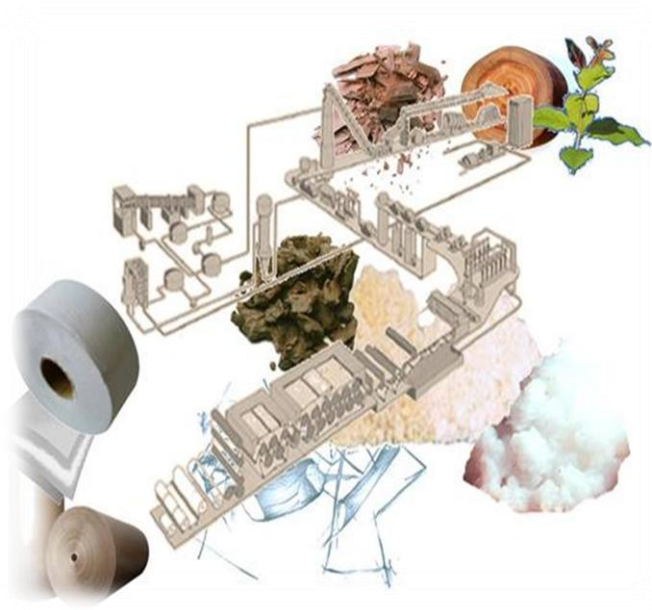


CONTROLE DA QUALIDADE DO PAPEL



**Araucária, PR
2008**

**ORGANIZADOR E INSTRUTOR:
Edison da Silva Campos**

Referências para o curso

Garantia de Qualidade para Indústrias Químicas e de Processo – UM MANUAL DE BOAS PRÁTICAS” (ASQC, atual ASQ);

Controle de Qualidade na Indústria Química, Eller Schall Amorim;

A norma NBR ISO 9001 (Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos, versão de dezembro de 2000)

Normas de análises da ABNT

Vasta bibliografia que trata do controle da qualidade.

Definições de qualidade:

P. Crosby: “... É a conformidade aos requisitos.”

W. E. Deming: “Qualidade é um Controle Estatístico do Processo” (redução da variabilidade).

A. V. Feigenbaum: “Qualidade é a composição total das características de Marketing, Engenharia e Manutenção de um determinado produto ou serviço, através das quais o mesmo produto ou serviço, em uso, atenderá as expectativas do cliente”.

J. M. Juran: “Qualidade é o nível de satisfação alcançado por um determinado cliente no atendimento aos objetivos do usuário, durante a sua utilização, chamada de adequação ao uso”.

Outras definições:

“A qualidade é a adequação do produto ou do serviço às necessidades presentes e futuras do cliente”;

“A qualidade é aquilo que contribui para a satisfação dos clientes”;

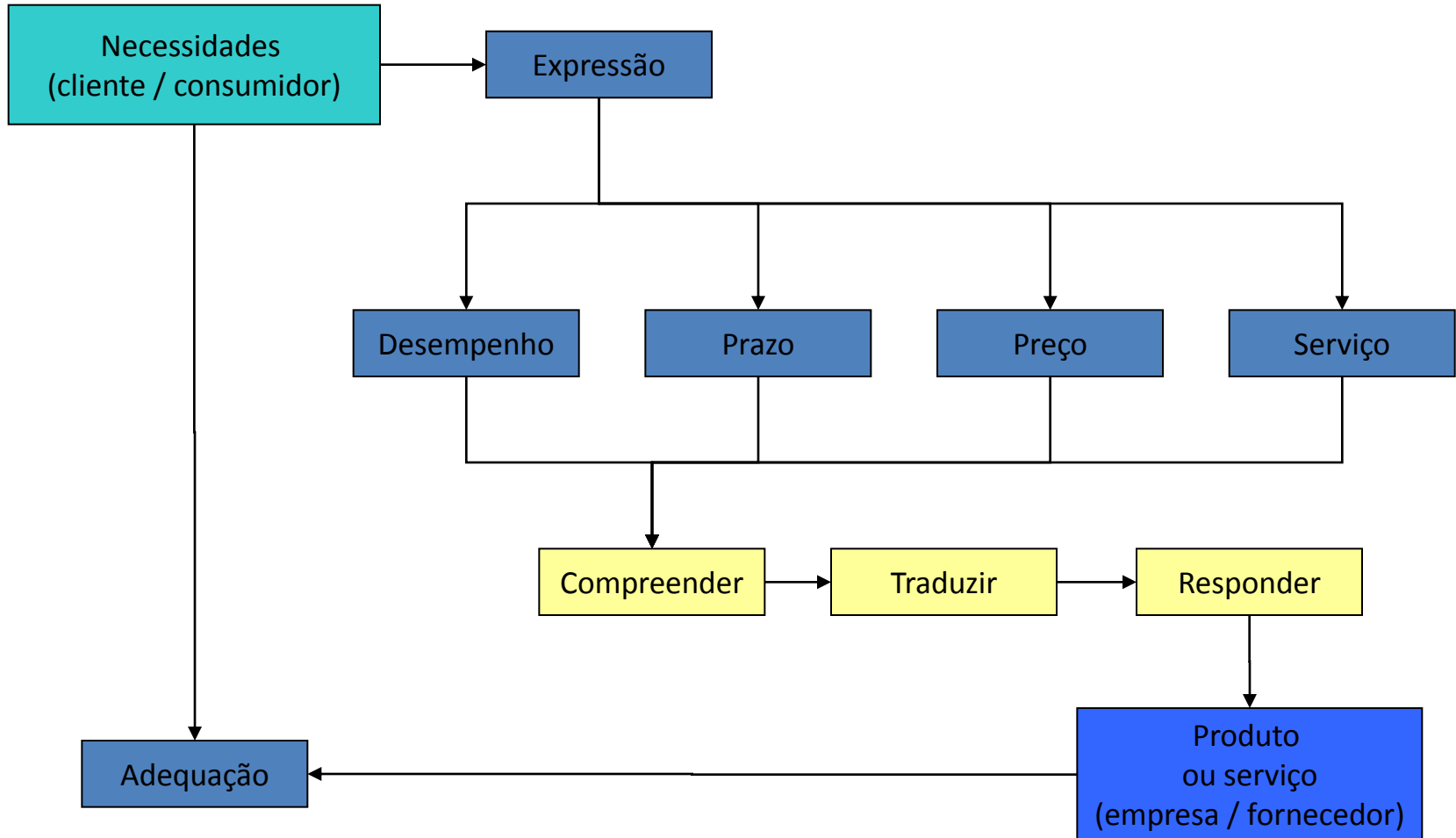
“A qualidade é fazer bem na primeira vez”.

A norma ISO (“International Organization for Standardization”) 8402 (Qualidade – Terminologia) fornece as seguintes definições:



Qualidade: “a totalidade de propriedades e características de um produto ou serviço que confere sua habilidade em satisfazer necessidades explícitas ou implícitas de cada consumidor”.

DEFINIÇÃO DA QUALIDADE



PRODUTO



ASPECTOS CONHECIDOS ANTES DA COMPRA:

Características físicas;
Apresentação, estética;
Desempenho técnico;
Atendimento.

ASPECTOS DESCOBERTOS APÓS A COMPRA OU O USO:

Prazo;
Confiabilidade;
Mantenabilidade;
Disponibilidade;
Segurança ao uso;
Respeito ao meio ambiente;
Custo global de posse.

CONCEITOS BÁSICOS DE QUALIDADE

DEFINIÇÕES	EXPLICAÇÕES
Conformidade com especificações	Quando os produtos possuem comprovadamente as características que estão descritas nos projetos, catálogos ou listas de especificações.
Valor por dinheiro	Quando se recebe um benefício compensador (tecnicamente denominado valor) em troca de dinheiro que gastou para comprar alguma coisa, e não se reclama do preço pago.
Adequação ao uso	Quando aquilo que foi comprado é capaz de fazer pelo menos o que dele se espera, e não se reclama de mau funcionamento.
Atratividade do mercado	Quando se usa o direito de escolher um determinado produto dentre vários outros concorrentes. É o que acontece quando você se decide por um produto em uma prateleira de supermercado. Por alguma razão, se escolhe o mais atrativo do mercado, seja por preço, pela aparência, pelo conteúdo, pela marca ou outra qualquer razão.

Benefícios de se investir em qualidade (empresário)

Porque fazer com qualidade é sempre a forma mais econômica de produzir qualquer coisa. Não duvide. Isso tem comprovação prática;

Porque trabalhando com Qualidade, o empresário poderá ter a maior margem de lucro, pois terá os menores custos globais. Isso também tem comprovação prática;

Porque trabalhando com Qualidade, o empresário terá os menores riscos e a maior estabilidade para a sua empresa no mercado. Ela será sólida, pois será saudável e pró-ativa;

Porque há uma outra razão definitiva: não se tem nenhuma desvantagem em ter Qualidade (tente encontrar alguma);

E quanto aos colaboradores?

Para fazer Qualidade, no entanto, é importante que cada colaborador da empresa esteja convencido e preparado para:

Conhecer de maneira precisa o que deve ser feito;

Querer fazer certo, desde a primeira vez aquilo que deve ser feito.



A EVOLUÇÃO DAS PRÁTICAS LIGADAS À QUALIDADE

Inicialmente, o controle de qualidade era realizado sob a forma de inspeção. Era uma função de autocontrole e permaneceu assim até 1920;

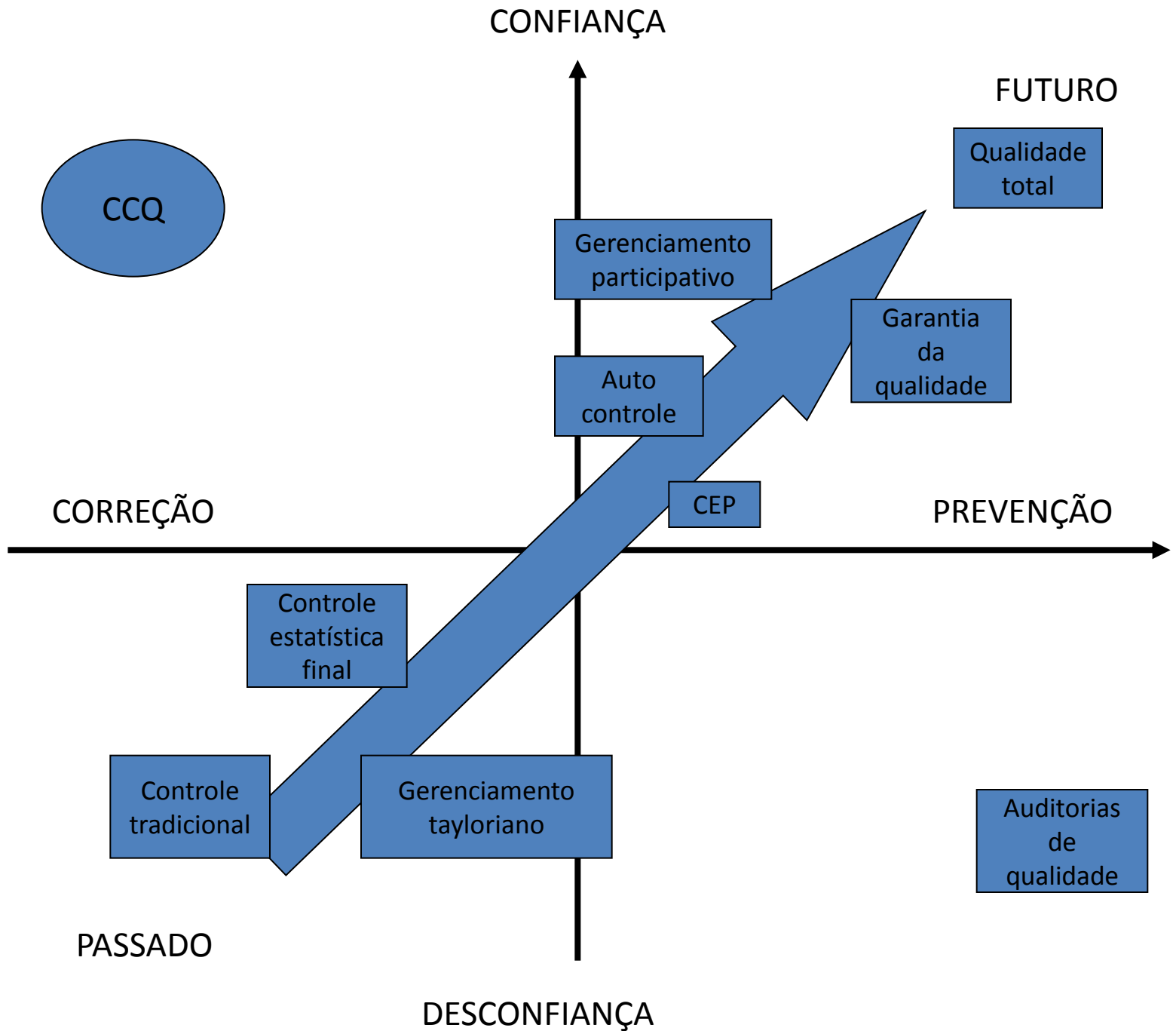
A partir de 1920: controle estatístico da qualidade. Os inspetores pertenciam e se reportavam à estrutura de supervisão da produção;

Em 1924, Shewhart esboçou o primeiro gráfico de controle da qualidade;

Já na época da segunda guerra mundial (por volta de 1940) a função de controle de qualidade já existia como uma estrutura à parte da produção;

Em 1960, surgiu o Controle Estatístico de Processo;

*A preocupação com uma Qualidade Global, nasceu com a **Garantia da Qualidade** (final dos anos 1970) que prescrevia uma forma de gerenciamento das atividades que afetassem a qualidade de produtos e serviços em todos os estágios, do fornecimento de matéria-prima à utilização pelo cliente.*



A GARANTIA DA QUALIDADE

Garantia da qualidade = competência técnica + recursos humanos e materiais + organização + documentos e registros orientados “a priori”, a satisfação dos requisitos de qualidade de produtos ou serviços solicitados pelos clientes.

A Garantia da Qualidade significa a passagem da tradição verbal para a tradição escrita, o respeito ao cumprimento destas instruções escritas, a ausência de improvisação e a presença da iniciativa pessoal de cada funcionário, o que permite uma melhoria da comunicação e, conseqüentemente, do fluxo de informações e das decisões.

