



SPOLM 2008

ISSN 2175-6295

RIO DE JANEIRO- BRASIL, 05 E 06 DE AGOSTO DE 2008.

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE OBJETIVANDO MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO

Wallace Avelar

UCP – Universidade Católica de Petrópolis
Rua Benjamin Constant, 213, Centro - Petrópolis, RJ - Brasil
wallaceavelar@hotmail.com

André Alves Gandolpho

UCP – Universidade Católica de Petrópolis
Rua Benjamin Constant, 213, Centro - Petrópolis, RJ - Brasil
andre.gandolpho@ucp.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é desenvolver, em uma empresa especializada do ramo têxtil, após uma análise dos principais problemas encontrados relacionados à qualidade, ações para eliminar o problema que tinha maior impacto na qualidade, que corresponde cerca de 30% das reclamações recebidas em 2006. Um processo estruturado para a solução de problemas, usando técnicas gráficas e estudos de correlação, produz melhores resultados que um processo desordenado. O estudo da correlação das prováveis variáveis geradoras do problema permite mostrar onde se encontra a empresa em termos de qualidade e seu processo produtivo, onde estão as variações e qual o grau de relacionamento de cada variável com o problema a ser solucionado, influenciando diretamente na trajetória para eliminação do problema.

Palavras-chave: Qualidade; Estudo de correlação; Grau de relacionamento.

Abstract

The objective of this work is develop in a textile industry, after an analysis of the main problems related to quality, actions to eliminate the problem that had more impact on quality, which represents about 30% of complaints received in 2006. A structured process for troubleshooting, using graphic and technical studies of correlation produces better results than a disorderly process. The study of correlation of variables can show where the company is in terms of quality and control of production process. We can detect the variation and the degree of relationship of each variable, influencing directly in the path to eliminate the problem.

Keywords: Quality; Study of correlation; Degree of relationship

1. INTRODUÇÃO

A análise das informações dentro de uma empresa é extremamente importante para melhorar o processo de fabricação. Depois de um detalhado estudo algumas ações são implementadas com o objetivo de melhorar o funcionamento da mesma contribuindo assim, diretamente para um melhor aproveitamento dos funcionários e aumento na produtividade.

Mercadologicamente, a atratividade do produto analisado depende principalmente da confiança que ele proporciona quando instalado em máquina, sendo a máxima qualidade um dos objetivos de maior importância e que deve ser sempre almejado.

A baixa qualidade interfere não só em atrasos de produção e fluxo, mas também em sua confiabilidade, e para aumentar a produtividade de uma organização tem-se que agregar o máximo de valor ao menor custo possível. Quanto maior a produtividade de uma empresa, maior sua utilidade, já que atende aos requisitos dos clientes ao menor custo possível.

Uma boa forma de agregar valor ao produto é a utilização da atração simbólica onde a confiança do produto é adquirida quando este reflete os desejos de seus consumidores. Estes estão dispostos a pagar pelo status independente de alguns casos de sua funcionalidade. Para exemplificar, antigamente era usado um tratamento a base de formol, que se tornou proibido em empresas que possuíam a ISO 14000. Foi necessária a aplicação de outro tratamento, com maior custo, para ser obtido a mesma duração do produto.

Agora mais do que nunca, consumidores constatarem que produtos de certa companhia são superiores em qualidade se comparados com os de seus concorrentes e, por conseguinte efetuam a aquisição de seus produtos de acordo com isso.

Atualmente, notam-se poucas diferenças no aspecto funcional dos produtos. Quando produtos de similar valor funcional competem, o valor simbólico pode condicionar a decisão da compra. O valor simbólico pode ser fruto de um aspecto visual, histórico de reclamações, pós-atendimento, acompanhamento de performance do produto, etc. Isto torna cada vez maior a importância da qualidade na execução de serviços e processos produtivos.

2. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade é fundamental para a garantia dos padrões de exigência e superação da expectativa dos clientes. Eles são necessários praticamente em todas as etapas de produção para a garantia do fluxo contínuo do produto. Geralmente são identificados pelo estado em que se encontra o item fabricado.

A base deste estudo está na utilização de informações extraídas do banco de dados do setor de controle de qualidade da empresa em questão.

3. BASE TEÓRICA

Segue abaixo base teórica necessária para eliminação do problema encontrado e um melhor entendimento das ferramentas utilizadas para o estudo de correlação.

