



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica

**USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA
MELHORIA DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO
DE TUBOS PVC EXTRUDADOS**

Odilon Caldeira Filho

Ilha Solteira - SP

1210001559



EXTRADADO





UNESP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira

Departamento de Engenharia Mecânica

Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA MELHORIA
DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE TUBOS PVC
EXTRUDADOS**

Autor: Odilon Caldeira Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Mecânica**

Orientador: Prof. Dr. Hidekasu Matsumoto

Ilha Solteira, Agosto de 2004

BCpIS - FEIS - UNESP



FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

Caldeira Filho, Odilon

C146u Uso de ferramentas da qualidade na melhoria dos processos de fabricação de tubos
PVC extrudados / Odilon Caldeira Filho. – Ilha Solteira : [s.n.], 2004
xii, 97 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2004

Orientador: Hidekasu Matsumoto

Bibliografia: p. 93-97

1. Processos de fabricação. 2. Gestão da qualidade total. ✓

30505003



USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TUBOS DE PVC EXTRUDADOS

Odilon Caldeira Filho

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

1210001559



NA ÁREA DE CONHECIMENTO EM MATERIAIS E PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Gilberto Pechoto de Melo

Prof. Dr. Gilberto Pechoto de Melo - Coordenador

COMISSÃO EXAMINADORA:

Hidekasu Matsumoto
Prof. Dr. Hidekasu Matsumoto - Orientador

Amauri Hassui
Prof. Dr. Amauri Hassui

Vicente Afonso Ventrella
Prof. Dr. Vicente Afonso Ventrella

Insc. 055/05 - UNB 037

UNESP - PO - E - ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE NOTIFICAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
10. 03. 05	30. 04. 05
REGISTRADO POR	TOMBO
<i>Ailza</i>	Te. 1559
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
<i>Doações Autor R\$ 10,00</i>	C746m

Ilha Solteira – SP, agosto de 2004

*Co sys 323119
sys 58866*

BCpIS - FEIS - UNESP

AGRADECIMENTOS

DEDICATÓRIA

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal Paulista, Campus de Ilheus Solteira - SP, especialmente à pessoa de meu.

Ofereço este trabalho a Deus por ter me dado saúde e força, espiritual e material, para a concretização deste trabalho. Ofereço ainda ao meu pai (in memoriam) e à minha mãe, pela lição de vida passada, e à esposa, filhos e aos amigos que me incentivaram nesta caminhada.

Agradeço e agradeço a todos os meus amigos que me ajudaram nesta caminhada.

Agradeço também aos meus amigos que de uma forma ou de outra me ajudaram ou me incentivaram neste trabalho: Tasso B. Moura, Fernando Sérgio Faria, Antônio De Fátima Filho, Marcos D. Tavares, Rogério Porto Alexandre, Roberto Ribeiro, Marcelo A. Teixeira Lima e Wallace Gustavo Pereira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira - SP, especialmente à pessoa de meu orientador, Prof. Dr. Hidekasu Matsumoto, por ter sempre acreditado na minha pessoa. Agradeço também à empresa ASPERBRAS de Penápolis - SP nas pessoas do Eng. Drausio Vicente de Almeida e do sr. Helio Paes que foram os elementos facilitadores deste estudo e possibilitaram assim a realização do experimento.

Agradeço também aos meus amigos que de uma forma ou de outra muito me ajudaram ou me incentivaram neste mestrado: Tiago B. Magro, Fernando Sergio Ferraz, Antonio De Francisco Filho, Nelson H. Takiy, Rogério Pinto Alexandre, Rubens Ribeiro, Marcelo A. Teixeira Dória e Wallace Geraldo Pereira.



SUMÁRIO

APROVAÇÃO.....	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTAS DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii

CAPÍTULO 1

Introdução.....	01
1.1 Comentários Iniciais.....	01
1.2 Tema e Justificativa.....	02
1.3 Objetivos.....	03
1.4 Metodologia.....	04
1.5 Estrutura.....	04

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica.....	07
2.1 Qualidade – Conceitos e Definições.....	07
2.2 Qualidade – Histórico.....	09
2.3 Ferramentas da Qualidade – Generalidades.....	10
2.4 Ferramentas da Qualidade e a ISO 9001, versão 2000.....	11
2.5 Ferramentas da Qualidade- Tipos.....	13
2.5.1 – Ciclo PDCA.....	13
2.5.2 – Diagrama de Pareto.....	16
2.5.3 – <i>Brainstorming</i>	18
2.5.4 – Diagrama de Ishikawa.....	19
2.5.5 – 5 W 1 H.....	21
2.5.6 – Gráficos de Tendências ou de Controle.....	22
2.5.7 – <i>Benchmarking</i>	23

2.5.8 – Relatório das Três Gerações	25
2.6 Outras Ferramentas da Qualidade.....	26
2.7 Processos de Fabricação.....	27
2.7.1 Principais características do PVC.....	27
2.7.2 Moldagem por Extrusão.....	27
2.7.3 Extrusoras de Rosca Dupla.....	30
2.7.4 Principais Processos de Fabricação de Produtos de PVC Baseados em Extrusão.....	31
2.7.5 Etapas da Extrusão- Detalhamento.....	33
2.7.6 PVC e a Sua Utilização.....	34
2.7.7 PVC e o Meio Ambiente.....	36
2.8 Aplicações de Ferramentas da Qualidade em Processos de Fabricação.....	40

CAPÍTULO 3

DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DO PROCESSO – MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3.1- Descrição da Empresa.....	57
3.2- Descrição do processo de extrusão de tubos PVC na ASPERBRAS.....	59

CAPÍTULO 4

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL - ESTUDO DE CASO.....	67
4.1 – Metodologia utilizada no Estudo de Caso.....	67
4.1.1 – Análise dos dados.....	67
4.1.2 – Priorização dos problemas.....	76
4.1.3 – Identificação das Causas.....	77
4.1.4 – Plano de Ação.....	79

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	83
5.1 – Análise dos Resultados.....	83
5.2 – Discussão.....	88

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	91
6.1 – Conclusão do Trabalho.....	91



6.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros.....92

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....93

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - Ciclo PDCA.....	14
Figura 2.2 - Modelo de um SGQ baseado em processo.....	15
Figura 2.3 - Diagrama de PARETO.....	17
Figura 2.4 - Diagrama de ISHIKAWA.....	20
Figura 2.5 - Gráfico de Tendência.....	23
Figura 2.6 - Pino.....	28
Figura 2.7 - Extrusora.....	29
Figura 2.8 - Tipos de Extrusora de Rosca Dupla.....	30
Figura 2.9 - Processo de Extrusão de Tubos PVC.....	32
Figura 2.10 - Matriz de Extrusão de Tubos PVC.....	33
Figura 2.11 - Aplicações do PVC no Brasil.....	35
Figura 2.12 - Vida Útil do PVC e Sua Utilização.....	38
Figura 2.13 - Ciclo de Atividades da Distribuição Física.....	40
Figura 2.14 - Classificação das Principais Ferramentas para Melhoria de Serviço.....	41
Figura 2.15 - Diagrama de Pareto.....	46
Figura 2.16 - Diagrama de Ishikawa.....	47
Figura 2.17 - Gráfico de Tendências.....	49

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 - Fábricas da ASPERBRAS.....	58
Figura 3.2 - Tubos PVC..60.....	58
Figura 3.3 - Produtos de Rotomoldagem.....	59
Figura 3.4 - Extrusora.....	60
Figura 3.5 - Pino e Fieira.....	60
Figura 3.6 - Calibradores.....	61
Figura 3.7 - Detalhe da Serra.....	62
Figura 3.8 - Ensaio Dimensional e de Pesagem.....	63
Figura 3.9 - Ensaio de Compressão e de Impacto.....	64

Figura 3.10 - Armazenamento de tubos PVC.....	65
Figura 3.11 - Armazenamento de conexões de PVC.....	65

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 - Reclamações de Clientes em 2003.....	68
Figura 4.2 - Absenteísmo da Produção.....	69
Figura 4.3 - Vendas em 2003	70
Figura 4.4 - Atrasos na Expedição.....	71
Figura 4.5 - Cumprimento de Treinamento.....	72
Figura 4.6 - Gráfico de Controle de Refugos.....	73
Figura 4.7 - Gráfico de Contrô de Produção.....	74
Figura 4.8 - Diagrama de Pareto para as NC's encontradas.....	77
Figura 4.9 - Diagrama de Ishikawa para o Refugo.....	78

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 - Gráfico de Controle da Produção - (jan. à dez. 2003).....	82
Figura 5.2 - Gráfico de Controle de Refugo - (jan. à dez. 2003).....	83
Figura 5.3 - Gráfico de Tendências: Queda do Índice de Refugo.....	84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 – A ISO 9001 e o Ciclo PDCA.....	15
Tabela 2.2 - Razões para o <i>benchmarking</i>	24
Tabela 2.3 - Consumo <i>PER CAPTA</i> de PVC no mundo.....	34

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 - Reclamações de Clientes em 2003.....	68
Tabela 4.2 - Absenteísmo da Produção.....	69
Tabela 4.3 - Vendas em 2003.....	70
Tabela 4.4 - Atrasos na Expedição.....	71
Tabela 4.5 - Cumprimento de Treinamento.....	72
Tabela 4.6 - Controle de Refugos.....	73
Tabela 4.7 - Dados de Produção.....	74
Tabela 4.8 - Estratificação das Ocorrências das Não Conformidades.....	75
Tabela 4.9 - Plano de Ação : 5W 2H.....	80

CAPÍTULO 5

Tabela 5.1 - Produção - (jan. à dez. 2003).....	82
Tabela 5.2 - Refugo - (jan. à dez. 2003).....	83



RESUMO

Este trabalho discute a aplicação das Ferramentas da Qualidade – Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Ciclo PDCA, Gráficos de Controle e Relatório das Três Gerações – na melhoria de processos de fabricação. A discussão foi realizada com base em estudo de caso feito na empresa ASPERBRAS - fabricante de tubos de PVC - mais especificamente, junto ao processo de extrusão de tubos. Esse processo de fabricação é composto de diversas etapas, iniciando-se pela mistura da matéria prima, passando pelos processos de extrusão, calibração impressão, corte, acabamento e finalizando pela pesagem/dimensionamento dos tubos. O objetivo principal do estudo foi diminuir o índice de perdas no processo final de fabricação de tubos PVC. Com a aplicação das Ferramentas da Qualidade citadas, foi possível detectar a causa principal do alto índice diário de refugo, que era da ordem de 6,7% e foi reduzido para 3,8% ao mês e também se tornou possível a aplicação de melhorias no processo trazendo como consequência uma economia significativa para a empresa com a diminuição do índice de refugo na produção de tubos de PVC. Outro resultado positivo deste estudo foi a melhoria no SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade- da citada empresa, já que com o uso das citadas ferramentas da qualidade, doravante elas não mais serão aplicadas empiricamente, sem nenhuma técnica, como vinha ocorrendo anteriormente à realização do experimento.

Palavras-Chave: Ferramentas da Qualidade, Melhoria de Processos.



ABSTRACT

This thesis discusses the Quality Tools application – Brainstorming, Ishikawa Diagram, Pareto Diagram, PDCA Cycle, Control Graphics and Three Generations Form – to improve the manufacturing processes. The discussion was based on ASPERBRAS – a PVC pipe manufacturer – case study conducted on the pipe extrusion producing line.

The PVC pipe manufacturing process includes several stages, starting with raw material mixing, followed with extrusion process, calibration, printing, cutting, and finally, ending with pipe finishing, weighting and sizing.

The main goal of this work was diminish the scraps level in the PVC pipe production. Trough the Quality Tools above mentioned, we detected the main reason of the company's high level daily scrap observed and, also, found ways to improve the production process. As consequence, the scrap level was reduced from 6.7% to 3.8% of the monthly production, bringing a company significant cost reduction.

Another positive result obtained was the improvement in the company's Quality System Management (SGQ) after the adoption of the Quality Tools, particularly the correct use of different techniques disposables.

Keywords: Quality Tools; Improvement of Manufacturing Processes

CAPÍTULO – 1

INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo apresenta os comentários iniciais relativos ao estudo, a descrição do tema e justificativa do estudo, seu objetivo, sua metodologia e sua estrutura.

1.1- Comentários Iniciais

A importância da qualidade teve um crescimento extraordinário na nossa sociedade como um todo, nas últimas cinco décadas. Hoje a qualidade exerce importante papel no relacionamento com os clientes, nos processos de fabricação, na saúde e segurança no trabalho e até na proteção do meio ambiente. A indústria tem proporcionado à coletividade os incríveis benefícios da tecnologia a qual depende e muito da qualidade dos produtos gerados. Não se admite mais um produto no mercado sem que ele tenha qualidade, portanto qualquer que seja a organização (indústria, comércio, órgãos públicos, etc), ela terá que trabalhar com um padrão mínimo de qualidade para poder sobreviver num mercado competitivo. Uma das maneiras para a organização ser competitiva na qualidade e preço final de seu produto é buscar a melhoria contínua dos seus processos visando redução de custos e desperdícios obtendo assim, o diferencial preço além do item qualidade. Quanto menor for o desperdício, por exemplo, na matéria prima ou no tempo de processamento, menor será o custo de produção e menor será o preço final do produto possibilitando à organização redefinir o seu lucro em função dos preços praticados pelo mercado concorrente.

Segundo Campos (1992), a garantia da qualidade dentro do TQC (*Total Quality Control* – Controle da Qualidade Total), é uma conquista que pode ser alcançada pelo gerenciamento correto e obstinado de todas as atividades da qualidade, buscando sistematicamente a eliminação total de falhas, com vistas às necessidades dos consumidores, mobilizando a participação de todos da organização.



É nesta participação de todos que se consegue levantar dados que são importantes para uma análise de um problema que possibilitará tomada de decisões. Estas decisões não mais serão baseadas em intuições ou experiências ou ainda não serão tomadas de forma precipitada, subestimando ou superestimando o problema. Nesse sentido é que as organizações têm procurado utilizar-se de meios que facilitem a coleta e a análise de dados para estudo de problemas a fim de encontrar soluções para a melhoria contínua de seus processos. Um desses meios são as **Ferramentas da Qualidade** desde as clássicas até as mais modernas que auxiliam o desenvolvimento e a obtenção dos objetivos da qualidade que a organização quer atingir.

1.2- Tema e Justificativa

O tema deste trabalho de Dissertação é: **Uso de Ferramentas da Qualidade na Melhoria de Processos de Fabricação de Tubos de PVC Extrudados**

Neste estudo é relatado o processo de extrusão e histórico do PVC, e também é realizado um relato sobre a teoria da qualidade bem como das ferramentas da qualidade tanto as tradicionais como as atuais.

As organizações hoje em dia têm se utilizado e em muito de ferramentas/técnicas da qualidade, para melhoria de seus processos, sejam eles gerenciais, operacionais ou de fabricação a fim de diminuir falhas e reduzir desperdícios que muito oneram os custos de seus produtos/serviços. É muito comum o emprego sem muita técnica, por parte de algumas organizações, de algumas das ferramentas clássicas da qualidade tais como:

Brainstorming (geração de idéias), e *Benchmarking* (comparação com padrões líderes de mercado), Ciclo PDCA (usado para melhoramento contínuo dos processos) e outras ferramentas. Tal emprego é empírico por parte destas organizações tal é a simplicidade das citadas ferramentas. Será dado destaque ao uso de algumas das ferramentas clássicas da qualidade pelo motivo citado acima, ou seja: sua facilidade e simplicidade de uso pela organização.

Serão levantados vários casos similares de aplicação das diversas ferramentas da qualidade, tanto no Brasil com o no exterior, em distintos processos e em diferenciados segmentos de mercado tais como: construção civil, indústria de plástico, indústria de alimentos, etc.

A escolha do tema foi reforçada graças à gentileza da indústria ASPERBRAS localizada em Penápolis – SP, fabricante de tubos PVC, em disponibilizar suas instalações, pessoal, equipamentos, para a pesquisa de aplicação prática de algumas ferramentas conhecidas em



Sistema de Gestão da Qualidade, no auxílio da melhoria do Processo de Fabricação: “Extrusão de Tubos de PVC”.

Esta empresa implantou um Sistema de Gestão da Qualidade, é certificada na norma ISO e recentemente migrou da versão 1994 da série ISO 9000, para a versão 2000 da ISO 9001- cuja principal alteração em relação à versão 1994 é o foco: **Melhoria Contínua** e as Ferramentas da Qualidade são uns dos principais instrumentos para obtê-la contribuindo assim para a ASPERBRAS manter-se competitiva no mercado cada vez mais exigente.

1.3- OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo diagnosticar o processo atual de fabricação de tubos PVC da empresa ASPERBRAS, fazer melhorias neste processo e com isto obter uma redução nos custos de fabricação. Os diagnósticos e as melhorias serão obtidos utilizando-se das seguintes Ferramentas da Qualidade:

Brainstorming

Diagrama de Ishikawa

Diagrama de Pareto

Ciclo PDCA

5W 2H

Gráfico de Controle

Relatório das Três Gerações.

O objetivo principal deste trabalho é diminuir o índice de perdas no processo final de fabricação de tubos PVC. Com a aplicação de algumas Ferramentas da Qualidade, espera-se uma melhoria de produtividade nesta indústria, notadamente no item refugo do produto acabado que hoje está em torno de 6%.

Como objetivos secundários temos os seguintes:

- 1- Disseminar na empresa ASPERBRAS a utilização sistematizada de algumas das ferramentas da qualidade.
- 2- Tornar rotineira a utilização, na ASPERBRAS, de ferramentas da qualidade a fim de identificar causas que prejudiquem o atingimento das metas de melhoria contínua nos processos.



1.4– Metodologia

Será realizada uma pesquisa bibliográfica para levantamento de material didático sobre as Ferramentas da Qualidade utilizadas neste trabalho – *Brainstorming*, *Diagrama de Ishikawa*, *Diagrama de Pareto*, *Ciclo PDCA*, *5W 2H*, *Gráfico de Controle*, *Relatório das Três Gerações - e o Processo de Fabricação de Tubos PVC por extrusão*.

Tal pesquisa reforçará a teoria necessária sobre o assunto para melhor desenvolvimento do trabalho.

Haverá a participação das equipes do setor comercial, de produção e de laboratório (controle da qualidade) da ASPERBRAS a fim de dar apoio tanto na coleta de dados bem como na obtenção de sugestões de melhorias.

Algumas equipes da empresa passarão por um treinamento sobre a teoria e aplicação das Ferramentas da Qualidade.

Será feita uma descrição do processo com o auxílio das equipes citadas e depois será feito um levantamento dos pontos críticos que mais contribuem para o desperdício.

Finalmente, ainda com a participação das equipes, as sugestões de melhoria serão colocadas em prática e os resultados serão apurados e comparados com os anteriores à aplicação das melhorias.

1.5– Estrutura

Este trabalho está estruturado em sete capítulos.

O primeiro consta de introdução do assunto tratado bem como: comentários iniciais, tema e justificativa, objetivo, metodologia, estrutura e limitações.

No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica das Ferramentas da Qualidade utilizadas neste estudo, bem como um resumo dos conceitos e definições de Qualidade e Normas da série ISO 9000.

No terceiro, é feita a descrição da empresa e do processo de extrusão de tubos PVC além de alguns comentários sobre a utilização do PVC e a sua influência no meio ambiente.



No quarto capítulo está descrito o estudo de caso colocando em prática as Ferramentas da Qualidade citadas.

No quinto capítulo apresenta-se uma discussão e outras propostas para a empresa colocar em prática no seu processo de fabricação visando outras melhorias.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho além de sugestões para trabalhos futuros.

No sétimo capítulo está relacionado o material que serviu de referência para este estudo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo trata da revisão bibliográfica sobre o conceito e definições de Qualidade de produtos e processos de qualidade entre eles o Total Quality Management, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Ciclo PDCA, Gráfico de Controle e Definição de Três Desvios-padrão para controle e análise de Processos de Extração de Plásticos - Teflon PTFE.

3.1- Qualidade: Conceitos e definições

De acordo com a ISO 9000:

Qualidade é o conjunto de características e propriedades que conferem a um produto ou serviço a capacidade de satisfazer os requisitos estabelecidos e implícitos. A qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço.

De acordo com a ISO 9000, a palavra "Qualidade" pode ser definida como a "capacidade de atender aos requisitos".

Para definição mais ampla de qualidade, pode-se dizer que é a capacidade de um produto ou serviço de atender aos requisitos estabelecidos e implícitos. De acordo com a ISO 9000, a qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço.

De acordo com a ISO 9000, a qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço. De acordo com a ISO 9000, a qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço.

De acordo com a ISO 9000, a qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço. De acordo com a ISO 9000, a qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço. De acordo com a ISO 9000, a qualidade é uma característica inerente ao produto ou serviço.

1. The first part of the report is devoted to a general description of the project and its objectives. It is followed by a detailed description of the methodology used in the study. The third part of the report presents the results of the study, which are discussed in the fourth part. The final part of the report contains conclusions and recommendations for future research.

2. The methodology used in the study was a combination of qualitative and quantitative methods. The qualitative methods included interviews with experts in the field and a review of the literature. The quantitative methods included a survey of a large number of respondents. The results of the study are presented in the form of tables and graphs. The conclusions and recommendations are based on the findings of the study.

3. The study was conducted in a systematic and rigorous manner. The methodology used was appropriate for the objectives of the study. The results of the study are reliable and valid. The conclusions and recommendations are based on the findings of the study and are therefore credible.

4. The study has several strengths. First, it is a comprehensive study that covers a wide range of issues. Second, it uses a variety of methods to collect data, which increases the reliability of the findings. Third, the study is well-organized and easy to read. Finally, the conclusions and recommendations are clear and concise.

5. There are also some limitations to the study. First, the sample size was relatively small, which may limit the generalizability of the findings. Second, the study was conducted in a specific context, which may limit its applicability to other contexts. Finally, the study did not include a control group, which may affect the validity of the findings.

CAPÍTULO – 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo trás uma revisão bibliográfica sobre o conceito e definições de Qualidade, de Ferramentas da Qualidade entre elas: o Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Ciclo PDCA , Gráfico de Controle e Relatório de Três Gerações (objetos deste estudo) e ainda de Processos de Extrusão de Plásticos – Tubos PVC.

2.1- Qualidade: Conceitos e definições

Qualidade - Definições segundo autores:

Garvin (1984) identifica cinco enfoques diversos assumidos pelos autores ao definir o vocábulo “QUALIDADE”: o Transcendental; o Centrado no Produto; o Centrado na Fabricação; o Centrado no Usuário e o Centrado no Valor.

Johns Oakland, em seu livro “Total Quality Management”, a palavra Qualidade pode ser resumida na frase: “Qualidade é o atendimento às exigências do cliente.”

Esta definição está focada no *usuário* de um produto ou serviço, e este enfoque é o mais usado pelos profissionais da qualidade, por exemplo, Juran (1988), define qualidade como sendo *Adequação ao Uso*.

No enfoque *transcendental*, Toledo (1987), por exemplo, sugere que a qualidade seja um sinônimo de “excelência inerente”. Seria a *ausência de deficiências*.

Já no enfoque centrado na *fabricação*, considera-se como “*Conformidades às especificações*”. Esta abordagem tem aplicações específicas, voltada para dentro da fábrica, para a área de produção encarada de maneira relativamente isolada das outras unidades da organização.



E por último, o enfoque centrado no *valor*, que leva em conta os aspectos de custos e receitas. Broh (1974), define qualidade como “*O grau de excelência a um preço aceitável e o controle de variabilidade a um custo aceitável*”.

Este estudo centralizar-se-á nos dois últimos enfoques:

O da *Fabricação* e do *Valor*, ou seja, a produção dentro da conformidade levando em consideração seus custos e receitas que é o que interessa a uma organização, pois isto refletirá na aceitação do consumidor final, que é o cliente.

Qualidade - Definições Oficiais:

A definição de qualidade adotada pela Sociedade Americana para o Controle da Qualidade (ASQC - American Society for Quality Control) também implica num grau ou nível de atendimento “Qualidade é definida como a totalidade de características e atributos de um produto ou serviço que possuem a habilidade de satisfazer uma certa necessidade”. A ISO (International Organization for Standardization) define qualidade como “o conjunto das propriedades e características de um produto, processo ou serviço, que lhe fornecem a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas”. A Associação de Normas da França (AFNOR) propõe uma definição de qualidade muito próxima: “a qualidade é a capacidade de um produto ou serviço satisfazer as necessidades dos usuários”. Já a norma japonesa JIS-Z-8101, de 1999, considera a gestão da qualidade como “um sistema de meios colocados em prática para produzir economicamente produtos ou serviços que satisfarão as necessidades dos clientes”. Estas definições colocam a qualidade como a capacidade de atender às necessidades dos clientes, da maneira mais abrangente possível, maximizando a percepção da oferta e minimizando os defeitos ou erros.

Qualidade – Conceitos:

Garantir a qualidade do produto deixou de ser diferencial para a empresa e passou a ser uma necessidade, pois o consumidor hoje é muito exigente, conhece seus direitos e tem, principalmente no Brasil, algo que funciona rápido que é o Código de Defesa do Consumidor.

No mercado competitivo em que vivemos, a busca da produtividade aliada à qualidade dos produtos torna-se uma tarefa inevitável de qualquer organização. Portanto, os desperdícios, defeitos, não podem estar presentes numa organização que quer ser eficaz. Segundo Roberto de Souza (1994), em “Sistemas de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras”, a formulação do preço numa economia competitiva deixou de ser:

$$\text{PREÇO} = \text{CUSTOS} + \text{LUCRO, para:}$$

$$\text{PREÇO DE MERCADO} - \text{CUSTOS} = \text{LUCRO.}$$

Portanto, hoje é o mercado quem estabelece o preço de venda, logo, uma organização só terá lucro se diminuir seus custos e uma indústria de transformação conseguirá uma redução de seus custos de fabricação, por exemplo, com a diminuição de perdas e de desperdícios. Por fim, podemos considerar a Qualidade Total como o estado ótimo de eficiência e eficácia na ação de todos os elementos que constituem a existência da empresa, temos a necessidade de modelarmos sua organização e o contexto no qual ela existe.

2.2- Qualidade: Histórico

O conceito de Qualidade foi primeiramente associado à definição de conformidade às especificações. Posteriormente o conceito evoluiu para a visão de Satisfação do Cliente.

A satisfação do cliente não está apenas no grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também em outros fatores como: prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade, etc...

Paralelamente a esta evolução do conceito de Qualidade, surgiu a visão de que o mesmo era fundamental no posicionamento estratégico da empresa perante o Mercado.

