

Introdução aos Sistemas Integrados de Manufatura

“Os fatores mais importantes para o sucesso são a paciência, foco nos resultados de longo prazo ao invés do curto prazo, reinvestimento nas pessoas, produtos e na fábrica, e um compromisso inegociável com a qualidade.”

Robert B. McCurry, ex-executivo da Toyota

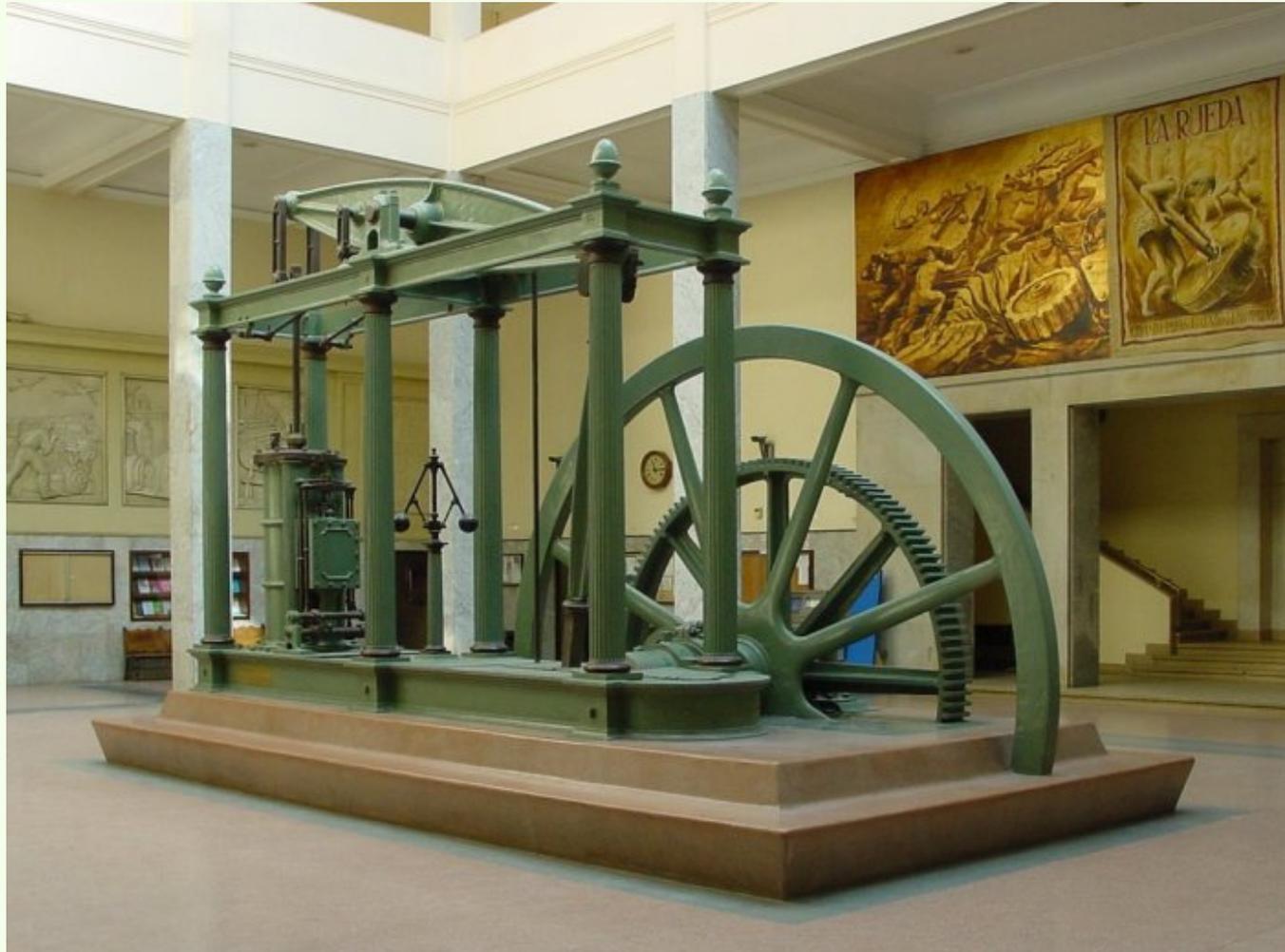
Possíveis palavras que faltaram a esta frase:

