

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Otimização da Produção com uso do Controle Estatístico de  
Processo (Cep)**

*Raphael Moretti*

**TCC-EP-66-2008**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

## **Otimização da Produção com uso do Controle Estatístico de Processo (Cep)**

*Raphael Moretti*

**TCC-EP-66-2008**

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

Orientador(a): *Prof<sup>a</sup>*. Dr Wagner A. dos Santos Conceição

**Maringá - Paraná  
2008**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

## **Otimização da Produção com uso do Controle Estatístico de Processo (Cep)**

*Raphael Moretti*

**TCC-EP-66-2008**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.  
Orientador(a): *Prof<sup>a</sup>. Dr Wagner A. dos Santos Conceição*

**Maringá - Paraná  
2008**

***Raphael Moretti***

## **Otimização da Produção com uso de Controle Estatístico de Processo (Cep)**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador(a): Prof<sup>(a)</sup>. Dr. Wagner A. dos Santos Conceição  
Departamento de Engenharia Química, CTC

---

Prof<sup>(a)</sup>. Olív ia Toshie Oiko  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof<sup>(a)</sup> Dr. Veronice Slusarki Santana  
Departamento de Engenharia Química, CTC

Maringá, novembro de 2008

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus Pais que sempre me apoiaram em estudar, respeitando minhas escolhas e ficando ao meu lado em momentos difíceis.

E também aos meus amigos e namorada que me proporcionaram muitos momentos de alegria e força nas horas difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a DEUS por estar ao meu lado em todos os momentos me dando força.

Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado dando apoio e auxiliando no desenvolvimento do meu trabalho

Aos meus amigos pelos momentos que passamos juntos, momentos estes que jamais esquecerei, em especial ao Eweton Caburon e Paulo Faria.

Em especial ao meu orientador Wagner, que sempre esteve disposto a me ajudar.

A minha namorada que sempre esteve ao meu lado durante toda a graduação me apoiando.

## **RESUMO**

As empresas nos dias atuais estão cada vez mais procurando formas de reduzir custos de fabricação e aumentar a qualidade de seus produtos. O Trabalho mostra o grau de importância do uso de estatística no controle de processos, quais as etapas necessárias para a implantação quais são os cuidados que se deve ter ao utilizar essa ferramenta, vantagens que as empresas terão em aplicá-lo, e quais serão os resultados que as organizações poderão alcançar. O trabalho também mostra um estudo de caso onde uma empresa do ramo de panificação utilizando o Cep conseguiu perceber que seu processo de fabricação de pão francês se encontra fora de controle estatístico.

**Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo, Qualidade.**

# SUMÁRIO

RESUMO .....	07
SUMÁRIO .....	08
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	09
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBEJTIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>08</b>
<b>4 CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE.....</b>	<b>17</b>
4.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO .....	17
4.2 DEFINIÇÃO DO PROCESSO .....	18
4.3 FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO.....	19
4.4 GRÁFICO DE PARETO.....	19
4.5 DIAGRAMA CAUSA EFEITO.....	22
4.6 HISTOGRAMAS.....	23
4.7 DIAGRAMA DE DISPERSÃO.....	24
4.8 GRÁFICO DE CONTROLE.....	25
4.9 CAPACIDADE DO PROCESSO .....	30
<b>5 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>31</b>
5.1 HISTÓRICO DA EMPRESA.....	31
5.2 APRESENTAÇÃO GERAL DA PROPOSTA.....	31
5.3 COLETA DE DADOS.....	31
5.4 PROGRAMA - MATLAB.....	32
5.5 RESULTADOS OBTIDOS.....	33
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
6.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	35
6.2 SUGESTÕES.....	35
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01: Diagrama de Pareto</b> -----	<b>15</b>
<b>Figura 02: Diagrama de Causa e Efeito</b> -----	<b>17</b>
<b>Figura 03: Histograma</b> -----	<b>19</b>
<b>Figura 04: Diagrama de Disperção</b> -----	<b>20</b>
<b>Figura 05: Gráfico de Controle</b> -----	<b>21</b>
<b>Figura 06: Fórmulas</b> -----	<b>21</b>
<b>Figura 07: Planilha de Dados Coletados</b> -----	<b>32</b>
<b>Figura 08: Gráfico das Médias</b> -----	<b>34</b>
<b>Figura 09: Gráfico das Amplitudes</b> -----	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, os consumidores estão exigindo cada vez mais Qualidade dos produtos e serviços que pretendem adquirir: aqueles que apresentam melhor Qualidade costumam ser os preferidos. Sendo assim, a manutenção e melhoria da Qualidade são cruciais para a própria sobrevivência de uma organização. Para que seja possível melhorar a Qualidade é preciso avaliá-la de forma sistemática, realizar a Avaliação da Qualidade. O Controle Estatístico da Qualidade – CEQ (constituído por Controle Estatístico de Processos, Estudos de Capabilidade de Processos, Aceitação por Amostragem e Planejamento de Experimentos) compreende um conjunto de ferramentas muito importantes para a avaliação, manutenção e melhoria da Qualidade de produtos e processos (ASQC/AIAG,1992) (Montgomery,1997) (Paladini,1995), ou seja parte essencial não somente da Avaliação, mas também do processo de melhoria da Qualidade. É imprescindível que as técnicas do CEQ sejam corretamente implementadas, pois seus resultados somente serão confiáveis se (as técnicas) forem adequadamente escolhidas e aplicadas ao problema sob análise. Não obstante sua importância, o CEQ vem sendo empregado de forma inadequada em muitas organizações.

O Controle Estatístico de processo é uma das áreas de engenharia que vem crescendo muito nos dias de hoje, isso se deve a sua grande eficiência na otimização de processos em linhas de produção.

A implantação de métodos estatísticos nos processos de produção não garante a solução de todos os problemas, mas é uma maneira racional, lógica e organizada de determinar onde eles se concentram e a forma de solucioná-los. Esses métodos podem ajudar na melhoria contínua da qualidade e da produtividade.

Pode-se considerar o CEP como um conjunto de ferramentas da qualidade. Dessa forma, é possível se ter uma descrição detalhada do comportamento do processo e assim identificar sua variabilidade, e através da coleta, análise e interpretação de dados conseguir o controle do processo ao longo do tempo. O principal objetivo do CEP é melhorar os processos de produção com menos variabilidade, proporcionando níveis melhores de qualidade nos resultados da produção.

O sucesso da utilização do CEP baseia-se no seguinte conceito: se um processo ocorre sob condições conhecidas e estas são cuidadosamente mantidas, este processo estará sujeito apenas aos efeitos de Causas Comuns - que definem a posição e a dispersão do processo, configurando-se por uma Distribuição Normal. Assim, sendo um processo conhecido, pode-se prever toda sua ocorrência (Pinton, 1997).

