

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A GESTÃO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO EM UMA USINA  
SUCROENERGÉTICA EM DOURADOS, VISANDO À REDUÇÃO DE CUSTOS DOS  
INSUMOS INDUSTRIAIS**

**Regiane Maria Estevan Thomazini**

**DOURADOS - MS  
2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A GESTÃO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO EM UMA USINA  
SUCROENERGÉTICA EM DOURADOS, VISANDO À REDUÇÃO DE CUSTOS DOS  
INSUMOS INDUSTRIAIS**

**Regiane Maria Estevan Thomazini**

Trabalho de conclusão de curso,  
Curso de Engenharia de Produção da  
Universidade Federal da Grande Dourados,  
como requisito parcial para obtenção do grau  
de Bacharel.

**DOURADOS - MS  
2012**

REGIANE MARIA ESTEVAN THOMAZINI

**A GESTÃO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO EM UMA USINA  
SUCROENERGÉTICA EM DOURADOS, VISANDO À REDUÇÃO DE CUSTOS DOS  
INSUMOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Graduação apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eliete Medeiros

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vera Luci de Almeida

---

Eng<sup>o</sup> Oswaldo Costa

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus por ter me dado força para a realização desse trabalho;

Aos meus pais e irmã, pelo carinho e apoio que me proporcionaram durante toda a vida acadêmica;

Aos meus tios, Maria Aparecida e Cleber, por serem exemplos de determinação, sem eles eu não teria conseguido realizar a mais esse sonho, e aos demais familiares pela colaboração;

Aos amigos Jose Geraldo, Oswaldo, Marco Aurélio, Murilo Muniz, Hugo Moura e Vitor Hugo pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho;

Ao meu namorado, Renato Tavares e amigos pelo companheirismo e paciência;

Agradeço também aos meus professores, pelo aprendizado que ficará para a vida.

## **RESUMO**

O aumento da competitividade entre as empresas leva a uma necessidade de otimizar o processo produtivo, muitas vezes baseado na gestão da produção moderna, onde métodos e técnicas ora básicos, ora diferenciados são utilizados para aprimorar produtos, serviços e principalmente processos com necessidades de melhorias. O setor sucroenergético por ser um setor em forte expansão exige que seu processo seja aperfeiçoado para que não existam retrabalhos, desperdícios e prejuízos. O processo de produção de álcool, açúcar e energia demanda alto consumo de insumos químicos no setor industrial, corresponde a trinta por cento dos custos de produção. Nesse processo são observados vários aspectos que possibilitam gerar ganhos consideráveis, principalmente no que tange a produtividade. Partindo da visão do Engenheiro de Produção e com o auxílio de ferramentas como as da qualidade e PDCA, tais melhorias podem ser aplicadas. A aplicação de técnicas de gestão da produção para obter melhorias é o foco deste trabalho. Através de um estudo de caso, serão mapeados os recursos disponíveis, diagnosticados os principais problemas que impactam neste processo e propostas soluções adequadas que são os meios para se atingir a redução.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
1.1.Considerações Iniciais .....	8
1.1.1.Setor Sucroenergético.....	8
1.1.2.Qualidade.....	12
1.2.Objetivos.....	14
1.2.1.Objetivo geral .....	14
1.2.2.Objetivo Específico .....	14
1.3.Justificativa.....	15
2. UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PDCA EM UMA USINA SUCROENERGÉTICA .....	16
2.1.A Qualidade dos Serviços.....	16
2.2.Gestão da Qualidade .....	18
2.3.História da Qualidade .....	19
2.4.Ciclo PDCA.....	20
2.5.Ferramentas da Qualidade .....	24
2.5.1.Diagrama de Pareto .....	24
2.5.2.Diagramas de causa-efeito.....	26
2.5.3.Histograma .....	28
2.5.4.Folha de Verificação.....	30
2.5.5.Gráficos de dispersão.....	30
2.5.6.Fluxogramas .....	31
2.5.7.Cartas de controle .....	33
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	35
3.1.Classificação do Estudo.....	35
3.1.1.Caracterizações da Pesquisa .....	35
3.1.3.Métodos e Técnicas .....	36

4. ESTUDO DE CASO, APLICAÇÃO DO METODO PDCA NA USF.....	38
5. CONCLUSÃO .....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações Iniciais

Este trabalho busca implantar um sistema de gestão nas áreas industriais que consomem insumos químicos em uma usina Sucroenergética que com a utilização do método PDCA e auxílio de ferramentas gerenciais espera-se convergir em melhores resultados, com o consumo, a utilização e conseqüentemente a redução de custo. Com a falta de capacitação e orientação de funcionários ocorrem gastos excessivos e desperdícios. Busca-se também a padronização do processo de produção a fim de reduzir esse frequente problema.

O método PDCA que corresponde à sequência lógica de ações necessárias para se garantir o atendimento de uma meta ou a solução de um problema, cuja sigla compõe o conjunto de quatro ações cíclicas a serem seguidas: Planejar, Executar, Verificar e Agir, do inglês respectivamente *Plan, Do, Check e Act*, em que será baseado o referencial teórico deste trabalho, juntamente com as ferramentas gerenciais que são as técnicas que visam captar, processar e dispor as informações para serem transformadas em novos conhecimentos.

Por fim, serão apresentados todos os resultados provenientes desse modelo de gestão no processo de consumo de insumos.

No próximo capítulo apresenta a importância desse setor no Brasil, o que é qualidade e sua importância, objetivo da pesquisa e justificava.

#### 1.1.1. Setor Sucroenergético

De acordo com Shikida (1997) a produção de cana-de-açúcar está presente na economia brasileira desde o começo da colonização. Ao longo dos anos, através de pesquisas descobriu-se que a cana-de-açúcar se deriva em: produção de açúcar, álcool anidro (aditivo para gasolina) e do álcool hidratado. Além de poder gerar energia elétrica, através da queima

do bagaço. Tendo essa, grande diversidade, ainda contar com a produção de plástico biodegradável, o PHB (polihidroxibutirato).

Após séculos de convívio com a indústria canavieira, somente nas duas primeiras décadas do século XX, mas precisamente entre os meados de 1905 e 1920 é que o Brasil descobriu como fonte energética o álcool, tentando de diversas maneiras transformarem álcool em combustível. Ao final do ano de 1920, o INT – Instituto Nacional de Tecnologia chamava a atenção com sua Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, onde foram feitas diversas experiências com motores a álcool, sendo testados num Ford 4 cilindradas. (SHIKIDA, 1997).

Nos meados do ano de 1927, a Usina Serro Grande de Alagoas, no Nordeste, lançou o “USGA” álcool-motor. Alguns anos depois em 20 de fevereiro de 1931, o governo brasileiro pelo decreto nº. 19.717, obrigou a mistura de 5% de álcool na gasolina consumida pelo país. (BIODIESEL, 2010).

Com a chegada da II Guerra Mundial, no período de 1942 e 1946, houve grandes dificuldades em abastecimento de petróleo e seus derivados, o que levou o governo brasileiro alcançar uma taxa de 42% a mistura de álcool a gasolina. A primeira razão era decorrência das restrições às importações de petróleo e gasolina. A segunda razão decorria das restrições econômicas e logísticas para a exportação do açúcar. A partir da II Guerra, todavia, país reduziu crescentemente o percentual da mistura carburante até chegar a 2,9% em todo o país e a 7% em São Paulo, no início dos anos 70. (PAIXÃO, 1995).

Nesse mesmo ano, com a queda externa do preço do açúcar e aumento do preço do petróleo, houve uma mudança na matriz energética do país e retornando ao uso exclusivo do etanol como carburante. No ano de 1975 o Programa Nacional do Álcool ou Proálcool foi criado em 14 de novembro, pelo decreto nº 76.593, com o objetivo de estimular a produção do álcool, visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos. De acordo com este decreto, a produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo deveria ser incentivada por meio da expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, da modernização e da ampliação das destilarias existentes, e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras. (PAIXÃO, 1995).

Brasil a partir do ano de 2000, o álcool como combustível é usado de duas maneiras: adicionado à gasolina pura, em teores da ordem de 22% de álcool anidro, a 99,6 Gay-Lussac (GL) e 0,4% de água, formando uma mistura “gasool”, com o objetivo de aumentar a octanagem da gasolina pura, utilizada nos carros comuns e reduzir a emissão de poluentes e como álcool puro, na forma de álcool hidratado, a 95,5 GL, utilizado em veículos com motores desenvolvidos para o uso exclusivo de álcool hidratado como combustível. O álcool mostra-se um bom combustível automotivo, apresentando um nível de octanagem superior ao da gasolina. Ademais, não contém enxofre, o que evita a emissão de compostos de enxofre e a contaminação dos conversores catalíticos, e tem uma pressão de vapor inferior a da gasolina, o que resulta em menores emissões evaporativas. (BIODIESEL, 2010).

No Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), segundo Shikida (1997) destacam-se cinco fases distintas:

- 1975 a 1979 – Fase Inicial, onde o esforço foi dirigido, sobretudo para a produção de álcool anidro para misturas com gasolina.
- 1980 a 1986 – Fase da Afirmação – Nesse período o preço do barril de petróleo triplicou, então o governo resolve adotar medidas para implementar o Proálcool, criando o Conselho Nacional do Álcool e Comissão Executiva Nacional do Álcool.
- 1986 a 1995 – Fase da Estagnação – Nesse período o preço do barril de petróleo caiu abruptamente de um patamar de U\$ 40 para U\$ 12, colocando em xeque o programa de substituição da matriz energética, coincidindo com a falta de subsídios que estimulava o programa.
- 1995 a 2000 – Fase da Redefinição – O mercado do álcool combustível (anidro e hidratado) é liberado em todas suas fases, da produção á revenda e seus preços determinados pela lei da oferta e demanda. De 1,1 milhões de toneladas de açúcar que o país exportava em 1990, passou-se a exportar 10 milhões de toneladas por ano.
- Fase Atual – Trinta anos depois do início do Proálcool, o Brasil vive uma nova expansão dos canaviais. O plantio avança para fronteiras antes impensadas, a região dos cerrados, por grandes ofertas de terras ainda não cultiváveis. Destacando-se a grande demanda pelo álcool combustível por ser uma energia renovável, e uma menor emissão de gases poluentes. Aliado a isso, a tecnologia dos motores bicombustíveis, que podem ser movidos puramente a álcool ou gasolina ou também pela mistura de álcool e gasolina em

qualquer proporção. Em 2007, a venda de veículos novos é representada por 82% de veículos bicomustíveis.

Estados como o Mato Grosso do Sul vem se destacando no cenário tanto nacional quanto internacional nos agronegócios, por sua extensão territorial, solos férteis e principalmente pelo crescimento da Indústria Sucroenergética. De acordo com Centenaro (2011), nos últimos 15 anos houve um crescimento de 524,3% no cultivo de cana-de-açúcar no estado. O setor sucroalcooleiro tem apresentado crescimento significativo que está ocorrendo principalmente na região sul do Estado, em terras antes destinadas à pecuária e em áreas de pastagens degradadas.

Nesse cenário de expectativas positivas para o setor, foi criado o MERCOSUL em 26 de março de 1991, através do Tratado de Assunção, assinado pelo Paraguai, Uruguai, Argentina e Brasil. Esse acordo foi ratificado pelos seus membros em 29 de novembro de 1991, deixando explícita a intenção de criar uma área de livre circulação de bens, serviços e fatores produtivos entre os países membros, com a eliminação dos direitos alfandegários. Estabeleceu-se também a criação de uma Tarifa Externa Comum (TEC) com o compromisso dos Estados que compõe o bloco de harmonizar suas áreas pertinentes para possibilitar o fortalecimento do processo de integração. (MENDONÇA, 2010).

O estado do Mato Grosso do Sul faz fronteira com Paraguai e Bolívia, sendo o Paraguai membro formador do bloco MERCOSUL, e a Bolívia um país associado desde o acordo assinado em 28 de fevereiro de 1997. Apesar de o estado possuir 44 municípios situados em faixa de fronteira, segundo dados do Ministério da Integração Nacional, ainda é baixa a integração comercial destes municípios com Paraguai e Bolívia. O que ocorre é uma relação que, historicamente, foi construída por vias culturais e sociais, tendo em vista o referido espaço ter sido, durante vários anos, mais integrado ao Paraguai que propriamente ao Brasil, exemplo disso é a língua falada na fronteira com o Paraguai, que mescla o guarani, o espanhol, o castelhano e o português. (MENDONÇA, 2010).

Segundo Mendonça (2010), a relação comercial entre o estado do Mato Grosso do Sul e os países membros e associados do MERCOSUL tem aumentado gradativamente, devido à instalação de Empresas Multinacionais que cultivam produtos agrícolas como soja, trigo, cana-de-açúcar, entre outros industrializados e os exportam utilizando-se da localização privilegiada da região.

No Estado de Mato Grosso do Sul também ocorre preocupação do poder público em organizar e fomentar a atividade do setor sucroenergético. Em 2003 foi criada a Câmara Setorial do Açúcar e do Alcool do MS, vislumbrando as expectativas positivas para o setor, já que está ocorrendo quase o esgotamento da possibilidade de ampliação da atividade no Estado de São Paulo o principal produtor nacional. A meta é aumentar significativamente a produção de cana-de-açúcar, que deve passar dos 400 mil hectares em 2009, para um milhão na safra de 2012/2013. (CENTENARO, 2011).