- Consumidores
- Dinheiro em caixa
- Inovação
- Meio-ambiente

INTRODUÇÃO

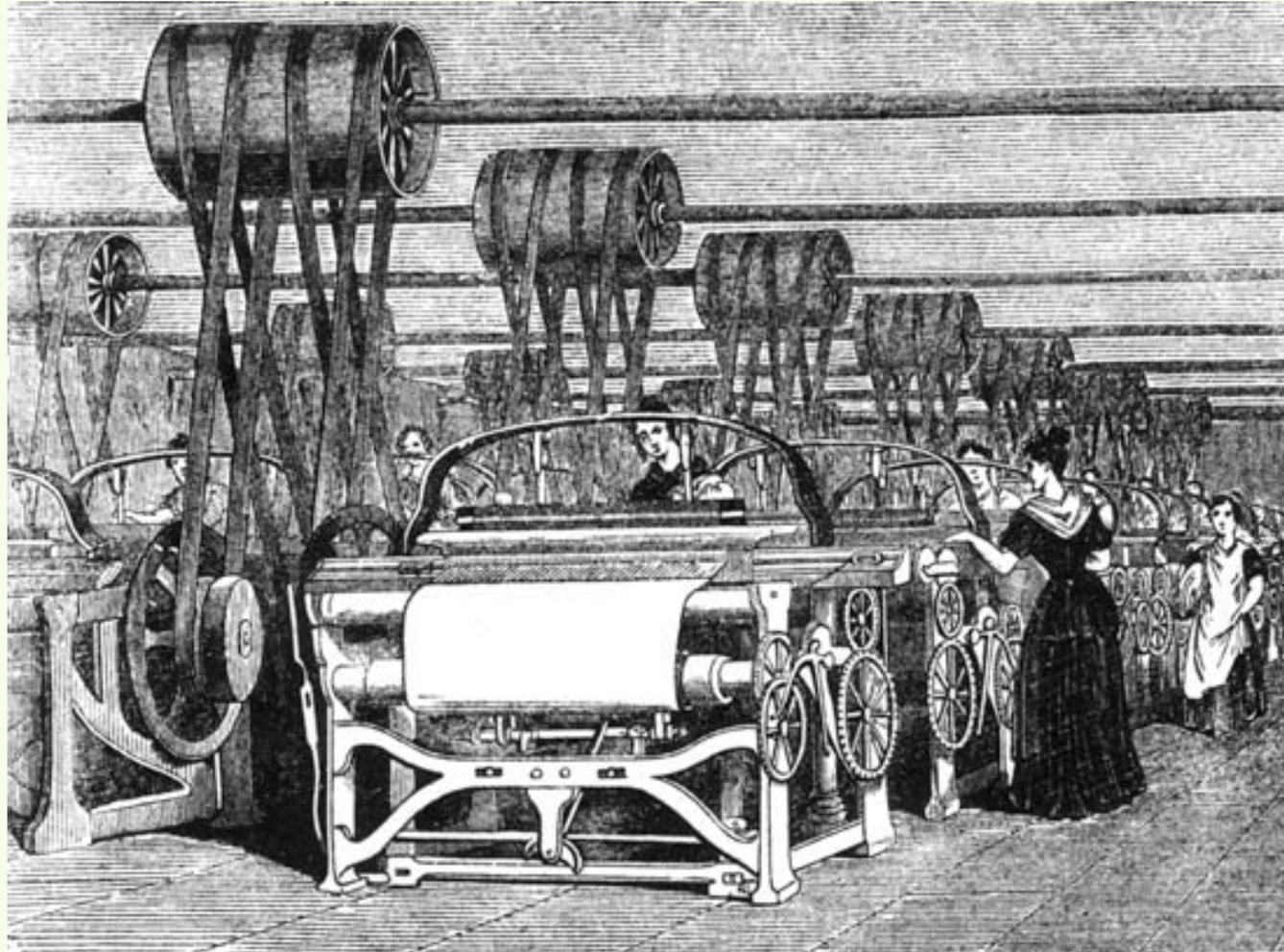
- Novo período no mundo industrial → “terceira revolução industrial”
- 1ª Revolução Industrial (fim do século 18, começo do século 19):
 - máquinas-ferramenta, criação de fábricas, e um movimento de pessoas das fazendas para as idades.
 - Atualmente: $\approx 3\%$ das pessoas trabalham diretamente em fazendas
 - Produtividade \uparrow