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Utilizar-se de algumas das ferramentas da qualidade, proporcionando produtos competitivos ao mercado.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a) Fazer a identificação de possíveis falhas no processo de fabricação;
- b) Realizar um levantamento de dados, dos pontos negativos que merecem maior destaque fazendo uso das Ferramentas Estatísticas da Qualidade, sugerindo melhorias;
- c) Construir um programa em plataforma Matlab para que facilite a análise de dados;
- d) Realizar levantamento bibliográfico referente a ferramentas da qualidade;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As primeiras técnicas de CEQ foram desenvolvidas por volta de 1930, por W.A. Shewhart, com os primeiros Gráficos de Controle, e por Dodge e Romig, com a metodologia de Aceitação por Amostragem. A utilidade destas técnicas foi comprovada na prática, e sua aplicação disseminou-se pelas empresas dos EUA até o fim da II Guerra Mundial. Posteriormente houve uma diminuição do interesse por tais técnicas nos EUA, e graças ao trabalho de Deming e à visão da União Japonesa para a Ciência e a Engenharia (JUSE), tais métodos popularizaram-se no Japão (Bartmann, 1986). Atualmente os produtos japoneses têm uma reputação de Qualidade, e parece razoável supor que a utilização do CEQ deve ter tido uma influência, talvez considerável, nesta conquista (Starkey et al., 1996) (Rabbitt e Bergh, 1994) (Bartmann, 1986). Parece lógico inferir também que a aplicação das técnicas de CEQ foi feita de forma correta, caso contrário a magnitude do sucesso obtido seria menor. Tem sido afirmado por diversos profissionais, que tiveram a oportunidade de conhecer as práticas de qualidade em empresas no Brasil, que o Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) é utilizado de forma inadequada (Epprecht e Machado Neto, 1996) (por exemplo, usa-se um Gráfico de Controle por atributos quando um por variáveis seria mais apropriado), ou, simplesmente, não é utilizado porque não se conhece seu real valor. Segundo Paladini (1995, p.195) a implantação do CEP (Controle Estatístico de Processos, parte integrante do CEQ) costuma falhar porque é usado apenas como “(...) um demonstrativo do histórico do processo e não como um processo de análise de tendências. Como consequência, o CEP torna-se um procedimento apenas de correção, ou seja, reage às situações já ocorridas”. Há problemas semelhantes em outros países. Alwan e Roberts (1995) apresentam dados alarmantes sobre o emprego de Gráficos de Controle em 235 empresas da Inglaterra, uma vez que em apenas 14% dos casos as suposições estatísticas necessárias para o emprego dos Gráficos não haviam sido violadas. Deming (1990) declara que os administradores americanos, despertando para a necessidade de melhoria da Qualidade na década de 80, submeteram-se a cursos intensivos de métodos estatísticos, entre os quais CEQ, mas que, muitas vezes, os ministrantes de tais cursos não possuíam o conhecimento adequado e assim, centenas de pessoas aprenderam de forma errada, e continuam aprendendo. E em uma pesquisa de 1997 (Lee et al., 1997), das 114 empresas do setor manufatureiro de Hong-Kong 21 que responderam, apenas 55% usam Controle Estatístico da Qualidade, sendo que todas possuíam certificados ISO 9000 e

declaravam-se comprometidas com a melhoria da Qualidade. Embora o emprego de métodos de CEQ não seja exigido pelo padrão ISO9001 (embora métodos estatísticos sejam exigidos), muitos clientes exigem a implementação de tais técnicas para manter ou iniciar um vínculo comercial (Bränstrom-Stenberg e Deleryd,1999), o que apenas corrobora a sua importância.

No que diz respeito ao Brasil, o CEQ é ensinado principalmente nos cursos superiores de Engenharia e de Estatística. Há dezenas de cursos de Engenharia (incluindo a Industrial e a de Produção) e de Estatística no Brasil. Muitos desses cursos possuem uma ou mais disciplinas de CEQ, e seus conteúdos cobrem pelo menos os itens básicos (normalmente Gráficos de Controle e Inspeção por Amostragem), e alguns abrangem itens mais avançados. Os egressos desses cursos muitas vezes vão trabalhar diretamente nas empresas, passando a ser responsáveis pelo uso do CEQ. Outro aspecto precisa ser mencionado. Muitas empresas dispõem de seus próprios setores de treinamento, que são responsáveis pela instrução de seus funcionários, inclusive nas técnicas de CEQ. Vários destes setores têm reconhecida competência em diversas áreas. Não obstante, talvez não consigam demonstrar claramente a importância do CEQ, ou como deve ser usado, pois não é raro que as próprias empresas usem o CEQ de forma inadequada (muitas vezes, porém, não há condições materiais para o uso adequado do CEQ, como por exemplo, quando são necessários equipamentos de medição ou calibração).

A abrangência deste trabalho compreende a correta escolha, aplicação e interpretação dos resultados das técnicas de Controle Estatístico da Qualidade, o que pressupõe um exame das causas do emprego inadequado de tais técnicas, e a proposição de soluções.

As sete principais ferramentas de resolução de CEP devem ser amplamente ensinadas para toda organização para identificar oportunidades de melhoria e para ajudar na redução da variabilidade e na eliminação de perdas (Montgomery, 2004). Essas ferramentas são:

- Apresentação em histogramas ou em ramo-e-folha
- Folha de Controle
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de causa-efeito
- Diagrama de concentração de defeito
- Diagrama de dispersão
- Gráfico de controle

As cartas de controle são as ferramentas principais utilizadas no controle estatístico de processo e têm como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção. Sua utilização pressupõe que o processo seja estatisticamente estável, isto é, não haja presença de causas especiais de variação ou, ainda e de outra forma, que as sucessivas amostragens representem um conjunto de valores independentes ou não correlacionados. Este pressuposto quase sempre não é atendido e muitas vezes leva à utilização das cartas de controle com limites inadequados e com a freqüente ocorrência de alarmes (pontos fora ou próximos aos limites da carta) sem que, necessariamente, representem a presença de uma causa especial (Juran, 1992; Ogunnaike & Ray, 1994; Montgomery, 2004).

Os gráficos de controle representam uma das técnicas estatísticas que servem de apoio ao controle da qualidade de um processo, fornecendo evidências de suas variações tanto de caráter aleatório quanto de caráter determinável. Eles permitem que se possa atuar no processo de forma preventiva, corrigindo possíveis desvios de qualidade, em tempo real, no momento em que eles estão ocorrendo, não deixando que a situação de possibilidade de ocorrência de não conformidade perdure e acabe com uma possível reprovação do lote final (Toledo, 1987).

É importante destacar que um gráfico de controle não permite a identificação de quais são as causas especiais de variação que estão atuando em um processo fora de controle estatístico, mas ele processa e dispõe informações que podem ser utilizadas na identificação destas causas (Werkema, 1995).

As cartas ou gráficos de controle consistem em uma linha central, um par de limites de controle, um dos quais se localiza abaixo e outro acima da linha central, e valores característicos marcados no gráfico representando o estado de um processo. Se todos esses valores marcados estiverem dentro dos limites de controle, sem qualquer tendência particular e a disposição dos pontos dentro dos limites for aleatória, o processo é considerado sob controle. Entretanto, se os pontos incidirem fora dos limites de controle ou apresentarem uma disposição atípica, o processo é julgado fora de controle (Kume, 1993; Vieira, 1999).

A análise dos gráficos de controle permite que se determine se um dado processo é estável, ou seja, se não há presença de causas especiais de variação atuando sobre o mesmo. Para um processo ser considerado estatisticamente estável, os pontos nos gráficos de controle devem distribuir-se aleatoriamente em torno da linha média sem que haja padrões estranhos do tipo, tendências crescentes ou decrescentes, ciclos, estratificações ou misturas, pontos fora dos limites de controle (Ramos, 2000). Um processo estável ou sob controle estatístico apresenta previsibilidade, todavia é possível que mesmo um processo com variabilidade e conjeturada produza itens defeituosos ou não-conformes. Depois da estabilização de um processo, a análise sobre a capacidade do mesmo proporcionará as diretrizes para as tomadas de decisão como a mudança ou não do sistema produtivo (Santos & Batista, 2005).

