

ANDREA ELIANA BELTRÁN PINTO

**A MELHORIA CONTÍNUA DO PROCESSO, ATRAVÉS DO USO DAS
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do certificado de
Especialista em Gestão e Tecnologias
da Qualidade – MBA / USP**

Orientador:

Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto

São Paulo

2009

RESUMO

A melhoria contínua é um requisito essencial para que uma empresa se destaque entre seus concorrentes e consiga cada vez mais diminuir seus custos de qualidade e possa direcionar seus investimentos para a automatização e desenvolvimento de novos produtos. Com a padronização dos processos e a identificação das entradas e saídas atingir as metas de melhoria fica mais fácil. Neste trabalho são apresentadas as ferramentas básicas da qualidade e algumas ferramentas avançadas para o gerenciamento da qualidade, com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria e padronizar o processo de modo a torná-lo sob controle. É essencial que a empresa analise quais das ferramentas apresentadas são mais adequadas para o tipo de dado a ser controlado e para que o levantamento do dado seja correto para direcionar as ações de melhoria no processo. Após verificar a eficácia destas ações, é possível definir se a meta foi atingida ou há necessidade de novas ações, todo este ciclo é necessário para alcançar a padronização e ter um processo controlado, assim a implantação de melhorias de processo ou produto são mais fáceis de controlar. O estudo de caso tem como meta a diminuição de perdas no processo de impressão flexográfica, o qual é um processo simples, porém existem fatores como matéria prima, máquina, operador, que influenciam na qualidade do produto final e através das ferramentas da qualidade utilizadas como Diagrama de Pareto, Diagrama de Árvore, Método 5W1H e Mapeamento do Processo, surge a definição da origem do problema e a elaboração do plano de ação.

Palavras chaves: Ferramentas da qualidade. Melhoria Contínua. Melhoria no processo.

ABSTRACT

The continuous improvement is an essential requirement for a company stand out among its competitors and can increasingly reduce the costs of quality and can direct their investments to automation and development of new products. With the standardization of procedures and the identification of inputs and outputs to achieve the improvement goals easier. This work presents the basics and some advanced tools for quality management in order to identify opportunities to improve and standardize the process so as to bring it under control. It is essential that a business should analyze which of the tools presented are more appropriate for the type of data to be controlled and that the lifting of the data is correct to direct actions to improve the process. After verifying the effectiveness of these actions, it is possible define whether the goal was met or no need for new shares, the whole cycle is necessary to achieve the standardization and have a controlled process, and the implementation of process improvements or product is easier to control. The case study aims to decrease losses in the flexographic printing process, which is a simple process, but there are factors such as raw materials, machine, operator, which influence the quality of the final product through the quality tools used as Pareto Diagram, Tree Diagram, 5W1H Method and Process Mapping, there is the definition of the origin of the problem and the elaboration of the plan of action.

Keywords: Quality tools, continuous improvement, process improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenvolvimento histórico da qualidade.....	11
Figura 2 - Diagrama de Pareto, identificar incidência de acidentes.....	15
Figura 3 - Diagrama de causa e efeito.....	16
Figura 4 - Tipos de Histogramas.....	17
Figura 5 - Histograma.....	18
Figura 6 - Correlação no Diagrama de Dispersão.....	19
Figura 7 - Carta de controle $\bar{x}$ - R.....	21
Figura 8 - Carta de controle pn.....	22
Figura 9 - Modelo de processo sem controle.....	22
Figura 10 - Folha de Verificação para distribuição do processo produtivo.....	23
Figura 11 - Folha de Verificação para Localização de Defeitos.....	24
Figura 12 - Diagrama de Afinidades.....	27
Figura 13 - Diagrama de Relação.....	28
Figura 14 - Diagrama de Árvore.....	29
Figura 15 - Diagrama Matriz.....	30
Figura 16 - Diagrama de processo decisório.....	31
Figura 17 - Diagrama de Rede de Atividades.....	32
Figura 18 - Ciclo PDCA.....	33
Figura 19 - Substratos impressos por flexografia.....	35
Figura 20 - Impressora Flexográfica banda larga da Flexpower.....	36
Figura 21 - Esquema de uma impressora flexográfica banda larga.....	36
Figura 22 - Característica do "squash" á direita.....	37
Figura 23 - Exemplo de um clichê.....	37
Figura 24 - Anilox.....	37
Figura 25 - Cilindro Porta clichê.....	37
Figura 26 - Perfil da estrutura de uma fita dupla face.....	38
Figura 27 - Grupo Impressor.....	38
Figura 28 - Sistema de transferência da tinta para o substrato.....	38
Figura 29 - Fatores que influenciam na qualidade de impressão.....	39
Figura 30 - Imagem com ganho de ponto, o círculo vermelho é o tamanho original.....	39

Figura 31 - Exemplo de ausência de impressão	40
Figura 32 - Imagem fora de registro	40
Figura 33 - Cor fora do padrão, a esquerda, o padrão de cores	41
Figura 34 - Diagrama de Pareto para as perdas na impressão flexográfica.....	42
Figura 35 - Mapa do Processo de Impressão	42
Figura 36 - Método para controlar tempo de secagem da tinta	44
Figura 37 - Imperfeições devido ao volume alto do anilox	45
Figura 38 - Gráfico de perdas por processo.....	46
Figura 39 - Diagrama de Pareto para as perdas por processo	47
Figura 40 - Gráfico de perdas por tipo de defeito.....	47
Figura 41 - Diagrama de Pareto para os defeitos de impressão	48
Figura 42 - Gráfico de perdas por tipo de material.....	48
Figura 43 - Diagrama de Pareto por tipo de material	49
Figura 44 - Diagrama de Árvore	51
Figura 45 - Diagrama de Árvore	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PDCA	Plan Do Check Act
5W1H	What, Why, Who, When, Where, How
JUSE	Union of Japanese Scientists and Engineers
PVC	Poli Cloreto de Vinila

SUMÁRIO

ESTRUTURA DO TRABALHO	9
INTRODUÇÃO	10
1 FERRAMENTAS TRADICIONAIS DA QUALIDADE	13
1.1 Diagrama de Pareto	14
1.2 Diagrama de Causa e Efeito.....	15
1.3 Histogramas.....	16
1.4 Diagrama de Dispersão.....	18
1.5 Gráfico de Controle.....	20
1.6 Folhas de Verificação.....	22
1.7 Método 5W1H.....	24
2 FERRAMENTAS AVANÇADAS DA QUALIDADE E CICLO PDCA.....	26
2.1 Ferramentas Avançadas da Qualidade	26
2.1.1 Diagrama de Afinidade.....	26
2.1.2 Diagrama de Relação ou Diagrama de Inter Relacionamento.....	27
2.1.3 Diagrama de árvore	28
2.1.4 Diagrama de Matriz.....	29
2.1.5 Diagrama Matriz de Priorização	30
2.1.6 Diagrama de Processo Decisório.....	31
2.1.7 Diagrama de Rede de Atividades ou Diagrama de Setas.....	32
2.2 CICLO PDCA (Plan – Do – Check – Action)	32
3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NA IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS	35

3.1 ESTUDO DE CASO: DIMINUIÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE IMPRESSÃO FLEXOGRÁFICA.....	35
3.1.1 Flexografia	35
3.1.2 Fatores a serem controladas.....	39
3.1.3 Problemas mais comuns no processo de impressão flexográfica.....	40
3.1.4 Análise das perdas do processo	41
3.2 Levantamento dos dados.....	45
 4 CONCLUSÃO	 54
 BIBLIOGRAFIA.....	 56

ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado de forma a definir primeiro as ferramentas da qualidade sejam estas tradicionais ou de planejamento, no capítulo 1 estão as ferramentas tradicionais da qualidade, onde está descrito um pouco sobre o objetivo, aplicação e como utilizá-las na coleta de dados e definir corretamente a causa do problema para que as ações sejam eficazes e acompanhar a evolução destas ações implementadas.

No capítulo 2 estão as ferramentas avançadas ou de planejamento e o método PDCA (Plan Do Check Action), estas ferramentas são mostradas de forma simplificada apenas como um informativo, pois são ferramentas complexas que são utilizadas quando a causa do problema é difícil de se analisar e é necessário bem mais que um método estatístico para encontrar a causa raiz. O método PDCA é uma ferramenta muito eficaz, para gerenciar as mudanças implementadas no processo ou produto, pois faz com que as ações sejam sempre monitoradas para avaliar sua eficácia no atingimento da meta proposta.

O estudo de caso, diminuição de perdas no processo de impressão flexográfica, está no capítulo 3, onde estão as ferramentas utilizadas para definir as causas das perdas e conseqüentemente elaborar o plano de ação e avaliar a eficácia das ações. Neste capítulo também descreve-se um pouco sobre a flexografia, mostrando através de figuras os tipos de defeitos encontrados.

No capítulo 4 está a conclusão do trabalho, embasada em como a utilização das ferramentas ajuda a identificar as melhorias no processo. Ao definir as ferramentas que serão utilizadas para acompanhar as falhas e identificar as melhorias, este processo deve ser incorporado no dia a dia e não deixá-lo como um estudo à parte, pois tornando a utilização das ferramentas e a análise dos dados como parte integrante do trabalho, as pessoas tendem a se aprofundar mais no que estão fazendo e a ter mais idéias para aperfeiçoar o processo e colocá-las em prática, conseqüentemente a motivação aumenta e a tendência é sempre melhorar.

INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade sofreu mudanças durante todos estes anos, inicialmente o conceito principal de qualidade era a inspeção do produto final, ou seja, verificar se o produto estava dentro dos padrões estipulados.

Em Werkema (1995), cita-se que a Segunda Guerra Mundial foi o grande catalisador para a aplicação do controle de qualidade em grande parte das indústrias norte americanas, isto porque durante o período de guerra a exigência de produtos com qualidade e mais baratos eram maiores, o que contribuiu para a adoção de métodos estatísticos durante a produção.

Em 1946, foi criada a JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers), onde o objetivo deste grupo formado por engenheiros e pesquisadores, foi disseminar os conhecimentos a respeito do controle de qualidade e assim melhorar a qualidade dos produtos japoneses, empregando intensivamente as técnicas estatísticas.

Devido ao emprego intensivo das técnicas estatísticas, como inspeção por amostragem e gráficos de controle, as pessoas tinham a impressão que o controle de qualidade era algo difícil de se trabalhar e outro problema era a pouca importância dada por presidentes e diretores de uma empresa, ficando o conhecimento restrito a aqueles que trabalhavam diretamente com o controle de qualidade.

Percebendo esta situação e também analisando as diferenças culturais entre os países, os japoneses evoluíram os métodos de controle da qualidade, originando o Controle de Qualidade Total no estilo japonês.

Segundo Miguel (2006), nas últimas décadas devido a globalização e a competitividade entre as empresas o conceito de qualidade mudou, onde o envolvimento de todos os setores da empresa é maior a fim de garantir o sucesso do produto e atuar de maneira mais preventiva e sistêmica e não mais somente corretiva.

Para Miguel (2006), o desenvolvimento histórico da qualidade, passou por quatro fases distintas, como descrito na Figura 1.

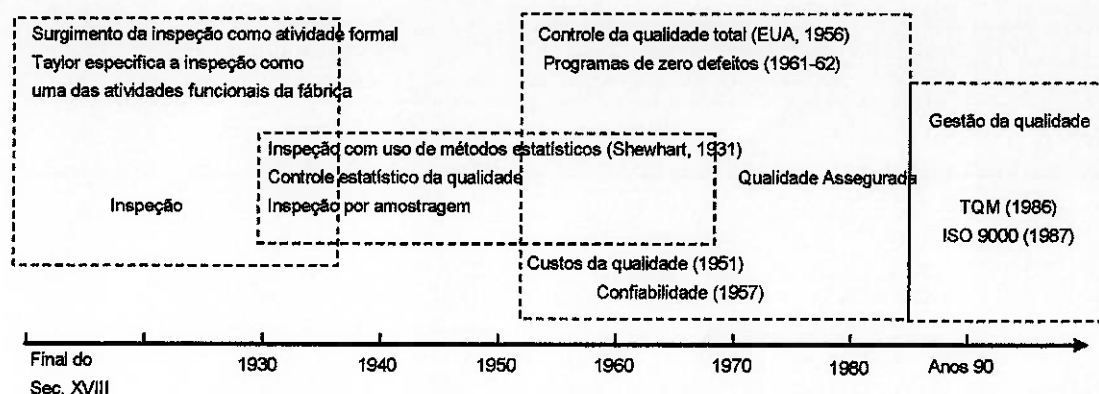


Figura 1 - Desenvolvimento histórico da qualidade

Com base neste conceito de trabalhar preventivamente, os métodos estatísticos são um aliado eficaz no controle da qualidade, porém estes métodos devem estar consolidados na empresa para que não haja erros durante a obtenção dos dados e a definição clara do que se quer estudar, auxilia na escolha do método de análise e conseqüentemente o diagnóstico tem mais fundamento. Estes métodos estatísticos são abordados no trabalho, como ferramentas da qualidade, pois segundo Kume (1993, p.ix) "os métodos estatísticos são ferramentas eficazes para a melhoria do processo produtivo e redução de seus defeitos [...]", e este é o objetivo da qualidade, diminuir o número de produtos defeituosos, melhorando assim as etapas da produção e o produto.

Um conceito apresentado em Kume (1993), a respeito do que causa produtos defeituosos, diz respeito a variação do processo, pois conceitualmente se não há variação na matéria prima, máquinas, método de trabalho ou de inspeção, os produtos produzidos deveriam ser iguais, ou todos defeituosos ou todos sem defeitos, porém existe uma variação nos itens acima citados e deve-se estudar quais são as variáveis na matéria prima, máquina, método de trabalho ou de inspeção que influenciam nas características da qualidade, ou seja o mapeamento de cada processo é fundamental.