INTRODUÇÃO



Máquina a vapor de Watt

INTRODUÇÃO



Máquinas para a indústria têxtil

INTRODUÇÃO

- **Produção de milho e trigo:** Como a produção de milho e trigo aumentou em alqueires (=36 litros) por acre (4.047m²)

Ano	Milho	Trigo
1883	24, 2	12, 3
1963	67, 9	25, 2
1973	91, 3	31, 6
1980	91, 0	34, 4
1981	109, 8	34, 5
1982	114, 5	35, 6

Produtividade em fazendas continuou a aumentar com menos pessoas produzindo mais comida (*Fonte: Departamento da Agricultura dos Estados Unidos*)

INTRODUÇÃO

- ***Pessoas supridas com alimentos:*** Número de consumidores supridos com alimentos, a partir da mão-de-obra de um único fazendeiro nos EUA

Ano	Pessoas
1942	13, 0
1952	16, 4
1962	28, 6
1972	53, 4
1982	76, 0

Produtividade em fazendas continuou a aumentar com menos pessoas produzindo mais comida (*Fonte: Departamento da Agricultura dos Estados Unidos*)

INTRODUÇÃO



Arado usado em um campo de alfafa - 1921

INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO



TS135A Tractor with BR780A Round Baler

INTRODUÇÃO

- 2ª Revolução Industrial (1865-1900):
 - início dos anos 1900: linhas de montagem, conceito de Ford da produção em massa.

INTRODUÇÃO

- Durante muitos anos \Rightarrow estabilidade da demanda era garantida pela exclusividade da tecnologia de produção e pela grande procura do mercado consumidor.
- Este cenário estimulava as empresas a adotarem estratégias de gestão que promoviam a produtividade baseando-se na diluição dos custos fixos (custos que não são diretamente associados aos produtos individualmente: custo de mão de obra indireta, custo de pesquisa em laboratório), através de um grande volume de produção e uso de elevados níveis de estoques.

INTRODUÇÃO

- Qualquer aumento do custo era repassado para o preço final \Rightarrow mercado aceitava este ajuste sem incorrer em grandes prejuízos para as empresas.

INTRODUÇÃO

- Atualmente \Rightarrow abertura dos mercados e o conseqüente aumento da concorrência \Rightarrow tecnologias de produção se disseminaram e as demandas se voltaram para uma maior variedade de produtos, e em quantidades \Downarrow .
- Este cenário \Rightarrow não admite mais processos unicamente voltados para a produção em larga escala, pois os mercados atuais não conseguem, e não precisam absorver os custos fixos gerados por esse tipo de produção.

INTRODUÇÃO

- Além dos aspectos de mercado \Rightarrow recente crise econômica originada no setor imobiliário dos EUA (assolou a economia dos países do mundo todo, gerando a retração do consumo e das vendas) \Rightarrow reforça a necessidade de que as empresas precisem ser extremamente eficientes para conseguir se manter firmes e sobreviver às adversidades.

