

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA
FACULDADE DE FILOSOFIA CIÊNCIAS E LETRAS**

**Amanda Salotti Amaral
Karla Gonçalves Pereira
Lidiane da Silva Moura
Rogério Garofo Rezende**

METODOLOGIA DMAIC PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

**ITUVERAVA
2019**

**AMANDA SALOTTI AMARAL
KARLA GONÇALVES PEREIRA
LIDIANE DA SILVA MOURA
ROGÉRIO GAROFO REZENDE**

METODOLOGIA DMAIC PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Filosofia Ciências e Letras.
Fundação Educacional de Ituverava para ob-
tenção do título de Bacharel Engenharia de
Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ricardo

**ITUVERAVA
2019**

**AMANDA SALOTTI AMARAL
KARLA GONÇALVES PEREIRA
LIDIANE DA SILVA MOURA
ROGÉRIO GAROFO REZENDE**

METODOLOGIA DMAIC PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Filosofia Ciências e Letras.
Fundação Educacional de Ituverava para ob-
tenção do título de Bacharel Engenharia de
Produção.**

Ituverava, _____ de _____ de 2019.

**Orientador: _____
Prof. Dr. Rodrigo Ricardo**

**Examinador: _____
Prof. Me. Ciro Sérgio Abe**

**Examinador (a): _____
Prof. Me. Ricardo Antônio Jordão**

DEDICATÓRIA

Dedicamos esse trabalho aos nossos pais, fonte de amor eterno, que nos inspira todos os dias a sermos melhores e a nunca desistirmos de nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

Muito obrigado,

A Deus, pela vida, pelo amor, pela saúde, pela sabedoria e por estar ao nosso lado em todos os momentos.

Aos nossos pais, pela dedicação, carinho e amor, por acreditar que somos capazes e por nos apoiar incondicionalmente.

Aos nossos irmãos e irmãs, que por muitas vezes nos ajudaram a vencer as batalhas que enfrentamos nesse caminho.

Aos nossos namorados, esposa, filho e filha, obrigada por compreender as nossas ausências e sempre nos incentivar a irmos além, mesmo quando não tínhamos mais forças.

Ao nosso orientador, Rodrigo Ricardo, pelo apoio e suporte para conclusão deste projeto.

A todos os mestres que nos privilegiaram com sua sabedoria e ensinamentos nessa caminhada, vocês são exemplos que iremos levar para vida toda.

A todos os nossos familiares e amigos que mesmo de longe nos mantiveram firmes em nosso proposito nos apoiando e acreditando no nosso potencial.

A todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte dessa jornada.

“Você não pode impor a produtividade, você deve fornecer as ferramentas para permitir que as pessoas se transformem no seu melhor.”

Steve Jobs

RESUMO

O perfil das empresas mudou, elas pagam pelo valor e não pelo preço do produto. O programa Seis Sigma proporciona as empresas a capacidade de melhorar a qualidade nos processos, alcançando a excelência e aumentando sua lucratividade. Este trabalho tem como objetivo verificar se a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*) serve de ferramenta na busca pela eficácia nos processos e quais as mudanças necessárias para sua implantação. Foi feito um estudo de caso em uma empresa de maquinários agrícolas e a metodologia usada foi baseada nas fases de atuação do DMAIC e ferramentas qualidade (*Brainstorming, Ishikawa, PDCA – Plan, Do, Check e Action - e 5W2H*) de suma importância para a efetivação da metodologia. Vários indicadores foram apontados para que seja usado pela empresa como padrão, contribuindo na melhoria dos resultados como um todo. E por fim, conclui-se que, a metodologia DMAIC poderia contribuir para redução de desperdícios gerados no processo produtivo através da aplicação de ferramentas da qualidade, porém sem o tempo hábil para pôr em prática até o término do trabalho.

Palavras-chave: DMAIC. Seis Sigma. Ferramentas da qualidade.

SUMMARY

The profile of companies has changed, they pay for the value and not for the price of the product. The Six Sigma program gives companies the ability to improve process quality, achieve excellence and increase profitability. This paper aims to verify if the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyse, Improve and Control) serves as a tool in the search for process efficiency and which changes are necessary for its implementation. A case study was carried out in an agricultural machinery company and the methodology used was based on the DMAIC performance phases and quality tools (Brainstorming, Ishikawa, PDCA – Plan, Do, Check, Action – and 5W2H) of paramount importance for the implementation of the methodology. Several indicators were pointed to be used by the company as a standard, contributing to the improvement of the results as a whole. Finally, it can be concluded that the DMAIC methodology could contribute to the reduction of waste generated in the production process through the application of quality tools, but without the time to implement it until the end of the work.

Keywords: DMAIC. Six Sigma. Quality tools.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Faturamento Ano Safra.....	42
Gráfico 2 - Venda de Sucatas.....	43
Gráfico 3 - Quantidade de Matéria-Prima Comprada x Volume de Sucatas.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa	25
Figura 2 - Modelo 5W2H	27
Figura 3 - Fluxograma de Informações	36
Figura 4 - Mapeamento de Valor.....	38
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Project Charter.....	33
Tabela 2 - Volume de Material Processado.....	45
Tabela 3 - Compra Matéria Prima x Volume Sucatas	46
Tabela 4 - Valores de Compra de MP x Valores de Venda de Sucatas.....	47
Tabela 5 - Ishikawa Métodos.....	52
Tabela 6 - Ishikawa Pessoas	54
Tabela 7 - Ishikawa Máquinas.....	56
Tabela 8 - Ishikawa Medidas.....	57
Tabela 9 - Ishikawa Ambiente.....	59
Tabela 10 - Proposta de Indicadores de Desempenho	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Ambiente organizacional externo	14
2.2	Desperdícios	14
2.3	Desperdícios nos processos produtivos	16
2.4	Seis sigma	17
2.5	DMAIC	19
2.5.11°	Etapa: definir (<i>Define</i>)	20
2.5.22°	Etapa: medir (<i>Measure</i>)	20
2.5.33°	Etapa: analisar (<i>Analyse</i>)	21
2.5.44°	Etapa: melhorar (<i>Improve</i>)	21
2.5.55°	Etapa: controlar (<i>Control</i>)	22
2.6	Ferramentas da qualidade	22
3	MATERIAL E MÉTODO	28
3.1	Histórico da empresa estudada	28
3.2	Definição do problema	29
3.3	Medição do volume da geração de sucatas	30
3.4	Análise das causas do problema	30
3.5	Proposta de ações para melhorias utilizando a metodologia DMAIC para redução de desperdícios	31
3.6	Controle	31
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	32
4.1	<i>Define</i> (definir)	32
4.2	<i>Measure</i> (medir)	42
4.3	<i>Analyze</i> (analisar)	48
4.4	<i>Improve</i> (melhorar)	51
4.5	<i>Control</i> (controlar)	61
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

As empresas estão inseridas em um ambiente caracterizado pela velocidade das informações, pela alta competitividade e pela escassez de recursos. Toda organização é constituída e se desenvolve a partir de decisões, que no geral traçam a sua identidade e determinam suas opções. Os perfis dos clientes mudaram. Atualmente eles compram valor e não preço, ou seja, os clientes estão interessados no valor agregado ao produto ou serviço adquirido, qualidade nunca esteve tão em evidência.

Produzir mais com a utilização de menos recursos se tornou indispensável à sobrevivência das organizações. Desperdício é algo a ser eliminado sempre que possível, e quando isso não for possível, reduzir ao menor volume, se faz necessário nos padrões de exigência do mundo globalizado.

De acordo com Ferreira (2000) o termo desperdício significa o ato ou ação de desperdiçar, gastar sem proveito ou em excesso, perda. Todo desperdício de recursos tem impacto na rentabilidade da empresa, reduzindo, em muitos casos, consideravelmente seu lucro, comprometendo sua continuidade no mercado. Fornecer um produto ou serviço bom é obrigação das organizações. Um diferencial seria planejar o ciclo de vida do produto desde seu projeto inicial até sua descontinuidade, levando em consideração seu impacto na sociedade como um todo e buscando sempre a sustentabilidade da organização.

Para Slack *et al* (2018) desperdício são quaisquer atividades que não agregam valor. Estudos mostram que cerca de 95% do tempo das operações agregam custo ao produto ou serviço, mas não agregam valor. Os principais tipos de desperdícios estão relacionados com produção excessiva, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação e defeitos.

De acordo com Rodrigues (2014) o mapeamento do fluxo deve ser feito constantemente, a representação gráfica de todas as etapas do processo relacionando às ações, os materiais utilizados, às informações e o pessoal envolvido permite a visualização completa do processo, ajudando, de forma simples e de baixo custo, a identificar os desperdícios, as práticas que não agregam valor e o alinhamento das etapas.

A justificativa do trabalho proposto está na exigência dos clientes por excelência e no aumento constante da concorrência onde um pequeno detalhe pode gerar vantagem competitiva. Na busca por excelência as empresas são obrigadas a repensar seus custos, visando agregar valor aos produtos e serviços oferecidos. Na tentativa de sobrevivência num ambiente dinâmico e em constante mutação, gerenciar recursos é algo vital. Processos bem definidos,

otimização do uso de materiais e alinhamento de informações são ferramentas importantes para alcance dos planos estratégicos. Fazer mais com menos deixou de ser um diferencial, a sustentabilidade é algo inevitável.

O estudo foi realizado em uma indústria de máquinas e implementos agrícolas localizada no interior do estado de São Paulo, a empresa atua no mercado a mais de 60 anos fabricando equipamentos variados para atender os mais diversos mercados da agricultura nacional e internacional. A geração de sucatas e os desperdícios ocasionados pela falta de procedimentos impactam diretamente no lucro de uma organização, podendo até comprometer sua continuidade no mercado, os recursos disponíveis são escassos e utilizá-los de maneira otimizada é um desafio para as indústrias. Considerando esses fatos, o trabalho apresentado se propôs a responder a seguinte questão: como a utilização da metodologia DMAIC poderia otimizar o uso de recursos na produção?

O presente trabalho teve por objetivo geral verificar se a metodologia DMAIC serviria de ferramenta na busca pela eficácia nos processos e quais as mudanças necessárias para sua implantação. Os objetivos específicos foram o mapeamento dos processos de fabricação da empresa através de um fluxograma para definição clara do problema estudado, a identificação dos pontos em que ocorrem a geração de sucatas através do levantamento de dados, a análise das variáveis que impactam nos processos ocasionando os desperdícios através de ferramentas da qualidade, e por fim propor ações de melhorias norteadas pelas etapas da metodologia DMAIC vislumbrando a redução de desperdícios de materiais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ambiente organizacional externo

A globalização insere as organizações a ambientes dinâmicos e em constante transformação. O desenvolvimento de novos produtos e serviços se tornou uma obrigação para as empresas se manterem competitivas no mercado, agregar valor aos produtos oferecidos se tornou um diferencial num ambiente onde qualquer detalhe representa o sucesso ou fracasso de um projeto.

De acordo com Usirono (2015) valor é a relação entre custo e benefício, é quanto o cliente está disposto a pagar pelo benefício gerado na compra de um determinado produto ou serviço. O objetivo de criar ou aumentar o valor de algo consiste em maximizar o benefício oferecido ou reduzir os custos de produção. Os custos, que estão no denominador desta equação, são fáceis de serem mensurados, basta somar todas as despesas de cada um dos componentes do produto ou serviço. Já a variável benefício é mais complexa de ser analisada, pois ela envolve questões intuitivas e perceptivas do cliente.

Dentro dos temas de qualidade e excelência de produção a empresa Toyota se destaca no mercado. De acordo com Sobek II e Smalley (2010), após a Segunda Guerra Mundial a Toyota lutou para evitar sua falência, com a escassez de recursos a empresa foi obrigada a desenvolver um sistema de solução rápida e eficaz de problemas através da investigação, buscando constantemente a melhoria nos processos produtivos, elevando seu nível de produção ao patamar de excelência estudado e admirado por empresas em toda parte do mundo. O coração do sistema de produção enxuta desenvolvido pela Toyota é o PDCA (planejar, executar, verificar e agir).

2.2 Desperdícios

Conforme Araújo *et al* (2018) para sobrevivência de qualquer organização é fundamental simplificar seus processos reduzindo possíveis perdas e desperdícios que sejam repassados para o consumidor final em forma de custo do produto, o objetivo de grandes e pequenas companhias é operar com linhas de produção mais eficientes.

De acordo com Castro e Castilho (2013) o desperdício está relacionado com a execução de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, mas geram custos e despesas

desnecessárias e que, efetivamente, não satisfazem a necessidade do cliente. Identificar desperdícios é uma atividade que exige avaliação minuciosa e exaustiva por parte de todos os envolvidos no processo, o que é valor para um pode ser considerado desperdício por outro.

Para Rodrigues (2014) uma contribuição importante no combate ao desperdício, foi a criação, na década de 1970, realizada pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), de um sistema de manutenção produtiva total (*Total Productive Maintenance* - TPM), que auxiliou na identificação de 16 tipos de perdas que provocam desperdício ao não agregar valor ao produto final:

- Perdas por quebra de equipamento;
- Perdas por troca de ferramenta;
- Perdas por falhas no processo;
- Perdas por espera;
- Perdas por velocidade de equipamento;
- Perdas por rendimento do equipamento;
- Perdas na administração;
- Perdas na mobilidade operacional;
- Perdas na organização da linha;
- Perdas na logística;
- Perdas na medição;
- Perdas relativas à energia;
- Perdas relativas ao material;
- Perdas relativas às ferramentas;
- Perdas com a mudança de dispositivo de controle;
- Perdas por retrabalho.

Os desperdícios podem ser considerados como qualquer atividade que não agreguem valor ao produto final. Atualmente os gestores industriais são os responsáveis por combater as perdas ao longo do processo produtivo. Esse desafio pode ser reduzido ou eliminado com a implantação de ferramentas capazes de identificar e controlar os desperdícios industriais. Na busca pela otimização dos recursos e conseqüentemente a maximização da rentabilidade empresarial, todo detalhe faz a diferença.

2.3 Desperdícios nos processos produtivos

Todo processo produtivo sofre com algum tipo de desperdício. De acordo com Tavares *et al* (2018) o sistema Toyota de Produção desenvolveu metodologias e ferramentas que buscam a eliminação do desperdício na cadeia produtiva dando condições da aplicação do conceito de Manufatura Enxuta. Ao longo dos anos foram desenvolvidas ferramentas como *kanban*, nivelamento de produção, troca rápida de ferramentas, manutenção produtiva total, trabalho padronizado, polivalência, mapeamento do fluxo de valor e *benchmarking* enxuto, todas visando à eliminação dos desperdícios do processo.

Segundo Rodrigues (2014), outra metodologia importante para redução dos desperdícios é o *Lean*, seu foco principal é a eliminação de *mudas* (desperdícios) em todas as etapas e em todos os níveis do processo produtivo por meio da otimização ou de mudanças das ações que as geram. Uma das técnicas mais difundidas para eliminação de desperdícios surgiu de ideias de um executivo da Toyota, Taiichi Ohno. Ele acreditava que “o aumento da eficácia só faz sentido quando está associado à redução de custos” e que “a eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo”.

Conforme Rodrigues (2014) a equação que demonstra a capacidade de uma empresa é o trabalho mais os desperdícios gerados, esse cálculo foi proposto por Ohno. Ele associa a variável trabalho aos colaboradores, afirmando que sempre é possível produzir mais com a mesma ou menos pessoas. Para ele só com o desperdício zero pode se alcançar a eficiência total. Para comprovar suas teorias Ohno contou com um importante auxílio do consultor da Toyota Shigeo Shingo que ampliou as formas de entendimento sobre os desperdícios. Todas as atividades organizacionais passam a ser observadas, elencando sete grandes grupos potenciais de desperdícios como segue abaixo:

- **Superprodução:** diz respeito à produção em excesso, ou seja, em quantidades elevadas ou no tempo errado, o que gera estoques adicionais e tende a omitir problemas em todo o processo;
- **Espera:** está associado ao tempo parado da mão de obra, peças ou equipamentos e pode-se dividir em espera do lote ou espera do processo;
- **Transporte:** causado principalmente por *layouts* mal projetados, o que tem como consequência uma grande e desnecessária movimentação de peças, estoques e equipamentos, gerando custos e desperdícios;

- **Processos:** diz respeito à metodologia de processamento em si, procedimentos e atividades desnecessárias ou superdimensionadas, utilização de equipamentos dimensionados de maneira inadequada, alocação de mão de obra não compatível, entre outros. A análise desse tipo de desperdício possibilita identificar o que está sendo utilizado ou colocado à disposição do processo e que tem custos, mas não gera valor para o produto do processo;
- **Estoque:** causado pela estocagem de peças ou produtos semiacabados em quantidades superiores ao que realmente é necessário, o que pode ocorrer por conta de vários fatores e, além de imobilizar capital sem necessidade, pode trazer várias outras consequências, como utilização não adequada de espaços, omissão de falhas no fluxo ou nivelamento do processo, riscos com estocagem e outros custos vinculados à estocagem;
- **Movimentação:** está relacionado principalmente ao movimento interno dos operadores nas estações de trabalho para realizar suas tarefas específicas diante do posicionamento das ferramentas, do *layout* e da localização dos equipamentos, dos aspectos ergonômicos dos equipamentos e do próprio setor produtivo;
- **Produtos defeituosos:** provocado pela produção de bens ou serviços fora das especificações e necessidades dos clientes internos ou externos, o que provoca retrabalho ou refugo, acarretando elevados custos e desperdícios para a organização.

