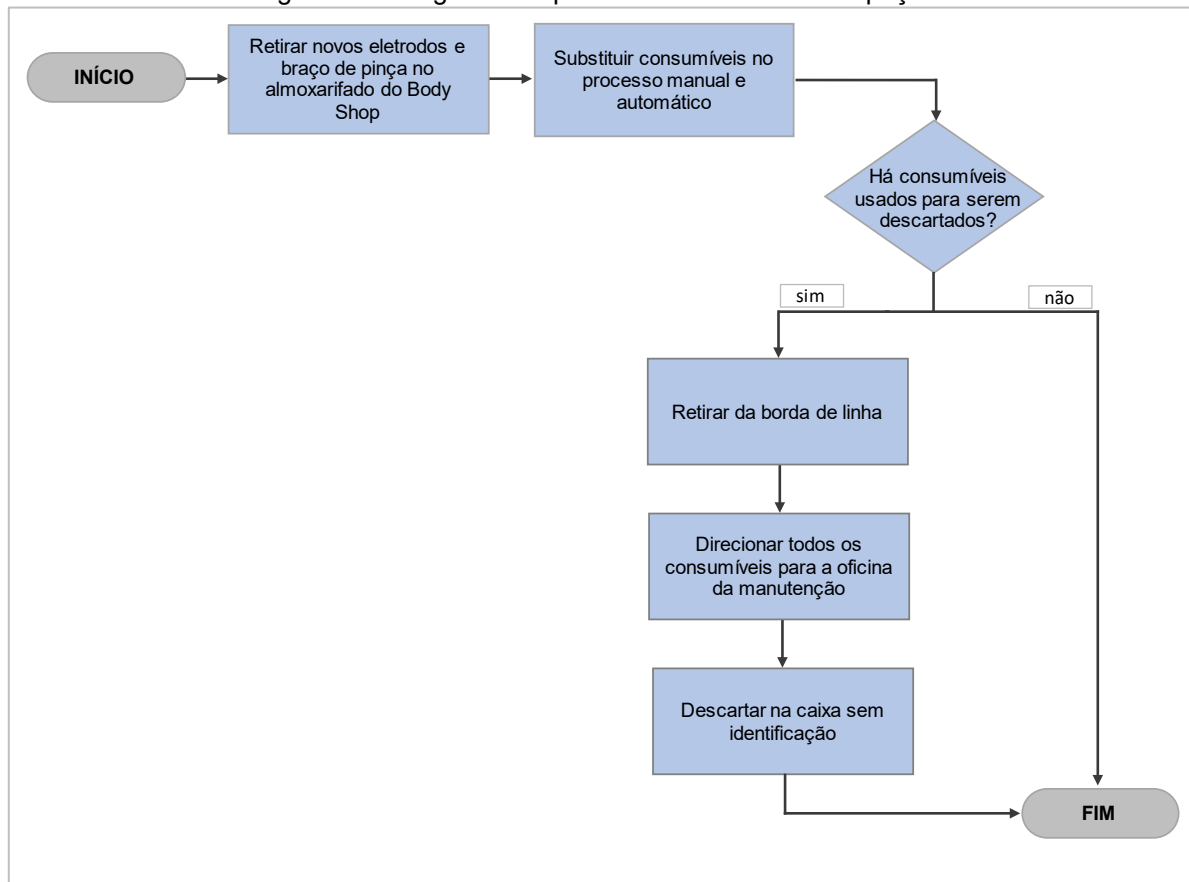
4.5.3. Medir (M)

Após determinar o problema e as possíveis causas na etapa anterior, na fase de "medir" foi compreendido o andamento do processo, realizada as leituras quantitativas do material, bem como a previsão de lucro se o quantitativo fosse vendido como sucata de cobre.

4.5.3.1. Mapeando o processo

Para determinar o fluxo atual do cobre no Body-shop, foi necessário criar um fluxograma para mapear o processo. Essa ferramenta permitiu observar o todo, desde a compra desses novos materiais de consumo até o descarte dos antigos conforme é mostrado no Figura 8 a seguir:

Figura 8: Fluxograma do processo de descarte das peças.

