

Universidade Federal do Ceará Pró-Reitoria de Graduação Centro de Ciências Departamento de Estatística e Matemática Aplicada Curso de Estatística

PROFESSOR JOÃO WELLIANDRE CARNEIRO ALEXANDRE

FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE

1. Algumas definições de Qualidade

Um produto ou serviço é fornecido com qualidade quando atende satisfatoriamente, a um preço acessível e no tempo certo, as necessidades do cliente.

- ➤ Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos. (ISO 9000 : 2000).
- Conformidade com os requisitos (Philip B. Crosby).
- Diferenças de qualidade correspondem a diferenças de quantidades de algum ingrediente ou atributo desejado. (Lawrence Abbott).
- Adequação ao uso. (J. M. Juran).
- É o grau de excelência a um preço aceitável e o controle de variabilidade a um custo aceitável. (Robert A. Broh).

Qualidade em serviço (Q.S.) definida sob um ponto de vista matemático pode ser dado por:

$$Q.S. = \frac{Serviço \operatorname{Prestado}}{Expectativa}$$

Como o denominador aumenta em relação ao tempo, é necessário o melhoramento contínuo no serviço prestado.

Os serviços têm algumas características que diferem dos produtos (físicos):

- a) Presença e participação do cliente durante o fornecimento do serviço
- b) Produção e consumo simultâneos do serviço, com a conseqüente impossibilidade de estocagem
- c) Intangibilidade. Os serviços são experiências que o cliente vivência, enquanto os produtos são objetos que podem ser possuídos. É impossível de avaliá-lo antes do fornecimento

* * SERVIÇOS NÃO SÃO PATENTIÁVEIS * *

Serviço é, portanto, o resultado gerado pelas "atividades na relação entre o fornecedor e o cliente". Isto quer dizer que o fornecimento do serviço ocorre com a presença do cliente, com um maior ou menor grau de contato.

Afinal, quem é o CLIENTE :
Duas abordagens:
O cliente está no próximo processo.
Abordagem do cliente dentro de toda a cadeia produtiva (processos internos e externos da empresa).
2. O cliente é aquele que paga toda a cadeia produtiva.
Abordagem do cliente que adquire o serviço ou produto (o cliente final).
O que é PROCESSO :
Conjunto de ações que agregam valor.
Conjunto de ações executadas para gerar produtos ou serviços que atendam as necessidades do cliente.

Existe um conjunto de indicadores (atributos) que o cliente avalia como importantes ao adquirir um serviço:

- Confiabilidade. Habilidade de prestar o serviço de forma confiável, precisa e consistente.
- Atendimento/Atmosfera. O cliente deseja um serviço personalizado ele quer ser reconhecido. A cortesia e a educação contribuem para um bom atendimento.
- Competência. Habilidade e o conhecimento do fornecedor na prestação do serviço.
- Velocidade no atendimento. Em geral é um critério importante na prestação do serviço.
 - O tempo que o cliente é colocado a esperar nas diversas fases da prestação do serviço tem em geral duas dimensões:
 - A dimensão real. Tempo físico (minutos, horas, dias, etc.)
 - A dimensão percebida. Percepção que o cliente forma do tempo que tem que esperar.
- 5. Credibilidade. Honestidade, tradição, confiança no serviço.
- 6. **Segurança**. Inexistência de perigo, risco ou dúvida.
- 7. Acesso. Proximidade e contato fácil.
- Comunicação. Informar ao cliente em uma linguagem de fácil entendimento.
- Entender o cliente. Fazer esforço de conhecer o cliente e suas necessidades.
- 10. Custo. Fornecer um serviço com qualidade a um preço acessível.
- 11. Flexibilidade. Habilidade de mudar e adaptar rapidamente a operação, devido as mudanças nas necessidades do cliente.
- 12. **Tangibilidade**. Aparência das instalações físicas, dos equipamentos, dos funcionários e dos materiais de comunicação.

IMPORTANTE

 A palavra final sobre a qualidade é definida pelo o

2	Cliente é	quem define	laur	indicador o	ta (gualidade é	mais im	portante
- .		gacili acilile i	guui	III I GIOGGOI C	4 0	gaanaaac c	TITICATO TITI	portarito.