### **1.1.2. Qualidade**

Para Cardoso (2010), qualidade é subjetiva e não objetiva. Neste sentido, os indicadores exercem a função de elementos da qualidade os quais são: confiabilidade, cortesia, comunicação, fácil utilização, credibilidade, competência, segurança, rapidez na resposta e aspectos visíveis. Sendo assim a qualidade carece de medição, além da preferência do cliente. Como a reclamação ou rejeição do cliente vem sempre depois do produto estar no mercado, é necessário estabelecer indicadores de qualidade, que meçam as dimensões da qualidade: qualidade, custo, atendimento, moral, e segurança.

De acordo com Nogueira (2003), qualidade significa “adaptar sua empresa às necessidades de seus clientes e mantê-los satisfeitos todo o tempo. Manter ou fidelizar clientes é mais facilmente conseguido quando temos qualidade”. Assim sendo, observa-se que qualidade é um processo de melhoria contínua dos serviços prestados, envolvendo mudanças organizacionais e culturais. Para mudar é preciso conhecer e aplicar as ferramentas que ajudarão os gestores a diagnosticar e encontrar soluções para os problemas que afligem suas atividades diárias.

Desse modo, em qualquer tipo de serviço prestado ou produção, para que exista qualidade, requer capacitação de equipes, articulação dos grupos de forma permanente, definição clara dos objetivos, normatização do processo produtivo e avaliação contínua. A qualidade é então, o que liga a instituição ao ambiente externo de forma segura e duradoura. (CARDOSO, 2010).

Atualmente as empresas estão inseridas em um mercado competitivo, onde há um aumento do número de concorrentes, a qualidade dos produtos é cada vez mais exigida pelo cliente e os preços entre empresas do mesmo ramo passaram a ser muito similares. Elas precisam ter uma gestão da produção que a proporcione condições de sobreviver, enfrentar a concorrência e atender e superar as expectativas de seus clientes. (CARDOSO, 2010).

É importante ressaltar que cada setor ou segmento econômico carece de uma abordagem específica para assegurar a qualidade de seus produtos ou serviços, de modo a satisfazer as necessidades de seus clientes. Neste sentido, a gestão da qualidade exerce um papel de extrema importância na indústria de alimentos, assim como as de álcool e açúcar, uma vez que o produto ofertado por este segmento pode pôr em risco a saúde do consumidor, caso a sanidade deste produto não seja assegurada. (SORDAN, 2006).

A área de gestão da produção é vista como estrategicamente importante para qualquer organização. Sendo assim, deve ser estudada, buscando aumentar a competitividade, atuando com qualidade em um mercado em pleno desenvolvimento.

Nas últimas décadas surgiram diversas práticas e conceitos relacionados à gestão da qualidade. Muitas dessas práticas foram desenvolvidas com o objetivo de auxiliar as empresas a melhorar sua competitividade. Assim, várias organizações têm adotado algum tipo de filosofia ou iniciativa para obter resultados direcionados ao controle e gestão da qualidade, como por exemplo, Total Quality Management - TQM, Just in Time, Prêmios Nacionais da Qualidade e ISO 9000. (Magd e Curry, 2003, apud Sordan 2006).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Para aplicar do método gerencial do PDCA, com apoio das ferramentas da qualidade em uma usina Sucroenergética, visando reduzir o consumo dos insumos industriais.

### **1.2.2. Objetivo Específico**

- 1) Analisar os dados de consumo de insumos através das ferramentas da qualidade;
- 2) Elaborar planos de ação para que elimine as causas dos problemas;
- 3) Aplicar o plano de ação para atingir os resultados de redução de consumo insumos químicos;
- 4) Verificar os resultados atingidos, para manter as melhores práticas.

### **1.3. Justificativa**

No ambiente competitivo em que as empresas sucroalcooleiras estão inseridas, por ser uma área em forte expansão é necessário promover reestruturações produtivas, diretamente relacionadas com as mudanças organizacionais, baseando-se na gestão da produção moderna, organização do trabalho e estratégias de operações. A redução de custos de produção, através da padronização do processo de consumo de insumos, foi uma oportunidade observada pelo grupo, pois se identificou que corresponde a trinta por cento dos custos de produção em empresas desse setor. Levando em consideração esse número, essa pesquisa mostrará quão importante é o planejamento e otimização dos recursos para auxiliar no melhor desempenho.

## 2. UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PDCA EM UMA USINA SUCROENERGÉTICA

### 2.1. A Qualidade dos Serviços

A redução contínua dos custos, a produtividade e a melhoria da qualidade tem demonstrado que é essencial para as organizações se manterem em operação. A qualidade transformou-se a mais importante arma competitiva e sua aplicabilidade vai além de garantir a qualidade do produto ou serviço, é uma maneira de gerenciar os processos da empresa para assegurar a completa satisfação do cliente. (LORENÇOM, 2009).

Para Neves (2007), Juran e Deming foram os pioneiros do movimento de qualidade. Ele são considerados pelos japoneses os responsáveis pelo milagre industrial japonês, no início nos anos 50. Juran define qualidade como “fitness for use”, ou seja, “adequação ao uso”. Para Deming (1990), a qualidade é definida de acordo com as exigências e necessidades dos consumidores. Como estas sempre mudam, as especificações de qualidade devem sempre ser alteradas.

Nas interfaces cliente-fornecedor o núcleo deve ser envolto por comprometimento com a qualidade, atendimento dos requisitos do cliente, pela comunicação da mensagem da qualidade e pelo reconhecimento da necessidade de mudança da cultura das organizações que instalam um sistema de qualidade. (LORENÇOM, 2009).

Organizações do mundo todo têm usado a qualidade de modo estratégico para ganhar clientes, obter vantagem em recursos ou fundos de negócios e ser competitivas. A preocupação com a qualidade melhora o desempenho, confiabilidade, entrega e preço. (NEVES, 2007).

Para Lorençom (2009):

Qualidade é muitas vezes empregada com o significado de “excelência” de um produto ou serviço. Em algumas companhias de engenharia a palavra pode ser usada para indicar que a peça de metal está de acordo com certas características físicas e dimensionais. Em um hospital, ela pode ser usada para indicar alguma espécie de profissionalismo. Ao definir qualidade de modo útil, precisamos reconhecer a necessidade de incluir na sua avaliação as verdadeiras exigências do cliente, suas necessidades e expectativas.

Se qualidade é o atendimento das exigências do cliente, esse assunto tem então amplas implicações. As exigências podem incluir disponibilidade, efetividade de entrega, confiabilidade, condições de manutenção e adequação de custos, entre muitos outros aspectos. Ao lidar com um relacionamento fornecedor/cliente, deve-se compreender não apenas as necessidades do cliente, mas também conhecer a capacidade da empresa em atendê-las. (CARDOSO, 2010).

Diante dessas exigências, a partir da década de 1990, o setor sucroalcooleiro foi inserido em um contexto de livre mercado, passando por profundas transformações e sofrendo uma menor intervenção estatal. Os preços do açúcar e do álcool e, posteriormente da cana-de-açúcar deixaram de ser controlados. Tais transformações modificaram o modo de produção e a forma de comercializar os produtos e exigiram das organizações maior eficiência administrativa e econômica face ao acirramento da concorrência diante de seus principais produtos, o açúcar e o álcool (ALVES, 2003).

A produção nas organizações inseridas neste setor é caracterizada pelo fluxo contínuo. Assim, uma eventual ocorrência de anomalia em qualquer etapa do processo produtivo poderá comprometer a qualidade do produto final. Dentre os principais processos de realização do produto destacam-se a recepção da matéria-prima, extração de caldo, tratamento de caldo, fabricação de açúcar e fabricação de álcool. Os processos necessários para apoiar estas operações envolvem principalmente a geração e distribuição de vapor, gestão da qualidade, gestão de pessoas, logística e suprimentos etc. (SORDAN, 2006)

## 2.2. Gestão da Qualidade

Segundo Simões (2007), gestão da qualidade vem sendo ao longo do tempo o principal desafio das empresas que almejam o aperfeiçoamento de seus produtos, serviços e a melhoria contínua de seus resultados. O controle da qualidade está ganhando um espaço cada vez maior dentro das organizações que buscam aperfeiçoamento através da eficiência de seus processos, da redução de desperdícios, retrabalhos e da satisfação total do cliente. A gestão da qualidade também é uma excelente forma de conseguir motivar os funcionários e fazer com que se interessem mais pelo que estão fazendo. (SOUZA, 2003).

A sociedade exige qualidade em atendimentos, produtos, serviços em geral. Para Mariani (2005), a imposição mercadológica feita pelas diretrizes gerenciais contemporâneas e pela abertura comercial que configura um ambiente nacional mais competitivo, estimula a reorganização dos parâmetros de competitividade ao estabelecer a qualidade no processo como imperativo de continuidade dos empreendimentos de negócios.

Segundo Leonel (2008), um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Para alcançar tais necessidades existem as áreas da qualidade como as ferramentas da qualidade e o ciclo PDCA, que serão aplicados nesse trabalho nos setores indústrias de uma usina sucroenergéticas, para que sejam aplicados de forma segura, no tempo certo e assim atendem as necessidades da empresa para otimização do consumo de insumos e reduzir os custos industriais e conseqüentemente as dos clientes, pois uma vez que o processo está padronizado o risco de não atender as metas de entrega do produto final são menores.

Segundo Toledo (2000), há duas características marcantes que condicionam a gestão da qualidade nesse tipo de indústria. A primeira está ligada aos parâmetros e exigências que o consumidor não consegue identificar diretamente, mas que estão definidas nos requisitos legais aplicáveis à sanidade do produto em geral. Dessa forma, é imprescindível a adoção de ferramentas tais como Boas Práticas de Fabricação, Boas Práticas de Higiene e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle. A segunda característica refere-se às propriedades do produto que irão influenciar o consumidor. Assim, a aplicação de ferramentas como pesquisas de mercado e sistemas de garantia da qualidade, permitem a identificação da qualidade esperada pelo cliente, bem como a avaliação da qualidade percebida.

### 2.3. História da Qualidade

Qualidade começou com a Revolução Industrial e a disseminação da produção em série, surgiu por causa da segunda guerra mundial. Naquela época já existia certa preocupação com a qualidade dos produtos, o que significava garantir que todos os produtos fabricados teriam as mesmas características e não apresentariam defeitos, na medida do possível. Para isso, foram criados os inspetores de qualidade, responsáveis por inspecionar produto por produto, o método não muito foi logo substituído pelas “técnicas estatísticas de controle da qualidade”, criadas por Walter Andrew Shewhart que, então, trabalhava na Western Electric, por volta de 1920. (SOUZA, 2003).

Shewhart tinha um grande questionamento com a qualidade e com a variabilidade encontrada na produção de bens e serviços, desenvolveu um sistema de mensuração dessas variabilidades que ficou conhecido como Controle Estatístico de Processo (CEP). Criou também o Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Action*), método essencial da gestão da qualidade, que ficou conhecido como Ciclo Deming da Qualidade. (LONGO, 1996).

Por ocasião da segunda Guerra, os EUA incentivaram a utilização dos métodos estatísticos de Shewhart pelos seus fornecedores ajudando a disseminar os novos métodos de controle de qualidade no mundo. (LONGO, 1996). Logo após a Segunda Guerra Mundial, o Japão se apresenta ao mundo literalmente destruído e precisando iniciar seu processo de reconstrução. W.E. Deming foi convidado pela *Japanese Union of Scientists and Engineers* (JUSE) para proferir palestras e treinar empresários e industriais sobre o controle estatístico de processo e sobre a gestão da qualidade. (LONGO, 1996).

Os japoneses desenvolveram então um método de controle de qualidade que ao invés de encontrar e eliminar as peças defeituosas buscava evitar que os defeitos ocorressem. Os responsáveis pela revolução japonesa da qualidade foram a JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*) e os estatísticos W. E. Deming, Shewhart, Kaoru Ishikawa e Joseph M. Juran.

Nos anos seguintes, Armand V. Feigenbaum lançou o livro “*Total Quality Control: engineering and management*” do qual surgiu o conceito de TQC, Controle da Qualidade Total. E Philip B. Crosby, criou o conceito de “defeito-zero” no qual tudo pode ser bem feito da primeira vez.

## 2.4. Ciclo PDCA

Para Leonel (2008), o ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização, foi idealizado na década de vinte por Walter A. Shewarth, e em 1950, passou a ser conhecido como o ciclo de Deming, em tributo ao mestre da qualidade, William E. Deming, que publicou e aplicou o método. O PDCA é mais uma definição para os estudiosos do difícil processo de planejar. (PALADINI, 2004).

Simões (2007) diz que o ciclo PDCA, foi utilizado no Japão após a guerra. Nessa época o país enfrentava muitas dificuldades no controle da qualidade. Após a derrota do Japão na Segunda Guerra Mundial, as forças americanas determinaram que a indústria de telecomunicações japonesa implantasse um programa mais eficiente de controle da qualidade devido ao fato de que a má qualidade nesse setor prejudicava a administração militar americana no Japão.