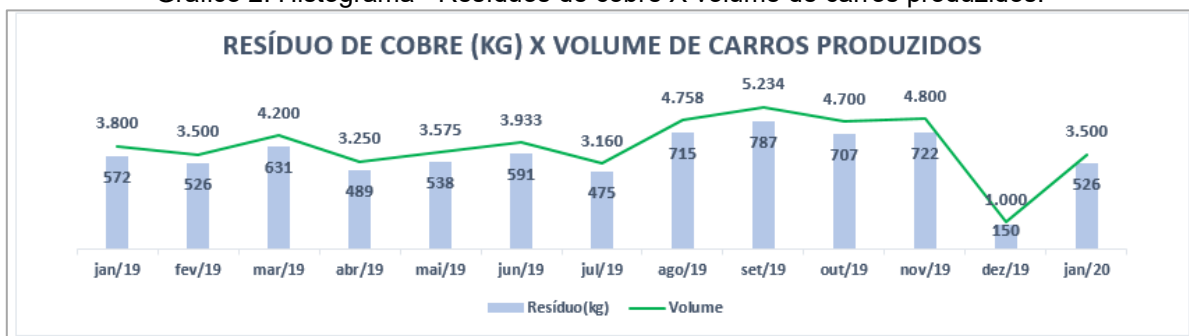


Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

4.5.3.2. Análise do Fenômeno

Os resíduos de cobre são gerados a partir de um volume “X” de carros produzidos. Essas informações foram registradas em um banco de dados, dessa forma, podemos verificar a relação entre essas duas variáveis no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2: Histograma - Resíduos de cobre X volume de carros produzidos.

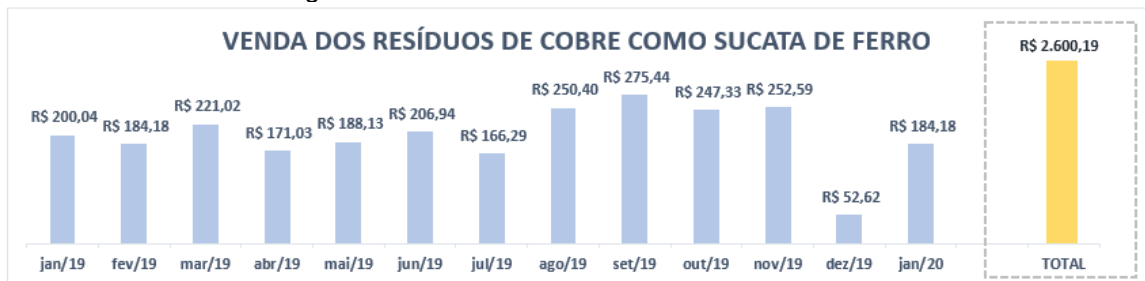


Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

De frente à quantidade de cobre, uma empresa capaz de gerenciar seus próprios resíduos com responsabilidade e analisando o mercado, pode ter retornos financeiros favoráveis. Nesse caso, os resíduos eram comercializados sem uma análise adequada da commodities do cobre, pois a sobra era vendida como sucata de ferro.

Diante disso, ao analisar qual seria o retorno da venda dessa sucata que estava estocada na oficina da manutenção como sucata de ferro, foi feita uma projeção do retorno financeiro demonstrado no Gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3: Histograma da venda dos resíduos de cobre como sucata de ferro.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

4.5.4. Analisar (A)

Uma vez levantado os dados referentes ao estado atual do processo, chega-se a fase de analisá-los.

Mapeando o processo através do fluxograma (Figura 8), fica evidenciado de forma prática a falta de um local adequado de descarte das sucatas de cobre. Essa sobra do processo produtivo não possuía um local seguro e adequado, ambientalmente falando, para ser estocado. Tal situação tornava a empresa sujeita a multas e inconformidades em auditorias, bem como a falta de gestão de resíduos do Body-shop.

De acordo com o histograma apresentado, pode-se verificar que a sucata de cobre não é vendida pelo seu valor efetivo, portanto, seu retorno financeiro é muito inferior ao seu valor real.

Com base nesses dados, foi possível criar uma tabela usando a matriz GUTAI para avaliar os riscos relacionados aos problemas identificados na ferramenta VOC representada no Quadro 2, criando uma priorização das ações que serão realizadas.

A matriz GUTAI é derivada da análise GUT, e durante o período desse estudo,

as partes interessadas da organização não deram a devida atenção à ferramenta, no Quadro 3 a seguir é possível verificar a matriz GUTAI realizada no trabalho em questão:

Quadro 3: MATRIZ GUTAI

CRITÉRIOS GUTAI		GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	ABRANGÊNCIA	IMPACTO	ÍNDICE GUTAI Recomendações
<i>Indicadores para tomada de decisão para descarte e venda dos resíduos de cobre</i>		Impacto direto de Produção, Qualidade ou/e Manutenção	Índice do custo x ganho financeiro	Índice de aumento no sumiço de resíduos de cobre	-	Impacto na BDL do processo produtivo	
Escalas	1	Risco baixo	Índice baixo	Índice baixo	-	Impacto baixo	1 Planejamento do melhor local para descarte do resíduo de cobre e a aplicação do 5S na área
	2	Risco regular	Índice Regular	Índice Regular	-	Índice Regular	
	3	Risco Médio	Índice Médio	Índice Médio	-	Impacto Médio	3 Armazenamento e venda rápida do resíduo de cobre, além da instalação de câmeras
	4	Risco Alto	Índice Alto	Índice Alto	-	Impacto Alto	
	5	Risco Atíssimo	Índice Atíssimo	Índice Atíssimo	-	Impacto Atíssimo	5 Acionar as áreas de interesse e juntos criar ações para resolver o problema imediatamente

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

No momento não foram feitos a 'Abrangência', pois na execução do trabalho o grupo não achou aplicável no contexto.

