

RODRIGO MARTINEZ LEITE

**UM MODELO PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUALIDADE DO
DEPARTAMENTO DE FABRICAÇÃO I DA WEG MOTORES**

Projeto Técnico apresentado à Universidade
Federal do Paraná para obtenção do título de
Especialista em Gestão da Qualidade

Orientadora: Professora: Suzana L. S. Pierri
Cardoso

Curitiba
2006

<u>1 INTRODUÇÃO</u>	4
<u>1.1 Apresentação do Problema</u>	6
<u>1.2 Objetivos do Trabalho</u>	7
<u>1.3 Justificativa e Importância do Trabalho</u>	7
<u>1.4 Delimitações do Trabalho</u>	8
<u>1.5 Estrutura do Trabalho</u>	8
<u>2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA</u>	10
<u>2.1 Introdução</u>	10
<u>2.2 Apresentação da Empresa</u>	10
<u>2.3 Descrição do Problema</u>	11
<u>2.4 Atividades Executadas pelo Controle da Qualidade</u>	12
<u>2.4.1 Auditoria do Autocontrole (AAC)</u>	13
<u>2.4.2 Avaliação da Qualidade do Processo (AQP)</u>	13
<u>2.4.3 Teste Final nas Cabines de Teste</u>	13
<u>2.4.4 Plano de Inspeção para Produtos Certificados (PIPC) e Plano de Inspeção para Clientes (PIC)</u>	14
<u>2.4.5 Ensaio Dimensional e de Vibração</u>	14
<u>2.4.6 Avaliação de Planos de Pintura</u>	15
<u>2.4.7 Emissão e Acompanhamento de Solicitações de Ação Corretiva (SAC)</u>	15
<u>2.4.8 Acompanhamento de Clientes Específicos</u>	16
<u>2.4.9 Avaliação de Protótipos e Amostras</u>	16
<u>2.4.10 Plano de Ações Corretivas Departamentais (PAC) – Panorama Atual</u>	17
<u>3 BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA</u>	18
<u>3.1 Introdução</u>	18
<u>3.2 Controle da Qualidade Total – TQC</u>	18
<u>3.2.1 Definição da Qualidade</u>	20
<u>3.2.2 Processo</u>	22
<u>3.3 A Análise e Solução de Problemas</u>	23
<u>3.4 Ciclo PDCA</u>	24
<u>3.5 Ferramentas da Qualidade</u>	25

<u>3.5.1 Estratificação</u>	28
<u>3.5.2 Gráfico de Pareto</u>	26
<u>3.5.3 Folha de Verificação</u>	27
<u>3.5.4 Diagrama de Causa e Efeito</u>	29
<u>3.5.5 Diagrama de Dispersão</u>	30
<u>3.5.6 Gráficos de Controle</u>	30
<u>3.5.7 Brainstorming</u>	31
<u>3.5.8 Planos de Ação – 5W1H</u>	34
<u>3.6 Considerações Finais</u>	32
<u>4 MODELO PROPOSTO</u>	37
<u>4.1 Apresentação Geral do Modelo Proposto</u>	37
<u>4.2 Descrição das Etapas do Modelo</u>	38
<u>4.2.1 Identificação do Problema</u>	39
<u>4.2.2 Observação das Características dos Problemas</u>	40
<u>4.2.3 Análise das Causas dos Problemas</u>	41
<u>4.2.4 Elaboração dos Planos de Ação Corretiva</u>	42
<u>4.2.5 Execução dos Planos de Ação Corretiva</u>	43
<u>4.2.6 Verificação da Efetividade das Ações</u>	43
<u>4.2.7 Padronização dos Procedimentos</u>	44
<u>4.2.8 Conclusão</u>	45
<u>5 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO</u>	46
<u>5.1 Apresentação do Departamento de Fabricação I – WEG Motores</u>	46
<u>5.1.1 Processo de Bobinagem</u>	46
<u>5.1.2 Processo de Montagem</u>	47
<u>5.2 Descrição da Aplicação do Modelo</u>	48
<u>5.2.1 Identificação do Problema</u>	49
<u>5.2.2 Observação das Características dos Problemas</u>	53
<u>5.2.3 Análise das Causas dos Problemas</u>	56
<u>5.2.4 Elaboração dos Planos de Ação Corretiva</u>	57
<u>5.2.5 Execução dos Planos de Ação Corretiva</u>	60

<u>5.3 Avaliação do Modelo</u>	61
<u>6 CONCLUSÕES</u>	58
<u>6.1 Considerações Preliminares</u>	58
<u>6.2 Conclusões</u>	63
<u>6.3 Recomendações para Trabalhos Futuros</u>	59
<u>REFERÊNCIAS</u>	65
<u>APÊNDICE A – Macrofluxo do Processo de Bobinagem</u>	67
<u>APÊNDICE B – Macrofluxo do Processo de Montagem</u>	68

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Problema

A qualidade dos produtos sempre foi uma das principais preocupações das indústrias para assegurar a satisfação de seus clientes. Com a alta competitividade e aumento do número de exigências por parte dos clientes, tem-se buscado cada vez mais a melhoria contínua dos produtos, objetivando a conquista de novos mercados.

As empresas enfrentam sérias barreiras devido à ocorrência de problemas na qualidade de seus produtos, que vão desde a insatisfação do cliente, quando se trata de defeitos detectados já na aplicação, até altos custos e tempos gastos com recuperação e refugo, para aqueles que são detectados ainda internamente. Para a garantia da qualidade dos produtos, é de fundamental importância o conhecimento e domínio dos processos, para determinação de todas as perturbações que possam afetar o sistema.

Cada vez mais se torna necessário que os processos sejam capazes de atender as exigências de mercado. Para isto, faz-se necessário a utilização de algumas técnicas e ferramentas para a resolução dos problemas, buscando a eliminação das causas de origens.

Existem muitas ferramentas que podem auxiliar na solução dos problemas. Cabe ao analista verificar quais as que melhor se encaixam em cada situação e combiná-las de forma a encontrar as possíveis causas de não qualidade. Aplicando-se adequadamente estas ferramentas, pode-se chegar a conclusões que provoquem tomadas de ação que venham a reduzir estes problemas.

1.2 Objetivos do Trabalho

O trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma sistemática para análise e soluções de problemas de qualidade detectados interna ou externamente (campo), na busca da melhoria contínua da qualidade.

O objetivo geral pode ser desdobrado em alguns objetivos específicos:

- Apresentar conceitos referentes à qualidade necessários para o desenvolvimento;
- Desenvolver uma sistemática para análise e solução de problemas;
- Aplicar esta sistemática em alguns dos principais problemas encontrados na empresa;
- Determinar a origem dos problemas relacionados a qualidade do Departamento;
- Analisar e interpretar os resultados encontrados.

1.3 Justificativa e Importância do Trabalho

Em função do grande aumento de especialidades nos produtos solicitadas pelo mercado, as particularidades dos processos vêm aumentando progressivamente, assim como as dificuldades encontradas para o seu controle, que caso não seja eficiente, acabará gerando maiores índices de retrabalho, refugo e até defeitos no campo, o que implica diretamente nos custos e imagem da Empresa.

Devido às mudanças constantes que vêm acontecendo nos produtos, assim como o aumento do grau de exigência dos clientes, tem-se notado nos últimos anos uma tendência de crescimento nos índices de defeitos internos. O aumento deste índice tem como consequência o crescimento do número de refugo e retrabalhos internos, que acabam gerando muitos problemas para a Empresa, dentre as quais podemos destacar as principais, que são o aumento dos custos e os atrasos gerados nas ordens de produção.

A proposta deste trabalho é facilitar a identificação das principais origens das falhas do sistema, por meio da utilização de ferramentas adequadas, para que as ações tomadas sejam efetivas na redução dos problemas encontrados nos produtos.

1.4 Delimitações do Trabalho

O trabalho será desenvolvido para atuação sobre os problemas de qualidade do Departamento de Fabricação I da WEG Motores, mais especificamente sobre os problemas originados nos processos de Bobinagem e Montagem que compõem o Departamento.

Serão utilizados os dados obtidos das atividades executadas pelo Controle da Qualidade, detalhadas no capítulo 2, com ênfase nos defeitos detectados nas cabines de testes da Montagem, os quais são registrados em *software* específico de fácil manipulação dos dados.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho será composto por mais cinco capítulos além deste, o qual procurou apresentar e delimitar o problema, assim como evidenciar os objetivos e justificativa do trabalho.

O capítulo 2 irá apresentar uma descrição do problema para o qual o trabalho foi desenvolvido.

No capítulo 3 serão descritas as bases metodológicas a serem utilizadas na elaboração do modelo proposto.

O modelo proposto para a resolução do problema será desenvolvido detalhadamente no capítulo 4.

O capítulo 5 irá apresentar a aplicação do modelo proposto no Departamento de Fabricação I da WEG Motores. Como o modelo será genérico para os problemas detectados, o mesmo será aplicado sobre o principal problema de qualidade do Departamento, devendo-se usar os mesmos procedimentos para os demais problemas.

Finalmente, o capítulo 6 apresentará os comentários finais sobre o desenvolvimento do modelo, assim como fará a recomendação para alguns trabalhos futuros.

2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O objetivo deste capítulo é descrever o problema a ser resolvido e realizar uma breve apresentação do Departamento em que o modelo será aplicado.

2.1 Introdução.

Nas organizações de sucesso, o principal objetivo é melhorar a qualidade dos produtos e serviços em benefício dos clientes. Cada vez mais, procura-se obter melhores resultados na produção e no aperfeiçoamento da qualidade e dos recursos disponíveis na empresa para uma maior competitividade no mercado.

Hoje, a maioria das empresas está se deparando com problemas que envolvem sérias perdas na produção devido aos defeitos internos e externos, geradores de refugos e retrabalhos, que acabam gerando transtornos nos processos de produção, além de insatisfações aos clientes.

Devido a problemas como estes, que acabam aumentando o custo dos produtos e muitas vezes ocasionando a perda de clientes potenciais, que as empresas deverão cada vez mais aperfeiçoar o uso de técnicas estatísticas para a resolução de seus problemas.

2.2 Apresentação da Empresa.

A WEG foi fundada em 16 de setembro de 1961, na cidade de Jaraguá do Sul, inicialmente sob denominação de Eletromotores Jaraguá Ltda. A empresa está presente em diversos países dos cinco continentes e devido ao seu considerável crescimento é hoje a maior indústria de motores elétricos da América Latina e uma das maiores do mundo. A empresa tem uma produção diversificada e integrada, incluindo, além de motores, componentes elétricos, transformadores, geradores, automação, tintas e vernizes industriais.

A WEG Motores é a maior divisão da empresa WEG Indústrias S.A. e a principal responsável pelo seu faturamento. Dedicar-se exclusivamente à fabricação de motores elétricos de corrente alternada, trifásicos e monofásicos.

Distribui-se em três Parques Fabris: o Parque Fabril I que abrange a Fabricação I, local de estudo deste trabalho, e o Metalúrgico I. O Parque Fabril II compõe-se do departamento de Fabricação II, III, IV e V, além do Metalúrgico II, Estamparia, Injeção de Alumínio, Usinagem de Eixos, Usinagem de Fundidos e Trefilação. No Parque Fabril III situa-se o Metalúrgico III.

A empresa possui um programa de qualidade, o Programa WEG de Qualidade e Produtividade (PWQP). Este programa define os processos a serem adotados e as metas a serem atingidas para a empresa se tornar mais competitiva, além de incentivar os colaboradores com a participação nos resultados da empresa.

Outro programa interessante adotado pela empresa são os Círculos de Controle da Qualidade (CCQ). Eles foram criados para motivar a troca de idéias sobre os próprios processos de trabalho de cada trabalhador, visando incentivar o trabalho em equipe e promover a criatividade para a solução de problemas.

O modelo proposto será aplicado no Departamento de Fabricação I, incluindo as seções de Bobinagem e Montagem, que fazem parte deste departamento. Tanto o departamento como as seções que o compõem serão detalhados brevemente no capítulo 5, que trata da aplicação do modelo proposto.

2.3 Descrição do Problema.

Devido a grande diversidade de produtos fabricados, muitas vezes as soluções dos problemas necessitam de um estudo bem elaborado e utilização de técnicas eficazes para a determinação das principais causas. Em função desta diversidade, existem muitos processos manuais, o que acaba tornando ainda mais difícil a sua padronização.

As empresas estão trabalhando contra as perturbações que afetam a estabilidade dos processos, que causam diversos tipos de problema de qualidade,

podendo estes ser de origem mecânica, elétrica, aspecto visual, erros de especificação, entre outros. Este trabalho será focado nos problemas decorridos de erros no processo de fabricação, ou seja, aqueles que venham a fazer com que os produtos finais estejam em desacordo com as especificações de projeto.

2.4 Atividades Executadas pelo Controle da Qualidade.

Com o objetivo de tentar evitar que produtos não conformes possam chegar ao **cliente final**, assim como disponibilizar bases de dados para o estudo das causas de problemas detectados pelo cliente, existem várias atividades realizadas pelo departamento de Controle da Qualidade para auxiliar o Departamento de Fabricação.