Verificada a estabilidade do processo, pode-se quantificar sua capacidade empregando os índices de capacidade. Basicamente, o estudo da capacidade visa verificar se o processo consegue atender às especificações, ou não (Ramos, 2003).

## **4. CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE**

O conceito de Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) baseia-se no fato de que para se exercer o controle de um processo, ou uma série de processos que levam ao produto acabado, precisa-se entender seu comportamento. O conceito de Controle Estatístico da Qualidade deu base para se definir o comportamento do processo como bom ou aceitável. Em função disso, todos os problemas podem ser rastreados, identificados e eliminados de um processo, de modo que ele continue a produzir produtos com qualidade aceitável. O controle estatístico da qualidade na indústria visando eficiência, produtividade, vendas, popularizou-se a partir do trabalho de William Edwards Deming, um engenheiro que atuou na área de controle de qualidade das forças armadas norte americanas durante a Segunda Guerra Mundial. No pós-guerra, foi levado para o Japão pelo General Douglas Mac Arthur com a função de ajudar na reconstrução da indústria japonesa. Assim, muitas técnicas que ajudaram os Estados Unidos da América em tempos de guerra, também ajudaram o Japão em tempos de paz. Deming tinha trabalhado com Walter A. Shewhart, o pai do controle estatístico da qualidade e criador dos gráficos de controle, uma das ferramentas mais poderosas do Controle Estatístico de Processos, e do Ciclo PDCA ( Plan, Do, Check, Action ), ferramenta fundamental para o gerenciamento da qualidade (VICINO, 2001).

### **4.1 Controle Estatístico do Processo**

O Controle Estatístico do Processo (CEP), desde que inserido num programa de melhoria contínua, utiliza as técnicas estatísticas para analisar o comportamento do processo de fabricação, efetuar ações corretivas que permitam mantê-lo dentro de condições preestabelecidas e tem como objetivo, evitar a produção de itens de qualidade insatisfatória, melhorando e assegurando a qualidade da produção para satisfazer os consumidores. Esse tipo de controle reduz os custos evitando desperdícios e retrabalho. Além disso, maximiza a produtividade, identificando e eliminando as causas de variação do processo e reduz a necessidade de inspeção de produtos. Miranda (1994, p.15) definiu que o Controle Estatístico do Processo (CEP), tem por objetivo “registrar as variações existentes em qualquer processo, como forma de identificar desvios de desempenho e, então, atacá-los preventivamente para

mantê-los” estabilizados dentro da capacidade do processo”. O Controle Estatístico do Processo (CEP) segundo (Sommer, 2000) é um método preventivo de se comparar continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para variações significativas, e eliminando ou controlando estas variações com o objetivo de reduzi-las cada vez mais. O CEP é uma metodologia que permite conhecer o processo, manter o mesmo sob controle estatístico e melhorar a capacidade do mesmo. Essas metodologias e técnicas estatísticas são conhecidas há décadas, mas sua aplicação era limitada até os anos 80, e, ao longo dos anos, vêm se tornando cada vez mais amplamente utilizadas e aceitas. O movimento do CEP resultou no treinamento de muitos supervisores e trabalhadores em ferramentas estatísticas básicas capacitando-os a entender melhor o comportamento de processos e produtos. Muitos deles aprenderam que as decisões baseadas na coleta e análise de dados superam as decisões baseadas no empirismo.

#### **4.2 Definição de processo**

São conjuntos de atividades que possuem como características a definição de parâmetros e medidas que se iniciam e terminam com a satisfação dos clientes externos. O termo “clientes externos” é usado para identificar pessoas ou organizações que não fazem parte da empresa, mas são ligadas pelas atividades da empresa. A definição de um processo exige que se conheça os limites do processo, ou seja, precisamos saber quando o processo começa e quando termina (MAFRA, 1999). Os processos podem ser classificados em processos empresariais ou de gerenciamento ou ainda processo produtivo ou de manufatura. Segundo (Harrington, 1993), o processo empresarial é o processo que gera serviço e dá apoio ao processo produtivo, como por exemplo, o planejamento do processo de produção, folha de pagamento, atendimento de pedidos, dentre outros. Os processos são interligados formando cadeias clientes/fornecedores e abrangem todas as atividades administrativas, produção, compra e serviços dentro de uma organização. Essa abordagem de processo quer dizer que deve-se verificar o ponto de vista do cliente e não medir esforços para que as necessidades dos clientes sejam satisfeitas. Vários autores definiram o termo processo de diversas formas: “Processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo” (HARRINGTON, 1993).

### 4.3 Ferramentas do Controle Estatístico do Processo

Para a implantação da qualidade foram desenvolvidas técnicas que facilitam a aplicação de conceitos de gerenciamento da qualidade com a prática e também são usadas diversas ferramentas de coleta e apresentação de informações. O uso de tais ferramentas tem por objetivo proporcionar uma metodologia para pesquisa e coleta de informações e, agregar e apresentar informações de forma simples e estruturada.

Essas ferramentas, das quais fazem parte as sete ferramentas do Método Deming de Administração, segundo (Walton, 1989), são descritas a seguir:

### 4.4 Gráfico de Pareto

O Princípio de Pareto estabelece que um problema pode ser atribuído a um pequeno número de causas. Assim se forem identificadas as poucas causas vitais dos poucos problemas vitais enfrentados pela organização, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de ações.