REGRAS FUNDAMENTAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DA GARANTIA DA QUALIDADE

1º) ESCREVER O QUE DEVE SER FEITO

Através de documentos (procedimentos, instruções, etc) simples, precisas e compreensíveis;

2º) FAZER O QUE ESTÁ ESCRITO

Utilizando os documentos escritos como meio de evitar improvisações;

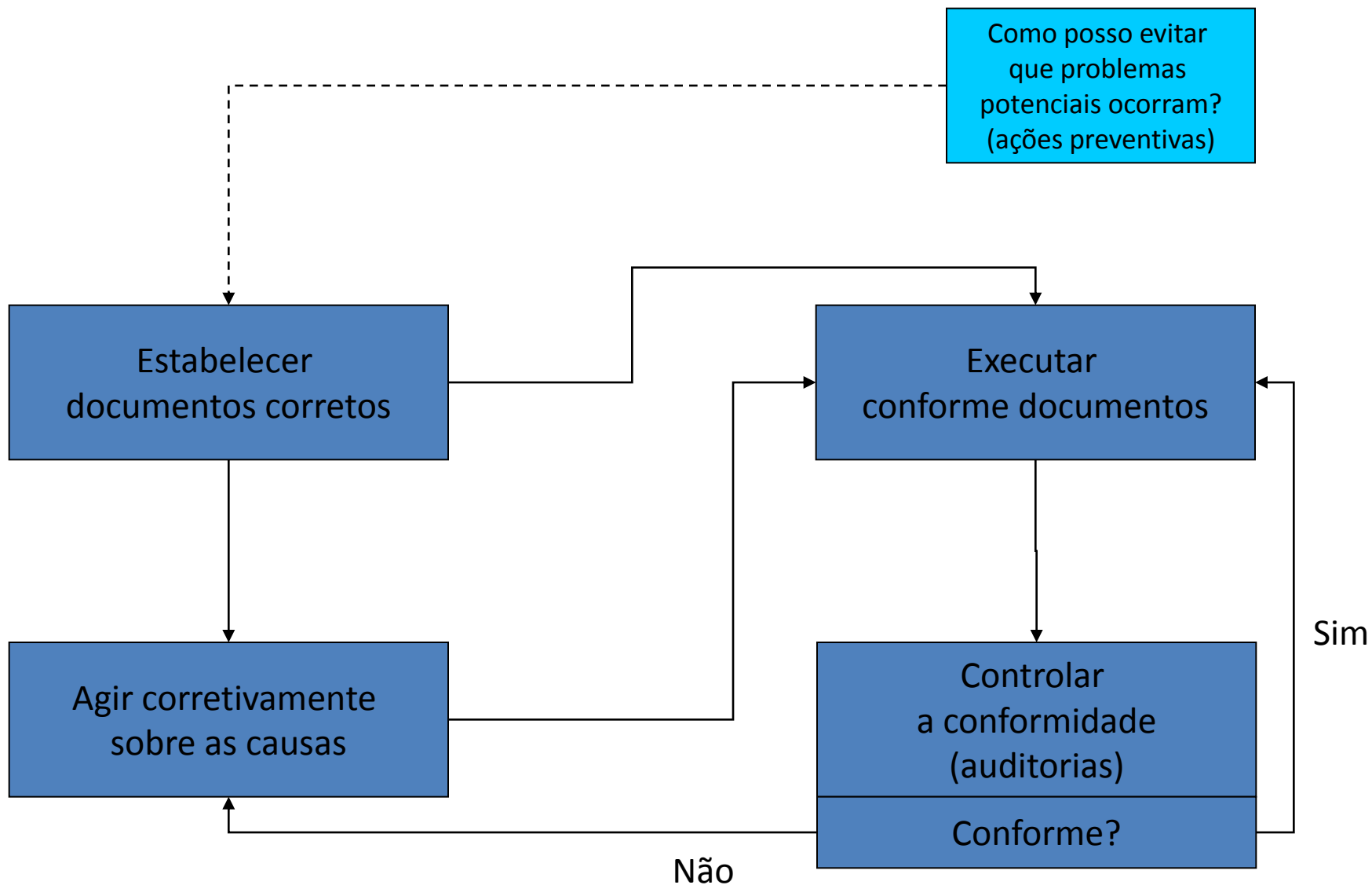
3º) VERIFICAR SE O QUE FOI ESCRITO ESTÁ SENDO SEGUIDO

Através de auditorias e executando ações corretivas quando necessárias;

4º) MANTER REGISTROS DO QUE FOI FEITO.

Através de registros diversos, tais como atas de reunião, certificados, laudos, boletins, etc. para que se possa comprovar a execução da 2ª regra.

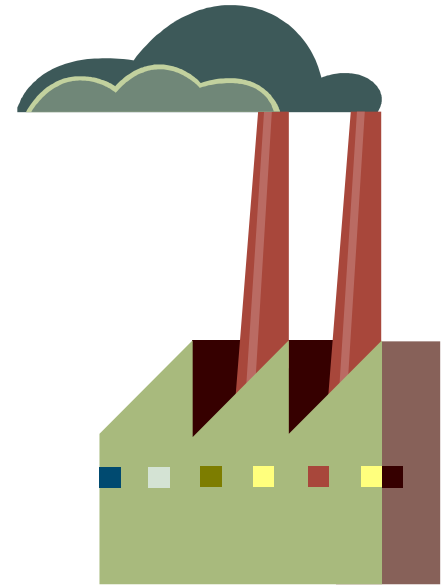
COMO GARANTIR A QUALIDADE?



Conceito de sistema

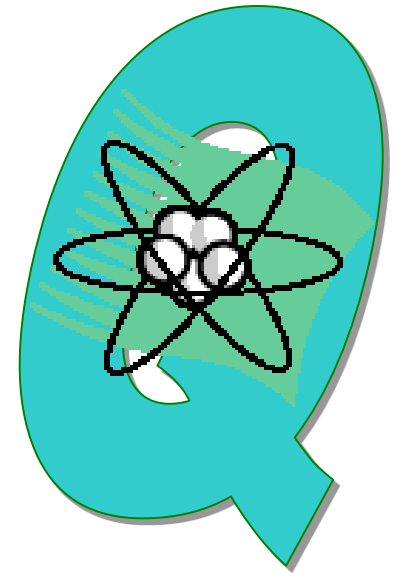
*Sistema é um conjunto organizado de **regras** e **ações** que fazem com que um determinado processo permaneça em funcionamento de maneira satisfatória.*

*Um sistema é composto de várias partes (**subsistemas**), que trabalham de maneira harmônica para atender a um objetivo comum, para o qual o sistema foi criado.*



Conceito de sistema da Qualidade

*Um Sistema da Qualidade é um conjunto de recursos, regras mínimas, implementado de forma adequada (funcionando), com o objetivo de orientar cada parte da empresa para que execute de maneira correta e no tempo devido a sua tarefa, em harmonia com as outras, estando todas direcionadas para o objetivo comum da empresa: ser competitiva (ter **Qualidade** com **Produtividade**).*



Conceito de sistema da Qualidade

(Norma ISO 8402 – Qualidade / Terminologia)

“Estrutura organizacional com responsabilidades, procedimentos, processos e recursos para a implementação da gestão da Qualidade”.



Interação entre o grupo de controle a qualidade e equipe de produção

Existe na indústria química uma ligação entre o grupo de controle de qualidade e a equipe de produção, visto que a área de atuação do controle de qualidade abrange todas de um sistema industrial, a saber:

No planejamento: especificação do que deve ser produzido;

Na execução: obtenção do material ou dos objetos propostos;

No produto acabado: testes para constatar se as especificações foram obtidos.



POLÍTICA DA QUALIDADE

“A responsabilidade e o comprometimento pela política da qualidade pertence ao mais alto nível da administração.

Gestão da qualidade é o aspecto da função global de gerência que determina e implementa a política da qualidade.

A administração de uma companhia deve desenvolver e estabelecer sua política corporativa da qualidade. Esta política deve estar de acordo com as normas da companhia.

A administração deve tomar todas as providências necessárias para assegurar que sua política corporativa da qualidade seja entendida, implementa e mantida.”



Exemplo:

Nós, da empresa X, nos propomos a oferecer a nossos clientes produtos e serviços competitivos, perfeitos, dentro do prazo e que estejam de acordo ou excedam as expectativas desses mesmos clientes.

MANUAL DA QUALIDADE

- a) *Uma descrição de como a qualidade será planejada no processo de fabricação e no produto final;*
- b) *Definição das práticas de relações com o cliente;*
- c) *Descrição dos assuntos reguladores que possam prejudicar as operações da companhia;*
- d) *Documentação de procedimentos para os desenvolvimentos e a comercialização de novos produtos;*
- e) *Descrição do procedimento operacional padrão e de sua administração;*
- f) *Definição das práticas de manutenção de registros;*
- g) *Definição de organogramas da companhia e da função da qualidade para a assistência no contato com o pessoal da companhia;*
- h) *Especificações: matéria-prima, processo, produto, embalagem e rótulo, vendas;*
- i) *Descrição do sistema e de práticas de auditorias da qualidade.*

MELHORIA DA QUALIDADE

Melhoria da qualidade do processo:

Avaliação do processo;

Controle e correção do processo;

*Serviço ao Consumidor e Desempenho do
Produto;*

Inovação.



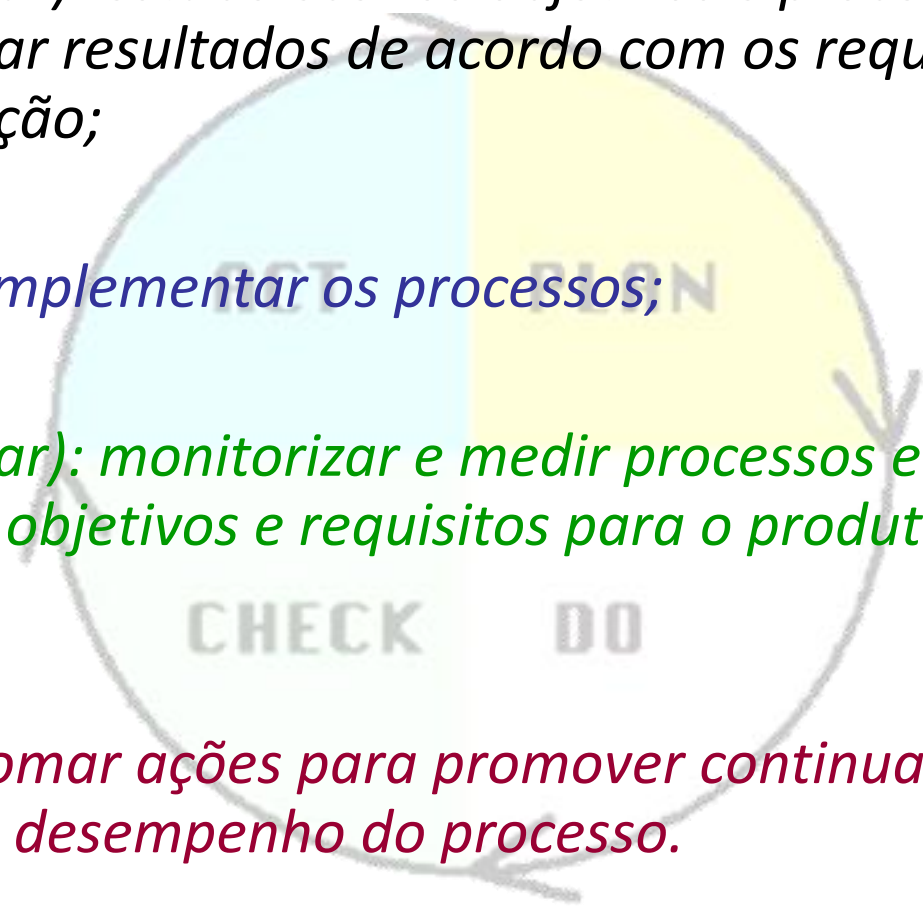
Melhoria contínua do sistema de Gestão da Qualidade

Plan (planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para entregar resultados de acordo com os requisitos e políticas da organização;

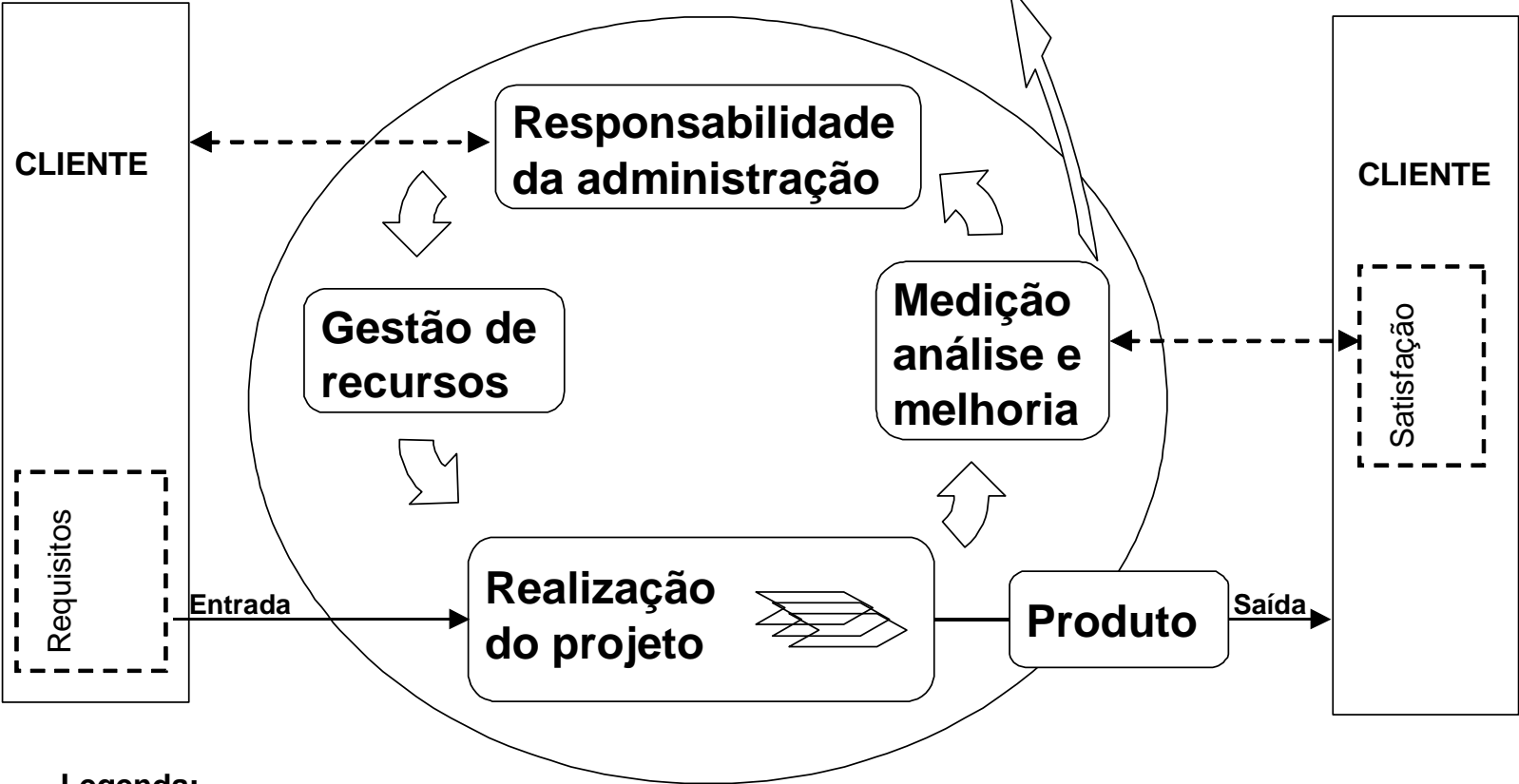
Do (fazer): implementar os processos;

Check (checar): monitorizar e medir processos e produtos contra as políticas, objetivos e requisitos para o produto e relatar os resultados;

Act (agir): tomar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.



Melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade



Legenda:

- agregação de valor
- -> informação

Método de solução de problemas – “QC Story”

PDCA	Fluxograma	FASE	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Fonte: “Uma aplicação de melhoria na prestação de serviços”, Clarissa F. Reis, s/d.