APLICAÇÃO 1:

Cite exemplos de situações dentro da empresa relacionados aos indicadores da qualidade:

Indicadores	Exemplos
1. Confiabilidade	
2. Atendimento/Atmosfera	
3. Competência	
4. Velocidade no atendimento	

5. Credibilidade	
6. Segurança	
7. Acesso	
8. Comunicação	
9. Entender o cliente	
10. Custo	
11. Flexibilidade	
12. Tangibilidade	

2. Ferramentas Básicas da Qualidade

2.1 Estratificação

Consiste na divisão de um grupo em diferentes sub-grupos, baseados em fatores que possam ser identificados como causas mais óbvias de variação tais como: diferenças entre pessoas, máquinas, métodos, condições ambienteis, turnos, matérias primas, fornecedores, etc. Tais fatores são denominados de *fatores de estratificação*.

A estratificação é uma ferramenta poderosa na identificação das causas dos problemas. O fundamento do uso desta ferramenta repousa nos seguintes fatores que podem ser motivos de problema:

- ◆ Tempo: Diferentes turnos de trabalho (períodos do dia) podem causar diferentes problemas no processo?
- ◆ Local: Equipamentos, linhas de produção, diferentes regiões levam a resultados diferentes no processo?
- Tipo: Diferentes fornecedores (matérias primas) influenciam em resultados diferentes do processo?
- Pessoas: Os resultados diferem como consequência de diferentes operadores?
- Método: Métodos diferentes conduzem a resultados diferentes?

Com a estratificação é possível executar de forma mais eficiente a rastreabilidade no processo, para a identificação das causas dos problemas

APLICAÇÃO 2:

Discussão de coleta de dados e necessidade de estratificação, nas respectivas áreas de trabalho. (fatores de estratificação, condições de rastreabilidade do processo, etc., etc..)

2.2 Folhas de Verificação

É um formulário de papel no qual os itens a serem verificados já estão impressos, de modo que os dados possam ser coletados de forma fácil e concisa.

Finalidades:

- Facilitar a coleta de dados
- Organização simultânea dos dados durante a coleta

IMPORTANTE

Quanto mais pessoas envolvidas na coleta de dados maiores são as possibilidades de erros de escrita. Portanto, a criação de símbolos ou marcas simples, e com organização executada logo após a coleta, sem interferência posterior, torna a folha de verificação um instrumento poderoso de registro.

A elaboração da folha de verificação está associada às variáveis (características) a serem medidas no processo. Como ilustração citamos alguns tipos de folha de verificação:

- a) Folha de verificação para a distribuição do processo de produção
- b) Folha de verificação para o item defeituoso
- c) Folha de verificação para a localização de defeitos (Em geral para produtos)
- d) Folha de verificação de causas de defeitos

Procedimentos Gerais para a construção de uma folha de verificação

- 1. Definir os objetivos da coleta de dados
- 2. Definir o tipo de folha de verificação a ser elaborada
- 3. Definir título apropriado
- Incluir campos para a identificação de: departamento envolvido, produto a ser coletado, responsável pelo registro, data da coleta, total de dados coletados, instrumento de medição, etc.
- 5. Criar campos para o preenchimento dos dados
- Certificar se todos os campos para a estratificação foram incluídos (turno, operador, máquina, etc.)

IMPORTANTE

- ☑ Informar e conscientizar todas as pessoas envolvidas no processo em: o que, quando, onde, e como os dados serão medidos
- ☑ No processo de implantação da folha de verificação é importante executar um pré-teste (pesquisa piloto) para identificar possíveis falhas

Um Exemplo:

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS RECLAMAÇÕES NO ATENDIMENTO AOS CLIENTES EM UMA CLÍNICA MÉDICA							
Posto:							
Data/dia:							
Tipos de Reclamações:							
No. Pessoas Entrevistadas:							
Período:							
Entrevistador(a):							
Observações:							
<u>Tipo de Reclamação</u>	<u>Contagem</u>	Sub-Total					
- Demora no Atendimento		118					
- Cortesia/Educação		42					
- Ambiente		_ 20					
- Estacionamento		10					
- Limpeza		_ 6					
- Outros		_ 4					
то	TAL	200					

APLICAÇÃO 3: Definição do objetivo da coleta de dados e elaboração de uma folha de verificação adequada

2.3 Diagrama de Pareto

O *Diagrama de Pareto* é um gráfico de barras verticais ordenadas de forma decrescente de peso, que torna evidente e visual os problemas e projetos prioritários no controle da qualidade.