4.5.5. Melhorar (I)

Na fase de melhoria (I), é o momento de implementar medidas de melhoria para os problemas propostos, medidos e analisados. Nessa etapa, o processo será aprimorado.

Portanto, após o preenchimento da matriz GUTAI no Quadro 3, que definiu os critérios das atividades, foi elaborada o Quadro 4 a seguir utilizando a ferramenta 5W2H para definir os planos de ações, quem o fará, quando, onde e quanto custará:

Quadro 4: Plano de ação - 5W2H

Projeto		Aplicação						
Item	What? O que?	Why? Por que?	Who? Quem?	When? Quando?		Where? Onde?	How? Como?	How much? Quanto?
				Início	Fim			
1	Planejar o melhor local para o descarte dos resíduos	Evitar furtos e adequar um local específico para o descarte	Caroline	04/11/2019	15/11/2019	Escritório Chaparia	Criar brainstorming com a equipe das áreas do body shop	R\$ 0,00
2	Adaptação do local escolhido para os descartes	Corrigir falhas de armazenamentos e evitar futuros desvios	Paulo Nascimento	25/11/2019	20/12/2019	Ao lado da oficina KTA	Criar caixas específicas para o cobre limpo e sujo.	R\$ 50,00
							Instalar grades para restringir o local	R\$ 0,00
3	Aplicar 5S na área	Necessidade de criar uma cultura de limpeza e organização para os responsáveis do descarte	Caroline Thareja	07/01/2020	14/01/2020	Ao lado da oficina KTA	Determinar os locais das caixas	R\$ 0,00
							Deixar o ambiente limpo e com identificações de descarte de lixos	R\$ 0,00
							Criar auxílio visual para direcionamento de descarte de cobre	R\$ 0,00
3	Instalação das câmeras de vigilância	Em caso de furto, identificar o colaborador	Paulo Nascimento	07/01/2020	09/01/2020	Ao lado da oficina KTA	Instalar 2 câmeras de forma que seja possível identificar toda a área do cobre	R\$ 140,00
4	Definir referencial de preço da commodities do cobre	Estabelecer um parâmetro de preço real para a sucata do cobre	Caroline Thareja	03/02/2020	07/02/2020	Escritório Chaparia	Pesquisar referencia de commodities mundial	R\$ 0,00
5	Planejar a melhor frequência de venda dos cobres	Para identificar uma melhor previsão de ganho na venda, baseando no volume e preço da commodities do período	Caroline Thareja	10/02/2020	14/02/2020	Escritório Chaparia	Verificar historico do volume de resíduo x volume de carros produzidos	R\$ 0,00

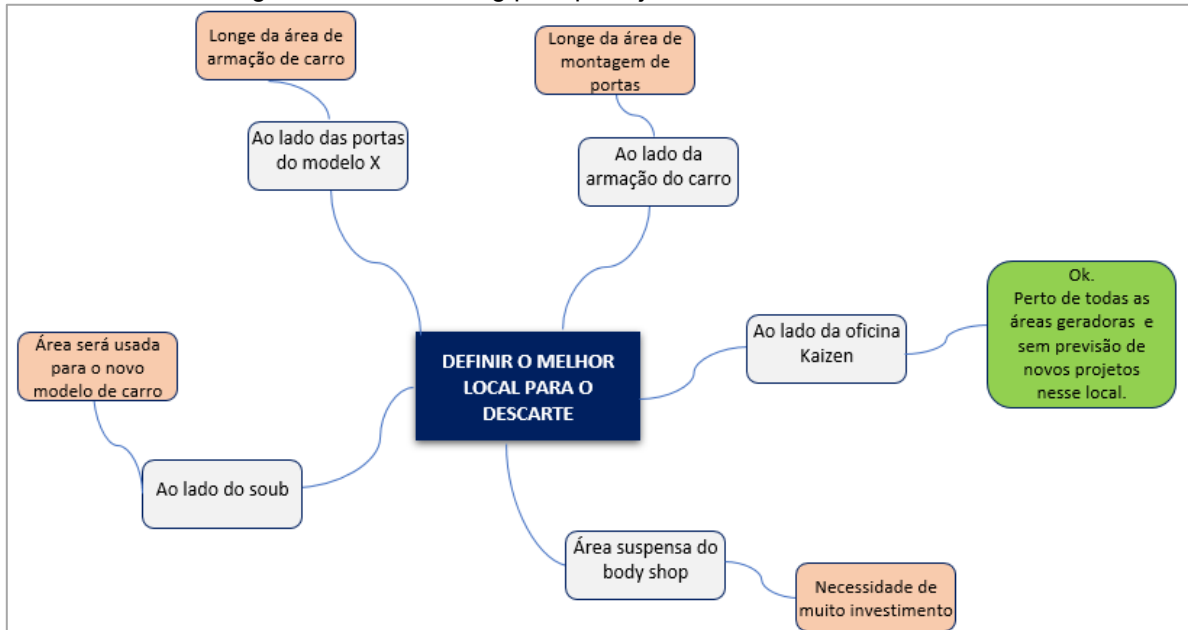
Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Uma vez definidas e priorizadas as ações de etapa anterior, nas próximas etapas inicia-se a aplicação.