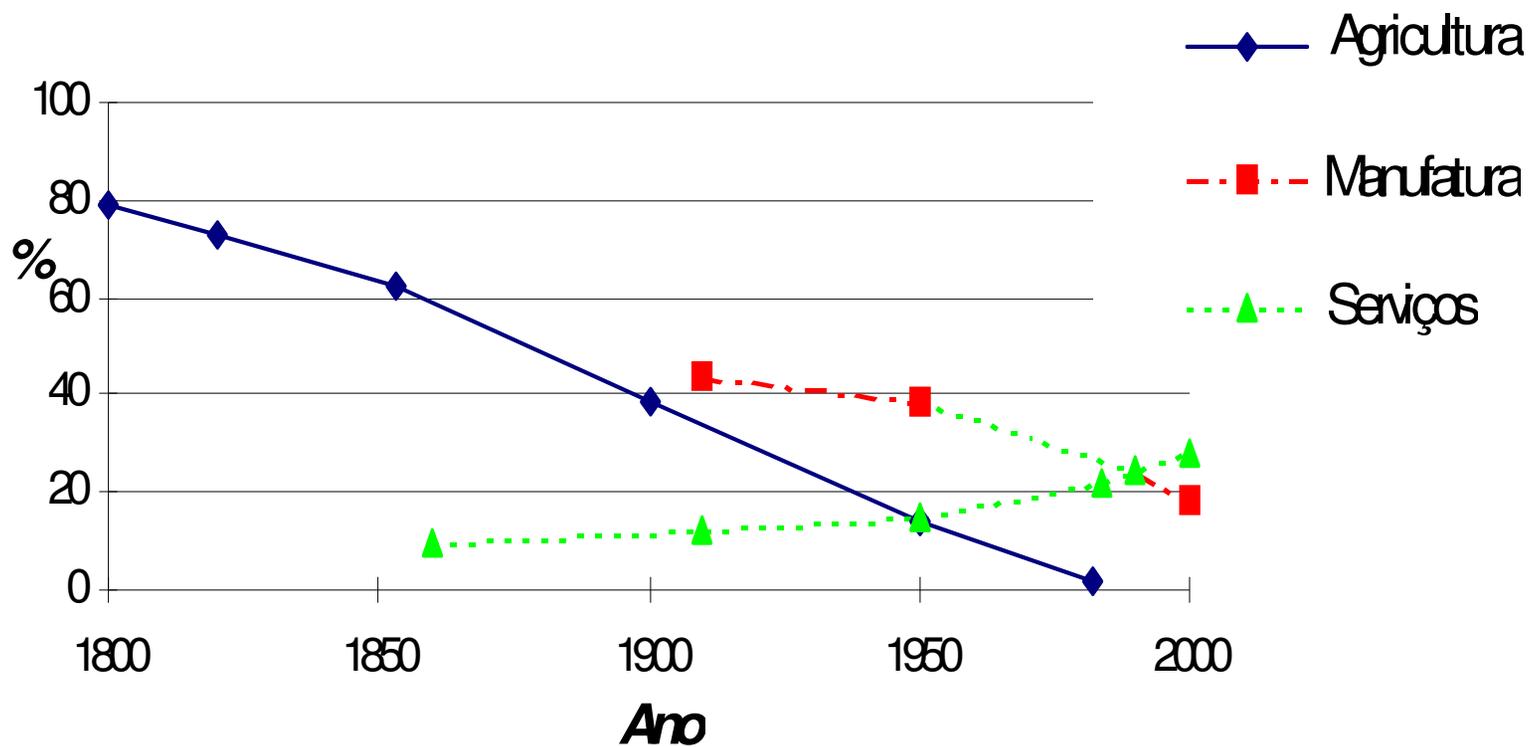
INTRODUÇÃO

- 3ª Revolução Industrial → também dramática:
 - Computadores → controlar tanto processos como sistemas inteiros, incluindo sistemas de informação.
 - O mesmo que ocorreu nas fazendas está ocorrendo nas fábricas → pessoas no chão de fábrica ↓; pessoas envolvidas na produção de bens ↑.
 - Deve-se lembrar que agrega-se valor e cria-se riqueza somente através da conversão de materiais pela manufatura (ou agricultura).

