

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA**

RODRIGO RAMIRES

**MELHORA DO APROVEITAMENTO DE MOAGEM ATRAVÉS DO CICLO PDCA
E FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA USINA
PRODUTORA DE ETANOL**

DOURADOS - MS

2012

RODRIGO RAMIRES

**MELHORA DO APROVEITAMENTO DE MOAGEM ATRAVÉS DO CICLO PDCA
E FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA USINA
PRODUTORA DE ETANOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Alexandre Formigoni, Msc.

DOURADOS/MS

2012

Rodrigo Ramires

MELHORA DO APROVEITAMENTO DE MOAGEM ATRAVÉS DO CICLO
PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA
USINA PRODUTORA DE ETANOL

Este trabalho de graduação foi julgado e aprovado para a obtenção do grau de Engenheiro de
Produção conferido pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade
Federal da Grande Dourados.

Dourados/MS, 06 de Julho de 2011.

BANCA EXAMINADORA

.....

Prof. Alexandre Formigoni

.....

Prof. Walter Roberto Hernandez Vergara

.....

Eng. Fernando Marques Junqueira

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial meu falecido pai que sempre me apoiou em minhas decisões.

Agradeço aos meus tios que sempre estiveram presentes durante minha graduação.

Agradeço a minha mãe que sempre me ajudou.

Agradeço a meus amigos de faculdade por termos nos ajudados a superar as dificuldades da graduação.

RESUMO

No mundo corporativo, as organizações que possuem gestões eficientes, conquistam mercados e se estabelecem por um longo período de tempo. Empresas que produzem através de processos contínuos e tem mercado garantido para seus produtos, como é o caso da área de combustíveis sustentáveis, não devem perder tempo em sua produção. Pensando nisso este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo o melhoramento do aproveitamento de moagem de uma usina produtora de etanol através da cana-de-açúcar, utilizando a junção das Ferramentas da Qualidade com o Ciclo PDCA. O estudo de caso em questão trata a busca de melhoria dos principais problemas identificados como causadores de um rendimento de aproveitamento de moagem abaixo da meta da empresa em questão. Posteriormente a aplicação dos melhoramentos foi possível realizar uma comparação se o método de análise de falhas é eficiente

Palavras-chave: Ciclo PDCA. Ferramentas da Qualidade. Aproveitamento de moagem.

ABSTRACT

In a corporate world, organizations that have efficient management, gain market place and get established for a long time. Companies that produce through continuous process and has guaranteed market for their products, like the sustainable fuels, shouldn't lose time on production. Thinking about it, this monograph aims to improve the milling`s performance of a mill ethanol producer through the sugar cane, using the splice between Quality Tools and PDCA Cycle. This study of case in question looks for improvement to the worst problems identified as the causative of low standard milling company's. After the application of the improvements, it was possible to make a comparison if the failure analysis method is efficient.

Key words: PDCA Cycle. Quality Tools. Milling`s performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Natureza do produto	21
Figura 2: Ciclo PDCA	25
Figura 3: Conceito básico da qualidade	26
Figura 4: Diagrama Causa-Efeito	30
Figura 5: Interfaces entre o Masp e o PDCA	42
Figura 6: Ciclo PDCA/Ferramentas da Qualidade aplicado no estudo de caso	56
Figura 7: Diagrama de Ishikawa – embuchamento de cana	66
Figura 8: Diagrama de Ishikawa – bagaço úmido	67

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1: Condução do estudo de caso	50
Fluxograma 2: Fluxograma do processo de extração do estudo de caso	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparação da venda de Etanol (anidro + hidratado) e Gasolina A (sem etanol anidro)	14
Gráfico 2: Produção de etanol hidratado entre 2001 e 2010	15
Gráfico 3: Histograma	33
Gráfico 4: Gráfico de Pareto	34
Gráfico 5: Diagrama de Correlação	36
Gráfico 6: Gráfico de Controle	40
Gráfico 7: Aproveitamento de moagem safra 2011/2012	55
Gráfico 8: Histograma dos tempos de parada em horas	59
Gráfico 9: Histograma do número de ocorrências	60
Gráfico 10: Diagrama de Pareto – problemas em quantidade de horas de parada de moagem	61
Gráfico 11: Diagrama de Pareto – problemas em número de ocorrências	62
Gráfico 12: Principais problemas identificados pelo Diagrama de Pareto	63
Gráfico 13: Aproveitamento de moagem após as aplicações de melhoria	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura do trabalho	18
Quadro 2: Natureza do produto	19
Quadro 3: Etapas do Ciclo PDCA	25
Quadro 4: Tipos de ferramentas da qualidade	28
Quadro 5: As sete ferramentas da qualidade e suas respectivas funções	29
Quadro 6: Modelo de folha de verificação	32
Quadro 7: Simbologia de Fluxograma	38
Quadro 8: Método de Solução de Problemas	41
Quadro 9: Razões para mensurar indicadores	43
Quadro 10: Tipos genéricos de indicadores	44
Quadro 11: Indicadores sucroalcooleiros	46
Quadro 12: Indicadores na empresa em estudo	54
Quadro 13: Paradas de Indústria e Agrícola	57
Quadro 14: Problemas que geraram paradas na indústria	58
Quadro 15: Local das ocorrências das paradas por embuchamento de cana	65
Quadro 16: Local das ocorrências das paradas por bagaço úmido	65
Quadro 17: Problemas que geraram paradas na indústria após a aplicação das melhorias	69
Quadro 18: Histórico de aproveitamento de moagem industrial	71
Quadro 19: Formulário de paradas de moagem – Folha de Verificação	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	15
1.2. OBJETIVOS	16
1.2.1. Objetivo Geral	16
1.2.2. Objetivos Específicos.....	16
1.3. JUSTIFICATIVA	16
1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	17
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
2.1.1. Tipos de sistemas produtivos.....	20
2.2. CICLO PDCA	22
2.2.1. Conceito	22
2.2.2. Etapas do Ciclo PDCA	24
2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE	26
2.3.1. Diagrama de causa-efeito.....	30
2.3.2. Folha de verificação.....	32
2.3.3. Histograma	33
2.3.4. Gráfico de Pareto.....	34
2.3.5. Diagrama de correlação	35
2.3.6. Fluxograma	36
2.3.7. Gráfico de Controle.....	39
2.4. JUNÇÃO DO PDCA COM AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE	40
2.5. INDICADORES DE DESEMPENHO	42
2.5.1. Indicadores no segmento sucroalcooleiro.....	45
3. METODOLOGIA	49
3.1. CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO	49

4. ESTUDO DE CASO.....	52
4.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	52
4.2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	53
4.3. APLICAÇÃO DO CICLO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	56
4.4. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	70
5. CONCLUSÃO	72
6. REFERÊNCIAS	73
ANEXO 1.....	77

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas tem se desdobrado de inúmeras formas diferentes a fim de manterem-se ativas, com seus negócios, no mundo corporativo. Independente do segmento que a organização se localiza, existem várias dificuldades como, demanda, produção, qualidade, competitividade, localização geográfica, impostos, flutuações do mercado, crises governamentais, que influenciam no andamento de sua vida financeira.

Na área sucroalcooleira esta realidade não se posta de maneira diferente. Durante a história, este segmento sempre foi considerado flutuante demais, a ponto de não ser considerado digno de confiança por inúmeras empresas e países, e conseqüentemente mau visto. Mas tentativas com o intuito de consolidar este segmento, podem ser observadas ao longo da história do governo brasileiro. O Brasil tinha grande interesse nesta cultura porque, além da área agrícola sempre demonstrar facilidade para lidar com a cultura da cana-de-açúcar, o mundo necessitava de um combustível como alternativa em caso de crise do petróleo.

Uma das principais ações da história, neste segmento, do governo brasileiro, aconteceu em 1975, onde foi criado por meio do Decreto 76593/75, o Programa Nacional de Álcool (Proálcool), devido 90% da gasolina ser importada e para oferecer um mercado alternativo ao açúcar, foi implantado este programa. O governo, com a criação do Proálcool, tinha então dois objetivos: (i) diminuir sua necessidade de importação de gasolina, colocando a mesma uma porcentagem de álcool e (ii) dar alternativas aos produtores de açúcar, pois atravessavam períodos de queda nos preços. Mas em 1989, com a queda do preço do barril de petróleo e o aumento do preço da saca de açúcar, fez com que reduzisse o abastecimento de etanol, com consequência uma grave crise de falta de álcool no mercado (BASTOS 2007; COSTA, 2009; VIEIRA; LIMA; BRAGA, 2007).

Então com a crise instaurada no setor de combustíveis, foi sendo reduzida a comercialização de carros movidos a etanol, chegando em 2001, a uma faixa de 1,02% do total de automóveis comercializados no país, mostrando assim que o mercado ainda não estava preparado para este combustível (ÚNICA, 2012).

Mesmo com as crises que ocorreram, a sempre presente necessidade de fontes energéticas como alternativa para diversos países, movimentos sociais a favor da preservação ambiental e com a ajuda tecnológica que surgiu no ano de 2003, ocorreu uma nova chance de

o país retomar esse mercado, com o advento do carro *flex-fuel*¹. A possibilidade de um veículo utilizar tanto etanol como gasolina nos motores, gerando no Brasil e consequentemente para o resto do mundo, uma maior versatilidade para o consumo de combustíveis (TOLMASQUIM, 2003).

Esta nova tecnologia fez com que o combustível gerado a partir da cana-de-açúcar se consolide no mercado, ou seja, não existem mais motivos para que o etanol caísse em crise novamente. Consumir um determinado produto e ter em mãos o poder de escolher, tornou o mercado de combustíveis no país mais competitivo. O cliente, podendo escolher o combustível que vai utilizar, sem a necessidade de mexer no motor do veículo, fez com que o consumo do etanol criasse corpo, aumentando muito sua demanda. O aumento de consumo pode ser visualizado no Gráfico 1.

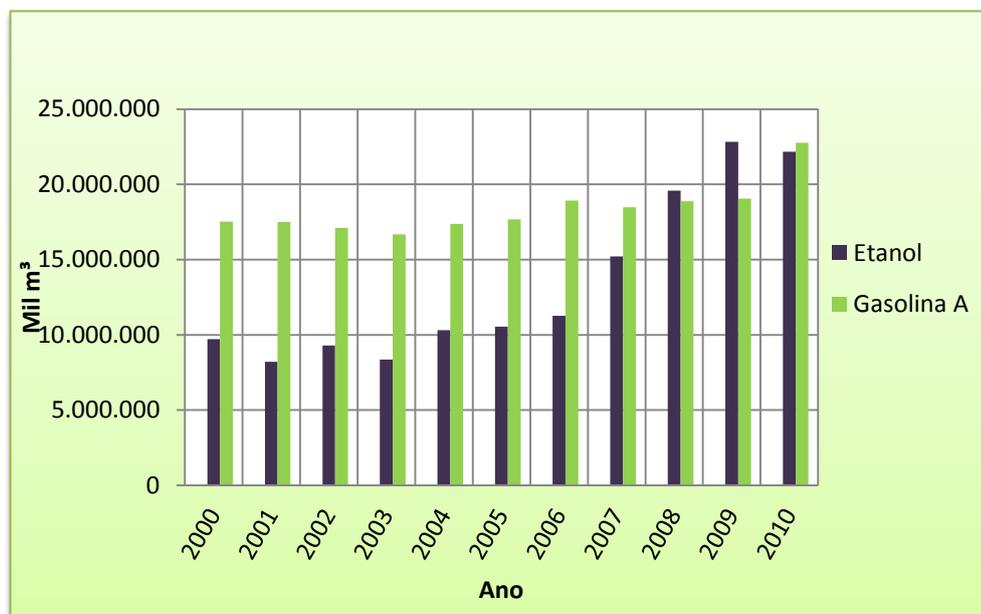


Gráfico 1: Comparação da venda de Etanol (anidro + hidratado) e Gasolina A (sem etanol anidro).

Fonte: MAPA, 2012.

Com o aumento do consumo de etanol e com a tão sonhada estabilidade com este combustível, o país se colocou em uma nova posição no cenário mundial, pondo em questão a viabilidade da oferta de etanol ser eficiente a ponto de não ocorrer uma nova crise. Podemos notar no Gráfico 1 que, a venda de etanol superou como nunca antes visto a venda de

¹ Veículos ou utilitários leves que possuem a capacidade de operar com variados combustíveis, ou com a mistura de combustíveis (TOLMASQUIM, 2003).

combustível automotivo. Este é um importante indicativo de que este tipo de tecnologia é viável. Mas para manter a oferta de etanol é necessário que as empresas produtoras mantenham uma constância na produção, pois a demanda está cada vez maior por este combustível. Pode-se visualizar através do Gráfico 2, que esta produção vem crescendo ao longo dos anos chegando à marca recorde de 20 bilhões de litros de etanol, no ano de 2010.

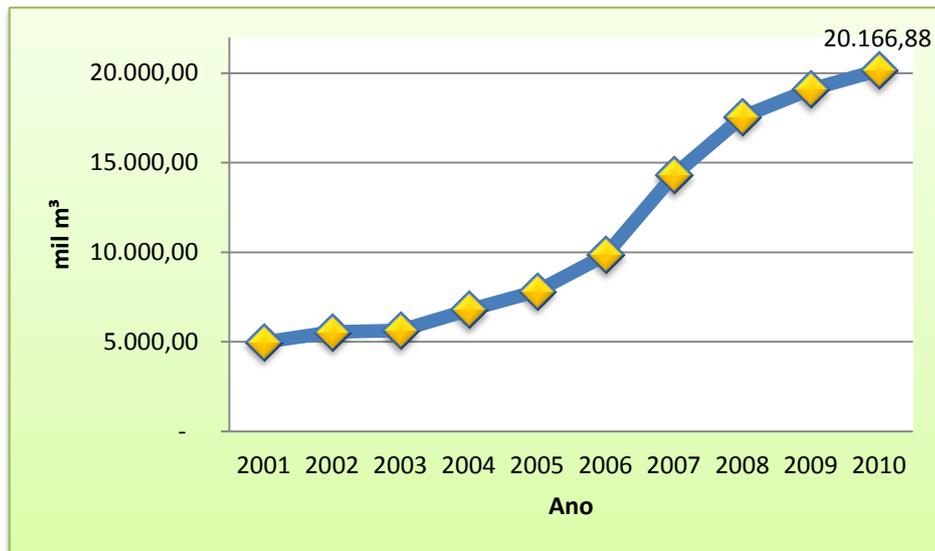


Gráfico 2: Produção de etanol hidratado entre 2001 e 2010.

Fonte: ANP, 2012.

Observando esta constância da produção de etanol, como pode ser observado no Gráfico 2, este trabalho de conclusão de graduação tem o intuito de melhorar, através de um estudo de caso, o aproveitamento de moagem de uma usina produtora de etanol hidratado, localizada no estado de Goiás, utilizando ferramentas de Gestão de Processo e Qualidade.

1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Os valores monetários investidos em uma unidade produtora de etanol são altíssimos. Devido a este investimento existe a responsabilidade de seus gestores obterem resultados positivos em suas operações diárias, tornando a unidade produtora a mais rentável possível. Para que uma empresa com características de produção contínua, qualquer parada, independente do motivo, gera uma quebra em seus processos, em seus resultados e, respectivamente, diminuição de seu faturamento. Uma usina que não consegue moer ou que

tem quebras de rendimento de moagem não é capaz de atingir resultados, e desta forma obtém prejuízos por falta de produtividade.

Através de pesquisas no banco de dados da empresa em estudo sendo observado o baixo rendimento de moagem identificado em seu histórico de resultado individual de indicadores da safra de 2011/2012, foi possível evidenciar que o aproveitamento da eficiência de moagem possuiu resultados abaixo da meta. Pensando nisso pode-se dizer que o problema definido é a eficiência de moagem de uma indústria produtora de etanol. Sendo este problema, as várias falhas que ocorreram no processo durante a sua safra.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho de conclusão de curso visa melhorar o aproveitamento de moagem da safra 2012/2013 em comparação com a safra 2011/2012, chegando a uma taxa de aproveitamento de 90% do tempo útil, sem considerar paradas por chuvas e por motivos agrícolas.

1.2.2. Objetivos Específicos

Como mencionado no tópico anterior, o objetivo do trabalho é a melhora no aproveitamento de moagem, para isso foi estipulado os seguintes objetivos específicos:

1. Identificação das principais causas para as paradas de moagem, durante os primeiros 35 dias de safra 2012/2013, sendo sua unidade de classificação, o tempo perdido, ou seja, o período que a usina deixou de moer, reduzindo assim seu aproveitamento.
2. Localização das principais causas de paradas de moagem.
3. Identificação dos principais motivos que geraram as paradas de moagem da safra 12/13.
4. Implantação das melhorias identificadas necessárias no processo, para que se melhore o aproveitamento de moagem.

1.3. JUSTIFICATIVA

Como foi evidenciado no tópico 1., observa-se que com a gestão de processo, no caso a organização estando ciente de como está sua saúde através de seus indicadores de desempenho, é possível atacar seus principais gargalos. As empresas que desejam aumentar seus lucros, diminuir seus custos, para assim manter maiores vantagens competitivas frente a seus concorrentes, devem adequar seu gerenciamento de processo de uma maneira a focar em suas principais falhas de operação. Não estando maleáveis para este tipo de gestão, as organizações podem perder espaço no mercado, devido às perdas na eficiência de suas operações na qualidade de seus produtos entre outros fatores que envolvem seus indicadores.