3.1. DIAGRAMA DE PARETO

O Diagrama de Pareto, observado originalmente no fim do século XIX pelo economista sociopolítico Vifredo Pareto, é um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas. Ele é formado por barras verticais tendo como objetivo determinar quais problemas resolver primeiro de acordo com seu valor da escala. Usualmente é elaborado com base em fonte de coleta de dados e ajuda a focar os problemas realmente importantes, obtendo melhores resultados quando a atuação ocorre nas barras de maior valor.

A Análise de Pareto está baseada regra de 20/80. Por exemplo, no caso de uma incidência com falha num determinado produto com base em um número de causas. Em vez de tratar o problema de forma aleatória, utiliza-se do Diagrama de Pareto para especificar quais as possíveis causas que geraram a ocorrência. Assim pode-se mostrar que 80% das ocorrências são provocadas por uma determinada causa, e que somente 20% correspondem as demais. Com base nesta informação, é possível determinar qual causa vai ser abordada primeiro, pois ela representa 80% das ocorrências. Essa ferramenta fornece base para saber que causa resolver primeiro (Murray, 1997).

3.2. DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe, foi desenvolvido pelo Engenheiro Químico Kaoru Ishikawa em 1943 e aperfeiçoado nos anos seguintes para representar a relação entre o “efeito” e todas as possibilidades de “causas” que podem contribuir para este efeito. O efeito, ou problema, é colocado no lado direito do gráfico e os grandes contribuidores, ou “causas”, são listados à esquerda.

O diagrama de causa e efeito é desenhado para ilustrar claramente as várias causas que afetam um processo por classificação e relação das causas (Murray, 1997). Para cada efeito, existem inúmeras categorias de causas. As causas principais podem ser agrupadas sob quatro categorias conhecidas como os 4M: método, mão de obra, material e máquina.

Quando bem detalhado, o Diagrama de Causa e Efeito tomará a forma de uma espinha de peixe. A partir de uma lista bem definida das possíveis causas, as mais prováveis são identificadas e selecionadas para uma melhor análise, sendo necessária uma investigação bastante criteriosa para identificação de todas as causas.

Destaca-se que estas variáveis sofreram influência de fatores básicos chamados de 6M: Máquina, Mão-de-obra, Método, Matéria-prima, Medição e Meio Ambiente. Estes fatores em geral são bastante utilizados em uma linha de produção, onde a qualidade do produto é fortemente afetada pelos mesmos.

3.3. ESTATÍSTICA

Existem três principais divisões da estatística: a estatística descritiva, que envolve a organização e a sumarização dos dados; a teoria da probabilidade, que proporciona uma base racional para lidar com situações influenciadas por fatores relacionados com o acaso; e a teoria da inferência que envolve análise e interpretação de amostras, sendo extremamente importante todas as divisões da estatística para a tomada de decisões dentro de um processo fabril (Toledo, 1998).

3.4. AMOSTRAGEM

A inferência estatística envolve a formulação de certos julgamentos ou conceitos sobre um determinado todo após examinar uma parte, ou amostra. A finalidade da amostragem é fazer generalizações sobre todo um grupo sem precisar analisar cada indivíduo, ou seja, permitir fazer interferências sobre uma população após inspeção de apenas uma parte dela. A parcela examinada é denominada amostra, e o grupo todo é designado população ou universo (Stevenson, 1999).

Antes de iniciar a coleta de dados é fundamental definir qual será a sua finalidade, isto é, onde os dados serão usados, de que forma serão usados e o que se busca conhecer com determinada informação, para que a meta do trabalho seja atingida. O conceito de se trabalhar com dados classificados em agrupamentos pe chamado de estratificação.

Neste trabalho, o universo de estudo compreende 15 produtos identificados por letras onde se verificam em alguns casos a ocorrência do defeito, sendo realizado o levantamento de todas as informações para a realização do estudo de correlação.

3.5. REGRESSÃO E CORRELAÇÃO

A regressão e a correlação são duas técnicas estreitamente relacionadas que envolvem uma forma de estimação (Stevenson, 1999). Mais especificamente, a análise da correlação e regressão compreende a análise de dados amostrais para saber se e como duas ou mais variáveis estão relacionadas uma com a outra numa população, sendo seu objetivo principal entre duas variáveis.

