IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA PARA GARANTIA DA QUALIDADE DO PRODUTO EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Thiago Franca Neves

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Maria de Fátima Bianco Corrêa

Marcos Martins Borges, DSc

Rodrigo Martins Brum

JUIZ DE FORA, MG – BRASIL

JUNHO DE 2007

NEVES, THIAGO FRANCA

Importância da utilização do Ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística [Minas Gerais] 2007

IX, 56 p. 29,7 cm (EPD/UFJF, Graduação Engenharia de Produção, 2007)

Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção

1. Qualidade
2. Ciclo PDCA

I. EPD/UFJF II. Título (série)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado tudo o que precisei para chegar até aqui e ter me permitido vencer mais essa etapa.

Agradeço também a meus familiares e amigos que sempre me apoiaram nessa caminhada. Especialmente, meus agradecimentos a meus pais, minha irmã e minha namorada, por todo suporte e compreensão em todo esse tempo de faculdade.

Gostaria de agradecer também a DaimlerChrysler do Brasil Ltda., pelas informações e pelo aprendizado ao longo desses últimos anos. Em especial à minha colega de estágio Renata Lima, por tantos dados compartilhados.

Por fim, aos meus orientadores e professores que contribuíram, pela paciência, sugestões e críticas, que me direcionaram para que chegasse nesse ponto.

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia de Produção.

IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA PARA GARANTIA DA QUALIDADE DO PRODUTO EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Thiago Franca Neves

Julho/2007

Orientadora: Maria de Fátima Bianco Corrêa

Curso: Engenharia de Produção

Um dos grandes desafios das empresas hoje em dia é manter processos e produtos padronizados para que se possa chegar ao maior índice de qualidade e produtividade com a menor perda possível. A melhor maneira de obter tais índices é a utilização de métodos de melhorias contínuas. Dentre os vários métodos, destaca-se o Ciclo PDCA (do inglês: *Plan, Do, Check, Act*) que se mostra eficaz e rápido na resolução de problemas. Essa metodologia é uma maneira simples e eficaz de planejar, colocar em prática, controlar e agir sobre as falhas, para que se chegue à meta estabelecida e pode ser utilizada tanto para a manutenção (também chamada de SDCA, do inglês *Standard*, *Do*, *Check*, *Action*) quanto para a melhoria das diretrizes de controle de um processo. O giro do ciclo PDCA deve ser feito constantemente, trazendo resultados de melhoria contínua para os processos e, conseqüentemente para a organização. Este estudo procura demonstrar a importância da utilização do Ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística. Para contextualização do tema, será ilustrado um estudo de caso do tema em indústria do ramo, com seu respectivo modelo de implantação e aplicação.

Palavras-chaves: Qualidade, Produtividade, Melhoria Contínua, Ciclo PDCA, Indústria Automobilística.

Abstract of the monograph presented to the Coordination of the Production Engineering Course as part of the necessary requirements for graduating in Production Engineering.

THE IMPORTANCE OF THE USE OF PDCA CYCLE FOR PRODUCT QUALITY'S ASSURANCE IN AN AUTOMOBILE INDUSTRY

Thiago Franca Neves

July/2007

Advisors: Maria de Fátima Bianco Corrêa

Course: Production Engineering

One of the great challenges for companies nowadays is to keep processes and products standardized, to reach the highest quality and productivity indexes with lower loss possible. The best way to get such indexes is to use continuous improvements methods. Amongst some methods stand out the PDCA Cycle (Plan, Do, Check, Action) that reveals it self to be efficient and fast solving problems. This methodology is a simple and efficient way to plan, to practice, to control and to act on the fails, so as to reach the established goal and it can be also used for maintenance (also called SDCA: of Standard, Do, Check, Action) as for improvement of a process controlling direction lines. The PDCA cycle turning must be made constantly bringing in results of continuous improvement for production processes and, consequently, for the companie's organization. This study tries to demonstrate the importance of using the PDCA Cycle for product quality assurance in an automobile industry. For the subject context it will be illustrated a case study about the subject in branch industry with its respective model of implantation and application.

Key-Words: Quality, Productivity, Continuous Improvement, PDCA Cycle, Automobile Industry.

SUMÁRIO

Capítulo I – INTRODUCAO 1

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1
1.2. OBJETIVOS 1
1.3. JUSTIFICATIVAS 1
1.4. CONDIÇÕES DE CONTORNO 1
1.5. METODOLOGIA 2

Capítulo II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3

2.1. QUALIDADE 3
2.2. PROCESSOS 10
2.2.1. Estratificação 12
2.2.2. Diagrama de causa e efeito 12
2.2.3. Histograma 13
2.2.4. Gráfico de Pareto 14
2.2.5. Folhas de Verificação 15
2.2.6. Gráficos de Controle 16
2.2.7. Diagrama de Dispersão 16
2.2.8. Fluxogramas 17
2.3. O CICLO PDCA 19

Capítulo III - APLICAÇÃO DO CICLO PDCA À INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA 25

3.1. DAIMLERCHRYSLER DO BRASIL LTDA. 26
3.2. UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA NA DCBR - JF 27
3.2.1. Classificação das falhas 30
3.3. A/MC – MONTAGEM BRUTA 30

CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS 44

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casa da Qualidade 6
Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito 13
Figura 3 - Histogramas e limites de especificação 14
Figura 4 - Gráfico de Pareto 15
Figura 5 - Checklist da linha de pintura 15
Figura 6 - Gráficos de controle 16
Figura 7 - Diagramas de Dispersão 17
Figura 8 - Fluxograma 18
Figura 9 - Fases do Ciclo PDCA 19
Figura 10 - Ciclo PDCA de melhoria 22
Figura 11 - Comparação das fases do Ciclo PDCA com as etapas do MASP e, as ferramentas da qualidade recomendadas para cada etapa 23
Figura 12 - Complexidade do giro do PDCA de acordo com o tempo 24
Figura 13 - Sistema de Gestão DCBR 27
Figura 14 - Níveis de detecção de falha DCBR 29
Figura 15 - Esquema Linha 1 31
Figura 16 - Estrutura ao sair da Linha 1 31
Figura 17 - Esquema Linha 2 32
Figura 18 - Estrutura ao sair da Linha 2 32
Figura 19 - Esquema Linha 3 33
Figura 20 - Estrutura ao sair da Linha 3 33
Figura 21 - Fluxo Macro Montagem Bruta 34
Figura 22 - Transformação do produto na Montagem Bruta 34
Figura 23 - Diagrama de Ishkawa – Soldagem da Carroçaria 41
Figura 24 - Estrutura ao sair da estação 20 - *Vorbal* - e seus pontos críticos 42
Figura 25 - Melhoria na porcentagem de pontos furados na Estação 20, da Linha 1 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das eras da qualidade 8
Tabela 2 - Transformação das Características de Qualidade em Itens de Controle 11
Tabela 3: Defeitos e impactos nos clientes – Pontos de solda 36
Tabela 4 - Defeitos e impactos nos clientes – Pinos 36
Tabela 5 - Defeitos e impactos nos clientes – Dimensional da carroçaria 37
Tabela 6 - Defeitos e impactos nos clientes – Ajuste das partes móveis 37
Tabela 7 - Defeitos e impactos nos clientes – Cola 37
Tabela 8 - Defeitos e impactos nos clientes – Superfície 38

LISTA DE SIGLAS

A/EQ	Departamento de Engenharia do Produto e Gestão da Qualidade
A/LC	Logística e Compras
A/MC	Departamento de Montagem Bruta e Pintura
A/MF	Departamento de Montagem Final
A/PF	Departamento de Planejamento de Fábrica
APA	*Ausführung Produktion Audit* (Auditoria do Produto Acabado)
BPA	*Bereich Produktion Audit* (Auditoria Local do Produto)
CCJ	Departamento de *Controlling* e Organização
CKD	*Completely Knocked Down* (Desmontado em blocos)
DBCR	DaimlerChrysler do Brasil Ltda.
H/JP	Recursos Humanos
IMS	Sistema Integrado de Gestão
ISO	*Internacional Standardization Organization*
OHSAS	*Occupation Health and Safety Assessment Series Specification* – Série de Especificações para Avaliação da Saúde e da Segurança
PDCA	*Plan* (Planejar)/ *Do* (Fazer)/ *Check*(Checar)/ *Act*(Agir)
PFZ	Portal Falha Zero
PSP	Processo de Solução de Problemas
SDCA	*Standard* (Padronizar)/ *Do* (Fazer)/ *Check*(Checar)/ *Act*(Agir)
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SGSSO	Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional
SIG	Sistema de Indicadores Gerenciais
SPJ	Sistema de Produção de Juiz de Fora
TQC	*Total Quality Control* – Controle da Qualidade Total

Capítulo I – INTRODUCAO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A qualidade hoje é fundamental para a sobrevivência e crescimento de qualquer empresa. O monitoramento e seu método de gestão são os caminhos para se chegar ao sucesso.

A motivação inicial do estudo foi a vivência prática do autor com o tema em questão que é largamente utilizado em montadoras automobilísticas e, proporcionaram a percepção da importância e eficácia desta prática nas empresas, além da utilização futura dos conhecimentos adquiridos com o tema.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é mostrar a utilização do Ciclo PDCA para garantir a qualidade de um produto ou serviço. Para isso, busca-se demonstrar o modelo de implantação e aplicação em uma indústria do ramo automobilístico através do conteúdo bibliográfico aliado ao estudo de caso realizado na área de Montagem Bruta desta empresa.

1.3. JUSTIFICATIVAS

Durante a vivência prática com o método PDCA numa indústria do ramo automobilístico e comprovação de sucesso do mesmo, foi notado o potencial de estudo do tema assim como possíveis aplicações futuras. Foi percebido que, para que as empresas possam obter o sucesso esperado, necessitam se adaptar ao mercado e a seus clientes, oferecendo-lhes o produto ou serviço com a qualidade exigida. Essa qualidade pode ser planejada, executada e controlada por métodos de gestão da qualidade. Um dos mais comuns e eficazes é o gerenciamento com base no Ciclo PDCA.

Portanto, vista a importância da utilização do Ciclo PDCA para garantia da qualidade na indústria automobilística e, sua possível aplicação em qualquer setor, o tema mostrou-se importante e muito condizente ao estudo acadêmico da qualidade.

1.4. CONDIÇÕES DE CONTORNO

O assunto em questão foi desenvolvido na área de Montagem Bruta da empresa DaimlerChrysler, unidade Juiz de Fora – MG. Nesta área, foi realizado um estudo de caso que procura demonstrar a importância da utilização do Ciclo PDCA para garantia do subproduto oriundo da Montagem Bruta e conseqüentemente do produto final.

1.5. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foi realizada, inicialmente, pesquisa bibliográfica em livros relacionados, leitura, estudo de artigos e estudos de caso, com o objetivo de alcançar um maior conhecimento técnico e o levantamento do “estado da arte” sobre o assunto. Com o mesmo objetivo, houve vastas pesquisas na Internet. Também foram estudados e vivenciados casos práticos em uma montadora automobilística, onde ocorreram coletas de dados para suas respectivas análises, assim como os resultados nos quais é feita a contextualização da teoria à prática.

Na revisão bibliográfica foram definidos alguns dos dados a serem coletados. O estudo foi focado em um determinado departamento da DaimlerChrysler do Brasil Ltda., unidade Juiz de Fora – MG, a Montagem Bruta e os dados serão tabulados em textos, figuras, gráficos e tabelas.

Este trabalho de conclusão de curso tem a seguinte estrutura:

Capitulo I – Introdução: Neste primeiro capitulo estão as considerações iniciais a respeito da importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto na indústria automobilística; os objetivos e as justificativas decorrentes, assim como o escopo do trabalho e a metodologia adotada para realização do mesmo.

Capítulo II – Revisão Bibliográfica: Capítulo em que são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas para a realização do trabalho, com citações de diversos estudiosos sobre os seguintes temas: qualidade, suas definições e fases; processos, suas características e ferramentas de controle e; o Ciclo PDCA, explanando sobre sua metodologia para melhoria de processos.

Capítulo III – Estudo de Caso: Este capítulo contém breve análise do setor e rápida descrição do sistema de produção de uma indústria automobilística. Apresenta, também, o objeto de estudo do presente instrumento, ou seja, a utilização da metodologia estudada em empresa do ramo automobilístico.

Capítulo IV – Considerações Finais: Neste capítulo se encontram as considerações feitas pelo autor sobre o tema e seu uso na empresa estudada, assim como os resultados obtidos com a utilização do Ciclo PDCA.

Capítulo II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. QUALIDADE

O desafio da qualidade tem se tornado um dos pontos fundamentais no mundo globalizado de competições, cuja intensidade tornou-se mais acentuada a partir da década de 80. A qualidade de bens e serviços é, hoje, amplamente reconhecida tanto nas organizações privadas como públicas, de diversos países, como uma estratégia, um diferencial competitivo capaz de reduzir custos, tornar eficientes os processos produtivos e gerar lucros.

Juran e Deming foram os pioneiros do movimento da qualidade. São considerados pelos japoneses os responsáveis pelo milagre industrial japonês, com início nos anos 50. JURAN (1988) tem sua definição de qualidade por "*fitness for use"*, ou seja, "adequação ao uso". Para DEMING (2003), a qualidade é definida de acordo com as exigências e necessidades dos consumidores. Como estas sempre mudam, as especificações de qualidade devem sempre ser alteradas.

Segundo MONTGOMERY *et. al* (2003), a qualidade pode ser determinada por meio da interação. A qualidade do projeto seria dada nos diferentes graus ou níveis de desempenho, de confiabilidade, de serviço e de função que são resultados de decisões deliberadas de engenharia e gerência. Já a qualidade de conformidade na redução sistemática de variabilidade e a eliminação de defeitos até que cada unidade produzida seja idêntica e livre de defeito.

De acordo com CAMPOS (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".

Em uma definição simples e direta, CROSBY (1999) define qualidade como "Atendimento às especificações", ou seja, a conformidade com os requisitos. E para FEIGENBAUM (1994) seria "O conjunto de todas as características de um produto, desde o Marketing até a Assistência Técnica, que determina o grau de satisfação do cliente."

Segundo a NBR ISO 8402, qualidade é representada pela "totalidade de características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas".

A qualidade tem de ser desenvolvida, visando diretamente seu público alvo. Para tanto, há de atender o consumidor quanto ao que ele deseja do produto ou serviço e quanto ao preço. Para WERNKE *et. al* (2000) um produto ou serviço de qualidade "[...] é aquele que atende às necessidades e que está dentro de sua possibilidade de compra, ou seja, tem um preço justo". Ainda nessa abordagem "[...] um produto de qualidade é aquele que

apresenta desempenho a um preço aceitável e/ou conformidade a um custo aceitável". (RIBEIRO, 2005).

WERNKE *et.al* (2000), atribui oito dimensões à qualidade: desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida, tendo cada uma sua característica própria. Cabe a cada consumidor, dar os devidos valores a cada característica na hora da compra.

O termo qualidade ainda pode ser definido através da função perda, o que permite mensurá-la em unidades monetárias e fazer a associação com a tecnologia do produto, como descreve WERNKE *et.al* (2000).

PALADINI (1997) enuncia qualidade como perda monetária imposta à sociedade a partir do momento em que o produto sai da fábrica. Dessa forma, torna-se possível mensurar os impactos dessas perdas para o cliente e para a empresa.