4.5.5.1. Planejar o local definitivo para o descarte de resíduos

Usando o conceito da ferramenta brainstorming, foi realizada uma reunião para chegar ao melhor local para descartar os resíduos de cobre, visto que deveria ser um local de fácil acesso para todas as áreas geradoras, com baixo custo e, também, um local que não havia previsão de instalação de novos projetos. A Figura 9 a seguir demonstra como ocorreu este processo:

Figura 9: Brainstorming para planejamento do local de descarte.



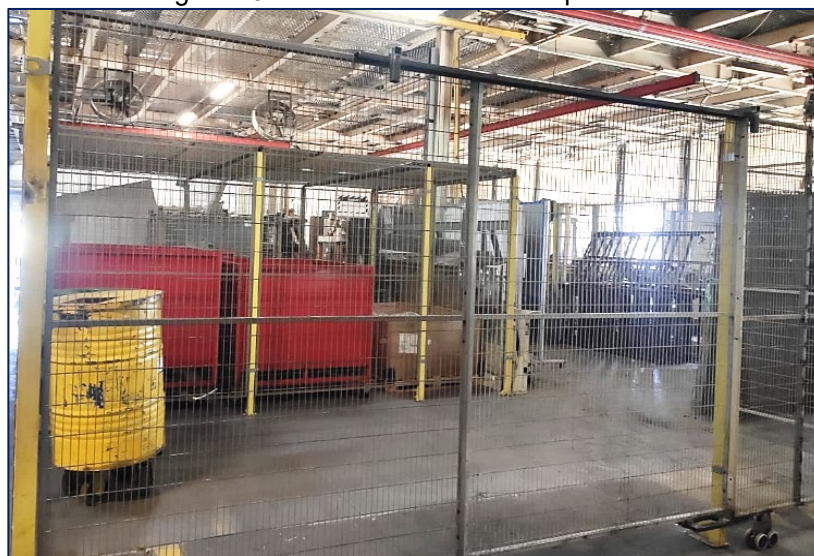
Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

4.5.5.2. Adaptação do local e aplicação do 5S

Após a definição do local para o descarte, foi necessário adaptá-lo para receber os cobres que estavam na oficina da manutenção e os futuros. Para isso, foi preciso reunir grades que não estavam sendo usadas no Body-shop e a compra de duas câmeras que possuem cartão de memória.

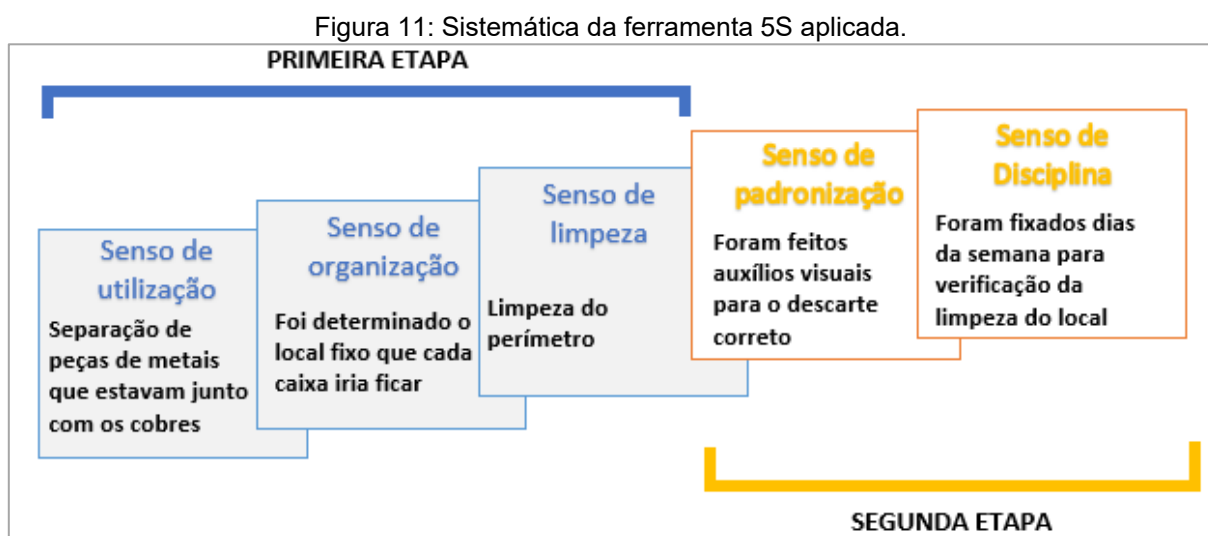
Diante disso, com esses materiais foi realizado a marcação do perímetro de descarte e instalado as câmeras de vigilância do local, conforme na Figura 10 a seguir:

Figura 10: Foto da área reservada para o descarte.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2020).