Pouco tempo depois se percebeu que o planejamento estratégico da empresa enfatizando a Qualidade não era suficiente para seu sucesso. O conceito de satisfação do cliente foi então estendido para outras entidades envolvidas com as atividades da empresa, surgindo o termo bastante conhecido hoje em dia: "Qualidade Total".

O termo Qualidade Total representa a busca da satisfação, não só do cliente, mas de todas as *partes interessadas* (além do já citado cliente, os funcionários, os acionistas, o governo, a comunidade e até o meio ambiente) conhecidas como "*stakeholders*", que são entidades significativas na existência da organização.

2.3 – Ferramentas da Qualidade : Generalidades

A garantia da qualidade dentro do TQC (Total Quality Control), segundo Campos (1992), é uma conquista que pode ser alcançada pelo gerenciamento correto e obstinado de todas as atividades da qualidade, buscando sistematicamente a eliminação total das falhas, com vistas à satisfação total das necessidades dos consumidores, mobilizando a participação de toda a empresa.

Ainda, segundo Campos (1992) é necessário que haja Ferramentas para desenvolver e atingir os objetivos.

É neste item “Ferramentas da Qualidade” que será direcionado este estudo.

Ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos de uma organização.

A compreensão dos processos de uma organização de modo que possam ser melhorados por meio de uma abordagem sistemática requer um conhecimento de uma série bastante simples de ferramentas ou técnicas.

Roberto de Souza (1994) em seu livro “Sistemas de Gestão da Qualidade”, descreve a importância da aplicação das ferramentas da qualidade para a melhoria dos processos:

“A implantação do programa da Qualidade Total nas organizações implica na mobilização dos seus vários departamentos e na participação ativa de todos os seus colaboradores.

A fim de incentivar e viabilizar essa participação faz-se necessário treinar os funcionários dos vários escalões para identificar e analisar problemas, visando promover a melhoria contínua de seus processos e a padronização de seus procedimentos.

Para obtenção de êxito na fase de implantação do programa de qualidade total, são utilizadas as ferramentas para análise e melhoria de processos.

O hábito de disciplinar a busca de soluções com ferramentas adequadas evita uma série de falhas muito comuns nas decisões do cotidiano.

Estes são alguns exemplos de falhas:

- a – Conclusão por intuição: ir direto à solução do problema sem analisar os ângulos da questão, sem explorar outras alternativas;
- b – Tomada de decisões pelo caminho mais curto: desprezar dados e fatos fundamentais, por pressa ou dificuldade em obtê-los;

- c – Dimensionamento inadequado do problema: muitas vezes, a solução encontra-se em esfera superior de decisão, fora do controle da empresa, ou depende de negociações em outras esferas, pois não são da competência do grupo encarregado de resolver a questão;
- d – Satisfação com uma única solução: insistir na solução encontrada, tentar justificá-la, passando por cima de objeções, dificuldades e custos;
- e – Isolamento do problema: não consultar pessoas-chave para a solução e nem aquelas que serão responsáveis pela implementação da decisão;
- f – Omissão de detalhes: encontrar a solução sem aprofundar sua viabilização, com o planejamento dos recursos financeiros, humanos e materiais”.

2.4 – Ferramentas da Qualidade e a ISO 9001, V. 2000 (Campos, 1996)

A série ISO 9000 - Sistemas de Gestão da Qualidade:

A família de normas ISO 9000 foi publicada inicialmente em 1987 pela ISO - International Organization for Standardization, cujas diretrizes eram especificar em linhas gerais os requisitos de um Sistema de Gestão da Qualidade, cuja aplicação se estenderia para todos os tipos e segmentos da indústria.

Dentre os fatores que impulsionaram a grande difusão da certificação conforme a ISO 9000, podemos destacar a preocupação das empresas quanto à qualidade de seus produtos e serviços, maior credibilidade no mercado interno / externo e exigências ou barreiras técnicas para a realização de negócios. A certificação ISO 9000 atesta que a empresa tem implementado um Sistema de Gestão da Qualidade, utilizando-se de métodos eficazes para o gerenciamento dos negócios, e assim proporcionando a melhoria contínua da qualidade de seus produtos e serviços e maior satisfação aos clientes.

Com a revisão da ISO 9000 versão 2000 houve uma profunda mudança conceitual da norma, refletindo os avanços alcançados nas técnicas de gerenciamento dos sistemas.

A norma de certificação ISO 9001:2000 foi estruturada através do conceito de abordagem por processos, permitindo-se assim assegurar, de forma mais eficaz e eficiente, a gestão dos processos da qualidade da organização e sua melhoria contínua.



A ISO agora não mais referencia a Empresa e sim a Organização para possibilitar a ampliação da aplicação desta norma a qualquer tipo de negócio: desde uma pequena prestadora de serviços até uma grande indústria. As alterações na norma incorporam as seguintes abordagens:

Determinação das necessidades e expectativas dos clientes e das outras partes interessadas;

Estabelecimento da política da qualidade e dos objetivos da qualidade;

Determinação dos processos e responsabilidades necessários para atingir os objetivos da qualidade;

* Determinação e fornecimento dos recursos necessários para atingir os objetivos da qualidade;

* Estabelecimentos de métodos para medir a eficácia e a eficiência de cada processo;

* Aplicação desses métodos;

* Determinação dos meios para prevenir não-conformidades;

* Estabelecimento e aplicação de um processo para melhoria contínua.

* As Ferramentas da Qualidade são excelentes instrumentos para atender os itens acima.

A ISO 9001 VERSÃO 2000:

Desde 15 de dezembro de 2003 vigora a versão 2000 da norma ISO 9001 que traz em destaque como uma das alterações em relação à versão de 1994, a obrigatoriedade da Organização, que está certificada com base nesta norma, de promover a Melhoria Contínua nos seus processos.

Como já foi dito, um dos meios para buscar a Melhoria Contínua é a prática do uso das Ferramentas da Qualidade na busca de soluções para os problemas enfrentados na organização.

Portanto tais Ferramentas serão largamente aplicadas nas organizações que pleiteiam a adaptação do SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade – às novas regras do ISO 9001 versão 2000.

Serão apresentadas a seguir algumas das Ferramentas que auxiliam na identificação e na análise de problemas técnicos e operacionais e que podem ser utilizadas na implantação dos Sistemas de Gestão da Qualidade nas empresas.

2.5– Ferramentas da Qualidade : Tipos (Ferramentas Clássicas) (Moura, 1994)

2.5.1 - O ciclo PDCA (Melhoria Contínua) (Campos, 1996)

O ciclo PDCA, também conhecido com ciclo de Deming / Shewhart, tem como sigla as iniciais de verbos (ação) em inglês:

P: To Plan – Planejar; **D:** To Do – Fazer; **C:** To Check – Checar; **A:** To Act – Agir.

Esta ferramenta, muito usada em planos de ação juntamente com outra ferramenta da qualidade “5W 2H” que será visto adiante, dá os passos a serem seguidos para se atingir uma meta que antes de ser conquistada deve ser: Planejada, Executada, Checada e tomadas as Ações necessárias tanto para corrigir falhas ou melhorar o processo.

Estes passos devem ser continuamente repetidos nesta ordem, tornando-se um ciclo contínuo. O PDCA é uma proposta de abordagem organizada para qualquer tipo de problema. Os ciclos PDCA se referem às melhorias proativas ou repetitivas e ao controle de processo. Nestes, são realizados pequenos ciclos de melhoria de forma constante, simbolizando o princípio da repetição na resolução de problemas, efetuar melhorias por etapas e repetir o ciclo várias vezes com o objetivo de atingir níveis de desempenho cada vez mais altos. Assim pode-se orientar de maneira eficaz/eficiente a preparação e a execução de atividades planejadas para a solução de um problema. Trata-se de um instrumento valioso de controle e melhoria de processos que precisa ser de domínio de todos os funcionários da empresa. Dando prosseguimento à elaboração dos padrões administrativos, técnicos e operacionais da empresa, passa-se por uma etapa de educação e treinamento para aplicação desses padrões. Os processos devem ser executados de acordo com os padrões e controlados, permitindo assim a verificação dos resultados obtidos e de sua conformidade aos padrões estabelecidos. A checagem da aplicação dos padrões estabelecidos é feita através de itens de controle da qualidade dos processos. Em caso de identificação de não-conformidade, são implementadas ações corretivas, visando, primeiro, reparar a falha e segundo, identificar as causas da não-conformidade ao longo do processo para tomar medidas de prevenção e repetições de falhas.

Fecha-se o ciclo PDCA retroalimentando os padrões e a documentação da qualidade, admitindo-se alterações e revisões nos padrões.

Um caso prático pode ser ilustrado, após a fase de elaboração dos padrões e da documentação do Sistema de Gestão da Qualidade: sua implantação deve ser feita de acordo com o ciclo PDCA, (Figura 2.1).

Como mostra a Figura 2.1, o Ciclo PDCA foi com o passar dos anos, implementado acrescentando-se na fase de Planejamento: as definições do objetivo, da meta e dos métodos e meios que devem ser utilizados para se atingir a meta proposta, e na fase da Ação: o necessário treinamento dos executores do processo antes da implantação da tarefa.

Ressalta-se que a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade tem, além de uma dimensão técnica e administrativa, uma dimensão humana e comportamental, relacionada à mudança de atitude de todos os colaboradores da empresa, sedimentando a cultura da qualidade e a melhoria contínua.

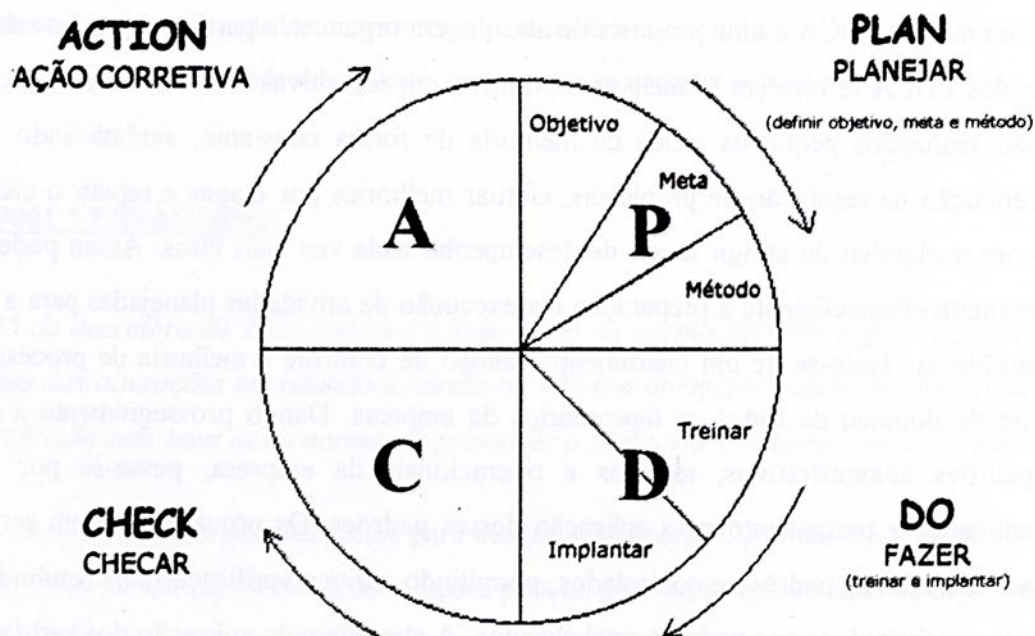


Figura 2.1 Ciclo PDCA - (Deming / Shewhart)



Nota: O PDCA ("Plan", "Do", "Check", "Act") pode ser aplicado a todos os processos. Resumidamente, o PDCA pode ser descrito da seguinte maneira frente à nova ISO9001:

Planejar: ("Plan")	estabelecer dos objetivos e os processos necessários para fornecer resultados, de acordo com os requisitos do cliente e com a política da qualidade da organização.
Fazer: ("Do")	implementar os processos.
Checar: ("Check")	monitorar e medição de processos e produtos em relação à política, objetivos e requisitos para o produto e relatar os resultados.
Agir: ("Act")	executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho dos processos.

2.5.2– Diagrama de Pareto (Priorizar problemas) (Campos, 1996)

Vilfredo Pareto foi um economista italiano que viveu no século XIX, pesquisou a pobreza na Itália e verificou que aproximadamente 90% da riqueza em seu país, era propriedade de aproximadamente 10% da população. Com uma análise deste tipo é possível destinar e direcionar recursos para tentar corrigir esta desigualdade social. O mestre Juran já dizia: “Poucas causas levam à maioria das perdas, ou seja, Poucas são vitais, a maioria é trivial.”.

O Diagrama de Pareto torna visivelmente clara a relação ação/benefício, ou seja, prioriza a ação que trará o melhor resultado. Ele consiste num gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências da maior para a menor e permite a localização de problemas vitais e a eliminação de perdas. O Diagrama de Pareto também pode ser construído com base no custo, em vez da frequência, de eventuais ocorrências. Na realidade, a abordagem pelos dois ângulos pode revelar-se muito útil, pois nem sempre os eventos mais frequentes ou de maior custo são os mais importantes. Para isso, é necessário identificar as causas a fim de que o problema possa ser resolvido. A identificação de sua influência no decorrer do processo também pode ser conseguida através do diagrama de Pareto. Assim, com problemas, causas e custos identificados, é possível obter um grande progresso.

Alguns passos importantes para se construir o Diagrama de Pareto:

- Determinar o tipo do problema que se quer investigar;
- Especificar o aspecto de interesse do tipo do problema que se quer investigar;
- Organizar uma folha de verificação com as categorias dos aspectos decididos para investigar;
- Preencher a folha de verificação;
- Fazer as contagens, organizar as categorias por ordem decrescente de frequência, agrupar; aquelas que ocorrem com baixa frequência sob denominação “outros” e calcular o total;
- Calcular as frequências relativas, as frequências acumuladas e as frequências relativas acumuladas.

Algumas recomendações que devem ser observadas:

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

- Verificar e testar diversas classificações, antes de fazer o diagrama definitivo;
- Estudar o problema medindo-o em várias escalas;
- Quebrar grandes problemas ou grandes causas em problemas ou causas específicas, estratificando ou subdividindo em aspectos mais específicos.



O Diagrama de Pareto, (Figura 2.3) é uma forma especial de gráfico de barras que permite determinar prioridades entre diversos problemas. Este instrumento ajuda o grupo a dirigir sua atenção e esforços a problemas realmente importantes.

Nesta figura podemos observar que as causas A, B e C juntas representam 80% do problema em análise.

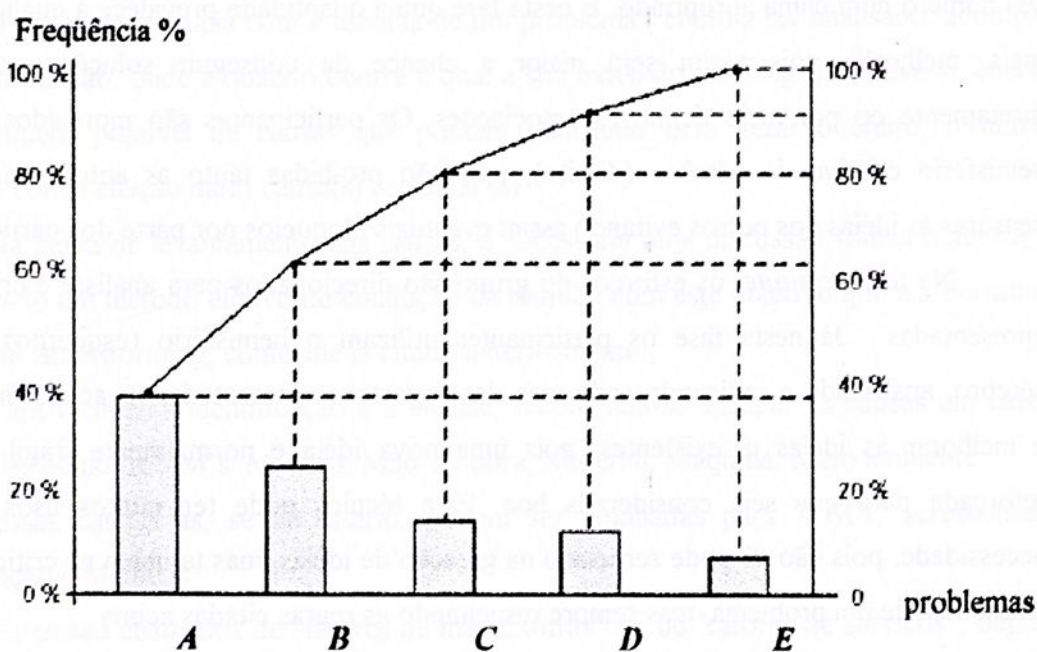


Figura 2.3 – Diagrama de PARETO

EAP- FMUSP

2.5.3- Brainstorming (Buscar soluções) (Campos, 1996)

Brainstorming é uma técnica de reunião em grupo extremamente eficaz tanto para a escolha do problema a ser trabalhado como para seu entendimento e resolução. Também é conhecida pelos nomes: Tempestade Cerebral, Tempestade de Idéias, etc.

Baseia-se no princípio da suspensão do julgamento e na teoria de que quantidade origina qualidade, ou seja, quanto maior o número de idéias geradas, maior será a possibilidade de resolução dos problemas.

Em uma *primeira fase*, criativa, os participantes de uma equipe são encorajados a expor sem censura suas idéias. Eles devem estar desinibidos e externar as idéias tal qual aparecerem, de tal forma a relaxar todas as inibições durante a geração de idéias, permitindo assim aumentar o seu número num clima apropriado. É nesta fase que a quantidade prevalece à qualidade. “Quanto mais, melhor!”, pois assim será maior a chance de conseguir soluções aos problemas, diretamente ou por meio de novas associações. Os participantes são motivados a exercitar o hemisfério criativo do cérebro (direito), pois são proibidas tanto as autocensuras quanto às censuras às idéias dos outros evitando assim eventuais bloqueios por parte dos participantes.

Na *fase seguinte*, os esforços do grupo são direcionados para analisar e criticar as idéias apresentadas. Já nesta fase os participantes utilizam o hemisfério (esquerdo) racional do cérebro, analisando e criticando cada uma das sugestões apresentadas. É aconselhável combinar e melhorar as idéias já existentes, pois uma nova idéia é normalmente frágil e precisa ser reforçada para que seja considerada boa. Esta técnica pode ter muitos usos de acordo a necessidade, pois não só pode ser usado na geração de idéias, mas também na crítica de idéias ou na escolha de um problema, mas sempre respeitando as regras citadas acima.

As idéias e sugestões são assim registradas - o que pode ser feito utilizando-se do Diagrama de Ishikawa (que será visto a seguir na fig. 2.4) - e posteriormente filtradas, permanecendo apenas aquelas que foram bem fundamentadas e aceitas por todos, as quais serão priorizadas, de preferência, por consenso entre os integrantes do grupo.

A finalidade e as regras do Brainstorming são dirigidas no sentido de se conseguir acordo nos planos de ação. O acordo pode ser obtido entre os membros do grupo sobre os planos de ação, força a consideração de todos os aspectos do problema e alerta cada um deles para possíveis objeções às linhas de ações escolhidas.

Um expediente útil para um concurso de opiniões é permitir ao grupo algum “tempo para pensar” antes, durante e depois das sessões de Brainstorming.



2.5.4- Diagrama de Ishikawa (causa e efeito) (Campos, 1996)

Este diagrama, idealizado pelo professor Kaoru Ishikawa, tem como objetivo identificar as causas de um problema em estudo ou de um efeito desejado.

É conhecido também por Diagrama "Fishbone", devido ao seu formato se assemelhar a uma Espinha de Peixe (fig. 2.4) ou ainda por outros nomes tais como: 5 M's; 7 M's e Causa e Efeito. É utilizado na fase de análise dos problemas levantados pelo grupo (pode ser durante um Brainstorming) e identifica a relação entre uma característica da qualidade e os fatores que a determinam.

Constitui-se em um diagrama de registro das diversas causas de um problema, a partir da análise e de classificações das prováveis origens destas causas, razão pelo qual é conhecido também como de causa e efeito.

O processo se inicia com a escolha de um problema / efeito a ser analisado, acompanhado de uma descrição, onde e quando ocorre e qual a sua extensão. Em seguida, deve-se encontrar o maior número possível de causas que possam contribuir para gerar o efeito, terminando o processo com a eleição da(s) causa(s) principal (s)

Na etapa de levantamento das causas, é necessária uma discussão franca e aberta e pode ser utilizado um método efetivo de condução da reunião com este objetivo que é a Ferramenta da Qualidade Brainstorming, conforme já citado anteriormente.

Para facilitar a identificação e a análise, recomenda-se agrupar as causas em categorias, conhecidas como os 5 M's: Método, Mão-de-obra, Material, Máquina, Meio ambiente.

Essas categorias, se necessário, podem ser ampliadas para 7 M's, acrescentando-se: Manutenção e Medidas.

Estes são chamados de "fatores de manufaturas" ou de "fatores de serviços", dependendo da aplicação.

Na construção do Diagrama Causa e Efeito deve-se seguir os seguintes passos:

- estabelecer o efeito (característica) da qualidade;
- encontrar o maior número possível de causas que podem afetar o efeito da qualidade;
- definir as relações entre as causas e construir um diagrama de causa e efeito, ligando os elementos com o efeito da qualidade por relações de causa e efeito;
- estipular uma importância para cada causa e assinalar as causas particularmente importantes, que pareçam ter um efeito significativo na característica da qualidade;
- registrar quaisquer informações necessárias.

Este procedimento é caracterizado pela execução de duas atividades diferentes: o levantamento de maior quantidade possível de causas, e o arranjo das causas de forma sistemática.

Uma das dificuldades que sempre ocorrem é a de onde alocar uma determinada causa. No entanto, isto não é significativo, o importante é que a causa tenha sido lembrada.

Ao construir o Diagrama de Causa e Efeito as causas devem ser arranjadas de forma sistemática, partindo das espinhas pequenas para as espinhas médias e destas para as espinhas grandes e colocadas na forma de flechas apontadas para o problema.

O problema / efeito deve estar focalizado do lado direito e as causas do lado esquerdo, conforme mostrado na Figura 2.4:

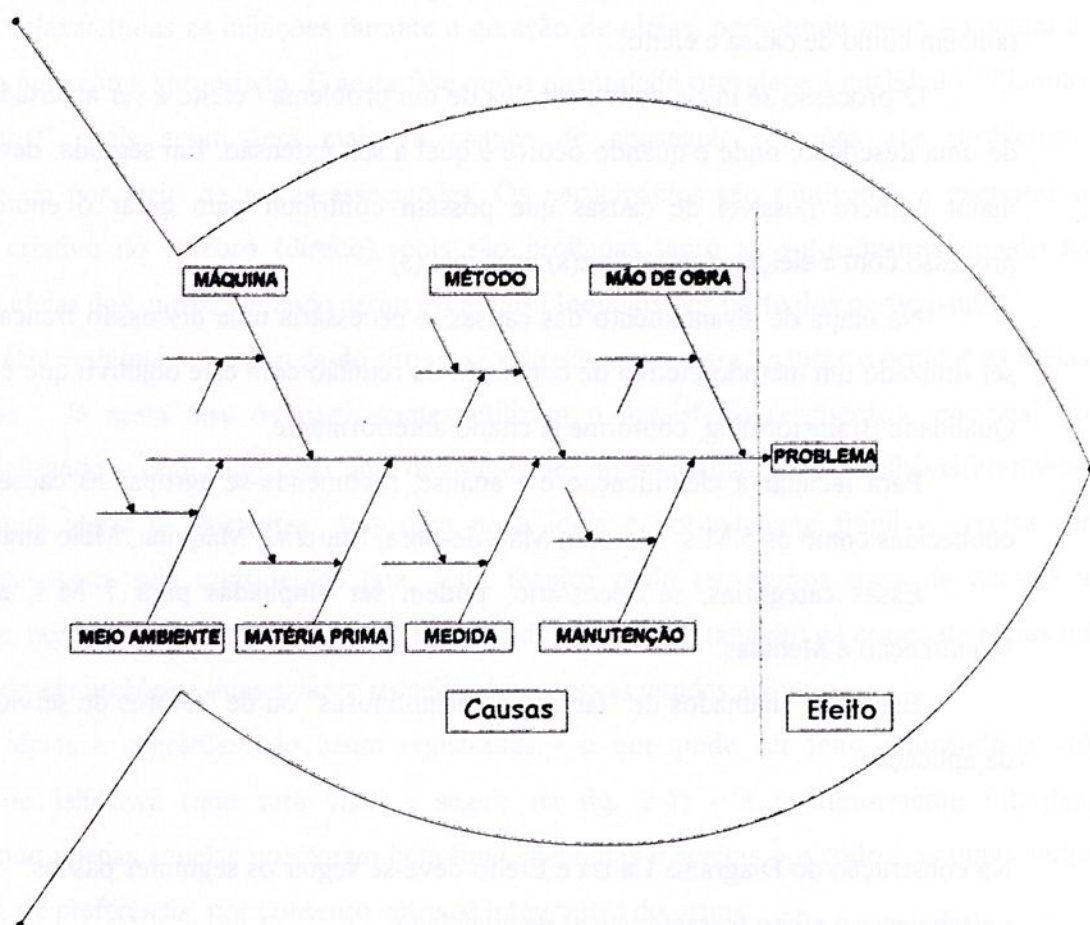


Figura.2.4 – Diagrama de ISHIKAWA - (Campos, 1996)

É preciso fazer tantos diagramas quanto forem os efeitos (problemas) estudados. Depois que o fluxo de idéias tiver sido exaurido e as idéias compreendidas, deve-se identificar as causas mais prováveis, destacando-as no diagrama.

Para estas causas selecionadas deve-se então desenvolver e implantar as soluções.

O acompanhamento do problema, de preferência por meio de itens quantificáveis, permite determinar se as soluções implementadas corrigiram de fato as causas reais. Se isso não ocorrer, o diagrama deve ser refeito até que todos concordem que o problema tenha sido solucionado.

2.5.5- As seis perguntas: 5W1H (Identificar as Origens) (Campos, 1996)

É uma ferramenta, como já mencionamos no item 2.1, muito usada em conjunto com o PDCA no estabelecimento de um plano de ação. À medida que os processos tornam-se mais complexos e menos definidos, fica mais difícil identificar sua função a ser satisfeita, bem como os problemas e as causas que dão origem aos efeitos sentidos. 5W1H é um *check-list* muito útil para enfrentar essas situações, garantindo que todos os ângulos de um problema sejam abordados. A sigla vem das palavras em inglês:

- O quê? (What?)
 - Que materiais utilizar?
 - Quais são os equipamentos?
 - O que envolve o serviço?
 - Quais são as condições de entrega?
- Onde? (Where?)
 - Onde será feito o serviço?
 - Onde estão os materiais?
 - Onde armazená-los?
- Quando? (When?)
 - Quando iniciar o serviço?
 - Quando verificar?
 - Qual é o prazo de execução?