Neste trabalho são apresentadas as ferramentas básicas da qualidade, tais como:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Causa e Efeito
- Histograma
- Diagrama de Dispersão ou Diagrama de Correlação

- Gráfico de Controle ou Carta de Controle
- Folha de Verificação
- Método 5W1H

Algumas ferramentas de planejamento de qualidade são citadas de maneira breve, apenas para conhecimento, estas ferramentas são:

- Diagrama de Afinidades
- Diagrama de Relações ou Diagrama de Inter Relacionamento
- Diagrama Árvore
- Diagrama de Matriz
- Diagrama Matriz de Priorização
- Diagrama de Processo Decisório
- Diagrama de Rede de Atividades ou Diagrama de Setas

Os dados obtidos através das ferramentas estatísticas da qualidade, revelam um cenário onde são definidas metas. Para atingir a meta proposta é aplicado um método conhecido como PDCA (Plan – Do – Check – Action), muito utilizado na implantação de melhorias no processo, produto ou em qualquer projeto inovador, pois este método permite utilizar as ferramentas da qualidade mais adequada na resolução do problema, onde as ações definidas, devem ser monitoradas para verificar a eficácia, ou seja, se a meta foi atingida ou não, e em caso negativo propor novas ações.

No dia a dia da empresa, onde as respostas devem ser dinâmicas e os custos relacionados a não qualidade cada dia devem ser menores, o mapeamento do processo, o uso de fluxogramas atuam como um complemento para entender o processo a ser melhorado seja ele administrativo ou produtivo.

As ferramentas da qualidade sejam elas estatísticas, de planejamento, ciclo PDCA, mapeamento de processos e fluxogramas são conceitos básicos que são utilizados cada vez mais a nível gerencial para tomada de decisões com o objetivo de melhorar continuamente o processo analisado e atingir a excelência em qualidade.

1 FERRAMENTAS TRADICIONAIS DA QUALIDADE

As ferramentas tradicionais da qualidade são utilizadas preferencialmente como um apoio ao desenvolvimento da qualidade, para aquelas ferramentas onde o princípio é a coleta de dados. Segundo Kume (1993) três questões básicas devem ser respondidas após definido qual o objetivo da coleta de dados, controle e acompanhamento do processo de produção, análise de não conformidades e inspeção:

- Qual é o seu propósito?
- As medições são confiáveis?
- Ache as maneiras corretas para registrar os dados.

Estas questões são importantes porque sabendo a característica da qualidade a ser estudada, define-se qual o melhor método para realizar a coleta de dados de modo que o estudo esteja fundamentado em dados confiáveis.

Em relação as medições, é recomendável realizar um estudo de R&R (Repetibilidade e Reprodutibilidade) com o objetivo de conhecer a variação das medições obtidas com um dispositivo de medição e usado várias vezes por um mesmo analista para medir a característica de uma peça. Através da reprodutibilidade conhece-se a variação das médias das medições realizadas por diferentes analistas, medindo uma mesma característica. Esta etapa de estudo da repetibilidade e reprodutibilidade é importante para analisar como está o sistema de medição utilizado e determinar se há necessidade de treinamento ou de melhoria de alguma etapa da medição.

As ferramentas tradicionais da qualidade apresentadas são:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Causa e Efeito
- Histograma
- Diagrama de Dispersão (ou Diagrama de Correlação)
- Gráfico de Controle (ou Carta de Controle)
- Folha de Verificação
- Método 5W1H

1.1 Diagrama de Pareto

A origem deste diagrama utilizado no controle da qualidade segundo Kume (1993) vem do Dr. J.M. Juran que soube direcionar o método gráfico do economista M.C. Lorenz baseada em uma fórmula criada pelo economista italiano V. Pareto, para o controle da qualidade classificando os problemas nos poucos vitais e nos muitos triviais.

O Diagrama de Pareto, segundo Werkema (1995), tem a finalidade de dispor as informações de modo que fique evidente a priorização para a resolução do problema analisado e o estabelecimento de metas.

Segundo Miguel (2006), através do Diagrama de Pareto é possível classificar causas (pela frequência em que ocorre), que podem ser defeitos, não conformidades, etc.

O diagrama de Pareto é uma ferramenta muito utilizada nas empresas para priorização de problemas, é de fácil compreensão e conhecendo qual ou quais os problemas, define-se quais outras ferramentas podem ser utilizadas para realizar o plano de ação para atribuir metas com o objetivo de diminuir a frequência dos problemas detectados.

Para construir o Diagrama de Pareto, segundo Brassard (2000) e Kume (1993), o primeiro passo é definir qual o problema, quais os dados necessários, bem como a unidade de medida e o período a ser analisado, o segundo passo é definir a folha de coleta de dados, a fim de construir uma tabela conforme mostrado na Tabela 1.

Corpo	Quantidade	FR	FA
Membros	28	56,0%	56,0%
Cabeça	12	24,0%	80,0%
Tronco	10	20,0%	100,0%
Total	50	100,0%	

Tabela 1 - Dados do Diagrama de Pareto para incidências de acidentes

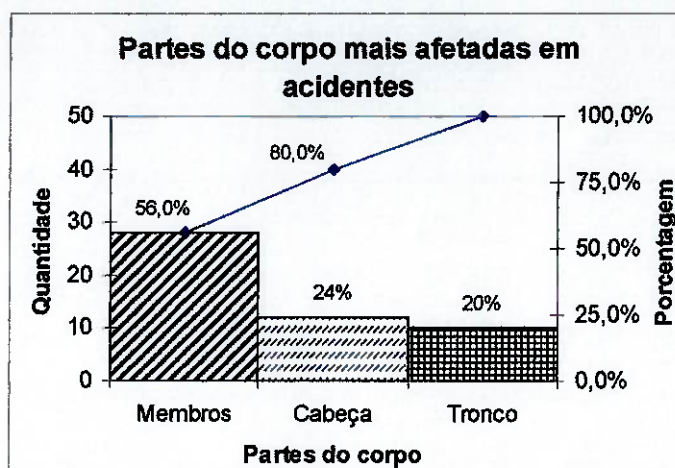


Figura 2 - Diagrama de Pareto, identificar incidência de acidentes

Na Figura 2, está a representação gráfica do Diagrama de Pareto sobre as partes do corpo mais afetadas em acidentes, mostrando a frequência acumulada e a classificação de cada parte do corpo afetada, onde a parte do corpo com maior incidência de acidentes são os membros, responsáveis por 56,0% do total de acidentes, com esta informação, sabe-se que as ações devem focar a proteção dos membros.

1.2 Diagrama de Causa e Efeito

Conhecido também como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, este diagrama é utilizado para identificar as possíveis causas relacionadas ao efeito que está sendo estudado, e é comumente utilizado para estruturar o “*brainstorming*” (tempestade de idéias).

As causas podem ser classificadas como: medição, material, método, meio ambiente, mão de obra e máquina.

Na Figura 3, está um exemplo do Diagrama de Causa e Efeito, onde no lado direito (na cabeça do peixe) coloca-se o efeito estudado e desenha-se a espinha dorsal, no topo de cada espinha está a causa primária e nas espinhas secundárias estão as causas secundárias, dependendo do efeito estudado, existem ainda causas

terciárias e assim por diante, proporcionando um estudo mais aprofundado para depois analisar quais as causas que possuem maior influência no efeito e planejar as ações necessárias.

Segundo Kume(1993), vários métodos podem ser utilizados em conjunto para analisar um problema, e a combinação entre o Diagrama de Pareto e o Diagrama de Causa e Efeito é muito útil, pois após determinar a causa e realizar as ações necessárias é interessante acompanhar a melhoria do processo através de um novo Diagrama de Pareto para verificar a eficácia das ações.

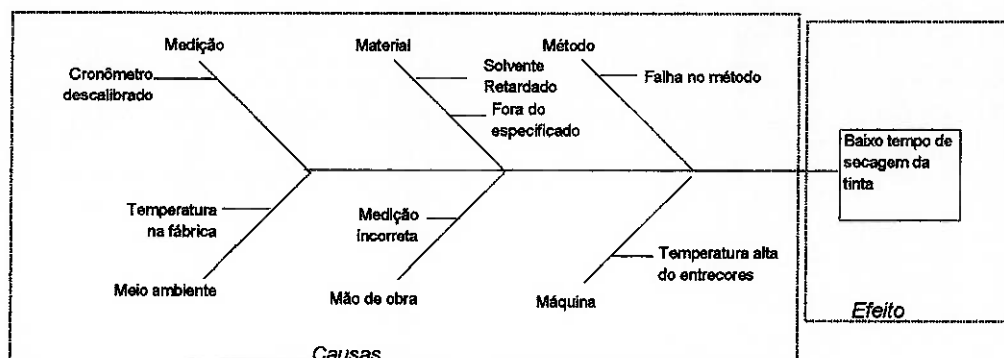


Figura 3 - Diagrama de causa e efeito
Fonte: Kume (1993)

1.3 Histogramas

O Histograma é muito utilizado para visualizar a distribuição dos valores de uma determinada característica em função da frequência em que ocorre. Segundo Kume (1993), dependendo da distribuição dos valores, existem diferentes perfis de Histograma, como mostrado na Figura 4 e comentados como segue.

- Tipo Geral: apresenta um perfil simétrico ou em forma de sino, onde a frequência mais alta está no meio e vai diminuindo para os extremos, ocorre mais frequentemente
- Tipo Pente: perfil tipo multi-modal, a distribuição da frequência média para as extremidades não é regular, existindo oscilação de pontos maiores e menores
- Tipo assimétrico positivo ou tipo assimétrico negativo, a frequência média se encontra em umas das extremidades, ou para a direita ou para esquerda, os valores estão próximos ao limite inferior ou superior

- d) Tipo abrupto à esquerda ou tipo abrupto à direita, quando o valor médio da frequência está localizado à esquerda ou à direita e existe uma queda abrupta entre os valores, normalmente encontrado em inspeções separadoras
- e) Tipo achatado: os valores de frequência estão muito próximos, mistura de várias distribuições
- f) Tipo picos duplos: frequência baixa próximo ao meio da amplitude
- g) Tipo pico isolado: quando existem mais de um pico no histograma.

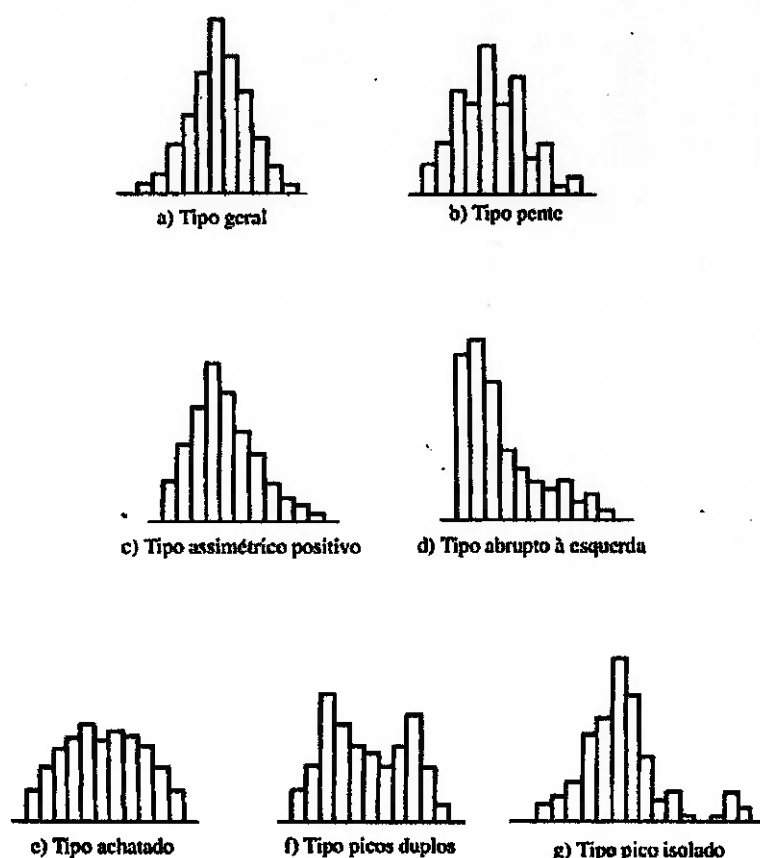


Figura 4 - Tipos de Histogramas

Para realizar a análise através de um Histograma é necessário obter os dados referentes a característica analisada, e com os dados coletados classificá-los em classes, calcular o ponto médio e a frequência, na Tabela 2 estão os valores para construir o gráfico como mostrado na Figura 5, este exemplo foi baseado em Brassard (2000), em Kume (1993) há o passo a passo para construir um Histograma.