Pensando nestes indicadores é necessário que os gestores sejam proativos em relação às melhorias em toda sua cadeia produtiva. Prever as falhas no processo pode ser uma atividade difícil, mas identificar seus principais erros históricos e tomar medida afim de que eles não voltem a acontecer é uma situação mais confortável, e que pode trazer maiores resultados.

Sendo a moagem um dos principais indicadores da eficiência de qualquer tipo de usina que possui como seu insumo a cana-de-açúcar, a lógica fica simples, melhorando este indicador, será visível a melhora da eficiência global da empresa.

1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Na realização deste trabalho é necessário que haja uma delimitação na área de aplicação das ferramentas a serem utilizadas. Para isso é definido um escopo, para que não se perca o foco. Neste trabalho existem aspectos e características que não farão parte do escopo devido ao foco e que não farão parte diretamente dos objetivos escolhidos, sendo abertas oportunidades futuras de melhoramento em outras áreas da empresa como, por exemplo, perdas de ART² na destilaria, que se mostra perante as metas da empresa outro ponto crítico de nível baixo de desempenho segundo seus indicadores.

Basicamente o trabalho aplicará apenas ferramentas para melhoramento das operações sendo observados segundo histórico, as falhas que geraram os maiores tempos de parada, sendo estas falhas as atividades a serem remodeladas, não influenciando aspectos fora do setor de moagem da unidade industrial da empresa, como a parte de agrícola, colheita, deslocamento de cana-de-açúcar até a indústria e chuvas e setores industriais como caldeira, geração de energia e fábrica de etanol. De maneira geral, o foco do trabalho é encontrar

² Açúcar Redutor Total: sigla que corresponde a todos os açúcares da cana na forma de açúcares invertidos e redutores (FERNANDES, 2003).

alternativas para que o aproveitamento de moagem da indústria, não tenha um resultado abaixo da média como na safra anterior.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

A fim de se chegar ao objetivo geral e aos específicos, o trabalho foi separado nas seguintes partes, como se observa no Quadro 1:

Primeira parte	Nesta etapa do trabalho localiza-se a introdução, descrevendo o que será tratado no trabalho, os objetivos, tanto geral como os específicos, a justificativa, que explica a importância e a delimitação, onde está qual o foco do trabalho e sua área de atuação na empresa.
Segunda parte	Toda a revisão bibliográfica de forma breve e objetiva, com seus conceitos, fórmulas, ferramentas e considerações dos principais autores da área a ser estudada, estão inseridas nesta parte do trabalho.
Terceira parte	O modo que acontecerá a pesquisa do trabalho e a coletas de dados, forma de analisar os dados, modo de aplicação de ferramentas e como será a revisão e comparação dos dados que estão inseridos nesta etapa denominada metodologia.
Quarta parte	Nesta etapa será possível observar, a descrição da empresa, a coleta dos dados com seus resultados, a definição das ferramentas adequadas a se aplicar, a sua aplicação e a coleta dos dados após as mudanças exigidas para o sistema.
Quinta parte	Nesta etapa, denominada conclusão, será possível observar como as aplicações das ferramentas foram possíveis melhorar a eficiência da moagem, provando assim se esta técnica pode ser usada em outros indicadores de eficiência da empresa.

Quadro 1: Estrutura do trabalho.

Fonte: RAMIRES (2012).

Como observado no Quadro 1, a seguir será inserido toda a parte literária necessária para que o trabalho seja desenvolvido de maneira correta e que no final do trabalho os objetivos estipulados sejam alcançados.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. SISTEMAS PRODUTIVOS

Segundo Russomano (1995), sistema de produção é um processo que através da utilização dos insumos realiza uma transformação que pode ser em bens ou em serviços, onde ambos devem seguir padrões de qualidade e preço e também possuir clientela, para que existam razões para serem produzidos.

Conhecer os sistemas produtivos ajuda a identificar as características inerentes ao processo e como funcionam suas atividades ao longo das operações, podendo ser visualizado a complexidade do planejamento e do controle destas atividades (TUBINO, 2009).

Mas antes de compreender a qual sistema produtivo se encaixa as empresas, vale a pena salientar que existem dois tipos de geração de produtos, existindo assim dois tipos de organizações: manufaturadora de bens e prestadora de serviços (TUBINO, 2009). Observam-se os tipos de natureza do produto através de exemplos no Quadro 2.

Manufaturadora de Bens	Prestadora de Serviços
- Indústrias siderúrgicas	- Hospitais
- Petroquímicas	- Restaurantes
- Indústrias de embalagens	- Taxi
- Indústrias automobilísticas	- Lavanderias
- Refinarias de Petróleo	- Hotéis

Quadro 2: Natureza do produto.

Fonte: RAMIRES (2012).

Independente de qual for a natureza do produto, existem similaridades vinculada aos dois tipos de organização, inseridas durante o seu processo como, previsão de demanda, projeção de seus produtos, treinamento de mão-de-obra, planejamento e controle das operações entre outros (TUBINO, 2009).

Depois de compreendido sobre a existência de dois tipos de natureza do produto, manufatura de bens e prestadoras de serviço, no tópico 2.1.1. a seguir, será mostrada os tipos de sistemas produtivos.

2.1.1. Tipos de sistemas produtivos

Podemos identificar indústrias que não possuem matéria-prima, transformações, clientes, treinamentos, localidade, fornecedores nem um pouco parecidos, mas estão enquadradas no mesmo sistema produtivo, como é o caso de indústria de roupa e de sapato. O que define em qual sistema produtivo a empresa está alocada, são as características operacionais que possui.

Dentre os diferentes tipos de sistemas produtivos, podemos constatar quatro: contínuo ou em linha, intermitente (massa e lote) e sob encomenda. Cada qual destes sistemas possuem suas especificidades que serão descritas a seguir:

Contínuo ou em linha: neste tipo de sistema, pode-se afirmar que existe um alto grau de uniformidade do produto final, ou seja, trata-se de operações padronizadas (TUBINO, 2009). Dentre as características deste sistema estão, tempo de setup dos equipamentos é longo se comparado ao tempo de operação, maquinário organizado linearmente de acordo com o produto, capacidade ociosa deve ser a mínima possível, estoque em processo é baixo, mão-de-obra é utilizada apenas para controle e manutenção de equipamentos (RUSSOMANO, 1995; TUBINO, 2009). Um fator importante deste tipo de sistema está na variabilidade de produtos que é baixa, mas sua demanda alta faz com que o estoque de produtos finais da empresa pode ser alto, pois o mercado consumidor é capaz de adquirí-la rapidamente. Dentre as empresas que possuem este tipo de sistema produtivo estão às refinarias de petróleo, indústrias químicas e usina hidrelétrica (produção de energia).

Intermitente (massa): a demanda deste tipo de sistema é considerável estável, seus componentes padronizados, sendo sua diferenciação no acabamento final do produto, o *Lead Time*³ produtivo é baixo, mão-de-obra especializada na transformação do produto (TUBINO, 2009). Dentre as empresas que possuem este tipo de sistema produtivo estão às montadoras de automóveis, fábricas de biscoitos e indústrias de eletroeletrônicos.

Intermitente (lote): Neste tipo de sistema a variedade de produtos é maior que a do sistema produtivo em massa e seu volume de produção é menor. Para o sistema intermitente em lote, ocorre a exigência de que os lotes sejam programados, planejados e controlados com maior intensidade, para que não ocorram atrasos no processo, a capacidade ociosa é grande, exige muitas instruções de serviços (RUSSOMANO, 1995; TUBINO, 2009). Dentre as

³ *Lead time*: termo em inglês que significa tempo de aproveitamento.

empresas que possuem este tipo de sistema produtivo estão as indústrias de calçados, padarias e embalagens plásticas.

Sob encomenda: Neste tipo de sistema o volume de produto tende a ser único, já a variabilidade pode ser considerada alta. Dentre as características deste tipo de sistema pode-se dizer que o produto acontece através das necessidades especiais de clientes e tem data negociada, o cliente deve estar em constante comunicação com o executor do produto para que o produto seja concebido como sua vontade e a aquisição dos insumos e componentes são adquiridas com certa antecedência (RUSSOMANO, 1995; TUBINO, 2009). Dentre as empresas que possuem este tipo de sistema produtivo estão as empresas de consultoria, construção civil e produção de navio.

Depois de compreender separadamente cada sistema produtivo, é possível entender que variam de acordo com a função de duas variáveis, Volume versus Variedade. Este conceito pode ser evidenciado de melhor maneira com a Figura 1, logo a seguir:

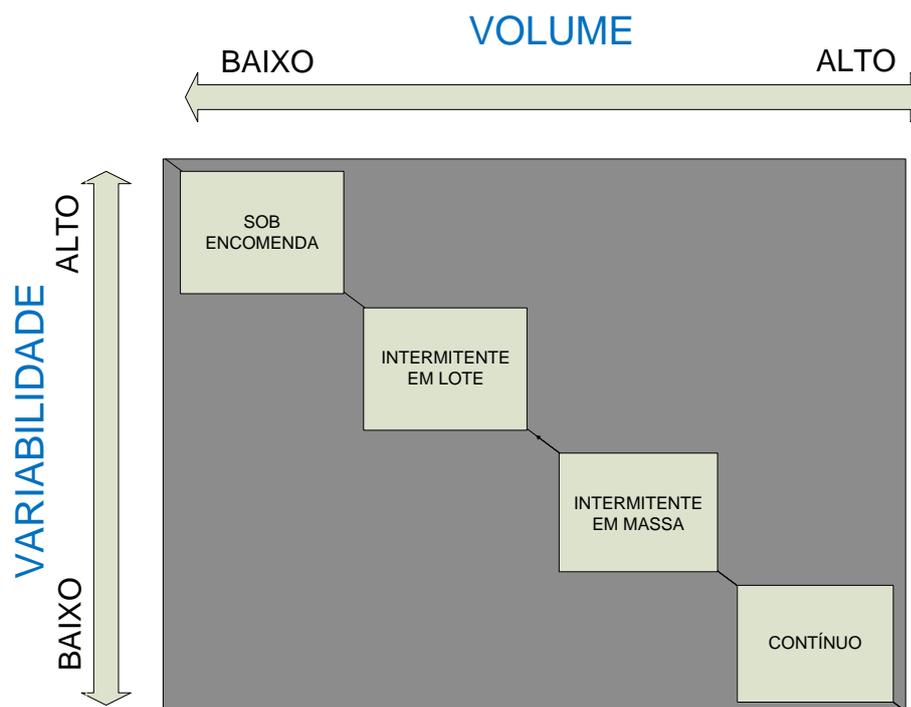


Figura 1: Natureza do produto.

Fonte: RAMIRES (2012).

Entendendo em qual sistema cada tipo de empresa se encaixa independente do tipo, todas as empresas atualmente estão envolvidas de alguma forma com programas de qualidade e melhoria contínua. Para estes tipos de programas existem ferramentas que surgiram para facilitar o processo onde envolvem métodos para melhorar os indicadores de produtividade e

qualidade das empresas. Dentre estes programas no tópico 2.2, será tratado do Ciclo PDCA, seus conceitos e modelos de aplicação.

2.2. CICLO PDCA

O Ciclo PDCA foi introduzido no Japão após a Primeira Guerra Mundial. O idealizador desta ferramenta foi Walter Sherwart, na década de 20, mas quem realmente disseminou esta técnica foi Edwards Deming, em 1950, utilizando para atender as metas estabelecidas em seus indicadores de desempenho. Deming fez do PDCA uma ferramenta de gerenciamento de implantação do TQM⁴, em determinadas atividades (TRIVELLATO, 2010).

Uma das atividades que Deming utilizava o método do Ciclo PDCA, era para resolver os 14 Princípios de Deming, onde integrava um programa denominado Zero Defeito, tanto em processo como em produto, que como outras ferramentas também tinha em mente a melhoria contínua (MARTINS, 2005).

Após ser retratado sobre a origem do Ciclo PDCA, no tópico 2.2.1, será conceituada a sua teoria para compreender o que realmente o Ciclo significa.

2.2.1. Conceito

O conceito do PDCA é simples, um método que serve para gerenciar um processo de melhoria de uma única atividade ou de um sistema, podendo ser considerado como um caminho ideal para que a meta desta melhoria seja atingida (CAMPOS *apud* ANDRADE, 2003).

Como já mencionado anteriormente, o Ciclo PDCA é uma ferramenta que auxilia o processo de melhoria contínua de qualquer que seja a atividade, mas é importante entender que pode ser aplicada nas operações desde a manufatura de bens ou as prestadoras de serviços e em qualquer parte do processo, desde a escolha de fornecedor até o pós-venda, independentemente do tamanho da organização, pois se trata de uma ferramenta de baixo custo se comparadas a outras ferramentas da qualidade (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008; PARO, 2011).

O Ciclo PDCA pode ser considerado também, como uma ferramenta que não possui um fim, pois cada vez que se encerra a quarta etapa (ver Figura 2), que no caso seria a última,

⁴ TQM: Sistema de gerenciamento que tem a qualidade como seu principal objetivo, tendo que o lucro é consequência será uma consequência desta qualidade (BRASIL, 2011).

se inicia novamente a primeira etapa, ou seja, torna-se realmente um “ciclo” que está em constante rotação. Uma ferramenta que possui uma sequência lógica de atividades sem fim, que visa melhorar as práticas cotidianas das empresas, independente de seu processo produtivo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008; TRIVELLATO, 2010).

O método de gerenciamento proposto pelo PDCA faz com que a empresa a cada situação-problema que é identificado e tratado, o sistema produtivo passa para um patamar superior de qualidade, gerando um claro exemplo de melhoria contínua, onde problemas são vistos como oportunidades para melhoramento de processo (TUBINO, 2009).

Mas para que o PDCA aconteça de forma eficiente é fundamental que existam certos indicadores, assim poderá ser visível se realmente, durante seus fins de ciclos, está acontecendo uma melhoria na atividade onde se escolheu atuar, e também se durante os ciclos as melhorias são significativas a ponto de continuar atuando sobre a atividade desta maneira, caso não seja viável deve-se estudar uma nova forma de se atuar no processo, mudando o escopo da melhoria (PARO, 2011).

Uma maneira de atingir as metas destes indicadores é utilizar esta ferramenta em subprocessos menores, pois adotar desta forma corrigisse e permite melhorar atividades simples, a fim de melhorar atividades complexas, ou seja, quando se deseja uma melhora significativa, atacar pontos difíceis de atuar, pode não ser considerado a melhor opção, em alguns casos, atuar em pequenos pontos, faz com que o processo melhore como um todo (CARVALHO, 2009).

Hoje em dia muitas empresas utilizam Ciclo PDCA em conjunto com ferramentas para gestão de processo, gestão do conhecimento e outras ferramentas da qualidade como o Seis Sigma. É possível encontrar até na ISO 9001:2000, no caso a nova versão utiliza o PDCA como uma estrutura de gerenciamento do sistema baseado no processo (GONZALEZ; MARTINS, 2007).

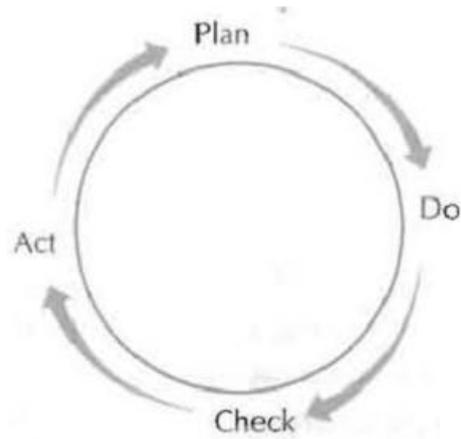


Figura 2: Ciclo PDCA

Fonte: MARTINS; LAUGENI, 2005.

2.2.2. Etapas do Ciclo PDCA

O ciclo PDCA constitui quatro etapas como se pode observa na Figura 2, e estas partes possuem cada qual com suas características e suas funções para que o processo de melhoria da atividade ocorra de maneira efetiva. As quatro etapas *Plan*, *Do*, *Check* e *Act*, verbos provenientes da língua inglesa, serão mais bem explicadas no Quadro 3, a seguir:

<p>Plan (Planejar): como o próprio nome diz é nesta primeira etapa do PDCA. Aqui acontece o planejamento das etapas onde a equipe envolvida na melhoria deve selecionar um processo, uma atividade ou um equipamento que será aplicado o trabalho, avaliar se é viável, economicamente, tomar uma fonte de indicadores para definir a meta e no final do ciclo, concluir se realmente ocorreu uma melhoria, criar um plano com medidas claras, ou seja, um cronograma de trabalho com seus respectivos responsáveis e um método para alcançar seus objetivos (MARTINS; LAUGENI, 2005).</p>
<p>Do (Fazer): nesta etapa a equipe segue o cronograma de atividades, implantando o que foi elaborado no plano e acompanha o progresso. Para que este plano seja posto em prática de forma eficaz pode ser considerada nesta etapa a realização de treinamentos, educando as pessoas envolvidas e motivando-as para que se consiga atingir as metas estabelecidas (BARBOZA, 2011).</p>
<p>Check (Verificar/Checar): na etapa de verificação acontece exatamente como o nome diz, é realizado um monitoramento e avaliação para saber-se como o efetuado (Do) se comportou em relação ao planejado, se houve êxito (atingiu-se as metas dentro dos métodos estipulados) ou se ocorreram desvios (problemas) no percurso (MARTINS; LAUGENI, 2005; SAMED; COSTA E SILVA; FERREIRA, 2011).</p>
<p>Act (Agir): nesta etapa, depois de constatar quais os desvios que ocorreram no realizar o plano (Do) devesse promover ações corretivas com o objetivo de eliminar definitivamente o(s) problema(s), de maneira que não volte a acontecer (GUIMARAES, 2011; TUBINO, 2009). Complementando Trivellato (2010) retrata que com a identificação dos problemas, pode-se melhorar o sistema de trabalho e o método de utilização da ferramenta, não permitindo que os mesmos aconteçam novamente.</p>

Quadro 3: Etapas do Ciclo PDCA.