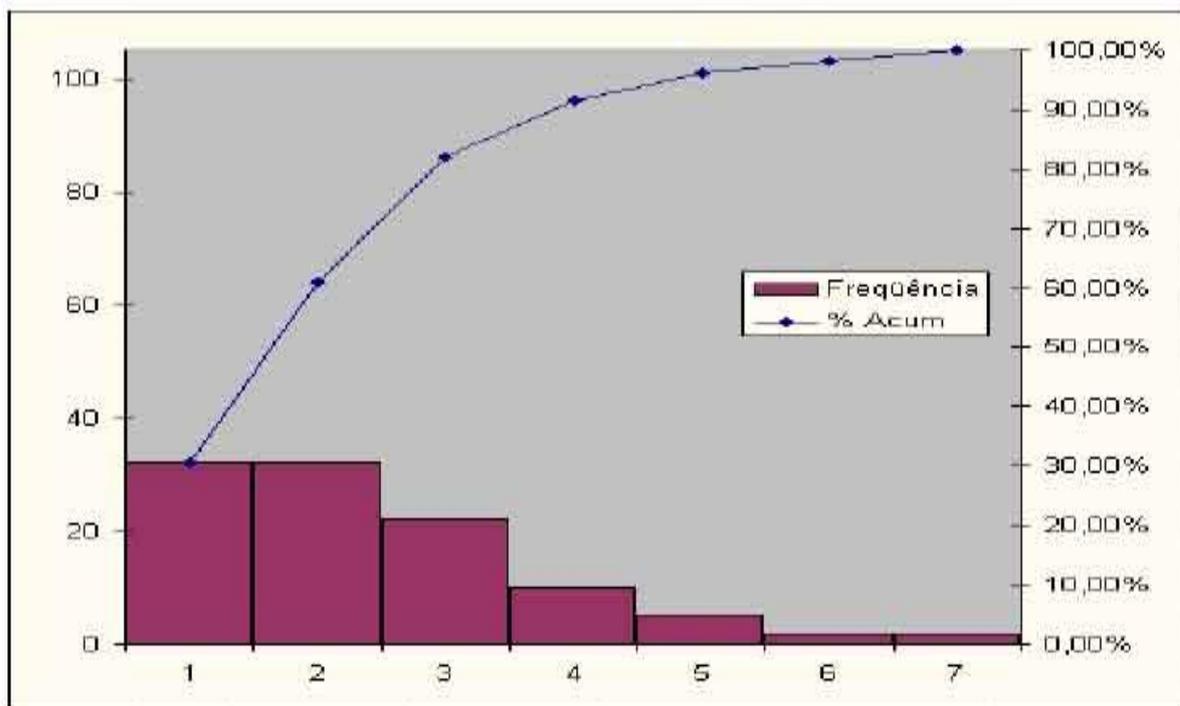
O princípio de Pareto foi estabelecido por J.M. Juran que adaptou aos problemas da qualidade a teoria para modelar a distribuição de renda desenvolvida pelo sociólogo e economista Vilfredo Pareto (1843-1923). Pareto mostrou que a distribuição de renda é muito desigual, com a maior parte da riqueza pertencendo a muito poucas pessoas. Juran notou que essa idéia poderia ser aplicada a problemas da qualidade e assim obter melhorias nos processos da qualidade.

O gráfico de Pareto tem o objetivo de dispor as informações em barras verticais a fim de tornar evidente e visual a priorização de problemas. Para a construção do Gráfico de Pareto devemos seguir as seguintes etapas

- a) Definir o tipo de problema a ser estudado (reclamações, acidentes, perdas financeiras, etc)
- b) Listar os fatores de estratificação;
- c) Estabelecer o método e o período de coleta de dados;
- d) Elaborar uma lista de verificação para a coleta de dados;
- e) Preencher a lista de verificação e registrar o total de vezes que cada categoria foi observada e o número de observações;

- f) Fazer uma planilha de dados para o Gráfico de Pareto com as colunas categoria, quantidades, totais acumulados, percentagens do total geral e percentagens acumuladas;
- g) Preencher a planilha de dados, em ordem decrescente;
- h) Trace dois eixos verticais de mesmo comprimento e um eixo horizontal;
- i) Marque o eixo vertical do lado direito com escala de 0-100% e identifique o eixo como “Percentagem Acumulada”;
- j) Divida o eixo horizontal em um número de intervalos igual ao número de categorias constantes na planilha de dados;
- k) Identificar Cada intervalo do eixo horizontal deve ser identificado com uma categoria da planilha de dados;
- l) Construir um gráfico de barras utilizando a escala do eixo vertical do lado esquerdo;
- m) Construir a curva de Pareto marcando os valores acumulados;
- n) Outras informações como título, período de coleta de dados, número total de itens inspecionados e objetivo do estudo realizado deve constar no gráfico.

Podemos observar o gráfico de Pareto na figura abaixo:



**Figura 01:** Diagrama de Pareto

O Gráfico de Pareto pode ser utilizado em várias categorias como:

Qualidade – Gráfico mostra o número de reclamações de clientes, número de devoluções de produtos, etc.

Custo – Custo de manutenção de equipamentos, gastos com reparos de produtos dentro do prazo de garantia

Entrega – Número de entregas em locais errados, atrasos nas entregas, etc.

Moral – Índices de demissões, reclamações trabalhistas, etc.

Segurança – Número de acidentes sofridos por usuários do produto, índice de gravidade de acidentes, etc.

O Gráfico de Pareto para causas organiza a informação de modo que se torna possível a identificação das principais causas de um problema.

A categoria “outros” deve ser analisada, pois se representar mais de 10% do total de observações, isso significa que as categorias analisadas não foram classificadas de forma adequada, neste caso deve ser adotado um modo diferente de classificação das categorias.

Fazer comparação de gráficos de Pareto considerando níveis de fatores de estratificação de interesse pode ser muito útil para identificação das causas fundamentais de um problema.

Realizar o desdobramento do gráfico de Pareto pode ser muito útil, pois esse desdobramento permite tomar as categorias prioritárias identificadas em um primeiro gráfico com novos problemas a serem analisados por meio de novos gráficos de Pareto.

#### 4.4 Diagrama de Causa Efeito

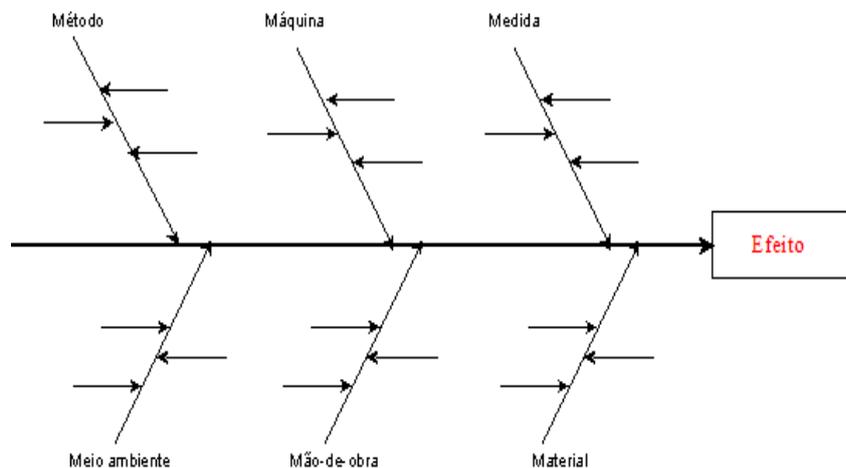
O Diagrama de Causa Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado (Werkema, 1995).

Esse diagrama atua como um guia para a identificação da causa fundamental do problema estudado e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas.

Para sua construção devem participar o maior número possível de pessoas envolvidas no processo, pois assim se impede que se omita alguma causa relevante.. As etapas para sua construção são;

- Definir a característica da qualidade ou o problema a ser analisado
- Dentro de retângulos, como espinhas relacione as causas primárias que afetam a característica da qualidade ou o problema.
- Como espinhas médias, relacione as causas secundárias que afetam as causas primárias.
- No diagrama identifique as causas que parecem exercer um efeito mais significativo sobre a característica da qualidade ou problema.
- Não esqueça de registrar no diagrama informações como título, data da elaboração do diagrama e responsáveis pela elaboração do diagrama.