Com as demarcações e instalações feitas, foi necessário implementar uma cultura de organização para as áreas geradores dos resíduos, para isso foi utilizado a ferramenta 5S. Com essa ferramenta, foram feitas as etapas demonstradas no Figura 11 a seguir:



Fonte: Feita pelas autoras (2020).

4.5.5.3. Definição do referencial de preço da commodities do cobre

Após determinar a localização, organizar a área e aplicar as etapas da cultura 5S, foram realizadas as análises e pesquisas necessárias para determinar o melhor preço dos produtos de cobre comercializados na próxima etapa.

Por meio de pesquisas, foi determinado que a melhor referência de preço dos resíduos a serem comercializados é a LME. A London Metal Exchange é o centro do comércio global de metais industriais, e os investidores utilizam essa plataforma para realizar investimentos.

A plataforma da LME, acompanha o valor da commodities do cobre em dólar 24 horas por dia e realiza gestão visual por meio de gráficos para melhor compreensão da variação do metal, conforme mostrado no Gráfico 4 a seguir:

Gráfico 4: Monitoração da LME.



Fonte: Plataforma LME. (2020)

4.5.5.4. Planejamento da frequência de venda

No estudo em questão, foi criado um simulador de venda dessas sobras de cobre para verificar o melhor plano de venda. O objetivo é garantir que as vendas tragam retornos substanciais para a empresa.

O simulador é feito com o software Excel e é considerado várias variáveis, como o preço da commodities do cobre e o volume previsional da produção de veículos,

conforme podemos verificar na Quadro 5 a seguir:

Quadro 5: Simulador de venda do cobre.

SIMULADOR DE VENDA DO COBRE			22/jan									
Conversão do dia USD -> R\$:	R\$	4,20	<p style="text-align: center;">PREMISSAS PARA A VENDA</p> <p>✓ Valor da commodities : Maior ou igual à R\$27,00 por KG.</p> <p>✓ Volume mínimo para a venda : 3.700 kg</p>									
Valor da commodities (USD) :	\$	6,45										
Valor da commodities (R\$) :	R\$	27,09										
Previsão de veículos anual (12 meses):		99.000										
Volume (kg) de cobre :		14888										
Previsão venda final		R\$	403.318,00									
Planejamento da venda												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1º Remessa						R\$ 201.659,00						
2º Remessa												R\$ 201.659,00

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Para a simulação anterior, foi considerado que o valor total da venda em 12 meses seria R\$403.318,00 considerando a taxa da commodities do dia e o volume de veículos produzidos no ano. De acordo com o planejamento da venda feita pelo responsável de custo considerando as premissas definidas, o melhor plano de venda seria duas vezes ao ano, uma já em Junho/20 e a outra em Dezembro/2020.

Esse planejamento deve ser realizado no ano anterior da venda considerando o volume previewal.

4.5.6. Controlar (C)

Nessa fase é o momento de controlar se as medidas de melhoria serão constantemente realizadas. Para realizar essa verificação foi criado um modo de funcionamento, onde será abordado todas as etapas que devem ser realizadas para garantir as melhorias, conforme mostrado no Quadro 6 a seguir:

Quadro 6: Modo de funcionamento do descarte.

MODO DE FUNCIONAMENTO PARA O DESCARTE E VENDA DOS RESÍDUOS DE COBRE					
O QUÊ?	Mdf para descarte de cobre				
POR QUE?	Para garantir o descarte correto e venda dos cobres utilizados				
QUEM PILOTA?	Piloto de custo				
QUEM PARTICIPA?	Equipes do body shop				
QUANDO?	Sempre que houver resíduos de cobre na borda de linha				
ONDE?	Área do cobre				
QUANTO?	-				
PASSO A PASSO					
Nº	AÇÃO	QUEM	QUANDO	ONDE	OBS
1	Verificar se há consumíveis usados na borda de linha para serem descartados	Piloto de cada área	2x por semana	Body Shop	
2	Descartar os resíduos de cobre na área destinada para os mesmos, levando em consideração os auxílios visuais da área para manter o 5S.	Piloto de cada área	Sempre que houver descarte	Área do cobre	
3	Realizar auditorias nas bordas de linhas e na área do cobre para garantir o descarte correto dos resíduos	Piloto de custo	2x por mês	Body Shop	Enviar resultado da auditoria por e-mail para todos os gerentes do body shop
4	Realizar abertura de processo para venda dos resíduos em estoque	Piloto de custo	Final de cada semestre	Sistema SAP	Verificar o simulado de planejamento da venda feito no ano anterior
5	Garantir venda no prazo estipulado no planejamento da venda no ano anterior	Piloto de custo	Em cada processo de venda aberto	Sistema SAP	Sempre que houver dificuldade com o setor responsável pela venda (COMPRAS) acionar o Gerente Geral do body shop

Fonte: Elaborada pelas autoras (2020).