Exemplo de plano de ação (5W, 1H)

	O QUÊ	QUEM	QUANDO	ONDE	PORQUE	COMO
1	Criação de um método de armazenamento	Clarissa	4 a 8 de setembro de 2006	Sala do engenheiro responsável pelas assinaturas	Irà viabilizar uma fácil identificação dos documentos que estão pendentes para receber assinatura	Compra de um organizador de acrílico
2	Implantação de um software de gerenciamento do processo	Empresa contratada para elaboração do software	Até primeira semana de outubro	Será instalado em todos os computadores do escritório de modo que todos possam verificar o status de cada relatório	Permitirá manter um histórico de todas a documentação que entra e que sai, além de fornecer relatórios periódicos de diversos índices pré-determinados.	Compra do software
3	Criação de um sistema de controle de documentação com entrada e saída de documentos	Clarissa	4 a 8 de setembro de 2006	Sala de preparação de relatórios	Para garantir a organização e fácil localização de documentos	Separando os documentos de cada empresa em bandejas

Fonte: "Uma aplicação de melhoria na prestação de serviços", Clarissa F. Reis, s/d.

AMOSTRAGEM

Propósito

Variação da amostragem

Método

Estado físico e fonte

Meio ambiente

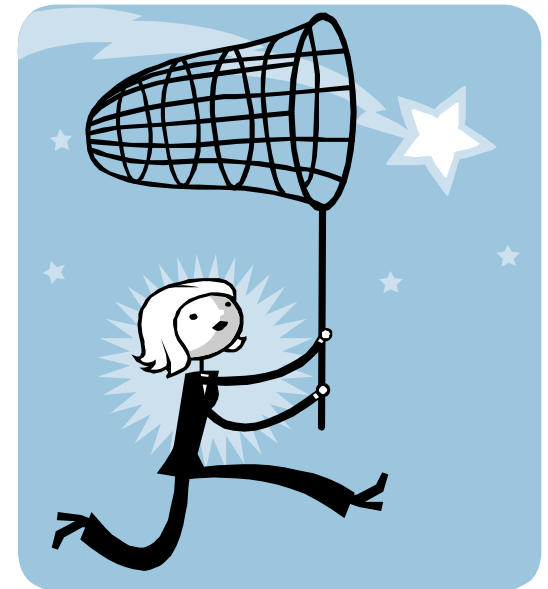
Plano de amostragem

Treinamento do amostrador

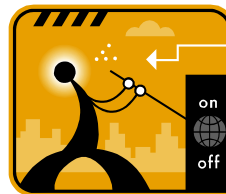
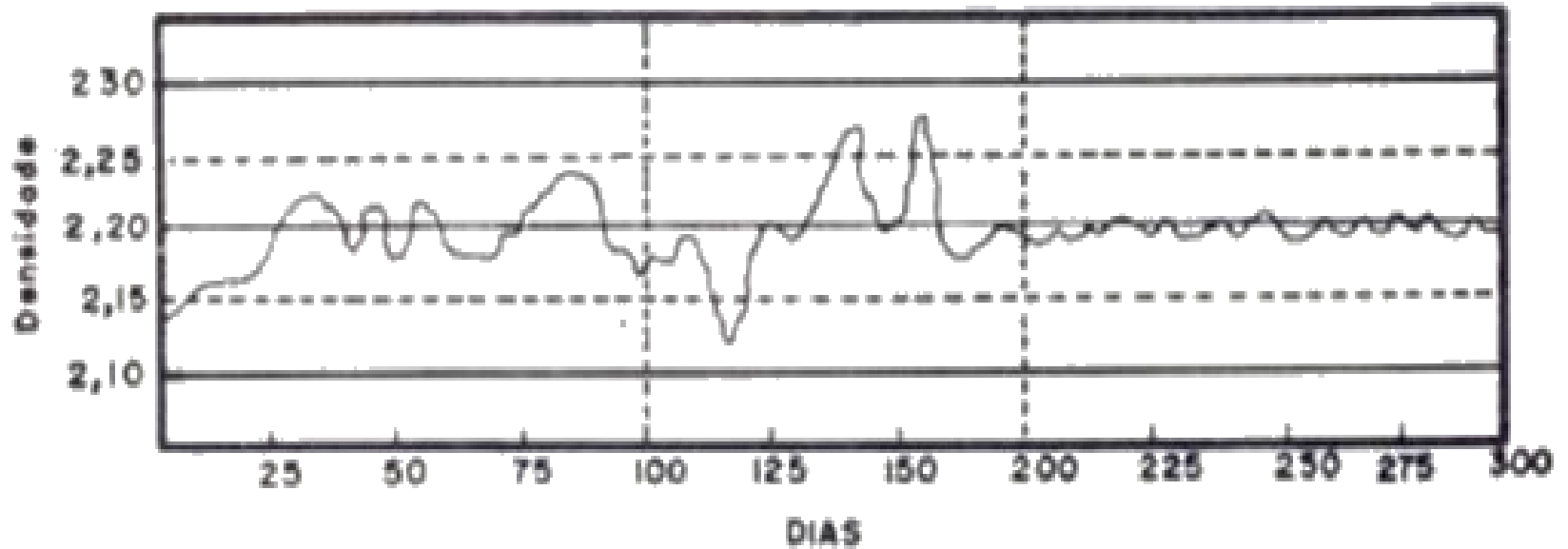
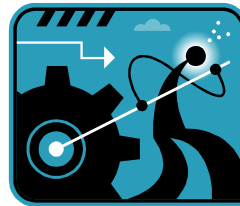
Administração da amostra

Retenção da amostra

Fundamentos estatísticos



Variabilidade do processo



Termos estatísticos

Média : $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

Desvio padrão

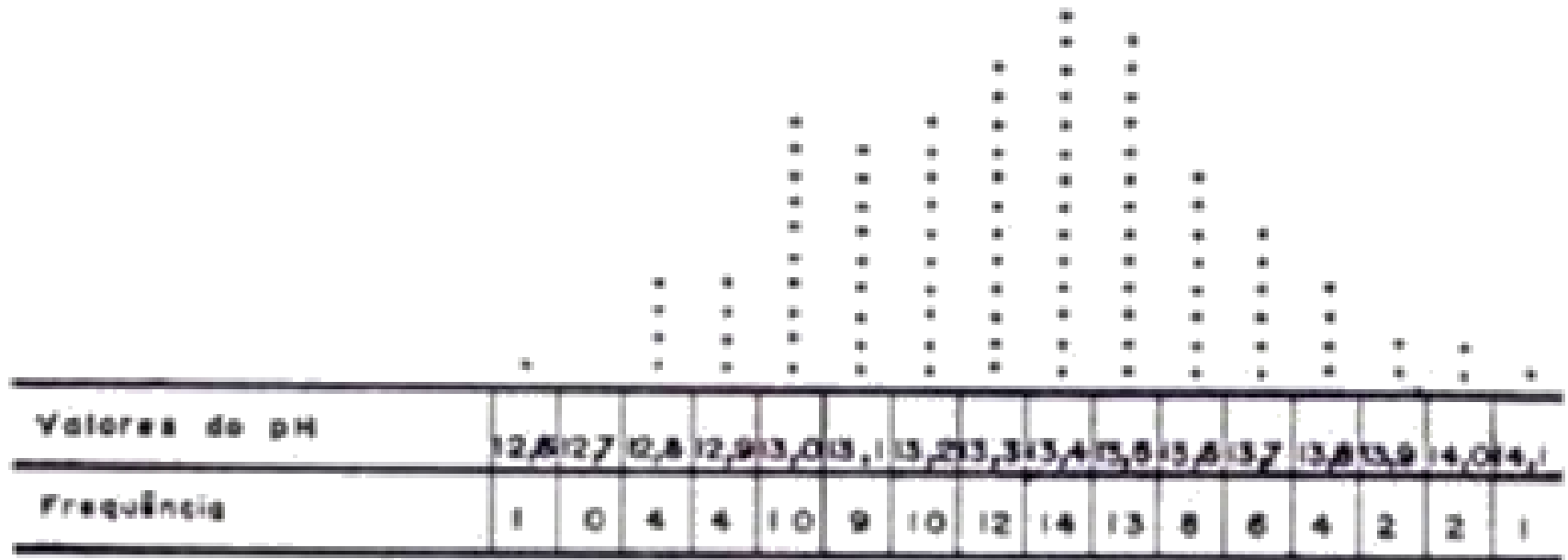
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Amplitude (“Range”)

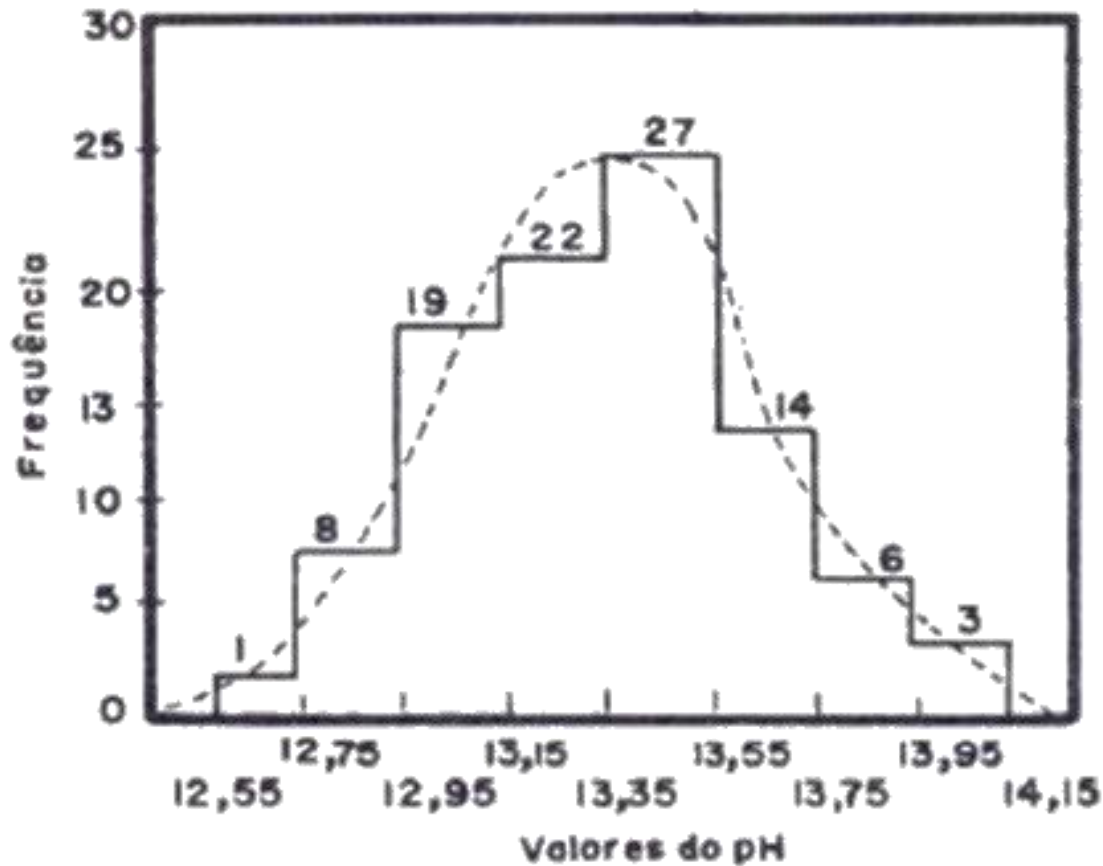
maior valor – menor valor

CONJUNTO 1			CONJUNTO 2		
RESULTADOS (%) X_i	$(X_i - X')$	$(X_i - X')^2$	RESULTADOS (%) X_i	$(X_i - X')$	$(X_i - X')^2$
60	0	0	30	-30	900
60	0	0	90	30	900
70	10	100	40	-20	400
50	10	100	80	20	400
$\Sigma = 240$		$\Sigma = 200$	$\Sigma = 240$		$\Sigma = 2.600$
$X' = 60\%$			$X' = 60\%$		
$R = 20\%$			$R = 60\%$		
$\sigma = 7,07\%$			$\sigma = 25,5\%$		

