

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**CONCEITOS BASEADO NO CICLO PDCA PARA MELHORIA NO  
PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO NA  
MANUFATURA DE TUBOS EM FIBRA DE VIDRO**

FÁBIO DIAS PEREIRA

Orientador: Prof. Dr. Mateus Cecílio Gerolamo

São Carlos

2013

FÁBIO DIAS PEREIRA

**CONCEITOS BASEADO NO CICLO PDCA PARA MELHORIA NO  
PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO NA  
MANUFATURA DE TUBOS EM FIBRA DE VIDRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Engenharia de São Carlos da  
Universidade de São Paulo para a Obtenção do  
Título de Especialista em Engenharia de  
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Mateus Cecílio

Gerolamo

São Carlos

2013

Autorizo a publicação e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Biblioteca Central da EESC.

P436c      Pereira, Fábio Dias  
            Conceitos baseados no ciclo PDCA para melhoria no  
            processo produtivo : estudo de caso da aplicação na  
            manufatura de tubos em fibra de vidro / Fábio Dias  
            Pereira; orientador Mateus Cecilio Gerolamo. -- São  
            Carlos, 2013.

            Monografia (Especialização em Engenharia de Produção  
            Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da  
            Universidade de São Paulo, 2013.

            1. PDCA. 2. Otimização. 3. Resultado. I. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me guiar por mais esta trajetória em minha vida, à minha esposa que me compreende e me apoia em todos os momentos, em especial ao nosso bebê Lucas que está por vir, fruto da benção de Jesus em nosso lar.

Aos meus amigos de classe, em especial aos de equipe: Juliano Ormeneze, Leonardo de Barros, Flávio Rios e Ricardo Moi, onde sou extremamente grato pelos ensinamentos e companheirismo.

Ao meu orientador Mateus Gerolamo e aos professores que me transmitiram conhecimentos durante este percurso.

## RESUMO

**PEREIRA, F. D. CONCEITOS BASEADO NO CICLO PDCA PARA MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO NA MANUFATURA DE TUBOS EM FIBRA DE VIDRO.** 2013. 66 f. – Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista) – Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

O aumento da competitividade motivada pela globalização da economia tem provocado mudanças significativas nos modelos de negócios das empresas. Essas mudanças estão relacionadas a uma busca incansável por maior qualidade associada à redução de custos, exigindo um processo de transformação intenso. Atualmente existem muitas ferramentas empresariais que fazem parte de uma realidade globalizada. Para se manter na competitividade torna-se necessária a aplicação de estratégias que possuem melhor planejamento e precisão no resultado final. Um método em questão é o Método de Melhorias PDCA ou Ciclo PDCA, pois a otimização e contínua melhoria dos processos operacionais objetiva melhorar a efetividade, qualidade, consistência de informações e rentabilidade, ao mesmo tempo em que reduz riscos e custos operacionais. Como resultado, houve a aplicação da metodologia PDCA, que contribuiu para prevenir e impedir o defeito oriundo da variação da composição da matéria prima, documentando o processo de modo a gerar uma base de dados de conhecimento.

**Palavras-chave:** Melhorias; PDCA; Ferramentas; Resultados; Otimização.

## **ABSTRACT**

**PEREIRA, F. D. CONCEPTS BASED ON THE PDCA CYCLE FOR IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION PROCESS: A CASE STUDY OF APPLICATION IN MANUFACTURE OF PIPES IN FIBERGLASS.** 2013. 66 f. – Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista) – Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

Increased competitiveness motivated by economic globalization has brought about significant changes in the business models of companies. These changes are related to a relentless pursuit of higher quality associated with lower costs, requiring an intense process of transformation. Currently there are many business tools that are part of a globalized reality. To maintain competitiveness becomes necessary to apply strategies that have better planning and precision in the final result. One method is the method in question Improvement PDCA cycle or because the optimization and continuous improvement of operational processes aims to improve the effectiveness, quality, consistency and profitability of information, while reducing operational costs and risks. The result was the implementation of PDCA methodology, which has helped to prevent and eliminate the defect arising from the changing composition of raw materials, documenting the process of generating a database of knowledge.

**Key-words:** Improvements; PDCA; Tools, Results, Optimization.

## Lista de figuras

Figura 1 – Ciclo PDCA.....	16
Figura 2 – Modelo do Método PDCA utilizado para operar de forma consistente e melhorar a operação de uma organização. ....	23
Figura 3 - Sequência para Realização CEP.....	28
Figura 4 – 5W2H.....	29
Figura 5 – Fluxograma.....	33
Figura 6 – Curva ABC.....	35
Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito. ....	37
Figura 8 – Ciclo PDCA e ferramentas da qualidade recomendadas para cada etapa.....	40
Figura 9 – Máquina de fabricação de tubo PRFV – Equipamento mandril de avanço contínuo.....	43
Figura 10 – Composição das camadas.....	44
Figura 11 – Desenho esquemático aplicação das matérias primas.....	44
Figura 12 – Desenho esquemático da produção de tubos.....	45
Figura 13 – Desenho esquemático aplicação das matérias primas.....	45
Figura 14 – Treinamento pessoal ao uso de computadores e ferramentas básicas da qualidade.....	51
Figura 15 –Planta fabril - Disposição dos computadores para compilar os dados coletados.....	52
Figura 16 – Disposição dos computadores na Estação máquina.....	53
Figura 17 – Preenchimento para análise em tempo real da composição das matérias primas.....	53
Figura 18 – Programa <i>visual basic</i> para facilitar na coleta de dados gerados pela estação máquina.....	54
Figura19 – Diagrama Espinha de Peixe.....	55
Figura 20 – Contaminações encontradas na areia.....	56
Figura 21 – Feedback nas ações tomadas.....	59
Figura 22 – Situação do processo produtivo.....	59

## Lista de gráficos

Gráfico 1 – Exemplo de Gráfico de Pareto.....	34
Gráfico 2 – Exemplo de gráfico de controle.....	39
Gráfico 3 – Composição de fibras de vidro em 2013.....	45
Gráfico 4 – Composição de camadas resina 2013.....	47
Gráfico 5 – Composição de areia 2013.....	48
Gráfico 6 – Exemplo gráfico de controle.....	51
Gráfico 7 – Composição de camada de resina 2013.....	54
Gráfico 8 – Composição de camada de areia período de 9 dias - 10 e 11/2013.....	56
Gráfico 9 – Composição de camada de areia período de 8 dias - 11/2013.....	57
Gráfico 10 – Composição de camada de fibra 2013.....	57

## **Lista de tabelas**

Tabela 1 - Consumo de matéria prima 2013.....	49
Tabela 2 - Plano de ação.....	52
Tabela 3 - Consumo de MP com análise de 9 dias de produção.....	59

# SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Contextualização e problema .....	12
1.2 Objetivos .....	12
1.3 Metodologia Utilizada .....	13
1.4 Estrutura do trabalho .....	13
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1 Características gerais do Método PDCA .....	15
2.1.1 <i>PLAN</i> .....	16
2.1.2 <i>DO</i> .....	18
2.1.3 <i>CHECK</i> .....	19
2.1.4 <i>ACT</i> .....	19
2.1.4.1 <i>ACT</i> - Atuar corretivamente.....	19
2.1.4.2 <i>ACT</i> - Agir para melhorar.....	20
2.1.5 Observações .....	20
2.2 Ciclo SDCA .....	21
2.3 Metodologia 8D .....	23
2.4 MASP.....	26
CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE .....	28
3.1 Controle estatístico do processo (CEP) .....	28
3.2 Brainstorming .....	29
3.3 5W 2H.....	29
3.4 Gerenciamento Visual.....	30
3.5 As Sete Ferramentas da Qualidade .....	31
3.5.1 Fluxogramas.....	31
3.5.2 Histograma.....	33
3.5.3 Gráfico de Pareto .....	33
3.5.4 Diagrama de Causa e Efeito.....	36
3.5.5 Diagrama de Dispersão .....	38
3.5.6 Gráfico de Controle.....	38
3.5.7 Folha de Verificação .....	39

3.6 Considerações Finais .....	39
CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO .....	42
4.1 Descrição da empresa .....	42
4.2 Processo de Fabricação .....	43
4.3 Descrição do estudo de caso da aplicação do ciclo PDCA .....	45
4.4 Aplicação das ferramentas .....	50
4.5 Análise dos resultados do controle estatístico de processo.....	54
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO .....	61
REFERÊNCIAS .....	62

# **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

Nos dias atuais, gerenciar torna-se uma tarefa exigida para toda e qualquer organização, mas o fazer da melhor forma possível e optar a mais assertiva decisão é imprescindível para alcançar resultados estáveis e confiáveis.

Para o auxílio de decisões há diversas metodologias. Uma delas é o ciclo PDCA, que segundo Falconi (1996) é um método de gestão e o caminho para se atingirem metas. As metas podem ser de dois tipos: metas para manter e metas para melhorar. Em geral é aplicado nos sistemas de gestão das empresas visando o aperfeiçoamento das atividades, garantindo o sucesso das ações independentemente do setor.

O método de melhorias PDCA reúne os conceitos básicos da administração, sendo apresentado em uma estrutura simples e clara – através de um ciclo – de ser compreendida e gerenciada por qualquer organização, podendo o mesmo ser utilizado para a busca da melhoria para atingir os resultados necessários (ANDRADE E MELHADO, 2003).

## **1.1 Contextualização e problema**

Um dos métodos mais eficazes e de fácil compreensão utilizados para garantir o nível de qualidade de uma organização, é a ferramenta PDCA, desenvolvida pelo americano Walter A. Shewhart e difundida por W. Edwards Deming, que significa em seu idioma de origem “*Plan, Do, Check e Act*”.

Basicamente os tubos e acessórios fabricados pela empresa estudada compõem-se de matérias primas como: resina poliéster, fibra de vidro e sílica. Por se tratarem de materiais de alto custo, faz se necessárias melhorias nos processos de produção centrando em prevenção do problema, em vez da detecção, garantindo qualidade e atendendo as especificações dos clientes.

## **1.2 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo utilizar conceitos de melhorias, baseado na metodologia PDCA como ferramenta de apoio nos processos gerenciais de uma empresa de negócios de transporte de águas. Para isso, serão analisados conceitos baseados em conteúdos bibliográficos, buscando-se tendências apropriadas de métodos de gestão direcionados na tomada de decisões.

Com a aplicação da metodologia PDCA entre outras ferramentas da qualidade, contribuirá com o monitoramento e controle do processo visando:

- Aumentar o conhecimento sobre o processo;
- Executar para operar na forma desejada;
- Reduzir a variação do produto final e melhorar o desempenho do processo;
- Tomada de decisão em tempo real sobre o processo executado.

### **1.3 Metodologia Utilizada**

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho constituiu, numa primeira fase, em uma revisão bibliográfica de materiais até então disponíveis no meio acadêmico, tais como: artigos de jornais e revistas, em livros, internet etc.

A pesquisa bibliográfica tem como objetivo apresentar e discutir conceitos e teorias propostas por autores reconhecidos pelo estudo da temática estudada (GIL, 2002). Nesta pesquisa tem papel fundamental de embasamento das discussões desenvolvidas.

A segunda etapa do trabalho foi destinada à um Estudo de Caso, em uma empresa no interior do estado de São Paulo. Segundo Gil (2002) esse método se fundamenta na ideia de que a análise de uma unidade de determinado universo possibilita a compreensão da generalidade do mesmo ou, pelo menos, o estabelecimento de bases para uma investigação posterior, mais sistemática e precisa.

Para a utilização deste método alguns critérios foram selecionados, onde buscou-se um caso típico. Segundo Gil (2002) trata-se de explorar objetos que, em função da informação prévia, parecem ser a melhor expressão do tipo ideal da categoria.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

Este trabalho está estruturado em capítulos. O Capítulo 1 destina-se à Introdução, problema, objetivos, justificativa e metodologia.

No Capítulo 2 aborda-se as características gerais do Método PDCA; suas características; cada módulo que fazem parte do ciclo; o Ciclo SDCA; a Metodologia 8D e o MASP.

O Capítulo 3 mostra uma Pesquisa de Campo com: apresentação da empresa; seus produtos; o que havia de problemas e os benéficos das implementações das ferramentas do Ciclo PDCA e da Qualidade, numa empresa no interior do estado de São Paulo.

No capítulo 4 há as análises dos resultados, explanando-se os benefícios que esta técnica trouxe à empresa.

No capítulo 5 está a conclusão obtida com o estudo da aplicação dos conceitos baseados no ciclo PDCA, e em seguida as Referências.

## CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diante de resultados confiáveis, a qualidade de como tais decisões serão tomadas, garantirá o crescimento de qualquer empresa e seguimento, baseado neste princípio, o ciclo PDCA torna-se um aliado para monitorar os métodos aplicados nas rotinas gerenciais e sua eficácia.

Este método de melhorias apresenta os conceitos básicos da administração, com uma estrutura simples e clara, através de um ciclo, que é compreendida e gerenciada por qualquer organização.

### 2.1 Características gerais do Método PDCA

O conceito do Ciclo PDCA foi originalmente desenvolvido na década de 1930, nos Laboratórios da Bell Laboratories - EUA, pelo estatístico Walter A. Shewhart, definido como um ciclo estatístico de controle dos processos que pode ser aplicado para qualquer tipo de processo ou problema (SOUZA, 1997).

Este método foi popularizado na década de 1950, pelo também estatístico, W. Edwards Deming, que o aplicou de forma sistemática dentro de conceitos da Qualidade Total em seus trabalhos desenvolvidos no Japão. Posteriormente, seriam difundidos no mundo todo através do GQT (Gerenciamento pela Qualidade Total), este método ficou conhecido como o Ciclo de Deming (DEMING, 1990).

O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais (CAMPOS, 1996).

A palavra método é a união de duas palavras gregas: meta + hodos, ou seja, caminho para a meta. Logo, de acordo com a própria definição da citação, o Método PDCA é “um caminho para se atingirem as metas” (CAMPOS, 2004).

As letras que formam o nome do método, PDCA, significam em seu idioma de origem: *PLAN*, *DO*, *CHECK*, *ACT*, que significa, PLANEJAR, EXECUTAR, VERIFICAR e ATUAR (ver Figura 1). Esses módulos fazem parte dos passos básicos concebidos originalmente por Shewhart, sendo aprimorados posteriormente por Deming.

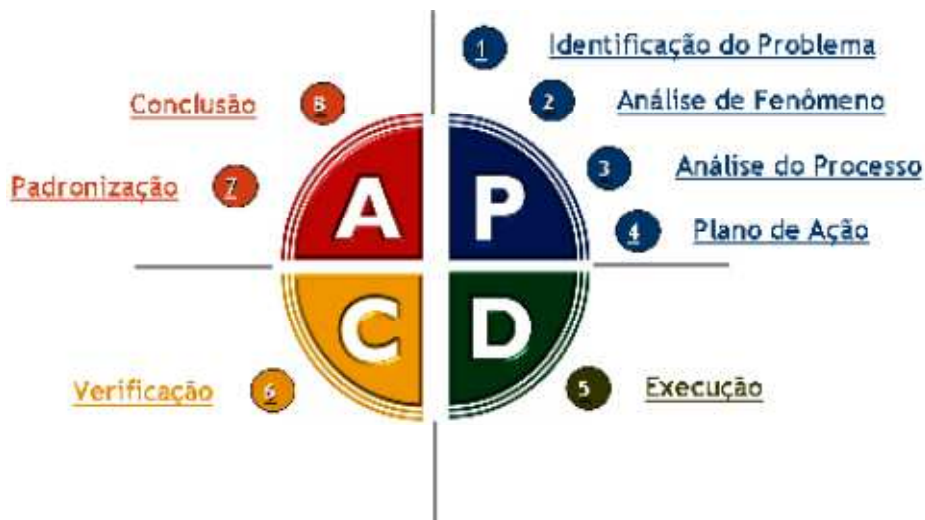


Figura 1 – Ciclo PDCA.  
Fonte: Peters (1998, p. 108).

O Ciclo PDCA é uma ferramenta utilizada para a aplicação das ações de controle dos processos, tal como estabelecimento da “diretriz de controle”, planejamento da qualidade, manutenção de padrões e alteração da diretriz de controle, ou seja, realizar melhorias. Essas ações se dividem em quatro fases básicas que devem ser repetidas continuamente (LIMA, 2006).

Moura (2005, p. 90) explica que: “O ciclo PDCA é uma ferramenta que orienta a sequência de atividades para o gerenciamento de uma tarefa, processo, empresa etc.”

Segundo Andrade e Melhado (2003, p. 4) cada módulo pode ser descrito da seguinte maneira:

**2.1.1 PLAN** (Planejar) – estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização. Este módulo é considerado como o mais importante, devido ser o início do ciclo, desencadeando todo processo referente ao método PDCA, ou seja, a eficácia futura desse ciclo estará baseada em um planejamento bem elaborado e minucioso, o qual proverá dados e informações a todas as etapas restantes do método (NEVES, 2007).

É a fase em que o plano é traçado. Nesta fase se fixa a diretriz de controle, ou seja, definem-se os itens de controle e se estabelecem metas para estes itens. Nesta etapa também, são decididos os métodos para atingir as metas pré-estabelecidas, que podem ser procedimentos padrões, planos de controle, em suma, uma ação ou uma sequência de ações

que levem ao cumprimento da meta. Algumas ferramentas como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, *brainstorming* e *5W2H* são muito úteis nesta fase, para suporte à tomada de decisões. Quanto melhor o planejamento, as metas serão mais fáceis de serem atingidas (CAMPOS, 1996).