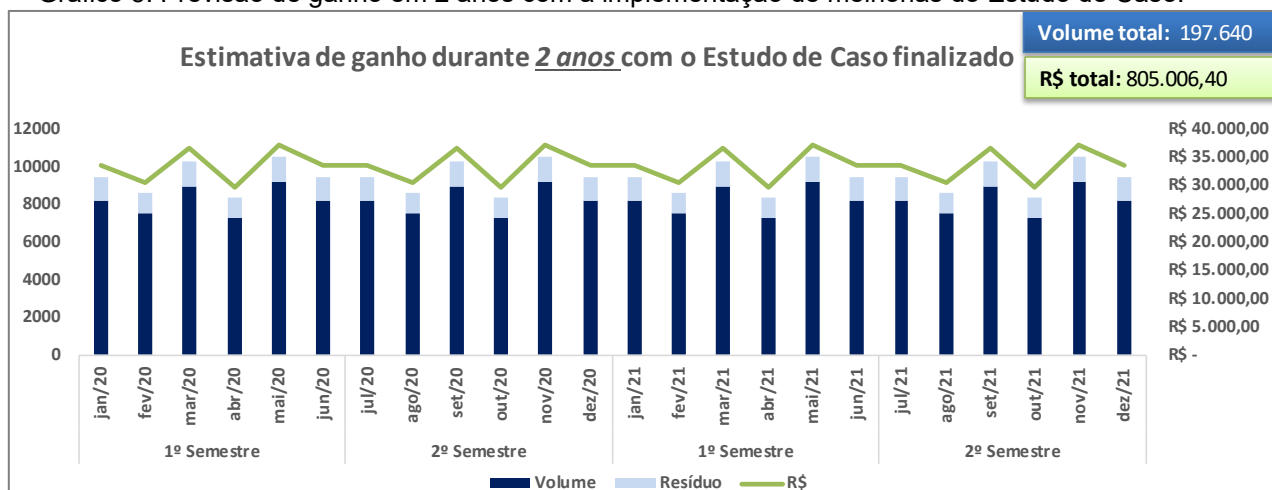
5. RESULTADO

5.1 Retorno financeiro da comercialização dos resíduos

Com o estudo realizado e finalizado, foi possível identificar que a corporação estava deixando de obter um lucro de aproximadamente R\$ 199.059,00 a cada 6 meses em um volume de “x” carros. Se o volume aumentar, o valor pode ser maior; se o volume diminuir, o valor pode ser diminuído.

Abaixo uma previsão de ganho durante 2 anos de implementação desse estudo com um volume de aproximadamente 8235 carros por mês, evidenciado no Gráfico 5 a seguir:

Gráfico 5: Previsão de ganho em 2 anos com a implementação de melhorias do Estudo de Caso.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Ressalta-se que durante o período de análise, as diferenças financeiras são baseadas na quantidade de carros produzidos, portanto, além da venda dos produtos fornecidos pela empresa, a venda do cobre também pode ser utilizada como fonte de retorno.

6. CONCLUSÃO

A elaboração do presente trabalho possibilitou a análise de como o controle sobre os resíduos resultantes do processo de soldagem no Body-shop podem trazer benefícios econômicos exorbitantes para a empresa, ao viabilizar melhor forma de armazenar e descartar as sucatas de cobre. Além disso, permitiu que a organização se alinhe mais com seus eixos da visão estratégica e, também, não sofra sanções administrativas pela má gestão dos resquícios de produção.

Ao estruturar o trabalho na ferramenta DMAIC e instrumentos auxiliares, tornou-se possível estudar e explicar o processo existente na empresa. Por meio da definição dos problemas e as suas causas geradoras foram evidenciadas possíveis melhorias baseadas na necessidade dos clientes internos e externos.

Na fase de medição do estado atual do processo, foi compreendido o fluxo das peças de cobre no setor, volume de material existente e uma prévia de lucro se a quantidade de resíduos existente na organização fosse vendida como sucata de ferro, como era feita antes sem um planejamento.

Ao analisar-se os dados colhidos, pôde-se por meio da priorização dos problemas e as ações necessárias para melhoria, iniciar a fase de ordenação das atividades a serem executadas e implementação dos aperfeiçoamentos: escolha e preparação do local para armazenar, referenciação dos preços para venda das sucatas acumuladas. Após implementadas as melhorias, seguiu para a fase de controle das mesmas através da criação do modo operatório a fim de se manter as melhorias executadas.

Com todos resultados apresentados, fica evidente a necessidade de se manter o controle deste processo, pelo alto lucro que se obteve a partir dessas sucatas com o uso dessa sistemática. Além disso, esse modo de operação é funcional e permite que a organização possa utilizá-lo em outros setores que fazem descartes de resíduos, apenas realizando adaptações necessárias e, assim, abrindo um caminho para muitos outros lucros dentro da organização.