Classe	Limites de classe	Ponto Médio	Frequência	Total
1	9,00 - 9,19	9,1 I		1
2	9,20 - 9,39	9,3 IIII		9
3	9,40 - 9,59	9,5 IIII IIII I		16
4	9,60 - 9,79	9,7 IIII IIII IIII IIII II		27
5	9,80 - 9,99	9,9 IIII IIII IIII IIII IIII		31
6	10,00 - 10,19	10,1 IIII IIII IIII IIII II		22
7	10,20 - 10,39	10,3 IIII IIII II		12
8	10,40 - 10,59	10,5 II		2
9	10,60 - 10,79	10,7 IIII		5
10	10,80 - 10,99	10,9		0

Tabela 2 - Dados para construir o histograma

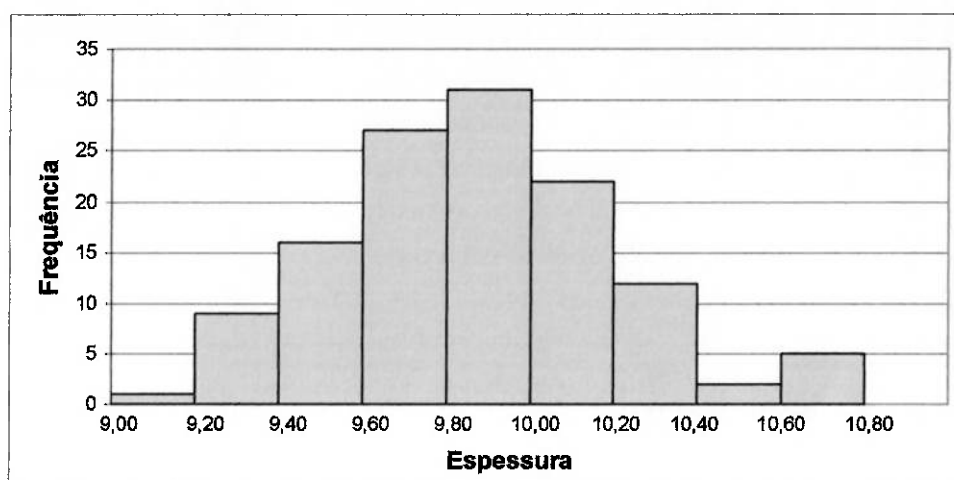


Figura 5 - Histograma

Através do histograma é possível analisar a tendência do processo produtivo para a característica que está sendo analisada e direcionar as ações implementadas com maior clareza, pois estão baseadas em dados do processo.

1.4 Diagrama de Dispersão

Esta ferramenta permite conhecer a relação entre duas variáveis, por exemplo, qual a influência da concentração de solvente na tinta com o tempo de secagem, ou seja, verificar a relação de causa e efeito entre duas variáveis, onde se analisa se a

relação existe e principalmente em que intensidade, as variáveis analisadas também podem ser duas causas ou dois efeitos de um processo.

Ao construir o diagrama de dispersão é importante analisar como os pontos estão distribuídos no gráfico para concluir se há correlação entre as duas variáveis analisadas e se a mesma é negativa ou positiva, como mostrado na Figura 6.

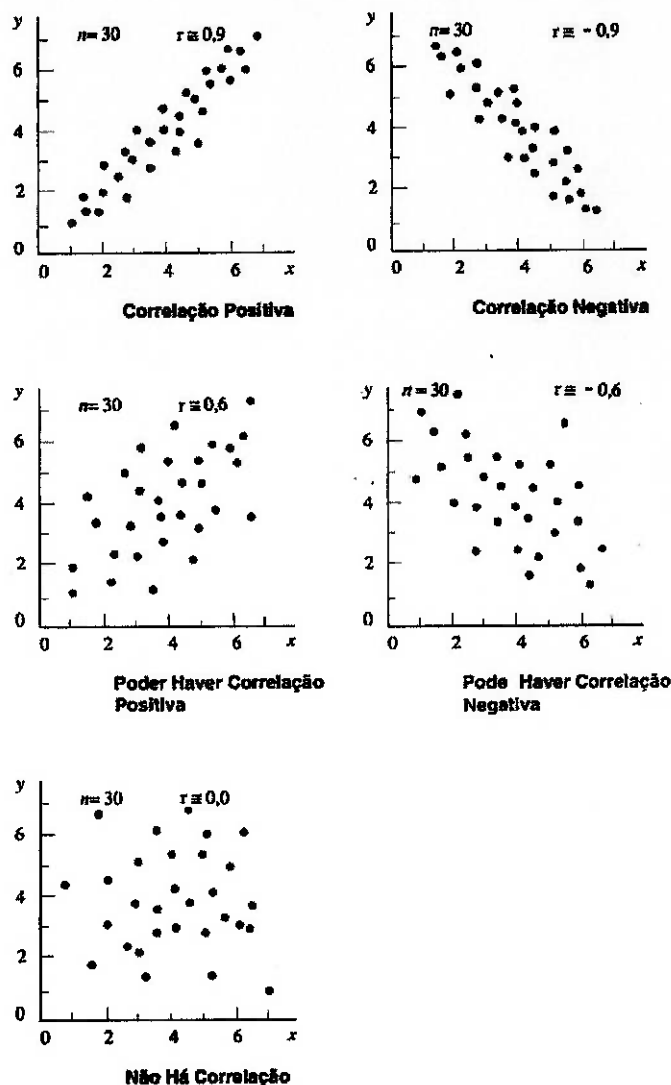


Figura 6 - Correlação no Diagrama de Dispersão
 Fonte: Kume (1993)

Quanto maior é o agrupamento dos pontos, a correlação entre as duas variáveis é mais intensa, e seguindo o mesmo raciocínio quanto maior é a dispersão dos pontos a correlação diminui se tornando praticamente nula.

Calcular o coeficiente de correlação permite que a análise seja feita através de cálculos matemáticos e não somente por uma interpretação do gráfico.

Segundo Kume (1993), o valor do coeficiente de correlação (r), deve estar no intervalo entre maior ou igual a -1 e maior ou igual a 1. Se o resultado absoluto for maior que 1, houve um erro de cálculo. Quanto mais próximo de um for o valor do coeficiente de correlação, mais forte é a correlação entre as duas variáveis e quanto mais próximo a zero a correlação é fraca. Em valores positivos próximos a um diz-se que a correlação é positiva e em valores negativos próximos a uma correlação é negativa.

Além de todos os fatores apresentados acima, o profundo conhecimento do processo analisado é importantíssimo, para que não haja uma interpretação errônea do diagrama o que pode contribuir para uma falsa correlação.

Outro ponto importante apontado em Kume (1993) é a estimativa de linhas de regressão, para que se possa verificar se os pontos estão próximos a linha ou não, e os pontos que estejam fora devem ser estudados com o intuito de conhecer se a causa do desvio foi um erro de apontamento ou existe uma falha pontual no processo.

1.5 Gráfico de Controle

Esta ferramenta é utilizada para saber se o processo está se mantendo sob controle, são utilizados os valores nominais e o limite superior e inferior, onde os limites superior e inferior são calculados pela fórmula $(\text{valor médio}) \pm 3X$ (desvio padrão). Através deste gráfico é possível verificar se o processo está sob controle ou há tendência a ir para o limite superior ou para o limite inferior, não se deve confundir os limites superiores e inferiores de controle com os limites de especificação, pois estes últimos são utilizados para determinar se um produto está conforme ou não as especificações e os limites de controle são para acompanhar o processo.

Fazendo o acompanhamento do processo através desta ferramenta, é possível tomar certas ações preventivas, a fim de eliminar uma parada de máquina ou melhorar a eficiência da produção.

A variação de um produto pode ser classificada em dois tipos, segundo Kume (1993):

- causa aleatória: são variações inevitáveis no processo, mesmo que o controle de matéria prima e máquina sejam controlados;
- causa assinalável: são variações evitáveis, que devem ser investigados, pois algum padrão especificado não está sendo cumprido.

Existem diferentes tipos de gráficos de controle dependendo da característica controlada, segundo Miguel (2006) o gráfico de controle pode ser por variável, quando as características possuem um valor numérico, como por exemplo, espessura, peso, largura, etc, ou controle por atributos, quando as características apresentam valores do tipo binário, como por exemplo conforme/ não conforme, passa/não passa, etc.

Para o controle variável, os gráficos utilizados são o $\bar{x}$ - R (média e amplitude) (Figura 7) e x (valor individual). No controle por atributos os gráficos são: pn (número de itens defeituosos) (Figura 8), p (fração defeituosa), c(número de defeitos) e u (número de defeitos por unidade), deve-se analisar os dados obtidos para verificar qual o tipo de gráfico de controle a ser utilizado e conforme o tipo de gráfico, os limites de controle são calculados por fórmulas específicas.

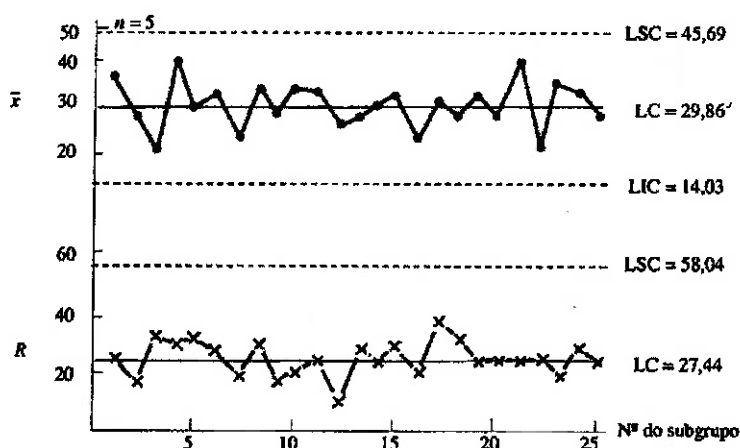


Figura 7 - Carta de controle $\bar{x}$ - R

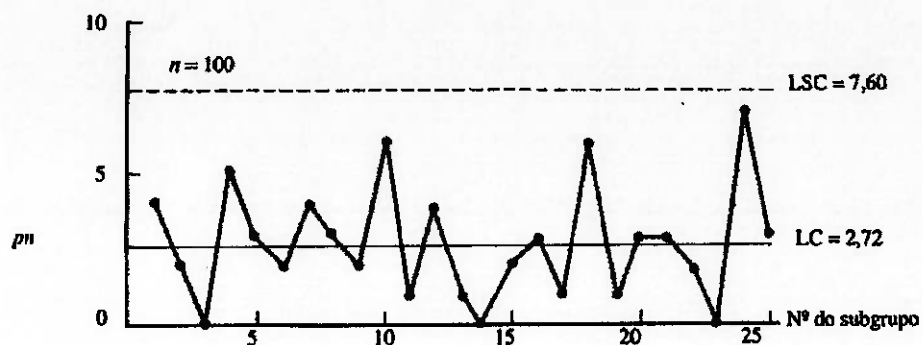


Figura 8 - Carta de controle pn

A interpretação dos pontos do gráfico de controle deve ser baseada na seqüência dos pontos, na sua localização e alternância, como por exemplo, se os pontos tendem a compor uma linha contínua, ou formam uma seqüência em uma mesma região do gráfico, isso representa que o processo deve ser ajustado.

Na Figura 9, o gráfico mostra situações onde o processo não está sob controle, devido a seqüência de pontos e a localização deles.

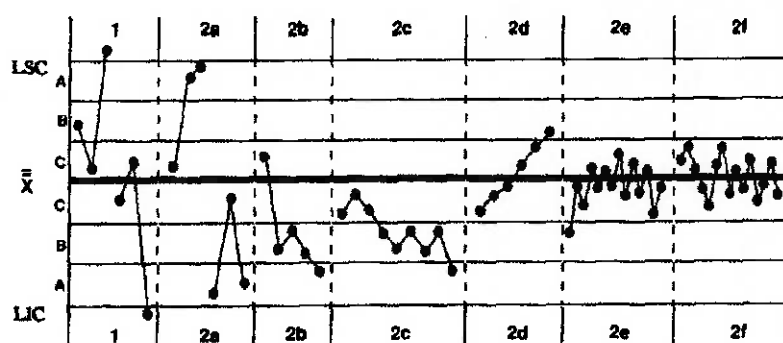


Figura 9 - Modelo de processo sem controle

1.6 Folhas de Verificação

O objetivo da folha de verificação segundo Kume (1993) é facilitar a coleta de dados e organizar os dados simultaneamente a coleta, normalmente esta folha de verificação é um formulário que pode ser impresso ou eletrônico, onde constam as

características a serem avaliadas e o operador preenche apenas a frequência em que um defeito, desvio ou local do defeito ocorre.

Outro ponto importante é estabelecer qual o período de coleta, o tempo adequado para registrar os dados, a maneira de registrar, seja através de símbolos ou marcas devem ser fáceis de serem assimilados e interpretados independente do operador.

Existem quatro tipos básicos de folha de verificação dependendo dos dados analisados. O primeiro é a folha de verificação para a distribuição do processo de produção, como mostra a Figura 10 esta folha é mais utilizada para verificar a frequência da variação de uma determinada característica dimensional, onde é interessante dimensionar esta variação. O segundo é a folha de verificação por item defeituoso, nesta folha já são impressos os principais defeitos onde é analisada a frequência de incidência de cada um. O terceiro é a folha de verificação para localização de defeitos, este tipo de controle é indicado para saber o local da incidência de um determinado defeito de produção, para facilitar a compreensão e padronizar a análise é necessário colocar um desenho da peça e numerar as regiões onde pode ocorrer o defeito, como mostra a Figura 11. A quarta folha é a folha de verificação de causa de defeito, onde há uma relação entre equipamentos, operador, dias da semana e turnos.

	Desvio	Marcas																				Frequência
		5					10					15					20					
	-10																					
	-9																					
Especificação	-8																					
	-7																					
	-6																					
	-5	X																				1
	-4	X	X																			2
	-3	X	X	X	X																	4
	-2	X	X	X	X	X	X															6
	-1	X	X	X	X	X	X	X	X	X												9
8,300	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										11
	1	X	X	X	X	X	X	X	X													8
	2	X	X	X	X	X	X	X														7
	3	X	X	X																		3
	4	X	X																			2
	5	X																				1
	6	X																				1
	7																					
Especificação	8																					
	9																					
	10																					
Total																						55

Figura 10 - Folha de Verificação para distribuição do processo produtivo
Fonte: Kume (1993)

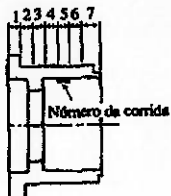
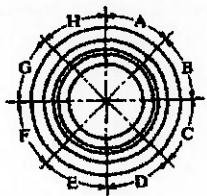
Folha de Verificação para Localização de Bolha

Número e nome do produto: _____

Material: _____

Fabricante: _____

1. Croqui

2. Localização do defeito

Radial	1	2	3	4	5	6	7	10
Circular								
A			/					1
B								
C								
D								
E	//		///					9
F	/	//						3
G								
H								
	4	2	7					13

Figura 11 - Folha de Verificação para Localização de Defeitos
Fonte: Kume (1993)

1.7 Método 5W1H

O objetivo desta ferramenta é organizar através de um cronograma de planejamento de execução as ações, prazos e responsáveis além de outras informações, possibilitando uma informação rápida e clara do que deve ser realizado com o objetivo de atingir uma meta estipulada.