- Quem? (Who?)

Quem deve fazer o serviço?

Quem deve verificar?

- Por quê? (Why?)

Por que se deve verificar o serviço?

Quais são os riscos da falta de controle?

- Como? (How?)

Como executar o serviço?

Como verificá-lo?

Obs: Atualmente acrescenta-se mais um "H" (How Much) – Quanto ?

Quanto de material será utilizado?

Quanto de mão-de-obra será utilizado?

2.5.6– Gráficos de Tendências ou de Controles (Acompanhar Resultados)

(Campos, 1996)

Após a coleta de dados suficientes sobre o desempenho de uma organização, é interessante apresentar as informações visualmente, na forma de gráficos, tornando mais evidente as tendências, seqüências e comparações.

Os gráficos de tendências (Figura 2.5) são instrumentos estatísticos extremamente simples, utilizados para monitorar um sistema, a fim de se observar ao longo do tempo, a existência de alterações em seu comportamento.

Os pontos são marcados no gráfico à medida que estejam disponíveis, e apresentados por meio de retas, barras ou círculos.

É comum sua utilização para o acompanhamento da produtividade ou desempenho de diversas atividades, por exemplo, quantidade de relatórios corretos entregues pontualmente, contas pagas na data certa, número de peças refugadas diariamente, etc.

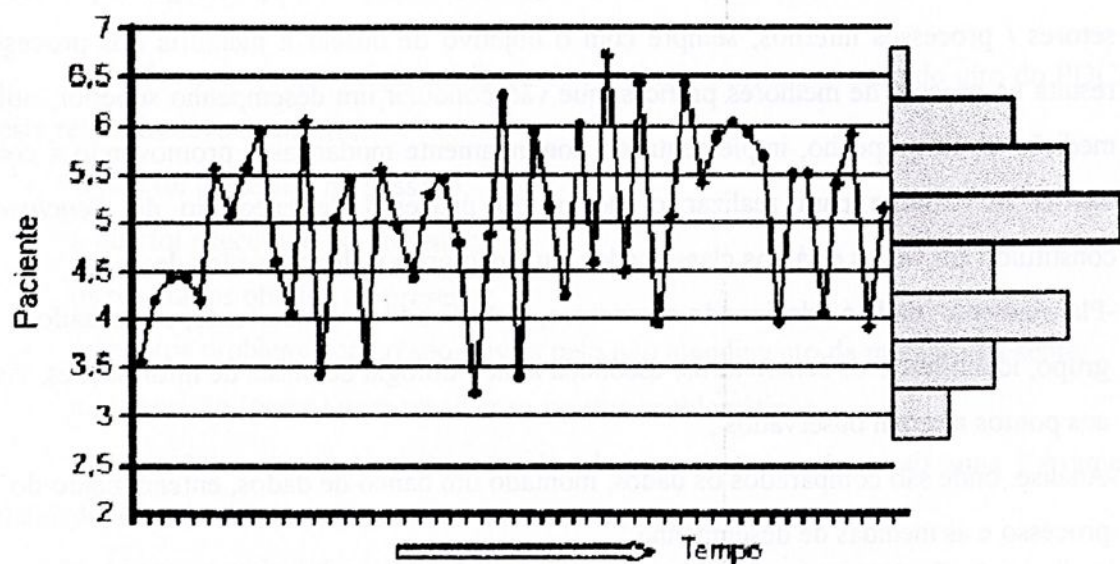


Figura 2.5 – Gráfico de Tendências

EAP – FMUSP

2.5.7- Benchmarking (Avaliar, Medir) (Campos, 1996)

Benchmarking (Marcos Referenciais): é um método de avaliação de processos confrontando com aqueles que são líderes reconhecidos de mercado. Auxilia a estabelecer as prioridades e os alvos que conduzem à melhoria do processo. O conceito é baseado em um velho provérbio chinês: “Se você conhece seu inimigo e conhece a você próprio, não precisa temer o resultado de cem batalhas” (Sun Tsu, *A Arte da Guerra*, 500 a.C). Em japonês a palavra *dantotsu* (ou *benchmarking*) significa “lutar pelo melhor do melhor”. Esta técnica procura utilizar exemplos existentes no mercado que estão fazendo sucesso, portanto são “Marcos referenciais”. Então, usam-se esses marcos para medir e avaliar o desempenho da organização. Procura-se com isto fazer igual, ou melhor, ao marco referencial escolhido. Existem quatro tipos de *Benchmarking*:

Interno – comparação de operações internas;

Competitivo – comparações a concorrentes específicos de um produto ou função de interesse;

Funcional – comparações com funções similares dentro do mesmo setor industrial considerado de modo amplo ou com líderes do setor;

Genérico – comparações de processos empresariais ou funções que são muito semelhantes, independentemente do tipo da organização.

O tipo de *Benchmarking* Interno, é aplicado dentro da própria organização comparando setores / processos internos, sempre com o objetivo de buscar a melhoria dos processos. Isso resulta na procura de melhores práticas, que vão conduzir um desempenho superior, utilizando a medição de desempenho, implementando continuamente mudanças e promovendo a competição interna ou externa para realizar o melhor. O processo de execução do *Benchmarking* é constituído em vários estágios classificados em cinco grupos denominados de:

- Planejamento: onde é selecionado o processo, identificado o concorrente, organizado o grupo, identificado os *benchmarks*, escolhida a metodologia de busca de informações, visitas aos pontos a serem observados ;
- Análise: onde são comparados os dados, montado um banco de dados, entendimento do processo e as medidas de desempenho;
- Desenvolvimento: onde são estabelecidos os objetivos os planos de ações e os novos padrões;
- Melhoria: onde são implementadas as ações para inserí-las nos processos;
- Revisão: onde é feito o monitoramento dos dados e revisados os *benchmarks*.

John S. Oakland, em seu livro: Gerenciamento da Qualidade Total (1989) mostra alguma das razões para fazer-se *Benchmarking*, como mostrado na Tabela 2.2 onde apresenta uma comparação da busca de objetivos de uma organização sem a utilização da técnica do *Benchmarking* e com a sua utilização:

Tabela 2.2- Razões para o *Benchmarking*

(Oakland, 1989)

Objetivos	Sem <i>Benchmarking</i>	Com <i>Benchmarking</i>
Tornar-se competitivo	-Focalizado internamente -Mudanças produzidas através da evolução	- Conhecimento da concorrência - Idéias originadas em práticas provadas
Melhores práticas industriais	-Poucas soluções -Ansiosa atividade de agarrar	-Muitas opções -Desempenho superior
Definir os requisitos do cliente	-Baseado na história ou sentimento interno -Percepção	-Realidade do mercado -Avaliação objetiva
Estabelecer metas e objetivos efetivos	-Falta de focalização externa -Reativo	-Confiável, do qual não é possível discordar -Proativo
Desenvolver medidas verdadeiras de produtividade	-Perseguição de projetos de estimação -Força e fraquezas não compreendidas -Caminho de menor resistência	-Solução de problemas reais -Compreensão de resultados -Baseado nas melhores práticas da indústria

2.5.8- Relatório das Três Gerações (Campos, 1996).

É o documento que relata o esforço de se atingir a meta por meio do giro do PDCA.

Neste relatório deve-se mostrar:

- o que foi planejado no passado;
- o que foi executado no presente;
- os resultados obtidos no presente;
- os pontos problemáticos responsáveis pelo não atendimento da meta no presente;
- a proposição (plano) para resolver os pontos problemáticos.

Esta técnica que é também considerada por muitos como mais uma Ferramenta da Qualidade, é conhecida como Relatório das Três Gerações, a saber:

Geração Anterior onde é descrita a situação do passado com a apresentação dos indicadores de desempenho da época;

Geração Atual onde é descrita a situação do presente com a apresentação do status dos indicadores após a implantação do Plano de Ação;

Geração Futura onde é descrita a situação proposta para o futuro com a implementação no plano de ação estabelecendo-se novas metas para melhoria do processo.

Esta ferramenta auxilia e em muito na conclusão de relatórios gerenciais e é comum a inserção de Gráficos de Tendências/ Desempenho para a ilustração dos indicadores de desempenho.



2.6 – Outras Ferramentas da Qualidade (Campos, 1996).

Existem ainda várias outras Ferramentas da Qualidade ou Técnicas, como assim também são conhecidas, e que são úteis também para melhoria de processos, e por isso são usadas atualmente, das quais destacamos:

Fluxograma: Representação gráfica que mostra todos os passos de um processo

Histograma: Gráfico de barras que mostra a variação de uma medida em um grupo de dados através da distribuição de frequência.

Folha de verificação – (check list): Questionário para coletar dados

HACCP : Hazard Analysis and Critical Point System, que é um sistema baseado em controles preventivos.

DMAIC- definir (*Define*), medir (*Measure*), analisar (*Analyze*), aperfeiçoar (*Improve*) e controlar (*Control*).

CEP: Controle Estatístico do Processo. Técnica estatística usada para monitorar os padrões de processos. (Indicado para setor de serviços administrativos)

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis. Método de análise para identificar possíveis modos potenciais de falhas.

Seis Sigma: Baseia-se no conceito DPMO “Defeitos por milhão de oportunidades” (não confundir por “Milhão de produtos ou partes”)

QFD: Desdobramento da função da qualidade – usada para converter as exigências dos usuários em características substitutivas

FTA – “Fault Tree Analysis” (Análise da Árvore de Falhas)



2.7 – Processos de Fabricação

2.7.1 – Principais características do PVC (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil).

O PVC (*Policloreto de Vinila*) é: Leve (1,4 g/cm³), o que facilita seu manuseio e aplicação; Resistente à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores, às intempéries (sol, chuva, vento e maresia) e a maioria dos reagentes químicos; Bom isolante elétrico; Sólido e resistente a choques; Impermeável a gases e líquidos; Resistente Durável: sua vida útil em construções é superior a 50 anos; Não propaga chamas: é auto-extinguível; Reciclável e reciclado ; Versátil; Fabricado com baixo consumo de energia.

O PVC é o único material plástico que não é 100% originário do petróleo. Contém, em peso, 57% de cloro (derivado do cloreto de sódio - sal de cozinha) e 43% de eteno (derivado do petróleo).

Pela eletrólise, que é a reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada (salmoura), obtém-se: soda cáustica, hidrogênio e o cloro, que representa 57% da resina de PVC produzida.

Pela destilação do petróleo, é obtida a nafta leve, que passa pelo processo de craqueamento catalítico, gerando o eteno. Tanto o cloro como o eteno estão no estado gasoso e eles reagem produzindo o DCE (dicloro etano).

A partir do DCE, obtém-se o MVC (mono cloreto de vinila, unidade básica do polímero) que são submetidas ao processo de polimerização, (se ligam formando uma molécula muito maior), conhecida como PVC (policloreto de vinila), que é um pó muito fino, de cor branca, e totalmente inerte.

Quanto à aplicação do PVC, veremos mais adiante neste capítulo.

2.7.2 – Moldagem por Extrusão (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil)

O processo de moldagem por extrusão é uma das técnicas de processamento mais úteis e das mais utilizadas para converter compostos de PVC (Cloreto de Polivinila) em produtos comerciais.

Considera-se que entre 45 e 50% de todos os produtos de PVC são obtidos por meio do processo de moldagem por extrusão. A capacidade do PVC de aceitar várias modificações por meio da incorporação de aditivos permite seu uso numa ampla diversidade de produtos, dentre os quais filmes para embalagens, fios e cabos elétricos, chapas, perfis diversos e tubos.

O processo de extrusão consiste basicamente em forçar a passagem do material por dentro de um cilindro aquecido de maneira controlada, por meio da ação bombeadora de uma ou duas roscas sem fim, que promovem o cisalhamento e homogeneização do material, bem como sua plastificação.

Na saída do cilindro o material é comprimido contra uma matriz de perfil desejado, (Figura 2.6) –“PINO” - a qual dá formato ao produto, podendo o mesmo em seguida ser calibrado, resfriado, cortado ou enrolado.



Figura 2.6 - Pino

Os principais componentes de uma extrusora são: motor elétrico (responsável pelo acionamento da rosca), conjunto de engrenagens redutoras (responsável pela capacidade de transferência de energia por meio de torque do motor para a rosca), cilindro, rosca, matriz, carcaça, painel de comando, resistências de aquecimento, ventiladores de resfriamento e bomba de vácuo.

A Figura 2.7 a seguir mostra esquematicamente os principais componentes de uma extrusora.

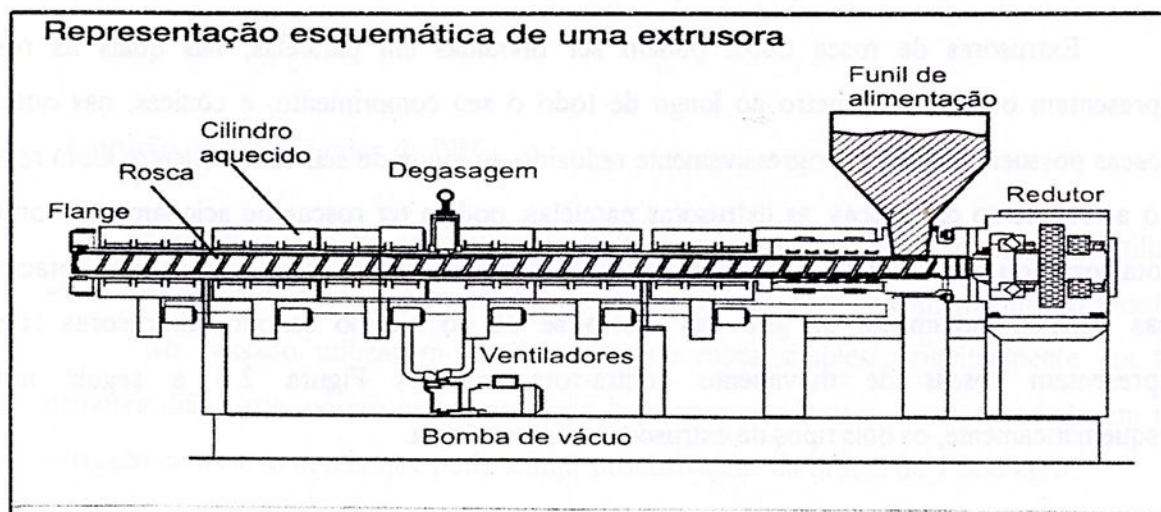


Figura 2.7 – Esquema dos componentes de uma extrusora - BRASKEM

Quanto ao comportamento reológico* do composto de PVC no processo de extrusão, pode-se considerar como relevantes: O fluxo de compostos de PVC e o mecanismo da gelificação**.

O fluxo dos compostos pode se dar com alto ou baixo cisalhamento seguindo uma relação direta com o grau de temperatura, que varia de 150 a 220°C.

O mecanismo da gelificação do PVC depende de três fatores fundamentais: aquecimento, compressão e cisalhamento do composto.

* *reológico: propriedades e comportamento mecânico dos corpos deformáveis que não são nem sólidos nem líquidos.*

** *gelificação: formação de um gel, geralmente por abaixamento de temperatura de uma solução que contém moléculas gelificantes.*

2.7.3 – Extrusoras de rosca dupla (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil).

Extrusoras de rosca dupla podem ser divididas em paralelas, nas quais as roscas apresentam o mesmo diâmetro ao longo de todo o seu comprimento, e cônicas, nas quais as roscas possuem diâmetro progressivamente reduzido ao longo de seu comprimento. Com relação ao acionamento das roscas, as extrusoras paralelas, podem ter roscas de acionamento contra-rotacional, ou seja, roscas de movimento de giro oposto, ou roscas de acionamento co-rotacional, nas quais o movimento de giro das roscas se dá no mesmo sentido. Extrusoras cônicas apresentam roscas de movimento contra-rotacional. A Figura 2.8 a seguir mostra esquematicamente, os dois tipos de extrusoras de rosca dupla.

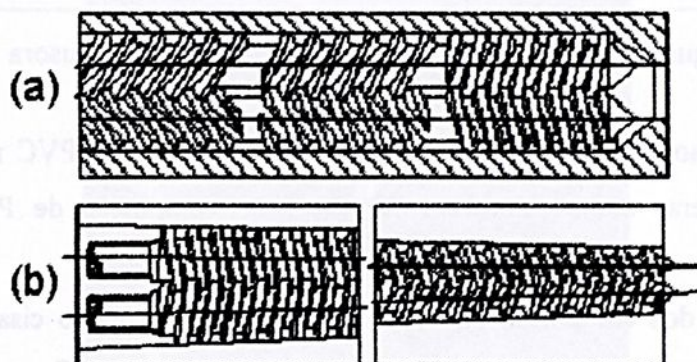


Figura 2.8 – Tipos de Extrusoras de Rosca Dupla - BRASKEM
(a) paralela; (b) cônica

As extrusoras de rosca dupla, apesar do maior custo, apresentam uma série de vantagens em relação às extrusoras de rosca simples, as quais podem ser assim listadas:

- (a) maior eficiência na gelificação, plastificação e homogeneização do composto, em função da geometria de rosca mais elaborada, que permite a inclusão de uma série de elementos de mistura e cisalhamento ao longo de seu comprimento. Na prática, menores temperaturas de processamento podem ser utilizadas, ou seja, formulações mais econômicas podem ser elaboradas pela redução da necessidade de estabilizantes térmicos e lubrificantes no composto;
- (b) maior eficiência no transporte de massa, ou seja, menor variação da vazão de composto na matriz, com efeitos benéficos na precisão dimensional do produto final;
- (c) maior produtividade em função da possibilidade de operação em condições de processamento mais severas que as permitidas com as extrusoras de rosca simples.

2.7.4 – Principais processos de fabricação de produtos de PVC baseados em extrusão (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil).

-Extrusão de tubos rígidos de PVC

A produção de tubos rígidos de PVC normalmente é feita por meio da utilização de extrusoras de rosca dupla, a partir do composto na forma de “dry blend” (*mistura a seco*).

No passado utilizavam-se extrusoras de rosca simples, principalmente em tubos de menores diâmetros, porém essa tecnologia hoje apresenta pouca competitividade em relação à extrusão com rosca dupla, que pode atingir produtividade da ordem de 1.000 kg/h.

O processo de produção de tubos rígidos de PVC inicia-se na extrusora, responsável pela gelificação, plastificação e homogeneização do composto originalmente na forma de pó.

Uma vez fundido, o composto alimenta a matriz, responsável pela conformação do material na forma de produto final. À saída da matriz encontra-se um calibrador a vácuo, o qual resfria o material fundido e dá dimensões ao produto final.

Para linhas de maior produtividade ou em tubos de maiores espessuras é comum a utilização de água gelada no resfriamento do calibrador, de modo a conseguir maiores taxas de remoção de calor. Na sequência do calibrador propriamente dito, dentro da própria câmara de vácuo, o tubo passa por uma série de jatos de água para resfriamento adicional.

Nas linhas de alta produtividade ou na produção de tubos de maiores espessuras podem ainda ser incorporadas banheiras adicionais de resfriamento.

À frente da linha encontram-se o puxador e o dispositivo de corte e recepção das barras cortadas.

Uma vez cortadas, as barras passam por um dispositivo de formação da bolsa: por meio de aquecimento de uma de suas pontas, o tubo recebe um macho que ajusta o diâmetro interno do tubo para perfeito acoplamento entre as barras.

Outros tipos de tubos podem sofrer processos de incorporação de roscas machos e fêmeas, como no caso de tubos para irrigação, ou ainda incorporação de juntas de borracha para garantir estanqueidade na junção ponta/bolsa.



A Figura 2.9 a seguir mostra esquematicamente o processo de extrusão de tubos de PVC.

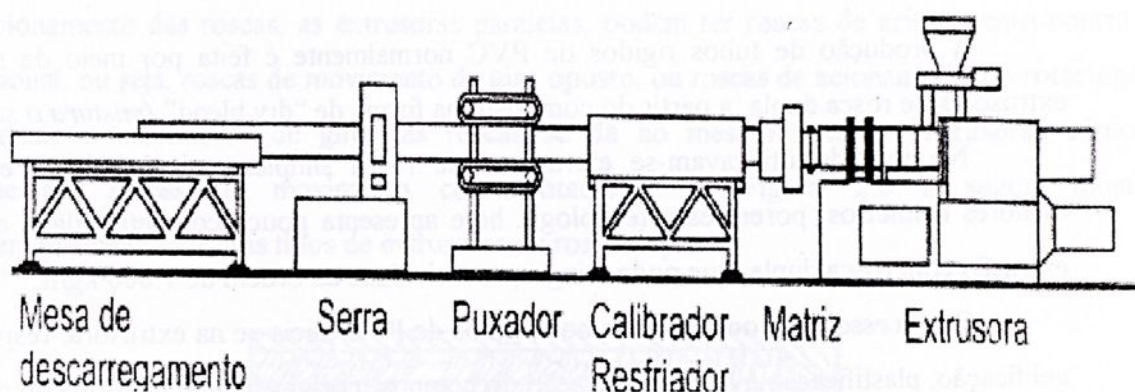


Figura 2.9 – Processo de Extrusão de Tubos PVC (BRASKEM).

Com relação à matriz vale comentar que a mesma deve ser projetada para suportar altas pressões, principalmente nas máquinas de maior produtividade.

O projeto deve ainda levar em conta a ausência de “pontos mortos” ou pontos de estagnação, ou seja, ponto de pouca ou nenhuma velocidade de fluxo do composto no interior da matriz.

Devido à sensibilidade inerente do PVC à temperatura, o mesmo pode sofrer degradação nesses pontos de retenção, causando problemas de marcas nos tubos e fazendo com que o processo tenha de ser interrompido com maior frequência para abertura e limpeza do ferramental, com impacto direto nos custos de produção devido à perda de horas produtivas e descarte de material devido à necessidade de novos ajustes na partida do equipamento.

A Figura 2.10 a seguir mostra esquematicamente uma matriz típica para extrusão de tubos de PVC.

Observam-se os principais componentes da matriz: flange de acompanhamento à extrusora, torpedo, aranha (ou cruzeta), macho e matriz, responsáveis pela conformação do composto fundido no formato do tubo.

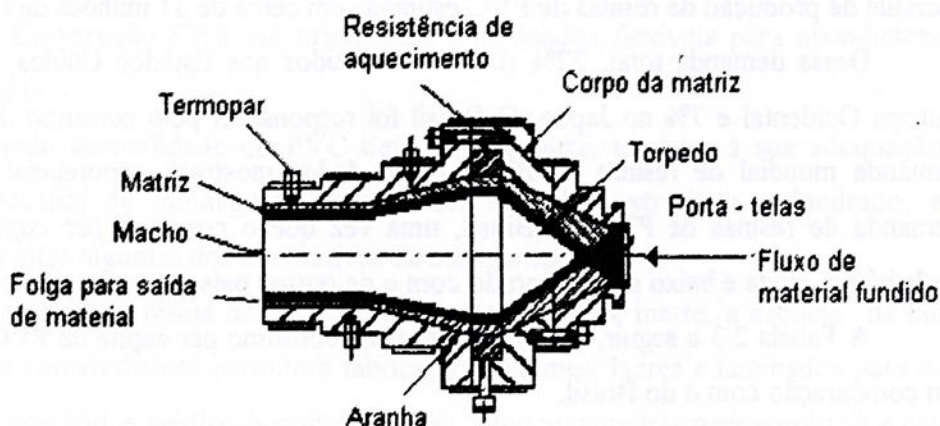


Figura 2.10 – Matriz de Extrusão de Tubos PVC (BRASKEM).

2.7.5- Etapas de Extrusão (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil).

As etapas do processo de extrusão de tubos PVC ocorrem na seguinte ordem:

Etapa I : “Mistura”

Etapa II: Extrusão

Etapa III: Câmara de Calibração - “Banheira”

Etapa IV: “Impressora”

Etapa V: “Puxador”

Etapa VI: Corte

Etapa VII: Acabamento

Etapa VIII: Pesagem / Dimensionamento

Etapa IX: Armazenamento/ Expedição

O detalhamento de como se processa cada uma das etapas será mostrado no sub-capítulo 3.2 deste estudo.

2.7.6- PVC e sua utilização (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil).

O PVC é o segundo termoplástico mais consumido em todo o mundo, com uma demanda mundial de resina superior a 27 milhões de toneladas no ano de 2001, sendo a capacidade mundial de produção de resinas de PVC estimada em cerca de 31 milhões de toneladas ao ano.

Dessa demanda total, 22% foram consumidos nos Estados Unidos, 22% nos países da Europa Ocidental e 7% no Japão. O Brasil foi responsável pelo consumo de cerca de 2,5% da demanda mundial de resinas de PVC. Esses dados mostram o potencial de crescimento da demanda de resinas de PVC no Brasil, uma vez que o consumo *per capita*, na faixa de 4,0 kg/hab/ano, ainda é baixo se comparado com o de outros países.

A Tabela 2.3 a seguir, apresenta dados de consumo per capita de PVC em diversos países em comparação com o do Brasil.

Tabela 2.3 – Consumo *Per Capta* de PVC no Mundo

fonte: CMAI 2000 – Chemical Markets Associates INC.

Dados de consumo *per capita* de PVC em alguns países selecionados

País/Região	Consumo <i>per capita</i> (kg/hab/ano) 1998
Taiwan	44.6
Canadá	21.0
Estados Unidos	20.1
Europa Ocidental	14.4
Japão	13.4
Europa Oriental	4.9
Oriente Médio	4.3
Argentina	4.0
América do Sul	4.0
Brasil	3.9
Colômbia	3.8
México	3.1
China	2.2
Venezuela	1.3
África	1.1
Índia	0.8
Antiga URSS	0.6
Média Mundial	4.4

Fonte: CMAI 2000.

O PVC é o mais versátil dentre os plásticos. Devido à necessidade de a resina ser formulada mediante a incorporação de aditivos, o PVC pode ter suas características alteradas dentro de um amplo espectro de propriedades em função da aplicação final, variando desde o rígido ao extremamente flexível, passando por aplicações que vão desde tubos e perfis rígidos para uso na Construção Civil até brinquedos e laminados flexíveis para acondicionamento de sangue e plasma.

A grande versatilidade do PVC deve-se, em parte, também à sua adequação aos mais variados processos de moldagem, podendo ser injetado, extrudado, calandrado, espalmado, somente para citar algumas das alternativas de transformação.

Uma vez que a resina de PVC é totalmente atóxica e inerte, a escolha de aditivos com essas mesmas características permite a fabricação de filmes, lacres e laminados para embalagens, brinquedos e acessórios médico-hospitalares, tais como mangueiras para sorologia e cateteres. Exatamente por esses motivos, o PVC é utilizado nos mais diversos segmentos de mercado.

