



Universidade Federal da Bahia - Escola Politécnica
Curso de Especialização
Gestão e Tecnologia da Construção de Edifícios



Metodologia para Análise e
Solução de Problemas

Aulas: 13 a 16/09/2005

**Método de Solução de Problemas
“QC Story”**

Prof. Emerson Ferreira



Método de Solução de Problemas
“QC Story”



INTRODUÇÃO

O método de solução de problemas é fundamental para que o controle da qualidade possa ser exercido através do PDCA, de modo a:

Planejar a Qualidade: Estabelecimento de Padrões

Manter a Qualidade: Manutenção dos Padrões de Qualidade
qualidade-padrão; custo-padrão; atendimento-padrão...

Melhorar a Qualidade: Estabelecimento de Novos Padrões
produto/serviço melhor, mais barato, mais fácil
manutenção, mais seguro, menor tempo de produção...



INTRODUÇÃO

- As empresas têm problemas que dificultam a obtenção de uma melhor qualidade e produtividade, e uma maior competitividade.
- Para a solução dos problemas é necessário a identificação da sua causa básica.
- A identificação da causa básica dos problemas deve ser feita através da análise dos processos, de acordo com uma sequência de procedimentos lógicos, baseada em fatos e dados.

O ciclo PDSA



O ciclo PDSA (ciclo de Shewhart) ajuda a gerência a preparar e executar planos que reduzem a diferença entre as necessidades dos clientes e o desempenho de processos.

- **Etapa Planejar (*Plan*)**
- **Etapa Fazer (*Do*)**
- **Etapa Estudar (*Study*)**
- **Etapa Agir (*Act*)**



O ciclo PDSA

O ciclo PDSA opera reconhecendo que problemas (oportunidades de melhoria) em um processo, são determinados pela diferença entre necessidades do cliente (Interno e/ou Externo) e o desempenho do processo.

"Uma diferença grande pode significar uma alta insatisfação do cliente, mas também uma grande oportunidade para a melhoria.

Uma diferença pequena pode significar baixa insatisfação do cliente, e conseqüentemente menor oportunidade de melhoria"

Howard S. Gitlow



O ciclo PDSA

Primeira Etapa: Planejar

Coleta de dados para definição de um plano de ações para a redução da diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo.

Segunda Etapa: Fazer

O plano estabelecido na primeira etapa é colocado em operação sendo conduzido no ambiente de trabalho ou em pequena escala, com clientes tanto internos quanto externos.



O ciclo PDSA

Terceira Etapa: Estudar

Contínuo monitoramento do plano colocado em operação na segunda etapa, respondendo duas questões básicas:

1-Variáveis do processo manipuladas estão reduzindo a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo?

2-Os efeitos resultantes do plano estão criando problemas ou melhorias?



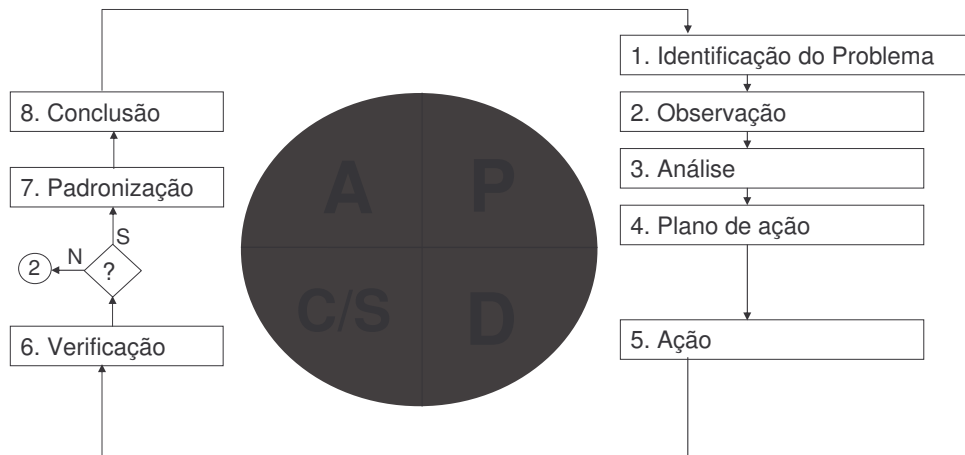
O ciclo PDSA

Quarta Etapa: Agir

Implementação das modificações do plano descobertas na etapa Estudar, estreitando ainda mais a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo.

Conseqüentemente o ciclo do PDSA permanece para sempre na melhoria contínua do processo expandido.

Método de Solução de Problemas “QC Story”



Método de Solução de Problemas “QC Story”



1. Identificação do Problema

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Escolha do Problema	Diretrizes gerais da área de trabalho
2. Histórico do Problema	Dados, gráficos, fotografias
3. Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis	Gráficos com resultados e projeções
4. Definir Prioridades	Analisar com o diagrama de Pareto
5. Nomear responsáveis	Definir responsáveis pelas ações

Método de Solução de Problemas “QC Story”



2. Observação

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Descoberta das características do problema através da coleta de dados	Análise de Pareto: Estratificação, Lista de verificação, Diagrama de Pareto, Priorização
1. Descoberta das características do problema através da observação do local	Análise do local da ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas no estudo. (complementar com fotos, entrevistas...)
2. Orçamento e Metas	Cronograma

Método de Solução de Problemas “QC Story”



3. Análise

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Definição das causa influentes	“Brainstorming”; Por que? (5 vezes) Diagrama de causa e efeito
2. Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)	Diagrama de causa e efeito Técnica de votação...
3. Escolha das causas mais prováveis (verificação das hipóteses)	Coletar novos dados (lista de verificação) Analisar dados com Pareto, Diagrama de Relação, Histograma, Gráficos...
4. Teste da consistência da causa básica	Existe evidência de que é possível bloquear? Geraria efeitos indesejáveis?

Método de Solução de Problemas “QC Story”



4. Plano de Ação

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Elaboração da estratégia de ação	Discussão com o grupo envolvido
2. Elaboração do Plano de ação	Discussão com o grupo envolvido 5W2H: What, When, Who, Where, Why, How, How much

Método de Solução de Problemas “QC Story”



5. Ação

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Treinamento	Divulgação do plano para todos Reuniões participativas Técnicas de treinamento
2. Execução da ação	Plano Cronograma



6. Verificação

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Comparação dos resultados	Pareto, Cartas de Controle Histogramas
2. Listagem dos efeitos colaterais	Discussão em grupo Listagem com efeitos positivos e negativos
3. Verificação da continuidade ou não do problema	Gráfico de controle...
4. Bloqueio efetivo? da causa básica	Pergunta: A causa básica foi encontrada e bloqueada?