Para que haja a minimização de custos para com o produto já com o cliente, enunciam-se os "custos" com qualidade, uma vez que, qualidade agrega valor. Esses custos podem ser:

- Custos de prevenção: Custos com treinamento de pessoal e monitoramento de processos;
- Custos de avaliação: Custos provenientes de atividades estabelecidas para observar as especificações do produto;
- Custos de falhas internas: Custos com itens não conformes antes de chegarem ao consumidor (refugos, ações corretivas, etc);
- Custos de falhas externas: Venda de produtos ou serviços que não atendem as especificações (substituições, perda de clientes, etc).

É sabido que quanto mais se investe em avaliação e prevenção, maior será a compensação pelas reduções dos custos de falhas (internas e externas). "Um dólar de reclamação tem um impacto no mercado muito maior que um dólar de refugo." (FEIGENBAUM, 1991).

Desde o início das atividades manufatureiras a qualidade já era um objeto de atenção. Porém, pode-se dizer que foi a partir da década de 20 do século passado que iniciou a atividade voltada para qualidade de forma científica e sistematizada, utilizando medidas e gabaritos como modelo-padrão (VIEIRA *et.al,* 2002). Este foi o primeiro passo para o desenvolvimento da gestão da qualidade e ficou conhecido por <u>Controle da Qualidade por Inspeção</u>, onde o inspetor de qualidade separava os produtos finais não conformes. A análise não era feita durante todo o processo, apenas com o produto acabado para que, não chegassem defeitos aos clientes finais.

Com as empresas em desenvolvimento, tendo como objetivo produzir maior quantidade para reduzir os custos de produção, ficou inviável a conferência de todos os produtos acabados. Foi preciso, então, desenvolver técnicas de controle por amostragem. Assim se definia o Controle Estatístico da Qualidade que não só avaliava a variabilidade do produto final, como da matéria-prima, mão-de-obra, equipamentos e dos produtos não acabados; determinando e controlando limites aceitáveis de variação nos processos de fabricação e no produto final. O Controle Estatístico da Qualidade tem como principal objetivo a redução sistemática da variabilidade nas características de qualidade do produto (MONTGOMERY, 2001). De acordo com PALADINI (1995) consiste na comparação dos resultados obtidos com os padrões ou objetivos pré-fixados. Deming defende que os níveis de variação da qualidade podem ser reduzidos se geridos através do controle estatístico. Já JURAN (1979) aborda que, Controle Estatístico da Qualidade consiste de um processo regulatório através do qual se mede a qualidade real com os padrões e age-se nas diferenças.

Da década de 40 em diante, o planejamento e execução passou a fazer parte das atividades do alto comando das empresas. Algumas práticas gerenciais como *custo da qualidade,* de Joseph M. Juran; *zero defeito,* de Phillip Crosby; *Ciclo PDCA* de Edwards Deming e *controle total da qualidade* de Armand Feigenbaum; foram adotadas com o objetivo de prevenir falhas fazendo uso de práticas e ferramentas que iam além das técnicas estatísticas. Nesta fase, conhecida como Garantia da Qualidade, o Controle da Qualidade passou a ser visto como uma ferramenta administrativa, o que representou o início da transição do Controle Estatístico da Qualidade para o Controle da Qualidade Total (*Total Quality Control - TQC*), termo cunhado por Feigenbaum, envolvendo a participação de todos os setores e de todos os funcionários da empresa. Para uma organização ser capaz de entregar produtos e serviços de qualidade aos seus clientes é preciso que todos os seus departamentos e áreas funcionais excedam seu desempenho, não ficando restrito a área de operações (CORDEIRO, 2004). O TQC ganhou força no Japão, no pós-guerra, apesar de ter sido baseado nos sistemas inglês e americano. Segundo FEIGENBAUM (1991) a qualidade deve ser a forma principal de administração e a qualidade total deve envolver todos os níveis e a áreas da empresa da mesma forma, intensidade e importância.

Segundo CAMPOS (1992), para que a satisfação das necessidades dos clientes sejam atendidas, a qualidade total se relaciona às seguintes dimensões:

a. Qualidade: está diretamente relacionada à satisfação do cliente, seja ele interno ou externo. Esta dimensão é medida através das características de qualidade dos produtos e serviços finais ou intermediários;

b. Custo: esta dimensão está relacionada ao custo para a organização do produto ou serviço prestado e ao preço para o cliente. Não é suficiente ter o produto mais barato, é

preciso ter o maior valor pelo preço justo. O custo está ligado não apenas ao produto ou serviço final, mas também ao custo intermediário.

c. Entrega: a entrega de produtos ou serviços finais ou intermediários deve ser realizada na quantidade, na data e no local certo;

d. Moral: esta dimensão mede o nível de satisfação das pessoas que trabalham na empresa. Através dessa dimensão é possível analisar se o ambiente de trabalho está propício para que o operador execute suas atividades garantindo a qualidade do produto ou serviço.

e. Segurança: é avaliada a segurança dos colaboradores e dos usuários dos produtos. Um produto não pode oferecer riscos de acidentes, estando a segurança dos usuários ligada à responsabilidade civil.

Tais aspectos da qualidade total – vetor QCAMS - são pilares para conquistar a preferência do cliente e, conseqüentemente, a sobrevivência da empresa, de acordo com a figura 1.

Figura 1 - Casa da Qualidade

Fonte: DELLARETTI FILHO; DRUMOND (1994)

Para o gerenciamento do Controle da Qualidade Total, CAMPOS (1992) menciona os princípios que o regem:

a. Produzir e fornecer produtos e/ou serviços que atendam concretamente às necessidades do cliente.

b. Garantir a sobrevivência da empresa por meio do lucro contínuo adquirido pelo domínio da qualidade (quanto maior a qualidade, maior a produtividade).

c. Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade (para isto é necessário conhecer o método que permite estabelecer estas prioridades e o método que permite solucionar os problemas).

d. Tomar decisões em cima de fatos concretos.

e. Gerenciar a empresa ao longo do processo, sendo um gerenciamento preventivo e não por resultados.

f. Reduzir metodicamente as dispersões por meio do isolamento de suas causas fundamentais.

g. O cliente é o rei. Não permitir venda de produtos defeituosos.

h. Procurar prevenir a origem de problemas cada vez mais a montante.

i. Nunca permitir que o mesmo problema se repita pela mesma causa.

j. Respeitar os empregados como seres humanos independentes.

k. Definir e garantir a execução da Visão Estratégica da Alta Direção da Empresa

Destes princípios, surge a fase de Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Manegement - TQM*), que perdura até os dias de hoje. Originou-se pela concorrência dos produtos japoneses no mercado norte americano, na década de 70, e conseqüente interesse das empresas pelos ciclos da qualidade.

Na Gestão da Qualidade Total, não é visado apenas produtos e processos, para atendimento aos clientes. Envolvem-se também saúde e segurança dos colaboradores, assim como motivação e valorização dos mesmos. É visada também a simbiose da empresa com a comunidade e com o meio ambiente.

A semelhança entre Garantia da Qualidade e Gestão da Qualidade Total é bastante grande porém, esta última, é acrescida de visão estratégica da utilização da qualidade para alcançar vantagens competitivas. Segundo VIEIRA (2002) a qualidade é vista como [...] objeto da gerência estratégica, líder do processo, que envolve planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e mobilização de toda organização. Gestão da Qualidade é o clímax de uma tendência que teve início no começo do século 20 e que envolve, também na atualidade, a responsabilidade social das empresas com o seu ambiente externo, potencializando seu uso em vários setores da economia.

Segundo JURAN (1991 *apud* SAP 506, 2006) a Gestão da Qualidade se materializa com a utilização dos processos administrativos de planejamento, controle e aperfeiçoamento. De acordo com esses mesmos autores esses três processos se inter-relacionam.

A GQT é, enfim, um meio pelo qual a empresa cria e sustenta uma cultura comprometida com o contínuo aperfeiçoamento proporcionando satisfação para

funcionários, consumidores e sociedade além da fidelidade dos mesmos. Com isso, pode-se observar que na abordagem gerencial contemporânea (LIMA, 2006).

A evolução das fases e as características de cada uma das fases até chegar à Gestão da Qualidade podem ser vistas, resumidamente, na tabela 1:

Tabela 1 - Características das eras da qualidade

Características	Inspeção	Controle	Garantia	Gestão da Qualidade
Objetivo	Detecção de não conformidades	Controle	Coordenção	Impacto estratégico
Visão da Qualidade	Problema a resolver	Problema a resolver	Problema a resolver ativamente	Oportunidade de alcançar vantagens competitivas
Ênfase	No fornecimento de produtos	No fornecimento de produtos	Na cadeia de valor	No mercado e nas necessidades dos clientes
Métodos	Fixação de *standards* e medição	Controle Estatistico do Processo	Programas e sistemas de garantia	Planejamento estratégico
Funções dos técnicos	Inspeção, classificação e medição	Resolução de problemas. Métodos estatisticos	Planejamento e medição da qualidade. Desenho de programas	Fixação de objetivos, formação, coordenação interdepartamental. Desenho de programas
Responsabilidade da Qualidade	Departamento de Inspeção	Departamento de Produção	Todos os Departamentos	A Direção e toda a organização
Orientação	Produto	Processo	Sistema	Humanistica e social
Enfoque	A qualidade demonstra-se	A qualidade demonstra-se	A qualidade produz-se	A qualidade Gere-se
Abordagem	Técnica	Técnica	Técnica	Humana e estratégica

Fonte: MOREIRA *apud.* LIMA, 2006

Para que o gerenciamento, não apenas da qualidade, mas de toda a empresa ocorra de forma que seus objetivos sejam alcançados, torna-se necessário a implantação de Sistemas de Gestão.

Nos dias de hoje, vários sistemas de gestão já estão consolidados na maioria das grandes empresas. Esses sistemas são regidos por normas que, são a base do sistema de padronização e normalização. A mais famosa, a ISO (*International Standardization Organization*), uma entidade com sede em Genebra, Suíça, que dita normas e padrões mundiais de sistemas de qualidade, desde 1987. Tem por objetivo promover e facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços para desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividade econômica. A certificação ISO é o mecanismo para garantia da qualidade mais reconhecido em todo o mundo. No Brasil, seu representante é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e quem fiscaliza é o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia). No entanto, ter a certificação ISO nos dias de hoje, já é requisito básico em certos setores.

O Sistema de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO), por exemplo, é regido pela norma OHSAS 18001, que fornece os requisitos necessários para a organização adquirir capacidade de controle dos seus riscos em termos de saúde e segurança, e, assim, melhorar o seu desempenho. Aplica-se a qualquer organização que pretenda implementar um sistema de saúde e de segurança ocupacional, de forma a eliminar ou minimizar os riscos a que os seus empregados e outras partes interessadas estão sujeitos, (ANDRADE *et. al.,* 2004). O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que, segundo ANDRADE *et. al.* (2004) pode ser definido como a parte do sistema global de gestão que inclui a estrutura funcional, as atividades de planejamento, a definição de responsabilidades, os processos formalizados em procedimentos e os recursos necessários para concretizar, manter, desenvolver e rever de modo continuado a política ambiental da organização, segue as especificações da norma ISO 14001.

Para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), é utilizada a ISO 9000 cujas normas atendidas, definem processos, padrões e características do sistema de controle administrativo. A ISO 9000 é usada geralmente em relações contratuais e, em um ambiente globalizado como o atual, favorecendo a integração das economias abrindo mercado, com a garantia dos padrões de qualidade. O atendimento às normas da série ISO 9000 representa uma das fases mais importantes para uma organização atingir o chamado padrão de excelência em qualidade.

As normas ISO 9000:2000 foram elaboradas com base em oito princípios da qualidade que estão detalhadas na norma NBR ISO 9000, que é parte da família de normas ISO 9000. São eles: foco no cliente; liderança; envolvimento de pessoas; abordagem de processo; abordagem sistêmica para a gestão; melhoria contínua; abordagem factual para tomada de decisões; benefícios mútuos nas relações com fornecedores.

As indústrias automobilísticas e de autopeças, particularmente, trabalham com uma especificação técnica da ISO, a TS 19949. Esta especificação técnica foi desenvolvida com base na ISO 9001, cujo campo de aplicação é estabelecer os requisitos de um sistema da qualidade para a concepção e desenvolvimento, produção e, onde aplicável, instalação e serviços após venda de produtos ligados à indústria automobilística. (DNV, 2006).

Hoje em dia, a fim de minimizar custos de implantação, execução e manutenção, evitar duplicação de recursos, diminuir a burocracia e facilitar a gestão, busca-se unificar os sistemas de gestão, criando um Sistema de Gestão Integrado (SGI), unindo as gestões da qualidade, segurança, meio ambiente e colaborador numa única sistemática.

2.2. PROCESSOS

Segundo SILVA (2006) processo é o conjunto de causas (entradas: controláveis e não controláveis) que provoca um ou mais efeitos (saídas). No processo de um produto (bem ou serviço) atuam vários fatores (causas) que afetam suas características de qualidade (efeito). “[...] um conjunto de causas que têm como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado produto do processo” (WERKEMA, 1995).

O processo pode ser dividido em famílias de causas que são, geralmente: Matéria prima, Máquinas, Medidas, Meio ambiente, Mão-de-obra e Método – 6M, denominadas fatores de manufatura ou fatores de serviço. “[...] uma tarefa-chave da função de produção é assegurar o provimento de bens e serviços de qualidade para seus consumidores internos e externos” (SLACK *et. al.* 2002). Daí, tem-se a importância da definição de sub-processos, ou seja, processos antecessores a outro, que servem a um cliente interno.

A variabilidade está sempre presente em todos os processos de produção de bens e de fornecimento de serviços e, sua redução nos processo envolve coleta, processamento e disposição de dados, a fim de identificar e analisar as principais causas de variação.

As causas se dividem em:

- Causas comuns ou aleatórias (variabilidade natural): são as causas inerentes ao processo e estarão presentes mesmo que todas as operações sejam realizadas com métodos padronizados. Estas causas já “esperadas” mantêm a variabilidade em uma faixa estável e previsível, sob controle estatístico. Para a redução desse tipo de variabilidade, devem-se adotar ações de melhoria do processo, resultando em alteração do nível de qualidade.
- Causas especiais ou assinaláveis: surgem devido a uma situação particular e “inesperada” podendo resultar em um deslocamento do nível de qualidade do processo. Desta forma, a variabilidade se torna imprevisível e o processo não se encontrará sob controle estatístico. Para sua redução, as causas especiais devem ser imediatamente identificadas e analisadas para o processo voltar ao seu estado de controle estatístico, adotando medidas que impeçam a reincidência destas causas.

Para a redução da variabilidade é fundamental diferenciar, na prática, os dois tipos de causas de variação. Para cada tipo de causa deverá ser adotada uma forma de ação gerencial. As Ferramentas Estatísticas podem identificar as causas comuns e as causas especiais.

O controle de processos é a essência do gerenciamento da qualidade total, abrangendo todos os níveis hierárquicos (CAMPOS, 1992). O controle se inicia com o planejamento da qualidade, ou seja, estabelecimento da diretriz de controle – meta – e o método a ser adotado, seguido da manutenção deste nível de controle, garantindo que a meta estabelecida seja alcançada e com atuação nas causas que possam ter sido as

responsáveis pelo desvio da meta. Posteriormente as alterações das diretrizes de controle para conseguir a melhoria contínua. Tal controle é perfeitamente executável pela utilização do Ciclo PDCA, uma das mais conhecidas e utilizadas ferramentas para controle de processos.