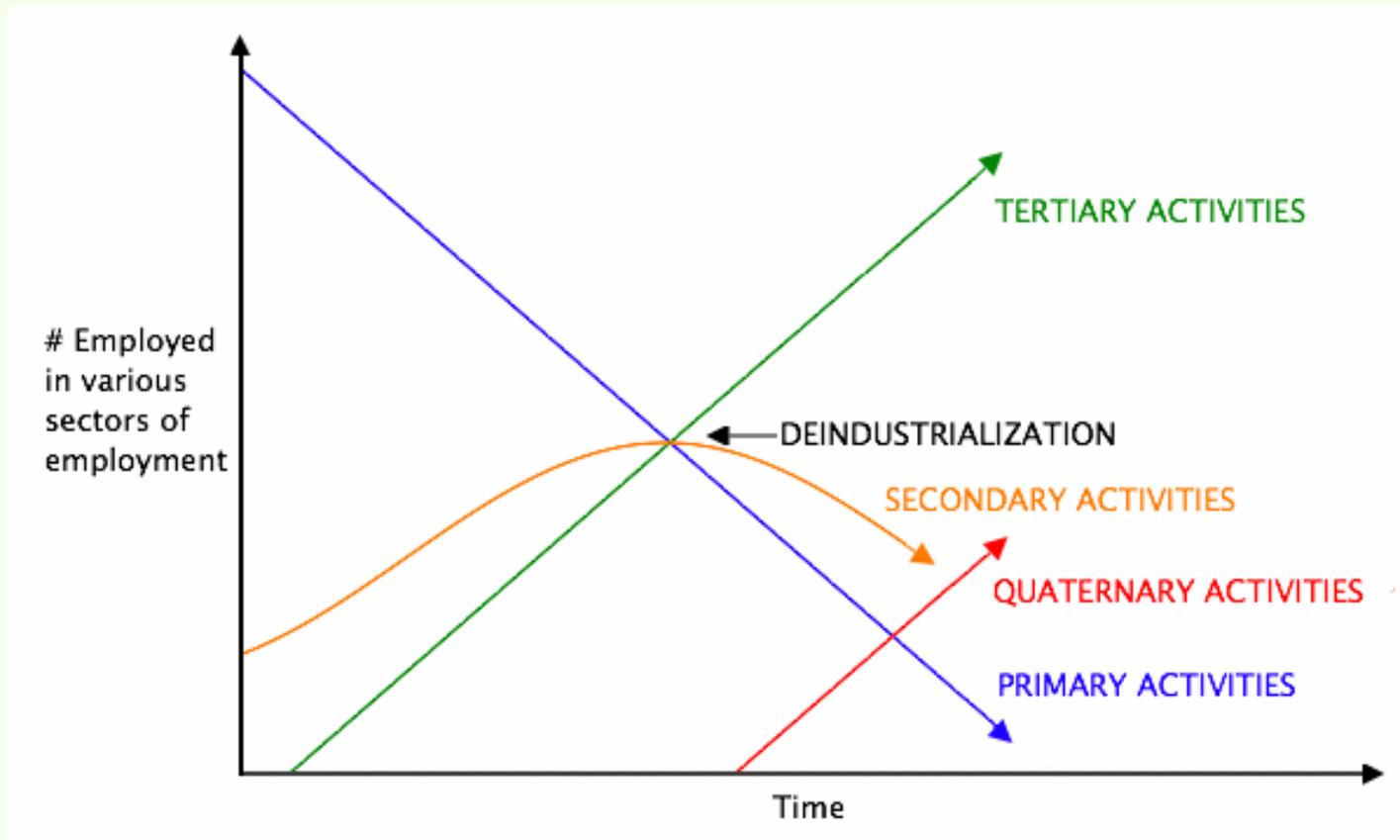
INTRODUÇÃO

- Estimativa:
 - pessoas trabalhando na manufatura → 15%
 - setor de serviços → 30 a 35%
 - pessoas trabalhando na agricultura → entre 2 e 3%
 - espera-se o mesmo em relação à manufatura em torno de 2050

INTRODUÇÃO



Tendência histórica nas indústrias de agricultura, manufatura e serviços



Tendência histórica nas atividades da economia:

- Atividades **Primárias**: Extrativas → ferro, petróleo, peixe, laranja
- Atividades **Secundárias**: Manufatura → livros, móveis, carros, chocolate, plataformas de petróleo
- Atividades **Terciárias**: Serviços → bancos, transporte público, seguros, correio, polícia
- Atividades **Quaternárias** → Processamento e disseminação de informações: gestão de empresas, pesquisa científica, educação

INTRODUÇÃO

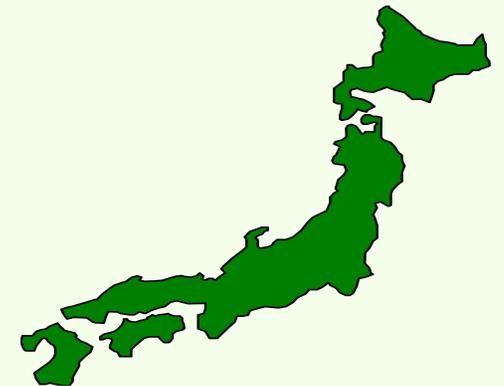
- Nº empregos sendo criados a cada ano > aqueles eliminados pela automação.
- Trabalhador da fábrica de hoje = Fazendeiro na virada do século.
 - Trabalho na fazenda é difícil; longas horas.
 - Modernização da fazenda → muitas pessoas foram trabalhar em outros lugares (nas fábricas).
 - Tendência hoje: as pessoas não desejem trabalhar em empregos difíceis, sujos, muitas vezes chatos, e até mesmo perigosos das fábricas → a sociedade deixa de ser baseada na indústria.