Fonte: RAMIRES (2012).

Com o Quadro 3, fica visível como funciona as etapas do Ciclo PDCA, onde cada etapa que se segue depende da efetividade da anterior a ela, para que seja utilizada de forma adequada. Qualquer defeito nas fases pode gerar um resultado negativo, ou seja, o não atingimento das metas, tornando todo o trabalho realizado em vão, fazendo com que se deva voltar até onde ocorreu o erro.

No tópico a seguir, 2.3, serão tratados as ferramentas e para depois serem integradas as quatro etapas do Ciclo PDCA.

2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

A qualidade está presente no cotidiano das pessoas. Ao adquirir um produto (bem ou serviço), o cliente exige, ao seu gosto, uma série de pré-requisitos. Estes por sua vez são avaliados e se cumprirem a expectativa, será considerado um produto de qualidade, no caso de não cumprimento, avaliação será negativa.

Segundo Costa, Eppecht e Carpinetti (2011), a qualidade do produto serve para escolha, podendo ser definida como um valor de bem, onde o consumidor avalia quantificando diversos quesitos, como preço, estética, sabor, conforto, durabilidade, pontualidade, confiabilidade, entre outros, atribuindo pesos e notas para cada um, ao final o que possuir maior pontuação é escolhido, ou então rejeitado todas as opções.

Atualmente, mais do que nunca antes visto, a qualidade é um importante indicador para as empresas se assegurarem no ambiente competitivo. Para que ocorram vendas de produtos, a qualidade é um dos principais meios para que se obtenham clientes e conseqüentemente para que se mantenham as empresas vivas no mercado (RITZMAN; KRAJEWSKY, 2004).

Mas qualidade hoje em dia vai mais além do que pensar apenas em relação ao produto, avaliar se possui qualidade ou não. Pode-se dizer que o conceito básico da qualidade está diretamente ligado a três fatores (Figura 3): redução de custos, aumento de produtividade e satisfação do cliente (BRASIL, 2011). Nota-se que as empresas podem (ou devem para sobreviver) aplicar conceitos e ferramentas da qualidade em outros tipos de fatores, não apenas na satisfação do cliente. Fatores estes que podem trazer lucro sem mudar em nada na qualidade, diretamente ligada ao produto.

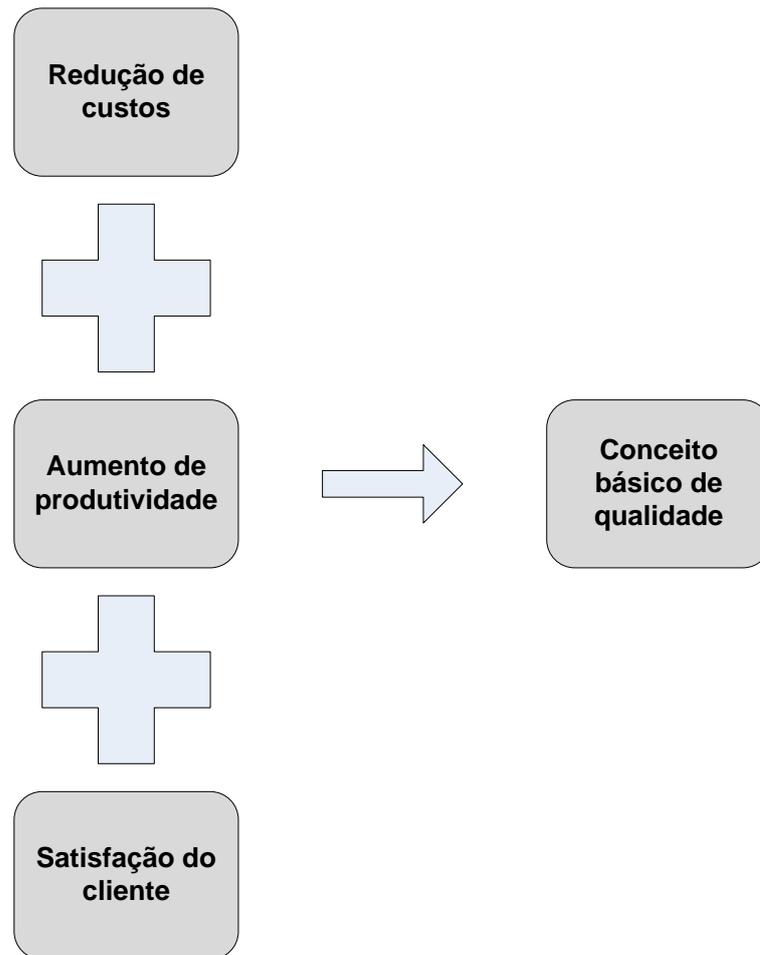


Figura 3: Conceito básico da qualidade.

Fonte: BRASIL (2011).

Para que as organizações se mantenham no mercado, existem diversos tipos de ferramentas e métodos utilizados na área da qualidade. Juran (1993) cita uma série de ferramentas independentemente do foco de aplicação, possuem o objetivo de gerar qualidade, como pode ser visualizado nas tabelas a seguir:

Abordagem das Ferramentas	Ferramentas
<p>Ferramentas Usuais: estas ferramentas servem de base para que o dia-a-dia aconteça com qualidade, independente da área ou setor da empresa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conceito do Q grande • Abordagem factual • Projeto do questionário • Técnica de entrevista • <i>Brainstorming</i>⁵ • Análise de forças de campo • <i>Storyboarding</i>⁶ • Técnica de grupo nominal • Matriz de responsabilidade • Treino • Motivação
<p>Ferramentas de Planeamento: estas ferramentas servem para que a atividade que será executada seja possível fazer, se estuda a viabilidade da tarefa e o método de ação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Roteiro de planeamento da qualidade • Análise da tripla atuação • Fluxograma • Planilhas de planeamento da qualidade • Pesquisa de mercado • Simulação de uso • Planeamento conjunto • Capacidade do processo • Banco de dados • Padronização
<p>Ferramentas Dirigidas ao Controle: estas ferramentas servem para controlar todas as esferas do processo. Vistoriar o processo afim de que não saia do padrão estabelecido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Feedback</i> • Controlabilidade • Metas • Medições • Avaliação dos sensores • Auto-inspeção • Auditorias da qualidade

⁵ *Brainstorming*: termo em inglês que significa chuva de ideias.

⁶ *Storyboarding*: termo em inglês que significa guia histórico.

As Sete Ferramentas da Qualidade: estas ferramentas foram criadas afins de que os produtos e serviços estejam dentro de um padrão esperado pelo cliente, ou seja, controle da qualidade.

- Diagrama de causa-efeito
- Folha de Verificação
- Histograma
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de correlação
- Fluxograma
- Gráfico de Controle

Quadro 4: Tipos de ferramentas da qualidade.

Fonte: Elaborado por RAMIRES (2012), adaptado de JURAN (1993).

Segundo Brasil (2011) as sete ferramentas da qualidade são consideradas de base estatística, ou seja, a base de dados, e com elas é possível que se colete dados de um determinado problema ou erro, com isso analise suas causas destas variabilidades do processo ou produto.

Das sete ferramentas da qualidade pode-se, através do Quadro 5, entender qual a função de cada uma.

Ferramenta da Qualidade	Função que Desempenha
1. Diagrama de causa-efeito	Levantar possíveis causas para problemas.
2. Folha de Verificação	Coletar dados relativos a não-conformidades de um produto ou serviço.
3. Histograma	Identificar com que frequência certo dado aparece em um grande conjunto de dados.
4. Gráfico de Pareto	Distinguir, entre os fatos que contribuem para a não qualidade, os essenciais e os secundários.
5. Diagrama de correlação	Estabelecer correlações entre duas variáveis.
6. Fluxograma	Descrever processos.
7. Gráfico de Controle	Analisar a variabilidade dos processos.

Quadro 5: As sete ferramentas da qualidade e suas respectivas funções.

Fonte: BRASIL (2011).

Pode-se dizer a partir das palavras de Brasil (2011), que as ferramentas da qualidade servem de auxílio na inspeção e detecção dos erros de processo. Estes erros ao não serem detectados, podem gerar custos não planejados. Para este caso a inspeção e checagem podem

facilitar o controle de processo e ajudar a perceber as principais deficiências que a organização possui. Entendendo quais as dificuldades da organização o processo de saber em qual melhoria se deve agir, fica mais fácil, ou seja, a empresa possui um foco a ser atacado.

Depois de observado no Quadro 4 a função de cada uma das ferramentas e nos parágrafos anteriores qual sua importância, nos tópicos a seguir, será descrito as características de cada uma das sete ferramentas da qualidade.

2.3.1. Diagrama de causa-efeito

O diagrama de causa-efeito ou diagrama de Ishikawa ou até mesmo espinha de peixe (devido ao formato, como pode ser observado na figura 4), como apresentado no Quadro 5, possui a função de levantar, encontrar as possíveis causas que geraram problemas no estudo, ou seja, a partir de um efeito gerado, ocorre uma pesquisa para tentar encontrar as causas que fizeram o problema acontecer.

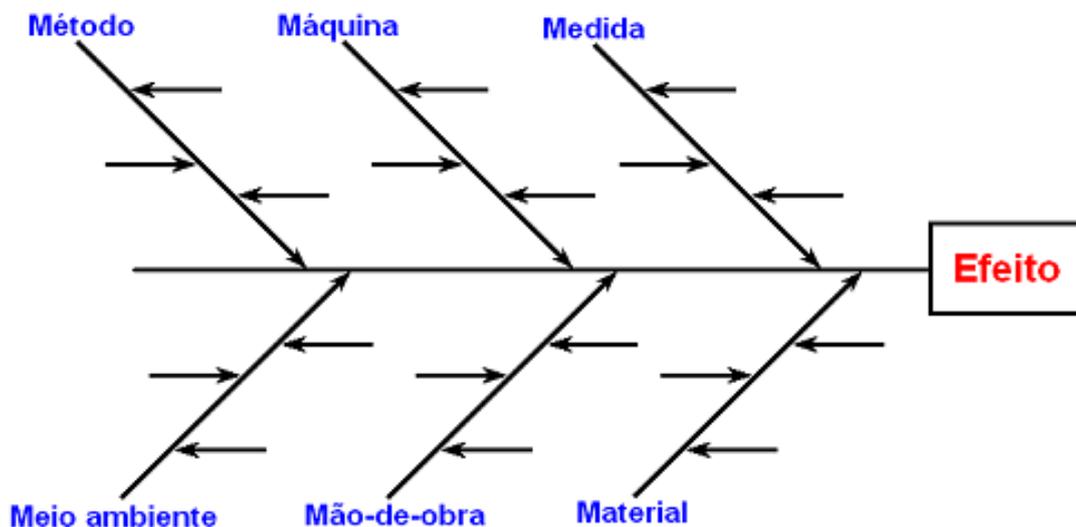


Figura 4: Diagrama Causa-Efeito.

Fonte: DJAIR, 2012.

Este diagrama é aplicado quando acontece um processo que acarretou um problema (efeito) e este problema não era desejado no planejamento. Para auxiliar o encontro das causas que geram o efeito pode-se utilizar uma técnica de análise denominada 6 Ms, composto pelos seguintes itens segundo Brasil (2011) e Martins e Laugeni (2005):

Medição: neste item será levado em conta se a medição de amostras do problema é condizente numericamente para gerar um efeito (um problema) ou se a medição, indicando que é um problema, está sendo realizada de maneira correta.

Materiais: no item matérias pode ser levado em consideração tudo que for representado pela matéria-prima, insumos, produto em processo, acabado, semi-pronto, ou seja, todos os tipos de objeto que faz parte do processo, ou será inserido nele. Em relação as matérias pode-se analisar suas características, como quantidade, durabilidade, valor, estética, entre diversos outras.

Mão-de-obra: nesta causa podem ser enumerados fatores relacionados aos integrantes da atividade, como erros operacionais, falta de motivação (baixa remuneração, ambiente de trabalho, pressão de supervisores), falta de conhecimento teórico ou prático da atividade, falta de comunicação, entre outros.

Máquinas: em relação as causas que norteiam este item existem vários fatores que podem estar relacionados com os outros “Ms”, como por exemplo: realização de manutenção inadequada que geram quebras, regulagem inadequada, capacidade nominal do equipamento abaixo da exigida para a atividade, entre outros fatores que fazem a máquina ser a causa de problemas.

Métodos: neste item verifica-se o procedimento adotado, se caso ele não esta de acordo com o resultado que se espera ou se talvez o método não fosse realizado de maneira correta.

Meio ambiente: o ambiente que norteia a atividade pode ser uma das causas que gera o efeito problemático. Analisa-se o meio em si, temperatura, luminosidade, umidade, odores, ou seja, tudo que gera um resultado inadequado e que não esta diretamente ligada ao processo.

Nem sempre é necessário realizar análise em todos os fatores citados acima, para cada caso de análise de causa-efeito existe especificidade. Esta ferramenta é utilizada apenas para dar um caminho com várias opções, e não necessariamente que deve ser observados todos.

Uma análise que pode ser feita em relação ao Diagrama de Ishikawa, é em relação a suas causas, pois o quanto mais se aprofunda na verdadeira causa, mais se pode enxergar qual foi à verdadeira causa raiz do problema. Nota-se observando a Figura 4 que, a cada causa que se analisa, mais um diagrama se abre, tornando o que uma vez se foi à causa, agora é o efeito.

Seguindo com a descrição das sete ferramentas da qualidade, a seguir será descrito o funciona da folha de verificação.

2.3.2. Folha de verificação

A folha de verificação nada mais é que uma planilha preparada para coletar dados que aconteceram durante uma ou mais atividades e foram consideradas não conformes segundo uma relação de especificações (BRASIL, 2011).

Segundo Trivellato (2010), os objetivos a se utilizar a ferramenta são as seguintes:

1. Facilitar o trabalho de quem estiver na função de coletar os dados;
2. Ao realizar a coleta já organizar os dados para que não seja necessário fazer isto posteriormente;
3. Tornar a tarefa de coleta padrão, afim de que qualquer um possa realizar a tarefa.

Mas para que se realize a coleta de dados, deve-se saber o objetivo da atividade a serem analisados, como paradas de máquinas, acabamentos em produtos, atrasos em entregas, perdas no processo, ou seja, quais os problemas que se pretende avaliar, pois dependendo do intuito desta coleta gerará uma influencia no tipo de folha de verificação a ser elaborada (TRIVELLATO, 2010).

Sobre esta ferramenta, pode-se observar que ela será utilizada como base para o Histograma (ferramenta descrita no tópico 2.3.3) e conseqüentemente para o Gráfico de Pareto (ferramenta descrita no tópico 2.3.4), pois como comentado nos paragrafo anterior, serve com uma fonte de coleta de dados e ajuda a focar a atenção e esforços afim de priorizar as principais causas que geraram o problema (COLETTI; BONDUELLE; IWAKIRI, 2010).

No Quadro 6, a seguir, está um exemplo prático de folha de verificação:

Apontamento de Quebra de Máquina		
Máquina	Hora/Data	Tempo Parado (horas)
Torno		
Fresa		
Furadeira		

Quadro 6: Modelo de folha de verificação

Fonte: RAMIRES (2012).

Observa-se que a aplicação de uma folha de verificação para uma atividade, claro que dependendo de seus objetivos, se torna uma ferramenta fácil. No tópico a seguir será descrito o funcionamento de um histograma.

2.3.3. Histograma

O histograma, também conhecido como diagrama de frequência, é uma ferramenta estatística que através de um gráfico de barras (Gráfico 3) tem a capacidade de mostrar a frequência que um determinado acontecimento é identificado em um grupo de dados (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008; PERSON, 2011).

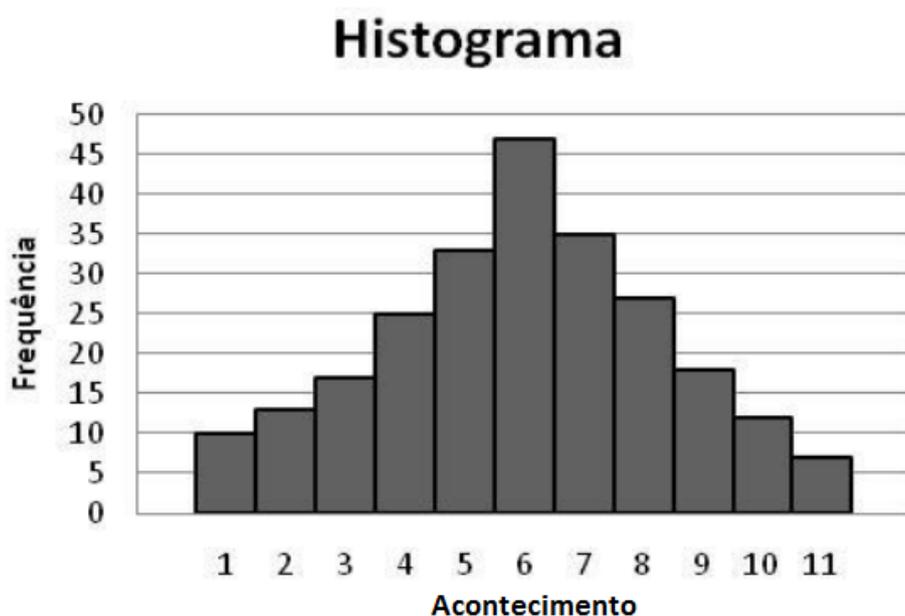


Gráfico 3: Histograma.