7. Padronização

TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS
1. Elaboração ou alteração do padrão	5W2H
2. Comunicação	Comunicados, circulares, reuniões...
3. Educação e treinamento	Reuniões e palestras; Manuais de treinamento; Treinamento em serviço...
4. Acompanhamento da utilização do padrão	Sistema de verificação do cumprimento Lista de verificação



8. Conclusão

TAREFAS

FERRAMENTAS EMPREGADAS

- | | |
|---|---|
| 1. Relação dos problemas remanescentes | Análise dos resultados;
Demonstrações gráficas |
| 2. Planejamento do ataque aos problemas remanescentes | Aplicação do método de solução de problemas |
| 3. Reflexão | Avaliar atuação na aplicação do método
Identificar oportunidades de melhoria |

Ferramentas e Métodos



Há três grupos:

- **AS SETE FERRAMENTAS GERENCIAIS**
- **AS SETE FERRAMENTAS BÁSICAS**
- **AS FERRAMENTAS AVANÇADAS**

O número SETE é considerado um número de sorte no Japão, fazendo-se assim uma comparação entre as ferramentas básicas de uma organização, e as sete peças básicas que constituem o equipamento samurai.



As Sete Ferramentas Básicas da Qualidade

- Folha de Coleta de Dados
- Diagrama de Pareto
- Estratificação
- Diagrama de Causa e Efeito
- Histograma
- Diagrama de dispersão
- Gráfico de controle



Folha de Coleta de Dados

Quando necessitar colher dados baseados em observações amostrais com o objetivo de definir um modelo.

- Estabelecer o evento que será estudado;
- Definir o período de coleta dos dados;
- Construir um formulário claro e fácil;
- Coletar dados consistentes e honestos.
 - Observações/amostras aleatórias
 - Amostragem eficiente
 - Universo homogêneo

COMO COLETAR DADOS



Tenha objetivos bem definidos

- Controle e acompanhamento do processo de produção
- Análise de não conformidades
- Inspeção

Definição do propósito

- Identificar os tipos de dados a serem coletados
- Definir os períodos de coleta de dados
- Definir as amostras

Confiabilidade das medições

- Definir critérios para realização das medições
- Utilizar equipamentos adequados para as medições

Registro correto dos dados

- Registrar a origem dos dados
- Registrar os dados de forma a facilitar a coleta
- Organizar os dados simultaneamente à coleta para facilitar a utilização futura

OBRA:		SERVIÇO: ASSENTAMENTO CERÂMICO EM PAREDE						
FOLHA DE COLETA DE DADOS		APROVAÇÃO		OBSERVAÇÕES E AÇÕES				
CONDIÇÕES PARA INÍCIO DO SERVIÇO		SIM	NAO					
Prumo, planeza, nivelamento e limpeza do emboço e contrapiso		X						
Instalações elétricas e hidráulicas concluídas		X						
Contramarcos instalados e batentes chumbados		N.A		AS PORTAS SAO DO TIPO PORTA PRONTA				
VERIFICAÇÕES DE ROTINA		Aprovado (A) ou Rejeitado (R) Não Inspeccionado (N I)		VERIFICAÇÃO				OBS. E AÇÕES
Planicidade do pano	Após assentadas todas as peças, antes do rejunte, verificar por meio de régua de alumínio, a planicidade e dentes sobressalentes. Tolerância +ou- 2mm em 2m	R	A				DENTES SOBRESSALENTES NA COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO E W.C SUÍTE	
		20.01	25.01					
Espessura das juntas	Após assentadas todas as peças, antes do rejunte, verificar visualmente a uniformidade da espessura das juntas.	R	R	R	A		HÁ UMA NÃO UNIFORMIDADE NAS ESPESSURAS DAS JUNTAS NA COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO	
		20.01	25.01	29.01	03.02			
Aspecto final	Após o término do serviço, verificar visualmente a regularidade do acabamento das juntas, acabamento de cantos, cortes e arremates.	A						
		03.02						
Nº	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	SOLUÇÃO DO PROBLEMA				REINSPEÇÃO		
1	Dentes sobressalentes	Retirada das peças cerâmicas e reassentamento				Serviço aprovado dia 25.01		
2	Não uniformidade da espessura das juntas	Retirada das peças cerâmicas e reassentamento				Serviço aprovado dia 03.02		
LOCAL DE INSPEÇÃO: APTº 201		DATA DE ABERTURA:		20.01.03	ASSINATURA:			
		DATA DE FECHAMENTO:		03.02.03				

Folha de Verificação



Formulario Para Verificação de Serviço			Nome da Empresa:		Serviço:				
					Alvenaria				
			Responsável			Data: / /			
CONDIÇÕES PARA INSPEÇÃO DE MATERIAL Ensaio/Tolerância			Parede	1	2	3	4	5	
1	Primeira Fiada (Locação, Alinhamento e juntas)	Verificação da locação, alinhamento e juntas através da utilização de trena, linha de nylon e esquadro (\pm) 3 mm	1	Ok	Ok	Ok	2,50	NC	Ok
			2	Ok	NC	Ok	2,20	NC	Ok
			3	Ok	Ok	Ok	1,80	Ok	Ok
2	Esquadro	Utilização de esquadro (\pm) 10mm à cada 3 m	4	Ok	Ok	Ok	1,80	Ok	Ok
			5	Ok	NC	Ok	2,20	NC	Ok
			6	Ok	Ok	Ok	1,30	Ok	Ok
3	Alinhamento	Utilização da linha de nylon (\pm) 5mm à cada 5 m	7	Ok	Ok	Ok	0,90	NC	Ok
			8	Ok	Ok	Ok	1,20	Ok	Ok
			9	Ok	Ok	NC	2,10	NC	Ok
4	Espessura das juntas (1,5 cm)	Utilização da trena (\pm) 5 mm	10	Ok	Ok	Ok	2,50	NC	Ok
			11	Ok	NC	Ok	1,30	Ok	Ok
			12	Ok	Ok	Ok	0,80	NC	Ok
5	Prumo	Através da utilização de prumo, linha de nylon e trena (\pm) 5mm à cada 3 m	13	Ok	Ok	NC	2,30	NC	NC
			14	Ok	Ok	Ok	2,00	Ok	Ok
			15	Ok	Ok	Ok	1,80	Ok	Ok
Observações:									

Diagrama de Pareto



Quando for necessário ressaltar a importância relativa entre vários problemas ou condições, no sentido de:

- Escolher pontos de partida para a solução de um problema (avaliação de efeitos indesejáveis);
- Avaliar um progresso (efeitos positivos);
- Identificar a causa básica de um problema.