O controle de processos hoje assume nova e significativa importância não apenas devido à ajuda destes processos modernos que trabalham mais eficientemente, mas por que muitos deles não são viáveis economicamente sem controle de processo satisfatório. Se um processo complexo e de alta velocidade sai fora de controle, muitas perdas em termos de produtos sem valor podem amontoar-se numa velocidade terrível. Mesmo se o produto estiver levemente fora de sua especificação, seu uso mais tarde em complexas montagens finais pode representar um alto risco devido à operação destrutiva e cara de repor o produto. (FEIGENBAUM, 1991)

Para que se controle os processos, há de se estabelecer grandezas que sejam mensuráveis, tais como tamanho, tempo, quantidade de falhas, etc. Porém, a identificação das características de qualidade do produto não é suficiente para assegurar a satisfação do cliente. Precisa-se ter indicadores que mostrem se estas características estão sendo mesmo atendidas. A cada característica de qualidade, gerenciada para garantir o seu atendimento, deve estar associada a uma medida denominada ITEM DE CONTROLE, índice numérico estabelecido sobre os efeitos de cada processo para medir a sua qualidade. Dessa forma, o gerenciamento só se torna possível após a definição dos itens de controle. A tabela 2 abaixo mostra a equiparação e seguinte transformação de características de qualidade exigidas em itens de controle.

Tabela 2 - Transformação das Características de Qualidade em Itens de Controle

CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE	ITEM DE CONTROLE	FÓRMULA
ALTA PRODUÇÃO	INDICE DE PRODUÇÃO	N°. semanal de requisição de compras atendidas / N°.semanal de RC recebidas
CUSTO OPERACIONAL BAIXO	CUSTO OPERACIONAL POR REQUISIÇÃO DE COMPRAS ATENDIDA	Custo operacional mensal total / N. mensal de REQUISIÇÃO DE COMPRAS atendidas
ESTAR SATISFEITO COM O TRABALHO	ÍNDICE DE FALTAS	N. de faltas não justificadas / N. mensal de faltas no setor
ITEM COMPRADO PELO MELHOR PREÇO	ÍNDICE DE PREÇOS	Soma mensal dos preços reais pagos / Soma mensal dos preços médios de mercado

Fonte: SILVA (2006)

Um efeito de um processo, medido pelos itens de controle, é afetado por várias causas, mesmo que poucas afetem a grande parte de um item de controle. O índice numérico que estabelece as principais causas de um item de controle é determinado ITEM DE VERIFICAÇÃO. Dessa maneira, se afetados os itens de verificação, estes podem trazer melhores ou piores resultados para os itens de controle.

É cabível mencionar que, um item de verificação de um processo pode ser um item de controle de um processo anterior e, seguindo a linha hierárquica, o item de verificação do chefe é o item de controle do subordinado.

Para SILVA (2006) um produto para atender as necessidades do cliente deve ser produzido por um processo que tenha estabilidade e previsibilidade. O processo deve ser capaz de operar com variabilidade mínima em torno de um valor nominal da característica de qualidade do produto. O Controle Estatístico de Processos - CEP (*Statistical Process Control - SPC*) é um conjunto de importantes ferramentas utilizadas para se obter melhoria da capacidade e estabilidade dos processos, por meio da redução da variabilidade. O CEP é construído em um ambiente no qual todos os indivíduos da organização estejam comprometidos com a melhoria contínua da qualidade e produtividade. Sendo esse ambiente estabelecido, com a aplicação sistemática das principais ferramentas, as organizações estarão no caminho para atingirem os objetivos da melhoria da qualidade.

As ferramentas da qualidade facilitam as tomadas de decisões e ajudam a manter padrões e prover melhorias. Seguem as principais e mais usadas ferramentas para o Controle Estatístico do Processo:

2.2.1. Estratificação

Consiste no desdobramento ou separação dos dados coletados em grupos e subgrupos, objetivando uma análise mais detalhada. Normalmente, os fatores 6M já citados, são categorias naturais para a estratificação de dados. Tais categorias são denominadas variáveis de estratificação.

O processo de estratificação deve direcionar a análise para os pontos em que, provavelmente, encontram-se as causas. Os dados podem ser estratificados tantas vezes quantas forem necessárias, até se chegar à raiz do problema.

2.2.2. Diagrama de causa e efeito

É uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre o resultado de um processo (efeito) e seus fatores (causas), que possam afetar este resultado. É também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe por dispor, de forma gráfica semelhante a espinha de peixe, o relacionamento entre o problema a ser tratado e as suas causas. Também conhecido como Diagrama de Ishkawa, alusão a Kaoru Ishikawa, construtor do

primeiro diagrama causa e efeito em 1943. Para a análise inicial de causas, é proposta a utilização dos "6 M": Método, Mão-de-obra, Material, Meio Ambiente, Medida e Máquina. Nas áreas administrativas talvez seja mais apropriado usar os "4P": Políticas, Procedimentos, Pessoal e Planta (arranjo físico). Estas categorias são apenas sugestões, podendo utilizar outras que ressalte ou auxilie as pessoas a pensar criativamente. A figura 2 abaixo ilustra um diagrama de causa e efeito, relacionando-o com os itens de controle e verificação.

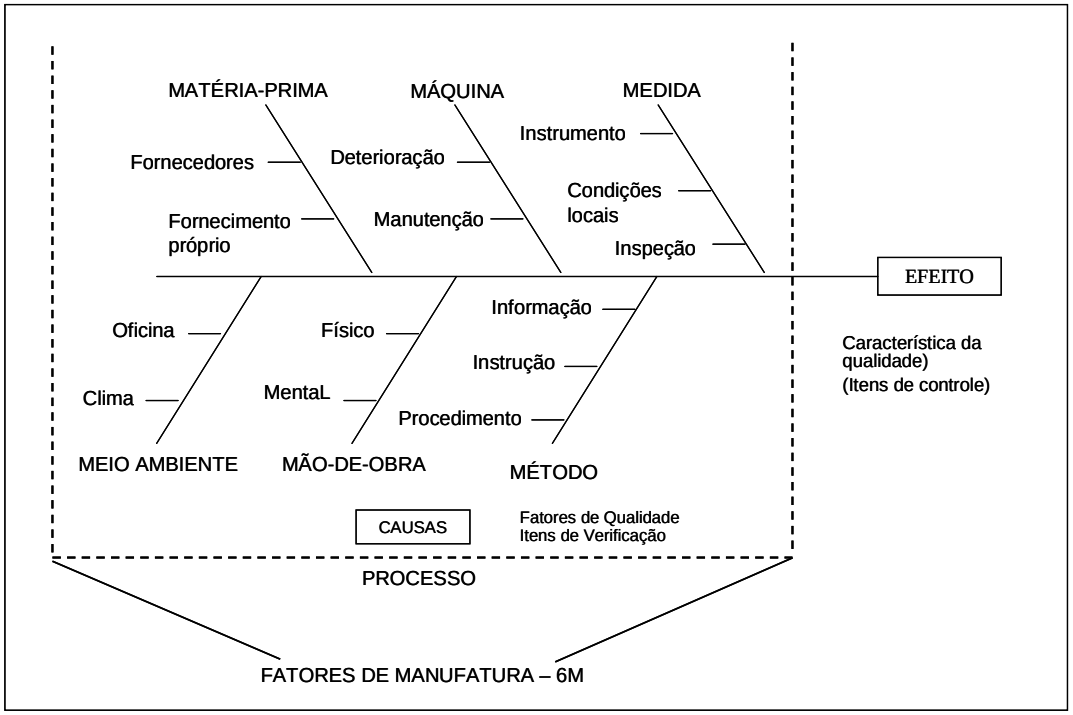

Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito

Fonte: CAMPOS (1992)

2.2.3. Histograma

Ferramenta que resume informações de uma massa crítica de dados, visualizando a forma da distribuição (modelo estatístico para o padrão de ocorrência dos valores de uma população), a localização do valor central e a dispersão dos dados em torno deste valor central. Deve-se representar no histograma os limites de especificação estabelecidos para a característica de qualidade do produto. A figura 3 mostra alguns exemplos de histogramas e seus respectivos Limite Inferior de Especificação (LIE) e Limite Superior de Especificação (LSE).

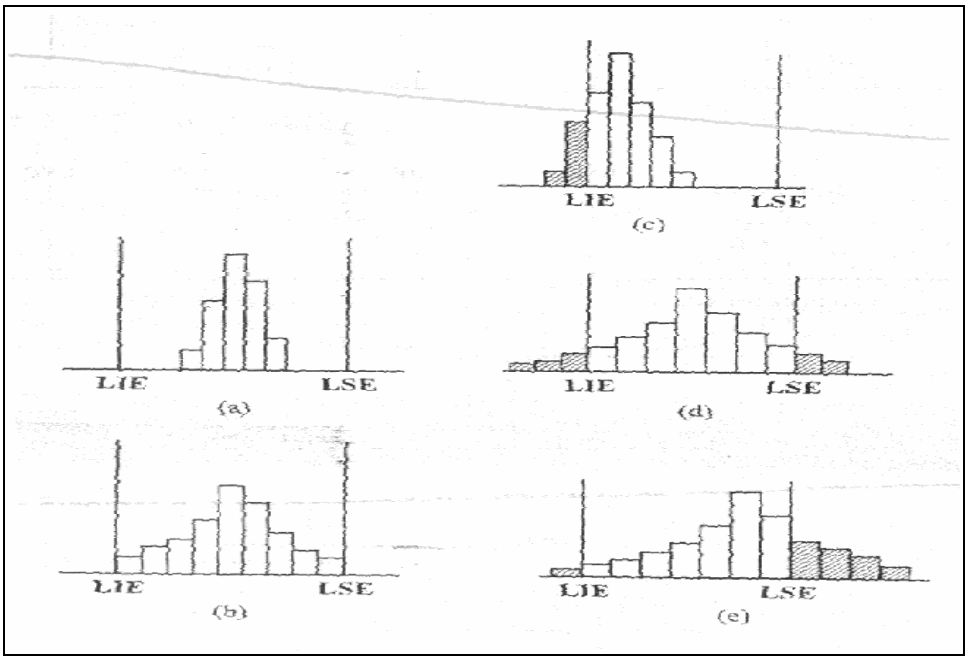

Figura 3 - Histogramas e limites de especificação

Fonte: SILVA (2006)

2.2.4. Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual à priorização de problemas e projetos. Leva em consideração dois tipos de causas: *Poucas Vitais* que são, pequeno número de problemas com grande impacto, causando grandes perdas e *Muitas Triviais* que representam alto número de causas com perdas pouco significativas. De acordo com SILVA “Sempre que um grande número de causas contribui para um determinado efeito, poucas dessas causas são as responsáveis pela maior parte dos efeitos.” O gráfico apresenta as causas em ordem decrescente de incidência e as respectivas porcentagens acumuladas que representam. A figura 4 abaixo, ilustra de forma clara, como apenas duas causas são responsáveis por cerca de 80% dos defeitos “Tipo X”.

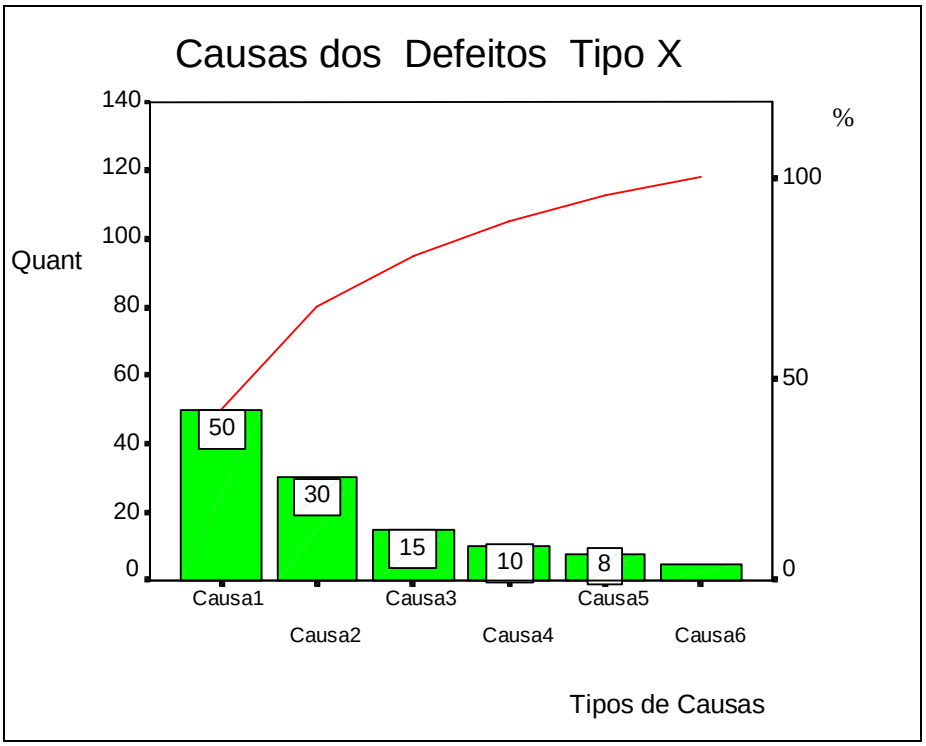

Figura 4 - Gráfico de Pareto

Fonte: SILVA (2006)

2.2.5. Folhas de Verificação

Ferramenta utilizada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados. São, resumidamente, formulários nos quais os itens a serem examinados já estão impressos de modo que os dados sejam coletados de forma fácil e concisa. A figura 5 ilustra um checklist da linha de pintura da DaimlerChrysler do Brasil Ltda.

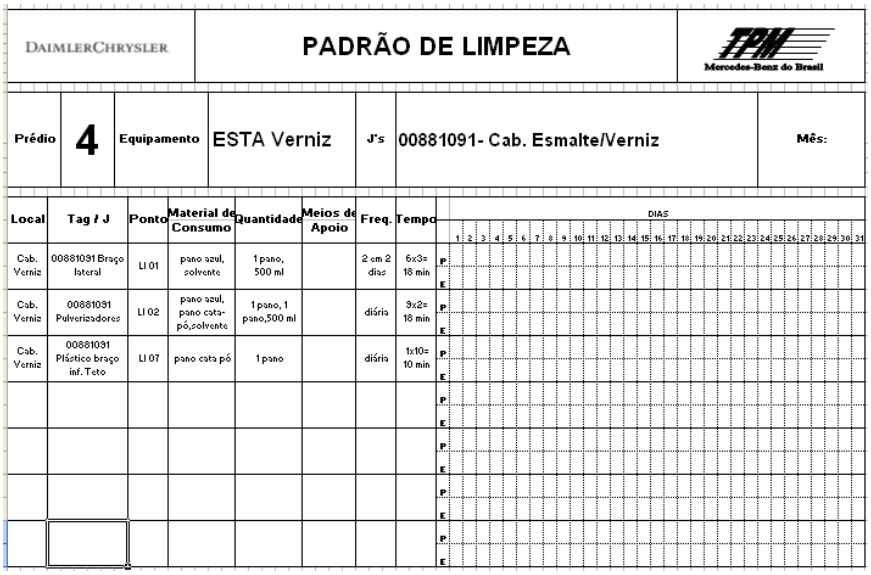

Figura 5 - Checklist da linha de pintura

Fonte: Intranet DCBR

2.2.6. Gráficos de Controle

Desenvolvido por Shewhart na década de 20, os gráficos de controle, independente do tipo, baseiam-se nos mesmos princípios fundamentais de construção e operação. São gráficos temporais, com pontos amostrais provenientes de medições de uma determinada característica de qualidade, que são plotados no eixo vertical, no eixo horizontal é apresentada a evolução temporal. Especificam limites superiores e inferiores dentro dos quais devem se encontrar as medidas estatísticas dos itens de controle. A linha central é o valor médio das amostras. Podem apontar pontos discrepantes ou tendências. A figura 6 exemplifica gráficos de controle com o processo dentro e fora de controle, respectivamente.

