

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MELHORIAS PDCA: UM
ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO
DE VIDRO**

DANIELE MEDEIROS DE OLIVEIRA

TG-EP-18-05

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MELHORIAS PDCA: UM
ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO
DE VIDRO**

DANIELE MEDEIROS DE OLIVEIRA

TG-EP-18-05

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof. Msc. Carlos Antonio Pizo*

**Maringá - Paraná
2005**

DANIELE MEDEIROS DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MELHORIAS PDCA: UM ESTUDO DE
CASO EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE VIDRO**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção, Centro de
Tecnologia da Universidade Estadual Maringá
- Campus Sede

Orientador: Carlos Antonio Pizo

MARINGÁ

2005

DANIELE MEDEIROS DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MELHORIAS PDCA: UM ESTUDO DE
CASO EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE VIDRO**

Este exemplar corresponde à redação final da monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do Título de *Bacharel em Engenharia de Produção*, pela Universidade Estadual Maringá, Campus de Maringá, aprovada pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Carlos Antonio Pizo (Orientador)
Departamento de Informática, UEM

Profª Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, UEM

Prof. Michael Stefanuto
Departamento de Informática, UEM

Maringá, 19 de Dezembro de 2005.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai e a minha mãe, autores da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar pela presença sempre constante.

Aos meus pais Silvio e Doralí pelo amor, apoio e confiança a mim despendidos durante toda a jornada.

As minhas irmãs Mariene e Eveline pela amizade e admiração que sempre demonstraram.

Ao meu noivo Diego pelo carinho, amor e compreensão.

A minha avó Donária pelos cuidados oferecidos na época de cursinho.

A todos os meus amigos, em especial ao Valmir, pelo encorajamento e companheirismo.

Ao meu orientador Carlos Antonio Pizo pela orientação, e a todos os professores do curso de Engenharia de Produção que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos proprietários da Temperlândia Têmpera e Vidrolândia pela confiança que demonstraram ao disponibilizar a indústria para a implementação do estudo de caso realizado.

A todos os funcionários da Temperlândia Têmpera e Vidrolândia, principalmente ao Julio (gerente de qualidade), pela colaboração e paciência durante as atividades realizadas.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CICLO PDCA DE CONTROLE DE PROCESSOS, (CAMPOS, 1994 A).	5
FIGURA 2: CICLO PDCA PARA O ALCANCE DAS METAS PADRÃO, (CAMPOS, 1994 A).	8
FIGURA 3: CICLO PDCA PARA O ALCANCE DE METAS DE MELHORIA, (CAMPOS, 1994 A).	12
FIGURA 4: INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE COM OS CICLOS PDCA PARA MANTER E PARA MELHORAR RESULTADOS, (WERKEMA, 1995).	14
FIGURA 5: ESTRUTURA DE UM DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO.	22
FIGURA 6: FATURAMENTO MÉDIO MENSAL POR LINHA DE PRODUÇÃO.	39
FIGURA 7: TOTAL DE DEFEITOS POR PRODUTO EM M ²	41
FIGURA 8: MÉDIA MENSAL POR TIPO DE DEFEITO DO INCOLOR 10MM TEMPERADO.	43
FIGURA 9: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA PROBLEMAS COM O PEDIDO.	44
FIGURA 10: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA RECORTE ERRADO.	45
FIGURA 11: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA MEDIDA ERRADA.	45
FIGURA 12: MÉDIA MENSAL POR TIPO DE DEFEITO DO INCOLOR 8MM TEMPERADO.	49
FIGURA 13: MÉDIA MENSAL POR TIPO DE DEFEITO DO CINZA 8MM TEMPERADO.	51
FIGURA 14: COMPARAÇÃO DA QUANTIDADE DE DEFEITOS NO INCOLOR 10MM TEMPERADO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO.	56
FIGURA 15: COMPARAÇÃO DA QUANTIDADE DE DEFEITOS NO INCOLOR 8MM TEMPERADO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO.	57
FIGURA 16: COMPARAÇÃO DA QUANTIDADE DE DEFEITOS NO CINZA 8MM TEMPERADO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO.	58
FIGURA 17: COMPARAÇÃO DAS QUANTIDADES DE DEVOLUÇÕES DE CADA PRODUTO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO.	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: GUIA PARA A DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE INTERVALOS (K).....	24
TABELA 2: FATURAMENTO MÉDIO MENSAL COM CADA LINHA DE PRODUÇÃO - MÉDIA OBTIDA COM BASE NO FATURAMENTO DOS MESES DE ABRIL, MAIO E JUNHO DE 2005.....	39
TABELA 3: MÉDIA MENSAL DE DEVOLUÇÕES POR PRODUTO.....	40
TABELA 4: CRONOGRAMA PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO.....	41
TABELA 5: MÉDIA MENSAL DE DEVOLUÇÕES POR TIPO DE DEFEITO DO INCOLOR 10MM TEMPERADO.....	42
TABELA 6: PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO DAS CAUSAS DO DEFEITO PROBLEMAS COM O PEDIDO.....	46
TABELA 7: PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO DAS CAUSAS DO DEFEITO RECORTE ERRADO.....	47
TABELA 8: PLANO DE AÇÃO PARA O BLOQUEIO DAS CAUSAS DO DEFEITO MEDIDA ERRADA.....	47
TABELA 9: MÉDIA MENSAL DE DEVOLUÇÕES POR TIPO DE DEFEITO DO INCOLOR 8MM TEMPERADO.....	48
TABELA 10: MÉDIA MENSAL DE DEVOLUÇÕES POR TIPO DE DEFEITO DO CINZA 8MM TEMPERADO.....	50
TABELA 11: COMPARATIVO DAS QUANTIDADES DE DEFEITO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO PARA O PRODUTO INCOLOR 10MM TEMPERADO.....	54
TABELA 12: COMPARATIVO DAS QUANTIDADES DE DEFEITO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO O PRODUTO INCOLOR 8MM TEMPERADO.....	54
TABELA 13: COMPARATIVO DAS QUANTIDADES DE DEFEITO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO O PRODUTO CINZA 8MM TEMPERADO.....	55
TABELA 14: COMPARAÇÃO DAS QUANTIDADES DE DEVOLUÇÕES DE CADA PRODUTO ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE BLOQUEIO.....	59
TABELA 15: RELAÇÃO DE PROBLEMAS REMANESCENTES E CRONOGRAMA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PRÓXIMO GIRO DO CICLO PDCA.....	61

SUMÁRIO

RESUMO	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ORIGEM DO TRABALHO	1
1.2 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 Objetivo geral.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	2
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1 O CICLO PDCA	5
2.1.1 O Ciclo PDCA para manter resultados.....	7
2.1.2 O Ciclo PDCA para melhorar resultados.....	9
2.2 AS FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE.....	13
2.2.1 Estratificação.....	15
2.2.2 Folha de Verificação	15
2.2.3 Gráfico de Pareto.....	17
2.2.4 Diagrama de Causa e Efeito	21
2.2.5 Histograma	23
2.2.6 Diagrama de Dispersão.....	25
2.2.7 Gráfico de Controle	27
2.3 A TÉCNICA <i>BRAINSTORMING</i>	29
2.3.1 Benefícios do <i>Brainstorming</i>	31
2.3.2 Possíveis problemas como <i>Brainstorming</i> tradicional.....	31
2.3.3 Possíveis causas que conduzem aos problemas do <i>Brainstorming</i> tradicional.....	32
2.3.4 Outros tipos de <i>Brainstorming</i>	32
2.4 PLANO DE AÇÃO 5W1H.....	33
2.4.1 Quando utilizar o 5W1H	33
3. ESTUDO DE CASO.....	34
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	34
3.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DA EMPRESA	35
3.3 METODOLOGIA.....	36
4. IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO PDCA	39
4.1 SELEÇÃO DA LINHA DE PRODUÇÃO E DOS PRODUTOS ABORDADOS NO TRABALHO.....	39
4.2 APLICAÇÃO DA ETAPA DE PLANEJAMENTO (P) DO CICLO PDCA PARA O INCOLOR 10MM TEMPERADO.....	42
4.2.1 Fase de identificação do problema	42
4.2.2 Fase de observação.....	42
4.2.3 Fase de análise.....	43
4.2.4 Fase de elaboração do plano.....	46
4.3 APLICAÇÃO DA ETAPA DE PLANEJAMENTO (P) DO CICLO PDCA PARA O INCOLOR 8MM TEMPERADO.....	47
4.3.1 Fase de identificação do problema	47
4.3.2 Fase de observação.....	48
4.3.3 Fase de Análise	49
4.3.4 Fase de elaboração do plano.....	49
4.4 APLICAÇÃO DA ETAPA DE PLANEJAMENTO (P) DO CICLO PDCA PARA O CINZA 8MM TEMPERADO.....	50
4.4.1 Fase de identificação do problema	50
4.4.2 Fase de observação.....	50
4.4.3 Fase de análise.....	51
4.4.4 Fase de elaboração do plano.....	52
4.5 APLICAÇÃO DA ETAPA DE EXECUÇÃO (D) DO CICLO PDCA	52

4.5.1 Etapa de execução para o defeito problemas com o pedido	52
4.5.2 Etapa de execução para os defeitos: problemas com furo e recorte errado.....	52
4.5.3 Etapa de execução para o defeito medida errada.....	53
4.6 PREPARAÇÃO PARA AS ETAPAS DE VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>) E DE ATUAÇÃO (<i>ACTION</i>)	53
4.7 APLICAÇÃO DA ETAPA DE VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>) PARA O PRODUTO INCOLOR 10MM TEMPERADO.....	55
4.8 APLICAÇÃO DA ETAPA DE VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>) PARA O PRODUTO INCOLOR 8MM TEMPERADO.....	56
4.9 APLICAÇÃO DA ETAPA DE VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>) PARA O PRODUTO CINZA 8MM TEMPERADO.....	57
4.10 AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DO BLOQUEIO DAS CAUSAS DOS PROBLEMAS.....	58
4.11 APLICAÇÃO DA ETAPA DE ATUAÇÃO (<i>ACTION</i>)	60
4.11.1 Fase de padronização.....	60
4.11.2 FASE DE CONCLUSÃO.....	61
5. CONCLUSÃO.....	62
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

RESUMO

Sabe-se que os clientes buscam, cada vez mais, produtos com qualidade e preço baixo. Dessa forma, as indústrias precisam controlar a qualidade de seus produtos de forma efetiva para atender às necessidades dos consumidores e também para reduzir custos fabris. Assim, com a realização deste trabalho pretende-se reduzir os índices de reclamações / devoluções de produtos por problemas de qualidade numa indústria de beneficiamento de vidro, através da implementação do Ciclo PDCA para Melhorar Resultados. Para isso, primeiramente estudou-se detalhadamente o Método de Melhoria PDCA e as Ferramentas da Qualidade. Em seguida, iniciou-se um trabalho de levantamento sobre os processos e sobre o funcionamento da empresa - onde o estudo de caso foi realizado - a fim de detectar quais ferramentas eram mais adequadas a cada etapa do Ciclo PDCA, levando-se em consideração as necessidades e limitações da referida empresa. O próximo passo foi detectar quais eram os defeitos mais significativos quantitativamente e quais eram as possíveis causas desses defeitos. A partir daí, um plano de ação para bloquear as causas desses defeitos foi elaborado e, um trabalho de divulgação desse plano foi realizado, permitindo o início de uma cultura pela qualidade. Em seguida, novos dados foram coletados para que uma avaliação das ações implementadas fosse realizada. A partir das comparações entre os resultados obtidos antes e depois das mudanças no processo, as atividades implementadas foram avaliadas e aquelas que apresentaram resultados favoráveis foram adicionadas ao procedimento operacional padrão da empresa.

Palavras chaves: PDCA, Ferramentas da Qualidade, melhoria, plano de ação.

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as justificativas pela escolha do tema, a importância do trabalho, o objetivo geral e os objetivos específicos, bem como as limitações e a estrutura do mesmo.

1.1 Origem do trabalho

Através do estágio curricular, o qual realizei numa empresa de consultoria, tive a oportunidade de participar do cotidiano de uma indústria de beneficiamento de vidro, e de partilhar de seus problemas e necessidades. Tal indústria localiza-se em Rolândia – PR e, apesar do grande volume de produção mensal, cerca de 30.000 m², os altos índices de perda na produção e o grande número de reclamações e devoluções, estimados em aproximadamente 15 % da produção mensal, eram uma preocupação crescente do proprietário e dos gerentes.

Aliado a essa necessidade que a empresa enfrentava, estava o meu desejo de aplicar os conhecimentos adquiridos na Universidade relativos à engenharia da qualidade, visto que, no meu estágio curricular, minha atuação foi totalmente voltada para a área de planejamento e controle da produção. Dessa forma, a necessidade de melhoria nos processos de fabricação por parte da empresa e meu desejo de vivenciar uma implantação na área de qualidade foram os fatores que levaram a realização desse trabalho.

1.2 Importância do trabalho

Toda indústria para manter-se competitiva no mercado precisa satisfazer seus clientes internos e externos. Acredita-se que isso só é possível através de melhorias no processo de fabricação, da construção de uma cultura interna voltada para a qualidade e da capacitação profissional. Com base nessas premissas, observou-se que a empresa não estava oferecendo qualidade aos clientes internos e externos, pois o processo de fabricação não era dotado de nenhum controle, os dados referentes a reclamações / devoluções de clientes existiam, porém não eram tratados. Além disso, pouco se investia em treinamento e participação dos funcionários da empresa.

Diante dessa situação, acredita-se que em pouco tempo a empresa começaria a perder clientes, colaboradores e crédito no mercado. Assim, o trabalho buscou melhorar os processos da empresa para reverter tal previsão.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo principal desse trabalho foi reduzir os índices de reclamações / devoluções de produtos por problemas de qualidade por meio da utilização do Método de Melhorias PDCA.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Conhecer os processos e o funcionamento da indústria onde o estudo de caso foi aplicado;
- Identificar quais eram os principais defeitos dos produtos, bem como suas causas;
- Identificar alternativas viáveis, ou seja, que necessitassem de poucos recursos, para bloquear essas causas;
- Incentivar a participação e a utilização, por parte dos funcionários, de ferramentas e técnicas capazes de elevar o nível de qualidade dos produtos e serviços fornecidos;
- Encorajar e capacitar os funcionários para uma mudança cultural que favorecesse a melhoria contínua dos produtos e da empresa como um todo;
- Criar vantagem competitiva através da satisfação dos clientes internos e externos à organização.

1.4 Limitações do trabalho

O trabalho abordou apenas uma das linhas de produção da empresa, por isso a metodologia utilizada foi bem específica. Para restringir quais produtos seriam abordados a fonte utilizada

foi o histórico de devoluções de clientes, caso uma das outras linhas fosse abordada outro critério deveria ser utilizado, visto que essas informações não são tão confiáveis como são para a linha selecionada.

Além disso, o trabalho não abordou as melhorias obtidas no processo em termos monetários, apenas em termos quantitativos, visto que a indústria não tem uma política madura de apuração de custos fabris e, devido ao curto espaço de tempo disponível para a conclusão do estudo, foi inviável proceder com tal apuração.

As principais dificuldades encontradas durante a implementação do estudo de caso foram:

- O responsável pelo setor de qualidade praticamente não tinha informações históricas sobre a ocorrência de defeitos no processo e nem a totalização das devoluções de clientes;
- A empresa não adotava nenhuma metodologia para controle de qualidade dos produtos produzidos (CEP, PDCA, 5S);
- A empresa não possui gerente de produção, logo, não há uma pessoa que conheça detalhadamente o processo como um todo, então, o levantamento foi realizado diretamente com os operadores e encarregados;
- Não foi possível abordar os resultados obtidos em termos financeiros, pois a empresa ainda não possui um sistema de apuração de custos fabris adequado, assim, foi inviável - devido à falta de tempo - a apuração de tais custos para demonstrar a economia obtida em unidade monetária, dessa forma, somente foi considerada a quantidade reduzida em m².
- Resistência por parte de alguns funcionários quanto à aceitação das alterações nas metodologias de trabalho;
- Falta de acompanhamento diário da implementação das mudanças no processo (pela impossibilidade de minha presença diária na empresa devido às atividades de consultoria desenvolvidas em outras empresas).

1.5 Estrutura do trabalho

Inicialmente – no Capítulo 2 - é realizada uma revisão bibliográfica a fim de fundamentar o estudo de caso desenvolvido. Neste Capítulo são detalhadas cada uma das etapas do Método de Melhorias PDCA, as Sete Ferramentas Básicas da Qualidade e a utilização dessas ferramentas em conjunto com o Ciclo PDCA.

No Capítulo 3, é realizada uma breve descrição da empresa onde o estudo de caso foi realizado, bem como dos principais processos desenvolvidos por ela. Além disso, neste capítulo será abordada a metodologia utilizada para a implantação do Ciclo PDCA na indústria de beneficiamento de vidro estudada. Serão detalhados quais foram os critérios de estratificação, quais dados históricos e quais ferramentas foram utilizadas em cada uma das etapas da implantação do Ciclo PDCA.

No Capítulo 4 são detalhadas as implementações das etapas de Planejamento (*PLAN*), Execução (*DO*), Verificação (*CHECK*) e Atuação (*ACTION*) do Ciclo PDCA. Neste Capítulo são apresentados quais foram os problemas mais relevantes do processo, quais as possíveis causas desses problemas e quais ações foram implementadas para bloquear as causas dos defeitos selecionados. Além disso, são apresentados os resultados obtidos com as ações implementadas para bloquear as causas desses defeitos, bem como um comparativo entre os resultados antes e depois da incorporação das mudanças propostas ao processo. E também, são apresentadas as atividades que foram padronizadas e uma análise dos problemas remanescentes.

Finalmente, no Capítulo 5 são realizadas algumas considerações finais sobre a metodologia adotada e sobre os resultados obtidos. Além disso, são sugeridas algumas implementações de trabalhos futuros que podem auxiliar a empresa na busca pela melhoria contínua.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Ciclo PDCA

De acordo com Andrade (2003), o nome PDCA significa em seu idioma de origem: *PLAN*, *DO*, *CHECK* e *ACTION*, o que significa em nosso idioma: PLANEJAR, EXECUTAR, VERIFICAR E ATUAR. Segundo Slack (2002) “O PDCA é a seqüência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades”. A Figura 1 apresenta todas as etapas do Ciclo PDCA, bem como as principais atividades que devem ser executadas em cada uma dessas etapas.