Deve-se lembrar que a fase de planejamento é sempre a mais complexa e a que exige mais esforços. No entanto, quanto maior for o número de informações utilizadas, maior será a necessidade do emprego de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações (WERKEMA, 1995).

Andrade e Melhado (2003, p. 4) explicam que o módulo planejar abrange várias etapas do processo, elencadas da seguinte forma:

- 1) Localizar o problema;
- 2) Estabelecer meta;
- 3) Análise do fenômeno (utilização do Gráfico de Pareto e outros diagramas estatísticos);
- 4) Análise do processo (causas prováveis – utilização do diagrama de causa e efeito - Ishikawa);
- 5) Elaborar plano de ação.

O primeiro item, localizar o problema, é realizado todas as vezes que a empresa se depara com um resultado (efeito) indesejado, provindo de um processo (conjunto de causas). A identificação adequada de qualquer problema, delimitando seu campo de atuação e reconhecendo sua importância (prejuízos) para o processo, e então, sendo detalhado para todos os envolvidos, proporcionará um aumento da eficácia da solução do problema. Portanto, a empresa deve despender um prazo relevante para que o problema possa ser bem definido e esclarecido. Problema é um resultado indesejado de um processo (CAMPOS, 2004).

Uma meta sempre deverá ser definida para qualquer produto ou serviço, em quaisquer circunstâncias. Um problema, segundo Campos (1996), será sempre um resultado indesejável de um processo. Em outras palavras, segundo o mesmo autor, o problema será sempre a meta não alcançada, sendo a diferença entre o resultado atual e um valor desejado chamado meta. As metas devem ser sempre estabelecidas nos fins (no produto, na satisfação e segurança das pessoas envolvidas com o processo), e nunca nos meios (no processo), pois no processo não haverá metas, mas sim medidas (ou contramedidas) para as causas dos problemas (NASCIMENTO, 2011).

O mesmo autor ainda comenta que:

Essa parte do módulo PLANEJAR irá tratar exclusivamente da análise detalhada do problema detectado, através dos fatos e dados, ou seja, irá descobrir todas as características do problema em questão por meio de coleta de dados. Nesta fase de reconhecimento do problema é aconselhável que se despenda o maior tempo possível, pois quanto mais estratificado estiver o problema, mais fácil será resolvê-lo (NASCIMENTO, 2011, p. 11).

Para tanto, deve-se fazer um levantamento do histórico de ocorrências desse problema através da análise de relatos anteriores (os quais podem estar formalizados ou não), e empregar ferramentas específicas – ferramentas de análise e melhoria de processos – a fim de estratificá-lo, facilitando a atuação sobre o mesmo. Essas ferramentas podem variar de acordo com cada caso (NASCIMENTO, 2011).

Segundo Campos (1996), analisar o processo é buscar as causas mais importantes que provocam o problema, através da análise das características importantes. Para que essa fase obtenha êxito, o processo de identificação das causas deve ser executado da maneira mais democrática e participativa possível.

Explanando-se 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 solução do mesmo, devem participar da reunião de análise das causas, enriquecendo com diversos pontos de vista a percepção das causas mais prováveis que provocam tal problema (MELO, 2001).

Segundo Campos (1996), os planos de ação colocam o gerenciamento em movimento. Essa ferramenta viabiliza a ação concreta no gerenciamento, delegando responsabilidades para todos os envolvidos no plano.

**2.1.2 DO (Fazer)** – Fase em que se executa o plano traçado na fase anterior, exatamente como prevista, de acordo com o procedimento operacional padrão. Deve-se educar e treinar todas as pessoas envolvidas, antes do início da execução, para que haja comprometimento e a execução saia conforme o planejado. Neste passo, ocorre a coleta de dados, para futura verificação na fase de verificação (checagem) (NEVES, 2007).

É a implementação dos processos. Após a elaboração do plano de ação, deve-se realizar a divulgação do plano a todos os funcionários da organização, bem como o treinamento necessário para que o plano possa atingir seus objetivos. As ações estabelecidas no plano de ação devem ser executadas de acordo com o estipulado na fase anterior, dentro do cronograma estabelecido, e serem devidamente registradas e supervisionadas (ANDRADE e MELHADO, 2003).

A segunda etapa da fase *DO* consiste em executar o plano de ação proposto. Uma vez amplamente divulgado e ciente da compreensão de todos os envolvidos, o plano (ou planos) de ação poderá(ão) ser colocado(s) em prática. Para tanto, durante a execução do plano de ação, deve-se efetuar verificações periódicas no local em que as ações estão sendo efetuadas, a fim de manter o controle e eliminar possíveis dúvidas que possam ocorrer ao longo da execução. Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados com a data em que foram tomados, para alimentar a etapa seguinte do ciclo PDCA (etapa *CHECK*) (CAMPOS, 2004).

**2.1.3 CHECK** (Checar) – monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar resultados. Nesta fase, a organização deve executar a verificação da eficácia das ações tomadas na fase anterior (ANDRADE e MELHADO, 2003).

Segundo Nascimento (2011, p. 21):

O terceiro módulo do ciclo PDCA é definido como a fase de verificação das ações executadas na etapa anterior (*DO*). Essa fase irá se basear nos resultados das ações procedentes da fase de planejamento, e devido a esse fato, todas as ações deverão ser monitoradas e formalizadas adequadamente na fase EXECUTAR, para que a verificação dos resultados na fase em questão possa ser realizada da maneira mais eficaz possível, sendo que, na maioria dos casos, as empresas possuem sistemas de *follow up* padronizados, a fim de relatar todos os resultados obtidos com as ações pré-estipuladas.

Fase em que verifica-se os resultados da tarefa executada e os compara com a meta planejada, à partir dos dados coletados na fase anterior. É de suma importância o suporte de uma metodologia estatística para que se minimize a possibilidade de erros e haja economia de tempo e recursos. A análise dos dados desta fase indicará se o processo está de acordo com o planejado (NEVES, 2007).

**2.1.4 ACT** - Este item é dividido em suas partes:

**2.1.4.1 ACT** – Atuar corretivamente – De posse das análises realizadas na etapa anterior (verificação), (ANDRADE e MELHADO, 2003), decide-se atuar no sentido de adotar como padrão o plano proposto, no caso das metas terem sido alcançadas; ou atuar corretivamente sobre as causas que não permitiram que a meta fosse atingida. Ao final dessa fase, origina-se a primeira fase do próximo PDCA (gira o ciclo, voltando ao planejamento), permitindo que se

faça o processo de melhoria contínua (NEVES, 2007). Para Lima (2006), o Ciclo PDCA padroniza as informações do controle da qualidade.

Para tanto, esta fase consiste nas seguintes tarefas:

- 1) Comparação de resultados (planejados e executados);
- 2) Listagem dos efeitos secundários (oriundos das ações executadas);
- 3) Verificação da continuidade ou não do problema (eficácia das ações tomadas) (ANDRADE e MELHADO, 2003).

**2.1.4.2 ACT** – Agir para melhorar. Andrade e Melhado (2003, p. 6) explicam que deve executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo. Esta fase é responsável pela padronização dos procedimentos implantados na fase *DO*. Ou seja, tendo comprovado a eficácia das ações tomadas, e sendo o resultado satisfatório para atender às necessidades da organização, devem-se padronizar essas ações, transformando-as em procedimentos padrão. Para realizar esse processo de padronização, esta fase apresenta as seguintes etapas:

- 1) Elaboração ou alteração do padrão;
- 2) Comunicação;
- 3) Educação e treinamento;
- 4) Acompanhamento da utilização do padrão.

O processo de padronização, segundo Andrade (2003) e Melo (2001), consiste em elaborar um novo padrão ou alterar o já existente. No caso, a organização deve esclarecer no padrão os itens fundamentais de sua estrutura, tais como “o que” fazer, “quem” deverá executar tal tarefa, “quando” a mesma deve ser executada, “onde” deve ser executada, “como” deve ser executada, e principalmente, “por que” essa tarefa deve ser executada, sendo que esses itens deverão permear todas as atividades incluídas ou alteradas nos padrões já existentes.

A conclusão do processo também ocorre nesta fase, sendo que poderão ser estipuladas novas metas futuras para que o processo de melhoria contínua possa ser desencadeado.

### **2.1.5 Observações**

“O Ciclo PDCA é projetado para ser usado como um modelo dinâmico”. A conclusão de uma volta do ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente.” Seguindo no espírito de melhoria de qualidade contínua, o processo sempre pode ser

reanalisado e um novo processo de mudança poderá ser iniciado. Esse ciclo ininterrupto de mudança é representado na rampa de melhoria. Usando o que foi aprendido em uma aplicação do ciclo PDCA, pode-se começar outro ciclo, em uma tentativa mais complexa, e assim sucessivamente. Sendo assim, o último ponto sobre o ciclo PDCA se torna o mais importante, onde o ciclo assumirá um novo começo (NASCIMENTO, 2011, p. 3).

Assim, o ciclo PDCA projeta-se para um grande dinamismo, pois a conclusão de uma volta irá interferir no próximo ciclo e assim, sucessivamente.

Segundo Nascimento (2011, p. 4):

A utilização do Ciclo PDCA envolve várias possibilidades, podendo ser utilizado para o estabelecimento de metas de melhoria providas das diretrizes da alta administração, com o objetivo de coordenar esforços de melhoria contínua, enfatizando que cada programa de melhoria deve começar com um planejamento cuidadoso (definir uma meta), resultar em ações efetivas, em comprovação da eficácia das ações, para enfim, obter os resultados da melhoria que garantem a sobrevivência da empresa.

Outra aplicação do método é na resolução de problemas crônicos ou críticos, que prejudicam o desempenho de um projeto ou serviço qualquer, denominado por Campos (2004) como Gerenciamento da Rotina, sendo utilizada a mesma metodologia de trabalho adotada no caso de um programa de melhoria, com a definição de uma meta e ações a serem efetivadas, bem como a atuação contínua sobre o problema detectado.

Dessa forma, o método de melhorias PDCA, também conhecido como ciclo PDCA, tornou-se uma ferramenta utilizada pelas empresas para o gerenciamento da melhoria contínua. É constituído por etapas, que em seu idioma de origem possui as siglas *PLAN*, *DO*, *CHECK*, *ACT*, traduzido para o português significa Planejar, Executar, Verificar e Concluir.

## 2.2 Ciclo SDCA

A utilização do ciclo do PDCA de acordo com Moreira (2003) é a primeira parte a ser aplicada sendo caracterizada por melhoria do processo, e para se manter a melhoria conseguida no PDCA, deve-se empregar um novo ciclo chamado por padronização objetivando manter os resultados obtidos pelo SDCA (*Standardize, Do, Check, Act*), isto é:

- S (*Standardize* – padronizar): estabelecimento de Metas Padrão e de Procedimentos Operacionais Padrão;
- D (*Do* - fazer - treinamento e supervisão do trabalho): avaliação para saber se tudo está sendo cumprido na execução das tarefas;

- C (*Check* - checar - verificação e avaliação): se as metas foram ou não alcançadas;
- A (*Act* – agir - ação): caso a meta não tenha sido atingida adotar ação corretiva removendo os sintomas, agindo nas causas.

O Ciclo SDCA deve ser girado de forma sistemática e disciplinada. Lima (2006) afirma que no Ciclo SDCA são feitas revisões periódicas dos problemas detectados no giro de tal ciclo e são classificados os problemas prioritários que devem ser tratados no ciclo de melhoria de forma que as diretrizes anuais da alta direção sejam alcançadas.

A diferença do ciclo do PDCA para o ciclo do SDCA está na troca das iniciais sendo P (Plan) planejamento por S (*Standardize* - Padronizar) padrão no qual a meta padrão representa o resultado que se deseja atingir e o procedimento operacional padrão é o planejamento. O ciclo SDCA difere do ciclo PDCA na primeira fase, pois o ciclo SDCA é a evolução do ciclo PDCA onde o planejamento foi executado e, verificado seus resultados satisfatórios, padronizasse o método, medida ou caminho a ser seguido para manter as metas (SARDINHA, 2008).

Para Falconi (2009, p. 104) no SDCA é que o PDCA é utilizado para manter, assim a fase P se torna focada em padronização fazendo o S (*Standardize*) do padrão. “O SDCA é prioritário e o seu bom funcionamento torna possível que as melhorias sejam contínuas e duradouras.”

Segundo Manfroi et al. (2012, p. 5):

Para manter os itens de controle os padrões são criados e acompanhados desde o gerente até o operador, aqui é a fase S do ciclo SDCA. Dentro deste mesmo ciclo a fase D é focada em treinamento e execução do padrão criado, o CHECK da aplicação é feito na fase C através de acompanhamento da Gestão à Vista, gráficos de acompanhamento e auditorias. A fase A do SDCA gera as análises de anomalias, caso elas não tenham sido eliminadas, elas retornam para o ciclo PDCA na fase A em busca de um novo planejamento para as melhorias.

Falconi (2009, p. 104) ainda explica que:

O Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia consta de uma série de procedimentos necessários para que os sistemas operacionais da empresa funcionem de forma estável e confiável. Este gerenciamento é representado por meio do modelo e consta de procedimentos voltados para manter uma operação estável (representados pelo modelo SDCA) e de procedimentos voltados para melhorar a própria operação (representados pelo modelo PDCA).

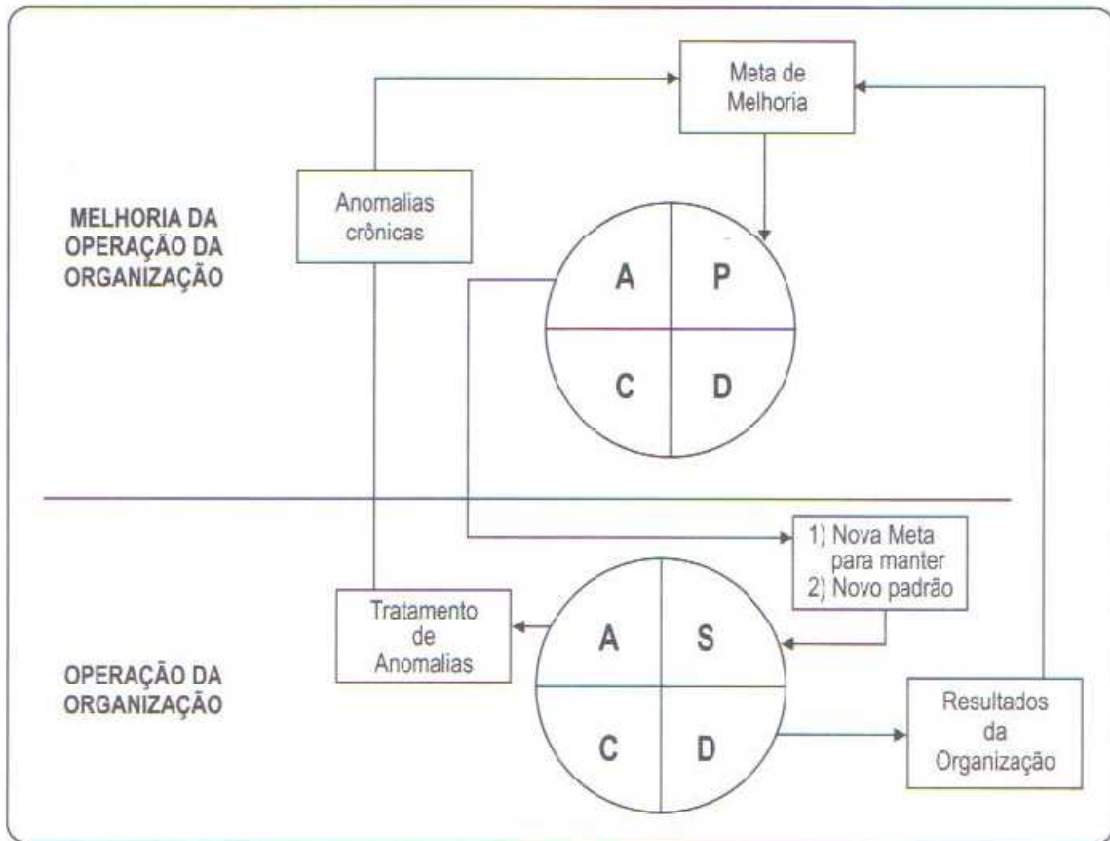


Figura 2 – Modelo do Método PDCA utilizado para operar de forma consistente e melhorar a operação de uma organização.

Fonte: Falconi (2009, p. 26).

Assim, observa-se que o SDCA tem prioridade e seu bom funcionamento é possível através das melhorias contínuas.

### 2.3 Metodologia 8D

A metodologia 8D tem as suas raízes históricas no *standard* de qualidade *MIL-STD 1520 “Corrective Action and Disposition System for Nonconforming Material”* emitido pelo exército dos Estados Unidos da América (BEHRENS e WILDE, 2007). Posteriormente foi desenvolvida e melhorada pela *Ford Motor Company* que aproximou a metodologia ao mundo industrial.

Oito disciplinas é uma ferramenta que objetiva a melhoria na qualidade de produtos e também dos processos. É utilizada para a resolução de não conformidades, ordenando o pensamento e facilitando a análise e solução de um problema. A metodologia para esta ferramenta foi desenvolvida pela Ford nos anos 80 e é orientada ao trabalho em equipe, sendo

utilizada dentro das organizações devido sua simplicidade e eficiência (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

As funções básicas para inspirar uma equipe é a resolução de problemas, a contenção de seus efeitos, a busca pelos fatos, a localização da causa raiz, a abertura de ações preventivas e solução dos problemas (KEPNER e TREGOE, 2001).