A Figura.2.11 a seguir, ilustra os principais mercados nos quais o PVC tem participação no Brasil.

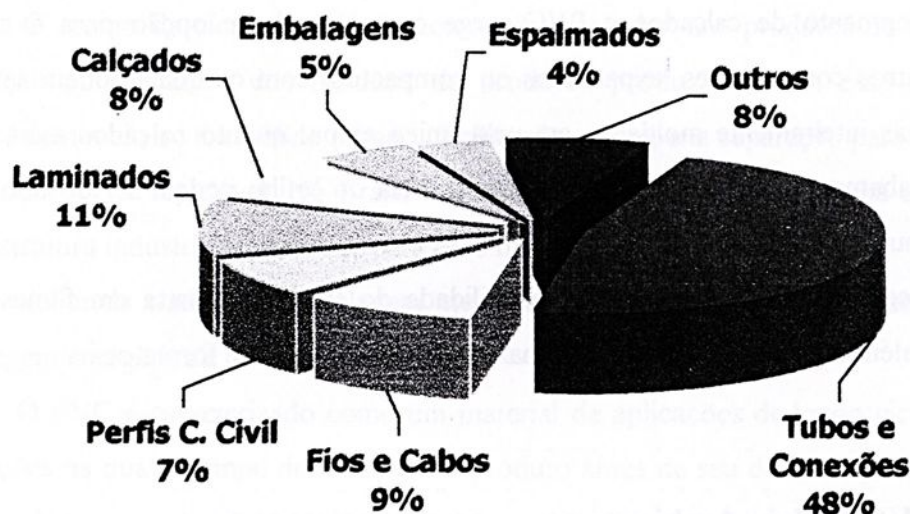


Figura 2.11 – Aplicações do PVC no Brasil (BRASKEM)

As aplicações diretamente ligadas à Construção Civil (tubos e conexões, perfis fios e cabos) somam aproximadamente 64% da demanda total de PVC no Brasil.

Nessas aplicações o PVC mostra excelente relação custo-benefício se confrontado com a de materiais concorrentes como a madeira, metais e cerâmicas, além de apresentar vantagens facilmente perceptíveis em quesitos como comportamento antichama, resistência química e ao intemperismo, isolamento térmico e acústico, facilidade de instalação, baixa necessidade de manutenção e excelente acabamento e estética, dentre outras.

Vale destacar que o segmento de perfis, o qual engloba chapas rígidas, é o de maior potencial de crescimento no Brasil, alavancado por aplicações em esquadrias, revestimentos internos e externos, diversos perfis de acabamento e *displays* para comunicação visual.

Nos segmentos de laminados e espalmados, a versatilidade do PVC permite a confecção tanto de revestimentos para imitação de couro, quanto laminados reforçados para aplicações em proteção do solo – as chamadas geomembranas, passando por piscinas e lonas para aplicações diversas.

A aplicação de geomembranas está sendo muito difundida em razão das construções de aterros sanitários para atender as leis ambientais onde este laminado, embora de alto custo, tem mostrado ser muito eficiente na proteção dos lençóis freáticos impedindo o extravasamento do chorume (líquido proveniente da decomposição do lixo orgânico de aterros).

No segmento de calçados o PVC surge como excelente opção para a confecção de solados e outros componentes, expandidos ou compactos, com os quais podem ser produzidos tanto sandálias inteiramente moldadas em uma única etapa, quanto calçados mais sofisticados, nos quais acabamentos elaborados como transparência ou brilho podem ser dosados mediante a correta formulação do composto.

No segmento de embalagens a versatilidade do PVC se mostra em filmes esticáveis e encolhíveis, além de frascos soprados nos mais diversos tamanhos e formatos.

2.7.7- O PVC e Meio Ambiente (Nunes, 2002; SOLVAY do Brasil).

Devido à sua estrutura molecular, o PVC é obtido a partir de 57% de insumos provenientes do sal marinho ou da terra (salgema), e somente 43% de insumos provenientes de fontes não renováveis como o petróleo e o gás natural. Estima-se que somente 0,25% do suprimento mundial de gás e petróleo são consumidos na produção do PVC.

Vale ressaltar que existe tecnologia disponível para a substituição dos derivados de petróleo e gás pelos de álcool vegetal (cana de açúcar e outros).

O cloro presente na estrutura molecular do PVC é proveniente do sal marinho ou salgema ou cloreto de sódio, uma fonte praticamente inesgotável de matéria-prima. Além do uso na produção do PVC, correspondente a cerca de 34% de sua demanda mundial, o cloro é utilizado em aplicações nas indústrias de cosméticos, purificação de água, papel e celulose, desinfetantes para piscinas, agricultura e indústria farmacêutica, dentre outras.

Devido a seu processo de obtenção, baseado na eletrólise de uma mistura de sal e água, o cloro deve ser utilizado em balanço com a soda cáustica. O processo ainda fornece hidrogênio, normalmente utilizado como combustível nas próprias plantas de eletrólise para geração de energia.

A presença do átomo de cloro em sua estrutura molecular torna o PVC um polímero naturalmente resistente à propagação de chamas, contribuindo para aplicações nas quais o retardamento à chama é item desejado, tais como em fios e cabos elétricos, eletrodutos e forros/revestimentos residenciais.

Além disso, o grande teor de cloro presente na estrutura molecular do PVC torna sua molécula polar, o que aumenta sua afinidade e permite sua mistura com uma gama de aditivos muito maiores que a de qualquer outro termoplástico, possibilitando a preparação de formulações com propriedades e características perfeitamente adequadas a cada aplicação.

O átomo de cloro atua ainda como um marcador nos produtos de PVC, permitindo a separação automatizada dos resíduos de produtos produzidos com esse material de outros plásticos em meio ao lixo sólido urbano, facilitando, assim, sua separação para reciclagem.

O PVC é reciclável. No Brasil a reciclagem do PVC é realizada há décadas e existe toda uma estrutura industrial organizada para esse fim.

Além da tradicional reciclagem mecânica, existem disponíveis outras tecnologias como a reciclagem energética e química.

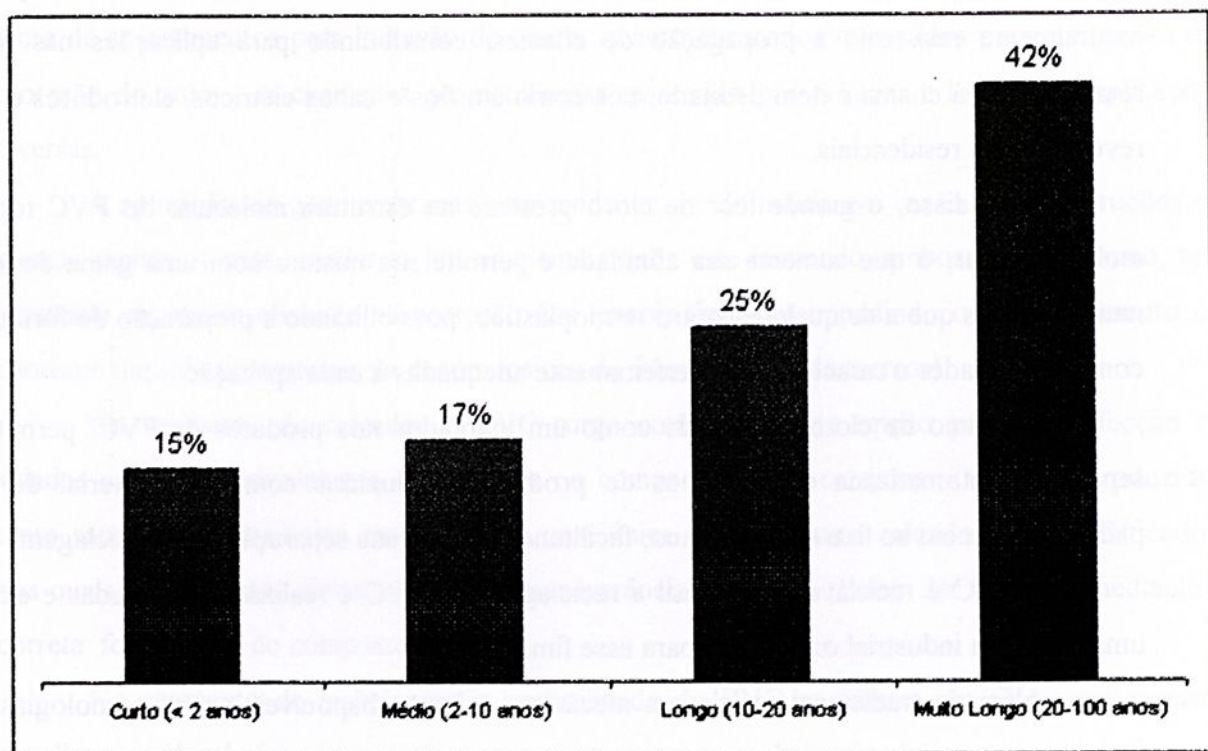
O PVC é caracterizado como um material de aplicações de longo ciclo de vida, ou seja, aplicações na qual o tempo de vida útil do produto antes de seu descarte para o meio ambiente é bastante longo, por exemplo, mais de 20 anos.



A Figura 2.12 a seguir apresenta o tempo de vida útil aproximado dos principais produtos feitos com PVC e seu percentual de utilização.

Tempo aproximado de vida em serviço de produtos de PVC em função do percentual de aplicação

Fonte: ECVM



Curto: Embalagens, artigos médico-hospitalares, materiais de escritório, frascos;

Médio: Brinquedos, estofados, calçados;

Longo: Laminados e chapas, fios e cabos, pisos móveis, aplicações automobilísticas;

Muito Longo: Laminados e chapas, tubos e conexões, mangueiras, perfis, cabos.

Figura 2.12 – Vida Útil do PVC e Sua Utilização

Entretanto a relação do PVC com o meio ambiente ainda é controversa, pois na sua composição está presente um aditivo plastificante que é incorporado ao plástico com a finalidade de aumentar sua flexibilidade, processamento ou capacidade de alongamento.

O aditivo mais usado no Brasil, segundo (Nunes, 2002) é o DOP – *Diocetil Ftalato ou DEHP – Di* (2-etilhexil ftalato) que, conforme a ONG – **Greenpeace**, em artigo: “**Why PVC is bad news**” é tóxico e acarreta custos elevados na saúde ambiental e humana e que seus fabricantes não dizem aos consumidores que, o PVC emite compostos tóxicos desde a sua manufatura até a sua eliminação. Ainda segundo Nunes no seu livro: “Tecnologia do PVC”, em sua página 87, tabela 8: é citado como vantagem sua larga escala de aplicações mas não faz referências nenhuma sobre as possíveis desvantagens.

Nunes destaca :

“Devido a suas características, fica evidente que o PVC é matéria prima do desenvolvimento sustentável, tanto por sua versatilidade quanto pelos segmentos de mercado nos quais participa, notadamente aqueles ligados diretamente à Construção Civil, o que torna relevante científica e socialmente qualquer projeto de pesquisa cujo tema seja esse material tão especial”.

Já a ONG **Greenpeace** denuncia que materiais de uso médico contêm substâncias tóxicas. Testes de laboratório divulgados pelo **Greenpeace** revelaram a presença de um aditivo tóxico em materiais de uso médico feitos em PVC em 12 países, incluindo o Brasil. Entre os produtos examinados estavam bolsas e frascos de soro, tubos de intravenosa (*interior das veias*), seringas e catéteres.

No Brasil, os testes comprovaram a presença dessa substância na composição do plástico usado na bolsa de soro de 1.000 ml produzida pela indústria Baxter.

O ftalato é um aditivo aplicado ao PVC para tornar o plástico macio e maleável.

Como o aditivo não é quimicamente ligado ao plástico, pode facilmente se desprender e contaminar o sangue ou outros fluidos em contato com o produto, como soro fisiológico ou remédios.

A agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos considera essa substância como um provável cancerígeno.

Segundo o **Greenpeace**, o uso deste aditivo – DOP - no PVC em produtos médicos pode ser facilmente substituído por aditivo não tóxico, embora de maior custo, como já ocorreu, por exemplo, com os brinquedos.

A Associação Americana dos Fabricantes de Brinquedos eliminou o uso deste aditivo nos brinquedos visto que as crianças têm a tendência de levar à boca tudo o que tem nas mãos.

2.8– Aplicações de Ferramentas da Qualidade em Processos de Fabricação

Nas pesquisas realizadas encontram-se artigos, textos de dissertações e de livros os quais apresentam os mais diferentes tipos de aplicação de Ferramentas da Qualidade nos processos de empresas de diferentes segmentos de mercado.

As ferramentas: Brainstorming, Diagrama de Pareto, Histograma, Gráfico de Controle, Diagrama de Ishikawa, Ciclo PDCA aparecem em aplicações no ramo da Siderurgia, Construção Civil, Logística, Software, Saúde, Meio Ambiente e em indústrias em geral tais como Fabricantes de Esquadrias Metálicas, de Instrumentação, de Correias para Minérios, etc como vamos descrever a seguir:

(Figueiredo e Wauke, 2000), destacam a importância de utilizar algumas ferramentas para melhorar o setor logístico de uma empresa de prestação de serviço (entregas) na central de distribuição.

Os autores lembram, que dentre os diversos ciclos de atividades que existem numa empresa, destaca-se o ciclo de atividades da distribuição física (Figura 2.13), o qual envolve atividades que vão desde a colocação do pedido pelo cliente no departamento de vendas, até a entrega do mesmo ao cliente pela logística.

Basicamente, na empresa estes ciclos são compostos pelas seguintes atividades:

- 1-Transmissão do pedido para o fornecedor
- 2-Processamento do pedido
- 3-Carregamento, transporte e entrega ao cliente



Figura 2.13 - Ciclo de Atividades da Distribuição Física - (Figueiredo e Wauke, 2000)

Cabe destacar que este ciclo genérico, conforme ilustra a figura 2.13, é aplicável a empresas de vários segmentos da economia, sejam eles do setor industrial ou não.

Os tempos de transmissão, processamento e carregamento podem variar bastante ao redor de sua média ou padrão, culminando com uma variação bastante acentuada no ciclo total da distribuição física.

É neste momento que as Ferramentas da Qualidade total demonstram sua utilidade.

Ainda neste artigo é ressaltado que o Gráfico de Controle é uma ferramenta neutra para identificar e descrever uma situação de forma objetiva e não deve ser considerado como fórmula para decidir a quem culpar por um problema e sim informar rapidamente a ocorrência de alguma anomalia de modo a manter o processo sob controle.

Neste artigo as Ferramentas são classificadas em duas categorias segundo a sua sofisticação:

Ferramentas Básicas e

Ferramentas Avançadas, conforme nos mostra a Figura 2.14 a seguir

	Ferramentas Básicas	Ferramentas Avançadas
Análise de Processo	• <i>Brainstorming</i> • Diagrama Causa e Efeito	• Diagrama de Fluxo de Processo
Análise Estatística	• Histogramas • Análise ABC (Pareto)	• Gráficos de Controle • Gráficos XY

Figura 2.14 – Classificação das Principais Ferramentas para Melhoria de Serviço- Kleber Figueiredo e Peter Wauke

(Araújo, 2001) também cita o *Brainstorming* e Pareto, além das Ferramentas FTA e FMEA. Estas ferramentas são citadas como instrumentos para o micro planejamento dos serviços de concretagem a fim de antecipar potenciais falhas no processo e priorizar ações em função da ocorrência, gravidade e facilidade de detecção de falhas.

É ressaltado que após a utilização das quatro ferramentas citadas, conclui-se que o dimensionamento incorreto da equipe na forma era o maior índice de risco da causa das falhas e recomenda-se ação pró-ativa para redução das falhas.

Os dois artigos citados utilizam o *Brainstorming* como Ferramentas iniciais no processo de busca da melhoria nos processos seguido de outras ferramentas e terminando com as avançadas (Diagrama de Fluxo, Gráficos de Controle, Gráficos XY, FTA e FMEA).

Um exemplo para a aplicação destas ferramentas na área Ambiental (que está muito em uso na mídia mundial) é citado em artigo por (Martini, 1999) que faz analogia das 7 ferramentas (Fluxograma, *Benchmarking*, Pareto, CEP, Ishikawa, *Brainstorming* e Histograma) com as 7 armas dos Samurais sob o título: "Use Armas na Defesa do Meio Ambiente"

O autor destaca que as ferramentas da qualidade são instrumentos de formatos e concepções tremendamente simples, mas que revelam armas poderosas quando manuseadas com habilidade e eficiência indispensáveis ao gerenciamento para o aprimoramento contínuo da qualidade.

As sete citadas ferramentas foram aplicadas para melhoria contínua do desempenho ambiental de uma indústria.

O artigo trás como conclusão que é preciso formular as perguntas certas, orientadas para as soluções e efetuar as análises apropriadas a fim de seguir o caminho correto para a resolução dos problemas.

Para isto, as ferramentas da qualidade possuem notável aplicação na identificação e diagnóstico de problemas ambientais e medições de melhorias avançadas.

Na dissertação de mestrado de (Garcia, 2000): "Uso Integrado das Técnicas de HACCP, CEP e FMEA", é apresentada a aplicação integrada destas três ferramentas – HACCP, CEP e FMEA - numa indústria de Alimentos – ELEGÊ ALIMENTOS S/A, mais precisamente na fabricação do processo produtivo do leite longa vida que envolve etapas desde o recebimento da matéria-prima até o envasamento do produto final.

O objetivo principal do estudo foi promover melhorias de qualidade e confiabilidade no processo. A autora propõe o uso integrado das três citadas ferramentas no seguinte sistemática:



I– HACCP – Hazard Analysis and Critical Point System, que é um sistema baseado em controles preventivos, utiliza-se nesta etapa para promover as primeiras melhorias do processo.

II– CEP - Controle Estatístico do Processo, onde houver dados numéricos possíveis de tratamento estatístico.

III– FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, método de análise para identificar possíveis modos potenciais de falhas, usado onde houver muitas operações e atividades.

IV– HACCP – Por fim, novamente usado para assegurar forte controle sobre os aspectos associados à segurança alimentar.

Das ferramentas acima o HACCP é utilizado em áreas que requerem máxima segurança e confiabilidade como é o caso da indústria de alimentos.

A autora usou o CEP nas áreas de Limpeza, Estocagem, Pasteurização, Esterilização, Envasamento e Resfriamento do Leite.

A ferramenta FMEA, utilizada por (Garcia, 2000) na área de envasamento do leite, também tem o seu uso proposto por (Araújo, 2001) na produtividade de mão-de-obra na fase de concretagem das formas na construção civil , já citado anteriormente.

A ferramenta *Benchmarking* é citada também por (Melo, 2001) em artigo: “Estudo e Sistematização da Identificação do Objeto de Estudo de Benchmarking ”

Os autores utilizam esta ferramenta sistematizando-a em 6 passos:

- 1º – Obtenção do apoio (objetivos são definidos, comprometerimentos, etc);
- 2º – Análise macro (de produto, mercado, estratégias, etc);
- 3º – Dimensões críticas para melhoria (identificação e priorização dos critérios competitivos);
- 4º – Processos críticos para melhoria (atividades chaves ou prioritárias) ;
- 5º – Avaliação do desempenho (diagnostico/indicadores);
- 6º – Identificação do objeto de estudo (para as atividades chaves ou prioritárias a ser melhoradas)

Foram feitas duas aplicações sistemáticas :

No 1º caso, numa **Indústria de Janelas e Portas de Aço** de S.J.Rio Preto-SP onde se concluiu que os objetos de estudo eram:

- manutenção de máquinas;
- *set-up* de máquinas;
- treinamento dos operadores.

Já no 2º caso, aplicado numa empresa **Fabricante de Instrumentação** de monitoramento e ajustagem de injeção eletrônica, a aplicação envolveu os clientes e a implementação da sistemática teve apoio da diretoria industrial e comercial para a identificação de possíveis programas de *Benchmarking* em suporte ao cliente.

Os autores concluem que a sistemática leva a empresa a um processo de análise de pontos fracos e fortes e ao alinhamento das atividades de melhoria.

Uma aplicação do QFD – Desdobramento da Função Qualidade – é citada por (Alves, 2000). É uma proposta de mestrado (fev. 2000) em realizar um estudo empírico fazendo um acompanhamento do Processo Padrão de Sistemas de Engenharia para alguns projetos em andamento para identificar as fases em que o método QFD será adaptado a fim de proporcionar a garantia da qualidade.

A implementação do sistema (software ADS) será orientada pelo método proposto (QFD).

Este método na área de software é conhecido como SQFD: Desdobramento da Função Qualidade do Software que é uma técnica utilizada para transmitir requisitos em todo o ciclo de desenvolvimento do sistema, e tem como alvo a fase análise de requisitos.

O método consiste em 5 passos:

- 1º passo – Pesquisa dos requisitos (declarações) do cliente que são os usuários do software proposto;
- 2º passo – Mensuração dos requisitos do cliente;
- 3º passo – Especificação técnica do produto;
- 4º passo – Desenvolvimento de requisitos prioritários;
- 5º passo – Desenvolvimento de especificações técnicas prioritárias.

Espera-se, com a aplicação deste método, obter os seguintes benefícios:

- Redução de custos e do tempo de liberação do produto
- Compreensão real dos requisitos dos usuários e sua satisfação
- Aumento da produtividade dos Analistas e Programadores
- Poucas mudanças nos projetos
- Redução do número de erros transmitidos de uma fase para outra.

Em sua dissertação de mestrado (Rolt 1998) sob o título: “O Uso de Indicadores para Melhoria da Qualidade em Pequenas Empresas”, propõe uma estruturação de um sistema de avaliação estratégica da qualidade para pequenas e médias empresas usando indicadores da qualidade como ferramenta para esta avaliação.

Foi realizado um diagnóstico nas empresas levantando alguns indicadores e a partir da aplicação de um modelo de avaliação em 3 pequenas empresas foram sugeridas melhorias buscando a continuidade do processo de implantação da qualidade; e Rolt conclui que:

“A experiência obtida com os casos práticos fundamenta uma análise do processo de avaliação baseado no PGQP – Plano Gaúcho de Qualidade e Produtividade, e uma proposta de estruturação de um sistema foi definida a partir das ações práticas realizadas. O sistema, assim, decorre do processo de implantação, sendo que seus elementos foram testados experimentalmente nas empresas selecionadas.”

A utilização de indicadores nas organizações, agora mais do que nunca é primordial para avaliação de sua eficácia e também como parâmetro para o atingimento das metas e objetivos do Sistema de Gestão da Qualidade.

A ISO 9000 V.2000 avalia a evolução das melhorias através do avanço dos indicadores de atingimentos de metas e objetivos de cada processo da organização, daí a importância de mais esta Ferramenta da Qualidade para as empresas.

Portanto as empresas de hoje têm estabelecido indicadores para cada processo que ela designaram como importante no seu Macro Fluxo de processos e também determinam os respectivos responsáveis pelo atingimento da metas bem como prazos para tal.

Com isso as empresas utilizam estes indicadores como medidores de desempenho profissional.

(Souza, 1994) e equipe do CTE – Centro de Tecnologia de Edificações apresentam exemplos de aplicações das Ferramentas Básicas da Qualidade.

Destacamos a área de suprimentos da empresa por se tratar comum a todas as organizações e a reproduzimos os exemplos das seguintes Ferramentas:

Diagrama de Pareto; Diagrama de Ishikawa; Brainstorming e Gráfico de Tendências.

