

Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são instrumentos facilitadores da realização do método. Através delas analisam-se resultados, determinam-se suas causas, identificam-se ações de controle e melhoria e sua prioridade.

As ferramentas da qualidade lidam com a informação, sua coleta, processamento e uso nos processos de tomada de decisão e de solução de problemas.

Tipos de informação

Para efeito de análise a informação pode ser classificada em qualitativa ou quantitativa.

A informação qualitativa é de natureza descritiva e diz respeito a um atributo ou característica. Exemplos:

Cor: vermelha

Textura: liso

Comprimento: curto

Situação: inacabado

Posição: ligado

A uma informação quantitativa se pode atribuir um número. Esta pode ser classificada como contínua, que pode assumir qualquer valor, ou discreta quando a ela só se pode atribuir um número inteiro. Exemplos:

Contínuos:

Peso: 60 kg

Temperatura: 20,4 °C

Comprimento: 15,3 m

Discretos:

Nº de clientes: 126

Nº de erros: 16

Nº de itens da entrega: 128

As ferramentas básicas da qualidade

A *American Society for Quality* –ASQ, considera ferramentas básicas:

- Fluxograma (abordado no módulo 4)
- *Brainstorming*
- Coleta de dados
- Diagrama de causa e efeito
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de dispersão
- Gráfico de Controle
- Histograma

Brainstorming

Definição

Processo estruturado de geração de idéias, caracterizado pelo efeito multiplicador que resulta das associações de idéias dos participantes.

Aplicações

No planejamento do produto e do processo
Na investigação das causas de problemas
Na identificação de possíveis soluções

Procedimento

- Reúna um grupo de pessoas que possam contribuir com idéias.
A diversidade de formação, conhecimentos e experiência deve ser buscada
- Defina o tema (problema, solução necessária,..) com clareza
- Realize o *brainstorming* incentivando as pessoas a dar idéias sobre o tema
Qualquer idéia deve ser aceita sem que se faça juízo de valor
Incentive os participantes também para idéias radicais
- Registre as idéias obtidas de forma que todos possam ver
- Analise os resultados
Junto com a equipe identifique que idéias são mais adequadas ao propósito

Coleta de dados

Aplicações

Na tomada de decisão para controle e melhoria de um processo ou produto, a partir de informações sobre seu estado atual ou desempenho.
No conhecimento sobre algo e na definição da probabilidade de sucesso de nossas ações

Procedimento

- Definir por que os dados estão sendo coletados
- Definir a variável a ser observada
- Definir o período de observação
- Definir os locais de observação
- Quando instrumentos de medição e ensaio são utilizados:
 - Determinar a resolução requerida do instrumento de medida
 - Verificar a calibração do instrumento
- Avaliar a variabilidade do sistema de medição
- Coletar o dados de maneira consistente e honesta
- Registrar qualquer coisa que possa influir nos resultados, tais como:

Fluxo, tempo, pessoas, material, ajuste do processo, temperatura ambiente, método, dispositivo de medição, especificações, calibração, tipo de defeito, produção, quantidade...

Exemplo - Folha de verificação

Ao realizar a observação podemos organizar os dados em planilhas de contagem onde se registra a ocorrência da variável de interesse na amostra pesquisada.

Ocorrência de falhas

Defeito	Semana 35				
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
Vazamento					
Cor					
Incompleto					

Observe que as falhas apresentam-se estratificadas por tipo de defeito. Estratificação é o agrupamento da informação por um critério estabelecido que nos auxilia na identificação de causa e efeito.