O método 5W1H consiste em 6 perguntas básicas que são respondidas para uma ação já definida, as perguntas são em inglês, entre parênteses está a definição em português.

- What? (O quê?)
- Why? (Por quê?)
- Who? (Quem?)
- When? (Quando?)
- Where? (Onde?)
- How? (Como?)

Atualmente também se usa o *how much* (quanto?), para a definição de custo. As respostas a estas perguntas são dispostas em colunas no cronograma o que facilita a consulta rápida e objetiva.

Este método também pode ser utilizado como uma forma de padronizar o processo, pois as informações ficam claras para o operador consultar, no caso de dúvidas quanto a uma irregularidade identificada no processo ou no produto.

2 FERRAMENTAS AVANÇADAS DA QUALIDADE E CICLO PDCA

2.1 Ferramentas Avançadas da Qualidade

As ferramentas avançadas da qualidade são também conhecidas como ferramentas de planejamento da qualidade e tiveram origem nos trabalhos de pesquisa operacional após a II Guerra Mundial, entre 1972 e 1979 a Associação Japonesa para o Desenvolvimento da Qualidade testou-as e foram apresentadas por Shigeru Mizuno.

As ferramentas de planejamento da qualidade, segundo Miguel (2006) e Werkema (1995), são as seguintes:

- Diagrama de Afinidades
- Diagrama de Relações ou Diagrama de Inter Relacionamento
- Diagrama Árvore
- Diagrama de Matriz
- Diagrama Matriz de Priorização
- Diagrama de Processo Decisório
- Diagrama de Rede de Atividades ou Diagrama de Setas

2.1.1 Diagrama de Afinidade

É uma ferramenta utilizada para organizar um grande número de idéias e verificar a relação natural entre elas, sendo um processo intuitivo, segundo Paris (2002).

É uma técnica que estimula a criatividade, fazendo com que o grupo fique mais coeso e estimulado a buscar a solução dos problemas, porém o grupo deve estar motivado e saber trabalhar em equipe.

Segundo Werkema (1995), as idéias propostas são colocadas em determinados grupos para organizar as informações de modo a mostrar um caminho para a solução do problema.

Na Figura 12, é mostrado um esquema de diagrama de afinidades apresentado por Werkema(1995).

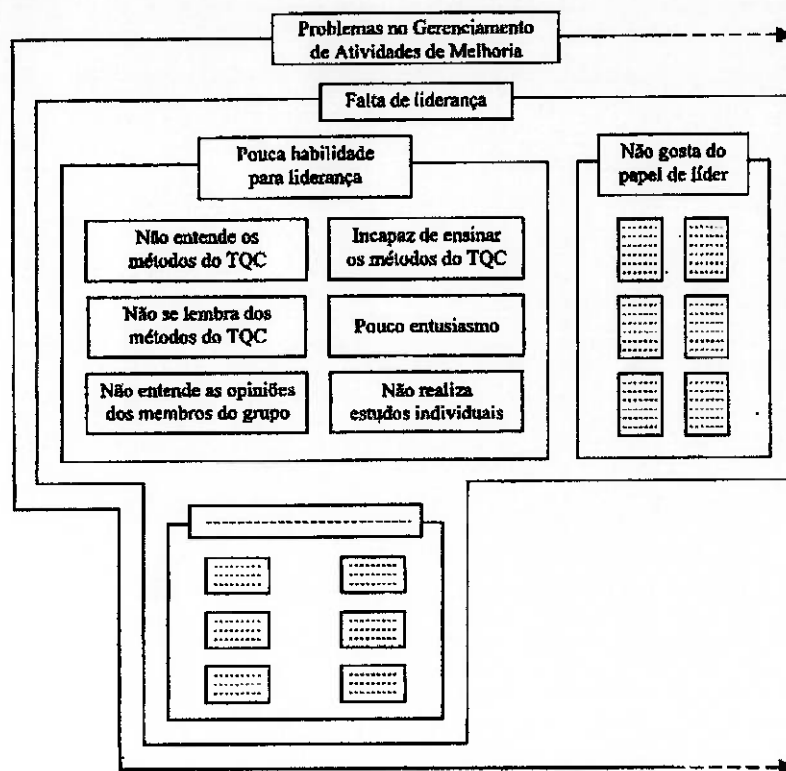


Figura 12 - Diagrama de Afinidades

2.1.2 Diagrama de Relação ou Diagrama de Inter Relacionamento

O processo de criação deste diagrama ajuda a equipe a analisar a relação natural de causa e efeito entre os diferentes aspectos de um problema.

Segundo Paris (2002), o diagrama de relação pode ser utilizado quando:

- um assunto é tão complexo, que se torna difícil determinar as inter-relações entre idéias;
- a seqüência correta de ações da gerência é fundamental;
- existe um sentimento ou suspeita de que o problema em discussão seja apenas um sintoma;
- há tempo bastante para completar o processo de reiteração e definir causa e efeito.

Os dados podem ter origem em um "brainstorming", Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Afinidades ou Diagrama de Árvore, como descrito por Miguel (2006),

na Figura 13 é mostrado um exemplo deste diagrama apresentado por Werkema(1995).

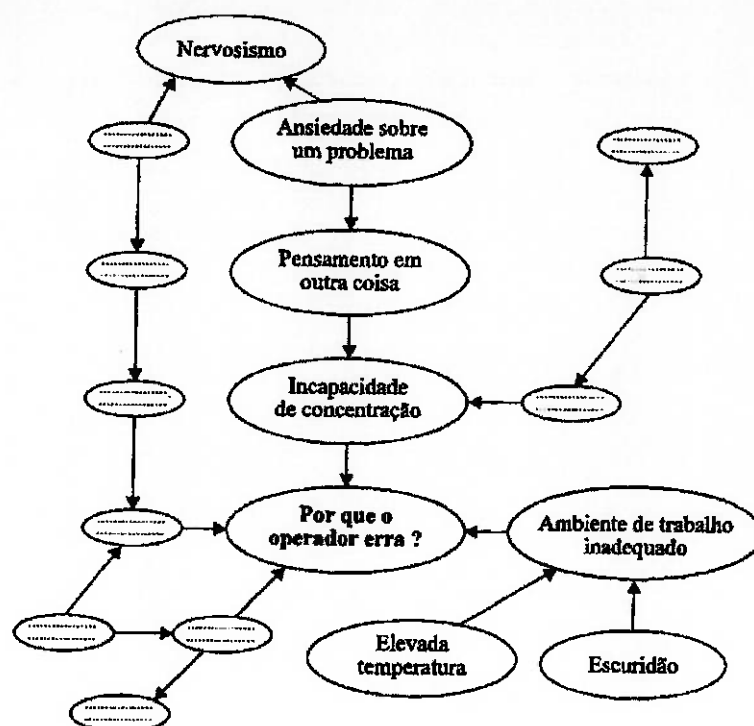


Figura 13 - Diagrama de Relação

2.1.3 Diagrama de árvore

O emprego de um diagrama de árvore, segundo Werkema(1995) é na definição de estratégia para a solução de um problema e identificar o que pode ser melhorado no processo analisado. O diagrama de árvore assemelha-se a um organograma, porém em sentido oposto.

Este diagrama é utilizado para:

- dispor e mapear os motivos que geraram a falha ou o problema que se está analisando
- desenvolver etapas lógicas para alcançar um objetivo, a partir de uma informação geral
- analisar o problema ou falha em detalhes

- validar a implementação de diversas ações para um determinado problema ou falha
- como uma ferramenta de comunicação, para explicar um processo em detalhes

A Figura 14 mostra um diagrama de árvore tendo como exemplo, eliminar erros de datilografia, segundo Aguiar(2006)

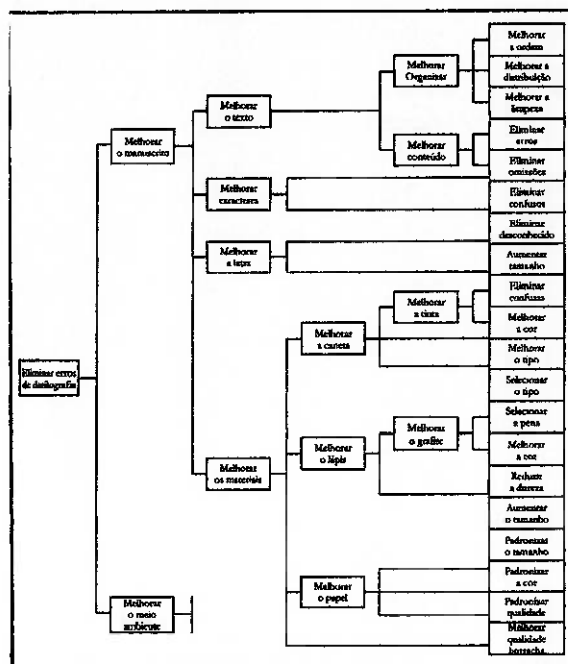


Figura 14 - Diagrama de Árvore

2.1.4 Diagrama de Matriz

O diagrama de matriz tem por finalidade mostrar a correlação entre idéias ou procedimentos de um grupo em relação a outros grupos. Segundo Miguel (2006), este diagrama é freqüentemente utilizado pra definir responsabilidades em planos de implantação.

Segundo Werkema (1995) esta correlação entre os grupos é demonstrada através de símbolos, na intersecção da linha com a coluna, isto facilita a visualização do problema como um todo e a identificação da área onde se concentra a falha, uma representação deste diagrama está na Figura 15.

Esta ferramenta permite:

- análise do problema sob diversos ponto de vista
- distribuição de tarefas
- identificação de gargalos e pontos críticos

Causa do Defeito Tipo de Defeito	A	B	C	D	E	F
I	⊙	○				
II				○	□	
III	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
IV			⊙	⊙		□
V				⊙		

Relacionamento:

⊙ Muito forte

○ Forte

□ Fraco

Figura 15 - Diagrama Matriz

2.1.5 Diagrama Matriz de Priorização

Como o próprio nome já diz é um diagrama onde é identificado qual deve ser a prioridade para se realizar um plano de ação para alcançar o objetivo estipulado inicialmente. Esta matriz combina o diagrama de árvore com o diagrama de matriz.

Este diagrama segundo Werkema (1995) é utilizado quando:

- pontos chaves identificados, porém sua quantidade deve ser reduzida
- existe concordância entre os dados analisados, porém há discordância na ordem de abordar cada dado
- muitos problemas a serem solucionados, porém há limitações financeiras e de pessoas
- há correlação entre as opções para solução do problema

2.1.6 Diagrama de Processo Decisório

Segundo Werkema(1995), esta ferramenta é utilizada para melhorar o processo de decisão para a solução de um problema com o objetivo de atingir uma meta estipulada, através deste diagrama é possível melhorar o plano de ação.

É uma ferramenta utilizada quando o processo é novo ou único, a solução do problema é complexa e de difícil solução ou para a padronização de atividades.

A Figura 16 mostra um exemplo de diagrama de processo decisório, segundo Werkema (1995)

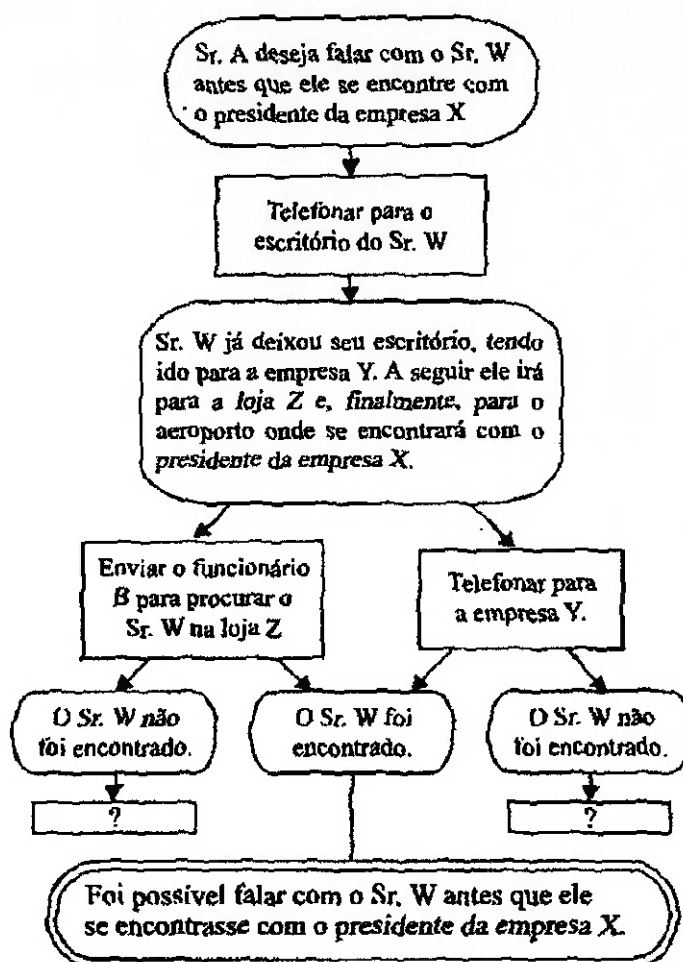
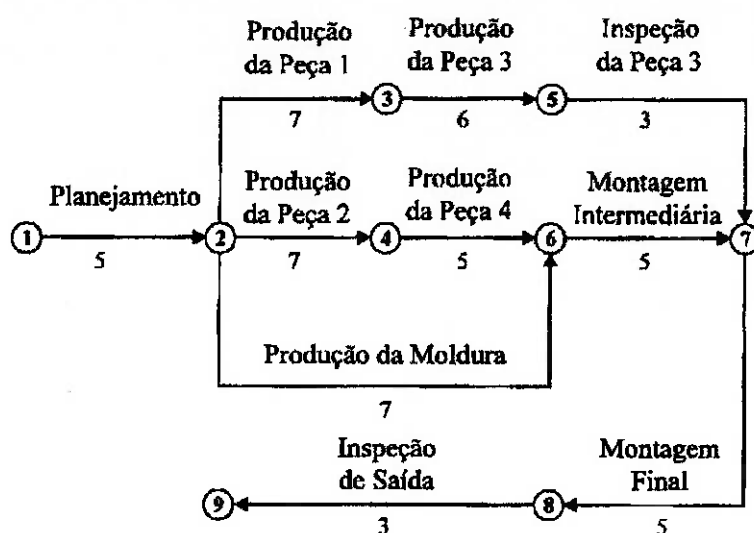


Figura 16 - Diagrama de processo decisório

2.1.7 Diagrama de Rede de Atividades ou Diagrama de Setas

Este diagrama é utilizado para planejar a escala mais apropriada para tarefas complexas e suas subtarefas, tarefas onde são estipulados tempos para serem finalizadas.