INTRODUÇÃO

- Abandono das fábricas ? Não → enfraquecimento dos nossos países.
- Fábrica de amanhã → níveis conhecimento ↑; modos mais efetivos de transferência de informação acerca da qualidade e quantidade de produtos manufaturados.
- Conhecimento dos trabalhadores de fábrica ↑ ⇒ produtividade ↑ ⇒ produtividade de empresa ↑
 - Conhecimento possui um valor de mercado, particularmente conhecimento técnico, e recomenda-se que ele não seja repassado a outros.
 - “Endomarketing”

INTRODUÇÃO

- O Japão comprou muito do conhecimento técnico que ele necessitou para construir carros, equipamentos eletrônicos e máquinas-ferramenta.
- Primeiros microscópios eletrônicos japoneses = duplicatas dos instrumentos da **Siemens**.
- Os produtos japoneses têm algo em comum, isto é, a elevada e sofisticada tecnologia. Por exemplo, a usinagem de precisão de lentes magnéticas e a fabricação de eletrônica de alta voltagem foram chave para a construção de microscópios eletrônicos de alta qualidade.



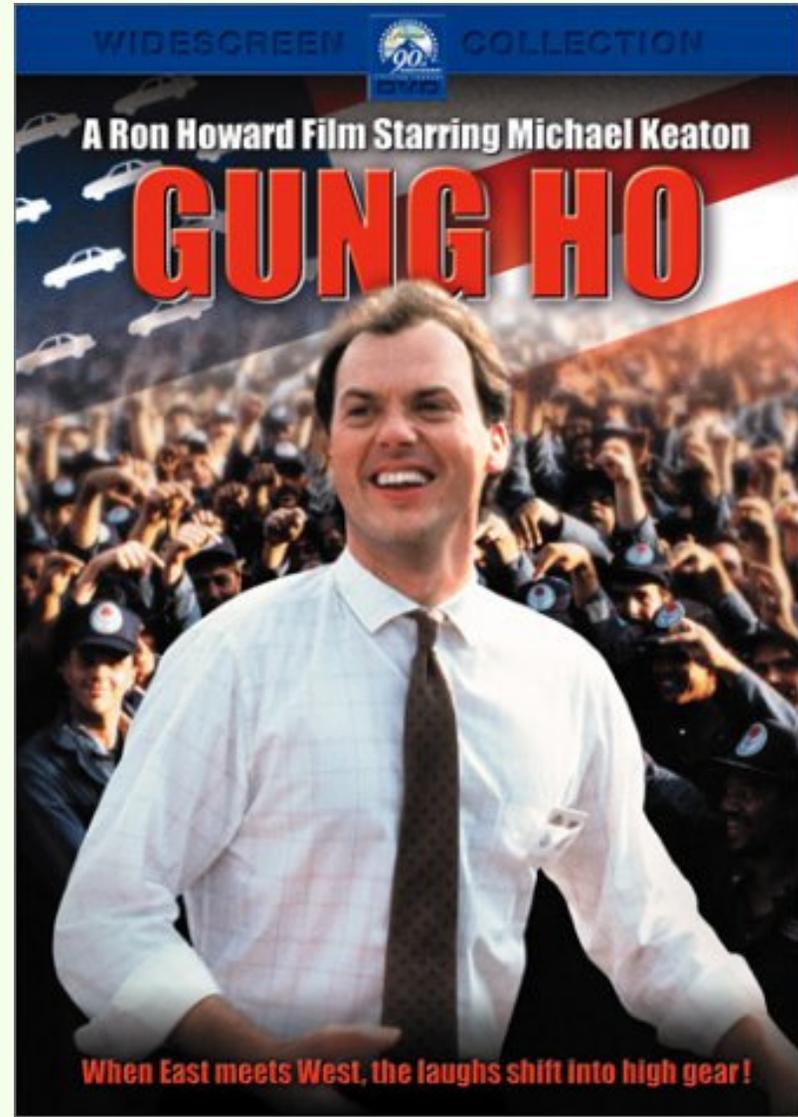
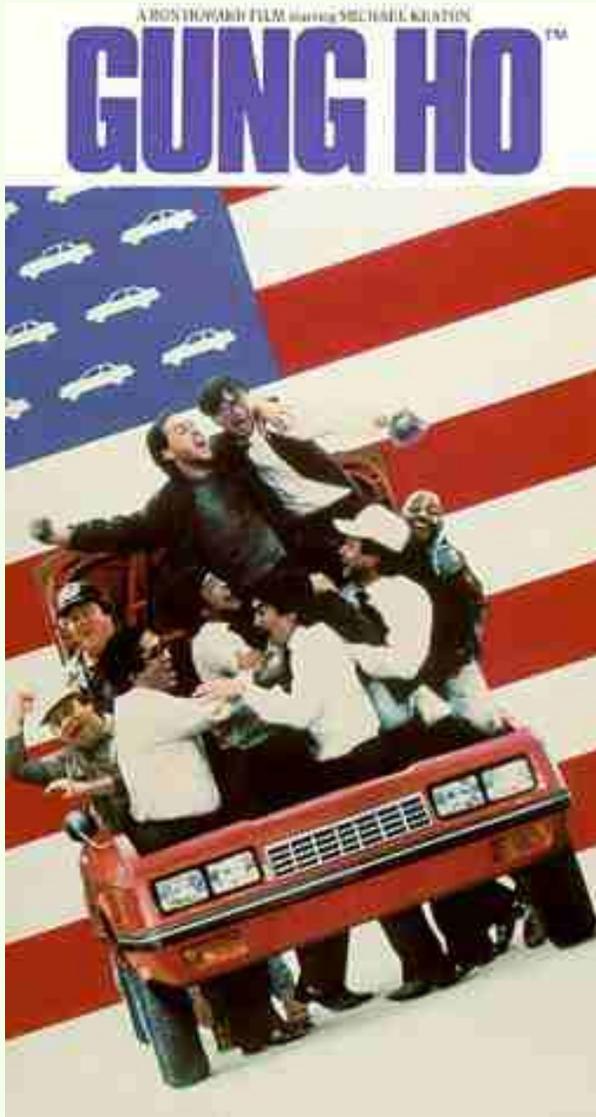
INTRODUÇÃO