A análise de correlação dá um número que resume o grau de relacionamento entre duas variáveis sendo útil em trabalhos que se deseja obter o grau de importância de determinadas variáveis para o processo, ou seja, sua força de relacionamento. A regressão tem

como resultado uma equação matemática que descreve o relacionamento e pode ser usada para estimar valores futuros de uma variável quando se conhecem valores da outra.

O modelo estatístico-matemático da regressão, em sua formulação mais simples, relaciona uma variável Y, chamada variável resposta ou dependente com uma variável X, denominada variável explicativa ou variável independente.

Assim como num estudo de correlação, a análise de regressão também parte de um conjunto de observações pareadas (x, y), relativas às variáveis X e Y. A idéia básica da construção da parte estrutural do modelo é encontrar a reta que passa o mais próximo possível dos pontos observados, obtendo a reta de regressão ou equação de regressão.

Neste trabalho será utilizada a ferramenta de análise de correlação, pois se almeja determinar a força de relacionamento das variáveis de processo para minimizar ou eliminar o problema que mais afeta a qualidade do produto.

3.6. O COEFICIENTE R DE PEARSON

O grau de relacionamento entre duas variáveis contínuas é sintetizado por um coeficiente de correlação conhecido como “*r de Pearson*”, em homenagem ao grande matemático Karl Pearson, que desenvolveu a técnica (Stevenson, 1999). Para isso, devem-se considerar algumas hipóteses. São elas:

- 1) Tanto x como y são variáveis aleatórias contínuas e devem variar livremente.**
- 2) A distribuição de freqüência conjunta (isto é, a distribuição de valores pares x, y) é normal.**

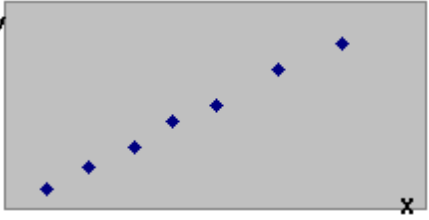
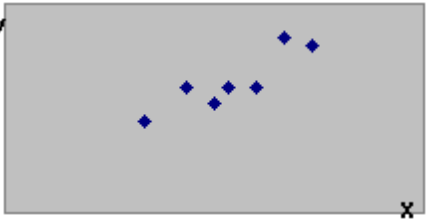
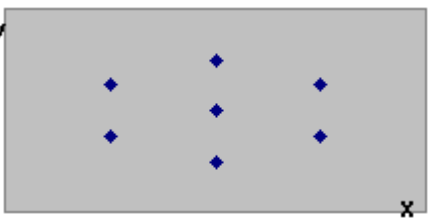
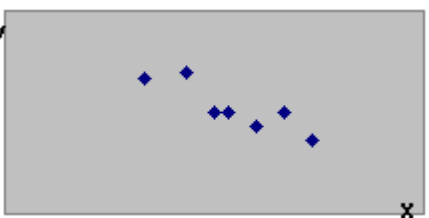
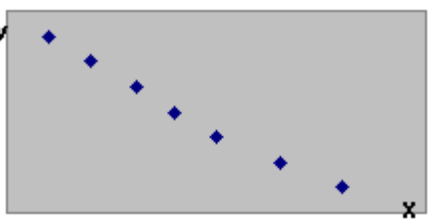
3.7. CARACTERÍSTICAS DE R

O coeficiente de correlação tem duas propriedades que caracterizam a natureza de uma relação entre duas variáveis. Uma é o sinal (+ ou -) e a outra é a magnitude. O sinal é o mesmo que o do coeficiente angular de uma reta imaginária que se “ajustasse” aos dados se fosse traçada num diagrama de dispersão, e a magnitude de *r* indica quão próximos da “reta” estão os pontos individuais. Por exemplo, valores de *r* próximos de -1,00 ou +1,00 indicam que os valores estão muito próximos da reta, ou mesmo sobre a reta, enquanto que os valores mais próximos do 0,0 sugerem maior dispersão (Falconi, 1999). Resumindo, tem-se que:

- a) O valor de *r* varia de -1,00 à +1,00 ($-1,00 \leq r \leq +1,00$).
- b) Um relacionamento positivo (*r* é +) entre duas variáveis indica que a valores altos (baixos) de uma das variáveis, correspondem valores altos (baixos) da outra.
- c) Um relacionamento negativo (*r* é -) significa que os valores altos (baixos) de uma variável correspondem valores baixos (altos) da outra.
- d) Um relacionamento zero, ($r \approx 0$) indica que alguns valores altos estão em correspondência com valores baixos e outros estão em correspondência com valores altos.
- e) O sinal de *r* é sempre o mesmo sinal de b, o coeficiente angular de uma reta imaginária ajustada aos dados.