Segundo Andrade (2003), o ciclo PDCA é uma das ferramentas da qualidade que busca melhorar os resultados, ajudando a encontrar as causas que originam um problema e movimentar uma ação eficaz para sua solução. Esse método de análise indica a maneira como uma ação deve ser realizada e o que deve ser seguido para que as metas sejam alcançadas.

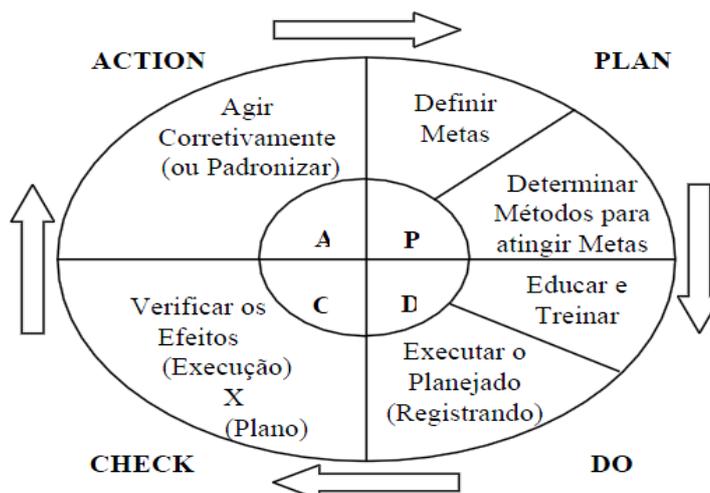


Figura 1 - Método PDCA de gerenciamento de processos. Fonte: Campos, 1992.

A Figura 1 descreve as etapas a serem seguidas do ciclo PDCA.

Segundo CAMPOS (1992), o ciclo é composto em quatro etapas, como segue.

A primeira corresponde ao planejamento (*PLAN*) que tem por objetivo identificar um problema, realizar a análise de fenômeno, análise de processo e elaborar o plano de ação.

Segundo Melo (2001), na primeira etapa do planejamento, devem-se coletar os dados e definir uma meta a ser atingida. Para tanto tem que definir o item de controle a ser monitorado, levantar os dados históricos sobre o indicador selecionado, comparar os objetivos com o resultado atual e identificar a lacuna que será trabalhada. Com base na lacuna identificada, definir uma meta com objetivo, valor e prazo para o indicador selecionado. Definir outros objetivos de melhoria qualitativas do projeto.

Segundo Souza (1997), na análise do fenômeno devem-se coletar os dados dos itens de verificação, estratificar o problema e definir as prioridades. Para isso deve-se coletar informações relevantes para as análises (produção atual e eficiência por departamento, por setor, etc), organizar as informações em Gráficos, Matrizes, Relatórios, Fotografias, etc. Identificar lacunas de melhoria nos itens de verificação selecionados, que impactam diretamente no item de controle. Priorizar os itens de verificação em que se observam os maiores desvios em comparação com o objetivo traçado. Certificar-se que o tratamento dos desvios priorizados é suficiente para o alcance da meta definida.

Para Andrade (2003), na análise de processos deve-se identificar as causas, raiz e definir as prioridades, para cumprir essas etapas tem de realizar uma sessão de Brainstorming para definir as causas prováveis para os desvios. Usar o Diagrama de Ishikawa para verificar a relação das causas e efeitos com o desvio identificado. Usar o método dos "Cinco Porquês" para encontrar as causas fundamentais ou causas raiz e priorizar as causas, baseando-se nas que têm maior impacto no desvio.

Na ultima subfase do planejamento, plano de ação, deve-se elaborar o plano de ação, para o cumprimento dessa etapa, propõe-se diferentes soluções para a remoção da causa fundamental e seus sintomas. Deve-se verificar a efetividade das ações propostas, organizar as ações para remover as causas fundamentais e seus sintomas, usando o método 5W1H. Deve-se também estabelecer um prazo de término e responsável para cada ação, levando em consideração os objetivos e prioridades definidas.

Para Penha (2009) na segunda etapa do PDCA, executar o planejamento (*DO*) tem por objetivo executar as ações definidas na etapa anterior, deve-se treinar e executar o plano de ação, para tanto tem de agendar os treinamentos, treinar todos os colaboradores envolvidos para executar as ações propostas e garantir a execução das ações do plano de ação.

Conforme Butcher (2004), na terceira etapa que consiste em verificar os efeitos (*CHECK*), deve-se acompanhar o plano de ação e verificar se os indicadores estão corretos, para isso é necessário acompanhar todas as ações do plano de ação, se os prazos estão sendo cumpridos e se as ações foram realmente implementadas, comparar o objetivo de produção com o resultado atual, diariamente e mensalmente, para verificar a efetividade do plano de ação. Deve-se identificar os desvios de produção por setor, implementar a Gestão à Vista e promover reuniões periódicas para a discussão sobre a melhoria nos resultados.

Campus (2004) afirma que, a última etapa do PDCA é agir corretivamente ou padronizar (*ACTION*), concluída a etapa anterior, nessa haverá a padronização do processo. Para tanto, é necessário estabelecer padrões para as novas práticas (visuais e teóricos) ou revisão dos procedimentos já existentes, a fim de garantir o nível de produção, de acordo com os objetivos, definir e auditar o processo, a fim de verificar o correto seguimento do padrão e divulgar as melhores práticas para toda a empresa. Caso a etapa anterior não sido concluída, esta terá de propor ações corretivas, ou seja, verificar as razões do “por que” o objetivo não foi alcançado e estabelecer ações corretivas para remover as causas do desvio e recuperar o resultado. Como pode-se observar na Figura 02.

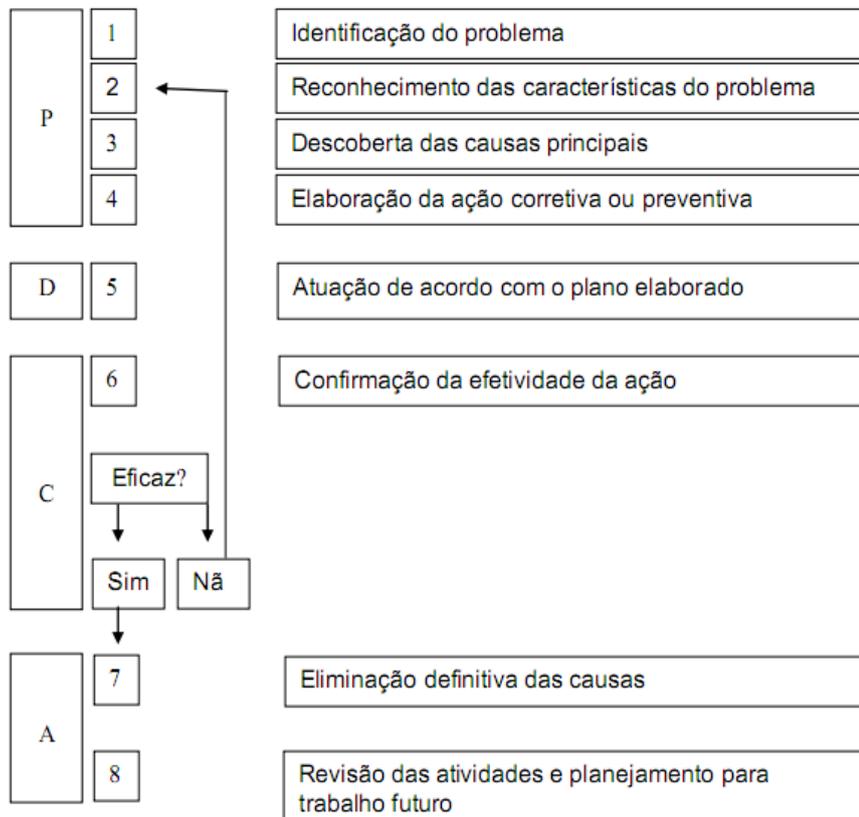


Figura 2 - Sistemática do ciclo PDCA. Fonte: Werkema, 1995, apud Simões, 2007.

O ciclo PDCA é utilizado para manter os resultados ou melhorá-lo, na Figura 3 podemos observar o conceito de melhoramento contínuo pela forma gráfica.

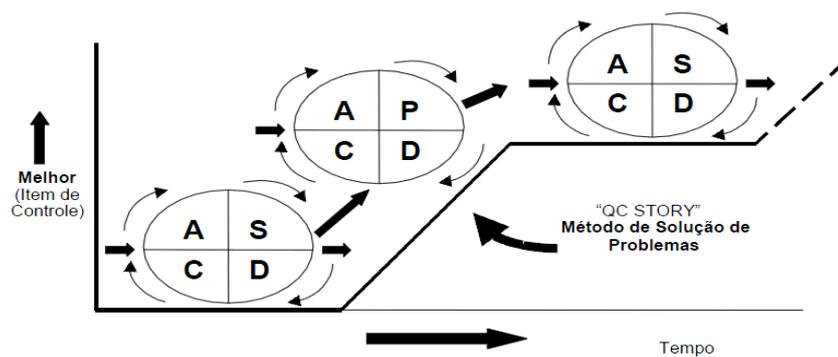


Figura 3 – Ciclo PDCA de manutenção e melhoria. Fonte: Campos, 1992.

## 2.5. Ferramentas da Qualidade

Em um mercado onde a concorrência esta cada vez mais acirrada as empresas tem de buscar aperfeiçoar seus produtos e serviços, com o intuito de conquistar e manter seus clientes. Para alcançar esse objetivo elas se aliam a qualidade, e os meios para facilitar essa conquista, os mais conhecidos são as ferramentas da qualidade.

As principais ferramentas de controle da qualidade são:

- Diagrama de Pareto;
- Diagramas de causa-efeito, também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa;
- Histogramas;
- Folhas de verificação;
- Gráficos de dispersão;
- Fluxogramas;
- Cartas de controle.

A seguir será demonstrada a aplicação de cada uma das ferramentas, os pré-requisitos para a construção e como fazer a relação entre cada uma.

### 2.5.1. Diagrama de Pareto

A origem do diagrama de Pareto decorre de estudos do economista italiano Vilfredo Pareto e de Juran.

CTE (1994) diz que o diagrama de Pareto permite determinar prioridade entre diversos problemas.

Segundo Souza (1997), esse gráfico se apresenta, geralmente, sob a forma de histograma ou diagrama de frequência acumuladas, que ordena as ocorrências da maior para a menor, possibilitando assim determinar prioridades. Elaborado segundo alguma fonte de coleta de dados, esse instrumento ajuda o grupo a dirigir sua atenção e esforços a problemas realmente importantes. Esse recurso torna visível a relação entre ação e benefício, prioriza a ação que trará o melhor resultado.

Segue os principais passos para obtermos o Diagrama de Pareto:

- Determinar o que será analisado;
- O método de coleta de dados;
- Estabelecer um período de tempo para coleta de dados;
- Reunir os dados em categorias;
- Traçar dois eixos;
- Listar as categorias em ordem decrescente;
- Calcular a frequência relativa;

O diagrama de Pareto estabelece prioridades, isto é, mostra em que ordem os problemas devem ser resolvidos.

Exemplo:

<b>PRODUTO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>ACUMULADO</b>
Produto A	100	100
Produto B	75	175
Produto C	50	225
Produto D	25	250
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	

Tabela 1 – Diagrama de Pareto. Fonte: Souza, 1997.

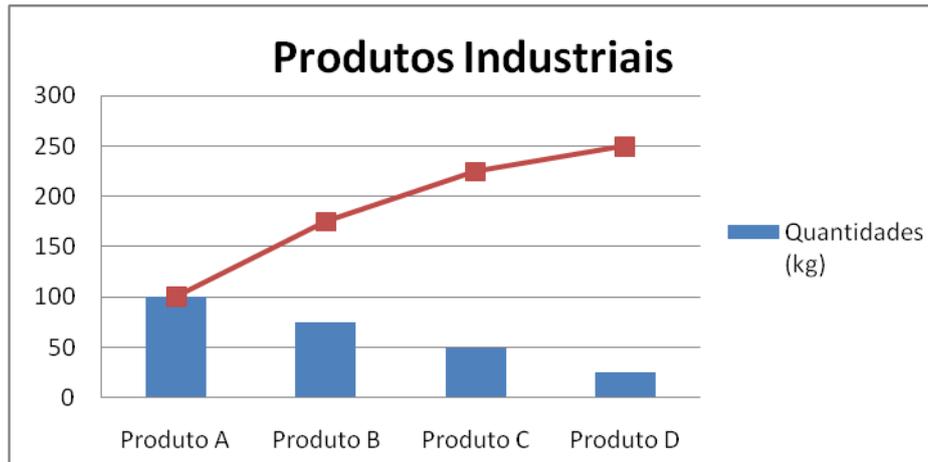


Figura 4 – Gráfico de Pareto. Fonte: Souza, 1997.

Observa-se pelo gráfico de Pareto que o produto A é o mais consumido, pois de um acumulado representa 40% do total, com isso já temos a conclusão de qual produto começar para reduzir consumo.