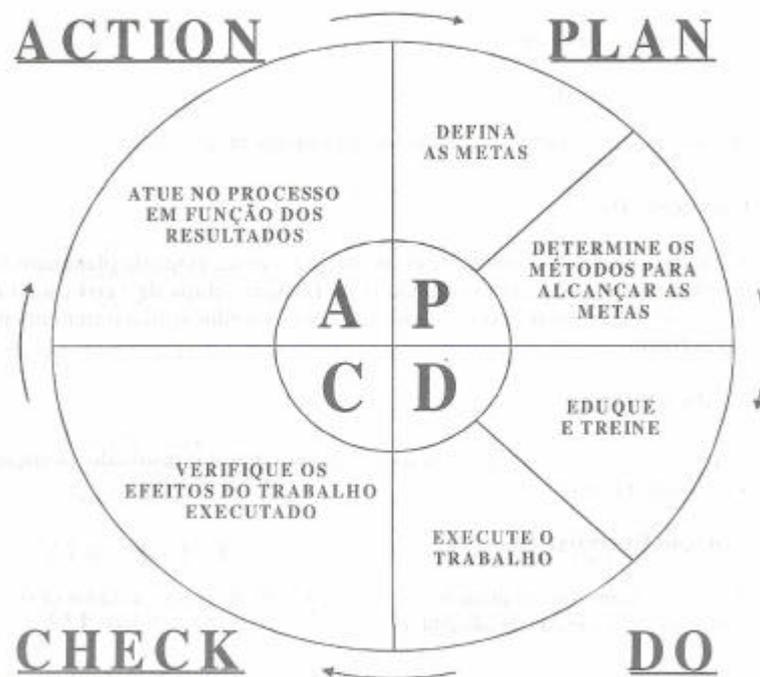


Figura 1: Ciclo PDCA de controle de processos, (Campos, 1994 a).

Segundo Ferreira (2002), a etapa P (planejar) consiste em estabelecer as metas e estabelecer o método para alcançar as metas propostas. A etapa D (executar) consiste em executar as tarefas de acordo com o planejamento realizado na etapa anterior e coletar dados para serem utilizados na etapa seguinte. Nesta etapa são essenciais: a educação e o treinamento no trabalho. A etapa C (verificar) consiste na comparação dos dados coletados na etapa D com as metas propostas. Nesta fase é importante analisar a execução do plano e fazer uma síntese dos acontecimentos. A etapa A (atuar) consiste em, após a estruturação do resultado do processo, ter uma atuação. Existem duas atuações possíveis: adotar o plano como padrão, caso a meta tenha sido atingida ou agir para eliminar as falhas e melhorar os processos de produção, caso o plano não tenha sido efetivo.

Já Campos (1994 a) define o Método de Melhoria PDCA da seguinte maneira: “O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais”. Assim, analisando a definição, depara-se com a palavra método, que segundo Andrade (2003) é a união das duas palavras gregas: *meta+hodos*, ou seja, caminho para meta. Logo, o Método PDCA é “um caminho para se atingir uma meta” (Campos 1994 A).

Dessa forma, verifica-se que não é possível aplicar o Método PDCA sem a definição de uma meta. De acordo com Werkema (1995), existem dois tipos de meta: metas para manter e metas para melhorar. Uma meta para manter consta de uma faixa aceitável de valores para o item de controle considerado, ou seja, a meta deve representar especificações de produto provenientes dos clientes internos e externos da empresa. Já as metas para melhorar, ou metas de melhoria, surgem do fato de que o mercado (clientes) sempre deseja um produto cada vez melhor, a um custo cada vez mais baixo e com uma entrega cada vez mais precisa.

Ainda segundo Werkema (1995), as metas para manter e para melhorar são determinadas pelo mercado, ou seja, resultam do desejo dos clientes que querem produtos consistentes e cada vez melhores quanto aos aspectos de qualidade intrínseca, custo e entrega. Segundo a autora, “para que estas metas (fins) possam ser atingidas, será necessário atuar nos processos (meios) da empresa”.

Assim, de acordo com a definição da meta, o ciclo PDCA pode ser utilizado para manter ou para melhorar as diretrizes de controle de um processo. Segundo Campos (1992 b), o ciclo PDCA é utilizado para manter os níveis de controle, quando o processo é repetitivo e o plano

consta de uma meta que é uma faixa aceitável de valores e de um método que engloba os “Procedimentos Padrão de Operação”. Dessa forma, o trabalho executado através do ciclo PDCA na manutenção de resultados consta basicamente do cumprimento de procedimentos padrão de operação (“*standard operation procedure*”, SOP). Já o ciclo PDCA para melhorar os níveis de controle, de acordo com Campos (1992 b), é utilizado quando o processo não é repetitivo e o plano consta de uma meta, que é um valor definido, e de um método, que compreende procedimentos próprios necessários para se atingir a meta. Esta meta é o “novo nível de controle” pretendido.

Segundo Campos (1992 b) todos os níveis hierárquicos devem utilizar o ciclo PDCA, porém, operadores costumam utilizar com mais frequência o ciclo PDCA na manutenção dos níveis de controle. Já os níveis hierárquicos mais elevados utilizam mais intensamente o Ciclo PDCA na melhoria de tais níveis, pois são eles os maiores responsáveis por visualizar os pontos de atenção, por coordenar a execução dos procedimentos padrão de operação e também por garantir a sobrevivência da empresa.

O segredo do sucesso na melhoria de processos através da utilização do ciclo PDCA está intimamente relacionado à junção dos dois tipos de gerenciamento: manutenção e melhorias. Campos (1992 b) define problema como o resultado indesejado de um processo, logo, quando um problema é detectado deve-se aplicar o ciclo PDCA para melhorar, o processo deve ser analisado e as causas do problema devem ser determinadas, depois devem ser tomadas medidas para bloquear tais causas.

Ao bloquear as causas de um problema, a empresa atinge um novo nível de controle, e, nesse momento, deve ser utilizado o ciclo PDCA para manter tais causas bloqueadas e para garantir que os problemas não voltarão a ocorrer. Assim, quanto mais alto o nível hierárquico, mais se deve conhecer e praticar o ciclo PDCA, pois o atual mercado globalizado, cada vez mais competitivo, exige que os administradores e gerentes sejam exímios solucionadores de problemas.

2.1.1 O Ciclo PDCA para manter resultados

De acordo com Campos (1992 b) para uma boa manutenção dos níveis de controle é necessário o cumprimento de algumas condições específicas em cada uma das etapas do ciclo PDCA.

Na etapa de Planejamento (*PLAN*) do ciclo, os níveis de controle devem ser devidamente definidos, bem como a faixa de valores aceitável para os mesmos. Nesta etapa também devem ser definidos os procedimentos padrão necessários à manutenção dos resultados do processo.

Na etapa de Execução (*DO*), deve ser realizado o treinamento, com base nos procedimentos padrão, para as pessoas que participarão ativamente do processo. Também são necessários o treinamento em coleta de dados e a execução das tarefas definidas nos procedimentos, essa execução deve ser auditada periodicamente.

Na etapa de Verificação (*CHECK*), deve ser realizada uma verificação dos itens de controle a fim de constatar se eles estão dentro da faixa de valores estabelecida como aceitável. É aconselhável a utilização de gráficos e, em alguns casos, de cartas de controle para facilitar a análise.

Na etapa de Atuação (*ACTION*), se não houver dispersão dos itens de controle em relação à faixa de valores estabelecida, os procedimentos atuais devem ser mantidos. Caso contrário, os níveis hierárquicos superiores devem ser informados para planejar as ações corretivas se essas ações não estiverem padronizadas. De acordo com Campos (1994 a), “Toda anomalia deve ser registrada para futuras análises”. A Figura 2 apresenta o Ciclo PDCA para o alcance das metas padrão.

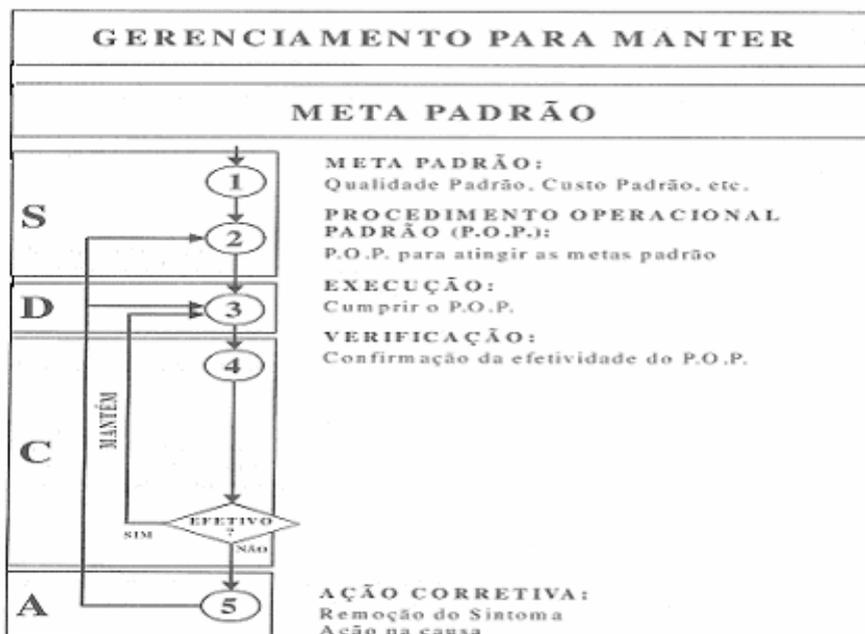


Figura 2: Ciclo PDCA para o alcance das metas padrão, (Campos, 1994 a).

2.1.2 O Ciclo PDCA para melhorar resultados

De acordo com Campos (1992 b), o Ciclo PDCA para melhorar resultados é também conhecido como “Método de Solução de Problemas”, no Japão chamado de “*QC Story*”. O autor coloca que essa utilização do Ciclo PDCA é de maior responsabilidade das chefias, os operadores o utilizam mais intensamente apenas quando a empresa trabalha com os Círculos de Controle da Qualidade (CCQ). Porém, o autor também coloca que o sucesso na implantação desse método depende muito do envolvimento de todos na empresa, assim, é imprescindível que todos os níveis hierárquicos dominem o método.

Campos (1992 b) explica que a etapa de Planejamento (*PLAN*) do PDCA para melhoria divide-se em: identificação do problema, observação, análise e plano de ação. Na fase de identificação do problema, o problema deve ser claramente definido, bem como sua importância para a empresa. Para proceder com tal identificação devem ser empregadas diretrizes gerais da área de trabalho (qualidade, custo, atendimento, moral, segurança), pois o problema deve ser escolhido com base em fatos e dados. Um dos objetivos dessa etapa é obter um histórico do problema. Para isso, podem ser utilizadas ferramentas como gráficos, fotografias e dados históricos. Também é necessário, nessa fase, mostrar as perdas atuais e os possíveis ganhos que a empresa possa obter com a eliminação do problema. Em seguida, deve-se proceder a Análise de Pareto para priorizar temas e estabelecer metas, assim, a identificação dos resultados indesejados é facilitada. A nomeação de responsáveis e líderes deve ocorrer nessa fase, assim como a proposta de uma data limite para a solução do problema.

Na fase de observação, o principal objetivo é investigar amplamente as características e os aspectos específicos do problema com base em fatos e dados. Essa descoberta das características do problema deve ser feita através de coleta de dados. Para execução dessa fase, podem ser utilizadas ferramentas como a Análise de Pareto, a Estratificação, a Folha de Verificação, 5W1H, a fim de que se tenha condições de priorizar os temas. Deve-se gastar o tempo que for necessário nessa fase, pois posteriormente será mais fácil para resolver o problema. A descoberta das características também deve ser feita através de observações no local da ocorrência, pois dessa forma, podem ser obtidas informações importantes que podem não ser identificadas apenas com os dados numéricos. Além disso, é importante, nessa fase,

estimar um cronograma de atuação - que pode ser atualizado em cada processo -, e um orçamento, e também definir uma meta a ser seguida.

Na fase de análise o principal objetivo é definir as causas fundamentais do problema. Para isso, podem ser utilizadas ferramentas como o *brainstorming* (tempestade cerebral) e o Diagrama de Causa e Efeito. Todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas devem ser envolvidas no processo através da formação de grupos de trabalho e de reuniões participativas. A partir do Diagrama de Causa e Efeito e das informações obtidas, devem ser marcadas as causas mais prováveis para o problema, e essas causas devem ser priorizadas. Depois, devem-se coletar novos dados sobre as causas mais prováveis e realizar uma análise desses dados coletados. Essa análise pode ser realizada através de Pareto, Diagramas de Relação, Histogramas e Gráficos. Com base nos resultados da análise, será confirmada ou não a existência de relação entre o problema e as causas mais prováveis. Caso não ocorra a confirmação de alguma causa provável, deve ser realizada uma nova definição das causas influentes e os passos anteriores devem ser executados novamente. Caso contrário, deve ser realizado um teste de consistência da causa fundamental. Se existir evidências técnicas de que o bloqueio das causas do problema pode ser realizado, deve-se passar para a elaboração de um plano de ação, senão, deve ser feita uma nova escolha das causas mais prováveis e os passos anteriores devem ser executados novamente, pois quando o bloqueio das causas é impossível ou pode provocar efeitos indesejáveis é possível que a causa determinada não seja a causa fundamental do problema.

Na fase de elaboração do plano de ação, o principal objetivo é conceber um plano para bloquear as causas fundamentais. Nessa fase, deve ser elaborada uma estratégia de ação através de discussão com o grupo envolvido. Deve-se cuidar para que as ações sejam tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos e, também, para que propostas não produzam efeitos indesejáveis. É importante que diferentes soluções sejam analisadas, bem como o custo e a eficácia de cada uma delas. Depois dessas análises, o plano de ação deve ser elaborado. Também deve ser realizada uma revisão do cronograma e do orçamento final através de discussões com o grupo de trabalho. É necessário, que nesse momento, seja estabelecida uma meta a ser atingida, e os itens de controle e verificação dos diversos níveis envolvidos.

Campos (1992 b) coloca que na etapa de Execução (*DO*) do Ciclo PDCA de Melhoria, o principal objetivo é bloquear as causas fundamentais. Nesta etapa deve-se divulgar a todos o plano de ação, realizar reuniões participativas e treinamentos. As tarefas e a razão delas deve ser apresentada de forma clara à todos, e principalmente, todos os envolvidos devem entender e concordar com as medidas propostas. O próximo passo é executar as ações de acordo com plano e com o cronograma. Todas as atividades e os resultados obtidos devem ser registrados juntamente com a data em que ocorreram.

Na etapa de Verificação (*CHECK*), o objetivo principal é verificar a efetividade do bloqueio, isso deve ser feito através da comparação dos resultados dos dados coletados antes e após a execução do plano de ação. Devem ser analisados a efetividade das ações adotadas e o grau de redução de problemas. Essas comparações podem ser realizadas com o auxílio de Pareto, Cartas de Controle, Histogramas. Em seguida, é necessário que os efeitos secundários das medidas adotadas sejam analisados, pois toda alteração de sistema pode provocar efeitos secundários positivos ou negativos. Por meio de gráficos, por exemplo, do Gráfico Sequencial, deve-se verificar a continuidade ou não do problema. Caso o problema continue a ocorrer, primeiramente deve ser verificado se todas as ações planejadas foram realmente implementadas. Se todas as ações foram implementadas e mesmo assim o problema continua a ocorrer, então a solução escolhida foi errônea. Dessa forma, é importante que nesse momento seja realizada uma análise, de acordo com os dados levantados, sobre a efetividade do bloqueio. Caso o bloqueio não tenha sido efetivo, deve-se retornar à fase de Observação (*PLAN*) e realizar os passos descritos anteriormente. Caso o bloqueio tenha sido efetivo deve-se prosseguir para a etapa de Atuação (*ACTION*).

Campos (1992 b) divide a etapa de Atuação (*ACTION*) em: padronização e conclusão. Na fase de padronização o principal objetivo é prevenir o reaparecimento do problema. Assim, deve ser elaborado ou alterado o padrão adotado inicialmente. Em caso de mudanças, comunicados, circulares, reuniões devem garantir que todos estarão a par das mudanças, ou seja, todas as mudanças devem ser transmitidas à todos os envolvidos. Nesse caso, educação e treinamento devem contribuir para que todos estejam aptos a implementar as mudanças da forma como elas foram planejadas. Logo após, um acompanhamento da utilização do padrão deve ser realizado, ou seja, deve ser implantado um sistema de verificação do cumprimento do padrão.

Na fase de conclusão deve ser elaborada uma relação de problemas remanescentes e um planejamento do ataque de tais problemas. O Ciclo PDCA para Melhoria deve ser aplicado novamente naqueles problemas remanescentes que forem considerados importantes, assim, é necessário uma avaliação dos itens que ficaram pendentes. Nessa fase, uma reflexão sobre as atividades implementadas é extremamente importante para as ações futuras, pois o ciclo deve ser melhorado continuamente a cada aplicação. A Figura 3 apresenta o Ciclo PDCA para o alcance de metas de melhoria.

