

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL – FACES
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ISABELLA SILVEIRA FERRO
VICTÓRIA TAVARES DA SILVA**

**ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DE MADEIRA
GERADOS EM UMA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA: UM ESTUDO
DE CASO**

ITUIUTABA – MG

2018

ISABELLA SILVEIRA FERRO
VICTÓRIA TAVARES DA SILVA

**ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DE MADEIRA
GERADOS EM UMA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca examinadora
da Universidade Federal de
Uberlândia como parte das
exigências para a obtenção do título
de bacharel em Engenharia de
Produção.

Ituiutaba, _____ de _____ de _.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando de Araújo
Orientador

Prof. Dr. Fernando Lourenço de Souza

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradecemos a Deus por toda sabedoria e determinação concedidas a nós principalmente durante esses anos.

Aos nossos pais pelo apoio e amor incondicional que foram fundamentais para a concretização da nossa formação e caráter.

Ao nosso Professor Dr. Fernando Araújo pelas orientações e conhecimentos transmitidos durante a nossa trajetória acadêmica.

Aos nossos amigos, companheiros de profissão que compartilharam conosco momentos difíceis e ao mesmo tempo especiais, e por toda contribuição e auxílio concedidas a nós ao longo desses cinco anos. Sem vocês não chegaríamos até aqui.

Ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção ao permitir que nos tornemos a cada dia profissionais melhores e cada vez mais capacitados.

*“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que
as grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia
impossível.”*

Charles Chaplin

RESUMO

O presente estudo foi realizado em uma indústria sucroalcooleira. O trabalho tem como objetivo analisar o impacto que os resíduos causam nas empresas, e propor alternativas para reutilização do resíduo de madeira numa empresa do segmento sucroalcooleiro do triângulo mineiro. Na fase inicial do estudo, foi realizado um mapeamento de todo o processo para verificar qual resíduo, dos diversos tipos da usina, seria o mais adequado para possível reutilização. A partir do levantamento de informações na empresa e outras que tem o mesmo tipo de resíduo foi realizado pesquisas a respeito de duas propostas, para verificar qual seria o melhor modelo de solução. Com a validação da proposta será possível economizar em torno de R\$13295,90 ao ano além dos custos relativos ao transporte, o que totaliza para as três unidades uma redução de custo de R\$158040,50.

Palavras-chaves: Resíduo; Mapeamento de Processos; Reutilização; Redução de Custo.

ABSTRACT

The present study was conducted in a sugar and alcohol industry. The objective of this study is to analyze the impact of waste on companies and to propose alternatives for reuse of wood waste in a sugar - alcohol company in the Minas Gerais triangle. In the initial phase of the study, a mapping of the whole process was carried out to verify which residue, of the different types of the plant, would be the most suitable for possible reuse. From the survey of information in the company and others that have the same type of waste research was conducted on two proposals, to verify which would be the best solution model. With the validation of the proposal it will be possible to save around R\$ 13295.90 per year in addition to transportation costs, which totals cost reduction R\$ 158040.50 for the three units.

Keywords: Residue; Mapping Processes; Reuse; Cost Reduction.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo Geral.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. Justificativa.....	2
2. Referencial Teórico.....	3
2.1. Gestão da Produção.....	3
2.2. Gestão da Qualidade.....	4
2.3. Ferramentas da Qualidade.....	7
2.3.1. Brainstorming.....	7
2.3.2. Estratificação.....	7
2.3.3. Folha de verificação.....	7
2.3.4. Diagrama de pareto.....	8
2.3.5. Gráfico de Dispersão.....	9
2.3.6. Fluxograma.....	11
2.3.7. Porquês.....	12
2.3.8. Diagrama de Causa e Efeito.....	13
2.3.9. Matriz de priorização BASICO.....	14
2.3.10. Benchmarking.....	15
2.5. Métodos.....	16
2.5.1. Ciclo PDCA.....	16
2.5.2. MASP.....	17
2.5.2.1. Identificação do problema.....	18
2.5.2.2 Observação do problema.....	19
2.5.2.3. Análise do processo.....	19
2.5.2.4. Plano de Ação.....	19
2.5.2.5. Ação.....	19
2.5.2.6. Verificação.....	19
2.5.2.7. Padronização.....	20
2.5.2.8. Conclusão.....	20

3. Mapeamento de processo.....	20
4. Metodologia.....	21
5. Desenvolvimento.....	22
5.1. Caracterização da empresa estudada.....	22
5.2. Caracterização da área de estudo.....	22
5.2.1. Responsabilidades das Áreas.....	23
5.2.2. Central de resíduos.....	25
5.3. Processo de destinação do resíduo de madeira	27
5.4. Resultados e Discussões	29
5.4.1. Definição do problema	30
5.4.2. Análise da proposta I	31
5.4.3. Análise da proposta II.....	36
5.4.4. Propor Soluções	37
5.4.4.1. Resíduo de madeira para geração de energia	37
5.4.4.2. Resíduo de madeira para start caldeira	39
5.4.4.3. Matriz de priorização.....	41
5.4.4.4. Definição de proposta.....	42
5.4.4.5. Software de aplicação.....	43
6. Conclusão	46
Referências Bibliográficas	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Administração da Produção.....	4
Figura 2 – Diagrama de Pareto.....	9
Figura 3 – Correlação positiva.....	10
Figura 4 – Correlação negativa.....	10
Figura 5 – Correlação inexistente.....	11
Figura 6 - Exemplo de fluxograma.....	12
Figura 7 – Exemplo de diagrama de Ishikawa.....	13
Figura 8 – Ciclo PDCA.....	16
Figura 9 – Ferramentas MASP/PDCA.....	18
Figura 10 – Simbologia para mapeamento de processo.....	21
Figura 11 – Fluxo de processos das atividades.....	23
Figura 12 - Responsabilidades área industrial e agrícola.....	24
Figura 13 - Responsabilidades área administrativa.....	25
Figura 14 - Entrada central de resíduos.....	26
Figura 15 – Fluxograma do processo de destinação do resíduo de madeira.....	28
Figura 16 – Relação volume gerado (kg) x Custo (R\$).....	30
Figura 17 – “5 porquês” para definição da causa raiz.....	31
Figura 18 – Dimensões do cavaco de madeira.....	32
Figura 19 – Fazer base de bagaço.....	33
Figura 20 – Buscar uma carga de cavaco.....	33
Figura 21 – Cobrir a base de bagaço com a carga do cavaco.....	34
Figura 22 – Cavaco sobre o cavaco.....	34
Figura 23 – Movimentação para obter mistura homogênea.....	35
Figura 24 – Pá carregadeira levando mistura a moega.....	35
Figura 25 – Valor do equipamento e capacidade de trituração.....	38
Figura 26 – Picador de madeira.....	39
Figura 27 – Perspectiva frontal da usina.....	44
Figura 28 – Perspectiva superior da usina.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Finalidade das ferramentas da qualidade.....	6
Tabela 2 – Exemplo de folha de verificação.....	8
Tabela 3 – Distribuição da pontuação da matriz.....	14
Tabela 4 – Exemplo de matriz de priorização.....	15
Tabela 5 – Volume gerado de resíduo e custo associado.....	29
Tabela 6 – Propostas para reutilização do resíduo de madeira.....	37
Tabela 7 – Relação palete x tora de eucalipto.....	40
Tabela 8 – Valores obtidos após cálculo de eficiência	40
Tabela 9 – Redução de tora de eucalipto.....	41
Tabela 10 – Definição de proposta com a ferramenta matriz de priorização.....	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

MASP – Método de Análise e Solução de Problemas

PDCA – *Plan/Do/Check/Action*

LISTA DE EXPRESSÕES ESTRANGEIRAS

Action - Ação

Anylogic - Software de análise

Benchmarking – “Avaliação comparativa”

Brainstorming - “Tempestade de ideias”

Check - Verificar

Do - Fazer

Plan - Planejar

1. Introdução

A indústria sucroalcooleira é um dos setores mais contemporâneos no Brasil com influência significativa na era da colonização e no período da proclamação da república, em que a cana-de-açúcar alcançou o terceiro lugar nas exportações brasileiras para atingir nos dias de hoje, o patamar de maior produtor e exportador de açúcar. Isso de seu por conta da criação do Proálcool (Programa Nacional do Álcool) que estabelece uma ação do governo brasileiro para estimular a produção de etanol em troca da gasolina, como forma de encorajar cada vez mais as indústrias produtoras de cana-de-açúcar, ao oferecer-lhes incentivos fiscais e juros com taxa reduzida, devido a uma crise do petróleo em meados de 1970.

Segundo Jendiroba (2006), por se tratar de um setor de elevadas dimensões de produção e demanda, assim em sua constante busca por atendê-las hoje ele é reconhecido por desenvolver uma ampla quantidade de resíduos e com isso gerar resultados que podem agravar e destruir gradativamente o meio ambiente. De maneira proporcional a sua geração, ocorria o dimensionamento para a desocupação dos resíduos na indústria já que o armazenamento desses era dificultado durante a produção.

Wright (2004) afirmava que a geração de resíduos se tornou uma das questões mais relevantes da sociedade nos últimos tempos baseado na sua velocidade de produção e relacionado com seu limitado volume de remoção que se intensificou por meio de legislações rígidas de controle ambiental.

Pacheco e Silva (2008) reiteram que toda e qualquer operação produzem perdas e resíduos e assim, no momento em que esses não são tratados e aproveitados de forma correta e mesmo assim são descartados no ambiente irão certamente ocasionar ações destruidoras. Como consequência disso ocorre o chamado passivo ambiental, em que as indústrias devem fazer investimentos para recuperar o choque causado por conta de suas operações de produção.

Com isso, procura-se reiterar a contribuição que a destinação correta de resíduos de madeira pode impactar positivamente para uma indústria do setor sucroalcooleiro em estudo, entre elas, os resíduos que são originados, se aproveitados de maneira correta, podem gerar lucros para o setor em questão, aumento da satisfação para a sociedade e maiores condições de proteção ao meio ambiente. Utilizar-se de ferramentas da qualidade atrelados com o sistema de produção para que se permita reconhecer a capacidade de agregação dos resíduos gerados, além disso entender todo o processo produtivo com o

auxílio do mapeamento e análise de princípios estatísticos que podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de toda a organização.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar o impacto que os resíduos causam nas empresas, e propor uma alternativa para reutilização do resíduo de madeira numa empresa do segmento sucroalcooleiro do triângulo mineiro.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Diminuir os custos gerados com a destinação do resíduo;
- Diminuir o descarte em aterro sanitário;
- Reutilizar o resíduo de madeira, diminuindo o impacto no meio ambiente;
- Tornar o processo mais simples e seguro.

1.2. Justificativa

Uma das maiores dificuldades para a sociedade atual, em que o nível de consumo se tem aumentado consideravelmente, é a destinação adequada de resíduos sólidos originários de procedimentos de fabricação de produtos.

Diante das dificuldades de manter a qualidade de bens e produtos com a crescente produção destes é necessário ter a conscientização sobre os danos que o processo pode causar ao meio ambiente. Desta forma, é necessário estar reinventando maneiras eficazes de atender ambos os lados. O processo produtivo da gestão da produção precisa levar em consideração os diversos fatores que influenciam direta ou indiretamente no processo.

A gestão da produção juntamente com as ferramentas da qualidade, que auxiliam neste processo, é de grande utilização para entender quais problemas afetam o processo, quais medidas podem ser tomadas para corrigir estes problemas e determinar soluções. Esse estudo é relevante por lidar com ferramentas que buscam conhecer e entender os processos produtivos. Por meio de sua aplicação torna-se possível sugerir melhorias para a empresa em estudo, oferecendo-lhe possibilidade de aprimorar seus processos e alcançar maior competitividade no mercado.