	<u>ATUAÇÃO</u>	<u>COORDENAÇÃO</u>	<u>SUPERVISÃO</u>	
Atividades Específicas	AAC	INSPETORES	ANALISTAS ENGENHEIROS	
	AQP	ENGENHEIROS	ENGENHEIROS	CHEFE
	Cabine de Testes	TESTADORES	ANALISTAS	CHEFE
	PIC PIPC	INSPETORES	ANALISTAS	CHEFE ENGENHEIROS
	Ensaio Dimensional	INSPETORES	ANALISTAS	CHEFE
	Avaliação de Planos de Pintura	INSPETORES	ANALISTAS	CHEFE
	SAC	ANALISTAS	ANALISTAS	CHEFE
	Acompanha - mento de Clientes	ANALISTAS ENGENHEIROS CHEFE	CHEFE	CHEFE
	Protótipos e Amostras	INSPETORES	ENGENHEIROS	CHEFE
	PAC	ENGENHEIROS	ENGENHEIROS	CHEFE

Figura 1 – Atividades Executadas pelo Controle da Qualidade.

A seguir serão detalhados estas atividades e o foco de atuação de cada uma delas.

2.4.1 Auditoria do Autocontrole (AAC).

O objetivo é o de realizar avaliações ao longo do processo para verificar a eficácia do autocontrole realizado pelos operadores. É realizada pelo inspetor da qualidade ao longo do processo, em todas as atividades e operações, nas áreas de Bobinagem e Montagem, baseando-se no PIW - Plano de Inspeção WEG - da área de atuação, exigências constantes nas especificações do produto e através da observação do cumprimento das normas operacionais.

2.4.2 Avaliação da Qualidade do Processo (AQP).

O objetivo desta avaliação é o de identificar entre as atividades que compõe o processo produtivo (bobinagem e montagem), aquelas que não estejam aptas a produzir com qualidade.

Ela é realizada nas diversas atividades que compõe os processos de bobinagem e montagem, através da avaliação criteriosa de cada processo, visando identificar de forma direta os problemas no processo relacionados com as normas, documentações, treinamentos, equipamentos, ferramentas e instrumentos de medições que possam causar ou potencializar erros e defeitos no produto.

2.4.3 Teste Final nas Cabines de Testes.

É realizado para evitar que problemas detectáveis através de ensaio elétrico sejam repassados ao cliente final.

O teste é executado nas linhas de montagem, antes do processo de pintura, baseando-se nos procedimentos aplicáveis e na documentação do produto. O testador de produtos verifica, através do teste elétrico e inspeção visual, se as características do produto estão de acordo com o especificado. Caso haja alguma não conformidade o produto é segregado. Os registros de defeitos ocorridos são armazenados em banco de dados, o qual pode ser consultado em busca de informações a respeito do índice e principais defeitos.

2.4.4 Plano de Inspeção para Produtos Certificados (PIPC) e Plano de Inspeção para Clientes (PIC).

O plano de inspeção para produtos certificados (PIPC) tem o objetivo de avaliar na prática se os produtos certificados para ambientes perigosos, particularmente motores das linhas Ex-d (à prova de explosão), Ex-e (segurança aumentada) e Ex-n (não acendíveis) estão atendendo às especificações de projeto.

Existe também o plano de inspeção para clientes específicos (PIC), cujo objetivo é avaliar por amostragem se os produtos para clientes específicos estão em conformidade com as especificações e ou exigências dos mesmos.

Ambos os planos são realizados nas seções de bobinagem e montagem.

2.4.5 Ensaio Dimensional e de Vibração.

São realizados para garantir que o motor produzido esteja em acordo com as especificações e exigências de norma e ou/cliente.

No ensaio dimensional, o inspetor da qualidade toma como base o PIW da área de atuação e a documentação do produto. Ele verifica se as características dimensionais do produto ou de seus componentes estão de acordo com a especificação.

No ensaio de vibração são medidos os níveis de vibração com o motor funcionando a vazio sob base rígida ou elástica, seguindo os procedimentos descritos

nas normas IEC 34.14 e Nema MG 1. Estes ensaios geralmente são realizados por solicitação do cliente final ou para levantamento de informações sobre o produto. Uma prática muito comum na empresa o acompanhamento dos ensaios por inspetores externos (representantes dos clientes).

Ambos os ensaios são realizados na seção de montagem em local específico para estas atividades.

2.4.6 Avaliação de Planos de Pintura

Trata-se de uma avaliação realizada pelo inspetor para garantir que o plano de pintura aplicado ao motor produzido esteja de acordo com as especificações da norma e/ou do cliente.

É realizada ao final das linhas de montagem, antes da embalagem, e nas áreas de pintura, tomando como base o PIW da área de atuação bem como os procedimentos aplicáveis. O inspetor da qualidade verifica o cumprimento das etapas do processo de pintura e avalia o resultado final, verificando a espessura da camada de tinta, aderência e aspecto visual. Estas avaliações podem ser realizadas no próprio motor ou em corpo de prova. São efetuados registros das avaliações.

Também neste caso, é comum o acompanhamento das avaliações por inspetores externos (representantes dos clientes).

2.4.7 Emissão e Acompanhamento de Solicitações de Ação Corretiva (SAC).

São solicitações à correção de não conformidades encontradas nos produtos e especificações para prevenir a sua reincidência.

A SAC é utilizada por todos os departamentos da empresa. Ela é emitida via e-mail à área causadora ou responsável pela não conformidade, sempre que for detectado um erro na especificação ou no produto que impossibilite ou dificulte o uso, apresente tendência a persistir em mais peças do lote ou que venha ocorrendo freqüentemente. Esta SAC deve ser respondida pela área causadora ao emitente

informando a causa da não conformidade bem com as ações tomadas para evitar a reincidência, com prazo estabelecido para a implantação da ação. Cabe à área emitente monitorar a eficácia das ações corretivas tomadas.

2.4.8 Acompanhamento de Clientes Específicos.

Este acompanhamento é realizado para monitorar os níveis da qualidade dos produtos de clientes específicos. Os índices de qualidade dos produtos destes clientes são acompanhados mensalmente através de planilhas de desempenho do produto, tanto nas linhas de montagem do cliente como nos defeitos que acontecem no campo **do cliente**. Como fonte de informação são considerados os motores devolvidos pelos **clientes**, os dados coletados das assistências técnicas e os defeitos detectados internamente no processo de fabricação.

Os dados referentes aos motores devolvidos pelos clientes e assistências técnicas realizadas são registrados no banco de dados de um programa utilizado pelo departamento de Assistência Técnica da WEG (ATW).

Define-se também um cronograma anual de visitas aos clientes visando conhecer a aplicação e suas necessidades, repassando-as para a fábrica.

2.4.9 Avaliação de Protótipos e Amostras.

É realizado um acompanhamento de todo o processo de bobinagem e montagem, assim como da realização de ensaios, para garantir que as não **conformidades** geradas ao longo do processo produtivo durante o desenvolvimento de **novos produtos** sejam filtradas internamente, evitando que cheguem ao cliente final produtos que não atendam às suas expectativas.

É realizada através da verificação visual, dimensional e elétrica dos requisitos do produto e das especificações do cliente no produto, tanto durante o processo como no produto acabado. Quaisquer observações ou erros detectados são registrados em documentos específicos que acompanham o produto.

Os protótipos são realizados para avaliações internas, enquanto que as amostras são enviadas para aprovação pelo cliente na aplicação. Ao término do processo, todas as anotações realizadas sobre os problemas encontrados são analisadas pela engenharia de produtos em reunião conjunta com pessoas dos departamentos de fabricação, processos e controle da qualidade, para que, caso o produto seja aprovado pelo cliente, não ocorra reincidência dos problemas encontrados durante a fase de desenvolvimento.

2.4.10 Plano de Ações Corretivas Departamentais (PAC)- Panorama Atual.

É realizado, com base na análise dos indicadores da qualidade do departamento, para gerar ações corretivas que visam reduzir os índices de defeitos críticos nas seções **de montagem e bobinagem**.

A partir da análise dos indicadores pelo departamento de Controle da Qualidade, é emitido um diagnóstico indicando os principais problemas a serem atacados. Após aprovação do diagnóstico pelos gerentes de Fábrica e Controle da Qualidade, são elaborados planos de ação para cada problema considerado crítico, visando minimizar estes problemas. Juntamente com os planos de ação são definidas metas para cada problema. Nestes planos, envolvem-se várias áreas que podem contribuir na solução dos problemas.

Panorama atual:

As atividades do Controle da Qualidade estão sistematizadas, porém, para as problemas relacionados a qualidade que são encontrados, não há um procedimento que direcione os esforços com o objetivo de identificação de causas fundamentais e posterior eliminação.

3 BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Neste capítulo serão demonstrados as definições e procedimentos para utilização de algumas importantes ferramentas da qualidade. Serão apresentados também alguns conceitos considerados necessários para a análise e solução de problemas.

3.1 Introdução

A operação de uma empresa ou atividade qualquer implica na administração de seus processos e conseqüentemente na solução dos problemas que ocorrem. Boa parte dos esforços de gerentes e chefias concentra-se em resolver as não conformidades e desvios em relação aos resultados desejados.

Resolver problemas consiste na obtenção e análise de dados para que se possam estudar as alternativas e propor as melhores soluções, sendo imprescindível um conhecimento aprofundado do processo e a utilização de ferramentas e técnicas específicas para se atingirem os resultados.

Desta maneira, o MASP, Metodologia para Análise e Solução de Problemas, é uma proposta para procurar a solução de um problema qualquer e implementá-la, de maneira que a situação não volte a ocorrer.

O objetivo deste capítulo é mostrar brevemente a evolução da qualidade até os dias atuais, mostrando sua atuação marcante na obtenção das vantagens junto às empresas. Serão detalhados alguns conceitos que definem o Controle Total de Qualidade e algumas de suas técnicas. Em seguida, pretende-se criar uma sistemática para análise e solução dos problemas encontrados no processo produtivo, utilizando os conceitos do MASP e ciclo PDCA de controle.

3.2 Controle da Qualidade Total – TQC

O Controle da Qualidade Total é um sistema gerencial baseado na participação de todos os setores e de todos os empregados de uma empresa, no estudo e na condução do controle da qualidade.

Para sobreviver hoje, as empresas precisam procurar a qualidade, reconhecendo através da Política e ações que praticar Qualidade é buscar a satisfação dos clientes em primeiro lugar. As empresas devem estar preparadas para absorver as mudanças sociais, tecnológicas e econômicas no ambiente na qual ela está inserida, de maneira rápida e satisfatória.

O controle de qualidade visa eliminar todas as imperfeições existentes no sistema e no processo de produção por isso deve ser vista como uma atividade permanente, com o envolvimento de todos operários na participação efetiva dos programas de melhoria da qualidade.

Segundo Ishikawa, K (1993), “praticar um bom controle da qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que seja mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”. Para que este objetivo seja atingido, todos na empresa precisam trabalhar juntos.

Segundo Brocka (1994) “TQC é uma filosofia que tem por finalidade melhorar continuamente a produtividade em cada nível de operação, e em cada área funcional de uma organização, utilizando todos os recursos financeiros e humanos disponíveis”. A melhoria contínua está orientada para cumprir os objetivos da empresa como: qualidade, planejamento, custo e crescimento da empresa.

Para realizar o TQC, é importante focalizar a qualidade em primeiro lugar, ou seja, levantar as causas dos problemas utilizando métodos estatísticos e normas para gerar idéias nas adoções de ações conectivas. É necessário realizar todos os passos das atividades da companhia, tais como: pesquisa de mercado, planejamento de produção, projeto e outros e a cooperação e participação de todos, desde o gerente até o funcionário do chão de fábrica.

Em síntese, para Ishikawa, o Controle da Qualidade Total apresenta as seguintes características básicas:

- participação de todos os setores e de todos os empregados da empresa na prática do controle da qualidade;
- educação e treinamento em controle da qualidade;
- atividades dos círculos de controle da qualidade;
- auditorias do controle da qualidade;
- utilização de técnicas estatísticas: disseminação das Sete Ferramentas da Qualidade e emprego de outras ferramentas mais avançadas;
- campanhas nacionais de promoção do controle da qualidade.

Para que o Controle da Qualidade Total possa ser praticado, é necessário conhecer alguns conceitos básicos, como qualidade, processo, itens de controle e itens de verificação, problema, e controle do processo.

3.2.1 Definição da Qualidade

A definição da qualidade possui uma extrema diversidade de interpretação, dada por diversos autores, que procuram dar uma definição simples para que seja assimilável a todos os níveis das organizações. Precisa, para não gerar interpretações duvidosas; e abrangente, para mostrar sua importância em todas as suas atividades produtivas.

Conforme a definição de Campos, V. F. (1992), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

De acordo com Crosby (1986), “qualidade é a conformidade do produto às suas especificações”. As necessidades devem ser especificadas, e a qualidade é possível quando essas especificações são obedecidas sem ocorrência de defeito.

Juran (1992) define que “qualidade é ausência de deficiências” ou seja, quanto menor o número de defeitos, melhor a qualidade.

Para Deming (1993), “qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente”.

Feigenbaum (1994), por sua vez, define que “qualidade é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com

marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do usuário”.