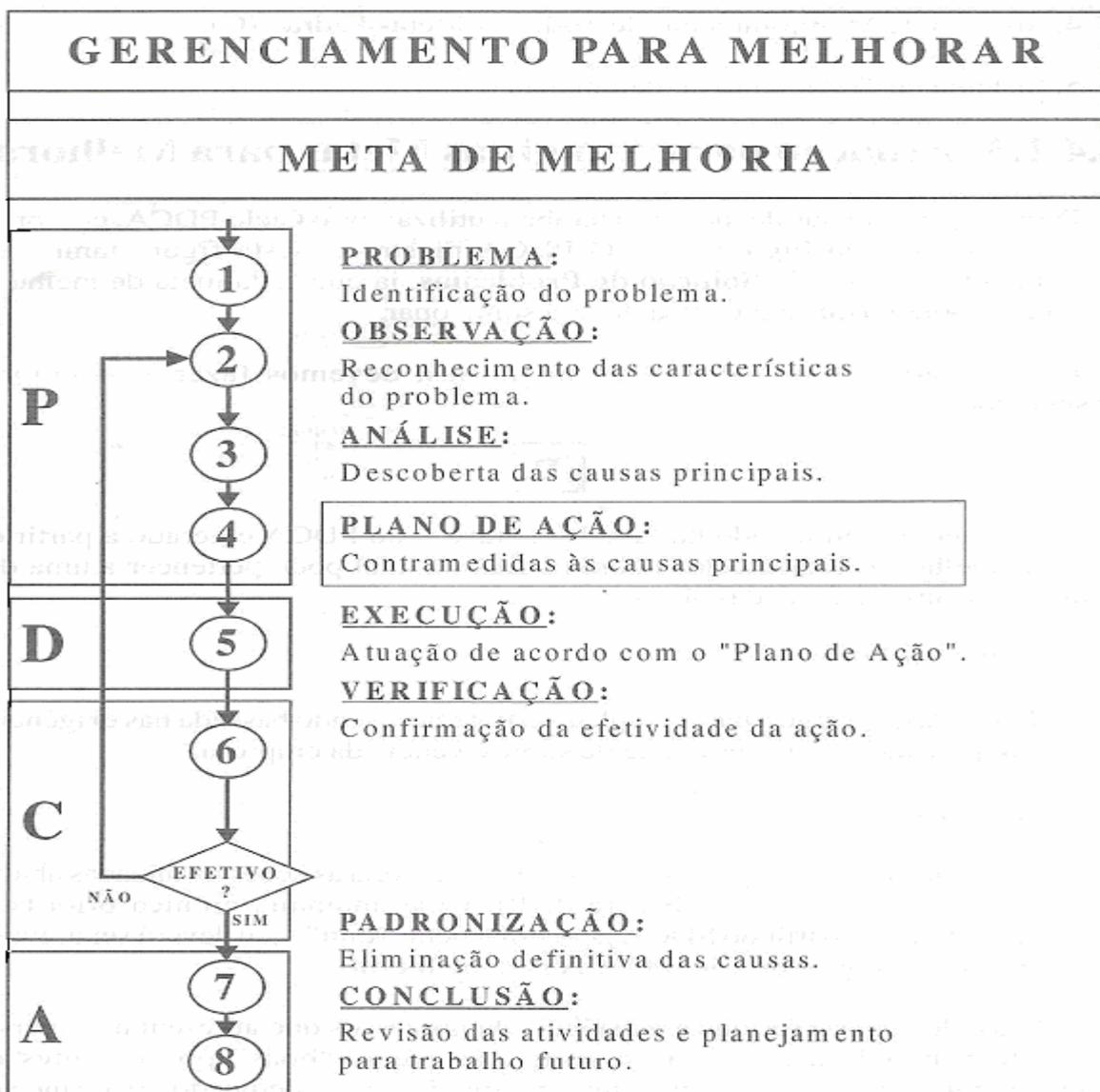


Figura 3: Ciclo PDCA para o alcance de metas de melhoria, (Campos, 1994 a).

2.2 As Ferramentas Básicas da Qualidade

Segundo Werkema (1995), “as ferramentas da qualidade são utilizadas para coletar, processar e dispor as informações necessárias ao giro dos Ciclos PDCA para manter e para melhorar resultados”. Dessa forma, as ferramentas da qualidade devem ser escolhidas de acordo com a fase do Ciclo PDCA, pois existem ferramentas mais apropriadas à cada uma das fases. De acordo com a autora, as sete ferramentas da qualidade são: Estratificação, Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão e Gráfico de Controle.

De acordo com Werkema (1995), há um conjunto de ferramentas da qualidade adequadas a cada etapa do Ciclo PDCA. Estas adequações podem ser observadas na Figura 4.

Werkema (1995) coloca que quando o Ciclo PDCA é utilizado para manter resultados, a realização da coleta de dados é definida como ausência de interferência no processo, pois não são realizadas alterações na rotina de realização do processo. Já quando o Ciclo PDCA é utilizado para melhorar resultados a coleta de dados é definida como realização de interferência no processo, pois será necessário realizar mudanças na rotina do processo.

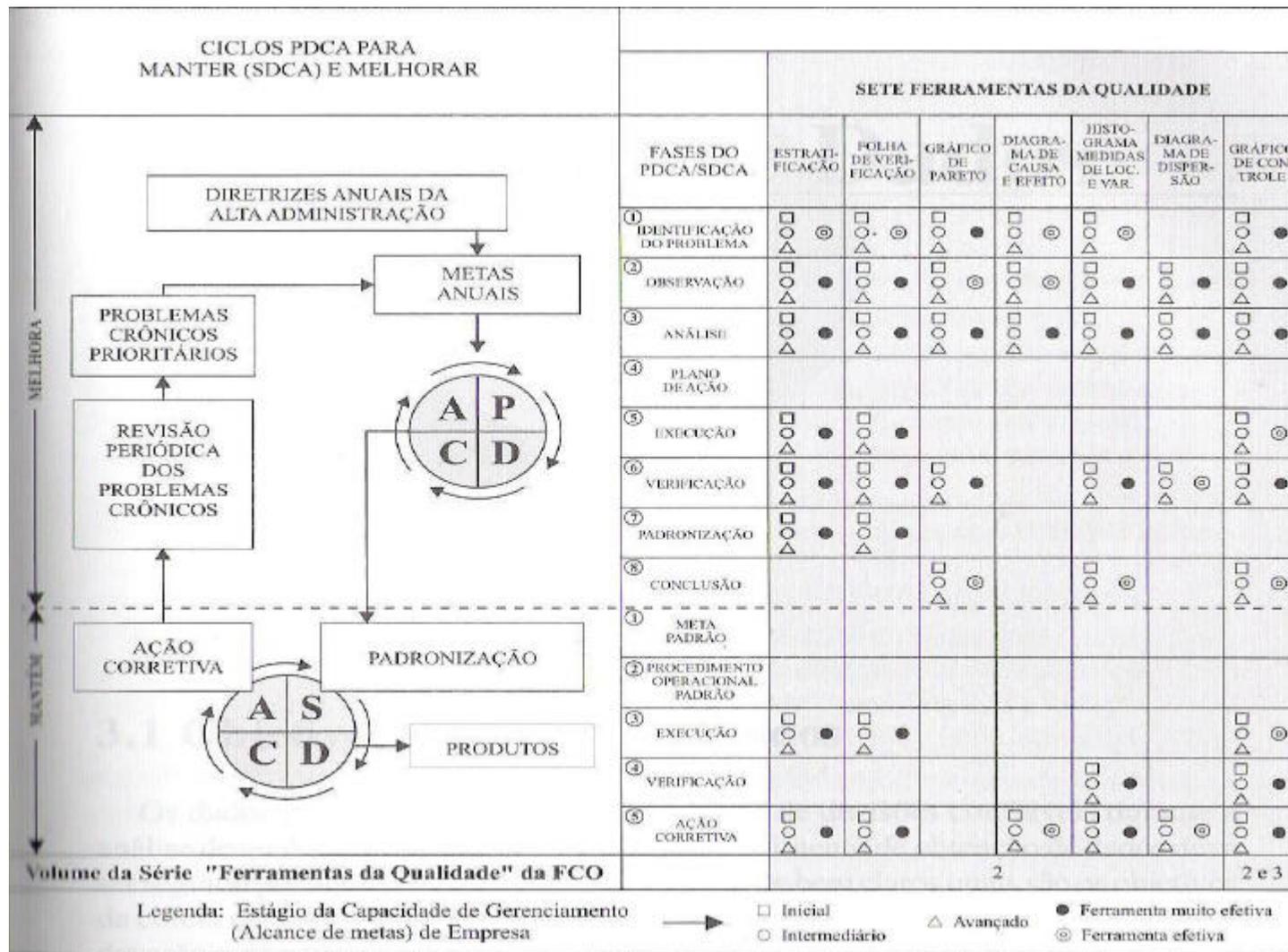


Figura 4: Integração das ferramentas da qualidade com os Ciclos PDCA para Manter e para Melhorar Resultados, (Werkema, 1995).

A seguir são descritas algumas das ferramentas básicas da qualidade.

2.2.1 Estratificação

De acordo com Werkema (1995) a estratificação consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em fatores de estratificação. A autora coloca que as principais causas de variação que atuam nos processos produtivos constituem possíveis fatores de estratificação de um conjunto de dados. Para ela, os fatores: equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais são fatores de estratificação de dados. A autora ressalta que é importante registrar todos os fatores de estratificação que sofrem alterações durante a coleta.

2.2.2 Folha de Verificação

“Uma Folha de Verificação é um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro de dados” (WERKEMA, 1995). Dessa forma, os principais objetivos da folha de verificação são: facilitar a coleta de dados e organizar os dados no decorrer da coleta, assim, não há necessidade de rearranjos manuais.

A Folha de Verificação é uma ferramenta que questiona o processo e é relevante para alcançar a qualidade. Pode ser usada para:

- Fácil obtenção e utilização dos dados;
- Dispor os dados coletados de forma organizada;
- Verificar a distribuição do processo de produção: coleta de dados de amostra da produção;
- Verificar itens defeituosos: saber o tipo de defeito e sua percentagem;
- Verificar a localização de defeito: mostrar o local e a forma de ocorrência dos defeitos;
- Verificar as causas dos defeitos;
- Realizar comparações entre os resultados obtidos e os limites de especificação;
- Investigar os aspectos dos defeitos;

- Determinar o turno, dia, hora, mês e ano, período em que ocorre o problema;
- Criar várias ferramentas, tais como: diagrama de Pareto, diagrama de dispersão, diagrama de controle, histograma, etc.

De acordo com Werkema (1995), para utilização da folha de verificação é necessário que, primeiramente, seja feita a definição das categorias que serão utilizadas para a estratificação dos dados. O tipo de folha que será utilizada dependerá do objetivo da coleta de dados. As folhas de verificação mais utilizadas são:

- Folha de verificação para a distribuição de um item de controle de um processo produtivo: de acordo com Werkema (1995), esta folha de verificação permite a construção de um histograma no instante da coleta de dados, pois os dados são classificados exatamente no momento da coleta. Esse tipo de Folha de Verificação é utilizada na coleta de dados de amostras de produção. E, à medida que os dados são coletados, estes são comparados com as especificações. Os dados coletados nesse tipo de folha de verificação não podem ser interrompidos.
- Folha de verificação para classificação: esta folha de verificação permite que seja feita uma subdivisão de uma determinada característica de interesse em suas outras categorias. Dessa forma, o problema pode ser explodido e analisado de forma mais detalhada.
- Folha de verificação para localização de defeitos: esta folha de verificação, como o próprio nome sugere, é utilizada para identificar a ocorrência de defeitos relacionados à aparência externa do produto. Esse tipo de folha de verificação deve conter o desenho do produto analisado para que a marcação da posição do defeito seja a mais precisa possível, assim, esse tipo de folha de verificação facilita a identificação das causas dos defeitos, pois essa ferramenta proporciona o conhecimento dos locais específicos onde ocorrem os defeitos.
- Folha de verificação para identificação de causas de defeitos: Werkema (1995), sugere que esta folha de verificação proporciona uma estratificação mais ampla dos dados do processo. Assim, podem ser utilizados numa mesma folha, por exemplo, os fatores: equipamento, operador, dia da semana, turno de trabalho. Os dados relativos à causa e

os dados relativos aos defeitos são colocados de tal forma que a tornar clara a relação entre as causas e o efeito. Posteriormente os dados são analisados através da estratificação de causas ou do diagrama de dispersão.

2.2.3 Gráfico de Pareto

Werkema (1995) define o Gráfico de Pareto como sendo “um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de modo a tornar de evidente e visual a priorização de problemas e projetos”. De acordo com a autora, a utilização das informações dispostas nessa ferramenta facilita o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas.

J. M. Juran (apud Werkema, 1995), estabeleceu o Princípio de Pareto quando adaptou aos problemas da qualidade a teoria para modelar a distribuição de renda desenvolvida pelo sociólogo e economista Vilfredo Pareto (1843-1923). Pareto mostrou que a distribuição de renda é muito desigual, e a maior parte das riquezas pertencem a um pequeno número de pessoas. Juran percebeu que esta mesma idéia se aplicava aos problemas da qualidade, ou seja, ele notou que as distribuições dos problemas e de suas causas eram desiguais, assim, constatou que os melhores resultados poderiam ser obtidos se a atenção estivesse concentrada primeiramente nos poucos problemas mais significativos para a empresa, e, logo após, na descoberta das causas principais desses problemas.

O Princípio de Pareto, segundo Werkema (1995), estabelece que os problemas relacionados à qualidade, os quais representam perdas, podem ser classificados em: “poucos vitais” e “muitos triviais”. Os “poucos vitais” representam um pequeno número de problemas, mas que acarretam grandes perdas para a empresa. Já os “muitos triviais” representam um grande número de problemas, mas que acarretam perdas pouco significativas para a empresa. Dessa forma, o Princípio de Pareto estabelece que se os problemas “poucos vitais” forem identificados e solucionados, a empresa eliminará a grande maioria das perdas por problemas relacionados à qualidade.

O Princípio de Pareto também estabelece que um problema pode ser atribuído a um pequeno número de causas. Assim, se forem identificadas as “poucas causas vitais” dos “poucos problemas vitais”, será possível eliminar a maioria das perdas por meio de um pequeno número de ações. Dessa forma, segundo Werkema, “o Gráfico de Pareto dispõe a informação de forma a permitir a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores

ganhos podem ser obtidos”. Ou seja, o Gráfico de Pareto permite que a identificação dos poucos problemas vitais seja feita de forma mais simples e visual.

O Gráfico de Pareto pode ser utilizado para:

- Identificar os problemas;
- Priorizar as causas de um defeito;
- Descobrir problemas e causas;
- Melhorar a visualização da ação;
- Priorizar as ações;
- Confirmar resultados de melhoria;
- Verificar comparações entre situação do processo antes e depois da adoção de medidas corretivas;
- Detalhar as causas principais em partes específicas;
- Estratificar ações;
- Identificar os itens responsáveis pelas maiores perdas;

Werkema (1995), elaborou um roteiro com as etapas necessárias para a construção de um Gráfico de Pareto. A saber:

1. Primeiramente deve-se definir o tipo de problema que será analisado (itens defeituosos, reclamações, acidentes, perdas financeiras).
2. Em seguida, deve-se listar os possíveis fatores de estratificação (categorias) do problema escolhido (tipo ou localização de defeito, turno, máquina, operador, etc), e criar a categoria “outros” para agrupar as ocorrências menos frequentes – cada ocorrência da categoria “outros” deve ser completamente identificada.
3. O próximo passo é estabelecer o método e o período de coleta de dados.

4. Depois, deve-se elaborar uma folha de verificação apropriada para realizar a coleta de dados.
5. Em seguida, deve-se preencher a folha de verificação, registrando o total de vezes que cada categoria foi observada e o número total de observações.
6. O próximo passo é elaborar uma planilha de dados para o Gráfico de Pareto, com as seguintes colunas: categoria, quantidades (totais individuais), totais acumulados, porcentagens do total geral e porcentagens acumuladas.
7. Preencher a planilha de dados, listando as categorias em ordem decrescente de quantidade. A categoria “outros” deve ficar na última linha da planilha, independente de seu valor, visto que ela é composta por um conjunto de categorias no qual cada elemento assume um valor menor que a menor quantidade associada a cada categoria listada individualmente.
8. Depois de realizada a coleta e o preparo dos dados, o próximo passo é traçar dois eixos verticais de mesmo comprimento e um eixo horizontal.
9. Em seguida, marcar o eixo vertical do lado esquerdo (ou direito) com a escala de zero até o total da coluna Quantidade (Q) da planilha de dados. Identificar o nome da variável representada neste eixo e a unidade de medida utilizada, caso seja necessário.
10. Marcar o eixo vertical do lado direito (ou esquerdo) com uma escala de zero até 100%, e identificar este eixo como “Porcentagem Acumulada (%)”.
11. Logo após, dividir o eixo horizontal em um número de intervalos igual ao número de categorias constante na planilha de dados.
12. Depois, identificar cada intervalo do eixo horizontal escrevendo os nomes das categorias, na mesma ordem em que eles aparecem na planilha de dados.
13. Construir um gráfico de barras utilizando a escala do eixo vertical do lado esquerdo.
14. Em seguida, construir a curva de Pareto marcando os valores acumulados (Total Acumulado ou Porcentagem Acumulada), acima e no lado direito (ou no centro) do intervalo de cada categoria, e ligar os pontos por segmentos de reta.

15. E, finalmente, registrar outras informações que devam constar no gráfico, tais como: título, período de coleta de dados, número total de itens inspecionados, objetivos do estudo realizado.

Werkema (1995), ressalta que “o custo é um importante indicador a ser considerado durante a construção de um gráfico de Pareto para a identificação dos poucos problemas vitais”, pois as categorias que apresentam baixo número de ocorrências podem ter um alto custo associado a elas, enquanto categorias numerosas podem apresentar custos pouco significativos.

A autora também esclarece que se a categoria “outros” representar mais de 10% das observações, deve ser adotado um modo diferente de classificação das categorias, visto que, nesse caso, as categorias foram classificadas de forma inadequada.

Além disso, segundo a autora, a comparação de gráficos de Pareto considerando diferentes níveis de fatores de estratificação permite identificar se a causa do problema é comum a o todo processo ou se existem causas específicas associadas a diferentes fatores de estratificação.

Ainda de acordo com a autora, a comparação entre gráficos de Pareto “antes” e “depois” da implementação de mudanças no processo, permite uma avaliação sobre a efetividade dessas mudanças.

Werkema (1995) também faz algumas observações a respeito dos cuidados que devem ser tomados durante a construção de um gráfico de Pareto. Segundo ela, é importante construir um gráfico para causas, para que as possíveis causas do problema sejam visualizadas e priorizadas. A autora também alerta que utilizar o bom senso é fundamental, visto que, em certos casos, as categorias mais frequentes ou de maior custo não são as mais importantes para a empresa. Nesse caso, deve-se priorizar as categorias que trazem maiores benefícios para a empresa. E, Werkema (1995) afirma que se um problema for de solução simples, mesmo pertencendo à categoria dos muitos triviais, ele deve ser eliminado de imediato.

2.2.4 Diagrama de Causa e Efeito

De acordo com Werkema (1995), “o Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para representar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado”.