### 2.5.2. Diagramas de causa-efeito

Kaoru Ishikawa nasceu em 1915, licenciado em Química aplicada pela Universidade de Tóquio e engenheiro de controle de qualidade, alavancou a estruturação da JUSE (Union of Japanese Scientist and Engineers), que foi a promotora da qualidade no Japão. Seus estudos são muito importantes na gestão da qualidade. Em 1943, Ishikawa desenvolveu o diagrama de causa-efeito ou também conhecido por 6M.

Segundo Andrade (2003), a análise do processo consiste basicamente na identificação e priorização das causas elencadas relativamente ao problema acima mencionado.

Para Campos (1996), analisar o processo é buscar as causas mais importantes que provocam o problema, através da análise das características importantes. Após identificar o problema é necessário fazer uma análise, para apurar as causas e os efeitos.

Melo (2001) diz que para que essa fase obtenha êxito, o processo de identificação das causas deve ser executado da maneira mais democrática e participativa possível. Explorando essa premissa, todas as pessoas que trabalham na empresa e que, independente do cargo que ocupam, estão envolvidas com o problema identificado e podem contribuir para a sua solução,

devem participar da reunião de análise das causas, enriquecendo com diversos pontos de vista a percepção das causas mais prováveis que provocam tal problema.

Para isso utiliza-se o Diagrama de Ishikawa ou Espinha-de-peixe que é uma ferramenta que pode ser utilizada para chegar a uma análise eficiente de uma não conformidade, o resultado obtido com essa ferramenta ajudará o ciclo PDCA, pois possibilita uma análise profunda das causas que originam os problemas. (SIMÕES, 2007).

O diagrama é conhecido como 6M, pois em sua estrutura todos os tipos de problemas podem ser classificados como sendo de seis tipos. (SIMÕES, 2007).

- Método;
- Mão de obra;
- Material;
- Máquina;
- Meio Ambiente;
- Medida;

Segundo Kume (1993), o diagrama permite que sejam sugeridas as causas de um problema para que possam ser formuladas sugestões de melhoria, estruturando as causas bem como seus efeitos sobre a qualidade, porém utilizar essa ferramenta não é uma tarefa fácil. Para se chegar a um resultado eficiente é necessário seguir os seguintes passos:

- a) identificar o problema (recomendável à utilização do Pareto);
- b) analisar as causas primárias;
- c) analisar as causas secundárias.

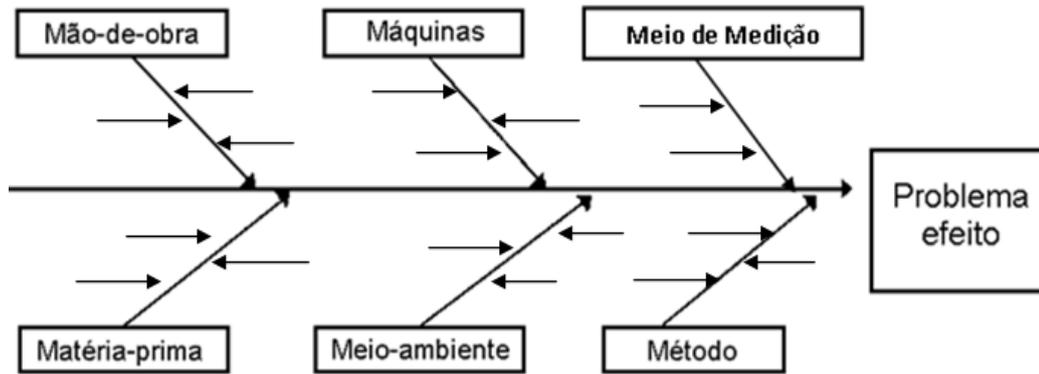


Figura 5 – Diagrama de causa e efeito. Fonte: Simões, 2007.

Para desenvolver o diagrama da Figura 5 é necessário realizar um brainstorming que é detalhar as percepções em relação a um determinado assunto, buscando assim diferentes opiniões a partir da criatividade coletiva. (SOUZA, 2010). Essa técnica consiste em reunir as pessoas que fazem parte do processo, uma vez que realizam diretamente as atividades, supostamente tem mais conhecimento da rotina, e melhor podem detalhar o que ocorre de anormal causando o problema, definir um coordenador e elaborar o maior número de sugestões e idéias possível sobre o problema em questão. (SIMÕES, 2007).

### 2.5.3. Histograma

O histograma foi desenvolvido por Guerry em 1833 para descrever sua análise de dados sobre crime. Desde então, os histogramas tem sido aplicados para descrever os dados nas mais diversas áreas. São gráficos de barras que representa a distribuição da ferramenta de uma população, sua função é verificar o comportamento de um processo em relação à especificação. (CUNHA, 2001).

Essa ferramenta nos possibilita conhecer as características de um processo ou um lote de produtos, permitindo uma visão geral da variação de um conjunto de dados. A maneira como esses se distribuem contribui de uma forma decisiva na identificação dos dados. Eles descrevem a frequência com que variam os processos e a forma de distribuição como um todo. (ORTIZ, 2002).

Para elaborar o histograma é necessário anotar todos os dados da análise, contar a quantidade de valores coletados durante a tabulação de dados, determinar qual é a amplitude

R de toda a tabulação. A amplitude é o maior valor encontrado menos o menor valor encontrado, dividir o valor da amplitude R em certo número de classes K. Este valor de K é tabela segundo a quantidade de dados totais da tabulação conforme o seguinte Quadro 1.

NÚMERO DE VALORES DA TABULAÇÃO	NÚMERO DE CLASSES K
Abaixo de 50 valores	5-7
Entre 50 e 100 valores	6-10
Entre 100 e 250 valores	7-12
Acima de 250 valores	10-20

Quadro 1. Classes. Fonte: Marques, 2008.

Os próximos passos são determinar o intervalo de classes (H), utilizando a seguinte fórmula  $H=R/K$ , determinarem o limite da classe ou os pontos limites. Simplificando a determinação de limite de classe tomar a menor medida individual de tabulação. Utilizar esse número que será o valor inferior para a primeira classe. Construir uma tabela de frequências baseada nos valores calculados acima. Construir um histograma baseado na tabela de frequências. (MARQUES, 2008).

O histograma é uma forma gráfica que fornece uma rápida visualização da distribuição para uma determinada medida.

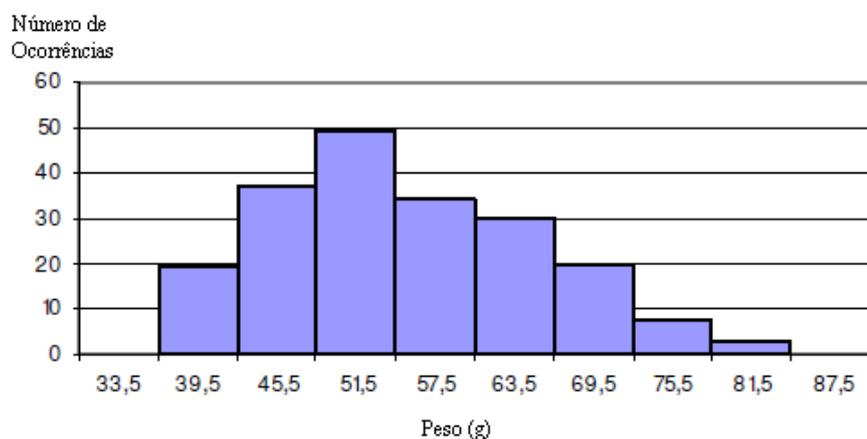


Figura 6 – Histograma. Fonte: Marques, 2008.

#### 2.5.4. Folha de Verificação

Segundo Melo (2001), folha de verificação é utilizada para facilitar a coleta dos dados pertinentes a um determinado problema. Essa se apresenta sob a forma de uma planilha e/ou tabela para coleta de dados. Um exemplo de folha de verificação, aplicada para peças danificadas, esta na Figura 7.

Folha de Verificação Processo: PRODUÇÃO			
Problema: PEÇAS DANIFICADAS			Data: 30/03/05
Setor/Turno	Nº Peças Danificadas		Variação % (R / P)
	Real	Plano	
01/A	03/100	02/100	50 %
02/A	01/100	01/100	-
03/A	01/100	02/100	(-)50 %
Total Médio	02/100	1.75/100	14 %

Figura 7 – Folha de verificação. Fonte: Mariani, 2005.

Como pode se perceber na Figura 7, a folha de verificação registra os dados dos itens a serem verificados, permitindo uma rápida percepção da realidade e uma imediata interpretação da situação, ajudando a diminuir os erros e/ou defeitos.

Para preparar a folha de verificação, primeiramente deve-se buscar o objetivo que se espera alcançar, descrever os dados que deseja captar, definir responsáveis para registrar os dados, formatar em um documento simples e claro o suficiente, de forma que não gere dúvidas. É importante validar o formulário antes de sua aplicação, fazendo uma análise crítica para corrigi-lo, se necessário, para que se torne mais específico ao uso adequado.

#### 2.5.5. Gráficos de dispersão

Gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. Estas variáveis podem ser duas causas do processo, uma causa e um efeito do processo ou dois efeitos do processo. Pode ser utilizado para a visualização do tipo de

relacionamento existente entre o problema, considerado no giro do PDCA e cada causa mais provável que tenha sido identificada. O emprego desta ferramenta também pode permitir a visualização de algum possível relacionamento entre duas causas mais prováveis para o problema. (LEONEL, 2008).

Segundo Pierri (2002) para montar o gráfico de dispersão é necessário coletar os pares da amostra que poderão estar relacionados. Construir os eixos, a variável causa no eixo horizontal e a variável efeito no eixo vertical, colocar os dados no diagrama, se houver valores repetidos, traçar um círculo concêntrico. Adicionar informações complementares, tais como nome das variáveis, período de coleta, tamanho da amostra e outros.

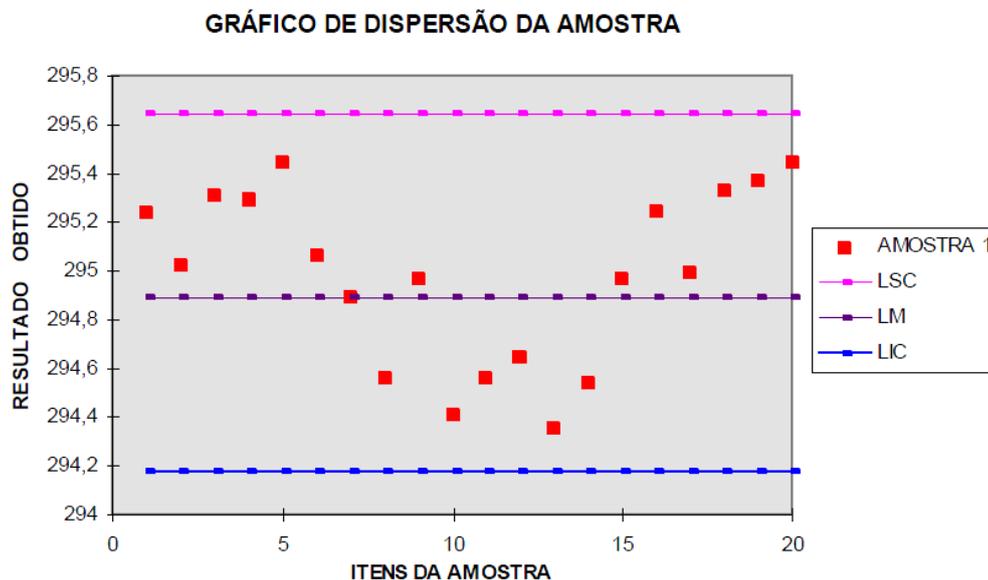


Figura 8 - Gráfico de Dispersão. Fonte: Pierri, 2002.

Pode ser utilizado para comprovar a relação entre dois efeitos, permitindo analisar uma teoria a respeito de causas comuns.

### 2.5.6. Fluxogramas

Segundo Costa (2005), fluxograma é uma representação gráfica das diversas etapas que constituem um determinado processo, apresentando uma visão generalista das etapas que devem ser realizadas nas diversas áreas organizacionais.

Cunha (2001) diz que o fluxograma facilita a visualização das diversas etapas que compõem um determinado processo, permitindo identificar aqueles pontos que merecem atenção especial por parte da equipe de melhoria.

Fluxogramas são necessários para preparar o aperfeiçoamento de processos empresariais, ou seja, é necessário conhecer para melhorar, identificar as atividades críticas para o processo, conhecer a seqüência e encadeamento das atividades, dando uma visão do fluxo do processo, documentação do processo para análises futuras, adequar a normas e certificações, esclarecer sobre o funcionamento, para pessoas recém admitidas na organização e fortalecer o trabalho em equipe quando o desenvolvimento dos fluxogramas é feito com a participação de todos os envolvidos. (MARQUES, 2008).