Os problemas que geram perdas no processo podem ser classificados em duas categorias:

- Poucos Vitais. São problemas que afetam sobremaneira na geração de perdas.
- ◆ Muitos Triviais. Embora em grande quantidade, têm pouco peso na geração de perdas.

O objetivo é, então, atuar nas causas dos pontos **poucos vitais** que comprometem a qualidade dos produtos e serviços.

IMPORTANTE

Princípio de Pareto: 80% das dificuldades (defeitos) encontradas decorrem de **20%** dos problemas (causas).

PROCEDIMENTOS GERAIS PARA A CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA DE PARETO

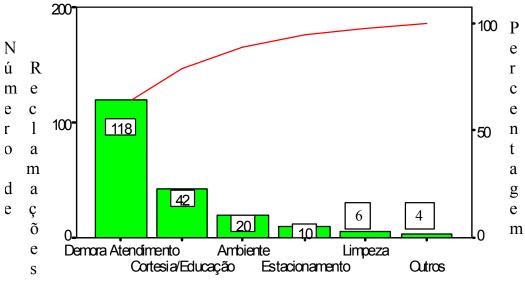
- Definir os problemas a serem investigados, quais dados são necessários e a forma de coleta destes dados
 Dados
- 2. Criar uma folha para a contagem e registros dos dados
- Preparar uma planilha de dados listando: itens inspecionados, totais de cada item, totais acumulados dos itens, percentagem em relação ao total de cada item e percentagens acumuladas
- 4. Traçar dois eixos verticais e um eixo horizontal
 - Eixo vertical esquerdo: Escala de zero ao total geral
 - Eixo vertical direito: Escala de zero a 100%
 - Eixo horizontal: Intervalos correspondentes aos itens inspecionados
- Construir um diagrama de colunas juntas na ordem decrescente de importância dos itens
- Marcar a curva de Pareto (curva acumulada). Marcar os valores acumulados (totais ou percentagens) até cada item no lado direito do gráfico, ligando os pontos.

Observações:

- a) N\u00e3o esquecer de anotar as informa\u00f3\u00f3es tais como: t\u00edtulo (o qu\u00e0, onde, quando os itens foram coletados), nome do diagramador, etc.
- b) A categoria "outros" deve ser sempre representada no final do gráfico

Um Exemplo:





Tipo de Reclamação

APLICAÇÃO 4:

Definição dos objetivos da coleta de dados, construção de um Gráfico de Pareto e discussão.

2.4 Diagrama de Dispersão

Em muitas situações existe o interesse de estudar o relacionamento entre duas variáveis. Por exemplo: há algum relacionamento entre experiência profissional (tempo de serviço) e a quantidade de reclamações dos clientes?

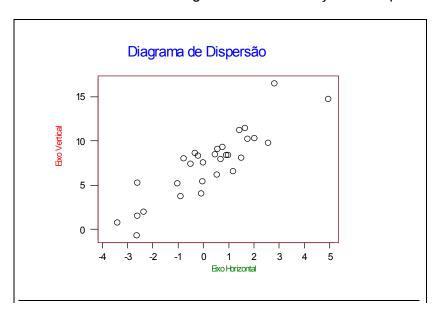
O instrumento adequado para este caso é o **Diagrama de Dispersão**. É construído em um eixo cartesiano. O procedimento de construção consiste em escolher de forma conveniente as variáveis que serão plotadas no eixo horizontal(**x**) e no eixo vertical(**y**).

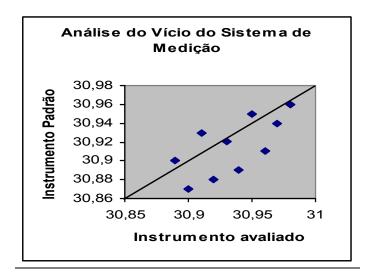
Um diagrama de dispersão apresenta *correlação positiva* entre as variáveis quando, à medida que *x* aumenta, *y* também aumenta; a *correlação negativa* ocorre quando, à medida que *x* aumenta *y* diminui e vice-versa.

Dependendo da dispersão dos pontos plotados esta correlação **pode não** existir, ser fraca, forte ou moderada.

Duas variáveis não apresentarão relacionamento quando a nuvem de pontos tem a forma de um círculo.

A Figura abaixo ilustra a forma do gráfico com correlação linear positiva.





PONTOS ATÍPICOS NO DIAGRAMA DE DISPERSÃO DEVEM SER INVESTIGADOS

APLICAÇÃO 5:

Elaborar o diagrama de dispersão dos dados abaixo e interpretá-lo.