No Diagrama 1 têm-se os diagramas referentes aos cinco casos explicados anteriormente (Falconi, 1999).

DIAGRAMA 1 – Descrição do relacionamento linear com o respectivo diagrama de dispersão

Valor de r	Descrição do relacionamento linear	Diagrama de dispersão
$0,8 \leq r \leq +1$	Relacionamento forte e positivo	
$0,4 \leq r < 0,8$	Relacionamento fraco e positivo	
$r < 0,4$	Ausência de relacionamento	
$-0,4 \leq r < -0,8$	Relacionamento fraco e negativo	
$-0,8 \leq r < -1,0$	Relacionamento forte e negativo	

3.8.

3.9. CORRELAÇÃO MOMENTO-PRODUTO

O termo “momento-produto” descreve a maneira em que se combinam dados emparelhados para obter o coeficiente de correlação. Antes disso, é prudente construir um diagrama de dispersão para melhor exploração dos dados. A menos que haja um perfeito relacionamento entre as duas variáveis, é necessário apelar para os métodos de cálculo, obtendo uma síntese do grau de relacionamento.

O objetivo é saber se a situação relativa de um determinado dado de um grupo está relacionada com a de outro grupo. É possível medir a posição relativa de qualquer escore

num grupo de escores em termos da média e do desvio padrão do grupo. Isto é, subtraindo a média do grupo e dividindo-se pelo desvio padrão do mesmo, obtemos a posição de cada valor em relação aos demais do grupo, padronizando assim os escores e tornando-os comparáveis, mesmo que suas médias ou desvios padrões sejam diferentes (Stevenson, 1999).

3.10. INTERPRETAÇÃO DOS SINAIS E VALORES DE R

O sinal + indica que existe um relacionamento positivo entre duas variáveis, assim como o sinal - indica um relacionamento negativo, que tem os limites superiores e inferiores variando de +1,00 à -1,00. Entretanto, a estatística mais significativa é r^2 , o coeficiente da determinação, que se dá a porcentagem da variação numa variável que é “explicada” estatisticamente pela variação na outra variável. Por exemplo, para um valor de $r = 0,9$, $r^2=0,81$, o que significa que 81% da variação dos pontos em torno das duas médias grupais pode-se explicar pelo relacionamento entre duas variáveis. Inversamente, $1- r^2$, ou 19% da variação não pode explicar o relacionamento, e assim devemos considerá-los devidos a outros fatores não incluídos no estudo (Stevenson, 1999).

3.11. PROCESSO PRÁTICO PARA CÁLCULO DE R

O coeficiente de correlação de r de Pearson calcula-se a partir da seguinte fórmula (Murray, 1997):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis. Para além disso, sabe-se que:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad = \text{Média dos valores medidos da variável } x$$

e

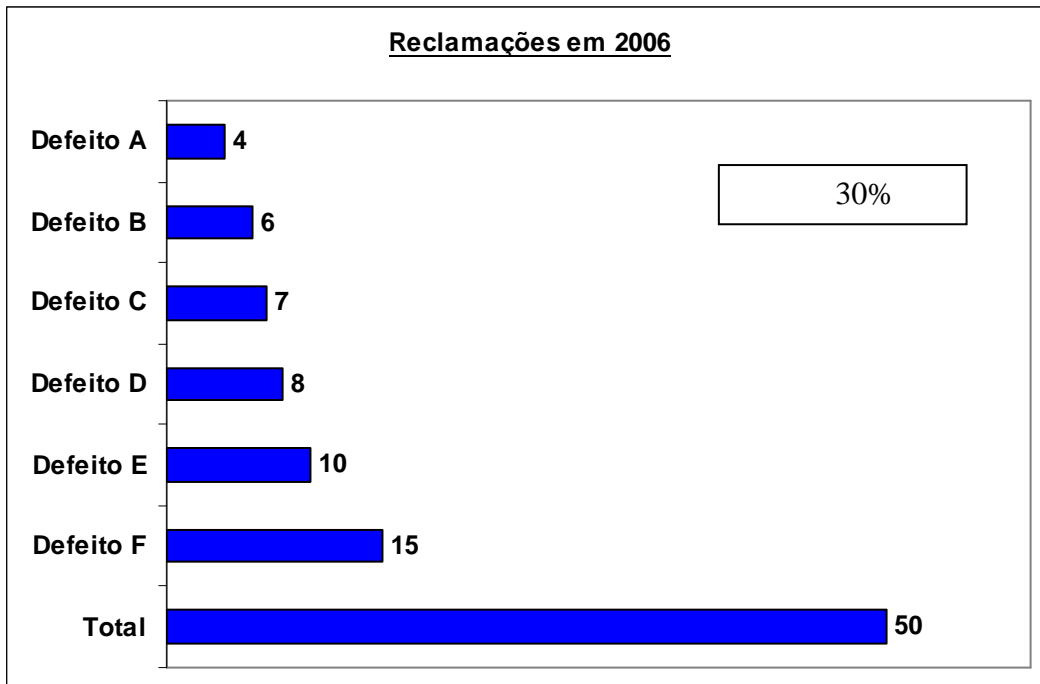
$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad = \text{Média dos valores medidos da variável } y$$