Os oito passos para aplicação desta ferramenta são: Disciplina 1 – Definição da Equipe; Disciplina 2 – Descrição do Problema; Disciplina 3 – Ações de Contenção Imediata; Disciplina 4 – Análise da Causa Raiz; Disciplina 5 – Ações corretivas possíveis; Disciplina 6 – Comprovação da Eficácia das Ações; Disciplina 7 – Ações Preventivas; Disciplina 8 – Análise de Encerramento (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Para um entendimento melhor sobre a sistemática das 8 disciplinas, será apresentada a seguir a definição de todas elas:

Disciplina 1 – Definição da Equipe: A primeira disciplina tem a finalidade de definir a composição da equipe para resolução do problema, esta deve conter necessariamente profissionais de múltiplas áreas do conhecimento, qualificados, e que busquem integrar suas competências para solucionar as falhas existentes. Em consenso essa equipe deve apontar um líder, para dar andamento às aplicações das ferramentas de qualidade e orientar o grupo de trabalho (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Nesta disciplina é preciso definir uma equipe que tenha conhecimento do produto ou processo, e conhecimento na resolução de problemas, é necessário definir um líder também (RISTOF, 2008).

Disciplina 2 – Descrição do Problema: Para esta disciplina são utilizadas as ferramentas da qualidade, procurando a contextualização das não conformidades, de forma objetiva, buscando saber sua origem (interna ou externa); deixando explícitos os objetos alvos a servirem de base para a aplicação das ferramentas apropriadas (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Para explicitar qual é o problema e qual a sua origem, nesta disciplina, deve-se aplicar as seguintes perguntas: quem, que, quando, onde, porque, quanto (RISTOF, 2008).

Disciplina 3 – Ações de Contenção Imediata: Esta disciplina contempla as ações a serem tomadas de forma imediata, evitando assim que o problema tome proporções maiores, até que as ações corretivas sejam implantadas de maneira eficaz. Estas medidas irão proteger o cliente interno ou externo até que as ações corretivas sejam implementadas permanentemente (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

As ações de contenção devem ser tomadas a fim de isolar o efeito causado pelo problema, até que a ação corretiva seja tomada (RISTOF, 2008).

Disciplina 4 – Análise da Causa Raiz: Esta disciplina procura priorizar a identificação e análise da raiz do problema, aplicando as ferramentas da qualidade apropriadas para a situação. Geralmente, essa é a parte mais demorada e importante do estudo, pois dará o direcionamento da aplicação das próximas disciplinas (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Esta é a fase mais crítica desta metodologia, pois dela depende o sucesso da aplicação, neste estágio deve ser identificada qual a causa raiz do problema e para isso utilizam-se as ferramentas de qualidade aplicáveis no caso. Algumas dessas ferramentas podem ser diagrama de causa e efeito, cinco porquês e ferramentas estatísticas (RISTOF, 2008).

Disciplina 5 – Ações Corretivas Possíveis: Para esta disciplina, é realizada a aplicação de ações corretivas que visem eliminar a causa raiz e seus efeitos indesejáveis, para não causar danos aos clientes internos ou externos, sendo necessário avaliar os recursos disponíveis antes da tomada das decisões. Porém, é possível definir outras ações dependendo da gravidade potencial do problema (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Nesta disciplina há a escolha da ação corretiva a ser implementada para a eliminação da causa raiz do problema (RISTOF, 2008).

Disciplina 6 – Comprovação da Eficácia das Ações: Nesta disciplina, verifica-se o resultado das ações que foram desenvolvidas nas disciplinas de 1 a 5. Também há a comparação das informações do processo que foram resultantes das ferramentas da qualidade (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Nesta fase ocorre a implementação das ações corretivas e a certificação de que não haverá reincidência do problema, por meio de monitoramento em longo prazo (RISTOF, 2008).

Disciplina 7 – Ações Preventivas: Após análise e discussão dos resultados, se o resultado for positivo, revisa-se a documentação de produção, a fim de padronizar os processos com a nova metodologia de execução, evitando assim que as causas voltem a ocorrer (GONZÁLES e MIGUEL, 1998).

Se a ação foi eficaz, deve-se conferir se há necessidade de alterações em instruções de trabalhos, procedimentos, planos de controle. Também, nesta fase, deve se identificar a necessidade de treinamentos e a abrangência da ação em outros processos ou produtos (RISTOF, 2008).

Disciplina 8 – Análise de Encerramento: Esta disciplina destina-se ao agradecimento às pessoas envolvidas no processo, pelos resultados obtidos e pelos esforços empregados por toda a equipe colaborativa.

## 2.4 MASP

O método de análise e solução de problemas - MASP foi desenvolvido a partir do método *QC-Story* que foi um desdobramento e detalhamento do ciclo PDCA levado ao Japão a partir de 1950 por Deming e, posteriormente, Juran. As origens do *QC-Story* são basicamente duas: o PDCA como conceito e a metodologia científica como filosofia.

No Brasil Vicente Falconi Campos, que inseriu uma descrição do método em sua obra TQC – Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês, denomina o método de MSP - Método de Solução de Problemas. A introdução do QC-Story na literatura feita por Campos (2004) apresenta apenas como um componente do Controle da Qualidade Total, um movimento de proporções muito mais amplas. Este método se popularizou como MASP - Método de Análise e Solução de Problemas.

Talvez devido aos fatores históricos e influências culturais e gerenciais, o MASP é o método de solução de problemas mais difundido e utilizado no Brasil (ALVAREZ, 2003).

A possível popularidade da aplicação desta ferramenta encontra-se na garantia do aumento da confiabilidade e da disponibilidade dos itens físicos, no consequente aumento da produtividade, na segurança operacional e ambiental e na redução dos custos operacionais da empresa, além de também assegurar que novos ativos sejam colocados em serviço efetivo com rapidez, confiança e precisão (XENOS, 1998).

Os problemas podem ser definidos como uma anomalia indesejável nos processos produtivos. Isso é extremamente prejudicial para qualquer ambiente produtivo, pois estas perdas somadas a outras oneram em grandes custos para uma empresa. Desta forma o MASP surge com um objetivo principal: eliminar a possibilidade de reincidência de uma determinada anomalia, agindo sempre de acordo com a filosofia da melhoria contínua (CAMPOS, 2004).

Para Rooney e Hopen (2004), a principal diferença entre a solução estruturada de um problema e outros métodos é a identificação de sua causa raiz, pois se esta não for erradicada, o problema retornará.

Segundo Ferreira et al. (2010), este método para ser implantado deve seguir várias etapas, são elas: identificação do problema, observação, análise, planejamento da ação, ação, verificação, padronização e conclusão.

Sampara e Adami (2009) explicam que o objetivo do MASP é elevar a probabilidade de solucionar um problema, onde a solução é um processo que segue uma sequência lógica e racional.

## CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Qualidade pode ser definida como um conjunto de atividades com o objetivo de criar condições na fase de concepção ou de produção. Constitui-se de atividades que auxiliam a organização da empresa para que os trabalhos sejam feitos corretamente. Para isso, há diversas ferramentas que serão descritas a seguir.

### 3.1 Controle estatístico do processo (CEP)

O controle estatístico de processos consiste em se utilizar de métodos estatísticos de maneira robusta para gerar interpretações contidas nos dados captados diretamente do seu processo em estudo.

Segundo Rocha (2010, p. 1):

O Controle Estatístico de Processo é uma técnica utilizada nos processos de produção que auxiliam na detecção de problemas na fabricação de um produto, visando diminuir desperdícios e retrabalhos, bem como aumentar a produtividade. Esse aumento da produtividade é buscado, em geral, por meio da padronização da produção, isto é, por meio de se minimizar variações nas especificações dos produtos operando-se de modo estável. Nesse sentido, a Estatística fornece subsídios de como coletar dados e formalizar um padrão a ser utilizado no acompanhamento do processo em questão, permitindo que o processo seja capaz de ser repetido e capaz de operar com pouca variabilidade ao redor do alvo (parâmetro, medida padrão a ser perseguida, objetivada, alcançada).

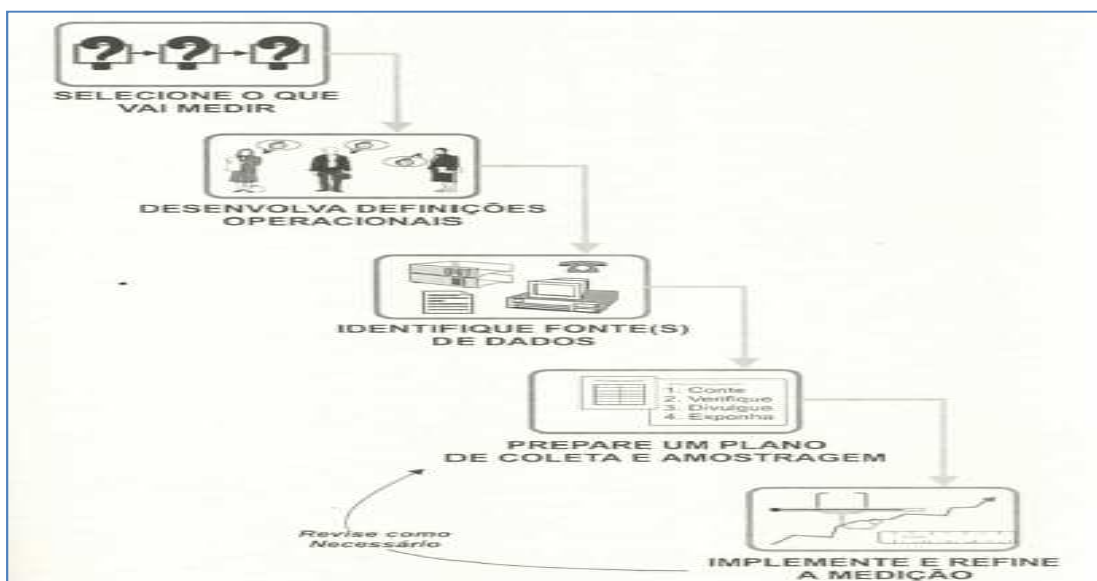


Figura 3 - Sequência para Realização CEP.  
Fonte: Pande et al. (2007, p. 207).

### 3.2 Brainstorming

Segundo Godoy (2001), essa metodologia consiste em se analisar as causas – por meio de métodos participativos como o *Brainstorming* – e expô-las de forma clara para toda a equipe envolvida, utilizando um Diagrama de Causa e Efeito, conhecido pelo nome do seu criador, Diagrama de Ishikawa.

O *Brainstorming*, também conhecido como “chuva de ideias” pode ser conduzido de duas maneiras, segundo Reyes (2000):

. *Brainstorming* estruturado: são feitas rodadas sequenciais, nas quais cada pessoa deve contribuir com uma ideia ou "passar" até a próxima rodada. Sua vantagem é dar chance de participação para todos;

. *Brainstorming* não estruturado: os membros do grupo podem dar ideias livremente. Sua vantagem é criar uma atmosfera descontraída e facilitar o desencadeamento de ideias, mas há o risco da participação ser monopolizada pelas pessoas mais desinibidas.

Para efetivar o *brainstorming*, deve-se escolher um coordenador, o qual assume um papel fundamental para o sucesso da reunião. O mesmo deve explicar, de forma detalhada, as etapas relativas ao *brainstorming*, certificando-se que todos compreenderam a sequência de trabalho. “Em hipótese alguma, o coordenador deve permitir que ideias apontadas por integrantes do grupo sejam marginalizadas, não devendo o mesmo comentar ou induzir qualquer tipo de raciocínio” (NASCIMENTO, 2011, p. 15).

### 3.3 5W 2H

Uma ferramenta muito importante, principalmente nos projetos de melhoria contínua é o 5W2H. Trata-se de uma planilha que deve responder as principais questões relacionadas a uma determinada tarefa (ALDEFONSWO, 2013). A próxima figura mostra um exemplo:

What	Why	Who	When	Where	How	How Much
O que fazer?	Por que fazer a atividade?	Quem fará? Responsável	Quando será feito? Prazo	Onde? Local da execução	descrição da atividade	quanto custa?

Figura 4 – 5W 2H.  
Fonte: O autor (2013).

Esta é uma ferramenta para organização das informações em um plano de ação, planejamento ou mesmo para apresentação de resultados. Considera todas as tarefas a serem executadas ou selecionadas de forma cuidadosa e objetiva, assegurando, segundo Reyes (2000), sua implementação de forma organizada. Deve-se responder as seguintes perguntas:

- . What (o quê)?;
- . Who (quem)?;
- . When (quando)?;
- . Where (onde)?;
- . Why (por quê)?;
- . How (como)?;
- . How much (quanto custa)?

Através desta técnica é possível realizar o monitoramento das atividades, com ela, o gestor pode visualizar rapidamente o status das tarefas bem como os responsáveis e demais informações principais sobre determinada ação.

### **3.4 Gerenciamento Visual**

Enquanto se criam novas e mais avançadas tecnologias de comunicação, a antiga forma de comunicação se dissemina nas empresas: a comunicação visual no local de trabalho mais próximo de quem necessita a informação, de maneira precisa e acessível a todos. O objetivo é facilitar o dia a dia e promover a eficiência (MARTINS, 2006).

O gerenciamento visual é um mecanismo que facilita o autocontrole do processo (controle exercido por quem produz), habilitando qualquer pessoa, até mesmo que não conheça detalhadamente a rotina da fábrica, a compreender o processo produtivo através da simples observação (RECH, 2004).

De acordo com Cantidio (2010), o gerenciamento no chão de fábrica é importante para evitar problemas como falta de clareza na definição do que deve ser feito, que torna extremamente necessária a presença constante do líder ou supervisor no acompanhamento e direcionamento das atividades. Os operadores não se sentem a vontade e nem aptos a resolverem problemas, principalmente aqueles sem qualificações necessárias para a execução das atividades.

Segundo Rech (2004) o gerenciamento visual é uma forma de introduzir o princípio de transparência de processos na empresa. Um sistema visual pode ser entendido como um grupo

de dispositivos visuais projetados para compartilhar informações que interligam a necessidade de uma atividade com as informações necessárias para sua realização.

O gerenciamento visual da produção envolve todos os mecanismos utilizados para tornar visíveis ou aparentes os fatores relevantes à administração da produção no nível operacional. Um ambiente de trabalho visual é um local de trabalho que se auto-explica, autoordena, auto-regula e auto-aperfeiçoa (RECH, 2004).

A estrutura principal para se chegar a um local de trabalho visualmente adequado, de acordo com Martins (2006) possui três estágios:

- Estágio 01 – Organização Visual: preparação do local de trabalho e instalação dos locais de informação;
- Estágio 02 – Solução Visual: promover a visualização dos padrões, da aderência, construção da padronização física no local de trabalho;
- Estágio 03 – Segurança Visual: detecção dos defeitos, detecção dos erros, eliminação das causas dos erros.

Os dados visuais transmitem informações de forma intencional ou não. Tem como objetivo explicitar o ambiente, sendo relacionado com a necessidade de registrar, preservar, reproduzir e identificar. A razão motivadora é ampliar o processo de comunicação humana (MARTINS, 2006).

São inúmeros os tipos de ferramentas que podem ser utilizadas para o gerenciamento visual: etiquetas, marcas de pintura, placas, fitas, entre outras. Para o gerenciamento pode-se utilizar também “Mapas de problemas”. Trata-se de demonstrar os problemas em um leiaute da fábrica. Alfinetes podem ser colocados em locais de maiores problemas, assim como em lugares de excelência, onde não ocorrem problemas. (OSADA, 1992).

A comunicação visual deve ser observada por todos os trabalhadores, e deve estar visível a vários pontos da área fabril. As pessoas devem ver e entender a mensagem (MARTINS, 2006).

### **3.5 As Sete Ferramentas da Qualidade**

A Gestão pela Qualidade Total implica deve abranger todas as pessoas da empresa através do comprometimento. Assim, são:

#### **3.5.1 Fluxogramas**

Aildefonso (2013) explica que fluxogramas são ferramentas de representação gráfica de qualquer trabalho realizado por uma organização, existindo várias classificações (tipos), que dependem da sua complexidade e objetivo a que se destinam. O mesmo autor, comenta os tipos de fluxograma mais utilizáveis são:

- 1) Fluxograma de blocos ou diagrama de blocos: também chamado de fluxograma sintético. Serve para representar um processo ou parte dele de uma forma lógica e simples. Pode ser uma etapa, um conjunto de atividades ou parte de um conjunto maior, de forma sintética. As informações são genéricas, não há títulos, sendo mostrado de forma resumida o processo em análise.
- 2) Fluxograma vertical ou de trabalho: utilizado para identificar as rotinas existentes num setor de trabalho, sendo o mais adequado para trabalhos de levantamento, sendo aplicável na hipótese de se desejar especificar todos os órgãos/operadores que participam do fluxo. São elaborados dois fluxogramas: em um onde são anotadas as atividades e num outro fluxograma complementar, onde não são especificados todos os operadores envolvidos. A técnica e símbolos são os mesmos, porque o fluxo é apresentado de forma contínua.
- 3) Fluxograma administrativo ou de rotinas de trabalho: utilizados para análise e racionalização de fluxos de trabalho, de formulários; Utiliza os mesmos símbolos do fluxograma vertical e permite pela sua detalhada visão do sistema analisado, que possa ser subdividido em elementos mais simples. É de grande valia na pesquisa de fluxos de trabalho, visando a racionalização, permitindo identificar falhas na distribuição do trabalho. É formado a partir dos símbolos das operações que possuem um número de identificação sequencial, aos quais se pode fazer referências e/ou comentários. São unidos pelas linhas verticais e horizontais que indicam o fluxo de trabalho.
- 4) Fluxograma global, de colunas ou horizontal: utilizados para exposição de novos sistemas ou rotinas. Recebe este nome pela visão global que oferece do fluxo de trabalho, além de representar nas colunas as áreas ou pessoas envolvidas no sistema e ir evoluindo no sentido horizontal. É o mais apropriado para se transmitir o fluxo de trabalho para toda a organização. Pode representar áreas, cargos, funções, atividades, decisões, níveis hierárquicos, fluxo de informações, enfim toda e qualquer variável que intervenha num determinado momento (AILDEFONSO, 2013).