Como construir Diagramas de Pareto

1. Defina os problemas que serão investigados e a forma de coleta dos dados.
 - I. Decida que tipo de problema você quer investigar defeitos; perdas financeiras; acidentes; baixa produtividade...
 - II. Defina os dados que serão necessários e a forma de classificação tipo de defeito; equipe, local, processo, método...
 - III. Determine o método e o período de coleta dos dados usar formulário definido.
2. Crie um formulário para a coleta dos dados.

Empresa ABC		Folha de Verificação		Obra_____
Serviço: Pintura			Período:	
Local: Ap. 201			Inspetor:	
Tipo Defeito	Quantidade			Total
Bolhas				10
Manchas				4
Trincas				13
...				
Outros				
Total Geral:				27
Observações:				

Como construir Diagramas de Pareto

3. Colete os dados e calcule os totais.
4. Prepare uma planilha de dados, com os totais individuais e acumulados e calcule os percentuais individuais e acumulados.
5. Classifique os itens em ordem decrescente, mantendo o item outros como último, independente da sua grandeza (se o valor for muito grande deve passar a ter os itens mais significativos fazendo parte da lista de itens coletados).
6. Construa um Diagrama de Barras e registre as informações pertinentes.



Empresa ABC		Folha de Verificação					Obra_____
Serviço: Pintura			Período:				
Local: Apartamentos			Inspetor:				
Equipe	Equipamento	Defeitos					Total
		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	
I	Manual	***+	**+	*	****	**+	
I	Mecânico	**	#+	#+	**	*	
II	Manual	**+	**	*	***++	*+	
III	Mecânico	*+	**	*	**	*	
IV	Manual	**+	**+	*+	***	**o	
Total Geral:		###	###	##	####	###	
Observações:							
Legenda: * Bolhas # Manchas + Trincas o Outros							

Exercício:
Construa diferentes Diagramas de Pareto

INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES

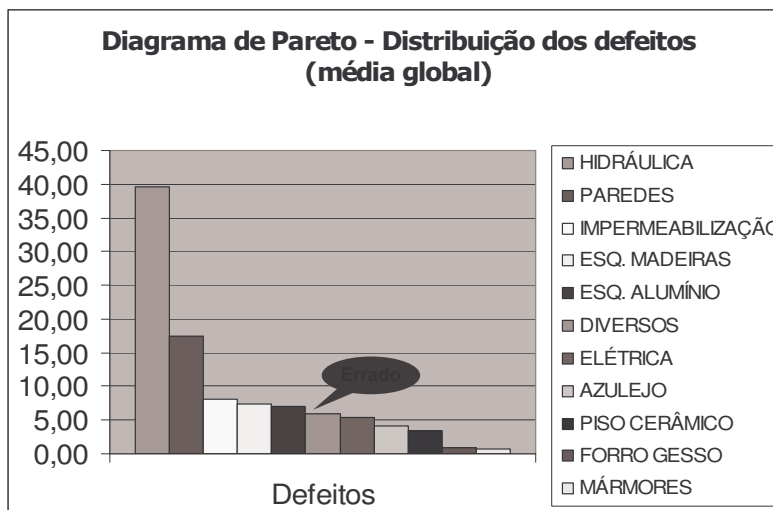
DISTRIBUIÇÃO DE DEFEITOS EM 8 CONSTRUTORAS E 52 EDIFÍCIOS



Defeitos	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	Média (%)
HIDRÁULICA	31,35	64,07	46,45	34,44	30,16	18,49	20,07	57,42	1.324	39,51
PAREDES	18,38	4,19	13,93	16,67	11,11	16,39	49,46	13,25	585	17,46
IMPERMEABILIZAÇÃO	1,62	1,80	14,48	4,94	16,40	0,84	1,08	14,13	271	8,09
ESQ. MADEIRAS	13,24	1,20	3,42	12,47	3,70	10,92	5,38	3,89	247	7,37
ESQ. ALUMÍNIO	14,05	4,19	5,46	8,02	10,05	13,87	6,09	0,00	233	6,95
DIVERSOS	6,49	1,20	4,78	7,78	9,52	14,71	2,15	2,47	197	5,88
ELÉTRICA	2,70	19,16	6,83	4,44	4,23	6,30	2,15	4,24	181	5,40
AZULEJO	4,32	3,59	2,05	5,68	7,41	9,24	3,23	2,12	140	4,18
PISO CERÂMICO	7,84	0,60	2,60	0,00	6,88	9,24	6,09	2,47	115	3,43
FORRO GESSO	0,00	0,00	0,00	3,33	0,53	0,00	1,43	0,00	32	0,95
MÁRMORES	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	2,87	0,00	26	0,78
Total de defeitos	370	167	732	810	189	238	279	566	3.351	
Número de Unidades	76	96	241	194	176	68	442	129	1.422	
Área total (m ²)	19.771	22.176	111.901	40.138	33.720	5.800	64.321	77.200	375.027	