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE DIAS DE TREINAMENTO X DESEMPENHO

Func.	Dias Trein.	Desemp.
	(Xi)	(Yi)
1	1,0	40
2	1,5	51
3	2,0	70
4	2,5	80
5	3,0	86
6	3,5	90
7	4,0	93
8	4,5	94
9	5,0	98
TOTAL		

2.5 Diagrama de Causa-e-Efeito

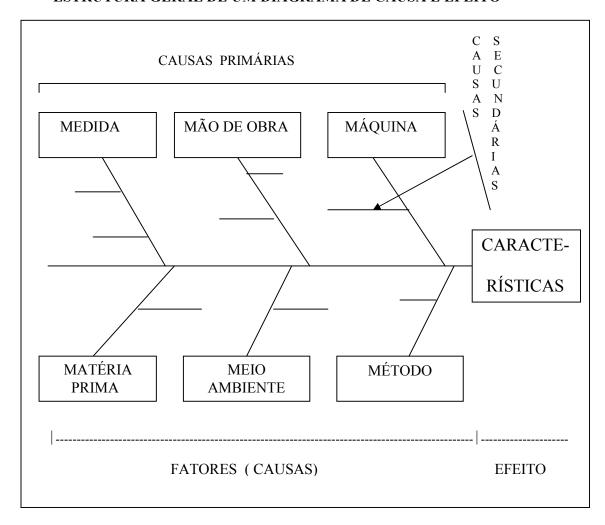
O *Diagrama de Causa-e-Efeito*, ou *Diagrama da Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa* é um instrumento utilizado para se determinar a estrutura ou a relação existente entre o resultado - efeito - de um processo e os múltiplos fatores - causas que afetam este resultado.

Na construção deste diagrama não se deve omitir as causas relevantes e a participação do maior número de pessoas envolvidas com o processo trará resultados mais eficazes. Sua estrutura consiste em:

- A característica da qualidade (efeito) ou o problema a ser resolvido é colocado do lado direito do diagrama
- ◆ As causas (fatores) são colocados do lado esquerdo do diagrama.
- As "espinhas grandes" correspondem às causas primárias. Cada "espinha grande" pode, caso desejarmos uma melhor compreensão, ser tratadas como um novo diagrama.

O **BRAINSTORMING** (tempestade de idéias) é uma ferramenta poderosa para a construção deste diagrama.

ESTRUTURA GERAL DE UM DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO



APLICAÇÃO 6:

Construção de um diagrama de causa-e-efeito, para a avaliação das causas de falhas no atendimento.

2.6 Histograma

É útil conhecer o padrão de variação das características de qualidade de um processo que está sob controle. A ferramenta adequada para este fim é o histograma.

O histograma é um gráfico de barras juntas que associa os valores de uma característica da qualidade, divididos em pequenos intervalos, com a freqüência dos dados, para cada um destes intervalos

O objetivo é resumir um grande conjunto de dados, ressaltando suas características globais tais como faixa de valores observados, dispersão e padrão (ou forma) de variação. Permite uma compreensão visual rápida do desempenho de uma característica de qualidade de um processo, porém, sem qualquer informação sobre o que ocorre ao longo do tempo.

O HISTOGRAMA é uma ferramenta poderosa na análise da capacidade do processo.

A construção de um histograma é simples e pode ser feita de várias maneiras. Apresentamos a seguir uma sugestão, com os seguintes passos:

Passo 1: Coletar pelo menos 50 dados (n).

Passo 2: Localizar o menor valor (V_{menor}) e o maior valor (V_{maior}) na amostra:

Passo 3: Calcular a amplitude total (AT) dos dados

Passo 4: Determinar o número de classes (k), ou número de intervalos. Não existe uma regra fixa. Em geral o número de classe é determinado como a raiz quadrada do tamanho da amostra (ou quantidade de dados). Uma boa opção é utilizar o seguinte quadro:

TAMANHO DA AMOSTRA (n)	NÚMERO DE INTERVALOS (k)
Menor que 50	Use k entre 5 e 7
Maior ou igual a 50 e Menor que 100	Use k entre 6 e 10
Maior ou igual a 100 e Menor que 250	Use k entre 7 e 12
Maior ou igual a 250	Use k entre 10 e 20