Segundo Werkema (1995) este diagrama é efetivo quando o tempo é um fator crítico, onde o tempo de execução de cada tarefa tem que ser controlado para que não haja atrasos para a entrega do projeto final. Na Figura 17, está uma representação geral de um diagrama de rede de atividades.



Obs: O nº abaixo de cada tarefa indica os dias necessários para a realização da tarefa.

Figura 17 - Diagrama de Rede de Atividades

2.2 CICLO PDCA (Plan – Do – Check – Action)

O ciclo PDCA faz parte do método PDCA de controle de processo, onde ele é representado por um círculo, como apresentado na Figura 18, porque o conceito básico quando se aplica este método é que seja dinâmico, onde a cada verificação da eficácia das ações que foram definidas haja um novo planejamento, ações, verificações e atuação, como em um ciclo, todas estas etapas visam a melhoria do

processo que está sendo acompanhado. Este método é muito utilizado como uma ferramenta gerencial para a definição de ações gerenciais para atingir as metas propostas pela organização.

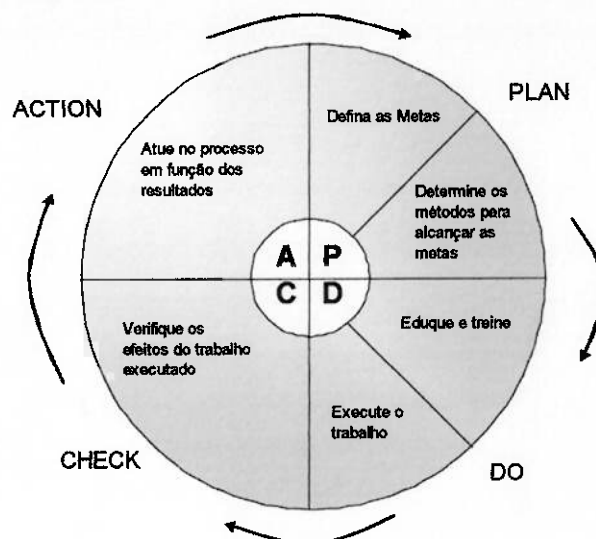


Figura 18 - Ciclo PDCA

Fonte: Aguiar (2006)

As etapas do método PDCA são:

- P (Plan – Planejamento): definição da meta e do plano de ação
- D (Do – Execução): nesta etapa é necessário treinamento e educação do plano de ação para que qualquer dúvida em relação as ações propostas sejam esclarecidas. É realizado o levantamento de dados mediante o tipo de ferramenta escolhida para que se possa verificar o antes e depois da execução das ações.
- C (Check – Verificação): compara-se os resultados obtidos em relação a meta proposta
- A (Action – Ação): caso os resultados obtidos na etapa de verificação sejam positivos, ou seja, a meta foi alcançada, pode-se padronizar o processo. Porém se o resultado foi o não atingimento da meta, inicia-se um novo ciclo no PDCA com o objetivo de alcançar a meta.

Segundo Aguiar (2006), o método PDCA pode ser utilizado no gerenciamento para a manutenção da qualidade, para a melhoria da qualidade ou do planejamento da qualidade, onde um dos fatores importante é definir corretamente quais as ferramentas utilizadas para que todas as ações definidas no plano de ação estejam baseadas em fatos verdadeiros.

No gerenciamento para a manutenção da qualidade, o método PDCA neste tipo de gerenciamento tem como objetivo manter a padronização do processo, onde o controle é importante para verificar se o processo está se mantendo sob controle, e nos casos onde ocorre alguma anomalia, a resposta tem que ser rápida. Os procedimentos padrões são analisados na sua eficácia.

No gerenciamento para a melhoria da qualidade, segundo Aguiar (2006) a melhoria pode ser incremental, realizada através do gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia e tem como objetivo manter a confiabilidade dos resultados e realizar melhorias. Na realização de uma melhoria é necessário que o problema relacionado a esta melhoria, esteja claramente definido, para que o resultado seja o que foi estipulado pela organização.

No gerenciamento do planejamento da qualidade, segundo Aguiar (2006) a melhoria pode ser rompedora, a qual é baseada no gerenciamento pelas diretrizes e tem por objetivo implantar novos processos e/ou produtos. Este gerenciamento é utilizado quando um novo produto, requer modificações ou um novo processo ou quando são realizadas modificações em um processo para um produto já existente, com o objetivo de melhorá-lo.

Na fase de análise de processo uma ferramenta que pode ser utilizada é o mapa de processo e fluxograma. No fluxograma todos os passos de um determinado processo são representados de maneira a possibilitar o relacionamento de cada passo no processo, e é possível identificar desvios. Usualmente uma única seta sai do retângulo "processo" e pode ser necessário utilizar o losango "decisão", no estudo de caso é utilizado um fluxograma em conjunto com o mapeamento de processo. O fluxograma é construído com símbolos pré definidos, dependendo da etapa do processo.

Um ponto interessante a ser analisado quando se faz um fluxograma, segundo Brassard (2000) é desenhar o fluxograma do processo atual e o fluxograma de como deveria ser o processo, assim é possível identificar onde estão os desvios.

O mapa de processo é composto por um fluxograma de processo, que contém as informações de entrada e saída dos seus subprocessos, seus parâmetros de processos (controlados ou não) e dos produtos em processo (produto em formação), estas informações são importantes para facilitar o entendimento do processo analisado e identificar causas do problema a ser solucionado.

3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NA IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS

3.1 ESTUDO DE CASO: DIMINUIÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE IMPRESSÃO FLEXOGRÁFICA

3.1.1 Flexografia

O processo de impressão por flexografia possui a facilidade de imprimir sobre diversos tipos de substratos e de variar de formato, pode-se imprimir desde etiquetas e sacolas plásticas até caixas de papelão ondulado. A otimização é maior, pois diferentemente de outros processos, como offset, a flexografia não possui interrupção no perímetro do clichê colado, assim pode-se aproveitar melhor o substrato.

Na Figura 19, estão exemplos de substratos e variedades de formatos, que segundo Scarpeta (2007) podem ser impressos pelo processo de flexografia.



Figura 19 - Substratos impressos por flexografia

As impressoras flexográficas podem ser:

- banda estreita e banda média, para imprimir etiquetas e rótulos
- banda larga, foco em embalagens em geral
- papel ondulado, para corrugados

A máquina utilizada na realização do estudo de caso é do tipo banda larga (Figuras 20 e 21), utilizada para imprimir embalagens conhecidas como barreira ao oxigênio e a umidade. Estas embalagens são utilizadas em produtos alimentícios que serão submetidos ao frio e ao calor, por isso a tinta deve possuir uma boa resistência a temperatura de refrigeração e à temperatura de cozimento do alimento, sem prejudicar a qualidade da impressão.



Figura 20 - Impressora Flexográfica banda larga da Flexpower

Fonte: Scarpeta (2007)

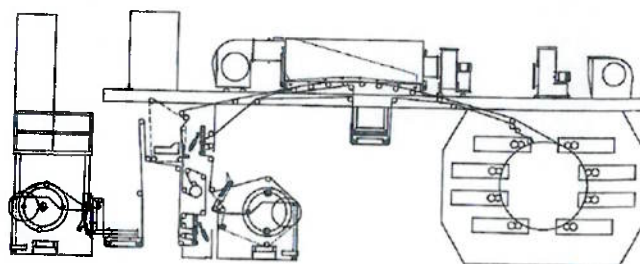


Figura 21 - Esquema de uma impressora flexográfica banda larga

Fonte: Scarpeta (2007)

A flexografia disputa o mesmo mercado que a rotogravura, devido a sua qualidade de impressão ter melhorado nos últimos anos, porém esta melhoria impacta diretamente no custo das matérias primas, equipamentos e materiais auxiliares, o que impulsiona os estudos de diminuição de perdas e otimização do processo.

A impressão flexográfica pode ser identificada através do “squash”, como observado na Figura 22, esta é uma característica da flexografia.

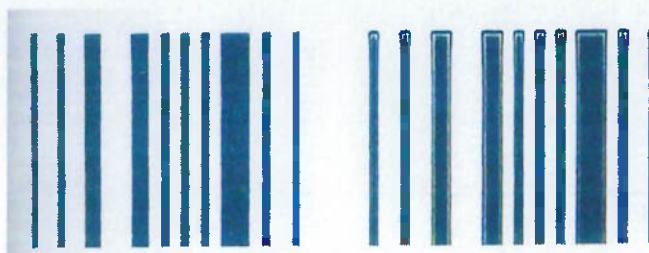


Figura 22 - Característica do "squash" à direita

Fonte: Scarpeta (2007)

Alguns dos materiais e equipamentos utilizados na impressão flexográfica são:

- máquina de flexografia
- clichês (Figura 23)
- cilindro anilox (Figura 24)
- cilindro porta clichê (Figura 25)
- fita dupla face (Figura 26)



Figura 23 - Exemplo de um clichê

Fonte: Scarpeta (2007)



Figura 24 – Anilox

Fonte: Scarpeta (2007)



Figura 25 - Cilindro Porta clichê

Fonte: Scarpeta (2007)

3.1.2 Fatores a serem controlados

O processo de impressão flexográfica, apesar de ser simples depende de muitos fatores para resultar em um produto final de qualidade, estas variáveis devem ser bem controladas para evitar qualquer tipo de não conformidade.

Segundo Scarpeta (2007), muitos são os fatores que interferem nos resultados da impressão em flexografia, como mostrado na Figura 29.

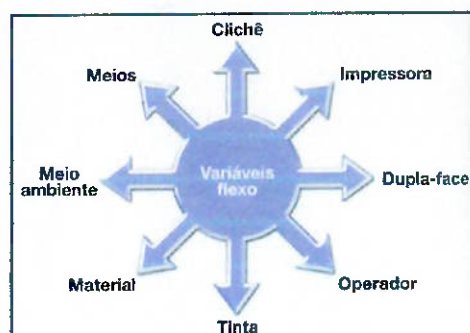


Figura 29 - Fatores que influenciam na qualidade de impressão

Entre estas variáveis as de maior importância para este trabalho são: clichê, fita dupla face, material, tinta e operador.

O clichê interfere na qualidade de impressão quando a sua deformação ao ser colado no cilindro porta clichê com a fita dupla face, faz com que a imagem fique deformada, aumentando o ganho de pontos (Figura 30) um aumento da tonalidade na imagem impressa.

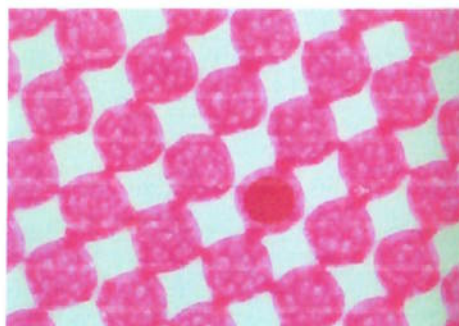


Figura 30 - Imagem com ganho de ponto, o círculo vermelho é o tamanho original
Fonte: Scarpeta (2007)

3.1.3 Problemas mais comuns no processo de impressão flexográfica

Os problemas mais comuns no processo de impressão flexográfica, citados por Scarpeta (2007) são em torno de 24, porém neste trabalho os problemas encontrados durante a análise de perdas no processo são descritos a seguir:

- Transferência, também conhecido como decalque, isto ocorre quando parte da tinta fica presa no verso do material
- Ausência de impressão: são regiões onde há ausência de tinta em determinada região, mostrado na Figura 31.



Figura 31 - Exemplo de ausência de impressão

Fonte: Scarpeta (2007)

- Fora de Registro: as cores variam durante a impressão, não seguindo o padrão estipulado pelo cliente, mostrado na Figura 32, a imagem parece que está fora de foco.



Figura 32 - Imagem fora de registro

Fonte: Scarpeta (2007)

- Fim de bobina: é a ausência de impressão encontrada no final de cada bobina processada

- Cor fora do padrão: no estudo de caso ocorre uma variação da cor durante a impressão, mostrado na Figura 33.