2. Referencial Teórico

2.1. Gestão da Produção

No período que antecede a Revolução Industrial algumas pessoas talentosas se organizavam para produzir artefatos de forma a atender os pedidos dos seus clientes. Assim, chamados de artesãos eles conheciam todo o processo de produção, seja a partir da compra de materiais até a entrega do produto final.

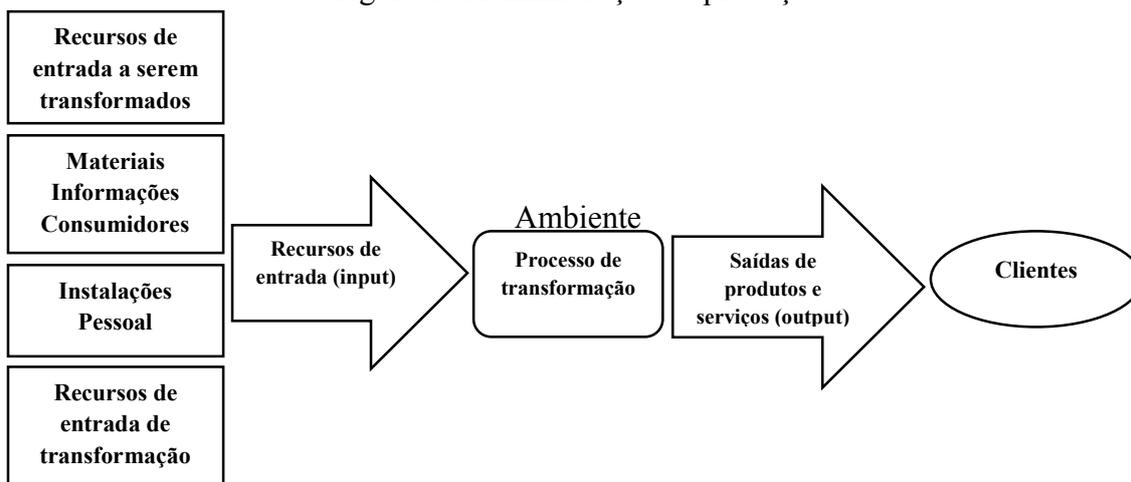
Para Slack (1997) o artesão foi modificado por uma mão-de-obra mais qualificada, para que se tinha a produção em larga escala e de maneira eficaz.

Slack (1997) afirma ainda que com o surgimento da Revolução Industrial o termo produção em massa passou a ser conhecido e cobiçado mundialmente. Em um período de extrema competição o mercado consumidor não poderia ficar para trás, as empresas passaram a adotar estratégias para entender o que os consumidores desejavam, tais como: oferecer produtos com qualidade, adotar um custo competitivo, possuir flexibilização no seu modo de produção e realizar produtos inovadores. Assim, em meados do século XX nos EUA, os métodos da administração da produção se popularizaram.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a maioria das tarefas que são elaboradas por uma organização tendo em vista atingir suas metas desde curto até longo prazo, se interagem com certa complexidade. Neste caso, como essas tarefas modificam os insumos em produtos acabados ou serviços, necessitam de recursos que, agreguem valor ao produto final, isso estabelece um dos fundamentais propósitos da administração da produção.

Slack (1999) simplifica seu pensamento ao dizer que a administração da produção é a forma com que as organizações produzem bens e serviços. Na Figura 1 é possível observar os recursos necessários para compor a administração da produção.

Figura 1 - Administração da produção



Fonte: Adaptado de Slack et al (2002)

Para Carpinetti (2012) a Gestão da Produção é uma parcela envolvida pela Gestão da Qualidade e parte da Administração, uma vez que essa engloba toda a gestão da organização, a preocupação com todos envolvidos desde o fornecedor até o consumidor sem qualquer exclusão e a influência em que as ferramentas e estratégias da Gestão da Qualidade tiveram das escolas da Administração.

Dentre as técnicas da Gestão da Qualidade durante o seu processo de evolução há uma certa abrangência das ações administrativas, como, por exemplo, o diagrama de Ishikawa, que tem por objetivo fazer uma análise do processo a fim de se estabelecer a identificação das causas de um defeito. Isso é realizado por meio da colaboração com ideais e sugestões dos envolvidos para definição das causas. Esse nada mais é do que um processo que objetiva a administração da organização na totalidade através de uma ferramenta da qualidade.

2.2. Gestão da Qualidade

Berk (1997), relata que na década de 1920 a definição de qualidade surgiu nos EUA, porém nesse período ela era restrita a produção de artigos defeituosos. Assim com o avanço dos conceitos de qualidade definidos por Juran, Shewhart, Deming, entre outros a qualidade na confecção dos produtos passou a ser vista de outra forma. O surgimento de uma filosofia eficaz impossibilitava a fabricação de um produto defeituoso, o TQM. A partir da 2ª Guerra Mundial essa filosofia foi bem atendida no Japão uma vez que pode ser aprimorada e os conceitos de soluções de problema, redução da variabilidade e atendimento das expectativas do cliente passaram a ser conhecidos, mas nos EUA a mesma não progrediu.

De acordo com Feijenbaum (1994) em meados do século XX a recente concepção sobre organização chamou atenção ao levar em conta a maneira com que os trabalhadores que possuíam tarefas parecidas seriam agora liderados por um supervisor, que iria arcar com o dever de manter a qualidade no trabalho em equipe.

Segundo Paladini (2012) a Gestão da Qualidade se tornou um ato estratégico e uma característica de identificação entre as organizações, pelo fato de a maioria das empresas optarem hoje por realizar as suas operações de produção de acordo com as especificações de maneira a atender a satisfação do cliente, em contrapartida antigamente as decisões eram sobre decidir entre produzir conforme as especificações.

Paladini (1997) relata que as ferramentas da qualidade formam um conjunto de técnicas utilizadas para que se tenha a gestão da qualidade. Elas foram elaboradas com a finalidade de medir, definir, analisar e criar soluções que influenciam os resultados dos processos produtivos. A Tabela 1 mostra a aplicação dessas ferramentas de acordo com sua finalidade.

Tabela 1 - Finalidade das ferramentas da qualidade

Finalidade	Ferramenta
Identificação e priorização de problemas	Amostragem e estratificação
	Folha de verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle
	Mapeamento de processo
	Matriz de priorização
	Estratificação
	Diagrama espinha de peixe
	Diagrama de afinidades
	Diagrama de relações
	Relatório das três gerações (passado, presente, futuro)
Elaboração e implementação de soluções	Diagrama árvore
	Diagrama de processo decisório
	5W1H
	5S
Verificação de resultados	Amostragem e estratificação
	Folha de verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle

Fonte: Carpinetti (2012)

É primordial que a qualidade seja dinâmica para andar no caminho da evolução e acompanhar as mudanças impostas pelo mercado, para que isso aconteça com êxito deve ocorrer o envolvimento de toda a organização sempre, para que resulte em um processo amplo e permanente.

2.3. Ferramentas da Qualidade

2.3.1. Brainstorming

Segundo Oakland (1994) as reuniões de *brainstorming*, ou “tempestade de ideias” como são conhecidas, representam um conjunto de técnicas utilizadas para gerar ideias de forma rápida e em grande quantidade empregadas em diversas situações.

Perguntas de determinados problemas são concebidas e suas possíveis causas são listadas com o intuito de serem ordenadas para compor o diagrama de causa e efeito, o que permite a participação ativa dos membros envolvidos na tomada de decisão para alcançar melhores resultados.

2.3.2. Estratificação

Carpinetti (2012) descreve a estratificação como uma segmentação de um grupo em vários subgrupos de acordo com atributos distintos ou de estratificação. O objetivo da estratificação é o de reconhecer como a variação de algumas causas como: equipamentos, condições ambientais, insumos, métodos, pessoas, entre outros, podem interferir no processo. Por exemplo, se a condição climática pode interferir no resultado do processo ao considerar diferentes períodos, entre eles, manhã, tarde e noite, ou ainda se uma determinada linha de produção em uma mesma indústria, porém em diferentes regiões produzirá resultados diferentes. Essa ferramenta é muito utilizada na etapa de estudo e observação dos dados, uma vez que a origem desses dados deve ser conhecida.

2.3.3. Folha de verificação

Para Peinado e Graeml (2007) a folha de verificação consiste em uma listagem construída a partir de tabelas, formulários ou planilhas, sem uma padrão muito definido para a folha. Os autores ainda consideram-na como a ferramenta da qualidade de maior simplicidade.

Carpinetti (2012) evidencia que a folha de verificação é empregada para traçar a coleta de dados desde a necessidade de análise de dados iminentes. Na Tabela 2 há um exemplo de folha de verificação.

Tabela 2 - Exemplo de folha de verificação

Tipo de Defeito	Verificação	Total
Risco	//// ////	8
Folga	//// /	5
Mancha	//	2
Outros	//// //// ////	12
Total		27

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

2.3.4. Diagrama de pareto

De acordo com Carpinetti (2012) a origem do nome vem de uma teoria desenvolvida pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto, em que o princípio de Pareto foi adaptado aos problemas da qualidade por Juran.

Para Carpinetti (2012), o Princípio de Pareto determina que a maior parte resultante dos problemas relativos à qualidade é proveniente de alguns poucos mais significativos problemas. Ele afirma que se forem apresentados, por exemplo, 50 problemas advindos da qualidade, sendo eles: itens defeituosos, retrabalho, refugo, atraso na entrega dos produtos, número de reclamações de clientes, ocorrência de acidentes de trabalho entre outros, a solução de apenas oito ou dez desses problemas já será capaz de refletir uma redução de 80 a 90% das perdas existentes que a empresa possui devido ao acontecimento desses problemas listados.

O Princípio de Pareto afirma ainda que entre todas as causas de um problema, algumas poucas são as grandes responsáveis pelos efeitos indesejáveis do problema. Assim, se as poucas causas presentes forem constatadas será possível eliminar a maioria das perdas por meio de um número reduzido de ações.

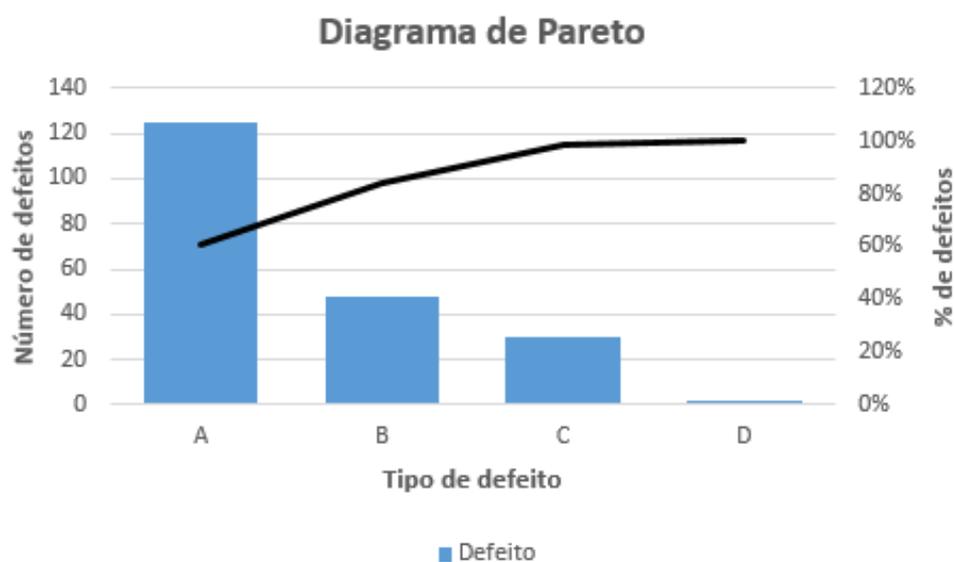
Segundo Werkema (1995), o diagrama de Pareto apresentado por meio de um gráfico de barras verticais que utiliza a informação de maneira a tornar-se evidente e visual a priorização de temas e causas em geral. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas.