Quando os desperdícios são conhecidos se tornam mais fáceis de serem controlados. O ato de transformar materiais em bens ou serviços envolve variáveis que estão sujeitas a perdas. Identificar o problema, traçar estratégias para solucioná-los e monitorar as ações planejadas colaboram para minimizar o impacto dos desperdícios que ocorrem durante o processo produtivo.

2.4 Seis sigma

Conforme Carpinetti (2012) o seis sigma foi desenvolvido pelo engenheiro Bill Smith na empresa Motorola, na década de 1980, ele é um programa de melhoria da qualidade que tem por objetivos a redução dos desperdícios da não qualidade, a redução de custos e a melhoria no atendimento de requisitos dos clientes como qualidade de produto e confiabilidade da entrega. O programa de melhoria estabelece níveis de capacitação e responsabilidade para

condução dos projetos, utiliza-se de um método iterativo de melhoria, o DMAIC, e é orientado para o uso de ferramentas estatísticas e não estatísticas para auxiliar o processo de análise e tomada de decisão.

Para Werkema (2012) o seis sigma é uma estratégia gerencial e quantitativa com objetivo de aumentar a lucratividade das empresas por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. O método utiliza uma escala sigma para medir a quantidade de defeitos por milhão, quanto maior o valor sigma maior o nível de qualidade, o objetivo é chegar próximo ao defeito zero, ou 3,4 defeitos para cada milhão de operações realizadas. Os modelos estatísticos são utilizados para avaliar o desempenho de variáveis críticas do processo. Sua filosofia defende a melhoria contínua e a redução da variabilidade, visando levar a empresa a ser a melhor no seu ramo de atividade.

De acordo com Marshall Junior *et al* (2012) a origem dos princípios básicos do seis sigma está fundamentada nas ideias de Shewhart, Deming, Juran, entre outros. Seu conceito não é novo, combina ferramentas de gerenciamento com rupturas no pensamento gerencial.

Ele reflete os esforços de melhoria das organizações em metas específicas de reduzir os defeitos para próximo de zero. A metodologia orienta-se pelo entendimento claro das necessidades dos consumidores, pelo uso coerente de fatos, dados e análises estatísticas e pela atenção ao gerenciamento, à melhoria e a inovação dos processos de negócios. Sua estratégia de ruptura é o ciclo PDCA modificado, o DMAIC.

Os objetivos principais do programa seis sigma são: redução do desperdício, redução do número de defeitos, falhas e erros, redução da variabilidade dos processos, melhoria dos produtos, diminuição do tempo de ciclo, otimização dos estoques, redução de custos, melhoria da qualidade, satisfação dos clientes e aumento da lucratividade. O seis sigma foi considerado o responsável por proporcionar a Motorola o Prêmio Nacional da Qualidade Malcom Baldrige, em 1988. No final da década de 80 e início da de 90 a companhia obteve ganhos de U\$\$ 2,2 bilhões com o programa, que se tornou conhecido no mundo todo e adotado por grandes empresas como General Eletric e Sony (MARSHALL JUNIOR *et al*, 2012).

De acordo com Werkema (2012) após a divulgação do sucesso do programa na Motorola outras empresas aderiram ao método. Na ABB, Asea Brown Boveri o ganho médio foi de U\$\$ 898 milhões ao ano durante dois anos, reduzindo em 68% os níveis de defeitos e 30% os custos de produção, com a extensão do projeto para seus fornecedores a empresa conseguiu reduzir U\$\$ 87 milhões no custo de material comprado. Outro caso de sucesso é o da AlliedSignal que implantou o programa em 1994 e em quatro anos obteve ganhos de U\$\$ 1,2 bilhões e treinou seis mil pessoas.

Segundo Carpinetti (2012) a estrutura organizacional do programa seis sigma se divide em *Champions*, *Master Black-belts*, *Black-belts*, *Green-belts* e *White-belts*. Essa estrutura é formada paralelamente a estrutura formal da empresa. O *Champion* é o defensor da estratégia, ele lidera o processo de melhoria e fica no nível mais alto. O *Master-Black-belt* ou o *Black-belt* é o funcionário de média gerência, possui formação técnica com grande conhecimento nas técnicas estatísticas o que o torna um líder e mentor do programa, responsável por acompanhar a implementação, analisar os resultados e propor novas direções para o projeto. O *Green-belt* é o funcionário de nível médio para baixo que possui grande conhecimento dos processos e atividades que precisam ser melhoradas. Abaixo dessa hierarquia estão os *White-belts* que são os funcionários de nível operacional que dão suporte aos *Black* e *Green-belts*.

Conforme Marshall Junior *et al* (2012) o programa seis sigma utiliza diversas ferramentas como mapeamento de processos, análise de sistemas de medição, ferramentas de controle estatístico de processos (CEP), todas integradas a uma metodologia conhecida como DMAIC (*define, measure, analyze, improve* e *control*). Segundo Bergamo Filho e Mansur (2007) essa metodologia é uma ferramenta poderosa utilizada para sistematização de projetos, que reduz as incertezas e riscos e aumenta a probabilidade de sucesso dos projetos atuais e futuros pelo uso de documentação clara e objetiva.

2.5 DMAIC

De acordo com Silva *et al* (2018) o DMAIC é uma metodologia utilizada para identificar possíveis causas da ineficiência produtiva dentro de uma organização. Dividida em cinco etapas a ferramenta identifica o problema e gera dados para que o mesmo seja eliminado e controlado. Na etapa definir o problema e suas variáveis são identificados. Na etapa seguinte, medir, todo o processo é mapeado, nessa fase são utilizadas ferramentas como fluxograma. Na etapa análise, identifica-se a principal causa do problema. A etapa aperfeiçoar ou implementar busca eliminar a causa do problema identificada e melhorar o desempenho do processo por meio da implementação do plano de ação. Na última etapa, controlar, após a implementação da ferramenta é possível acompanhar, por meio de indicadores, o novo processo implementado.

Para Carpinetti (2012) o DMAIC é uma característica marcante do método de desenvolvimento de projetos seis sigma. De forma geral as etapas desta metodologia são as mesmas do método PDCA, apenas estruturado de forma diferente.

Segundo Braitt e Fettermann (2014) a aplicação da metodologia DMAIC, no setor de controle de insumos de embalagem em uma empresa de informática, proporcionou reduções de 48,24% nos desperdícios causados pelos dias dos pedidos parados, além de reduzir em 4% o custo da compra das caixas de embalagem, comprovando a eficácia do método na eliminação das perdas no processo de gerenciamento dos estoques.

Para Lima e Raposo (2018) a ferramenta DMAIC proporciona uma estrutura sólida para gerenciar mudanças e melhorias dentro das organizações. Um processo contínuo e ininterrupto, como a produção do açúcar requer operações padronizadas e com controle de produção constante e robusto, nesse sentido a metodologia DMAIC se mostrou válida para o controle do processo, aumento da produtividade, redução dos custos entre outros benefícios. A ferramenta identificou as variáveis mais importantes do processo que eram a cor do açúcar e o pH do caldo caleado, proporcionando a indústria focar nos pontos mais relevantes, auxiliando na criação de indicadores efetivos para empresa.

2.5.1 1º Etapa: definir (Define)

A primeira etapa do projeto foi descrever os problemas, avaliar as estratégias e resultados da empresa e definir as metas que deverão ser alcançadas. Com isso, definir com precisão o escopo do projeto para que o problema seja mais evidente em sua identificação. Constituir a equipe responsável pelo projeto e elaborar o *Project Charter*, como ferramenta. (WERKEMA, 2012).

Segundo Carpinetti (2012), essa primeira etapa tem por objetivo definir o projeto seis sigma, e a decisão da realização do projeto se dá pelos níveis *Black-belt* e *Master Black-belt*. Com isso, é significativo a importância da definição do objetivo estudado e o problema a ser resolvido. Alguns pré-requisitos para se definir o projeto seis sigma são: identificar características críticas para a qualidade do produto e o mapeamento dos processos.

2.5.2 2º Etapa: medir (Measure)

Na segunda etapa, definir quais características do projeto deverão ser observadas, como serão obtidos os dados, determinando o foco do problema e verificando a confiabilidade dos dados coletados. Se caso os dados forem confiáveis, usar dados existentes, se não, coletar novamente dados atualizados. (WERKEMA, 2012)

Para Carpinetti (2012), ao identificar o objetivo e o problema do projeto, a próxima etapa será o levantamento de dados para que ajude na investigação de características desses problemas. Uma das mais importantes medidas nessa fase é a capacidade do processo, e para quantificar é preciso coletar mais dados do processo para saber a variabilidade dos resultados. O equipamento de medição tem que passar por uma análise para provar que seus resultados são efetivos, com acuracidade e precisão aceitável.

2.5.3 3º Etapa: analisar (*Analyse*)

Nesta terceira etapa, é determinado as causas de cada problema e analisar o processo gerador desse problema. Após, identificar e priorizar as causas em potencial do problema e quantificar a importância das causas prioritárias. (WERKEMA, 2012)

De acordo com Carpinetti (2012), a etapa “analisar” tem como objetivo, conforme os dados coletados na etapa anterior, analisar e concluir as possíveis causas do problema; talvez necessite de novas coletas de dados. Uma análise fundamental nessa etapa é o uso da ferramenta da qualidade Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa. No final da etapa, almeja-se ter a identificação do problema e uma oportunidade de melhorias, usando a capacidade técnica do grupo, identificando causas principais e propondo ações para eliminar ou minimizar o problema.

2.5.4 4º Etapa: melhorar (*Improve*)

Como indaga Carpinetti (2012), nesta etapa deve-se planejar e executar a ação de melhoria, ainda sim, havendo a possibilidade de refazer experimentos para uma revisão das propostas de melhorias.

Já para Werkema (2012), deve-se gerar soluções para a eliminação das causas fundamentais do problema, priorizando as soluções, avaliando e minimizando os riscos desta solução, testar as soluções em planos pilotos para identificar e implementar ajustes ou melhorias para as soluções. Se a meta for alcançada, elaborar um plano para implementar a solução em grande escala, se não, voltar à etapa M (medir). As ferramentas usadas para essas ações são: *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa e 5W2H.

2.5.5 5º Etapa: controlar (*Control*)

De acordo com Werkema (2012) o objetivo da etapa controlar da metodologia DMAIC é garantir que o alcance das metas sejam mantidos a longo prazo. Nessa etapa é realizada avaliação do projeto em larga escala, as mudanças feitas nos processos devem ser padronizadas, os novos padrões necessitam ser transmitidos a todos da empresa, deve ser implantado um plano de monitoramento da performance e tomada de ações corretivas caso surjam anomalias no processo, e por fim ocorre a sumarização do trabalho com recomendações caso necessário.

Para Marshall Junior *et al* (2012) a última fase da metodologia DMAIC é a mais importante, pois ela permite a continuidade do programa de melhoria. Nessa fase é necessário ter a certeza de que os ganhos serão mantidos, para isso todos os procedimentos devem ser documentados, os resultados devem ser quantificados, se possível convertido em valores monetários para que todos tenham a percepção das vantagens de um projeto bem-sucedido. É obrigatório a criação de um plano de controle claro e bem definido para que as variações no processo sejam acompanhadas e corrigidas. As principais ferramentas utilizadas nesta etapa são gráfico de Pareto, histograma, *Poka-Yoke* (metodologia à prova de erros) e carta de controle.

Segundo Carpinetti (2012) a etapa C, controlar, tem o propósito de garantir que as melhorias obtidas não sejam perdidas. Nesta etapa é importante rever os procedimentos, incluir novos controles sobre o processo, como por exemplo, instruções de trabalho, registros, utilização de gráficos de controle ou de tendência e dispositivos que sejam à prova de falhas.

Implantar um processo de melhoria dentro de uma organização é algo complexo, pois na maioria dos casos envolve mudanças culturais que afetam todos dentro da estrutura organizacional. Mais difícil que implantar o processo de melhoria é garantir sua continuidade. Desenvolver controles capazes de avaliar os resultados das ações que foram implementadas e corrigir possíveis desvios é essencial.

2.6 Ferramentas da qualidade

Segundo Marques (2019) do Portal IBC, para medir e analisar os processos de uma empresa é necessário a utilização de ferramentas da qualidade capazes de propor soluções para os problemas identificados. O objetivo das ferramentas da qualidade total é definir ações preventivas capazes de garantir qualidade às atividades de uma organização. Os benefícios são inúmeros com a implementação dessas ferramentas, dentre eles:

- Diminuição dos custos operacionais;
- Aumento da qualidade de entrega dos projetos;
- Identificação de problemas no projeto;
- Melhor execução das atividades;
- Cooperação dos profissionais envolvidos.

Conforme Fonseca (2018) as ferramentas da qualidade proporcionam um conhecimento do processo em sua totalidade e aponta os principais defeitos durante o processo produtivo. Descobrir as vulnerabilidades do processo, é possível a elaboração de um plano de melhoria contínua com resultados relevantes para empresa. O uso correto das ferramentas de qualidade auxilia na otimização dos processos de produção, refletindo, conseqüentemente, no aumento da qualidade e da produtividade.

De acordo com a matéria publicada pela jornalista Luiza Andrade para o portal *Siteware*, o *brainstorm* é um método simples e de aplicação efetiva utilizado a muito tempo no meio empresarial. O termo *brainstorm* significa “tempestade de ideias” ou “toró de palpites”, é uma técnica onde os pensamentos devem ser expostos de forma livre, sem preconceitos entre uma equipe. Criada em 1942, pode ser utilizada em várias situações, com o objetivo de criar novas maneiras de visualização dos problemas, de ter ideias inovadoras, de definição de causas e suas possíveis soluções, além de explorar o lado criativo dos participantes e estimular o engajamento da equipe no alcance dos objetivos da organização.