O diagrama de Causa e Efeito pode ser representado conforme a figura abaixo:



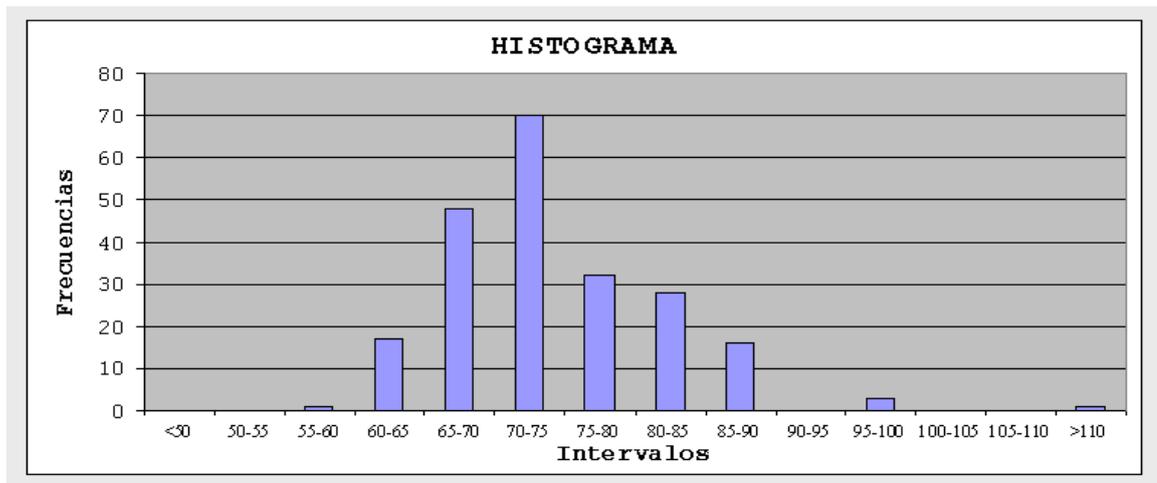
**Figura 02:** Diagrama Causa e Efeito

## 4.5 Histogramas

O Histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente (Werkema, 1995). O histograma organiza as informações para facilitar a visualização da forma da distribuição de um conjunto de dados e também a percepção da localização do valor central e da dispersão dos dados em torno deste valor central. O procedimento para sua construção é:

- a) Faça a coleta de  $n$  dados referentes à variável cuja distribuição será analisada;
- b) Escolha o número de intervalos ou classes ( $K$ );
- c) Identifique o menor valor e o maior valor da amostra;
- d) Calcule a amplitude total dos dados;
- e) Calcule o comprimento de cada intervalo;
- f) Arredonde o valor do comprimento de cada intervalo, este número deve ser múltiplo inteiro da unidade de medida dos dados da amostra;
- g) Calcule os limites de cada intervalo;
- h) Construa uma tabela de distribuição de frequências;
- i) Desenhe o histograma;
- j) Não esqueça de registrar no Histograma informações como título, período de coleta de dados e tamanhos da amostra.

O Histograma pode ser representado conforme figura abaixo:



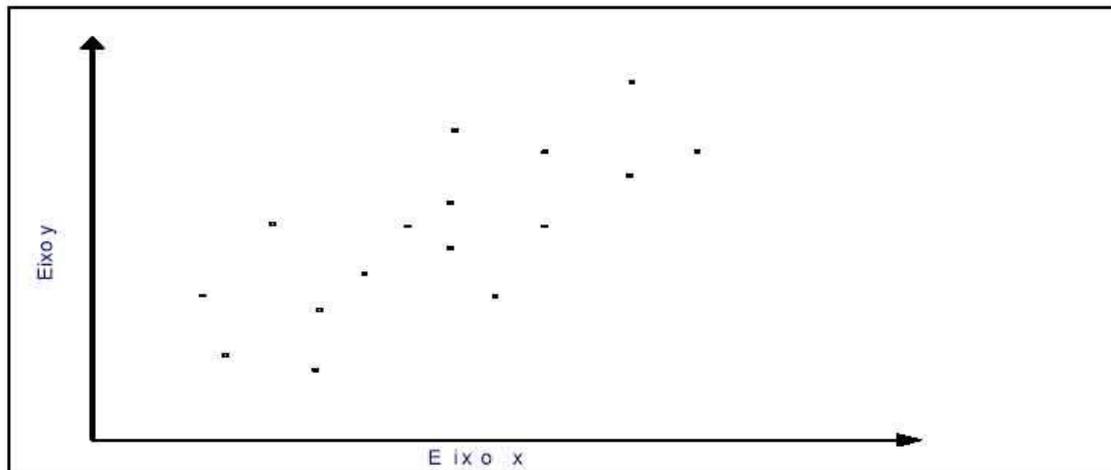
**Figura 03:** Histograma

#### 4.6 Diagrama de Dispersão

Com o uso do Diagrama de dispersão é possível a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. É muito importante o entendimento dos tipos de relações existentes entre as variáveis associadas a um processo, pois contribui para aumentar a eficiência dos métodos de controle do processo. Para sua construção devemos seguir as seguintes etapas:

- a) Coletar no mínimo 30 pares de observações (x,y) das variáveis cujo tipo de relacionamento será estudado;
- b) Em uma tabela registre os dados coletados;
- c) Faça a escolha da variável que será representada no eixo horizontal x;
- d) Determine os valores máximo e mínimo das observações de cada variável;
- e) Escolha escalas adequadas e de fácil leitura para os eixos horizontal e vertical;
- f) Desenhe as escalas em papel milimetrado;
- k) Represente no gráfico os pares de observações (x,y);
- l) Não esqueça de registrar informações importantes como título, período de coleta de dados, número de pares de observações e identificação do responsável pela construção do diagrama.

O diagrama de dispersão pode ser representado conforme figura abaixo:



**Figura 04:** Diagrama de Dispersão

#### 4.7 Gráfico de Controle

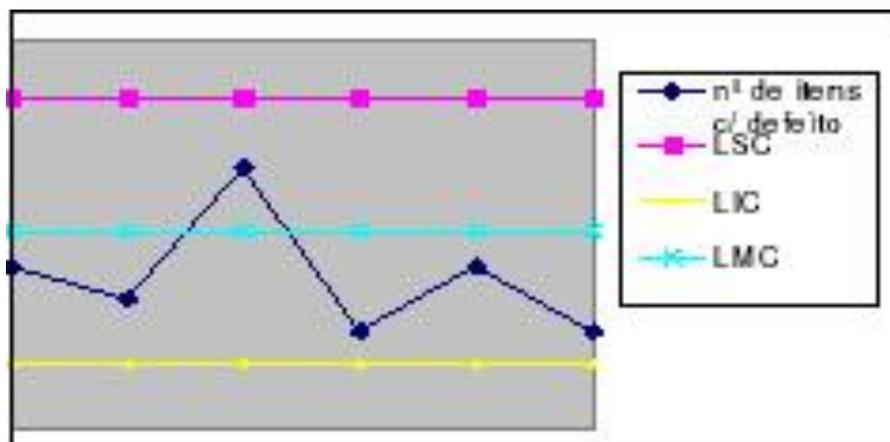
Segundo Feigenbaum (1994, p.70), os gráficos de controle são ferramentas gráficas mais recomendadas para o controle da qualidade de materiais, bateladas, itens e montagens, pois permitem avaliar se uma produção está sob controle, ou seja, apresentam o desempenho do processo de produção ao longo do tempo. Eles comparam a variação real na produção de itens com os limites de controle estipulados para esses mesmos itens. Os gráficos de controle analisam o comportamento do processo de fabricação, permitindo que se possa atuar no processo de forma preventiva efetuando ações corretivas no momento em que ocorrerem desvios e assim permitam manter o processo dentro de condições preestabelecidas. Os gráficos de controle também podem ter um papel importante na aceitação do produto, pois o controle estatístico verifica a estabilidade do processo e a homogeneidade do produto. Existem gráficos de controle para atributos e para variáveis:

- Atributos: estudam o comportamento de números e proporções. Exigem somente uma classificação de medições descontínuas como boa ou má.
- Variáveis: referem-se a aspectos como peso, comprimento, densidade, concentração, etc. Exigem medições em uma escala contínua. Dados variáveis contêm mais informações que atributos e por isso são os preferidos para o Controle Estatístico do Processo - CEP e essenciais diagnósticos.