Diagrama de Causa e Efeito

Diagrama de Ishigawa, Diagrama Espinha de Peixe

Definição

Representação gráfica que estrutura as informações sobre causas prováveis de um determinado efeito

Aplicação

Identificar os fatores que contribuem para um resultado

Identificar as causas de um problema

Analisar uma cadeia de processos

Ferramentas associadas

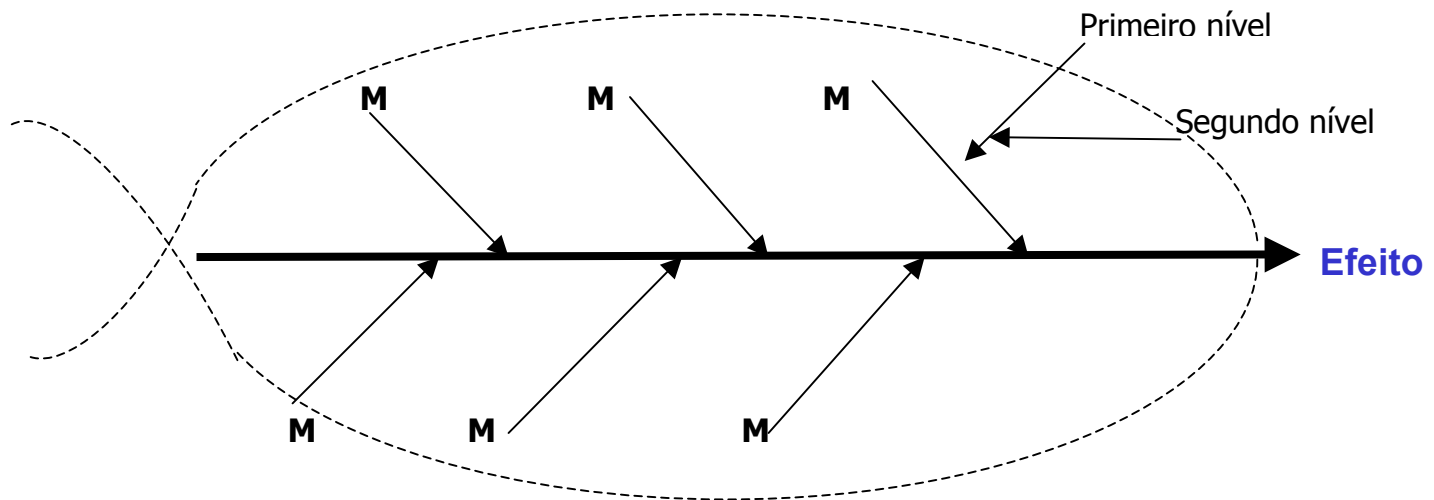
Coleta de Dados

Brainstorming

5 Porquês

Procedimento

Desenhe o gráfico, conforme figura abaixo. As letras "M" representam diferentes categorias, como: máquinas, métodos, materiais, pessoas, medição e meio ambiente. Estas categorias agrupam causas potenciais similares. Outras categorias podem ser adicionadas ou estabelecidas como apropriado.



- Identifique causas possíveis para este efeito observando as categorias definidas
- Registre estas idéias nos ramos das categorias - primeiro nível
- Identifique os prováveis porquês destas causas e registre – segundo nível
- Analise o gráfico, verificando se as causas apontadas tem relação com o efeito
- Identifique as causas principais, aquelas que guardam maior relação com o efeito.
- Realize verificações para confirmar as causas identificadas
- estabeleça ações adequadas ao seu propósito

Diagrama de pareto

Definição

Representação gráfica que evidencia fatores relevantes

Resulta da aplicação do Princípio de Pareto, que declara que 20% dos fatores respondem por 80% dos resultados.

Aplicações

Identificar dos principais fatores de um resultado

Identificar as principais causas de um problema

Priorizar ações de melhoria

Ferramentas associadas

Coleta de Dados

Gráficos

Procedimento

- Identifique o problema e suas categorias (tipos), como: áreas, períodos, causas..
- Quantificar os valores de cada categoria
- Listar as categorias em ordem decrescente de valor
- Calcular a frequência relativa(Fr) e acumulada(Fa) de cada categoria

$$Fr = (\text{nº de ocorrências da categoria} / \text{nº total de ocorrências}) \times 100 \quad Fa = \sum Fr$$