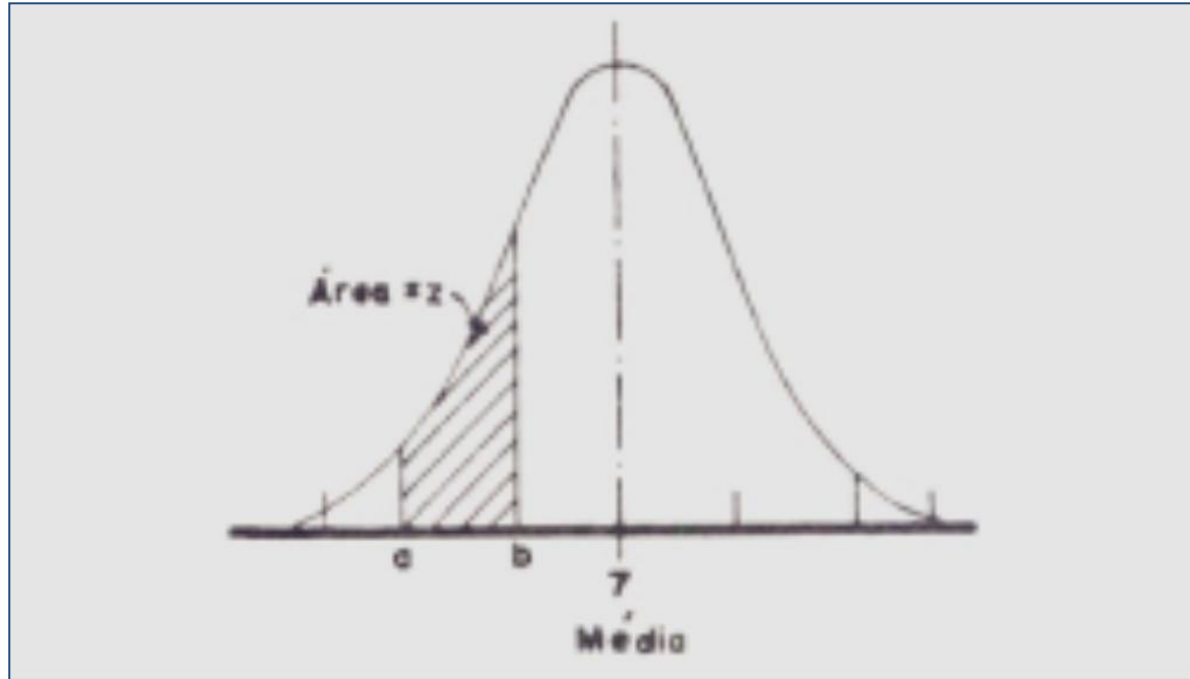
Distribuição de freqüência e amostragem



Distribuição de freqüência e amostragem

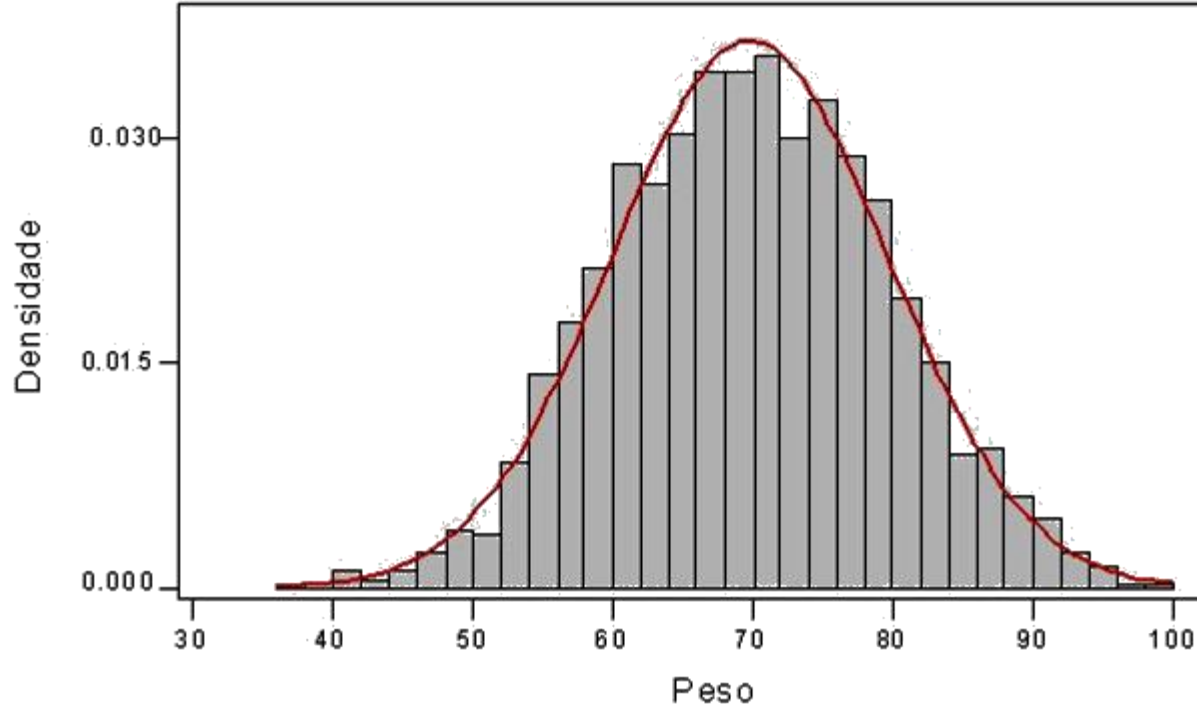


A distribuição normal



A distribuição normal

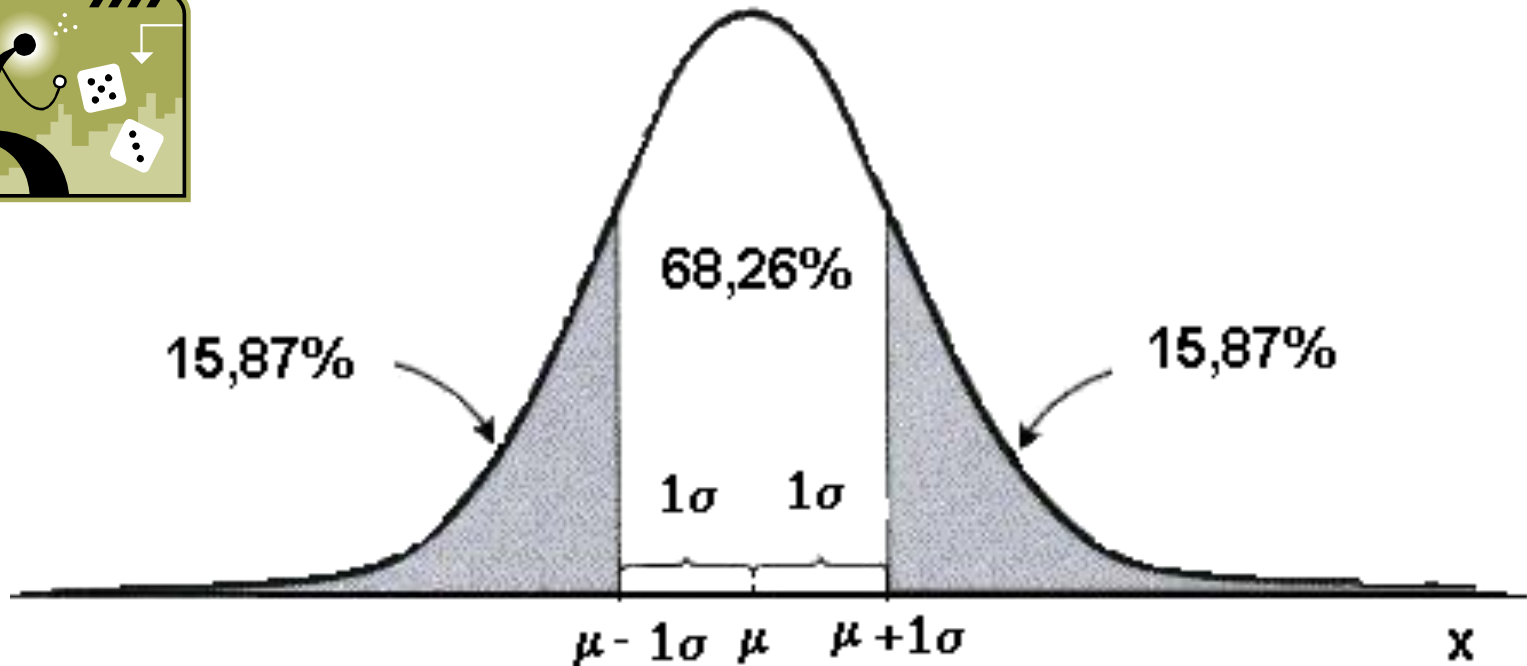
Exemplo : Observamos o peso, em kg, de 1500 pessoas adultas selecionadas ao acaso em uma população. O histograma por densidade é o seguinte:



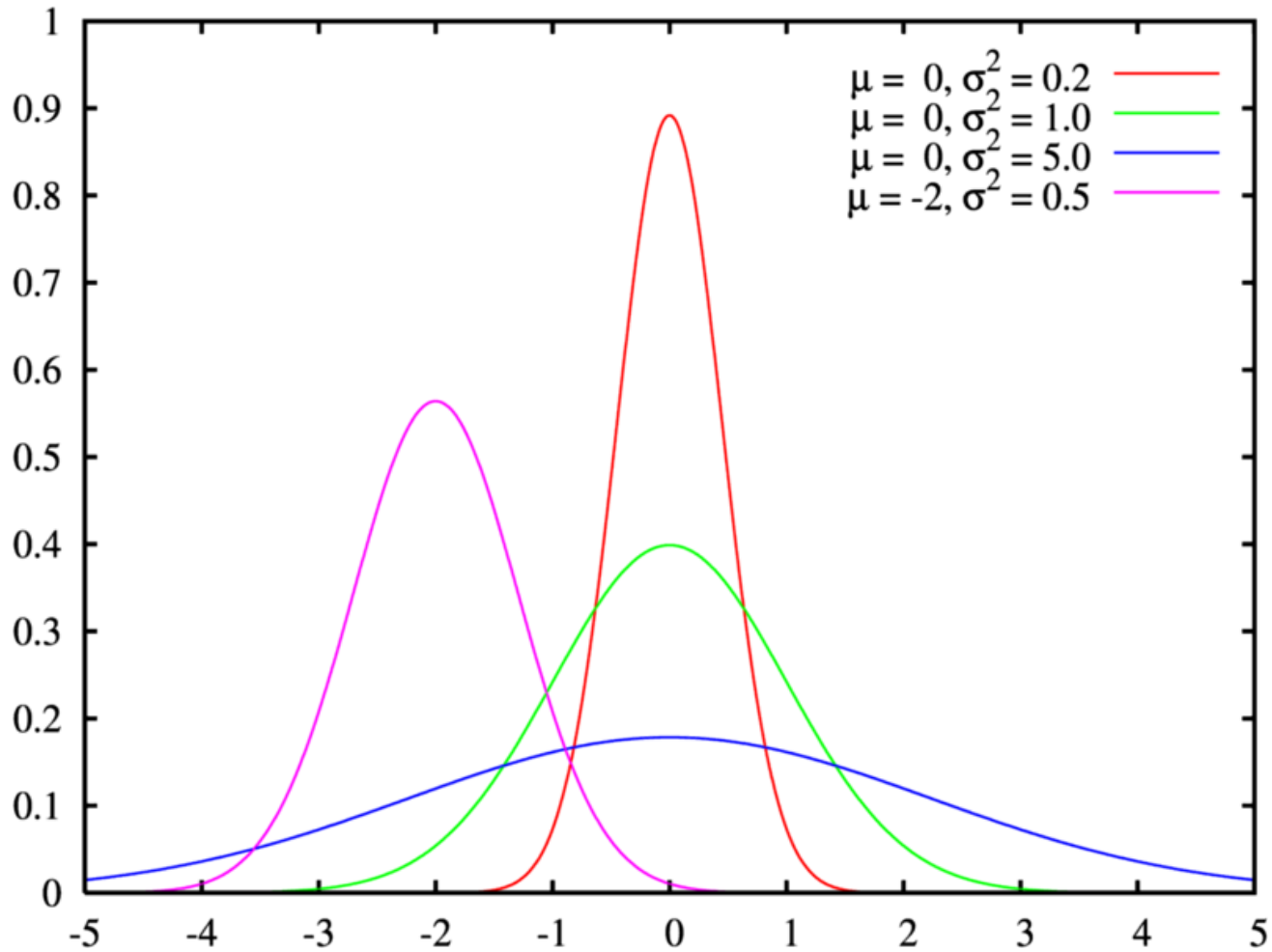
Vamos definir a variável aleatória X : peso, em kg, de uma pessoa adulta escolhida ao acaso da população. Como se distribuem os valores da variável aleatória X , isto é, qual a distribuição de probabilidades de X ? A curva contínua da figura denomina-se **curva Normal**.

A distribuição normal

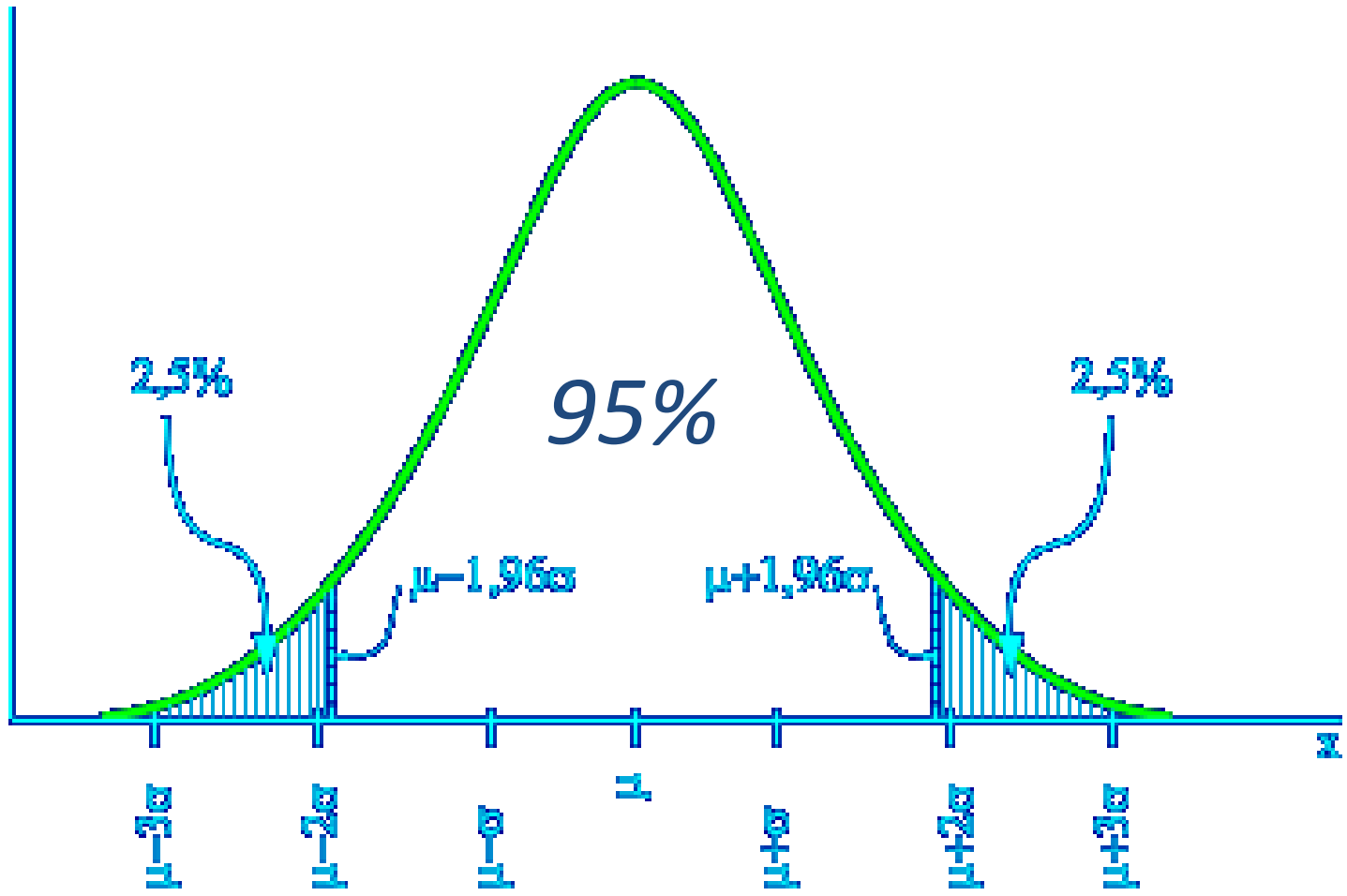
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)}} \exp \left\{ -\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$$



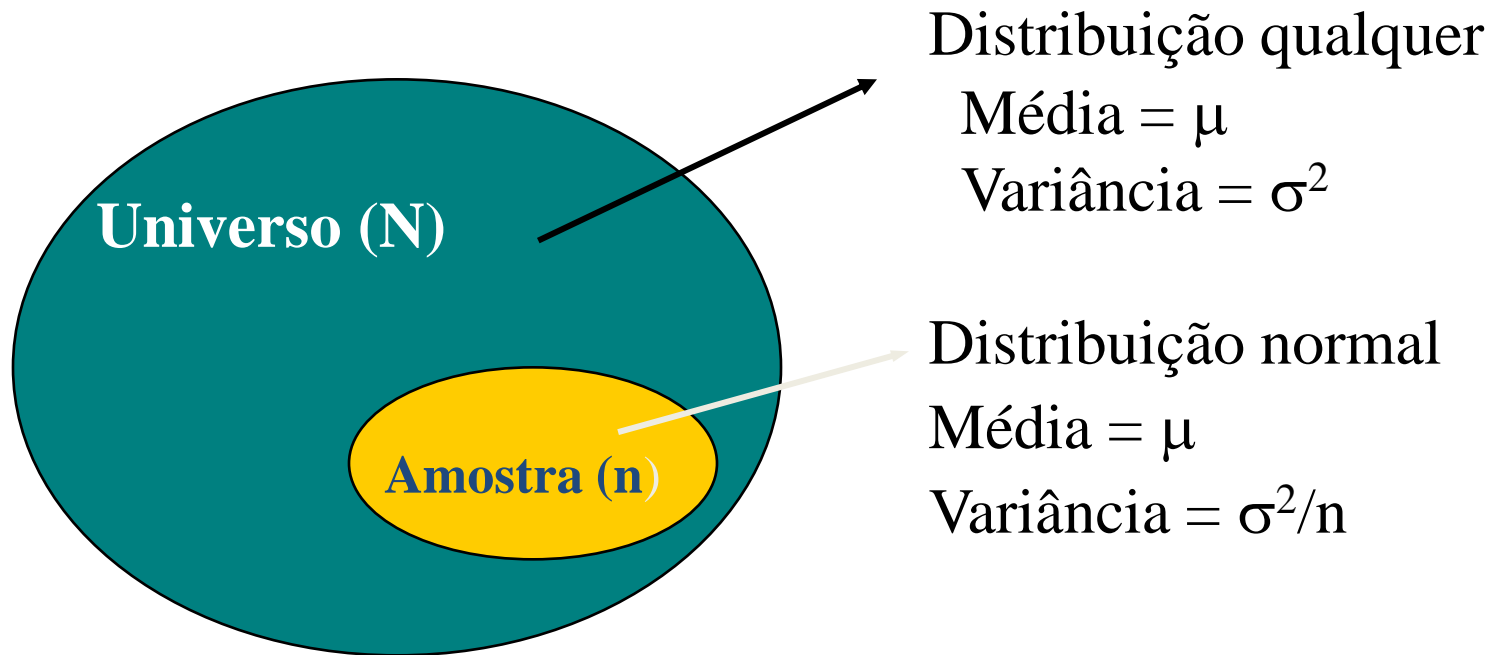
A distribuição normal



A distribuição normal



Amostragem definida estatisticamente



CONTROLE DO PROCESSO

Documentação

Instruções por escrito devem ser usadas para descrever em detalhes a operação planejada de qualquer processo.