Ainda de acordo com o *Siteware*, a técnica de *brainstorming* possui maior percentual de sucesso quando é utilizado um roteiro demonstrando a divisão dos processos entre as etapas e sendo mediada por um coordenador. Para proporcionar conhecimento aos participantes e auxiliar na gestão de problemas, a ferramenta pode ser dividida em 4 etapas:

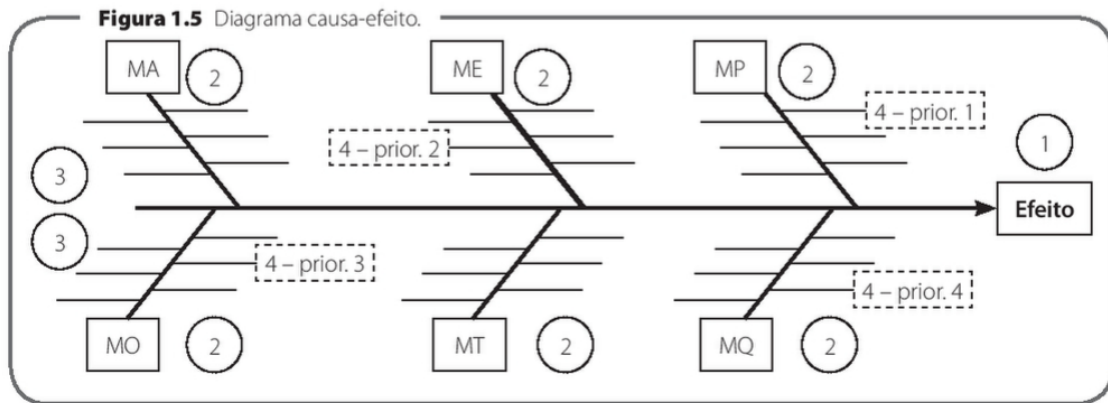
- **1ª etapa - explicação da meta/problema:** etapa onde a meta ou problema definido é exposto aos participantes do grupo pelo coordenador da equipe, responsável por fornecer todas as informações disponíveis sobre o assunto, permitindo que os colaboradores sejam preparados da forma mais completa e educativa possível. De posse das informações é necessária uma reflexão inicial sobre os fatores que influenciaram o problema, elencando suas possíveis causas assim como suas soluções;
- **2ª etapa - determinação das causas:** é feita uma reflexão sobre as causas elencadas na etapa anterior da técnica, nesse passo as dúvidas de todos os participantes devem ser sanadas;

- **3ª etapa - hierarquização das causas:** nessa etapa os participantes devem elaborar um *ranking* de importância classificando as causas por prioridades, possibilitando o foco nos pontos mais críticos do processo;
- **4ª etapa - criação do plano de ação:** nessa etapa é criada formas para resolver o problema ou meta. É importante analisar o impacto das ações sobre a situação, qual o grau de dificuldade para aplicação da solução, qual resolução terá uma resposta mais rápida, qual o custo financeiro de tal solução, entre outros.

Quando as causas do problema são bem definidas existe uma tendência de que não ocorra uma grande variação de ações para resolução do problema, isso significa que os objetivos do *brainstorming* estão sendo alcançados. No entanto, quando existem uma gama muito grande de ações é necessário voltar à segunda etapa do método e redefinir melhor as causas. Em *brainstormings* que não obtiveram sucesso, é possível verificar erros no desenvolvimento da técnica, a equipe pode perder o foco do problema ou os participantes se sentirem inibidos para dar suas sugestões, cabe ao coordenador da técnica observar esses desvios e corrigi-los o quanto antes evitando o fracasso do método.

De acordo com Oliveira *et al* (2004) as empresas devem sempre almejar a produção com defeito zero mantendo o nível de qualidade. Para isso é necessário o uso de ferramentas para detecção e resolução de problemas, dentro dessa filosofia o Diagrama de Ishikawa é uma opção que visa auxiliar os gestores na busca pela eficiência operacional, seu uso assim como a de outras ferramentas da qualidade, possibilita a redução de desperdícios e até aumento da competitividade da organização.

Para Slack *et al* (2018) os diagramas de causa efeito, também conhecidos como diagrama de Ishikawa, servem para identificar a causa raiz dos problemas. Com perguntas como: o quê, quando, onde, como e por que é possível além de encontrar o núcleo do problema, propor possíveis soluções de forma explícita. A estrutura do método foca nos pontos maquinário, mão de obra, materiais, métodos e dinheiro. A ferramenta é muito utilizada em programas de melhoramento, isso porque através de sessões de *brainstorming* com grupos de pessoas diversos é possível visualizar os problemas e suas possíveis soluções sob pontos de vistas distintos, buscando sempre a otimização do processo como um todo. O diagrama de Ishikawa é uma prática de questionamento sistemático que procura a origem dos problemas. A figura 1 representa o modelo gráfico do Diagrama de Ishikawa:

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa

Fonte: CUSTÓDIO, Marcos Franqui (2015)

Outra ferramenta na busca por melhorias é o Método PDCA, cada etapa é responsável por uma atividade distinta em busca da melhoria de um processo ou problema. Na etapa *Plan* (planejar) ocorre à identificação do problema, análise do fenômeno, análise do processo e elaboração do plano de ação. Na etapa *Do* (executar) é onde acontecem os treinamentos, a execução do que foi planejado e a coleta de dados. No *Check* (verificar) é onde se compara os resultados obtidos com o processo de melhoria. A última etapa *Action* (agir) é onde as melhorias são efetivadas, levando em consideração ações preventivas e corretivas que possam ser necessárias durante o processo.

De acordo com Lavor Filho *et al* (2018) o ciclo PDCA é uma ferramenta gerencial que busca através da aplicação de suas quatro fases, planejar, fazer, verificar e agir, o alcance do melhoramento contínuo. Cada vez que o ciclo se repete seja para resolução de um problema, melhoria contínua ou a padronização de um processo ou produto, sua complexidade aumenta, os planos se tornam mais ousados e com maior grau de dificuldade para implementação, as metas ficam mais difíceis de serem atingidas e a qualificação mais exigentes. O giro do ciclo PDCA deve ser realizado constantemente, trazendo resultados de melhoria para a organização como um todo.

Conforme Sobek II e Smalley (2010), planejar é estudar o problema ou oportunidade de todos os pontos de vista possível, descobrindo suas causas e elencando possibilidades para sua solução. Executar é colocar em prática o que foi planejado. Verificar envolve o uso de ferramentas de medição para avaliar os resultados do que foi implementado, fazendo comparações entre o que foi previsto e que está sendo realizado. Agir se refere à validação do processo implantado ou correções do plano caso sejam necessárias. Para solucionar os diversos

problemas existentes no chão de fábrica é importante procurar a causa raiz dos fenômenos, entender suas origens é o primeiro passo na busca pela solução dos problemas.

Para Rovai *et al* (2015) no ciclo PDCA deve se observar todos os processos, as ações implementadas e controladas, depois deve ser realizado a avaliação dos resultados, para começar um novo ciclo. Esse ciclo é contínuo e deve ser repetido constantemente, partindo da ideia de que um processo pode ser melhorado sempre. O trabalho demonstra que após a implantação do ciclo PDCA em uma linha de montagem de uma estamperia e o uso de ferramentas como *Brainstorming*, Diagrama de Pareto, Fluxograma, 5 Porquês, Diagrama de Causa e Efeito e 5W2H, foi possível reduzir 8% o índice de refugos gerados no processo durante o período de observação.

De acordo com Granja (2015) o ciclo PDCA é uma ferramenta muito importante no gerenciamento de projeto, sua aplicação na construção de um protótipo *off-road* possibilitou a identificação de um problema no subsistema de transmissão, e com aplicação de todas as etapas do ciclo foi possível uma redução de mais 20% na massa do protótipo gerando ganhos significativos em aceleração e velocidade final, contribuindo para um melhor desempenho técnico do produto.

De acordo com Grosbelli (2014), 5W2H é uma ferramenta usada na elaboração de planos de ação que tem sido muito utilizada em Análise de Negócios, Gestão de Projetos, Elaboração de Planos de Negócio, Planejamento Estratégico e outras disciplinas de gestão. O objetivo desta ferramenta é dar permissão à todas as atividades planejadas e serem discutidas pelo grupo responsável, antes mesmo da criação de ações no cronograma administrativo de uma instituição ou empresa. A principal finalidade é fazer todas as atividades planejadas serem executadas, de forma objetiva, cuidadosa e organizada.

Segundo Custódio (2015) a nomenclatura 5W2H teve seu início nos Estados Unidos, sendo composta por perguntas básicas que servem de orientação para um plano de ação eficaz, as letras “W” e “H” correspondem as seguintes perguntas em inglês:

- *What* (o quê)? - O que será feito?
- *Why* (por quê)? - Por que fazer?
- *Where* (onde)? - Onde será feito?
- *When* (quando)? - Quando será feito?
- *Who* (quem)? - Quem fará?
- *How* (como)? - Como será feito?
- *How much* (quanto custa)? - Quanto custará?

A figura 2 demonstra o modelo gráfico da ferramenta 5W2H:

Figura 2 - Modelo 5W2H

Método do 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 que?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada essa ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custará para executar a ação?

Fonte: Adaptado de Grosbelli (2014)

A metodologia 5W2H é um método simples que agiliza todos os processos de uma empresa, proporcionando ganhos financeiros com a sua utilização adequada. A falta de planejamento de ações e processos pode gerar inúmeros prejuízos, em um mercado altamente competitivo, sem contar na perda de vantagem competitiva. Precisamente pela sua simplicidade, vários trabalhos já foram realizados utilizando essa ferramenta.

3 MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho utilizou o método qualitativo de pesquisa para levantamento de informações relevantes ao estudo proposto. Foi realizado um estudo com objetivo de proporcionar maior conhecimento e clareza sobre a Metodologia DMAIC, propondo a empresa à implantação do modelo estudado na tentativa de solucionar ou minimizar o problema de geração de sucatas que impactam diretamente na sua rentabilidade. Para efetivação do trabalho foi necessária a colaboração de vários setores da empresa.

Os resultados da pesquisa dependeram substancialmente das variáveis: missão; visão; valores; crenças empresariais; filosofia administrativa; planejamento, execução e controle organizacional; custo dos recursos necessários às atividades operacionais; apontamento das perdas nos processos produtivos e impacto das informações dentro do processo de decisão.

Para o presente trabalho foi selecionada uma Indústria de Implementos Agrícolas localizada na cidade de Guará-São Paulo, o segmento foi escolhido devido sua importância para região, e visando aplicar técnicas de gerenciamento dentro dos processos produtivos da organização, na busca pela solução de problemas enfrentados no cotidiano da empresa.

3.1 Histórico da empresa estudada

Fundada em 1956 na cidade de Ituverava-SP, a empresa Busa Industrial e Comercial Ltda, teve início nos fundos do quintal do Sr Álvaro Rodrigues, que junto com sua esposa Rosa se dedicavam a produzir vitrôs e portas de aço. A economia local era fortemente agrícola. Na metade da década de 50 a região passa por um grande desenvolvimento e a mecanização se torna essencial para o setor. A agricultura local necessitava da criação de novos produtos e serviços, nesse momento o patriarca da empresa vislumbra uma oportunidade de negócio.

No início dos anos 60 a empresa passa a atuar na manutenção de tratores e implementos agrícolas. A fonte inspiradora do empreendimento era o algodão, cultura predominante da região na época. Surge a base de uma empresa com grande potencial criativo a ser desenvolvido e explorado. Desde então, a Busa, não mediu esforços para produzir resultados a partir de soluções tecnológicas e inteligentes, se preocupando em atender as necessidades do campo.

Para acompanhar o desenvolvimento da agricultura brasileira, a Busa mudou suas instalações em 1986 para uma área de 100 mil m² na cidade vizinha de Guará-SP, que fica às

margens da Rodovia Anhanguera, local onde está operando até os dias atuais. A empresa conta com mais de 300 colaboradores e é uma das empresas brasileiras mais representativas no mercado nacional e mundial e continua em franca expansão. Administrada pelo Sr. Luiz Carlos Rodrigues, filho do Sr. Álvaro, a empresa é líder na produção de máquinas agrícolas, transportes e logística.

A empresa sempre investiu em tecnologia, hoje ela é líder no cenário nacional e referência mundial por possuir as mesmas ferramentas que as melhores empresas neste segmento dos Estados Unidos possuem. No ano de 2000, buscando ajudar e modernizar a produtividade e escoamento do algodão nacional, a Busa iniciou a comercialização de máquinas e usinas para o beneficiamento do algodão. Em 2005, aproveitando todo o *know-how* e acompanhando as necessidades do mercado, iniciou-se a fabricação de equipamentos rodoviários, novo segmento de atuação da organização.

A expansão e modernização da área fabril e ferramentas não pararam, desde então a empresa sempre procura investir tanto nas pessoas quanto na melhoria dos seus processos e produtos. Em 2018, mais um passo foi dado rumo à diversificação dos produtos. A empresa passa a produzir também equipamentos para a coleta e armazenamento dos resíduos sólidos orgânicos.

3.2 Definição do problema

Seguindo a metodologia DMAIC, na primeira etapa do projeto foi definido o problema a ser analisado, qual a sua relevância dentro da organização, qual o cenário em que a empresa estava atuando, registrando como uma fotografia a situação real dos processos no início dos estudos. Para validação do projeto foi elaborado o *Project Charter* expondo para diretoria da empresa quais as intenções e metas do trabalho.

O *Project Charter* é uma espécie de contrato, e conta com a validação e autorização do presidente da empresa para desenvolvimento das atividades. Nele foram estabelecidos o problema a ser estudado e o seu histórico, as metas do projeto, os participantes, o período em que o trabalho iria ocorrer, quem seriam os responsáveis por cada etapa e a quem o trabalho estava submetido à aprovação.

Nessa fase foi feita a identificação de todos os processos da empresa Busa. A forma como são difundidas as informações, o grau de dependência de cada setor e a precedência dos processos de fabricação. Visualizar o mapa de como as etapas de produção acontece foi o que

norteou os estudos. Foi necessário interagir com diversos departamentos para entender o processo fabril e afunilar a pesquisa dando foco aos pontos chaves que objetivam o presente trabalho. O período de corte do estudo foi de um ano safra, que correspondeu ao intervalo de tempo de julho de 2018 a junho 2019.

3.3 Medição do volume da geração de sucatas

O foco do trabalho se tornou a redução da geração de sucatas, pois o volume dos estoques e a forma como estes são utilizados é uma preocupação constante da empresa. Já foram realizadas várias abordagens sobre o tema envolvendo colaboradores de diversas áreas buscando sempre a otimização do uso dos recursos. Para verificar o impacto da geração de sucatas na empresa foi realizado um levantamento de dados no período de julho de 2018 a junho de 2019 com relação ao faturamento de equipamentos e comparado com o faturamento de venda de sucatas. A empresa revende o material que não tem mais aplicação para ela por um valor bem abaixo do valor de mercado da matéria prima. Gráficos de tendência também foram utilizados para analisar como a variável desperdício se comportou em relação a compra de materiais e quantidade de material processado no período.

Para validar a escolha do setor a ser analisado foi realizado levantamento de todo material comprado para atender a produção dos equipamentos e comparado com o volume de sucatas vendidas no período. A coleta de dados ocorreu através de relatórios gerados pelo *software* Totvs – DataSul. O módulo utilizado para levantamento dos materiais comprados foi o do departamento de compras, e para levantamento dos dados de vendas de sucatas foi utilizado o módulo de faturamento. No período analisado a empresa estava com alto volume de pedidos em carteira, em comparação aos anos anteriores, o que impactou diretamente nos resultados obtidos.

3.4 Análise das causas do problema

Todos os setores sofrem com algum tipo de desperdício, tais como: tempo, material, mão de obra, movimentação, entre outros, mas na maioria das vezes essas perdas não são apontadas o que gera distorções nos resultados das empresas.

Após identificado as possíveis causas do problema de geração de sucatas foi necessário avaliar minuciosamente cada um dos pontos. Nessa etapa a ferramenta utilizada foi o *bra-*

instorming registrando a visão de cada membro do projeto para posterior elaboração de um plano de ação juntamente com o Diagrama de Ishikawa. Nele foi elencado os desvios identificados nos processos com relação a pessoas, métodos, medidas, materiais, ambiente e máquinas. Para essa parte do projeto foi necessário o contato com alguns colaboradores estratégicos para entender o fluxo das atividades do chão de fábrica, essa percepção que auxiliou o andamento das análises.

3.5 Proposta de ações para melhorias utilizando a metodologia DMAIC para redução de desperdícios

Após a identificação do problema da geração de sucatas e suas causas, foi possível traçar um plano de ação buscando reduzir o volume de desperdícios gerados nos processos produtivos. De posse das informações levantadas nas etapas anteriores da metodologia DMAIC foi possível identificar o impacto da geração de sucatas no processo produtivo e propor ações para redução dos números encontrados.

A partir da identificação das possíveis causas relacionadas aos desperdícios que podem levar ao aumento da geração de sucatas, e com auxílio dos responsáveis pelos processos de fabricação, foi possível a elaboração de um plano de ação direcionado por áreas, a ferramenta utilizada nesta etapa foi o 5W2H.

3.6 Controle

A última etapa da metodologia DMAIC relaciona as formas de controle do processo de melhoria sugerido no trabalho. Como as ações não foram implantadas foi elaborado indicadores de controle como sugestão para avaliação dos resultados após a implantação. Foi observado que a empresa não possui relatórios de acompanhamentos, sendo necessário a elaboração de controles para todos os setores, tanto administrativo quanto fabril.