Figura 33 - Cor fora do padrão, a esquerda, o padrão de cores
Fonte: Scarpeta (2007)

No trabalho são apresentados defeitos como material amassado, marca do vinco e delaminação, que apesar de serem defeitos que aparecem na impressão, sua origem é no processo de extrusão do filme plástico, a delaminação consiste na separação das camadas de resinas que formam o filme plástico e a marca do vinco é a junção na circunferência do filme tubular.

3.1.4 Análise das perdas do processo

No estudo de caso, os seguintes problemas foram encontrados durante a avaliação do número de perdas no processo de impressão flexográfica: transferência, fora de registro, ausência de impressão, fim de bobina, cor fora do padrão, delaminação e outros.

Através do diagrama de pareto mostrado na Figura 34, foi possível identificar qual seria a prioridade na resolução de problemas.

Os controles de qualidade como, teste de tratamento, testes de resistência da tinta após a impressão, análise do filme, amostra padrão a ser seguida, código das tintas, viscosidades, estão bem definidos, porém percebe-se a deficiência de alguns controles para garantirmos um processo melhor que diminua as perdas e se torne um padrão a ser seguido por todas as pessoas envolvidas na área.

Para facilitar esta análise, o mapa de processo foi uma ferramenta importante com a qual foi possível enxergar as etapas do processo e os parâmetros do processo e do

produto, conforme mostrado na Figura 35, onde X são os parâmetros de processo e Y os parâmetros do produto.

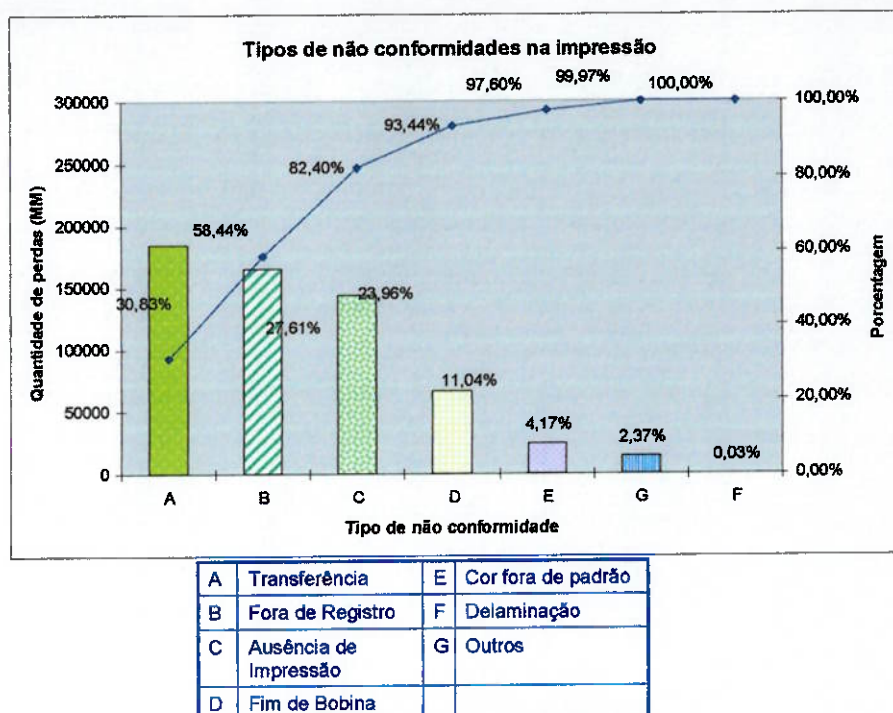


Figura 34 - Diagrama de Pareto para as perdas na impressão flexográfica

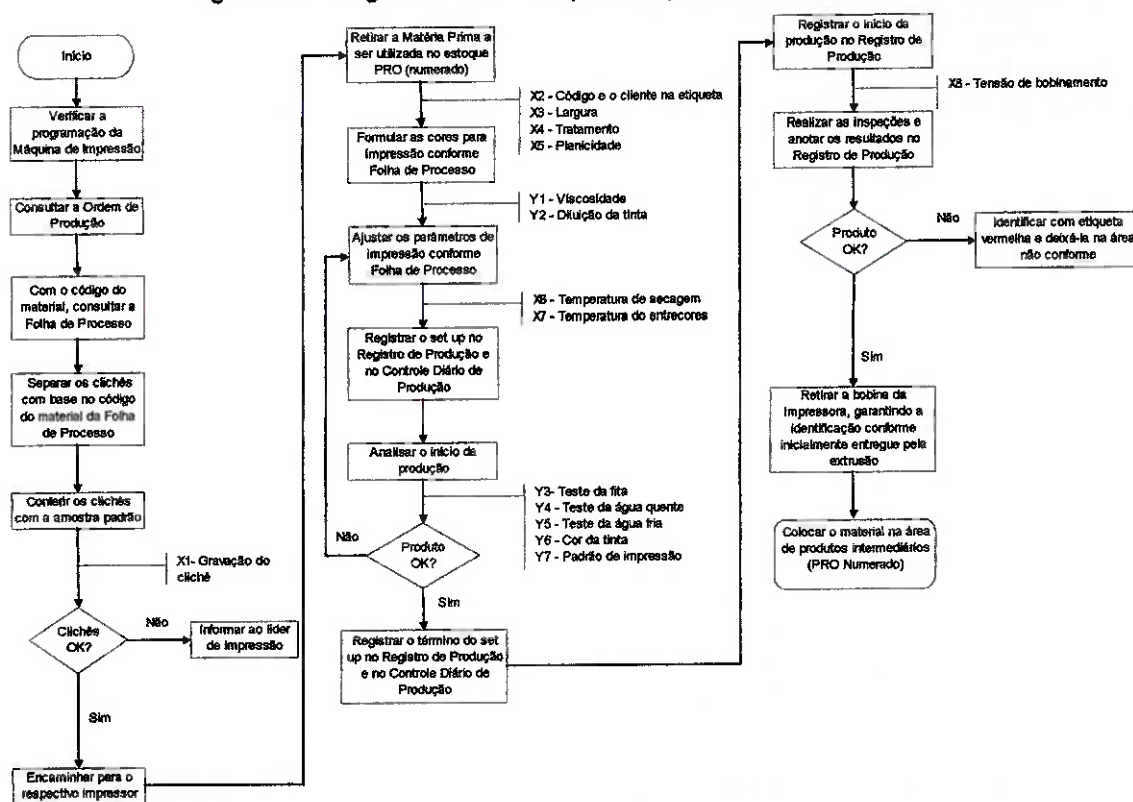


Figura 35 - Mapa do Processo de Impressão

Para auxiliar na definição das ações é importante conhecer as características de cada uma das variáveis no processo, que no caso são: clichê, fita dupla face, material (filme), tinta e operador.

Para a escolha correta do clichê segundo Scarpeta (2007), três características devem ser definidas, de acordo com o tipo de trabalho, máquina, etc, como segue:

- Espessura: deve-se considerar o diâmetro das engrenagens projetadas para a máquina. Na impressão, a espessura do clichê influencia diretamente o ganho de pontos, a deformação da imagem
- Dureza: depende da espessura do clichê, quanto mais fina, a dureza é maior e para espessuras maiores, a dureza é menor. Clichês mais duros tendem a não transferir perfeitamente a tinta.
- Resistência do polímero do clichê: dependendo da tinta, é recomendável um tipo de resistência do clichê.

Para realizar a limpeza do clichê utilizar o mesmo solvente da tinta e limpá-lo logo após a retirada da máquina. Evitar deixar o clichê de molho de um dia para o outro, para que o solvente não ataque o clichê.

O armazenamento do clichê deve ser em envelope de papel, assim evita que o solvente fique retido, deve estar bem limpo, evitar excesso de empilhamento e armazenar em local fresco e arejado protegido da ação do ozônio, para evitar a degradação do polímero.

A fita dupla face tem como objetivo fixar o clichê no cilindro porta clichê e pode-se classificar em:

- Rígidas (papel, tecido, PVC, poliéster)
- Alta, média e baixa densidade (espuma de polietileno)
- Reutilizáveis (polímero)
- Camisas acolchoadas

Segundo Scarpeta (2007), dependendo do serviço que será impresso, é necessário definir o tipo de fita dupla face adequada considerando a densidade (peso/massa) e compressibilidade (pressão), como também a capacidade de recuperação, após a pressão da impressão, a fim de garantir a repetibilidade da imagem após vários metros impressos.

A fita de baixa densidade/ alta compressibilidade é utilizada em linhas finas e retículas delicadas, a fita de média densidade/ média compressibilidade, é utilizado em impressão sólida, linhas e retículas e fita de alta densidade/ baixa

compressibilidade, é boa para a maioria dos trabalhos que contenham traços, retículas, chapados (área de impressão de uma cor só, como um quadrado sólido) e impressão sólida (sem retícula).

O filme plástico deve possuir uma boa planicidade, ou seja ao esticá-lo o filme deve permanecer reto, sem tendência a se curvar, outra característica importante é o tratamento corona adequado para que haja a ancoragem da tinta no plástico e o vinco (junção vertical das resinas) deve estar sem protuberância.

A tinta utilizada no processo de flexografia para embalagens deve possuir as seguintes características, não ser migrante, para não contaminar o produto embalado, ter boa adesão no substrato, ótimo brilho e número de sólidos adequados. O solvente é importante no processo, pois ele deve dissolver completamente a resina da tinta, ter uma fácil evaporação, não deixar odor no filme e não atacar o clichê. Dependendo do tipo de solvente escolhido, as propriedades de viscosidade e tempo de secagem são modificados e devem ser controlados no processo conforme mostrado na Figura 36, onde com um extensor Bird 40 microns é puxada a tinta no sentido de cima para baixo e marca-se o tempo que a tinta demora para secar. Segundo Scarpeta (2007), o tempo ideal para os pontos, é de 4,5 a 6 minutos e traços entre 2,5 a 5,0 minutos com o extensor Bird 40, com isso ajusta-se o tempo de secagem de cada tinta utilizada.

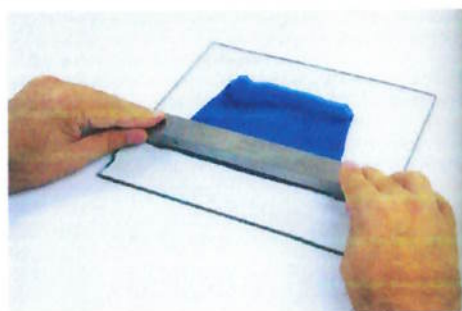


Figura 36 - Método para controlar tempo de secagem da tinta

Fonte: Scarpeta (2007)

Uma alta qualidade de impressão, depende também da definição correta do tipo de anilox, pois a lineatura – quantidade de linhas de pontos existentes em um centímetro ou polegada linear, ângulo da retícula, normalmente utilizados ângulos de 60°, pois convencionou-se que neste ângulo a liberação da tinta é mais eficiente e capacidade volumétrica, BCM (bilhões de micra cúbicas por polegada quadrada)- todo este conjunto de características influenciam na quantidade de tinta depositada

no clichê, para retículas e traços finos, o volume é baixo e em chapados e traços grossos o melhor é volume alto. Um comparativo entre volume alto e ideal do anilox está representado na Figura 37, onde os círculos vermelhos destacam as imperfeições devido a um volume alto do anilox.

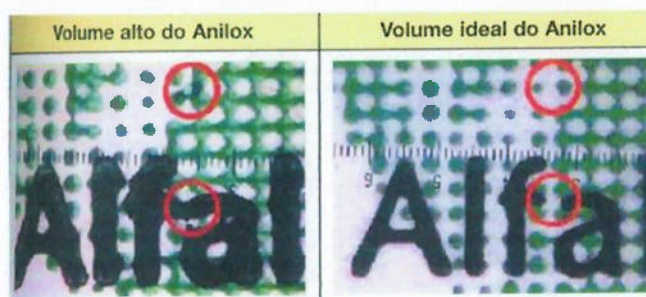


Figura 37 - Imperfeições devido ao volume alto do anilox

Fonte: Scarpeta (2007)

De maneira simplista, quanto menor a quantidade de tinta envolvida no processo, melhor será a impressão, pois evitará o entupimento da retícula do clichê e economizaria em tinta e talvez em ganho na velocidade de impressão, porém é necessário que a tinta seja de boa qualidade.

Com estas informações e a análise dos dados levantados, é possível definir as causas e as ações a serem implementadas, com o objetivo de diminuir as perdas e melhorar o processo para torná-lo padrão e mantê-lo sob controle.

3.2 Levantamento dos dados

O objetivo do levantamento de dados é estudar por quais etapas do processo produtivo os produtos comercializados pela organização são submetidos, e o resultado foi o seguinte:

- a) Extrusão → Impressão → Corte e solda
- b) Extrusão → Impressão → Rebobinadeira
- c) Extrusão → Corte e Solda
- d) Extrusão

Identificada as etapas do processo, o próximo passo foi analisar os dados apontados no relatório de não conformidade, onde estão identificados os defeitos de maior incidência na produção, divididos por processo, ou seja, extrusão, impressão e corte e solda. Todos estes dados foram colocados em uma planilha, na qual também foi identificado qual o tipo de material que foi produzido A, B, C e D, com isso foi possível construir um gráfico, para visualizar o comportamento dos defeitos de produção durante o período de um ano. A unidade de medida utilizada foi metros, pois é a unidade utilizada por vendas e apesar dos dados serem coletados diariamente, a planilha é dividida por mês para acompanhar o quanto foi faturado no mês correspondente.

O objetivo de coletar estes dados, é responder os seguintes questionamentos:

- qual material apresenta maior número de perdas?
- por quais processos este material foi submetido?
- quais os defeitos mais relevantes?