Fonte: TRIVELLATO (2010).

Com o histograma é possível visualizar as informações de maneira a perceber a localização do valor central e a dispersão dos dados em relação a este valor central, e também sendo visível, como acontece a distribuição de um conjunto ou amostra de dados (TRIVELLATO, 2010).

Mas para que seja possível gerar um histograma, é necessário partir de um banco de dados previamente coletado (Folha de Verificação, descrito no tópico 2.3.2) e então assim comprimir toda a análise em grupos iguais ou similares e distribuir as frequências em seus determinados acontecimentos ou intervalos (PERSON, 2011).

Mas para melhor classificar o grupo de dados, levando em consideração as maiores frequências, já postados no histograma, existe uma ferramenta denominada Gráfico de Pareto, onde será descrita no tópico a seguir.

2.3.4. Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é uma continuação para a análise de causas que geram defeitos ou ocorrências não conformes e serve para indicar os principais motivos de porque estes acontecem.

Segundo Brasil (2011, p. 92): “O gráfico de Pareto foi proposto por Juran, com base no princípio de Pareto, segundo o qual 80% dos efeitos derivam de 20% das causas. Este princípio é conhecido também como 80/20”.

Fica claro que na busca de uma melhoria deve se focar nas causas que geram um resultado global melhor, ou seja, atacar os problemas sem uma identificação de o quanto realmente está prejudicando é como dar um tiro no escuro. Com esta ferramenta é possível visualizar melhor as principais causas dos problemas, ou seja, torna-se mais fácil e melhor este modo do que tentar modificar todo o processo (BRASIL, 2011; SAMED; COSTA E SILVA; FERREIRA, 2011).

Para montar o gráfico é necessário estratificar a frequência de ocorrências a serem analisadas a fim de identificar as principais. Após isto tornasse possível plotar um gráfico, como o Gráfico 4, onde parte de uma ordem decrescente, sendo sua somatória sempre igual a 100%.

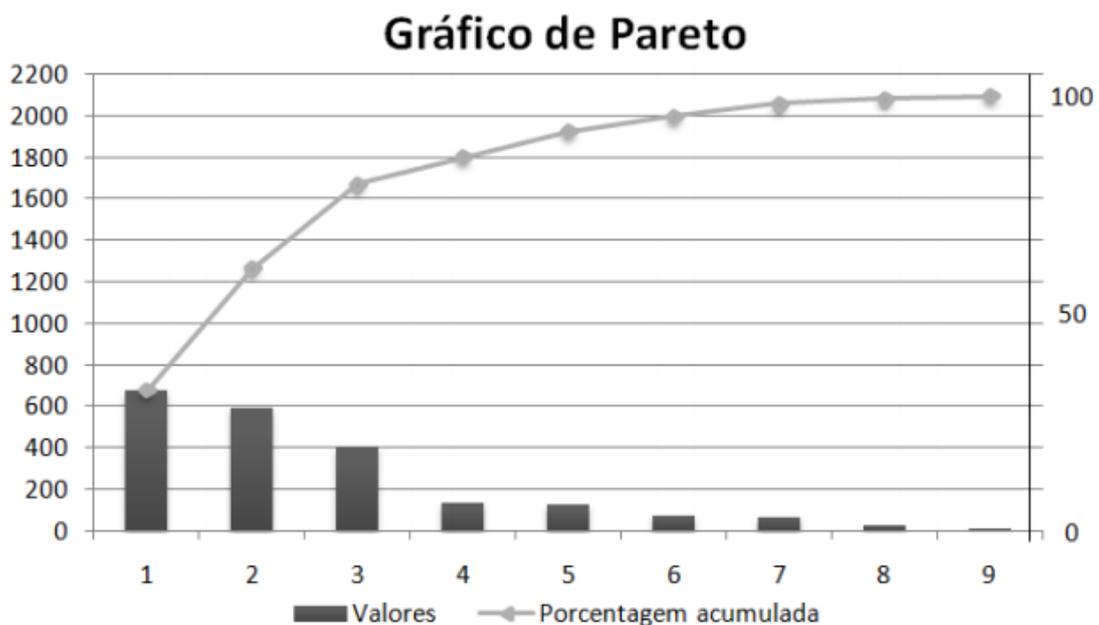


Gráfico 4: Gráfico de Pareto.

Fonte: TRIVELLATO (2010).

Analisando o Gráfico 4, pode-se verificar no eixo do y a direita a quantidade de vezes que o efeito aconteceu, a esquerda a porcentagem que aconteceu em um total de 100% analisado e no eixo do x os efeitos que ocorreram, no caso os da análise que está sendo feita. Através da frequência acumulada é possível identificar o quanto, ou qual a participação os efeitos influenciam nas ocorrências.

Com a ferramenta é possível identificar de forma rápida e objetiva quais as reais necessidades e sem gerar grandes análises pode-se tomar decisões significativas a respeito do problema (BRASIL, 2011). Mas deve-se levar em consideração que, ocorrências de problemas diversos, podem estar correlacionadas, ou seja, um problema pode ser influencia de outro.

Afim de melhor identificar os problemas, que em muitos casos estão correlacionados, existe a ferramenta denominada Diagrama de Correlação, que será apresentada no tópico 2.3.5., a seguir.

2.3.5. Diagrama de correlação

O diagrama de correlação, também conhecido como diagrama de dispersão, possui o objetivo, como mencionado no Quadro 5, de representar através de um gráfico, a correlação de duas variáveis, ou seja, o quanto uma variável é influenciada ou influencia a outra. Conhecer a tendência que duas variáveis tendem a se relacionar faz com que se aumente a eficiência no controle do processo e desta forma identificação dos problemas (AGUIAR, 2006; BRASIL, 2011).

No gráfico deve-se observar a concentração dos pontos e seu formato, permitindo assim analisar qual o relacionamento entre os dados e com isso, traçar um perfil para o relacionamento, uma tendência de variação conjunto (TRIVELLATO, 2010). Esse perfil pode ser observando em um diagrama similar no Gráfico 5, abaixo:

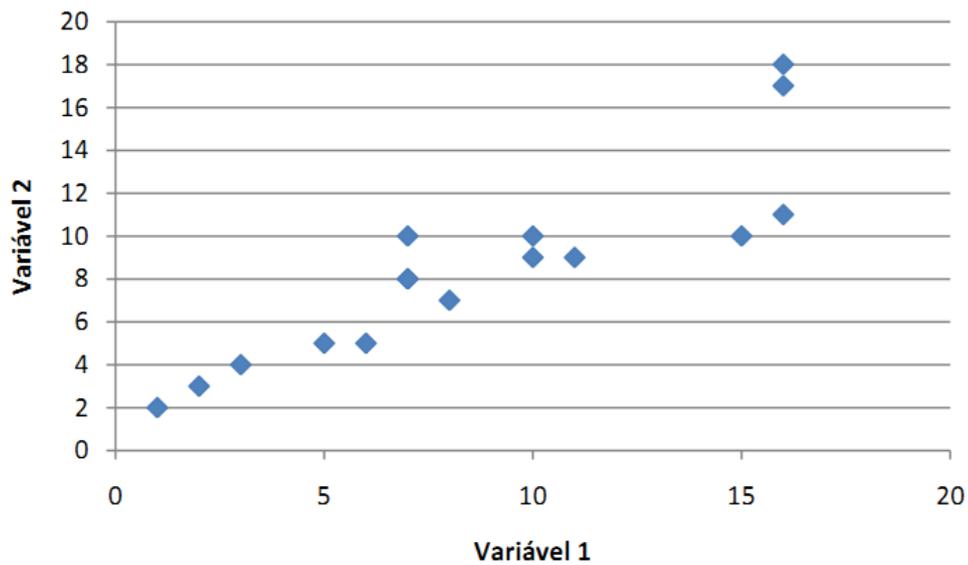


Gráfico 5: Diagrama de Correlação.

Fonte: TRIVELLATO (2010).

Nota-se no Gráfico 5 que, de acordo como a variável 1 se comporta a variável 2 transpôs uma indicação. De uma forma básica, o diagrama serve para mostrar como se comporta a variável 1 quando a variável 2 aumenta. É possível observar também que no Gráfico 5 que, os pontos geram um formato linear, mostrando uma correlação forte, ou seja, quando se aumenta uma variável, a outra tende a aumentar também (TRIVELLATO, 2010).

As correlações que se podem ser feita são simples e talvez, dependendo dos casos um pouco lógicas, como o consumo de energia em relação ao número de ar condicionado, mas a ferramenta pode ser utilizada de maneiras mais complexas, como a taxa de quebra de uma maquina em relação aos produtos processados nela. Deve-se entender que em determinados casos não existe apenas uma variável que influencia em um problema, mas sim diversas, tornando a análise, dependendo da correlação um pouco complexa.

Mas para entender o que realmente influencia o que em um processo, deve se entender como o processo acontece. Para isso existe a ferramenta denominada Fluxograma, onde é capaz de mostrar cada etapa de um processo em sua sequencia, que será descrita no Tópico 2.3.6., a seguir.

2.3.6. Fluxograma

O objetivo de um fluxograma, como mencionado no Quadro 5, é descrever os processos. Esta ferramenta tem a vantagem de proporcionar uma visão completa do processo

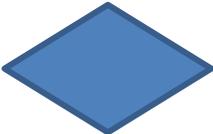
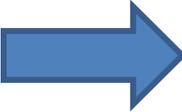
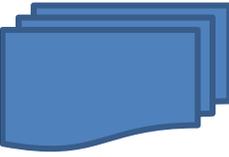
e se necessário delimitar cada etapa individualmente, sendo uma maneira muito útil de se controlar a qualidade em um processo (BRASIL, 2011).

Este controle da qualidade ou garantia da qualidade se da, com a formação de um fluxograma, o início de uma padronização, realizada pelos gestores através de estudos, formando a melhor rota a ser ditada em um processo, tentando também o fluxo com maior produtividade (CAMPOS, 2004).

Mas para construir um fluxograma do processo torna-se necessário utilizar símbolos padronizados, pois desta forma qualquer pessoa que possui conhecimento desta ferramenta é capaz de identificar todas as etapas do processo, quando acontecem e sua sequência lógica, apenas examinando a simbologia em sua representação gráfica (BRASIL, 2011; AGUIAR, 2006).

Estes símbolos são capazes de identificar não apenas as atividades que geram transformações de matérias-primas, insumos, materiais, produtos em processos em estados físicos ou químicos diferentes, mas de apresentar na sequencias do processo, quando ocorrem transportes, paradas ou estocagens, inspeções de qualidade ou quantidade, entre outras diversas informações que se podem atribuir ao fluxograma, dependendo do objetivo proposto pelo desenvolvedor (OISHI, 1995).

No Quadro 7, logo abaixo, é possível visualizar esta simbologia padronizada, que é utilizada em um fluxograma:

Processo	Simbolo	Significado
Atividade ou Operação		Atividade ou operação que gera uma transformação na estrutura física ou química da matéria-prima ou produto em processo
Tomada de Decisão		Quando ocorre uma tomada de decisão gerando uma mudança dependendo da análise no fluxo do processo
Inspeção de Qualidade		Inspecciona a qualidade do produto
Início e Término do Processo		Simbologia adotada toda a vez que se inicia ou termina o processo
Movimentação		Quando o produto ou documento é movimentado para algum lugar
Documento Único		Utilizada quando uma atividade do processo gera ou necessita de um documento
Vários Documentos		Utilizada quando uma atividade do processo gera ou necessita mais do que documento

Quadro 7: Simbologia de Fluxograma.

Fonte: RAMIRES (2012), baseado em BRASIL (2011) e OISHI (1995).

Os símbolos acima, descritos no Quadro 7, podem ser considerados básicos em um fluxograma, pois dependendo da obra a se estudar e do que se pretende mostrar, pode-se identificar diversos outros e até símbolos compostos por mais de uma atividade, mas com

estes já é possível construir e visualizar perfeitamente as etapas de um processo e sua sequência.

O mapa de processo (fluxograma) é uma ferramenta importante, pois no controle da qualidade, serve para encontrar onde as causas e os problemas se localizam. Nada adianta saber que efeitos são gerados pelos problemas sem saber qual a localização deles. Sabendo sua localização surge uma facilidade para entender seu funcionamento e quais são as respectivas influências que são geradas em seu ambiente (BRASIL, 2011).

Complementando o parágrafo anterior, pode-se dizer também que a ferramenta fluxograma ajuda, de maneira simples, a identificar os subprocessos críticos e destes quais são e quais não passíveis de controle (AGUIAR, 2006). Dos processos que existe a possibilidade de controle existe uma ferramenta (do conjunto das sete ferramentas da qualidade) que serve para indicar, através de uma análise, como está seu desempenho.

A ferramenta que serve para informar o desempenho de certa atividade é denominada Gráfico de Controle. Esta ferramenta será apresentada no tópico 2.3.7..

2.3.7. Gráfico de Controle

Independente do controle que o processo tenha, sempre ocorrerá uma variação, sendo instável em algumas ocasiões. Esta variação deve ser controlada para que aconteça realmente a garantia da qualidade do produto, sendo um bem ou um serviço. E para esta função, controlar as variações do processo, existe dentro do conjunto de ferramentas da qualidade o Gráfico de Controle, que como mencionado no Quadro 5 tem o objetivo de analisar as variabilidades do processo (BRASIL, 2011).

Esta ferramenta foi criada por Shewart no início do século XX, sendo considerado um método capaz de indicar se as variações que ocorrem no processo, está dentro do limite estabelecido. Caso existam desvios fora do padrão estabelecidos pode-se dizer que existe uma causa especial influenciando no processo, ou seja, algo está influenciando na qualidade do processo (BRASIL, 2011). A análise destas variações pode ser observada no Gráfico 6.

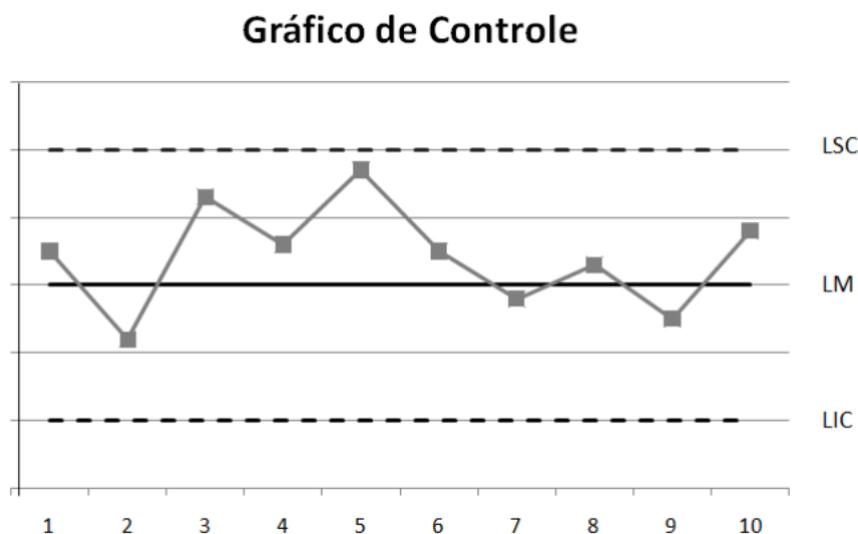


Gráfico 6: Gráfico de Controle.

Fonte: TRIVELLATO (2010).

No Gráfico 6 pode ser considerado no eixo horizontal, a variação do tempo ou uma variável relacionada ao tempo. No eixo vertical o desempenho, as medições realizadas em cada tempo ou variável. Em paralelo ao eixo horizontal existem três linhas que indicam a medida média (LM), sendo considerado a medida ideal para o processo ou produto, e os limites superior (LS) e inferior (LS), que possuem a função de delimitar a amplitude da variação considerada aceitável (BRASIL, 2011; JURAN, 1993).

É importante na utilização desta ferramenta, entender que na análise do Gráfico de Controle, distinguir o que são mudanças reais no processo ou no produto, e o que são mudanças aparentes, que surgem devido a variações casuais. Não se deve perder tempo tentando encontrar causas que na verdade são esporádicas ou únicas, ou seja, a intenção da ferramenta é mostrar padrões de variáveis (JURAN, 1993).

Após realizado a descrição das Ferramentas da Qualidade, poderá ser observado no tópico 2.4., uma maneira de acontecer a junção delas com o Ciclo PDCA, sendo essa integração um método para a melhoria e controle da qualidade de qualquer processo ou produto.

2.4. JUNÇÃO DO PDCA COM AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade como visto nos tópicos anteriores, são ferramentas uteis para se identificar anomalias no processo, quantificar quais delas mais influenciam, a localização de suas anomalias na organização, trata-las entre outras coisas. Mas para

conseguir obter uma eficiência, ao trabalhar com elas é necessária uma ordem, uma organização de etapas e aonde as ferramentas entrariam.

Para isso Brasil (2011), para que ferramentas gerem uma eficiência a ponto de cumprir com os objetivos de suas utilizações, deve existir um método. O Método de análise e soluções de problemas, o MASP, é formado por alguns passos a fim de melhor explorar a utilização das ferramentas da qualidade.

Os passos que compõem o MASP e seus respectivos acontecimentos são apresentados no Quadro 8, a seguir:

Etapa	Processo
1. Identificação do Problema	Escolhe-se um problema a tratar
2. Observação	Visualizam-se as características do problema
3. Análise	Descobre-se o que causa o problema
4. Plano de Ação	Planejam-se as medidas a serem tomadas
5. Ação	Aplica-se o que se planejou
6. Verificação	Observa-se se o problema foi solucionado
7. Padronização	Padroniza-se o procedimento operacional
8. Conclusão	Promove-se uma reflexão sobre o método

Quadro 8: Método de Solução de Problemas.