O controle é o que possibilita a avaliação dos resultados das ações implantadas, sem o controle não é possível medir se o caminho planejado levará ao alcance das metas estipuladas. A empresa estudada possui problemas de controle em todos os níveis por isso foi sugerido alguns pontos onde o controle dos processos traria melhorias para a empresa como um todo. Essa etapa da metodologia DMAIC foi sugerida como melhoria para projetos futuros assim como o que foi elencado no plano de ação.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados coletados durante o período de julho de 2018 a junho de 2019 possibilitaram a verificação das quantidades de material adquirido para processamento e quantidade de material perdido dentro do processo, o que gera prejuízos para empresa. Também foi observado que as perdas possuem diversas razões, e que nem sempre essas razões são de responsabilidade dos setores de fabricação.

Para esta etapa do trabalho foi necessária uma análise profunda e crítica de toda a empresa, buscando analisar de forma objetiva e impessoal, para que os resultados expostos representem a realidade da empresa. Como o projeto foi realizado por mais de um observador em todas as etapas a troca de informações e compreensão de pontos de vistas distintos colaborou para o que projeto atinja os objetivos planejados. A seguir os pontos observados em cada etapa da metodologia DMAIC.

4.1 *Define* (definir)

Na etapa definição da metodologia DMAIC é onde ocorre a identificação do problema, as responsabilidades e autoridades do projeto e onde se obtém a aprovação. Para isso foi elaborado o *Project Charter* do estudo, nele consta a aprovação para elaboração do trabalho. Por ser um projeto que necessita da aprovação da diretoria para ser executado o processo de aprovação demorou aproximadamente dois meses, pois a empresa estava em um momento dinâmico o que ocasionou dificuldade para comunicação com os membros da diretoria.

O *Project Charter* foi desenvolvido através da técnica de *brainstorming*. Os membros do projeto se reuniram para definir o problema a ser analisado, foi feito levantamento de dados para verificação de seu impacto na empresa. A meta inicial do projeto foi definida levando em consideração as necessidades da empresa para redução dos desperdícios gerados no setor de corte. Os ganhos financeiros estipulados foram dimensionados de forma realista, com objetivo de ser alcançada no primeiro mês de implantação do projeto. A tabela 1 demonstra o documento elaborado para aprovação do trabalho.

Tabela 1 - Project Charter

(Continua)

PROJECT CHARTER																												
Título: Redução de desperdícios de material na área de corte	Código: 001/2019																											
Área/Processo: Setor de corte de chapas	Líder do Projeto: Claudia																											
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA/OPORTUNIDADE																												
<p>A geração de sucatas impacta diretamente na rentabilidade da empresa, visto que parte dos materiais comprados são perdidos durante o processo de fabricação, gerando a necessidade de alocação de um maior volume de recursos financeiros para aquisição de materiais, aumentando consideravelmente o volume dos estoques devido à falta de apontamento das perdas ocasionadas no corte.</p>																												
HISTÓRICO DO PROBLEMA																												
Evolução da geração de sucatas no período de Julho/18 a Junho/19																												
<table border="1"> <caption>Faturamento de Sucatas</caption> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Faturamento (aproximado)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jul/18</td><td>30.000</td></tr> <tr><td>Ago/18</td><td>70.000</td></tr> <tr><td>Sep/18</td><td>40.000</td></tr> <tr><td>Out/18</td><td>55.000</td></tr> <tr><td>Nov/18</td><td>60.000</td></tr> <tr><td>Dez/18</td><td>35.000</td></tr> <tr><td>Jan/19</td><td>85.000</td></tr> <tr><td>Fev/19</td><td>65.000</td></tr> <tr><td>Mar/19</td><td>55.000</td></tr> <tr><td>Abr/19</td><td>60.000</td></tr> <tr><td>Mai/19</td><td>50.000</td></tr> <tr><td>Jun/19</td><td>50.000</td></tr> </tbody> </table>			Mês	Faturamento (aproximado)	Jul/18	30.000	Ago/18	70.000	Sep/18	40.000	Out/18	55.000	Nov/18	60.000	Dez/18	35.000	Jan/19	85.000	Fev/19	65.000	Mar/19	55.000	Abr/19	60.000	Mai/19	50.000	Jun/19	50.000
Mês	Faturamento (aproximado)																											
Jul/18	30.000																											
Ago/18	70.000																											
Sep/18	40.000																											
Out/18	55.000																											
Nov/18	60.000																											
Dez/18	35.000																											
Jan/19	85.000																											
Fev/19	65.000																											
Mar/19	55.000																											
Abr/19	60.000																											
Mai/19	50.000																											
Jun/19	50.000																											
Meta do Projeto: Analisar as causas da geração de sucatas no processo de corte e propor ações para redução dos desperdícios	KPI(s): Criação de indicadores de desempenho para o setor de corte																											
ESCOPO DO PROJETO																												
<p>Levantamento de dados para avaliar as causas da geração de sucata e o volume gerado durante o período do estudo, identificar os setores envolvidos, elaborar plano de ação para redução dos desperdícios do setor, sugerir indicadores de desempenho que avaliem a efetividade do projeto.</p>																												
EQUIPE DO PROJETO																												
PAPEL	NOME	CARGO																										
Líder do Projeto:	Claudia Boccanera	<i>Controller</i>																										
Patrocinador:	Luiz Carlos Rodrigues	Presidente																										
Membros da Equipe:	Amanda Salotti	Auxiliar PCP																										
	Karla Pereira	Analista PCP																										
	Lidiane Moura	Analista Comercial/MKT																										
	Rogério Garofo	Estudante de Engenharia de Produção																										
Especialista para Suporte:	Rodrigo Ricardo	Consultor																										

Tabela 1 – Project Charter

(Conclusão)

PROJECT CHARTER			
Título: Redução de desperdícios de material na área de corte		Código: 001/2019	
Área/Processo: Setor de corte de chapas		Líder do Projeto: Claudia	
IMPACTO NO NEGÓCIO/CLIENTE			
A geração de sucatas impacta em todos os setores da empresa, gera necessidade de compra de materiais além do necessário, eleva o custo do produto, gera trabalho na logística interna para movimentação dos resíduos, interferem nos processos subsequentes ao corte, reduz a rentabilidade da empresa, além de comprometer na sua competitividade de mercado.			
APROVAÇÃO DO PROJETO			
Ganho Financeiro Projetado: previsão de redução mensal do volume gerado de sucatas na ordem de 10% do volume atual com prospecção de aumento gradual após a implantação do projeto		Tipo de Ganho: Financeiro, qualidade, tempo, movimentação e processos	
Aprovado por: Luiz Carlos Rodrigues		Data da Aprovação: 30/05/2019	
Aprovado por: Claudia Boccanera		Data da Aprovação: 30/05/2019	
CRONOGRAMA DE ATIVIDADES			
FASES DO DMAIC	Data de Início	Data de Conclusão	RESUMO DAS ATIVIDADES
DEFINIÇÃO	01/03/2019	30/05/2019	Definição do problema e variáveis a serem observadas
MEDIÇÃO	03/06/2019	01/07/2019	Coleta de dados via sistema
ANÁLISE	02/07/2019	31/08/2019	Identificação das causas raiz do problema com uso de ferramentas da qualidade
MELHORIA	01/09/2019	30/10/2019	Elaboração do plano de ação e indicação dos responsáveis através do 5W2H
CONTROLE	01/11/2019	2020	Criar indicadores de monitoramento para os processos e acompanhamento após a implantação do projeto
OPORTUNIDADE PARA NOVOS PROJETOS			
O projeto pode se estender futuramente para outros setores como solda, montagem, logística, estoque, entre outros			
VALIDAÇÃO DO PROJETO			
Ganho Financeiro Projetado: redução de 10% do volume de sucatas gerados		Tipo de Ganho: Financeiro, qualidade, tempo, movimentação e processos	
Validado por: Luiz Carlos Rodrigues		Data da Validação: 01/11/2019	
Validado por: Claudia Boccanera		Data da Validação: 01/11/2019	
Validado por: Rodrigo Ricardo		Data da Validação: 01/11/2019	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para elaboração do projeto foi necessária a observação sistêmica da empresa, compreendendo o fluxo de informações e como os departamentos interagem dentro do processo. Entender de onde se origina a informação, como ela é repassada aos processos subsequentes, qual a qualidade das informações, se elas possuem um padrão contínuo ou variam de acordo com as solicitações foi importante para execução das etapas do trabalho.

Todo processo inclui um grau de complexidade que varia de acordo com o número de variáveis que trabalha, no estudo em questão, foi observado que o processo de fabricação envolve praticamente todos os departamentos da empresa. Quando uma venda é realizada a engenharia é acionada para montar o escopo da venda, com base no escopo é elaborado um cronograma de fabricação que serve de norte para liberação de ordens de compra e de produção. Todas as documentações para produção dos equipamentos são preparadas pelo setor de PCP que é o responsável por acionar os setores de chão de fábrica e por solicitar os recursos necessários para produção.

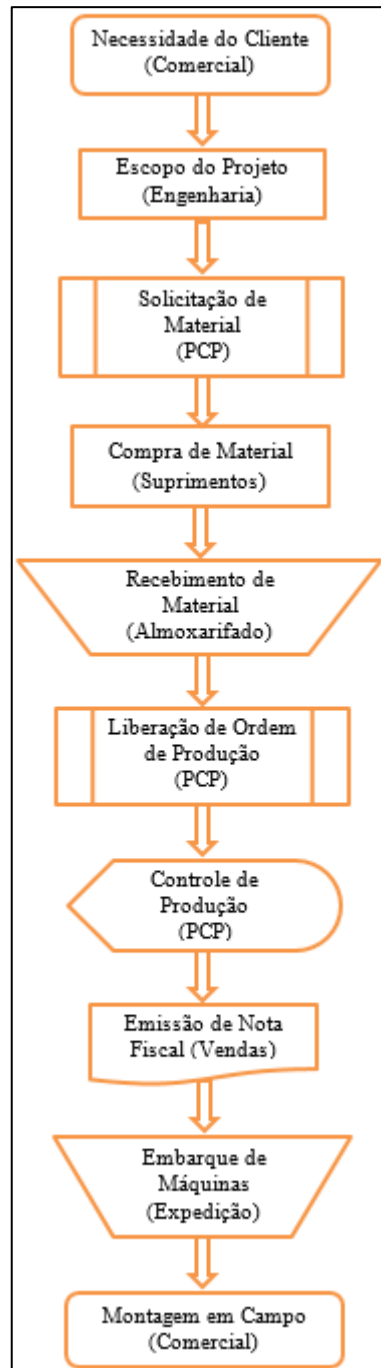
O processo de fabricação se inicia nos setores de corte e usinagem, toda matéria prima é processada nesses setores, o volume de peças fabricadas é alto e a falta de controle no setor pode prejudicar o setor subsequente. Após essa etapa as peças seguem para solda, nesse setor o volume de peças recebidas é alto sendo necessário uma organização do espaço físico para que as peças não se percam. Posteriormente as peças são soldadas e seguem para montagem final, nesse setor é feita a montagem dos componentes e testes nos equipamentos, muitos problemas de falta de qualidade são identificados nessa etapa da fabricação o que gera perdas com retrabalho. Depois de testado os equipamentos seguem para pintura, voltando após secagem para montagem dos acabamentos finais.

O setor de vendas é o responsável pela emissão da nota fiscal e acionamento de transporte informando a expedição o dia do embarque. As datas de embarques inicialmente são previstas de acordo com o cronograma da produção. Esse cronograma é elaborado pelo setor de planejamento e segue os tempos estimados para produção dos equipamentos, visto que as informações de tempo constantes no sistema estão desatualizadas ou são inexistentes. Algumas vezes o tempo previsto no cronograma não são cumpridos pois nele não é levado em consideração adversidades que podem comprometer a produção, como quebra de máquinas, atraso de matéria prima entre outros. Por esse motivo o transporte só é acionado após a confirmação do setor de produção que o equipamento está finalizado. Isto pode gerar transtornos com os clientes pois eles são informados com antecedência sobre a finalização dos equipamentos, toda vez que algum atraso ocorre o mesmo deve ser informado e isso reduz sua satisfação. O

fluxo das informações entre produção, faturamento e expedição deve acontecer de forma clara.

A figura 3 mostra o fluxo que as informações seguem:

Figura 3 - Fluxograma de Informações



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A distribuição das informações dentro da empresa não segue um padrão. Em alguns casos o PCP era informado pelo setor comercial em outros quem repassava as informações dos projetos era a engenharia. Essa falta de padronização gerava alguns transtornos, as infor-

mações se originam em várias fontes podendo gerar duplicidade de informações e distorções nos pedidos. Foi analisado que o ideal para empresa era criar um documento padronizando todas as solicitações, com informações relevantes como número do pedido, cliente, prazo de entrega, material vendido, quantidade e especificações técnicas.

Outro ponto observado que gerava distorções nas informações, era com relação aos códigos dos equipamentos. Na proposta comercial normalmente os códigos informados eram divergentes dos códigos produzidos, isso porque a proposta inicial de venda é elaborada pelos setores comercial juntamente com o setor de custos, o projeto só era repassado para engenharia após a negociação ou quando existia alguma dúvida com relação a funcionalidade do projeto para o cliente. Como a liberação para planejamento era feita pelo departamento de engenharia algumas vezes a configuração do projeto não era similar à da proposta comercial. A mudança de codificação gerava transtornos no faturamento dos equipamentos, em alguns casos as notas fiscais ficavam com códigos divergentes dos que haviam sido produzidos gerando necessidade de emissão de cartas de correção.

A falta de um procedimento claro e objetivo sobre o fluxo das informações na primeira etapa do processo gera problemas em todo ciclo operacional da empresa. A não padronização dos pedidos de venda interferiu diretamente na qualidade das informações difundidas dentro da organização. Na maioria dos casos os problemas ocorridos conseguiram ser corrigidos dentro da empresa, mas ficou nítido que seria importante a elaboração de um documento que validasse as informações visando minimizar os erros do processo.

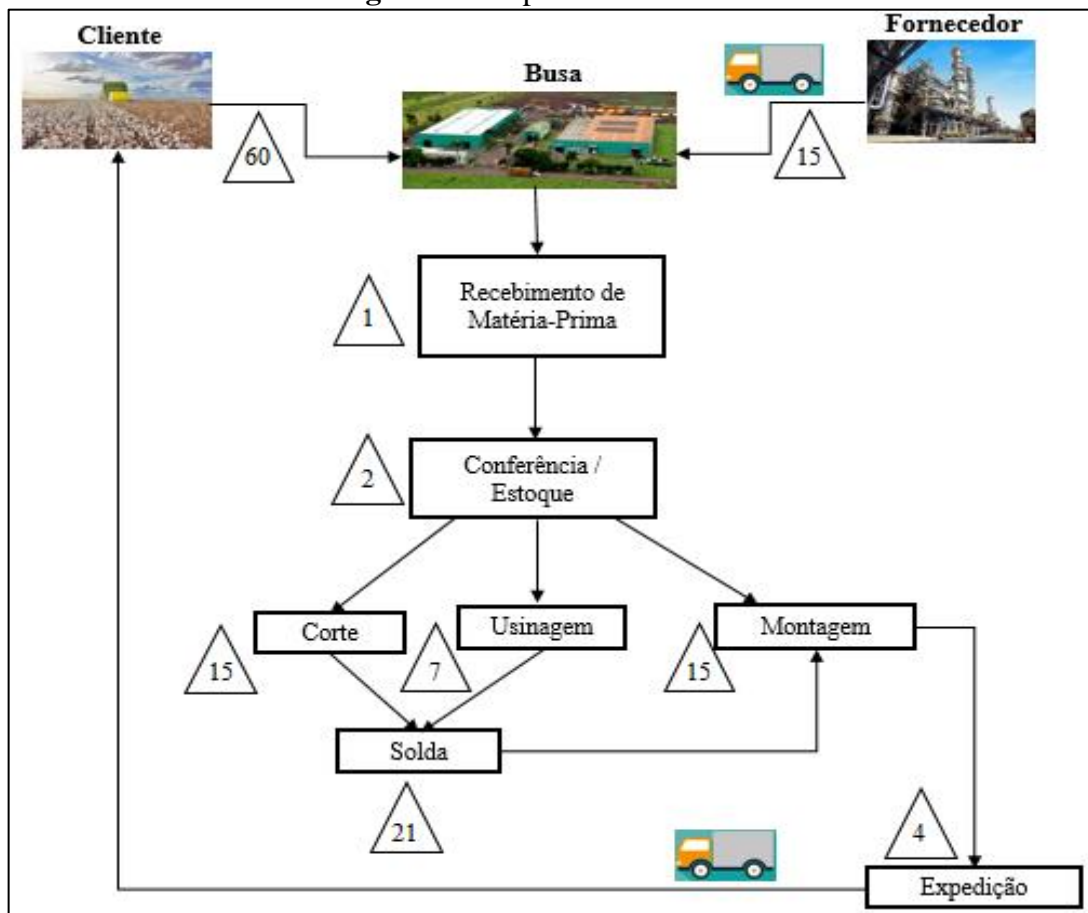
De acordo com Rother, Shook (2003 *apud* PAIVA; BERGIANTE, 2016) o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que proporciona uma visão sistêmica do processo, ao acompanhar o processo desde o recebimento da matéria-prima até a expedição para o cliente final é possível identificar as fontes de desperdícios e atacar os pontos críticos na busca por sua redução.