Segundo Carpinetti (2012) alguns passos devem ser considerados para a construção de um Diagrama de Pareto:

- Através do *brainstorming* selecionar os tipos de problemas ou causas que deseja-se comparar, por exemplo, a frequência de acontecimentos dos diferentes defeitos resultantes de um problema ou as causas para a ocorrência desse problema;
- Selecionar a unidade de comparação, por exemplo, número de ocorrências por custo, entre outros;
- Estabelecer o período de tempo em que os dados serão coletados;
- Coletar os dados no local, por exemplo, o defeito A ocorreu 10 vezes;
- Enumerar as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal de acordo com a frequência com que ocorrem;
- Acima de cada categoria desenhar um retângulo, cuja altura representa, por exemplo, a frequência ou custo para aquela categoria;
- No topo do retângulo adicionar uma linha para que represente a frequência cumulativa das categorias.

Na Figura 2 tem-se um exemplo de um diagrama de Pareto.

Figura 2 - Diagrama de Pareto



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

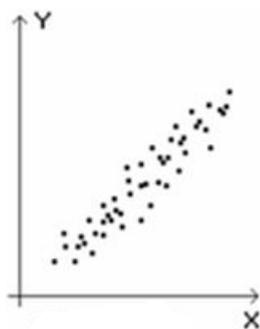
2.3.5. Gráfico de Dispersão

Para Carpinetti (2012) o gráfico de dispersão é empregado para relacionar a causa e o efeito. A construção de um diagrama consiste na coleta de no mínimo 30 pares observados para as variáveis (x,y) dado o tipo de relacionamento estudado. O eixo

horizontal deve conter uma variável causa independente da variável empregada no eixo vertical. Esse relacionamento entre causa e efeito consiste em:

- Relação positiva: em que o acréscimo de uma variável induz ao acréscimo de outra variável. Na Figura 3 observa-se um exemplo de correlação positiva.

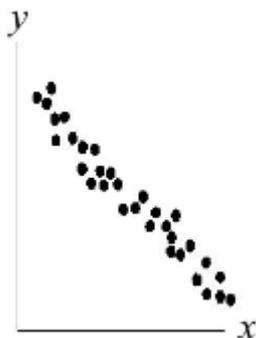
Figura 3 - Correlação positiva



Fonte: Carpinetti (2012)

- Relação negativa: em que o acréscimo de uma variável induz à redução de outra variável. Na Figura 4 observa-se um exemplo de correlação negativa.

Figura 4 - Correlação negativa



Fonte: Carpinetti (2012)

- Relação inexistente: uma variação de uma variável não induz a variação sistemática em outra variável. Na Figura 5 observa-se um exemplo de correlação inexistente.

Figura 5- Correlação inexistente



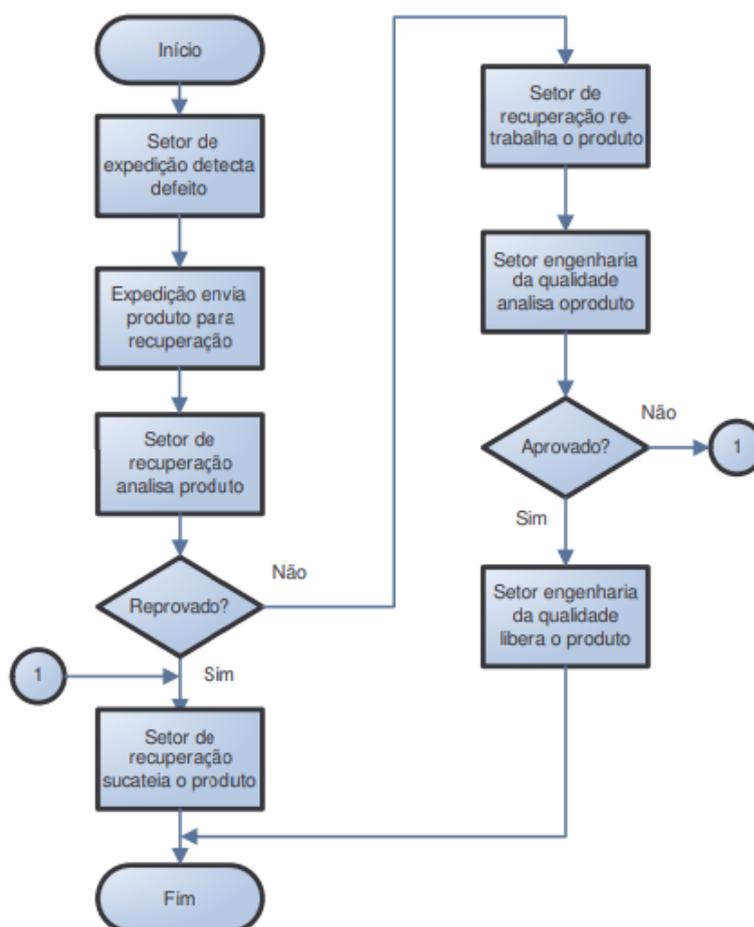
Fonte: Carpinetti (2012)

2.3.6. Fluxograma

Fluxograma é uma representação gráfica de um processo realizada a partir de símbolos gráficos que retratam passo a passo a estrutura do processo.

Paladini (1997) destaca que os fluxogramas possuem como papel principal exibir de maneira rápida e clara o caminho das informações do processo, bem como as suas operações. O autor relata ainda que essa é uma ferramenta que permite uma visualização global de todo processo estudado, de forma que facilite a identificação de pontos críticos. Na Figura 6, é observado um exemplo de fluxograma que representa o controle das não conformidades presentes no setor da qualidade de uma empresa brasileira fabricante de eletrodomésticos.

Figura 6 - Exemplo de fluxograma



Fonte: Peinado (2007)

2.3.7. Porquês

Para Gomes e Penedo (2008), os cinco porquês abordam uma metodologia que auxilia na verificação dos problemas. Seu exercício consiste em realizar um questionamento sobre o porquê da ocorrência do devido problema e assim sempre quando a causa for desvendada, encontrar o porquê das dificuldades. Essa técnica é fundamental para descobrir a causa raiz dos problemas, uma vez que a torna mais evidente para solucionar os mesmos.

De acordo com Campos (2005) essa metodologia pode auxiliar os setores de: qualidade, produção, manutenção e áreas administrativas na resolução de problemas. Porém, situações que envolvam problemas mais complexos outras ferramentas são mais indicadas, como, por exemplo, o diagrama de Ishikawa. A quantidade de questionamentos que podem ser feitos dependerá da necessidade existente para que a causa raiz seja encontrada. Não é obrigatoriamente realizar sempre cinco perguntas como o nome diz.

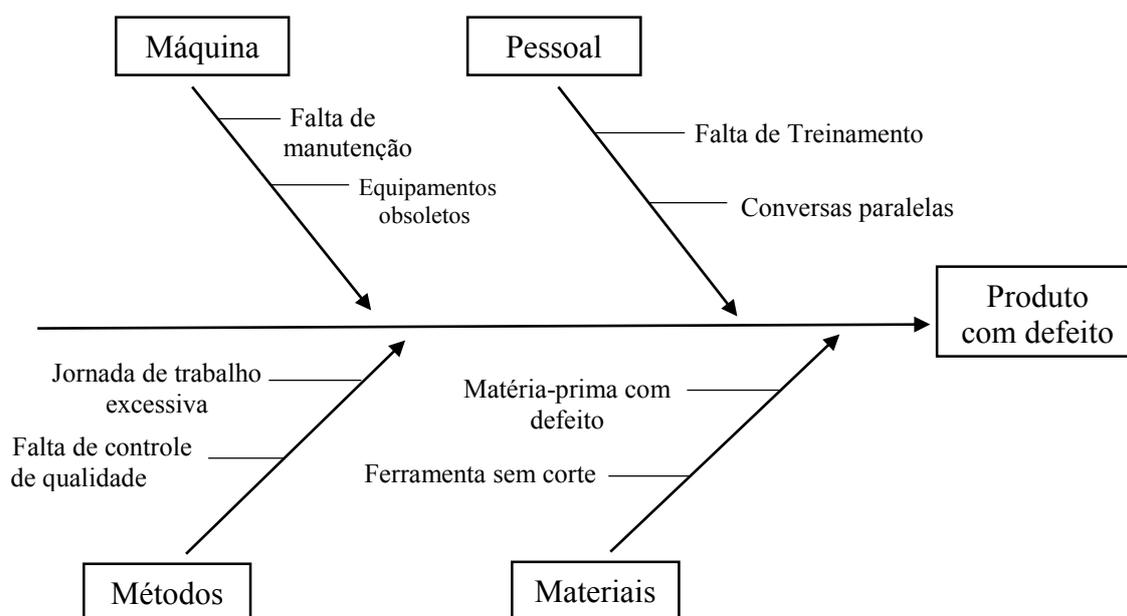
2.3.8. Diagrama de Causa e Efeito

De acordo com Carpinetti (2012), o diagrama de causa e efeito foi criado com o intuito de demonstrar as ligações que podem existir entre uma adversidade ou um processo cujo resultado originou-se um efeito insatisfatório e os prováveis motivos dessa adversidade, de forma a atuar como um manual para reconhecer a causa raiz e seus respectivos critérios de correção a serem empregados.

Para Carpinetti (2012) a construção do diagrama consiste em demonstrar as causas que conduzem a um problema, com uma estrutura que recorda o esqueleto de um peixe daí o nome de diagrama de espinha de peixe. Outra denominação encontrada é a de diagrama de Ishikawa em memória ao professor Kaoro Ishikawa.

Sua disposição indica a classificação das causas em quatro categorias: método, máquina, material e Operador. Para uma construção efetiva do diagrama é necessário conhecer e entender o processo para que se encontre o maior número de causas pertinentes. O início se dá pela criação de um *brainstorm* para gerar inúmeras ideias. Então, identifica-se o maior número de causas de acordo com seu grau de importância e insere-se em suas respectivas categorias com isso, é possível detectar as causas fundamentais. Na Figura 7 tem-se um exemplo de diagrama de Ishikawa.

Figura 7 - Exemplo de diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de Peinado (2007)

2.3.9. Matriz de priorização BASICO

Segundo Werkema (1995) a matriz de priorização BASICO tem como objetivo apresentar quais soluções podem ser utilizadas para que um problema seja resolvido. Na Tabela 3 verifica-se os elementos que podem ser avaliados na matriz de priorização, como: os benefícios que trará para a empresa, abrangência daqueles que foram favorecidos pela solução, satisfação dos colaboradores, investimentos necessários, cliente e efeito que a solução terá sobre eles e operacionalidade da solução.

Tabela 3 - Distribuição da pontuação da matriz

Nota	Benefícios	Abrangência	Satisfação Interna	Investimentos	Cliente	Operação
5	Vital importância	Total (70% a 100%)	Muito Grande	Pouquíssimo investimento	Impacto muito grande	Muito fácil implementar
4	Impacto significativo	Muito grande (40% a 70%)	Grande	Algum investimento	Grande impacto	Fácil implementar
3	Impacto razoável	Razoável (20% a 40%)	Médio	Médio investimento	Bom impacto	Média facilidade
2	Poucos benefícios	Pequena (5% a 20%)	Pequeno	Alto investimento	Pouco impacto	Difícil implementar
1	Alguns benefícios	Muito pequena	Quase não é notada diferença	Altíssimo investimento	Nenhum impacto	Sem governabilidade

Fonte: Werkema (1995)

A verificação é realizada por um conjunto de notas enumeradas de 1 a 5, que somados conseguem atribuir a tal critério a priorização na resolução do problema. Na Tabela 4 encontra-se um exemplo de matriz de priorização.