Percebe-se, portanto, que qualidade é aquilo que está relacionado com o usuário, que satisfaça as necessidades dos clientes, ou seja, o produto deve estar de acordo com suas expectativas, e em conformidade às especificações.

Conforme Paladini (1990), “o objetivo do controle de qualidade é buscar melhorias no produto, nos serviços, nas atividades, na visão do trabalho, na produtividade, etc”, e a melhoria está intimamente ligada à obtenção de melhores níveis de qualidade. Um programa que funciona bem dificilmente deixará de trazer benefícios para a empresa.

Dando ênfase à qualidade, resultam os seguintes benefícios, entre outros:

- aumento da produtividade;
- melhoria na qualidade do produto;
- redução do custo de cada unidade;
- redução nas perdas de refugos;
- redução nos prazos de entrega;
- redução na inspeção;
- redução dos gargalos de produção;
- melhoria no moral dos empregados;
- aumento do prestígio na empresa;
- menor número de reclamações de consumidores;
- economia em uso de material;
- maior interesse nas atividades;
- motivação para melhorar o trabalho.

Campos, V.F. (1992) estabelece cinco componentes ou dimensões para a qualidade, os quais geram o conceito de Qualidade Total, que têm o seguinte significado:

- Qualidade: também conhecida como qualidade intrínseca, que refere-se às características específicas dos produtos, as quais definem a capacidade destes bens ou serviços de promover a satisfação do cliente. A qualidade intrínseca inclui a qualidade do bem ou serviço,

- qualidade do pessoal, qualidade da informação, qualidade do treinamento, entre outros aspectos;
- **Custo:** diz respeito ao custo operacional para fabricação do bem ou fornecimento do serviço, envolvendo os custos de compras, de vendas, de produção, de recrutamento e de treinamento;
 - **Entrega:** está relacionado à entrega dos produtos finais e intermediários de uma empresa. A entrega deve acontecer na quantidade, data e local certos;
 - **Moral:** é o componente que mede o nível médio de satisfação das pessoas que trabalham na empresa. Como os produtos serão produzidos pelas pessoas, é fundamental que haja um bom ambiente de trabalho para que os produtos sejam de boa qualidade. O nível médio de satisfação das pessoas que trabalham na empresa pode ser medido por índices de absenteísmo, de demissões, de reclamações trabalhistas, entre outros;
 - **Segurança:** refere-se à segurança das pessoas que trabalham na empresa e dos usuários do produto. Os produtos não devem provocar acidentes aos seus usuários e não devem ocorrer acidentes de trabalho na empresa.

Nota-se, a partir desta apresentação, que a qualidade não é apenas a ausência de defeitos, mas deve tratar-se de produtos de preços acessíveis, adequados à função para que foram projetados e que sejam seguros para o usuário.

3.2.2 Processo

Um processo pode ser definido como um conjunto de causas que têm como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado produto do processo. É uma combinação dos elementos equipamentos, insumos, métodos ou procedimentos, condições ambientais, pessoas e informações do processo ou medidas, tendo como objetivo a fabricação de um bem ou o fornecimento de um serviço. Esta caracterização pode ser conhecida como diagrama de causa e efeito, mostrada na Figura 3.1, que será detalhada mais à frente.

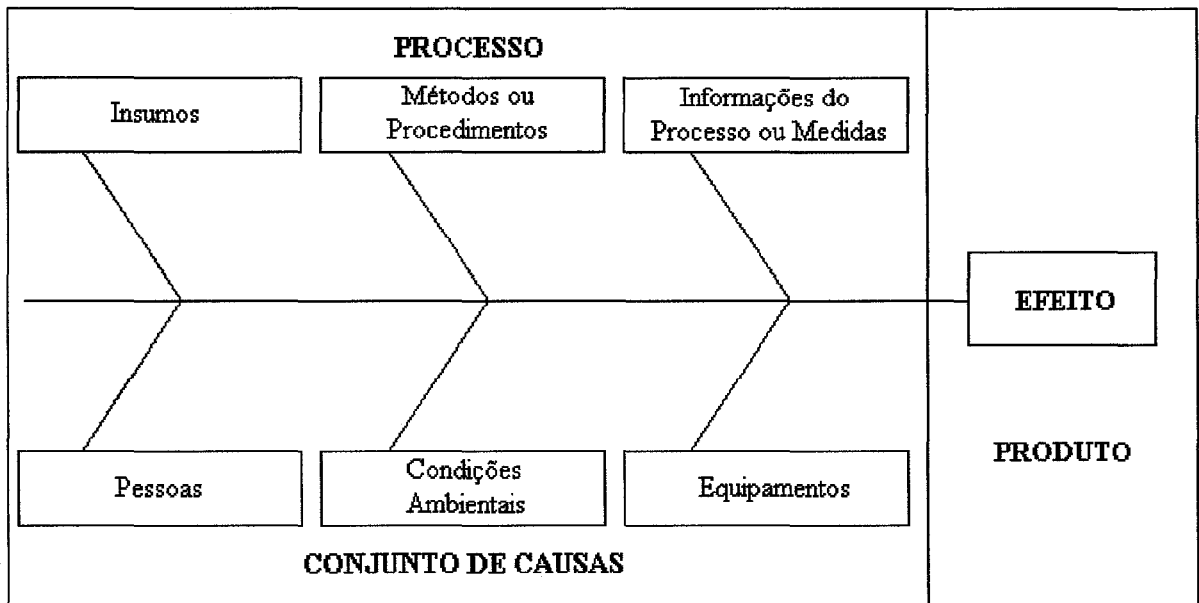


Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito. (Werkema).

É importante salientar que uma empresa pode ser considerada um processo, existindo dela vários outros processos menores, os quais compõem o fluxo de produção. Por exemplo, um departamento de fabricação de motores elétricos é composto dos processos de bobinagem e montagem de motores, dentro dos quais existem ainda vários processos menores.

É muito importante a possibilidade de divisão de processos grandes em vários processos, pois permite que cada processo menor seja controlado separadamente, facilitando a localização de possíveis problemas e a atuação nas causas destes problemas, resultando na condução de um controle mais eficiente de todo o processo.

3.3 A Análise e Solução de Problemas

Diariamente as empresas são submetidas a uma série de problemas que afligem e atormentam, dificultando o desempenho dos processos e comprometendo o trabalho. Na maioria destas ocasiões, as pessoas são forçadas a obter soluções rápidas para os problemas encontrados, sem que haja tempo para analisá-los e tentar resolvê-los sistematicamente.

Todavia, muitas são as vezes que as soluções propostas são baseadas em fatos e dados parciais, o que geralmente implicam em soluções erradas. Como não houve uma padronização, o problema acontecerá mais tarde, trazendo consigo novamente aflição e perdas. É o popularmente conhecido método de apagar incêndios.

Os problemas, em situações de crise, exigem soluções rápidas, mas devem ser estudados posteriormente para evitar futuras repetições. Eles devem ser conduzidos dentro de uma metodologia, a qual deve facilitar a sua compreensão e solução. O ciclo PDCA mostra-se bastante eficiente na busca, identificação, análise e solução definitiva de um problema.

3.4 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, Figura 3.2, é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. É um modo eficiente de apresentar uma melhoria no processo. Ele padroniza as informações, facilitando a realização nas análises dos dados disponíveis.

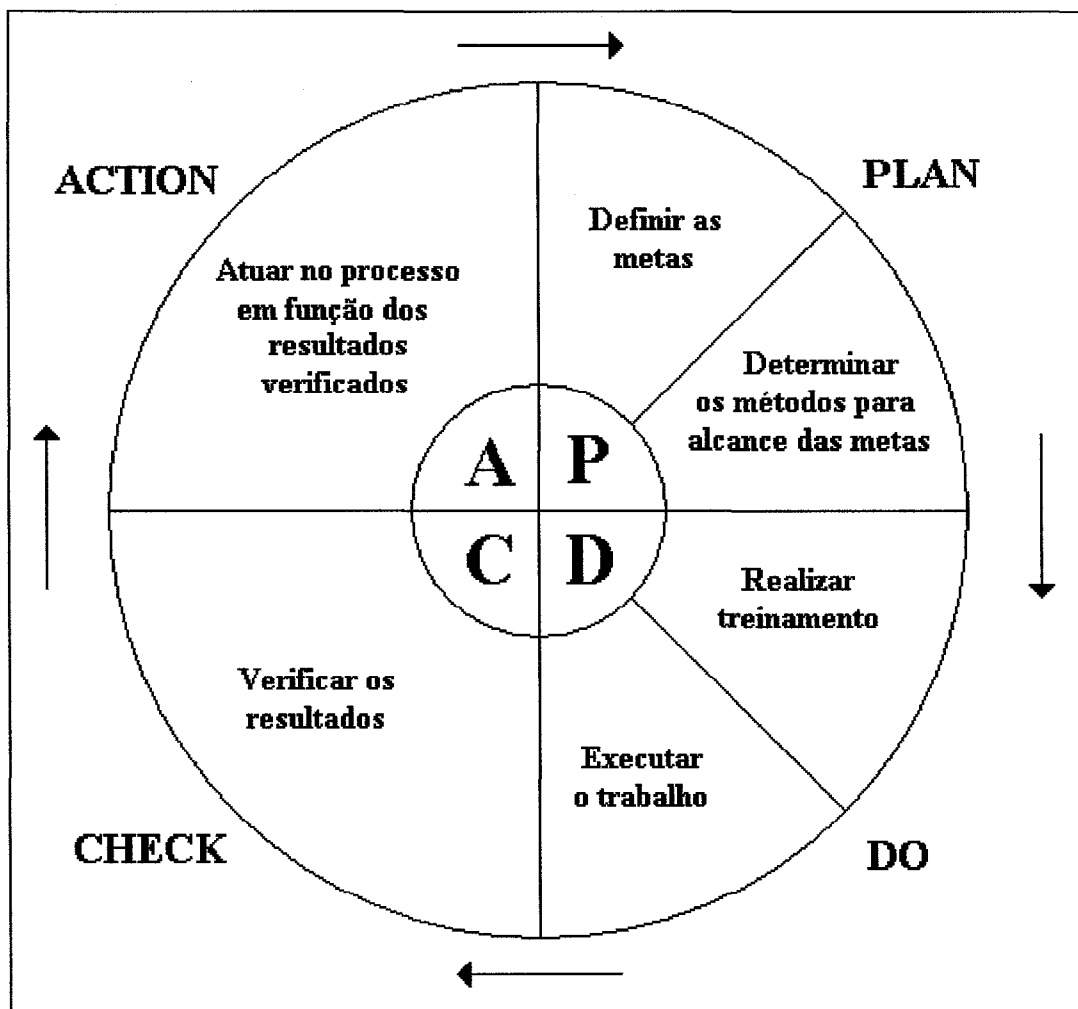


Figura 3 - Ciclo PDCA de Controle de Processos. (Aguiar, S.)

A etapa de Planejamento (*Plan*) é constituída por fases que tem como objetivo facilitar o detalhamento das ações que devem ser realizadas nesta etapa, que são: Identificação do Problema, Análise do Fenômeno, Análise do Processo e Estabelecimento do Plano de Ação.

Segundo Aguiar (2002), na fase de Identificação do Problema “procura-se definir claramente o problema relacionado à meta, reconhecer a importância desse problema e a conveniência da sua solução”. Desta forma, é necessário primeiramente verificar se a meta proposta para a solução do problema, realmente está de acordo com o que a empresa precisa, pois a resolução de um problema, pode levar a resultados conflitantes para o outro.

Já na fase de Análise do Fenômeno, segundo o mesmo autor, “procura-se conhecer profundamente o problema e, ao mesmo tempo, empenha-se em desdobrá-lo em problemas prioritários mais simples”. O desdobramento dos problemas busca a descoberta das causas do problema, facilitando o reconhecimento das mesmas.

A partir do momento em que se adquire um conhecimento mais profundo das causas do problema, são estabelecidas metas específicas, que em conjunto, devem levar ao alcance da meta proposta. Com essas metas, passa-se para a fase da análise do processo.

Na fase de Análise do Processo, procuram-se as causas geradoras do problema relacionando-as com a meta específica que está sendo trabalhada. Um conhecimento do funcionamento do processo possibilita a identificação das possíveis causas do problema.

A próxima fase da etapa P do PDCA é a fase de Estabelecimento do Plano de Ação, cujo objetivo é o de se definirem os planos de ação que deverão ser implementados para atacar as causas dos problemas prioritários identificados nesta fase.

A partir do momento que for concluída a fase do Estabelecimento do Plano de Ação, passa-se para a etapa D do PDCA de Melhorias. Nesta etapa, o objetivo é implementar os planos de ação, que foram determinadas na fase anterior e também coletar informações dos resultados do processo que ajudam a avaliar o alcance da meta.

Na etapa C do PDCA de Melhorias, verifica-se se a meta foi alcançada em função das medidas propostas. Neste momento, os resultados atingidos devem ser avaliados. Caso se verifique que a meta for atingida, passa-se para a etapa A do PDCA De Melhorias, com o objetivo de se estabelecer meios de manutenção dos bons resultados que foram atingidos. Caso a meta não tenha sido alcançada, deve-se retornar a análise do fenômeno, buscando um conhecimento mais profundo do problema em questão, com o objetivo de investigar as causas que impediram o alcance da meta proposta.