REFERÊNCIAS

ALEGRIA, MANUELA. **Reciclagem de cobre: Aproximadamente 30% do material produzido com cobre é passível de reciclagem**. 2011. Disponível em: <<http://www.revistameioambiente.com.br/2010/08/20/foco-na-reciclagem-pode-fazer-industria-da-sucata-de-cobre-movimentar-us-1-bilhao/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, p. 71. 2004. Disponível em: <<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

BEHR, A; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, maio/ago. 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ci/v37n2/a03v37n2.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2020.

BRASIL. LEI Nº 12.305/2010, DE 02 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, ago 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 19 mai. 2020.

BRASIL. LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. Brasília, DF, fev 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 10 ago. 2020.

CAMPOS, R.; OLIVEIRA, L. C. Q.; SILVESTRE, B.S; FERREIRA, A. **A ferramenta 5S e suas implicações da Gestão da Qualidade Total**. Simpósio de Engenharia de Produção, 2005. Disponível em:<http://www.academia.edu/download/59162022/Campos_R_A_FERRAMENTA_5S_E_SUAS_120190507-66038-f9aekw.pdf>. Acesso em : 28 out. 20.

COSTA, B. W. de C.; SOUZA, F. A. **Análise do programa 5S e das aplicações da ferramenta da qualidade por alunos de Engenharia de Produção**. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 9., 2017, São Cristóvão. Anais eletrônicos. São Cristóvão: DEPRO/UFS, 2017, p. 205-217. Disponível em: <<http://simprod.ufs.br/pagina/21037>>. Acesso em: 29 out. 2020.

EL-FADEL, M. *et al.* **Industrial-waste management in developing countries: The case of Lebanon**. Journal of Environmental Management (2001) 61, 281-300. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479700904134>>. Acesso em: 15 set. 2020.

FERRÚS, R. M.; SOMONTE, M. D. **Design in robotics based in the voice of the customer of household robots**. Robotics and Autonomous Systems, v. 79, p. 99–107, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889016000178>>. Acesso em: 28 out. 2020.

GIMENES, Diego. **Covid-19 derruba atividades da indústria automotiva em 90%**. UOL, São Paulo, 6 abr. 2020. Economia Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/covid-19-derruba-producao-de-montadora-em-90-e-setor-pede-acao-do-governo/>>. Acesso em: 02 out. 2020.

GIMENES, Diego. **Recuperação das montadoras passa por demissões e preços mais altos**. UOL, São Paulo, 15 set. 2020. Economia. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/recuperacao-das-montadoras-passa-por-demissoes-e-precos-mais-altos/>>. Acesso em: 02 out. 2020.

GUIMARÃES, EDUARDO AUGUSTO DE ALMEIDA. **A Dinâmica de crescimento da indústria de automóveis no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Rio de Janeiro, dez. 1980. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7097?mode=full>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINEIRAÇÃO. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 7 ed. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002788.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA (IQA). **Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP)**. 3. ed. Brasil, 2000. 103 p. Acesso em: 28 out. 2020.

LACERDA, Leonardo. **Logística Reversa: uma visão sobre os conceitos básicos operacionais**. COPPEAD/UFRJ. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://limpezaurbana.com.br/textos/logistica_reversa_lgc.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

LAPA, Reginaldo. **Programa 5S**. Qualitymark Editora, São Paulo, 1998. 83 p. *E-book*. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Programa-5S-Reginaldo-Pedreira-Lapa/dp/8573031433>>. Acesso em: 29 out. 2020.

LEITE, P. R. **Conselho de Logística Reversa do Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://www.clrb.com.br/site/>>. Acesso em 28 out. 2020.

LEITE, PAULO ROBERTO. **Logística Reversa: Sustentabilidade e Competitividade**. 3 ed. Saraiva, 2017. *E-book*. (342 p.) Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Log%C3%ADstica-Reversa-Paulo-Roberto-Leite/dp/8547215042>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

LINS, B. F. E. (1). **Ferramentas básicas da qualidade**. *Ciência Da Informação*, 22(2). 1993. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/502>>. Acesso em: 28 out. 2020.

LOPES, Paulo Afonso. **Probabilidades & Estatística**. 1. ed. Rio de Janeiro: R&A, 2001, 174 p. Disponível em: < https://www.amazon.com.br/Probabilidades-Estatistica-LOPES/dp/8587148079/ref=sr_1_4?dchild=1&qid=1603941312&refinements=p_27%3APaulo+Afonso+Lopes&s=books&sr=1-4>. Acesso em 29 out. 2020.

MACHADO, I.G. **Soldagem & técnicas conexas: processos**. Editora UFRGS, 1996. 477 p. Disponível em: <<https://www.estantevirtual.com.br/martins-livreiro/ivan-guerra-machado-soldagem-tecnicas-conexas-processos-2201091383>>. Acesso em: 29 out. 2020.