Tabela 4 - Exemplo de matriz de priorização

Matriz de Priorização BASICO								
	B	A	S	I	C	O	Total	Ranking
Projetos								
A	2	5	3	2	4	1	17	2°
B	3	4	2	3	5	2	19	1°

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

2.3.10. Benchmarking

Para Camp (1989) *benchmarking* é definido como um “processo de pesquisa coerente à procura de novas ideias, métodos, práticas, processos a fim de adotar as práticas ou adaptar os bons aspectos e implementá-las para se tornar o melhor dos melhores.” O benchmarking é uma estratégia de mercado no qual é possível conhecer seus concorrentes mais fortes e também organizações que visem orientar as empresas a alcançar a excelência nos seus resultados.

As tipologias de benchmarking definidas por Camp (1989) são:

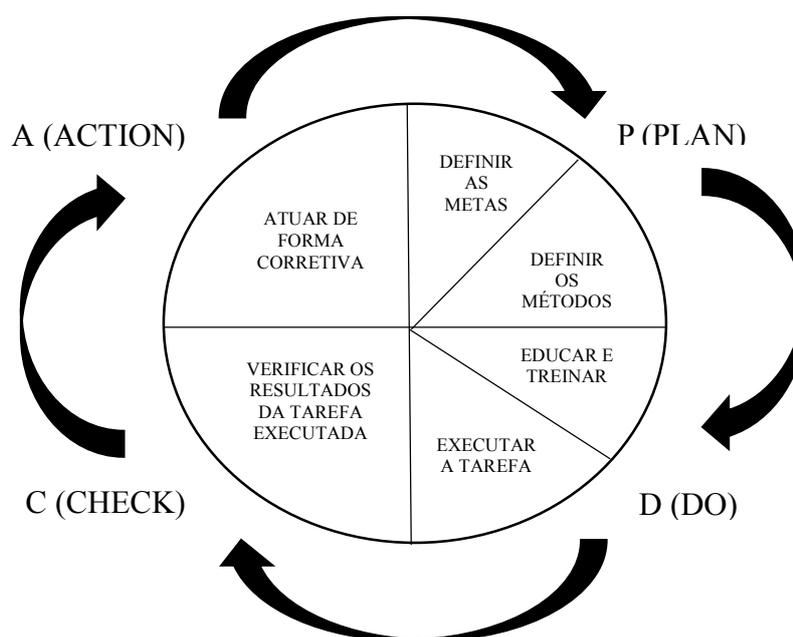
- *Benchmarking* interno – a busca pelas melhorias acontece entre unidades da mesma corporação, nos mesmos setores, em diferentes localidades. A vantagem desta estratégia são as parcerias internas, valorização do pessoal e redução de custos.
- *Benchmarking* competitivo – refere-se a empresas que disputam o mesmo tipo de negócio, na ocasião de analisar o que o concorrente está desenvolvendo e alcançar um nível de excelência ainda maior.
- *Benchmarking* genérico: são empresas que possuem processos ou funções semelhantes para desenvolvimento de um produto diferente. A vantagem desta estratégia é melhorar a eficácia da produtividade.
- *Benchmarking* funcional: empresas de ramos distintos utilizam estratégias técnicas que podem ser aplicadas em qualquer organização, visando tornar os processos mais práticos.

2.5. Métodos

2.5.1. Ciclo PDCA

Foi criado na década de 20 por Walter A. Shewart, porém no ano de 1950 ficou popularizado como ciclo de Deming por ser propagado pelo mesmo. Deming (1990) intitulado como “pai da qualidade” utiliza o ciclo PDCA como um método fundamentado em quatro etapas que tem como finalidade oferecer controle e melhorias aos processos de modo a proporcionar melhores resultados. Na Figura 8 pode-se observar essas etapas:

Figura 8 - Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Silva (2006)

1 – *Plan* (Planejamento): Segundo Werkema (1995) esta é a etapa de maior complexidade do ciclo e que exige muita dedicação, devido ao alto número de informações atrelado com as diversas ferramentas da qualidade. Campos (1996) diz que o planejamento está ligado a elaboração de metas para serem alcançadas durante o processo e a definição de quais serão os métodos e o conjunto de ações utilizadas para atingi-las. Além disso, nesta etapa determina-se os indicadores que serão utilizados para avaliar a qualidade de cada processo.

2 – *Do* (Fazer): Neves (2007) descreve essa como sendo a etapa de colocar em prática tudo aquilo que foi traçado na etapa anterior. Oferecer treinamentos ao pessoal envolvido para que exista um comprometimento e cumprimento das atividades. Além disso, Andrade e Melhado (2003) dizem que após o levantamento do plano de ação deve

ocorrer a disseminação do mesmo para todos os envolvidos de forma a influenciar diretamente no alcance das metas.

3 – *Check* (Controle): Falconi (1996) entende essa etapa como a realização de comparações com as metas traçadas com as tarefas que foram realizadas. Aqui são analisados os indicadores de desempenho do processo e a utilização de ferramentas estatísticas para que se encontrem as falhas, bem como o sucesso da implementação.

4 – *Action* (Ação): Verificação dos resultados e análises realizadas na etapa anterior, ela pode ser dividida em duas partes: a de atuar de forma corretiva caso e a de agir de forma a melhorar o processo. Segundo Chaves (1997) o primeiro consiste em agir de forma corretiva caso as metas não fossem alcançadas. Com isso, é realizado um plano para que essas falhas não venham a acontecer de novo, e assim o ciclo PDCA retorna para a etapa *Do* (Ação). Andrade e Melhado (2003) defendem que o segundo apresenta os resultados que eram previstos, tendo em vista sempre a melhoria dos processos. Essa etapa consiste na padronização dos processos que obtiveram êxito nos resultados. Ao se concluir essa etapa e todas as ações corretivas realizadas, então inicia-se novamente a primeira etapa do PDCA, dando origem ao processo de ciclo para se obter a melhoria contínua dos processos.

2.5.2. MASP

Para Arioli (1998, p. 8) grande parte das organizações brasileiras não conseguem alcançar o sucesso esperado devido à ausência de parâmetros e métodos que deveriam ser implantados para eliminar os problemas encontrados. Devido a uma série de trabalhos que devem ser realizados e que requerem rapidez e habilidade na tomada de decisão foi elaborado a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) uma extensão do ciclo PDCA para auxiliar os membros envolvidos na organização a desempenhar tais atividades.

Segundo Toledo (2001), o MASP é uma metodologia que lida com uma série de ferramentas administrativas que possibilita a distribuição lógica de suas operações, fundamentados em informações, que possui como propósito: apontar os problemas,

encontrar as causas fundamentais dos problemas, aperfeiçoar e coordenar práticas corretivas, e por fim fortalecer as melhorias obtidas.

A metodologia é constituída por oito etapas: identificação do problema, observação do problema, análise das causas, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Na Figura 9 observa-se a ligação dessas etapas.

Figura 9 - Ferramentas MASP/PDCA

PDCA	Fluxograma	Fase do MASP	Objetivo
P	1	Identificação do problema	Definir o problema e verificar sua importância
	2	Observação	Investigar as características do problema
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para as causas fundamentais
D	5	Execução	Aplicar o plano para bloquear as causas
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	?	Bloqueio foi efetivo?	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular o processo de solução de problemas para trabalhos futuros

Fonte: Vicente Falconi Campos (1994)

2.5.2.1. Identificação do problema

Para Campos (1992), um problema é a consequência insatisfatória de um processo. Nesta etapa, os problemas são priorizados de acordo com a abordagem

sistêmica, segundo Arioli (1998) a abordagem sistêmica dos problemas envolve a investigação de cada anormalidade ou oportunidade dos atos as causas da sua solução. Em seguida, é exibido o fluxo do processo, para verificar falhas e determinar objetivos baseados nos problemas identificados.

2.5.2.2 Observação do problema

Segundo Werkema (1995) nesta etapa são representados as características dos problemas, ou seja, definem-se as informações e comprovações relativas ao processo, para que fique evidente as causas que instigam o problema.

2.5.2.3. Análise do processo

Para Campos (1989) esta etapa é empregada para apontar a causa essencial do problema, ou seja, nela são ordenadas todas as informações para que se reconheça os motivos principais que comprometem os problemas localizados anteriormente. Para isso é necessário o uso de algumas ferramentas, uma delas é o Diagrama de Causa e Efeito.

2.5.2.4. Plano de Ação

Segundo Werkema (1995) o plano de ação é uma série de contramedidas com o propósito de impedir as causas essenciais. Nesta etapa então devem ser estabelecidas ações preventivas e corretivas nas causas que foram priorizadas na etapa anterior. Um cronograma deve ser definido com as ações e prazos para sua efetivação.

2.5.2.5. Ação

Para Campos (1989) nesta etapa deve ocorrer treinamentos e reuniões para sequência no trabalho e ausência de dúvidas em relação ao mesmo. Assim, são realizadas as ações que foram definidas na etapa anterior de acordo com o cronograma apresentado e posteriormente o registro dos resultados.

2.5.2.6. Verificação

Para Werkema (1995) a verificação deve envolver as informações coletadas antes e depois do impedimento das ações para permitir uma comparação entre os resultados. Com os resultados definidos no plano de ação verifica-se o que foi planejado para que se tenha uma incontestabilidade das ações. Se os resultados não forem os esperados, deve-se retornar a segunda etapa do MASP.

2.5.2.7. Padronização

Depois de confirmar a incontestabilidade das ações é realizada a padronização para que se previna os problemas que podem surgir. Essa padronização pode ser feita por meio de treinamentos, documentos, comunicação, acompanhamento dos resultados de forma padrão, entre outros.

2.5.2.8. Conclusão

De acordo com Werkema (1995) deve ser realizado um elo entre os problemas remanescentes e implementar o plano de solução para estes problemas, e assim poder relembrar todo o processo de solução de problemas.

3. Mapeamento de processo

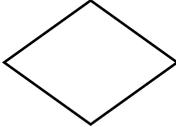
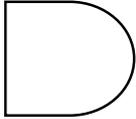
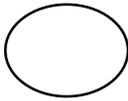
Segundo Slack (2009), os projetos de forma geral necessitam que suas atividades sejam configuradas, sendo que, algumas atividades necessitarão ser executadas antes de outras. Os processos podem ser descritos em termos de como as atividades dentro do processo se relacionam umas com as outras, esta ferramenta denomina-se mapeamento de processo, e existem diversas técnicas que auxiliam na identificação e organização e fluxo do processo.

O mapeamento de processos configura-se como uma ferramenta gerencial que pode identificar a informações, as partes envolvidas, as capacidades e competências necessárias para que as atividades de um negócio ou empresa saiam conforme o planejado. Este tipo de controle dos processos permite que a empresa tenha consciência dos processos, desta forma é possível sempre aprimorar e inovar na área, sendo um diferencial com seus concorrentes. São diversos os benefícios que o mapeamento de processos agrega ao negócio, tais como: possibilita a redução de custos no desenvolvimento de serviços e produtos, evidencia as falhas entre sistemas, promove melhor entendimento dos processos, sejam estes integrados ou não.

De forma geral, o mapeamento de processos consiste na construção de fluxogramas ou outro tipo de metodologia que mostre as etapas produtivas, de forma visual, que serão desenvolvidas pelos funcionários e o papel de cada um neste processo. Há uma simbologia para auxiliar a gestão de mapeamento do processo, no qual cada símbolo é utilizado e classificado para os diferentes tipos de atividades dentro do fluxo,

podendo ser dispostos em série ou em paralelo, descrevendo qualquer tipo de processo. A Figura 10 demonstra essas simbologias.