Durante a utilização do ciclo PDCA, faz-se necessário o uso de várias ferramentas para realização da coleta de dados, processamento e disposição das informações necessárias, que são as chamadas ferramentas da qualidade. Quanto maiores as informações conseguidas, como dados e conhecimentos, maior será a probabilidade de alcance das metas e maior será a necessidade de utilização destas ferramentas.

3.5 Ferramentas da Qualidade

A qualidade deve estar lado a lado com as ferramentas estatísticas e lógicas básicas usadas no controle, melhoria e planejamento da qualidade. Estas ferramentas foram largamente difundidas, porque elas fazem com que as pessoas envolvidas no controle de qualidade vejam através de seus dados, compreendam a razão dos problemas, e determinem soluções para eliminá-los.

Nos últimos anos, muitas empresas de sucesso dominam o mercado de produto e serviço. As empresas precisam reconhecer através da política e ações que fazer qualidade é buscar a satisfação dos clientes em primeiro lugar.

As ferramentas da qualidade são recursos utilizados que identificam e melhoram a qualidade dos produtos, serviços e processos. Elas não servem unicamente para solucionar problemas, mas também devem fazer parte de um processo de planejamento para o alcance de objetivos.

Segundo Williams (1995), "as ferramentas devem ser usadas para controlar a variabilidade, que é a quantidade de diferença em relação a um padrão, sendo que a finalidade das ferramentas é eliminar ou reduzir a variação em produto e serviço".

De acordo com a natureza do problema, o emprego conjunto de mais de uma ferramenta permite o aprimoramento do processo de coleta, processamento e disposição das informações, o que contribui para aumentar a eficiência do giro do PDCA.

Cada ferramenta tem sua própria utilização, sendo que não existe uma receita adequada para saber qual a ferramenta que será usada em cada fase. Isto vai

depender do problema envolvido, das informações obtidas, dos dados históricos disponíveis e do conhecimento do processo em questão em cada etapa.

Os objetivos das ferramentas da qualidade segundo Oliveira (1995), são:

- facilitar a visualização e entendimento dos problemas;
- sintetizar o conhecimento e as conclusões;
- desenvolver a criatividade;
- permitir o conhecimento do processo;
- fornecer elementos para o monitoramento dos processos.

Dentro do contexto do TQC, as ferramentas encontram uma utilização sistemática na metodologia de análise e solução de problemas. A seguir, são apresentadas as principais ferramentas da qualidade utilizadas na aplicação das diversas etapas do Ciclo PDCA para manter e melhorar os resultados de um processo.

3.5.1 Estratificação

A ferramenta de estratificação consiste no agrupamento da informação (dados) sob vários pontos de vista, de modo a focalizar a ação. Há vários fatores que podem ser considerados para a estratificação dos dados, dentre os quais podem-se destacar equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais.

A estratificação é uma ferramenta muito utilizada em todas as etapas do ciclo PDCA de melhorias: planejamento, execução, verificação e padronização.

A partir da estratificação dos dados, de acordo com os fatores escolhidos, pode-se determinar, por exemplo, se os problemas acontecem com mais frequência em um turno, em um local específico, apenas com determinado tipo de material, podem ser detectadas deficiências de treinamento, entre outros.

3.5.2 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é uma ferramenta utilizada para dispor a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos. Ele é representado por barras dispostas em ordem decrescente de ocorrência, ou seja, o

principal problema fica do lado esquerdo do diagrama, e os problemas menores são mostrados em ordem decrescente ao lado direito.

Através do gráfico de Pareto podem ser verificados os principais problemas, assim como podem ser determinados quais realmente merecem ser estudados. Muitas vezes existem alguns defeitos cuja ocorrência é muito grande, existindo muitos outros que somados não são significantes se comparados ao número total de problemas observados. Deste modo, pode-se identificar os poucos vitais para os quais será necessário um número inferior de ações para a sua solução.

Segundo Werkema (1995), “o gráfico de Pareto dispõe a informação de forma a permitir a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos”.

3.5.3 Folha de Verificação



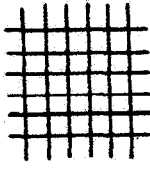
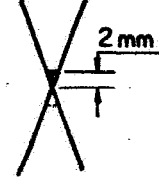
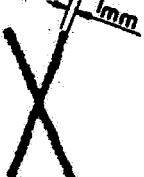
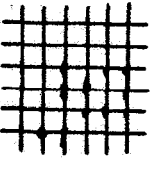
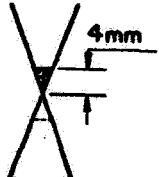
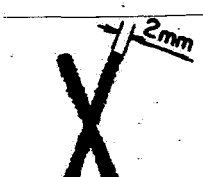
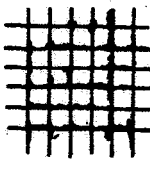
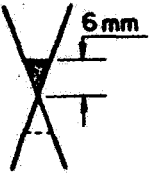





Trata-se de formulários especialmente preparados para que os dados sejam coletados de forma simples. As folhas de verificação são utilizadas para registrar as ocorrências de defeitos e suas causas, permitindo uma posterior tabulação. O objetivo deve estar bem definido.

O tipo de folha de verificação a ser utilizado depende do objetivo da coleta de dados. Pode haver vários tipos de folhas de verificação, de acordo com a sua finalidade, dentre os quais podem-se destacar:

- Folha de Verificação para Distribuição de um Item de Controle de um Processo Produtivo: este tipo de folha de verificação é utilizado para coletar dados de amostras de produção. Por exemplo, deseja-se conhecer a variação das dimensões de tubos isolantes de solda. Ao invés de anotar todas as medidas verificadas, pode-se utilizar um modelo pré-estabelecido de histograma com intervalos de medidas e anotar a frequência de ocorrência de cada um dos intervalos.
- Folha de Verificação para Classificação: é utilizada para dividir uma característica em diversas características. Dependendo do tipo de defeito ou

gravidade do defeito observado, o mesmo pode ser classificado de diferentes formas. Por exemplo, na avaliação da aderência da tinta, os produtos podem ser classificados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de Aderência de Tintas

DESTACAMENTO NA INTERSECÇÃO		DESTACAMENTO AO LONGO DAS INCISÕES		DESTACAMENTO NA ÁREA QUADRICULADA	
CÓDIGO	FIGURA	CÓDIGO	FIGURA	CÓDIGO	FIGURA
Y0 Nenhum destac. na intersecçã o		X0 Nenhum destac. ao longo das incisões		Gr 0 Nenhuma área da película destacada	
Y1 Destac. até 2 mm em um ou em ambos os lados da intersecçã o		X1 Destac. até 1 mm ao longo das incisões		Gr 1 Área da película destacada, cerca de 5% da área quadriculada	
Y2 Destac. até 4 mm em um ou em ambos os lados da intersecçã o		X2 Destac. até 2 mm ao longo das incisões		Gr 2 Área da película destacada, cerca de 15% da área quadriculada	
Y3 Destac. até 6 mm em um ou em ambos os lados da intersecçã o		X3 Destac. até 3 mm ao longo das incisões		Gr 3 Área da película destacada, cerca de 35% da área quadriculada	
Y4 Destac. acima de 6 mm em um ou em ambos os lados da intersecçã o		X4 Destac. Acima de 3 mm ao longo das incisões		Gr 4 Área da película destacada, cerca de 65% da área quadriculada	

Nota: Para a avaliação do corte em □X□, ao longo das incisões, considerar a largura total do destacamento.

Fonte: Norma Interna WEG Motores.

- **Folha de Verificação para Localização de Defeitos:** esta folha de verificação é normalmente utilizada quando se pretende identificar a ocorrência de defeitos relacionados à aparência externa dos produtos, tais como arranhões, tinta escorrida, rebarbas, manchas, etc. Geralmente, para este tipo de verificação há um desenho a ser verificado, na qual é assinalado o local e a forma de ocorrência dos defeitos.
- **Folha de Verificação para Identificação de Causas de Defeitos:** este tipo de folha de verificação é similar à folha de verificação para classificação apresentada anteriormente, com a vantagem de possibilitar uma estratificação ainda maior dos fatores do processo, facilitando a identificação dos defeitos. Por exemplo, considerando a classificação de aderência de tintas apresentada anteriormente, pode-se criar uma folha de verificação que além de identificar as classificações das aderências, possa identificar os operadores e tintas utilizadas.

Portanto, para a realização das folhas de verificação, o objetivo da coleta dos dados deve estar bem definido para que se possa definir qual o tipo mais apropriado para o problema observado.

3.5.4 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito é utilizado quando se pretende descobrir todas as causas possíveis de um problema. Ele representa de forma ordenada a visualização entre um efeito e suas diversas causas, podendo estas ter sua origem em fatores como: medida, mão-de-obra, máquina, matéria-prima, meio ambiente ou método.

Segundo Werkema (1995), "o diagrama de causa e efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado".

Para a realização do diagrama de causa e efeito é fundamental a participação de vários setores da empresa, incluindo membros do departamento de fabricação,

processos, controle da qualidade, engenharia, entre outros, para que as maiorias das causas possam ser levantadas e escolhidas as causas mais prováveis para o efeito considerado.

3.5.5 Diagrama de Dispersão

O objetivo deste diagrama segundo Aguiar (2002), é “dispor, por meio de um gráfico, o relacionamento entre duas variáveis”. O diagrama de dispersão é uma ótima ferramenta para a etapa seguinte do diagrama de causa e efeito, pois se verifica se há uma possível relação entre as causas, ou seja, é mostrado se existe uma relação, e em que intensidade.

Abaixo estão as atividades necessárias para a realização do diagrama de dispersão:

- coletar os pares de variáveis que poderão estar relacionados;
- construir os eixos, colocando a variável causa no eixo horizontal e a variável efeito no eixo vertical;
- colocar os dados no diagrama. Caso existam valores repetidos, traçar um círculo concêntrico sobre eles;
- adicionar informações complementares, como nome das variáveis, período de coleta, tamanho da amostra, entre outros.

3.5.6 Gráficos de Controle

Segundo Werkema (1995), “os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo”. Trata-se de gráficos utilizados para examinar se o processo está ou não sob controle. Controlar um processo significa, portanto, estabelecer um ciclo em que o processo é observado e ajustado continuamente, eliminando-se causas especiais quando estas ocorrem.

Esta ferramenta pode informar em determinado tempo como o processo está se comportando, se ele está dentro dos limites pré-estabelecidos, sinalizando assim a necessidade de procurar a causa da variação.

O gráfico de controle consiste de uma linha média, juntamente com um par de limites de controle, limite inferior e limite superior. Quando os pontos estiverem fora dos limites, ou quando estes apresentarem alguma configuração especial, como por exemplo uma tendência, pode-se dizer que o processo está fora de controle.

3.5.7 *Brainstorming*

A técnica de *Brainstorming* consiste em reunir um grupo de pessoas na qual um tema é exposto e que através de livre associação de pensamento começam surgir idéias associadas a este tema. O objetivo é obter o maior número possível de sugestões, para posteriormente realizar a escolha das possíveis causas.

A filosofia básica do *Brainstorming* é deixar vir à tona todas as idéias possíveis sem criticar durante a sua exposição.

Existem alguns pré-requisitos para a realização de um *Brainstorming*, os quais estão listados abaixo:

- organizar um grupo de pessoas;
- selecionar um líder para o grupo;
- definir o problema;
- anotar todas as idéias sugeridas;
- analisar e julgar todas as idéias;
- identificar as causas mais prováveis.

3.5.8 Planos de Ação – 5W1H

O plano de ação é o produto de um planejamento capaz de orientar as diversas ações a serem implementadas. Através da utilização de um plano de ação pode-se identificar as ações, as responsabilidades e prazos para a sua execução, além de

outros aspectos. De acordo com Aguiar (2002), esta ferramenta tem como objetivo “dispor um cronograma de planejamento da execução e/ou de monitoramento de trabalhos ou projetos”.

É um documento de forma organizada que identifica as ações e as responsabilidades de quem irá executar, através de um questionamento, capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas.

O planejamento do cronograma de execução possui os seguintes elementos:

- *What* – O que será feito, ou quais as ações que serão tomadas (contramedidas);
- *How* – Como deverá ser realizada cada tarefa (procedimento).
- *Why* – Por que deverá ser executada determinada tarefa (justificativa);
- *Where* – Onde cada etapa será executada (local);
- *Who* – Quem realizará as tarefas (responsável);
- *When* – Quando cada uma das tarefas deverá ser executada (prazo).

3.6 Considerações Finais.

As ferramentas abordadas nesse capítulo são de extrema relevância para sistematizar a solução de problemas de qualidade, porém, ao primeiro contato, será grande a probabilidade de rejeição por parte das pessoas que farão uso destas. Isto se deve a inúmeros fatores, podendo ser de origem cultural, pessoal entre outros. A forma sistemática que cada ferramenta requer para sua devida utilização pode ser associada também a uma atividade rotineira, tornando desta forma um processo mecânico e fatídico. Tentativas anteriores de implantação que acabaram falhando desencadeiam, também um sentimento de descrédito principalmente nas pessoas com tempo de empresa.