Fonte: CAMPOS (2004).

O MASP (organização das ferramentas da qualidade) em conjunto com o PDCA gera uma interface curiosa, podendo ser considerada uma junção adequada para melhoria contínua, visando o tratamento de falhas. A relação MASP/PDCA pode ser observada na Figura 5.



Figura 5: Interfaces entre o Masp e o PDCA.

Fonte: BRASIL (2011).

Essa junção, segundo Aguiar (2006), ao se utilizar as ferramentas da qualidade ao PDCA, tem o objetivo de manter, melhorar ou inovar qualquer que seja a atividade que se pretende atacar. Esse objetivo varia de acordo com o que realmente se pretende realizar na organização. A ordem das ferramentas pode ser alterada de acordo com o sistema produtivo da empresa e com o objetivo do trabalho, sendo.

Uma excelente forma de saber aonde utilizar esta união de PDCA com ferramentas da qualidade pode ser traduzida por indicativos. Esses indicativos, ou indicadores de desempenho, são capazes de mostrar onde estão as principais dificuldades da organização. No tópico 2.5. será conceituado os indicadores de desempenho e quais são os mais usuais na ramo sucroalcooleiro.

2.5. INDICADORES DE DESEMPENHO

Para saber o que está acontecendo em sua empresa, gestores de todas as áreas devem possuir formas de visualizar o andamento das atividades desempenhadas por cada setor, para em situações atípicas, como problemas no processo ou mudanças, ou ate mesmo como utilizado em muitos casos, para controle de qualidade e processo, existisse uma base para a tomada de decisão.

Segundo Johnston e Clark (2010) mensurar o desempenho é uma atividade custosa, pois depende de energia e tempo disponível, mas em contra partida é necessário ter estes dados em mãos, pois os gestores de operações estão cada vez mais preocupados com a maneira que as mudanças em seus serviços afetam seus clientes.

Existem quatro razões-chave para se levantar os dados das operações, sendo eles descritos abaixo no Quadro 9:

Razão chave	Descrição
Comunicação	Mensurar os índices de uma operação é importante para mostrar como a organização esta preocupada com seu desempenho. Através dos desempenhos, a empresa pode comunicar seus funcionários o que está satisfatório ou não de acordo com sua estratégia.
Motivação	É possível com as medidas influenciar o comportamento dos funcionários. A partir das medidas é possível gerar metas de acordo com as estratégias, mas deve-se cuidar para não comprometer o desempenho da operação ao focar um indicador e esquecer-se do outros, como reduzir o tempo sem pensar na qualidade.
Controle	Esta razão é para manter determinada meta. Se caso a medida não estiver de acordo com o que a organização deseja, é possível realizar para que a operação volte ao que foi determinado.
Melhoria	A mensuração serve como um modo de melhorar a operação. De acordo com as metas e a motivação através de bônus podem-se obter melhorias significativas.

Quadro 9: Razões para mensurar indicadores.

Fonte: JOHNSTON; CLARK (2010).

Como pode ser observado no Quadro 9, existem vários motivos para realizar a mensuração dos indicadores da organização, sendo desde o aspecto humano, afim de motivar e indicar que esta tudo ocorrendo de maneira correta, o aspecto de controle, para saber se o que esta sendo feito esta de acordo com o estabelecido e no aspecto de mudança, os indicadores são capazes de mostrar quais são as etapas nos processos que estão críticos, ou seja, que necessitam de uma melhoria.

Mas dentre os inúmeros aspectos que se pode existir em uma organização, deve se saber primeiro o objetivo dos indicadores e qual processo que será medido, pois como

mencionado anteriormente, é necessário tempo e energia, ou seja, é necessário saber realmente o que a medição trará de benefício para a empresa.

Dentre os inúmeros indicadores, observa-se no Quadro 10, uma quantidade genérica, que pode ser analisada, sendo separados por áreas.

Área	Indicadores
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Produtividade da mão-de-obra • Produtividade dos equipamentos • Produtividade com valor agregado • Rendimento da produção • Otimização da mão-de-obra
Custo	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de horas de manutenção • Redução de custos com manutenção • Redução de custos com itens de insumo • Economia de energia (ar comprimido, água, vapor)
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de defeitos no processo • Redução no índice de rejeição • Redução de reclamações dos clientes • Redução de retrabalho
Destino/Pontualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de atrasos na entrega • Redução de inventários e produtos • Redução no índice de movimentação • Redução no estoque de peças de reposição
Moral, Capacidade, Motivação	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de sugestões de melhoria • Incremento anomalias detectadas • Melhorias na frequência de grupos autônomos
Segurança, Higiene e Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de acidentes • Eliminação de poluição e poluentes

Quadro 10: Tipos genéricos de indicadores.

Fonte: WERKEMA *apud* BARBOZA (2010).

Através do Quadro 10, nota-se que existem vários tipos de indicadores que podem ser analisados, sendo que para algumas empresas desnecessárias para medição e já para outras, são indispensáveis para entender o que realmente está acontecendo no seu processo e no seu produto.

Alguns segmentos possuem indicadores padronizados, pois o ramo de atividade torna isso possível. Independente de qual empresa se observar, como por exemplo, no setor agroindustrial da cana-de-açúcar, onde praticamente todas as medições são similares, pois a matéria-prima, os produtos finais e os equipamentos utilizados, mesmo variando em alguns casos, possuem características similares. No tópico a seguir, Tópico 2.5.1., será exposto quais os indicadores que existem dentro do segmento sucroalcooleiro.

2.5.1. Indicadores no segmento sucroalcooleiro

Na área de produção do setor sucroalcooleiro como em qualquer outro setor, existem diversos índices que podem ser aplicados, mas os considerados mais importantes são voltados a produtividade e rendimento. Na produtividade pode se considerar alguns indicadores, mais voltados para a área agrícola. Já no rendimento fica a cargo do ramo industrial da cana-de-açúcar, pois mede a eficiência que o processo está exercendo (FERNANDES, 2011).

Dentre os indicadores mais importantes, voltados ao segmento sucroalcooleiro, o objetivo geral é verificar a qualidade do produto que está entrando indústria (cana-de-açúcar), o resultado do processo, seu produto final (etanol e açúcar) e os parâmetros inseridos na produção. Alguns indicadores são para controle de processo, qualidade do produto, eficiência do processo e outros, rendimento de processo.

No Quadro 11, estão os indicadores mais utilizados na indústria atualmente:

Tipo	Indicador	Conceito
Eficiência do Processo	LBTI	Este indicador leva em consideração a perda de açúcares que ocorrem na lavagem de cana, bagaço final, torta dos filtros e perdas "indeterminadas".
	SJM	Este indicador leva em consideração a porcentagem de sacarose que deverá ser cristalizado de acordo com a pureza contida no açúcar, no caldo e no melaço
	Eficiência da seção de cozimento	Este indicador representa as perdas determinadas e indeterminadas de sacarose entre o caldo misto e o xarope
	Destilaria	Este indicador mostra o quanto foi à eficiência nos aparelhos de destilação
	Industrial	Este indicador apresenta a porcentagem de açúcar que entrou com a cana e o quanto foi recuperado nos produtos finais
Rendimento	Industrial	Mostra a quantidade de açúcar pelo total de cana-de-açúcar processada
	Destilaria	O quanto foi processado de etanol pelo total de cana-de-açúcar processada
	Fermentação	Indica a quantidade de etanol obtido na fermentação por açúcar fermentado
Extração	Curva de Brix	Quantidade de brix que foi retirado, para avaliação do sistema de moagem
	Prepado de cana	Indicador para o pagamento de fornecedores
	Lavagem de cana	Indica a quantidade ART perdidos na lavagem de cana
	Controle das horas de trabalho	Indicador da área de extração relacionado ao processamento de cana
	Controle de desempenho	Indicador da área de extração relacionado ao desempenho do processamento

Margem de Contribuição	Gastos Variáveis	Indica a quantidade de despesas quando ocorre utilização do recurso
	Gastos Fixos	Indica as despesas que ocorrem mesmo sem utilização
	Margem de contribuição agrônômica	Indicador que mostra a diferença entre a receita obtida da cana e os gastos produção e entrega
	Margem de contribuição industrial	Indicador que mostra a diferença entre a receita obtida com os produtos vendidos e os gastos variáveis mais o custo da matéria-prima

Quadro 11: Indicadores sucroalcooleiros

Fonte: FERNANDES (2010).

Deve-se entender que estes indicadores citados no Quadro 11, são considerados por Fernandes (2011) os mais gerais de uma empresa do segmento sucroalcooleiro. Neste tipo de segmento podem ser utilizados diversos outros indicadores, como os mencionados no Quadro 10, os utilizados em qualquer tipo de empresa, devendo variar de acordo com os objetivos e metas que se deseja concretizar.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho de conclusão de curso, a abordagem metodológica que será utilizada para a pesquisa é denominada Estudo de Caso.

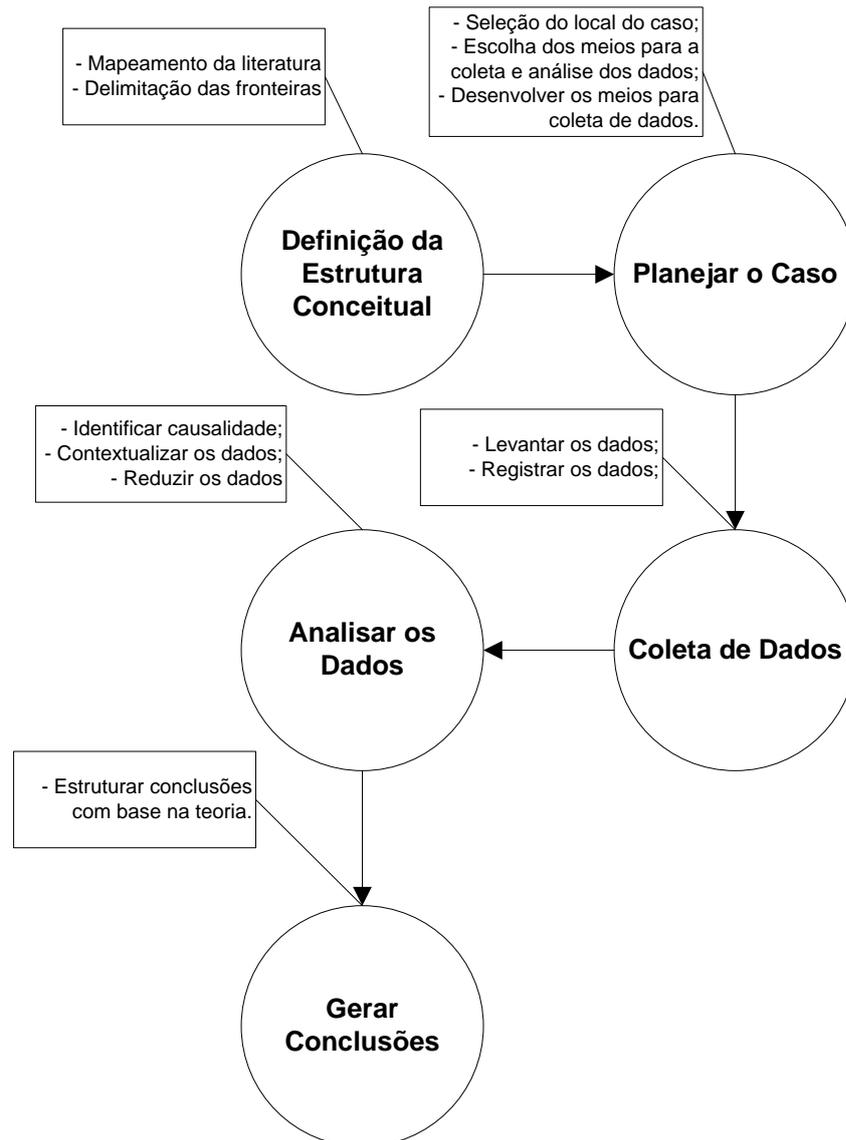
Este tipo de abordagem é muito utilizado na área de engenharia de produção, devido às diversas áreas de aplicação, sendo seu trabalho de caráter empírico, investigativo, que acontece dentro de um contexto real de vida, partindo seu estudo através de um ou mais casos e em sua aplicação difícil destituir claramente as fronteiras entre os fenômenos e o contexto aonde se insere o estudo (MIGUEL, 2010).

Através deste tipo de análise é possível obter um amplo e detalhado conhecimento sobre o fenômeno, possibilitando dependendo do estudo, até o desenvolvimento de novas teorias e aumento de entendimento sobre os eventos reais.

Depois de conceituada como é uma abordagem metodológica de pesquisa a partir de um Estudo de Caso, no próximo tópico será descrito como acontecerá à condução da pesquisa.

3.1. CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Para uma condução adequada da pesquisa, é necessário estruturar suas etapas, de acordo com o seu andamento e destacar cada etapa com suas respectivas funções. Através do Fluxograma 1, logo abaixo, é possível observar como a pesquisa será executada, sendo separado em etapas com suas respectivas atividades:



Fluxograma 1: Condução do estudo de caso.

Fonte: RAMIRES (2012).

Como se pode observar no Fluxograma 1, a pesquisa com a metodologia de Estudo de Caso foi separada em 5 etapas. Na primeira etapa, na definição da estrutura conceitual, esta inserida as definições conceituais teóricas, sobre o assunto a ser tratado, sendo isto utilizado para identificar oportunidades onde a pesquisa pode ser justificada e também proporciona suporte para delimitar as fronteiras do que será investigado.

A segunda etapa consiste em planejar a maneira que será executada a pesquisa, como quantidade de casos a serem analisados, se será um único caso ou se serão múltiplos, e suas vantagens e dificuldades. É necessário nesta etapa saber se a pesquisa será de cunho retrospectivo ou longitudinal. Deve-se também determinar os métodos e as técnicas para a coleta e análise de dados, se será através de entrevistas, observações ou análise documental e

independente da escolha, um protocolo para realização da coleta de dados, deverá ser desenvolvido.

A coleta de dados, terceira etapa da pesquisa, deve acontecer utilizando os instrumentos que foram definidos no planejamento. Estes dados coletados devem ser registrados de preferencia no momento que ocorreu o evento, sempre tomando cuidado para não influenciar o ambiente, pois o coletor de dado é considerado um elemento estranho no contexto analisado.

Na análise dos dados, quarta etapa do Estudo de Caso, o pesquisador deverá produzir uma espécie de narrativa do caso, ou seja, descrever os dados coletados, gerando também um painel de dados, para melhor visualização. Isso não quer dizer que tudo que foi coletado por ele, deverá ser descrito na narrativa. Deve-se analisar apenas aquilo que é relevante a pesquisa, tornando a quantidade de dados reduzida.

Depois de todas as etapas de definição, planejamento, coleta e análise dos dados, já realizadas, acontece à última etapa da pesquisa, que é sintetizar tudo em um relatório. Este relatório deve estar pautado na confiabilidade e validade, tanto nas coletas como na análise dos dados, ou seja, pode-se repetir a pesquisa que será apresentada os mesmos resultados obtidos na primeira vez.

A partir de todas estas etapas devidamente estruturadas será possível executar um trabalho, tanto monografia, tese ou dissertação, assim como artigos, tanto para periódicos como para congressos, de qualidade, tornando o assunto abordado na pesquisa de extrema relevância para a engenharia de produção.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Esse trabalho de conclusão de curso foi realizado em uma empresa do ramo agroindustrial, produtora de etanol hidratado a partir de cana-de-açúcar, sendo localizada nas imediações da cidade de Jataí, Goiás.

Esta usina é uma das diversas unidades da organização, sendo a planta em questão detentora de aproximadamente 2100 postos de trabalhos e com um processamento esperado para a safra 2012/2013 de 3,3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e uma produção esperada de 300 milhões de litros de etanol hidratado, um aumento de processamento entorno de 32%, em relação à safra passada.

Dos processos que compõem a linha de produção da unidade, em linhas gerais são eles:

- Moagem
- Tratamento de Caldo
- Fermentação
- Destilação
- Geração de Vapor
- Geração de Energia

O processo, sendo explicado de maneira simples, acontece a partir da moagem da cana-de-açúcar, onde o bagaço⁷ é enviado para a geração de vapor e conseqüentemente para a geração de energia e o caldo⁸ segue o fluxo para tratamento, fermentação e destilação, onde se torna etanol hidratado, ou seja, produto final.

A empresa possui o certificado Bonsucro⁹, considerado uma certificação impar no ramo de produção de etanol, e também, devido a mudanças no comando da organização, instalou-se em diversas unidades, a criação do departamento de gestão de processo. O departamento de gestão de processo, constituídos de analistas e gestores em conjunto com

⁷ Bagaço: resíduo da cana-de-açúcar resultado da moagem, sendo composto por fibra mais caldo residual (FERNANDES, 2003).

⁸ Caldo: líquido composto pela água contida nos tecidos dos colmos da cana-de-açúcar e todos os sólidos solúveis (FERNANDES, 2003).

⁹ Bonsucro: Padrão métrico global para cana-de-açúcar que possui a missão de assegurar uma produção sustentável (BONSUCRO, 2012).

supervisores e engenheiros das áreas são responsáveis pela melhoria contínua dos processos na empresa.

É importante frisar que a equipe de gestão de processo e seus responsáveis possui a função de que aconteçam as melhorias continuamente mas, o que realmente deve ser melhorado recebe ajuda de colaboradores do campo, pois estão diariamente ligados ao processo, e são possuem uma visão única das operações que acontecem na unidade.