Termos quantitativos devem ser usados para descrever todos os parâmetros do processo.

Termos qualitativos, tais como “frio-quente”, “ácido-básico”, não são suficientes para controlar um processo químico.

Termos qualitativos não facilitam a aplicação de estatísticas para o desenvolvimento, o controle e a melhoria do processo – elementos essenciais das instruções por escrito de boa qualidade.

UTILIZAÇÃO DE GRÁFICOS DE CONTROLE



Gráficos de controle de Shewhart:

X

X-barra

R

S

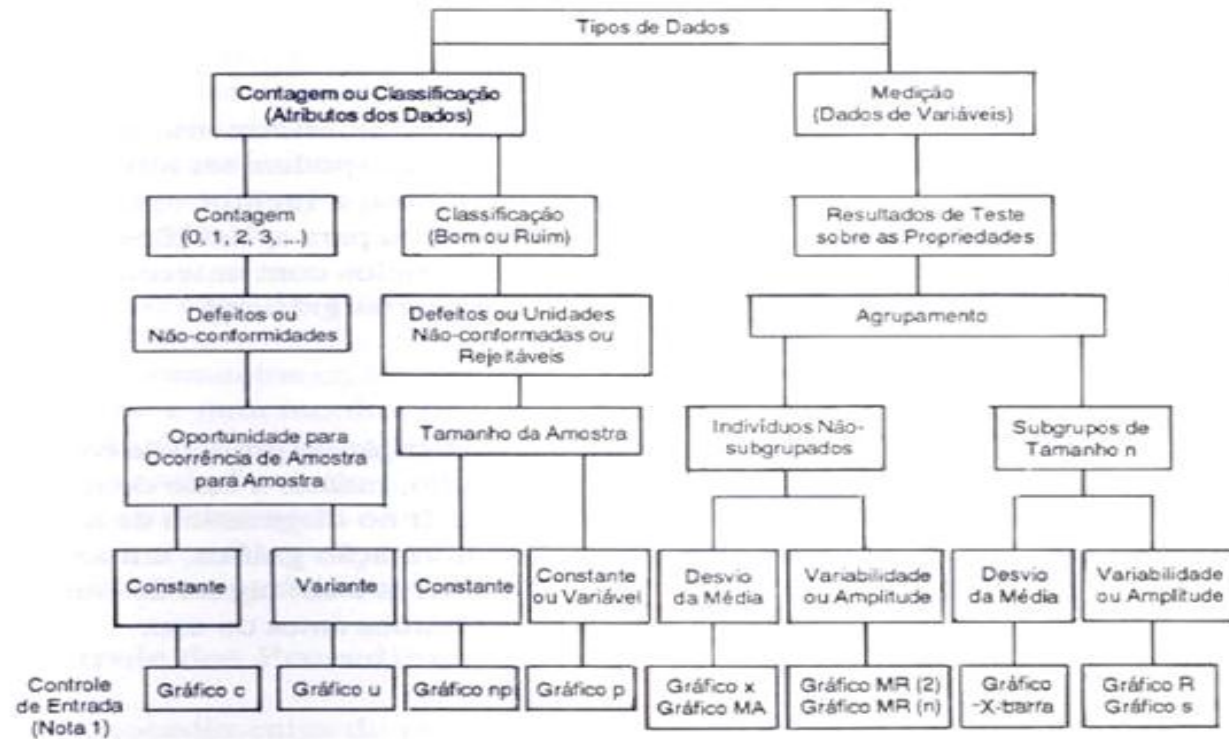
MR



Implementação do gráfico de controle

Variável de controle	Tipos de controle	
	Entrada ou limite	Desvio ou alvo
Média do processo	X, X-barra, MA	CUSUM, EWMA
Variabilidade	R, s, MR	CUSUM
Percentual deficiente	P	
Número deficiente	np	
Número de defeitos	c, u	

Guia para Seleção de Gráficos de Controle



OU

Controle de Desvio
(Nota 2)

CUSUM para Poisson

(Nota 3)

(Nota 3)

OU

CUSUM para Médias;

CUSUM para Variabilidade

CUSUM para Médias

CUSUM para Variabilidade

(Nota 3)

(Nota 3)

(Nota 3)

EWMA

(Nota 3)

EWMA

(Nota 3)

Tipos de Resultados

Número de Defeitos

Número de Defeitos por Unidade de Amostra

Número de Defeitos

Fração Defeituosa

Amplitude de 2 Individual e Móvel

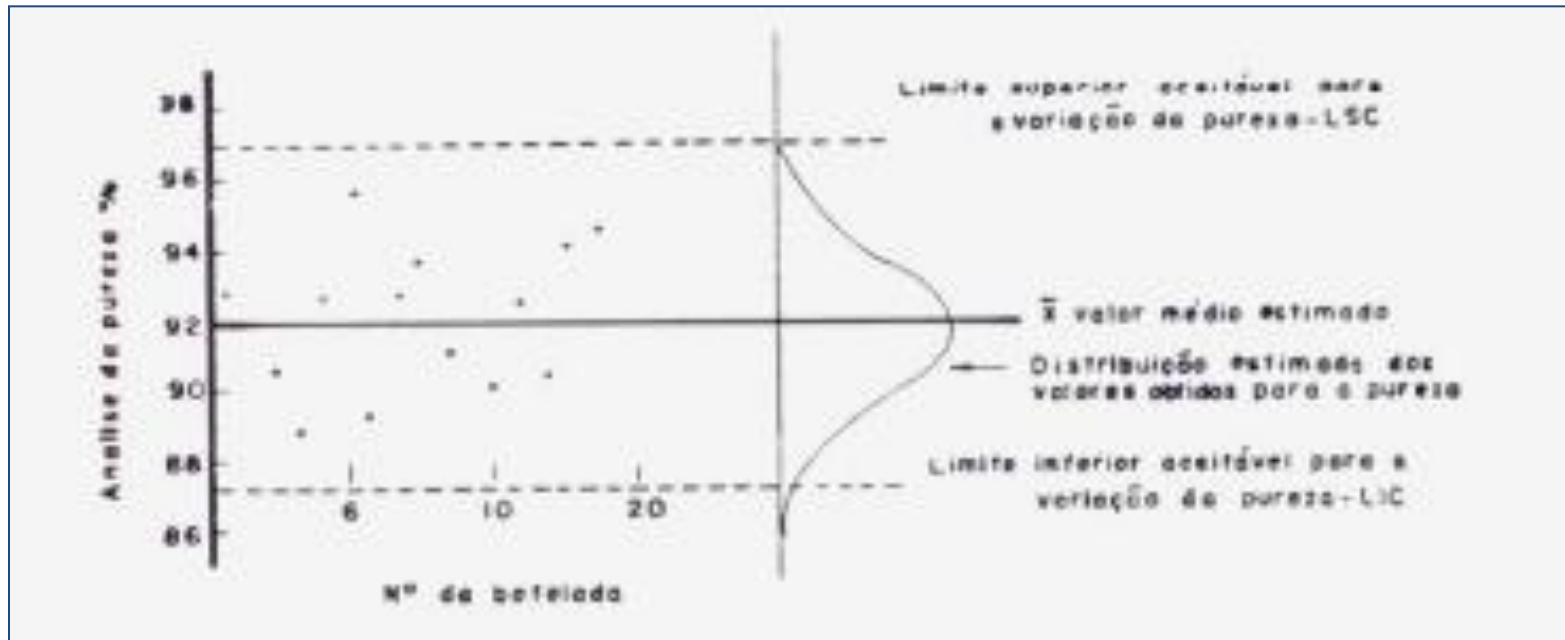
Média e Amplitude

Nota 1: Controle de *Entrada* indica interesse primário nos eventos próximos aos limites de controle. Este tipo de controle é mais frequentemente usado nos estágios primários de um processo de melhoria da qualidade.

Nota 2: Controle de *Desvio* indica interesse primário na detecção de pequenos desvios na média. Este tipo de controle é apropriado em estágios avançados de um processo de melhoria da qualidade. Gráficos Shewhart com regras também podem ser empregados.

Nota 3: CUSUM para média ou EWMA podem ser aplicáveis nestes usos se os dados forem transformados para aproximar uma distribuição normal.

Exemplos de gráficos de controle



Definição dos limites de controle

Gráficos de controle de Shewhart:

$$\text{LSC} = \bar{X}'' + A_2 R' = \bar{X}'' + A_1 \sigma$$

$$\text{LSC} = \bar{X}'' - A_2 R' = \bar{X}'' - A_1 \sigma$$

$$\text{LSCR} = D_4 R'$$

$$\text{LICR} = D_3 R'$$

*Determinações consecutivas da pressão de vapor em uma coluna de separação
butano-isobutano*

Amostra n.º	Tempo	Determinações				Total	\bar{X}	R
		1	2	3	4			
1	01 h.	183.0	182.1	183.4	183.0	731.5	182.87	1.3
2	02	183.3	184.6	184.3	184.4	736.6	184.15	1.3
3	03	183.4	186.0	186.6	186.3	742.3	185.57	3.2
4	04	185.7	186.2	186.8	184.4	743.1	185.77	2.4
5	05	182.4	182.2	182.8	181.6	729.0	182.25	1.2
6	06	184.6	184.1	185.9	186.0	740.6	185.15	1.9
7	07	183.8	183.9	186.2	186.1	740.0	185.00	2.4
8	08	185.0	183.3	183.0	184.0	735.3	183.82	2.0
9	09	183.3	184.4	181.4	181.3	730.4	182.60	3.0
10	10	185.2	183.7	184.8	185.5	739.2	184.80	1.8
11	11	182.6	183.4	185.2	182.2	733.4	183.35	3.0
12	12	185.9	187.7	186.8	184.8	745.2	186.30	2.9
13	13	182.6	183.8	184.9	182.8	734.1	183.52	2.3
14	14	183.5	186.4	185.3	184.5	739.7	184.92	2.3
15	15	185.9	184.5	187.5	183.8	741.7	185.42	3.7
16	16	183.5	183.6	182.8	182.1	732.0	183.00	1.5
17	17	183.5	183.3	181.9	183.3	735.0	183.75	3.4
18	18	187.1	186.2	188.1	187.0	748.4	187.10	1.9
19	19	183.2	184.0	185.6	185.6	738.4	184.60	2.4
20	20	184.1	187.3	185.7	184.7	741.8	185.45	3.2
21	21	185.0	185.2	184.2	185.5	739.0	184.97	1.3
22	22	183.2	181.9	186.7	184.6	736.4	184.10	4.8
23	23	180.2	183.8	183.2	184.0	731.2	182.80	3.8
24	24	184.5	186.3	184.4	183.2	738.4	182.60	3.1
25	01	185.1	184.1	182.0	182.9	734.7	183.54	3.7
						4.607.38	63.8	

Cálculos:



$$X'' = 4.607,38/25 = \mathbf{184,29}$$

$$R' = 63,8/25 = \mathbf{2,55}$$

$$LSCX'' = X'' + A_2R' = 184,29 + 0,729*2,55 = \mathbf{186,15} \text{ psig}$$

$$LICX'' = X'' - A_2R' = 184,29 - 0,729*2,55 = \mathbf{182,43} \text{ psig}$$

$$LSCR = D_4R' = 2,282*2,55 = \mathbf{5,82} \text{ psig}$$

$$LICR = D_3R' = 0*2,55 = \mathbf{0}$$

Gráfico das médias (\bar{X} -barra)