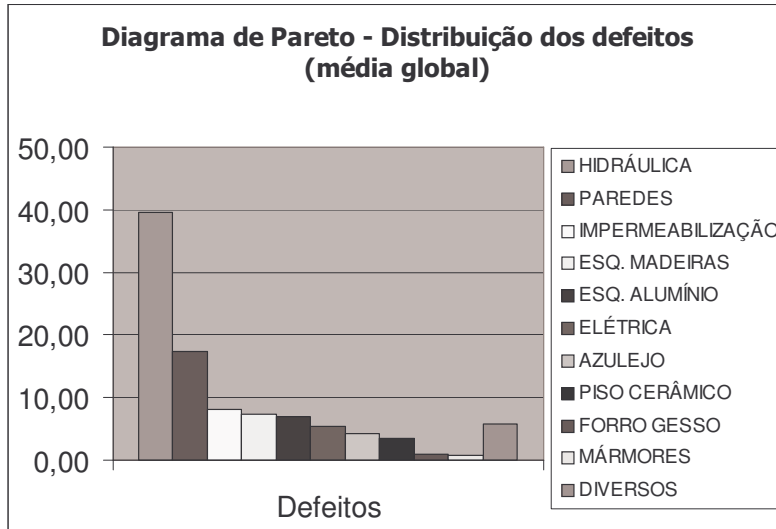
Fonte: Pini, 1998

INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES



Fonte: Pini, 1998

INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES



Fonte: Pini, 1998

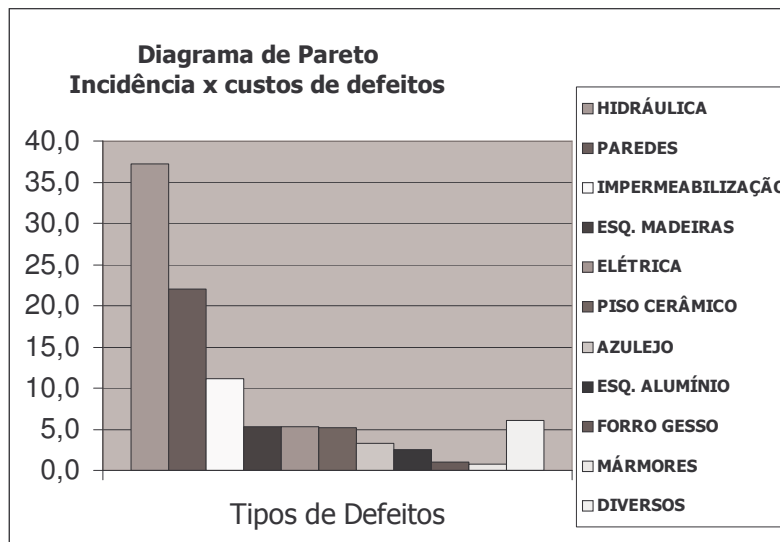
INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES



Defeitos	Incidência x custos	%
HIDRÁULICA	84,16	37,2
PAREDES	49,86	22,0
IMPERMEABILIZAÇÃO	25,32	11,2
DIVERSOS	13,88	6,1
ESQ. MADEIRAS	12,16	5,4
ELÉTRICA	12,14	5,4
PISO CERÂMICO	11,75	5,2
AZULEJO	7,41	3,3
ESQ. ALUMÍNIO	5,64	2,5
FORRO GESSO	2,24	1,0
MÁRMORES	1,84	0,8
Total	226,4	100

Fonte: Pini, 1998

INCIDÊNCIA DE DEFEITOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES



Fonte: Pini, 1998

Estratificação



Quando é necessário quebrar uma representação em categorias ou classes mais significativas afim de direcionar as ações corretivas ou pesquisar oportunidades de melhoria.



Diagrama de Causa e Efeito

Quando necessitar identificar, explorar e ressaltar todas as causas possíveis de um problema ou condição específicos

- Análise de dispersão;
- Classificação do processo;
- Enumeração de causas.



Diagrama de Causa e Efeito

As causas principais podem ser agrupadas em categorias, 4M, 6M, 4P...

Método
Mão-de-obra
Material
Máquina

Método
Mão-de-obra
Material
Máquina
Meio Ambiente
Medidas

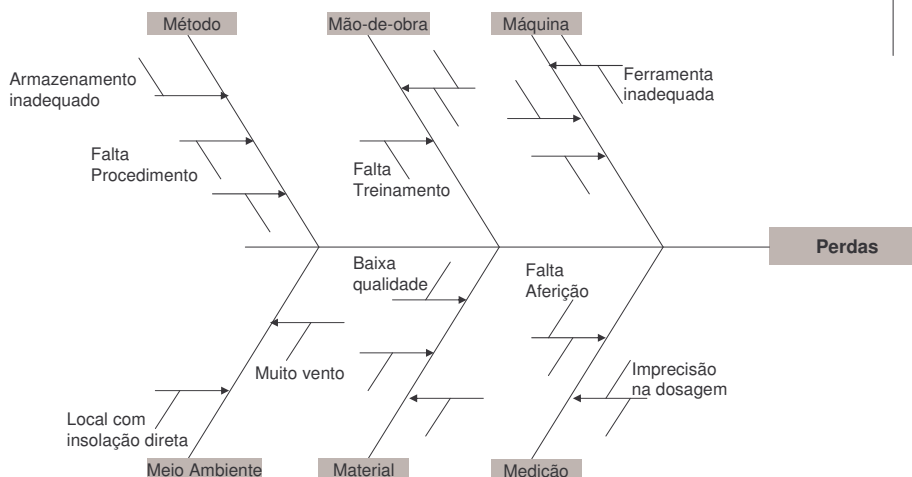
Políticas
Procedimentos
Pessoal
Planta



Como construir Diagramas de Causa e Efeito

1. Estabeleça uma definição que descreva o problema de forma clara
2. Encontre o maior número de possíveis causas para o problema
 - I. Através de um brainstorming da equipe envolvida
 - II. Através de pesquisa e análise das folhas de verificação
3. Construa o diagrama de causa e efeito
 - I. Coloque o problema no quadro à direita
 - II. Defina as categorias de causas mais apropriadas 4M, 6M, 4P, outras...
 - III. Aplique os resultados do brainstorming
 - IV. Para cada causa questione "Por que isto acontece?" até 5 vezes, relacionando as respostas com a causa principal
4. Análise
 - I. Identifique as causas que aparecem repetidamente
 - II. Obtenha consenso do grupo, ou utilize a técnica de votação
 - III. Colete e analise dados para determinar a frequência relativa das causas mais prováveis e selecionar as causas de maior importância.

Diagrama de Causa e Efeito





ANÁLISE DE CAUSA E EFEITO			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">ETAPA 1</div> <p>Problema Selecionado</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Data: _____</p> <p>Moderador/ Multiplicador:</p> <p>_____</p> <p>Departamento/ Canteiro:</p> <p>_____</p> <p>Participantes:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	MÉTODO	MÃO-DE-OBRA	MÁQUINAS
	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ETAPA 2</div> Causas	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ETAPA 3</div> Estipular prioridade	
	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
	MEIO AMBIENTE	MATERIAL	MEDICÃO
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ETAPA 4 Ações e planejamento</div>		
	Quem faz	O que	Até quando
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

Fonte: ADAPTADO DE GTZ/Projeto COMPETIR



TÉCNICA DE VOTAÇÃO
(Definição de Prioridades / Escolha de Soluções)

Lista de Problemas

Número	Problema	Pontos	Prioridade
1	Execução atrasada	 7	2
2	Retrabalhos	 6	3
3	Cooperação / Informação	 4	5
4	Planejamento	 9	1
5	Treinamento	 5	4

Fonte: ADAPTADO DE GTZ/Projeto COMPETIR



Histograma

Quando necessitar encontrar e mostrar uma distribuição de dados por gráfico de barras com certo número de unidades por cada categoria.

- Variação de um processo;
- Tipo de distribuição;
- Origem dos dados.