Para minimizar esse impacto ao primeiro contato, a estratégia de atuação será baseada no treinamento das pessoas com exemplos reais, ou seja, serão selecionados alguns problemas relacionados a Montagem e inicializará todo o processo, desde a escolha das ferramentas mais adequadas até a efetivação da eliminação da causa fundamental.

Esse treinamento também servirá como estratégia de implantação, pois uma vez escolhido o problema, analisado e atacado com as devidas ferramentas teremos resultados surpreendentes que servirão como base motivacional para alavancarmos todo o projeto.

4 MODELO PROPOSTO

Nas páginas a seguir será apresentado detalhadamente o modelo proposto para análise e solução de problemas de qualidade do Departamento de Fabricação I da WEG Motores.

4.1 Apresentação Geral do Modelo Proposto

O modelo proposto trata-se de uma sistemática para análise e solução de problemas, utilizando procedimentos padronizados com o auxílio das ferramentas da qualidade.

Existe uma seqüência de atividades a serem realizadas para identificação, análise e solução dos problemas a serem abordados. Para uma eficaz aplicação deste modelo, é necessário que todas as etapas sejam realizadas.

A seguir serão descritos os passos que serão seguidos para a resolução dos problemas, conforme fluxograma exposto na Figura 4.1, identificando as principais atividades, e sugerindo as pessoas a serem envolvidas e ferramentas a serem utilizadas. Como mencionado, trata-se apenas de sugestões, o que não impede o envolvimento de outras pessoas ou utilização de ferramentas diferentes das sugeridas.

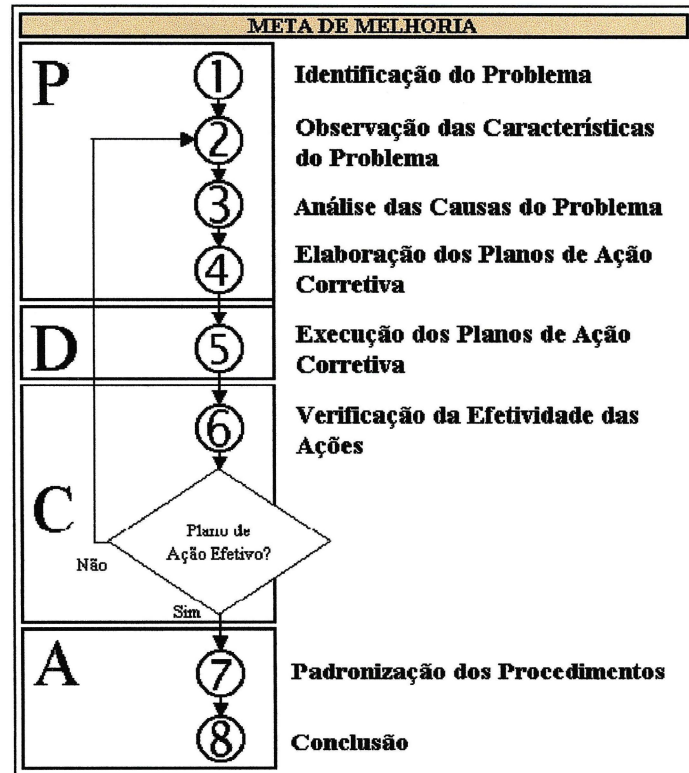


Figura 4 – Ciclo PDCA de Melhorias. (Aguiar, S.).

4.2 Descrição das Etapas do Modelo

O objetivo deste modelo é criar um procedimento padronizado que possa ser utilizado na análise e solução dos principais problemas encontrados no processo de produção. O modelo prescreve todas as etapas com seus objetivos, as atividades a serem realizadas e formação dos grupos de trabalho, assim como indicará as ferramentas que poderão ser utilizadas para facilitar a aplicação pelos responsáveis.

A metodologia adotada segue os princípios do PDCA:

- *Plan* (Planejamento): identificação e observação das características dos problemas, análise das causas e elaboração dos planos de ação corretiva;
- *Do* (Execução): execução dos planos de ação, necessitando que os envolvidos nos grupos de trabalho sejam treinados. Após a implementação dos planos os dados devem ser coletados para que possam fornecer informações sobre o alcance da meta;

- *Check* (Verificação): com o uso dos dados coletados na etapa anterior, pode-se avaliar os resultados obtidos em relação à meta estipulada;
- *Action* (Ação): a ação a ser realizada depende dos resultados obtidos. Caso a meta tenha sido atingida, os procedimentos de vem ser padronizados para a manutenção dos resultados. Caso contrário, deve-se iniciar novamente o ciclo PDCA.

Para que seja alcançada a solução do problema, devem ser seguidas todas as etapas da metodologia, iniciando com a identificação dos principais problemas a serem resolvidos, passando para a análise de suas causas, e finalmente chegando à tomada de decisões sobre quais ações serão implementadas.

A análise dos problemas consiste em buscar uma maneira de filtrar as informações importantes para se chegar às principais causas, para só então elaborar os planos de ação. Uma má realização desta análise pode levar à elaboração de planos de ações que não irão atacar as verdadeiras causas dos problemas, acarretando uma não redução dos mesmos. O tópico a seguir irá mostrar todo o procedimento sugerido para a elaboração de planos de ação, detalhando todas as etapas a serem realizadas.

4.2.1 Identificação do Problema

Nesta fase procura-se definir claramente o problema relacionado à meta, reconhecendo a importância de sua solução.

Depois de listados, os principais problemas devem ser priorizados, em face de sua significância e impacto sobre as expectativas dos clientes, desempenho dos processos, custos de má qualidade e motivação dos colaboradores.

É importante nesta etapa designar a pessoa ou o grupo de trabalho responsável para a solução do problema, assim como estabelecer uma data limite para que a solução seja encontrada.

Uma sugestão é a utilização de indicadores da qualidade destes principais defeitos e colocação do mesmo no chão de fábrica, de modo que os operadores possam ter acesso às informações. A partir do momento que os operadores passam a

ter o conhecimento dos índices, provavelmente eles passarão a preocupar-se com a melhoria dos mesmos.

Dentre as principais atividades a serem desenvolvidas, pode-se destacar:

- Levantamento das opiniões dos clientes internos e externos, avaliando suas necessidades e expectativas;
- Realização de auditorias nos processos da organização;
- Análise dos resultados destas auditorias;
- Análise dos relatórios de não-conformidades internas;
- Análise dos relatórios de não-conformidades no campo;
- Determinação dos principais problemas;
- Priorização dos problemas;
- Nomeação de responsáveis;
- Definição de metas.

Nesta etapa é importante o envolvimento dos chefes de seção, engenheiros e técnicos, que são as pessoas que normalmente estão em contato com os clientes e têm acesso aos indicadores de qualidade dos processos.

Algumas ferramentas sugeridas são:

- Gráfico de Tendência;
- Gráfico de Pareto;
- Gráfico de Controle.

4.2.2 Observação das Características dos Problemas

Nesta fase, procura-se conhecer profundamente o problema, buscando desdobrá-lo em problemas específicos para facilitar a descoberta de suas principais causas. Para aqueles problemas que podem ser desdobráveis, metas específicas podem ser atribuídas. O alcance destas deve ter como consequência o alcance da meta geral.

Uma forma de se aumentar o conhecimento do problema é observá-lo sob vários ângulos, buscando uma maneira de estratificá-lo de acordo com o conhecimento técnico sobre situações relacionadas a ele.

Sugere-se, nesta etapa, que sejam realizadas as seguintes atividades:

- Estratificação dos problemas em problemas específicos;
- Priorização dos problemas específicos;
- Estabelecimento de metas para os problemas específicos, se julgar necessário.

Como precisam ser tomadas decisões importantes a respeito de priorização e definição de metas, é necessário que seja envolvida a alta gerência e chefias, além dos engenheiros e técnicos.

Sugere-se a utilização das seguintes ferramentas:

- Gráfico de Pareto;
- Gráfico de Controle;
- Gráfico de Tendência;
- Folha de Verificação;
- Estratificação;
- Brainstorming;
- Diagrama de Causa e Efeito.

4.2.3 Análise das Causas dos Problemas

Devem ser procuradas todas as causas geradoras dos problemas priorizados. Neste ponto, o conhecimento do funcionamento do processo é imprescindível para a identificação das possíveis causas dos problemas. Portanto, é importante que nesta fase sejam envolvidas todas as pessoas que possam contribuir para a identificação destas causas, envolvendo pessoas de diferentes áreas de atuação.

Algumas atividades que devem ser desenvolvidas nesta etapa são:

- Estudo dos processos;

- Identificação das causas, envolvendo as pessoas que dominam as atividades dos processos;
- Escolha das causas mais prováveis;
- Análise das causas mais prováveis.

Para investigação das causas dos problemas devem ser envolvidas pessoas de diversas seções e ou departamentos, incluindo engenheiros, técnicos, facilitadores e os próprios operadores, que são as pessoas que mais conhecem a sua atividade.

Sugere-se, nesta etapa, a utilização das seguintes ferramentas:

- Estratificação;
- Folha de Verificação;
- Gráfico de Pareto;
- Brainstorming;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Fluxograma;
- Gráfico de Controle.

4.2.4 Elaboração dos Planos de Ação Corretiva

Nesta etapa devem ser estabelecidos os planos de ação, cujo objetivo é o alcance das metas propostas, a partir das causas previamente identificadas.

Deve-se realizar uma reunião de discussão com as pessoas envolvidas. Um cuidado que deve ser tomado é certificar-se de que as ações propostas não venham a produzir efeitos colaterais.

Algumas atividades a serem desenvolvidas são:

- Definição das ações a serem realizadas;
- Definição dos responsáveis pelas ações;
- Estabelecimento de prazos para a conclusão das ações.

É importante que o estabelecimento das ações, responsáveis e prazos de conclusão para cada uma das ações sejam decididos pelo gerente do departamento ou seção envolvido, para que seja repassada ao grupo a importância dada aos problemas.

No entanto, a participação dos engenheiros, técnicos e facilitadores é muito importante no auxílio da formulação dos planos de ação.

Uma ferramenta muito indicada para este caso é a aplicação do 5W1H.

4.2.5 Execução dos Planos de Ação Corretiva

Nesta fase o plano de ação proposto deve ser implementado e os dados coletados para que seja avaliada a sua eficiência na fase de verificação.

Todos os envolvidos na execução dos planos de ação devem receber treinamento para tal. As tarefas a serem executadas devem ser apresentadas claramente ao grupo, que deve aprová-las em consenso. Somente desta maneira haverá um comprometimento de todos os envolvidos.

Deve-se elaborar um cronograma para realização das ações propostas, sendo necessário que, durante a execução dos planos, sejam registradas todas as ações realizadas com seus resultados, juntamente com a data de ocorrência.

Abaixo estão descritas algumas das atividades que devem ser executadas:

- Realização de reuniões para obter o consenso do grupo de trabalho;
- Treinamento dos envolvidos;
- Execução dos planos;
- Coleta de dados.

Estas atividades devem ser executadas pelos membros dos grupos de trabalho, utilizando algumas ferramentas, dentre as quais se propõe:

- Estratificação;
- Folha de Verificação;
- Cronograma;
- Divulgação do Plano de Ação;
- Treinamento.

4.2.6 Verificação da Efetividade das Ações

Com base nos dados coletados na etapa anterior, deve-se verificar a efetividade das ações e o grau de redução dos efeitos indesejáveis. Uma maneira de verificar esta efetividade é realizar uma comparação dos resultados antes e após a execução dos planos de ação. Pode-se avaliar se houve redução ou eliminação do problema.

Caso o resultado tenha sido efetivo, deve-se passar para a etapa de padronização. Caso contrário, se o resultado não foi satisfatório, deve-se certificar se todas as ações foram implementadas conforme o plano. Se as ações foram implementadas e os efeitos indesejáveis continuam, significa que as ações tomadas não foram eficientes. Neste caso, deve-se retornar à etapa de observação do problema.

As atividades a serem desenvolvidas são:

- Comparação dos resultados;
- Verificação da continuidade dos problemas.

Os membros do grupo de trabalho devem realizar as atividades, e se necessário devem solicitar o apoio de engenheiros ou técnicos para obtenção e análise dos dados.

Sugere-se a utilização das seguintes ferramentas:

- Estratificação;
- Folha de Verificação;
- Gráfico de Pareto;
- Gráfico de Controle;
- Histograma;
- Gráfico de Tendência.

4.2.7 Padronização dos Procedimentos

Esta etapa deve ser desenvolvida após uma situação de sucesso no alcance dos objetivos definidos. Deve-se então implementar meios de manutenção dos bons resultados.

Devem ser realizadas as seguintes atividades:

- Elaboração de novo padrão ou alteração do padrão existente;
- Aprovação do novo padrão;

- Comunicação da existência de novo padrão ou da alteração do padrão às pessoas envolvidas no processo, e registro da elaboração ou revisão;
- Educação e treinamento dos envolvidos para adequação ao novo padrão;
- Acompanhamento da utilização.