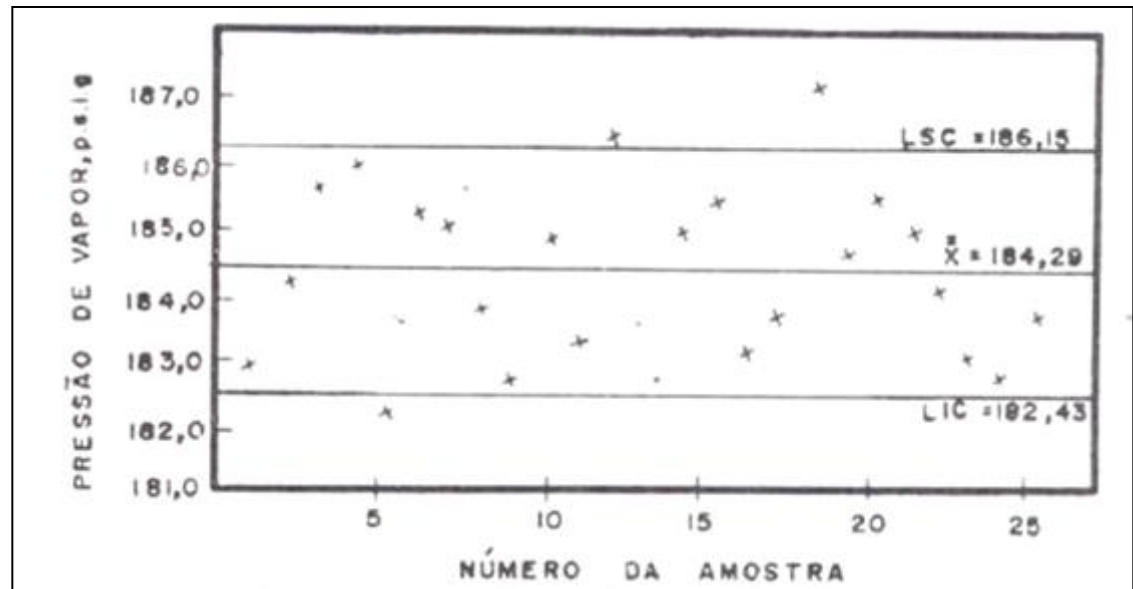
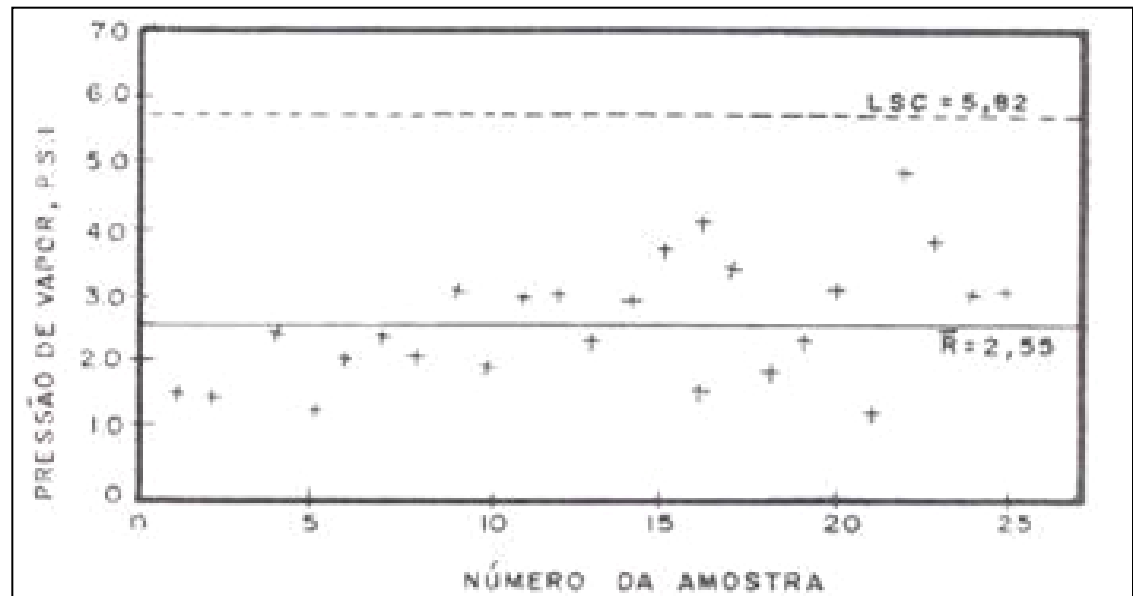


Gráfico das amplitudes



Capacidade do processo



Índice Cp:
$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

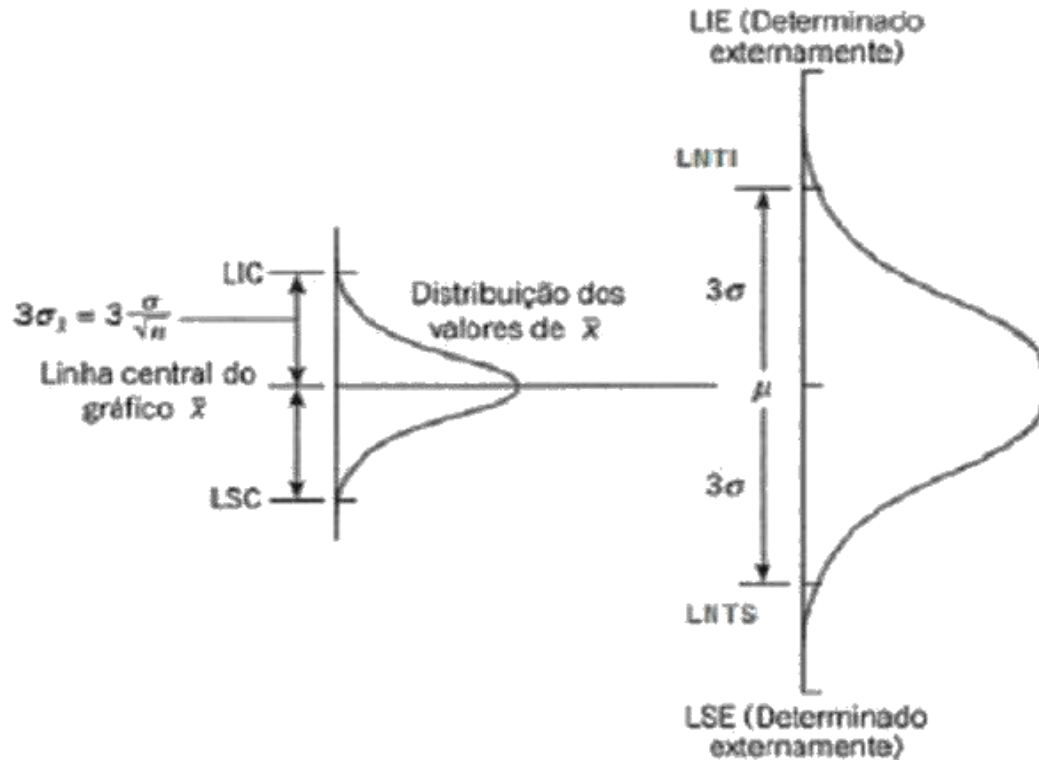
Processo capaz: $C_p \geq 1,33$

Processo incapaz: $C_p < 1$

Processo aceitável: $1 \leq C_p < 1,33$

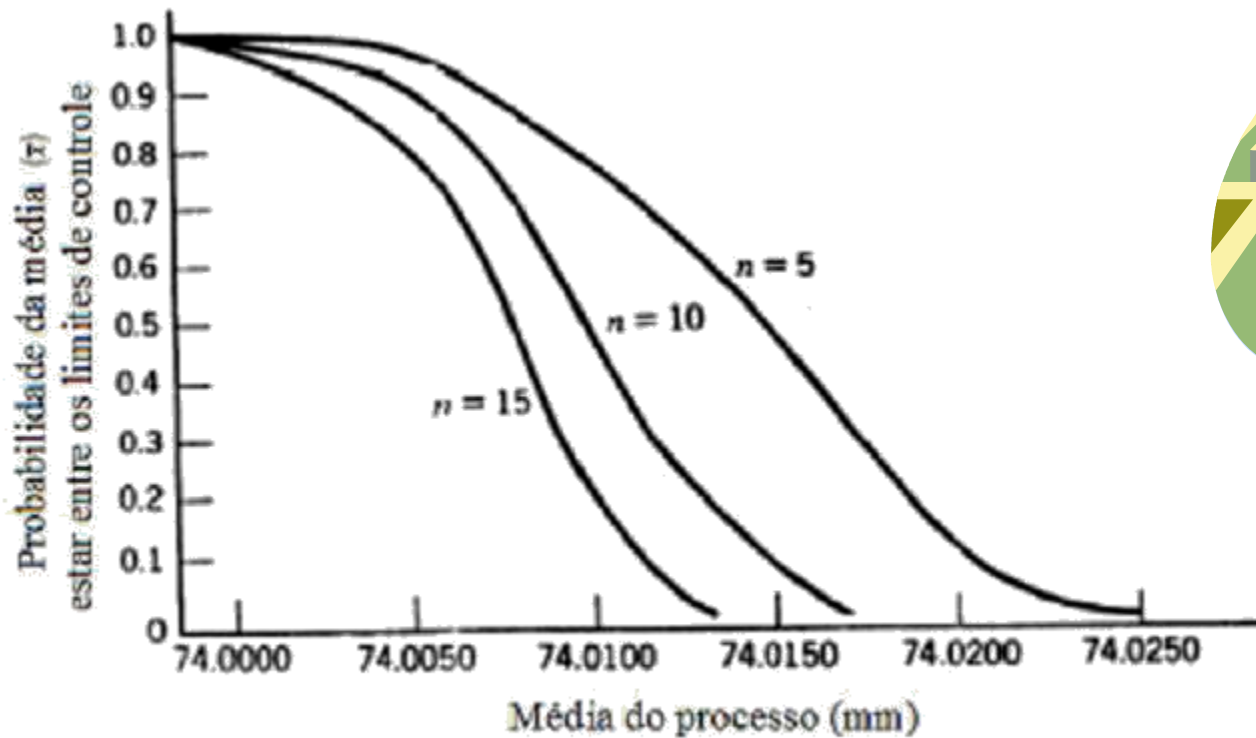
Índice Cpk:
$$C_{pk} = \min \frac{LSE - x}{3s} ; \frac{x - LIE}{3s}$$

Base para especificação dos produtos



FONTE: Adaptado de MONTGOMERY, D.C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. São Paulo: 2004, p.138.

Curva característica de operação (CO)



FONTE: KURCREVSKI, C. (2003, p. 43)

RISCOS DE ERRO



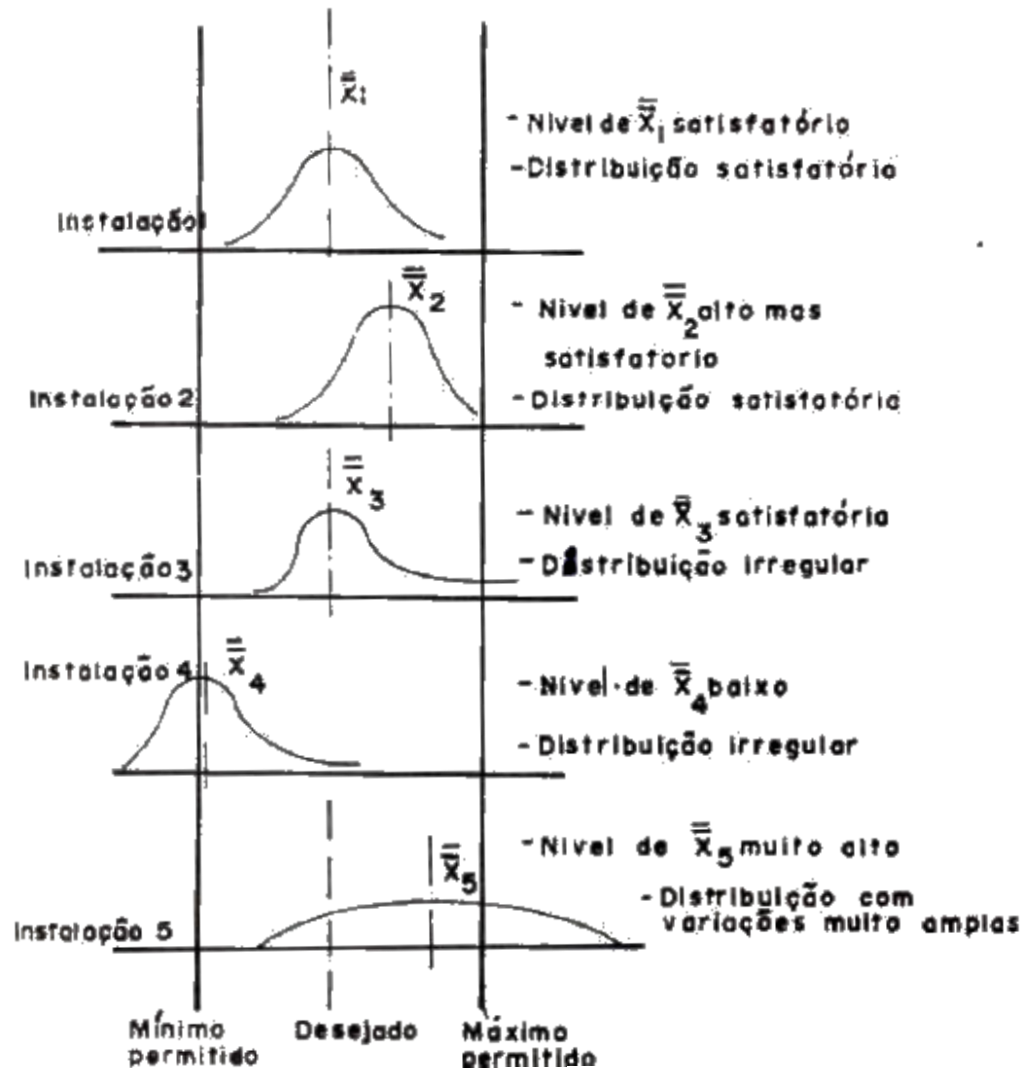
Risco alfa é a probabilidade de fazer um erro Tipo I, i.e., rejeitar um lote “bom” ou dentro das especificações. Isto, às vezes, é tido como “risco do produtor”.

Risco beta é a probabilidade de fazer um erro Tipo II, i.e., aceitar um lote “ruim” ou fora das especificações. Isto é, às vezes, tido como “risco do consumidor”.

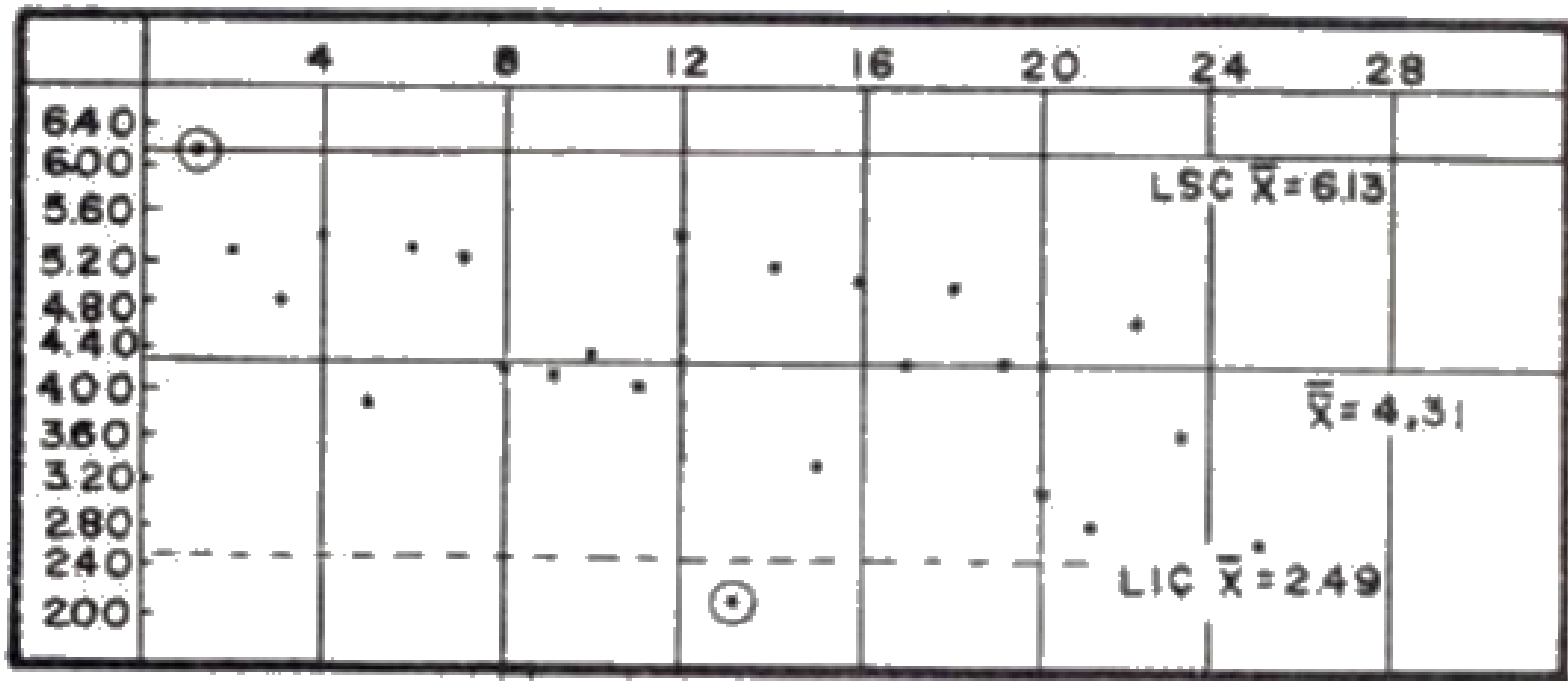
APROXIMAÇÃO NUMÉRICA

Limite de aceitação	Valor observado	Se aproximado (de quanto em quanto é feito o registro)	Valor correto aproximado	De acordo com o limite de aceitação
	59.940	100 psi	59.900	Não
60.000 psi, mín.	59.950	100 psi	60.000	Sim
	59.960	100 psi	60.000	Sim
	56,4	1%	56	Não
57%, mín.	56,5	1%	56	Não
	56,6	1%	57	Sim
	0,54	0,1%	0,5	Sim
0,5%, máx.	0,55	0,1%	0,6	Não
	0,56	0,1%	0,6	Não