MARCHI, CRISTINA MARIA DACACH FERNANDEZ. **Cenário Mundial dos Resíduos Sólidos e o Comportamento Corporativo Brasileiro Frente à Logística Reversa**. Perspectivas em Gestão & Conhecimento. João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 118-135, jul./dez. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

MARQUES, J. C. **Ferramentas da qualidade**. Universidade da Madeira. 2012. Disponível em: <http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/11-Ferramentas_da_Qualidade.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

MARQUES, Paulo Villani *et. al.* **Soldagem - Fundamentos e Tecnologia**. 4 ed. Editora UFMG, *E-book* (363 p.). Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Soldagem-Fundamentos-Tecnologia-Paulo-Villani-ebook/dp/B0779CKWGD>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

MELLO, A. E. N. S. **Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá 2008. Disponível em: <<http://www.iepg.unifei.edu.br/arnaldo/download/dissertacoes/Ana%20Emilia.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2020

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Setor Automotivo**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%20automobil%C3%ADstica%20brasileira%2C%20em,n%C3%BAmeros%2C%20pode%20ser%20assim%20resumida%3A&text=67%20unidades%20industriais%20em%2011,de%20m%C3%A1quinas%20agr%C3%ADcolas%20e%20rodovi%C3%A1rias.>> Acesso em: 24 jun. 2020.

MONTGOMERY, DOUGLAS C. **Introduction to statistical quality control**. 7 ed. LTC, 2017. E-book. Disponível em: <<https://www.saraiva.com.br/introducao-ao-controle-estatistico-da-qualidade-7-ed-2016-9347152/p>>. Acesso em: 14 set. 2020.

OLHAR DIRETO. **Foco na reciclagem pode fazer indústria da sucata de cobre movimentar US\$ 1 bilhão**. Disponível em: <<https://www.olhardireto.com.br/noticias/exibir.asp?edt=31&id=122179>>. Acesso em 06 nov. 2020.

PERIARD, Gustavo. **Matriz Gut - Guia Completo**. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 06 Nov. 2020.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; FOUENTE, D de L. **A decision support system**

for applying failure mode and effects analysis. International Journal of Quality & Reliability Management, Bradford, v. 19, n. 2, p. 137-151, 2002. Acesso em: 28 out. 2020.

QUATRO RODAS. **Como funciona uma linha de montagem de veículos?** 2017. Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/como-funciona-uma-linha-de-montagem-de-automoveis/>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

RODRIGUES, ANTÔNIO FERNANDO DA SILVA; HEIDER, MATHIAS; FONSECA, DAVID SIQUEIRA FONSECA. **Economia Mineral do Brasil.** Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, p. 216-235, 2009. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

ROGERS, D S. E TIBBEN-LEMBKE, R S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends Practices.** 1999. University of Nevada, Reno – Center for Logistic Management. Disponível em: <https://www.academia.edu/31734734/Going_Backwards_Reverse_Logistics_Trends_and_Practices>. Acesso em: 21 set. 2020.

SCARTEZINI, L. M. B. **Análise e melhoria de processos.** 2009. Disponível em: <<http://siseb.sp.gov.br/arqs/GE%20B%20-%20An%C3%A1lise-e-Melhoria-de-Processos.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2020.

SEBRAE. **5W2H – Plano de Ação para Empreendedores.** Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2020.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **O que é sucata ou resíduo?.** Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.fazenda.rj.gov.br/sefaz>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

SILVA FILHO, CARLOS ALBERTO VIEIRA DA; SOLER, FABRÍCIO DORADO. **Gestão de resíduos sólidos: O que diz a lei.** 3 ed. Trevisan, 2015. *E-book.* (335 p.) Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/gestao-de-residuos-solidos-o-que-diz-a-lei-trevisan-editora/p/kb70c4e23j/li/adml/>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

SGB - Social Good Brasil. **Matriz GUTAI.** Disponível em: <<https://socialgoodbrasil.org.br/matriz-gutai/>>. Acesso em: 06 Nov. 2020.

VALLE, ROGÉRIO; DE SOUZA, RICARDO GABBAY. **Logística Reversa: Processo a Processo.** 1 ed. Atlas, 19 de novembro de 2013. *E-book.* (288 p.) Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Log%C3%ADstica-Reversa-Processo-Rog%C3%A9rio-Valle/dp/8522482276/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

VG RESÍDUOS. **Guia Completo da Gestão de Resíduos Sólidos.** 2018. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/guia-completo-da-gestao-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

VG RESÍDUOS. **Resíduos de Sucatas: quais os mais comprados e vendidos?**. 2018. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/residuos-de-sucatas-quais-os-mais-comprados-e-vendidos/>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. 2 ed. GEN Atlas, 2012. *E-book*. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Criando-Cultura-Lean-Seis-Sigma/dp/8535254250>>. Acesso em: 28 out. 2020.

WERKEMA, CRISTINA. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. 1 ed. Elsevier Editora Ltda, 2013. *E-book*. Disponível em: <<https://www.submarino.com.br/produto/112409185/livro-metodos-pdcs-e-dmaic-e-suas-ferramentas-analiticas>> Acesso em: 14 set. 2020.