No tópico 4.2., será descrito os passos e como aconteceram as etapas adotadas para o estudo de caso.

4.2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso em questão, foi realizado por uma equipe de funcionários da empresa, sendo parte desta equipe os integrantes da área de gestão de processo (gestor e analista de processo) e outra parte das áreas aonde acontece à operação (supervisores, engenheiros, líderes e operadores).

No primeiro momento do estudo, tentou-se frente aos indicadores da empresa, identificar qual o mais problemático, ou seja, qual o indicador do processo industrial da empresa é considerado o mais crítico. Para isso foi evidenciado frente aos indicadores da indústria, da safra 2011/2012, quais as metas não que foram realizadas e em segundo plano, frente às metas estabelecidas para a safra 2012/2013, quais se mostraram mais difíceis de alcançar.

No Quadro 12 esta uma relação das metas que a indústria possui referente ao processo de fabricação de cana-de-açúcar. Como os dados da empresa são sigilos, não será exibido dados como total de moagem, produção de etanol, ou perdas no processo (e suas respectivas porcentagens), apenas dados referentes ao aproveitamento de moagem que será onde acontecerá o estudo de caso.

Indicador	Conceito
RIT STAB / ART	Indicador que mostra todo o ART da cana-de-açúcar que foi processado
% ART Perdido na Lavagem de Cana	Indicador mostra a porcentagem que é perdida na lavagem de cana-de-açúcar
% ART Perdido no Bagaço	Indicador mostra a porcentagem de ART que ficou retido no bagaço após a extração
% ART Perdido na Torta	Indicador mostra a porcentagem de ART perdido na torta
% ART Perdido no Multijato	Indicador mostra a porcentagem de ART perdido nos multijatos utilizados no processo
% ART Perdido no Efluente Final	Percentual de ART que é perdido no processo através de derramamento em canaletas
% ART Perdido na Destilaria	Percentual de ART que é perdido no processo de destilação
% ART Perdido Indeterminado	Relação do balanço de massa (ART que entrou menos o que saiu e as perdas)
Aproveitamento de Moagem Industrial	Porcentagem de tempo total em que a empresa moeu sem considerar paradas por motivo da agrícola

Quadro 12: Indicadores na empresa em estudo.

Fonte: RAMIRES (2012).

Dentre os indicadores que gerem a eficiência da empresa em estudo, observou-se através da comparação da meta e do que foi realmente alcançado na safra 2011/2012, e junto com o intuito de aumentar a moagem frente à safra de 2012/2013 em 32%, observou-se uma forte necessidade em melhorar o aproveitamento de moagem industrial da usina. No Gráfico 7 será exibido se comportou o aproveitamento de moagem na safra 2011/2012.

Esses dados de aproveitamento de moagem são gerados através de planilhas preenchidas por operadores de COI (Centro de Operações Integradas) ou coordenadores de turno, que tem como uma de suas atribuições preencher um quadro (Anexo 1), onde corresponde a quantidade de tempo que foi parado através da data de início e fim, o local que ocasionou e o motivo aparente que ocasionou a parada na moagem. Os dados contidos nestas tabelas são repassados para um o sistema de informação da empresa, tornando possível gerar relatório das paradas.

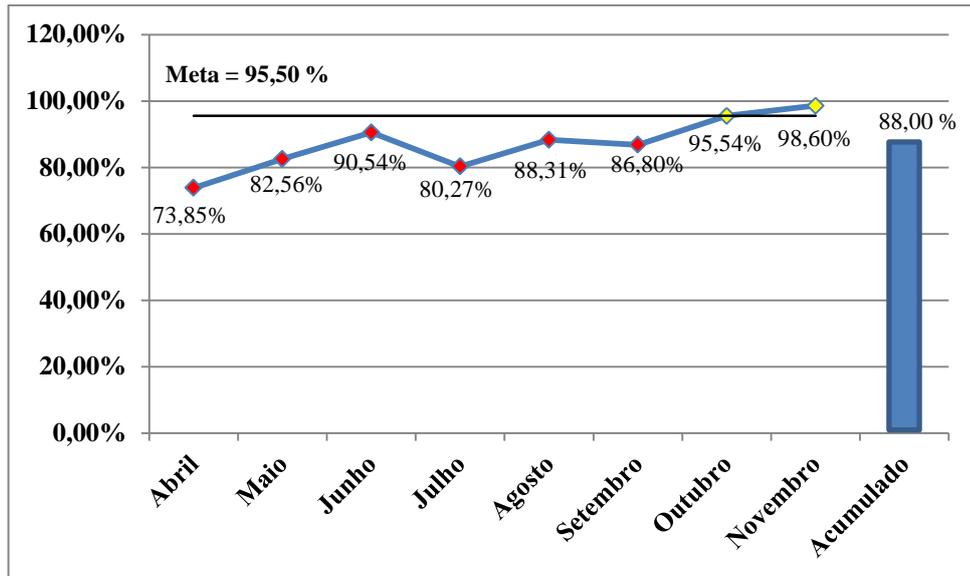


Gráfico 7: Aproveitamento de moagem safra 2011/2012.

Fonte: RAMIRES (2012).

Nota-se que as paradas que aconteceram na safra 2011/2012 geraram um aproveitamento de moagem da indústria de 88,00%, um índice muito baixo se comparado à meta da mesma safra que era de 95,50%. Devido ao baixo aproveitamento de moagem industrial acumulado, 88%, a empresa decidiu mudar a meta para a safra 2012//2013, definindo a meta para 93,5%.

Para que a safra 2012/2013, o estudo de caso visa analisar os motivos de paradas dos primeiro 35 dias de safra, através do ciclo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade, procurando reduzir a frequência dos principais problemas apontados na análise de falhas e de um ou mais projetos de melhoria, visando alcançar a meta de 95,5 pontos percentuais de aproveitamento de moagem industrial.

Para realizar a análise de falhas e encontrar soluções para os principais motivos que causam as principais paradas foi utilizado o Ciclo PDCA, demonstrado na Figura 6 a ordem que as ferramentas serão aplicadas, com base na Figura 5, descrita no Tópico 2.4..

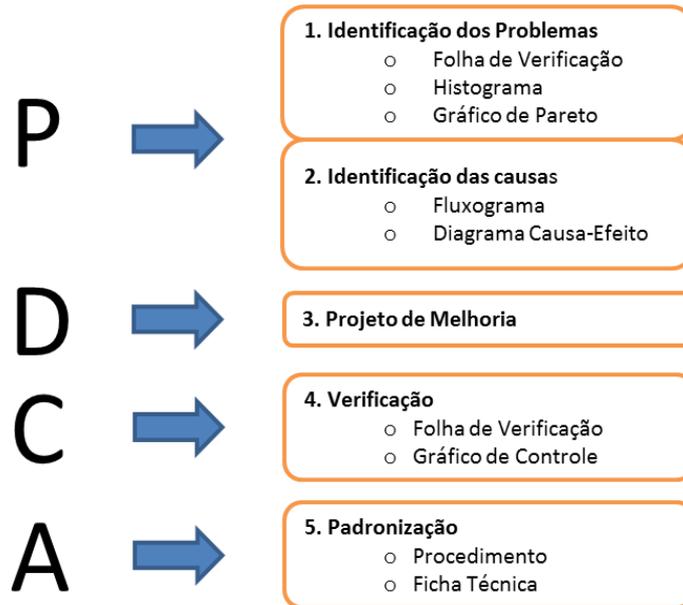


Figura 6: Ciclo PDCA/Ferramentas da Qualidade aplicado no estudo de caso.

Fonte: RAMIRES (2011).

No tópico 4.3 será demonstrado a aplicação do trabalho, o Ciclo PDCA e as ferramentas da qualidade a fim de melhorar o aproveitamento industrial.

4.3. APLICAÇÃO DO CICLO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE

No primeiro momento como demonstrado na Figura 5, será iniciado os trabalhos, de acordo com o Ciclo PDCA na etapa P (*Plan*). Nesta etapa inicialmente será realizado a identificação dos problemas.

Foi utilizada a ferramenta da qualidade denominada Folha de Verificação, para realizar o levantamento de dados de quantas paradas ocorreram no período inicial de safra 2012/2013, durante 35 dias, sendo através desta ferramenta a computação do início da paralização e do retorno da moagem. Neste levantamento foi relacionado em duas partes, sendo uma em relação a todos os aspectos que não adentrou cana-de-açúcar para a indústria, como motivo de parada relacionado à área agrícola da empresa e todos os outros motivos de impedimento de realizar moagem, relacionados à indústria.

A Folha de Verificação, já explicada sua função no Tópico 2.3.2., foi executada através dos operadores de COI e coordenadores, onde são responsáveis quando ocorre qualquer parada, anotar as informações contidas na planilha de paradas (Anexo 1), para gerar

relatórios posteriores de aproveitamento de moagem e aplicação de trabalhos em áreas, equipamentos ou atividades críticas, como é o intuito deste estudo de caso.

Frente ao levantamento realizado pelos colaboradores da empresa, obtiveram-se os seguintes dados:

Tipo de Paradas	Ocorrências	Tempo(hrs)	Porcentagem de Tempo
Agrícola Chuva	25	199,43	63,04%
Agrícola	2	14,00	4,42%
Indústria	86	102,93	32,54%
Total de paradas	113	316,36	100,00%

Quadro 13: Paradas de Indústria e Agrícola.

Fonte: RAMIRES (2012).

Observa-se no Quadro 13 que a porcentagem referente ao tipo de parada chuva, é a que possui uma representação maior, com 63,04%, mas é um fenômeno natural não esta no controle da usina. Frente aos outros tipos, nota-se que a indústria representou um total de 102,93 horas de paradas, com um total de 86 ocorrências, em 35 dias antes da aplicação das ferramentas. Estes números reforçam como é importante realizar um estudo e atacar os principais problemas, identificando suas causas e encontrar maneiras de que não voltem a acontecer.

Com a folha de verificação foi possível evidenciar um número considerado de ocorrências, que foram inseridos no Quadro 14, onde relaciona em ordem decrescente a quantidade de tempo em horas, que a moagem ficou parada devido ao problema, e indicando o número de ocorrências de cada problema.

Causas de parada da Indústria	Ocorrências	Tempo(hrs)
Embuchamento de cana	14	27,60
Rompimento da esteira de lona	1	13,50
Bagaço úmido	14	10,57
Falta de energia elétrica CCM	4	10,31
Falha de atuação válvula de rebaixo	2	9,10
Falha automação/supervisor	9	6,05
Falta de sincronismo das esteiras	1	4,02
Desarme/queima de motor elétrico	11	3,80
Troca de pente superior	1	2,50
Rompimento da tubulação de óleo	3	2,33
Desarme da turbina do gerador	1	1,63
Quebra de acoplamento	1	1,53
Duto de bagaço da esteira entupido	1	1,52
Vazamento do cabeçote hidráulico	1	1,20
Cabo de aço hilo rompido	1	1,17
Desarme / falha no inversor de frequência	3	1,02
Entupimento nos dutos de transferência	1	0,88
Presença de pedras/objetos estranhos	2	0,87
Correia transmissão motor patinando/desarmando	2	0,76
Posicionamento incorreto do chute donelly	7	0,67
Acumulo de cana/bagaço esteira metálica	2	0,60
Duto do dosador de bagaço entupido	2	0,50
Falta de bagaço na moega de retorno	1	0,50
Quebra travessão/suporte/braço/pente	1	0,30
Total de paradas	86	102,93

Quadro 14: Problemas que geraram paradas na indústria.

Fonte: RAMIRES (2012).

Através do Quadro 14, foi possível gerar a segunda Ferramenta da Qualidade, o Histograma, que indica com o Gráfico 8, os problemas que ocasionaram as paradas em horas.



Gráfico 8: Histograma dos tempos de parada em horas.

Fonte: RAMIRES (2012).

No Gráfico 9, também é apresentado um Histograma, mas em virtude ao número de ocorrências das causas de paradas de moagem.



Gráfico 9: Histograma do número de ocorrências.

Fonte: RAMIRES (2012).

Através do Gráfico 8 e do Gráfico 9, fica evidente os principais problemas que causam parada de moagem em horas e em número de ocorrências, respectivamente. Mas mesmo mostrando quais são as principais, deve-se entender o quanto cada uma das causas representa no total de paradas, tanto em tempo como em quantidade de acontecimentos. Para isso será analisado em cima de outra ferramenta da qualidade, chamada de Gráfico de Pareto.

O Diagrama de Pareto, como também é conhecido, foi apresentado no Tópico 2.3.4. e seu objetivo principal é distinguir quais são os problemas essenciais e quais são os secundários frente a análise. No Gráficos 10 e no Gráfico 11 serão representados através da ferramenta, quais as principais causas.

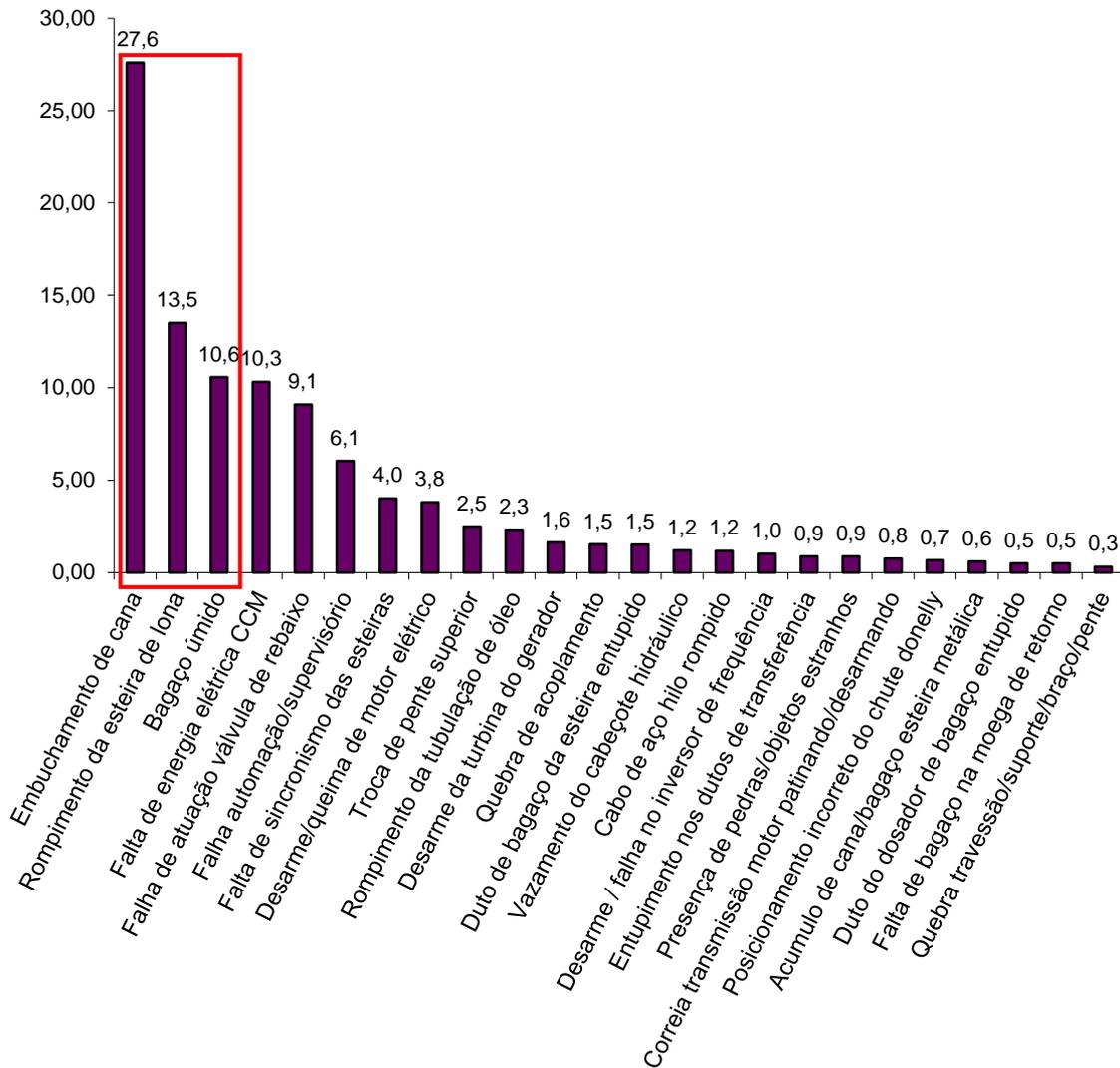


Gráfico 10: Diagrama de Pareto – problemas em quantidade de horas de parada de moagem.

Fonte: RAMIRES (2012).

No gráfico 10, Diagrama de Pareto por causas de paradas de moagem em relação às horas, nota-se que três motivos se destacam embuchamento de cana, rompimento da esteira de lona e bagaço úmido, onde soma um total de 51,6 horas de horas perdidas devido a estes motivos.