ESTABELECIMENTO DAS ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO

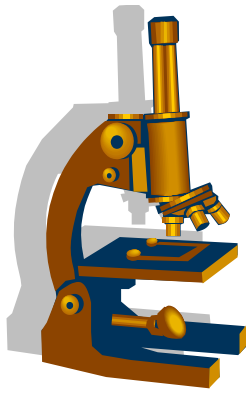


Aplicação



*Tabela do
fator c_2 e d_2*

Número de observações do subgrupo "n"	Fator $d_2=R'/\sigma'$	Fator $c_2=\sigma/\sigma'$
2	1,128	0,5642
3	1,693	0,7236
4	2,059	0,7979
5	2,326	0,8407
6	2,534	0,8686
7	2,704	0,8882
8	2,874	0,9027
9	2,970	0,9139
10	3,078	0,9227
11	3,173	0,9300
12	3,258	0,9359
13	3,336	0,9410
14	3,407	0,9453
15	3,477	0,9490
16	3,532	0,9523
17	3,528	0,9551
18	3,640	0,9577
19	3,689	0,9599
20	3,753	0,9619
21	3,778	0,9638



ANÁLISE E TESTES

PROPÓSITOS

BOAS PRATICAS LABORATORIAIS

DOCUMENTAÇÃO DOS MÉTODOS DE TESTE

NORMAS E REFERÊNCIAS PARA A RASTREABILIDADE DOS MATERIAIS DE CONTROLE

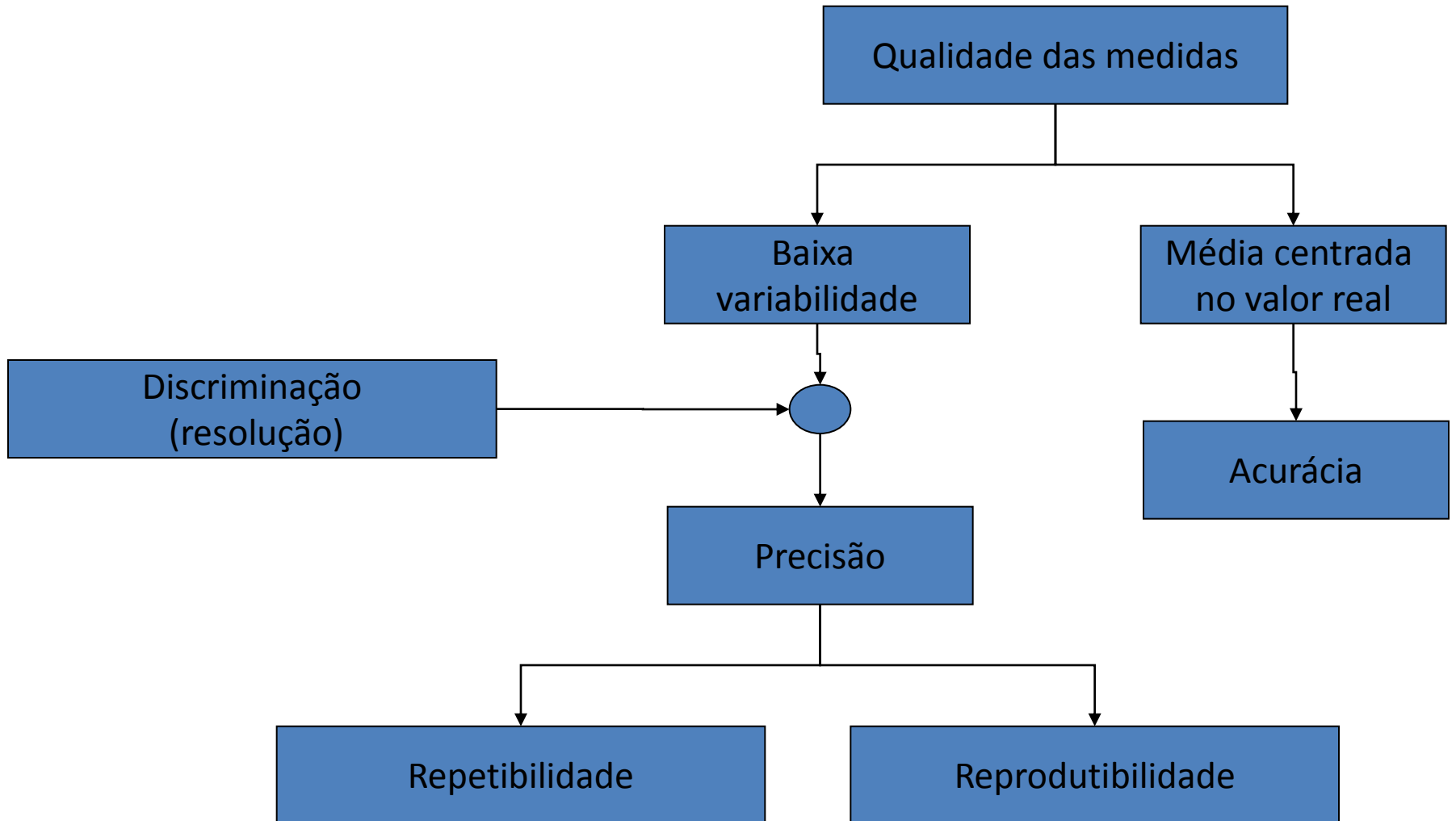
CERTIFICAÇÃO

LABORATÓRIOS INDEPENDENTES

CONTROLE NO LABORATÓRIO



ANÁLISE E TESTES



Aplicação

	1ª amostragem	2ª amostragem
Número de amostras	9	7
Valor médio da umidade (X')	41,35%	40,92%
Desvio-padrão (σ)	0,88	0,61

$$F = (\sigma_1'/\sigma_2')^2 = \{\sigma_1 * \text{RAIZ}[n_1/(n_1 - 1)]\} / \{\sigma_2 * \text{RAIZ}[n_2/(n_2 - 1)]\}^2$$

$$F = \{0,88 * \text{RAIZ}[9/8]\} / \{0,61 * \text{RAIZ}[7/6]\}^2 = 2,02$$

Distribuição F

Distribuição F com v_1 graus de liberdade no numerador e v_2 graus no denominador.
Tabela com percentis 95% da distribuição F

Exemplo

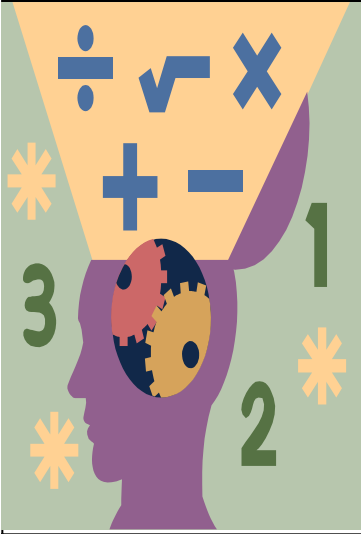
Se X tem distribuição F com 4 graus no numerador e 3 graus no denominador, $\Pr(X \leq 9.12) = 95\%$

$v_1 \Rightarrow$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$v_2 \Downarrow$										
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4	7.71	6.94	6.69	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.29	4.21	4.15	4.10	4.06
7	5.59	4.74	4.36	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49

Análise de variância

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$

$H_1: \text{as médias dos tratamentos não são as mesmas.}$



	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
	10	6	14
	8	9	13
	5	8	10
	12	13	17
	14		16
	11		
Média	10	9	14
Variância	10	8,67	7,5

$$F = \text{variância entre} / \text{variância dentro} = S_b^2 / S_w^2$$

Análise de variância

$$F = S_b^2 / S_w^2 = 33,47 / 8,83 = \mathbf{2,79}$$

Os graus de liberdade são:

Do numerador: $u_1 = k - 1 = 3 - 1 = 2$

Do denominador: $u_2 = n_T - k = n_1 + \dots + n_k - k = 6 + 4 + 5 - 3 = 12$

$$\text{INF}(0,05;2;12) = F_c = 3,8853$$

$$\text{DISTF}(3,79;2;12) = \text{p-value} = 0,053$$

Gramatura



Espessura



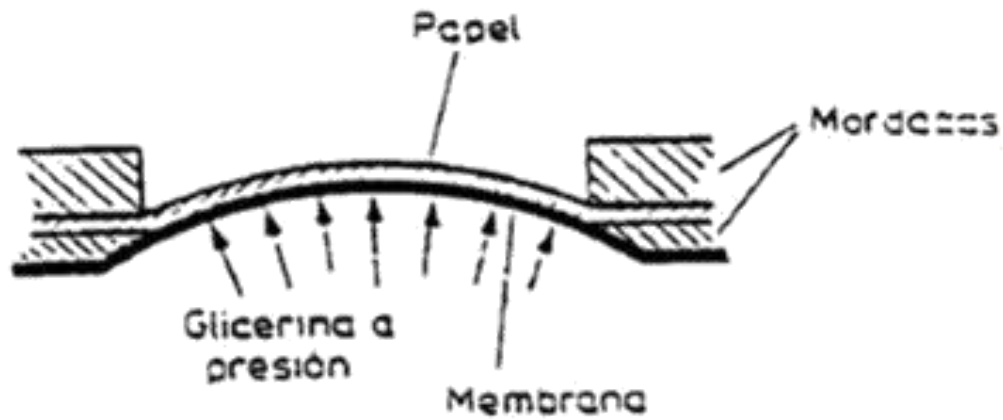
Resistência à tração / Alongamento



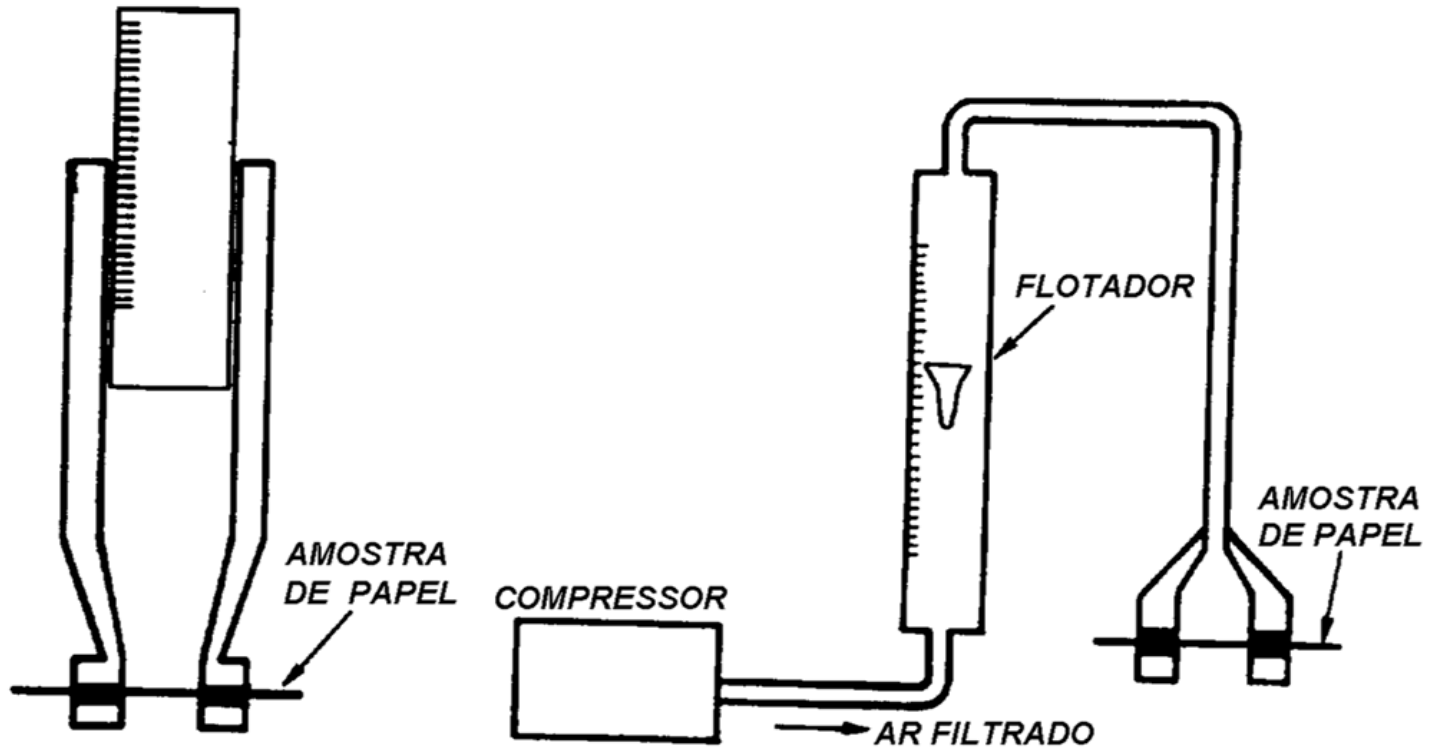
Resistência ao rasgo



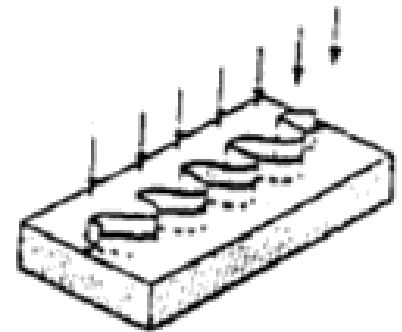
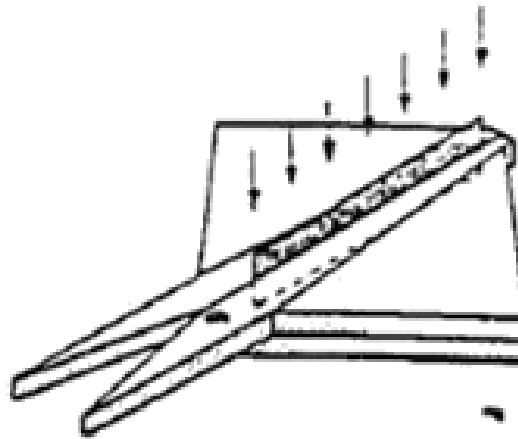
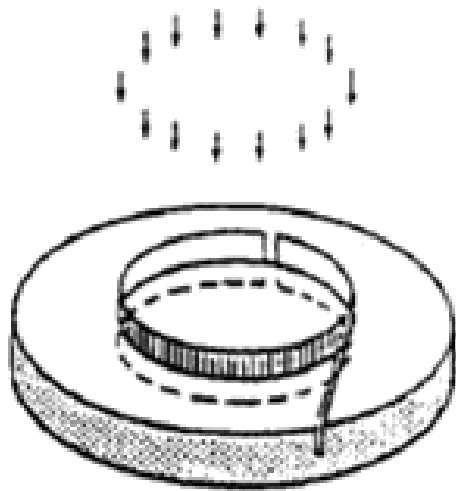
Resistência ao arrebetamento