Esses são formados basicamente por três etapas, início, processo e fim, como seguem:

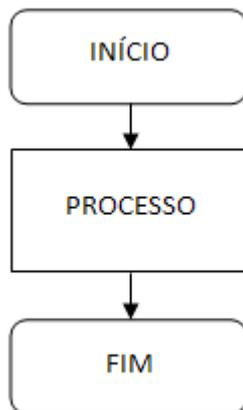


Figura 9 – Etapas do fluxograma. Fonte: Elaborada pela Equipe do Projeto (2011).

Para elaborá-lo é necessário primeiramente estabelecer a simbologia que irá adotar. Os fluxogramas são elaborados com símbolos simples permitindo uma fácil análise. Existem vários tipos de símbolos que podem ser adotados na construção dos fluxogramas. Para definir é necessário avaliar a experiência dos membros da equipe, buscar uma linguagem visual para melhor comunicação e facilidade de construção em função dos recursos disponíveis.

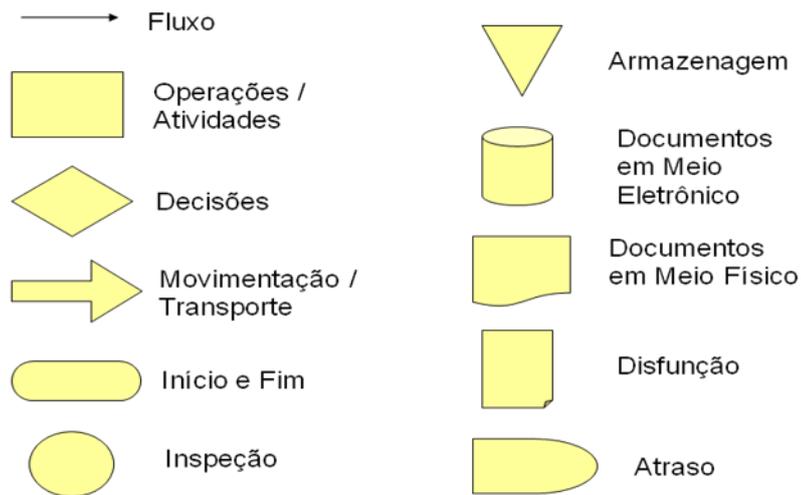


Figura 10 - Símbolos comuns para elaboração de fluxograma. Fonte: Costa, 2005.

Segue exemplo de fluxograma.

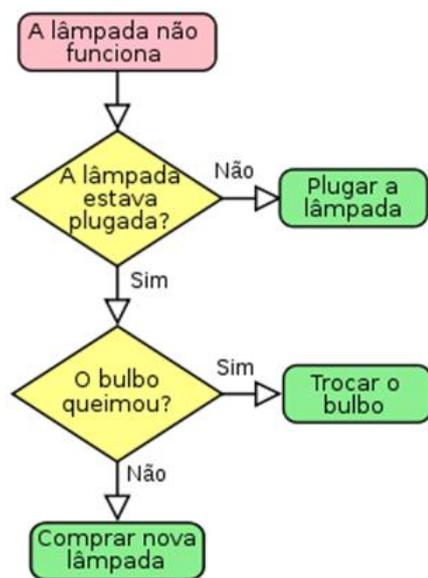


Figura 11 – Exemplo de fluxograma. Fonte: Campos, 1992.

### 2.5.7. Cartas de controle

Segundo Marques (2008) os gráficos de controle servem para examinar se o processo está ou não sobre controle, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, baseado em dados de amostragem.

Estes gráficos dão a informação de como o processo se comporta num determinado tempo, isto é, se ele está dentro dos limites pré-estabelecidos, assinalando a necessidade de procurar a causa da variação.

Os gráficos de controle são constituídos por três linhas paralelas em que cada uma delas representa um limite de controle, como segue:

- Linha central – representa o valor médio do característico de qualidade,
- Linha superior – representa o limite superior do controle,
- Linha inferior – representa o limite inferior do controle.

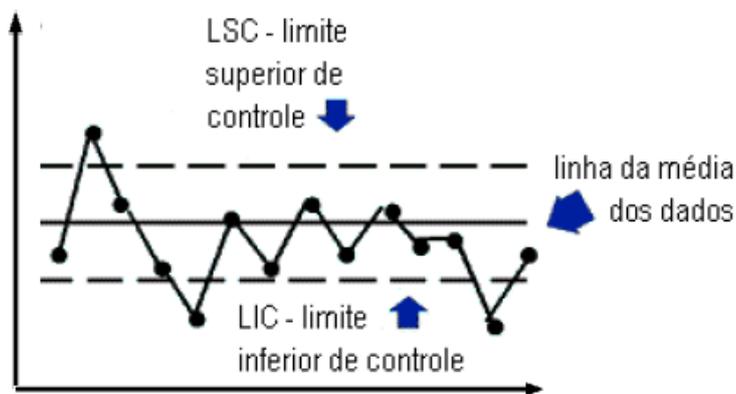


Figura 12 – Gráfico de Controle. Fonte: Campos, 1992.

Os gráficos de controle mostram tendência, ao longo do tempo, de um determinado processo, apresentam dados estratificados em diversas categorias. Ele é útil para comparar dados resultantes de processo de contagem, sendo variáveis discretas e atributos.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1. Classificação do Estudo**

##### **3.1.1. Caracterizações da Pesquisa**

Pode-se considerar a pesquisa como sendo exploratória, pois se aprofunda em dados e conhecimentos sobre a situação estudada tendo como referência os dados levantados. E também uma investigação intervencionista, pois tem como principal objetivo interpor-se, interferir na realidade estudada, para modificá-la. Isto é, pretende-se identificar problemas, propor soluções e resolvê-los efetivamente e de forma participativa. (VERGARA, 1997 apud BUTCHER, 2004).

A metodologia da pesquisa é do tipo quali quantitativa. Qualitativa, pois busca analisar e interpretar os dados levantados, refletir e explorar o que eles podem propiciar, buscando regularidades para criar um profundo e rico entendimento do contexto pesquisado. E quantitativa porque aplica métodos estatísticos para o tratamento dos dados.

Pesquisar requer profunda habilidade na coleta de dados e uma escolha metodológica que proporciona uma estrutura para o processo de pesquisa. (CROKER, 2009). Assim deve ser encaminhada uma pesquisa qualitativa.

Através de um estudo de caso é possível explicar ou descrever um sistema de produção ou sistema técnico no âmbito particular. Assim, este procedimento é considerado uma importante ferramenta para os pesquisadores que têm por finalidade entender “como” e “por que” funcionam as “coisas”. Nas engenharias, são necessários estudos anteriores para que se possa determinar como está funcionando o processo ou como é o processo, para que posteriormente seja recomendado, desenvolvido e implantado um novo sistema, produto ou técnica de otimização. Nesse trabalho será feito um estudo de caso com o apoio do PDCA e as ferramentas da qualidade para identificar as causas dos altos consumos de insumos nos setor e suas possíveis soluções.

### **3.1.2. Coletas de Dados**

A coleta de dados sobre o processo da Usina iniciará com observações no local. Assim como reuniões desde os funcionários com o maior poder de decisão (topo hierárquico/topo da pirâmide) até os operadores do setor (base hierárquica/base da pirâmide), passando por todas as classes hierárquicas da empresa. Tendo como objetivo alinhar as informações entre as necessidades reais de melhoria do processo e conceitos aplicáveis de gestão da produção.

Para um melhor entendimento do processo, serão implementadas planilhas de controle que servirão como base para esse estudo. Essas planilhas de controle possuirão todos os dados necessários para uma análise dos setores estudados, como todas as quantidades de todos os insumos utilizados na indústria sendo dividido por área, como também dados de produção.

As planilhas irão conter informações de todo o processo. Para maior confiabilidade dos dados coletados, os operadores que preencherão as planilhas devem receber instruções. O grupo de estudo deverá criar uma instrução de trabalho padrão para auxiliar os funcionários de cada área. Deverão ser realizadas auditorias para verificar se o preenchimento das planilhas está de acordo com o estabelecido, além de um acompanhamento através de visitas previamente programadas no processo.

### **3.1.3. Métodos e Técnicas**

O método utilizado para a pesquisa foi o PDCA que tem como principal objetivo a melhoria contínua que corresponde à sequência lógica de ações necessárias para se garantir o atendimento de uma meta ou a solução de um problema.

Pesquisa do problema em primeiro lugar e após isso utilizar-se-á a técnica com o apoio das ferramentas da qualidade, como gráfico de Pareto, gráfico de causa e efeito e análise dos “porquês” para levantamento das possíveis causas e soluções para o problema encontrado.

Na Figura 13 serão demonstrados os passos aplicados na pesquisa desde o levantamento dos dados ate conclusão do trabalho.



Figura 13 – Etapas do PDCA. Fonte: Elaborada pela Equipe do Projeto (2011).

#### 4. ESTUDO DE CASO, APLICAÇÃO DO METODO PDCA NA USF

O trabalho foi embasado em uma pesquisa de campo com coleta de dados na Usina São Fernando Açúcar, Álcool e Energia, USF, localizada no município de Dourados no estado do Mato Grosso do Sul, possui uma capacidade instalada para moagem de 4,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, produção de 330 mil toneladas de açúcar, 150 mil m<sup>3</sup> de etanol anidro, dois geradores com potência de 122,2 MW e área de plantio 60.000 ha. (USF, 2012)

O estudo baseou-se em um projeto que teve como o objetivo reduzir o consumo de insumos industriais e conseqüentemente o custo industrial. Ele foi realizado durante o período de 01 de agosto até 31 de outubro de 2011. Para planejar e auxiliar na gestão dos consumos, foi organizada uma equipe de apoio ao projeto que incluía os responsáveis e os funcionários ligados diretamente as área escolhidas. O método de trabalho utilizado para a condução dos trabalhos foi o PDCA. Para identificar as causa dos problemas relacionados ao consumo de insumos, foi utilizado o suporte das ferramentas da qualidade. Iniciou-se fazendo um levantamento dos produtos impactantes nas áreas, identificando possíveis causas dos problemas e, na sequencia, propor soluções.

Para acompanhamentos, análises e proposição de ações, com foco nos resultados de cada área que consome insumos, foi seguido o ritual de gestão que consiste em atividades de valor de modo a refletir como cada um executa suas atividades individuais, sua estratégia e como a programou. Vale ressaltar que cada atividade de valor emprega fatores de produção (insumos, mão de obra, capital) para executar sua função. Sendo assim, a cadeia de valor torna-se importante, pois permite analisar a vantagem competitiva e a viabilidade do projeto proposto.

Abaixo segue a Figura 14 que demonstra os rituais da gestão de pessoas e de qualidade utilizado na Usina São Fernando com o objetivo de reduzir custos e desperdícios de insumos, com o apoio de todos os envolvidos e responsáveis pelo setor industrial da empresa, que é onde se utiliza os insumos químicos que o projeto pretende aperfeiçoar os consumos como foi dito anteriormente, desde a superintendência, gerência, supervisão e até o grupo de apoio formado pelos coordenadores e operadores das áreas para auxiliarem na eficiência e qualidade da pesquisa.



Figura 14: Rituais de gestão na Usina. Fonte: Elaborada pela Equipe do Projeto (2011).

No topo da pirâmide dos rituais de gestão estão as reuniões mensais com a superintendência, diretoria e supervisores, a fim de analisar os resultados de produção e custo, comparando orçamento com ações corretivas, para os possíveis desvios. Logo abaixo, estão as reuniões semanais, envolvendo a diretoria e supervisores, a fim de analisar os resultados de produção, comparados com as metas propostas pela empresa.

E por fim, na base da pirâmide, estão as avaliações diárias, envolvendo toda a equipe, que analisa os resultados divulgados, uma vez que para analisar os consumos dos insumos necessita-se da quantidade matéria prima (cana-de-açúcar) moída na semana e produção de álcool total. Sendo utilizado para o cálculo a conversão da produção total em base de álcool hidratado e vapor, que é utilizado para a geração de energia. Esse consumo de insumos é chamando de consumo específico.

O consumo específico é a quantidade de insumos químicos necessários para obtenção dos produtos finais e a quantidade de matéria prima moída em uma usina Sucroenergética, existe as seguintes unidades de consumo específico  $g/TC$  que é grama do determinado produto por tonelada de cana moída,  $g/l$  que é grama por litro de álcool total produzido,  $g/m^3$  que é grama por metro cúbico de álcool produzido, essa é utilizada quando a quantidade de insumos utilizada é muito menor que a quantidade de álcool total produzido,  $g/TV$  grama por tonelada de vapor gerado e  $g/m^3$  grama por metro cúbico de água tratada ou desmineralizada para os casos dos insumos utilizados da estação de tratamento de água, mas que não serão apresentados neste trabalho, pois seus consumos não são impactantes.

São definidas metas de consumo específico para que não exista consumo exagerado. Na Figura 15 estão as metas estabelecidas pela empresa para alguns produtos e as suas respectivas unidades, pois essas dependem do setor onde o insumo é utilizado.