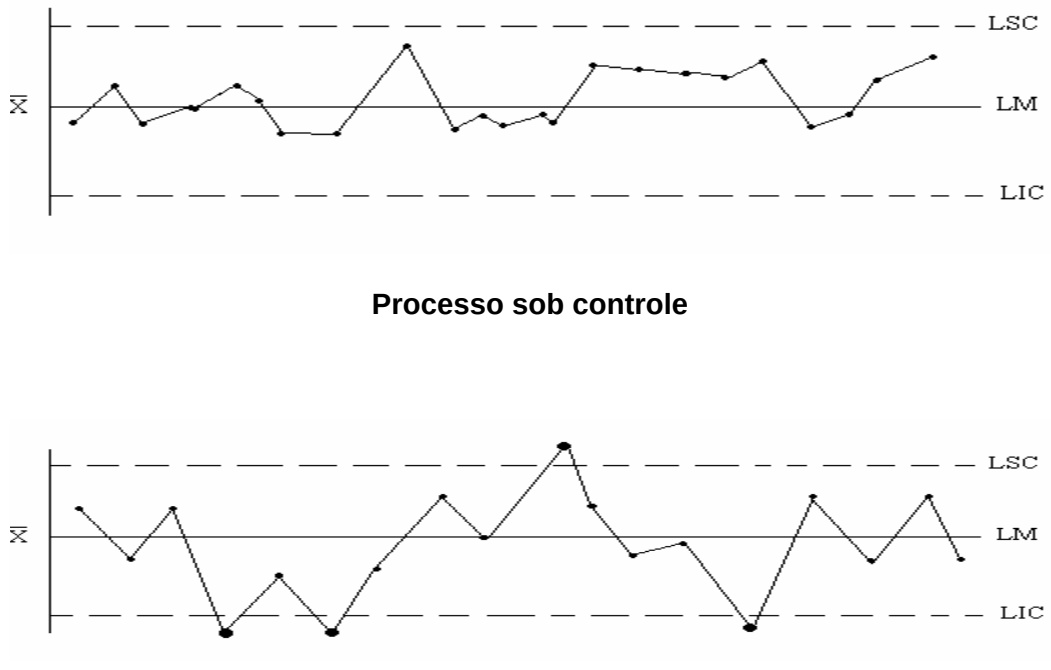

Figura 6 - Gráficos de controle

Fonte: SILVA (2006)

2.2.7. Diagrama de Dispersão

É uma ferramenta estatística utilizada para o estudo de algumas das relações existentes entre duas varáveis associadas a um processo. Pode ser entre duas causas, uma causa e um efeito, ou entre dois efeitos. Resulta na representação dos pares de valores num sistema cartesiano. A correlação entre as duas variáveis é indicada pelo *coeficiente de correlação linear de Pearson* (ρ). A figura 7 abaixo mostra alguns exmplos.

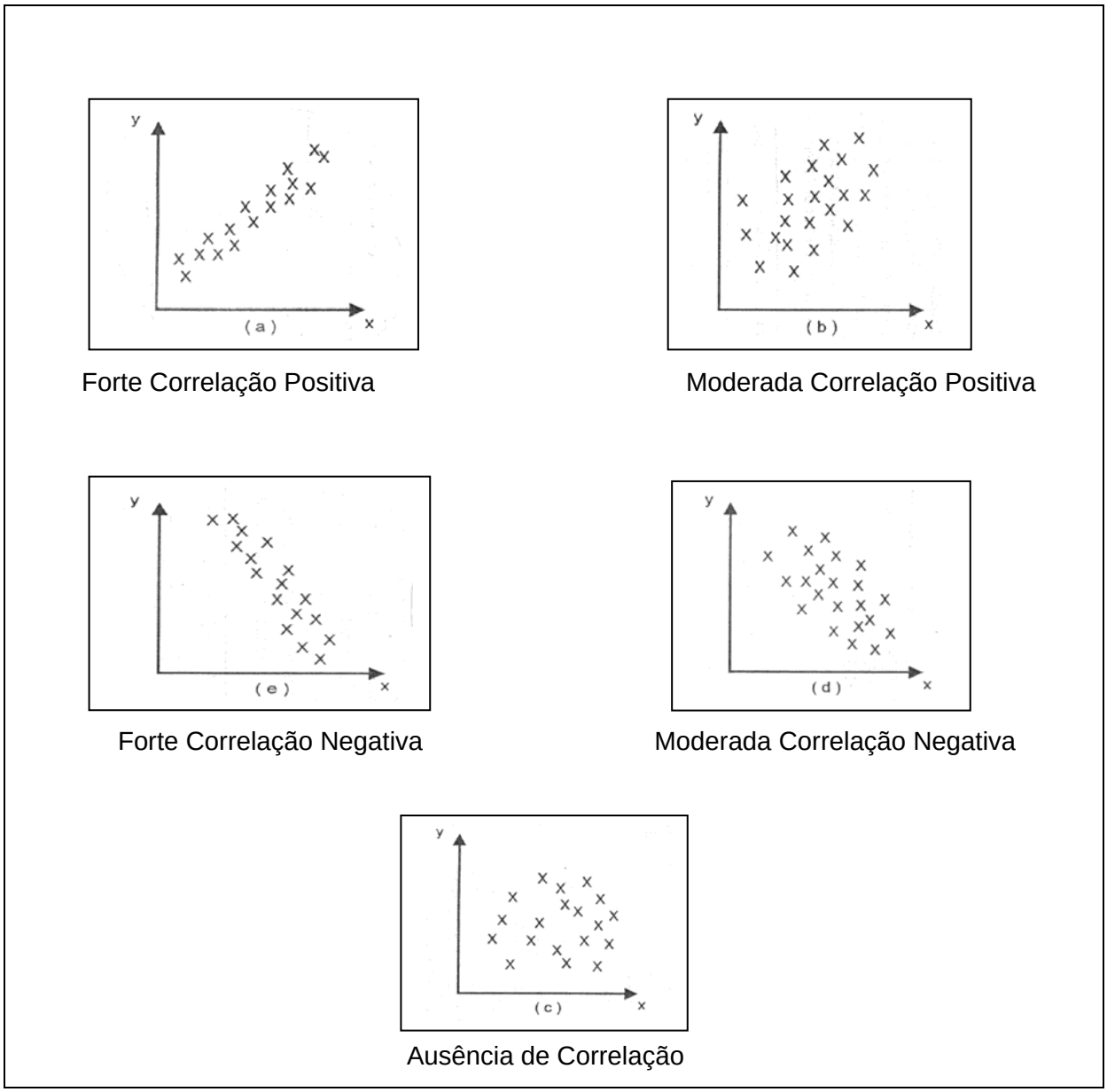

Figura 7 - Diagramas de Dispersão

Fonte: SILVA (2006)

2.2.8. Fluxogramas

É a representação gráfica dos passos a serem seguidos em um determinado processo, para que se possa conhecer sua seqüência. É fundamental para a padronização e entendimento do mesmo. Após elaborado, pode ser comparado com o que é realizado na prática a fim de realizar melhorias. A figura 8 é exemplo de um fluxograma.

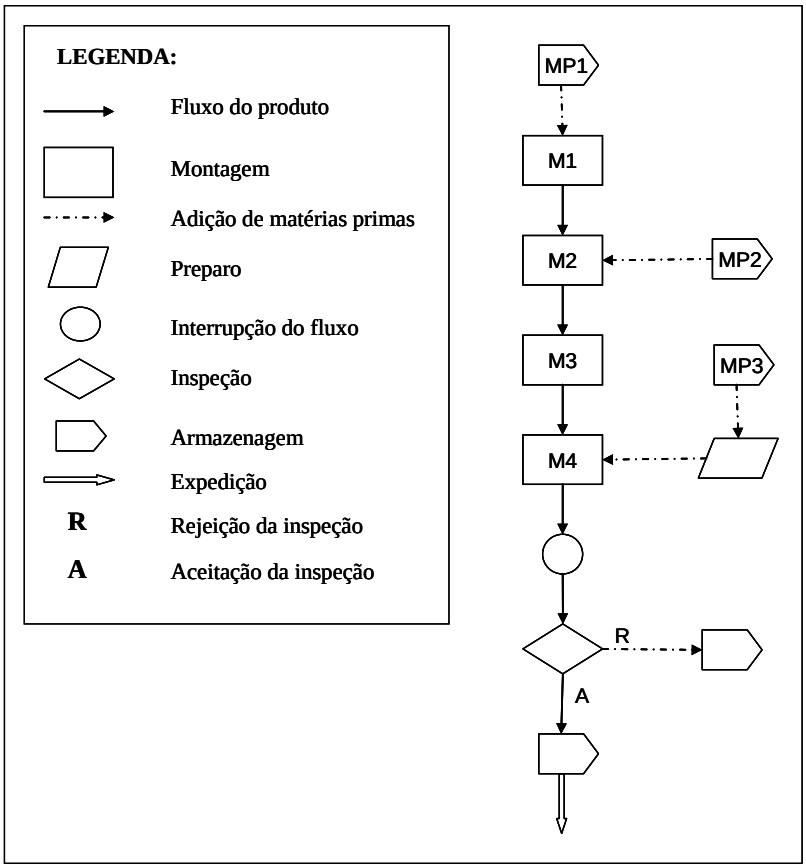

Figura 8 - Fluxograma

Fonte: PALADINI (1997)

Paladini (1997) ainda cita algumas ferramentas para o auxílio à tomada de decisão, desenvolvimento de estratégias que analisam a situação e determinam as formas mais adequadas para envolver os elementos na busca de um dado objetivo. Essas ferramentas são: diagrama-matriz, matriz de análise de dados, diagrama de seta, diagrama de dependência, diagrama árvore, diagrama de similaridade e diagrama de programação de decisão. Mesmo dada sua importância, essas sete ferramentas não serão tratadas nesse trabalho.

Também cabe lembrar de importantes ferramentas da qualidade, muito utilizadas como: *brainstorming* (tempestade de idéias – discussão informal em um grupo, onde são expostas várias idéias), 5W2H – perguntas freqüentes: *what?* (o que?), *who?* (quem?), *when?* (quando?), *where?* (onde?), *why?* (por que?) *how?* (como?) *how much?* (quanto?) -, cronogramas, metodologia dos 5-porquês, dentre outras.

2.3. O CICLO PDCA

O Ciclo PDCA (do inglês *Plan, Do, Check, Act* – Planejar, Fazer, Checar e Agir) é, sem dúvida, o método gerencial mais utilizado para controle e melhoria de processos. Tal método foi desenvolvido na década de 30 pelo americano *Shewhart*, mas foi *Deming* seu maior divulgador, na década de 50. Demig ficou mundialmente conhecido ao aplicar os conceitos de qualidade no Japão. Por isso, o Ciclo PDCA também é conhecido como Ciclo de Shewhart ou, mais comumente, Ciclo de Deming.

De acordo com SILVA (2006), o PDCA é um método para a prática do controle. Segundo LIMA (2006) 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. Tais etapas, constituídas de seis fases, serão mostradas na figura 9 a seguir:

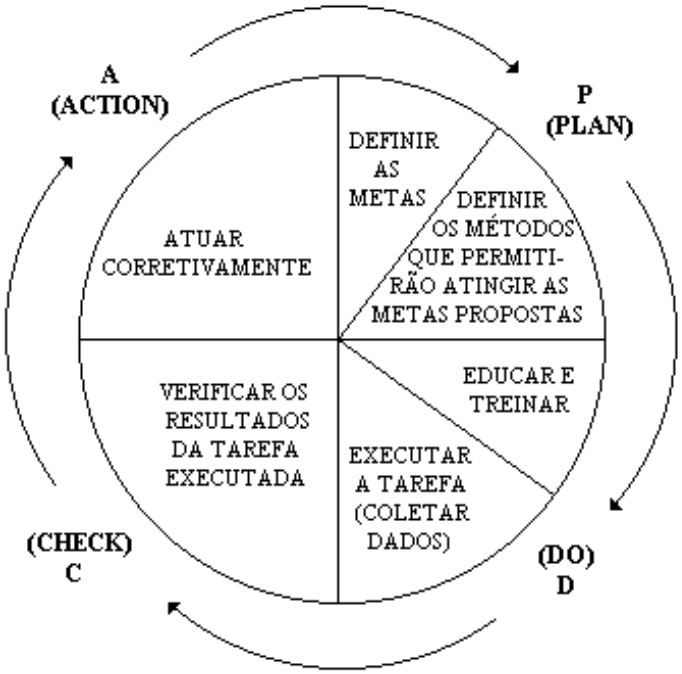

Figura 9 - Fases do Ciclo PDCA

Fonte: SILVA (2006)

1 - Plan (P) – Planejamento - 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 seqüência de ações que levem ao cumprimento da meta. Algumas

ferramentas como Diagrama de Ishkawa, Gráfico de Pareto, *brainstorming* e 5W2H são muito úteis nesta fase, para suporte à tomada de decisões. Quanto melhor você planejar , melhores metas você atingirá. Deixe os fatos e dados (informação e conhecimento) illuminarem seu planejamento (CAMPOS,1994). 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).

2 - Do (D) – Execução - Fase em que se executa o plano traçado na fase anterior, exatamente como previstas, 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).

3 - Check (C) – Verificação – Fase em que se verifica 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.

4 - Act (A) – Atuar corretivamente – De posse das análises realizadas na etapa anterior (verificação), 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. De acordo com LIMA *apud.* RIBEIRO (2006), a conexão entre a última e a primeira fase (Agir - Planejar) é denominada circularidade do Ciclo PDCA.

Para LIMA (2006), o Ciclo PDCA padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises, e torna as informações mais fáceis de se entender. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua. Para SILVA (2006), a metodologia PDCA é um método de gestão que representa o caminho para que as metas delineadas sejam alcançadas. Ainda na idéia deste autor, existem dois tipos de metas:

- Metas para manter (previsibilidade): metas padrão, faixa aceitável de valores para o item de controle considerado, representando especificações do produto provenientes de clientes internos e externos à empresa. Visam a consistência dos produtos/serviços.

O Ciclo PDCA para manutenção das metas é utilizado quando, a meta estabelecida já foi alcançada e, para continuar o padrão, ao voltar à fase de planejamento (P), este é feito

de forma que sejam estabelecidas faixas aceitáveis de valores (nível de controle) como meta, ou seja, a faixa de padrão aceitável para determinado item de controle – limite superior e limite inferior da grandeza a ser medida. Para tal, é necessário o gerenciamento da rotina, ou seja, que se siga um padrão (*Standard*) de trabalho, com a elaboração e cumprimento de um Procedimento Operacional Padrão (POP). Daí, esta metodologia ser conhecida como Ciclo SDCA (*Standard, Do, Check, Act*).

1 - Standard (S) – Padronização – São definidos os itens de controle acompanhados dos seus níveis de controle; assim como a definição dos procedimentos padrões a serem adotados, para a manutenção dos resultados.

2 - Do (D) – Execução – Execução das tarefas, conforme o procedimento padrão adotado. Para isto, é necessário que ocorra educação e treinamento dos colaboradores e acompanhamento da chefia, para verificação do cumprimento dos procedimentos operacionais padrão. Ocorre também a coleta de dados para posterior verificação.