Como ponto de partida, identificou-se qual o processo que teve maior número de perdas, no período estudado, ou seja, um ano. Como mostrado na Figura 38, o setor de impressão possui os valores mais altos de perdas na produção e a linha de tendência demonstra que os valores tendem a subir, caso não seja implementada nenhuma ação corretiva.

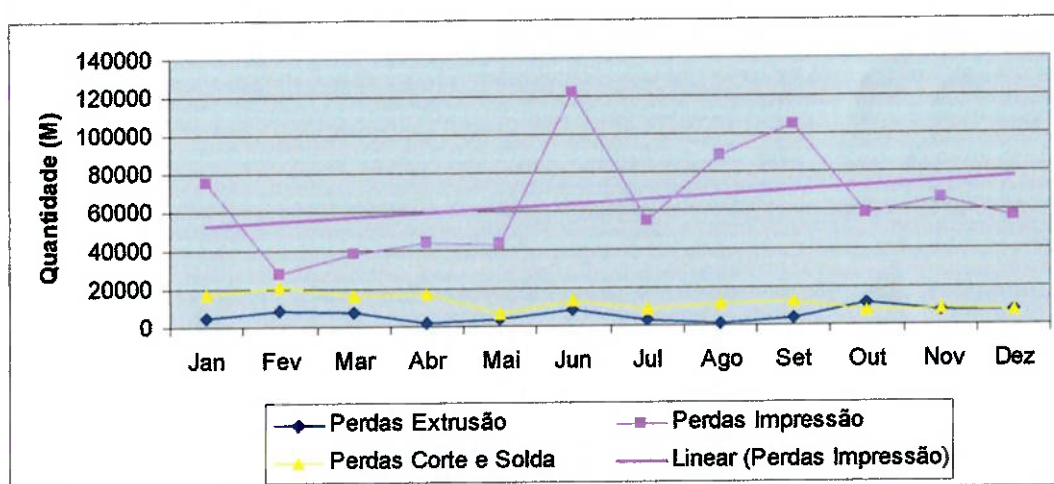


Figura 38 - Gráfico de perdas por processo

Com base neste gráfico, o diagrama de pareto foi a ferramenta escolhida para visualizar qual a porcentagem com que o processo de impressão está contribuindo para o total de perdas na produção durante o ano. Este diagrama está na Figura 39,

e mostra que a impressão é responsável por 78,01% do total de perdas existentes na produção.

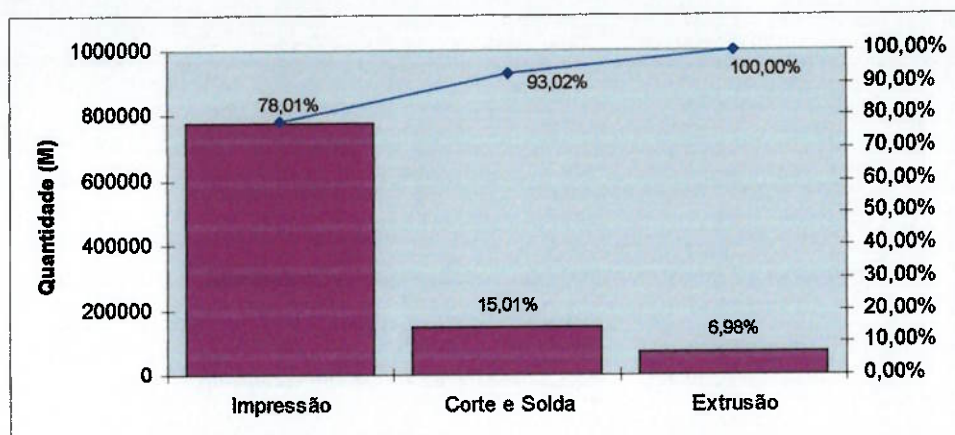


Figura 39 - Diagrama de Pareto para as perdas por processo

Identificado o setor, a próxima etapa consistiu em saber quais os defeitos com maior incidência e relevância e em qual tipo de material.

O gráfico da Figura 40, mostra os defeitos encontrados, após a impressão do material. Estes defeitos são apontados no processo de corte e solda ou na rebobinadeira, já que a inspeção visual do material para verificar se está conforme o padrão aprovado é feita nestes setores.

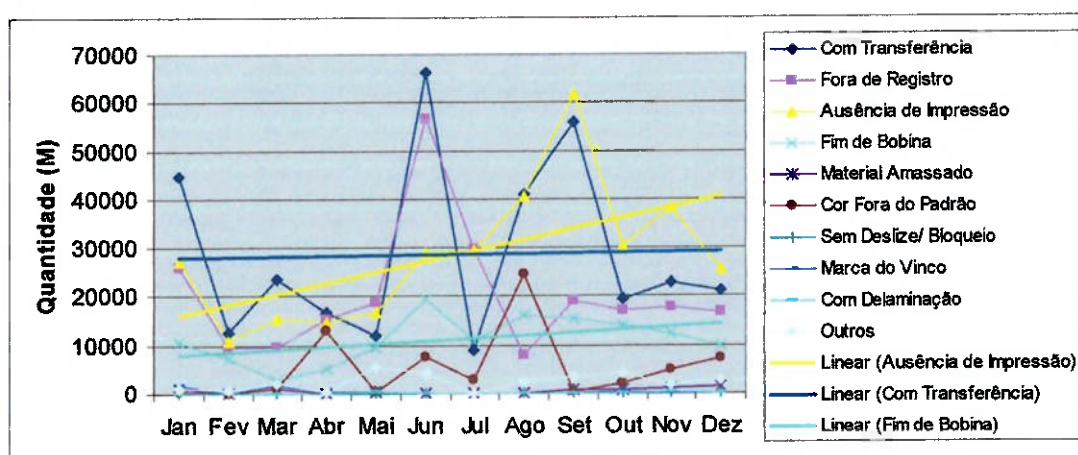
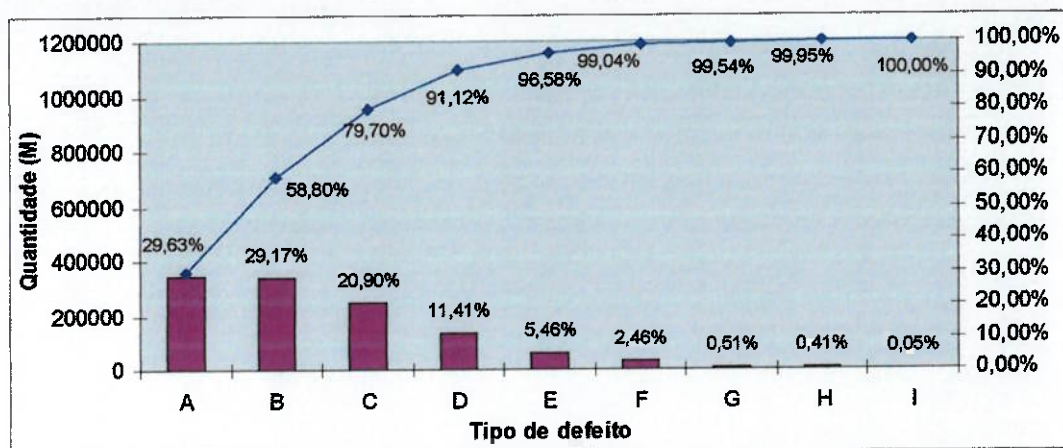


Figura 40 - Gráfico de perdas por tipo de defeito

O diagrama de pareto foi construído, também com o intuito de identificar as prioridades na redução de defeitos, este gráfico se encontra na Figura 41. Porém ao analisar estes dois gráficos (Figuras 40 e 41), percebe-se que apesar da

transferência e ausência de impressão representarem 58,8% das perdas, no gráfico de tendência verifica-se que a tendência em estar subindo é da ausência de impressão e fim de bobina.



A	Transferência	D	Fim de Bobina	G	Material Amassado
B	Ausência de Impressão	E	Cor Fora do Padrão	H	Marca do Vinco
C	Fora de Registro	F	Outros	I	Com Delaminação

Figura 41 - Diagrama de Pareto para os defeitos de impressão

Para responder as perguntas feitas inicialmente, falta identificar qual o tipo de material que apresenta os defeitos detectados acima, então fez-se nova estratificação e os dados estão no gráfico da Figura 42.

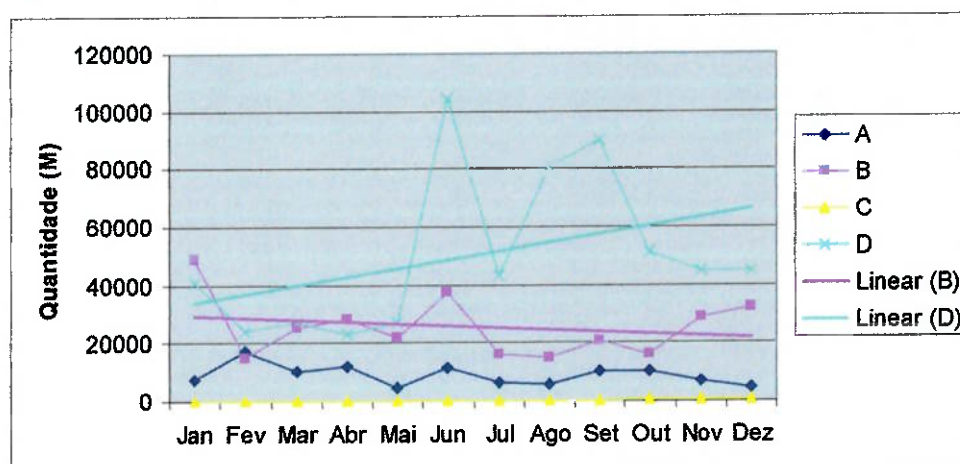


Figura 42 - Gráfico de perdas por tipo de material

O diagrama da Figura 41 revela que o material com maior número de perdas dentro do processo é de código D, coincidindo com a tendência mostrada na Figura 43.

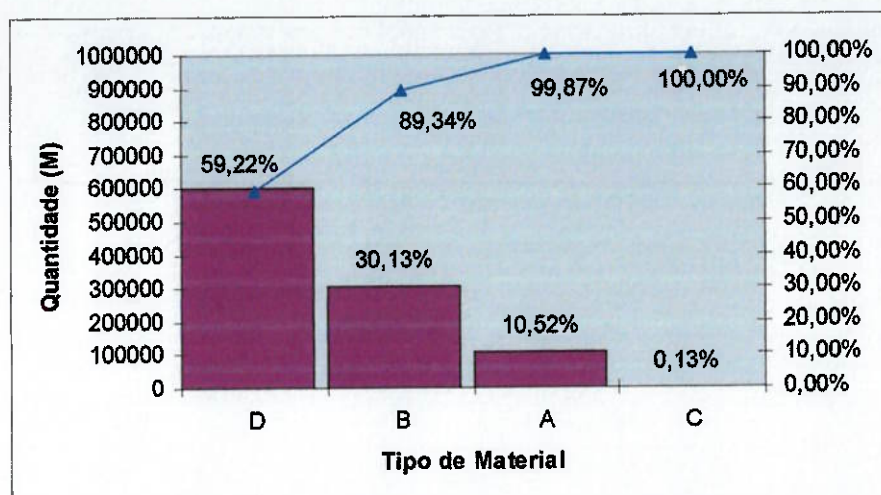


Figura 43 - Diagrama de Pareto por tipo de material

Portanto as respostas para as perguntas feitas inicialmente são as seguintes:

- qual material apresenta maior número de perdas? O material D
- por quais processos este material foi submetido? Extrusão, Impressão e Rebobinadeira.
- quais os defeitos mais relevantes? Ausência de impressão e Fim de bobina.

Respondidas estas questões, as causas são identificadas através das ferramentas de diagrama de árvore e o plano de ação feito através do método 5W1H, considerando as metas de redução dos defeitos na produção, de 60% em ausência de impressão e 40% em fim de bobina. A determinação das possíveis causas e conseqüentemente a elaboração do plano de ação, tem a participação dos setores da qualidade, impressão, manutenção e extrusão,

O intuito de se reunir os responsáveis por setores diferentes, para analisar a causa raiz das perdas acima citadas, se deve ao fato de que os questionamentos que aparecem durante o "*brainstorming*" fazem surgir idéias novas que contribuem para uma análise fundamentada.

O diagrama de árvore foi escolhido para este caso pois é uma ferramenta simples, onde é possível visualizar todas as possíveis causas, as quais são colocadas em ramos, e sempre a cada ramo, pergunta-se qual a causa de ter acontecido tal fato, assim o resultado final é mais confiável.

No momento em que se construía o diagrama de árvore, foi mais fácil identificar as causas e conseguir chegar nas ações a serem implementadas, porém foi necessário

definir as prioridades dessas ações, pois algumas envolvem custos altos, então verificou-se quais ações teriam maior impacto na diminuição de perdas, devido à ausência de impressão.