Passo 5: Calcule a amplitude de cada classe (h), dividindo a amplitude total (AT) pelo número de classes escolhidas (k)

Passo 6: Construa uma tabela de freqüências, conforme a estrutura abaixo:

Intervalos de Classes	Freqüências de Classes
Linf ₁ — Lsup ₁	F ₁
$Linf_2$ — $Lsup_2$	F ₂
$Linf_3$ — $Lsup_3$	F ₃
·	
·	
$Linf_{k} \mid$ — $Lsup_{k}$	F _k
Total	N

A freqüência (F_i i=1, 2, 3, ..., k classes) é o número de elementos pertencentes a cada classe. Deve-se então verificar quantos elementos estão localizados nas classes I \mid — I+h (primeira classe); I+h \mid — I+2h (Segunda classe) e assim por diante.

Importante:

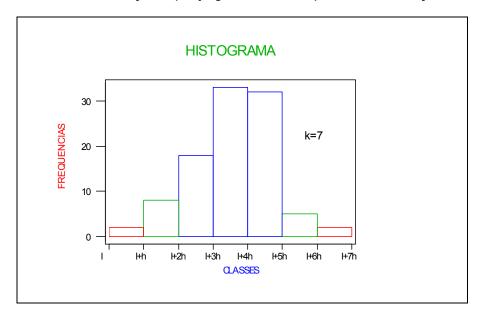
- Significa que o limite inferior da classes está incluído no intervalo
- — Significa que o limite superior da classe está incluído no intervalo
- |-- | Significa que os dois extremos dos intervalos estão incluídos na classe

Cada elemento deve pertencer a somente uma classe

Passo 7: Desenhe o histograma (conforme figura abaixo), marcando no eixo vertical as freqüências das classes (alturas das barras verticais) e no eixo horizontal os limites de cada classe. As

escalas devem ser aproximadamente de mesmo tamanho.

Passo 8: Escreva o título, número de dados, período de coleta e demais informações que julgar relevantes para a identificação dos dados.



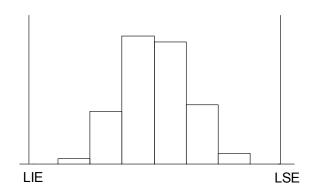
INTERPRETAÇÃO:

Uma leitura atenta do histograma deve responder a questões como: Qual é a forma de distribuição? Existe um ponto central bem definido? Quão grande é a variação? Qual é a amplitude dos dados? Existe apenas um pico? A distribuição é simétrica? Existem barras isoladas? Quais as conclusões que você pode tirar sobre o desempenho do processo em relação à característica estudada? O histograma é conclusivo ou seu aspecto sugere a necessidade de estratificação para buscar as causas das anomalias encontradas?

APLICAÇÃO DO HISTOGRAMA NO PROCESSO PRODUTIVO

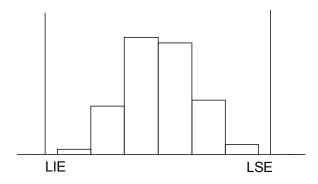
♦ PROCESSO VERDE

TODAS AS OBSERVAÇÕES ESTÃO LOCALIZADAS DENTRO DOS LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO COM UMA MARGEM DE SEGURANÇA (PELO MENOS UM σ) DE AMBOS OS LADOS.



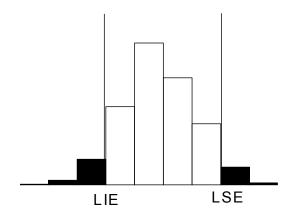
♦ PROCESSO AMARELO

TODAS AS OBSERVAÇÕES ESTÃO LOCALIZADAS DENTRO DOS LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO, PORÉM A FOLGA É PEQUENA (GERALMENTE MENOR QUE σ).



♦ PROCESSO VERMELHO

OBSERVAÇÕES ESTÃO LOCALIZADAS FORA DOS LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO.



APLICAÇÃO 7:

Construir um histograma dos seguintes dados: amostra de 81 registros de tempos (em minutos) de atendimento em uma determinada loja.

23	24	24	24	26	27	27	28	28	28	29	29	29
30	30	30	31	31	31	31	31	33	33	34	34	35
35	35	35	35	35	36	36	37	37	37	37	38	38
38	39	39	39	40	40	40	40	40	41	41	41	42
42	42	43	43	43	44	44	45	45	45	45	45	46
46	47	47	49	49	50	52	54	54	55	56	56	57
59	59	59										

2.7 Ramos-e-Folhas

Um procedimento alternativo para resumir um conjunto de valores é o diagrama de Ramos-e-Folhas.