Para facilitar o cálculo dos coeficientes de correlação, utilizou-se do software Microsoft Excel para obter os valores do coeficiente com cada variável a ser analisada.

4. ESTUDO DE CASO

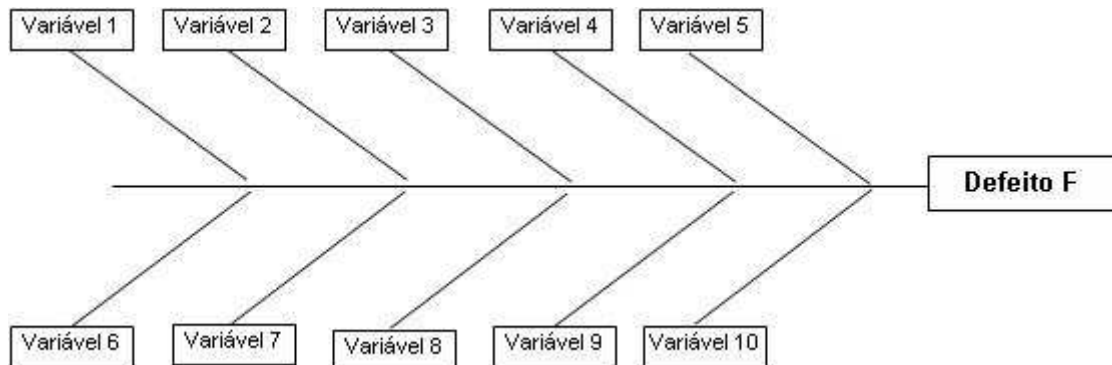
O estudo de caso apresentado neste capítulo é um estudo dos defeitos observados em produtos que retornaram para análise e, o que foi feito para solucionar este problema.

No laboratório da empresa cada um dos produtos devolvidos passa por diferentes testes, que buscam identificar os possíveis defeitos. Estas informações são obtidas pelos técnicos de laboratório da empresa sendo gerado o Diagrama 2. Neste diagrama é possível se observar que, das 50 reclamações feitas pelos clientes em 2006, cerca de 30% tinham como causa o Defeito F – 15 casos. Portanto este é o primeiro defeito que deve ser “atacado”. O primeiro passo depois de analisar os defeitos é identificar suas principais causas. Para isso foi utilizado o diagrama de causa e efeito (Diagrama 3), cuja construção está baseada na identificação das possíveis causas do Defeito F.



Para a construção do diagrama de causa e efeito foi necessário o levantamento junto aos engenheiros de processo e aos supervisores de produção de todas as possíveis variáveis que poderiam influenciar na ocorrência do Defeito F. Estes contribuíram com informações vitais para a identificação das causas e, alguns procedimentos de análise foram enviados de outras divisões da empresa. A partir das informações adquiridas foi montado o Diagrama 3, onde estas variáveis serão correlacionadas e o resultado utilizado para determinar quão relacionado estão as variáveis com o problema, priorizando as que apresentam maior relação.

DIAGRAMA 3 – Diagrama de causa e efeito do Defeito F



Note que a metodologia usada neste estudo traz informações importantes. Através do Diagrama de Pareto determina-se que a principal ocorrência é o Defeito F e com o Diagrama de Causas e Efeitos identificam-se todas as variáveis que podem interferir no processo.