A seguir apresentamos a aplicação destas citadas ferramentas através dos exemplos nos passos de 1 a 4; Figuras de 2.15 a 2.17:

PASSO 1 - PRIORIZAÇÃO DOS PROBLEMAS - DIAGRAMA DE PARETO

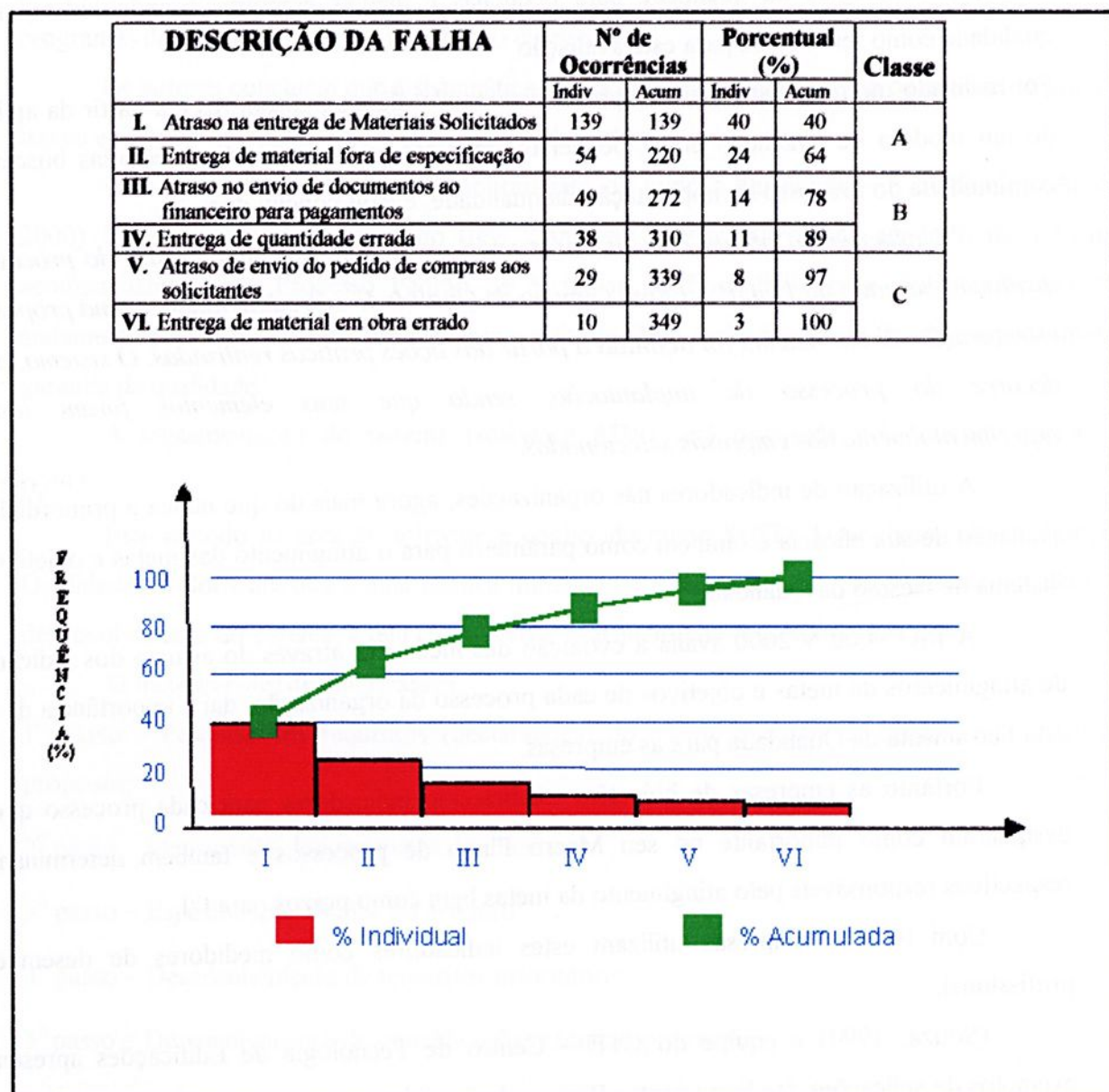


Figura 2.15 – Diagrama de Pareto

(CTE)

PASSO 2 - IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS - DIAGRAMA DE ISHIKAWA

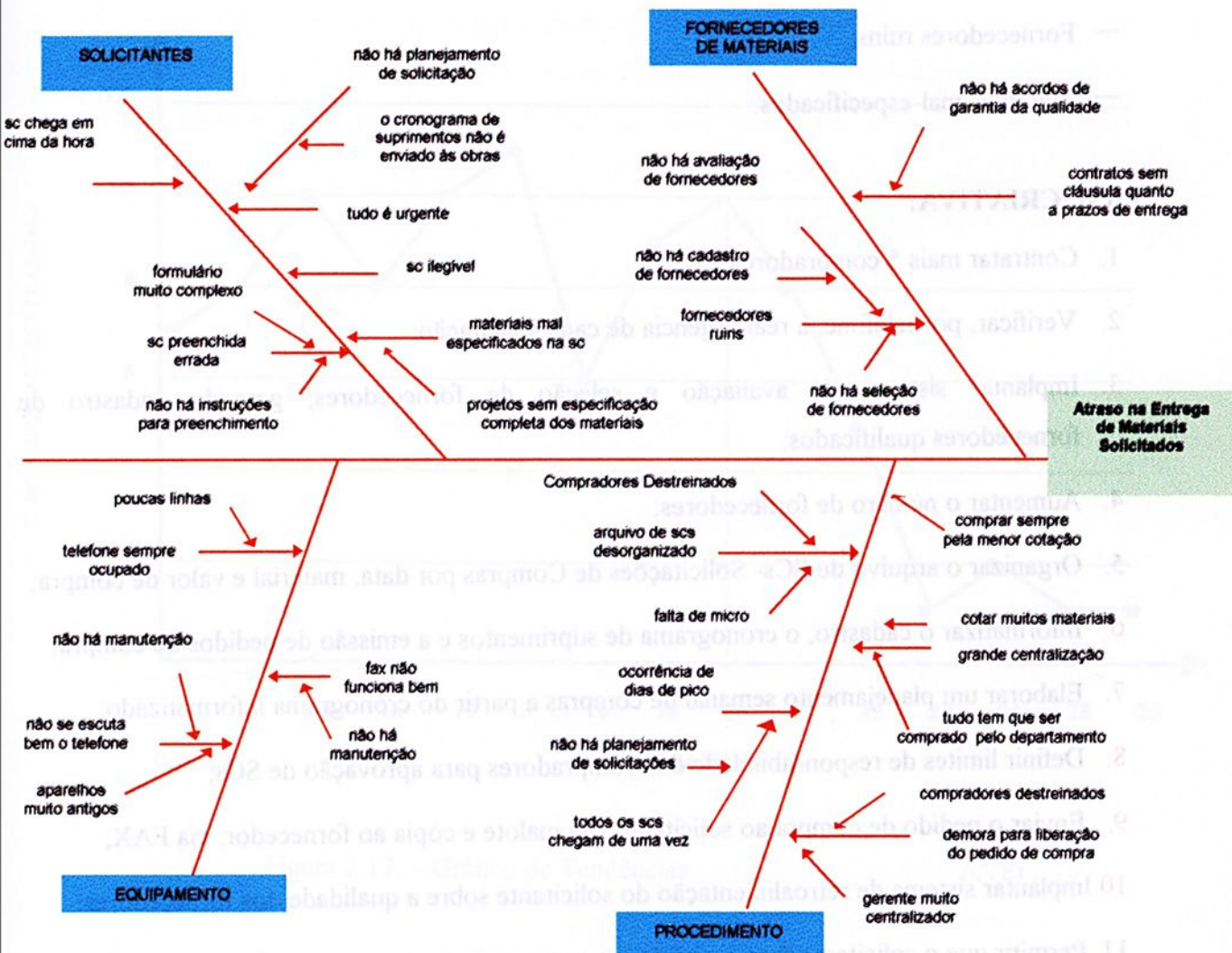


Figura 2.16– Diagrama de Ishikawa (CTE)

PASSO 3 - BUSCA DE SOLUÇÕES - BRAINSTORMING

CAUSAS MAIS PROVÁVEIS:

- Tudo é urgente;
- Fornecedores ruins;
- Materiais mal-especificados.

FASE CRIATIVA:

1. Contratar mais 5 compradores;
2. Verificar, por telefone, a real urgência de cada solicitação;
3. Implantar sistema de avaliação e seleção de fornecedores, gerando cadastro de fornecedores qualificados;
4. Aumentar o número de fornecedores;
5. Organizar o arquivo de SCs- Solicitações de Compras por data, material e valor de compra;
6. Informatizar o cadastro, o cronograma de suprimentos e a emissão de pedidos de compra;
7. Elaborar um planejamento semanal de compras a partir do cronograma informatizado;
8. Definir limites de responsabilidade dos compradores para aprovação de SCs;
9. Enviar o pedido de compra ao solicitante, via malote e cópia ao fornecedor, via FAX;
10. Implantar sistema de retroalimentação do solicitante sobre a qualidade dos fornecedores;
11. Permitir que o solicitante faça o pedido e o pagamento para compras até um certo valor;
12. Instruir os solicitantes para enviarem o pedido de compra e a nota fiscal diretamente ao departamento financeiro;
13. Fixar um dia da semana para solicitação de cada tipo de material;
14. Criar especificações técnicas de produtos;
15. Elaborar instruções e treinar os solicitantes para o correto preenchimento das SCs;
16. Enviar o cronograma de suprimentos de cada obra para o departamento de suprimentos

FASE CRÍTICA:

Foram escolhidas, por consenso, as idéias: 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 e 15.



PASSO 4 - ACOMPANHAMENTO - GRÁFICO CORRIDO DE TENDÊNCIAS

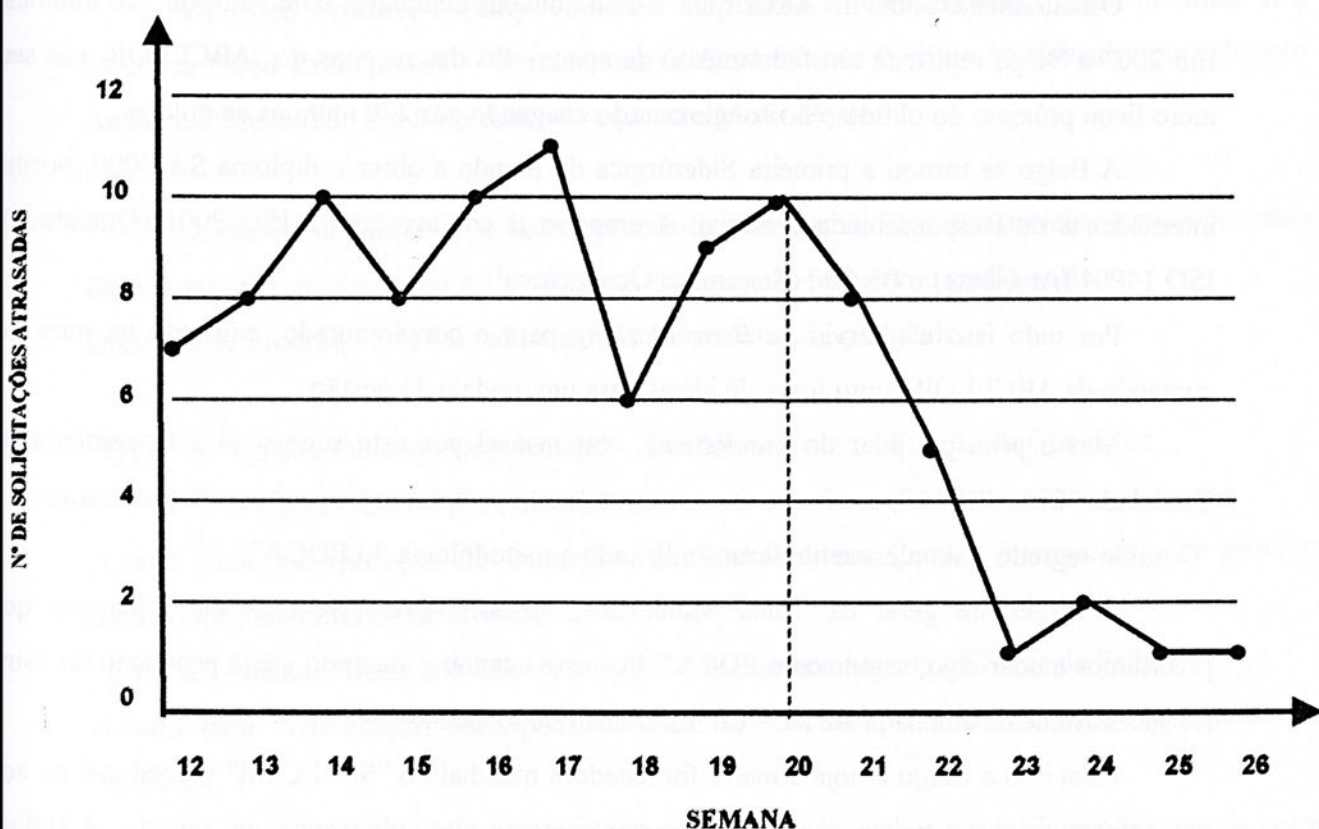


Figura 2.17. – Gráfico de Tendências

(CTE)

Obs. Note -se a tendência de queda do n° de solicitações a partir da semana 20, após a aplicação das medidas escolhidas no passo 3 durante a fase crítica do Brainstorming.

Um outro exemplo de aplicações de Ferramentas da Qualidade está publicado em recente artigo da revista quinzenal brasileira – **Revista Exame** sob o título: “TUTU À MINEIRA” onde é narrado o ganho obtido pela Siderúrgica Belgo Mineira em uma de suas unidades, a Usina Monlevade, após a aplicação de algumas Ferramentas da Qualidade, com destaque para o PDCA.

Neste artigo é relatado que a Belgo obteve resultados acima da média da sua matriz do conglomerado multinacional ARCELOR, que é o maior fabricante mundial de aço e é formado pela fusão de três grupos siderúrgicos europeus: o luxemburguês Arbed, o espanhol Aceralia e o francês Usinor.

O faturamento anual do ARCELOR é de 33 bilhões de dólares com lucro de 326 milhões. Em 2003 a Belgo registrou um faturamento de apenas 4% das receitas do ARCELOR mas seu lucro ficou próximo do obtido pelo conglomerado chegando aos 270 milhões de dólares.

A Belgo se tornou a primeira Siderúrgica do mundo a obter o diploma SA 8000, norma internacional de Responsabilidade Social. A empresa já contava com a ISO 9001 (Qualidade), ISO 14001 (Ambiente) e BS 800 (Segurança Ocupacional).

Por tudo isso ela serviu de *Benchmarking* para o conglomerado, entrando na mira do comando da ARCELOR como fonte de idéias para um modelo de gestão.

Mas o principal pilar do seu sistema, responsável por este sucesso é a Ferramenta da Qualidade “Ciclo PDCA”, conforme atesta no artigo seu presidente Carlo Panunzi que destaca: “O nosso segredo é simplesmente Fazer, utilizando a metodologia do PDCA”.

E o gerente geral da Usina Monlevade, Gerson Alves Menezes diz: “Sempre que precisamos mudar algo, seguimos o PDCA”. Por esse caminho, segundo ele, a produção da usina foi sucessivamente ampliada até alcançar 1,2 milhão de toneladas.

Com isso a Belgo é hoje a maior fornecedora mundial do “Steel Cord” – cordonel de aço que reforça os pneus radiais e é produzido por somente oito siderúrgicas no mundo. A Belgo, que fazia aço comum, deslocou concorrentes japoneses no ramo de aço especial, de maior rentabilidade.

Outras Ferramentas da Qualidade: o 5S e o 6 Sigma, são utilizadas pela Belgo desde a implantação, em 1988, do “TQM” trazido do Japão e que têm servido para diminuir a taxa de refugo.

A seguir, são apresentados exemplos de Aplicações Práticas de Ferramentas da Qualidade em outros países, fora o Brasil:

I-CASE: Tese de mestrado: (Davidsson, 1988) – *University Lunds* - Suécia

Modified Product Quality Tools for Improved Environmental Design in Small and Medium Sized Enterprises – “Ferramentas da Qualidade de Produto Modificadas para Projeto Ambiental Melhorado em Empresas de Pequeno e Médio Porte.”

O estudo do autor teve como propósito desenvolver um eco-projeto (*produção mais limpa*) para desenvolvimento de produto em empresas de pequeno e médio porte.

O estudo de mestrado está baseado em duas ferramentas da qualidade:

“QFD” – “Quality Function Deployment” – Desdobramento da Função da Qualidade

- também citado por (Alves, 2000) -

-Usado para incorporação de demandas de **Stakeholders** (*partes interessadas ou público interessado*) em critérios de produtos e,

“FMEA” - Failure Mode and Effect Analysis”- Análise dos Modos e Efeitos de Falhas.

-Usado para identificação antecipada de áreas críticas do produto com respeito a itens de confiança.

As ferramentas foram selecionadas para este estudo por causa das ligações naturais entre a gestão da qualidade e o desempenho ambiental melhorado e também porque elas são bastante conhecidas e usadas na indústria desde o desenvolvimento do produto até a produção.

A Fundação “TEM” da Universidade de Lunds em Sojoberg na Suécia, criou um projeto em 1998 para o desenvolvimento de métodos e ferramentas de apoio para o desenvolvimento de “produtos ambientais” em empresas de pequeno e médio porte. Este estudo faz parte deste projeto que tem como a Swedish National Board for Industrial and Technical Development (Nutek) como patrocinador principal.

O modelo novo deste eco-projeto foi inspirado pelas ferramentas existentes da qualidade modificadas com finalidade ambiental tais como:

-MILJO – QFD – Um modelo **dinamarquês** que combina a avaliação do ciclo de vida do produto e o seu desenvolvimento a fim de melhorar a sua posição no mercado;

-EOD – Desenvolvimento de Objetivo Ambiental, modelo **sueco** inspirado na matriz QFD que analisa a correlação entre os aspectos ambientais e o produto, a fim de identificar critérios do eco-projeto;

-EIFA – “Impacto Ambiental e Análise de Fatores” modelo **californiano** baseado no FMEA onde examina os perigos potenciais ao ambiente apresentados por componentes ou por conjuntos individuais de componentes em um dado projeto;

-(E-FMEA) “FMEA – Ambiental”: , um modelo **sueco** baseado na FMEA que identifica e avalia impactos ambientais potenciais das atividades de um produto na perspectiva do ciclo de vida que impede uma falha ambiental.

A finalidade do novo modelo de eco-projeto é desenvolver um procedimento e um modelo de funcionamento para a execução de melhorias de consciência ambiental e estratégicas de eco projetos. O modelo de eco-projeto consiste em 2 seções:

1º - Stakeholders (*Partes Interessadas*) e Análise de Técnicas

2º - Avaliação do Designo Ambiental

A **primeira secção** inspirada no “QFD” que consiste um fluxo horizontal que analisa:

-Stakeholders ambientais

-*Benchmarking* (estudo do mercado) em fluxo vertical analisando concorrentes.

A **segunda secção** inspirada no FMEA, foi transformada para analisar os aspectos do ambiente do produto com um todo ou em partes e avalia as melhorias ambientais alcançadas.

Os passos do projeto são:

1º - Preparação

-Selecionar e Preparar a Organização da Empresa;

-Ajustar e preparar a Organização da empresa;

-Organizar a equipe de Projetos;

-Treinar Instituições Ambientais;

-Desenvolver a Política, Objetivos e Metas Ambientais do Projeto.

2º – Identificação do Produto

-Ciclo de Vida do Produto;

-Stakeholders Ambientais do Produto;

-Aspectos Ambientais juntamente com o Ciclo de Vida;

-Funções do Produto, Componentes, Atividades, Valores Atuais do Produto.

3º Análise Atual

- Análise de mercado ambiental do: produto, empresa, concorrentes;
- Análise Técnica do: produto, empresa, concorrentes;
- Análise Econômica de perspectiva ambiental.

4º Avaliação

- Valor do Stakeholder ambiental, critérios, avaliação de riscos ou importância do cliente.

5º Matriz de Correlação

- Identificar a correlação entre o Stakeholder ambiental e os descritivos do produto;
- Classificar a correlação;
- Estabelecer prioridades.

6º Fixar Critérios e Metas

- Analisar as prioridades;
- Desenvolver critérios ambientais;
- Desenvolver valores do novo produto.

7º Desenvolvimento do Produto

- Desenvolver o produto aproximando a engenharia dos conceitos do eco-projeto

8º Avaliação e Comunicação

- Avaliar e calcular melhorias ambientais e comunicá-las aos Stakeholders internos e externos.

CONCLUSÃO DO CASE I

O modelo do eco-projeto proposto foi avaliado em um estudo de caso empírico em uma indústria mecânica de porte médio na Suécia.

O estudo confirmou o eco-projeto proposto com as seguintes conclusões principais:

O uso de funções cruzadas da empresa pode resultar em melhores consensos e uma aproximação de uma meta.

Foi encontrada uma combinação do mercado e aspectos técnicos em um modelo.

O uso do pessoal de projeto pode reduzir o risco de qualidade e fracasso no mercado.

O uso de valores específicos do projeto diretamente ligados a aspectos ambientais era esperado para ser usado como força motriz de melhoria ambiental, para propostas de benchmarking internas e com a confirmação na melhoria do eco-projeto alcançado.

É necessário adquirir um certo nível de conhecimento ambiental entre os integrantes do projeto e o topo da administração para garantir o comprometimento com o projeto.

Finalmente foi proposto, no estudo, um nome para o modelo: "EOD" – Environmental Objective Deployment – Desenvolvimento de Objetivo Ambiental.



2º CASE: (Jorgen, 2002)

Artigo (Norueguês) - Experiência de Melhoria de Processos

Este artigo descreve o seguinte Estudo de Caso:

“Identificar as áreas – problemas no desenvolvimento de software e reduzir o retrabalho causado por erros no desenvolvimento do software em uma empresa de porte médio”

A empresa do estudo é uma empresa localizada em Trondheim, Oslo, Tønsberg e Kristiansund e com escritório na Suécia. Ela é de porte médio (270 funcionários) e o setor de desenvolvimento de software emprega 14 funcionários.

O estudo foi financiado pelo programa nacional Norueguês – SPIQ – que visa aumentar a competitividade da indústria norueguesa bem como promover a melhoria contínua dos processos.

Para tanto, os autores usaram de técnicas/ferramentas de Qualidade, entre elas:

- Brainstorming
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa
- PDCA

Utilizando essas ferramentas, foram levantadas e analisadas várias causas dos problemas enfrentados no desenvolvimento de software e chegou-se a um resultado onde foram apresentadas e acatadas algumas ações de melhorias, tais como:

- Compartilhamento de experiências entre funcionários
- Uso da intranet
- Soluções comuns para tarefas padrões
- Documentos comuns mais práticos.

3º CASE: Ano: (Qualite, 1998)

Artigo: Aplicação da Análise de Pareto , Brainstorming e Ishikawa

Este caso é um estudo na área da saúde, onde 50 usuários e 20 funcionários são entrevistados a fim de se determinar quais as causas possíveis e que mais frequentemente acontecem no centro de saúde de Santa Rosa (Santa Rosa Health Center) que provocavam um mal atendimento ao público.

Problema: Mal Atendimento da Clínica

Busca de Soluções através da identificação das possíveis causas:

Numa primeira etapa, são levantadas as frequências das causas e a equipe decide criar o diagrama causa – efeito (**Ishikawa**).

Numa segunda etapa, são identificadas as causas vitais do problema colocando as porcentagens das frequências e constroem **Pareto** com a porcentagem cumulativa.

Na terceira etapa, usando o **Pareto** são separadas as causas importantes das triviais e descobre-se que somente 6 dos 20 fatores são responsáveis por 80% do problema (tempo de espera).

Concentrando-se a atenção sobre estes 6, começa-se a trabalhar para resolvê-los.

Aplica-se um **Brainstorming** com a equipe além de outras duas ferramentas da qualidade.

Estabelece-se uma priorização para enfrentar o problema utilizando-se uma matriz de priorização onde se conclui que a principal causa do problema a ser enfrentado pela clínica é o **Tempo de Espera Longo**.

A direção da Clínica revê o processo para torna-lo mais eficaz procurando alterar sistemáticas de áreas que estão obstruindo processo.

4º CASE: (Envirowise, 1996)

Artigo: Aplicação do SPC – Statical Process Control (CEP – Controle Estatístico do Processo).

O artigo trata da ferramenta CEP - Controle Estatístico do Processo – aplicado em uma indústria de correias transportadoras de minérios da empresa “FENNER CONNEYOR BELTING (FCB)” de 160 funcionários em Marfleet, HULL.

O processo industrial, envolve a manufatura da correia, que é recoberta por PVC. O processo passa por aquecimento e resfriamento e o seu comprimento tem uma variação devido à contração natural.

Com a aplicação do CEP, houve uma redução no desperdício de matéria-prima (40 T/ano).

A redução dos custos e os benefícios ambientais foram significativos para que a empresa apresentasse este caso no Fórum Humber de Projetos de Minimização de Desperdícios “FCB”.

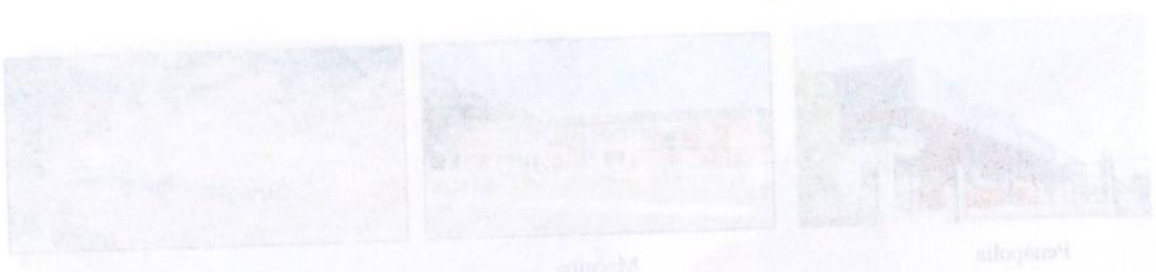
Foram apresentadas economias anuais de 209.000 libras com retorno do investimento imediato, pois não houve investimento de capital. Houve também uma redução no consumo de matérias-primas com uma conseqüente redução de resíduos sólidos.

Os desperdícios ocorriam por causa da variabilidade de comprimentos específicos para cada tipo de cliente. Foi aplicado o CEP, com o auxílio de computador para controlar o comprimento exato das correias, tendo apresentado uma redução no excesso de comprimento de 5% para 2% já no primeiro ano.

A aplicação do revestimento de PVC não era tão exata como a máquina poderia executar. Adaptando o processo às especificações da máquina houve uma redução significativa do consumo de PVC. Além disso houve um ganho adicional estimado em 150 libras/ dia em material.

A empresa planejava, na época do Fórum, ampliar a aplicação do CEP para outras áreas da fábrica.





CAPÍTULO – 3

DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DO PROCESSO

Neste capítulo é feita uma descrição da empresa ASPERBRAS, fabricante de tubos PVC por extrusão, seus produtos, bem como é mostrado como se processa a extrusão de tubos PVC e as etapas para a sua obtenção.

3.1- Descrição da Empresa

Em 1966, Francisco Colnaghi fundou sua primeira indústria, uma empresa voltada para a fabricação de implementos agrícolas e equipamentos para irrigação.

Ligada às oportunidades de crescimento, a empresa passou a chamar Colnaghi Irrigação e a fabricar tubos de aço zincado e outros produtos. Em 1985, vislumbrando a ampliação do negócio, a empresa alterou a razão social para ASPERBRAS IRRIGAÇÃO LTDA, e iniciou suas atividades modernas, baseada em seu importante conhecimento técnico e destacada experiência empresarial.

A família Colnaghi soube absorver e desenvolver os ensinamentos e exemplos do patriarca, levando a ASPERBRAS a atual situação de importância entre as principais empresas brasileiras do setor de saneamento, telefonia e irrigação.

Conta, no momento, com três fábricas em funcionamento, uma em Penápolis/SP, outra em Macaíba/RN e uma terceira, inaugurada em janeiro de 2001 na cidade de Simões Filho/BA – Figura 3.1 - equipadas com máquinas fabricadas e vindas da Alemanha e Estados Unidos.



Penápolis



Macaíba



Simões Filho

Figura 3.1- Fábricas da ASPERBRAS

Hoje, após mais de três décadas de trabalho, e já com a Certificação do "ISO 9001", tenta fazer melhorias para garantir a qualidade de seus produtos e a fim de ajudar a implementar sua capacidade buscando soluções para as atuais e futuras necessidades tecnológicas das indústrias do grupo e para as exigências ecológicas do País.

A linha de produção de tubos PVC, Figura 3.2 - objeto deste estudo - é o carro chefe da empresa, com uma produção média de 140 t/ mês e, conforme a demanda do mercado, tem condições de aumentar sua produção pois sua capacidade instalada é de 350 t/mes. Ainda são produzidos pela empresa tubos de polietileno – PE, e produtos de rotomoldagem* tais como: caixas d'água, baús para motos (Figura 3.3), reservatórios para sementes, banheiros para eventos, etc.

**Processo indicado para peças ocas que apresentam espessura de parede uniforme, como é o caso de bolas de PVC, por exemplo. Neste caso, durante o vazamento o material viscoso é submetido à movimentação dentro dos moldes, em máquinas próprias*



Figura 3.2 - Tubos PVC- ASPERBRAS



Figura 3.3- Produtos de Rotomoldagem - ASPERBRAS

3.2- Descrição do processo de extrusão de tubos pvc na ASPERBRAS

A seguir, será detalhada a etapa de um processo de extrusão de tubos PVC:

Etapa I : “Mistura Seca” – (Dry Blender)

É a etapa do processo onde são dosados os ingredientes da matéria prima e aditivos que são: Resina, Carbonato, Estabilizante, Lubrificante, Pigmento e Micronizador (quando necessário o aproveitamento de refugos).