Também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, esse diagrama é utilizado para sumarizar e apresentar as possíveis causas do problema considerado, atuando como um guia para a identificação da causa principal deste problema e para determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas. Esta ferramenta foi desenvolvida em 1943 por Ishikawa na Universidade de Tóquio. Ele usou-a para explicar como vários fatores poderiam ser comuns entre si e estar relacionados.

O Diagrama de Causa e Efeito pode ser utilizado:

- Quando for necessário identificar todas as causas possíveis de um problema;
- Para obter uma melhor visualização da relação entre as causas e o efeito delas decorrente;
- Para classificar as causas fatorando-as em sub-causas.

Para construção de um Diagrama de Causa e Efeito, primeiramente precisa-se de sugestões de quais podem ser as possíveis causas do problema. Essas sugestões podem ser obtidas através de reunião conduzida por uma técnica conhecida como *brainstorming*, com as pessoas envolvidas no processo (o *brainstorming* é detalhado na sessão 1.3).

O segundo passo é realizar uma Análise de Pareto com o objetivo de descobrir qual (is) a (s) causa(s) dominante(s).

De acordo com Werkema (1995), alguns passos devem ser seguidos para construção de um Diagrama de Causa e Efeito completo, a saber:

1. Primeiramente deve-se definir a característica da qualidade ou o problema a ser analisado. Em seguida, deve-se escrever a característica da qualidade ou o problema dentro de um retângulo no lado direito de uma folha de papel. Depois, deve-se traçar a espinha dorsal, direcionada da esquerda para a direita, até o retângulo.

2. Reunir um grupo de pessoas, envolvidas no processo, fazendo um “brainstorming” sobre as causas possíveis. Anotar as possíveis causas sugeridas.
3. Logo após, deve-se relacionar dentro de retângulos, como espinhas grandes, as causas primárias que afetam a característica da qualidade ou o problema definido no item 1.
4. O próximo passo é relacionar, como espinhas médias, as causas secundárias que afetam as causas primárias.
5. Depois, deve-se relacionar, como espinhas pequenas, as causas terciárias que afetam as causas secundárias.
6. Em seguida, deve-se identificar no diagrama as causas que parecem exercer um efeito mais significativo sobre a característica da qualidade ou problema. Nesta etapa é preciso utilizar o conhecimento disponível sobre o processo considerado e dados previamente coletados, ou, se necessário, coletar novos dados.
7. Finalmente, é necessário registrar outras informações que devam constar no diagrama como: título, data de elaboração do diagrama, responsável pela elaboração.

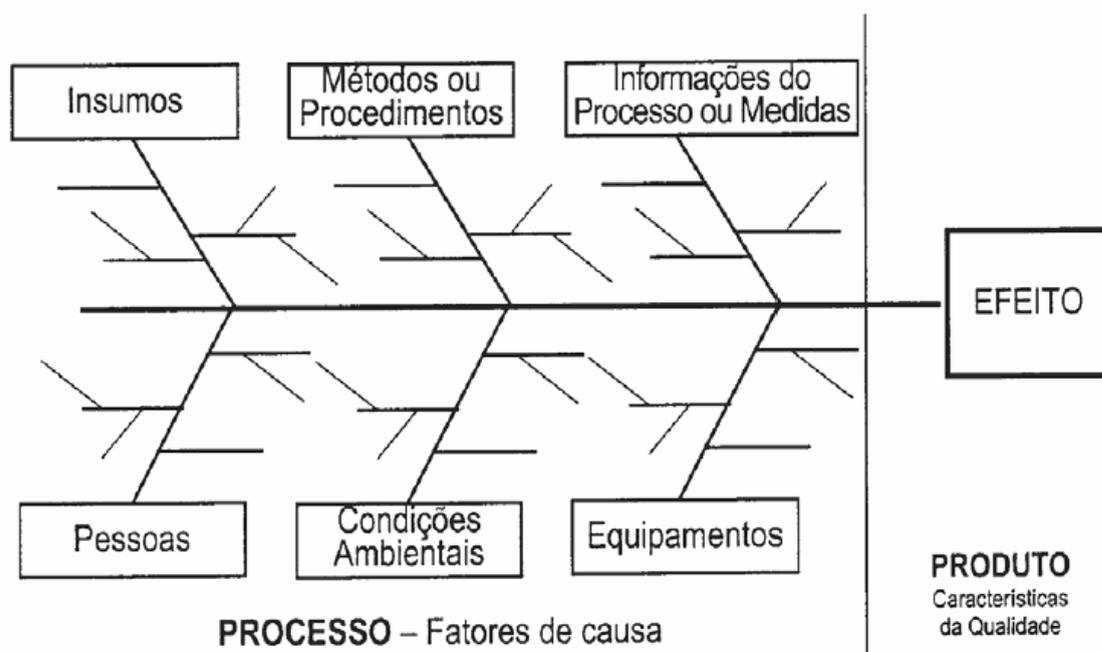


Figura 5: Estrutura de um Diagrama de Causa e Efeito.

2.2.5 Histograma

O histograma foi desenvolvido por Guerry, em 1833, para descrever sua análise de dados sobre crime. Desde então, o histograma tem sido aplicado mais diversas áreas. Segundo Werkema (1995), o histograma pode ser definido da seguinte forma: é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra.

Segundo Paladini (2000), o histograma descreve a frequência com que variam os processos e a forma de distribuição dos dados como um todo. O histograma dispõe as informações de maneira a tornar fácil a visualização da forma de distribuição de um conjunto de dados, e também a localização do valor central e da dispersão dos dados em torno desse valor central. No histograma, sempre devem ser traçadas linhas correspondentes aos limites de especificação.

São várias as aplicações dos histogramas, algumas delas:

- Para verificar o número de produtos não conformes;
- Para determinar a dispersão dos valores de medidas;
- Em processos que necessitam de ações corretivas;
- Para encontrar e visualizar através de gráfico o número de unidade por cada categoria.

Werkema (1995), descreve alguns passos básicos que devem ser seguidos durante a construção de um histograma. A autora diferencia a construção do histograma de acordo com o tipo das variáveis tratadas no problema. Para variáveis contínuas a autora recomenda que os passos abaixo sejam seguidos:

1. Primeiramente n dados referentes à variável de interesse devem ser coletados. A autora aconselha que n seja superior a 50 para que um padrão representativo da distribuição seja obtido.
2. Depois deve-se escolher o número de intervalos ou classes (K). A autora sugere o emprego da tabela abaixo, elaborada por Ishikawa (1982):

Tabela 1: Guia para a determinação do número de intervalos (k).

TAMANHO DA AMOSTRA (n)	NÚMERO DE INTERVALOS (k)
< 50	5 - 7
50 - 100	6 - 10
100 - 250	7 - 12
> 250	10 - 20

3. O próximo passo é identificar o menor valor (MIN) e o maior valor (MAX) da amostra;

4. Depois, deve-se calcular a amplitude total dos dados (R):

$$R = \text{MAX} - \text{MIN} \quad (1)$$

5. Em seguida, deve-se calcular o comprimento de cada intervalo (h):

$$h = R / k \quad (2)$$

h é denominado amplitude de classe.

6. Logo após, arredondar o valor de h. Este número deve ser múltiplo inteiro da unidade de medida dos dados da amostra.

7. Calcular os limites de cada intervalo, esse cálculo é feito da seguinte forma:

Primeiro intervalo:

$$\text{Limite Inferior: } LI_1 = \text{MIN} - h / 2 \quad (3)$$

$$\text{Limite Superior: } LS_1 = LI_1 + h \quad (4)$$

Segundo Intervalo:

$$\text{Limite inferior: } LI_2 = LS_1 \quad (5)$$

$$\text{Limite Superior: } LS_2 = LI_2 + h \quad (6)$$

i-ésimo Intervalo:

$$\text{Limite Inferior: } LI_i = LS_{i-1} \quad (7)$$

$$\text{Limite Superior: } LS_i = LI_i + h \quad (8)$$

Continuar estes cálculos até que seja obtido um intervalo que contenha o maior valor da amostra (MAX) entre os seus limites. Seguindo este procedimento o número final de intervalos será igual a $k + 1$.

8. Construir uma tabela de distribuição de freqüências, formada pelas seguintes colunas: número de ordem de cada intervalo (i); limites de cada intervalo, ponto médio do i ésimos intervalo (9); tabulação (contagem dos dados pertencentes a cada intervalo); freqüência (f_i) do i -ésimo intervalo e freqüência relativa do i -ésimo intervalo (f_i / n);

$$(x_i = (LI_i + LS_i) / 2) \quad (9)$$

9. Desenhar o histograma: primeiramente construa uma escala no eixo horizontal para representar os limites dos intervalos, depois, construir uma escala no eixo vertical para representar as freqüências dos intervalos, e em seguida, desenhar um retângulo em cada intervalo, com base igual ao comprimento (h) e altura igual à freqüência (f_i) do intervalo.
10. Registrar, no gráfico, informações como: título, período de coleta dos dados, tamanho da amostra.

Segundo Werkema (1995), quando a variável de interesse é discreta, primeiramente deve-se construir uma escala no eixo horizontal, para representar as observações da amostra, e uma escala no eixo vertical para representar as freqüências destas observações. Em seguida, traçar uma linha vertical para cada observação, cuja altura deve ser igual à freqüência correspondente verificada na amostra.

2.2.6 Diagrama de Dispersão

Segundo Werkema (1995), “o Diagrama de Dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis”. As duas variáveis apresentadas em um Diagrama de Dispersão podem ser:

- Duas causas de um processo;
- Uma causa e um efeito de um processo;
- Dois efeitos de um processo.

O diagrama de dispersão pode ser utilizado principalmente:

- Para visualizar a relação entre uma variável com outra e o que acontece se uma delas se alterar;
- Para verificar se as duas variáveis estão relacionadas;
- Para visualizar a intensidade do relacionamento entre as duas variáveis.

De acordo com Werkema (1995), alguns passos devem ser seguidos para a construção adequada de um Diagrama de Dispersão, a saber:

1. Coletar pelo menos 30 pares de observações (x, y) das variáveis cujo tipo de relacionamento será estudado;
2. O segundo passo é registrar os dados coletados em uma tabela;
3. O próximo passo é escolher a variável que será representada no eixo x. A variável escolhida para representar o eixo x deve ser a preditora da outra variável;
4. Em seguida, determinar os valores máximos e mínimos das observações de cada variável;
5. Depois, escolher uma escala adequada para os eixos horizontal e vertical. O menor valor da escala deve ser menor que o mínimo e o maior valor da escala deve ser maior que o máximo das observações da variável correspondente. Os comprimentos dos eixos devem ser aproximadamente iguais.
6. Logo após, desenhar as escalas em papel milimetrado;
7. O próximo passo é representar no gráfico os pares de observações (x, y). Caso existam pares de observações repetidos, indicar este fato desenhando círculos concêntricos;

8. E, finalmente, registrar no diagrama, informações como: título, período de coleta de dados, número de pares de observações, identificação e unidade de medida de cada eixo, responsável pela construção do diagrama.

Segundo Werkema (1995) a forma do Diagrama de Dispersão fornece informações sobre o tipo de relacionamento existente entre as variáveis consideradas. Se no gráfico obtido, à medida que x aumenta, y também aumenta, significa que há uma elevada correlação positiva entre as variáveis. Se y tende a aumentar com x , mas se a forma da relação é menos clara que a anterior, isso significa que o relacionamento entre as variáveis apresenta uma elevada variabilidade, logo há uma moderada correlação positiva entre elas. Neste caso, outras variáveis além de x são necessárias para explicar a variabilidade em y .

Quando os valores assumidos por uma variável não estão relacionados aos valores da outra variável, significa que não existe relação entre x e y . Já quando y tende a diminuir com o aumento de x , significa que a relação entre as duas variáveis é uma moderada correlação negativa. E, quando valores mais baixos de y estão diretamente relacionados a valores mais elevados de x , significa que há uma forte correlação negativa entre as variáveis consideradas.

É importante que no início da construção do diagrama os dados sejam analisados para verificar se há pontos atípicos. Caso os valores atípicos sejam possíveis de serem explicados, tais como registro incorreto dos dados ou presença de algum defeito no instrumento de medição utilizado, a observação extrema deve ser corrigida ou eliminada. Por outro lado, se não podem ser explicados esses não devem ser eliminados, nesse caso, os valores atípicos devem ser analisados detalhadamente, pois estes podem ocorrer devido a atuação de alguma variável que não foi considerada inicialmente.

2.2.7 Gráfico de Controle

De acordo com Werkema (1995), “o Gráfico de Controle é uma ferramenta utilizada para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo”. Segundo a autora existem dois tipos de causas para a variabilidade: causas comuns ou aleatórias e causas especiais ou assinaláveis. A variação provocada por causas comuns é inerente ao processo de fabricação e está presente mesmo que todas as operações sejam padronizadas. Assim, se apenas causas comuns atuam em um processo, esse está sob controle estatístico. Já as causas especiais de variação surgem quando o processo apresenta comportamento diferente

do usual. Nesse caso, quando causas especiais atuam sob um processo, ele está fora de controle estatístico. Assim, um Gráfico de Controle é capaz de informar se o processo está ou não sob controle estatístico.

De acordo com Werkema (1995), algumas etapas devem ser seguidas para a construção adequada de um gráfico de controle, a saber:

1. Primeiramente, é preciso escolher a característica da qualidade a ser controlada;
2. O segundo passo é coletar os dados. Werkema (1995) aconselha que sejam coletadas m amostras (subgrupos racionais), cada uma contendo n observações da característica da qualidade de interesse. Segundo ela, em geral, $m = 20$ ou 25 , pelo menos, e $n = 4, 5$ ou 6 . Deve-se coletar as amostras em intervalos sucessivos e registrar as observações na ordem em que foram obtidas;
3. Depois, calcular a média de cada amostra;
4. Em seguida, calcular a média global;
5. Logo após, calcular a amplitude R_i de cada amostra;
6. O próximo passo é calcular a amplitude média;
7. Depois, calcular os limites de controle;
8. Em seguida, traçar os limites de controle. Deve-se marcar o eixo vertical do lado esquerdo com os valores da média global e da amplitude de cada amostra, e o eixo horizontal com os números das amostras;
9. Marcar os pontos no gráfico;
10. Registrar informações como: título, tamanho da amostra (n), período de coleta dos dados, nome do processo e do produto, método de medição, responsável pela construção do gráfico;
11. O próximo passo é interpretar os dados do gráfico construído;

12. Depois, deve-se verificar se o estado de controle alcançado é adequado ao processo, tendo em vista considerações técnicas e econômicas. Se o estado de controle verificado for adequado, adotar o gráfico para controle atual e futuro do processo. Caso contrário, conduzir ações de melhoria até que seja atingido o nível de qualidade desejado para o processo;
13. Rever periodicamente os valores dos limites de controle.

De acordo com Werkema (1995), quando os pontos caem fora dos limites de controle, ou quando os pontos apresentam alguma configuração especial (configuração não aleatória), significa que o processo está fora de controle estatístico.

2.3 A técnica *Brainstorming*

Em 1941 Alex Osborn (apud NASCIMENTO 2005), um executivo, descobriu que encontros convencionais de negócios eram inibidores da criação de novas idéias e propôs algumas regras destinadas a estimulá-las. Ele estava à procura de regras que iriam dar às pessoas a liberdade de pensar e estimular a revelação de novas idéias. *Think up* foi o primeiro termo usado para descrever o processo que ele desenvolveu, e que mais tarde ficou conhecido como *Brainstorming*. Ele descreveu o processo como sendo uma técnica na qual um grupo se reúne para encontrar problemas específicos ou possíveis causas de problemas, através do acúmulo das idéias espontâneas de todos os seus membros.

De acordo com Nascimento (2005) os princípios por trás do *Brainstorming* são:

- Propor idéias e reter julgamentos;
- Encorajar as pessoas a ter idéias exageradas;
- Quantidade conta mais que qualidade;
- Construir idéias em cima das idéias do outros;
- Cada pessoa e cada idéia têm o mesmo valor;

O *Brainstorming* pode ser utilizado:

- Para encontrar as possíveis causas de um problema;
- No desenvolvimento de um novo produto;
- Em campanhas publicitárias;
- Em estratégias de marketing;
- E em várias outras aplicações, pois é uma técnica muito flexível.

O *Brainstorming* possui três regras basicamente, são elas: ter um líder, um roteiro de discussões e um time, uma equipe de discussão.

O líder da sessão, que pode ser a mesma pessoa que irá anotar as idéias dos participantes da sessão, é o responsável por fomentar a concepção de idéias relacionadas ao tema, sempre decidindo quando seria útil passarem para um novo tópico a ser discutido. O líder deve ser um bom ouvidor, pois os participantes não podem ter suas idéias vetadas ou serem privados de expor seus pensamentos, desde que estejam focados no tema da sessão, então o líder deve prestar atenção às idéias de todos e posteriormente filtrá – las para que somente as idéias com alguma utilidade possam remanescer.

Toda sessão para funcionar corretamente precisa ter um roteiro bem formulado sobre o problema, ou os problemas a serem discutidos nela. Uma série de subtemas devem ser formulados pelo líder da sessão e evidenciados por toda a equipe, passando por cada um deles com a mudança proposta pelo líder, quando este puder notar que o tema, ou subtema discutido não necessita de mais idéias ou uma idéia bastante útil já foi concebida.

Por fim o time, a equipe deverá passar de tema em tema formulando questões e idéias sobre os mesmos. Para uma boa sessão de *Brainstorming* um número razoável de participantes faz – se necessário, seis ou sete pessoas, nem tantas nem tão poucas, que seguirão as regras formuladas, tanto seguindo o roteiro quanto as regras próprias do *Brainstorming* que são:

- Cada participante fará contribuições em turnos;
- Em cada turno o participante só poderá contribuir com uma idéia;
- Um membro pode escolher não contribuir em determinado turno;

O *Brainstorming* pode ocorrer com mais eficácia se os participantes puderem saber, antes da sessão iniciar, os temas a serem abordados para, desta maneira, começar a reunião com idéias e assim somente trabalhá-las durante a mesma. É de grande valia também para o bom uso da técnica boas formas de armazenamento das idéias formuladas durante a sessão e locais apropriados para o acontecimento da mesma, como também a presença de artefatos que possam auxiliar a criação de idéias tais como revistas, livros e até mesmo caleidoscópios.