Os gráficos de controle exibem três linhas paralelas ao eixo X:

- Linha Central: representa o valor médio do característico de qualidade exigido.
- Linha Superior: representa o limite superior de controle ( LSC )
- Linha Inferior: representa o limite inferior de controle ( LIC )

O gráfico de controle pode ser representado conforme figura abaixo:



**Figura 05:** Gráfico de Controle

Os limites de controle, de um modo geral, são estabelecidos a partir da média  $\pm 3$  desvios padrões ( $\mu \pm 3$ ), como o Modelo de Shewhart, (SOMMER, 2000). A faixa entre os limites de controle define a variação aleatória no processo. Se os pontos traçados no gráfico estiverem dentro dos limites de controle e estiverem dispostos de forma aleatória, pode-se dizer que o processo está sob controle estatístico. Caso contrário, se um ou mais pontos estiverem fora dos limites de controle ou estiverem dispostos de forma não aleatória, pode-se dizer que o processo está fora de controle estatístico. Então, indicam uma ou mais causas determináveis de variação, e assim precisa-se identificar os fatores que causam tais variações para que esses pontos sejam eliminados. As causas de variação num processo podem ser classificadas em comuns ou especiais. As causas comuns são as causas difíceis de identificar. São causas relacionadas com o sistema e demandam ações gerenciais, porém ao serem descobertas devem

ser logo corrigidas, como por exemplo, método de trabalho incorreto, dentre outros. Já as causas especiais são mais fáceis de resolver porque são mais claramente determinadas, são locais, como exemplo temos desgaste de ferramenta, matéria-prima fora das especificações, operador inexperiente. Para que os gráficos sejam construídos, é necessário que sejam avaliados os característicos da qualidade, e para isso podem ser utilizados diferentes tipos de escalas: quantitativas, para variáveis e qualitativas para atributos. A escolha entre uma ou outra forma de medição depende da situação. As variáveis fornecem informações mais precisas a respeito da característica que estão representando, permitindo identificar a magnitude e o sentido do defeito, além de trabalhar com amostras menores. Entretanto, a sua utilização pode ser limitada pela dificuldade, demora e custo da medição. Os atributos são obtidos mais rapidamente porém podem apresentar medidas menos precisas. Segundo (Soares, 2000) se for escolhida a forma de medição variável, os gráficos usados são:

- Gráfico “X e R” (média e amplitude): no qual são registradas as médias amostrais e a variabilidade do processo é avaliada por meio da amplitude. Apresenta facilidade na elaboração dos cálculos porém indica com menor segurança a variabilidade do processo. Costuma-se trabalhar com esse tipo de gráfico para casos em que o tamanho da amostra seja menor que 6 ( $n < 6$ ).
- Gráfico “X e s” (média e desvio-padrão): seu uso é aconselhável para grandes amostras. As médias amostrais são registradas e a variabilidade é avaliada através do desvio-padrão, mas esse tipo de gráfico apresenta maior dificuldade de interpretação.
- Gráfico “X ~ e R” (mediana e amplitude): no qual são registradas as medianas e suas amplitudes. Apresenta maior facilidade no controle contínuo do processo pois não há necessidade de cálculos porém a mediana é um estimador mais fraco que a média.
- Gráfico “i X e R” (X individual e amplitude): no qual são registrados valores individuais de medições e não valores médios. Devem ser utilizados em situações especiais como processos com taxa de produção muito baixa ou com pouca variabilidade. Para construir o gráfico correspondente adota-se X como sendo a média dos valores individuais e R a amplitude do processo como a média das amplitudes em valor absoluto entre cada leitura de dois valores individuais consecutivos.

As fórmulas envolvidas para os cálculos no Cep podem ser representadas conforme figura abaixo:

Tipo de Gráfico	Limites de Controle	
	Gráfico	Fórmulas
$\bar{X}$ e R	Média	$LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 * \bar{R}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{X}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = D_4 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 * \bar{R}$
$\bar{X}$ e s	Média	$LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_3 * \bar{s}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{X}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_3 * \bar{s}$
	Desvio-Padrão	$LSC_s = B_4 * \bar{s}$ $LMC_s = \bar{s}$ $LIC_s = B_3 * \bar{s}$
$\tilde{X}$ e R	Mediana	$LSC_{\tilde{X}} = \tilde{X} + A_2 * \bar{R}$ $LMC_{\tilde{X}} = \tilde{X}$ $LIC_{\tilde{X}} = \tilde{X} - A_2 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = D_4 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 * \bar{R}$
$X_i$ e R	Individuais( X )	$LSC_{X_i} = \bar{X} + 2,660 * \bar{R}$ $LMC_{X_i} = \bar{X}$ $LIC_{X_i} = \bar{X} - 2,660 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = 3,267 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = 0$

Figura 06: Fórmulas

Os gráficos de controle, segundo (Juran, 1992), devem ser utilizados para:

- alcançar um estado de controle estatístico;
- monitorar um processo;
- determinar a aptidão do processo;
- quando houver necessidade de testes destrutivos.

Se for escolhida a forma de medição por atributos, existem basicamente quatro tipos de gráficos que podem ser usados:

- Gráfico  $p$  ou da Proporção de Defeituosos: é usado para a porcentagem de unidades não-conformes na amostra. As amostras não precisam ter o mesmo tamanho;
- Gráfico  $np$  ou do Número Total de Defeituosos: é usado para o número de unidades não-conformes na amostra. É de fácil manuseio pelos operadores e as amostras devem obrigatoriamente ser do mesmo tamanho.
- Gráfico  $c$  ou de Número de Defeitos na Amostra: é usado para o número de não conformidade numa amostra. As amostras devem ter o mesmo tamanho.
- Gráfico  $u$  ou de Defeitos por Unidade: é usado para o número de não conformidades por amostra considerada como uma unidade. As amostras não precisam ter o mesmo tamanho.

## 4.9 Capacidade do Processo

Capacidade de um processo refere-se em produzir produtos cujos resultados atendam as especificações do projeto. Segundo (Sommer, 2000) a capacidade de um processo envolve a comparação entre os “Limites Naturais” do processo com os “Limites Especificados”. Baseado nesse conceito, um processo pode ser classificado, quanto à sua capacidade, em:

- Processo capaz: quando os resultados das medições encontram-se dentro dos limites das especificações do projeto, ou seja, estatisticamente não estão sendo produzidos produtos defeituosos;
- Processo não-capaz: quando os resultados das medições encontram-se fora dos limites das especificações do projeto, ou seja, estatisticamente existem indicações que estão sendo produzidos produtos defeituosos.

Para se medir o quanto o processo é capaz de atender as especificações utiliza-se o que se chama de índices de capacidade. São dois os índices de capacidade:

- a) Índice de Potencial do Processo.
- b) Índice de Desempenho do Processo.