Figura 10 - Simbologia para mapeamento do processo

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

Fonte: Adaptado de Slack (2002)

4. Metodologia

Segundo Gil (2002) as pesquisas podem ser classificadas de acordo com seus objetivos gerais, ao existir a possibilidade de considerá-las em três aspectos: pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. Podem ser consideradas também, como qualitativas e quantitativas de acordo com o comportamento do problema considerado. Em conformidade com as estratégias técnicas utilizadas, elas podem ser: bibliográficas, experimentais, documentais, estudo de caso, *expost-facto*, ação e participantes.

Para o presente estudo de caso, é classificado como exploratório e quantitativo, em que possui como objetivo se familiarizar com o problema proposto e utiliza-se de dados e ferramentas estatísticas para gerar as informações.

Durante o estudo foram utilizadas ferramentas como: o mapeamento de processo, fluxogramas e ferramentas de decisão para entender o contexto em que o problema estava inserido. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico de autores da área de Gestão da Qualidade e da área da Administração da Produção para que se tenha uma base na construção do estudo. Posteriormente os dados foram coletados nos diversos setores da empresa juntamente com os colaboradores envolvidos no problema, através de pesquisas, questionamentos e observações no ambiente de trabalho. Na conclusão final foram revelados os problemas encontrados no processo e proposto sugestões de melhorias.

5. Desenvolvimento

5.1. Caracterização da empresa estudada

Empresa de grande porte do segmento de energia. O grupo possui diversos tipos de produtos e serviços que atendem transporte e geração de energia, lubrificantes para motores e equipamentos industriais. É uma das maiores empresas do mundo no setor energético, com mais de 100 anos de atuação, presente em 80 países e com cerca de 85 mil colaboradores.

No Brasil, no ramo de biocombustíveis começou em 2008, sendo a primeira empresa internacional de energia a investir no etanol brasileiro de cana-de-açúcar, podendo processar até 10 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano. Hoje, possui três usinas de produção de Etanol, localizadas nos estados de Minas Gerais e Goiás. O estudo foi realizado na unidade de Ituiutaba, MG.

5.2. Caracterização da área de estudo

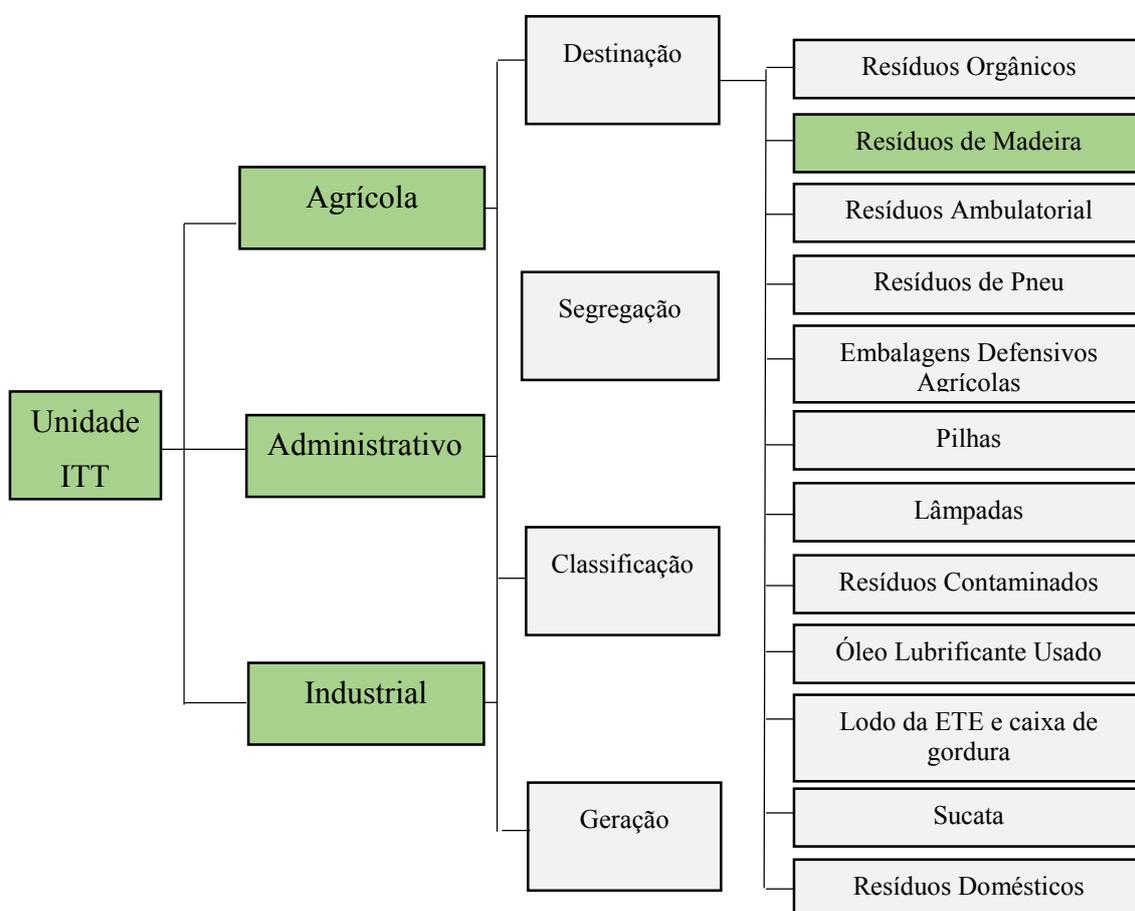
A unidade, que será chamada de “Unidade ITT” no presente estudo, é composta basicamente por três grandes áreas, sendo: Agrícola, Industrial e Administrativo. Na empresa, os resíduos podem ser divididos em quatro atividades. A Figura 11 demonstra as grandes áreas, as quatro subáreas destinadas ao tratamento de resíduos e onde será concentrado o estudo.

- Geração do resíduo: local de geração do resíduo, quantidade do resíduo a ser medida.

- Classificação do resíduo: define o tipo de resíduo, dentre as classificações, o que determinará seu tratamento.
- Segregação: procedimento de separação e triagem dos resíduos, segundo suas características, para evitar a contaminação de outros materiais, reduzir riscos e facilitar o acondicionamento, manuseio e transporte.
- Destinação: destino que será dado ao resíduo dada suas características.

O estudo foi desenvolvido na atividade de destinação de resíduo de materiais, e o objeto de estudo foi o resíduo de madeira, como segue no fluxo da Figura 11.

Figura 11 - Fluxo de processos das atividades



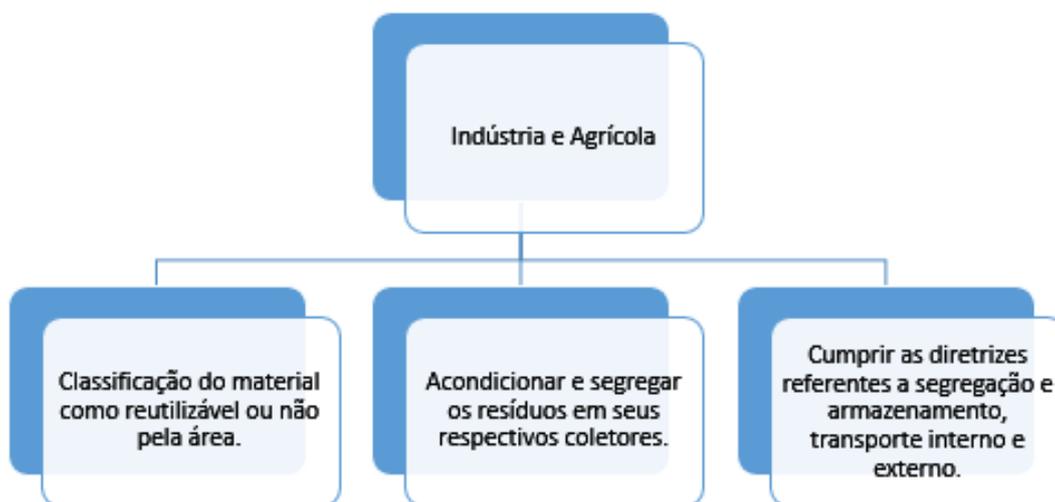
Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.2.1. Responsabilidades das Áreas

As três grandes áreas que compõem a empresa têm responsabilidades diferentes quanto a gestão de resíduos. Nas Figuras 12 e 13 estão as descrições das atividades, com as definições de responsabilidades de cada área. As áreas industriais e agrícola tem sob sua responsabilidade classificar o tipo de material como reutilizável ou não e posteriormente

serem acondicionados e segregados nos diversos coletores. Assim como, a empresa tem orientações a respeito das diretrizes de armazenamento e transporte interno e externo. A responsabilidade de cada setor é deixar este material pronto para ser destinado a central de resíduos. A área administrativa é responsável pela gestão da central de resíduos, sendo estes que determinam fatores como: quando e como determinados resíduos sairão da empresa para posterior destinação, qual melhor layout para armazenar os resíduos na central, verificar as alertas de segurança para o colaborador responsável na área, assim como, no transporte dentro da central de resíduos, no qual podem utilizar empilhadeiras, carrinhos de mão, entre outros.

Figura 12 - Responsabilidades áreas industrial e agrícola



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Figura 13 - Responsabilidades área administrativa



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.2.2. Central de resíduos

A central de resíduos é uma subárea administrativa que faz o gerenciamento dos resíduos. É uma área aberta, com espaço grande para depósito dos diversos tipos de resíduo. A Figura 14 ilustra a entrada da central de resíduos. O papel da central de resíduos é recolher os diversos resíduos das áreas, alocando cada um em sua devida classificação, armazenar e posteriormente definir a destinação. Do resíduo de madeira gerado, foco do estudo, 80% é pallet, que é utilizado para carga, transporte, suporte e estoque de materiais, os outros 20% são compostos pelo que é classificado como resíduos industriais: serragem, cepilho, cascas, pedaços de caixas, etc, que são utilizados, entre manuseio, transporte e armazenamento de materiais.

Figura 14- Entrada central de resíduos



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Como ilustrado na Figura 14, entrada da central de resíduos, apenas funcionários autorizados podem entrar no local, que conhecem a estrutura do local e com os devidos equipamentos de segurança.

Os resíduos que são gerados na empresa são classificados em doze categorias distintas, como se segue:

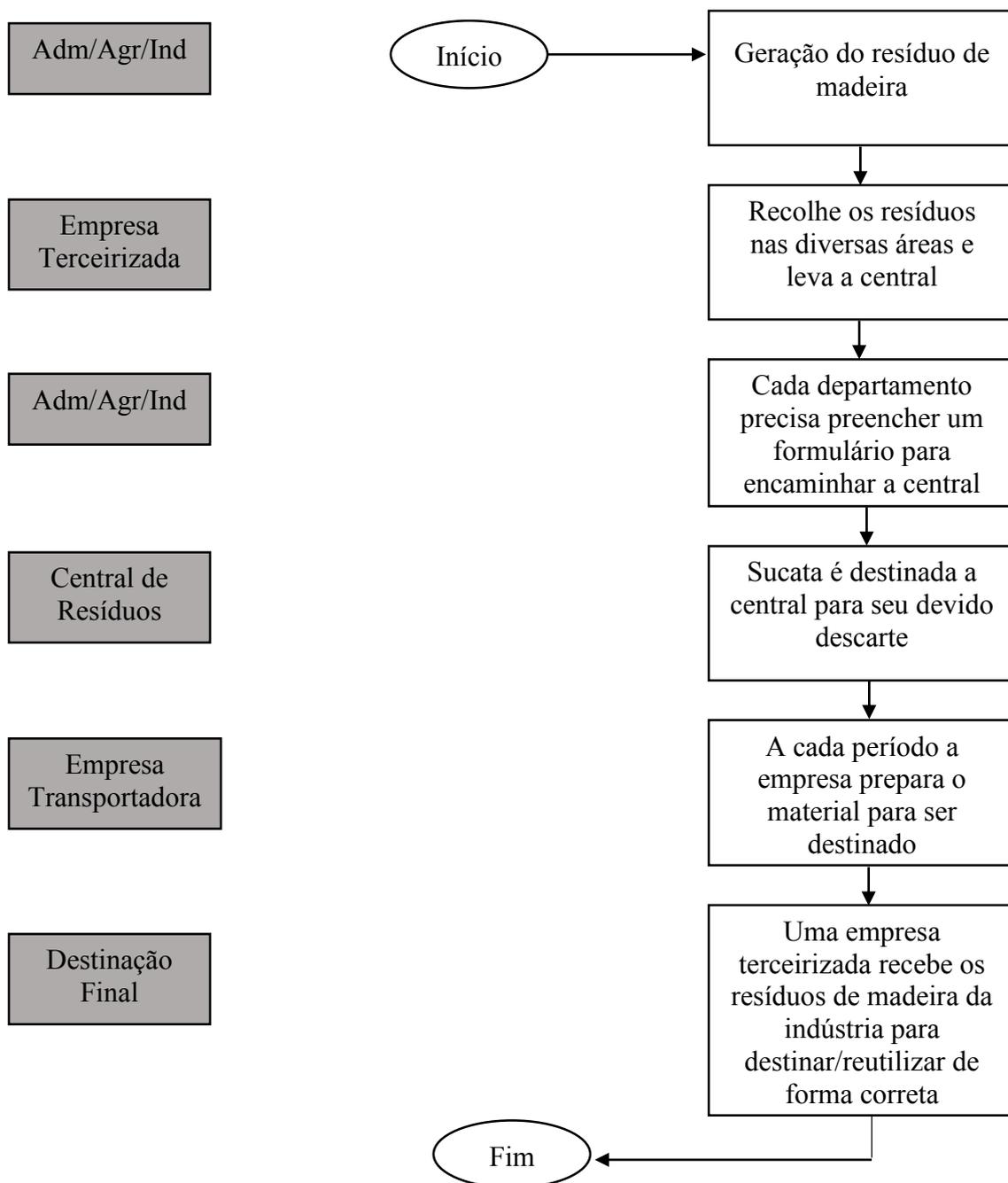
- Resíduos Orgânicos;
- Resíduos Domésticos;
- Resíduos Ambulatorial;
- Resíduos de Madeira;
- Resíduo de Pneu;
- Embalagens Defensivos Agrícolas;
- Pilhas;
- Lâmpadas;
- Resíduos Contaminados;
- Óleo Lubrificante Usado;
- Lodo de ETE e Caixa de Gordura;
- Sucata;

Cada tipo destes resíduos é gerado nas grandes áreas já citadas, porém nem todos vão para a central de resíduos, como por exemplo os resíduos orgânicos que são utilizados em um projeto de compostagem, processo biológico de reciclagem de matéria orgânica para produção de húmus, que pode ser utilizado para adubação. Na empresa, a política de preservação ao meio ambiente é de grande importância e os diversos projetos a respeito de preservação são estudados e aprofundados para posterior aplicação.

5.3. Processo de destinação do resíduo de madeira

O processo atual de destinação do resíduo de madeira na empresa, segue um fluxo de processos, que está demonstrado no fluxograma da Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma de processo de destinação do resíduo de madeira



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

1 – As três áreas, administrativo, indústria e agrícola geram resíduos de suas diversas atividades. O local que tem maior proveniência do resíduo de madeira é o almoxarifado, subárea industrial, responsável pelo recebimento de toda mercadoria das empresas que fornecem material a usina.

2 – Uma empresa terceirizada responsável pela segurança patrimonial e pela movimentação de material dentro da empresa recolhe estes resíduos e leva à central de resíduos.

3 – As áreas preenchem um formulário interno que descreve quais tipos de resíduos estão descartando, neste formulário tem dados como tipo de resíduo, acondicionamento, peso, entre outros, que servem para orientação da gestão da central de resíduos.

4 – O resíduo é destinado à central, e lá será definido seu armazenamento enquanto não é destinado o descarte.

5 – O resíduo de madeira é transportado pela empresa para a empresa destino que utilizará este resíduo.

5.4. Resultados e Discussões

Afim de mapear os custos associados à não reutilização do resíduo de madeira, foi realizado levantamento de dados para as três unidades da empresa. As empresas são tratadas pelas suas respectivas siglas para designar cada unidade da empresa, sendo “ITT”, unidade Ituiutaba, “ITB”, unidade Itumbiara e “TRP”, unidade tropical.

Os dados foram coletados com os respectivos setores responsáveis das três unidades. Para análise destes dados, foram coletados valores, tais como, a quantidade de resíduos de madeira (ton/ano), que é pesado ao chegar na central de resíduos para controle da quantidade a ser transportada e o custo, composto por: transporte da empresa para o destino final, armazenamento do resíduo e tratamento do resíduo. Na Tabela 5 encontra-se a relação entre o volume gerado e o custo associado.

Tabela 5 - Volume gerado de resíduo e custo associado

Unidade	Volume Gerado (ton/ano)	Custo (R\$)
ITT	42,42	R\$ 44.451,00
ITB	40,86	R\$ 48.733,00
TRP	76,53	R\$ 64.856,50
Total	159,81	R\$ 158.040,5

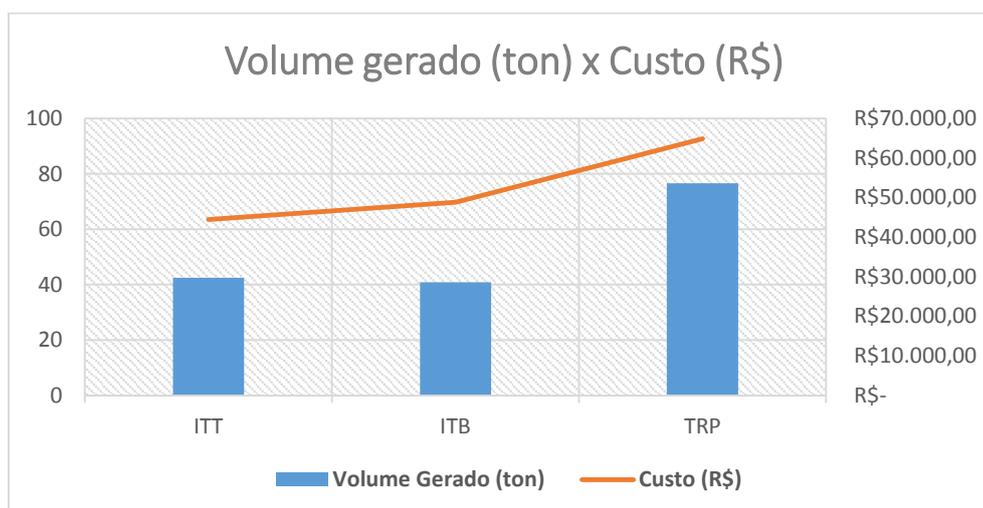
Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Pode ser observado que o custo associado ao transporte e armazenamento do resíduo não é diretamente proporcional ao volume gerado nas três unidades, isto se

deve as particularidades e preferências de cada unidade. Na unidade de ITT o transporte é realizado pela própria empresa, já nas outras unidades não ocorre o mesmo devido a alguns fatores, como: local onde é situada a usina, a distância ao local de destinação e outros fatores, uma vez que isso implica diretamente no custo. A empresa considera como fator decisivo na execução de qualquer operação, o que é chamado na empresa de “exposição ao risco”, que é qualquer atividade que envolva algum tipo de risco ao colaborador. Desta forma, sabendo que a unidade de ITT realiza o transporte rodoviário do resíduo à empresa de destinação, o motorista fica exposto a qualquer inconveniente nas rodovias.

Na Figura 16 pode ser observado a relação de volume de resíduo gerado e o custo associado.

Figura 16 - Relação volume gerado (kg) x Custo (R\$)



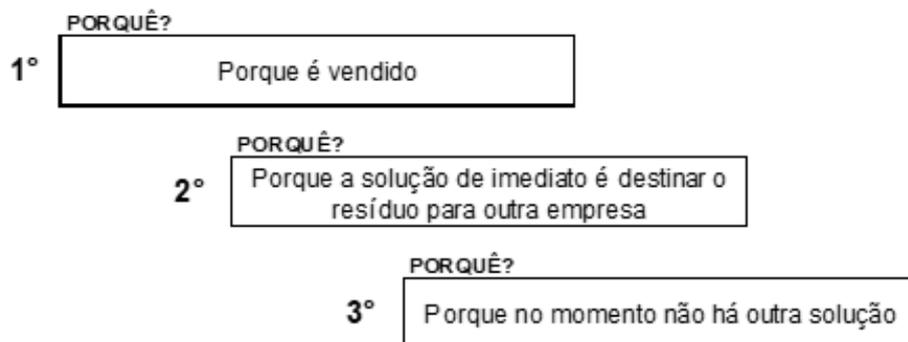
Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.4.1. Definição do problema

Para definição da causa raiz do problema foi utilizada a ferramenta “5 porquês”. Esta ferramenta permite encontrar a causa raiz de um problema explorando as limitações do problema e as razões pelas quais não se propôs um plano de ação. Na Figura 17 é mostrada a resolução a partir da definição do problema:

Definição do problema: Resíduo de madeira não é reutilizado

Figura 17 - “5 porquês” para definição da causa raiz



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Para a definição da causa raiz foram suficientes “3 porquês”. Na empresa, apesar de possuir uma grande influência para realização de projetos que estimulem preservação do meio ambiente, ainda não tinha sido proposto um projeto como solução e que pudesse reutilizar o resíduo de madeira.

5.4.2. Análise da proposta I

Diante disto, foi realizado um *brainstorming* para identificar as possíveis soluções para reutilização deste material dentro da empresa. A princípio, utilizando uma estratégia de mercado, *benchmarking*, que serve para entender e analisar o que outras empresas do mesmo setor fazem com seus projetos, dificuldades e que podem ser reaplicadas na empresa que está fomentando realizar uma modificação ou ideia. Com a realização do *brainstorming* e com análise mais aprofundada de *benchmarking* foi possível fazer o levantamento de duas soluções.

Desta forma, sem considerar as limitações da empresa, foram levantadas duas possíveis soluções, que serão objetos de estudo de viabilidade. Sendo estas:

Opção 1: Utilizar o resíduo de madeira para geração de energia;

Opção 2: Utilizar o resíduo de madeira para partida a frio no início de safra.

A partir destas opções, foram realizadas análises quanto aos procedimentos da empresa. Para geração de energia elétrica em uma usina sucroalcooleira a matéria-prima principal é o bagaço de cana, resultante do esmagamento da cana-de-açúcar, e outra matéria-prima que pode ser utilizada para alimentar a caldeira é o cavaco de madeira. Esse pode compor na mistura até 20% em peso – limite operacional estipulado pelo

fabricante. Na unidade esta mistura é utilizada como estratégia, caso em algum momento no período de safra, por carência de bagaço de cana seja necessário utilizar uma composição maior de cavaco de madeira. O valor pago pela tonelada de cavaco de madeira para a mistura é de R\$125,00, sendo que este cavaco é restrito a características importantes, como seu tamanho, que quanto menor for mais se assemelha ao tamanho do bagaço. Para compor a mistura é necessário que o cavaco tenha as seguintes características: ser cavaco predominantemente do tipo PEQUENO, MÉDIO E COMUM. Na Figura 18 seguem as dimensões. Cavaco do tipo “ACIMA” e “GRANDE”, ou valores com dimensões maiores que estas não são aceitos na composição.

Figura 18 - Dimensões do cavaco de madeira



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A mistura de cavaco ao bagaço é a formação de um pequeno monte de bagaço e cavaco misturados, sendo que nesta mistura, não poderá ter restos de materiais ferrosos, devido as especificações da caldeira.