2.3.1 Benefícios do *Brainstorming*

De acordo com Nascimento (1995), o *Brainstorming* pode trazer inúmeros benefícios tanto para uma pessoa comum quanto à uma organização. Uma boa sessão de *Brainstorming* pode conduzir uma organização a:

- Ganhar mais dinheiro;
- Aumentar da criatividade;
- Descobrir de novos mercados;
- Melhorar produtos e serviços;
- Melhorar o gerenciamento;
- Melhorar a relação com os empregados;
- Diminuir conflitos;

2.3.2 Possíveis problemas com o *Brainstorming* tradicional

Moretti e Bigatto (1995), citam alguns problemas relativos ao *Brainstorming* tradicional, a saber:

- Muitas vezes não se tem tempo ou recursos suficientes para uma sessão em grupo;
- Pessoas não perdem suas inibições;
- As mesmas idéias são repetidas varias vezes;

- Algumas pessoas não contribuem;
- As sessões são dominadas por uma ou duas pessoas;
- As sessões não fluem naturalmente e as pessoas não se sentem confortáveis para opinar;
- Há períodos de silêncios e desconfortos.

2.3.3 Possíveis causas que conduzem aos problemas do *Brainstorming* tradicional

Ainda de acordo com Moretti e Bigatto (1995), os problemas acima podem ser contornados se as causas desses problemas forem controladas. Os autores citam como possíveis causas desses problemas:

- Pessoas não acreditam que podem ser criativas;
- Um objetivo real não é bem definido;
- Os participantes não sabem como pensar criativamente;
- Pessoas não usam as idéias dos outros para estimular suas próprias idéias.

2.3.4 Outros tipos de *Brainstorming*

De acordo com Moretti e Bigatto (2005) existem algumas variações do brainstorming tradicional que podem apresentar resultados satisfatórios.

2.3.4.1 *Brainstorming* invertido

O *Brainstorming* invertido é uma inversão da regra de eliminação de críticas do *Brainstorming* tradicional. O objetivo é imaginar todos os possíveis problemas que uma determinada idéia pode causar. Equivale a uma sessão de críticas.

2.3.4.2 *Brainswriting*

Este tipo de *Brainstorming* é utilizado quando os participantes preferem manter o anonimato ou quando o grupo tem dificuldade de se expressar em público. Tem as mesmas características (princípios e regras) do *Brainstorming* tradicional, a diferença reside no fato de que as idéias, em vez de serem expressas em viva voz, são escritas em folhas de papel sem identificação e entregues ao coordenador ao final da seção.

2.4 Plano de Ação 5W1H

De acordo com Reyes e Vicino (2005), 5W1H é a sigla que dá nome a um instrumento de gestão utilizado em programas de Gestão pela Qualidade Total, que tem por objetivo a programação das ações de forma precisa e padronizada, evitando divagações e direcionando para resultados. Resulta da junção das letras iniciais de seis palavras da língua inglesa: *What* (O que será feito?), *When* (Quando será feito?), *Where* (Onde será feito?), *Why* (Por que será feito?), *Who* (Quem o fará?) e *How* (Como será feito?). Tem sido utilizado também, na versão 5W2H, o acréscimo da expressão *How Much* (Quanto?).

O plano de ação 5W1H permite considerar todas as tarefas a serem executadas ou selecionadas de forma cuidadosa e objetiva, assegurando sua implementação de forma organizada.

2.4.1 Quando utilizar o 5W1H

Segundo Reyes e Vicino (2005), a ferramenta 5W1H é utilizada principalmente para:

- Referenciar as decisões de cada etapa do desenvolvimento do trabalho;
- Identificar as ações e responsabilidades de cada um na execução das atividades;

3. ESTUDO DE CASO

Como o principal objetivo deste trabalho é reduzir os índices de reclamações / devoluções de produtos, a seguir será realizada uma breve descrição da empresa onde o estudo de caso foi realizado.

3.1 Descrição da empresa

A indústria estudada localiza-se na cidade de Rolândia, interior do Paraná. De nome fantasia Temperlândia Têmpera e Vidrolândia, trabalha com o beneficiamento de chapas de vidro, ou seja, realiza os processos de corte, lapidação, furação, curvação, bisotê, recorte e têmpera nas chapas compradas. O fornecimento da matéria prima (chapas de vidro) é realizado por duas empresas: Cebrace e Saint Gobain Vidros S/A. A Cebrace e a Saint Gobain são as duas únicas indústrias do Brasil que fabricam chapas de vidro, dessa forma, não há muita variação quanto aos preços praticados por elas.

A empresa possui três linhas de produção distintas: engenharia, decoração e moveleira. A linha de engenharia é mais focada para o mercado de construção civil, arquitetura e boxes para banheiros. A empresa segue as normas da ABNT, e, de acordo com tais normas, vidros para essa finalidade (arquitetura e engenharia) devem obrigatoriamente ser temperados. A têmpera é um processo que garante maior resistência ao vidro, e que, o resultado da quebra sejam vários pedaços pequenos e sem pontas ou partes cortantes. A maioria dos vidros beneficiados nesta linha são de tamanhos grandes e de espessura entre 8 e 19 mm. Esta linha de produção caracteriza-se pelo grande volume de peças produzidas.

A linha de decoração, como o próprio nome sugere, é focada no mercado decorativo onde a maior parte da produção são espelhos e vidros trabalhados (com bisotê, serigrafia, cantos especiais). Uma característica interessante dessa linha é que os vidros não são temperados e o volume de produção é de médio a baixo. Nesta linha são beneficiados vidros de vários tamanhos e espessuras, especialmente os de espessura entre 5 e 19mm.

Já a linha moveleira é voltada para o mercado de móveis onde a principal característica é o grande volume de produção. Normalmente são produzidos produtos pequenos e finos (espessura entre 2 e 6mm), como vidros para prateleiras, tampos de mesa, vidros curvos, etc.

A empresa trabalha basicamente a partir de pedidos, sendo que apenas alguns boxes e modulados de medidas padrão, da linha de engenharia são estocados. A matéria prima, ou seja, as chapas de vidro, para todas as linhas também é estocada.

A fábrica conta com três encarregados de produção: um responsável pelas linhas moveleira e decoração, um responsável pelo primeiro turno da linha engenharia e outro responsável pelo segundo turno da linha engenharia. Como já mencionado, as linhas moveleira e decoração trabalham em um único turno, já a linha engenharia trabalha em dois turnos.

A Temperlândia utiliza o sistema ERP (*Enterprise Resources Planning*) da RM Sistemas, que integra os pedidos com as ordens de produção abertas.

A empresa possui um setor de qualidade, que é responsável por verificar a qualidade dos produtos produzidos. Nos produtos da linha de engenharia são realizados alguns testes de qualidade da têmpera - como de resistência e de número de cacos (quebra) dos vidros temperados -, e também, os produtos das linhas decoração e engenharia passam por uma inspeção no final do processo para a conferência de medidas e identificação de possíveis defeitos como: riscos, lascados, bolhas, etc. Já a inspeção da linha moveleira é realizada por amostragem durante o processo, devido ao grande volume de peças produzidas. A empresa é certificada pela ISO 9000, por isso realiza pesquisas de satisfação do consumidor, arquiva reclamações de clientes e históricos de não conformidades do processo.

3.2 Descrição dos processos da empresa

A empresa não realiza nenhum teste de qualidade quando do recebimento das chapas, pois o comprador, os funcionários e os encarregados de produção acreditam que a qualidade das chapas dos fornecedores é semelhante. Os retalhos e cacos gerados no processo são vendidos para as próprias fábricas fornecedoras, que derretem tais rejeitos e os reutilizam para produção de novas chapas.

A Temperlândia Têmpera e Vidrolândia não possui controle de nenhum dos itens estocados, e nem utiliza os conceitos de estoque mínimo, estoque de segurança, ponto de pedido. Para que o comprador e o responsável pelo plano de corte tenham o estoque de chapas os encarregados de produção das três linhas realizam uma contagem diária de estoque. O comprador de matéria prima compra chapas diariamente sem planejamento algum, apenas seguindo seu

feeling. O pessoal da expedição realiza uma contagem, não regular, dos boxes e modulados em estoque e passam uma posição sobre a quantidade disponível para os vendedores.

Para a otimização das chapas da linha de engenharia é utilizado um software específico para fazer o plano de corte (Corte Certo), dessa forma, a maioria dos planos atinge mais de 90% de eficiência. A linha moveleira conta com uma máquina CNC que contém um software interno que é responsável pelo plano de corte desta linha. Já a linha de decoração não recebe nenhum planejamento ou otimização para o corte das chapas. O nível de aproveitamento normalmente é baixo, há uma grande quantidade de retalhos que quase sempre não podem ser reutilizados. Essa é a única linha que o corte é realizado em mesa de corte manual.

Outro fator importante, é que a produção (encarregados) tem total autonomia sobre o PPCP (planejamento programação e controle da produção), assim, é comum a produção não executar o plano de corte estabelecido pelo PPCP, no caso da linha engenharia.

Apesar da empresa utilizar um sistema integrado de gestão de recursos (ERP), muitos recursos do software, principalmente na parte de produção, não são utilizados porque a empresa não realiza o apontamento real das atividades, e nem realiza um controle de estoque efetivo, por falta de pessoas capacitadas e de processos internos bem definidos. O sequenciamento das ordens de produção é feito pela data de carregamento dos pedidos, ou seja, pedidos com menor data de carregamento tem preferência na produção. Apesar de seguir essa regra de sequenciamento, os encarregados de produção são quem determinam a possibilidade de incluir ou excluir pedidos da produção, ou seja, os encarregados, mesmo sem muito conhecimento técnico, são responsáveis por realizar o planejamento de capacidade da fábrica.

3.3 Metodologia

Para a viabilização deste estudo, formou-se um grupo - constituído por integrantes de vários setores da empresa, principalmente por funcionários do chão-de-fábrica – que acompanhou as atividades desenvolvidas e atuou de forma participativa na análise dos problemas encontrados e na busca por soluções.

Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente coletou-se dados sobre o faturamento da empresa com cada uma das linhas de produção, pois devido aos poucos dados históricos

disponíveis, escolheu-se o faturamento como fator de estratificação. Assim, de acordo com os dados obtidos, utilizou-se o Gráfico de Pareto para facilitar tal análise.

Depois de restringir a área de atuação à linha que representa o maior faturamento da empresa, uma segunda estratificação foi feita levando em consideração a quantidade de defeitos em m^2 do histórico de devoluções / reposições. A partir dessas informações, os três produtos que apresentavam maior número de defeitos foram selecionados. Então, iniciou-se um trabalho de coleta de dados a fim de identificar qual (is) era(m) o(s) defeito(s) mais significativo(s) de cada produto selecionado. Para realizar esse levantamento coletou-se informações sobre o histórico de devoluções de mercadorias pelos clientes, pois para cada devolução a empresa mantém um registro que informa qual o motivo da devolução, em qual data ocorreu, qual produto foi devolvido e qual a raiz do problema, ou seja, o que originou o problema ou não conformidade. Optou-se por focar a pesquisa nos dados referentes às reclamações de clientes (devoluções) porque eram os únicos dados disponíveis e confiáveis que a empresa possuía. Além disso, a própria empresa concordou que a prioridade deveria ser a satisfação do consumidor por ser essa uma tendência mundial e vital para a sobrevivência e competitividade da mesma. Assim, foram analisados dados de três meses (Abril, Maio e Junho de 2005), e a partir desses dados foi feita uma média da quantidade de defeitos por produto. Esses dados foram sintetizados em tabelas, que serão apresentadas no Capítulo 4. Logo após, utilizou-se Gráficos de Pareto para priorizar os defeitos de cada produto selecionado, visto que, optou-se por estudar os três defeitos de maior incidência em cada produto.

Dessa forma, na etapa de Planejamento (*PLAN*) do Ciclo PDCA, utilizou-se para a identificação do problema a tabela obtida através de análises de reclamações de clientes dos três produtos que apresentaram o maior número de defeitos. Neste momento também foi definido o grupo de trabalho, a fim de se nomear responsáveis e líderes, e um cronograma para a execução do projeto foi montado. Na fase de observação foi utilizada a Análise de Pareto para priorizar os três defeitos mais significativos de cada produto (maior quantidade em m^2). Depois, na fase de análise, foram realizadas algumas sessões de *brainstorming* com os envolvidos no processo, a fim de identificar as possíveis causas dos defeitos (problemas) selecionados. Uma análise das causas mencionadas foi realizada pelos envolvidos a fim de descobrir quais delas procediam. Em seguida, um Diagrama de Causa e Efeito foi elaborado a fim de facilitar a visualização das causas selecionadas como prováveis.

Na fase de elaboração do plano, elaborou-se um roteiro para a correção de alguns processos e para a implementação de algumas atividades para bloquear as causas fundamentais dos problemas. Esse plano de ação foi elaborado juntamente com o gerente de qualidade, com o grupo de trabalho e com pessoas de vários setores diferentes. Várias soluções propostas foram analisadas, principalmente em termos de custo. O plano de ação foi elaborado utilizando-se o Plano de Ação 5W2H.

Na etapa de Execução (*Do*) o plano de ação foi amplamente divulgado e várias reuniões / treinamentos para conduzir a correta execução do mesmo foram realizadas. Essa foi a etapa mais difícil de ser implementada, pois houve resistência de várias pessoas que se recusavam a mudar a forma de execução de suas atividades rotineiras, e essas atividades da forma como eram executadas, de acordo com os dados levantados, eram as causas dos problemas. Nessa etapa, por várias vezes, foi necessária a intervenção da alta gerência para garantir a realização das mudanças no processo.

Na etapa de Verificação (*Check*), novos dados sobre devoluções foram coletados, e a partir da análise de tais dados foi analisada a efetividade das ações executadas. Na etapa seguinte, Atuação (*Action*), as ações que foram efetivas no bloqueio às causas foram adotadas como padrão, já as consideradas não efetivas passarão por nova análise.

Vale a pena ressaltar que neste trabalho foi implementado somente o primeiro giro do ciclo PDCA, os próximos giros ficarão por conta do pessoal da empresa.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO PDCA

4.1 Seleção da linha de produção e dos produtos abordados no trabalho

Como mencionado no Capítulo anterior, primeiramente foi realizada uma coleta de dados para identificar qual das três linhas seria enfocada nesse trabalho. Os dados sobre faturamento de cada linha são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Faturamento médio mensal com cada linha de produção - média obtida com base no faturamento dos meses de Abril, Maio e Junho de 2005.

LINHA	FATURAMENTO MÉDIO MENSAL	% TOTAL
Engenharia	963.240,90	62,5
Moveleira	390.932,30	25,4
Decoração	187.267,90	12,1
TOTAL	1.541.441,10	100,0

Para facilitar a análise, um Gráfico de Pareto foi construído com os dados sobre o faturamento das três linhas de produção. Através da Análise de Pareto, apresentada na Figura 6, percebeu-se que a maior parte do faturamento da empresa era obtido com a linha engenharia. Assim, optou-se por focar tal linha neste trabalho.

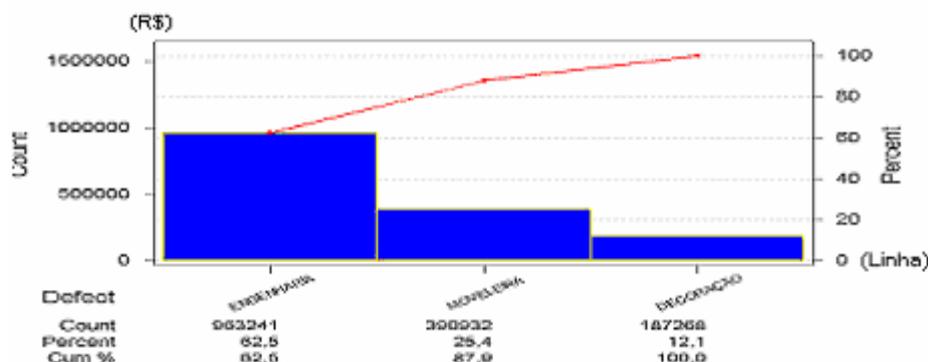


Figura 6: Faturamento médio mensal por linha de produção.

Em seguida, uma análise do histórico de devoluções foi realizada e uma média, utilizando dados de três meses, foi calculada. Os dados obtidos por produto são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Média mensal de devoluções por produto.

MÉDIA MENSAL DE DEVOLUÇÕES POR PRODUTO		
	TOTAL EM M2	% DO TOTAL
Incolor 10mm temperado	32,10	41,1
Incolor 8mm temperado	22,48	28,8
Cinza 8mm temperado	12,18	15,6
Incolor 6mm temperado	2,61	3,3
Incolor 4mm temperado	2,48	3,2
Cinza 10mm temperado	2,02	2,6
Antílope 8mm temperado	1,85	2,4
Impresso pontilhado 8mm temperado	0,85	1,1
Bronze 8mm temperado	0,73	0,9
Verde 8mm temperado	0,72	0,9
TOTAL	78,02	

Dessa forma, um Gráfico de Pareto foi construído para facilitar a análise de quais seriam os três produtos que apresentavam maior número de defeitos por m². A partir das informações sintetizadas na Figura 7, os produtos: incolor 10mm temperado, incolor 8mm temperado e cinza 8mm temperado foram os que apresentaram o maior número de defeitos, logo, tais produtos foram selecionados para a aplicação do primeiro giro do ciclo PDCA.

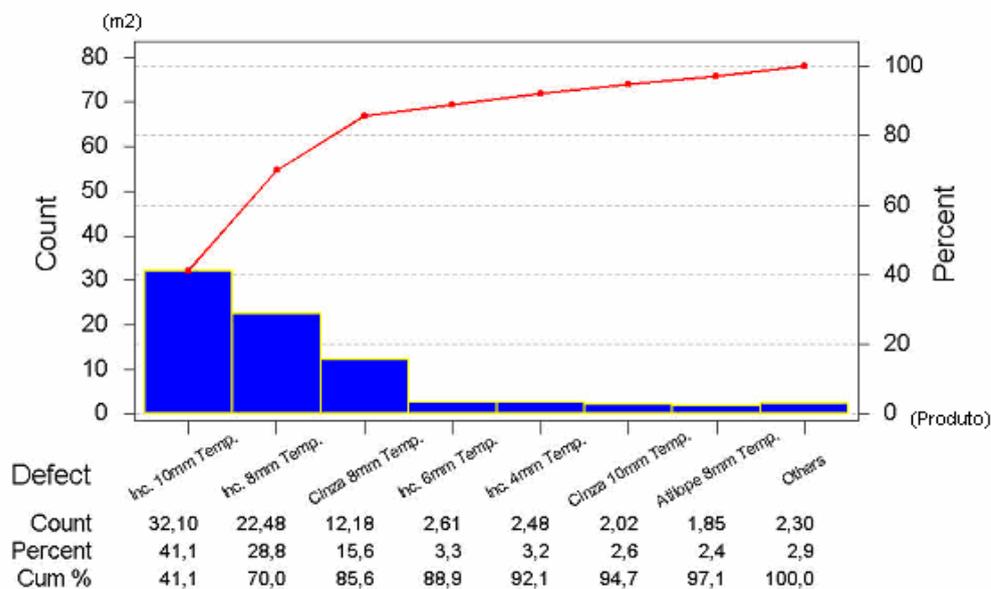


Figura 7: Total de defeitos por produto em m².