Para que o cálculo destes itens tenham significado estatístico, deve-se ter pelo menos 30 valores de controle e a distribuição deles deve tender à normal. (SOMMER, 2000).

O índice de capacidade se preocupa com a centralização do processo, isto é, com a média estimada do processo em relação aos limites de especificação. Ao calcular o índice de capacidade, é verificado se o processo está ou não atendendo aos limites de especificações. Se o valor encontrado for maior ou igual a um, diz-se que o processo é capaz e se o valor encontrado for menor que um, diz-se que o processo não é capaz. Portanto: 1 processo capaz;  $< 1$  processo não capaz.

Muito comum é se adotar o valor referência de 1,33. Esse valor indica que é possível trabalhar com uma dispersão de amplitude 8 dentro do campo de tolerância do produto (SCHISSATTI, 1998).

## **5 ESTUDO DE CASO**

### **5.1 Histórico da Empresa**

Este estudo foi desenvolvido na XYZ Panificação, empresa de médio porte do setor Alimentício. Iniciou suas atividades em 2007, quando três sócios de uma grande rede de supermercados decidiram centralizar o setor de panificação de todas as suas lojas da rede em um só espaço.

A criação dessa nova empresa teve como objetivo, a redução de custos, padronização da qualidade de seus produtos, e oferecer produtos à preços competitivos.

### **5.2 Apresentação Geral da Proposta**

A proposta iniciou-se com a caracterização da empresa na qual serão aplicadas as ferramentas básicas do CEP, em seguida foi feito um levantamento de informações à respeito do peso do produto em questão ( Pão francês), com esses dados em mão foi construído um programa em plataforma Matlab com o propósito de organizar esses dados coletados de modo a facilitar a compreensão do que está ocorrendo no processo de fabricação.

### **5.3 Coleta de Dados**

Produto Analisado: Pão Francês.

Local: XYZ Panificação.

Coleta: realizada 5 vez ao dia, após os pães serem assados.

Responsável pela Coleta: Raphael Moretti

Total Funcionários: 30.

Duração: 13 dias.

Produção: 1000 pães/dia.

Peso Padrão: 65 g (Massa).

Peso Padrão: 50g (Assado).

Número de Amostras (n): 25.

A tabela a seguir contém os dados coletados para análise, utilizando o Cep;

Data	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25
19/5/2008	0,54	0,56	0,48	0,52	0,48	0,47	0,42	0,4	0,59	0,47	0,48	0,48	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,5	0,56	0,55	0,55	0,55	0,52	0,52	0,54
20/5/2008	0,48	0,47	0,53	0,46	0,45	0,52	0,54	0,58	0,55	0,6	0,55	0,57	0,56	0,56	0,56	0,54	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53	0,54	0,56	0,55
21/5/2008	0,52	0,55	0,5	0,49	0,48	0,52	0,58	0,57	0,57	0,54	0,53	0,52	0,48	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,52	0,5	0,51	0,47	0,46	0,59	0,6
22/5/2008	0,5	0,45	0,54	0,52	0,53	0,55	0,58	0,56	0,52	0,59	0,55	0,54	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,58	0,52	0,57	0,59	0,58	0,54	0,57	0,56
23/5/2008	0,52	0,53	0,49	0,55	0,54	0,5	0,54	0,52	0,48	0,52	0,53	0,54	0,5	0,49	0,48	0,52	0,51	0,53	0,56	0,54	0,54	0,57	0,56	0,54	0,52
24/5/2008	0,51	0,5	0,51	0,48	0,46	0,42	0,49	0,45	0,56	0,48	0,48	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,52	0,51	0,53	0,55	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
25/5/2008	0,51	0,51	0,52	0,52	0,55	0,56	0,56	0,56	0,54	0,56	0,56	0,56	0,56	0,54	0,54	0,58	0,57	0,57	0,53	0,58	0,55	0,53	0,53	0,53	0,53
26/5/2008	0,5	0,5	0,53	0,52	0,54	0,54	0,54	0,56	0,53	0,56	0,56	0,52	0,53	0,54	0,54	0,54	0,56	0,56	0,55	0,53	0,52	0,58	0,54	0,56	0,56
27/5/2008	0,53	0,53	0,59	0,55	0,56	0,57	0,57	0,54	0,62	0,53	0,53	0,56	0,53	0,53	0,57	0,53	0,52	0,55	0,56	0,56	0,58	0,53	0,54	0,55	0,56
28/5/2008	0,55	0,57	0,58	0,59	0,6	0,61	0,66	0,61	0,63	0,59	0,6	0,52	0,59	0,57	0,64	0,57	0,57	0,57	0,54	0,56	0,58	0,59	0,58	0,58	0,56
29/5/2008	0,55	0,58	0,58	0,59	0,59	0,61	0,62	0,62	0,54	0,63	0,63	0,54	0,64	0,64	0,64	0,58	0,58	0,58	0,57	0,54	0,56	0,56	0,56	0,58	0,58
30/5/2008	0,52	0,54	0,56	0,56	0,56	0,54	0,56	0,52	0,46	0,58	0,59	0,59	0,62	0,62	0,43	0,54	0,56	0,56	0,58	0,59	0,54	0,55	0,56	0,52	0,54
31/5/2008	0,58	0,54	0,56	0,58	0,54	0,56	0,6	0,52	0,46	0,48	0,47	0,63	0,46	0,44	0,49	0,58	0,57	0,54	0,58	0,59	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53

Figura 07: Planilha de Dados Coletados

## 5.4 Programa – Matlab

```

clc
clear
planilha=xlsread('Cep');
Transposta=(planilha)';
[m,n]=size(planilha);
media_x=mean(Transposta);
media_media=mean(media_x);
v_maximo=max(Transposta);
v_minimo=min(Transposta);
amplitude=v_maximo-v_minimo;
transp_amp=(amplitude)';
med_amp=mean(transp_amp);
D33=[0 0 0 0 0 0.076 0.136 0.184 0.223 0.256 0.283 0.307 0.328 0.347 0.363 0.378 0.391
0.403 0.415 0.425 0.434 0.443 0.451 0.459];
A22=[1.88 1.023 0.729 0.577 0.483 0.419 0.373 0.337 0.308 0.285 0.266 0.249 0.235 0.223
0.212 0.203 0.194 0.187 0.180 0.173 0.167 0.162 0.157 0.153];
D44=[3.267 2.575 2.282 2.115 2.004 1.924 1.864 1.816 1.777 1.744 1.717 1.693 1.672 1.653
1.637 1.622 1.608 1.597 1.585 1.575 1.566 1.557 1.548 1.541];
x=2:25;
D3 =interp1(x,D33,m)
A2 =interp1(x,A22,m)
D4 =interp1(x,D44,m)
x=(1:m);
LSC_x=media_media+A2*med_amp+0*x;

```

```

LM_x=media_media+0*x;
LIC_x=media_media-A2*med_amp+0*x;
LSC_amp=D4*med_amp+0*x;
LM_amp=med_amp+0*x;
LIC_amp=D3*med_amp+0*x;

plot(x,media_x,'-x',x,LSC_x,x,LM_x,x,LIC_x);
xlabel('Dias');
ylabel('Media Pesos');
title('Grafico das Medias');
disp('Resultados do Gráfico X')
LSCX=LSC_x(1)
LMX=LM_x(1)
LICX=LIC_x(1)
figure(2)
plot(x,amplitude,'-x',x,LSC_amp,x,LM_amp,x,LIC_amp);
xlabel('Dias');
ylabel('Media Amplitudes');
title('Grafico das Amplitudes');
disp('Resultados do Gráfico R')
LSCA=LSC_amp(1)
LMA=LM_amp(1)
LICA=LIC_amp(1)