Foi observado que dentro da empresa estudada o fluxo era realizado de forma manual, o sistema ERP que a empresa disponibiliza é voltado para aplicações administrativas e relatórios gerenciais, principalmente no início dos processos. O recebimento de material era feito pelo departamento de recebimento ou pelo almoxarifado dependendo do tipo de material. Matérias-primas que ficam armazenadas no tempo como chapas, aços em geral e vigas são recebidas no almoxarifado externo com auxílio de empilhadeiras. A conferência realizada nesse processo era apenas da quantidade física recebida e o peso mencionado no documento fiscal que acompanhava o material. Com relação a conferência de especificações técnicas do mate-

rial, qualidade, se estão dentro dos padrões aceitos pelo mercado a empresa no momento do estudo não dispunha de mão de obra treinada para tais análises.

Com relação aos componentes, estes eram recebidos pelo almoxarifado interno, onde era realizada a conferência de quantidade confrontando com o faturamento do documento fiscal e posteriormente o material era armazenado em prateleiras até o momento da necessidade da produção. Na maioria dos casos os componentes armazenados no almoxarifado interno são utilizados na montagem final dos equipamentos. A figura 4 representa o mapeamento de valor ao qual a empresa pertence, desde os contatos iniciais com o cliente até a entrega do produto final no campo.

Figura 4 - Mapeamento de Valor



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Os números expostos ao lado de cada etapa do processo representam o tempo em dias de cada operação realizada. Em média o tempo de espera desde o primeiro contato do cliente até o recebimento dos primeiros equipamentos no campo levava cerca de 130 dias. Vale ressaltar que esse ciclo depende do tempo de resposta para fechamento do pedido, o escopo do projeto, o prazo acordado de entrega, capacidade produtiva da empresa entre outras variáveis. Os dados dos fluxos demonstrados no trabalho se referem apenas a unidade de algodão da

empresa. As demais unidades possuem processos diferentes cabendo trabalhos futuros para identificação de possíveis melhorias.

Uma usina de algodão completa é composta em média por 55 equipamentos, com 7.405 itens diferentes, sendo necessária a produção total de 96.218 peças para sua conclusão. Cada equipamento leva em torno de 35 dias para ficar pronto, desde o início do corte e usinagem até a pintura e montagem final. Alguns processos como solda são precedidos pelos processos de fabricação, corte, dobra e usinagem, já a montagem final é precedida do processo de solda. É fundamental que cada etapa seja executada no tempo correto e com menor uso de recursos possível.

De acordo com as pesquisas realizadas, existem vários tipos de desperdícios. Observando o ciclo de fabricação da empresa foi possível identificar que os desperdícios são iminentes aos processos, cabendo aos gestores direcionar os recursos da melhor maneira possível buscando sua otimização.

A produção de peças é realizada de acordo com as ordens de produção emitidas pelo setor de PCP da empresa. Cada unidade possui uma forma de acionar a produção. Referente a linha de algodão, as ordens de produção são impressas e nelas constam a quantidade a ser fabricada, material necessário para produção e a linha de fabricação a que ela se refere. Os processos que deveriam ser mencionados nessas ordens estão falhos por falta de manutenção no sistema. Como a empresa não possui um modelo definido de forma de acionamento da produção, algumas vezes os líderes de setores tomam a liberdade de fabricar uma quantidade maior do que a necessária para o momento, levando em consideração as peças que tem maior consumo ou um *lead time* longo de produção.

A fabricação de uma quantidade maior de componentes é uma estratégia utilizada buscando melhorar a eficiência da empresa, mas isso gera uma superprodução e estoques de material em processo, isso porque o volume de peças a mais fabricadas não são informadas ao setor de PCP para desconto nos próximos equipamentos que serão produzidos, gerando um ciclo de estocagem que só é possível perceber em um inventário. Nesse caso o que pode vir a solucionar o problema seria a instrução dos líderes de produção para evitarem esse tipo de decisão, pois não cabe a eles definirem a quantidade a ser produzida. Eles devem ser orientados a seguirem as quantidades especificadas nas ordens e em casos extremos em que o aumento da quantidade produzida seja interessante para empresa informar imediatamente o setor de PCP.

A produção em excesso é uma questão cultural dentro da empresa, a falta de procedimentos bem definidos gera a liberdade dos colaboradores de tomarem decisões que não ca-

bem a eles, a intenção deles é ajudar a empresa a cumprir suas metas, mas eles não possuem informações suficientes que demonstrem o impacto que essa decisão pode gerar, e que isso pode atrapalhar o planejamento operacional da empresa.

O maior problema observado com relação ao desperdício por espera está atrelado ao tempo que o colaborador fica parado aguardando a disponibilidade da ponte rolante para movimentação de peças. Alguns componentes fabricados são grandes e pesados necessitando do auxílio de equipamentos de elevação para posicionamento e posterior montagem dentro da máquina. Para ajudar nessa questão a empresa adquiriu paleteiras e carrinhos de elevação manual, que com uso de balancinhos, que são dispositivos que utilizam correntes para erguer cargas menores, conseguem agilizar o processo, isso minimizou o tempo de espera. No entanto, em alguns setores como o de montagem, alguns equipamentos só podem ser montados depois que outros são finalizados devido ao uso constante da ponte rolante, isso exige da empresa a elaboração de um cronograma detalhado buscando a combinação das linhas de montagem para evitar a espera.

O transporte interno também ocasiona problemas. No período observado a empresa passou por um grande aumento da demanda e o espaço físico para as células ficaram pequenos para o volume de trabalho, obrigando a empresa a realocar o setor de montagem final que ficou distante dos seus setores precedentes, essa mudança melhorou a logística da montagem para pintura, no entanto, dificultou a comunicação entre os setores de montagem e solda e a movimentação de peças, quando é necessário retrabalho em alguma peça a mesma deve ser enviada por empilhadeiras de volta para setor de solda que fica em outro barracão. Foi possível constatar que a logística interna da empresa é precária e o tempo perdido em um processo que não agrega valor ao produto é preocupante.

O ideal para solucionar a questão do transporte seria que todos os departamentos da unidade de algodão estivessem em um mesmo barracão diminuindo os espaços a serem percorridos pelas peças, o investimento para aumento do barracão depende de decisões gerenciais e até a conclusão deste trabalho não constava no planejamento estratégico da empresa tal investimento.

Com relação aos processos ficou evidente que é um problema crônico para empresa. Falta de procedimentos bem definidos que geram transporte desnecessário de peças, falta de padronização que prejudicam a qualidade das informações, máquinas mal dimensionadas sem um planejamento para manutenção preventiva, esses fatores impactam diretamente na capacidade produtiva da empresa. Como sugestão para solução desse problema deveria ser feita uma força tarefa envolvendo todos os setores da organização e elaborando normas e procedimentos

para todas as atividades. A elaboração de folhas de processo para fabricação dos itens ajudaria na fabricação das peças evitando erros por falta de informação.

A movimentação dos colaboradores melhorou consideravelmente no período observado. No início dos estudos a movimentação para pedir ferramenta emprestada e para localizar peças era grande, em alguns momentos os líderes dos setores passavam metade do seu dia de trabalho empenhado em localizar peças e ferramentas para execução das atividades do seu setor. O que proporcionou melhoria para esse tipo de desperdício foi a aquisição de ferramentas para todos os setores e contratação de estagiários para realizar a logística interna das peças, esses estudantes foram os responsáveis por trazer todos os materiais necessários para os setores produtivos.

As perdas por retrabalho também ocorreram durante o período observado, no entanto, como a empresa não possui procedimentos que apontem essas perdas não foi possível realizar um levantamento mais detalhado sobre o assunto. Retrabalho gera desperdícios de tempo, material, hora máquina, mão de obra sem contar os transtornos de refazer peças durante um período de grande demanda. As razões para retrabalho são inúmeras, falha humana, falta de informação nos desenhos, calibração de máquinas, erro de projeto, mal-uso das peças, entre outros. Foi avaliado que a maioria dos retrabalhos recaem na falta de processos documentados, nos últimos anos a empresa passou por uma forte crise, o que gerou a necessidade de readequar seu quadro de funcionários, alguns colaboradores experientes foram desligados levando com eles a inteligência dos processos.

Na retomada do mercado alguns dos colaboradores estratégicos não puderam retornar a empresa, fazendo com que a mesma necessitasse treinar novos colaboradores, e isso tem um preço. Peças abaixo da qualidade necessária, tempo de execução das atividades maior, a falta de experiência aliada ao volume de pedidos levou a empresa a cometer erros primários que ao longo do tempo foram sendo minimizados. Para evitar esse tipo de desperdício a empresa deveria documentar os seus processos de forma que a inteligência do que está sendo projetado fosse de poder da empresa não das pessoas que estão operacionalizando o projeto. As pessoas continuarão sendo o maior ativo da empresa, mas sem dependência, reter talentos é essencial mas depender integralmente de colaboradores pode gerar dificuldades futuras.

Por fim foi observado os desperdícios relacionados aos estoques. Os estoques sempre foram objeto de preocupação por parte da diretoria da empresa. A matéria prima representa em média 35% do valor das vendas, sendo um dos principais fatores de composição dos custos dos produtos. Devido a sua importância, o trabalho apresentado focou nos aspectos de desperdícios de materiais, buscando avaliar com o auxílio da metodologia DMAIC os pontos

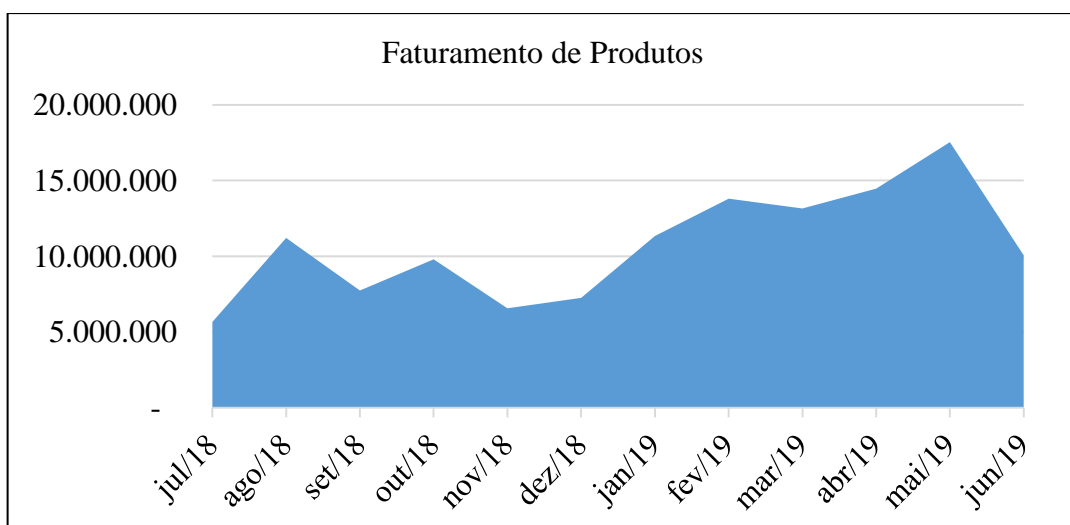
em que precisavam de atenção e propor melhorias visando a redução dos desperdícios e geração de sucatas.

4.2 *Measure* (medir)

Para definição do setor com maior volume de geração de sucatas foi feito um levantamento do faturamento no período de julho de 2018 a junho de 2019. Para isso, foram utilizados os valores das vendas de produtos e vendas de sucata. No período observado a empresa não contava com procedimentos bem definidos e apontamentos eficientes de perdas dentro do processo produtivo inviabilizando a análise mais profunda dos desperdícios gerados no processo.

A variável faturamento foi escolhida para análise por ser um procedimento obrigatório para a movimentação de qualquer tipo de material. Nos últimos anos o governo lançou vários tipos de fiscalização, como o Bloco K, que visa acompanhar a produção e toda movimentação de produtos dentro de uma cadeia produtiva, desde a aquisição da matéria prima até a entrega do produto final ao cliente. Como a empresa segue rigidamente as normas estabelecidas pelo governo foi utilizado esses dados para realização de um comparativo, buscando observar a representatividade das vendas de sucata comparada as vendas total da empresa. O gráfico 1 demonstra o faturamento de equipamentos da safra analisada.

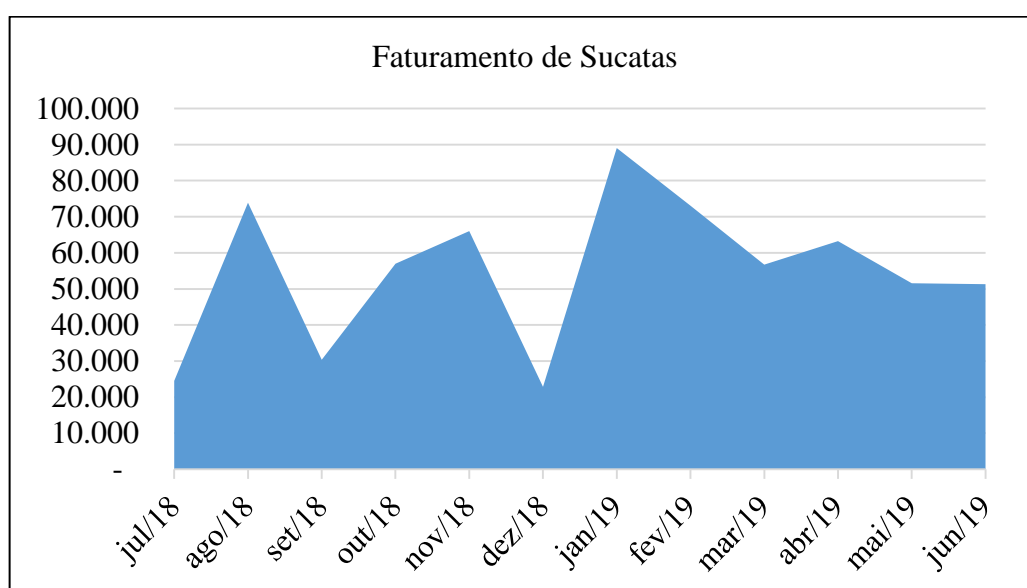
Gráfico 1 - Faturamento Ano Safra



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Juntamente com o levantamento do faturamento da safra foi observado os valores de faturamento de sucatas no mesmo período, fazendo um comparativo entre as duas variáveis e verificando o grau de representatividade do volume de vendas de sucata comparado ao volume de vendas de equipamentos. As vendas no período analisado tiveram um volume acima da média se comparada com anos anteriores, isso gerou uma maior necessidade de materiais para fabricação dos equipamentos, conseqüentemente a geração de sucatas aumenta pois quanto mais material processado maior a projeção de sobras. O gráfico 2 demonstra graficamente a movimentação de vendas de sucatas.

Gráfico 2 - Venda de Sucatas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O faturamento mostra que a representatividade da sucata é em média de 0,005% comparada ao valor das vendas de produtos. O percentual é relativamente baixo, no entanto, o valor total de vendas de sucatas no período foi de R\$ 659.527,40, considerando todas as vendas de sucata realizada no período. As principais sucatas comercializadas pela empresa se dividem em dois tipos, oxicorte e cavaco. O oxicorte são os materiais originários no processo de corte, chapas de aço carbono, galvanizadas e inox, já os cavacos são os resíduos gerados no processo de usinagem, relacionados basicamente ao desbaste de tubos de aço.