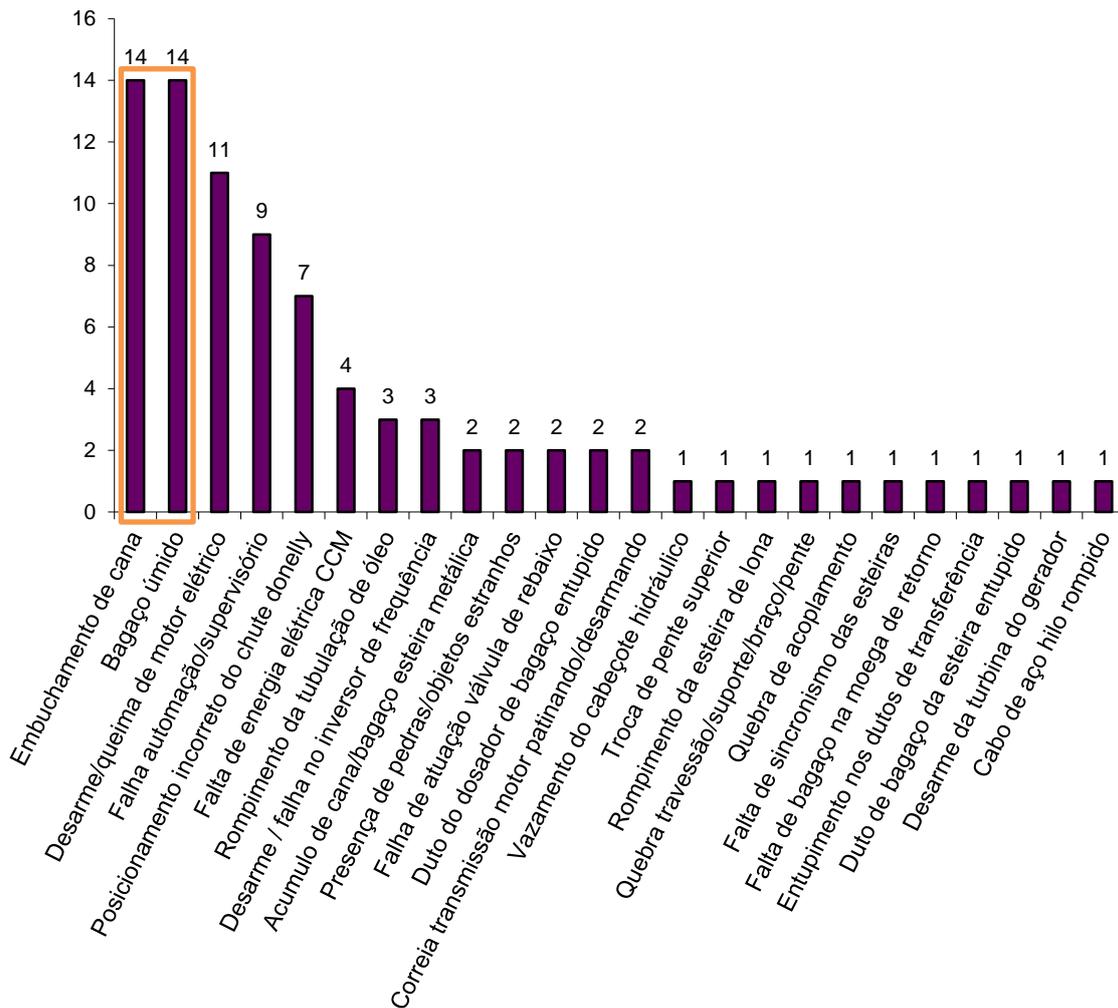


Gráfico 11: Diagrama de Pareto – problemas em número de ocorrências.

Fonte: RAMIRES (2012).

No gráfico 11, Diagrama de Pareto das causas de paradas de moagem em virtude de número de ocorrências, notou-se que o embuchamento de cana¹⁰ e o bagaço úmido¹¹ obtiveram junto um total de 28 vezes como motivos de parada de moagem.

Levando em consideração o número de ocorrências e o tempo de parada foi relacionado dois problemas principais de parada. Os dois problemas, com o número de ocorrências e o total que geraram em tempo de paradas podem ser visualizados no Gráfico 12, que mostra individualmente o quanto os dois afetaram o aproveitamento de moagem.

¹⁰ Embuchamento de cana: acontece quando uma esteira ou um equipamento, devido a aglomeração de cana-de-açúcar ou bagaço, não permite que o fluxo do processo aconteça, ou seja, forma através da cana um entupimento da passagem.

¹¹ Bagaço úmido: quando o bagaço esta com umidade acima do limite permitido (54%), tornando a queima na caldeira ineficiente.

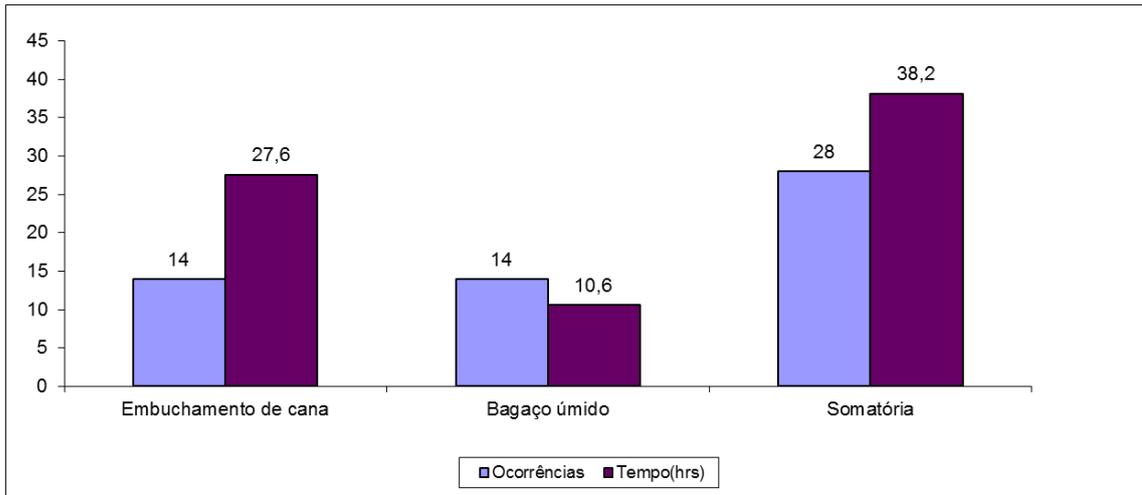


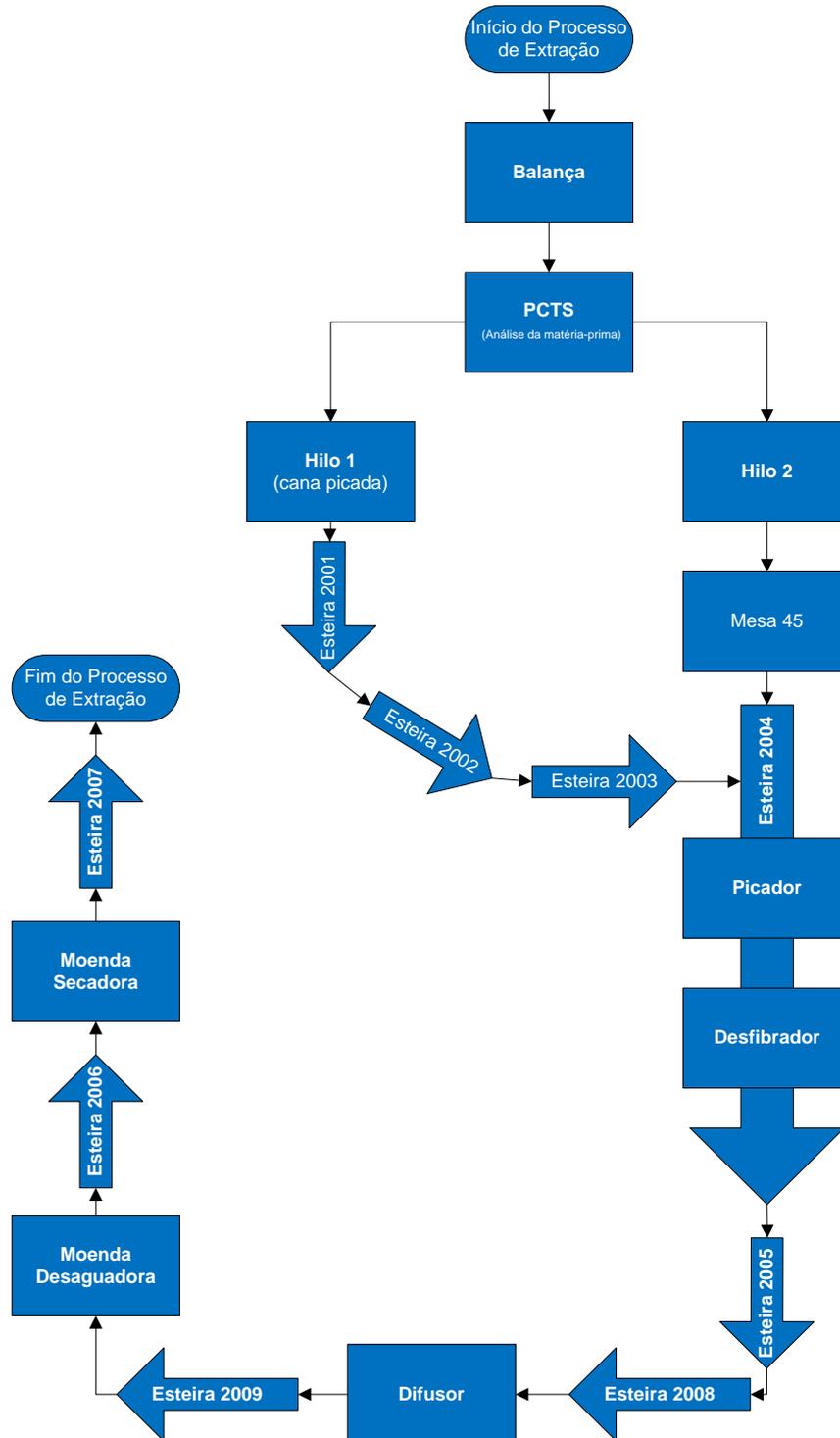
Gráfico 12: Principais problemas identificados pelo Diagrama de Pareto.

Fonte: RAMIRES (2012).

Analisando a carga horaria de paradas que geraram estes dois problemas, embuchamento de cana e bagaço úmido, frente à definição de Diagrama de Pareto (80/20), pode-se afirmar que corresponde a aproximadamente 37%, ou seja, encontrando soluções para estes dois problemas, se espera uma diminuição de 80% nas ocorrências e no tempo de parada de moagem.

Depois de identificado os principais problemas, deve-se encontrar quais os motivos que os geraram, ou seja, quais são as causas dos problemas. Para isso, seguindo pela Figura 6, na primeira etapa do ciclo, realizar um plano de ação de maneira os principais problemas identificados não voltem a acontecer, relacionados no Gráfico 10.

Para compreender melhor as causas dos problemas, foi gerado um Fluxograma, outra ferramenta da qualidade, já descrita neste trabalho, tornando o caminho de análise de falhas e solução de problemas mais prática e pontual, pois será possível identificar aonde realmente aconteceu o problema, e assim descobrir as possíveis causas.



Fluxograma 2: Fluxograma do processo de extração do estudo de caso.

Fonte: RAMIRES (2012).

Através do Fluxograma 2 e da Folha de Verificação, estratificou-se os principais problemas apontados, embuchamento por cana e bagaço úmido, e então rastreado os locais em que aconteceram os problemas, afim de tornar a análise de solução, como mencionado antes, mais pratica, pois torna-se a visão do processo e suas influências mais clara.

Após realizar a estratificação foi identificado através do fluxograma o local dos principais problemas:

Paradas por embuchamento de cana		
Local da ocorrência	Ocorrências	Tempo (horas)
Esteira 2009	6	8,66
Esteira 2006	4	3,90
Difusor	1	0,92
Picador	1	3,00
Desfibrador	1	4,42
Terno Secador	1	6,70
Total de paradas	14	27,60

Quadro 15: Local das ocorrências das paradas por embuchamento de cana.

Fonte: RAMIRES (2012).

Paradas por bagaço úmido		
Local da ocorrência	Ocorrências	Tempo (horas)
Terno Secador	11	7,40
Caldeira	3	3,17
Total de paradas	14	10,57

Quadro 16: Local das ocorrências das paradas por bagaço úmido.

Fonte: RAMIRES (2012).

Identificado os locais, e estratificado como pode ser observado no Quadro 15 e Quadro 16, o estudo de caso parte para o próximo passo que é a formulação de mais uma ferramenta da qualidade, o Gráfico de Ishikawa, já descrito seu conceito anteriormente.

Para está análise foi necessário uma série de reuniões com os membros da equipe responsável e colaboradores da área de extração e membros da gestão de processo. Nestas reuniões foi explicado o quanto era importante, independente do cargo que o colaborador ocupa sua opinião frente ao tema. Para que todos expressassem seus pontos de vista, foi elaborado, também descrito anteriormente o *brainstorming*, e então as principais causas relacionadas aos problemas, inseridas no Diagrama Causa-Efeito, para os dois principais problemas.

Os Diagramas podem ser observados de forma errata a seguir:

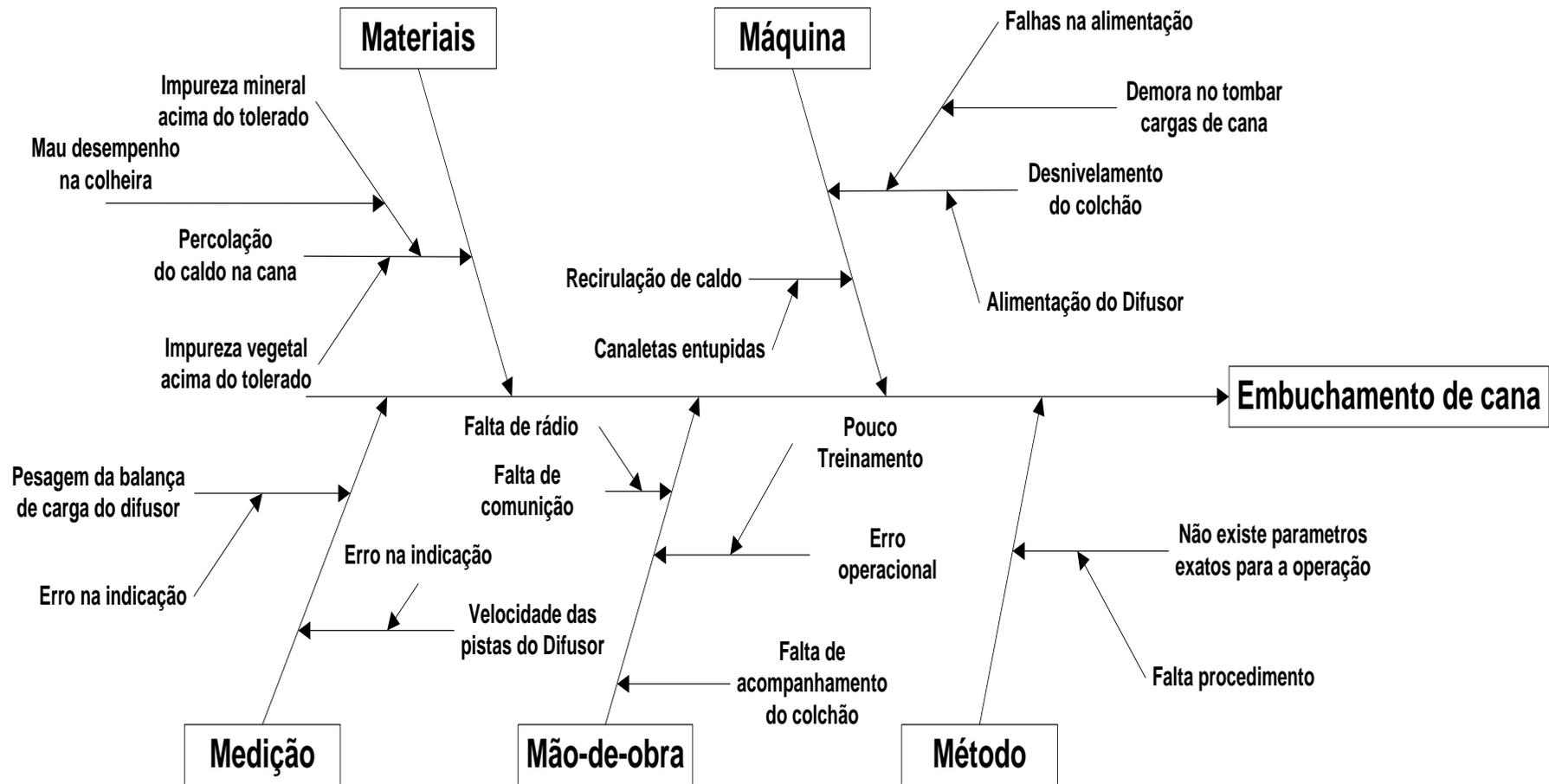


Figura 7: Diagrama de Ishikawa – embuchamento de cana.

Fonte: RAMIRES (2012).