Como construir Histogramas



1. Conte a quantidade de valores coletados
2. Determine a amplitude **R**, sendo **R = Maior valor – Menor valor**
3. Divida o valor da amplitude em um certo número de classes **K**

Número de valores	Número de classes (K)
< 50	5 a 7
50 a 100	6 a 10
100 a 250	7 a 12
> 250	10 a 20
4. Determine o intervalo de classe **H**, sendo **H = R / K** (arredondar o resultado)
5. Determine os limites das classes ou pontos limite
 - I. Determine os limites que englobem o menor e o maior dos valores registrados
 - II. Determine o limite inferior da primeira classe e adicione o valor do intervalo H para obter o limite inferior da classe seguinte e assim sucessivamente, assegurando-se que a primeira classe contem o menor valor coletado, e a última o maior valor.
 - III. Os valores dos limites devem ter uma casa a mais do que a precisão dos valores medidos, e o limite superior da classe deve ser menor que o limite inferior da classe seguinte.
6. Calcule os pontos médios das classes **PM_c**, sendo **PM_c = (LI_c + LS_c) / 2**
7. Calcule as frequências
Leia os valores coletados e registre as frequências obtidas em cada classe.
8. Construa o Histograma baseado na tabela de frequências.
Marques os pontos médios das classes no eixo Horizontal, e as frequências no eixo vertical



Diagrama de Dispersão

Quando necessitar visualizar o que acontece com uma variável quando outra variável se altera, para saber se as duas estão relacionadas e o tipo de correlação.

- Uma característica da qualidade e um fator que a afeta;
- Duas características da qualidade;
- Dois fatores que se relacionam com a mesma característica da qualidade.

Diagrama de Dispersão

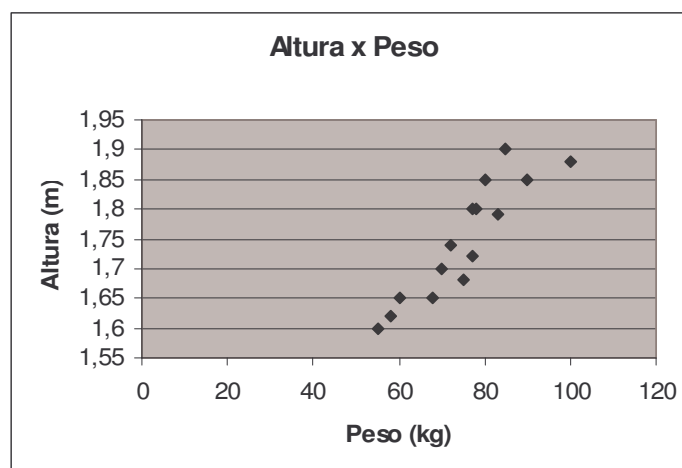




Gráfico de Controle

Quando necessitar visualizar o quanto da variabilidade do processo é devido à variação aleatória e quanto é devido a causas comuns / ações individuais, de modo a determinar se o processo está sob controle estatístico.

Tipos: Valor contínuo - Gráficos \bar{x} -R, \bar{x}
Valor discreto - Gráficos pn , p , c , μ

Como construir um Gráfico de Controle por variáveis

Quando as amostras são expressas em unidades quantitativas de medida (ex.: comprimento, peso, tempo, etc.) \bar{X} - R



1. Determine a Média (\bar{X}) e Amplitude (R) de cada subgrupo

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad n = n^\circ \text{ de amostras}$$

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

2. Determine a média da Amplitude (\bar{R}) e a média do Processo ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k} \quad k = n_0 \text{ de subgrupos (20 a 25)}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

3. Calcule os Limites de Controle

Gráfico	\bar{X}	Gráfico	R
Central	$LC = \bar{\bar{X}}$	Central	$LC = \bar{R}$
LSC	$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$	LSC	$LSC = D_4 \bar{R}$
LIC	$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$	LIC	$LIC = D_3 \bar{R}$

Como construir um Gráfico de Controle por variáveis



Coefficientes para o Gráfico $\bar{X} - R$

Tamanho da Amostra n	Gráfico A_2	\bar{X}	Gráfico R D_3	D_4
2	1,880		-	3,267
3	1,023		-	2,575
4	0,729		-	2,282
5	0,577		-	2,115
6	0,483		-	2,004
7	0,419		0,076	1,924
8	0,373		0,136	1,864
9	0,337		0,184	1,816
10	0,308		0,223	1,777

Como construir um Gráfico de Controle por atributo



Quando as amostras refletem características qualitativas (ex.: defeituoso/não defeituoso, aprovado/reprovado, etc.)

pn (número ítems defeituosos) p (fração defeituosa) c (número de feitos)

μ (número de defeitos por unidade)

GRÁFICO pn

- Coletar dados: Obtenha uma amostra e classifique em conforme e não conforme. A amostra deve ter em média 1 a 5 ítems não conformes (p) por subgrupo, e 20 a 25 subgrupos (k).

- Calcular \bar{p} , sendo $\bar{p} = \frac{\sum pn}{k \times n}$ (n = tamanho subgrupo, k = número de subgrupos)

- Calcular os limites de controle

$$LC = \bar{pn}$$

$$LSC = \bar{pn} + 3\sqrt{\bar{pn}(1-\bar{p})}$$

$$LIC = \bar{pn} - 3\sqrt{\bar{pn}(1-\bar{p})}$$
 (LIC neg. não é considerado)

4. Construir o gráfico de controle
 Marque o eixo horizontal com o número do subgrupo e o eixo vertical com o número de ítems defeituosos. Trace uma linha cheia para a linha central e duas pontilhadas para LSC e LIC. Então marque o número de ítems não conformes por subgrupo.

AS SETE FERRAMENTAS GERENCIAIS



- DIAGRAMA DE AFINIDADES
- DIAGRAMA DE RELAÇÕES
- DIAGRAMA EM ÁRVORE (Sistemático)
- DIAGRAMA EM MATRIZ
- ANALISE DOS DADOS DA MATRIZ
- ANALISE PDPC
- DIAGRAMAS EM SETAS

Método do Diagrama de Afinidades



O método usa a afinidade entre dados verbais, parciais e itens fragmentados (retalhos) para, de uma forma sistemática, ajudar a entender a estrutura de um problema amplo, abrangente.

O diagrama de afinidade utiliza um processo de *brainstorm*, ou seja, de livre debate em que os participantes dão sugestões para auxiliar o grupo a coletar e organizar grandes quantidades de contribuições criativas (idéias, fatos, opiniões) com relação a um problema de processo ou produto.



Método do Diagrama de Afinidades

Os diagramas de afinidade ajudam as pessoas a pensar com maior eficiência sobre problemas, de três maneiras:

- Definem a natureza de um problema e trazem a tona problemas escondidos.
- Ajudam a organizar e ordenar um emaranhado de idéias
- Mostram a direção correta a seguir na solução de problemas.



Como construir um Diagrama de Afinidades

Etapa 1: Decisão sobre o tema

Selecione o assunto ou problema potencial sobre o qual deseja trabalhar.