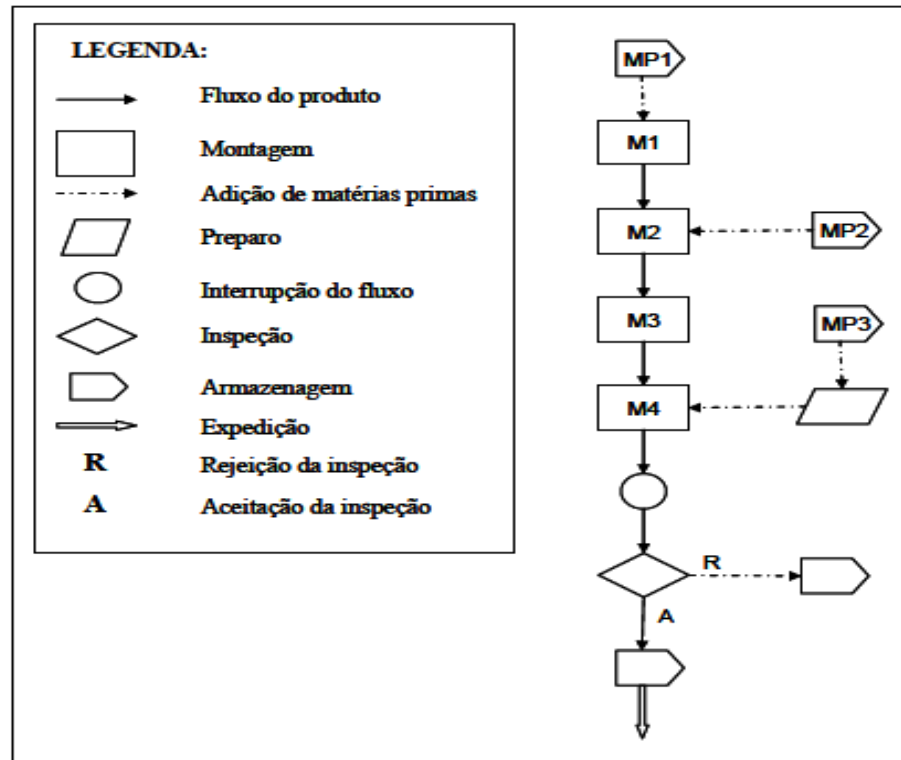


Figura 5 – Fluxograma.  
Fonte: Paladini (1997).

### 3.5.2 Histograma

O Histograma visa resumir os dados coletados de um processo durante um período estabelecido, e partir destes demonstrar em forma de gráfico a distribuição de frequências (SENAC, 2013).

O histograma serve para:

- Verificar o tipo de DISTRIBUIÇÃO dos dados.
- Observar o comportamento das diversas classes em relação à variável estudada.
- Comparar variáveis diferentes entre classes.
- Comparar evolução das classes ao longo do tempo (SENAC, 2013).

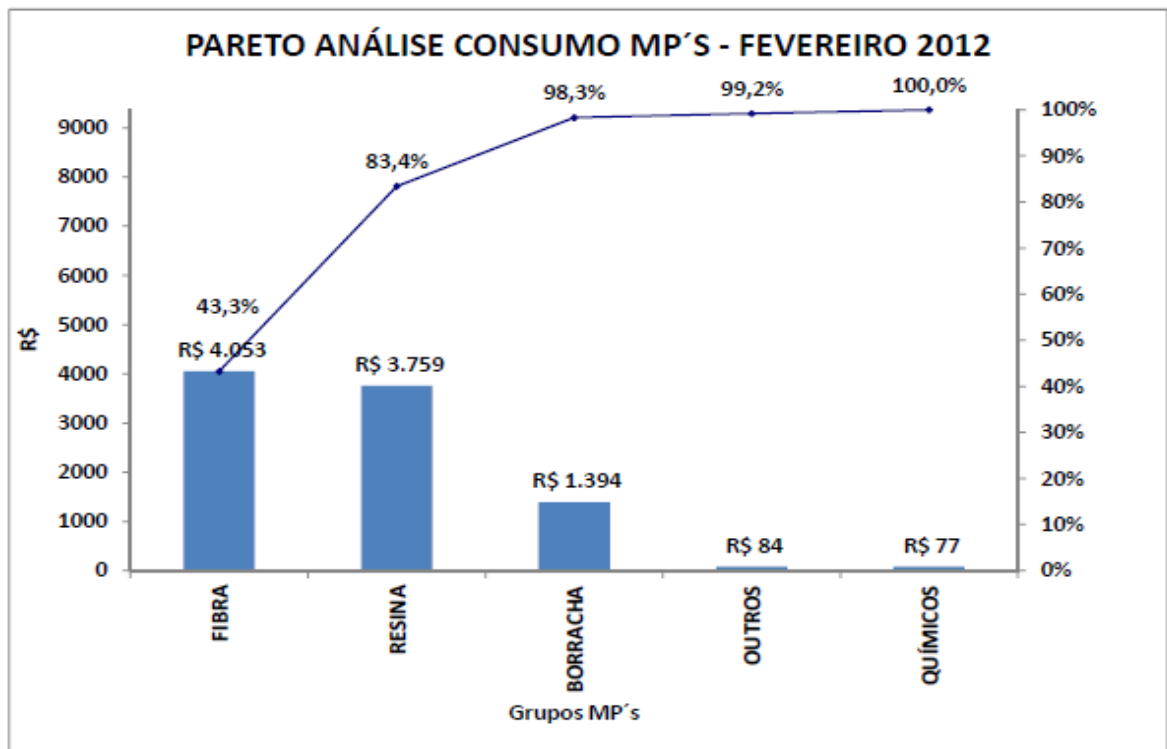
### 3.5.3 Gráfico de Pareto

A curva de experiência ABC, também conhecida como Análise de Pareto, ou Regra 80/20, é um estudo que foi desenvolvido por Joseph Moses Juran, um importante consultor da

área da qualidade que identificou que 80% dos problemas são geralmente causados por 20% dos fatores (HENRIQUE, 2013).

O nome “Pareto” vem de uma homenagem ao economista italiano Vilfredo Pareto, que em seu estudo observou que 80% da riqueza da Itália estava na mão de 20% da população, sendo assim, boa parte do entendimento da Curva ABC se deve à análise desenvolvida por Pareto (HENRIQUE, 2013). Segue exemplo de gráfico da ferramenta de Pareto abaixo:

Gráfico 1 – Exemplo de Gráfico de Pareto.



Fonte: Hurner - Empresa Produtora Tubos PRFV (2013).

A aplicabilidade do método de Pareto surgiu nos Estados Unidos logo após a Segunda Guerra Mundial. Segundo Falcão (2008, p. 22) os itens são divididos nas categorias A, B e C, devido à representatividade de cada item em relação aos investimentos feitos em estoques. A classificação por valor (A, B, C) tem maior foco financeiro e permite o direcionamento no orçamento e esforço de forma seletiva. Esta classificação segue o seguinte critério:

- . Classe A: materiais de grandes valores financeiros e pequenas quantidades físicas;
- . Classe B: materiais de pequenos valores financeiros e grandes quantidades físicas;

. Classe C: materiais cujos valores financeiros e quantidades físicas se inserem numa categoria intermediária entre as classes A e C. A figura 6 é um exemplo:

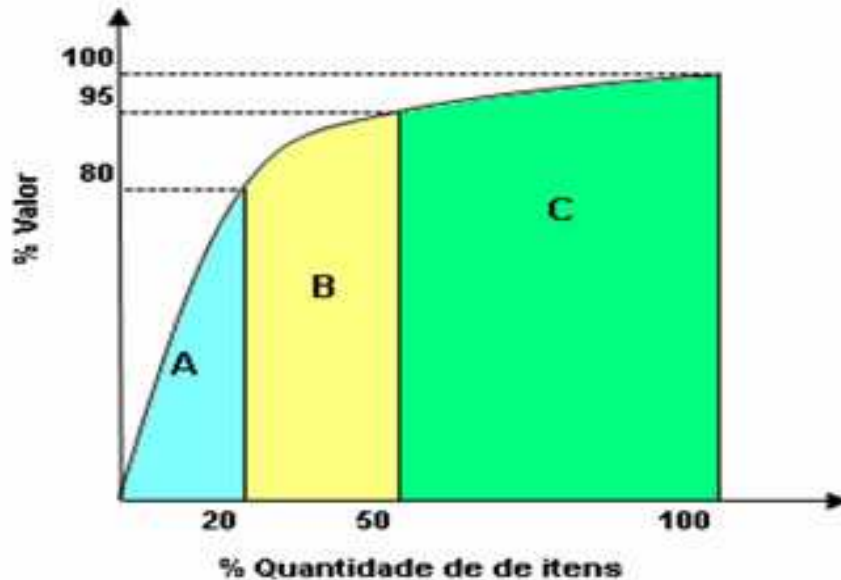


Figura 6 – Curva ABC.  
Fonte: Henrique (2013).

Para elaborar uma curva ABC, os seguintes passos devem ser desenvolvidos:

- . Enumerar todos os itens que compõem o estoque;
- . Relacionar a demanda mensal a cada item;
- . Calcular sua demanda anual;
- . Com base nos custos unitários, calcular os respectivos valores anuais;
- . Somar o Valor Anual de todos os itens;
- . Calcular a participação de cada item através da divisão do Valor Anual do item pelo Somatório do Valor anual;
- . Lançar os percentuais e o percentual acumulado em um gráfico.

Os itens da Classe A são aqueles de maior importância (valor, quantidade, custo) e devem representar aproximadamente 20% dos itens ou 80% do custo (ou lucro, quantidade). Os itens da Classe B são de importância intermediária e representam em torno de 30% dos itens. Os outros 50% são itens da Classe C (COELHO, 2013).

Com o auxílio de uma simples planilha eletrônica é possível construir a curva ABC de forma rápida. Com os dados relativos aos estoques e seus custos (para todos os produtos), deve-se organizá-los em ordem decrescente do custo. É preciso somar todo o custo e depois

calcular o percentual que cada produto representa do custo total. Depois, basta somar as primeiras linhas até encontrar 80% dos custos (isto deve representar em torno de 20% dos produtos). Estes produtos serão aqueles que comporão a Classe A da Classificação ABC. A ideia continua para montar as classes B e C (COELHO, 2013).

O uso mais comum da curva ABC se dá no gerenciamento de estoques, a fim de realizar um controle mais apurado dos produtos em estoque e, também, buscar a redução de custos sem comprometer o nível de atendimento ao cliente. Por isso, a Curva ABC auxilia na classificação dos itens em estoque de acordo com sua importância relativa (HENRIQUE, 2013).

Com a utilização da Curva ABC, torna-se mais fácil o gerenciamento do estoque dentro da organização. Assim, é importante conhecer todas as variáveis desta ferramenta.

Na verdade, na literatura vários autores argumentam que o princípio de Pareto aplica-se a várias facetas da gestão empresarial, podendo até mesmo ser muito bem utilizado no processo de segmentação das necessidades de compras.

Normalmente, a compra de um número de itens pequeno é responsável por um significativo investimento financeiro, enquadrando-se na categoria A na análise de Pareto. A aquisição desses artigos demanda maior atenção por parte do pessoal de compras. Escolhas estratégicas na compra de itens de categoria A podem propiciar economias substanciais para a organização.

### **3.5.4 Diagrama de Causa e Efeito**

O Diagrama de Causa e Efeito (ou Espinha de peixe) é uma técnica largamente utilizada, que mostra a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ele ocorra. Construído com a aparência de uma espinha de peixe, essa ferramenta foi aplicada, pela primeira vez, em 1953, no Japão, pelo professor da Universidade de Tóquio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar as opiniões de engenheiros de uma fábrica quando estes discutem problemas de qualidade (SEBRAE, 2005).

A ferramenta apresenta as causas de um problema em forma de espinha de peixe: método, mão de obra, materiais, medidas, máquinas e meio ambiente. Na área de prestação de serviços geralmente as categorias básicas utilizadas são: procedimentos, pessoas, ponto, políticas, medição e meio ambiente (MAGRI, 2009).

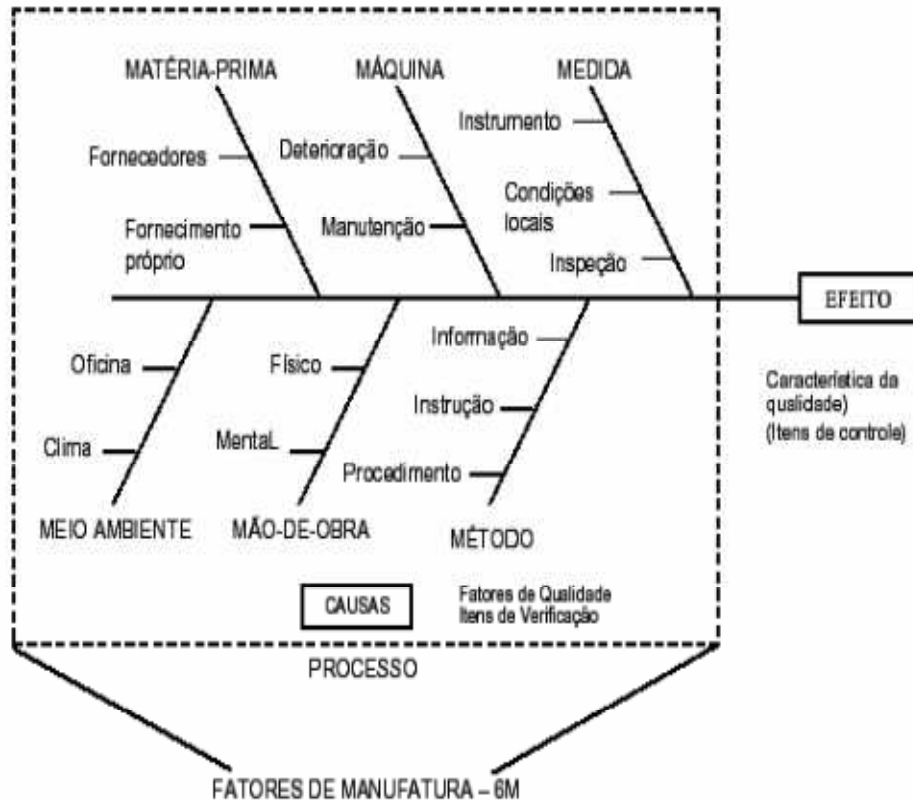


Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito.  
Fonte: Campos (2004).

É utilizado para visualizar, em conjunto, as causas principais e secundárias de um problema; ampliar a visão das possíveis causas de um problema, enriquecendo a sua análise e a identificação de soluções e analisar processos em busca de melhorias (SEBRAE, 2005).

Segundo Ishikawa (1993, p. 79):

A análise de processo é a análise que esclarece a relação entre os fatores de causa no processo e os efeitos como qualidade, custo, produtividade, etc., quando se está engajado no controle de processo. O controle de processo tenta descobrir os fatores de causa que impedem o funcionamento suave dos processos. Ele procura assim a tecnologia que possa efetuar o controle preventivo. Qualidade, custo e produtividade são efeitos ou resultados deste controle de processo.

Magri (2009, p. 11) explica que para fazer o diagrama de Causa e Efeito há várias etapas:

1. O primeiro passo é definir o problema a ser estudado e o que se deseja obter.
2. Estudar e conhecer o processo envolvido através de observação, documentação, troca de ideias com pessoas envolvidas.
3. Fazer uma reunião com as pessoas envolvidas no processo e discutir o problema, é importante incentivar todos a exporem suas ideias, fazer um brainstorming.
4. Após coletar todas as informações, organizá-las em: causas principais, secundárias, terciárias, eliminando informações sem importância.
5. Montar o diagrama, e conferir com todos, a representação da situação atual.

6. Marcar aquilo que é mais importante para obter o objetivo que se pretende alcançar.

Portanto, com a utilização do diagrama de causa e efeito é possível determinar as causas dos problemas para atacá-los da melhor forma possível.

### 3.5.5 Diagrama de Dispersão

Identifica se existe uma relação de dependência entre duas variáveis quaisquer, ou seja, se o que acontece com uma variável depende do que acontece com outra. Quando usar:

- Quando busca-se dados para confirmar a hipótese que duas variáveis são relacionadas;
- Quando buscamos identificar a força de relação das variáveis;
- Para reforçar a análise do diagrama de causa e efeito (SENAC, 2013).

### 3.5.6 Gráfico de Controle

Aildefonso (2013) comenta que para o controle das variáveis e os atributos que dizem respeito à qualidade de um produto ou de um serviço é bastante comum o uso dos denominados gráficos de controle ou cartas controle. O gráfico de controle padrão é formado a partir de três linhas paralelas:

- A central que representa o valor médio ou limite médio - LM do característico de qualidade;
- O limite superior de controle – LSC, que define o valor máximo da variável de um processo que se encontra sob controle poderia ter;
- O limite inferior de controle – LIC, que define o valor mínimo da variável de um processo que se encontra sob controle poderia ter.