3 - Check (C) – Verificação – Monitoramento, ou seja, acompanhamento dos dados coletados, para garantir o alcance da meta.

4 - Act (A) – Atuar corretivamente – Em caso de a meta não ser atingida, deve-se tomar ações corretivas sobre o desvio (anomalia). É importante registrar todas as anomalias ocorridas para possível análise futura.

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.

- Metas para melhorar (competitividade): as metas vêm do mercado, resultam da vontade do cliente. O mercado sempre deseja um produto cada vez melhor, a um custo cada vez menor e entrega cada vez mais precisa. Visam a melhoria, ao longo do tempo.

O Ciclo PDCA de melhoria é aplicado para sempre melhorar os resultados do processo, visando o mercado, cada vez mais exigente. Nesta caso, geralmente são usados valores, como metas; por exemplo, redução de retrabalhos, redução de peças defeituosas em 20%, aumento de 15% da produtividade, etc. Em cada meta estabelecida, tem-se um problema para alcançá-la. Portanto, este método, faz analogia ao método gerencial MASP (Método de Solução e Análise de Problemas), acompanhando suas oito etapas, ainda dentro do Ciclo PDCA, de acordo com a figura 10.

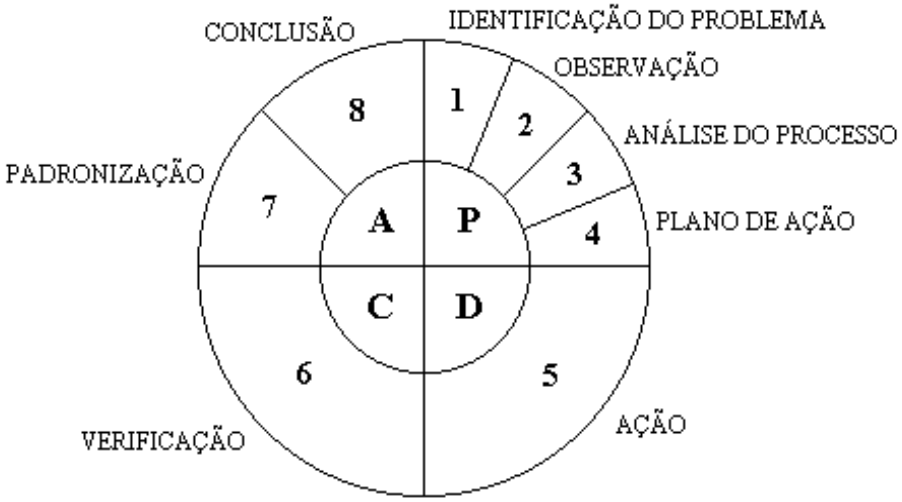

Figura 10 - Ciclo PDCA de melhoria

Fonte: SILVA (2006)

1 - Plan (P) – Planejamento:

1 - Identificação do problema, com definição clara do mesmo;

2 - Observação, investigação das características do problema;

3 - Análise, descoberta das causas fundamentais;

Nesta fase deve-se investigar o relacionamento existente entre o fenômeno, concentrando a atenção no foco do problema identificado na fase anterior e quaisquer deficiências que possam existir no processo. (WERKEMA, 1995)

4 - Planejamento da Ação, planejar a ação de bloqueio das causas do problema;

2 - Do (D) – Execução (Ação):

5 - Ação, executar o plano de ação para bloquear as causas fundamentais;

3 - Check (C) – Verificação:

6 - Verificação, verificar se o bloqueio foi efetivo;

4 - Act (A) – Atuar corretivamente:

7 - Padronização, prevenir contra o reaparecimento do problema (POP);

8 - Conclusão recapitulação de todo o processo e planejamento das ações futuras.

A figura 11 a seguir, compara as etapas do MASP com o Ciclo PDCA e as relaciona com as ferramentas estatísticas mais usada em cada:

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO	FERRAMENTAS
P	1	Identificação do problema.	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.	Estratificação, Diagrama de Pareto, Gráficos.
	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 causa e efeito, Estratificação, Lista de verificação, Pareto, Histograma.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.	5W2H, PDCA, Cronograma.
D	5	Execução	Bloquear as causas fundamentais.	Plano de ação.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.	Diagrama de Pareto, Gráfico de controle.
	N ? S	(Bloqueio foi efetivo?)		
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.	5W2H
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.	

Figura 11 - Comparação das fases do Ciclo PDCA com as etapas do MASP e, as ferramentas da qualidade recomendadas para cada etapa

Fonte: Lesse (2002) *apud.* Campos (1998)

Cada vez que o ciclo PDCA se repete para a resolução de um problema, melhoria contínua ou para a padronização de um processo, a complexidade da resolução do ciclo completo aumenta. Os planos se tornam mais ousados e de maior grau de dificuldade de implementação, as metas mais difíceis de serem atingidas, o treinamento e qualificação mais exigentes, etc. A figura 12 abaixo ilustra a complexidade do processo cíclico dessa metodologia.

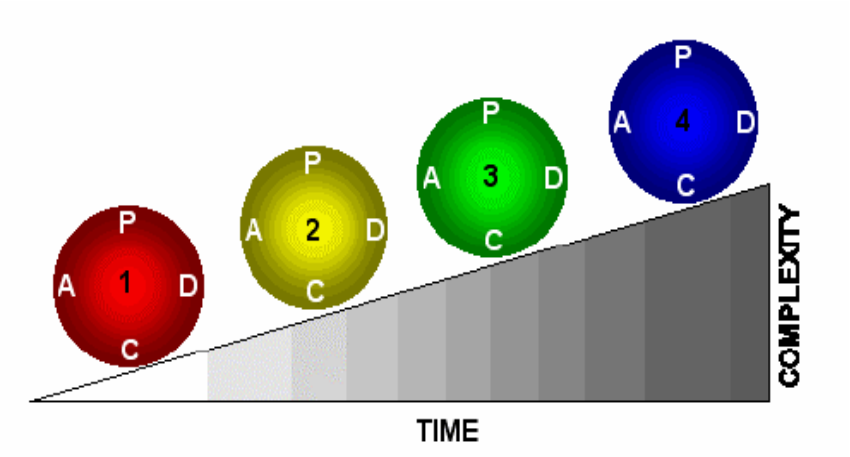

Figura 12 - Complexidade do giro do PDCA de acordo com o tempo

Fonte: Fundação de Estudos Sociais do Paraná (2006)

A metodologia PDCA é bem versátil, podendo ser utilizada para cumprimentos de metas estratégicas da empresa, como para metas departamentais ou até mesmo em células individuais. Para se chegar à meta principal, pode-se rodar estes ciclos em menor escala, dentro do planejamento principal. Por exemplo, para se atingir a meta departamental, cada célula realiza o seu PDCA, estabelecendo metas individuais.

O Ciclo de DEMING auxilia na resolução de problemas e tomada de decisões, sendo um meio dinâmico e eficaz para se atingir as metas. Portanto, para que se alcance o resultado ótimo em uma empresa, o Ciclo PDCA é um método de controle e melhoria aconselhável que deve ser girado constantemente, trazendo resultados positivos para os processos e consequentemente pra as organizações. Se aplicado corretamente, desde o início do projeto de produtos ou processos pode trazer vantagens exorbitantes de qualidade, produtividade e de custos para a organização.

Capítulo III - APLICAÇÃO DO CICLO PDCA À INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

A indústria automobilística iniciou sua história no Brasil na década de 50, no estado de São Paulo e, hoje, pode-se afirmar que é uma das atividades industriais mais importantes para o país. A expansão da indústria automobilística reflete diretamente o crescimento do país, já que o consumo dos produtos gerados por tal empresa, se dão como conseqüência do crescimento econômico.

Hoje em dia, a indústria de automóveis (incluindo autopeças) é responsável por 14,9% do PIB industrial. Existem hoje, no Brasil, 24 montadoras em 45 plantas industriais com capacidade de produção de 3,5 milhões de veículos. Esse tipo de negócio gera 107 mil empregos diretos e 1,2 milhões de empregos indiretos pelo país. No ano de 2005, a indústria automotiva obteve um faturamento de 42,3 bilhões de dólares, gerando uma arrecadação em impostos de 21 bilhões de reais; o que a coloca em 9° lugar no ranking mundial; segundo dados da ANFAVEA (2006).

Para que haja manutenção e crescimento da indústria automobilística, os produtos dessas empresas devem agradar ao mercado, encantando seus clientes. Entendendo isso, as empresas do ramo possuem indiscutivelmente um termo obrigatório em seus processos de fabricação: qualidade. Em busca de qualidade, os responsáveis pelos processos, estabelecem metas a serem atingidas. Existem vários métodos gerenciais que levam a elas, porém, o mais conhecido e utilizado no ramo é o Ciclo PDCA.

Invariavelmente, uma indústria automobilística tem três processos principais: Montagem Bruta, Pintura e Montagem Final. Na Montagem Bruta é realizada a junção das chapas metálicas através de processos de soldagem e colagem. É realizado também um ajuste inicial das partes móveis metálicas como portas, capô e pára-lamas. Da Montagem Bruta, segue para a Pintura, onde as chapas recebem tratamentos anticorrosivos, uma base para a cor - *primer*, esmalte (que é a tinta, propriamente dita) e verniz. O último passo é a Montagem Final onde a carroçaria, já com sua estrutura montada e pintada, recebe todo o acabamento, ou seja, são encaixadas todas as partes restantes do carro, por exemplo: motor, rodas e pneus, partes plásticas, bancos, painel, etc. Também há o ajuste fino das partes móveis, alinhando-as com as demais.

Cada uma das áreas sobrescritas possui seus próprios itens de controle e suas respectivas metas. O controle dessas metas deve ser feito rotineiramente para que se alcance o objetivo desejado. Comumente, nesse ramo, tal controle é feito através da metodologia PDCA. Esse controle pode ser feito em nível de fábrica, em cada processo, em etapas dos processos ou em cada sub-processo, individualmente. Dessa forma, uma

empresa pode “girar” vários ciclos, com diferentes metas e itens de controle, para alcançar o mesmo objetivo.

3.1. DAIMLERCHRYSLER DO BRASIL LTDA.

A DaimlerChrysler do Brasil Ltda.está presente no Brasil desde 1956, com sua unidade em São Bernardo do Campo, produtora de caminhões e chassis para ônibus.

A unidade de Juiz de Fora, objeto de estudo do presente instrumento, foi inaugurada em 1999, tendo como produto o veículo *Classe A*. A partir de agosto de 2005, a empresa cessou a produção do *Classe A* e passou a montar apenas o *Classe C*. A fábrica está localizada em uma área de 2,8 milhões de metros quadrados, com 160 mil metros quadrados de área construída e comporta três prédios industriais: Montagem Bruta, Pintura e Montagem Final. Cerca de 1.100 colaboradores fazem parte desta unidade hoje.

Atualmente, é montado na planta o modelo *Classe C Sport Coupé*. Porém, para efeitos do estudo de caso, o produto em questão foi o *Classe C*, modelo seda da família Classe C, voltado exclusivamente ao mercado norte-americano, fabricado em regime CKD - *Completely Knocked Down* – no qual todas as peças vêm embaladas em lotes da Alemanha e são apenas montadas no Brasil.

A divisão interna da DaimlerChrysler Juiz de Fora se dá da seguinte maneira:

A/MC – Montagem de Carroçaria Bruta e Pintura: Montagem de Carroçaria; Planejamento da Produção e Manutenção da Montagem de Carroçaria; Pintura de Carroçaria; Planejamento da Produção e Manutenção da Pintura.

A/MF – Montagem final: Acabamento Interno; Montagem Mecânica; Planejamento da Produção e Manutenção da Montagem Final; Planejamento Estratégico.

A/EQ – Gestão de Qualidade e Engenharia do Produto: Planejamento de Engenharia e Qualidade; Engenharia de Produto e Qualidade; Engenharia Experimental e Análises; Gestão da Qualidade na Produção.

A/LC – Logística e Compras: Programação e Abastecimento de Materiais; Documentação Técnica e Exportação; Compras de Materiais e Serviços.

H/JP – Recursos Humanos JdF: Administração e remuneração de pessoal; Desenvolvimento de competências

CCJ – Controle e Organização JdF: Contabilidade Financeira; Controlling de despesas; Pré e pós-Cálculos

A/PF – Planejamento de Fábrica: Planejamento de Fábrica e Infra-estrutura; Administração, Frota e Meio Ambiente; Segurança do Trabalho e Riscos Industriais

Não diferente das demais montadoras, a empresa conta com três áreas produtivas: Montagem Bruta, Pintura e Montagem Final. O setor de logística fornece as peças para a

Montagem Bruta, onde são montadas inicialmente, dando origem à carroçaria bruta. Com a carroçaria bruta já montada, segue para o processo de pintura à base d'água, menos nociva ao meio ambiente. Por fim, segue para a Montagem Final, onde à carroçaria bruta, já pintada, são agregados o trem de força (*power train)* e os acabamentos, e se tem o carro propriamente dito. Durante todo o processo de montagem do carro são feitas várias inspeções e medições para assegurar o padrão de qualidade da marca Mercedes-Benz.

Para se obter uma descrição simples e facilmente compreensível dos processos e, como são formados, implementados e mantidos na empresa; todas as unidades da marca Mercedes-Benz utilizam um sistema de produção, sendo denominado na unidade de Juiz de Fora de SPJ – Sistema de Produção de Juiz de Fora. Para que haja a padronização do funcionamento da fábrica, este sistema tem que contar com o envolvimento de todos os colaboradores e executivos da empresa.

Segue abaixo os principais processos no sistema de gestão, tendo como base a filosofia do Ciclo PDCA para melhoria contínua, mostrado na figura 13:

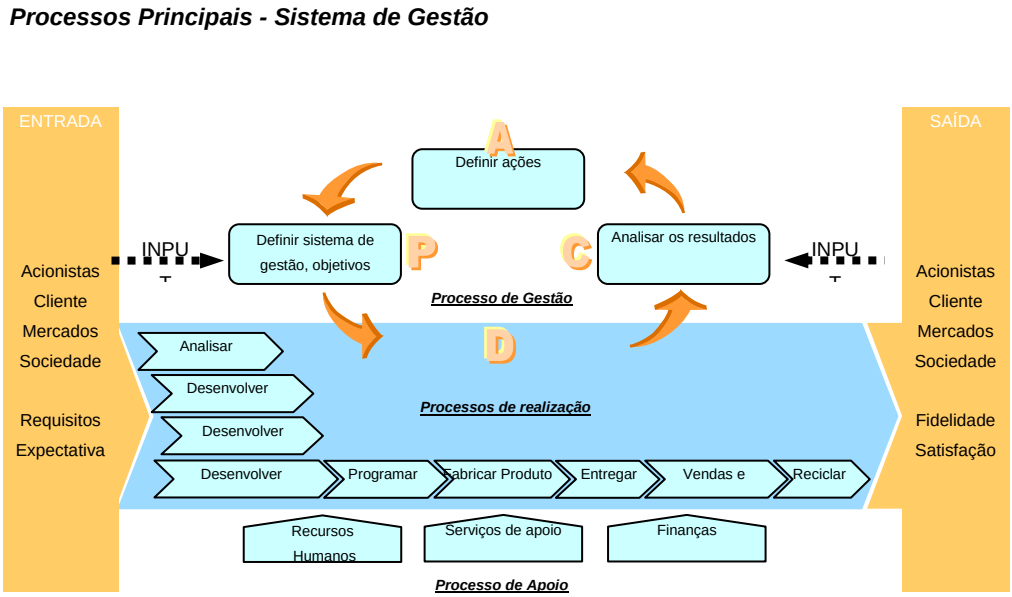

Figura 13 - Sistema de Gestão DCBR

Fonte: DaimlerChrysler do Brasil Ltda (2006)

3.2. UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA NA DCBR - JF

De acordo com o SPJ, o ciclo PDCA tem como objetivos na empresa:

- Desenvolver competências internas para cumprimento das metas acordadas;
- Estruturar um time responsável pelo registro, análise e solução de problemas;
- Fornecer informações relativas às falhas e soluções para os clientes e fornecedores

envolvidos;

- Definir as ações corretivas e de contenção para as ocorrências encontradas;
- Garantir a estabilidade dos processos e qualidade dos produtos;
- Definir as diretrizes de controle.