Além dos dois principais tipos de sucatas gerados no processo de transformação de materiais a empresa sofre com um problema relacionado diretamente com o setor de projetos. Muitos itens se tornaram obsoletos no decorrer dos anos, projetos foram modificados, ou erros de engenharia que ocasionaram a compra de material incorreto, que em alguns casos não conseguem ser devolvidos ao fornecedor, todos esses eventos aumentam o volume dos esto-

ques com materiais que não serão aproveitados e que futuramente se classificam como sucata. A sugestão proposta seria a realização de um levantamento de todos os itens sem giro em estoque e posterior valorização, para que a diretoria possa tomar uma decisão de como destinar esse material, que no momento estão inflando os valores em estoque e ocupando espaço físico sem perspectiva de uso futuro.

Outro ponto que gera desperdícios é a falta de inspeção de qualidade tanto de matéria prima quanto de produtos fabricados. Em alguns casos o problema só é identificado na montagem final da peça. Com relação a matéria prima foi sugerido que a conferência deve ser realizada no recebimento do produto, e no caso das peças fabricadas cada colaborador deve ser responsável pelo o que está fabricando, o conceito de Qualidade Total necessita ser disseminado dentro da empresa, assim cada setor se torna o inspetor do que está produzindo buscando reduzir o retrabalho.

Levando em consideração que o foco do projeto está relacionado com a geração de sucatas, foi realizado o levantamento do volume de material processado no período. Os materiais selecionados para análise foram chapas e aços em geral, dentro desse nicho foi verificado a quantidade de material cortado e usinado para analisar qual dos setores teve um volume maior de trabalho, gerando conseqüentemente maior volume de sucatas.

O aproveitamento útil do material deve ser considerado pela área de engenharia no momento do desenvolvimento do projeto visando a otimização dos recursos materiais. Escolher materiais dentro dos padrões de mercado, projetar equipamento com menor necessidade de retirada de material, dimensionar peças que gerem menor volume de rebarbas é função da engenharia de projetos e todas essas variáveis impactam diretamente no volume de sucatas gerado. A tabela 2 representa o volume de material processado no período do estudo auxiliando na decisão do setor a ser o alvo do trabalho:

Tabela 2 - Volume de Material Processado

Material Processado no Período (em kg)		
Mês/Ano	Chapas	Tubos e Aços
Julho/18	201.536	129.120
Agosto/18	277.670	156.648
Setembro/18	218.577	109.295
Outubro/18	298.179	148.371
Novembro/18	255.278	173.959
Dezembro/18	196.819	103.401
Janeiro/19	232.030	151.327
Fevereiro/19	319.941	202.954
Março/19	283.665	168.559
Abril/19	283.156	218.916
Mai/19	311.146	195.568
Junho/19	242.524	161.856
Total	3.120.521	1.919.972

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Pelo levantamento realizado, o setor com maior volume de material processado e com maior geração de sucatas foi o setor de corte, com mais de 3 toneladas de material fabricado. Esses valores estão expressos em quilos e representam o peso de todas as peças que foram confeccionadas nos setores de corte e usinagem no período. Dentro deste setor de fabricação existem máquinas de corte a laser, guilhotina, oxicorte e plasma, no entanto, a destinação das rebarbas ocasionadas no processo são descartadas em uma única caçamba para posterior venda, sem levar em consideração espessura de chapa ou processo que ocasionou a sucata.

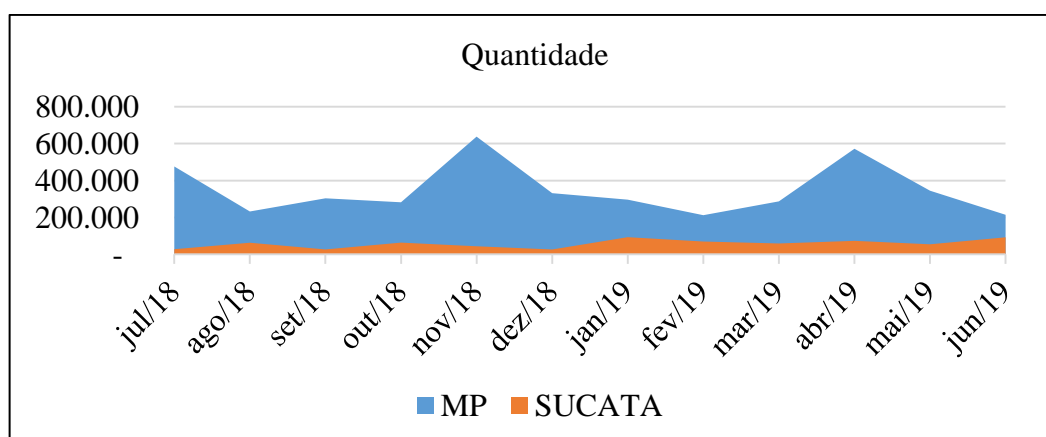
Os colaboradores com mais experiência nos setores de fabricação foram essenciais na análise das falhas do sistema, com auxílio deles e o uso do *brainstorming* foram identificados vários pontos a serem melhorados dentro do processo. A experiência desses colaboradores que conhecem as dificuldades enfrentadas no dia a dia da empresa aliada as ferramentas estudadas no projeto proposto serviram de base para elaboração do plano de ação. Para consolidar a importância do projeto, foi feito um comparativo entre as quantidades de material comprado e o volume de sucatas geradas no período. A tabela 3 representa o impacto que a geração de sucatas tem dentro dos estoques,

Tabela 3 - Compra Matéria Prima x Volume Sucatas

Mês/Ano	Quantidade (em kg)		
	Matéria Prima	Sucata	Percentual
Julho/18	476.034	27.840	6%
Agosto/18	232.147	62.940	27%
Setembro/18	303.561	26.640	9%
Outubro/18	282.076	63.500	23%
Novembro/18	637.922	43.610	7%
Dezembro/18	331.575	26.270	8%
Janeiro/19	296.188	93.040	31%
Fevereiro/19	212.124	69.390	33%
Março/19	287.004	58.890	21%
Abril/19	572.100	73.220	13%
Maio/19	344.794	54.410	16%
Junho/19	214.248	92.240	43%
Total	4.189.774	691.990	17%

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Os números acima representam o volume das compras de chapas de aço no período analisado e o volume de venda de sucata de oxicorte. Em média 17% das chapas adquiridas são descartadas como sucatas. Quando o comparativo foi feito com relação ao faturamento a representatividade foi irrelevante, no entanto, quando comparado em quantidade de material comprado o índice de sucatas gerado foi alto, o que tornou válida a preocupação com o volume de desperdício ocasionados no processo de fabricação. O gráfico 3 demonstrou esse comparativo.

Gráfico 3 - Quantidade de Matéria-Prima Comprada x Volume de Sucatas

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A aquisição de material envolve a aplicação de recursos financeiros em ativos que serão posteriormente transformados em bens. Os estoques representam dinheiro parado que poderiam estar empregados em outros investimentos, neste fato está a importância de uma gestão dos estoques. Levando em consideração a questão financeira, a tabela 4 demonstrou o comparativo em valores do material comprado e da sucata vendida.

Tabela 4 - Valores de Compra de MP x Valores de Venda de Sucatas

Mês/Ano	Valor		
	Matéria Prima	Sucata	Percentual
Julho/18	1.724.854	20.323	1%
Agosto/18	883.864	49.093	6%
Setembro/18	1.226.767	21.845	2%
Outubro/18	1.152.275	52.070	5%
Novembro/18	2.545.560	35.760	1%
Dezembro/18	1.321.236	22.843	2%
Janeiro/19	1.213.149	76.293	6%
Fevereiro/19	804.720	56.900	7%
Março/19	1.142.122	46.995	4%
Abril/19	2.026.804	55.677	3%
Mai/19	1.348.962	38.508	3%
Junho/19	783.153	64.357	8%
Total	16.173.465	540.664	3%

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O preço médio de compra da matéria-prima era de R\$ 3,88 o quilo e o preço de venda do material descartado foi em média R\$ 0,79 o quilo, o prejuízo financeiro era um ponto relevante. Ficou evidente a importância de estudos para tentar reduzir o volume de geração de sucatas. Como todo projeto se inicia na engenharia esse setor precisaria fazer parte de todo o processo de melhoria. Foi sugerido a criação de um manual de cadastramento de projeto, determinando pontos importantes que podem gerar ganhos para empresa.

Durante o trabalho foi observado que os estoques não possuem uma pessoa que seja seu responsável. A empresa conta com dois tipos de estoques, o almoxarifado interno onde ficam os componentes utilizados em sua maioria na parte de montagem final dos equipamentos e um almoxarifado externo que armazena chapas e aços. O almoxarifado interno conta com prateleiras com gaveteiros para armazenamento separado dos itens, cada corredor guarda um tipo de material, o maior problema encontrado estava relacionado com a falta de espaço físico diante da quantidade e variedade de materiais utilizados na produção. O ambiente não

conta com sistema de circulação de ar, não possui bloqueio para entrada de partículas de poeira e a iluminação em alguns pontos estava precária. Apesar dessas variáveis serem importantes para a produtividade do pessoal do setor, o maior problema relatado estava ligado aos materiais sem giro, que ocupavam boa parte do almoxarifado. Sem um responsável direto não existia a possibilidade de destinação dos materiais pois o setor não tinha autonomia para tomar tal decisão.

Com relação ao almoxarifado externo a falta de controle é bem parecida com a do almoxarifado interno, qualquer colaborador pode retirar material sem a necessidade de apresentar uma requisição, a única diferença é que por se tratar de materiais pesados a solicitação era realizada pelo colaborador do setor de corte ao colaborador que operava as empilhadeiras, o mesmo retirava o material do estoque e encaminhava para perto da máquina de corte. Esses materiais ficam expostos ao tempo, fora de um barracão, chuvas, poeiras e sol podem prejudicar, em alguns casos, suas propriedades de aparência, algumas chapas para serem utilizadas tinham que passar por tratamentos químicos para retirada de oxidação. Esse processo encarece o custo dos produtos, caso houvesse um controle efetivo de estoque esse tipo de ocorrência poderia ser minimizado.

A sugestão para resolução deste problema seria a nomeação de um responsável pelos estoques, essa pessoa responderia diretamente ao presidente da empresa e deveria ter autonomia para fazer as mudanças necessárias para efetivação do controle dos estoques, elaborar procedimentos de retirada de material, controlar a movimentação dos materiais para que o primeiro item a entrar seja o primeiro a sair, organizar os materiais para realização de inventários cíclicos, entre outras atividades, que poderiam colaborar para redução de desperdícios dos materiais.

Através dos estudos foi possível observar que o desperdício de materiais oxicotados é algo preocupante, 17% de toda chapa comprada se transforma em sucata durante o processo produtivo. As soluções apresentadas no decorrer do projeto podem reduzir o impacto dessas perdas para empresa.

4.3 *Analyze* (analisar)

Na etapa análise da metodologia DMAIC foi identificado que as causas da geração de sucatas dentro do processo produtivo possuem diversas origens. Dentre as possíveis causas foi observado a falta de padronização da engenharia que em alguns casos não leva em considera-

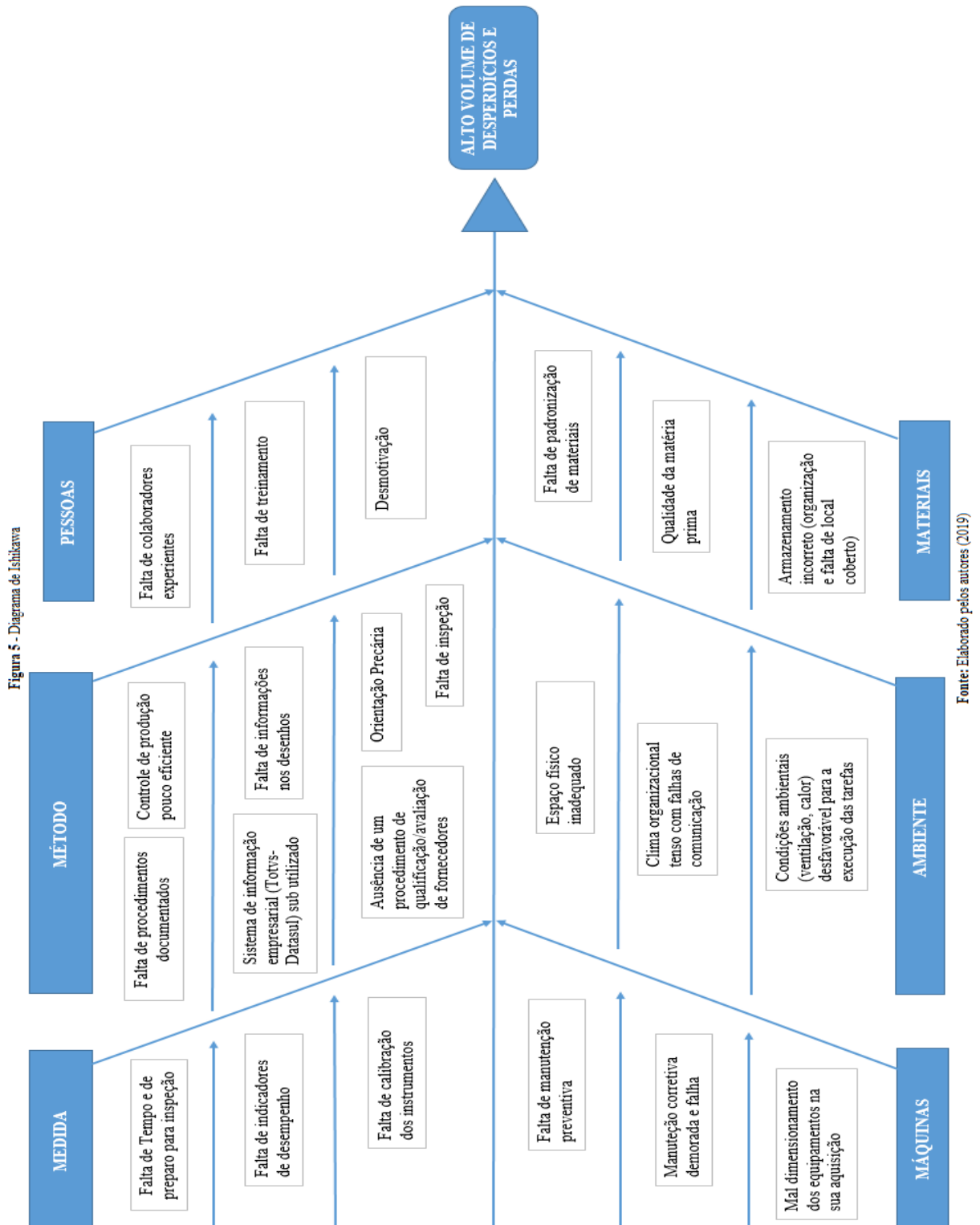
ção a otimização do material, a falta de experiência dos operadores das máquinas, desenhos desatualizados ou sem informações gerando dúvidas de interpretação e falta de manutenção nas máquinas que perdem parâmetros no processo de corte e fabricam peças com defeitos necessitando serem descartadas.

Através da utilização do Diagrama de Ishikawa foi possível demonstrar os pontos mais precários do sistema. A análise dos pontos a serem melhorados é qualitativa e condiz com a percepção e observação crítica dos membros do projeto auxiliado por dados fornecidos por colaboradores estratégicos da empresa. Para elaboração do diagrama foi verificado as 6 variáveis do diagrama, todas podem impactar no aumento do volume de geração de sucatas.

Na variável medida foi verificado os pontos relacionados a medição do sistema, como a empresa armazena os dados de produção e quais as possíveis falhas que podem comprometer sua eficácia. Na variável métodos foi observado quais os procedimentos existentes na empresa e quais poderiam ser implantados para melhorar sua produtividade. Na variável pessoas foi identificado todos os fatores relacionados a mão de obra que pode influenciar na geração de sucatas. Já na variável máquinas foi elencado todos os fatores relacionados aos equipamentos. Na variável ambiente foi analisado como o clima organizacional pode interferir no desempenho das atividades no dia a dia. Por último foi observado a variável materiais que relaciona todos os pontos que influenciam na forma como os materiais são utilizados.

O Diagrama de Ishikawa proporcionou a oportunidade de resumir de forma objetiva todos os problemas identificados durante o ciclo produtivo. O número de informações levantadas no projeto foi grande, era necessário focar através de alguma ferramenta da qualidade os principais problemas identificados para que o trabalho não perdesse o foco e conseguisse responder a questão proposta.