- Construa um gráfico de colunas de Fr
- Construa um gráfico de linha de Fa

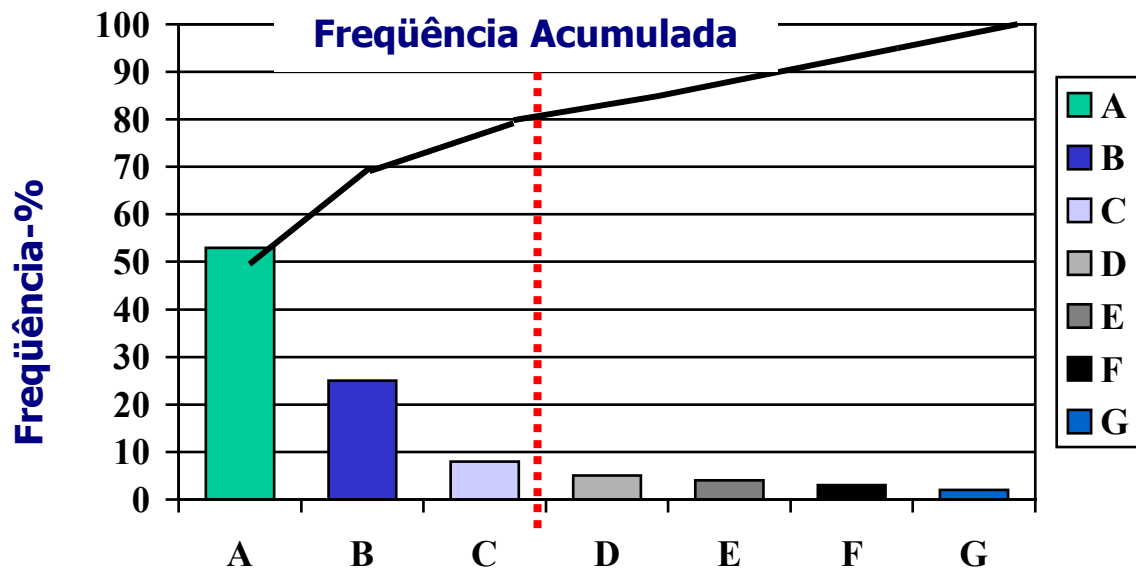


Diagrama de dispersão

Definição

O diagrama de dispersão é um método gráfico para visualizar a correspondência entre duas variáveis

Aplicação

Verificar relações de causa e efeito entre duas variáveis

Exemplos:

Números de visitas a clientes e valor de vendas

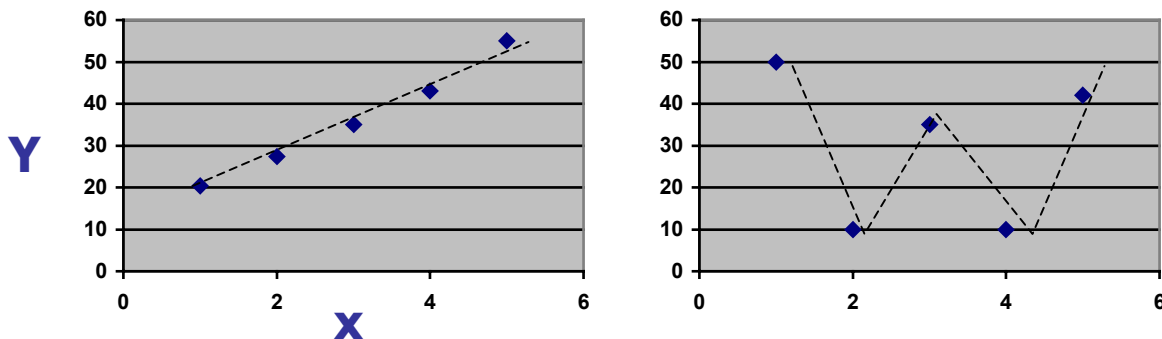
Velocidade de operação e quantidade de erros