Etapa 2: Coleta dos dados

Colete dados verbais relevantes para o tema. O brainstorm é um dos métodos mais utilizados, contudo, pesquisas e idéias são outras fontes de dados.

Etapa 3: Preparação de cartões de dados

Escreve-se cada item (dado verbal) coletado em um único cartão, papéis adesivos (post-it) são muito úteis para essa finalidade.



Como construir um Diagrama de Afinidades

Etapa 4: Agrupamento de Cartões

Coloque os cartões de dados, lado a lado, de modo a que nenhum cartão esteja em nível mais elevado, leia cada cartão e trate de descobrir quais são, de alguma forma, semelhantes.

Considere por exemplo:

“Que outros cartões tem o mesmo significado?”

“É este cartão de alguma forma ligado a algum outro?”

“Coloquei os cartões similares próximos uns dos outros?”



Como construir um Diagrama de Afinidades

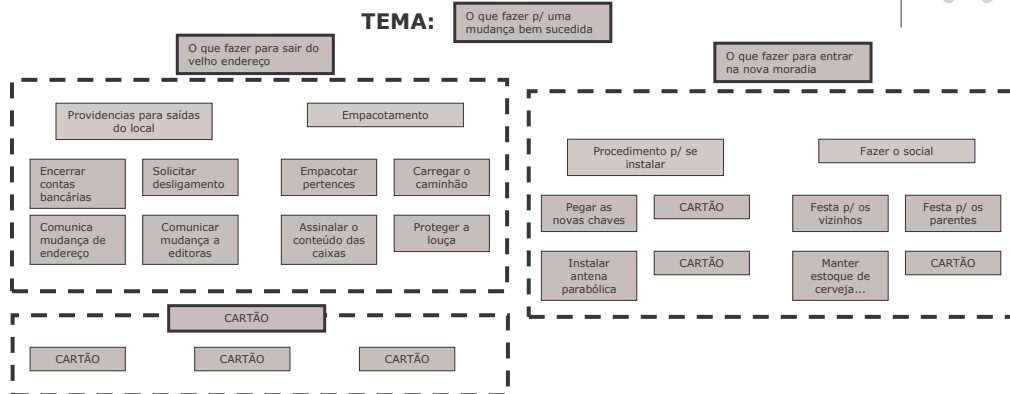
Etapa 5: Preparação dos cartões de afinidade

Ler e corrigir os dados verbais de cada grupo de cartões que você preparou, se os dados não estiverem suficientemente claros, esclarecer as colocações e rotular para cada grupo um outro cartão com uma colocação sucinta e completa das características do grupo de cartões (*Cartão afinidade*).

Etapa 6: Agrupamento dos cartões de afinidade e cartões de dados

Agrupe os cartões de dados de cada família e mantenha-os unidos com o respectivo cartão de afinidade.

Modelo Diagrama de Afinidades



OBSERVAÇÃO:

O diagrama de afinidades é derivado do método KJ (marca registrada) desenvolvido pelo Dr. Kawakita Jiro

Método do Diagrama de Relacionamento



Este método é utilizado para atender problemas que têm relações complexas de causa-efeito e/ou relações complexas de meio-para-objetivos.

Utiliza-se o diagrama para destacar os elementos necessários para alcançar um certo objetivo .

Como construir um Diagrama de Relacionamento



Etapa 1: Descrição do problema

Prepara-se um cartão (quadro) com a descrição específica do problema relacionado ao tema escolhido, tendo sua posição no centro do diagrama.

Etapa 2: Preparação dos cartões (quadros) de causa

Escreva de modo simples e claro as causas que acredita que influenciam o problema.

Etapa 3: Distribuição dos cartões

Leia todos os cartões preparados e coloque os cartões similares em um mesmo agrupamento.

Como construir um Diagrama de Relacionamento



Etapa 4: Distribuição dos cartões de acordo com sua causa-efeito.

Coloca-se os cartões que possuem uma forte relação de causa e efeito com o problema bem próximo ao cartão de problema, dividindo-os em causas de primeiro, segundo, terceiro e quarto nível; ligando todos os quadros por uma seta em direção ao centro do problema.

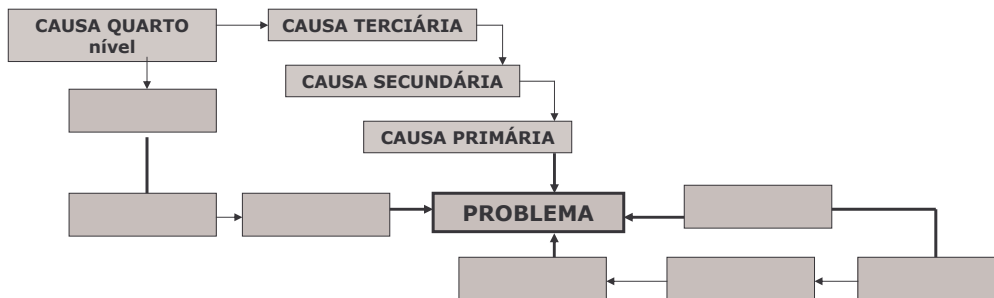
Etapa 5: Determinação das relações entre cartões.

Analise o diagrama como um todo e verifique as relações entre os grupos de forma que possa mais uma vez agrupar as relações de causa e efeito.

Modelo Diagrama de Relacionamento



TEMA:



OBSERVAÇÃO:

O método do diagrama de relações é uma técnica largamente empregada em engenharia econômica.

Método do Diagrama de Relacionamento



Por mostrar todas as relações entre causas e numa perspectiva ampla, os diagramas de relações são úteis na descoberta das principais causas que afetam o resultado final.

Nos casos onde existam relações complexas entre várias causas e efeitos, é possível colher dados verbais sobre o problema, e um diagrama como este pode esclarecer as relações de causa/efeito e facilitar uma discussão sobre as principais causas.



Método do Diagrama em Árvore (sistemático)

O diagrama em árvore ajuda a definir as ações necessárias para a melhoria do desempenho do processo ou do produto, mostrando parte dos resultados dos esforços de um grupo para determinar as ações e sub ações necessárias para um planejamento de sucesso.



Como construir um Diagrama em Árvore (sistemático)

Etapa 1: Fixação do objetivo ou meta

Evidenciar o tema adotado ou problema a ser resolvido. Este é o objetivo ou o tema a ser alcançado.

Etapa 2: Desdobramento em mecanismos primários

Um mecanismo primário é aquele que quando executado conduzirá diretamente ao objetivo, diferenciando o objetivo fundamental dos objetivos subsidiários.

Etapa 3: Desdobramento em mecanismos secundários

Objetivos vinculados ao nível anterior (primário).