Figura 5: relaciona as variáveis observadas para elaboração do Diagrama de Ishikawa.



O Diagrama de Ishikawa possibilitou a visão dos pontos falhos em cada uma das variáveis envolvidas no processo de fabricação. Com isso foi possível propor um plano de melho-

ria buscando através das ferramentas utilizadas na metodologia DMAIC soluções para os problemas observados.

4.4 *Improve* (melhorar)

Abaixo segue alguns pontos identificados como problemas crônicos pelo trabalho proposto e que a empresa poderia tomar ações de melhoria:

- Padronização dos projetos;
- Rastreabilidade de material, tanto matéria-prima quanto material em processo;
- Elaboração de folha de processo;
- Controle e apontamento de perdas;

A empresa apesar de estar no mercado a mais de 60 anos não possui um manual de cadastramento de novos itens que sirva de orientação aos engenheiros na elaboração de novos projetos. A cultura da empresa não está familiarizada com a utilização de documentos operacionais como ordens de produção ou folha de processo, ficando muito dependente do conhecimento e experiência de seus colaboradores que dentro das possibilidades disponíveis fazem o melhor para alcançar os objetivos da empresa, mas como não existe a prática de uso de indicadores de desempenho não se conhece a real capacidade da organização.

A rastreabilidade de materiais dentro da empresa não existia, esse problema ocorria tanto dentro dos almoxarifados interno e externo como no processo de fabricação. Via sistema era inexistente a rastreabilidade apesar do ERP utilizado proporcionar esse tipo de controle, a falta de treinamento e de conhecimento do sistema acontecia na empresa como um todo. A maioria dos setores não foram qualificados para entender e utilizar o que a Totvs-Datasul disponibilizava de recursos, limitando bastante seu uso no cotidiano da empresa.

Os produtos em sua maioria não possuíam folha de processo que facilitasse sua confecção por parte dos colaboradores. A empresa contava com a experiência dos operadores para fabricar as peças pois as informações constantes em desenhos ou nos processos do ERP eram vagas ou não existiam, cabendo ao operador ter o conhecimento de qual equipamento seria utilizado na fabricação das peças.

O controle de perdas era ineficiente, como a falta de rastreabilidade acontecia em toda empresa as perdas aconteciam e ninguém alertava suas causas, estas só eram identificadas quando o material faltava no processo, isso dificultava a análise das causas das perdas que

poderiam ser materiais fora das especificações, equipamentos com defeitos, operadores sem treinamento, entre outras.

Através da elaboração do 5W2H foi possível visualizar de forma objetiva as ações que deveriam ser tomadas, sua relevância, quem seria o responsável pela ação, onde ela deveria ocorrer, quando e como deveriam ser realizadas, e o ponto mais importante para aprovação do projeto, quanto essa melhoria iria custar a empresa. A tabela 5 retrata o tópico Métodos do Diagrama de Ishikawa.

Tabela 5 - Ishikawa

(Continua)

Métodos						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Falta de procedimentos documentados	Falta de padronização nos processos	Victor – Setor de Planejamento e Processos	Setor fabril	Quando as operações devem ser executadas e não há procedimento	Folha de processo, padronização, capacitação da equipe, aumentar a eficiência operacional da logística e da manutenção	Treinamentos da Totvs R\$200,00 por hora. Para 3 dias de treinamento com duração de 5 horas, total de R\$3.000,00
Controle de produção pouco eficiente	Falta de procedimento	Alceu Mazetti, Kauê, Karla, Amanda e Victor criarem um procedimento para os abastecedores executarem	Setor fabril	Principalmente na logística interna da empresa	Rastreabilidade e identificação das peças	Auditoria externa R\$5.000,00 por mês

Tabela 5 – Ishikawa Métodos

(Continuação)

Métodos						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Sistema de informação empresarial (Totvs-Datasul) subutilizado	Falta treinamento dos colaboradores por parte da Totvs	Sistema Totvs	Na empresa Busa	Imediato	Reunindo todos os funcionários que trabalham diretamente com o programa e treinando-os para a descoberta de novas funções do programa	Treinamentos da Totvs R\$200,00 por hora. Para 3 dias de treinamento com duração de 5 horas, total de R\$3.000,00
Falta de informação nos desenhos	Falta de padronização por parte da Engenharia	Marcos, Paulo César, Júlio e Maicon	Engenharia	Na criação ou revisão de um projeto	Colocando dados técnicos para que qualquer pessoa entenda as especificações	Curso de SolidWorks: R\$700,00 por pessoa, duração de 20 horas Fonte: SKA
Ausência de um procedimento de qualificação / avaliação de fornecedores	Devido à alta demanda de compras, isso faz com que não haja tempo para avaliações	Márcio e Daniela	Setor de Compras	Na hora da compra e negociação	Fazendo o uso de uma planilha que contenha indicativos para melhor avaliação	Custo mão de obra disponível
Orientação Precária	Falta de comunicação interna e externa	Os colaboradores da fábrica e montagem externa	Setor fabril e do campo	Quando as informações passadas não são de total entendimento dos colaboradores	Melhorar a identificação dos códigos nas peças, melhorar a comunicação entre colaboradores internos e externos para que todos tenham o mesmo entendimento	Custo mão de obra disponível

Tabela 5 – Ishikawa Métodos

(Conclusão)

Métodos						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Falta de inspeção	Estrutura de <i>check-list</i> falha, conforme a estrutura da máquina	Gabriel – estruturação de <i>check-list</i> , Thiago Abboud – checagem na inspeção	Engenharia e Setor de embarque de mercadorias	Imediato	A Engenharia deve fazer uma revisão nos projetos e assim, conseguir uma boa estruturação do <i>check-list</i>	Custo mão de obra disponível

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A tabela 6 mostra o plano de ação para resoluções dos pontos identificados como pre-cários na análise do Diagrama de Ishikawa no tópico pessoas. Nesta etapa foi abordado todos os pontos relativos aos recursos humanos que a empresa disponha no momento, e como esses recursos poderiam interferir nos desperdícios do processo produtivo.

Tabela 6 - Ishikawa Pessoas

(continua)

Pessoas						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Falta de colaboradores experientes.	Cidades pequenas no entorno da empresa com poucos recursos. Pessoas sem estudo e sem experiência profissional.	André Freitas – Gestor de RH	Cidade onde se localiza a empresa e cidades da região em um raio de aproximadamente 100 km.	Imediato	Divulgação da vaga em redes sociais, jornais e rádios regionais.	Redes Sociais – R\$ 0,00. Jornais – R\$ 300,00 (edição semanal). Rádios – R\$ 200,00 (durante 18 dias, sendo 05 chamadas por dia).

Tabela 7 - Ishikawa Pessoas

(conclusão)

Pessoas						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Falta de treinamento	Considerar treinamento como despesa e não como investimento. Não prever verba no planejamento estratégico e financeiro da empresa.	Cláudia Boccaneira – <i>Controller</i> / Orçamento. André Freitas – Gestor de RH	Em todos os departamentos da empresa.	Alternadamente entre os departamentos, conforme cronograma elaborado pelos envolvidos.	E-mail corporativo, mural da empresa.	O valor varia conforme a área desejada e a quantidade de horas.
Desmotivação	Falta de plano de carreira. Bonificação apenas para alguns funcionários.	Fabício Seribelli – Gestor de Algodão. Eduardo Rodrigues – Gestor de Equip. Rodoviários. André Freitas – Gestor de RH. Cláudia Boccaneira – <i>Controller</i> / Orçamento.	Em todos os departamentos da empresa.	Imediato	Planejamento anual.	O valor a princípio será alto até equalizar os cargos / funções.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na tabela 7 foram relacionados os pontos referentes a máquinas do Diagrama de Ishikawa. Os pontos observados foram identificados como problemáticos podendo ser melhora-

dos através de ferramentas de qualidade, surtindo resultados que poderiam impactar na redução do volume de sucatas geradas.

Tabela 8 - Ishikawa Máquinas

(continua)

Máquinas						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Falta de manutenção preventiva	Falta de planejamento. Usar os equipamentos com 100% da capacidade nominal. Não provisionar a verba no orçamento da empresa.	Sr. Luiz Oliveira – Manutenção predial. Cláudia Bocca - <i>Controler/Orçamento</i> .	Em todos os setores da fábrica.	Imediato.	Elaborar um cronograma conforme datas em que não haja muita demanda dos setores. Listar prioridades. Contratar empresa especializada conforme cada demanda.	Depende da avaliação de cada equipamento. Quantos dias serão necessários de mão-de-obra especializada, e valor das peças que serão utilizadas.
Manutenção corretiva demorada e falha	A manutenção acontece quando o equipamento estraga e para a linha de produção. Próprios funcionários da empresa fazem a manutenção corretiva, não tem especialização para fazer o serviço.	Sinéio – Manutenção industrial.	Em todos os setores da fábrica.	Imediato	Elaborar um cronograma conforme datas em que não haja muita demanda dos setores. Listar prioridades. Contratar empresa especializada conforme cada demanda.	Depende da avaliação de cada equipamento. Quantos dias serão necessários de mão-de-obra especializada, e valor das peças que serão utilizadas.

Tabela 7 – Ishikawa Máquinas

(conclusão)

Máquinas						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Mal dimensionamento dos equipamentos na sua aquisição	Compra por impulso. Compra com custos baixos. Compra dos equipamentos sem as ferramentas apropriadas.	Luiz C. Rodrigues – Diretor/presidente. Luiz Oliveira – Manutenção predial.	Em todos os setores da fábrica.	Sempre que houver necessidade de renovar o parque industrial.	Analisar bem a demanda, se atentar aos detalhes técnicos. Analisar custo x benefício.	Depende da necessidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com relação as medidas do Diagrama de Ishikawa, foi verificado que a empresa não dispunha de nenhum tipo de procedimento ou ferramentas para apontamentos de indicadores o que comprometeu as análises. A tabela 8 relaciona o plano de ação para melhoria desses fatores.

Tabela 9 - Ishikawa Medidas

(Continua)

Medidas						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Falta de tempo ou de preparo para inspeção	Ocorrem falhas recorrentes em peças ocasionando desperdícios de tempo e elevando os custos do produto por falta de inspeção.	Leticia – Controle de Qualidade	Nos setores de fabricação, solda e montagem	Imediato	Desenvolvendo relatórios de controle de não conformidade e aplicando em todos os setores.	Valor estimado de R\$ 800,00 em curso de qualificação e R\$ 500,00 para impressão de fichas para controle visual das peças.

Tabela 8 – Ishikawa Medidas

(conclusão)

Medidas						
5W					2H	
<i>What</i> O que?	<i>Why</i> Por quê?	<i>Who</i> Quem?	<i>Where</i> Onde?	<i>When</i> Quando?	<i>How</i> Como?	<i>How much</i> Quanto?
Falta de indicadores de desempenho	A falta de indicadores de desempenho impede a correta análise da capacidade fabril, atrapalhando o planejamento estratégico da empresa.	Kauê – Controle de Fábrica	Nos setores de fabricação, solda, montagem, expedição e PCP.	Imediato	Desenvolvimento de fichas de apontamento diário, tanto de tempo de atividades quanto de perdas ocasionadas no processo.	Custo mão de obra disponível
Falta de calibração dos instrumentos	Sem manutenção dos instrumentos a inspeção de peças se torna imprecisa.	Leticia – Controle de Qualidade	Controle de qualidade	Imediato	Planejamento das calibrações verificando validade dos instrumentos e prevendo no orçamento de despesas o valor das manutenções mensais.	Manutenção preventiva em média R\$ 35,00 por instrumentos mais deslocamento do prestador de serviço de calibração R\$ 863,00.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na tabela 9 foram elencados os pontos deficitários com relação ao ambiente da empresa. Alguns desses fatores podem interferir no volume de geração de sucatas. Neste aspecto foi levado em consideração o espaço físico e *layout* dos setores, disposição das máquinas, distância que as peças devem percorrer para realização das etapas dos processos, assim como o clima organizacional, como são as relações interpessoais, a forma de liderança entre os setores, fatores pessoais que interferem na produtividade dos colaboradores. A abordagem foi realizada de forma genérica buscando analisar o sistema de forma impessoal e objetiva, levando em

consideração os fatos que influenciam nos processos e não a visão pessoal e particular de cada colaborador.

Tabela 10 - Ishikawa Ambiente

Ambiente						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Espaço físico inadequado	Usar um <i>layout</i> mais eficiente para melhorar o espaço já existente dentro da empresa	Luis Oliveira e Mazetti	Na fábrica	Médio prazo	Fazer planejamento para estabelecer prazos e mão de obra para o projeto	Fazer um orçamento para ver valores pois como pode ser apenas o <i>layout</i> pode ser que a mão de obra seja usada a da empresa mesmo reduzindo custos.
Clima organizacional com falhas de comunicação	Para melhorar desempenho das atividades	Todos colaboradores	Em todos os departamentos da empresa	Imediato	Fazer reuniões com colaboradores criando ambientes mais colaborativos entre os departamentos.	Pesquisar no mercado um <i>coaching</i> que faça toda diferença para equipe. Um <i>coaching</i> custa em média de R\$ 600,00 a R\$ 1000,00 por hora.
Condições ambientais (ventilação, calor) desfavoráveis para a execução das tarefas.	Para evitar desgaste dos colaboradores para executar suas tarefas	Encarregado da manutenção da empresa Sinésio	Na fábrica e nos escritórios	Imediato	Criando ambientes mais fáceis de circulação de ar de fora para dentro e exaustores para saída do ar quente	Fazer orçamentos com empresas responsáveis de climatizadores e exaustores para sanar o problema.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No trabalho proposto não foi possível colocar o plano de ação em prática devido ao volume de produção que a empresa possuía no período. Algumas ações foram tomadas duran-

te o desenvolvimento do projeto, mas seus resultados só serão percebidos durante a próxima safra. Uma das primeiras ações a serem tomadas foi reunir os engenheiros da empresa, os líderes de setores, os montadores do campo, o pessoal do setor comercial e PCP. Nesta reunião todos os problemas enfrentados no campo durante essa safra foram abordados e direcionados para que cada setor tome medidas corretivas.

A tarefa mais complexa de ser realizada era a revisão de projetos que é algo demorado, que demanda tempo e conhecimento por parte dos colaboradores da engenharia. A equipe que estava no setor no momento do trabalho era relativamente nova, por isso todas as modificações dependiam da avaliação do gestor do setor que era o engenheiro com maior experiência. Foi estimulado um prazo de seis meses para que todo projeto da linha de algodão fosse revisado. As melhorias não dependem apenas da engenharia, mas em alguns casos o problema se origina durante a elaboração do projeto.

Outra prática que a empresa adotou durante o período do estudo foi a realização de reuniões periódicas envolvendo os líderes de setores, gestor de fábrica e um representante do PCP. Essa reunião servia para balancear as linhas de produção e para sanar dúvidas com relação as metas a serem cumpridas. Esse era o momento de os líderes exporem todas as dificuldades que enfrentavam no dia a dia, o fato de informar ao pessoal do chão de fábrica as metas e objetivos da empresa fazia com que eles se sentissem parte integrante do processo o que refletia na equipe como um todo. Foi possível observar que as reuniões eram importantes, quando as reuniões aconteciam semanalmente as metas estipuladas eram alcançadas de forma mais equilibrada sem tantos problemas no percurso, os problemas continuavam a acontecer no cotidiano, no entanto, como todos estavam engajados para o cumprimento das metas eram mais fácil solucioná-los.

O trabalho elencou algumas mudanças necessárias para implementação da metodologia DMAIC dentro da empresa Busa. Algumas são fáceis de serem implantadas pois não necessitam de investimentos apenas readequar as formas de trabalho como no caso das falhas de comunicação que podem ser solucionadas com adoção de formas diferentes de se comunicar com os colaboradores, uma abordagem mais cumplice entendendo o lado deles demonstra um maior entrosamento entre a equipe o que pode gerar resultados benéficos para ambas as partes. Outras demandam o investimento financeiro para acontecer como a elaboração de um programa de treinamento, e dependendo do valor do investimento a diretoria deve avaliar o custo benefício e aprovar, o que torna o processo mais demorado

Através do projeto ficou claro que as mudanças devem acontecer em um curto período de tempo, essa é uma vontade demonstrada pelo presidente da empresa. O intuito é que ela se

profissionalize cada vez mais e alcance o centenário de forma consistente e sustentável. Para isso ele, Sr Luiz Carlos Rodrigues, tem investido em projetos que busquem qualificação para seus colaboradores. As filosofias que precisam ser implantadas dentro da empresa demandam conhecimento técnico e tempo, o primeiro a empresa incentiva seus funcionários a buscarem e inserir novas técnicas dentro da organização, o segundo será observado nos próximos anos, quando a empresa deve sentir o efeito das mudanças que deverão ser implantadas.