Procedimento

- Selecione as variáveis x e y que se deseja testar
- Realize a coleta de dados de forma emparelhada, ou seja determine o valor de y e o valor de x simultaneamente

- Plote os pontos em dois eixos ortogonais, x e y
- Analise os resultados

Os dados emparelhados dos diagramas representam padrões de formação que mostram o comportamento de uma variável em relação a outra, o que nos orienta para a tomada de decisão. Exemplos:



Padrões

- Alinhamento dos pontos formando ângulo com os eixos x e y - Relação forte
Observa-se um aumento (ou redução) de y quando x aumenta (ou reduz). Quando controlamos x temos uma boa chance de controlar y.
- Alinhamento vertical, horizontal ou padrão aleatório
As variáveis são independentes. Não guardam relação entre si.

Gráfico de controle

Definição

São gráficos seqüenciais que demonstram a variabilidade do processo ao longo do tempo e limites de controle estabelecidos por estimativa estatística.

Aplicação

Monitorar o desempenho de um processo
Identificar a necessidade de iniciar ações preventivas
Identificar ações de melhoria do processo

Procedimento

- Definir o objetivo do gráfico
- Definir a característica que se deseja monitorar
- Determinar o tipo de gráfico (linha, barras, etc), mais adequado ao propósito.

- Escolher as escalas apropriadas para a visualização da variabilidade do processo
- Determinar os limites de controle
- Editar e validar o gráfico

A construção dos gráficos deve ser tal que possibilite a identificação de tendências, ciclos e nível de desempenho.

Alguns tipos de gráfico

- Gráfico de linha > adequado para mostrar evolução e comparar resultados
- Gráfico de barras > adequado para apresentar dados estratificados em categorias, mostrar evolução e comparações
- Gráfico de setores (pizza) > adequado para mostrar a participação relativa de fatores
- Gráfico polar > adequado para comparar diversas características de diferentes fatores

Para analisar um gráfico é necessário que sejam atribuídos valores a muitos períodos para que se possa identificar tendências e ciclos. Matematicamente precisamos no mínimo três pontos para determinar uma tendência, todavia a natureza do processo pode requerer um período maior de observação para a determinação da presença de ciclos, sazonalidade, etc.

Os gráficos de controle, usualmente do tipo de linha para acompanhamento de uma característica na sequência de tempo, recebem limites de controle estimados estatisticamente. Esta estimativa é calculada a partir da média e da dispersão do processo em condições estáveis. Ou seja, os limites de controle estabelecem um intervalo determinado pela média do processo com três desvios padrão, para mais e para menos. Assim a variação "anormal" de um fator causal irá ser observada no gráfico, indicando a necessidade de uma ação de controle.

A distribuição de probabilidades mais usadas nos gráficos de controle são a Normal para variáveis contínuas, e a Binomial para atributos.

Histogramas

Definição e Aplicação

Dos métodos gráficos para análise de dados tabulados o histograma é o de maior utilização. Um histograma mostra a frequência das observações de uma característica.

Um histograma bem construído pode fornecer muitas informações sobre os dados coletados como: forma da distribuição, centragem e condições anormais.

Histogramas podem ser utilizados para análise de variáveis e atributos.

Este método pode parecer primário, mas seu valor não deve ser subestimado, pois propicia uma análise rápida e eficiente.

Exemplo de histograma de uma variável qualitativa

Frequência					
Cor	Preto	Vermelho	Verde	Azul	Branco
Qt	5	17	23	32	7

Cor dos veículos

Como vemos, a própria folha de coleta de dados já mostra o histograma, outra forma é elaborar um gráfico de barras das frequências observadas de cada cor. Sempre que possível devemos estabelecer um critério para ordenar as categorias. No exemplo as cores foram ordenadas de forma crescente.