Os limites de controle LSC e LIC são calculados de forma que se o processo está sob controle, todos os pontos deverão estar entre esses limites, formando uma nuvem aleatória de pontos em torno da linha média. A LM representa o valor médio da característica da qualidade correspondente à situação do processo sob controle, ou seja, quando o processo está somente sob a atuação de causas aleatórias. (WERKEMA, 2006).

De acordo com WERKEMA (2006), um gráfico de controle permite a distinção entre os dois tipos de causa de variação, ou seja, ele informa se o processo está ou não sob controle estatístico.

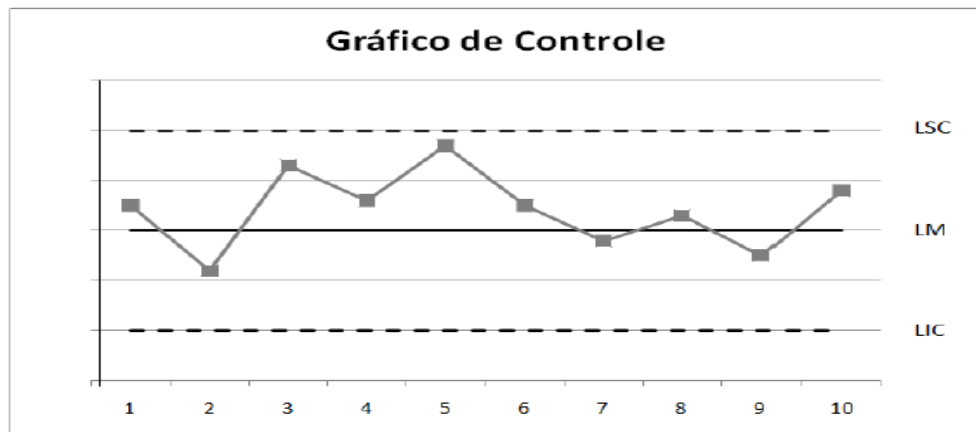


Gráfico 2 – Exemplo de gráfico de controle.  
Fonte: O autor (2013).

### 3.5.7 Folha de Verificação

A necessidade de coletar dados aparece desde os primeiros estágios da implementação do Controle Estatístico do Processo (CEP), criado por Walter Shewart em 1920. Segundo Aildefonso (2013) os propósitos desta coleta são os seguintes:

- Inspeccionar: para aceitar ou rejeitar um produto;
- Monitorar: para acompanhar o desempenho de um processo;
- Controlar: para diminuir as perdas.

A Folha de verificação é uma ferramenta da qualidade utilizada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados, de forma a contribuir para otimizar a posterior análise dos dados obtidos.

Portanto, os principais objetivos da construção de uma folha de verificação são facilitar a coleta de dados e organizar os dados durante a coleta, eliminando a necessidade de rearranjo manual posterior.

### 3.6 Considerações Finais

O início de um trabalho com o PDCA, na etapa *PLAN*, deve-se identificar o problema e reconhecer a sua importância, o que ele traz de ganhos se solucionado e quais os prejuízos serão mantidos se não for tomada nenhuma ação.

Assim, identifica-se o problema. Então, deve-se estratificá-lo com o objetivo de identificar as suas causas que devem ser analisadas através do diagrama de causa e efeito até chegar às suas causas fundamentais ou raiz.

O próximo passo é a realização do plano de ação, concluindo assim a primeira etapa do PDCA, ou seja, a etapa *PLAN*. A segunda etapa do PDCA é o *DO*, onde são executadas as ações planejadas conforme o plano de ação.

A seguir é a etapa *Check*, observando-se se as ações bloquearam o problema. Após a verificação efetiva das ações, devem ser analisados os gráficos de gestão à vista. A próxima etapa é a *ACT*, onde é feita uma análise do desenvolvimento do trabalho, com a padronização das melhores práticas para a garantia dos resultados alcançados.

Abaixo segue figura representando o ciclo PDCA e as ferramentas recomendadas para cada etapa:

PDCA	FLUXO-GRAM	FASE	OBJETIVO	FERRAMENTAS
<b>P</b>	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância	Estratificação, Diagrama de Pareto, Gráficos de Controle.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.	Lista de verificação, Estratificação, Pareto, 5W2H, Cronograma.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.	Diagrama causas e efeito, Estratificação, Lista de verificação, Pareto, Histograma.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.	5w2h, PDCA, Cronograma
<b>D</b>	5	Execução	Bloquear as causas fundamentais	Plano de ação.
<b>C</b>	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.	Diagrama de Pareto. Gráfico de controle.
	?	(Bloqueio foi efetivo)		
<b>A</b>	7	Padronização	Prevenir contra reaparecimento do problema.	5W2H.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.	

Figura 8 – Ciclo PDCA e ferramentas da qualidade recomendadas para cada etapa.  
Fonte: Adaptado de Lesse (2002) apud Campos (1996).

Para Falconi (2009, p. 24)

O método de solução de problemas é único, mas existem várias denominações utilizadas por consultorias que querem fazer crer que seu método é melhor. São denominações comerciais. Todas as denominações são boas, pois o método é único.

Adoto a denominação PDCA (Plan – Do – Check – Act) oriunda dos japoneses e já muito difundida no Brasil e no mundo.

Como exemplo da realização do PDCA, ao final desse trabalho será apresentado um estudo de caso de sua aplicação, realizado por uma empresa de produção de tubos de fibra de vidro, destinados ao saneamento básico.

## CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO

### 4.1 Descrição da empresa

A empresa citada neste estudo foi fundada em 1999 em uma cidade do interior de São Paulo, é a maior fabricante local de tubos em PRFV<sup>1</sup>. Sua planta tem capacidade para produzir tubulações de 300 mm a 3.000 mm de diâmetro, com pressões de trabalho de até 32kgf/cm<sup>2</sup>. Entre seus principais clientes, destacam-se os setores de saneamento básico, geração de energia (Pequenas centrais hidroelétricas e Termoelétricas), irrigação (sistemas), saneamento básico, industrial e mineração.

Esta empresa é controlada por um grupo internacional o qual detém 100% de participação acionária (multinacional).

Este grupo internacional detentor do controle acionário desta empresa foi fundado em 1921 e está presente em vários países como: Colômbia, Venezuela, Equador, México, Brasil, Chile e Argentina. Com um faturamento anual ao redor de Us\$ 1 bilhão, o mesmo fabrica resinas, tintas, produtos químicos, bens de consumo, tubos e serviços de limpeza, filmagem e reabilitação de tubulações em operação ou desativadas por métodos não invasivos.

Além de contar com o certificado de qualidade ISO 9001:2000 – bem como a certificação ambiental ISO 14001:2004 – a holding do Brasil fabrica somente tubulações ajustadas às normas técnicas internacionais, como AWWA<sup>3</sup> C-950, ABNT NBR 15.536<sup>2</sup> e ISO 10.639. A empresa também participou ativamente da elaboração da norma brasileira NBR 15.536, publicada em novembro de 2007, que estabelece os parâmetros de inspeção no recebimento e desempenho dos tubos e conexões de PRFV utilizados em obras de saneamento.

Para o negócio de tubulações de PRFV e serviços conforme dito acima, o detentor do controle acionário opera sob uma empresa holding, que mantém fábricas no Brasil, Colômbia, Argentina, Panamá e México. Juntas, as cinco unidades têm capacidade para produzirem 1.300 km/ano.

---

<sup>1</sup> PRFV - Plástico com Reforço de Fibra de Vidro é um material compósito constituído de uma matriz polímera, a resina sintética, reforçada pela fibra de vidro.

<sup>2</sup> NBR 15.536 (Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitários e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) – é o documento vigente registrado na ABNT).

<sup>3</sup> AWWA C-950 - *American Water Works Association* norma Americana compatível com a ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15.536.

Seus principais clientes são empresas do setor de saneamento básico; geração de energia; irrigação e mineração. Hoje ponto fundamental no mercado em que atua, a empresa ganhou muito com mudanças, a qualidade de seus produtos é muito reconhecida e conquistou várias certificações importantes.

#### 4.2 Processo de Fabricação

No processo de produção dos tubos PRFV, as matérias primas básicas utilizadas na fabricação é composta por resina, fibra de vidro e sílica. Usualmente, resinas de poliéster ortoftálicas são usadas já que elas oferecem bom desempenho para aplicação em água potável.

Esses tubos são fabricados utilizando o processo de mandril de avanço contínuo o qual representa o estado da arte na produção de tubos de PRFV. Este processo permite o uso e reforços de fibra de vidro contínuos no sentido circunferencial. Para um tubo de pressão, a principal tensão é no sentido circunferencial.



Figura 9 – Máquina de fabricação de tubo PRFV – Equipamento mandril de avanço contínuo.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

Incorporar reforços contínuos nessa direção proporciona portanto um produto de desempenho mais elevado a um custo mais baixo.

É criado um laminado muito comprimido que maximiza a contribuição das três matérias primas básicas. Tanto roving de fibra de vidro contínuo como roving picado são incorporados para aumentar a resistência axial. Um reforço de areia colocado próximo a linha neutra na

alma é utilizado para proporcionar maior rigidez adicionando espessura extra, conforme figura ilustrativa abaixo:

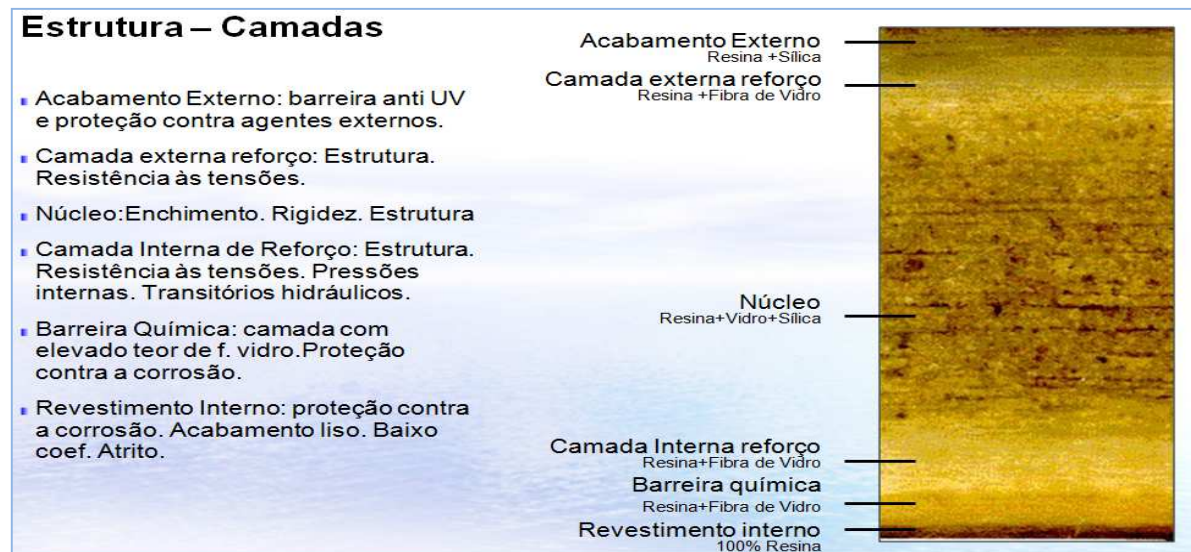


Figura 10 – Composição das camadas.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

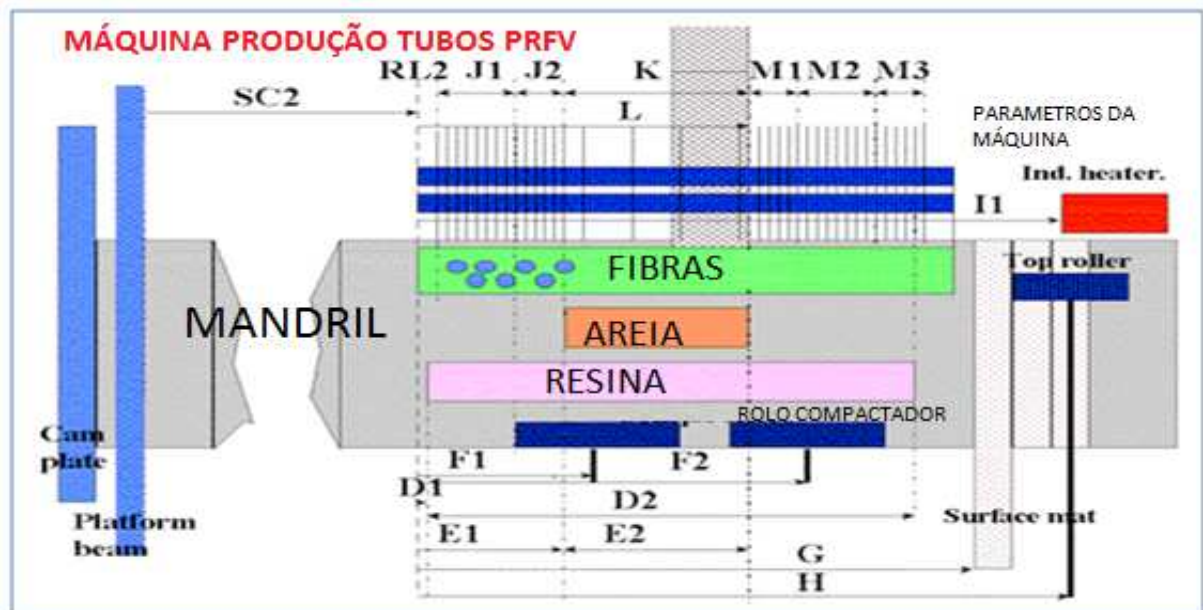


Figura 11 – Desenho esquemático aplicação das matérias primas.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

Características das matérias primas:

- Resina Poliéster – ligante, proteção química e resistência à corrosão;
- Fibra de Vidro - estrutura, resistência às cargas internas (Pressão);
- Areia - enchimento. Resistência às cargas externas (Rigidez) e proteção contra raios UV.

O surgimento de novos produtos baseados na utilização de materiais plásticos ou compósitos abre novas possibilidades para o engenheiro e projetista de obras hidráulicas.

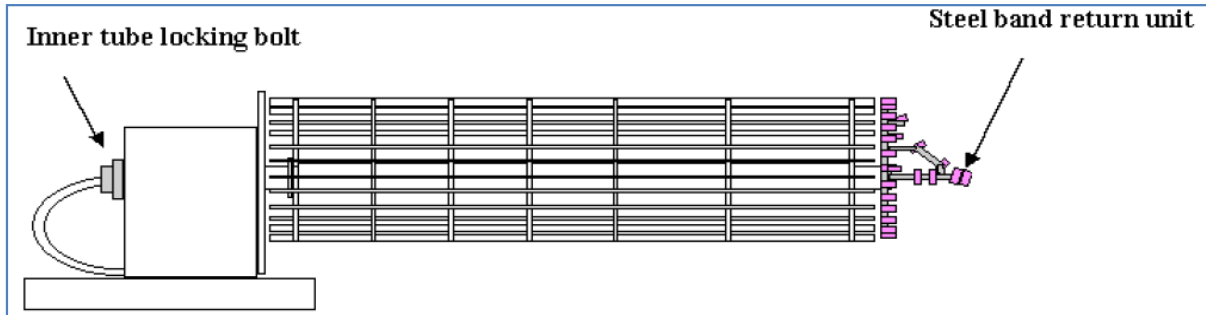


Figura 12 – Desenho esquemático da produção de tubos.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

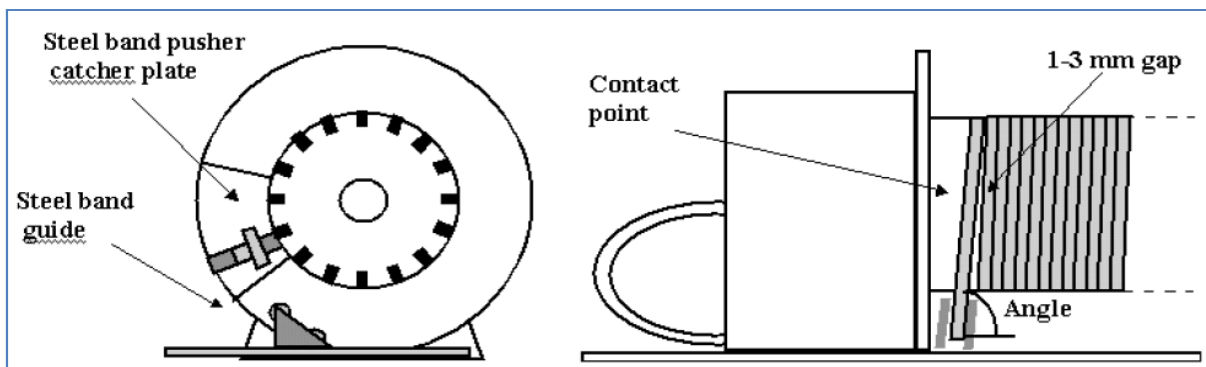


Figura 13 – Desenho esquemático aplicação das matérias primas.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

A resistência à corrosão e à abrasão, leveza, maior vazão devido a excelentes coeficientes de fluxo, facilidade de instalação, resistência às intempéries, maior vida útil e acima de tudo, a fabricação tubos de acordo com as necessidades do projeto, faz dos tubos de PRFV a melhor alternativa para aplicação em sistemas de adução de água (bruta ou tratada) e esgoto, quando comparados aos tubos de Ferro e Concreto.

### 4.3 Descrição do estudo de caso da aplicação do ciclo PDCA

O estudo foi realizado com apoio de um especialista Green Belt da empresa em questão, junto aos operadores, responsáveis pela funcionalidade do processo de fabricação de tubos PRFV.