Em seguida, um cronograma para a implantação do projeto foi elaborado a fim de que a empresa pudesse se programar para as atividades que seriam realizadas. Este cronograma é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Cronograma para a execução do projeto.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS / ATIVIDADES	2005									
	Meses									
	06	07	08	09	10	11	12	01	02	
Coleta de dados sobre a quantidade de ocorrência de cada defeito	X	X								
Análise das quantidades e identificação dos principais defeitos			X	X						
Identificação das causas dos principais defeitos identificados					X					
Aplicação do Método de Solução de Problemas					X	X				
Coleta de dados						X				
Análise dos dados obtidos						X				

4.2 Aplicação da etapa de Planejamento (P) do Ciclo PDCA para o Incolor 10mm Temperado

4.2.1 Fase de identificação do problema

Na fase de identificação do problema da etapa P do ciclo PDCA, o principal objetivo foi identificar quais eram os problemas que esse produto apresentava. Para isso, dados relacionados ao Incolor 10mm foram coletados do histórico de devoluções. Tais dados foram sintetizados na Tabela 5.

Tabela 5: Média mensal de devoluções por tipo de defeito do Incolor 10mm Temperado.

DEFEITOS	TOTAL DE M²	% TOTAL
Problemas com o Pedido	14,71	45,83
Recorte Errado	4,87	15,17
Medida Errada	4,02	12,52
Peça Estourada	3,55	11,06
Problemas com Furo	2,94	9,16
Empenamento	2,01	6,26
TOTAL	32,10	100

4.2.2 Fase de observação

Nesta fase da etapa P, um Gráfico de Pareto, utilizando as informações apresentadas na Tabela 5, foi construído. De acordo com as informações apresentadas na Figura 8 os defeitos que se apresentaram em maior quantidade nesse produto foram: problemas com o pedido, recorte errado e medida errada.

O defeito “problemas com o pedido” refere-se a todo vidro devolvido porque, devido às dimensões incorretas, não puderam ser utilizados. Esse defeito ocorre porque muitos clientes

não especificam as dimensões do produto que desejam, apenas informam o “vão” e a empresa se responsabiliza pelo cálculo das dimensões e pelo desenho. O defeito “recorte errado” refere-se a todo vidro devolvido porque o recorte do produto entregue não conferia com o recorte solicitado pelo cliente, inclusive os kits e as ferragens, visto que, para cada tipo de recorte um modelo específico de kit e ferragem é necessário para que o encaixe ocorra corretamente.

Já o defeito “medida errada” refere-se a produtos que foram devolvidos porque ultrapassaram os limites de tolerância, ou seja, não atenderam a norma da ABNT para vidro temperado (NBR 14968), que estabelece um limite de 2mm a mais ou de 2mm a menos do especificado pelo cliente, quando se trata de peça fixa, e de 1mm a mais ou de 2mm a menos em caso de peça móvel.

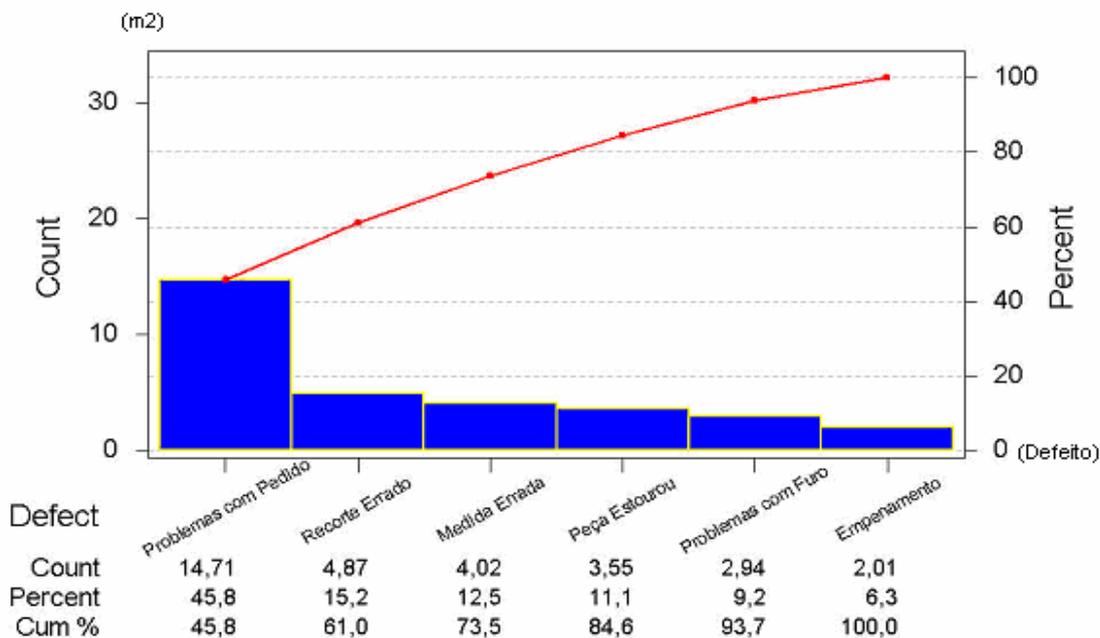


Figura 8: Média mensal por tipo de defeito do Incolor 10mm Temperado.

4.2.3 Fase de análise

Nesta fase, sessões de *brainstorming* - separadamente para cada defeito - foram realizadas a fim de se descobrir as possíveis causas dos defeitos selecionados. Em seguida, cada

participante ficou responsável por verificar a consistência de uma causa dentre as mencionadas. Logo após, uma nova reunião foi realizada para apresentação da análise de cada causa realizada pelos participantes. A partir dessa reunião, um Diagrama de Causa e Efeito foi construído - para cada defeito - a partir das causas selecionadas como prováveis para a ocorrência do problema.

A partir das informações do Diagrama apresentado na Figura 9, observou-se que as possíveis causas para o defeito “problemas com o pedido” eram: o cliente informava o vão incorretamente, o dimensionamento da peça era feito de forma incorreta pelo pessoal da empresa, o desenho era feito de forma incorreta, imprecisa ou com falta de informações.

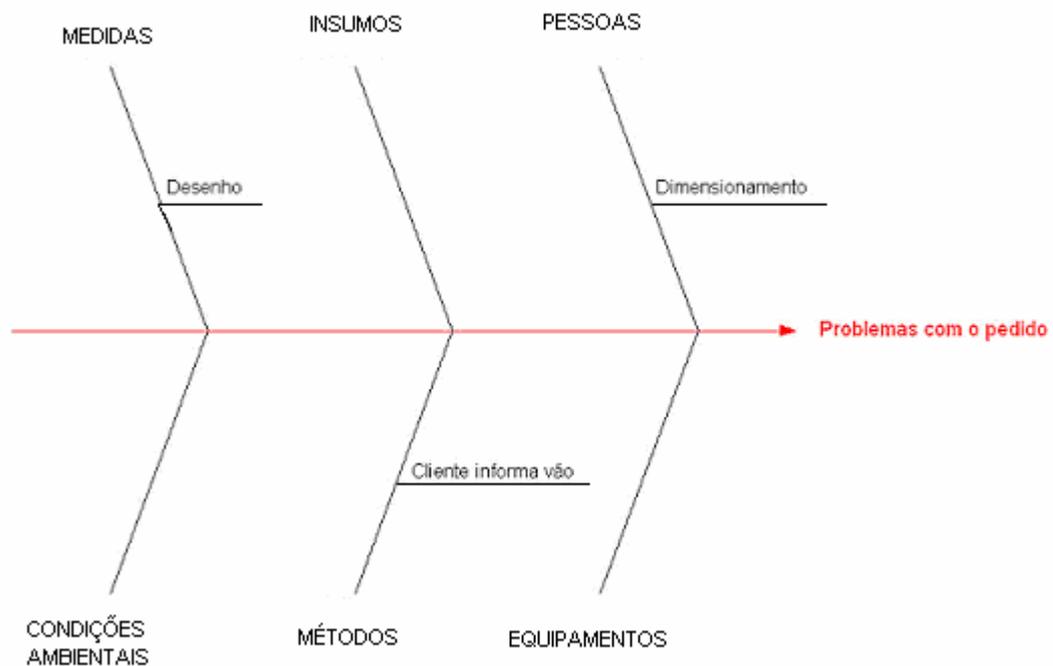


Figura 9: Diagrama de Causa e Efeito para problemas com o pedido.

No diagrama para a ocorrência do defeito “recorte errado” (Figura 10), observou-se que as causas mais prováveis eram: o desenho não era numerado (a numeração era colocada apenas na ordem de produção e na etiqueta), fato que dificultava a marcação e o recorte da peça, visto que, nessa etapa do processo eram utilizados somente o desenho e a etiqueta (que já estava fixada na peça); a cota e o tipo de fechadura não eram especificadas no desenho.

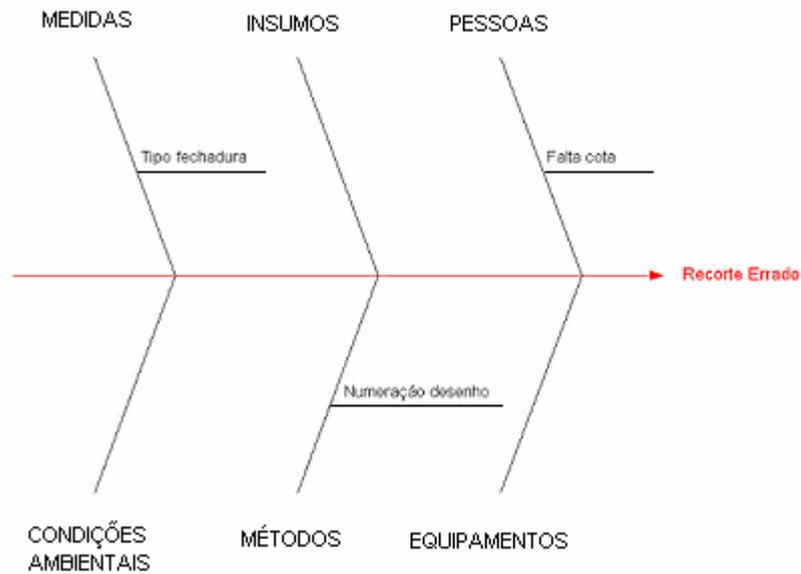


Figura 10: Diagrama de Causa e Efeito para recorte errado.

No Diagrama de Causa e Efeito para “medida errada” (Figura 11), observou-se que as possíveis causas eram: lapidação realizada mais de uma vez a fim de corrigir alguma imperfeição; falta de atenção dos cortadores ou dos lapidadores e, falta de conferência após o corte e após a lapidação da peça.

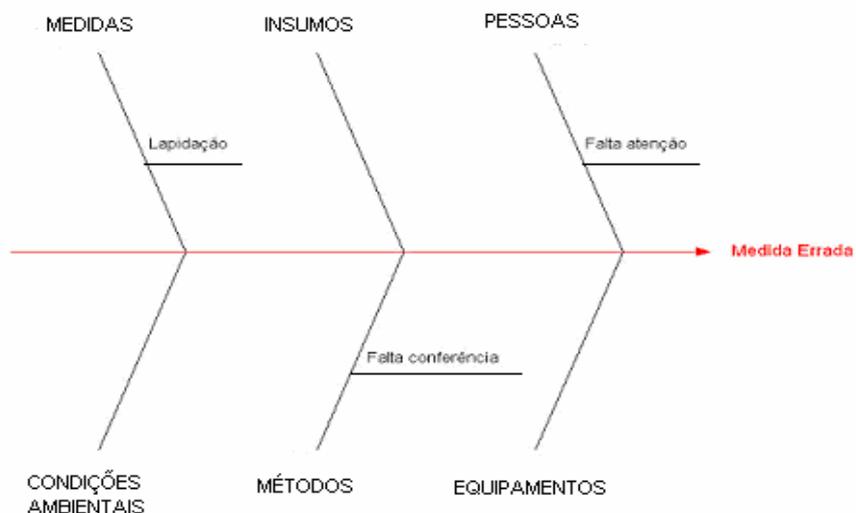


Figura 11: Diagrama de Causa e Efeito para medida errada.

4.2.4 Fase de elaboração do plano

Após a análise das possíveis causas para os defeitos selecionados, um plano de ação foi elaborado para bloquear cada uma dessas causas. Para o defeito “problemas com o pedido” foi elaborado o plano de ação da Tabela 6. Já para o bloqueio das causas do defeito “recorte errado” foi elaborado o plano da Tabela 7. E, para o defeito “medida errada” foi elaborado o plano de ação apresentado na Tabela 8.

Tabela 6: Plano de ação para o bloqueio das causas do defeito problemas com o pedido.

O QUE (WHAT)	QUANDO (WHEN)	ONDE (WHERE)	POR QUE (WHY)	QUEM (WHO)	COMO (HOW)	QUANTO (HOW MUCH)
Nomear uma pessoa responsável por medir o vão no cliente	Assim que a diretoria autorizar	Temperlândia (vendas)	Eliminar o risco de o cliente medir o vão incorretamente	Uma pessoa que saiba realizar tais medições com precisão	Tão logo a venda seja efetivada e o cliente não saiba as medidas da peça, essa pessoa irá até o cliente e realizará o trabalho	Em média R\$800,00
Separação entre vendedores e desenhistas	Início de 2006	Temperlândia (setor de vendas)	Vendedores são responsáveis pela elaboração do desenho e pelo atendimento a clientes	Atuais vendedores ou desenhistas que serão contratados	Vendas receberá o pedido e o enviará ao setor de desenho que procederá com a elaboração do mesmo	Em média R\$800,00 por desenhista mais comissão sobre vendas
Instruções aos vendedores	Imediatamente	Temperlândia (setores de vendas e qualidade)	Para minimizar problemas com o desenho devido à falta de atenção e a má interpretação do pedido do cliente	Gerente da qualidade	Reunião com vendedores	-

Tabela 7: Plano de ação para o bloqueio das causas do defeito recorte errado.

O QUE (WHAT)	QUANDO (WHEN)	ONDE (WHERE)	POR QUE (WHY)	QUEM (WHO)	COMO (HOW)	QUANTO (HOW MUCH)
Numeração no desenho conforme a etiqueta	Imediatamente	Temperlândia (PCP)	Para facilitar a marcação	Encarregado do Planejamento e Controle da Produção	Antes de enviar os desenhos e as ordens para a produção os desenhos serão numerados manualmente	-
Treinamento aos vendedores	Imediatamente	Temperlândia (setor de vendas)	Para que sejam implementados a cota e o tipo de fechadura no desenho	Gerente da qualidade	Reunião com vendedores	-

Tabela 8: Plano de ação para o bloqueio das causas do defeito medida errada.

O QUE (WHAT)	QUANDO (WHEN)	ONDE (WHERE)	POR QUE (WHY)	QUEM (WHO)	COMO (HOW)	QUANTO (HOW MUCH)
Treinamento aos lapidadores	Imediatamente	Temperlândia (Qualidade)	Para minimizar os erros na lapidação	Gerente da qualidade	Exposição das normas que devem ser seguidas	-
Treinamento aos cortadores	Imediatamente	Temperlândia (Qualidade)	Para implementar a conferência após o corte	Gerente da qualidade	Após o corte algumas peças deverão ser conferidas para verificar alguma não conformidade nas medidas	-
Incentivo aos operários do setor de engenharia	Imediatamente	Temperlândia (Qualidade)	Para minimizar os erros decorrentes da falta de atenção e de motivação	Diretoria	Dispensar 10% do valor e economizado ao setor se a meta fosse atingida	-

4.3 Aplicação da etapa de Planejamento (P) do Ciclo PDCA para o Incolor 8mm Temperado

4.3.1 Fase de identificação do problema

Na fase de identificação do problema da etapa P do ciclo PDCA o principal objetivo foi identificar quais eram os problemas que esse produto apresentava. Para isso, dados

relacionados ao Incolor 8mm Temperado foram coletados do histórico de devoluções. Tais dados foram sintetizados na Tabela 9.

Tabela 9: Média mensal de devoluções por tipo de defeito do Incolor 8mm Temperado.

DEFEITOS	TOTAL DE M2	% TOTAL
Problemas com o Pedido	9,53	42,4
Medida Errada	5,13	22,8
Recorte Errado	4,9	21,8
Risco	1,75	7,8
Problemas com Furo	1,17	5,2
TOTAL	22,48	100

4.3.2 Fase de observação

Nesta fase da etapa P, um Gráfico de Pareto, utilizando as informações apresentadas na Tabela 9, foi construído. Segundo esse Gráfico de Pareto (Figura 12), os defeitos que se apresentaram em maior quantidade nesse produto foram: problemas com o pedido, medida errada e recorte errado. Tais defeitos têm a mesma definição apresentada para o Incolor 10mm Temperado.