Procedimento

Representar a distribuição de frequência das trinta observações a seguir

2,3642	2,5411	2,6433
2,4731	2,4816	2,5139
2,5755	2,7344	2,4976
2,3764	2,4610	2,2810
2,8243	2,3994	2,6344
2,5444	2,3842	2,2946
2,1753	2,5642	2,4999
2,6734	2,5355	2,7501
2,3694	2,3421	2,4021
2,6010	2,5861	2,3467

Como cada dado é único a frequência de cada observação é um. A representação gráfica disto não nos leva a conclusão nenhuma.

Para resolver isto estabelecemos um critério de agrupamento dos dados, que nos possibilita construir um histograma.

Construção do histograma para variáveis continua

1. Calcular o número de classes com base no número de observações.

Número de Observações	Número de Classes
31 a 50	5 a 7
51 a 100	6 a 10
101 a 250	7 a 12
Acima de 251	10 a 20

2. Calcular o intervalo de classe - Célula

Maior valor observado - Menor valor observado

$$(2.8243 - 2.1753) / 5 = 0,1298$$

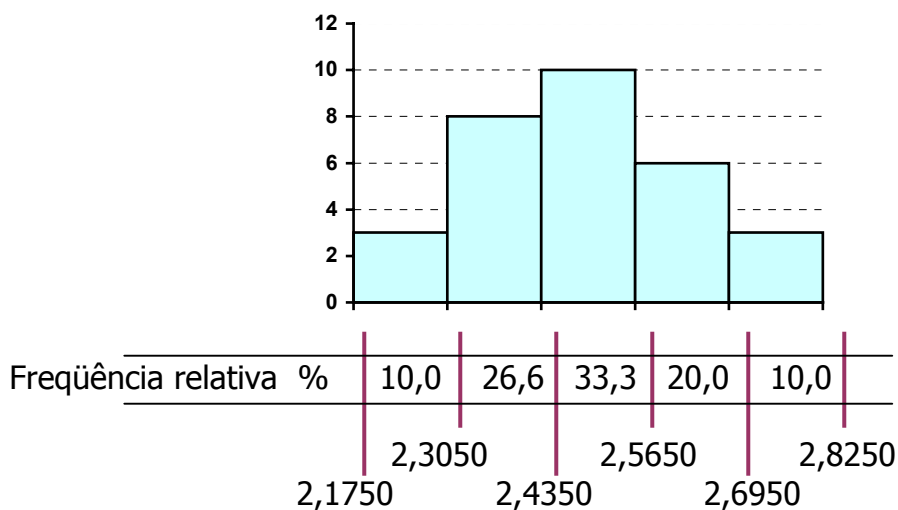
Número de classes

Assumimos 0,13

3. Montar uma tabela de frequência do intervalo onde os dados estão contidos

Classe	Intervalo	Ponto médio	freqüência simples	freqüência relativa
1	2,1750 a 2,3050	2,24	3	10%
2	2,3050 a 2,4350	2,37	8	26,6%
3	2,4350 a 2,5650	2,50	10	33,3%
4	2,5650 a 2,6950	2,63	6	20%
5	2,6950 a 2,8250	2,76	3	10%
Totais			30	100%

4. Montar o gráfico, plotando a freqüência observada no eixo das ordenadas (Y) e as classe no eixo das abscissas (X).



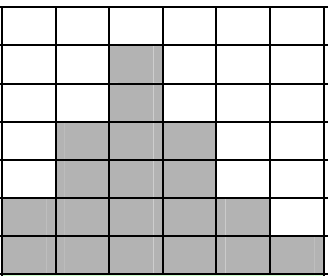
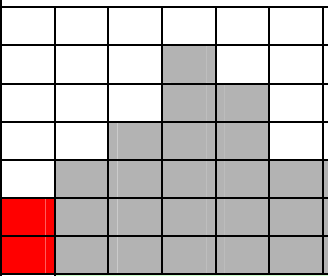
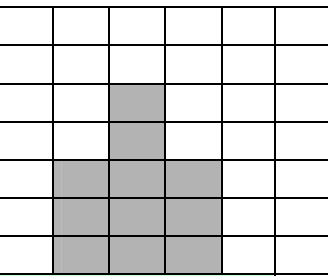
Exemplos de interpretação