A seguir será apresentado um resumo do estudo estatístico onde se buscou determinar as possíveis correlações de cada variável com a ocorrência. Depois deste estudo serão feitos os comentários sobre cada uma das tabelas. A partir deste estudo de correlação, montou-se uma tabela onde são apresentadas as ações corretivas tomadas com o intuito de corrigir as principais causas do Defeito F.

Segue abaixo a Tabela 1 com um resumo do estudo de correlação. Note que as variáveis destacadas foram as que apresentaram forte relação com o Defeito F.

TABELA 1 - Resumo do estudo de correlação

Variável	Valor de r	Variação dos pontos em torno das duas médias
Variável 1	0,44	19%
Variável 2	-0,84	71%
Variável 3	0,89	79%
Variável 4	0,06	0%
Variável 5	-0,88	77%
Variável 6	-0,08	1%
Variável 7	0,12	1%
Variável 8	-0,95	90%
Variável 9	-0,54	29%
Variável 10	-0,96	92%

4.1.

4.2. CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS DA CORRELAÇÃO






Baseado nos resultados obtidos através da análise da correlação verificou-se que as Variáveis 4, 6 e 7 não apresentam relacionamento com o Defeito F. A Variável 1 e Variável 9 apresentam relacionamento fraco e positivo com o problema. As Variáveis 2, 3, 5, 8 e 10 apresentaram forte relacionamento com a ocorrência do Defeito F, contribuindo nas condições analisadas para o aparecimento do mesmo.

É de extrema importância a análise do sinal no valor de correlação, já que o mesmo indica qual direção devo adotar para minimizar as influências das variáveis sobre o Defeito F. No caso da Variável 3, por exemplo, vamos imaginá-la como sendo uma variável de alongamento onde é observado que em 79% dos produtos analisados foi verificado que esta variável de alongamento estava influenciando com altos valores para o surgimento do problema. De forma análoga, adota-se a Variável 10 como sendo uma variável de resistência, por exemplo, onde foi encontrado que em 92% dos produtos apresentaram baixo valor e interferiram de forma negativa para o Defeito F. A redução do valor de alongamento e o aumento na resistência acarretarão numa menor ocorrência do Defeito F.

4.3. AÇÕES CORRETIVAS

Após identificar as principais variáveis que influenciam no surgimento do Defeito F, foram tomadas ações corretivas pela Área Técnica tornando possível identificar durante o processo de fabricação e antes da liberação do produto as prováveis causas, melhorando assim o controle da qualidade dos produtos. A Tabela 1 relaciona a causa com sua respectiva ação corretiva e o período em que as ações foram implementadas.

TABELA 2 – Tabela que relaciona causa e ações corretivas

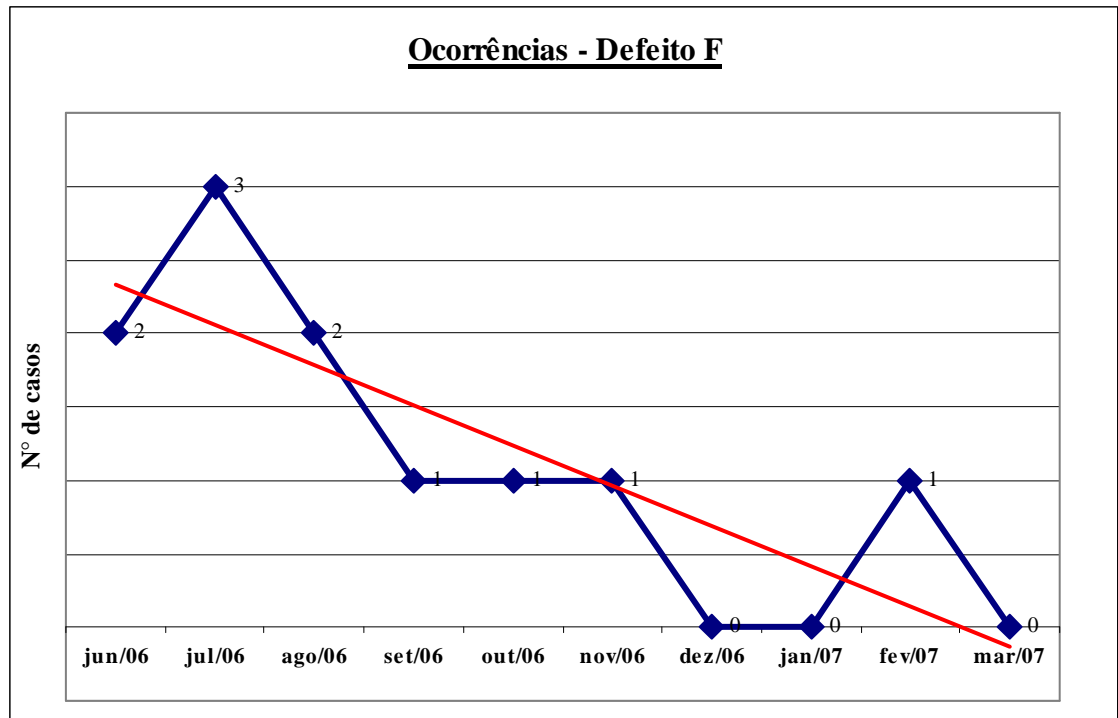
Causa	Ação corretiva	Período das implementações das ações
Variável 2	Aumento 	Junho e Julho/06
Variável 3	Redução 	Outubro/06
Variável 5	Aumento 	Dezembro/06
Variável 8	Aumento 	Fevereiro/07
Variável 10	Aumento 	Junho/06