Produtos	Meta Específica	Unidade
Ácido Sulfúrico	8	g/l
Dispersante	0,2	g/l
Antibiótico	6	g/m <sup>3</sup>
Soda Caustica Comercial	600	g/TC
Ácido Fosfórico	40	g/TC
Polímero filtração	4,5	g/TC
Polímero decantação	8	g/TC
Cal Virgem	650	g/TC
g/l: gramas/litro de álcool produzido; g/m <sup>3</sup> : gramas/metro cúbico de álcool produzido e g/TC: gramas/tonelada de cana moída		

Figura 15 - Metas de consumo específico na Usina. Fonte: Usina São Fernando (2011).

A meta do consumo específico para o ácido sulfúrico é de 8 gramas de ácido sulfúrico para cada litro de álcool total produzido, para a soda caustica são 600 gramas para cada tonelada de cana moída, antibiótico é de 6 gramas para cada metro cúbico de álcool total produzido, logo mais será discriminada todas as áreas onde cada produto é utilizado e o por que de suas utilizações.

A seguir apresentar-se-á as etapas do Método PDCA adaptado para a empresa, percorridas pela equipe treinada, com o objetivo de detectar problemas, restabelecer metas, planos de ação, consequentemente alcançar a redução dos custos e desperdício dos insumos industriais mais impactantes para a indústria, conforme demonstrado na Figura 16.

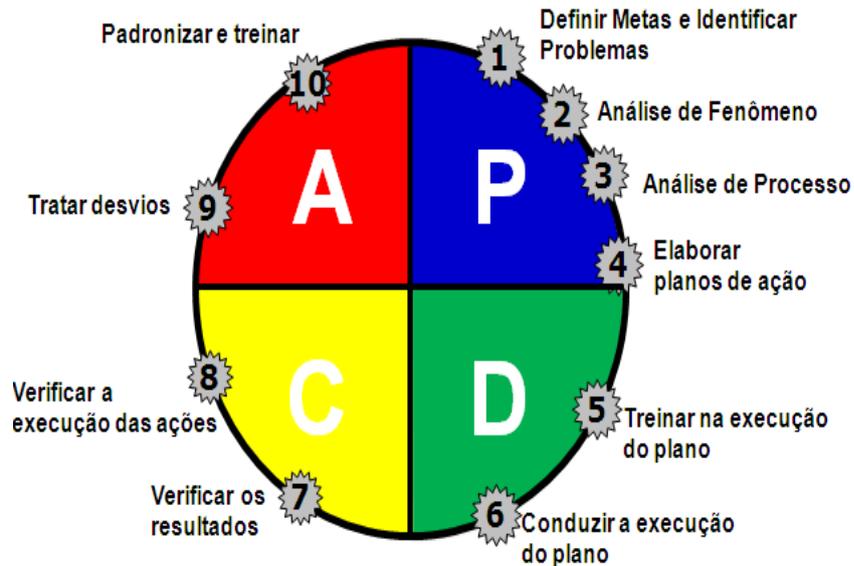


Figura 16 - Etapas do método PDCA utilizado na Usina São Fernando (2011). Fonte: Adaptado de CAMPOS (1996).

Foi feito o levantamento dos consumos diários em quantidade de todos os insumos químicos utilizados na planta industrial através de planilhas que continham as quantidades diárias, resumos semanais e mensais de consumo e produção, feito também levantamento do valor em reais por quilograma de cada produto para que assim desse início a primeira etapa do PDCA implantado na Usina.

Na primeira etapa do PDCA, com base nos dados levantados diariamente pelas planilhas, buscou-se identificar quais eram os produtos com custo impactante, nos quatro primeiros meses de safra, conforme demonstrado na Figura 17.

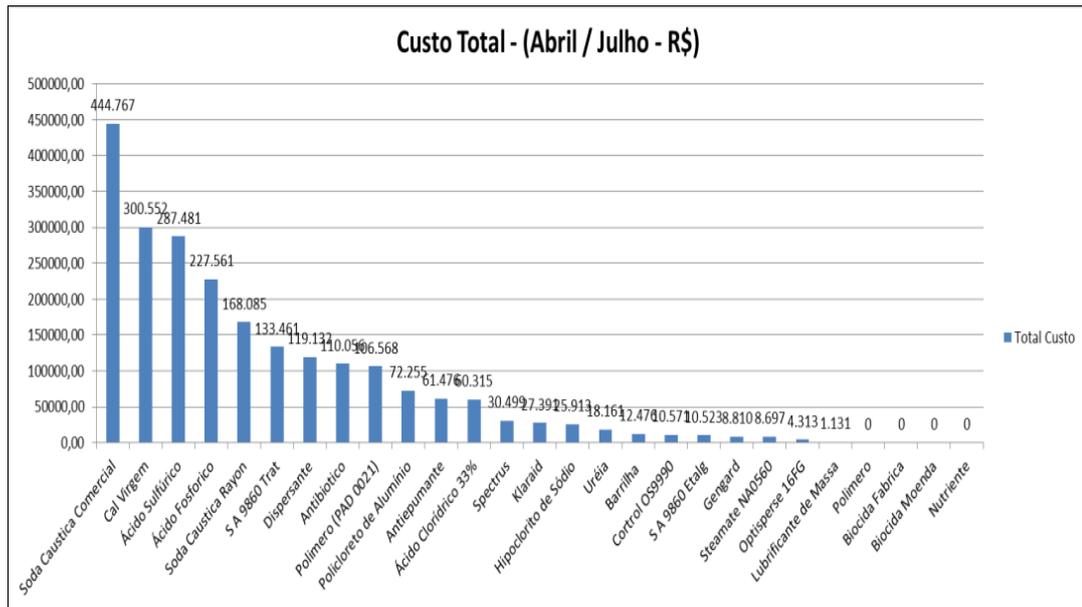


Figura 17: Gráfico de Pareto. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Em análise ao Gráfico de Pareto foram identificados os oito insumos com maior custo para a indústria, são eles soda caustica utilizada para limpeza dos equipamentos no setor de tratamento de caldo, esse setor é responsável pelo tratamento de todo caldo extraído pela moenda, antes de ser encaminhado à produção de açúcar e álcool. O sistema de tratamento ocorre da seguinte forma: o caldo é peneirado para remoção de impurezas mais grosseiras, impurezas menores (solúveis, insolúveis ou coloidais) não são removidas apenas com a utilização de peneiras, no caso deste tipo de impurezas, é adotada uma sequência de procedimentos na intenção de eliminá-las.

Calagem que consiste na adição de leite de cal, a fim de coagular materiais coloidais, auxiliar na precipitação e correção do pH para valores neutros.

Aquecimento esta etapa visa principalmente o aumento a eficácia do processo de decantação que é a separação do caldo das impurezas sólidas. O caldo vai para o evaporador e o lodo para o filtro, esse é por vácuo, é retirada uma parcela de sacarose do lodo e o resíduo denomina-se torta. A torta de filtro é utilizada na cultura da cana-de-açúcar. (USF, 2012).

Outro insumo identificado no Gráfico de Pareto foi a cal virgem utilizada no processo de calagem, correção do pH da torta e também utilizada com a mesma função nas torres de resfriamento.

Ácido sulfúrico é utilizado no setor de fermentação alcoólica, nesse setor ocorre a transformação do açúcar em álcool. Este processo ocorre nas dornas de fermentação com a

ação das Leveduras. O vinho fermentado obtido durante a fermentação é uma mistura de levedura, álcool e outros resíduos, e são separados através de centrifugas, onde a levedura é retirada e enviada para as cubas de tratamento, onde recebe água e ácido sulfúrico para controle de infecção e desfloculação, e assim ser novamente utilizada na fermentação. O vinho delevedurado é enviado para a destilaria com um baixo teor alcoólico. (USF, 2012).

Acido fosfórico utilizado no setor de tratamento de caldo tem o mesmo objetivo da soda cáustica, os polímeros auxiliam no processo de decantação das impurezas de todo caldo que passa pelo setor de tratamento de caldo antes de prosseguirem para fabrica de açúcar e fermentação alcoólica e também há utilização de polímero na filtração da torta e por fim dispersante que é utilizado nas cubas da fermentação com o objetivo que evitar espumas no processo de fermentação nas dornas.

Os oito produtos descritos representavam nos meses de abril, maio, junho e julho da safra de 2011 65% do custo total de todos os insumos químicos utilizados na indústria, sendo R\$ 1.428.445,82 de um total de R\$2.196.311,95.

O Quadro 2 abaixo relata os consumos específicos acumulados reais dos oitos insumos, seus consumos específicos programados pela empresa e meta proposta pelo do grupo.

**Quadro 2: Insumos consumidos na Usina São Fernando (2011).**

Insumos	Parâmetro	Real	Programado	Meta Grupo
Ácido Sulfúrico	g/L (alcool)	9,64	8,00	8,00
Dispersante	g/L (alcool)	0,24	0,20	0,10
Antibiotico	g/m <sup>3</sup> (alcool)	10,60	6,00	6,00
Soda Caustica Comercial	g/ton cana	379,03	600,00	300,00
Ácido Fosforico	g/ton cana	106,84	40,00	25,00
S A 9860 Trat (Pol. Trat Caldo)	g/ton cana	8,11	4,50	4,50
Polimero (PAD 0021) (Filtração)	g/ton cana	8,16	8,00	6,00
Cal Virgem	g/ton cana	616,05	650,00	500,00

Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Para insumos como ácido sulfúrico, antibióticos e polímero utilizado no setor da fermentação a meta do grupo seria a mesma meta estabelecida pela empresa, pois seus consumos estavam consideravelmente altos, para os demais produtos o grupo estabeleceu uma nova meta com redução de 35% em média, para chegar a essa redução o grupo analisou a

média de consumo diário, levando em consideração a média para os dias que havia menor consumo em comparação com os demais dias, dentro de uma mesma produção e moagem.

Além do consumo específico a Usina tem outro parâmetro para avaliar o consumo de insumos, porém não com quantidade em relação à moagem, mas com custo em relação à quantidade de matéria prima moída, que é utilizado à unidade de R\$/TC para os insumos químicos utilizado no setor industrial, que nada mais é do que o custo total dividido pela moagem total em determinado período.

A média de gasto da Usina nos quatro primeiros meses de moagem, abril, maio, junho e julho era de R\$1,74/TC, onde TC que é a quantidade de tonelada de cana moída no período, a meta do grupo foi definida em R\$1,32/TC, redução de 24% para os próximos três meses de safra, agosto, setembro e outubro, para que o grupo chegasse a essa meta foi feito um processo chamado de *benchmarking* que é uma comparação do consumo específico entre as melhores Usinas Sucroenergéticas com a mesma capacidade de produção e moagem da Usina São Fernando.

A próxima tabela 2 demonstra o custo específico dos quatro primeiros meses da safra, como também o custo total e quantidade de cana moída em tonelada de cada período.

**Tabela 2: Custos específicos da Usina São Fernando (2011).**

	<b>Abril</b>	<b>Maio</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>
Custo Real (R\$)	R\$ 289.739,44	R\$ 694.251,77	R\$ 677.869,93	R\$ 552.038,80
<b>R\$/TC (mês)</b>	<b>R\$ 2,60</b>	<b>R\$ 1,65</b>	<b>R\$ 1,62</b>	<b>R\$ 1,70</b>
Cana moída (TC)	111.549,49	420.855,90	417.165,32	324.088,14

Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Abril é o primeiro mês de safra, e conseqüentemente o mês que há maior consumo de insumos específico, pois iniciamos todo processo de tratamento de água, enchimento de equipamentos com água, além do processo de multiplicação do fermento onde utilizamos uma quantidade alta de insumos para um bom andamento da safra no setor de fermentação alcoólica e destilação, outro fator que influencia no alto consumo no mês de abril é o fato de estarmos iniciando vários processos e testando equipamentos nem sempre com a matéria prima adequada para produção.

Para identificar e explorar as possíveis causas dos altos consumos utilizar-se-á diagrama de Causa e Efeito, demonstrado na próxima Figura 18.

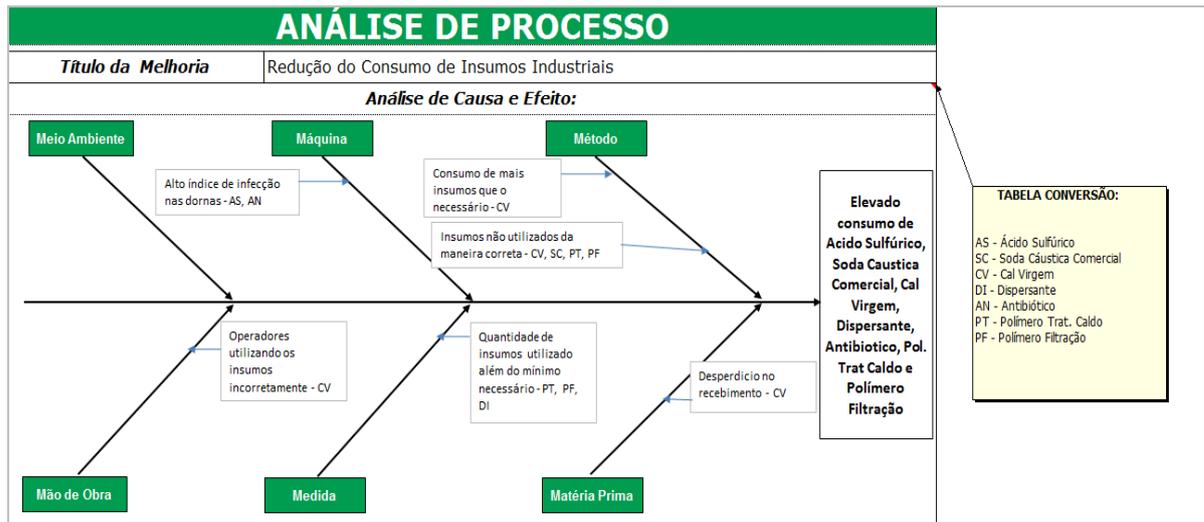


Figura 18: Diagrama de Causa e Efeito e define as causas. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Para a causa das máquinas foi identificado o efeito do alto consumo do ácido sulfúrico titulado no diagrama de causa e efeito como AS e o antibiótico AN, pois no circuito onde se passa o caldo da matéria prima antes de chegar ao setor de fermentação alcoólica há vários equipamentos, como principalmente a moenda e aquecedores, se esses não estiverem limpos e com assepsias em dia ocorrerá a contaminação do caldo aumentando a infecção nas cubas de fermento, consequentemente aumento do consumo do ácido sulfúrico e de antibióticos.