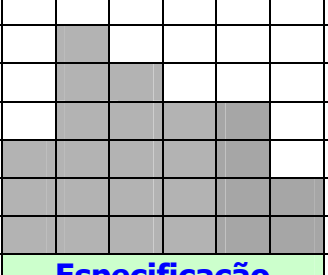
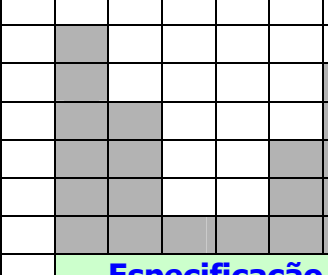
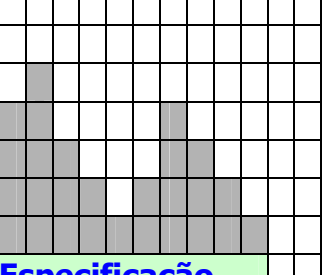
Histograma do exemplo acima

- 80% dos dados estão entre 2,3050 e 2,6950
- 36,6 % dos dados são menores do que 2,4350
- A média dos dados está entre 2,4350 e 2,5650

Outros histogramas

[O "x" indica a posição provável da média, a faixa "especificação" refere-se ao campo de tolerância do produto]

Variabilidade do Processo	Variabilidade do Processo	Variabilidade do Processo
X	X	X
		
Especificação	Especificação	Especificação
Distribuição simétrica, processo marginalmente capaz	Distribuição simétrica, processo incapaz, pois há itens fora do limite especificado	Distribuição simétrica, processo capaz, intervalo de variação menor que faixa de especificação.

Variabilidade do Processo	Variabilidade do Processo	Variabilidade do Processo
X		X
		
Especificação	Especificação	Especificação
Distribuição truncada. O processo não está centrado e há rejeição de itens	Distribuição truncada. O processo pode ter dois limites escolhidos por preferência	Distribuição bi-modal. Há mais de um processo ou instrumentos diferentes

Ferramentas gerenciais da qualidade

O gerenciamento trata com informação, relativas a descrições, opiniões e idéias. As ferramentas gráficas são muito úteis no processo de gestão, pois organizam a informação nos auxiliando na melhoria pela aplicação do ciclo PDCA. Algumas destas ferramentas são:

- Diagrama de afinidade
- Diagrama de inter-relações
- Diagrama de árvore e diagrama PDPC
- Matriz de relação
- Matriz de priorização

Diagrama de afinidade

Definição

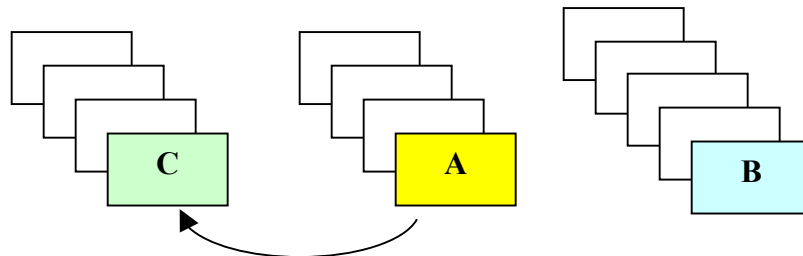
Método de agrupamento de dados a partir de um critério de relação, afinidade.

Aplicação

Agrupar grandes quantidades de dados descritivos reduzindo-os a um número de grupos possível de ser gerenciados nos processos de tomada de decisão e solução de problemas.

Procedimento

- Defina o tema, objetivo ou problema a ser resolvido
- Registre cada idéia apresentada em um cartão. É importante que cada cartão tenha uma só idéia sobre o tema
- Agrupe os cartões que por intuição tem similaridade, afinidade. Se para um cartão não houve afinidade deixe-o só.
- Faça um novo cartão que sumarie as idéias de cada grupo. Este é o cartão de afinidade geralmente de cor diferente.
- Repita o processo re-arranjando os cartões de afinidade entre si.
- Ao final do processo procure estabelecer relações entre os cartões de afinidade.