Para a sua construção dividimos os dados em duas partes por uma linha vertical: os **Ramos**, que ficam do lado esquerdo da linha, são formados por um dígito ou mais, conforme os valores dos dados (em geral, os ramos representam a parte inteira de um número); as **Folhas** que ficam do lado direito da linha vertical, são formadas pelos restantes dos dígitos que representam o número (em geral, as folhas representam a parte decimal de um número).

IMPORTANTE

Uma vantagem dos **Ramos-e-Folhas** sobre o **Histograma** é que não se perde informações sobre os dados em si.

O diagrama Ramos-e-Folhas fornece a distribuição original dos dados e, como conseqüência, é mais adequado para se investigar pontos atípicos, além de melhor retratar a distribuição dos dados.

Um Exemplo:

O diagrama a seguir representa o ramos-e-folhas dos salários (em salários mínimos) de 36 colaboradores de uma empresa:

4	00	56			
5	25	73			
6	26	66	86		
7	39	44	59		
8	12	46	74	95	
9	13	35	77	80	
10	53	76			
11	06	59			
12	00	79			
13	23	60	85		
14	69	71			
15	99				
16	22	61			
17	26				
18	75				
19	40				
20					
21					
22					
23	30				
	'				

Algumas informações fornecidas pelo diagrama:

- Há um destaque para o valor 23,30
- Os demais valores estão razoavelmente concentrados entre 4,00 e 19,40
- Um valor mais ou menos típico poderia ser 10,00
- Há uma leve simetria em direção aos valores grandes

APLICAÇÃO 8:

Construção e discussão de um ramos-e-folhas com os dados da Aplicação 7.

2.8 Diagrama de Fluxo do Processo

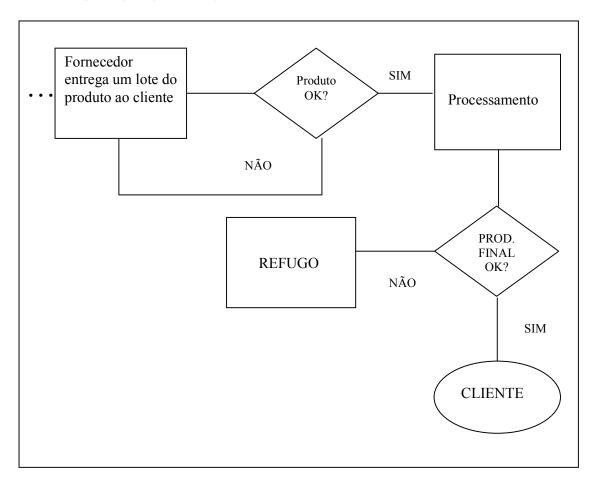
Representa uma seqüência cronológica dos passos de um processo ou fluxo de trabalho. Devem ser construídos com suficientes detalhes para identificar os **valores agregados** das atividades processo.

Com o diagrama de fluxo de processo é possível:

- Expressar o conhecimento detalhado do processo
- Identificar o fluxo e interação entre os passos do processo
- Identificar potenciais pontos de controle

O diagrama de **fluxo do processo** é geralmente denominado como **fluxograma**.

Um exemplo: (Simplificado)



APLICAÇÃO 9:

Elaboração de um diagrama de fluxo de processo, abordando uma atividade de uma instituição.

2.9 Gráficos (Cartas) de Controle

Existem dois tipos de causas para a variação na qualidade dos produtos/serviços provenientes de um processo: Causas Comuns e Causas Especiais.

Causas comuns

A variação por causas comuns é aquela inerente ao processo, resultante da soma de um grande número de pequenas variações nas suas causas. Isto significa que a quantidade de variabilidade se mantém numa faixa estável.

Causas especiais

Ao contrário das comuns, não fazem parte do processo o tempo todo. Surgem ocasionalmente devido a uma causa específica, levando a resultados estranhos quando comparada à inerente ao processo. Estas causas devem ser imediatamente pesquisadas e bloqueadas. Um processo está "sob controle estatístico" ou simplesmente "sob controle", se está operando com apenas causas comuns de variação. Estar sob controle significa que o processo é previsível e pode ser controlado.