Para a causa da mão de obra, método e matéria prima foram identificados o efeito do alto consumo, utilização inadequada e desperdício que ocorre no recebimento e armazenamento da cal virgem CV, como sendo a falta de treinamento dos operadores, e consequentemente utilização indevida como falta de atenção na qualidade da hidratação, falta de cuidados no armazenamento, gerando desperdício, como podemos verificar na figura nº 18 que segue do local de armazenagem da cal virgem.



Figura 19: Antes do Projeto: Área de Armazenamento de Cal Virgem. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Para a causa da medida foi identificado o efeito da quantidade utilizada além do mínimo necessário de polímeros PT e PF que significam polímero utilizado no tratamento de caldo e polímero utilizado na filtração respectivamente e dispersante DI. Não havia nenhum acompanhamento das quantidades dosadas, controle do que realmente deveria ser utilizado ou padronização para que todos dosassem a mesma quantidade desses insumos, havendo assim consumo exagerado e desperdício.

Para a causa do método foi identificado o efeito de utilização inadequada da soda caustica SC e o ácido fosfórico, polímeros PT e PF, a soda caustica, pois essa é utilizada para limpeza de equipamentos, mas conhecida como CIP, que significa "*cleaning in place*" ou em português limpeza no local, no setor de tratamento de caldo, para isso essa é diluída de até uma margem de 15% e reutilizada por várias vezes até que com excesso de impurezas se torne viável a preparação de uma nova solução, porém com a falta de treinamento dos operadores estava havendo preparação dessa solução alcalina com concentração maior que o necessário e novas soluções estavam sendo preparadas com altas frequências, causando assim excesso de consumo e desperdício, o ácido fosfórico segue a mesma trajetória da SC, porém esse é utilizado para limpeza de impurezas minerais enquanto que a soda caustica é utilizada para impureza vegetal.

Após termos analisado caso a caso do Diagrama de Causa e Efeito, percebe-se que o desperdício, falta de padronização e a falta de treinamento dos operadores eram as principais causas do alto consumo dos insumos e para analisar a raiz do problema, buscaram-se as

causas com mais detalhes para que as ações sejam eficazes, assim sendo utilizou-se a ferramenta Análise dos Porquês como mostra a Figura 20.

<b>Análise dos Porquês:</b>						
<b>6 M</b>	<b>CAUSA</b>	<b>POR QUE?</b>	<b>POR QUE?</b>	<b>POR QUE?</b>	<b>POR QUE?</b>	<b>POR QUE?</b>
Matéria Prima	Desperdício no recebimento - CV	Porque há evidências de cal desperdiçada no chão	Porque o pallet rasga os sacos de cal	Porque os pallets estão quebrados	Porque os pallets não suportam o peso dos sacos de cal	
Método	Consumo de mais insumos que o necessário - CV	Por utilizar insumos no processo que não estão com a qualidade necessária	Porque não existe controle visual dos resíduos (sólidos insolúveis)			
Medida	Quantidade de insumos utilizado além do mínimo necessário - PT, PF, DI	Porque não é medida corretamente a quantidade de insumos usada	Porque não tem medidor padronizado disponível			
Mão de Obra	Operadores utilizando os insumos incorretamente - CV, PT, PF, DI, SC	Falta de treinamento de todos os operadores envolvidos				
Método	Insumos não utilizados da maneira correta - CV, SC, PT, PF	Porque não medem a quantidade necessária nos horários necessários	Porque não conhecem as quantidades e necessidades do processo	Porque não foram treinados na sistemática de uso dos insumos	Não é padronizada a maneira como usar os insumos	Não existe procedimento para a utilização do insumo na área

Figura 20: Análise dos motivos das mudanças decorrentes do Projeto. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Foi realizado a análise dos motivos dos altos consumos dos insumos com o auxílio da tabela da análise dos porquês, para a cal virgem, desperdício no recebimento das cargas, pois como foi apresentada a Figura 19, havia evidências de desperdício no local de armazenamento e com a análise dos porquês foi possível comprovar que a causa são os paletes de apoio não serem resistentes ao peso dos *bags* ou bolsas de cal, que pesam aproximadamente 1000 kg cada uma, os paletes quebram causando a ruptura das bolsas de cal derramando o material no chão, e quando esse fica exposto entram em contato com umidade, perdendo sua qualidade, prejudicando assim o processo de hidratação.

Para os polímeros e dispersantes foi encontrado o motivo do consumo alto, pois para esses insumos não existia medidor padronizado de dosagem e assim as dosagens realizadas eram muitas das vezes maior que o necessário.

Os demais insumos, soda caustica e ácido fosfórico falta de treinamento dos operadores envolvidos na preparação das soluções para uso.

A ferramenta análise dos porquês comprova o desperdício, falta de padronização e a falta de treinamento dos operadores eram as principais causas do alto consumo dos insumos como foi dito no diagrama de causa e efeito.

Após termos detectado as causas o próximo passo foi desenvolver um Plano de Ação com ações e prazos determinados para cada participante desenvolver, assim, eram agendas reuniões semanais para avaliar se as tarefas estavam sendo cumpridas e se estavam alcançando os resultados esperados. A Figura 21 explicita as etapas de trabalho do plano de ação implantados na Usina São Fernando, determinando prazos, funções e metas a serem atingidas.

PLANO DE AÇÃO								
#	Ação	Quem	Início Previs	Término Previs	Início Real	Término Rea	Stat	Legenda
2	Elaborar procedimento para a utilização dos insumo na área - CV, SC, PT, PF	Regiane	18/08/11	31/08/11	18/08/11	21/09/11		Finalizado
7	Padronizar a assepsia na Peneira, Bicas e Caixas de Embebição (Moenda), Tanque Clarificado	João	18/08/11	31/08/11	18/08/11	29/08/11		Finalizado
8	Reduzir a frequência de utilização de Ácido Fosfórico no processo de diária para semanal	Regiane	04/08/11	04/08/11	04/08/11	04/08/11		Finalizado
9	Realizar negociação comercial e substituir o fornecedor de Polímero Decantador para redução de preço e quantidade	Fernando	04/08/11	12/08/11	04/08/11	12/08/11		Finalizado
10	Substituir a Soda Rayon por Comercial, para reduzir o custo	Regiane	01/08/11	04/08/11	01/08/11	04/08/11		Finalizado
11	Automatizar a linha de Soda e Ácido clorídrico para regeneração, visando padronização de consumo	Regiane	08/08/11	12/08/11	08/08/11	12/08/11		Finalizado
12	Reduzir a dosagem de dispersante para diminuição da quantidade consumida (equilíbrio de dispersante e anti-espumante)	Regiane	08/08/11	12/08/11	08/08/11	12/08/11		Finalizado
13	Reduzir o volume das cubas para reduzir o consumo de ácido sulfúrico	José Mateus	08/08/11	19/08/11	12/08/11	19/08/11		Finalizado
15	Eliminar a adição de biocida e acompanhar a infecção	Diego	24/08/11	26/08/11	24/08/11	10/09/11		Finalizado
18	Acrescentar no registro da moenda a realização da assepsia conforme procedimento	Leandro	24/08/11	31/08/11	24/08/11	29/08/11		Finalizado
28	Contactar fornecedor para utilizar cal micro pulverizado (hidratador Ical)	Regiane	31/08/11	06/09/11	06/09/11	27/09/11		Finalizado
30	Estabelecer rotina de passar caldo quente na tubulação para redução de infecção (AS)	Alex	06/09/11	14/09/11	19/09/11	19/09/11		Finalizado
34	Realizar vedação na hidratação do cal micro pulverizado (hidratador Ical)	Mickel	29/09/11	05/10/11	29/09/11	30/09/11		Finalizado

Figura 21: Etapas do Plano de Ação. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

Com o plano de ação foi desenvolvido procedimento para utilização dos insumos cal virgem, soda caustica, ácido fosfórico e polímeros.

Padronização de limpezas em equipamentos por onde se passava o caldo antes de chegar ao setor de fermentação, como assepsia em bicas e caixas de embebição na moenda e assepsia nos tanques de caldo clarificado, que é caldo obtido após o processo de tratamento de

caldo, para redução do consumo do ácido sulfúrico e antibiótico. Foi feito procedimento de assepsia e acrescentado nos registro da moenda.

Redução da frequência de utilização de ácido fosfórico para CIP de diário para semanal, podendo ser quinzenal ou mensal, dependendo apenas da eficiência dos equipamentos após a limpeza.

Um das principais ações do plano eram realizar negociação comercial com outros fornecedores para substituição do polímero utilizado nos decantadores para redução de custo e quantidade, para isso foi realizado testes em planta para comprovar a eficiência e qualidade do produto proposto. E troca do tipo de cal utilizado que era o em pedra para a cal micro pulverizado, assim reduzindo o desperdício no processo de hidratação, pois esse tipo de cal libera menos resíduos finais, otimização da entrega das cargas para evitar que o produto ficasse muito tempo armazenado perdendo assim sua eficiência ou rodízio do estoque, utilizando sempre as bolsas de cal mais antigas do estoque.

Reduzir o volume das cubas para redução do consumo de ácido sulfúrico e dispersante, reduzir vazão de alimentação e volume das dornas para reduzir o consumo de antiespumante, esse produto não está incluído nos 8 produtos impactantes, porém estava também fora da meta de consumo estabelecida pela empresa, foram também realizados testes em planta para substituir o dispersante e antiespumante por aquele que representasse um melhor custo benefício, ou seja, aquele que menos fosse consumido para produzir a mesma quantidade de álcool.

Definido acompanhamento mais rigoroso de estoque, visando monitorar a área de compras para que fosse comprados apenas produtos de qualidade e suprimentos para que fosse mantido apenas o estoque necessário e seguro.

Na Figura 22 exibe a área de armazenamento de cal após a execução das ações do plano de ação desenvolvido pelo grupo de apoio ao trabalho de redução de consumo dos insumos químicos.



Figura 22: Área de armazenamento de Cal Virgem, após as recomendações. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

A próxima Figura demonstra a redução dos custos com insumos industriais através da implantação do projeto, priorizando problemas, estabelecendo ações, analisando causas, efeitos, motivos, determinando metas e mudanças a serem cumpridas em um determinado período.

## Ganhos de Gestão

Os ganhos de Gestão são advindos de trabalhos focados em problemas crônicos...

Indústria (Insumos)	Ganho Técnico
Dispersante - g/l (álcool)	De 0,24 para 0,05
Antibiótico - g/m <sup>3</sup> (álcool)	De 10,6 para 1,08
Soda Cáustica Comercial - g/ton cana	De 379,03 para 227,6
Ácido Fosfórico - g/ton cana	De 106,84 para 11,94
Polímero Tratamento Caldo - g/ton cana	De 8,11 para 6,97
Polímero Filtração - g/ton cana	De 8,16 para 6,50
Cal Virgem - g/ton cana	De 616,05 para 560,00
Ácido Sulfúrico - g/l (álcool)	Sem redução

Figura 23 - Resultados da Aplicação do Projeto. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

O dispersante no final do projeto teve uma redução de 79%, caiu de 0,24 g/l para 0,05 g/l, o antibiótico teve uma redução de aproximadamente 90% foi de 10,6 g/ m<sup>3</sup> após a implantação e padronização do processo de assepsia na moenda e tanque de caldo clarificado.

Soda caustica alcançou redução de 40%, de 379,03 g/TC para 227,6 g/ TC. Acido fosfórico passou a ser utilizada não mais para limpezas diárias, mas sim semanais e

posteriormente quinzenais, podendo ainda ser estendida, obteve uma redução de 89%, saiu de um consumo específico 109,84 g/TC para 11,94 g/TC.

O polímero utilizado nos decantadores após ter sido padronizado as dosagens e trocado por outra marca, onde o fornecedor era também fabricante do produto obteve-se uma redução de 14%. O polímero do sistema de filtração com a padronização a redução foi de 20%.

A cal virgem depois de trocada de em pedra para micro pulverizada, trocados os paletes do local de armazenamento, mantendo-o limpo e organizado a redução foi de 8%.