Neste momento, é importante a aprovação do novo padrão proposto e apresentação do mesmo pela gerência, ao lado da chefia e membros do grupo de trabalho.

4.2.8 Conclusão

Na conclusão do trabalho deve-se realizar uma análise dos problemas remanescentes, relacionando o que foi e o que não foi realizado, assim como destacar os bons resultados obtidos com o objetivo de aumentar a eficiência dos trabalhos futuros.

Devem ser realizadas as seguintes atividades:

- Levantamento dos problemas remanescentes;
- Planejamento de ataque aos problemas remanescentes;
- Reflexão sobre o procedimento adotado na análise e solução dos problemas.

Estas atividades podem ser executadas pelos membros do grupo de trabalho, com a ajuda dos engenheiros e técnicos, sendo sugeridas as seguintes ferramentas:

- Gráfico de Pareto;
- Gráfico de Controle.

5 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Neste capítulo será apresentada a aplicação do modelo proposto, seguindo todas as etapas sugeridas no capítulo anterior, utilizando os dados coletados no período de janeiro a dezembro de 2005. O modelo será desenvolvido sobre o principal problema sistemático observado, considerado crítico pelo Departamento de Fabricação I. Também serão apresentados com mais detalhes o Departamento e as Seções de Bobinagem e Montagem em que o modelo será aplicado.

5.1 Apresentação do Departamento de Fabricação I – WEG Motores

O modelo proposto neste trabalho será aplicado no Departamento de Fabricação I da WEG Motores, que envolve as seções de Bobinagem e Montagem.

O Departamento de Fabricação I, localizado no Parque Fabril I, é responsável pela produção de 4.500 motores/dia entre trifásicos e monofásicos com potências 0,16 a 7,5 cv. Os tamanhos das carcaças, correspondentes à medida da base do motor até o centro do eixo, são de 63, 71, 80, 90 e 100, podendo possuir carcaças de ferro fundido, alumínio ou chapa. O departamento compõe-se das seções de Bobinagem e Montagem.

A variedade de produtos fabricados é muito grande, donde vem a dificuldade de controle dos processos de fabricação. São diversos os tipos de motores produzidos com diversas variações nos seus componentes.

5.1.1 Processo de Bobinagem

A seção de Bobinagem, apresentada no macrofluxo do Apêndice A, é responsável pela fabricação dos estatores bobinados a serem utilizados pelos motores elétricos. Basicamente, um estator bobinado é formado pelos estatores grampeados, constituídos de várias chapas estampadas grampeadas em paralelo, fios esmaltados,

materiais utilizados manter os fios isolados dos estatores e verniz de impregnação. Existem também outros componentes adicionais que podem ser utilizados para os diversos tipos de motores dependendo das especialidades.

Na seção de Bobinagem são realizados três processos básicos, divididos em:

- inserção das bobinas no estator: responsável pelo isolamento das ranhuras do estator, fabricação das bobinas com fio de coberto esmaltado, inserção das bobinas no estator e a prensagem intermediária para a conformação das cabeças de bobina;
- bandejamento do estator: responsável pelo isolamento das bobinas, ligação do motor, conexão dos cabos, realização da solda das conexões, isolamento de solda, prensagem das bobinas e teste final;
- impregnação: responsável pela imersão dos estatores no verniz e a cura em estufa, para garantir maior rigidez mecânica ao estator bobinado.

O processo de impregnação é a última atividade realizada na Bobinagem. A partir daí inicia-se o processo de montagem do motor.

Em termos de processos utilizados, pode-se dizer que os centros de inserção são quase totalmente automatizados, enquanto que as linhas de bandagem dependem muito da habilidade e concentração dos operadores, por tratar-se em sua maioria de processos manuais.

5.1.2 Processo de Montagem

Como o próprio nome diz, esta seção é responsável pela montagem dos motores elétricos. Nesta etapa são agregados vários tipos de componentes ao produto, dentre os quais podem-se destacar os fornecidos por fornecedores internos, como estatores bobinados, rotores, carcaças, tampas, caixas de ligação, tinta, entre outros, e os fornecidos por fornecedores externos, como cabos de ligação, ventiladores, parafusos, etc. No Apêndice B é apresentado um macrofluxo simplificado do processo de Montagem, considerando as operações utilizadas na maioria dos motores.

Na seção de Montagem está dividida em cinco processos básicos, sendo estes subdivididos ainda em outros processos, como disposto abaixo:

- prensagem do estator: responsável pela lavagem dos componentes do motor, prensagem da carcaça no estator (carcaça de ferro fundido ou de chapa) ou colocação da carcaça à quente (carcaça de alumínio), usinagem da carcaça de alumínio, montagem da placa de bornes e preparação da caixa de ligação;
- logística da seção: responsável pelo recebimento, controle e distribuição dos materiais entregues na seção de montagem;
- início de linha de montagem: responsável pela montagem e teste dos motores;
- final de linha de montagem: responsável pela pintura e embalagem dos motores;
- montagem especial: responsável pela montagem de motores especiais e motores com planos de pintura especiais.

A seção de Montagem tem por objetivo montar o motor e enviá-lo à expedição, aplicando ao motor todos os componentes necessários, de acordo com suas especificações de produto, desenhos, normas, entre outros.

Em sua maioria, devido à grande diversidade de produtos montados, o processo de montagem é composto por operações que, similarmente às linhas de bandagem da bobinagem, dependem da habilidade e concentração dos operadores, por tratar-se de processos não automatizados.

5.2 Descrição da Aplicação do Modelo

Para aplicação do modelo, serão considerados os defeitos detectados na cabine de testes da montagem, cujos registros encontram-se no banco de dados do programa Cabine. Atualmente, todos os motores montados são ensaiados na cabine de testes das linhas de montagem, onde se realiza um teste a vazio, aplica-se uma alta tensão alternada para verificar se o motor apresenta fuga de corrente, verifica-se o sentido de

rotação, avalia-se através da audição se o motor apresenta ruído (depende da experiência do testador) e realiza-se uma inspeção visual no motor montado.

Neste ponto são registrados os defeitos verificados, anotando-se o defeito, o componente que apresentou o defeito e um detalhe adicional visando identificar a não conformidade de uma maneira bem completa. No modelo utilizado também são anotados o item do motor, a linha de montagem, o turno e a quantidade de defeitos. Em seguida todos estes apontamentos são repassados pelo analista da qualidade para uma base de dados através do programa Cabine, juntamente com a produção total da Fábrica por turno de trabalho.

Desta maneira, no momento de análise dos dados, pode-se realizar a estratificação pelas características detalhadas acima e outras características que podem ser obtidas de outros programas utilizados pela empresa. Através do item do motor, podem ser buscadas informações como carcaça, polaridade, material da carcaça, classe de isolamento do motor, entre outras.

A seguir será apresentada a aplicação do modelo proposto com base nos principais problemas internos existentes atualmente no Departamento de Fabricação I, considerando os defeitos de bobinagem e montagem. Os problemas detalhados são realmente os que acontecem com maior frequência, porém, para manter a privacidade da empresa, os índices utilizados no estudo não são os valores reais.

5.2.1 Identificação do Problema

O problema consiste no aumento do índice de defeitos internos verificado nos últimos anos, conforme pode ser verificado na Figura 5.1. Este aumento pode ser uma combinação de vários fatores, como aumento de produção, elevado número de produtos especiais, falta de treinamento, entre outros fatores, o que se resume em falta de controle do processo de produção.

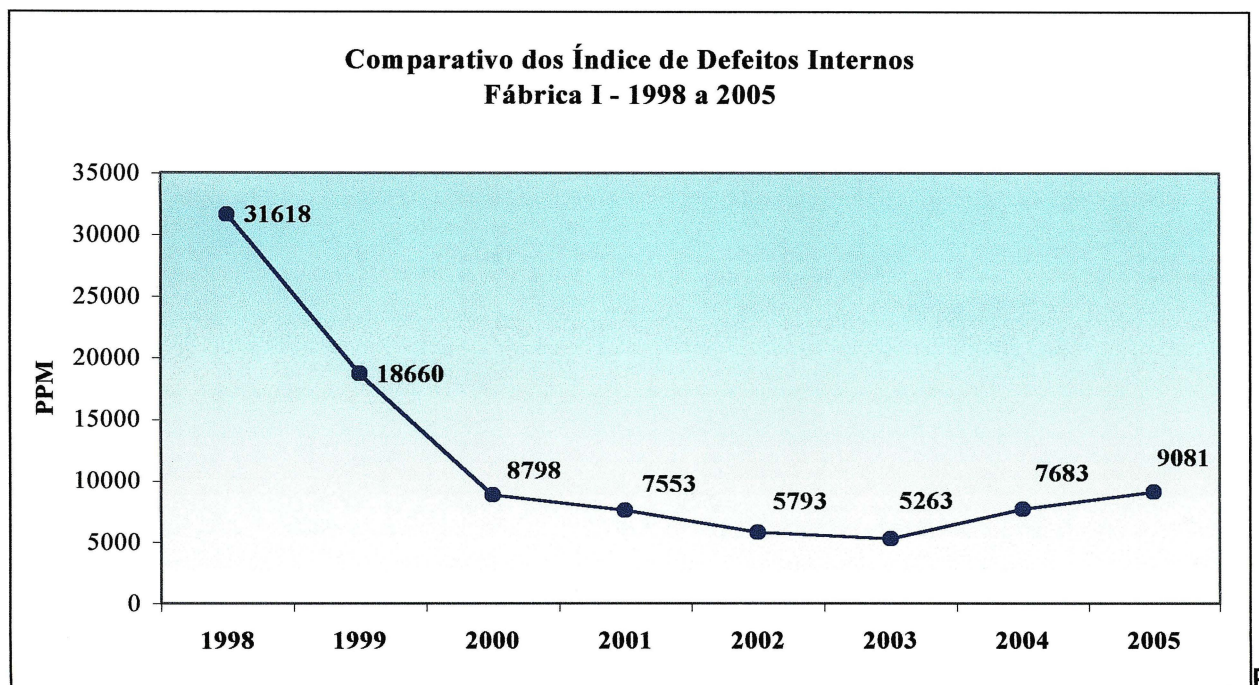


figura 5.1 – Evolução Anual dos Índices de Não Qualidade

Realizando uma análise macro dos problemas registrados no período de janeiro a dezembro de 2005, chegamos a alguns principais problemas, envolvendo problemas de bobinagem e montagem, os quais estão expostos em forma de Pareto na Figura 5.2.

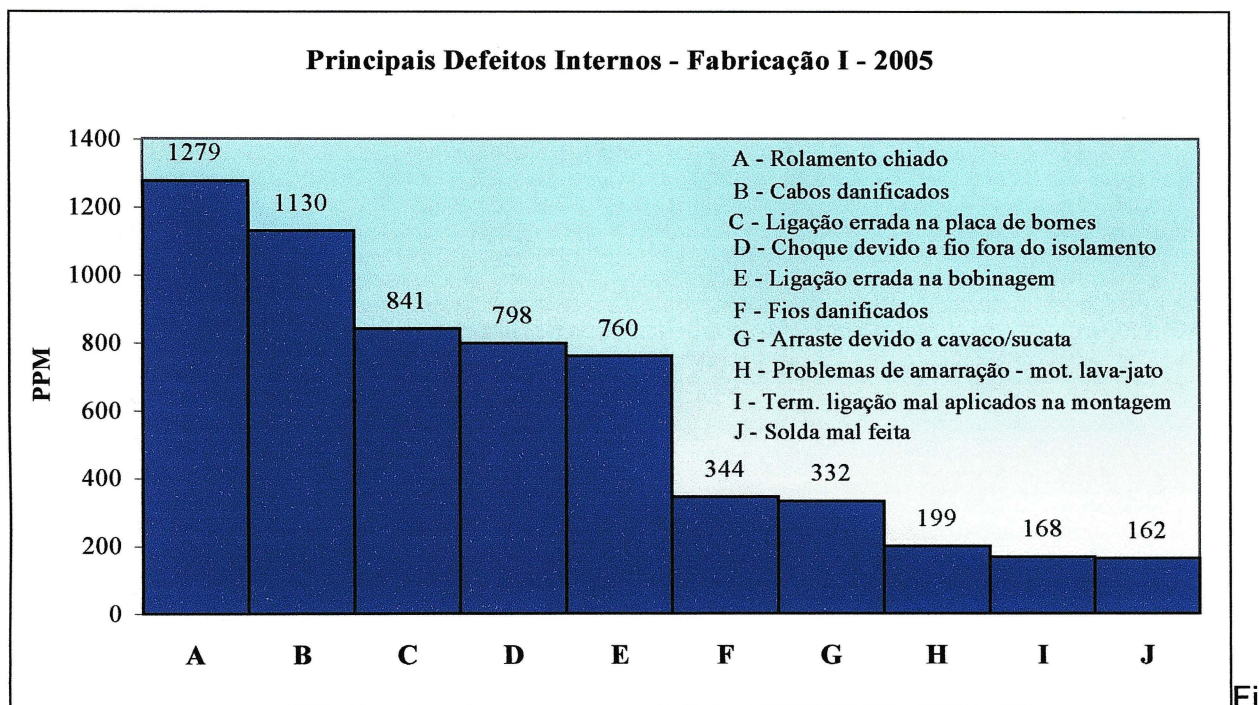


Figura 5.2 – Principais Problemas Verificados no Departamento de Fabricação I

Deve-se verificar se estes problemas são sistemáticos ou pontuais. Podem acontecer casos em que um defeito pontual ocorrido em um grande número de motores venha a causar falsas interpretações. Uma ferramenta importante para realizar esta verificação é o gráfico de tendência. Foi realizada esta verificação, conforme mostrado na Figura 5.3, onde os defeitos são:

- A: Rolamento chiado;
- B: Cabos danificados;
- C: Ligação errada na placa de bornes;
- D: Choque devido a fio fora do isolamento;
- E: Ligação errada na bobinagem;
- F: Fios danificados;
- G: Arraste devido a cavaco/sucata de ferro fundido.