Etapa II: Extrusão, propriamente dita

A mistura dosada é enviada à extrusora (Figura 3.4), aquecida através de resistência elétrica até uma temperatura desde 155 a 185°C passando pelas zonas de: Alimentação, Compressão, Dosagem e Fieira (cabeçote), Figura 3.5.

Posteriormente é resfriada à temperatura de 65-75°C com ar comprimido nos canais do cilindro e com a água próxima ao orifício de alimentação para impedir a colagem dos grânulos.

A extrusão se processa em dupla rosca (no caso da indústria ASPERBRAS) provocando uma constante progressão do material fundido.



Figura 3.4 – Extrusora - ASPERBRAS



Figura 3.5 Pino (esq) e Fieira (dir) - ASPERBRAS

Etapa III: Câmara de Calibração - “Banheira” -- Sistema de refrigeração

O tubo PVC, já extrudado, segue para uma câmara de refrigeração, chamada banheira, e é refrigerado por água que é bombeada para esta câmara com pressão negativa através de bomba de vácuo para calibração do diâmetro externo do tubo utilizando-se dispositivos mostrados na Figura 3.6.

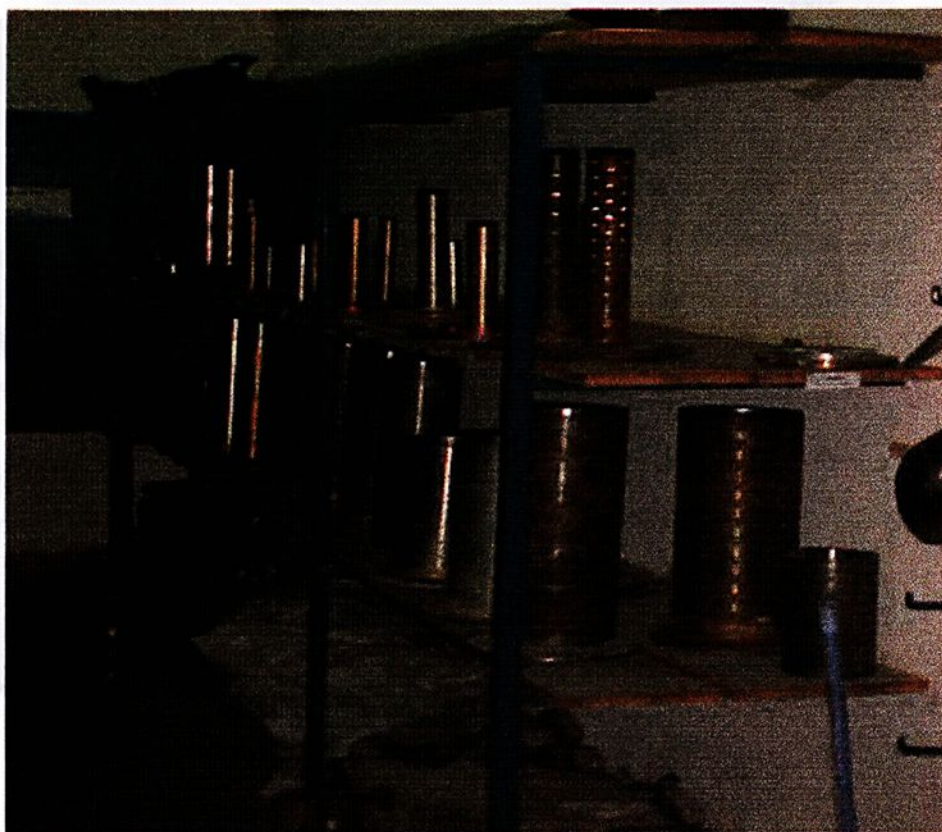


Figura 3.6 Calibradores - ASPERBRAS

Etapa IV: “Impressora” – Identificação do tubo

O tubo recebe a impressão no sentido longitudinal com os dados de:

- Fabricante;
- Norma de fabricação;
- Diâmetro normal;
- Classe de pressão;
- Local de fabricação, data e horário (no caso de se exigir uma rastreabilidade)

Etapa V: “Puxador”

Após a identificação do tubo, ele continua seu deslocamento cujo movimento de translação é dado pelo puxador que atua em sincronismo com a extrusora, a velocidade é pré-determinada de acordo com as dimensões do tubo que esta sendo produzido.

Etapa VI: Corte

O puxador encaminha o tubo para a serra que está posicionada para o corte no comprimento padrão segundo norma específica, vide Figura 3.7.



Figura 3.7 Detalhe da Serra - ASPERBRAS

Etapas VII: Acabamento

Nesta etapa, de acordo com a finalidade de utilização, é dado o acabamento na extremidade do tubo (Bolsa, Rosca, Liso).

Etapas VIII: Pesagem / Dimensionamento

É a fase de um dos controles finais da qualidade onde são verificados:

- Aspecto Visual do Tubo (bolhas, fissuras, trincas, estado da bolsa, chanfro, gravação, queima)
- Diâmetro Externo (através do Circômetro*);
- Espessura da Parede (Paquímetro Digital);
- Comprimento (Gabarito pré-ajustado com tolerância) – vide Figura 3.8;
- Peso da Barra (Balança eletrônica de até 30kg).

** Circômetro: Instrumento de medição– espécie de trena- que indica o diâmetro de tubo através do seu envolvimento em torno da periferia do tubo.*



Figura 3.8 - Ensaio Dimensional e de Pesagem - ASPERBRAS

Há outros controles da qualidade, utilizados pela ASPERBRAS como por exemplo:

- ensaios destrutivos em laboratório próprio (estabilidade dimensional, resistência ao impacto, compressão diametral e pressão interna de curta duração) – vide Figura 3.9;
- ensaios de desempenho (junta elástica, estanqueidade, resistência da bolsa à pressão hidrostática).
- caracterização do composto (serviço externo especialmente contratado).

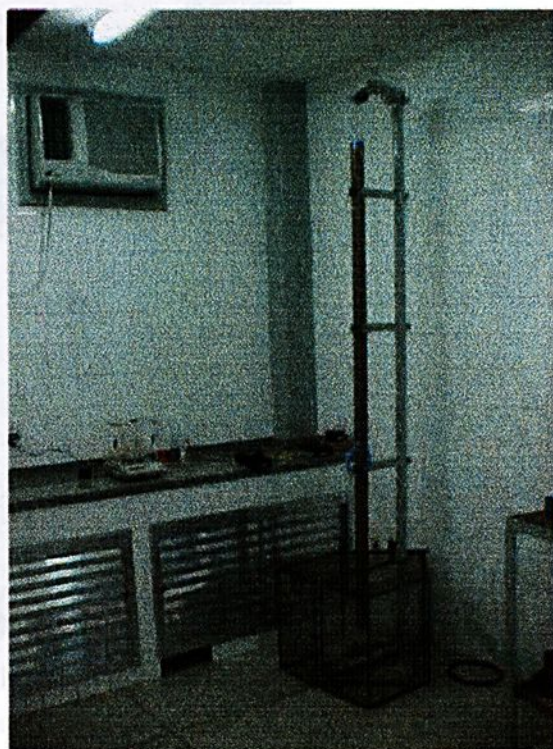
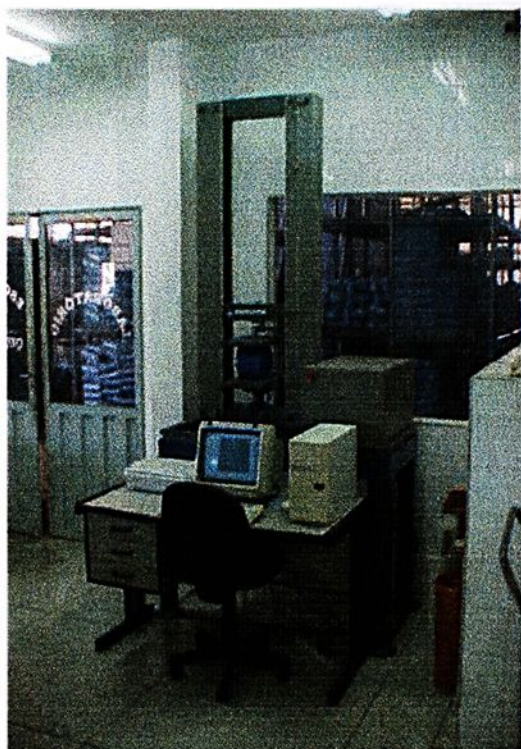


Figura 3.9 - Ensaio de Compressão(esq) e de Impacto(dir) - ASPERBRAS

Obs: É a partir da etapa : VIII- Pesagem / Dimensionamento- que serão aplicadas as Ferramentas da Qualidade, partindo dela até a fase da mistura dos componentes da matéria prima.

A ASPERBRAS tem, por ora, como indicador de desempenho um índice de **refugo** aceitável da ordem de 5%, em peso, em relação à produção de um lote diário de 5600 kg aproximadamente.

Entenda-se como refugo, todo material/ produto não conforme que é moído e reaproveitado. Este refugo é consequência de: sobras de início/ reinício de produção, tubos destruídos nos ensaios, tubos não conforme ou ainda aquele material proveniente da limpeza de cabeçote, chamado de "paradeira" e diferenciado como: sucata.

Etapa IX: Armazenamento/ Expedição

Conforme mostrado na Figura 3.10, os tubos são armazenados no pátio da empresa para expedição evitando-se a exposição prolongada ao sol para não diminuir sua vida útil. Já, as conexões, são armazenadas dentro do galpão da fábrica conforme mostrado na Figura 3.11.



Figura 3.10 - Armazenamento de tubos PVC - ASPERBRAS



Figura 3.11- Armazenamento de conexões de PVC - ASPERBRAS

Etapa IX: Armazenamento/Expedição

Conforme mostrado na Figura 3.10, os tubos são armazenados no pátio da empresa para expedição evitando-se a exposição prolongada ao sol para não diminuir sua vida útil. As conexões são armazenadas dentro do galpão conforme mostrado na Figura 3.11.



Figura 3.10 - Armazenamento de tubos PVC - AMPLASAS

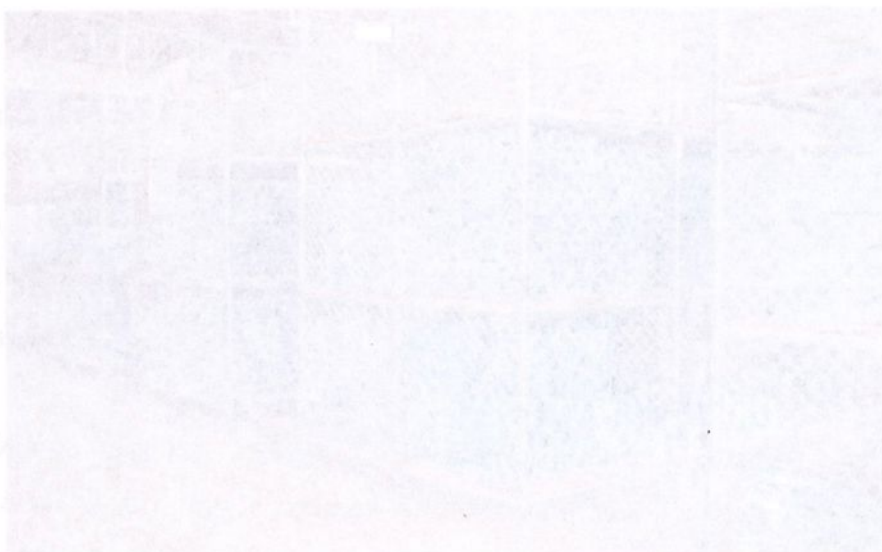


Figura 3.11 - Armazenamento de conexões de PVC - AMPLASAS

CAPÍTULO - 4

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será descrita a metodologia utilizada para obter os resultados decorrentes do estudo de caso realizado com o objetivo de fazer um diagnóstico e promover melhorias no processo de extrusão de tubos PVC.

4.1 – Metodologia utilizada no Estudo de Caso

4.1.1 – Análise dos dados

A ASPERBRAS em 2003 já possuía um “SGQ” – Sistema de Gestão da Qualidade – e certificou-se na norma ISO na série 9000 na versão 1994, a ISO 9002. Devido à existência deste SGQ a empresa já adotava no monitoramento de seus principais processos, controles conhecidos com Indicadores de Desempenho, que representam o uso da primeira Ferramenta da Qualidade: “Gráficos de Controle”. Com a necessidade da migração, ainda em 2003, para a versão 2000 da série ISO 9000, a ISO 9001, a qual exige, entre outras coisas, a prática da Melhoria Contínua nos processos da empresa, a Asperbrás se dispôs a colaborar na realização deste experimento focando o uso de ferramentas da qualidade a fim de alcançar ganhos com a melhoria em ao menos, inicialmente, em um dos seus processos. Para tanto foi realizada uma reunião entre os representantes dos setores de: Produção, Comercial, Engenharia e Controle da Qualidade para definição do processo a ser estudado. Nesta primeira reunião foi aplicada então uma segunda Ferramenta da Qualidade o *Brainstorming*, com o intuito de eleger o processo a ser estudado, no experimento, visando a Melhoria Contínua. Na oportunidade foi explicado aos participantes o objetivo da reunião, os passos a serem seguidos no experimento com a prática de algumas das Ferramentas da Qualidade, a fim de atingir a meta que era a obtenção de uma melhoria nos processos com a consequência principal para a empresa que era a diminuição de alguns custos o



que fatalmente traria um aumento nos lucros. Também foi mostrada a técnica para a realização do *Brainstorming* seguindo o já explanado no item 2.5.3.

Na primeira fase do *Brainstorming* – Fase Criativa – foram apresentadas como sugestões para análise os Indicadores, não monitorados pela empresa, tais como: Nº. de Interrupções da Produção/ Dia por Troca de Tubo; Benefício/Custo entre os Processos: Rotomoldagem e Extrusão e os próprios Indicadores de Desempenho já existentes: Reclamações de Clientes; Volume de Vendas; Absenteísmo; Atrasos de Expedição; Cumprimento de Treinamentos; Índice de Refugos e de Produção, mostrados nas Tabelas e Figuras 4.1 a 4.7 a seguir:

Tabela 4.1: Reclamações de Clientes em 2003

ANO 2003	PREVISÃO	REALIZADO
jan/03	5,0	0,00
fev/03	5,0	2,00
mar/03	5,0	0,00
abr/03	5,0	3,00
mai/03	5,0	1,00
jun/03	5,0	0,00
jul/03	5,0	6,00
ago/03	5,0	2,00
set/03		
out/03		
nov/03		
dez/03		

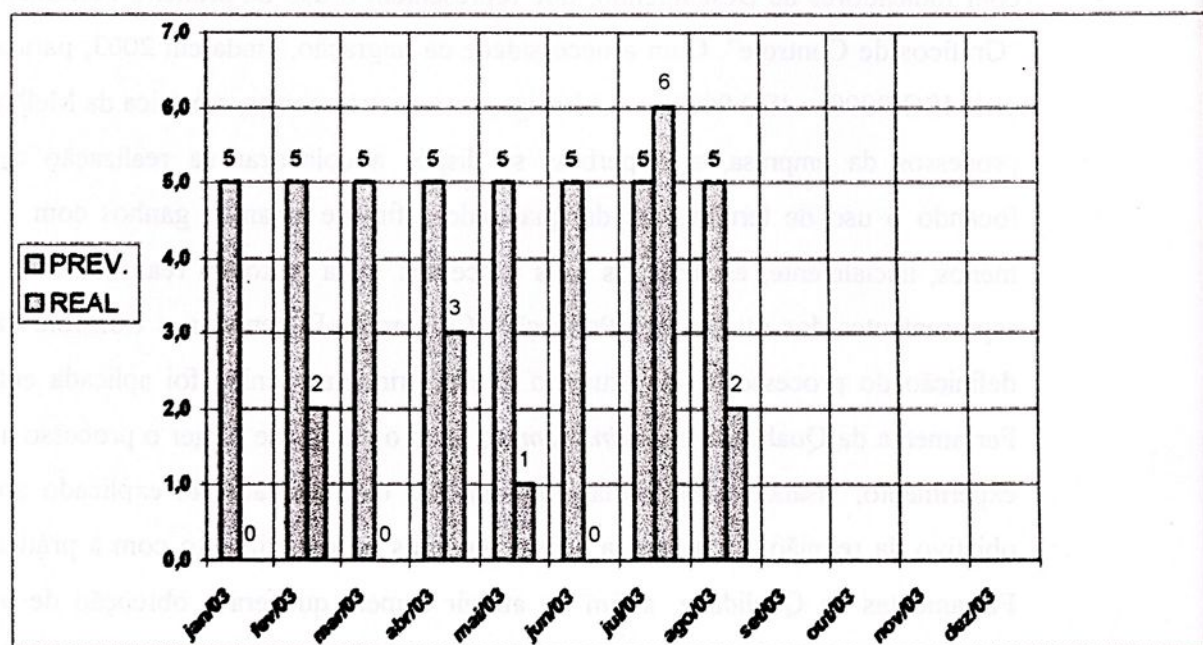


Figura 4.1: Reclamações de Clientes em 2003 - ASPERBRAS

Tabela 4.2: Absenteísmo da Produção [%]

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	1,5	0,18
fev/03	1,5	0,15
mar/03	1,5	0,30
abr/03	1,5	1,00
mai/03	1,5	0,50
jun/03	1,5	0,20
jul/03	1,5	0,40
ago/03		
set/03		
out/03		
nov/03		
dez/03		

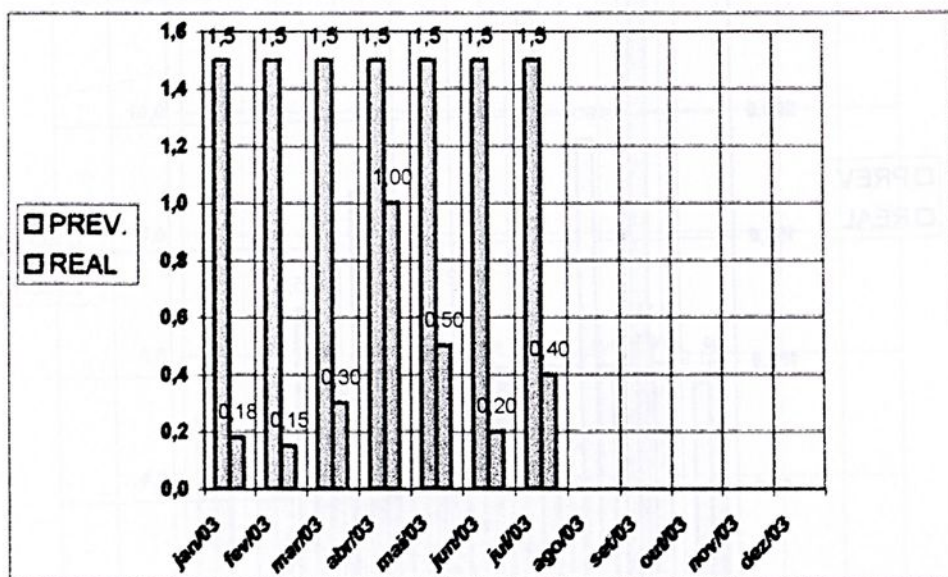


Figura 4.2: Absenteísmo da Produção [%]

Tabela 4.3: Vendas em 2003 [T]

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	100,0	91,90
fev/03	100,0	111,06
mar/03	100,0	190,09
abr/03	100,0	240,96
mai/03	100,0	126,17
jun/03	100,0	104,25
jul/03	100,0	171,18
ago/03	100,0	125,07
set/03		
out/03		
nov/03		
dez/03		

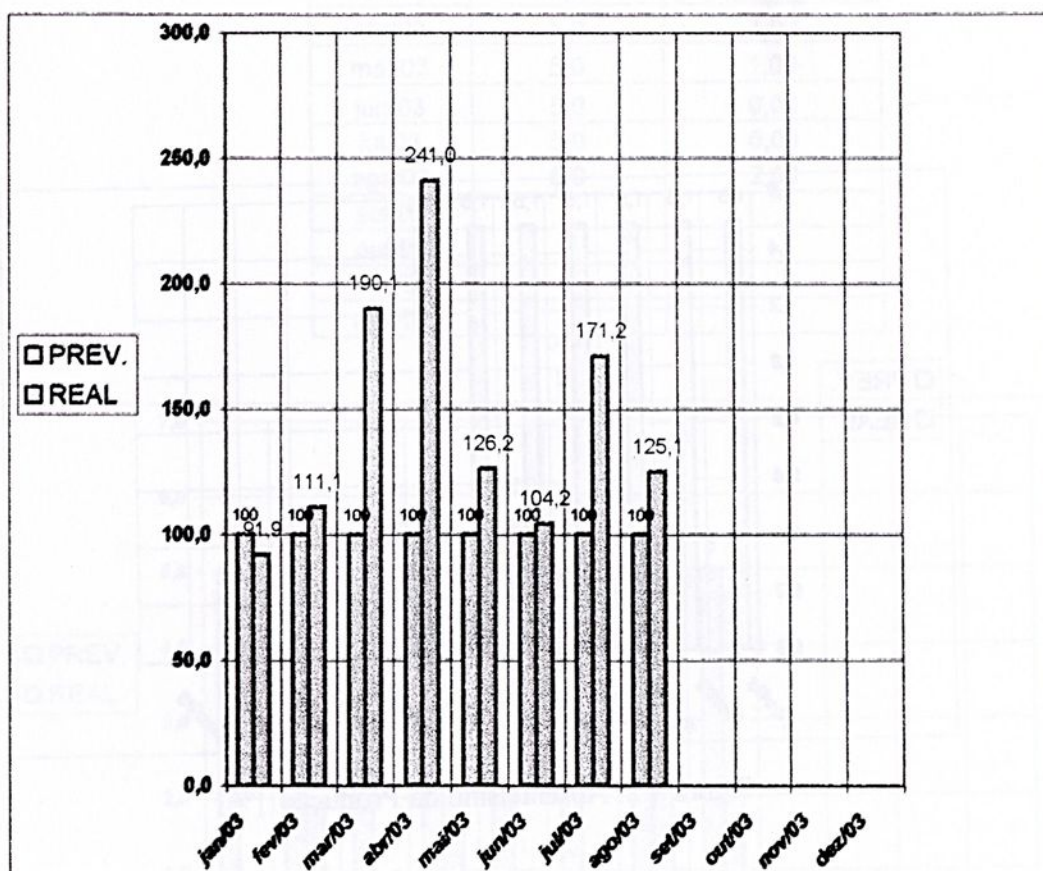


Figura 4.3: Vendas em 2003 [T]

Tabela 4.4: Atrasos na Expedição

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	5,0	6,00
fev/03	5,0	4,00
mar/03	5,0	5,00
abr/03	5,0	6,00
mai/03	5,0	4,00
jun/03	5,0	5,00
jul/03	5,0	4,00
ago/03	5,0	12,00
set/03		
out/03		
nov/03		
dez/03		

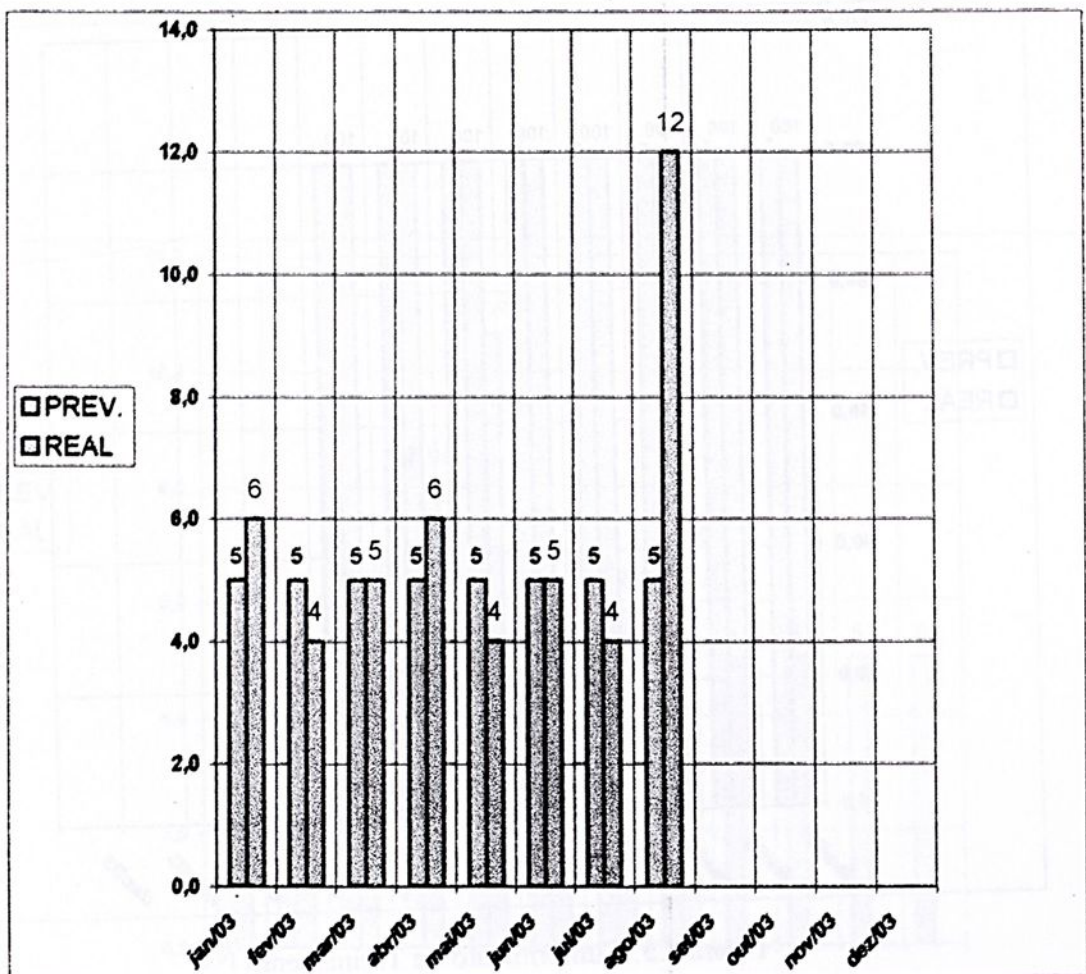


Figura 4.4: Atrasos na Expedição

Tabela 4.5: Cumprimento de Treinamento [%]

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	100,0	100,00
fev/03	100,0	100,00
mar/03	100,0	100,00
abr/03	100,0	100,00
mai/03	100,0	100,00
jun/03	100,0	100,00
jul/03	100,0	100,00
ago/03	100,0	100,00
set/03		
out/03		
nov/03		
dez/03		