Para realizar a mistura deste processo uma sequência de passos é realizada. Na Figura 19, uma pá carregadeira faz um “monte de bagaço de cana” com seis cargas, uma carga corresponde a uma pá cheia, deixando o material separado para realizar a mistura.

Figura 19 - Fazer base de bagaço



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Na sequência, Figura 20, a pá carregadeira deve pegar uma carga do monte de cavaco, que também está separado. Esta proporção de seis cargas de monte de bagaço para uma carga do monte de cavaco de madeira deve ser mantida devido a quantidade de bagaço necessária no processo tenha que ser sempre igual ou superior a seis vezes, para não atrapalhar na combustão.

Figura 20 - Buscar uma carga de cavaco



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Ao pegar a carga de cavaco, esta é levada ao monte de bagaço e em seguida cobre a base de bagaço, como mostrado na Figura 21.

Figura 21 - Cobrir a base de bagaço com a carga de cavaco



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Depois disto, é formado o monte no qual está o cavaco sob o monte de bagaço, mas a operação ainda não está completa, como mostrado na Figura 22.

Figura 22 - Cavaco sobre o bagaço



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Para tornar a mistura homogênea a pá carregadeira movimenta o monte para realizar a mistura, na Figura 23 mostra a pá carregadeira sob o monte da mistura e a modelagem do monte pela pá é o único meio utilizado para fazer a mistura.

Figura 23 - Movimentação para obter mistura homogênea



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O monte final da mistura é formado pela repetição de todos os passos anteriores e depois disto é feita a dosagem diretamente para a moega, que é uma estrutura para acondicionamento de materiais após algum processo. Na Figura 24, a pá carregadeira está preparada para levar a mistura preparada.

Figura 24 - Pá carregadeira levando mistura a moega



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O cavaco tem em média umidade bem inferior à do bagaço (usualmente entre 20 e 35%) e seu poder calorífico inferior é cerca de 70% superior ao do bagaço. Portanto, o cavaco permite gerar vapor com uma alimentação de combustível menor, ou seja, numa moagem normal haverá excedente de bagaço para estoque e posterior cogeração. Esta tendência será maior com o aumento da proporção de cavaco na mistura.

5.4.3. Análise da proposta II

Para a outra opção de reutilização do resíduo de madeira, foram levantados novos dados. Na unidade, é armazenado com umidade de 50% e 55% um estoque de bagaço para ser utilizado na partida a frio no início da safra.

A partida a frio é necessária para acender a caldeira no começo de safra devido ao período que esta ficou desligada no período de entressafra, no qual fica por aproximadamente três meses desligada, fazendo com que a caldeira esfrie totalmente. O ideal é que este processo seja utilizado somente no começo da safra e que a caldeira se mantenha acesa por todo o período de safra. A reserva de biomassa para acender a caldeira nunca pode ser inferior a 15 toneladas.

Para acender a caldeira pode ser utilizado cavaco de madeira ou madeira sólida. O processo que é realizado hoje na empresa é a compra de tora de eucalipto, que é mantida reservada durante todo o período, compreendendo entressafra e safra, e no começo da safra é utilizada na fonalha, juntamente com o bagaço de cana, que é colocado na fonalha por suspensão, para ser queimado. O material de madeira a ser utilizado, independente da forma que seja utilizado precisa atender a algumas especificações para compor o combustível da fonalha, tais como:

- O material deve ser madeira seca;
- Se for redondo, deve ser 1100mm de comprimento e 200mm de diâmetro;
- Se for plano, 1100mm de comprimento e 300 mm de largura;
- Ausente de materiais ferrosos.

As medidas remetem ao tamanho da fonalha, que será abastecida com a madeira, e a características que não permite a presença de materiais ferrosos se deve as especificações da caldeira.

A partir destas restrições foi necessário avaliar cada uma das opções e estudar a viabilidade destas. Dado que o resíduo de madeira é composto quase completamente por palete, seriam duas tratativas a verificar, utilizando o palete como matéria-prima de ambas as tratativas. Inicialmente, foram levantadas as principais dificuldades para as duas tratativas, que estão na Tabela 6.

Tabela 6 - Propostas para reutilização do resíduo de madeira

Proposta I – Resíduo de madeira para geração de energia	Proposta II – Resíduo de madeira para partida a frio caldeira
- Triturar o cavaco	- Adequar madeira para colocar na fornalha (ausente de pregos e tamanho adequado)
- Transportar o cavaco da central de resíduos ao pátio de armazenamento	- Transporte da madeira ao pátio de armazenamento

Fonte: Elaborados pelos autores (2018)

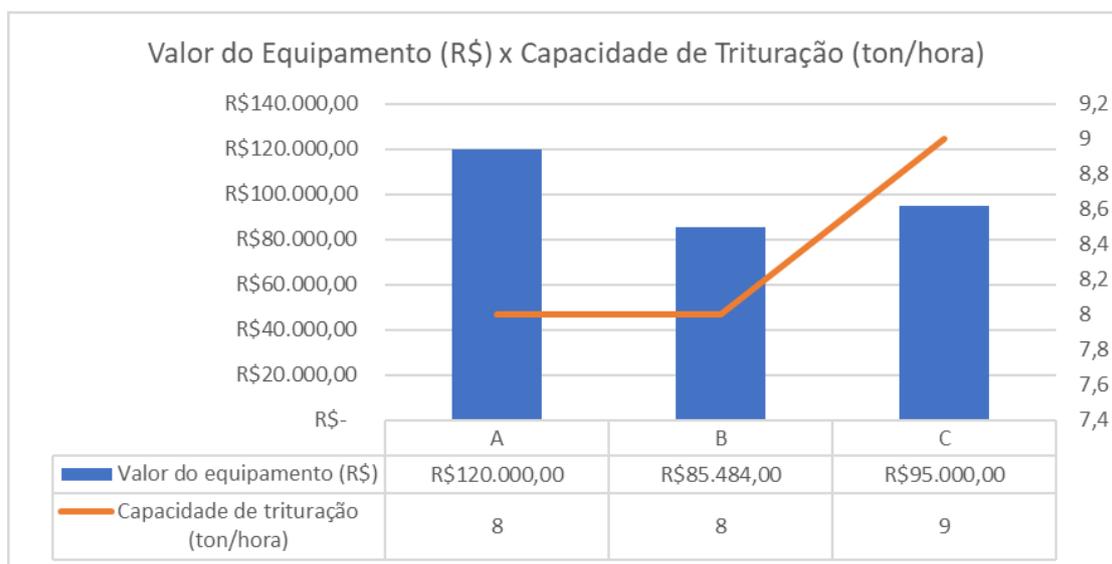
5.4.4. Propor Soluções

A fim de verificar qual alternativa se tornaria mais viável, as duas serão analisadas quanto à facilidade e dificuldades na implementação.

5.4.4.1. Resíduo de madeira para geração de energia

Para utilizar o resíduo de madeira para geração de energia e compor a mistura associada ao bagaço de cana é necessário triturar este material e deixar ausente de materiais ferrosos, para se assemelhar ao bagaço. Desta forma, foram cotados valores em três empresas que vendem máquinas para triturar materiais diversos. Na Figura 25 segue relação de três fornecedores e características que foram levantadas. Os valores dos picadores de madeira de cada fornecedor estão demonstrados no gráfico, assim como sua capacidade de trituração do resíduo. Devido as especificações da caldeira exigirem que qualquer material combustível seja ausente de materiais ferrosos foi necessário que a cotação tivesse um separador de metais, como no caso do fornecedor A que possui um eletroímã acoplado ao sistema, que faria a separação destes materiais ferrosos. Os fornecedores A e B não possuíam estas máquinas com eletroímã.

Figura 25 - Valor do equipamento e capacidade de trituração



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Como pode ser observado na Figura 25, dos três fornecedores, o fornecedor A é composto por eletroímã e os fornecedores B e C são ausentes destes, isto justifica o valor mais divergente do fornecedor A, e da mesma forma, os fornecedores A e B, que não possuem eletroímã não serviriam para a finalidade desta forma, então seria necessário acoplar um eletroímã para atender à necessidade. Estas máquinas foram as mais adequadas levando em consideração a quantidade a ser moída e ainda assim, ao entrar em contato com os fornecedores e explicar a necessidade de um picador de madeira, eles questionaram a quantidade de material e como pode ser observado, a quantidade de material para triturar é pequena relativa a capacidade de cada máquina, dado que a quantidade a ser moída é de 160 toneladas por ano, para as três unidades, e o investimento necessário seria uma máquina trituradora para cada unidade.

O objetivo da proposta é utilizar a unidade de ITT como modelo para possível projeto piloto, sendo as unidades igualitárias nos processos, o que fosse aplicado em uma seria válido as outras.

Ainda avaliando esta proposta e inserindo os gestores no referido contexto, foram colocadas as condições para instalação de um picador de madeira na central de resíduos, ou ainda no pátio de armazenamento industrial, e foram colocadas estas considerações a seguir:

- Um eletroímã acoplado aumenta a robustez e valor do equipamento. A Figura 26 mostra um picador de madeira com eletroímã.

Figura 26 - Picador de madeira



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

- Funcionário para manusear a máquina, necessitando de treinamento específico para a função, para segurança do colaborador.
- Espaço destinado a instalação das máquinas (energia, espaço).

5.4.4.2. Resíduo de madeira para start caldeira

Para análise da segunda opção, foi necessário avaliar qual a vantagem em utilizar o resíduo de madeira para partida a frio da caldeira. No processo atual, é comprado tora de eucalipto uma vez por ano e armazenado sob uma lona no pátio, no espaço industrial da empresa, o que é proposital dado transporte desta tora a fornalha, quando necessário. O processo é muito simples, dado que este espaço no pátio é reservado para esta finalidade. O material é descarregado no pátio pela empresa que fornece a tora de eucalipto, sendo a empresa fornecedora a responsável pelo descarregamento e transporte do material, e este é enfileirado e mantido com uma cobertura de lona. O mesmo espaço é cercado por cones, para identificação.

O valor que a empresa paga por m³ de tora de eucalipto, como combustível para partida da caldeira é de R\$77,9m³ e o volume total comprado para as três unidades é de 570m³, o que gera um custo de R\$44403,00. Sob orientação do setor de utilidades, para fazer a comparação da eficiência do palete, este seria considerado desmontado, em forma de tábua, que é uma das formas de acomodar a madeira na fornalha. Na Tabela 7 estão alguns dados fornecidos pela empresa, para serem utilizados na análise.

Tabela 7 – Relação palete x tora de eucalipto

	Palete de Eucalipto	Tora de Eucalipto
Densidade (kg/m ³)	375,0	750,0
Volume Bruto (m ³)	426,7	570,0
Massa (kg)	370370	494760
Poder calorífico (Mcal/ton)	2207,0	4400,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A madeira do palete e da tora, ambas são de eucalipto, e considerando os dados fornecidos, dado que o poder calorífico da tora de eucalipto é aproximadamente duas vezes maior que do palete de eucalipto, seria necessário 2,5 vezes a mais de palete de eucalipto para compensar o uso da tora. Assim, o volume real a ser considerado de palete de eucalipto é seu valor total (426,7 m³), porém, deve-se considerar os dados de poder calorífico e densidade, que corresponde ao valor líquido de 170,68m³. Este valor de palete de eucalipto pode ser utilizado para acender a caldeira e assim diminuir a quantidade de tora de eucalipto que é comprada. A quantidade de palete correspondente ao volume que é necessário é de aproximadamente 30%. Desta forma, a quantidade de tora de eucalipto a ser comprada seria de 399,32m³. Na Tabela 8 segue os valores reais que seriam utilizados para acender a caldeira.