Conforme descrito no processo de fabricação, é de suma importância o controle e monitoramento das matérias primas utilizadas na aplicação dos tubos, tanto em consumo, quanto em composição. Porém um dos problemas analisados refere-se que as informações sobre consumo composição somente são analisados semanalmente e as apurações destas informações é passada para os operadores de processo somente no final do mês.

Os resultados são coletados a cada duas horas e anotados num formulário de papel, onde no fim do mês os dados são compilados, e enviados para a matriz que fica na Colômbia.

É importante frisar que durante todo ano as análises foram feitas mês a mês portanto os resultados das ações tomadas só eram percebidas nos períodos seguintes.

Abaixo serão apresentados os dados referentes à composição de camadas das matérias primas básicas (fibra de vidro, resina e areia), de janeiro a agosto de 2013, com resumo dos comentários reportados para matriz.

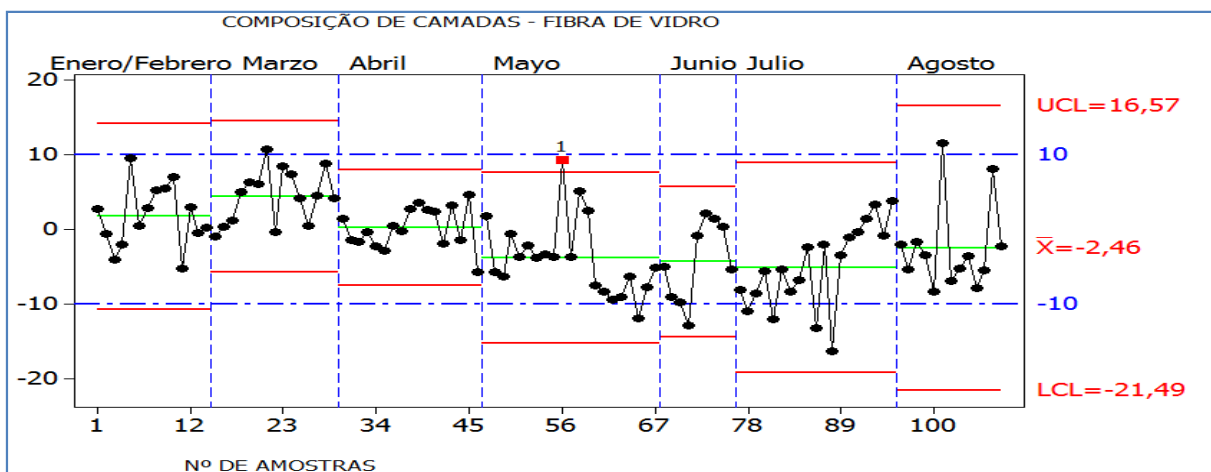


Gráfico 3 – Composição de fibras de vidro em 2013.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

### Descrição do gráfico:

- . Neste período de Janeiro a agosto de 2013, foram coletadas 100 amostras.
- . Durante o período analisado, observou-se apenas um ponto fora de controle estatístico, que ocorreu em maio, indicando que o processo está sob controle. Nos meses de maio, junho e julho observam-se pontos abaixo do especificado, o que levou a investigação da causa do não atendimento da especificação.
- . A causa foi tratada e no mês de agosto, não houve pontos fora de especificação comprovando a eficácia das ações tomadas.

**Resumo dos comentários reportados para matriz sobre composição de fibra:** Os tubos de diâmetro menores, ou seja, inferiores a 500 milímetros, geralmente apresentam menos fibra na composição, pois como as quantidades de material são menores qualquer variação em massa acaba sendo refletida na variação em porcentagem, portanto nos períodos em que as composições oscilam muito são produções de diâmetros menores, com o monitoramento em tempo real isso tende não acontecer.

Entre os períodos analisados, foi realizada a troca do fornecedor de fibra de vidro por um fornecedor local devido ao preço. É possível observar que a partir de maio no gráfico apresentado, essa substituição gerou uma diminuição na porcentagem total de fibra de vidro do tubo, pois foi evidenciado de um fenômeno não apresentado pelo material do antigo fornecedor. Isso foi tratado junto ao fornecedor e a partir de agosto, quando as modificações foram implementadas não houve mais problema de porcentagem de fibra **abaixo dos -10%**.

A partir de novembro a tendência é que a composição de camadas melhore ainda mais, sendo controlado em tempo real.

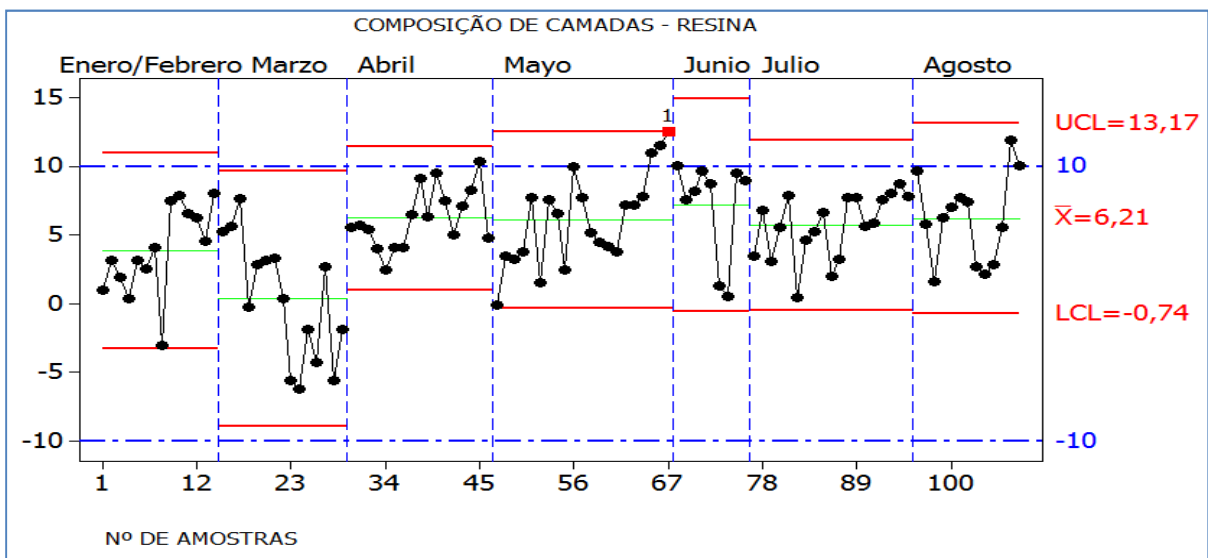


Gráfico 4 – Composição de camadas resina 2013.

Fonte: Empresa estudada (2013).

### Descrição do gráfico:

- . Neste período de Janeiro a agosto de 2013, foram coletadas 100 amostras.
- . Durante o período analisado, observou-se apenas um ponto fora de controle estatístico, que ocorreu em maio, indicando que o processo está sob controle. O comportamento desta variável seguiu tangenciando o limite superior de especificação, onde com a presença de oscilações maiores, observou-se pontos acima do limite superior de especificação.

. Com o controle estatístico de processo se espera trazer os limites de controle para dentro do limite de especificação, garantindo assim um processo mais centralizado.

**Resumo dos comentários reportados para matriz sobre composição de camada de resina:** O consumo superior é reflexo do processo de fabricação, este comportamento é necessário para garantir o molhado do tubo e não correr riscos de delaminações e outros problemas que poderiam ser evidenciados pela falta de resina.

Com a interação proposta a seguir, existe a perspectiva de que o consumo de resina também diminua.

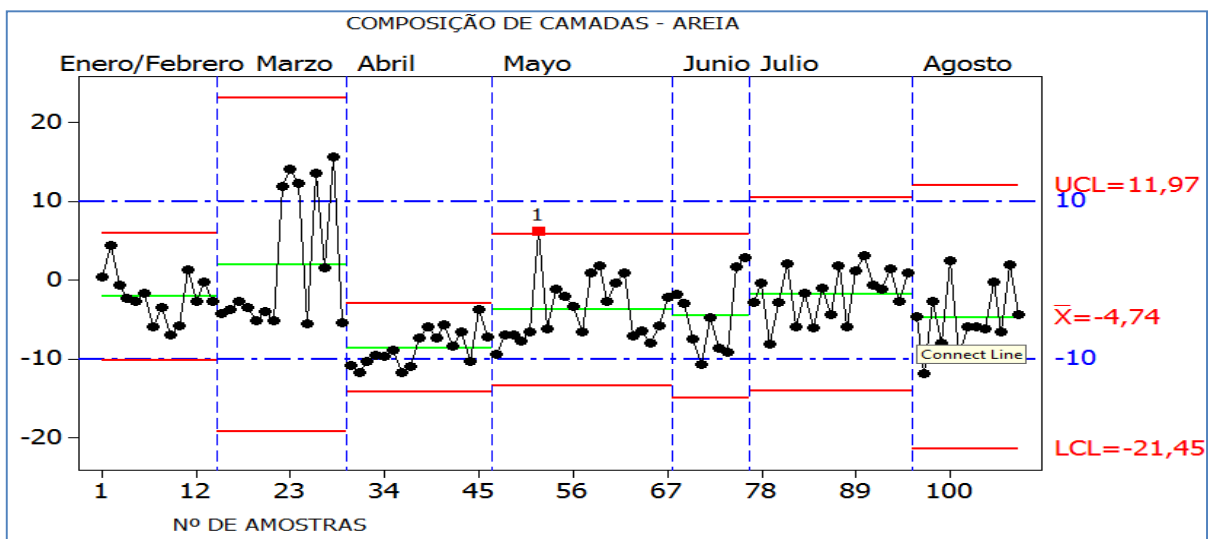


Gráfico 5 – Composição de areia 2013.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

### Descrição do gráfico:

. Neste período de Janeiro a agosto de 2013, foram coletadas 100 amostras.  
. Durante o período analisado, observou-se apenas um ponto fora de controle estatístico, que ocorreu em maio, indicando que o processo está sob controle. Por outro lado, observa-se alguns pontos abaixo do limite inferior de especificação. Com isso se faz necessária a intervenção no processo para o atendimento às especificações.

### Resumo dos comentários reportados para matriz sobre composição de camada de areia:

A areia e resina são inversamente proporcionais, é possível ver nos gráficos as composições de areia todas negativas, isso é outra característica do processo. Durante este período, ocorreu diminuição da porcentagem na composição devido à presença de grãos mais finos,

provenientes da segregação da areia no silo, para isso a solução encontrada foi manter um nível mínimo de areia no silo (30 ton.) para que esse fenômeno fosse diminuído.

Como citado anteriormente, controle e monitoramento de tais composições de camadas somente são analisadas ao término do mês, quando é gerado o relatório para matriz, com isso outro problema observado refere-se ao consumo de matéria prima. Conforme tabela a seguir verifica-se a variação nas quantidades do consumo de matéria prima em torno de 3,82 %.

Tabela 1 - Consumo de matéria prima 2013. (Real é referente ao consumo efetivo. STD é referente ao consumo teórico esperado).

<b>CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA REAL X STD 2013</b>						
cod.	Materiais	um	real	std	variação KG E METROS	variação
MP50000004	BRASNOX DM50	ML	229.614,00	222.792,65	6.821,35	3,06%
MP50000022	BRASNOX FT	ML	399.969,00	398.087,04	1.881,96	0,47%
CP60000020	DESMOLDANTE POL. POLITEREFLALATO	KG	161,72	160,64	1,08	0,67%
MP10000001	FIO DE POLIESTER 100% MULT. LISO 1100	KG	107,13	106,54	0,59	0,55%
MP60000008	LIOSEC COBALTO 6%	L	80,24	79,13	1,11	1,40%
MP80000001	NETTING	M2	20.356,28	20.288,23	68,05	0,34%
MP60000001	MONOMERO DE ESTIRENO	KG	2.095,61	2.203,10	-107,49	-4,88%
MP30000025	RESINA SWANCOR CHEMPULSE 901	KG	2.170,56	2.194,14	-23,58	-1,07%
MP40000013	FIBRA ROVING 495-EP 2400	KG	16.113,40	15.247,98	865,42	5,68%
MP30000021	RESINA THEREFTALICA ( CRISTALAN 830)	KG	37.233,39	35.005,01	2.228,38	6,37%
MP70000001	AREIA	KG	74.032,82	80.344,69	-6.311,87	-7,86%
MP40000014	FIBRA ROVING T30 R25H 2400BP	KG	10.131,40	10.478,06	-346,66	-3,31%
MP40000015	FIBRA ROVING T30 R25H 600BP	KG	5.790,35	5.625,06	165,29	2,94%
MP40000017	VEU DE FIBRA DE VIDRO M524 - E 25A	M2	7.458,93	8.200,21	-741,28	-9,04%
MP80000002	VEU T-1702	M	164.687,54	163.532,81	1.154,73	0,71%
<b>SOMA VARIAÇÃO</b>						<b>-3,82%</b>

real	std	diferença de KG
145.740,77	149.162,12	-3.421,35
		- 2,29 % VARIAÇÃO

Fonte: Empresa estudada (2013).

Após discussões em conjunto, observou-se que essas reuniões mensais sobre a composição e consumo de matéria prima destinada a fabricação dos tubos em PRFV, não surtiam efeito uma vez que o produto já estava concluído e muitas vezes já expedido para o cliente.

Vale ressaltar que os produtos fabricados pela empresa, estão dentro da norma NBR 15.536. No entanto, o propósito é prevenção do problema, em vez da detecção, garantindo qualidade e atendendo as especificações dos clientes.

Portanto, o intuito de criar um banco de dados mais preciso comparado com atual, apresentado anteriormente que apenas era processado as informações mensalmente, com isso, será elaborado planos de melhorias no processo e controle e monitoramento das matérias primas básica que compõe os tubos fabricados em PRFV.

Com a utilização metodologia PDCA e suas ferramentas da qualidade auxiliarão nas tomadas de decisões e aumentando o conhecimento sobre o processo de fabricação. Tal melhoria se faz necessário para reduzir a variação do produto final e melhorar o desempenho do processo.

Com base nas informações obtidas sobre o processo, contribuirá para prevenir e impedir os defeitos oriundos da variação da composição da matéria prima, documentando o processo de modo a gerar uma base de dados de conhecimento, executando a fabricação de tubos de forma desejada, com isso não gerará surpresas indesejáveis no fim de cada mês, com possíveis resultados negativos.

#### **4.4 Aplicação das ferramentas**

Como citado anteriormente, a análise das composições das matérias primas não surtem efeito, devido apenas obter informações de que não estava conforme esperado, causando variações no consumo e variações ao longo do mês.

Inicialmente na etapa de **P**, do ciclo PDCA, foi elaborado o **planejamento macro** definindo as premissas para dar sequencia no bom andamento do processo de melhoria.

##### **- Etapa *Plan* (P):**

Um dos pontos positivos desta etapa de melhoria está relacionado ao compromisso da alta direção em apoiar o processo de melhoria continua onde foi definido:

- Compromisso e apoio aos gestores da área envolvida;
- Especialista Green Belt para apoiar os operadores nas análises de informações;
- Treinamento do pessoal envolvido nos processos de como analisar os dados coletados;
- Atribuir a responsabilidade de coleta de dados, para análise e ação;
- Analisar os resultados do programa de melhoria;
- Revisão periódica dos resultados e da eficácia do programa em reuniões periódicas;

Esta etapa coincidiu devido à queda nas vendas no período mercado de saneamento básico. Aproveitou-se este período para realizar treinamento de pessoal no uso de computadores e ferramentas básicas da qualidade.

Ainda na etapa de planejamento, foi disponibilizado um resumo das principais ferramentas da qualidade e sua importância para o bom andamento do processo de melhoria.

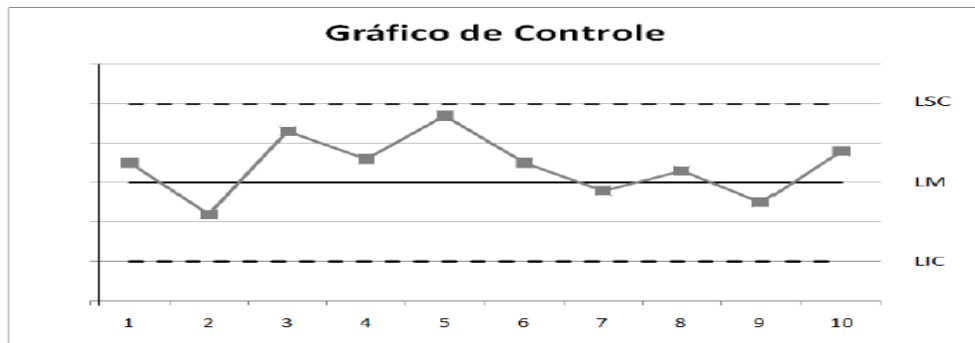


Gráfico 6 – Exemplo gráfico de controle.  
Fonte: O autor (2013).

Os operadores envolvidos foram treinados sobre como avaliar os dados coletados e suas variáveis, conforme citado. Onde na parte superior e inferior, os dados estão fora de controle. Entre a área tracejada, estão os dados sobre controle estatístico de processo.

À princípio gerou uma pequena resistência às mudanças, visto que além de preencherem os relatórios convencionais, seria necessário utilizar o computador para compilar os dados do processo em tempo real.



Figura 14 – Treinamento pessoal ao uso de computadores e ferramentas básicas da qualidade.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

### - Etapa *Do* (D):

Após treinamento, iniciou-se a etapa “*DO*” executar, disponibilizando computadores nas células de produção, para que os operadores pudessem praticar os conceitos aprendidos em treinamento.