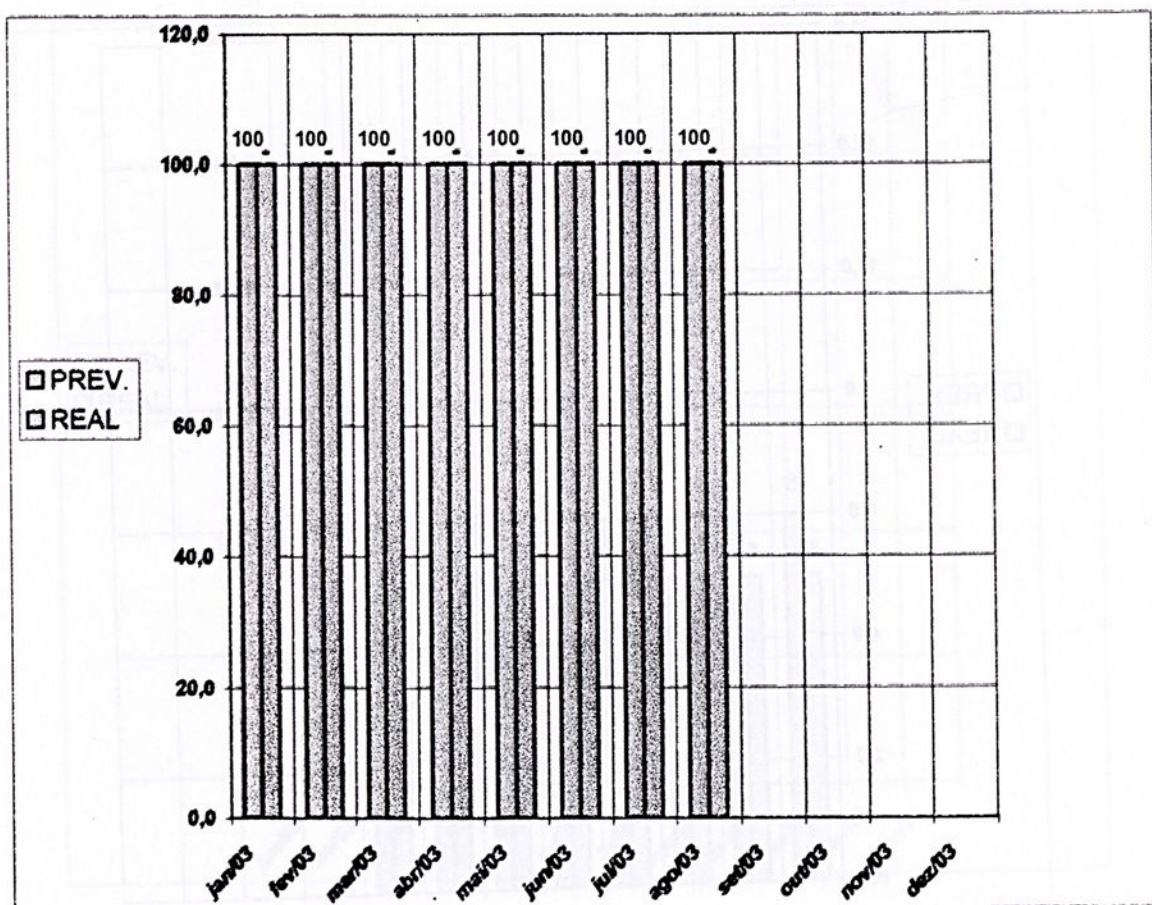


Figura 4.5: Cumprimento de Treinamento [%]

Tabela 4.6: Controle de Refugo [%]

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	5,0	5,58
fev/03	5,0	5,40
mar/03	5,0	6,05
abr/03	5,0	7,98
mai/03	5,0	10,63
jun/03	5,0	5,53
jul/03	5,0	5,84
ago/03	5,0	6,60
set/03	5,0	
out/03	5,0	
nov/03	5,0	
dez/03	5,0	

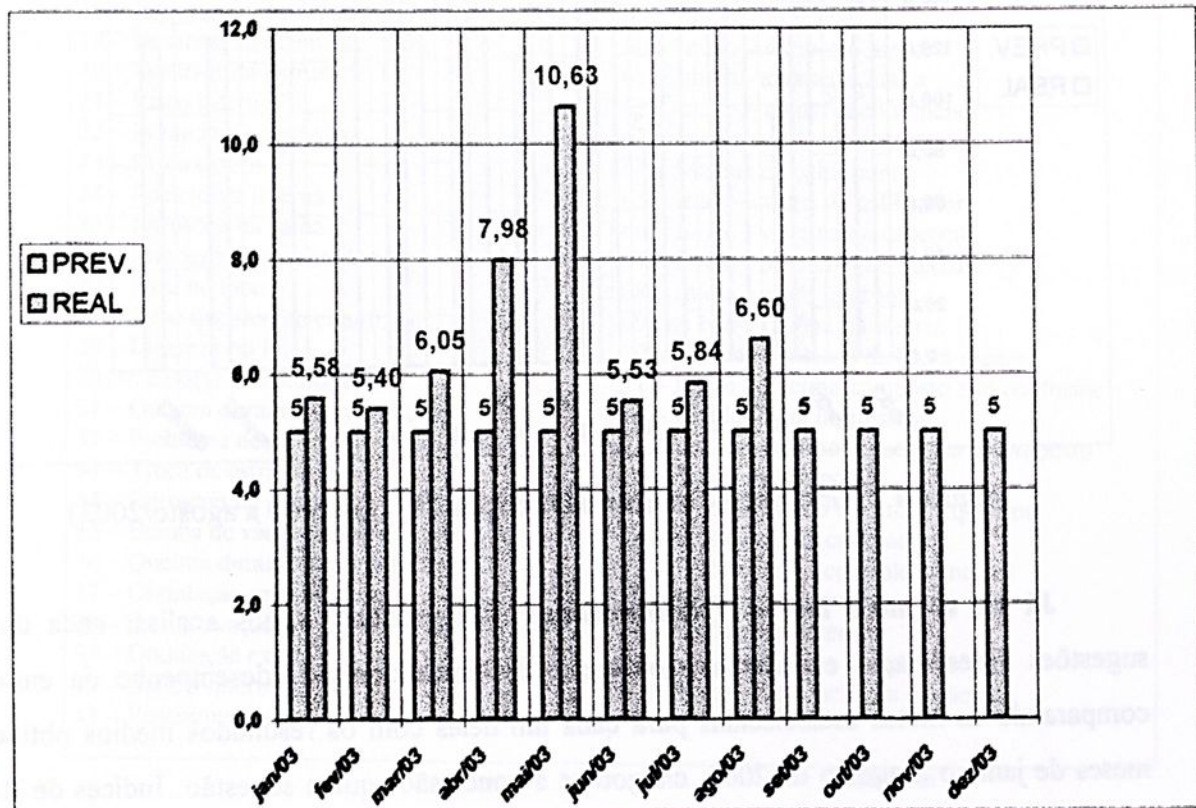


Figura 4.6: Gráfico de Controle de Refugos [%] - (janeiro a agosto/2003)

Tabela 4.7: Dados de Produção [T]

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	130,0	93,93
fev/03	130,0	98,45
mar/03	130,0	138,58
abr/03	130,0	83,34
mai/03	130,0	148,18
jun/03	130,0	121,01
jul/03	130,0	177,29
ago/03	130,0	190,15
set/03	130,0	
out/03	130,0	
nov/03	130,0	
dez/03	130,0	

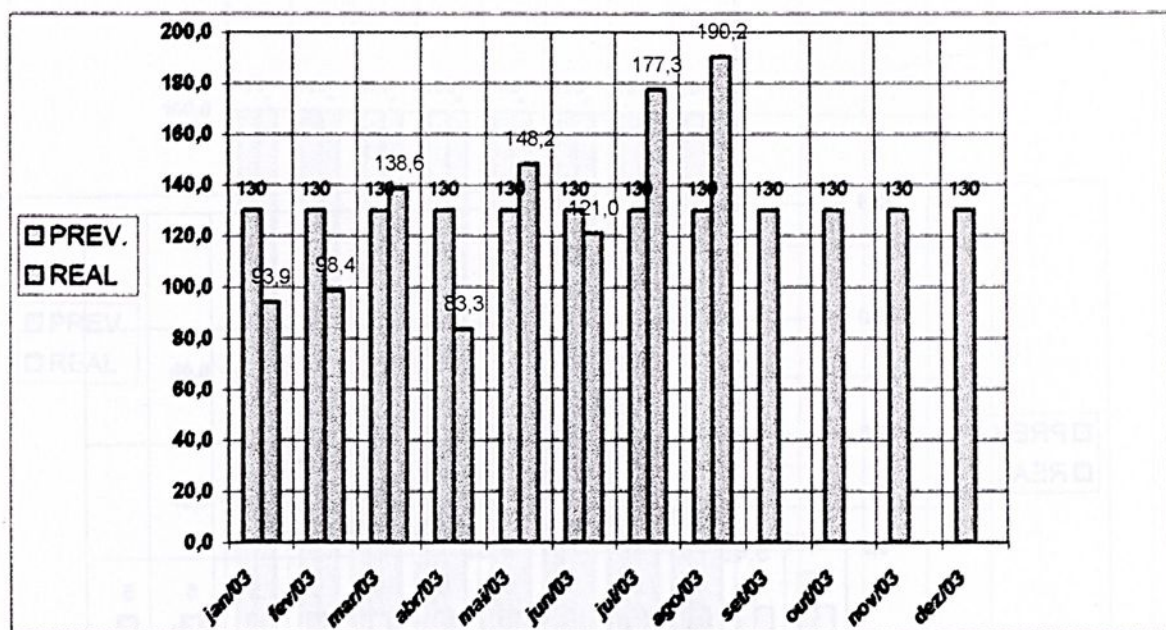


Figura 4.7: Gráfico de Controle de Produção[T] - (janeiro a agosto/2003)

Já na segunda fase do *Brainstorming* - fase crítica - após analisar cada uma das sugestões apresentadas e analisando os dados dos indicadores de desempenho da empresa e comparando as metas estabelecidas para cada um deles com os resultados médios obtidos nos meses de janeiro a agosto de 2003, chegou-se a conclusão que a sugestão: Índices de Refugo, era a que mereceria uma maior atenção no estudo.

Analisando as Figuras e as Tabelas 4.1 a 4.7, observa-se que a média dos índices de refugo na produção de tubos PVC dos oito primeiros meses de 2003 foi em torno de 6,7% para uma meta estabelecida de 5% e a média de produção de tubos neste mesmo período foi de 131 toneladas para uma meta estabelecida de produção de 100 toneladas.

Tabela 4.8 - Estratificação das Ocorrências das Não Conformidades

RELATÓRIO DE OCORRÊNCIAS - NC's: Não Conformidades	
CÓDIGO - DESCRIÇÃO	CÓDIGO - DESCRIÇÃO
1 - Falta de matéria prima	42 - Espessura maior
2 - Falta de energia elétrica	43 - Diâmetro maior
3 - Problema na geladeira	44 - Diâmetro menor
4 - Problema na torre	45 - Descarga de material queimado
5 - Limpeza de cabeçote	46 - Danificados durante a transferência
6 - Manutenção no cabeçote	47 - Laboratório (Tubos ensaiados)
7 - Encerramento da ordem de fabricação	48 - Marcou na B.V.A
8 - Limpeza da bomba de vácuo	49 - Manutenção do pino
9 - Limpeza da degasagem	50 - Queda do vácuo
10 - Composto não conforme	51 - Alinhamento da serra com a banheira
11 - Problema mecânico	52 - Comprimento menor
12 - Problemas elétricos	53 - Problemas na banheira
13 - Teste máquina/ferramenta/composto	54 - Problema no puxador
14 - Início de produção	55 - Variação da extrusora
15 - Outros motivos	56 - Início - comprimento menor
16 - Problemas na serra	57 - Início - tubo não formado
17 - Limpeza dos bicos da banheira	58 - Início - espessura menor
18 - Impureza no composto	59 - Início - gravação
19 - Desarme da bomba de vácuo	60 - Início - diâmetro menor
20 - Desarme da extrusora	61 - Início - diâmetro maior
21 - Risco interno	62 - Início - comprimento menor
22 - Reinício da produção	63 - Início - comprimento maior
23 - Risco externo	64 - Marcas do calibrador
24 - Rachadura interna	65 - Início - troca do calibrador
25 - Enroscou na calha	66 - Início - queima do cabeçote
26 - Limpeza do carburador	67 - Início - problema no puxador
27 - Furo no tubo	68 - Início - risco interno
28 - Tubo quebrou no chanfrador	69 - A bolsa rachou na matriz
29 - Limpeza no funil	70 - Diâmetro interno da bolsa menor
30 - Causa(s) desconhecida(s)	71 - Início - queima/composto não conforme
31 - Queima durante o acabamento	72 - Problema na impressora
32 - Problema no sensor da serra	73 - Desarme da mola que puxa o composto
33 - Troca de estrangulador	74 - Troca de composto
34 - Enroscou na serra	75 - O tubo caiu do carrinho e quebrou
35 - Bomba de vácuo puxou o pó	76 - Engrossou no calibrador
36 - Queima durante a extrusão	77 - Problemas no controle principal
37 - Ondulação interna	78 - Reinício e queima
38 - Sem gravação	79 - Rachadura externa
39 - Ondulação externa	80 - Manutenção no compressor
40 - Bolhas internas	81 - Troca da borracha da banheira
41 - Espessura menor	

fonte: ASPERBRAS



Foi decidido em comum acordo com pessoal das áreas de Produção, Controle da Qualidade que se deveria estratificar todas as Não Conformidades diretamente ligadas ao problema Refugo e que contribuíram em maior ou menor escala para o surgimento do Refugo.

Feito isto, chegou-se a um total de 81 NC's passíveis de ocorrências, mostradas na Tabela 4.8.

Obs.: *Este grande número de NC's pode ser reduzido pois existem descrições que se referem, na verdade, a uma mesma Não Conformidade.*

4.1.2 – Priorização dos problemas

Posteriormente as frequências dessas NC's, ocorridas no período de janeiro a agosto de 2003, foram colocadas num diagrama de Pareto – *terceira ferramenta* utilizada – para verificar para qual ou quais NC's dar-se-ia prioridade para o estudo do problema.

No diagrama de Pareto mostrado na FIG.4.8 identifica-se que a NC I e II juntas, são responsáveis por mais da metade das ocorrências (64%) e a NC I: Início/ Reinício de produção é a que mais contribui para o problema com 42% das ocorrências, portanto ela foi eleita para o estudo.

Quanto às ocorrências de Limpeza de cabeçote, NC II, embora também eleita na mesma classe da NC I, ela não será objeto de estudo nesta fase e sim numa próxima. Já as demais NC's que embora juntas são em número maior, suas frequências são pouco representativas pois elas acontecem esporadicamente.

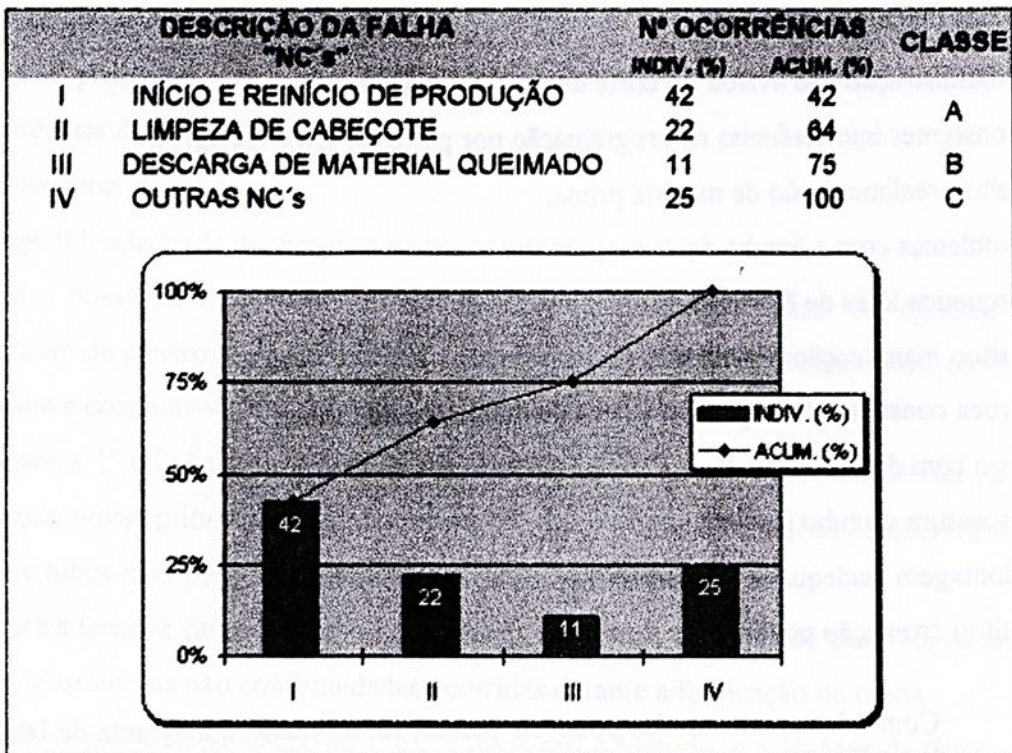


Figura 4.8 - Diagrama de Pareto para as NC's encontradas

4.1.3 – Identificação das Causas

A próxima etapa foi utilizar a *quarta ferramenta*: Diagrama de Ishikawa, para encontrar a raiz do problema e nesta etapa em conjunto com Ishikawa foi utilizada novamente a *ferramenta*: *Brainstorming*.

Novamente, antes da realização da secção do *Brainstorming* foi explanada ao pessoal da produção e do controle da qualidade a técnica para a sua realização conforme descrito no item 2.5.3 e foram levantadas as possíveis causas que poderiam contribuir para o problema – Refugo devido ao Início/ Reinício de produção:

Faltou contagem de tubos na extrusora;

Oscilação de energia;

Falta de matéria prima;

Pré-aquecimento não é automatizado;

Faltou energia;

Esteira/ puxador parou;

Erro na dosagem;

Poucas máquinas existentes;
 Administração não avisou do corte de energia previamente;
 Constantes interferências na programação por parte do setor comercial;
 Faltou realimentação de matéria prima;
 Problemas com a bomba de vácuo;
 Pequenos lotes de fabricação;
 Faltou manutenção preventiva;
 Troca constante de dispositivos (troca de diâmetros de tubos);
 Pino com defeito;
 Espessura do tubo irregular;
 Montagem inadequada do dispositivo;
 Faltou cromação no pino.

Com o levantamento das possíveis causas, foi montado o diagrama de Ishikawa conforme mostrado na Fig.4.9.

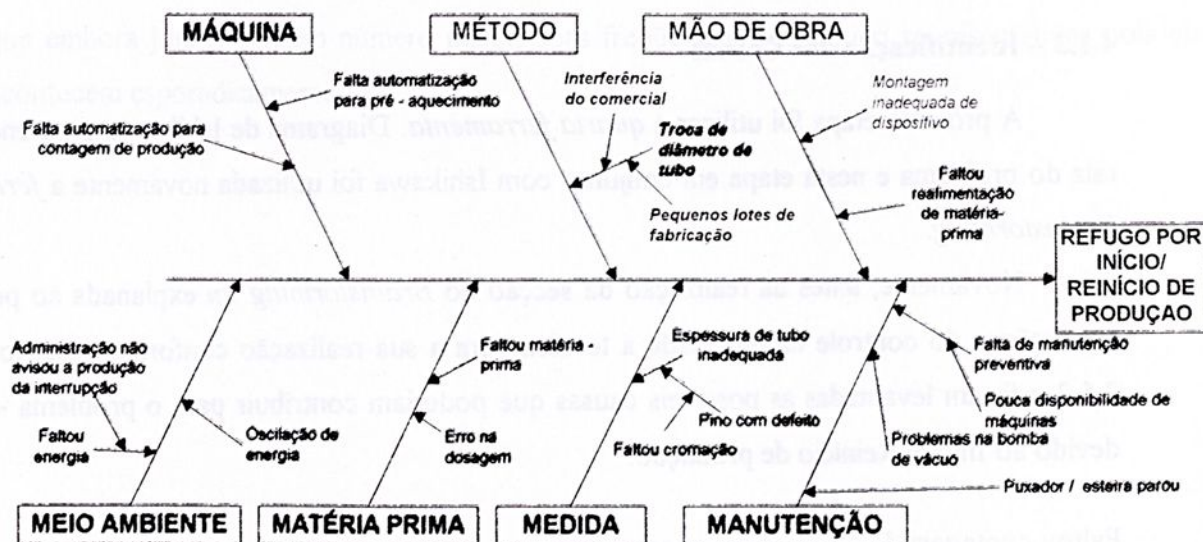


Figura 4.9 - Diagrama de Ishikawa para o Refugo

Após a montagem do diagrama foram identificadas três possíveis causa-raízes para ocorrência do problema:

- 1ª- Interferências do comercial;
- 2ª- Pequenos lotes de fabricação;
- 3ª- Montagem Inadequada de dispositivos na extrusora.

Essas possíveis causas foram destacadas pelo grupo após analisar os registros internos, para o período de janeiro a agosto de 2003, dos setores de Programação da Produção e Controle da Qualidade e concluiu-se que:

-Para a 1ª e 2ª causas, ocorreram constantes solicitações do setor Comercial da empresa estabelecendo novas prioridades nos prazos de entrega além de solicitações de diferentes tipos de diâmetro de tubos para pequenos lotes de fabricação.

-Para a terceira causa, o grupo se apoiou nos registros, do setor de Controle da Qualidade onde são registradas as não conformidades ocorridas durante a fabricação de tubos.

Nota-se que a classificação da 1ª e 2ª causas-raiz é Método, e a 3ª: Mão de Obra.

4.1.4 – Plano de Ação

Identificadas as causas principais, decidiu-se traçar um plano de ação para atacar as causas: “Interferências do comercial” e “Pequenos lotes de fabricação”, deixando para uma outra oportunidade traçar plano para a causa: “Montagem Inadequada de dispositivos na extrusora” pois demandaria um tempo maior para a sua aplicação. Portanto foi estabelecido um plano de ação com auxílio de mais duas ferramentas; a *quinta ferramenta* – 5W 2H – e a *sexta ferramenta* o Ciclo PDCA, conforme mostrado a seguir na Tabela.4.9:



Tabela 4.9 – Plano de Ação : 5W 2H

	WHAT? (O QUÊ?)	WHERE? (ONDE?)	WHEN ? (QUANDO?)	WHO? (QUEM?)	WHY? (PORQUÊ?)	HOW? (COMO?)	WHOW MUCH? (QUANTO CUSTA?)
DIMINUIR ÍNDICE 6,7%	Vender + 15 %	Setor comercial/ clientes conforme pesquisa no histórico / cadastro da empresa	Nos meses de outubro a dezembro /03	Gerente comercial e equipe	Para possibilitar a fabricação por períodos mais longos, de um mesmo diâmetro de tubo, evitando paradas	<i>Vide PDCA 1</i>	RS 2.500,00/mês para deslocamento de vendedores durante o trimestre
	Sem interferên cias do comercial na produção	Setor de produção	Nos meses de outubro a dezembro / 03	Gerente de produção e equipe	Evitar alterações nos set-ups das máquinas	<i>Vide PDCA 2</i>	Não há
EVITAR REINÍCIO DE PRODUÇÃO	Fabricar maior quantidade possível de tubo de mesmo diâmetro	Extrusoras 2, 3 e 4	De segunda a sábado, 24 horas por dia, até terminar o lote	Gerente de produção e equipe	Evitar constantes paradas para troca de dispositivos e novos set-ups	<i>Vide PDCA 3</i>	Não há

ROTEIRO PARA A APLICAÇÃO DOS PDCA's DE Nº 1, 2 e 3:

PDCA 1 – Para vender + 15%

P (Planejar)

Metas:

1 – Interferência zero do comercial na programação da produção

2 – Aumentar em 15% a participação das vendas para tubos de diâmetros de 2", 3" e 4"

Meios

Para meta 1 – Direção da empresa dá autonomia à gerência de produção para programar fabricação após definido as quantidades e prazo com o comercial

Para meta 2 – Comercial consulta o cadastro/ histórico de vendas e foca clientes potenciais para o mercado de 2", 3" e 4", intensificando o contato com esses clientes visando aumentar o volume de vendas em 15% em relação à média dos meses de janeiro – agosto de 2003.

Verba adicional ao setor comercial para deslocamento de pessoal:

R\$ 2.500,00 / mês

D (Fazer)

Educar / Treinar :

A direção da empresa em reunião com as áreas : Produção / comercial / controle da qualidade, estabelece novas regras e metas para o próximo trimestre.

Executar :

Comercial: Fechar novas encomendas no trimestre com o volume 15% maior

Produção: Não aceitar interferências do comercial na produção pós-programação de produção.

C (Checar):

Comercial: Mensalmente acompanha a evolução das vendas de tubos de 2", 3" e 4", comparando com a meta de +15%.

Produção: Monitorar as tentativas de interferências do comercial e em caso positivo levar ao conhecimento da direção.

A (Agir):

Com os dados monitorados tomar as ações corretivas visando manter ou melhorar o índice de 3%.



PDCA 2 – Para evitar interferências do comercial na programação da produção:

P (Planejar)

Meta : Interferência zero do setor de produção no planejamento da produção

Meio: Delegação por escrito da direção da empresa dando autonomia ao gerente de produção

D (Fazer):

Educar: Direção da empresa reúne-se com as áreas envolvidas e delega autonomia à produção para programar produção.

Executar: Produção estabelece planejamento de produção e não aceita alterações vindas do comercial após iniciada a produção

C (Checar):

Controle da qualidade monitora cumprimento do planejamento da produção por parte do setor de produção

A (Agir):

Produção: Verificados os dados, tomar ações corretivas a fim de manter a meta

PDCA 3 – Fabricar maior quantidade possível de tubos do mesmo diâmetro:

P (Planejar)

Meta: Diminuir set-up das máquinas de: *1,7 dias trabalhados/ bitola*, para: *3*

Meios: manter dispositivos da extrusora ok para tubos de 2", 3" e 4", bem como programar extrusoras para cada diâmetro de tubo

D (Fazer):

Educar/Treinar: preparar profissional da produção para nova política de fabricação

Executar: Fabricar tubos sem parada de 2ª a sábado até o lote final

C (Checar):

Controle da Qualidade: Controlar produção de cada extrusora monitorando paradas

A (Agir):

Verificar dados e tomar as ações corretivas se necessário



CAPÍTULO - 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 - Análise dos Resultados

Para concluir o estudo foi elaborado então o Relatório das Três Gerações, *sétima ferramenta* aplicada, apresentado a seguir:

RELATÓRIO DE PRIMEIRA GERAÇÃO: SITUAÇÃO ANTIGA (janeiro a agosto de 2003)

Conforme já citado no item 4.1.1, a empresa apresentava índices de refugo total nos primeiros oito meses de 2003, da ordem de 6,7% para uma produção média no mesmo período da ordem de 131 toneladas de tubos de PVC para diferentes diâmetros de tubos.