```

## 5.5 Resultados Obtidos

D3 = 0.3070

A2 = 0.2490

D4 = 1.6930

Resultados do Gráfico X

LSCX = 0.5723

LMX = 0.5434

LICX = 0.5144

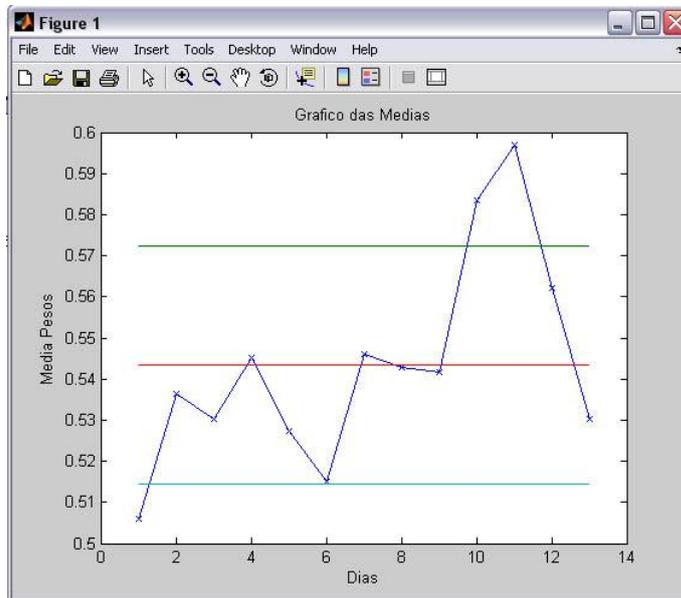
Resultados do Gráfico de R

LSCA = 0.1966

LMA = 0.1162

LICA = 0.0357

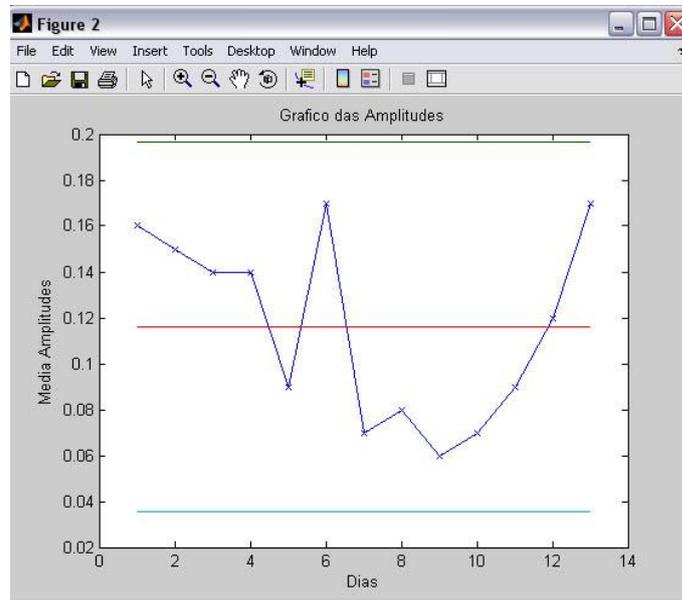
### 5.51 Gráfico da Média



**Figura 08:** Gráfico das Médias

Analisando o gráfico das médias fica claro que mesmo o processo apresentando a maioria dos pontos dentro dos limites de controle, o processo se encontra fora de controle estatístico, pois apresenta pontos fora dos limites de controle, e uma variabilidade significativa.

### 5.51 Gráfico da Amplitude



**Figura 09:** Gráfico das Amplitudes

Analisando o gráfico das amplitudes vemos que os pontos se encontram dentro dos limites de controle, não apresentando pontos fora dos limites, mas mesmo estando todos pontos dentro do espaço limitado pelas linhas de controle, o processo apresenta muita variabilidade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das figuras geradas pelo Matlab é possível ver no que gráfico das médias que processo se encontra fora de controle, pois apresenta muita variabilidade, e pontos fora dos limites de especificação, e analisando o gráfico das amplitudes pode ser visto que mesmo estando dentro dos limites de especificação o processo esta apresentando uma grande variabilidade.

### 6.1 Dificuldades Encontradas

Como a empresa foi recém formada, não dispunha de histórico de dados, o primeiro passo foi a coleta de dados, mas para isso houve alguns problemas como:

- Os colaboradores não tinham muita experiência em coletar informações do processo, pois ainda estavam em fase de treinamento;
- Os colaboradores se sentiam ameaçados, pelo fato de que se estivessem fazendo algo de errado seria registrando;
- Falta de ferramentas adequadas para o início do controle;

## **6.2 Sugestões**

É importante que a empresa tenha em mente os conceitos da Qualidade, e que conheça as ferramentas da qualidade. Como Engenheiro de Produção eu recomendo que seja feito um estudo mais aprofundado, para que a variabilidade do processo diminua, e que problemas que estão resultando em pontos fora de especificação nos gráficos sejam eliminados.

## 7 REFERÊNCIAS

HARRINTON, James. Aperfeiçoando processos empresariais. São Paulo: Makron Books, 1993.

JURAN, JM. A qualidade desde o projeto. São Paulo: Pioneira, 1992. p.285.

KUME, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. São Paulo: Ed. Gente; 1993. p.98-148.

MAFRA, Antero Tadeu. Proposta de Indicadores de Desempenho para a Indústria de Cerâmica Vermelha. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

MIRANDA, Roberto Lira. Qualidade Total. São Paulo: Makron Books, 1994.

MONTGOMERY, D.C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. 4.e.d. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 513p.

OGUNNAIKE BA, RA Y WH. Process dynamics, modeling and control. New York: Oxford University Press; 1994. p.531.

PALADINI, Edson P. Gestão da Qualidade no Processo: a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995.

PINTON, DH. Controle estatístico de processo. São Paulo, Rev IMES 1997; (40):35-8.

RAMOS E.M.L.S. Aperfeiçoamento e desenvolvimento de ferramentas do controle estatístico de qualidade – utilizando quartiz para estimar o desvio padrão. [Tese] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.

RAMOS, A. W. (2000) CEP para Processos Contínuos e em Bateladas. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA.

SANTOS J.K.C, BATISTA N.S. Controle estatístico de processo: uma ferramenta para validação do processo de envase. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. LAFEPE – Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco; 2005.

SCHISSATTI, Marcio Luiz. Uma Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SOMMER, Willy Arno. Avaliação da qualidade. Apostila da disciplina de Avaliação da Qualidade. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

TOLEDO, JC. Qualidade industrial: concertos, sistemas e estratégias. São Paulo: Atlas; 1987. p.24.

VICINO, Silvana R. Qualidade Total. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://pointer.ciagri.usp.br/qualidade/ceq.htm>. Acesso em: 11 fev. 2008.

VIEIRA, S. Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier; 1999. p.38.

WALTON, Mary. O Método Deming de Administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1989.

WERKEMA, M.C.C; Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos – Vol.2.: Belo Horizonte: editora Cristiano Ottoni, 1995.