Neste método é comum encontrarmos taxas de redução de dados da ordem de dez para um.

Diagrama de Inter-relações

Definição

Diagrama que mostra as relações lógicas entre fatores de um processo, situação.

Aplicação

Em situações complexas e de muitos fatores interdependentes

- Para investigação da causa de um problema
- Nos processo de tomada de decisão

Procedimento

- A partir do diagrama de afinidades, diagrama de causa e efeito, *brainstorming*, etc. com registro das idéias em cartões.
- Escolha um cartão e questione em relação aos outros cartões, determinando se a idéia do cartão influencia ou é influenciada pelas idéias dos outros cartões
- Registre com setas o sentido do relacionamento
- Repita o processo incluindo todos os cartões
- Pelo número de setas que saem e entram nos cartões se pode identificar os fatores críticos
- Desenhe o diagrama
- Para cada seta há um por quê que justifica a relação, registre-o quando apropriado.

Exemplo

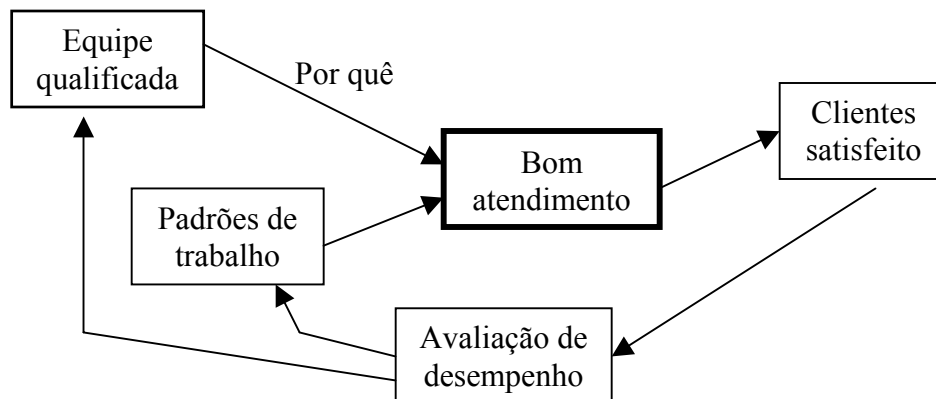


Diagrama de árvore

Definição

Diagrama que desdobra um fato em seus elementos, como um objetivo e seus meios ou um efeito em suas causas, formando uma estrutura ramificada semelhante a uma árvore.

Aplicação

Identificação dos meios necessários a implementação de um objetivo
 Determinação das causas de um problema
 Desdobramento de uma estratégia em ações
 Estruturação de cenários para a tomada de decisão

Procedimento

- Defina o tema (efeito, problema, estratégia,etc.) estudado e registre-o em um cartão
- Desdobre esta idéia no seu primeiro nível identificando seus fatores determinantes. Para isto podemos nos valer de *brainstorming* e do diagrama de afinidades.
- Adicione um novo nível identificando os fatores determinantes do anterior, como apropriado
- Revise o diagrama