O ácido sulfúrico não houve alteração no consumo específico.

Com a implantação do Projeto, o ganho real obtido nos meses de agosto, setembro e outubro foi de R\$ 672.230,93, considerando a moagem real dos três meses de 1.294.985,42 toneladas de cana e um gasto total de R\$1.581.043,72, com a implantação do projeto o consumo específico geral reduziu de R\$1,74/TC para R\$1,22/TC, com a média de consumo específico anterior ao projeto o gasto da Usina considerando a mesma moagem iria ser de R\$ 2.253.274,65.

Para uma safra com moagem total de 4.000.000,00 toneladas de cana moída e o consumo específico de R\$1,22/TC obtido durante o projeto de redução, a economia seria de R\$ 2.076.412,33, redução de 30%, além do que o grupo esperava, pois o objetivo era alcançar uma redução de 24%, referente à R\$1,32/TC.

Segue a Figura 24 com a evolução do projeto nos meses de agosto, setembro e outubro.

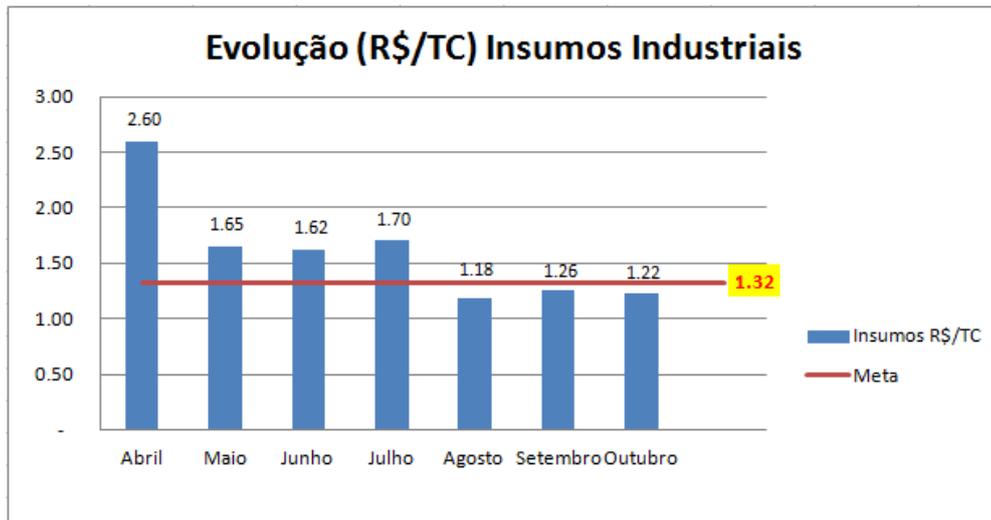


Tabela 22 - Ganhos de Gestão após a Implantação do Projeto. Fonte: Equipe do Projeto (2011).

A Figura a cima deixa claro a redução dos gastos durante a execução das ações levantadas pelo grupo de apoio, essas ações foram elaboradas durante o mês de julho e tiveram início no mês de agosto. Durante os meses de execução os consumos específicos permaneceram menores que a meta pré-definida pelo grupo, meta definida tomada por base do benchmarking de outras Usinas.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho buscou implantar um sistema gestão para obter como resultado a redução de insumos químicos em uma usina sucroenergética para isso foi utilizado o método de PDCA e como apoio ao método as ferramentas da qualidade.

Para a implantação do sistema de gestão contou com o apoio de todos os responsáveis pelo setor industrial e os operadores das áreas, foi organizada uma equipe para dar apoio no andamento do projeto, levantou-se os dados necessários para que assim pudessemos iniciar a primeira etapa do método PDCA.

Todas as etapas foram seguidas conforme o planejado, a primeira com o apoio das ferramentas levantou-se todos os dados de consumo e identificando assim os 8 que representavam maior consumo e custo para a indústria.

Foram definidas metas de consumo específico a partir do *benchmarking* com outras usinas, no nosso trabalho a meta estabelecida pelo grupo foi de R\$1,32/TC por mês, enquanto que a média nos meses anteriores era de R\$1,74/TC.

A partir desse levantamento foi definido um plano de ação para que fosse focado na raiz das causas dos problemas que causavam o prejuízo, com o plano de ação foram organizados treinamentos para qualificar os operadores com o objetivo de otimizar e padronizar dos consumos.

Foram realizados testes em campo para substituição de alguns insumos por outros que desempenhassem melhor custo benefício, ou seja, aqueles que fossem consumidos em menor quantidade para se produzir uma mesma quantidade produto final. Como foi o caso do polímero utilizado nos decantadores, dispersante e antiespumante.

Foi substituído também o tipo de cal utilizada, para uma variedade que resultasse em menos resíduos após o processo de hidratação, foram substituídos os paletes utilizados no local de armazenamento para evitar o rompimento das bolsas de cal e assim eliminar os desperdícios, foi aprimorado o planejamento de entrega das cargas de cal para evitar que essas ficassem muito tempo armazenadas, diminuindo assim sua eficiência e rodízio do estoque, ou seja, utilização sempre das cargas mais antigas do estoque.

Insumos como a soda cáustica e o ácido fosfórico foram redefinidas as concentrações das soluções de limpeza (CIP) para que essas fossem reutilizadas mais vezes antes da preparação de uma nova solução, fazendo apenas descartes no fundo do tanque para eliminar os resíduos. O ácido fosfórico foi definida utilização de uma vez por semana ou quinzenal, dependendo da eficiência dos equipamentos.

Para redução do ácido sulfúrico e antibiótico foi redefinido procedimento de assepsia na moenda e tanques de caldo para evitar que o caldo chegasse até a fermentação com infecção elevada e redução do volume das dornas e cubas reduzir consumo de dispersante e antiespumante.

Dentre os integrantes da equipe estavam os responsáveis pelo suprimento e compras, o que facilitou a união desses com a indústria para haver um sincronismo maior e resultar na eliminação dos altos estoques e consequentemente desperdício.

As atividades foram divididas entre os integrantes da equipe, que tinha um prazo para realizá-las, as reuniões para verificação dos status eram semanais, essas foram seguidas sem atrasos e sem faltas dos integrantes.

No decorrer dos três meses de implantação do sistema de gestão, agosto, setembro e outubro foi alcançada uma média consumo específico de R\$1,22/TC, ou seja, uma economia de R\$ 2.076.412,33, redução real de 30%, enquanto que o planejado pelo trabalho era uma redução de 24%, referente a média de R\$1,32/TC.

Os procedimentos de utilização de insumos foram incorporados à documentação da área de Controle de Qualidade da Usina São Fernando.

Os resultados foram alcançados acima do programado, que houve interação entre os funcionários de diversas áreas, troca de informações e conhecimentos, o que enriqueceu o aprendizado. Esse aprendizado de trabalho em equipe fortalece a equipe e ajuda no alcance dos resultados, facilita o entendimento e auxilia nas atividades do dia a dia, e no atingimento das metas.

O trabalho conscientizou a todos da importância de não pular etapas (executar cada uma no seu momento), descrever detalhadamente a meta requerida e os passos para o alcance das mesmas. Manteve os colaboradores que tem contato direto com a execução das atividades

informado dos indicadores fora da meta, das ações implementadas, da responsabilidade deles com o resultado, ou seja, manteve a equipe motivada.

As ações estabelecidas para eliminar as causas dos altos consumos foram seguidas e conseqüentemente atingidos os resultados de redução de consumo e custos que eram o principal objetivo, para manter os resultados mantiveram-se as melhores praticas e atividades. Conclui-se que o uso do Sistema de Gestão (PDCA) e das ferramentas da qualidade contribuíram para o alcance dos resultados. As ações estabelecidas para eliminar as causas dos altos consumos foram seguidas e, conseqüentemente, os resultados de redução de consumo e custos foram atingidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. R. A. **Transmissão de preços entre produtos do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo.** Dissertação de mestrado apresentada à Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2002.

ANDRADE, F. A. **O método de melhorias PDCA.** Dissertação - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

BIODIESEL.COM. **ProÁlcool - História da indústria sucroalcooeira.** Disponível em <  
<http://www.biodieselbr.com/proalcool/historia/proalcool-industria-sucroalcooeira.htm>>  
Acessado em 10 de Abril de 2012.

BUTCHER, R. **Modelo de gestão do conhecimento para a RB 92: Uma construção baseada na experiência com PDCA, melhoria continua e processos empresariais.** Universidade do Estado de Santa Catarina. 2004.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas Diretrizes.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996, 331 p.

CAMPOS, V. F. **1940 - TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Belo Horizonte, MG: Fundação Christino Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992. (Rio de Janeiro: Bloch ed.)

CARDOSO, A.T.et al. **O ciclo PDCA para melhoria de qualidade dos serviços de consulta em uma unidade de saúde de Belém do Pará.** 2010. 15 f Artigo científico. Universidade Federal do Pará, Belém do Pará, 2010.

CENTENARO, M. **Análise da evolução da indústria sucroenergética do estado do Mato Grosso do Sul.** UEMS, Mato Grosso do Sul. 2011.

CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo: SindusCon – SP, 1994.

COSTA, M. A. **Ferramentas da Qualidade** – Educação a distancia. SENAI. 2005.

CROKER, Robert A. **An Introduction to qualitative research.** In: HEIGHAM, Juanita; CROKER, Robert A. **Qualitative research in Applied Linguistics: a practical introduction.** Great Britain: Palgrave Macmilian, 2009.

CUNHA, J. C. **Modelos de Gestão da Qualidade I.** SENAI: Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração.** Rio de Janeiro. Saraiva, 1990.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** 9 ed. São Paulo: Gente, 1993.

LEONEL, P. H. **Aplicação prática da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados.** Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. 2008.

LONGO, R. M. J. **Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação**. Brasília. SENAC-SP. 1996

LORENÇOM, F.M. **Qualidade e Satisfação do cliente**. 2009. Artigo Científico. Universidade Anhembi-Morumbi. São Paulo, 2009.

MARIANI, C. A. PIZZINATO, N. K. FARAH, O. E. **Método PDCA e Ferramentas da qualidade no gerenciamento de processo industrial**. Unimep. 2005.

MARQUES, J. C. **Ferramentas da Qualidade**. Universidade da Madeira. Funchal. Portugal, 2008.

MELO, C. P. CARAMORI, E. J. **PDCA Método de melhorias para empresas de manufatura – versão 2.0**. Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MENDONÇA, V. M. **O papel do comercio exterior de Mato Grosso do Sul na integração regional com o MERCOSUL**. Dissertação. UFGD. Dourados – MS, 2010.

NEVES, T.F. **Importância da Utilização do Ciclo PDCA para garantia de Qualidade do Produto em uma Indústria Automobilística**. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – MG, 2007.

NOGUEIRA, L. C. L. **Gerenciamento pela Qualidade Total na Saúde**. Editora de Desenvolvimento Gerencial. Belo Horizonte, 2003.

ORTIZ, P. PIERRI, S. **Modelos de Gestão da Qualidade 2**. SENAI: Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002. (ANEXO A2).

PAIXÃO, M. O Proálcool enquanto uma política energética alternativa: uma resenha crítica. **Projeto Brasil Sustentável e Democrático**. Rio de Janeiro, 1995.

PALADINI, E. P. **Gestão de Qualidade: Teoria e Prática**. Editora: Atlas, 2ª edição. São Paulo, 2004.

PENHA, P. X. LEITE, M. C. MENDES, R. S. **Gestão e cidadania pratica interdisciplinar no ensino superior**. Faculdades Integradas Funcec de João Monlevade. 2009.

PIERRI, SUZANA. **Modelos de Gestão da Qualidade 2**. SENAI: Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SHIKIDA, P. F. A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. Piracicaba. São Paulo, 1997. Tese – Economia Aplicada, ESALQ/USP.

SIMÕES, L. RIBEIRO, C.R. **O ciclo PDCA como ferramenta da Qualidade total. Unisaesiano**. Lins. São Paulo, 2007.

SORDAN, J. E. JUNIOR, J. F. L. **Gestão da qualidade no setor sucroalcooleiro: um estudo sobre a implantação de um sistema de gestão APPCC**. XIII SIMPEP - Bauru, SP. 2006.

SOUZA, L. O. S. **Ferramentas de gestão de tecnologia: um diagnóstico de utilização nas pequenas e médias empresas da região de Curitiba.** CEFET/PR. 2003.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** Tese – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

SOUZA, R.C. DEMETRIO, T.V. **O ciclo PDCA E DMAIC na melhoria do processo produtivo no setor de fundição: Um estudo de caso da empresa Deluma Indústria e Comercio LTDA.** 2010.

TOLEDO, J. C.; BATALHA, M. O.; AMARAL, D. C. **Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, abr/jun, v. 40, n. 2, p. 90-101, 2000.

USF - Usina São Fernando Açúcar, Álcool e Energia. **Processo Industrial.** Disponível em <[http://www.usinasaofernando.com.br/conteudo\\_site.asp?tipoID=2](http://www.usinasaofernando.com.br/conteudo_site.asp?tipoID=2)>. Acessado em 20 de Junho de 2012.