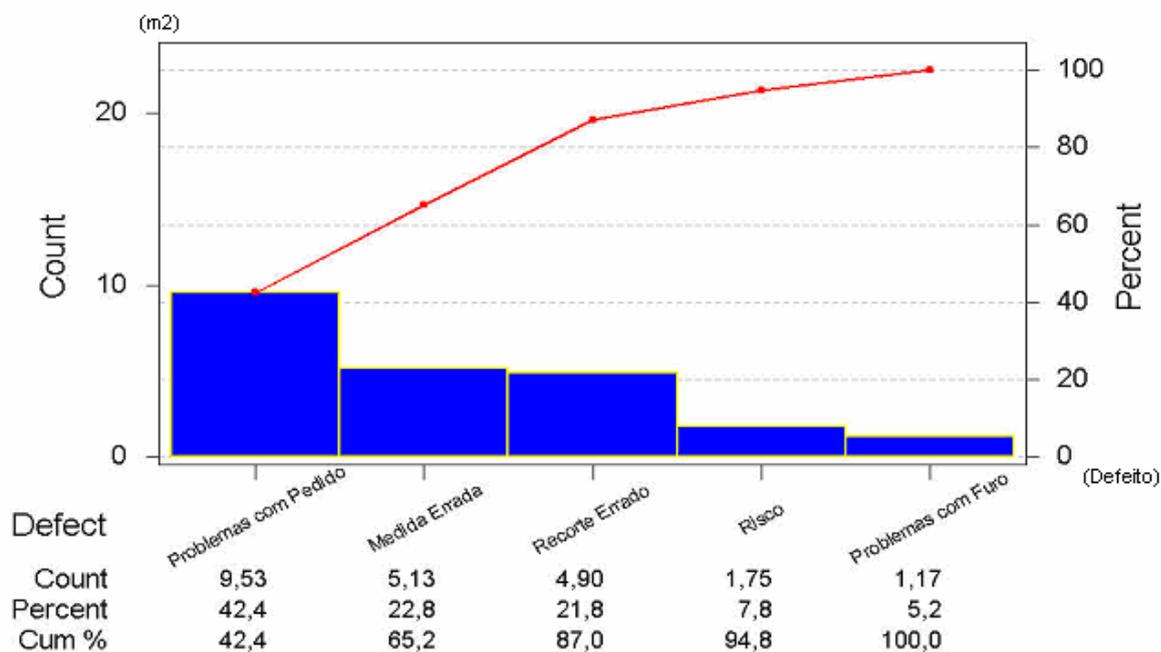


Figura 12: Média mensal por tipo de defeito do Incolor 8mm Temperado.

4.3.3 Fase de Análise

Como o processo de fabricação do Incolor 10mm Temperado é o mesmo do Incolor 8mm Temperado, os principais defeitos encontrados nesses dois produtos foram os mesmos. Assim, as causas dos defeitos do Incolor 8mm Temperado são as mesmas do Incolor 10mm Temperado. Logo, o Diagrama de Causa e Efeito apresentado para o defeito “problemas com o pedido” é o mesmo da Figura 9. O Diagrama de Causa e Efeito para o defeito “recorte errado” é o mesmo da Figura 10. E, o Diagrama para o defeito “medida errada” é apresentado na Figura 11.

4.3.4 Fase de elaboração do plano

Assim, como as causas dos defeitos do Incolor 8mm Temperado são as mesmas do Incolor 10mm Temperado, acredita-se que os planos de ação elaborados nas Tabelas 6, 7 e 8 bloquearão também as causas dos defeitos do Incolor 8mm Temperado.

4.4 Aplicação da etapa de Planejamento (P) do Ciclo PDCA para o Cinza 8mm Temperado

4.4.1 Fase de identificação do problema

Na fase de identificação do problema da etapa P do ciclo PDCA o principal objetivo foi identificar quais eram os problemas que esse produto apresentava. Para isso, dados relacionados ao Cinza 8mm Temperado foram coletados do histórico de devoluções. Tais dados foram sintetizados na Tabela 10.

Tabela 10: Média mensal de devoluções por tipo de defeito do Cinza 8mm Temperado.

DEFEITOS	TOTAL DE M2	% TOTAL
Problemas com o Pedido	4,51	37,03
Problemas com Furo	3,04	24,96
Medida Errada	2,19	17,98
Pedido em Duplicidade	1,38	11,33
Recorte Errado	1,06	8,7
TOTAL	12,18	100

4.4.2 Fase de observação

Nesta fase da etapa P, um Gráfico de Pareto, utilizando as informações apresentadas na Tabela 10, foi construído (Figura 13). Logo, de acordo com a Figura 13, os defeitos que se apresentaram em maior quantidade nesse produto foram: problemas com o pedido, problemas com furo e medida errada. Os defeitos “problemas com o pedido” e “medida errada” têm a mesma definição apresentada para o incolor 10mm temperado, já o defeito “problemas com furo” refere-se a qualquer não conformidade relativa aos furos no produto. Por exemplo, furos com diâmetro maior ou menor do que o especificado, com algum tipo de imperfeição.

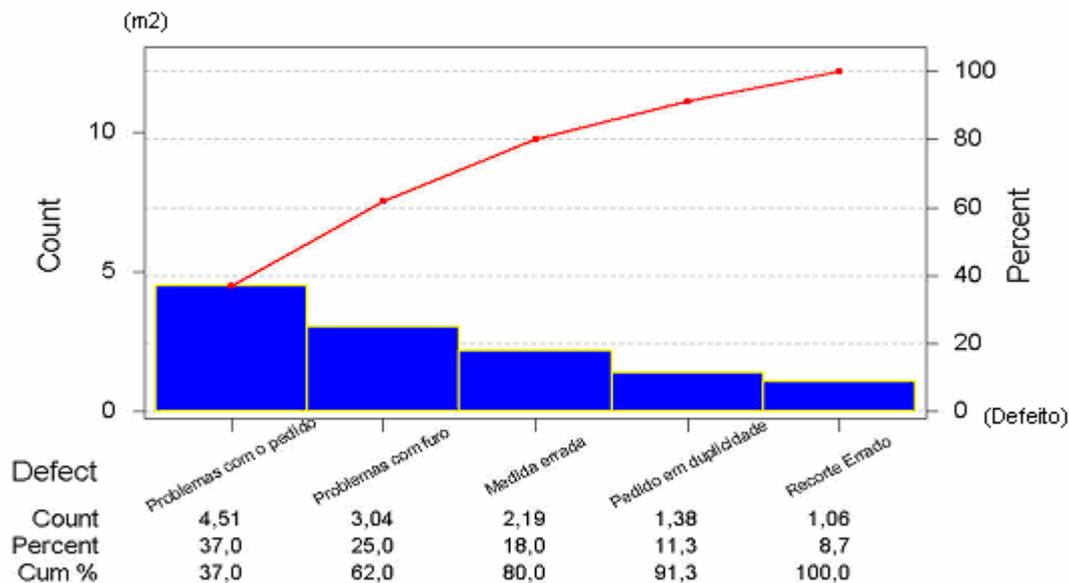


Figura 13: Média mensal por tipo de defeito do Cinza 8mm Temperado.

4.4.3 Fase de análise

Como o processo de fabricação do Incolor 10mm Temperado é o mesmo do Cinza 8mm Temperado, os defeitos: “problemas com o pedido” e “medida errada” são os mesmos encontrados nesses dois produtos. Assim, as causas desses dois defeitos do Cinza 8mm Temperado são as mesmas do Incolor 10mm Temperado. Logo, o Diagrama de Causa e Efeito apresentado para o defeito “problemas com o pedido” é o mesmo da Figura 9, e o Diagrama para o defeito “medida errada” é apresentado na Figura 11. Já para o defeito “problemas com furo” algumas sessões de *brainstorming* foram realizadas a fim de se descobrir as possíveis causas desse defeito. Logo após, cada participante ficou responsável por analisar uma causa dentre todas as apresentadas, e uma nova reunião foi realizada. A partir dessa reunião as possíveis causas foram selecionadas e percebeu-se que as mesmas causas do defeito “recorte errado” (Figura 10) eram também responsáveis pelo defeito “problemas com furo”. Acredita-se que isso se deve ao fato de que tanto no recorte quanto na furação a peça passa pela marcação, que é uma etapa onde apenas o desenho e a etiqueta fixada na peça são utilizados. Assim, o diagrama de causa e efeito da Figura 10 também é válido para o produto Cinza 8mm Temperado.

4.4.4 Fase de elaboração do plano

Assim, como as causas dos defeitos do Cinza 8mm Temperado são as mesmas do Incolor 10mm Temperado, acredita-se que os planos de ação elaborados nas Tabelas 6, 7 e 8 bloquearão também as causas dos defeitos do Cinza 8mm Temperado.

4.5 Aplicação da etapa de Execução (D) do Ciclo PDCA

Como já mencionado, o plano de ação foi elaborado por tipo de defeito, visto que, as causas dos mesmos são comuns a todos os produtos selecionados. Assim, na etapa de execução algumas das atividades para bloquear as causas foram realmente implementadas e outras não, principalmente pela estratégia da empresa de implementá-las posteriormente.

4.5.1 Etapa de execução para o defeito problemas com o pedido

Dentre as ações previstas no plano de ação para bloquear as causas do defeito problemas com o pedido, a única que foi realmente executada foi “instruções aos vendedores” (Tabela 6). Para execução dessa atividade, uma reunião foi realizada a fim de incentivar os vendedores a não cometerem erros por falta de atenção, tanto na hora de dimensionar a peça quanto na hora de efetivar o desenho. Foi ressaltada também a importância deles esclarecerem todas as dúvidas com o cliente antes de terminar o desenho e enviá-lo ao PCP, pois tal atitude pode evitar que a empresa tenha grandes prejuízos.

A separação entre vendedores e desenhistas está prevista para ocorrer em Janeiro de 2006, pois segundo a diretoria da empresa, durante as férias coletivas – Dezembro de 2005 – haverá uma nova divisão do espaço interno para possibilitar tal ação. A contratação/nomeação de uma pessoa responsável por medir o vão no cliente aguarda aprovação da gerência para ser implementada.

4.5.2 Etapa de execução para os defeitos: problemas com furo e recorte errado

De acordo com o plano de ação para eliminar as causas dos defeitos: problemas com furo e recorte errado, as duas ações que estavam previstas foram realizadas (Tabela 7). Quando o desenho é enviado ao planejamento e controle da produção para que ocorra a abertura da ordem de produção e a impressão de etiquetas, uma pessoa numera as peças do desenho de

acordo com a numeração da peça na etiqueta. Além disso, foi fornecido um treinamento aos vendedores a fim de que eles especificassem no desenho o tipo de fechadura solicitada pelo cliente e acrescentassem cota em todos os desenhos antes de enviá-los ao PCP e à produção.

4.5.3 Etapa de execução para o defeito medida errada

De acordo com as ações previstas na Tabela 8, o treinamento aos cortadores objetivou reforçar que a “folga”, em média 3mm a mais do que a medida especificada pelo cliente, deve ser respeitada para que a lapidação seja perfeita. Já o treinamento com os lapidadores objetivou apresentar novamente as normas da ABNT para vidro temperado (NBR 14698) e reforçar que tais limites devem ser respeitados para que a norma seja cumprida pela empresa. Os operadores foram instruídos a consultar o encarregado de produção ou o gerente da qualidade quando houvesse qualquer dúvida relativa à adequação da medida da peça aos limites especificados.

A meta de reduzir as reclamações de clientes relativas à medida errada foi estabelecida em 10% até o final de novembro. Caso a meta fosse cumprida, 10% do valor economizado seria dispensado ao setor de engenharia para ser dividido entre os funcionários ou para a realização de um churrasco. Essa medida foi uma forma encontrada pela gerência de incentivar o pessoal a participar de forma ativa do processo de redução de defeitos.

4.6 Preparação para as etapas de Verificação (*CHECK*) e de Atuação (*ACTION*)

De acordo com o cronograma da Tabela 4, a implementação efetiva do Ciclo PDCA iniciou-se em outubro de 2005, porém, as atividades de bloqueio às causas dos defeitos começaram a fazer parte do processo da empresa por volta do dia 20 de outubro de 2005. Assim, depois de um mês da implementação das atividades, uma nova coleta de dados foi realizada a fim de que se pudesse analisar as mudanças que elas provocaram no processo da empresa. Essa coleta foi necessária para a implementação das etapas de Verificação (*CHECK*) e de Atuação (*ACTION*).

As Tabelas 11, 12 e 13 apresentam um comparativo das quantidades de defeitos antes da implantação das atividades de bloqueio e depois da implantação das mesmas, para os produtos: Incolor 10mm Temperado, Incolor 8mm Temperado e Cinza 8mm Temperado. Os

dados apresentados depois da implantação das atividades foram obtidos através do histórico de devoluções de clientes, do dia 20 de outubro de 2005 ao dia 21 de novembro de 2005.

Tabela 11: Comparativo das quantidades de defeito antes e depois da implementação das atividades de bloqueio para o produto Incolor 10mm Temperado.

DEFEITOS	TOTAL M² ANTES	TOTAL M² DEPOIS	RESULTADO (M²)	RESULTADO (%)
Problemas com o Pedido	14,71	12,53	-2,18	-14,82
Recorte Errado	4,87	2,37	-2,5	-51,33
Medida Errada	4,02	2,62	-1,4	-34,83
Peça Estourada	3,55	6,20	+2,65	+42,74
Problemas com Furo	2,94	1,93	-1,01	-34,36
Empenamento	2,01	0	-2,01	-100
TOTAL	32,10	25,65	-9,10	-20,09

Tabela 12: Comparativo das quantidades de defeito antes e depois da implementação das atividades de bloqueio o produto Incolor 8mm Temperado.

DEFEITOS	TOTAL M² ANTES	TOTAL M² DEPOIS	RESULTADO (M²)	RESULTADO (%)
Problemas com o Pedido	9,53	8,10	-1,43	-15,01
Medida Errada	5,13	4,23	-0,9	-17,54
Recorte Errado	4,9	2,50	-2,4	-48,98
Risco	1,75	3,52	+1,77	+50,28
Problemas com Furo	1,17	0,67	-0,5	-42,74
TOTAL	22,48	19,02	-3,46	-15,39

Tabela 13: Comparativo das quantidades de defeito antes e depois da implementação das atividades de bloqueio o produto Cinza 8mm Temperado.

DEFEITOS	TOTAL M ² ANTES	TOTAL M ² DEPOIS	RESULTADO (M ²)	RESULTADO (%)
Problemas com o Pedido	4,51	3,97	-0,54	-11,97
Problemas com Furo	3,04	2,75	-0,29	-9,54
Medida Errada	2,19	1,84	-0,35	-15,98
Pedido em Duplicidade	1,38	0	-1,38	-100
Recorte Errado	1,06	0,92	-0,14	-13,21
Peça Estourada	0	1,35	+1,35	+100
TOTAL	12,18	10,83	-1,35	-11,08

4.7 Aplicação da etapa de Verificação (CHECK) para o produto Incolor 10mm Temperado

Elaborou-se um gráfico comparativo (Figura 14), para facilitar a análise, das quantidades de defeito antes e depois da implementação das atividades de bloqueio. Através do gráfico, observou-se que houve uma redução de 2,18 m², o que corresponde a uma redução de 14,80 % do defeito “problemas com o pedido”. Essa redução foi significativa para o produto visto que, a maioria das atividades previstas no plano de ação para bloquear as causas desse defeito ainda não foram implementadas. Dessa forma, considerou-se que as atividades de instruções aos vendedores foram efetivas e os resultados obtidos foram satisfatórios.

Ainda analisando a Figura 14, observou-se que houve uma redução de 2,5m² do defeito “recorte errado” - o que corresponde a uma redução de 51,33 % - e, uma redução de 1,01m² do defeito “problemas com furo” – o que corresponde a uma redução de 34,36 %. Estas reduções significativas confirmam a efetividade das ações implementadas para reduzir tais defeitos. Acredita-se que a numeração colocada no desenho foi um fator decisivo para as melhorias obtidas marcação, no recorte e na furação.

Observou-se também, pelos valores da Figura 14, que houve uma redução de 1,40 m² do defeito “medida errada” – corresponde a uma redução de 34,83%. Visto que todas as ações

descritas na Tabela 13 foram implementadas, esses dados confirmam a efetividade das ações implementadas.

Além dos resultados acima mencionados, as ações implementadas provocaram um efeito secundário positivo que foi a redução de 2,01 m² do produto Incolor 10mm Temperado com o defeito “empenamento”, o que corresponde a uma redução de 100% desse defeito em comparação aos resultados obtidos antes da implementação das ações. Percebeu-se também que houve um aumento de 2,65 m² de produto com o defeito “peça estourada”, o que corresponde a um aumento de 42,74% da incidência desse defeito, porém constatou-se que não há nenhuma relação entre esse aumento e as ações implementadas.

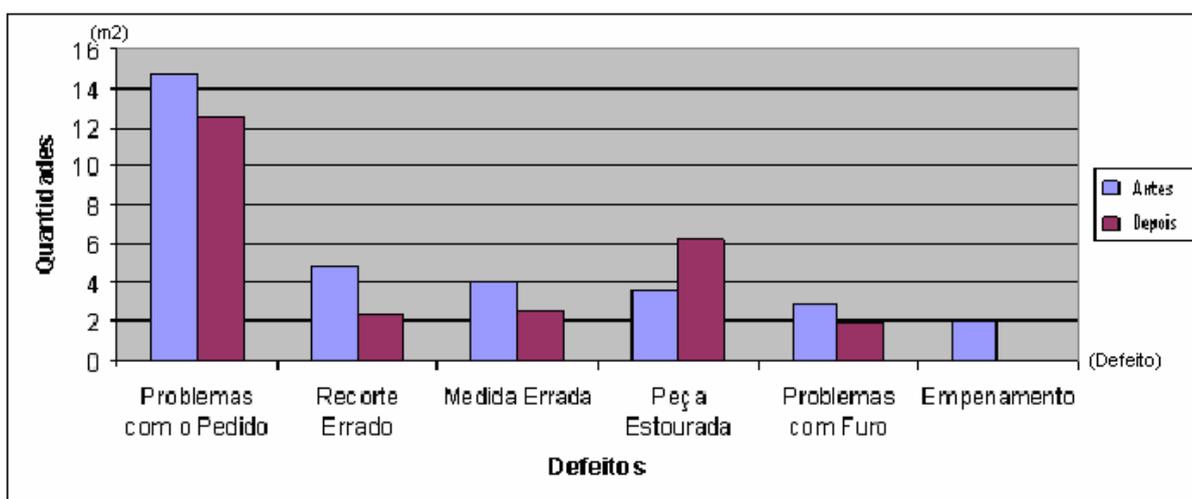


Figura 14: Comparação da quantidade de defeitos no Incolor 10mm Temperado antes e depois da implementação das atividades de bloqueio.