Exemplos:

Causas Comuns: Instruções/Procedimentos confusos, não-homogeneidade de materiais, manutenção, flutuações de corrente, deficiências de projetos, etc.

Causas Especiais: Quebra de ferramenta/Máquina, funcionário não treinado, erro humano, picos de corrente, mudança de método, procedimentos não executados, etc.

Uma ferramenta útil para verificar se a variabilidade do processo é devido a causas comuns e/ou causas especiais são os Gráficos de Controle.

♦ Gráficos de Controle - Conceito

Constituem de um Gráfico de acompanhamento com uma linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle) em cada lado da linha média do processo, todos estatisticamente determinados.

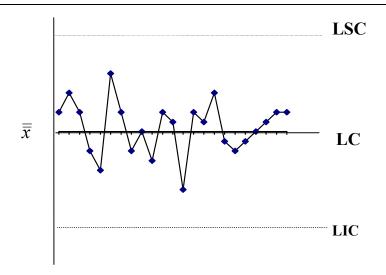


Gráfico de controle com processo sob controle

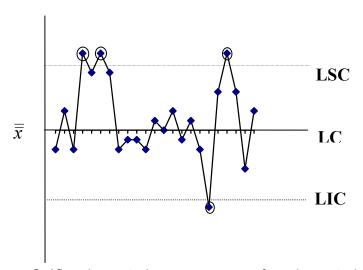


Gráfico de controle para processo fora de controle

onde: LIC = Limite Inferior de Controle LC = Linha Central

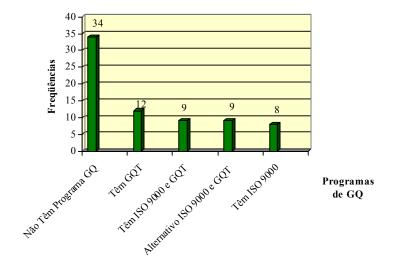
LSC= Limite Superior de Controle

O procedimento consiste em plotar médias retiradas do processo e verificar se os pontos estão dentro dos limites de controle e não formam padrões "definidos". Caso isto aconteça, dizemos que o processo está sob controle estatístico.

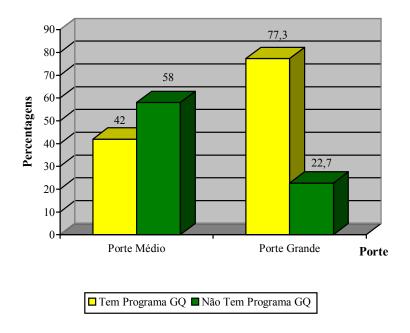
2.10 Gráficos em Colunas (vertical) ou Barras (horizontal)

As informações são representadas nos eixos cartesianos por retângulo horizontal (barras) ou vertical (colunas). As barras só diferem em comprimento, e não em largura, a qual é arbitrária. As barras ou colunas devem vir separadas uma das outras pelo mesmo espaço. Como regra prática, pode-se tomar o espaço entre as barras como aproximadamente a metade ou dois terços de suas larguras. As barras devem ser desenhadas observando sua ordem de grandeza, para facilitar a leitura e análise comparativa dos dados. Já o gráfico de barras ou colunas compostas difere do gráfico de barras ou colunas convencional apenas pelo fato de apresentar cada barra ou coluna segmentada em partes componentes (nos estratos).

Distribuição do número de indústrias de acordo com programas de GQ /Ceará/1 999



Distribuição das percentagens das indústrias quanto ao porte e existência de programas de GQ/Ceará/1999



2.11 Gráficos em Setores

São usados para representar valores absolutos ou **porcentagens complementares**. O gráfico em setores deve ser evitado para representar numerosas parcelas, por dividir o círculo em muitos setores. O comprimento do raio não tem nenhuma interpretação. As porcentagens poderão ser colocadas dentro de cada setor. É utilizado quando desejamos ressaltar as **partes de um todo**. É utilizado quando desejamos ressaltar as **partes de um todo**. O valor em graus de cada setor é determinado pela equação:

$$Area(graus) = \frac{Parcela \times 360}{Total}$$

Exemplo: Distribuição das Indústrias cearenses que têm Programas de GQT implantado.



APLICAÇÃO 10: Elabore um gráfico por setor, por porte, a partir do gráfico de colunas duplas acima (seção 2.10).

2.12 Gráficos em Linhas

Adequado quando se deseja dar uma ideia da evolução do fenômeno.