Como construir um Diagrama em Árvore (sistemático)



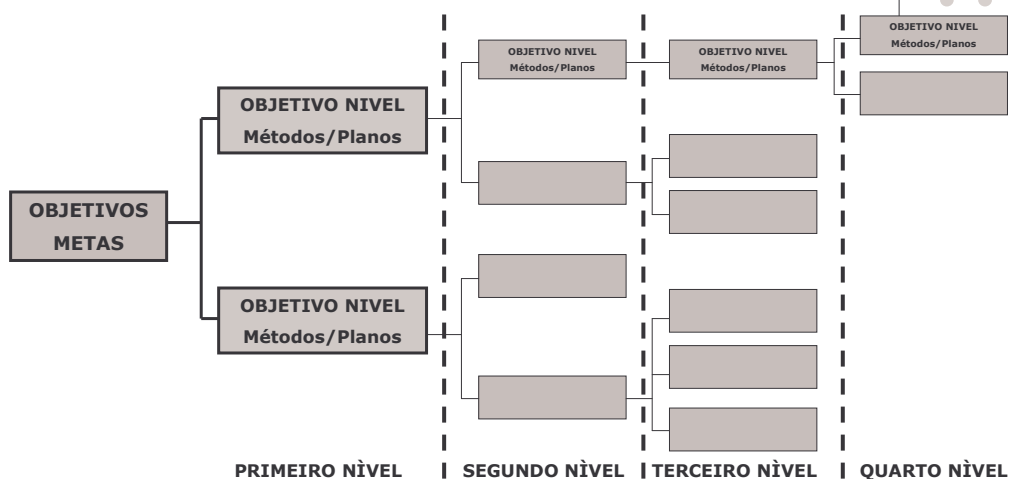
Etapa 4: Desdobramento dos mecanismos de ordem superior

Evidenciar o tema adotado ou problema a ser resolvido. Este é o objetivo ou o tema a ser alcançado.

Etapa 5: Consolidação do diagrama de Árvore

Verifica-se as relações entre os ramos dos mecanismos de diferentes ordens.

Modelo Diagrama Sistemático





Método do Diagrama de Matriz

Um diagrama de matriz mostra o inter-relacionamento entre duas ou mais características de um produto ou processo.

Frequentemente, um diagrama de matriz é usado para descrever as ações necessárias para a melhoria de um produto ou processo com relação às pessoas/áreas responsáveis para executar a referida melhoria do produto ou processo.

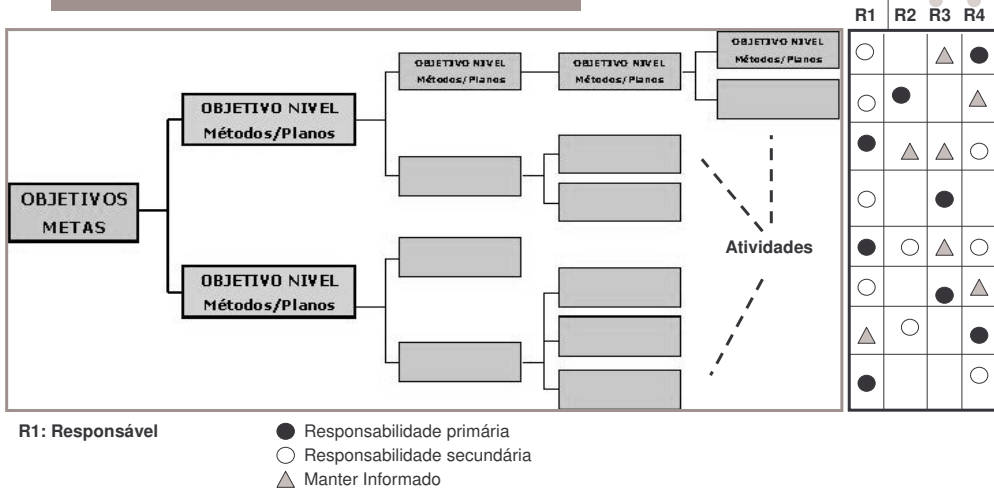


Método do Diagrama de Matriz

Análise dos Dados de Matriz:

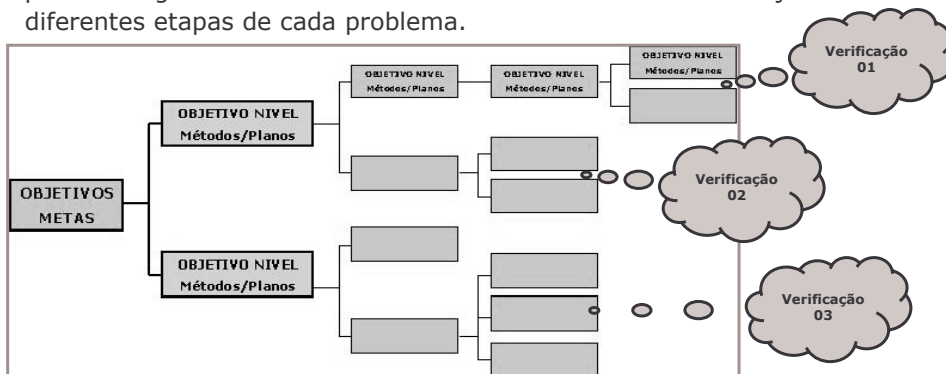
Consiste em uma técnica matemática sofisticada utilizada para estudar a intensidade dos relacionamentos entre duas ou mais características de um processo ou produto.

Método do Diagrama de Matriz



Método Carta para Programa de Decisão sobre o Processo (PDPC)

(Process Decision Program Chart - PDPC) consiste em desenvolver planos de gerência de forma a acrescentar notas de verificação nas diferentes etapas de cada problema.





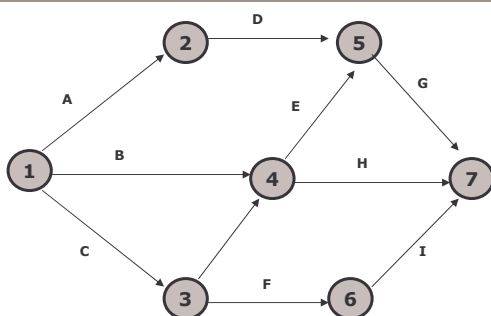
Método Diagrama de Setas

Utilizado para se estabelecer um plano de ações sequenciais para implementar uma melhoria em um processo ou produto quando as etapas envolvidas em melhoria são conhecidas previamente.

Um diagrama de setas mostra a ordem em que devem ser executadas as ações necessárias.