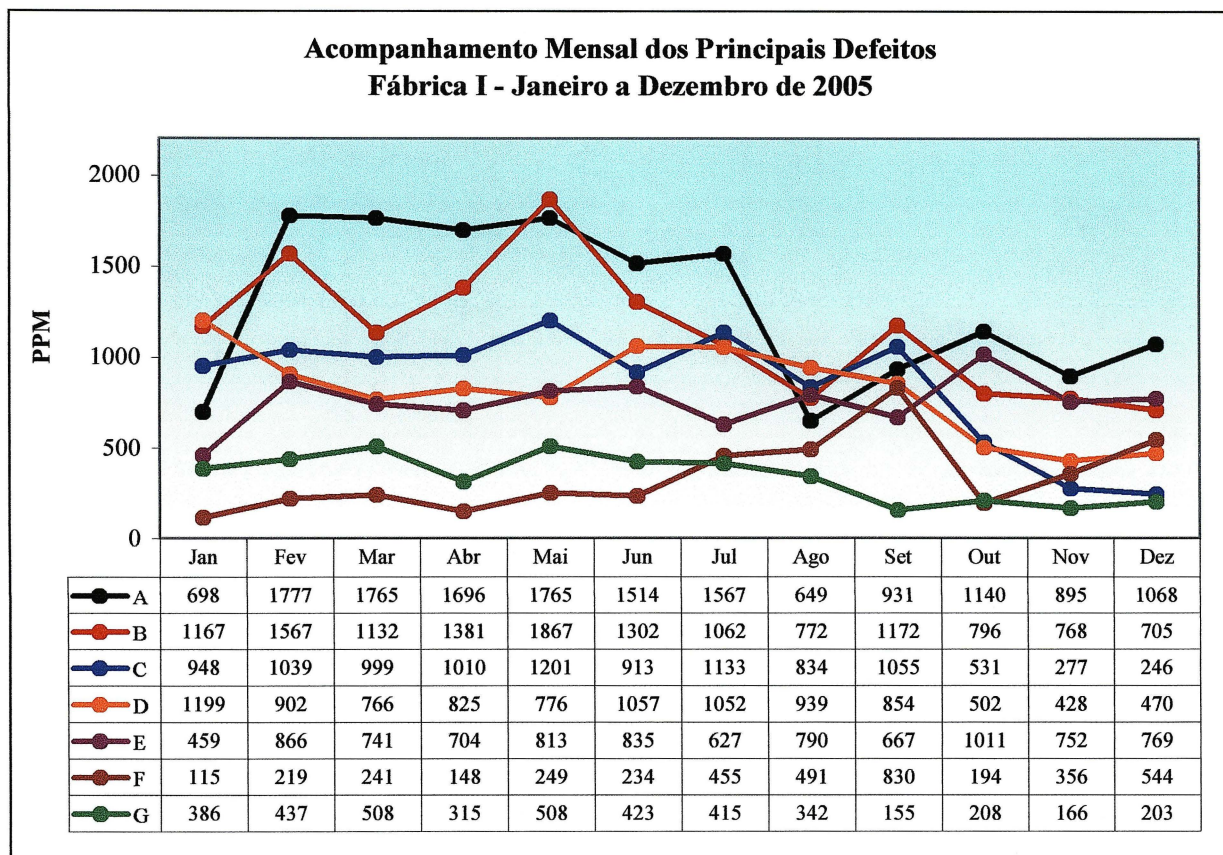


Figura 5.3 – Acompanhamento Mensal dos Principais Defeitos da Fábrica I

Com base nos principais problemas verificados, foi realizado um diagnóstico que submetido à aprovação dos gerentes do departamento de Fabricação I e do departamento de Controle da Qualidade.

A partir de uma reunião envolvendo pessoas do departamento de Fabricação, Controle de Qualidade e Engenharia Industrial (Processos) foi decidido que deveriam ser elaborados planos de ação para os sete principais problemas detectados nas cabines de testes. Verificou-se que não havia correlação entre os principais defeitos considerados.

Como pode ser verificado no gráfico da Figura 5.3, nota-se uma redução dos defeitos a partir de agosto. Esta redução ocorreu devido à realização de reuniões diárias da qualidade envolvendo pessoas de vários níveis, inclusive e principalmente os

operadores das atividades que apresentassem maior quantidade de problemas. Estas reuniões despertaram os operadores no que diz respeito à qualidade.

Quanto ao problema de ligação errada na placa de bornes, ocorreu uma grande redução a partir de agosto devido à implantação de um dispositivo de teste para detecção do problema. Entretanto, optou-se por acompanhar este problema para verificar a eficiência do teste.

Determinados os principais problemas, foram determinados pelo gerente da Fábrica os grupos de trabalho e os respectivos coordenadores de cada plano a ser elaborado para cada um dos problemas a serem atacados, assim como uma meta a ser alcançada.

Em paralelo, foram elaborados indicadores com os principais problemas de qualidade para serem disponibilizados nas seções, de acordo com o local de ocorrência dos defeitos. Os defeitos ocorridos, com o respectivo índice em PPM, são registrados diariamente em um gráfico de tendência, assim como o índice acumulado do ano até o momento. O principal objetivo destes indicadores é fazer com que os operadores tenham acesso às informações e tenham maiores cuidados durante as operações, o que possivelmente provocará uma redução dos problemas ocasionados por erro operacional. O índice em PPM é calculado considerando-se a produção total por turno do departamento

5.2.2 Observação das Características dos Problemas

Nesta fase foram estudados separadamente todos os principais problemas, procurando descobrir algumas características importantes para a focalização do problema.

A partir dos dados registrados em todo o ano, foi realizada uma estratificação destes defeitos considerando diversas variáveis, dentre elas:

- Seção de origem;
- Turno;
- Linha;

- Carcaça;
- Polaridade;
- Classe de isolamento.

Para mostrar a proposta deste trabalho, a metodologia será desenvolvida sobre o problema de rolamento chiado, servindo como exemplo para o desenvolvimento da mesma metodologia para os outros problemas.

Realizou-se uma estratificação dos problemas levando-se em consideração algumas das características acima, dentre elas, turno, linha e carcaça. Os resultados encontram-se na Figura 5.4, Figura 5.5, Figura 5.6 e Figura 5.7.

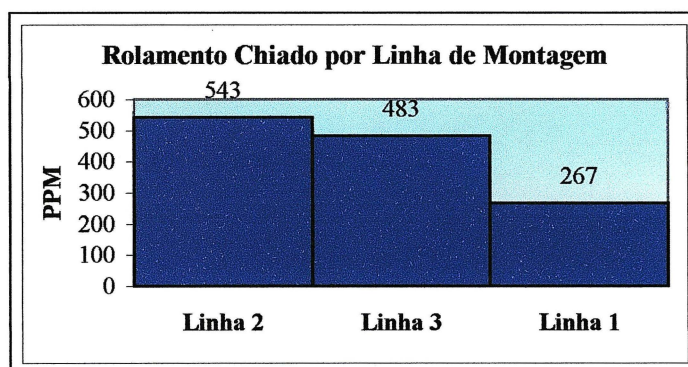


Figura 5.4 – Estratificação do Rolamento Chiado por Linha de Montagem

Pôde-se verificar que os casos acontecem principalmente nas linhas 2 e 3, as quais possuem processo de fechamento das tampas dos motores manual. Na linha 1, as tampas são fechadas através de prensa pneumática.

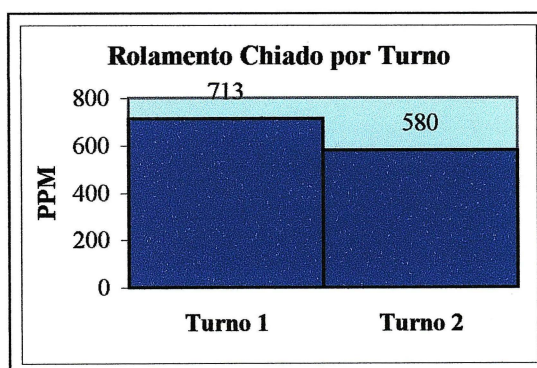


Figura 5.5 – Estratificação do Rolamento Chiado por Turno

Realizando a estratificação por turno, nota-se uma pequena diferença, o que não chega a identificar esta característica como sendo a responsável pelo alto índice de defeitos. Porém, como ação corretiva, recomenda-se intensificar o treinamento aos operadores.

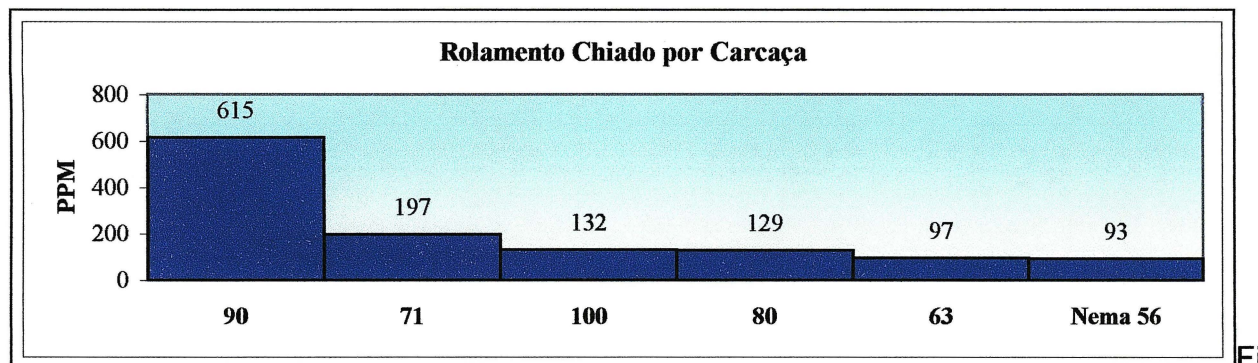


Figura 5.6 – Estratificação do Rolamento Chiado por Carçaça

Conforme observado na Figura 5.6, nota-se claramente que o problema ocorre principalmente em motores da carçaça 90.

Resumindo, pôde-se verificar a influência de algumas características no problema. Nota-se que acontece com maior freqüência nas linhas 2 e 3, carçaça 90. A princípio, devem-se focar os estudos nestas características.

Foi também realizada uma verificação no processo de montagem e colhidas algumas informações com os operadores, facilitadores e técnicos. Foram levantadas algumas observações baseadas na experiência adquirida no dia-a-dia, além daquelas já obtidas através dos dados. Foi informado que:

- Os defeitos acontecem mais nos rolamentos de um fornecedor específico (existem dois fornecedores);
- As carçaças de alumínio com tampas de ferro fundido apresentam grande ocorrência de rolamento chiado.

Após a realização das observações, e conseqüente aumento do conhecimento do processo, deve-se passar para a etapa de análise das causas.

5.2.3 Análise das Causas dos Problemas

Nesta etapa do processo de planejamento, os responsáveis pela elaboração do plano de ação para o problema de rolamento chiado realizaram uma reunião envolvendo pessoal do departamento de Fabricação, Controle da Qualidade e Engenharia Industrial, na busca pelas possíveis causas do problema.

Durante a reunião, foi realizado um *brainstorming*, onde foram levantadas todas as causas consideradas possíveis de ocasionarem o efeito indesejável, neste caso, o rolamento chiado. Foram levantadas as seguintes possíveis causas:

- Rolamento não conforme;
- Armazenamento e transporte dos rolamentos inadequados;
- Ferramentas utilizadas para prensar os rolamentos no eixo em más condições de uso;
- Diâmetro do assento do rolamento na tampa fora do especificado;
- Diâmetro do encaixe da tampa na carcaça fora do especificado;
- Assento do rolamento na tampa fora de concentricidade com o diâmetro do encaixe;
- Diâmetro do encaixe da carcaça (alumínio e ferro fundido) fora do especificado;
- Diâmetro do assento do rolamento no eixo fora do especificado;
- Danificação do rolamento durante o manuseio do rotor completo (antes de fechar as tampas);
- Realização do fechamento das tampas do motor com as mesmas desalinhadas;
- Força excessiva ao fechar as tampas no processo manual (linhas 2 e 3);
- Possibilidade de danificação do rolamento no momento de colocação do pino elástico, através de martelo, utilizado para fixação do ventilador;
- Graxa sólida nos rolamentos.