Pelo diagrama de árvore (Figura 44), as ações definidas foram as seguintes:

1. *Bobinas com metragem acima de 2000 metros*, quando as bobinas possuem metragem abaixo deste valor, as paradas de máquina são muito seguidas e a perda a cada parada é entre 30 a 40 metros. Então se em um pedido de 10000 metros, as bobinas fossem de 1000 metros, a perda seria de 300 a 400 metros, e no caso de bobinas de 2000 metros, a perda seria de 150 a 200 metros.
2. *Implementar troca semi automática*, este procedimento consiste em não parar a máquina para trocar a bobina e sim diminuir aos poucos a velocidade da máquina e deixar a próxima bobina pronta, para realizar a troca, assim a interrupção da máquina é apenas no final do serviço.
3. *Treinamento operacional*, devido a mudanças no quadro de funcionários percebe-se que alguns operadores têm mais dificuldades em ajustar a máquina, portanto um treinamento junto à máquina com um operador mais experiente seria o ideal para padronizar o processo.
4. *Padronizar tempo de secagem*, com tempo de secagem alto, a tinta tende a secar mais rapidamente no alvéolo do anilox e não cumpre sua função de transferir a tinta para o clichê, portanto é necessário acompanhar a produção e medir o tempo de secagem de todas as tintas durante o processo de impressão de um produto por no mínimo três vezes (início, meio e término), assim é possível definir qual o tempo de secagem ideal para que não haja parada de máquina.
5. *Testar novos produtos*, ao realizar a limpeza do clichê na máquina, é utilizado solvente, o qual pode penetrar na fita e assim dissolver o adesivo da fita, portanto é necessário encontrar a fita adequada ou utilizar uma resina que cole o clichê de forma que o fechamento das duas partes do clichê fique bem colado.
6. *Armazenamento na horizontal*, atualmente os cilindros porta clichês são armazenados em um ângulo de 60°, fazendo com que os eixos fiquem danificados e com o cilindro na horizontal dificilmente isto ocorre, pois o suporte é como um berço, havendo apoio em toda a extensão do cilindro. Com os cilindros empenados, a pressão de um lado do clichê vai ser maior que do outro, gerando ou ausência de impressão ou pior, ficar com a impressão borrada.

7. *Aquisição de um giratório para a máquina de extrusão*, este equipamento tem a função de distribuir uniformemente a espessura na direção horizontal do filme, evitando que haja mais material de um lado do filme do que no outro, atualmente não são todas as máquinas que possuem este equipamento e a consequência da falta deste equipamento é que o filme não tem planicidade, fazendo com que o filme desalinhe na impressora e a impressão pode sair da área estipulada e imprimir no tambor central, sujando-o de tinta, ocasionando parada de máquina.

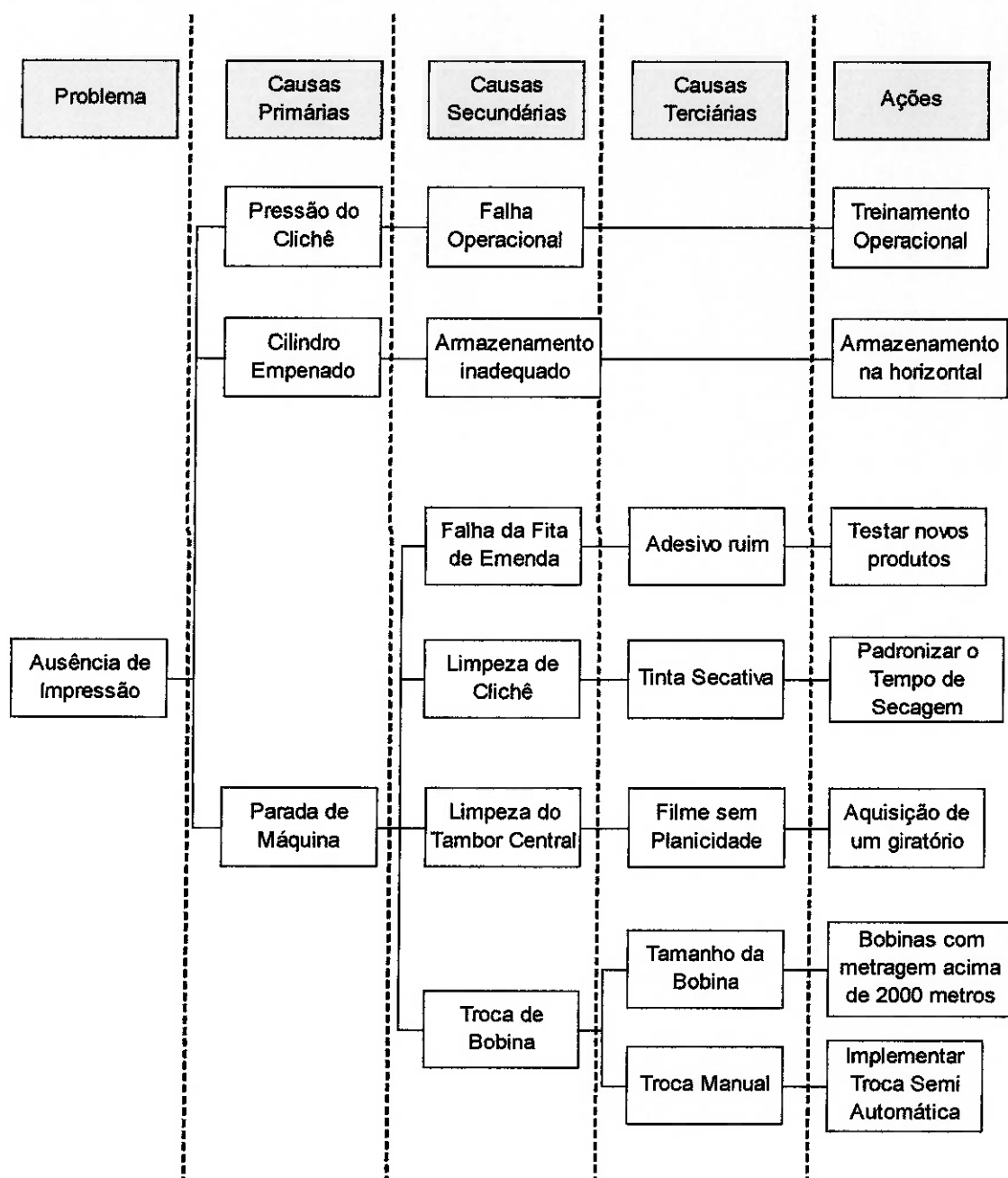


Figura 44 - Diagrama de Árvore

Para o defeito de fim de bobina, também foi feito o diagrama de árvore, mostrado na Figura 45.

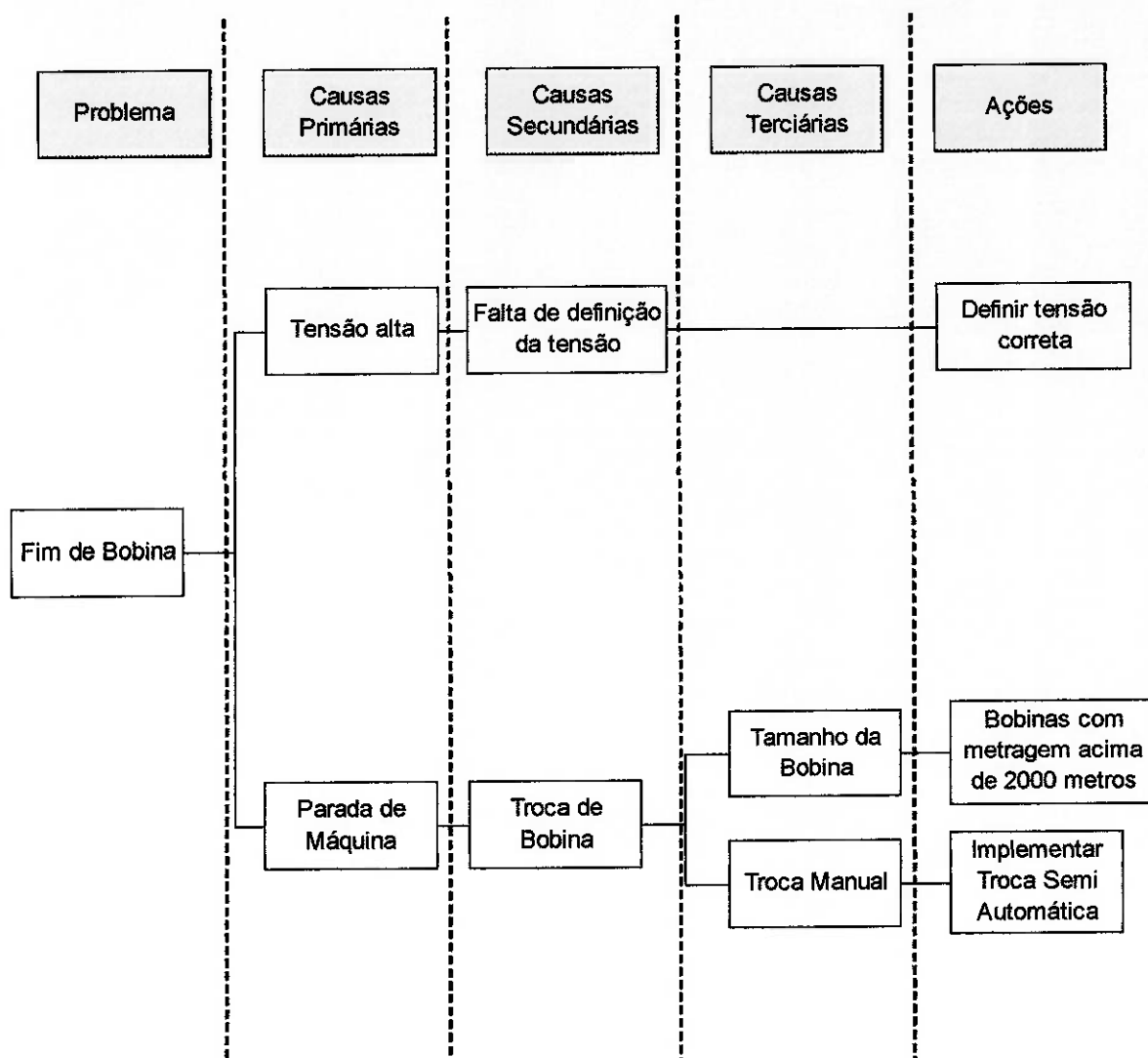


Figura 45 - Diagrama de Árvore

Ao realizar um comparativo com o defeito de ausência de impressão, notou-se que uma das causas (parada de máquina) é comum para os dois casos, com o diferencial que apenas a troca de bobina é que influência no defeito de fim de bobina.

As ações definidas foram as mesmas, porque quando ocorre a parada de máquina para trocar a bobina, um pedaço do filme entre 30 a 40 metros, não recebe a imagem de todas as estações, pois é como parar o processo na metade e ao iniciar novamente a produção a composição da imagem não se dá por completa.

Com a análise dos defeitos e as possíveis soluções, a próxima etapa foi definir os responsáveis, prazos, como seria implementado, para isso fez-se uma tabela baseada no 5W1H, conforme mostrado a seguir na Figura 46.

What? Oque?	Why? Porque?	Who? Quem?	When? Quando?	Where? Onde ?	How? Como?
Treinamento Operacional	Correta colagem e pressão do clichê	Impressão	Início: 09/03/09 Termino: 11/03/09	Impressoras	Demonstrar em máquina como colar e ajustar o clichê
Armazenamento na horizontal	Prevenir possíveis desalinhamentos	Manutenção	Início projeto: 09/03/09	Impressão	Definir o melhor modelo de suporte
Testar novos produtos	Fita ou produto que resista ao solvente	Desenvolvimento de Produto	Início: 06/04/09	Clichê	Realizar testes de adesão em bobinas de acerto
Padronizar o Tempo de Secagem	Prevenir que a tinta seque no alvéolo do anilox	Impressão/Qualidade	Três vezes por turno	Impressoras	Levantamento de dados durante a produção
Aquisição de um giratório	Produzir bobinas com planicidade	Manutenção/ Aquisição	Início Projeto: 23/03/09	Extrusoras	Pesquisar modelos compatíveis com a máquina
Bobinas com metragem acima de 2000 metros	Evitar muitas trocas de bobina	Extrusão	Imediato	Extrusoras	Definir na programação
Implementar Troca Semi Automática	Evitar parada da máquina	Impressão	A cada troca. Início: 11/03/09	Impressoras	Treinamento e fita adesiva adequada
Definir tensão correta	Evitar excesso de tensão no filme	Impressão/Qualidade	A cada início de bobina. Início: 11/03/09	Impressoras	Acompanhamento da produção

Figura 46 – Tabela 5W1H

As ações da tabela 5W1H, foram definidas pelo grupo constituído pelos setores da qualidade, impressão, manutenção e extrusão, havendo o comprometimento dos setores envolvidos em cumprir o planejamento e comunicar a todos os envolvidos, caso algum item não pôde ser cumprido.

4 CONCLUSÃO

As ferramentas utilizadas para identificar qual o processo que apresenta maior número de não conformidades, qual o tipo não conformidade encontrado no processo em questão, realizar as análises de causas e por fim definir as ações, foram:

- Mapeamento do Processo
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Árvore
- 5W1H

Estas ferramentas foram escolhidas devido ao tipo de não conformidade que estava sendo analisada, identificar todas as possibilidades do porquê ocorrer a não conformidade e facilidade em utilizá-las pelas áreas envolvidas.

Com todas as ações planejadas, a próxima etapa foi o acompanhamento destas ações e é nesta etapa que ocorreram as maiores dificuldades na implantação:

- rotatividade dos operadores da impressão;
- número de operadores insuficientes;
- troca de chefia, fase de adaptação aos procedimentos da empresa;
- diminuição de recursos para novos equipamentos;

Os motivos acima relacionados impactaram negativamente, pois não foi possível acompanhar os resultados após a implantação, já que com o índice de rotatividade alto, houve dificuldade em exigir dos operadores a execução das atividades, pois quando algum operador se desligava da empresa, o trabalho tinha que iniciar novamente do zero com o novo operador.

Em relação às atividades que necessitavam de investimentos, o levantamento das necessidades foi realizada, porém devido à diminuição de recursos, o investimento em novos equipamentos será retomado quando a situação econômica melhorar.

Devido a todos estes fatores, não foi possível concluir se as ações definidas foram eficazes ou não para a diminuição do número de perdas, porém como ação de contenção o responsável do setor de impressão ficou responsável por acompanhar a produção em máquina com o objetivo de não aumentar o número de perdas e assim

que a rotatividade e o número de operadores estiverem normalizados as ações irão ser efetivadas.