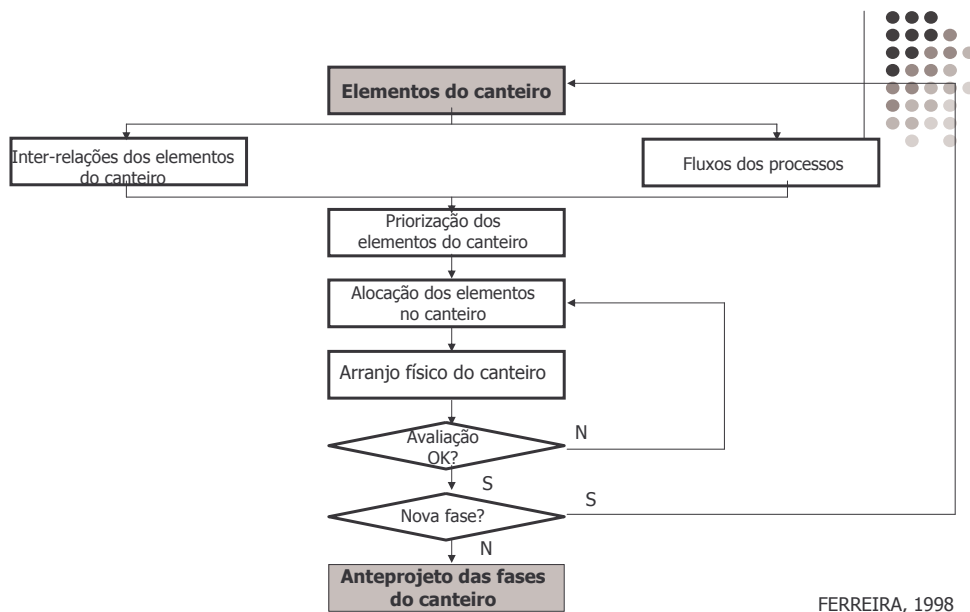
Método Diagrama de Setas



ATIVIDADE	PRECEDENCIA	DURAÇÃO
A	--	8
B	--	8
C	--	15
D	A	10
E	B,C	8
F	C	12
G	D,E	17
H	B,C	10
I	F	12

OBSERVAÇÃO:

Este diagrama trata-se da rede de precedências da técnica PERT-CPM.



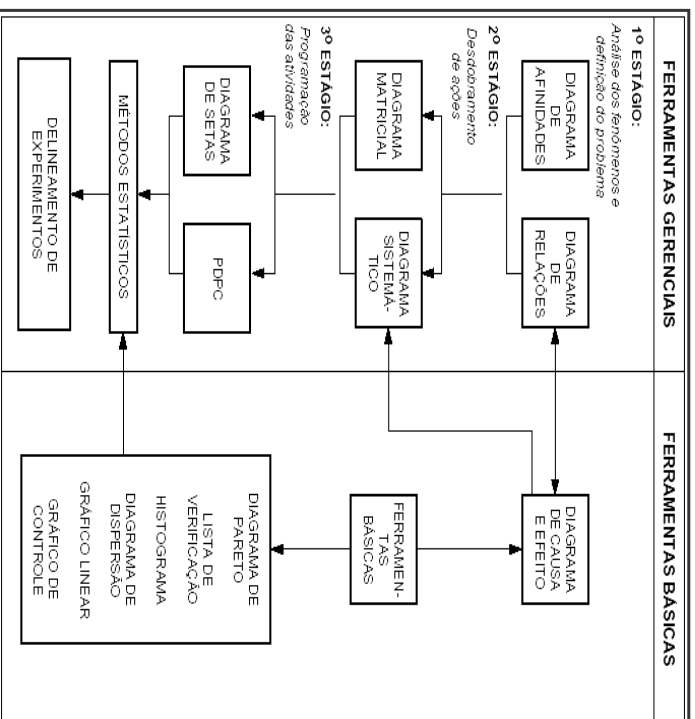
Resumo das Ferramentas Gerenciais

Ferramenta	Definição	Propósito
Diagrama de Relações	Grau de influência que uma causa tem sobre um certo efeito	<ul style="list-style-type: none"> Determinar relações de causa e efeito entre itens e visualizar padrões lógicos entre estes
Diagrama de Afinidade	Pensamentos ou idéias similares classificados de modo hierárquico em colunas ou grupos	<ul style="list-style-type: none"> Encontrar informações faltantes, tais como problemas, causas, idéias, soluções e requisitos dos clientes; Agrupar idéias de forma a identificar temas;
Diagrama Sistemático	Relacionamento hierárquico entre os "quês" e os "comos"	<ul style="list-style-type: none"> Determinar o relacionamento entre quais necessidades e de que forma devem ser atendidas
Diagrama Matricial	Nível de relacionamento entre dois ou mais grupos de fatores	<ul style="list-style-type: none"> Visualizar e simplificar relações complexas entre diversos fatores
Análise dos Dados da Matriz	Técnica estatística multi-variada	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer que informações estão contidas em dados complexos
Diagrama PDPC	Problemas ou barreiras a obtenção de um resultado e ações se estes ocorrerem	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver uma solução que prepare a mudança futura e um plano de contingência
Diagrama de Setas	Precedência entre atividades para atingir um resultado	<ul style="list-style-type: none"> Programar seqüência lógica para realização das atividades

Etapas de Aplicação:

Etapas	Situação	Ferramenta	Objetivo	Resultado
Localização do problema e proposta de objetivo	Há um resultado indesejado, mas o problema não foi localizado	Diagrama de Afinidade	Esclarecer problema	Resultado indesejado localizado
Rastreamento das causas	Causas do resultado indesejado desconhecidas	Diagrama de Relações ou Diagrama Sistemático	Esclarecer estrutura do problema	Causas encontradas
Formulação das medidas de ação	Relações entre deficiências e causas são desconhecidas	Diagrama Matricial	Desenvolvimento de medidas de ação	Medidas formuladas
Planejamento de procedimentos de implantação e controle	Medidas não foram determinadas	Diagrama Sistemático	Programação e controle	Programação realizada e medidas eficazes → problema resolvido
	Procedimentos não foram determinados	Diagrama de Setas		
	Desenvolvimento contínuo	Diagrama de Relações		
		PDPCC		

Relação entre as ferramentas Gerenciais e Básicas





Referências

Gitlow, H. S. Planejando a qualidade, a produtividade e a competitividade. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1993.

Campos, V. F. TQC: Controle da qualidade total. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

Kume, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. São Paulo: Ed. Gente, 1993.

Brassard, M. Qualidade: Ferramentas para uma melhoria contínua. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1991.

Qualidade e o custo das não-conformidades em obras de construção civil. São Paulo: Pini, 1998.