Tabela 8 – Valores obtidos após cálculo de eficiência

Volume de Palete de Eucalipto (m ³)	170,68
Volume Percentual Obtido (%)	0,3
Volume de Tora de Eucalipto (m ³)	399,32

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O valor pago na compra de tora de eucalipto no começo da safra é de R\$44403,00, ao substituir parte deste material pelo palete de eucalipto, o valor cai para R\$31107,10,

gerando economia de R\$13295,90, como segue na Tabela 9. Do ponto de vista lucrativo, o valor não é alto, entretanto, ao utilizar o resíduo de madeira para um processo que já existe na empresa é possível reciclar o processo de forma mais sustentável. Outros fatores que devem ser considerados para esta aplicação são:

- Local para armazenamento das tábuas;
- Retirada dos pregos da tábua de palete.

O local para armazenamento das tábuas desmontadas ficará inicialmente na central de resíduos e aos poucos sendo levadas ao pátio de armazenamento, localizado perto da caldeira, para facilitar o transporte. E a retirada de pregos será realizada por colaboradores da central de resíduos, devidamente treinados.

Tabela 9 – Redução de tora de eucalipto

	Antes	Redução	Depois
Tora de Eucalipto (m ³)	570,0	170,68	399,32
Valor (R\$)	44403,00	13295,90	31107,10

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.4.4.3. Matriz de priorização

Para decidir qual proposta seria mais adequada foi necessário avaliar as dificuldades e a relevância do estudo, levando em consideração os objetivos como diminuir o custo, reutilizar a madeira diminuindo o impacto no meio ambiente, etc. Para isto, em definição com a equipe que estava auxiliando no desenvolvimento do estudo foi feito um levantamento através da matriz de priorização básico. Os critérios avaliados na matriz são: benefícios, abrangência, satisfação interna, investimentos, cliente e operação. Cada um destes critérios é avaliado numa escala de 1 a 5, no qual o valor mais alto é de maior importância. O resultado é a partir da soma de todos os critérios, onde o projeto com maior somatória é ranqueado com prioridade. Desta forma, para cada uma das propostas, avaliando os diversos critérios, a segunda solução – resíduo de madeira para partida a frio – seria a mais viável. Para definir a pontuação de cada um dos itens da matriz de priorização participaram representantes da gestão da central de resíduos, líder de

caldeiraria, analista de responsabilidade ambiental e assistente de projetos. A Tabela 10 demonstra qual foi a melhor solução passível de investimento.

Tabela 10 – Definição de proposta com a ferramenta matriz de priorização

Matriz de Priorização BASICO								
	B	A	S	I	C	O	Total	Ranking
Solução								
I	3	2	3	2	3	2	15	2°
II	3	3	3	4	3	4	20	1°

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A utilização da matriz de priorização auxiliou de forma simplificada. Para avaliação, cada um dos participantes votou no nível de relevância que achava adequado e depois foi realizada média entre os resultados individuais para compor o resultado final.

5.4.4.4. Definição de proposta

A partir da definição de qual proposta seria mais relevante, foi necessário avaliar qual dificuldade a proposta individual teria para ser implementada.

Como já era definido a respeito do resíduo de madeira, que após ser recolhido nos setores é levado para a central de resíduos e tratado para destinação no mesmo local, não seria diferente na proposta, o resíduo de madeira ainda ficaria armazenado e tratado na central de resíduos, o que não mudaria nada na operação. Além disto, seria necessário um colaborador para preparar este resíduo (desmontar o palete e fazer a retirada dos pregos). A central de resíduos conta com três colaboradores que exercem as funções diversas no local, desta forma, dentre os funcionários que já são responsáveis por organização na central de resíduos poderiam receber treinamento e ferramentas adequadas poderia fazer a retirada destes pregos.

Em seguida, após este material ser tratado, visto que já tem um local no espaço industrial da empresa disponível para armazenamento de madeira para a partida a frio, o material seria levado aos poucos para o espaço destinado, a fim de acumular para ser usado quando fosse necessário.

A proposta não afetaria de forma significativa o processo atual, visto que já possui um local adequado para armazenamento das tábuas como reserva e já tem funcionários que tratam apenas dos materiais que são levados para a central de resíduos. Para ambos os casos, seriam feitas modificações de baixo impacto.

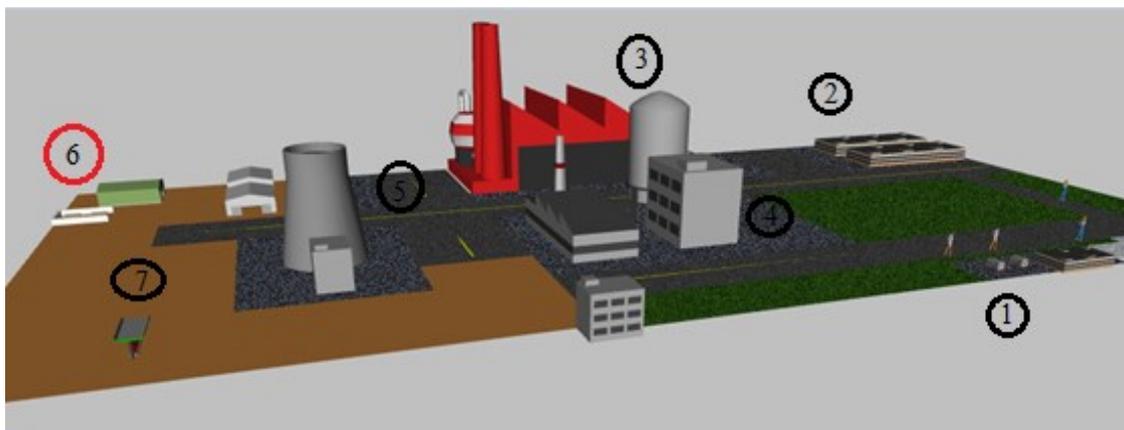
Como a proposta foi desenvolvida com responsáveis na empresa está seria levada ao setor de projetos e financiamento, para posterior validação. Toda proposta de implementação na empresa é avaliada por todos os setores de impacto e pelos presentes durante o acompanhamento, para possível definição de projeto piloto. Desta forma, foi formalizada a proposta e apresentada e aguarda resposta para implementação.

5.4.4.5. Software de aplicação

Para efeito de demonstração do estudo de caso, foi utilizado o *software Anylogic*, que é uma ferramenta de modelagem e simulação que permite a modelação de sistemas através de três métodos: dinâmica de sistemas, simulação orientada a eventos discretos e modelação baseada em agentes. Esse software pode ser aplicado em diversas áreas, tais como: sistemas de produção, logística e transportes, análise de estratégia de negócio, entre outras. Nesta aplicação, foi desenvolvida uma simulação que demonstra a proposta-solução, no qual é possível observar a movimentação e transporte dentro da empresa. A Figura 27 demonstra o local em que foi o objeto de estudo, bem como as demais áreas da usina.

- 1 - Portaria destinada as áreas industriais e agrícola;
- 2 - Setor de planejamento e controle industrial;
- 3 – Indústria;
- 4 – Espaço reservado aos processos da indústria;
- 5 – Espaço de circulação;
- 6- Área de estudo: central de tratamento de resíduos;
- 7- Portaria para acesso a manutenção automotiva agrícola.

Figura 27 – Perspectiva frontal da usina



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Após um breve conhecimento sobre a disposição das extensões da empresa, na Figura 28 por meio da perspectiva superior é possível identificar com maior clareza a área objeto de estudo desse trabalho.

Figura 28 - Perspectiva superior da usina



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Ambas as imagens, perspectivas frontal e superior da usina, permitem verificar a movimentação que seria necessária para a transferência da central de resíduos (6) para o

espaço industrial (3). A empresa conta com uma distância de aproximadamente 1 km, pelas vias de acesso de um local ao outro.

6. Conclusão

Para desenvolvimento do estudo foi necessário conhecer as particularidades do processo da empresa assim como aprofundar conhecimento em assuntos específicos como caldeira e resíduos. As etapas ao longo do processo não seriam possíveis sem auxílio dos setores responsáveis e conhecimento de ferramentas para mapeamento de processos, definição de problemas e definição de soluções. Conforme um passo diferente era acrescentado era necessário nova ferramenta e novos conhecimentos passavam a ser adquiridos. Caso a proposta seja validada, será possível economizar, anualmente, R\$13295,90, que corresponde ao valor de utilização de parte do palete de eucalipto como combustível para acender a caldeira, além dos valores associados ao custo de transporte, armazenamento e tratamento dos resíduos, que no processo atual totaliza para as três unidades R\$158040,50. Além de ser sustentável, visto que não é prejudicial ao meio ambiente e reutiliza o resíduo de madeira.

Referências Bibliográficas

ADMINISTRÇÃO DA PRODUÇÃO: ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DE COLCHÃO. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/administracao-da-producao-analise-do-processo-de-producao-de-uma-empresa-de-colchao/64556/>>. Acesso em 02 de Novembro de 2017.

ANDRADE, F. F; MELHADO, S. B. **O Método de Melhoria do PDCA**. Artigo técnico apresentado à Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2003.

ARIOLI, Edir Edemir. **Análise e solução de problemas: o método da qualidade total**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark,1998.

BERK, J. **Administração da qualidade total**. São Paulo: IBRASA, 1997.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerência da Qualidade Total: Estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1989.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. Belo Horizonte: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 4 ed 2005.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina de trabalho do dia a dia**. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottani, 1996.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia. Belo Horizonte: UFMG e Fundação Christiano Ottoni**. Rio de Janeiro: Bloch, 1ª edição. 1994 (p. 114). – adaptação.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade Total: Padronização de empresas**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CHAVES, J. B. P. **Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos**. Viçosa: Departamento de Tecnologia de Alimentos (UFV), 1997.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade conceitos e técnicas**. 2 ed. São Paulo: Editora Altas S.A, 2012.

DEMING, W. Edwards. **Qualidade: a revolução na administração**. Rio de Janeiro, Marques-Saraiva, 1990.

FALCONI, V. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. 2 ed. Belo Horizonte: QFCO, 1996.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. "Proálcool"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/proalcool.htm>>. Acesso em 22 de junho de 2018.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total – gestão e sistemas**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Ana Carolina da Silva; PENEDO, Antônio Sérgio Torres. **Círculo de Controle de Qualidade como Ferramenta para diminuição de custo numa indústria de fiação de algodão na cidade de Ituverava**. Nucleus Revista Científica de Fundação Educacional de Ituverava, volume 5, número 1. Abril de 2008.

JENDIROBA, E. **Questões ambientais no manejo da agroindústria canavieira**. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. Atualização em produção de cana de açúcar. Piracicaba: CP 2, 2006.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da Produção**, 2ª edição, Saraiva, 2005.

NEVES, T. F. **Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2007.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.

PALADINI, E. P. **Ferramentas para a Gestão da Qualidade**. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. (coord). **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier - ABEPRO, 2012.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática – Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total**. 2 ed. São Paulo: Atlas S.A., 1997.

PACHECO, G.; SILVA, F. F. da. **Utilização de Resíduos Gerados por Indústria do Setor Sucroalcooleiro, Pela RAUDI Indústria e Comércio LTDA, na Produção de Bicarbonato de Sódio.** Agro@ambiente On-line. v. 2, n. 1, jan/jun, Boa Vista, 2008.

PEINADO, Jurandir, GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel (et. all). **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** São Paulo. Atlas. 1999.

SILVA, Jane Azevedo da; **Apostila de Controle da Qualidade I.** Juiz de Fora: UFJF, 2006.

TOLEDO, J.C. **Gestão da Qualidade na Agroindústria.** p.465-517. In; BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial.** Ed Atlas, São Paulo, 2ª Ed, v.1, 2001, 690p.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte : Fundação Christiano Ottoni, UFMG, 1995.

WRIGHT, R. Environmental Science: Towardt A. **Sustainable Future,** 9/E. Londres, Prentice Hall, 2004.