Exemplo

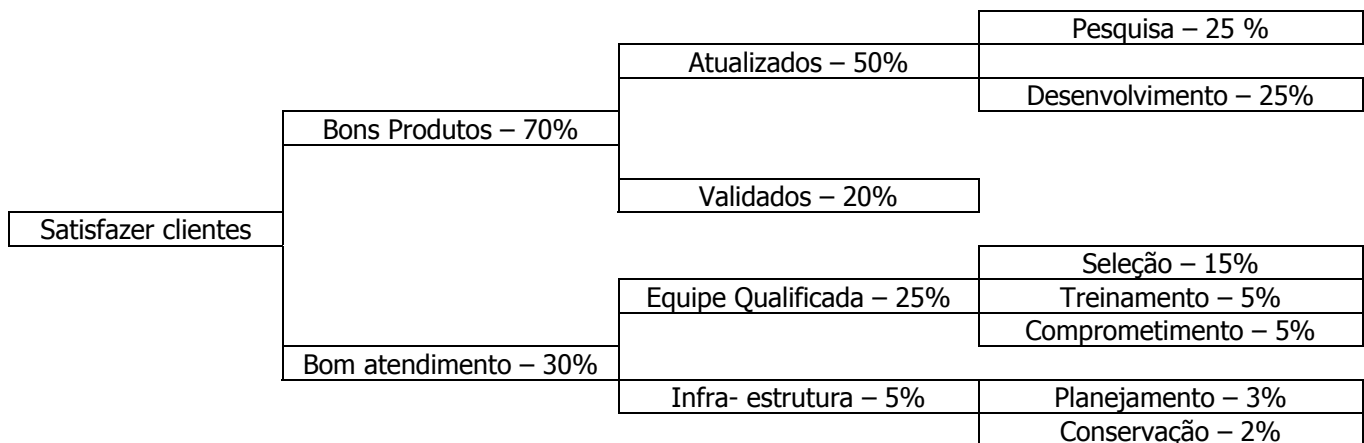


Diagrama PDPC (*Process Decision Program Chart*)

O diagrama PDPC tem a mesma estrutura de diagrama de árvore, mas atribuem-se valores aos fatores de cada nível, como no exemplo acima.

No caso de análise de cenários em relação a uma determinada situação, estes números podem representar, por exemplo, as probabilidades de ocorrência de cada fato.

Esta prática nos possibilita uma análise balanceada no processo de tomada de decisão.

Matriz de relação

Definição

A Matriz de relações permite identificar a presença e intensidade de relação entre conjuntos de fatores

Aplicações

Planejamento do processo
Análise e melhoria do processo e do produto
Identificação de problemas
Avaliação do impacto de mudanças

Matriz de relação tipo L

A Matriz de relações tipo L é aplicada para análise de dois conjuntos de fatores

Procedimento

- Coloque os fatores do primeiro conjunto nas linhas da matriz
- Coloque os fatores do segundo conjunto nas colunas da matriz
- Verifique a existência relação entre cada par de fatores, marcando um símbolo na célula de intersecção entre coluna e linha
- Para avaliar a intensidade atribui-se um valor a cada símbolo
- A soma de colunas e linhas pode servir para identificar a importância relativa dos elementos

Exemplo

Fatores	B1	B2	B3	B4
A1	▽	●	▽	
A2	○	▽	○	▽
A3	●	○		●
A4			●	

● = relação forte = 6 ou 9 ○ = relação média = 3 ▽ = relação fraca = 1

Matriz de priorização

Definição

A matriz de priorização é um método de determinar prioridade a partir de um conjunto de critérios definidos.

Aplicações

Definir a prioridade de implementação de ações para a solução de um problema ou execução de um projeto

Procedimento

- Determinar os critérios de avaliação. Como:
GUT > Gravidade, Urgência e Tendência
BASICO > Benefício, Abrangência, Satisfação, Investimento, Cliente, Operacionalização.
- Preparar uma matriz onde cada coluna representa um critério.
- Completar as linhas da matriz com as alternativas identificadas
- Avaliar cada alternativa em cada um dos critérios com auxílio de uma escala.
Usualmente usa-se uma escala de 1 a 5, onde 1 significa ruim e 5 ótimo, ou 1 significa pouco e 5 muito.
- A classificação descendente do somatório das linhas determina a prioridade.

Exemplo

Reclamações de clientes				
	G	U	T	Σ
Atraso entrega	5	3	1	9
Qt a maior	3	2	3	8
Dificuldade de acesso	1	3	3	7

Onde: G= 1 para ocorrências de baixa gravidade e G=5 para ocorrências grave

U= 1 para baixa urgência e U= para alta urgência de solução

T= 1 a situação não irá piorar se nada for feito e T=5 a situação irá ficar muito pior se nada for feito