4.8 Aplicação da etapa de Verificação (CHECK) para o produto Incolor 8mm Temperado

Para facilitar a análise dos resultados obtidos o gráfico comparativo da Figura 15 foi construído. Observando esse gráfico, percebeu-se que houve uma redução de 1,43 m² do defeito “problemas com o pedido”. Em termos percentuais tal redução equivale a cerca de 15,01 %.

Além disso, houve uma redução de 2,40m² do defeito “recorte errado” e de 0,50 m² do defeito “problemas com furo”. Tais reduções foram muito significativas, pois representam uma redução de 48,98 % e de 42,74 %, respectivamente. Observou-se também que houve uma

redução de 17,54% do defeito “medida errada”, o que corresponde a uma redução de 0,90 m² na quantidade devolvida .

Houve um aumento de 1,77 m² na incidência do defeito “risco”, aumento que corresponde a 50,28 % em relação aos valores obtidos antes da implementação das ações, porém esse aumento não tem relação alguma com as ações implementadas.

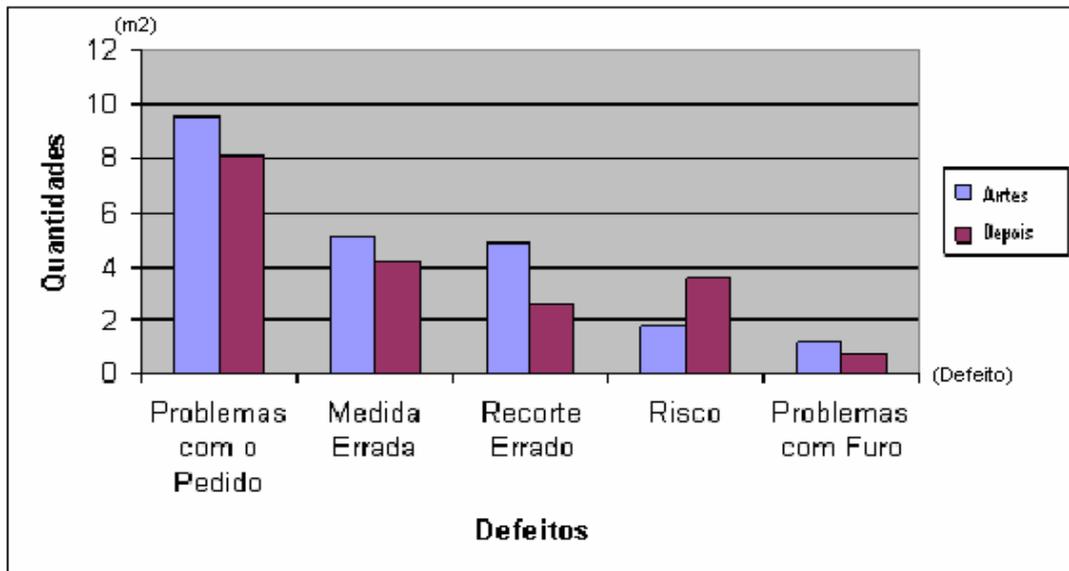


Figura 15: Comparação da quantidade de defeitos no Incolor 8mm Temperado antes e depois da implementação das atividades de bloqueio.

4.9 Aplicação da etapa de Verificação (CHECK) para o produto Cinza 8mm Temperado

Para melhor avaliar os resultados obtidos com as ações implementadas, construiu-se um gráfico comparativo para o produto Cinza 8mm Temperado (Figura 16). Analisando a Figura 16, observou-se que houve uma redução de 0,54m² do defeito “problemas com o pedido”. Além disso, houve uma redução de 13,21 % do defeito “recorte errado” e de 9,54 % do defeito “problemas com furo”. De acordo com a Figura 16, houve uma redução de 0,14m² na quantidade de produtos Cinza 8mm Temperado devolvidos por apresentarem “recorte errado” e de 0,54m² por apresentarem “problemas com furo”.

Observou-se também que houve uma redução de 15,98% do defeito “medida errada”, o que corresponde a uma redução de 0,35 m² na quantidade devolvida .

As ações implementadas provocaram um efeito secundário positivo que refere-se à redução de 100% dos produtos devolvidos porque foram fabricados e entregues em duplicidade, o que corresponde a uma redução de 1,38 m². Porém, houve o aparecimento de um novo problema referente à peças devolvidas porque estouraram logo após a entrega. Embora aparentemente esse aumento não tenha relação com as ações implementadas, as reposições computadas por esse motivo totalizam 1,35 m².

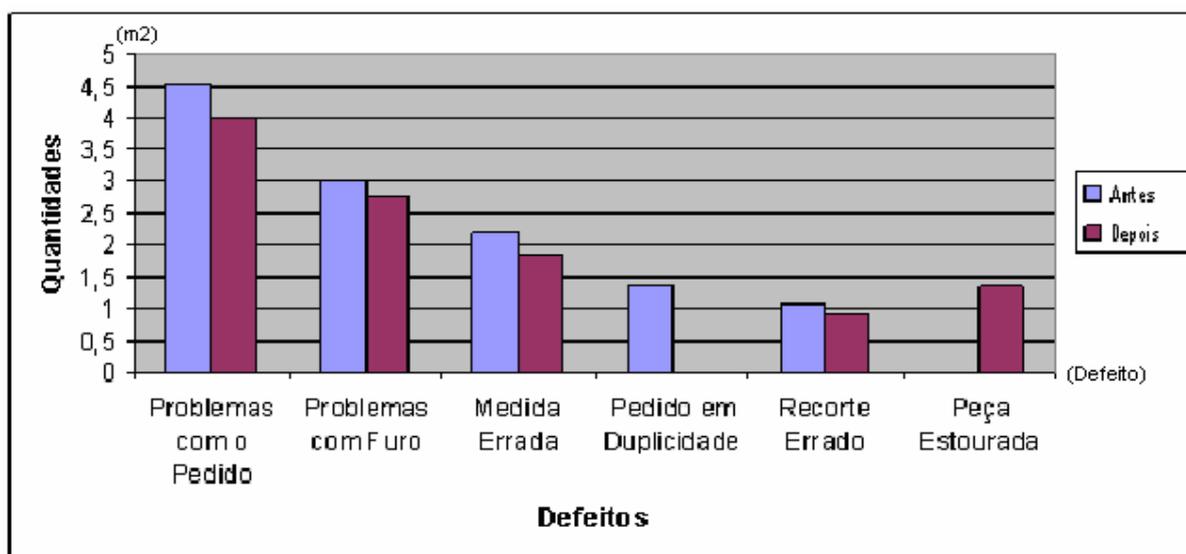


Figura 16: Comparação da quantidade de defeitos no Cinza 8mm Temperado antes e depois da implementação das atividades de bloqueio.

4.10 Avaliação da efetividade do bloqueio das causas dos problemas

Depois da coleta de dados, uma reunião com o grupo de qualidade, com o gerente da qualidade e com a gerência da empresa foi realizada a fim de avaliar a efetividade das ações adotadas. Através da análise das Tabelas 11, 12 e 13, e das Figuras 14, 15 e 16 houve um consenso de que as ações foram efetivas para o bloqueio das causas dos defeitos considerados (problemas com o pedido, medida errada, recorte errado e problemas com furo), porém, uma avaliação mais detalhada dos efeitos na linha de produção como um todo foi realizada. Para proceder com tal avaliação, foram coletados dados do histórico de devoluções / reposições de todos os produtos no período de 20/10/2005 a 21/11/2005. Na Tabela 14 foi realizado um comparativo da quantidade de defeitos de todos os produtos antes da implementação das medidas e depois da implementação das mesmas.

Tabela 14: Comparação das quantidades de devoluções de cada produto antes e depois da implementação das atividades de bloqueio.

TOTAL DE DEVOLUÇÕES POR PRODUTO – 20/10/2005 A 21/11/2005			
Produto	Total M² Antes	Total M² Depois	Qtde Reduzida
Incolor 10mm temperado	32,10	25,65	6,45
Incolor 8mm temperado	22,48	19,02	3,46
Cinza 8mm temperado	12,18	10,83	1,35
Incolor 6mm temperado	2,61	1,93	0,68
Incolor 4mm temperado	2,48	2,02	0,46
Cinza 10mm temperado	2,02	1,74	0,28
Antílope 8mm temperado	1,85	0	1,85
Impresso pontilhado 8mm temperado	0,85	0	0,85
Bronze 8mm temperado	0,73	0	0,73
Verde 8mm temperado	0,72	0	0,72
TOTAL	78,02	61,19	16,83

Para facilitar a análise o gráfico comparativo da Figura 17 foi construído. Assim, observou-se que houve uma redução na quantidade de devoluções não só dos produtos considerados, mas também de todos os produtos que apresentaram devolução no período considerado. Dessa forma, como o objetivo maior do trabalho era aumentar a satisfação do consumidor por meio da redução dos índices de defeito, considerou-se que as ações adotadas foram efetivas. Decidiu-se também que os efeitos secundários negativos serão tratados no segundo giro do Ciclo PDCA.

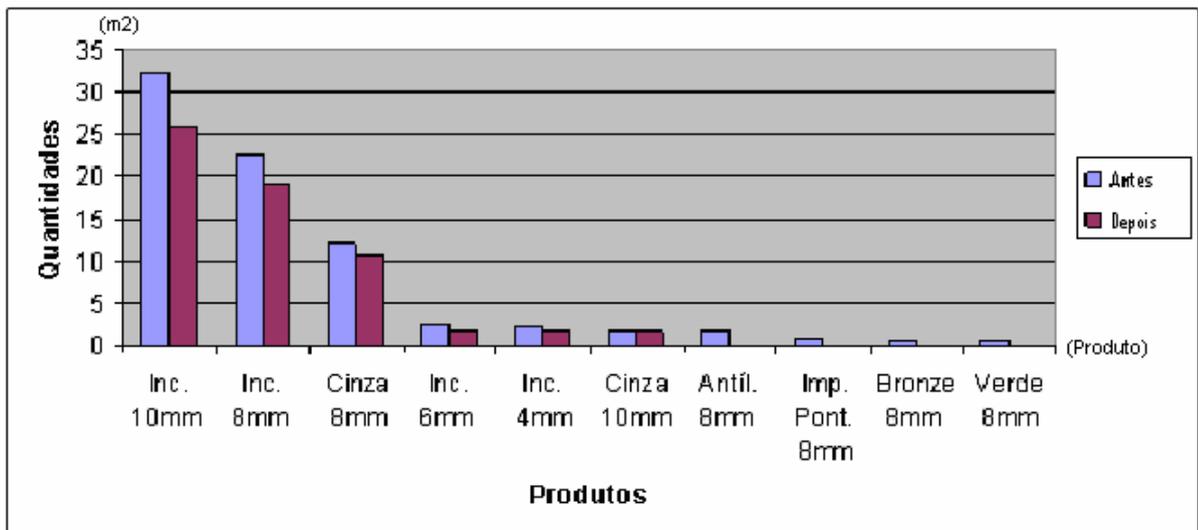


Figura 17: Comparação das quantidades de devoluções de cada produto antes e depois da implementação das atividades de bloqueio.

4.11 Aplicação da etapa de Atuação (*ACTION*)

4.11.1 Fase de padronização

Como as ações implementadas foram consideradas efetivas, a empresa optou por alterar o procedimento operacional padrão. Assim, foi estabelecido que as atividades: numeração no desenho conforme a etiqueta, e implementação da cota e da especificação da fechadura no desenho serão padronizadas, ou seja, farão parte do procedimento operacional padrão da empresa por terem diminuído a quantidade de devoluções / reposições por problemas com recorte e furação.

Da mesma forma, foi estabelecido que treinamentos regulares serão realizados com lapidadores e cortadores a fim de diminuir ainda mais os problemas de medida errada. E ainda, como a meta de reduzir em 10% a quantidade de devoluções por problemas com medida errada foi alcançada, um churrasco comemorativo com os funcionários do setor de engenharia será realizado nas proximidades do natal. Devido ao sucesso do incentivo oferecido, tão logo a empresa consiga apurar seus custos de fabricação, 10% do montante reduzido com tais custos será disponibilizado ao setor, pois a empresa pretende ampliar a aplicação do Ciclo PDCA também a redução dos defeitos do processo.

Outra atividade padronizada foi a apuração mensal das quantidades de devoluções / reposição, a fim de que haja um acompanhamento da utilização do padrão. Além disso, após essa apuração uma reunião com os envolvidos (produção, qualidade, desenho e vendas) será realizada para que todos tenham conhecimento do resultado dos trabalhos realizados e para que todos participem do processo de correção, quando for o caso.

4.11.2 Fase de Conclusão

Nessa fase um levantamento dos problemas remanescentes foi realizado. Através da análise dos resultados obtidos, percebeu-se que apesar de ter ocorrido uma redução significativa do defeito problemas com o pedido, este ainda aparece em maior quantidade nos produtos analisados. Acredita-se que isto se deva ao fato de que nem todas as ações de bloqueio propostas foram realmente implementadas. Dessa forma, sugeriu-se a empresa que este defeito faça parte do próximo giro do Ciclo PDCA.

Assim, elaborou-se uma tabela com os problemas remanescentes e um planejamento do ataque de tais problemas.

Tabela 15: Relação de problemas remanescentes e cronograma para a implementação do próximo giro do Ciclo PDCA.

DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS REMANESCENTES	2006									
	Meses									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
Problemas com o pedido	X	X	X							
Peça estourada	X	X	X	X	X					
Risco	X	X	X	X	X					

5. CONCLUSÃO

Acredita-se que este trabalho atingiu seus objetivos, pois uma metodologia de controle e melhoramento contínuo (Ciclo PDCA) foi introduzida na rotina da empresa, fato que proporcionou uma redução na quantidade de devoluções / reposições da linha de produção considerada e, conseqüentemente, um aumento da satisfação dos consumidores.

Admite-se que talvez a forma de escolha da linha de produção abordada no trabalho possa não ter sido a ideal, visto que as outras linhas (moveleira e decoração), apesar de apresentarem um faturamento menor, podem apresentar mais defeitos do que a linha considerada. Porém, o faturamento foi o fator de estratificação mais confiável disponível no momento, visto que o registro de devoluções / reposição das linhas moveleira e decoração não podiam ser considerados tão confiáveis quanto o registro disponível na linha de engenharia. Caso as linhas moveleira ou decoração tivessem sido abordadas, outro tipo de análise teria que ser realizada, provavelmente em vez de abordar as devoluções de clientes o estudo seria mais focado no processo interno de fabricação.

Como os operários nunca participavam das decisões tomadas, o estudo proporcionou uma maior integração entre os níveis hierárquicos da empresa, pois optou-se pela busca conjunta por soluções, ou seja, todos – operários, gerentes, vendedores, proprietário - tiveram a oportunidade de participar e opinar em todas as fases do estudo. Assim, a valorização profissional contribuiu para a colaboração dos funcionários na execução das atividades propostas e para uma maior satisfação no trabalho.

Outra mudança que foi incorporada à rotina da empresa foi o estabelecimento de metas. Esta atividade não fazia parte da cultura da empresa, assim como a fixação de prazos para a conclusão de projetos e atividade também não. Diante dos resultados positivos obtidos, os gerentes passaram a estabelecer metas atingíveis em todos os setores – vendas, produção, compras -, e a cobrar a elaboração e a avaliação de cronogramas para agilizar e melhorar o gerenciamento a médio e longo prazo. A empresa também passou a considerar que os treinamentos, palestras e reuniões realizadas com os colaboradores podem proporcionar uma melhoria considerável na execução das atividades.

Além dos resultados positivos para a empresa, este estudo propiciou um acréscimo importante para minha formação profissional, visto que tive a oportunidade de adaptar e aplicar os conceitos teóricos vistos na Universidade a uma situação real. As dificuldades encontradas ensinaram que as revisões bibliográficas e que a busca conjunta por soluções é a melhor opção para a superação dos obstáculos.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Acredita-se que o gerente de qualidade, juntamente com o grupo de apoio formado no início desse estudo, pode prosseguir com a aplicação do método PDCA para as outras linhas de produção da empresa, visto que eles participaram de todo o processo de implantação do ciclo na linha engenharia e que todas as atividades realizadas foram documentadas e disponibilizadas para a empresa. Espera-se também que a empresa prossiga com as atividades iniciadas – realize o segundo giro do Ciclo PDCA abordando os defeitos remanescentes -, de forma a manter os resultados obtidos e a continuar a busca por um padrão superior de qualidade.

Sugere-se à empresa, num segundo momento, a implantação do Controle Estatístico de Processos (CEP), pois esta metodologia pode auxiliar na busca da satisfação dos clientes por meio da otimização dos processos produtivos. Além disso, o CEP pode proporcionar um aumento de produtividade e lucratividade através da redução dos níveis de retrabalho e perdas no processo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14698 – Vidro Temperado, mai. 2001.

ANDRADE, F. F.. O Método de Melhorias PDCA, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. P. 9-62. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>. Acesso em: 05 jun. 2005.

CAMPOS, V. F.. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia, 1ª edição, Fundação Christiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994 a.

CAMPOS, V. F.. TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês), 1ª edição, Fundação Christiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1992 b.

FERREIRA, J. R.. Aprendizagem Organizacional: Um Modelo de Orientação para Implantação de Programa de Excelência Empresarial, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002. P. 27-28. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/9786.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2005.

ISHIKAWA, K.. Guide to Quality Control. Tokio, Asian Productivity Organization, 1982.

KUME, H.. Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade, Editora Gente, São Paulo, 1993.

MORETTI, D. C.; BIGATTO, B. V.. Aplicação do FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de cargas. Disponível em: <<http://www.nortegubisian.com.br/artigos/fmea.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2005.

NASCIMENTO, C. C.. Desenvolvimento de uma Ferramenta para Brainstorming Através da Web. Trabalho de Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 30 mai. 2005.

PALADINI, E. P.. Gestão da Qualidade – Teoria e Prática, 1ª edição, Editora Atlas S.A., São Paulo, 2000.

REYES, A. L.; VICINO, S. R.. Brainstorming. Disponível em: <
<http://www.esalq.usp.br/qualidade/ferramentas/brainst.htm>>. Acesso em: 14 ago. 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. Administração da Produção, 2ª edição, Editora Atlas, São Paulo, 2002. p. 605-606.

WERKEMA, M. C.. Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos, 1ª edição, Editora Werkema, Belo Horizonte, 1995.