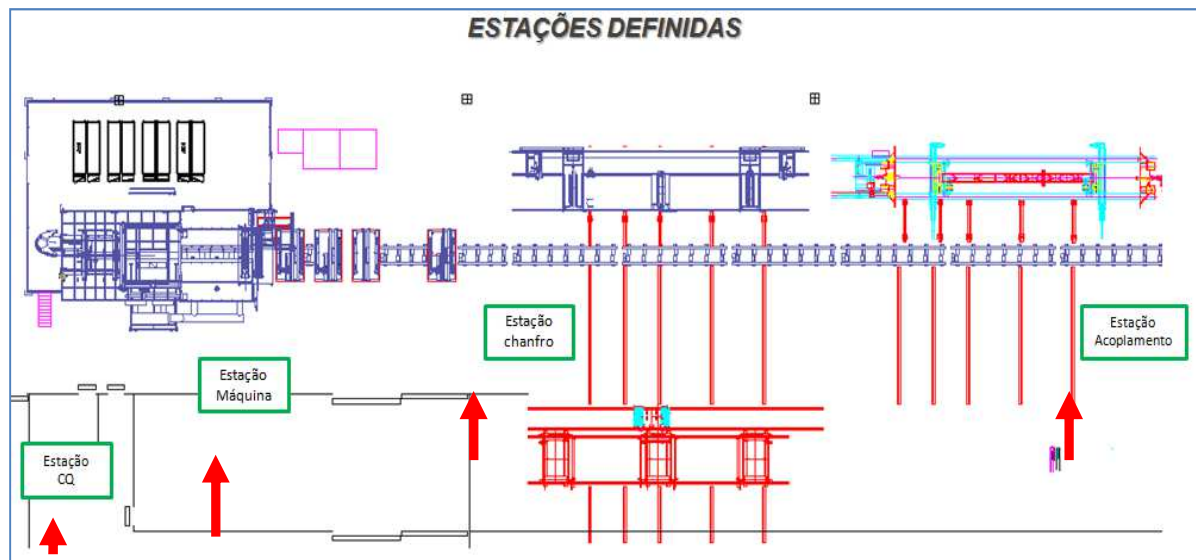


Figura 15 –Planta fabril - Disposição dos computadores para compilar os dados coletados.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

Dando sequência na etapa “*DO*”, elaborou-se o plano de ação para bloquear as causas fundamentais.

Tabela 2 - Plano de ação.

Plano de ação /5W2H						
What	Why	Who	When	Where	How	How Much
O que fazer? Principais causas	Porque Fazer atividade?	Quem / Resp.	Quando?/Prazo	Onde ? / Execução	Descrição da Atividade / ações Recomendadas	Quanto Custa?
Acompanhamento e monitoramento das variáveis do processo através do gráfico de controle	controle sobre as variáveis e consciência sobre o comportamento do processo	Operadores e Especialista Green Belt	Os dados são gravados em tempo real, gerando evidência de comportamento variável através do gráfico	Coleta de dados da máquina	Quando houver desvios registrar as causas e ações implementadas	N.A.

Fonte: Empresa estudada (2013).

Para facilitar a coleta de dados, o especialista *Greenbelt* criou um programa visual basic,(é uma linguagem de programação Visual, ou seja ela serve para gerar aplicações voltadas ao Windows, facilitando o preenchimento em planilhas) onde os dados são preenchidos tubo a tubo, ou seja, com esta melhoria os tubos passaram a serem avaliados em tempo real, conforme figuras abaixo evidenciando o compromisso com a melhoria contínua do processo.



Figura 16 – Disposição dos computadores na estação máquina.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

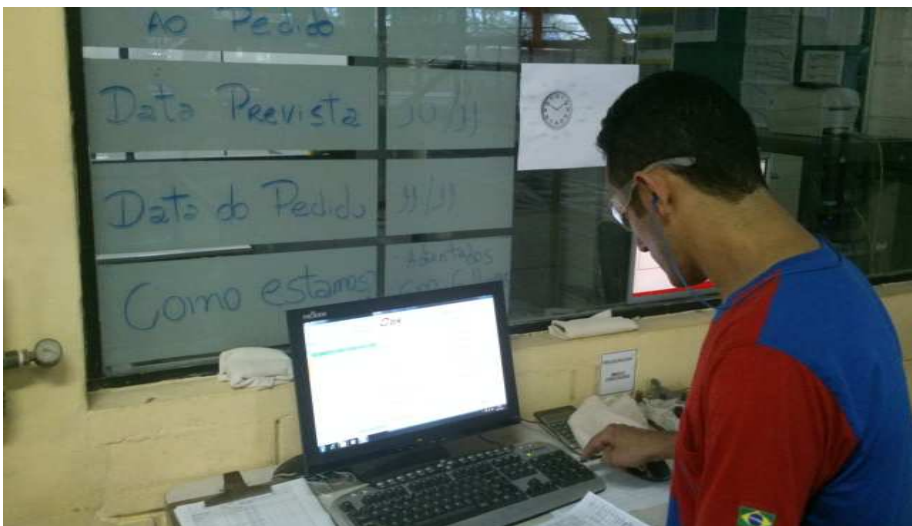


Figura 17 – Preenchimento para análise em tempo real da composição das matérias primas.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

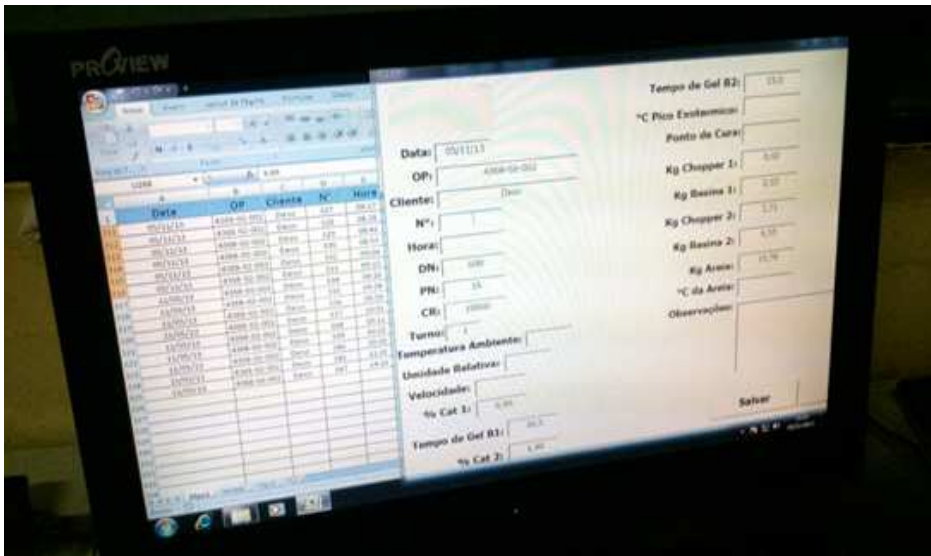


Figura 18 – Programa *visual basic* para facilitar na coleta de dados gerados pela estação máquina.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

#### 4.5 Análise dos resultados do controle estatístico de processo

No dia 31/10 identificou-se a variação na quantidade de resina aplicada, se comparado com as ações anteriores, só seria identificado no término da ordem de produção ou fim de cada mês. A seguir, os dados coletados e análises executadas em tempo real e resultados positivos das ações implementadas.

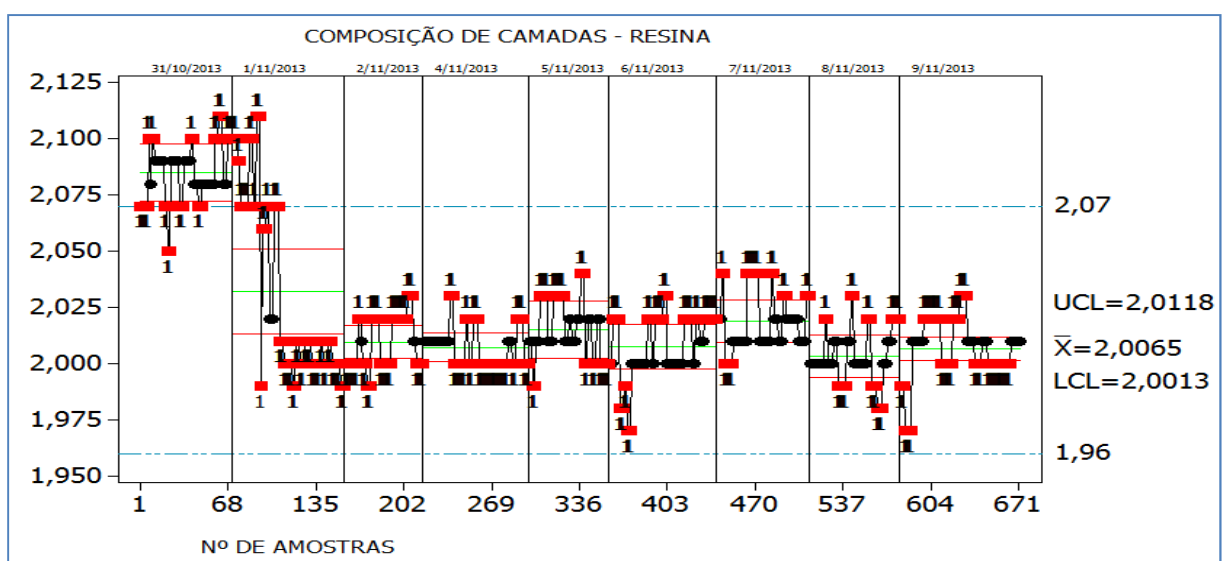


Gráfico 7 – Composição de camada de resina 2013.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

No período de 9 dias de coleta, observa-se um início de processo não cumprindo as especificação, identificada imediatamente no dia seguinte (dia da análise gráfica). A partir do momento que o desvio de processo foi identificado, foi feita a intervenção e o processo foi corrigido.

No intuito de aprimorar o conhecimento e formalizar um plano de ação, foi elaborada uma matriz de causa efeito antes de se iniciar o turno de produção, conforme figura abaixo extraída do formulário a seguir:

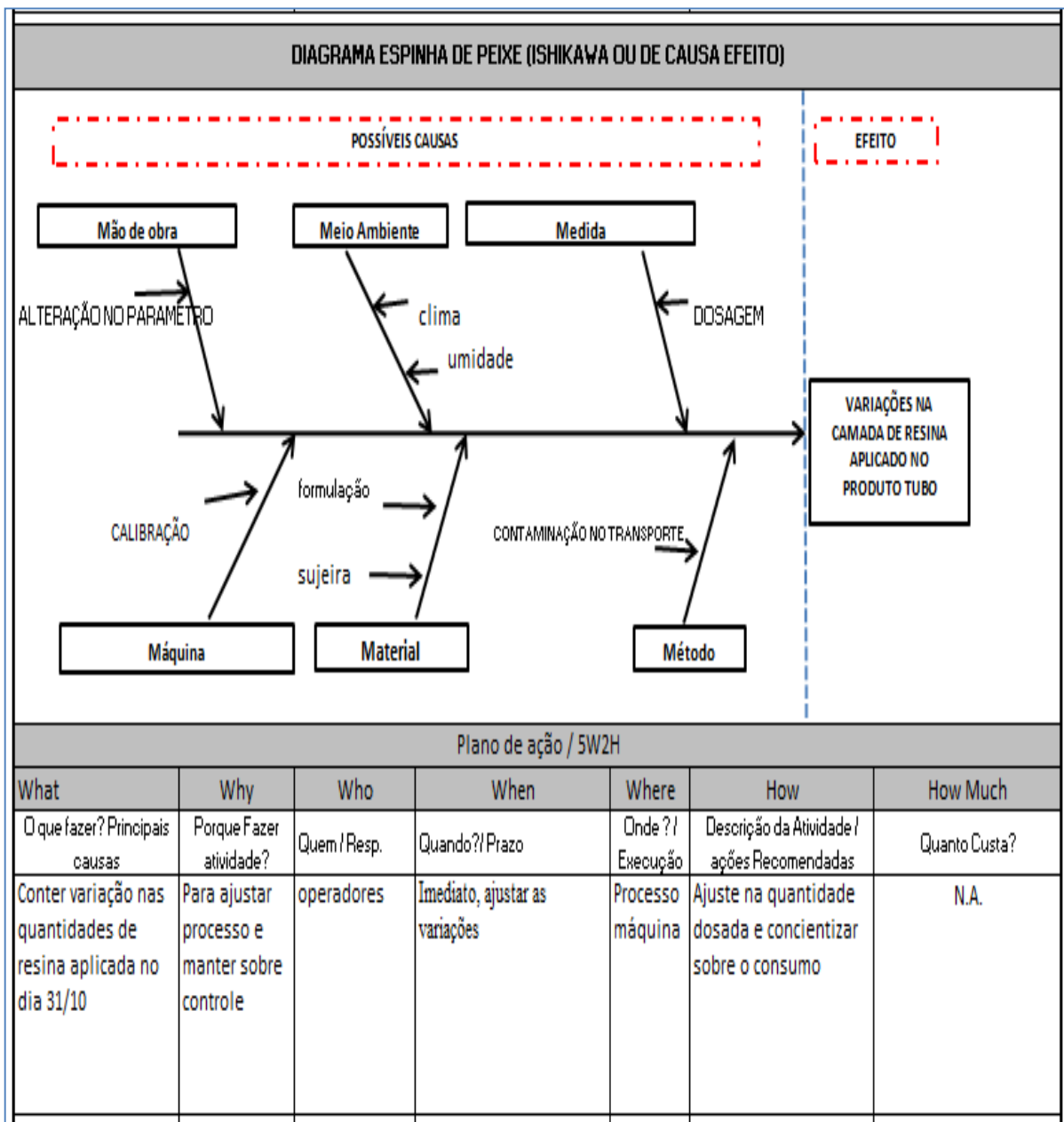


Figura19 – Diagrama Espinha de Peixe.

Fonte: Empresa Estudada (2013).

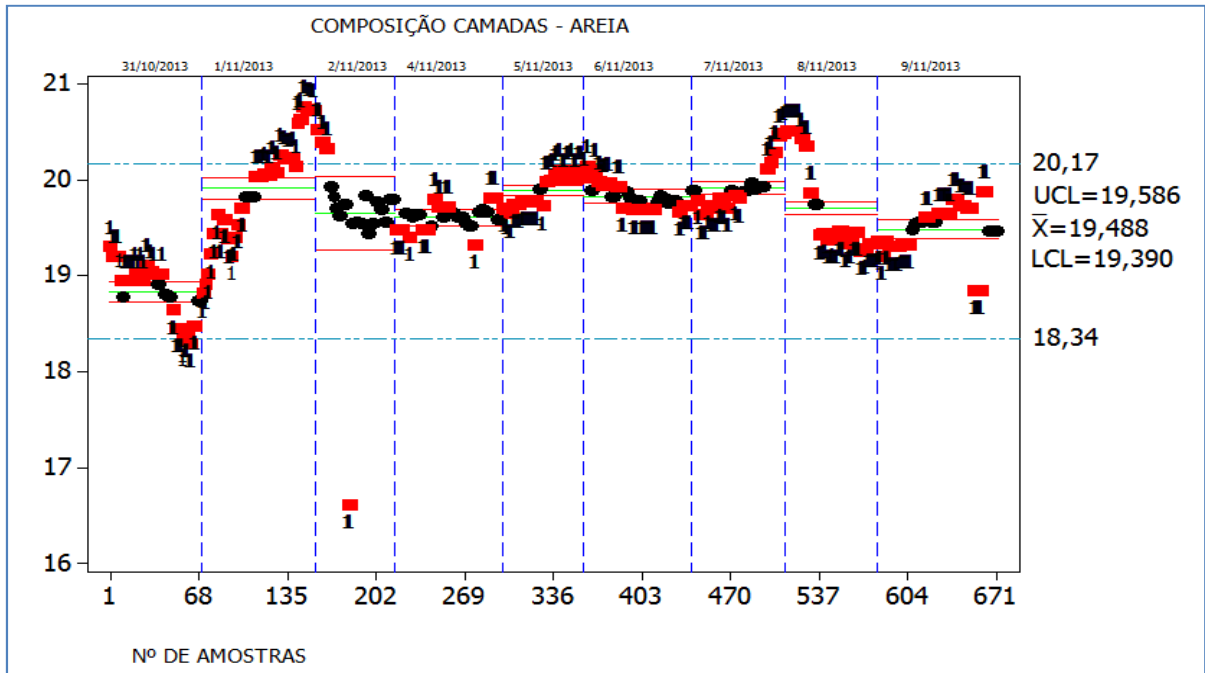


Gráfico 8 – Composição de camada de areia período de 9 dias - 10 e 11/2013.  
Fonte: Empresa Estudada (2013).

A matéria prima areia verifica-se que 87,68% dos dados estavam dentro do especificado. A areia em boa parte da produção tangenciou a máxima para evitar que os tubos fossem produzidos abaixo do diâmetro especificado, pois a areia encontrava-se muito suja. Como o estoque deste material é de alta quantidade, as ações tomadas de imediato foram entrar em contato com o fornecedor, evidenciando a sujeira retida nas peneiras conforme imagem abaixo.



Figura 20 – Contaminações encontradas na areia.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

Após ações tomadas, junto ao fornecedor, de acordo com os resultados de coletas no gráfico da próxima produção entre os dias 14/11/2013 e 22/11/2013, surtiram efeito, onde os dados estão dentro da especificação.