Suas diretrizes de controle são:

1. Cumprimento das Atividades

Cada operador deve carimbar a carta de controle(1) indicando que todas as atividades de sua responsabilidade foram realizadas com qualidade.

(1) - Carta individual de cada carro, com suas características, contendo as falhas encontradas e os retrabalhos realizados. São carimbadas por todos os colaboradores que tiveram contato direto e agregaram/modificaram algo ao produto.

2. Detecção de falhas

2.1 Nível 1

No primeiro nível é realizado o autocontrole das atividades executadas nas estações de trabalho. Esta ação é feita pelo próprio operador responsável, que deve identificar eventuais falhas no produto.

2.2 Nível 2

No segundo nível são analisados, através de **Portais Falha Zero** (PFZ), em 100% do produtos, todos os pontos que constam na lista de verificação (*check list*), pelo próprio colaborador, que se torna um auditor interno. As falhas encontradas devem ser registradas tanto no “diário de bordo” do portal como na carta de controle do produto, e o operador deve carimbar a carta indicando quem foi que registrou o problema.

2.3 Nível 3

Neste nível são feitas auditorias de produtos para avaliação dos níveis de qualidade em processos específicos. As auditorias são:

- BPA – A/EQ - realizada em uma carroçaria por dia, já acabada para ser enviada à próxima etapa;
- BPA Segmentado – A/EQ – realizada em diferentes estações, em diferentes etapas do processo.

2.4 Nível 4

Esta é a última auditoria do produto, amostral, quando já acabado. É a auditoria aos olhos do cliente final, chamada APA. É feita no final do processo da Montagem Final, quando o produto já está liberado para a entrega, pela A/EQ.

Portanto, todas as falhas que passaram desapercebidas pelos outros níveis de

checagem, são encontradas nesta etapa, a mais grave pois o produto já encontra-se acabado e pronto pra ser encaminhado ao cliente.

Encontram-se algumas particularidades, quanto à realização dos processos de solução de problemas (PSPs), explicitadas a seguir. Se as falhas forem detectadas nos níveis 3 e 4: é emitido automaticamente um formulário padrão para resolução de problemas (PSP I – Processo de Solução de Problemas I) para o responsável da área. De acordo com o PSP I, se não houver solução para a falha após a terceira reincidência, será emitido o formulário PSP II, o qual apresenta passos adicionais para detecção da causa raiz. Se já existir o PSP II e problema não tenha sido solucionado durante o período de 4 semanas o mesmo será encaminhado para um PSP III, que conta com a participação de um grupo multidisciplinar que se dedica à causa. Este, tem alguns passos padrões a serem seguidos para que a causa raiz seja detectada e eliminada. Se a complexidade for alta, o problema é levado para uma reunião semanal que ocorre entre supervisores e gerentes, chamada QEP, donde se decide se é necessário a abertura de um *Lean Sigma*, que une as culturas da linha de produção *lean* e a do *Six Sigma*. Mais informações podem ser observadas no anexo 01 (PE.11.4.8_Gestao_Falhas.pdf).

A figura 14 abaixo ilustra o Ciclo PDCA em seus níveis e seu funcionamento na empresa em questão.

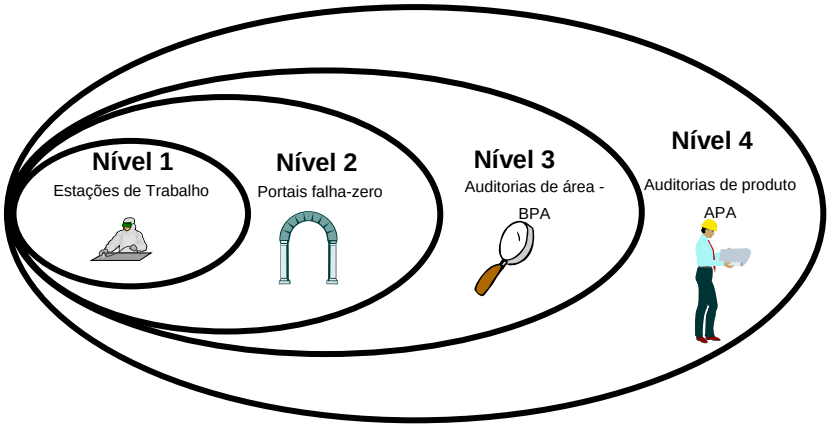

Figura 14 - Níveis de detecção de falha DCBR

Fonte: DaimlerChrysler do Brasil Ltda (2006)

O estudo de caso foi realizado especificamente na área de Montagem Bruta da empresa em questão, onde serão explanadas a metodologia e a forma de “giro” do ciclo PDCA na mesma.

3.2.1. Classificação das falhas

De acordo com o padrão mundial da empresa estudada, as falhas são classificadas por tipo, que podem ser falha de função ou visual; e por gravidade, que podem ser não relevante para o cliente (falha secundária) ou relevante para o cliente (falha primária, grave). Pode-se resumir da seguinte forma:

FK1: **Visual / Ruídos -** Veículo conforme para o Cliente, com ressalvas.

FK3: **Função elétrica / mecânica -** Veículo conforme para o Cliente, com ressalvas.

FK5: **Visual/ Ruído/ Odor/ Corrosão -** Veículo não conforme para o Cliente.

FK9: **Segurança -** Veículo não conforme para o Cliente.

Função (elétrica / mecânica / Infiltração - Falta peça ou peça errada**)** - Veículo não conforme para o Cliente.

A caracterização e definição das falhas e sua classificação tem de estar bem clara para toda a organização, para que os colaboradores e os auditores dos portais não tenham dúvida quanto à gravidade das falhas e para que não haja desentendimentos entre áreas.

3.3. A/MC – MONTAGEM BRUTA

Na Montagem Bruta é onde se inicia a concepção do produto. As peças para montagem vêm da Alemanha e são unidas por processos de soldagem, colagem e torques nas partes móveis. O layout não conta com nenhum transporte para o segundo piso, exceto no final do processo, quando a carroçaria é enviada para a Pintura por um elevador. A produção conta com uma organização para abastecimento de linha em espinha de peixe. O prédio possui três áreas (linhas):

- Estrutura Inferior (Linha 1): onde começa a ser estruturada a carroçaria, tendo como produto final a estrutura inferior do automóvel. São usados três diferentes subconjuntos para totalizar a estrutura inferior: Longarina e parte frontal (*Vorbal*), Assoalho e Caixa de Roda Traseira, conforme é mostrado na figura 15 abaixo. Para junção das chapas usa-se soldagem a ponto, um tipo de processo de solda por pressão e passagem de corrente que, além de mais versátil, gerar aquecimento só na região necessária, não acrescenta peso extra ao produto. Este é “[...] o processo de soldagem mais utilizado na indústria automobilística devido ao seu baixo custo, boa qualidade, aquecimento localizado e por resultar em baixa deformação”. (BRANCO, 2004). Usa-se também o processo de colagem, utilizando o Adesivo Terostate (Cola Preta), com função anti-ruído e anti-infiltração, em áreas estratégicas. Pinos também são soldados nessa etapa, para futuros encaixes na Montagem Final. O processo é todo manual, exceto nas estações 230 e 240, estações automáticas responsáveis pela soldagem de pinos *Boltzen*. Ao Final do processo, tem-se um Portal Falha Zero (PFZ 1), o 301, para garantir a qualidade do

produto, visando a qualidade das soldas, dos pinos e da quantidade de cola presentes no carro até então. O sub-produto fornecido pela linha 1, pode ser conferido na figura 16.

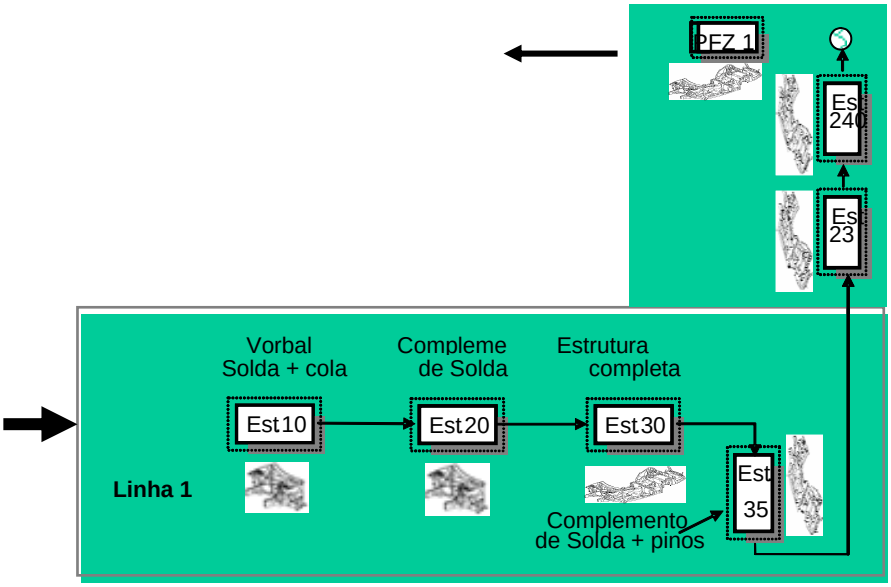

Figura 15 - Esquema Linha 1

Fonte: Adaptado DCBR (2006)

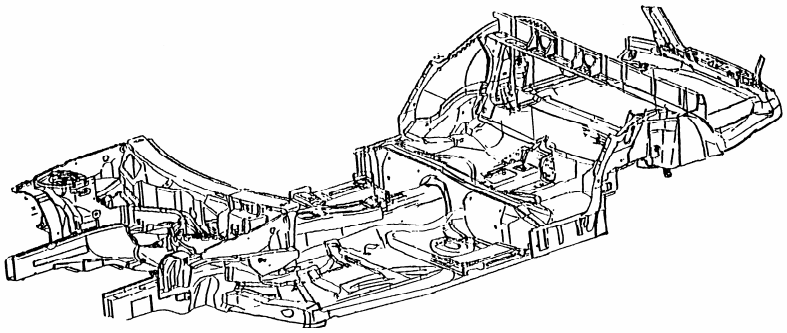

Figura 16 - Estrutura ao sair da Linha 1

Fonte: Intranet DCBR

- Fechamento (Linha 2): onde são agregadas as laterais internas e externas, assim como o teto do carro. Os processos usados para isso são, novamente, a soldagem a ponto e soldagem de pinos. Também é utilizado o processo de colagem com o Adesivo Terostate e com o Adesivo Betamate (Cola Verde), esta, com função estrutural, na colagem metal-metal entre as laterais internas e externas. O processo também é manual, porém, a carroçaria passa por estações automáticas (Est. 90 e 100), onde recebe complementos de solda por robôs. Na Linha 2, existem dois portais de qualidade; o portal 302 (PFZ 2), logo após o fechamento das laterais internas e o 303 (PFZ 3), após o fechamento das externas e do teto; que conferem novamente a qualidade dos pontos de solda, dos pinos e das colas. Ao final desta linha, o veículo passa por um instrumento de medição – *Perceptron* – que mede pontos estratégicos de todos os carros, gerando uma carta de controle, apontando sua posição quanto ao dimensional e as tendências, com emissão imediata de relatórios dimensionais. O Layout da Linha 2 e seu sub-produto podem ser verificados nas figuras 17 e 18, respectivamente.

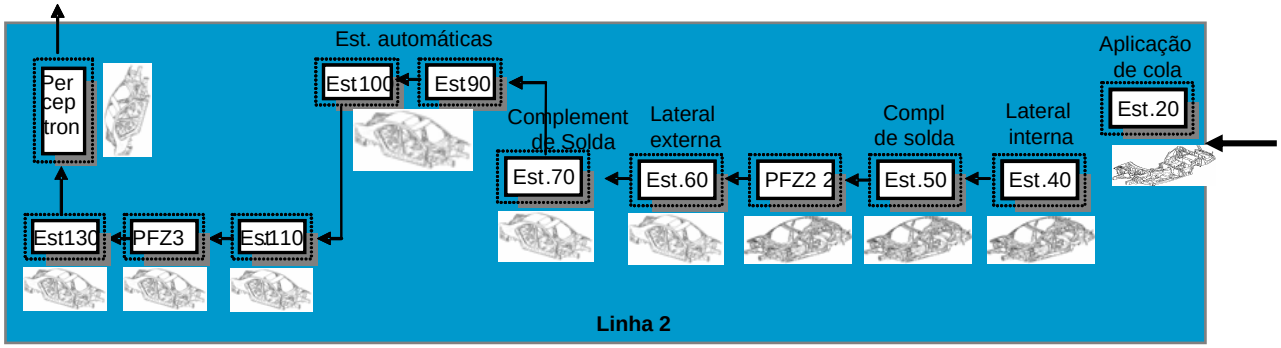

Figura 17 - Esquema Linha 2

Fonte: Adaptado DCBR (2006)

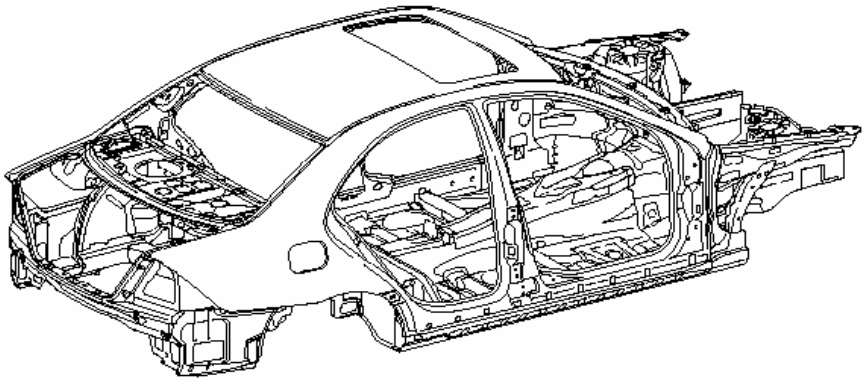

Figura 18 - Estrutura ao sair da Linha 2

Fonte: Intranet DCBR

- Partes Móveis e *Finish* (Linha 3): no princípio desta etapa, são feitos alguns complementos de solda com soldas MAG e TIG. São montados, inicialmente, o capô e a tampa traseira. Posteriormente, são ajustados juntamente com a montagem e ajuste das demais partes móveis (portas e pára-lamas), de acordo com as especificações de dimensional já estabelecidas pela engenharia. Para tal, são usados instrumentos de torque e gabaritos para conferência. Após montagem e ajuste, tem-se outro portal, para garantir o dimensional das carroçarias. Ainda na Linha 3, já com o carro todo montado, tem a parte de funilaria (*Finish*), onde são dados os retoques finais ao carro, retificando qualquer eventual avaria, para que seja enviado à Pintura. Antes do elevador que leva o carro, localiza-se o último Portal Falha Zero (PFZ 4) – Portal 304, como pode ser visto na figura 19. A figura 20, mostra a estrutura do carro ao sair da Linha 3, pronto para ser enviado à Pintura.