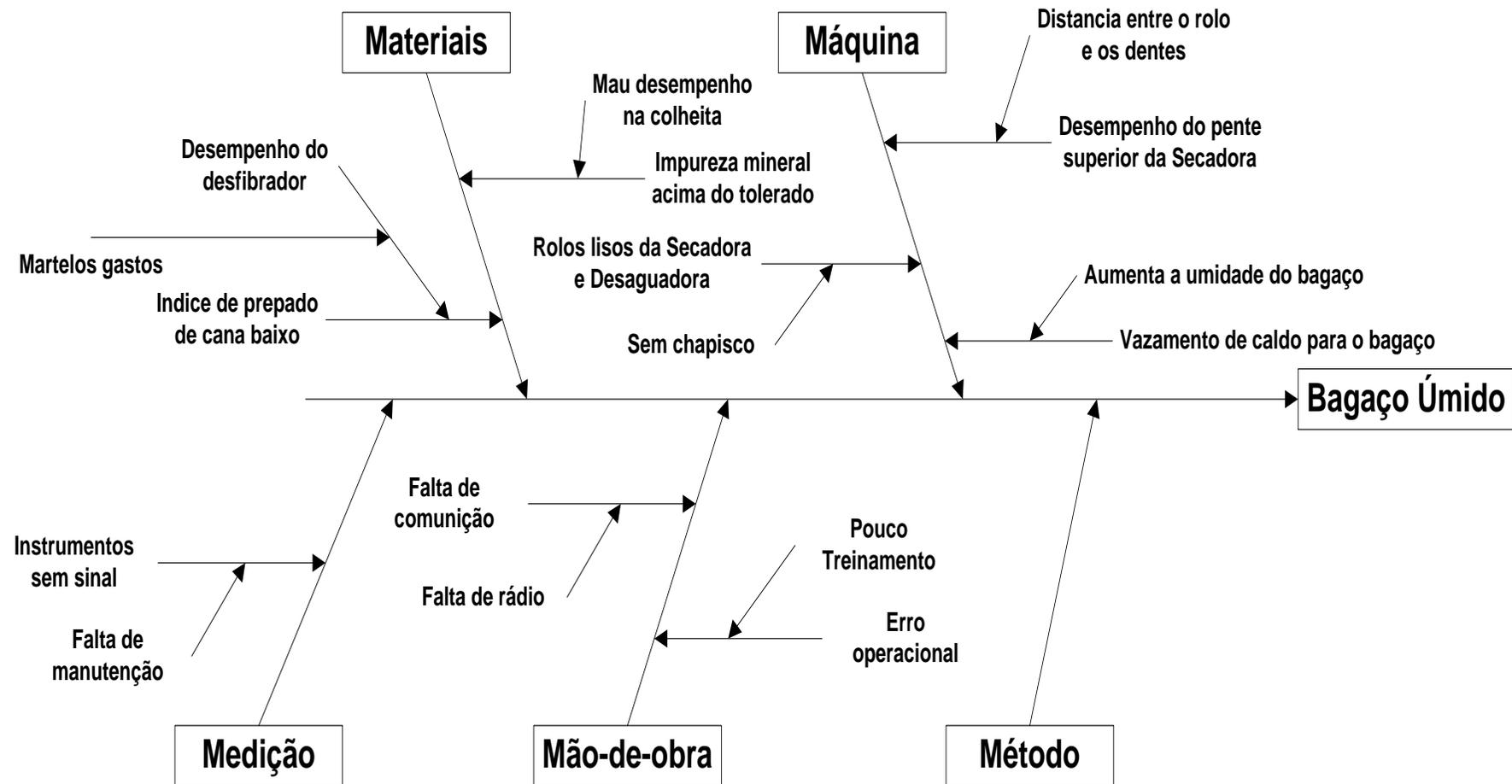


Figura 8: Diagrama de Ishikawa – bagaço úmido.

Fonte: RAMIRES (2012).

Encontrado os problemas e suas principais causas, a partir do Diagrama de Ishikawa (Figura 7 e Figura 8), foi identificando quais os pontos de o melhoramento era possível tecnicamente realizar, ou seja, que não dependiam de tempo a mais de parada para realizar as melhorias e que poderiam ser visualizadas a curto prazo.

Passando para a segunda etapa (D), da Figura 6 do Ciclo PDCA elaborado para o estudo de caso, foram estipuladas as melhorias para os dois problemas. As melhorias podem ser identificadas abaixo:

- Embuchamento de cana
 - Melhoria nos instrumentos de medição, realizando teste em todos;
 - Compra de rádios;
 - Criação de parâmetros fixos para todos os turnos;
 - Ajuste na alimentação do difusor;
 - Treinamento para operadores de hilo para que não gerem falhas na alimentação de cana-de-açúcar;
 - Acompanhamento do colchão de cana no difusor por parte dos operadores, a fim de informar via rádio, o operador de COI, a tempo de tomar medidas de contenção;
 - Solicitação a área agrícola a respeito de cargas com impurezas minerais e vegetais fora da tolerância;
- Bagaço úmido
 - Diminuição da distância dos martelos com a placa do desfibrador, a fim de melhorar o índice de preparo da cana;
 - Realizado chapisco em todos os ternos das moendas, desaguadora e secadora;
 - Troca do pente superior da moenda secadora;
 - Instalação do succionador de caldo na moenda secadora, a fim de impedir que o caldo já extraído entre em contato com o bagaço;
 - Operador de COI da Caldeira foi treinado a tomar medidas caso o bagaço chegar úmido aos alimentadores das Caldeiras A e B.

Estas ações de melhoria foram tomadas a fim de que não ocorressem mais paradas por estes motivos e para que o aproveitamento de moagem gerasse uma melhora considerável. A ideia é lógica, melhorando o processo aonde ocorrem as principais causas, os problemas não devem voltar a acontecer ou surjam novas causas para os mesmos problemas, ou até mesmo surjam novos problemas.

As melhorias foram executadas durante três dias, no período de 22 a 25 de abril, sendo as ações que necessitavam de parada de moagem, executadas quando realmente ocorressem paradas por outros motivos.

Após a execução das melhorias, foi feita uma nova avaliação, referente às ocorrências de paradas no período de 26 de abril a 04 de junho, com o intuito de observar quais foram as principais problemas que geraram paradas e como foi o desempenho do aproveitamento de moagem frente à meta estipulada pelo trabalho, essa etapa do trabalho, é denominada fase de verificação (C), como pode ser visualizado na Figura 5.

Problema	Duração da Parada (h)
Desarme/queima de motor elétrico	1,83
Bagaço úmido	0,42
Desarme da turbina do gerador	0,83
Embuchamento de cana	0,3
Falha automação/supervisório	0,92
Falha automação/supervisório	0,6
Embuchamento de cana	0,62
Falha automação/supervisório	0,33
Falha automação/supervisório	1,28
Rompimento da tubulação de óleo	0,75
Quebra/empenamento de taliscas	0,3
Vazamento de óleo	0,43
Desarme/queima de motor elétrico	0,3
Falta de energia elétrica CCM	0,47
Falha automação/supervisório	1
Falha automação/supervisório	3,7
Desarme/queima de motor elétrico	1,08
Desarme da turbina do gerador	0,58
Desarme/queima de motor elétrico	0,83
Falta de bagaço na moega de retorno	0,75
Total de tempo de parada	17,32

Quadro 17: Problemas que geraram paradas na indústria após a aplicação das melhorias.

Fonte: RAMIRES (2012).

Como se pode observar no Quadro 17, as ocorrências de paradas de moagem por motivos de embuchamento de cana e bagaço úmido diminuíram para 7,74%, sendo que do período de análise do dia 18 de março a 23 de abril era de 37%. Frente ao aproveitamento de moagem, observa-se do Gráfico de Controle, outra ferramenta da qualidade, conceituada no

Tópico 2.3.7., como o aproveitamento de moagem industrial se comportou após a aplicação do Ciclo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade e a aplicação das melhorias necessárias que foram identificadas.

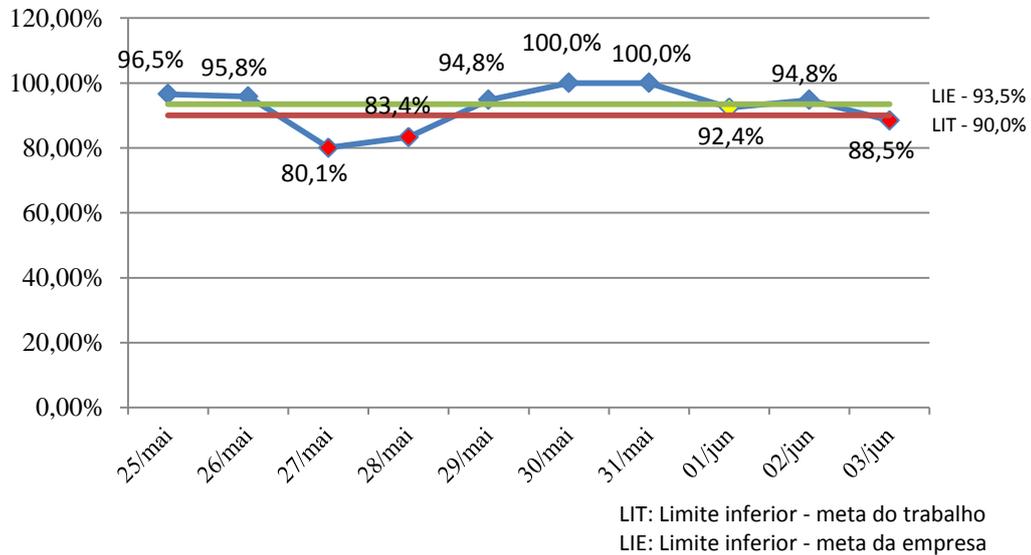


Gráfico 13: Aproveitamento de moagem após as aplicações de melhoria.

Fonte: RAMIRES (2012).

Em observância ao Gráfico 13, pode-se visualizar que em apenas três ocasiões de dez, a meta do estudo de caso não foi atingida e quatro ocasiões onde não foi atingido o objetivo em relação à meta da empresa.

Na ultima etapa do Ciclo PDCA, desenvolvido para o estudo de caso, como pode ser observado na Figura 5, foi consolidado um procedimento e parâmetros para que todos os operadores tanto de COI, como de campo, realizem sempre o mesmo trabalho, ou seja, padronizar ao máximo as operações no setor de extração.

4.4. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Depois de realizado a análise de falhas, a identificação dos problemas e suas causas principais e os projetos de melhoria que se mostraram necessários segundo os colaboradores envolvidos na área e o grupo de gestão de projeto, realizou-se uma comparação de como estava o aproveitamento de moagem, antes e como se comportou após dez dias a aplicação do Ciclo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade.

Nota-se primeiramente visualizando o Quadro 17, que as paradas de moagem em decorrência de embuchamento de cana duas ocorrências e de bagaço úmido de uma ocorrência. Com isso fica claro que os problemas persistem em acontecer, mas com uma intensidade de ocorrências menor e com um total de tempo de paradas com uma proporção menor que antes da aplicação das melhorias.

Em relação ao aproveitamento de moagem, pode ser visualizado no Quadro 18 pode ser visualizada a consequência da aplicação das ferramentas da qualidade e do Ciclo PDCA.

Período	Número de Dias	Aproveitamento de Moagem Industrial
17/04/12 a 24/05/12	35	87,58%
17/04/12 a 03/06/12	48	88,63%
25/03/12 a 03/06/12	10	92,42%

Quadro 18: Histórico de aproveitamento de moagem industrial.

Fonte: RAMIRES (2012).

Através do Quadro 18 observa-se que a empresa vinha com uma média de aproveitamento de moagem industrial de 87,58%, totalizando 35 dias até o início da implantação dos planos de melhoria, descritos no tópico 4.3.. Após o fim da aplicação do Ciclo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade, a unidade teve um desempenho muito superior, apresentando 92,42% no período subsequente de aproveitamento de moagem.

5. CONCLUSÃO

De acordo com o exposto acima e estudado neste trabalho, fica evidente a importância trazida pelo Ciclo PDCA e as Ferramentas da Qualidade, quando aplicados a uma análise de falhas e suas causas dentro de uma organização.

O trabalho apresentou em sua revisão bibliográfica características de empresas, como a do estudo de caso, mencionando sua importância de não gerar paradas, pois se trata de um processo contínuo. Também apresentou como funciona a implantação de um Ciclo PDCA, as Ferramentas da Qualidade e a união da metodologia com as ferramentas, sendo apresentada uma dinâmica utilizada exclusivamente para o trabalho. Vale ressaltar que para o estudo de caso foram utilizados seis das sete ferramentas da qualidade descritos na revisão (folha de verificação, histograma, gráfico de dispersão, diagrama causa-efeito, diagrama de Pareto e fluxograma).

No presente trabalho de graduação, através da metodologia PDCA em conjunto com as Ferramentas da Qualidade, foram identificados os principais problemas e suas causas, que geram paradas de moagem, por motivo industrial, em uma usina produtora de etanol, e então a partir disso, criou soluções para que os problemas não se repitam.

O resultado do trabalho mostra uma melhora no aproveitamento de moagem, como pode ser visualizado no Tópico 4.4., sendo o reaparecimento das falhas tratadas de baixa importância se comparadas antes do tratamento. Mas vale salientar que para que o aproveitamento de moagem industrial melhore ainda mais, tem-se a necessidade de aplicar a metodologia do trabalho durante todo o período de safra, para que as melhorias ocorram continuamente.

Para empresa, esta melhora de aproveitamento de moagem industrial, através das ferramentas utilizadas no trabalho, resulta em duas situações. A primeira referente à melhora propriamente dita, pois gerou um maior tempo de moagem, devido à redução no tempo e no número de paradas, e conseqüentemente maior moagem de cana-de-açúcar no período analisado, após a implantação das melhorias. A segunda situação é correspondente à eficácia que a metodologia aplicada ao estudo resultou para a empresa, podendo ser abordada continuamente, como mencionado no paragrafo anterior.

Concluindo, pode-se afirmar que os objetivos estabelecidos para este trabalho, foram alcançados. Foram identificados os principais motivos das paradas de moagem no período estabelecido, localizado a área que ocorreram as paradas, identificado os principais motivos e implantado a melhoria, conseguindo melhorar o aproveitamento de moagem da indústria.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2006.

ANDRADE, Fábio Felipe. **O método de melhoria PDCA**. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ANP. **Agencia nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 18 mai. 2012.

BARBOZA, Fábio Gonzáles. **Melhoria de processo produtivo pela aplicação de *Lean*: um estudo de caso**. 74 f. Tcc (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Departamento de Engenharia de Produção Mecânica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

BASTOS, Valéria Delgado. **Etanol, álcoolquímica e biorrefinarias**. BNDS Setorial, Rio de Janeiro, n. 25. 2007.

BEHR, Ariel; MORO, Eliane Lourdes da Silva; ESTABEL, Lizandra Brasil. Gestão da biblioteca escolar: Metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da informação**, Brasília, v. 37, n. 2, p.32-42, mai/ago. 2008.

BONSUCRO. **Better sugarcane initiative ltd**. Disponível em: <<http://www.bonsucro.com>>. Acesso em: 20 maio 2012.

BRASIL, Person Education do. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Person Education do Brasil, 2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia**. 8 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CARVALHO, José Antonio Barreto de. **Uma proposta de agrupamento de indicadores para avaliação da efetividade do gerenciamento da segurança de usinas nucleares.** 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle estatístico de qualidade.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

COLETTI, Jaqueline; BONDUELLE, Ghislaine Miranda; IWAKIRI, Setsuo. **Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamela para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade.** Revista Acta Amazonica: Manaus, v. 40, n. 1, p.135-140, 2010.

COSTA, Ricardo Cunha da. **Mitigação riscos e ampliação de retornos: aplicação dos conceitos de fronteira eficiente de Morkowitz e de carteira alavancada ao setor sucroalcooleiro.** BNDS Setorial, Rio de Janeiro, n. 29. 2009.

DJAIR. **Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa):** Gestão e Qualidade. Disponível em: <<http://www.lugli.com.br/2009/08/diagrama-de-causa-efeito-ishikawa/>>. Acesso em: 01 maio 2012.

FERNANDES, Antonio Carlos. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar.** 3 ed. Piracicaba: STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2011.

GUIMARÃES, Bruno Rodrigues. **Modelo para simulação do tempo para perfuração de poços de petróleo.** 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

GONZALEZ, Rodrigo Valio Dominguez; MARTINS, Manoel Fernando. **Melhoria contínua no ambiente ISO 9001:2000: um estudo de caso em duas empresas do setor automobilístico.** Revista Produção, São Paulo, v. 17, n. 3, p.592-603, set/dez. 2007.

JOHNSTON, Robert; CLARK, Graham. **Administração de operações e serviços.** 1 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

JURAN, J.M.. **Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

MAPA. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 17 mai. 2012.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MILANEZ, Artur Yabe; BARROS, Nereida Rezende; FAVERET, Paulo de Sá Campello Filho. **O perfil do apoio do BNDS ao setor sucroalcooleiro**. BNDS Setorial, Rio de Janeiro, n. 28. 2008.

OISHI, Michitoshi. **TIPS: técnicas integradas na produção e serviços: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo: teoria e prática**. São Paulo: Pioneira, 1995.

PARO, André de Carvalho. **Uma metodologia para gestão da eficiência de centrais de cogeração a biomassa: aplicação ao bagaço de cana**. 2011. 146 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKY, Lee J. **Administração da produção e operações**. 1 ed. São Paulo: Person, 2004.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

SAMED, Marcia Marcondes Altimari; COSTA E SILVA, Camila Correa da; FERREIRA, Ariane Gregorio. **Estudo de caso: uma proposta de melhoria em uma indústria do setor metal-mecânico**. In: XVIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Bauru: Unesp, 2011.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TRIVELLATO, Arthur Antunes. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para a melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças** 2010. 77 f. Tcc (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciencia – CENERGIA, 2003.

TUBINO, Ferrari Dalvio. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ÚNICA. União das Indústrias de Cana-de-Açúcar. Setor sucroalcooleiro. Histórico. Disponível em <www.unica.com.br>. Acesso em: 23 abr. 2012.

VIEIRA, Maria Célia Azevedo; LIMA, Jaldir Freire; BRAGA, Natália Mesquita. **Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas**. 2007.

ANEXO 1

Data	Início da Parada	Término da Parada	Código da Parada	Setor causador	Equipamento causador	Problema Causado

Quadro 19: Formulário de paradas de moagem – Folha de Verificação.

Fonte: RAMIRES (2012).