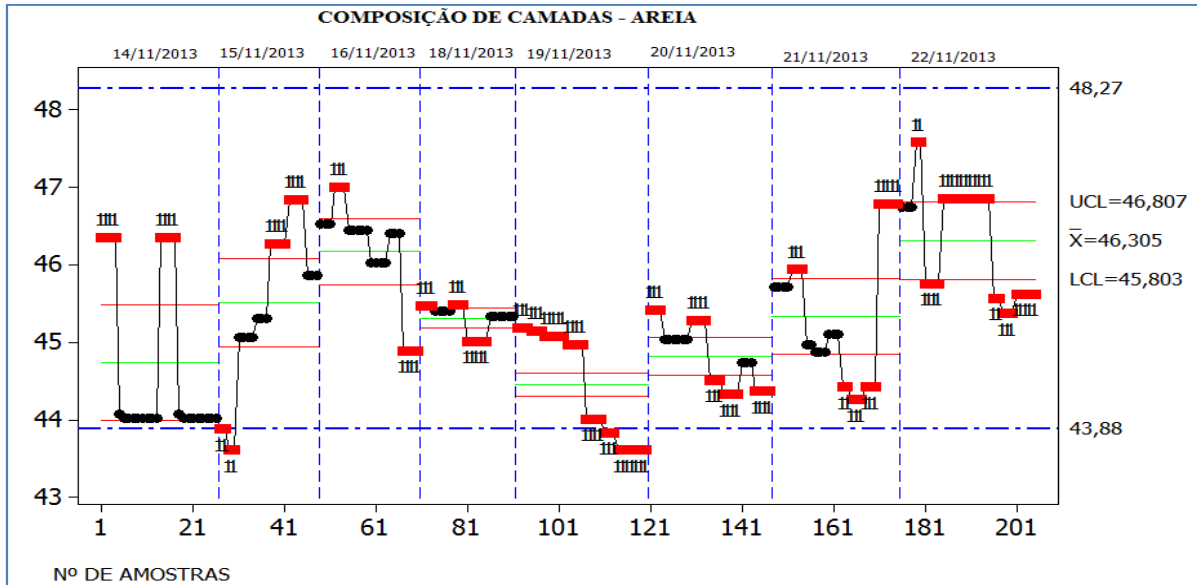


Gráfico 9 – Composição de camada de areia período de 8 dias - 11/2013.  
Fonte: Empresa estudada

Com base nas análises executadas em tempo real os resultados positivos refletidos com as ações implementadas.

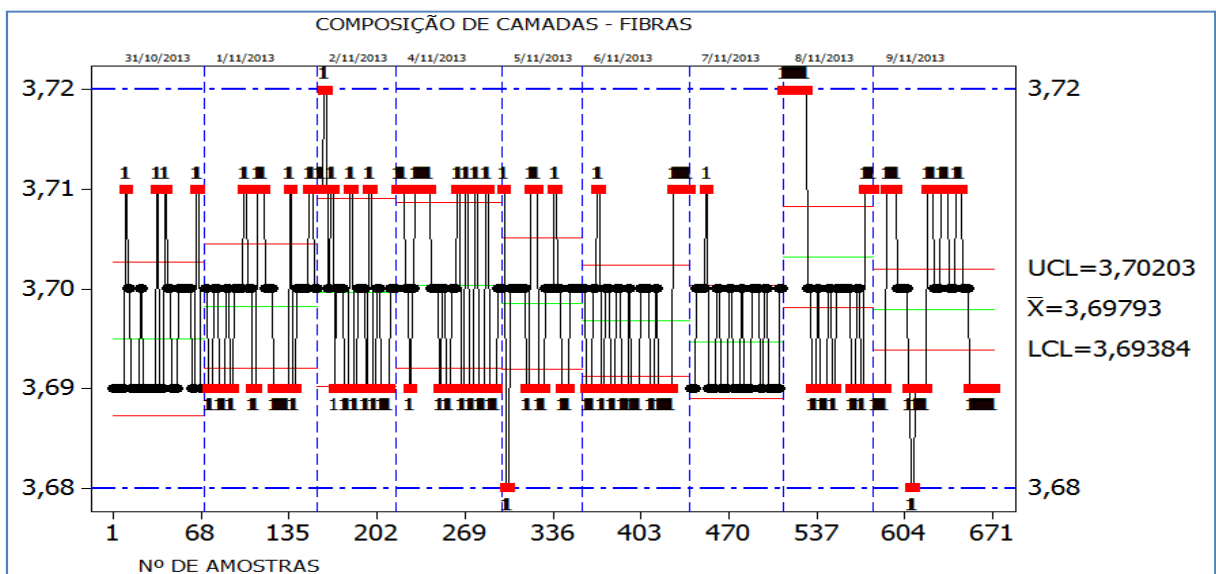


Gráfico 10 – Composição de camada de fibra 2013.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

Analisando-se o gráfico acima, observa-se que devido à oscilação natural da máquina, os dados se apresentam fora de controle, porém cumprindo a especificação.

**- Etapa Check (C):**

Nesta etapa – (verificação e avaliação) analisou-se se as metas foram ou não alcançadas.

Observa-se que as quantidades do consumo das matérias primas estão sobre controle, reduzindo -3,82% de variação para 1,08.

Tabela 3 - Consumo de MP com análise de 9 dias de produção. (Real é referente ao consumo efetivo. STD é referente ao consumo teórico).

CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA REAL X STD 2013						
cod.	Materiais	um	real	std	variação KG E METROS	variação
MP50000004	BRASNOX DM50	ML	183360,00	192453,14	-9.093,14	-4,72%
MP50000022	BRASNOX FT	ML	576001,24	577130,24	-1.129,00	-0,20%
CP60000020	DESMOLDANTE POL. POLITEREFLALATO	KG	200,19	199,06	1,13	0,57%
MP10000001	FIO DE POLIESTER 100% MULT. LISO 1100 D	KG	120,04	119,44	0,60	0,50%
MP60000008	LIOSEC COBALTO 6%	L	92,00	91,57	0,43	0,47%
MP80000001	NETTING	M2	24960,33	25639,19	-678,86	-2,65%
MP60000001	MONOMERO DE ESTIRENO	KG	3280,00	3264,62	15,38	0,47%
MP40000013	FIBRA ROVING 495-EP 2400	KG	19040,08	19149,76	-109,68	-0,57%
MP30000021	RESINA THEREFTALICA ( CRISTALAN 830)	KG	36002,14	36364,14	-362,00	-1,00%
MP70000001	AREIA	KG	75980,49	74660,49	1.320,00	1,77%
MP40000014	FIBRA ROVING T30 R25H 2400BP	KG	24501,18	24405,00	96,18	0,39%
MP40000015	FIBRA ROVING T30 R25H 600BP	KG	8000,97	7962,48	38,49	0,48%
MP40000017	VEU DE FIBRA DE VIDRO M524 - E 25A	M2	8360,00	8700,98	-340,98	-3,92%
MP80000002	VEU T-1702	M	199000,00	199066,69	-66,69	-0,03%
<b>SOMA VARIAÇÃO</b>						<b>1,08%</b>

real	std	diferença de KG
163.524,86	162.541,88	982,98
<b>- 0,60 % VARIAÇÃO</b>		

Fonte: Empresa estudada (2013).

**- Etapa ACT (A):**

Em posse das análises realizadas na etapa anterior (verificação), decide-se atuar no sentido de adotar como padrão o plano proposto, visto que a meta de reduzir e controlar as variações oriundas do processo está satisfatório.



Figura 21 – Feedback nas ações tomadas.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

Periodicamente o responsável *greenbelt* da empresa, auxilia os operadores na interpretação dos dados obtidos e informa a importância de controlar o processo e controlar suas variáveis.



Figura 22 – Situação do processo produtivo.  
Fonte: Empresa estudada (2013).

O gerenciamento visual é um mecanismo que facilita o autocontrole do processo (controle exercido por quem produz), habilitando qualquer pessoa, até mesmo que não

conheça detalhadamente a rotina da fábrica, a compreender o processo produtivo através da simples observação (RECH, 2004).

O gerenciamento visual da produção envolve todos os mecanismos utilizados para tornar visíveis ou aparentes os fatores relevantes à administração da produção no nível operacional. Um ambiente de trabalho visual é um local de trabalho que se auto-explica, autoordena, auto-regula e auto-aperfeiçoa (RECH, 2004).

Devido a restrições com tempo estudado na empresa, a etapa *ACT* está em andamento. No entanto, os operadores compreenderam a importância de evidenciar sempre o que é feito para de minimizar as variáveis de processo. Com isso para as futuras produções, os resultados de cada ação, ideias e maneiras de como conduzir e monitorar o processo de manufatura está sendo registradas e divulgadas, vindo a aumentar o conhecimento de todos na organização.

Os resultados mostraram que a melhoria contínua nos processos de manufatura estão dentro do esperado pela organização, de primeiro momento, e também com o comprometimento dos envolvidos, foi capaz de evidenciar tais melhorias, que são essenciais para atingir metas que podem ser melhoradas a cada dia.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

O fato das organizações operarem em um ambiente dinâmico e global conduz a resposta rápida nas tomadas de decisões e gerencia-las da melhor forma possível.

Nas últimas décadas, as indústrias têm sofrido transformações, o que as obriga a mudarem o comportamento e melhorarem o desempenho de sua manufatura para manterem-se competitivas. O notável crescimento da indústria japonesa e a globalização econômica têm sido apontados como motivos da nova ordem na manufatura e das organizações.

Diante desse cenário competitivo, novos requisitos são essenciais para o sucesso competitivo das manufaturas. Dessa forma, alteraram-se os requisitos em termos de qualidade, confiabilidade e velocidade com mínimo custo.

Este trabalho teve como objetivo, utilizar conceitos de melhorias, baseado no Ciclo PDCA como ferramenta de apoio nos processos gerenciais de uma empresa de negócios de transporte de águas.

O processo empresarial de melhorias foi planejado, estudado e lançado, onde os colaboradores foram peças fundamentais para os resultados satisfatórios. Alguns comentários equipe do projeto foram:

- Você tem mais controle sobre as variáveis;
- Estamos mais conscientes do processo;
- Você tem mais ordem no registro das informações;
- Ele deixa prova do que é feito... Estamos mais folículos.
- Pode gravar ações quando as especificações não forem atendidas;
- O quadro nos permite ver quando nos comprometemos e podemos registrar a ação a ser tomada.

Portanto, com a aplicação da metodologia PDCA entre outras ferramentas da qualidade, houve a contribuição do monitoramento e controle do processo, devido a composição da matéria prima. Com a implementação do projeto na empresa estudada evitou-se o retrabalho ou correções nos registros de erros que podem ocorrer. Isso contribuiu muito para o processo empresarial.

## REFERÊNCIAS

AILDEFONSO, Edson Costa. **Ferramentas da qualidade**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo. Disponível em: <<ftp://ftp.cefetes.br/cursos/CodigosLinguagens/EAILDEFONSO/FERRAMENTAS%20da%20QUALIDADE%20I.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2013.

ALVAREZ, R. R. Desenvolvimento de uma análise comparativa de métodos de identificação, análise e solução de problemas. **Dissertação de Mestrado em Engenharia**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

ANDRADE, Fábio Felipe de; MELHADO, Silvio Burrattino. O método de melhorias PDCA. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 2003.

BEHRENS, B. A., WILDE, I. et al. Complaint management using the extended 8D – method along the automotive supply chain. **Production Engineering**, 1 (1): 91 – 95, 2007.

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

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento pelas diretrizes**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CANTÍDIO, S. **O papel do supervisor no chão de fábrica visando a melhoria contínua**. 2010. Disponível em: <<http://sandrocan.wordpress.com/2010/02/03/o-papel-dosupervisor-no-chao-de-fabrica-visando-a-melhoria-continua-parte-1/>>. Acesso em: 15 set. 2013.

COELHO, Leandro. **Gestão da Cadeia de Suprimentos – conceitos, tendências e ideias para melhoria**. Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/gestao-da-cadeia-de-suprimentos-%E2%80%93-conceitos-tendencias-e-ideias-para-melhoria/>>. Acesso em: 26 jan. 2013.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

FALCÃO, Roberto Flores. **Gestão de estoques: uma ferramenta para a redução de custos**. 2008. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/tcc/trabalhos/2008/Roberto%20Falcao%20-%20TCC.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2013.

FALCONI, C. V. **Gerenciamento pelas diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

\_\_\_\_\_. **O verdadeiro poder**. Nova Lima: Editora Falconi, 2009.

FERREIRA, Laura Maria Leite; SANTOS, Marítiza Wanzeler; SILVA, Monica Gomes; MOREIRA, Bruna Brandão. Utilização do MASP, através do ciclo PDCA, para o tratamento do problema de altas taxas de mortalidade de aves no setor avícola. **Anais. XXX ENEGEP**, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, M. H. P. C. **Brainstorming**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

GONZÁLES, J. C. S.; MIGUEL, P. A. C. Uma Contribuição à Interpretação da QS 9000. Programa de Mestrado em Engenharia de Produção. Núcleo de Gestão da Qualidade & Metrologia. Centro de Tecnologia, Universidade Metodista de Piracicaba. **ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 1998.

HENRIQUE, Claudio. **Curva ABC – Análise de Pareto – O que é e como funciona**. Disponível em: < <http://www.sobreadministracao.com/o-que-e-e-como-funciona-a-curva-abc-analise-de-pareto-regra-80-20/>>. Acesso em: 1 set. 2013.

HURNER DO BRASIL. **Tubos PRFV**. Disponível em: < <http://www.hurner.com.br/>>. Acesso em: 7 dez. 2013.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campos, 1993.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. **O Administrador Racional - Uma abordagem sistemática à solução de problema e tomada de decisões**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

LIMA, Renata de Almeida - **Como a relação entre clientes e fornecedores internos à organização pode contribuir para a garantia da qualidade: o caso de uma empresa automobilística**. Ouro Preto: UFOP, 2006.

MAGRI, Juliana Maria. Aplicação do método QFD no setor de serviços: Estudo de caso em um restaurante. 2009. **Monografia**. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2009/08/tcc\\_jul2009-juliana-magri.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2009/08/tcc_jul2009-juliana-magri.pdf)>. Acesso em: 4 jul. 2013.

MANFROI, Sabrina; LIZ, Carlos Eduardo de; JORDAN, Johnny Rocha. Aplicação da gestão de melhoria de processos nas células de produção da Klabin Sacos Industriais – Unidade Lages I. **VIII Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC**. Lages, SC: 2012. Disponível em: <[www.convibra.com.br/dwp.asp?id=3239&ev=23](http://www.convibra.com.br/dwp.asp?id=3239&ev=23)>. Acesso em: 2 nov. 2013.

MARTINS, F. E. Diretrizes para o desenvolvimento de dispositivos visuais em linhas de produção enxuta no setor automotivo. **Dissertação** (Mestrado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.

MOURA, E. Modelo para o dimensionamento da qualidade de kanbans, na relação entre clientes e fornecedores. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2005.

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

NASCIMENTO, Adriano Fagner Gonçalves. A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua. **Monografia**. Faculdade Pitágoras - Núcleo de Pós Graduação e ao Instituto Superior de Tecnologia. São João Del Rey, 2011.

NEVES, Thiago Franca Neves. Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística. **Monografia**. 2007. Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

OSADA, T. **Housekeeping, 5S**: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. Tradução do Instituto IMAM. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

PALADINI, E. P. A Gestão da Qualidade Total nas Organizações e a Escola Clássica de Administração. **Anais**. ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, (disponível em CD-ROM). Porto Alegre, RS: UFRGS, PPGE, 1997.

PANDE, Peter S; NEUMAN, Robert P; CAVANAGH, Roland R. **Estratégia Seis Sigma**. Qualitymark Editora Ltda. 3ª Reimpressão 2007.

PETERS, T. **O círculo da inovação**. São Paulo: Harbra, 1998.

RECH, G. C. Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas: a experiência de uma metalúrgica. **Trabalho do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

REYES A. E. L. **Implantação de um sistema de qualidade**. São Paulo: USP, 2000. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/qualidade/pagexp1.htm>>. Acesso em: 19 set. 2013.

RISTOF, K. D. Desenvolvimento e Implementação de um método para o gerenciamento de ações corretivas através de times de melhoria da qualidade de uma empresa do setor metal mecânico. 2008. 113 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ROCHA, Silvana Heidemann. **Controle estatístico de processo (C.E.P)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Campus Curitiba. Departamento Acadêmico de Matemática Probabilidade e Estatística. Curitiba: 2010.

ROONEY, J.; HOPEN, D. On the trial to a solution: part 2 – what is in? what is out? Defining your problem. **The Journal for Quality and Participation**, Vol. 27, No. 4, 2004.

SAMPARA, E.J.M; ADAMI, R. Análise de insumos e aplicação de sistemática de solução de problemas para geração de melhorias; **Anais. ENEGEP XXIX - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**; 2009; Bahia.

SARDINHA, Júlio César. Contribuição do ciclo PDCA e do SDCA na metodologia Balanced Scorecard no cumprimento de metas estratégicas. **VIII Congresso Latino Americano de Pós Graduação**. 2008. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/arquivosEPG/EPG00583\\_01\\_O.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG00583_01_O.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2013.

SEBRAE. **Manual de ferramentas da qualidade**. 2005. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/FerramentasDaQualidadeSEBRAE.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2013.

SENAC. **Ferramentas da Qualidade**. Disponível em: <[http://ww2.senacead.com.br/conteudos/gqt/mostra\\_blocos.php?mod=8&sec=2&tex=3](http://ww2.senacead.com.br/conteudos/gqt/mostra_blocos.php?mod=8&sec=2&tex=3)>. Acesso em: 16 out. 2013.

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

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, UFMG, 2006.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva.** Belo Horizonte: DG, 1998.