Em setembro foi então estabelecido um plano de ação para os três últimos meses do ano, detalhado em 4.1.4, que tinha como meta: *Aumentar a produção* em 15% em relação à média de janeiro a agosto e também *Diminuir o índice refugo* para o montante de 3% no trimestre.

RELATÓRIO DE SEGUNDA GERAÇÃO: SITUAÇÃO ATUAL (janeiro de 2004)

Conforme detalhado no item 4.1.4., em setembro de 2003, foi estabelecido um plano de ação com o objetivo principal de diminuir o índice de refugos na produção de tubos PVC determinando novas regras para os processos: Comercial e Produção, e novas metas à estes processos para o último trimestre de 2003. Foram também estabelecidos os novos métodos meios além de mais recursos ao Comercial para o cumprimento das metas.



Passados os três meses de aplicação do plano de ação foram apresentados os novos dados de produção (vendas) e de refugo, conforme mostrado nas Tabelas: 5.1 e 5.2 e Figuras: 5.1 e 5.2 a seguir:

Tabela 5.1 Produção [T] - (jan. à dez. 2003)

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	130,0	93,93
fev/03	130,0	98,45
mar/03	130,0	138,56
abr/03	130,0	83,34
mai/03	130,0	148,18
jun/03	130,0	121,01
jul/03	130,0	177,29
ago/03	130,0	190,15
set/03	130,0	122,15
out/03	150,0	141,30
nov/03	150,0	153,94
dez/03	150,0	158,00

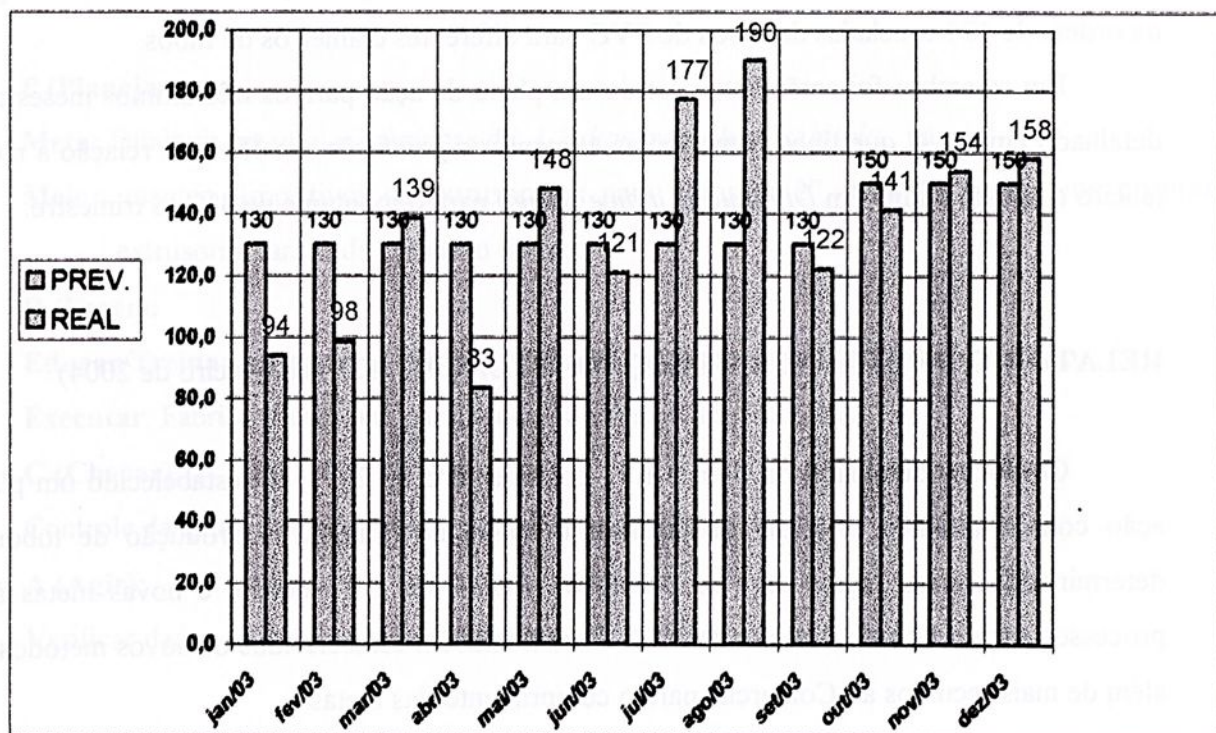


Figura 5.1 - Gráfico de Controle da Produção [T] - (jan. a dez. 2003)

Tabela 5.2 - Refugo [%] - (jan. à dez. 2003)

ANO 2003	PREVISTO	REALIZADO
jan/03	5,0	5,58
fev/03	5,0	5,40
mar/03	5,0	6,05
abr/03	5,0	7,98
mai/03	5,0	10,63
jun/03	5,0	5,53
jul/03	5,0	5,84
ago/03	5,0	6,60
set/03	5,0	5,50
out/03	3,0	4,00
nov/03	3,0	3,80
dez/03	3,0	3,60

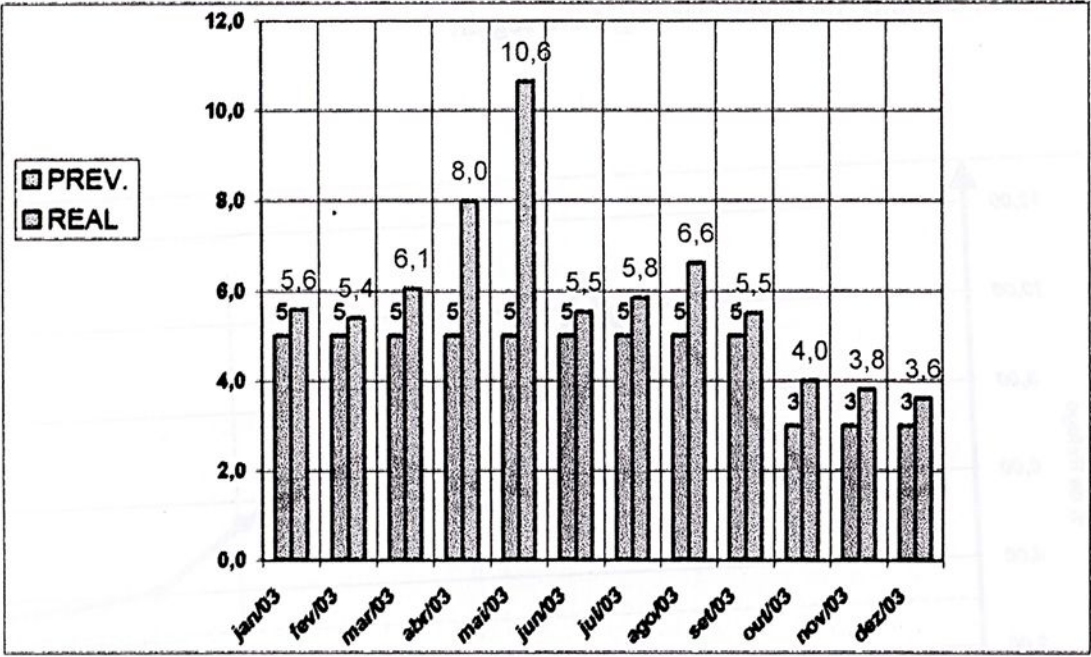


Figura 5.2 - Gráfico de Controle de Refugo [%] - (jan. à dez. 2003)

Analisando os gráficos das Figuras 5.1 e 5.2 fica evidenciado que:

O processo: **Comercial**, conseguiu cumprir sua meta mantendo uma média no trimestre de 151 t de vendas, portanto um crescimento de 15%, já que a média de janeiro a agosto dentro do período se manteve em 131 t, e além disso, priorizou a venda de tubos nos diâmetros: 2", 3" e 4".

O processo: **Produção**, conseguiu reduzir o índice de refugo, que vinha mantendo uma média nos oito primeiros meses de 6,7%, para 3,8% ficando 0,8% acima da nova meta estabelecida mas obtendo uma significativa redução nos custos de fabricação da ordem de: **R\$17.400,00 mensais***

$[6.7\% - 3.8\%] \times 150.0000 \text{ kg} \times \text{R\$ } 4,00/\text{kg} = \text{R\$ } 17.400,00$; considerando:

150 000 kg: Produção mensal

R\$ 4,00: Custo do kilo do Refugo

No cálculo acima não está sendo considerado outras economias indiretas advindas desta melhoria tais como: Energia Elétrica, Mão de Obra, Horas Improdutivas, etc.

Esses resultados mostram um sucesso quase que total do plano já que houve uma redução significativa do índice de refugo (objetivo principal do plano de ação) da ordem de: 43% pois estava na casa de 6,7% nos primeiros oito meses, e caiu para o patamar de 3,8%, conforme é destacado no gráfico de tendências, Fig.5.3 a seguir:

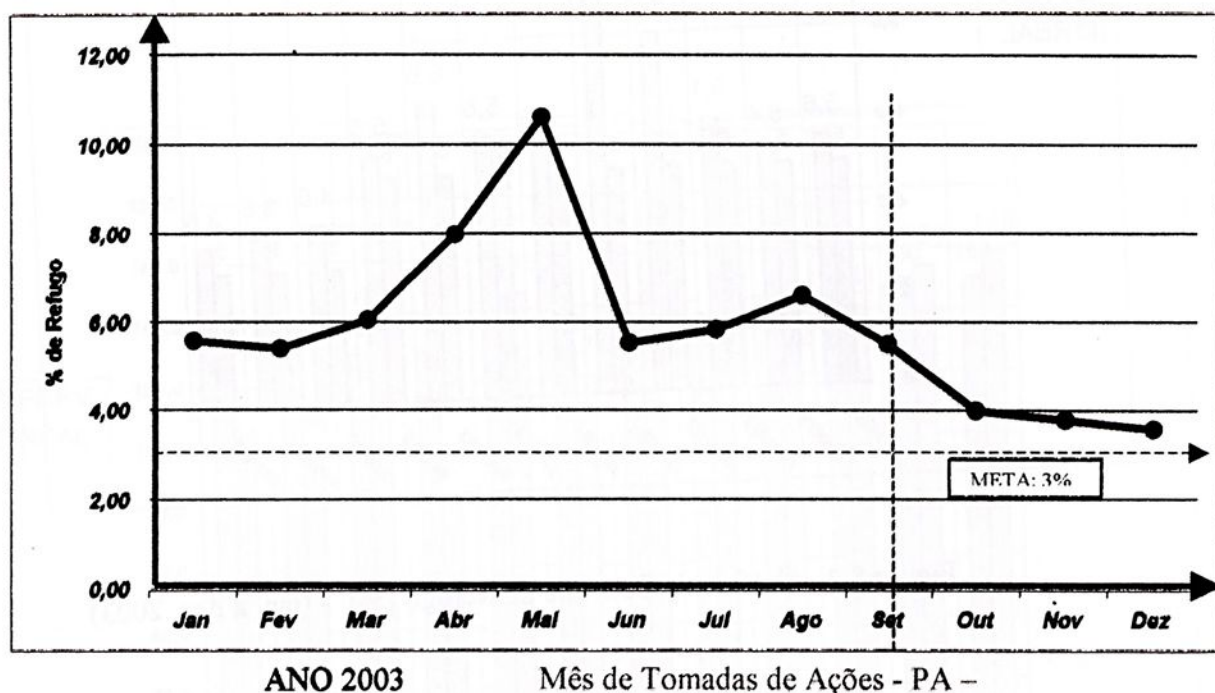


Fig.. 5.3 - Gráfico de Tendências: Queda do Índice de Refugo de Produção de Tubos de PVC a partir de set/03.

RELATÓRIO TERCEIRA GERAÇÃO: SITUAÇÃO FUTURA (ANO DE 2004)

O Sistema de Gestão da Qualidade -SGQ- da ASPERBRAS deverá estabelecer novo plano de ação para ser implantado em 2004 visando implementar a melhoria contínua de seus processos tendo como um dos objetivos estudar e melhorar o desempenho do processo: “Produção” dando especial atenção ao já proposto em 4.1.4 que é: Estudar as razões da “Montagem Inadequada de dispositivos na extrusora”.

Espera se com isso uma redução ainda maior do refugo pois o nível de 3% ainda representa um montante de 4,53 toneladas mensais para uma produção média de 131 toneladas de tubos PVC. Embora este refugo seja 100% reaproveitável, é sabido que está se desperdiçando tempo, energia para reprocessamento entre outros, e até mesmo podendo diminuir a qualidade do produto final mesmo mantendo-a dentro dos padrões aceitáveis, tanto pela empresa como pelas normas técnicas específicas por ela adotadas.



5.2 – Discussão

Este item trata da discussão da abordagem utilizada no estudo de caso, citando as Ferramentas da Qualidade utilizadas e o resultado final obtido com a aplicação delas.

O estudo de caso foi realizado na ASPERBRAS com o objetivo de fazer um diagnóstico no processo de fabricação de tubos PVC visando levantar itens que contribuíam para o aumento do índice de Refugo e promover melhorias neste processo. Durante a realização do diagnóstico foram utilizadas as ferramentas da qualidade: Gráficos de Controle e o “Brainstorming”.

Escolhido o item Refugo como o maior contribuidor para o aumento dos custos de fabricação, utilizou-se novamente a ferramenta Gráficos de Controle e o Diagrama de Pareto a fim de priorizar a não conformidade a ser analisada, e esta não conformidade foi a “Início e Reinício de Fabricação” que pelos levantamentos, era a que mais participava do problema Refugo.

Após esta priorização recorreu-se a duas ferramentas: Diagrama de Ishikawa associado ao “Braistorming” para identificar as causas principais das constantes ocorrências da não conformidade acima citada.

Identificadas as causas principais, novamente utilizando mais duas ferramentas: “5W 2H” e o Ciclo PDCA, estabeleceu-se um plano de ações para provocar a melhoria no processo visando a redução do índice de Refugo na fabricação de tubos PVC.

Com a aplicação do plano, concluiu-se o estudo com a utilização de uma derradeira ferramenta, o Relatório de Três Gerações que descreve as três situações: Passada, Atual e Futura.

Ainda durante a realização do estudo, poder-se-ia ter utilizado outras ferramentas da qualidade, tais como: o CEP – Controle Estatístico do Processo ou até mesmo o “Seis Sigma” que, seguramente refinariam a análise dos dados e poderiam trazer novas propostas de melhorias, mas isto foi previamente analisado e deixado para ser aplicado numa etapa posterior pela própria empresa devido que a aplicação destas ferramentas demandaria um maior tempo e exigiria o importe em investimentos em treinamentos específicos juntos a alguns colaboradores para aplicação das mesmas. Já as ferramentas aplicadas são básicas em sua maioria e exigiu treinamentos cujos investimentos foram poucos, apenas em homem-hora treinado.

Nas discussões com os grupos de trabalho da ASPERBRAS, aventou-se a hipótese de analisar outros fatores que contribuíam para a existência do índice de Refugo, tais como: “Atraso

na Expedição”, “Necessidade de Limpeza de Cabeçote”, etc. Estes itens foram exaustivamente discutidos, porém foram deixados para ser analisados pela própria empresa no futuro.

Há de se ressaltar que o grupo de discussão criado lembrou que o ano de 2003, ano base da realização deste estudo, foi um ano atípico para o mercado de tubos PVC, em razão da recessão econômica brasileira o que dificultava a comercialização dos tubos, obrigando ao setor comercial da empresa a provocar as constantes interferências na produção de tubos o que acarretava o aumento dos set-ups das máquinas trazendo como consequência maior o aumento do índice de Refugo. Certamente, com a esperada retomada do crescimento da economia brasileira esta interferência, que deixou de existir já, durante a aplicação do plano de ações, não se repetirá em razão da constância de propósitos do pessoal da ASPERBRAS e também favorecida pelo própria situação nova do mercado.

Com esta nova situação de mercado, as outras causas, já levantadas, para o aparecimento do Refugo, merecerão da empresa um estudo especial. Um dos itens que seguramente deverá ser estudado pela empresa é o: “Atraso na Expedição” já que as máquinas não deverão estar mais com sua capacidade ociosa em torno de 50% devido ao esperado aumento de vendas. Aí sim, merecerá por parte da empresa uma atenção especial dedicando a implantação das novas ferramentas da qualidade: o CEP e o “Seis Sigma”.

Este estudo, pelos resultados alcançados, foi considerado eficaz já que procurou utilizar as ferramentas da qualidade, simples e apropriadas para o momento econômico da empresa.

CAPÍTULO - 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 – Conclusões sobre o Trabalho

Este estudo discorreu sobre o uso das ferramentas da qualidade na melhoria do processo de fabricação. O trabalho foi feito com base em estudo de caso, onde o objetivo foi reduzir o índice de refugo na fabricação de tubos PVC.

Para tanto, foram aplicados sete tipos de Ferramentas da Qualidade: Gráficos de Controles, Diagrama de Pareto, *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, 5W 2H, Ciclo PDCA e Relatório das Três Gerações, no Processo de Fabricação da indústria ASPERBRAS: Extrusão de Tubos de PVC.

A partir da análise dos dados constantes nos Gráficos de Controle e da sugestão apresentada, durante a aplicação do *Brainstorming*, pelo grupo participante do experimento (setores da ASPERBRAS: de produção, do comercial, de engenharia e controle da qualidade da empresa), foi possível interar melhor essas ferramentas e o processo de fabricação, centrando este estudo no refugo produzido pela fabricação de tubos PVC o que resultou numa **economia significativa para a empresa, estimada em R\$ 17 400,00 mensais a partir de setembro de 2003** sem levar em consideração outras economias indiretas conseqüentes da redução do índice refugo, já comentadas no sub-capítulo 5.2.

Como conclusão final consideramos o trabalho satisfatório pois atingiu as expectativas que era a obtenção de uma melhoria no processo além de promover uma conscientização do pessoal para a importância do uso de Ferramentas da Qualidade. Outras melhorias no processo de fabricação fatalmente poderão ser obtidas com a aplicação de outras Ferramentas da Qualidade, já citadas, tais como: Seis Sigma e CEP, mas demandaria um maior investimento por parte da empresa, principalmente em treinamento de mão de obra para a aplicação destas ferramentas.



6.2 – Sugestão para Trabalhos Futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, seria importante estudar a extensão da aplicação de Ferramentas da Qualidade em organizações que possuem, em seus processos de fabricação, mais de um Sistema de Gestão, como por exemplo: o Sistema de Gestão Ambiental e o Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001 e ISO 14001), procurando assim a integração dos mesmos evitando-se assim a repetição de procedimentos dentro da empresa o que “engessaria” os Sistemas de Gestão. É sabido que as grandes empresas que já possuem esses dois, ou até mais, Sistemas de Gestão, já estão se mobilizando para a integração dos mesmos criando o já conhecido: **“Sistema de Gestão Integrado”**.



CAPÍTULO - 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994 e 2000) ISO 9002 V. 1994 : Sistema da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em Produção e Instalação; ISO 9001 V.2000 Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos.

AFNOR - Association Française de Normalisation; Gestion de la qualité et éléments de système qualité: NF EN 29004 – Paris – AFNOR 1994.

ALVES, Nelson Aparecido – Guia de resolução dos problemas . R. J. Qualitymark, 1998.

ALVES, Nilma R. – (2000) Proposta de dissertação de mestrado: “QFD-Desdobramento da Função Qualidade ao desenvolvimento do Software”, UFMG.

ARAÚJO, Luís O. Rotandaro, Roberto G.; Aquino, Janayna P. R. (2001), “Análise da Aplicabilidade das Ferramentas da Qualidade no Serviço de Formas como Auxílio ao Planejamento para Produção”. <http://alunospos.pcc.br/otavio.Artigos> - acesso em 26/07/04.

ASQC – Principles of Quality Costs. Milwaukee: American Society for Quality Control, 1986

BROH, R.A. - Managing Quality for Higher Profits. N.Y. Mc Graw Hill 1974,

CAMPOS, Vicente Falconi TQC: “Controle da Qualidade Total” (1996)- Fundação Christiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.



CMAI – Chemical Markets Associates INC. www.cmaiglobal.com - acesso em 26/07/04.

CTE – Centro de Tecnologia de Edificações. www.cte.com.br - acesso em 26/07/04.

DEMING, William Edwards – uns dos “gurus” da qualidade (1900-1993)

DAVIDSSON Bengt -*University Lunds* - Suécia {The International Institute for Industria Envirorimental Economics) www.lu.se/IIEE - acesso em 26/07/04.

EAP –FMUSP: Estudo e Análise de Problemas; Faculdade de Medicina da USP- www.saudepublica.bvs.br- acesso em 26/07/04.

ENVIROWISE– PAPER H065 – Pratical Enviromental Advice for Business
www.envirowise.gov.uk- acesso em 26/07/04.

EXAME – Revista Semanal da Editora Abril, edição nº 812 de 03/03/2004, páginas de 64 a 67.

FIGUEIREDO, Kleber; Wauke, Peter (2000) - “Ferramentas da Qualidade Total Aplicadas no Aperfeiçoamento do Serviço Logístico”- CEL-Centro de Estudos em Logística- UFRJ.
<http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-qual-log.htm> -acesso em 26/07/04.

GARCIA, Marlise, D. (2000)- Dissertação de mestrado na UFRS - “Uso Integrado das Técnicas de HACCP, CEP e FMEA”- www.produção.ufrs.br- acesso em 26/07/04.

GARVIN. D. (1984) -What does “product quality rally mean? Sloan Management Review, Fall, Tese em doutorado em engenharia- www.psphome.hpg.ig.com.br. - acesso em 26/07/04. Artigo publicado na revista Sloan Management Review (1984) , páginas 25-43 tradução Otávio Silveira (Fundação Carlos Alberto Vanzolini)

GREENPEACE – www.greenpeace.org - acesso em 26/07/04.

HOFFHERR, Glen D. O Livro; Ferramenta: tomada de decisão e planejamento para otimizar resultados. Trad. Jaqueline Bonelli Smith, supervisão Luiz Liske, Rio de Janeiro: Qualitymark 1995



HOFFHERR, Glen D. & YOUNG, N.W. Trabalhando juntos: para obter melhores resultados. Trad. Outras Palavras, Rio de Janeiro: Qualitymark 1995.

HOFFHERR, Glen D. & YOUNG, N.W. Solução eficaz dos problemas: trabalhando com o seu MESS – gerentes, supervisores, funcionários energizados, proprietários do processo: executivos, líderes, / Strategic Total Enterprise Management. Trad. Outras Palavras, Rio de Janeiro: Qualitymark 1995

ISHIKAWA, Kaoru CCQ Koryo: princípios gerais dos círculos de controle da qualidade. Trad. Mario Nishimura, São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1988

ISO - International Organization for Standardization: ISO 9001:2000- Quality management systems – Requirements

JIS - Japanese Industrial Standards: JIS-Z-8101, de 1999 - Probabilidade e termos estatísticos gerais.

JORGEN, Hans e Stalhane, Tor: “Experience from process improvement in a SME”

www.iscn.at/select_newspaper/measurement/telenor.html -acesso em 26/07/04.

JURAN, J (1988 a) Quality Control Handbook, 4ª ed., N.Y. Mc Graw – Hill 1974

MARTINI, Luís C. Jr. (1999) – Artigo da Revista Banas Qualidade de fev./99 – pg 78-81

“Use Armas na Defesa do Meio Ambiente” www.demartiniambiental.com.br/usearmas.doc.

acesso em 26/07/04.

MELO, Alexandre Meneses de; CARPINETTI, Luiz C. R. (2001) em artigo : “Estudo e Sistematização da Identificação do Objeto de Estudo de Benchmarking”- XXI ENEGEP, Salvador, 17 a 19/ Outubro 2001. www.prod.eesc.usp.br/producao - acesso em 26/07/04.

MIZUNO, Shigeru. Gerência para melhoria da qualidade: as sete novas ferramentas do controle da qualidade. Trad do “Management for Quality Improvement: the seven new QC tools” do original “Kanri-shi to sutafu no shin QC nanatsu dogu”. (As 7 novas ferramentas do CQ para o

supervisor e o “staff”) publicado em 1979 pela JUSE Press). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1993

MOURA, Eduardo. As sete ferramentas gerenciais da qualidade: implementando a melhoria contínua com maior eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994.

NUNES, Luciano Rodrigues; Antonio R. Jr; Wagner Ormanji. Livro: Tecnologia do PVC- (2002) Braskem - www.braskem.com.br - acesso em 26/07/04.

OAKLAND, Johns (1989) – “Total Quality Management”- Livraria Nobel

OHFUJI, Todashi, Manual de Aplicação do Desdobramento da Função da Qualidade, vol.2, Fundação Cristiano Ottoni, BH, 1997.

QUALITE Guide”- MSH: Management Sciences for Health e UNICEF.
<http://erc.msh.org/quality/example/example1.cfm>- acesso em 26/07/04.

ROLT, Miriam I. P. – (1998) Dissertação de mestrado em engenharia na UFSC em junho de 1998: “O Uso de Indicadores para Melhoria da Qualidade em Pequenas Empresas”.
www.eps.ufsc.br/disserta98/rolt - acesso em 26/07/04.

SEBRAE – Querer é Poder: Conceitos Básicos da Qualidade. Módulo 1 do Programa SEBRAE da Qualidade Total para as Micro e Pequenas Empresas, Fundamentos e Ferramentas do Empresário Moderno, Processo Orientado de Implantação da Qualidade Total. Brasília:DF, 1995.

SHEWHART, Walter Andrew – (1891-1967)

SOLVAY do Brasil – “Extrusão de Tubos Plásticos e PVC”.

SOUZA, Roberto, Geraldo Mekbekian; M. Angélica C. Silva; Ana Cristina M. T. Leitão e Márcia M. dos Santos (1994) – Sistema de Gestão da Qualidade – CTE/ SEBRAE.

TOLEDO, J. C. de (1987) – Qualidade Industrial – SP, Atlas, p.18.

TZU, Sun- A arte da guerra. Tradução de Caio Fernando Abreu e Mirian Paglia Costa. 5 ed. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1998.





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Campus de Ilha Solteira
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica

Av. Brasil Centro, 56
CEP 15385-000 - Ilha Solteira - SP
www.dem.feis.unesp.br