4.4.

4.5. OCORRÊNCIAS DE DEFEITOS F

Analisando-se o período compreendido entre os meses de Junho/06 à Março/07, observam-se os seguintes casos de defeitos visto pelo Gráfico 1.

GRÁFICO 1 - Gráfico ilustrando os casos de Defeito F



O Gráfico 1 mostra claramente a tendência de queda nos casos de Defeito F, lembrando que as melhorias implementadas não ocorreram de forma simultânea e que somente será possível verificar a eficácia de todas as ações em produtos produzidos a partir do mês de Fevereiro/07, período da última ação que apresenta correlação.

Mesmo assim, verifica-se a queda como resultado das implementações de acordo com os valores encontrados na correlação em estudo realizado anteriormente. Quanto maior valor de correlação, maior foi à prioridade dada para eliminação do problema.

5. CONCLUSÃO

Com a análise dos resultados encontrados durante a identificação das principais variáveis que interferem para a ocorrência do Defeito F, percebe-se nitidamente a tendência de queda de casos à medida que essas variáveis foram estudadas.

Como consequência positiva do estudo apresentado, atualmente a empresa dispõe de um melhor controle de processo e melhor controle na qualidade da matéria-prima. Também foram desenvolvidos testes e métodos para garantir a máxima qualidade dos produtos acabados e em processo de fabricação.

Ainda não é possível garantir que somente com essas ações será possível eliminar o problema, já que a melhor forma de avaliação é a performance do produto em máquina, o que depende da disponibilidade do cliente. Dependendo do projeto e aplicação do produto, estes podem atingir 365 dias de operação, dificultando na rápida avaliação da eficácia das ações corretivas implementadas.

Face aos relevantes resultados obtidos, recomenda-se o prosseguimento do estudo para futuros trabalhos e apresentações dos resultados para a melhoria do negócio da empresa, tornando extremamente importante a análise e atualização do Diagrama de Pareto que mostra os principais defeitos que ocorrem nos produtos acabados, após a provável eliminação do Defeito F.

6. 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] RODRIGUES, Ednilson Caetano, “Controle da Qualidade em Química Têxtil - Métodos Práticos”, Lectra Systèmes, 1997.
- [2] STEVENSON, William J. Estatística aplicada à administração. Editora Marbra , 1999.
- [3] TOLEDO, Geraldo Luciano. Estatística Básica, 2ª Edição, Atlas, 1998.
- [4] MURRAY R. Spiegel, Coleção Schaum, Probabilidade e Estatística, Editora Mcgraw – Hill do Brasil Ltda, 1997.
- [5] CERQUEIRA, Jorge Pereira de. A Metodologia de Análise e Solução de Problemas. São Paulo: Pioneira, 1997.
- [6] FALCONI, Vicente Campos. TCQ – Controle da Qualidade Total (No estilo Japonês). Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- [7] GIL, Antonio C. Como elaborar projetos de pesquisas. São Paulo: Atlas, 2002.

7.