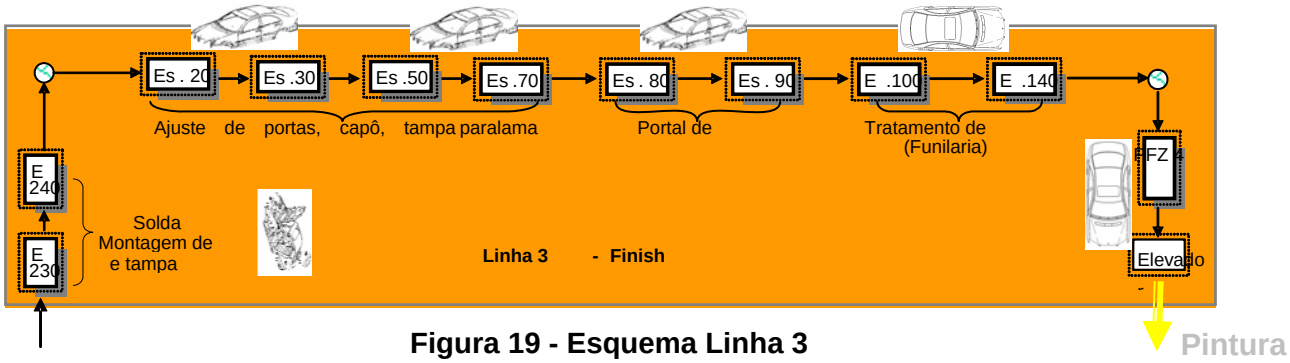

Figura 19 - Esquema Linha 3

Fonte: Adaptado DCBR (2006)

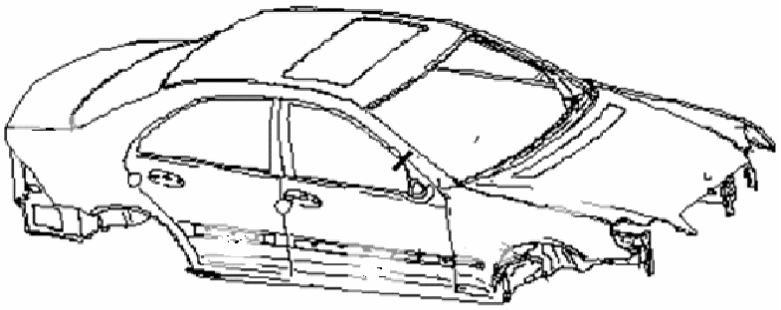

Figura 20 - Estrutura ao sair da Linha 3

Fonte: Intranet DCBR

Segue abaixo, na figura 21, o fluxo macro do processo na Montagem Bruta:

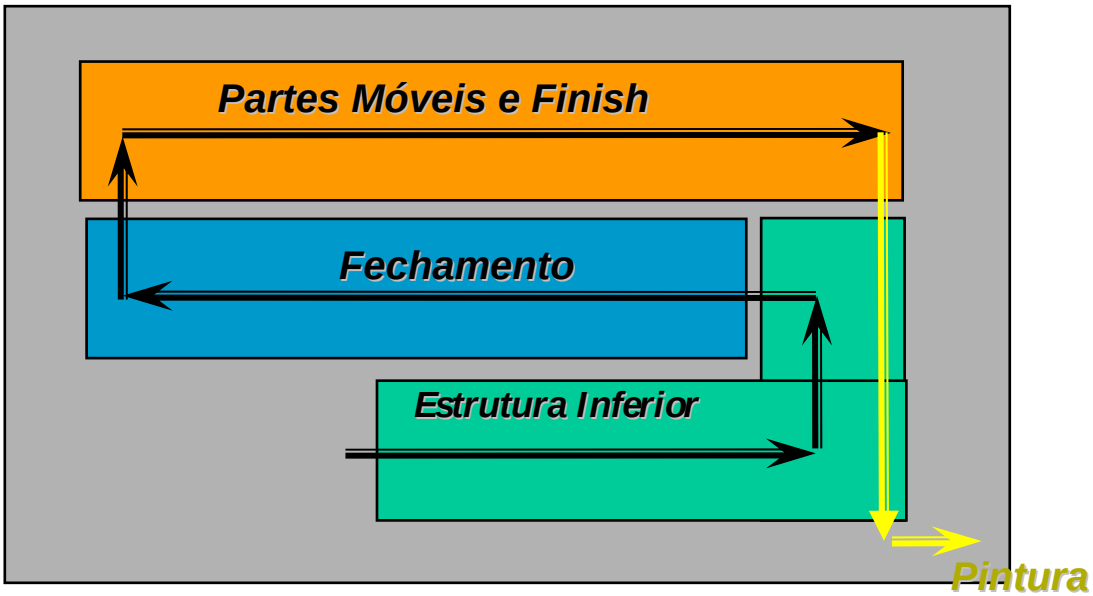

Figura 21 - Fluxo Macro Montagem Bruta

Fonte: Autor

O fluxo de transformação do produto na Montagem Bruta pode ser visualizado de forma resumida pela Figura 22.

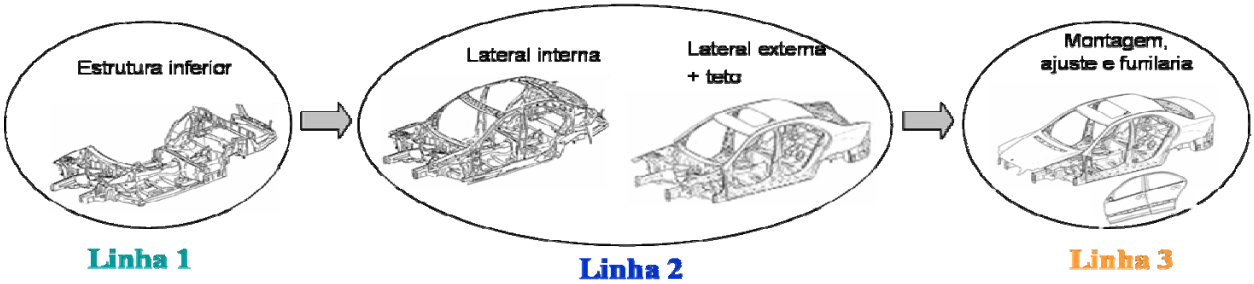

Figura 22 - Transformação do produto na Montagem Bruta

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

O controle e a garantia da qualidade dos produtos fornecidos pela Montagem Bruta são feitos através da utilização do Ciclo PDCA, como será visto na seção seguinte.

3.3.1. Utilização do Ciclo PDCA na MONTAGEM BRUTA

Na Montagem Bruta, o Ciclo PDCA era realizado nos Níveis 2 e 3, em única reunião, diária, com a presença de engenheiros de produção, líderes, auditores e porta-vozes. A meta é que se chegue ao auto-controle e o ciclo gire apenas no Nível 1, amenizando as falhas que chegam aos demais níveis; o que já está sendo trabalhado. Então, procurou-se atuar fortemente no Nível 2 onde, teóricamente, evitaria ou pelo menos diminuiria consideravelmente, as falhas que chegam ao Nível 3 e 4 enquanto não é posto em prática o auto-controle.

Para que se possa avaliar e agir sobre os problemas detectados na produção, foi preciso conhecer, primeiramente, todas as necessidades do processo assim como as necessidades dos clientes internos, ou seja, Pintura, Montagem Final e, de forma análoga, as estações sequentes, que se viam afetadas pela falha das estações anteriores. Dessa forma, tornou-se possível definir quais itens deveriam ser controlados assim como a importância e a gravidade das não conformidades para os sub-processos. Tal relação é de suma importância pois, as necessidades de cada sub-processo acontece do final para o início da cadeia, em efeito cascata. Portanto, os fornecedores internos e externos podem atuar para garantir a qualidade pretendida.

Segundo LIMA (2006) *apud.* OLIVEIRA (2000) “Se cada unidade de processo cumprir suas funções básicas, a qualidade do produto final estará garantida.”. Seguindo esse raciocínio, na etapa de palnejamento do ciclo PDCA na Montagem Bruta, foram considerados a Pintura e a Montagem Final como clientes internos, para que se pudesse garantir o processo internamente, tendo como consequencia a garantia da qualidade do produto. A relação entre as estações sequentes era tratada de outra maneira, em reuniões regulares de equipes.

Na Pintura, a carroçaria precisa apresentar as seguintes características: não apresentar avarias na superfície (amassados, arranhados, oxidação, etc); não conter sujeira em excesso (óleo, limalha, etc); não conter cola em excesso; permitir a adesão das camadas de tinta; estar bem fixada, não ocasionando avarias na Pintura, com as peças móveis; não comprometer a segurança dos colaboradores, entre outras.

Já na Montagem Final, é importante que a carroçaria: não permita infiltração; não ocasione ruídos ao ser guiada; tenha ótima estética (sem amassados, com um alinhamento de acordo com o especificado das peças móveis, etc.); não apresente dificuldade ou impossibilidade na montagem das peças de acabamento; não comprometa a segurança dos colaboradores e dos clientes externos, entre outras.

Assim, as tecnologias aplicadas na Montagem Bruta, impactam diretamente nos clientes. Os itens a serem controlados são: pontos de solda, pinos, dimensional da carroçaria, ajuste das partes móveis, cola, superfície (funilaria).

Estes têm diferentes importâncias e suas falhas causam diferentes impactos em cada cliente, como mostram as tabelas abaixo:

Tabela 3: Defeitos e impactos nos clientes – Pontos de solda

Pontos de solda		
Defeito	*Efeito na Pintura*	*Efeito na Montagem Final*
Furado	Não apresenta efeito relevante	Pode ocasionar infiltração através dos pontos
Sem fusão	Não apresenta efeito relevante	Pode comprometer a segurança do produto, e ocasionar infiltrações e ruídos
Faltante	Não apresenta efeito relevante	Pode comprometer a segurança do produto, e ocasionar infiltrações e ruídos
Rebarba	Compromete a segurança dos colaboradores (que podem se cortar) e prejudica a aplicação das camadas de tinta e de proteção contra corrosão	Compromete a segurança dos colaboradores (perigo de cortes) e a montagem de peças devido ao acúmulo de material
Respingos	Pode atrapalhar a aplicação das camadas de tinta	Afeta a estética do veículo e a montagem de peças, devido ao acúmulo de material

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

Tabela 4 - Defeitos e impactos nos clientes – Pinos

Pinos		
Defeito	*Efeito na Pintura*	*Efeito na Montagem Final*
Sem Fusão	Não apresenta efeito relevante	O pino se solta, não fazendo a função de encaixe e fixação que deveria nos encaixes de peças
Faltante	Não apresenta efeito relevante	Não tendo o pino, fica impossível a fixação e o encaixe de peças

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

Tabela 5 - Defeitos e impactos nos clientes – Dimensional da carroçaria

Dimensional da carroçaria		
Defeito	*Efeito na Pintura*	*Efeito na Montagem Final*
Desloca-mento de sub-conjuntos	Pode prejudicar a aplicação de camadas de tinta e de PVC (material de vedação para inibir infiltração entre chapas);	Pode ocasionar dificuldade ou impossibilidade de montagem das peças componentes do veículo e dos ajustes finais das peças móveis

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

Tabela 6 - Defeitos e impactos nos clientes – Ajuste das partes móveis

Ajuste das partes móveis		
Defeito	*Efeito na Pintura*	*Efeito na Montagem Final*
Partes móveis mal ajustadas	Pode provocar avarias devido ao atrito de tais peças e a superfície já pintada	Pode causar efeitos indesejáveis esteticamente

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

Tabela 7 - Defeitos e impactos nos clientes – Cola

Cola		
Defeito	*Efeito na Pintura*	*Efeito na Montagem Final*
Excesso de cola	Pode sujar os banhos de tratamento da carroçaria e interferir na aplicação das camadas de tinta do veículo; causando falhas estéticas no mesmo	Causam efeito estético indesejado e se, exagerada, pode atrapalhar a montagem de peças
Falta de cola	Não apresenta efeito relevante	Podem causar infiltrações e/ ou ruídos ao dirigir e comprometer a segurança do veículo

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

Tabela 8 - Defeitos e impactos nos clientes – Superfície

Superfície (funilaria)		
Defeito	*Efeito na Pintura*	*Efeito na Montagem Final*
Amassados	Podem prejudicar a adesão uniforme da tinta e afetar a estética do veículo	Podem ocasionar Infiltração e impossibilidade de montagem de peças
Arranhados	Podem prejudicar a adesão uniforme da tinta e afetar a estética do veículo	Interferem na estética do automóvel
Sujeira e / ou óleo	Podem contaminar os banhos e interferir na adesão da tinta	Esse tipo de defeito não chega à Montagem Final

Fonte: Adaptado LIMA (2006)

De posse desses aspectos, já é possível identificar quais itens podem e quais itens devem ser controlados. Então, obteve-se a base inicial para a etapa de planejamento do ciclo. A meta a ser alcançada, se deu através de um Acordo Interno de Qualidade que são metas internas da própria Montagem Bruta e metas estabelecidas para suas falhas na Pintura e Montagem Final. Tal acordo prevê uma meta, que chamada de tolerância por não ser exatamente uma meta a ser atingida e sim uma tolerância à quantidade de falhas aceitáveis pelo cliente interno, para cada item que possa vir a interferir na qualidade do produto. Ainda dentro desse acordo, foi criado um gatilho, ou seja, o momento para ser tomada uma ação para que não se chegue à tolerância estabelecida.

Serão mostrados alguns exemplos dos acordos feitos.

No acordo interno de qualidade para falhas não Graves (FK1 e FK3), serão mostrados os acordos para pontos de solda furados, faltantes, amassados e ajuste.

- Ponto de solda furado:

As tolerâncias eram de 4 pontos furados por dia se, em quatro carroçarias, o mesmo ponto de solda estiver furado. Se forem pontos diferentes, os limites são, para cada linha, detectados nos portais, em falhas para cada 100 veículos:

→ PFZ 1:

Tolerância: 42 Gatilho: 35

→ PFZ 2:

Tolerância: 29 Gatilho: 24

→ PFZ 3:

Tolerância: 34 Gatilho: 28

- Ponto de solda faltante:

Como nos pontos de solda furados, as tolerâncias e os gatilhos para cada Portal Falha Zero, em falhas por 100 carros, é a seguinte:

→ PFZ 1:

Tolerância: 3 Gatilho: 2,5

→ PFZ 2:

Tolerância: 6 Gatilho: 5

→ PFZ 3 – estações manuais (60 e 70):

Tolerância: 5,5 Gatilho: 4,5

→ PFZ 3 – estações automáticas (90 e 100):

Tolerância: 3 Gatilho: 2

- Amassados:

Imperfeições na carroçaria encontradas na linha do *Finish*, para cada 100 veículos.

Tolerância: 3 Gatilho: 2

- Ajuste de peças móveis e pára-lamas:

Às peças mal ajustadas, pegas nos portais, para cada 100 veículos.

Tolerância: 4 Gatilho: 3

Já o acordo interno de qualidade para falhas Graves (FK5 e FK9), tem características diferentes, já que toda falha grave, independente do nível de sua detecção, deve ser tratada através do Ciclo PDCA. As falhas graves são tratadas de um modo que toda não conformidade encontrada deve ser reportada imediatamente (*feedback*) para o causador e responsável pela a área para que ações de contenção sejam tomadas imediatamente e, depois estudadas nas reuniões do ciclo PDCA para que não tornem a acontecer. As falhas graves (FK5 e FK9) requerem ação imediata através do giro do Ciclo PDCA, independente do nível e área que foram encontradas.