4.5 Control (controlar)

Todo plano de ação deve ser acompanhado após sua implantação. O que garante a continuidade da melhoria é o acompanhamento dos resultados alcançados, isso possibilita a adoção de medidas corretivas caso necessárias. Os indicadores servem para medir a eficácia de um processo, através de dados é possível avaliar a abrangência das melhorias, o que foi modificado e qual o impacto dessas atitudes dentro da organização e principalmente se os resultados condizem com o que foi planejado.

A empresa Busa sofre com erros nos seus processos a alguns anos. Antigamente, o mercado não era tão agressivo e a baixa concorrência permitia que a preocupação com qualidade e custos ficasse em um segundo plano. No mundo globalizado em que a empresa está inserida atualmente a busca pela eficácia e melhoria contínua é uma questão de sobrevivência. É importante que a empresa cresça de forma sustentável e sólida, para isso se faz necessário desenvolver indicadores que mostrem os rumos que ela está tomando.

Para avaliar a eficácia da implantação da metodologia DMAIC na redução dos desperdícios gerados no processo, foi elaborado alguns indicadores que podem servir de balizador para verificação do método. A tabela 10 mostra alguns indicadores sugeridos para o processo de melhoria da empresa.

Tabela 11 - Proposta de Indicadores de Desempenho

(Continua)

Indicadores de Desempenho			
Indicador	Objetivo	Forma de Mensurar	Necessidades
Acuracidade de estoque	Mensurar valor real dos estoques	Inventário, apontamento de perdas, requisição de materiais através de ordens de produção, relatórios de não conformidade	Desenvolver a gestão dos estoques, aumentar a rastreabilidade dos materiais, identificar se os materiais foram utilizados da maneira correta
Mão de obra	Verificar se o funcionário está executando suas atividades de forma eficiente	Acompanhamento do cronograma de treinamento, reporte diário de ordens de produção	Controle de produção, verificar se a capacitação do colaborador condiz com as competências necessárias para o cargo, comparar a quantidade de peças produzidas com a quantidade de horas disponíveis
Qualidade	Oferecer aos clientes produtos com alta qualidade	Apontamento de quantidade de peças refugadas, análise de fornecedores, relatório de itens devolvidos	Classificação de fornecedores do melhor para o pior, identificação do defeito das peças refugadas ou devolvidas e documentação de quais ações tomadas para resolução do problema
Retrabalho	Minimizar os custos com retrabalho	Comparar o tempo para retrabalho de peças com o tempo total disponível	Relacionar as causas do retrabalho e criar soluções para que o problema não se repita
Geração de retalhos no corte	Mensurar a quantidade de retalhos gerados diariamente	Contagem diária de chapas processadas especificando espessura, dimensão, equipamento fabricado e relacionar as sobras geradas	Identificar quais equipamentos geram maior volume de rebarbas nas chapas e repassar as informações a engenharia para que possam revisar o projeto visando reduzir as sobras do processo
Perda de material	Quantificar e especificar os materiais perdidos e suas causas	Relatório diário das perdas ocasionadas no processo indicando tipo de material, equipamento fabricado e motivo da perda	Identificar as causas das perdas no processo produtivo, posteriormente elaborar ações para eliminá-las ou reduzi-las
Eficiência do setor	Conhecer a capacidade produtiva da empresa	Cronometragem dos processos	Estabelecer procedimentos de apontamento de tempo de cada operação demonstrando com números confiáveis a capacidade de produção

Tabela 12 - Proposta de Indicadores de Desempenho**(conclusão)**

Indicadores de Desempenho			
Indicador	Objetivo	Forma de Mensurar	Necessidades
Manutenção de máquinas	Criar ação com intuito de reduzir o tempo de máquinas paradas	Quantidade de ordens de serviços iniciadas no mês dividido pela quantidade de ordens de serviços concluídas	Implantação de manutenção preventiva
Planejamento	Reduzir a quantidade de alterações de programação da produção	Levantamento da quantidade de alterações realizadas na programação mensal	Definir procedimentos para que o planejamento tenha informações suficientes para programar a produção
Engenharia	Reduzir o número de erros em projetos	Levantamento da quantidade de horas trabalhadas em todos os setores envolvidos para correção de erros oriundos da engenharia como mudança de projetos	Criar manual para elaboração de projetos na tentativa de reduzir os erros gerados nos projetos

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Os indicadores sugeridos serviriam para mensurar os resultados do plano de ação proposto. Para que estes tenham dados suficientes para avaliação dos resultados alcançados foi sugerido um período de análise de seis meses após a implantação do plano. Dentro desse período cabe a correção de desvios que podem acontecer, assim como ajustes para melhoria da implantação das mudanças. Após o período de observação seria possível avaliar a efetividade da metodologia DMAIC dentro do que foi proposto. Além de avaliar os resultados esses indicadores poderiam ser utilizados pela empresa como padrão, buscando a melhoria contínua dos seus processos. Alguns dos indicadores propostos não estão relacionados diretamente com a redução da geração de sucatas, mas poderiam contribuir para melhora dos resultados da empresa Busa como um todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a apresentar termos conceituais sobre a metodologia DMAIC, desperdícios e ferramentas da qualidade que auxiliam a gestão de empresas. O estudo possibilitou uma análise profunda dos processos de fabricação da empresa Busa Industrial e Comercial Ltda. Através do levantamento de dados foi possível observar pontos falhos nos processos e sugerir um plano de ação com base na metodologia apresentada, vislumbrando a melhora do resultado operacional da empresa.

Respondendo a problemática do trabalho a metodologia DMAIC poderia contribuir para redução de desperdícios gerados no processo produtivo através da aplicação de ferramentas da qualidade que norteiam todas as etapas do seu processo. A criação de procedimentos para todos os setores da empresa seria relevante para melhoria de seu ciclo operacional, pois contribuiria na padronização dos processos e possibilitando a empresa trabalhar de forma disciplinada com regras definidas e seguindo os procedimentos. Até a finalização do estudo a empresa não continha procedimentos claros e objetivos, os procedimentos interdepartamentais eram falhos ou inexistentes comprometendo consideravelmente os resultados globais da organização.

Através do trabalho foi possível observar que todo processo está sujeito a perdas. Cabe aos gestores tomar ações que minimizem essas perdas garantindo a sobrevivência da empresa no mercado. As ferramentas apresentadas na metodologia DMAIC viriam somar esforços na busca pela melhoria contínua. Reduzir os desperdícios é um trabalho lento e que necessita da colaboração de todos. A empresa deve conscientizar seu pessoal da importância de fazer mais e melhor com menos recursos e proporcionar condições e ferramentas para que isso aconteça.

Para que as mudanças se realizem de forma satisfatória, e isso é válido para qualquer tipo de organização, a alta gestão deve comprar a ideia e incentivar seus subordinados a se engajar no processo de melhoria. Qualquer mudança deve estar diretamente ligada a visão, missão e valores da organização, sem isso a chance de sucesso se reduz consideravelmente. A diretoria da empresa Busa demonstrou durante todo o período do estudo preocupação com a gestão da empresa e deixou claro a necessidade de profissionalização de seus colaboradores para elevar seu nível operacional.

Os objetivos propostos no trabalho foram elencados durante a execução do projeto. O mapeamento dos processos através do fluxograma contribuiu para visualização clara das etapas produtivas e para compreender o fluxo das informações. Através do levantamento de dados foi possível visualizar as variáveis que impactam no processo de corte gerando desperdícios.

cios, isso norteou a elaboração do plano de ação para redução das perdas geradas. A metodologia DMAIC e as ferramentas nela intrínsecas foram essenciais para identificação do problema e suas origens, além de proporcionar modelos de controle que servirão no futuro para medir a eficácia dos processos.

Quanto às limitações deste trabalho, os modelos estudados foram aplicados e voltados em particular para uma indústria de implementos agrícolas, ficando em aberto a possibilidade de pesquisas futuras no sentido de verificar a viabilidade em outros tipos de organização, o que contribuiria para o desenvolvimento de novas soluções de problemas gerenciais ajudando as organizações a se estruturarem melhor para enfrentar os desafios do mundo moderno.

Até a conclusão do presente trabalho, o plano de ação do projeto ainda não havia sido implementado, impossibilitando as análises dos resultados das ações propostas. Isso aconteceu devido ao volume de pedidos que a empresa possuía em carteira no momento do estudo. O fluxo de informações e atividades era alto impossibilitando a implantação de mudanças no processo de fabricação. Como toda mudança gera alguns transtornos foi sugerido que o projeto fosse implantado após a finalização de todos os projetos de usina de algodão em carteira. A previsão de conclusão das entregas era para março de 2020.

Algumas modificações administrativas foram implantadas durante o período do estudo, surtindo efeitos modestos nos processos fabris. As maiores melhorias demandam tempo e disponibilidade de colaboradores do setor produtivo. De posse de todos os dados levantados a sugestão é de que trabalhos futuros verifiquem os resultados do que foi proposto no projeto em questão, avaliando se as mudanças pretendidas colaboraram para melhora dos resultados da empresa e propondo novas melhorias buscando aperfeiçoamento contínuo dos processos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Fernando de; SOUZA, Fernando Lourenço de; CALDEIRA, Jessica; LIMA, Mônica Morais. Aplicação da Metodologia Dmaic: um Estudo de Caso em Linha de Produção de Embalagens Metálicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ENEGEP / ABEPRO,38. **Anais [...]** 2018. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 24 mar.2019;

BERGAMO FILHO, Clovis; MANSUR, Ricardo. **Uma evolução silenciosa no gerenciamento das empresas com o Six Sigma**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007. p. 3. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=lang_pt&id=Q9gSFTsUtigC&oi=fnd&pg=PA1&dq=six+sigma+livro&ots=1_ffMcCHBe&sig=dN0_15Nxn8L6i6DZHzfSzMp7jm4#v=twopage&q&f=false. Acesso em: 30 out.2019;

BRAITT, Bruno; FETTERMANN, Diego de Castro. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. **Produto & Produção**, v. 15 n.4 p. 29-41, dez. 2014. Disponível em: <http://lpmc.ufsc.br/files/2016/07/PP-DMAIC1.pdf>. Acesso em: 12 mai.2019;

Busa Industrial e Comercial Ltda. Disponível em: <http://www.busa.com.br/>. Acesso em: 17 mar.2019;

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012;

CASTRO, Liliana Cristina de; CASTILHO, Valeria. O custo de desperdício de materiais de consumo em um centro cirúrgico. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, nov-dez 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v21n6/pt_0104-1169-rlae-21-06-01228.pdf. Acesso em: 11 mai.2019;

CUSTÓDIO, Marcos Franqui. **Gestão da qualidade e produtividade**. São Paulo: Person Education do Brasil, 2015. p. 32. Disponível em: <https://bv4.digitalpages.com.br/?term=FERRAMENTAS%2520DA%2520QUALIDADE&searchpage=1&filtro=todos&from=busca&page=-9§ion=0#/legacy/22133>. Acesso em: 29 mai.2019;

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da língua portuguesa**. 4. ed. rev. ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000;

FONSECA, Erika Aline Polisel; PEDRO, Joyce Aparecida de Freitas; SILVA, Roger; PONTARA, Paulo César; NASCIUTTI, Adriana. A Influência das Ferramentas da Qualidade na Produção de Embalagens Secundárias. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ENEGEP / ABEPRO, 38. **Anais [...]**2018. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca/>>. Acesso em: 29 mai.2019;

GRANJA, Bruna Parente; SILVA, Ana Cristina Gonçalves Castro; CARVALHO, José Luiz Moreira de. Melhoria de produto e de projeto: aplicação do ciclo PDCA ao projeto Baajatinga. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMEP, 3. **Anais[...]**, 2015. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/simep3/55782-melhoria-de-produto-e-de-projeto--aplicacao-do-ciclo-pdca-ao-projeto-baajatinga/>. Acesso em: 18 mai.2019;

GROSBELLI, Andressa Carla. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. Medianeira: UTFPR, 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4326/1/MD_COENP_TCC_2014_2_02.pdf. Acesso em: 29 mai.2019;

LAVOR FILHO, Carlos Roberto Arrais de; MACIEL, Mickaella; CARDOSO, Layanne Nara Parente; BEZERRA, Lariza Mikaelly Callou. **Gestão da Manutenção Industrial: uma Aplicação do Ciclo PDCA no Processo de Secagem de Placas de Gesso Acartonado**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP / ABEPRO, 2018. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_483_36101.pdf. Acesso em: 12 mai.2019;

LIMA, Simone Correia de; RAPOSO, Jacinta de Fátima Pereira. Aplicação da Metodologia DMAIC e dos Gráficos de Controle de Shewart no Controle de Processos: um Estudo de Caso em uma Indústria Açucareira. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMEP, 6. **Anais[...]**, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/6simep/79186-aplicacao-da-metodologia-dmaic-e-dos-graficos-de-controle-de-shewart-no-controle-de-processos--um-estudo-de-caso-e/>. Acesso em: 18 mai.2019;

MARQUES, José Roberto. Conheça as principais ferramentas da qualidade total. **IBC Portal**. Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/conheca-as-principais-ferramentas-da-qualidade-total/>. Acesso em: 29 mai.2019;

MARSHALL JUNIOR, Isnard; ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacelar; QUINTELLA, Odair Mesquita. **Gestão da qualidade e processos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2012;

OLIVEIRA, Otávio J.; PALMISANO, Angelo; MAÑAS, Antonio Vico; MACHADO, Márcio Cardoso; FABRÍCIO, Márcio Minto; MARTINO, Mariluci Alves; NASCIMENTO, Paulo Tromboni de Souza; PEREIRA, Raquel S.; SOUZA, Roberto de; BARROCO, Rosana; CALIXTO, Rosângela; SERRA, Sheyla Mara Baptista; MELHADO, Silvio Burrattino; CARVALHO, Valter Rodrigues de; PEDREIRA FILHO, Walter dos Reis . **Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2004;

PAIVA, Nathalia Torres; BERGIANTE, Nissia Carvalho Rosa. Aplicação de Conceitos Enxutos de Manufatura: a Realidade Brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. João Pessoa/PB: ENEGEP, 36. **Anais [...]**2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_30670.pdf. Acesso em: 24 Abr.2019;

RODRIGUES, Marcus Vinícius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014;

ROVAI, Guilherme Afonso; ROCCO, Eduardo; FRANCISCATO, Lucas Scavariello. Aplicação da Filosofia Kaizen para Redução no Índice de Refugo em uma Linha de Montagem de uma Estamparia um Estudo de Caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO: ENEGEP / ABEPRO, 35, 2015. **Anais [...]**, Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_27237.pdf>. Acesso em: 18 mai.2019; SILVA, Nathalia; MELO, Samuel; ROCHA, Lohana Rodrigues Gomes; DUARTE, Arthur Pereira. **Aplicação da Metodologia Dmaic em uma Indústria de Beneficiamento de Coco Bagaço**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ENEGEP / ABEPRO, 38, 2018. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 24 mar.2019;

SITWARE. Tutorial: como fazer brainstorming passo a passo. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/como-fazer-brainstorming-passo-a-passo/>. Acesso em: 29 mai.2019;

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018;

SOBEK II, Durward K.; SMALLEY, Art. **Entendendo o Pensamento A3: Um Componente Crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2010;

TAVARES, Thais Moreira; RODRIGUES, Stefany; ELIAS, Sérgio José Barbosa. Análise da aderência do sistema produtivo de uma empresa de confecções à manufatura Lean. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ENEGEP / ABEPRO, 38. **Anais [...]**, 2018. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_480_35606.pdf. Acesso em: 12 mai.2019;

USIRONO, Carlos Hiroshi. **Engenharia e análise de valor**. Disponível em: https://www.euax.com.br/wp-content/uploads/2015/04/ebook_2015_010_Thiago_16_Paginas.pdf. Acesso em: 15 set.2018;

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura seis sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.