Em seguida foram discutidas as causas mais prováveis de ocasionarem rolamento chiado, sendo escolhidas:

- Armazenamento e transporte dos rolamentos inadequados;
- Ferramentas utilizadas para prensar os rolamentos no eixo em más condições de uso;
- Diâmetro do assento do rolamento na tampa fora do especificado;
- Diâmetro do encaixe da tampa na carcaça fora do especificado;
- Assento do rolamento na tampa fora de concentricidade com o diâmetro do encaixe;
- Diâmetro do encaixe da carcaça (alumínio e ferro fundido) fora do especificado;
- Diâmetro do assento do rolamento no eixo fora do especificado;
- Realização do fechamento das tampas do motor com as mesmas desalinhadas;
- Força excessiva ao fechar as tampas no processo manual (linhas 2 e 3);

Neste momento, é importante que sejam coletados novos dados focalizando a atenção nas causas consideradas mais prováveis. Resolveu-se elaborar então os planos de ação de forma que estes estudos também fizessem parte do mesmo, ao mesmo tempo fazendo um acompanhamento dos dados coletados.

5.2.4 Elaboração dos Planos de Ação Corretiva

Em função das causas determinadas na etapa anterior, o coordenador reuniu os integrantes do grupo de trabalho, sendo então realizado o plano de ação para o problema de rolamento chiado. Foi utilizada a ferramenta 5W1H, sendo determinadas as ações a serem tomadas, responsáveis e prazo para conclusão. O objetivo do plano é chegar a um índice inferior à meta estipulada pelo gerente do departamento de Fabricação.

A seguir, conforme Quadro 1, encontra-se o plano de ações elaborado para o problema de rolamento chiado.

Problema: Rolamento Chiado Objetivo/Meta: 700 PPM (2005 – 1279 PPM)		G.T.: Rodrigo, Cristian, Gustavo Coordenador: Rodrigo		
O QUE	COMO	POR QUE	QUEM	QUANDO
Avaliar a necessidade de manutenção ou reprojeção dos dispositivos utilizados para pensar os rolamentos no eixo.	Verificando se os mesmos encontram-se em boas condições de uso e avaliando se as dimensões projetadas garantem a realização da operação sem danificações nos rolamentos.	Para evitar que os rolamentos sejam danificados devido ao uso de dispositivos mal dimensionados ou mal conservados.	Rodrigo, Cristian	Abril
Avaliar as dimensões (carcaça 90): - Diâmetro do assento do rolamento na tampa; - Diâmetro do assento do rolamento no eixo; - Diâmetro do encaixe da carcaça; - Diâmetro do encaixe da tampa. - Concentricidade entre o encaixe e o assento do rolamento da tampa.	Através da realização de inspeções nas dimensões mencionadas, a partir dos valores declarados nas especificações e comparando estes com os recomendados pelos fornecedores.	Para verificar se os componentes atendem às dimensões especificadas.	Rodrigo, Cristian, Gustavo	Junho
Verificar os procedimentos de armazenamento, manuseio e montagem recomendados pelos fornecedores, e confrontá-los com os procedimentos utilizados pela WEG.	Estudando os manuais oferecidos e/ou entrando em contato com os fornecedores.	Para evitar possíveis danos nos rolamentos devido a problemas nos procedimentos utilizados no armazenamento, manuseio e montagem.	Rodrigo, Cristian	Agosto
Estudar a viabilidade de implantação de prensas para o fechamento das tampas nas linhas 2 e 3.	Avaliando a relação custo/benefício do sistema proposto.	Para eliminar a operação de fechamento das tampas com bucha e martelo.	Rodrigo, Cristian	Setembro

Quadro 1: Planos de Ação para o Problema de Rolamento Chiado

da efetividade das ações, padronização dos procedimentos e conclusão. Entretanto, os passos a serem seguidos são os descritos no Capítulo 4 (Modelo Proposto), mais especificamente nos subitens 4.2.6, 4.2.7 e 4.2.8.

5.3 Avaliação do Modelo

De uma maneira geral, o modelo proposto pode ser utilizado para a resolução de problemas de várias naturezas, não sendo aplicado apenas para problemas de qualidade em produtos, mas também para otimização de outras características, como custos, projetos, entre outras.

Um ponto forte do modelo é o envolvimento de todos os setores vinculados ao departamento de fabricação, desde os processos de produção até as áreas de apoio, fazendo com que haja uma grande troca de experiências e mobilizando os envolvidos em busca de melhores índices de qualidade. Esta troca de informações permitiu a obtenção de um conhecimento mais aprofundado dos processos, facilitando o seu controle.

Um ponto muito importante a ser destacado na aplicação deste modelo, considerado essencial para a redução dos índices de não conformidades, é que não se devem pular etapas. Caso isto aconteça, provavelmente haverá o comprometimento de todo o modelo, pois provavelmente os planos de ação não serão bem elaborados, e conseqüentemente não haverá redução dos problemas.

Por outro lado, se as etapas forem cumpridas na seqüência especificada, e se houver a participação de várias áreas no desenvolvimento do trabalho, as chances de diminuição dos índices de problemas são muito elevadas, visto que as ações tomadas estarão focadas nas verdadeiras causas dos problemas.

6 CONCLUSÕES

Será feita a seguir uma análise do trabalho desenvolvido, buscando descrever as principais vantagens e desvantagens do modelo e se foram atingidos os objetivos. Também serão realizadas algumas recomendações para trabalhos futuros.

6.1 Considerações Preliminares

Verificou-se que a utilização da metodologia proposta, através da aplicação do ciclo PDCA com o auxílio das ferramentas da qualidade é bastante eficiente na busca de soluções para problemas de qualidade, se seguidas todas as etapas e com o envolvimento de pessoas de diferentes seções ou departamentos.

Com o desenvolver da atividade, foram adquiridos maiores conhecimentos dos processos e verificou-se uma maior interação interdepartamental, onde ficou claro que a troca de informações é fundamental para a busca de soluções devido à diferença de pontos de vista das diferentes pessoas envolvidas.

A maior vantagem da aplicação do método proposto é o envolvimento de pessoas de diferentes áreas e estudo aprofundado dos processos em busca das principais causas dos problemas. O registro das ações executadas durante todo o desenvolver da metodologia facilitam a compreensão do processo e a busca das causas, evitando que possíveis erros de observação dos problemas voltem a ser cometidos em trabalhos futuros.

Um obstáculo verificado é a resistência de algumas pessoas em relação à metodologia proposta. Infelizmente, ainda existem pessoas que não acreditam em todo este processo de estudo das causas, muitas vezes por ser um processo cansativo e demorado, podendo algumas vezes não ser alcançado o resultado almejado. O objetivo é que, com o tempo e com a confirmação de bons resultados, este obstáculo venha a ser eliminado.

6.2 Conclusões

O documento deve servir como instrumento de apoio a novos estudos que venham a ser realizado neste sentido, sugerindo métodos de análise e orientando quanto à escolha da ferramenta a ser utilizada para cada tipo de problema.

Resumidamente, pode-se afirmar que o objetivo geral do trabalho foi atingido, considerando-se que o modelo desenvolvido mostra-se eficiente para a análise e solução dos problemas de qualidade do Departamento de Fabricação I da WEG Motores.

Com referência aos objetivos específicos, como os planos de ação elaborados ainda encontram-se em andamento, não foi possível verificar a eficácia das ações em função dos dados coletados. Entretanto, verificou-se que pelo simples fato de tornar público aos operadores de chão de fábrica os índices de defeitos internos, houve uma pequena redução dos mesmos, ocorrida provavelmente devido à diminuição dos erros operacionais. Em outras palavras, houve maior comprometimento dos operadores com a qualidade a partir do momento que os mesmos passaram a tomar conhecimento do índice de defeitos gerados nas linhas de produção.

6.3 Recomendações para Trabalhos Futuros

Inicialmente, sugere-se que seja dada continuidade ao trabalho iniciado, prosseguindo com a execução dos planos de ação elaborados e verificando os resultados atingidos, assim como aplicando o modelo para os demais problemas de qualidade considerados críticos para o departamento.

Sugere-se também a utilização deste método para a análise periódica dos problemas de qualidade verificados nos produtos dos demais departamentos de fabricação, caso seja verificado o interesse, principalmente na elaboração dos planos de ação corretiva departamentais, desde a elaboração dos diagnósticos dos principais problemas até a execução dos planos de ação elaborados.

Outra recomendação é a utilização da metodologia pelas áreas administrativas, para que sejam determinados os principais problemas verificados em cada área, objetivando a descoberta das causas e redução dos problemas com origem na especificação, projeto e logística dos produtos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BROCKA, B. **Gerenciamento da qualidade: Implementando TQM, passo a passo, através dos processos e ferramentas recomendadas por Juran, Deming, Crosby e outros mestres**. São Paulo: Markon Books, 1994.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro: José Olympio: 1986.

DEMING, W. E. **Dr. Deming: O americano que ensinou a qualidade total aos japoneses**. Rio de Janeiro: Record, 1993.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron Books.1994.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade total: a maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JURAN, J. M. **Controle da qualidade handbook**. Vol. VI. São Paulo: Makron Books, 1992.

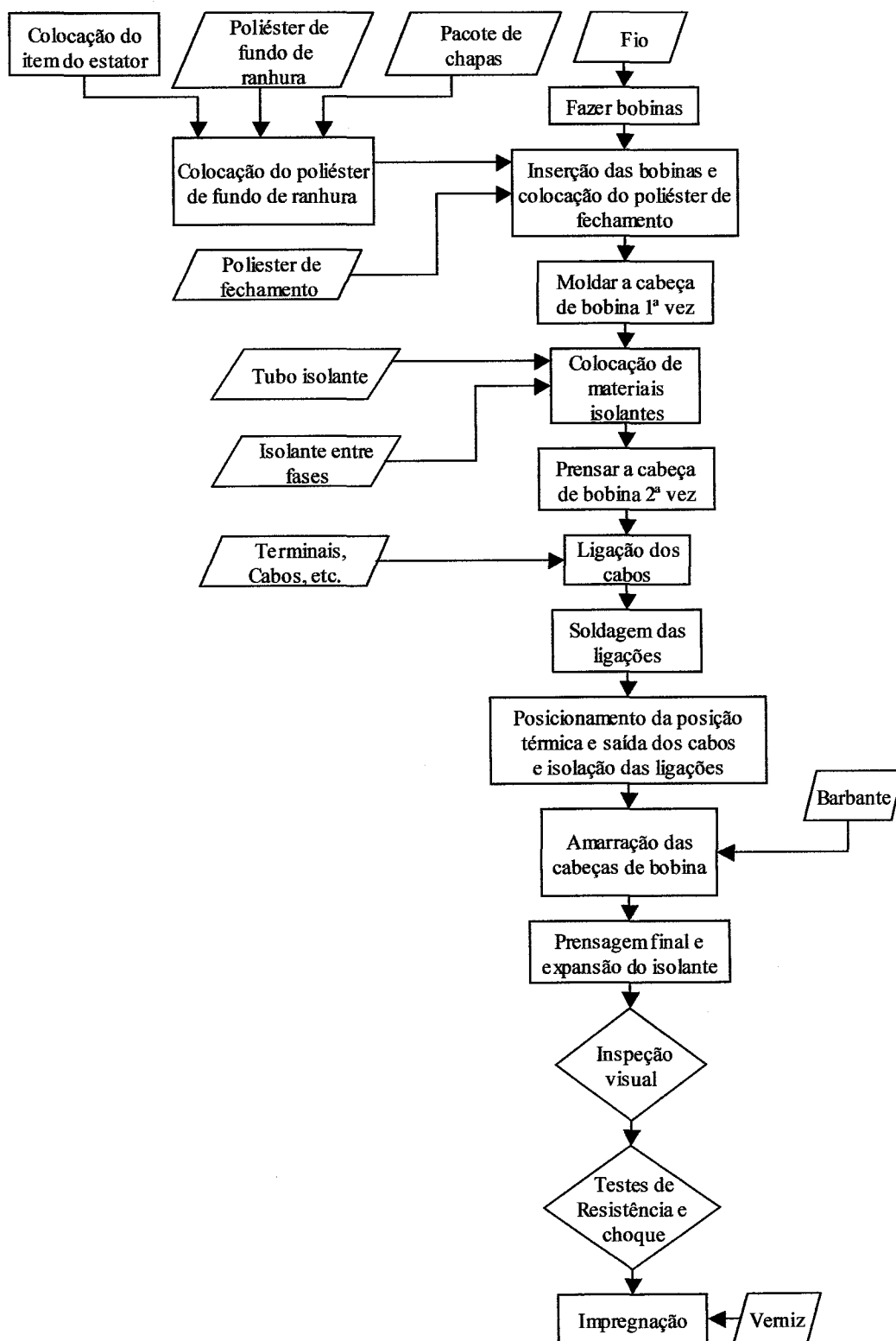
OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. São Paulo: Pioneira,1995.

PALADINI, E. P. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente.** São Paulo: Atlas, 1990.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: 1995.

WILLIAMS, R. L. **Como implementar a qualidade total na sua empresa.** Rio de Janeiro: Campus, 1995.

APÊNDICE A – Macrofluxo do Processo de Bobinagem



APÊNDICE B – Macrofluxo do Processo de Montagem