Porém, se a falha for detectadas nos outros níveis e nas áreas de Pintura e Montagem Final, a metodologia é determinada pela própria área, podendo ser ações através do giro do PDCA ou emissão do formulário PSP I.

Importante ressaltar que o procedimento operacional padrão, ferramenta importante no planejamento do ciclo, já está consolidado na empresa, antes mesmo da decisão de se utilizar a ferramenta PDCA.

Dessa forma, já foi elaborada a parte de planejamento inicial que cabia ao ciclo, ou seja, já se tem os itens de controle, as metas a serem atingidas e um prévio procedimento operacional padrão.

Também como parte do planejamento, eram realizadas reuniões regulares com os colaboradores para que se conscientizassem e trabalhassem de forma a ajudar a melhoria contínua idealizada na hora do fazer (*Do*), onde lhes cabia toda a responsabilidade dessa etapa.

Diariamente, eram feitas reuniões regulares, para que se pudesse checar (*Check*) e tratar os resultados dos dias anteriores nos Portais Falha Zero, BPA, BPA Segmentado, Auditorias de Solda da A/MC e da A/EQ e publicar os resultados do APA. Nesta, eram expostas a quantidade de falhas, comparadas com os gatilhos e tolerâncias e tomadas algumas ações (*Act*) quando necessário. Essas ações podiam ser emergenciais ou com um prazo determinado, sempre com um responsável ou um grupo que, respondia por tal, assim que esgotasse o prazo.

Como as reuniões eram diárias, o giro do ciclo PDCA poderia acontecer a qualquer momento, assim que o responsável ou o grupo chegasse a conclusão que o planejamento deveria ser refeito, fato discutido e resolvido nas próprias reuniões. Para esse estudo, eram usadas ferramentas como os 5 Porquês, 5W2H, 7D, Pareto, Ishikawa, etc. Também acontecia semanalmente, a revisão das metas internas onde, necessariamente, rodava o ciclo.

Qualquer outra falha que venha a surgir afetando a qualidade do produto, também pode ser tratada nas reuniões do PDCA, onde ficam resolvidas as ações a serem tomadas. Também eram nessas reuniões que se decidiam sobre a abertura de alguns PSPs, assim como seus responsáveis e os prazos.

Com a utilização do Ciclo de Deming, consegui-se reduzir em mais de 50% o numero de pontos de solda furados na Montagem Bruta e quase que extinguir o número de pontos faltantes. Da mesma forma, ocorreu com os pinos soldados. As folgas em excesso e a parte que cabe à funilaria, também obteve ótimo resultado de melhoria. Com planejamentos e ações simples e rápidas, consegui-se aumentar a qualidade dos produtos enviados aos clientes e diminuir de forma considerável o numero de retrabalhos, aumentando a eficiência e diminuindo os custos.

Segue abaixo um exemplo de trabalho realizado pelo autor, com giro do ciclo PDCA na estação 20, na Linha 1 da Montagem Bruta. O principal problema era a alta porcentagem de pontos furados na estação, a mais crítica entre as outras. Na semana 26, antes do início do trabalho, o índice era de 0,28%. Portanto, na fase primeira de planejamento, foi estabelecida a primeira meta a ser atingida, 0,2% de pontos furados – o índice alcançado por outras estações manuais era, em média, 0,12%. Para tal melhoria, as causas deveriam ser conhecidas e os pontos críticos identificados. Ferramentas como estratificação das

causas, diagrama de Ishkawa e 5W2H, deram suporte para que fosse possível atacar os pontos certos. O diagrama de causa e efeito (Ishkawa) é mostrado abaixo:

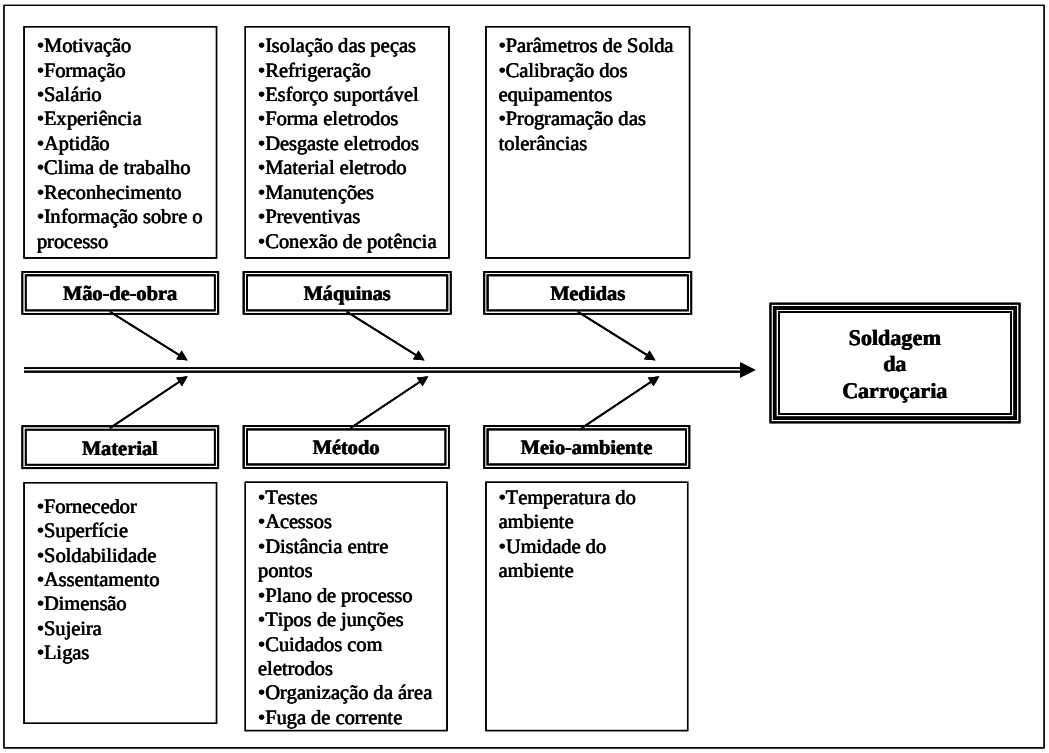

Figura 23 - Diagrama de Ishkawa – Soldagem da Carroçaria

Fonte: Adaptado DaimlerChrysler do Brasil Ltda *apud* BILHA (2006)

Devidas medidas foram tomadas na execução do planejado, atingindo todos os aspectos abrangidos nos 6M. Ao final da primeira semana, os dados coletados foram analisados e, com a melhora percebida, foram tomadas as devidas ações corretivas seguidas da revisão do planejamento. A meta, para a segunda semana (semana 28) foi mais ousada, 0,1% de pontos furados, dentre todos os pontos de solda da estação. Com o andamento do processo, causas iam sendo isoladas, outras percebidas e pontos de solda em posições específicas se destacando. Após o giro do ciclo na segunda semana, a meta foi novamente revista, com a intenção de tornar a estação 20 uma das melhores do processo. A meta então, era atingir abaixo de 0,05%. Notou-se que os pontos que obtiveram maior índice de furo foram os pontos 2177 e 2178, conforme mostrados na figura 24.

Figura 24 - Estrutura ao sair da estação 20 - *Vorbal* - e seus pontos críticos

Fonte: Autor

Após isoladas demais causas, notou-se que a grande ocorrência de falhas nesses pontos se dava, principalmente, em conseqüência do errado posicionamento dos operadores. Com o envolvimento destes na realização e a checagem diária do numero de falhas, era possível obter *feedbacks* em tempo real. A cada semana, as metas eram revistas e o planejamento era refeito, até atingir o nível de excelência desejado (ocorrido na semana 29), abaixo de 0,03%. Daí em diante, padronizou-se os modos de realização, checagem e ação para que o nível fosse mantido, mudando a metodologia para o SDCA. O gráfico abaixo mostra a melhoria obtida:

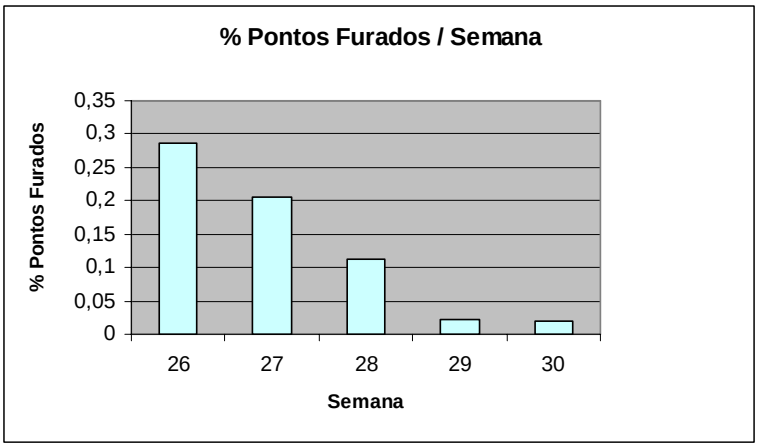

Figura 25 - Melhoria na porcentagem de pontos furados na Estação 20, da Linha 1

Fonte: Autor

Com essa forte ferramenta, busca-se a melhoria contínua em todos os aspectos da Montagem Bruta, para que tenha sempre uma qualidade melhor e busque sempre um alto nível de excelência para com os clientes internos e clientes finais.

CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme discorrido neste trabalho, fica evidente que a qualidade se firma como ponto forte de competitividade entre as empresas. A evolução deste conceito e as ferramentas que auxiliam em seu controle fixam a qualidade como aspecto fundamental para sobrevivência e sucesso de qualquer empresa; tanto nos setores de produtos, quanto no de serviços. Para isso, é necessário que as organizações desenvolvam estratégias que garantam sua perenidade no mercado.

Juntamente com o conceito, as ferramentas da qualidade e os métodos de controle e melhoria foram se desenvolvendo com o tempo. Com a devida eficácia percebida pelas organizações, tais métodos passaram a se tornar parte do cotidiano destas. Garantir um produto sem defeitos, já não era mais suficiente para satisfazer os clientes e garantir o sucesso das organizações. A melhoria contínua, com qualidade assegurada em toda a cadeia produtiva tornou-se uma forma de alcançar certa vantagem competitiva no mercado.

As indústrias automobilísticas hoje tentam destacar-se das demais, garantindo a satisfação de seu cliente final e atender suas exigências. A empresa foco do estudo de caso deste trabalho atua no segmento de carros de luxo, fazendo da qualidade seu maior ponto de atratividade. Para tal, é necessário que todas as áreas da empresa estejam em perfeita sinergia, assim como cada elemento da cadeia produtiva.

O Ciclo PDCA é uma forma rápida e eficaz de se obter o índice desejado de qualidade. Uma metodologia simples que torna possível o alcance de metas traçadas. Usado de forma sistemática na empresa objeto do estudo de caso deste trabalho, o giro do Ciclo PDCA em diversos níveis, garante a qualidade do produto final. O giro do ciclo em cada área independentemente é fundamental para que os objetivos da empresa sejam atingidos. Cabe salientar a importância do uso das ferramentas da qualidade, para apoio à tomada de decisões no decorrer do giro do ciclo.

Na Montagem Bruta, como em toda a fábrica, o Ciclo PDCA é a metodologia responsável pela garantia do sub-produto, fornecido pela área. Por ser o primeiro sub-processo responsável pela estrutura do carro e, afetando diretamente os demais processos, é de fundamental importância que a carroçaria saia perfeita conforme especificação. Portanto, com os itens de controle dentro do especificado, as áreas seguintes possuem seu primeiro critério para que seja produzido um produto de acordo com as expectativas do cliente. Assim, a constante utilização das ferramentas da qualidade auxiliam de forma indispensável neste controle.

A metodologia do Ciclo PDCA seguida da forma correta e disciplinada pode ser utilizada por qualquer empresa que tenha metas a alcançar em um processo, seja ele voltado para manufatura ou para serviços, ou ainda, para a combinação dos dois.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRADE, Ana *et. al*.. **Programa Qualidade do Ministério da Segurança Social e do Trabalho:** Um Modelo Integrado de Aplicação da CAF. Lisboa: Secretaria-Geral do Ministério da Segurança Social e do Trabalho, 2004. Disponível em: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/UNPAN/UNPAN019635.pdf> Acesso em: 09/11/2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). Disponível em: http://www.anfavea.com.br/. > Acesso em 2 dezembro 2006.

BILHA, Flávio Santos. **Estudo da Eficiência do Processo de Soldagem de Pontos por Resistência Elétrica Utilizado na Indústria Automobilística.** Rio de Janeiro: UFF, LATEC – Laboratório de Tecnologia, 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CORDEIRO, José Vicente B. de Mello. **Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total:** fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão? Curitiba, 2004. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v7_n1/rev_fae_v7_n1_02_jose_vicente.pdf>. Acesso em 12/11/2006.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é investimento.** Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

DAIMLERCHRYSLER DO BRASIL LTDA. Disponível em Intranet: http://intra.daimlerchrysler.com.br/ > Acesso em: 27 novembro 2006.

DELLARETTI FILHO, Osmário; DRUMOND, Fátima Brant. **Itens de Controle e Avaliação de Processo.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.

DEMING, William Edwards. **Saia da crise***.* São Paulo: Futura, 2003.

FEIGEBAUM, Armand V. **Controle da qualidade total:** gestão e sistemas. São Paulo, Makron Books, 1994.

Fundação de Estudos Sociais do Paraná. Disponível em: www.fesppr.br/~possetti/admhospitalar/ciclopdca.doc.> Acesso em: 15 novembro 2006.

GURGEL JÚNIOR, G. D.; VIEIRA, M. M. F.. **Qualidade total e administração hospitalar**: explorando disjunções conceituais. Ciência & Saúde Coletiva, 2002. Disponível em: <http://www.opas.org.br/observatorio/arquivos/Destaque134.pdf>. Acesso em: 25/11/2006.

JURAN, Joseph M.; GRYNA, Frank M.. **Juran's quality control handbook.** USA: McGraw-Hill, 1988.

LESSE, Domingo Carlos. **Gestão da melhoria contínua da qualidade e produtividade em uma célula de produção.** Taubaté, 2002. Disponível em www.unitau.br/prppg/cursos/ppga/mba/*2002*.htm>. Acesso em: 29 novembro 2006.

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.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade.** Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER George C. **Estatistica Aplicada e Probabilidade para Engenheiros.** Rio de Janeiro: LTC, 2003.

PALADINI, Edson Pacheco. **Qualidade total na prática:** implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. São Paulo: Atlas, 1997.

RIBEIRO, Maria Emília G. de Souza. **O Ciclo de Deming no Modelo de Gestão:** um estudo de caso sobre sua adoção na Construtora Camargo Corrêa. Ouro Preto: UFOP, 2005.

SAP 506 - **Gestão e Certificação da Qualidade na Construção Civil (1-10)**, Notas de aula. Disponível em <http://www.eesc.sc.usp.br/sap/grad/disciplinas/SAP506/hist.doc>. Acesso em: 11/12/2006.

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

SLACK, Nigel *et. al*. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002.

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

WERNKE, Rodney; BORNIA, Antônio Cezar. **Considerações acerca dos Conceitos e Visões sobre Custos da Qualidade**. Curitiba, 2000. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v3_n2/consideracoes_acerca_dos.pdf>. Acesso em: 29/10/2006.