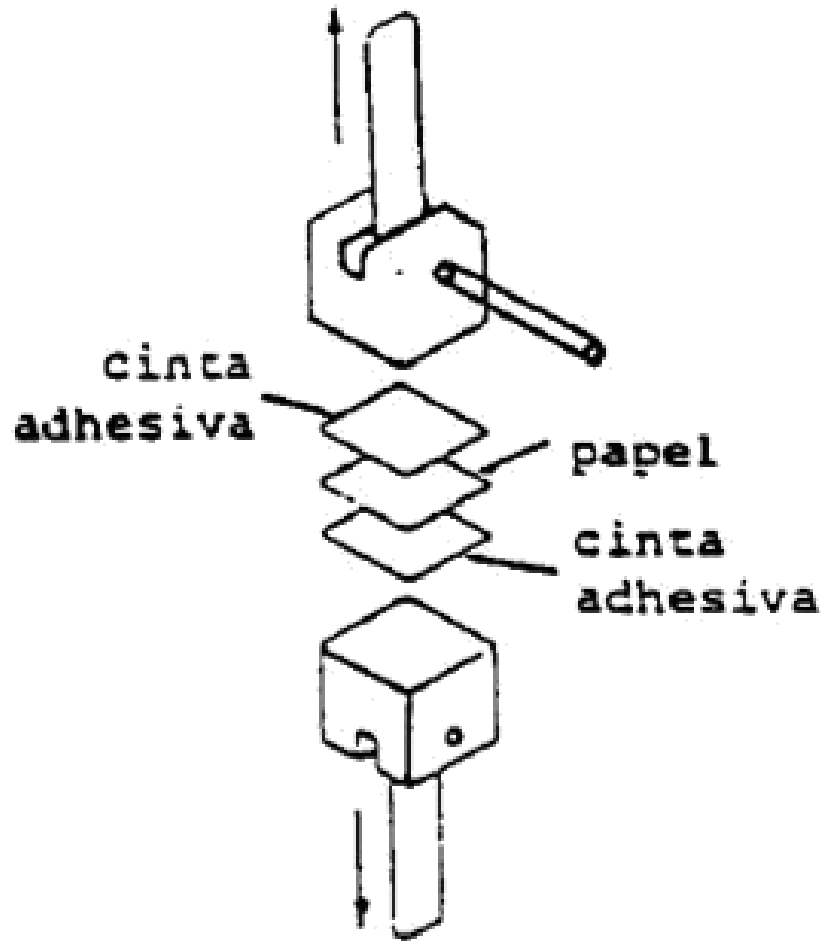
Permeância ao ar



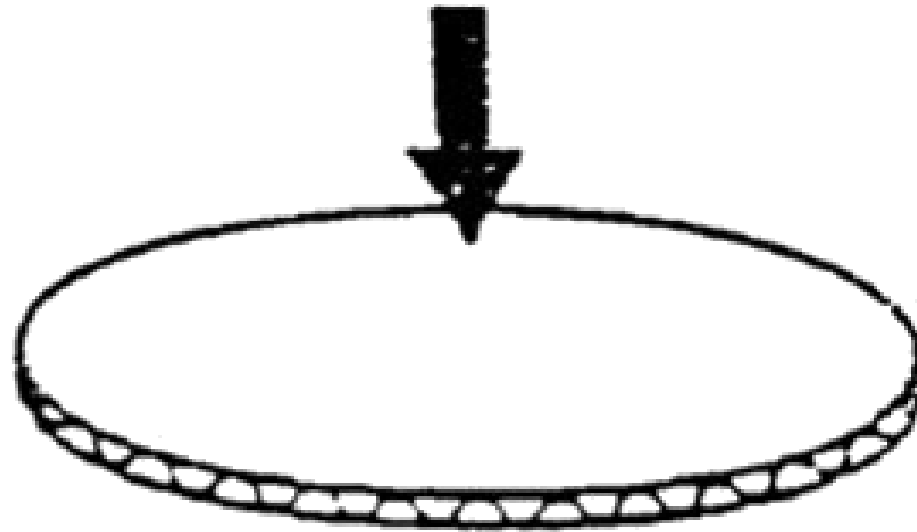
Capacidade de empilhamento



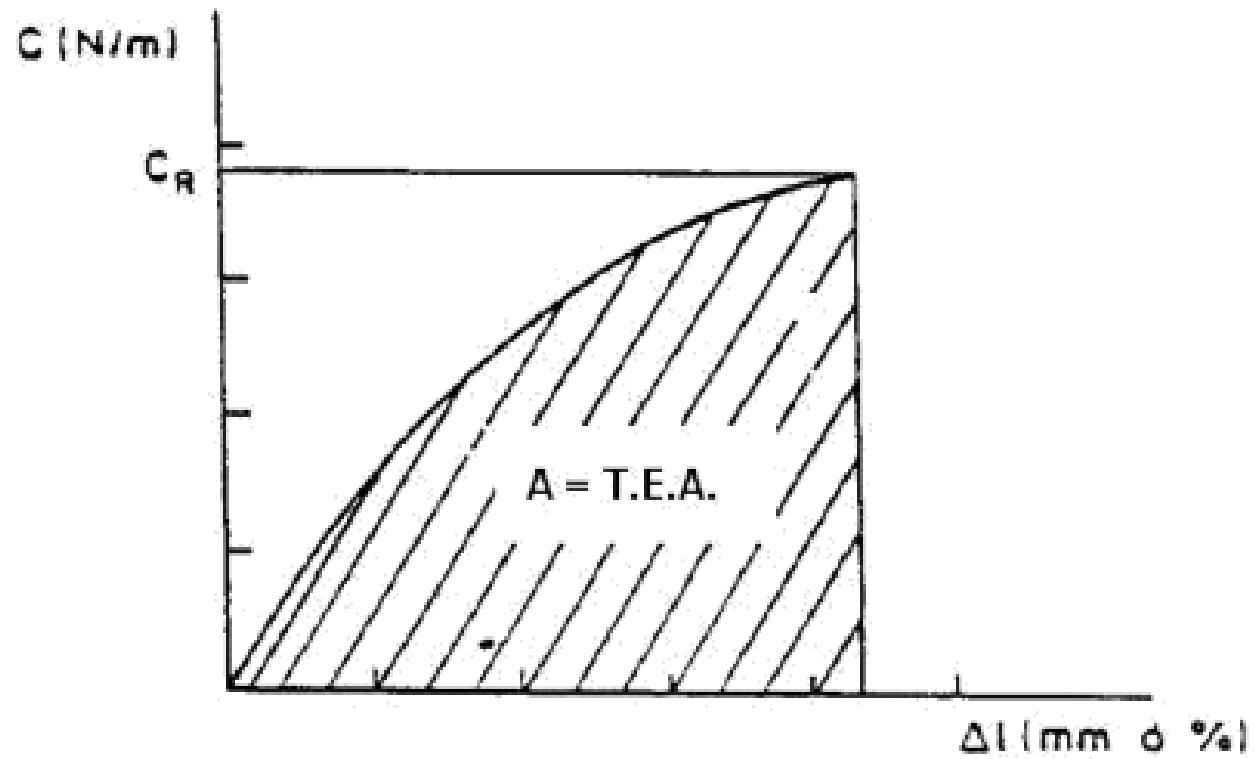
Resistência à delaminação



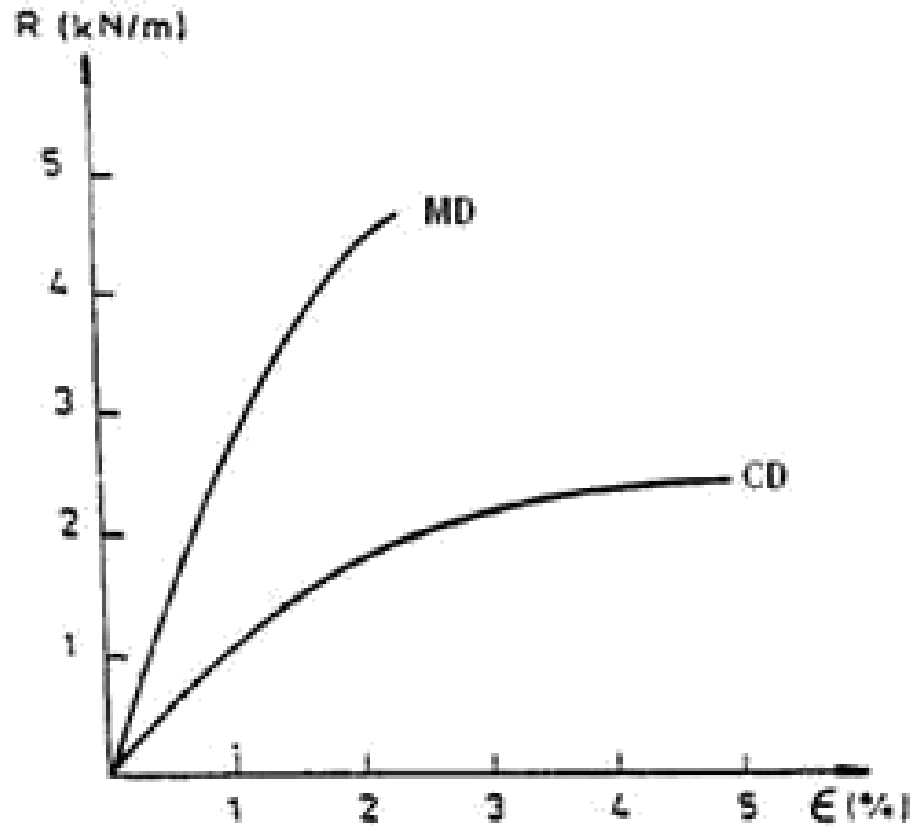
Resistência à compressão ou esmagamento



T.E.A.



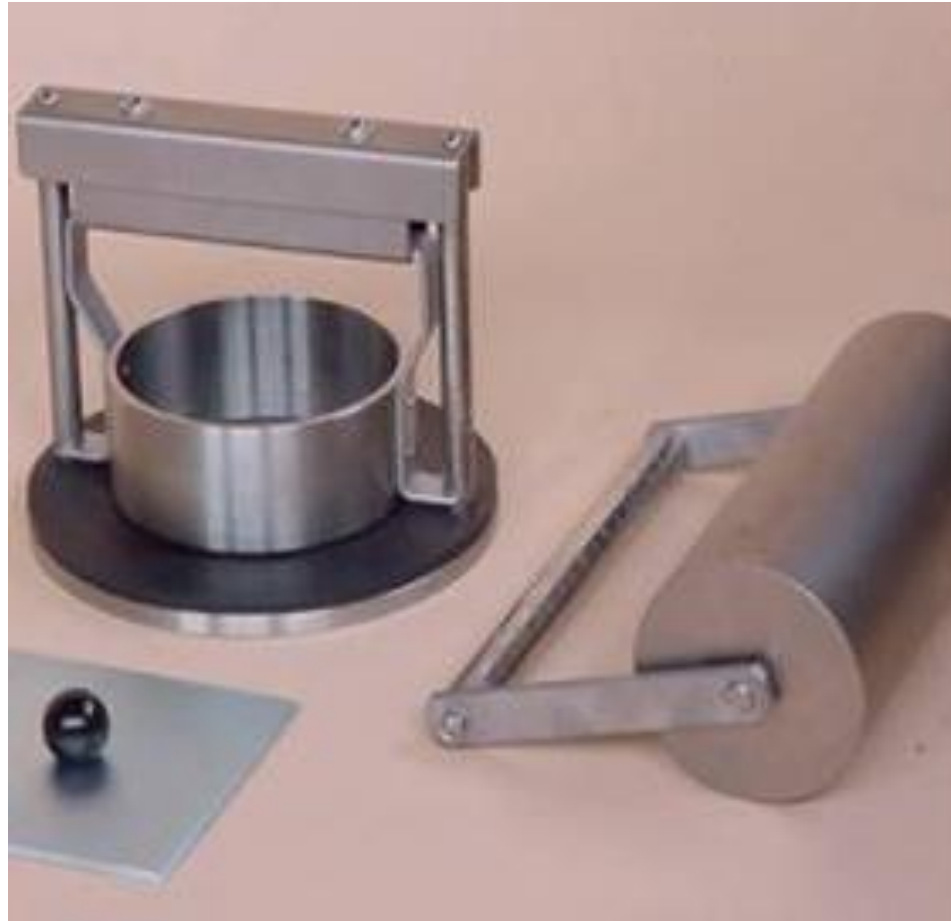
T.E.A.



T.E.A. balanceado

Nº de folhas	Fórmula
4	$0,43 * T.E.A. MD + 0,57 * T.E.A. CD$
3	$0,37 * T.E.A. MD + 0,63 * T.E.A. CD$
2	$0,31 * T.E.A. MD + 0,69 * T.E.A. CD$
1	$0,21 * T.E.A. MD + 0,73 * T.E.A. CD$

Absorção de água (Cobb Test)



Algumas normas ABNT: processo

ABNT NBR 14031:2004 – Pastas celulósicas – Determinação da resistência à drenagem pelo aparelho Schopper-Riegler.

ABNT NBR 14003:1997 – Pastas celulósicas – Determinação da consistência.

Algumas normas ABNT: produto

ABNT NBR NM-ISO 536:2000 – Papel e cartão – Determinação da gramatura.

ABNT NBR 6738:2001 – Papelão ondulado – Determinação da espessura.

ABNT NBR NM-ISO 535:1999 – Papel e cartão – Determinação da capacidade de absorção de água (Método Cobb).

ABNT NBR NM-ISO 1924-2:2001 – Papel e cartão – Determinação das propriedades de tração – Parte 2: Método da velocidade constante de alongamento.

ABNT NBR NM-ISO 1974:2001 – Papel – Determinação da resistência ao rasgo – Método Elmendorf.

ABNT NBR NM 105:1999 – Papel e cartão – Determinação da umidade – Método por secagem em estufa.

ABNT NBR 11940:2002 – Papel e cartão – Determinação da higroexpansividade até umidade relativa máxima de 68%.

ABNT NBR 14260:2005 – Papel e cartão – Determinação da resistência ao esmagamento do anel (RCT).

ABNT NBR NM-ISO 5636-5:2006 – Papel e cartão – Determinação da permeância e resistência ao ar (faixa média) – Parte 5: Método Gurley.

ABNT NBR NM-ISO 02759:2007 – Cartão – Determinação da resistência ao arrebatamento.