- Sucesso japonês ?
 - excesso de produtos lançados no mercado mundial?
 - suporte governamental dado a determinadas indústrias ?
 - os japoneses trabalham mais horas?
 - ✓ produtos complexos e de qualidade.
- Novo sistema de manufatura que é funcionalmente diferente dos outros.

INTRODUÇÃO

- Objetivo econômico fundamental dos japoneses desde o fim da 2ª Guerra Mundial → oferta total de emprego através da industrialização.
 - Obter domínio do mercado em áreas seletivas de produtos, que tinham em comum a **tecnologia**.
- Tática japonesa:
 - **Produtos de alta tecnologia** para alcançar a qualidade.
 - Importaram sua tecnologia de todo o mundo em vez de desenvolvê-la eles mesmos (p.ex. indústria japonesa de semicondutores → compra de US\$ 25.000,00 feita à Texas Instruments pelos direitos ao processo de semicondutores).

- Exemplo: 1977, Matsushita, fábrica de televisões “Quasar” da Motorola, Chicago, prejuízo sempre, colaboradores permaneceram. Mudanças:
 - limpar a fábrica e pintar o chão;
 - promoveram o gerente de controle de qualidade a gerente da fábrica → integração do controle de qualidade ao sistema de manufatura;
 - Dois anos mais tarde → os mesmos 1000 colaboradores; mão-de-obra indireta 50% ↓; produção diária 2x ↑; Qualidade interna (nº de reparos feitos na fábrica) 20x ↑; Qualidade externa: gastos da Motorola com garantia = média de US\$ 16.000.000,00/ano; gastos da Matsushita = US\$ 1.000.000,00/ano.
 - Trabalhadores norte-americanos.



INTRODUÇÃO

- PIB dos EUA = US\$ 9,5 trilhões
- PIB do Japão = US\$ 5 trilhões
- PIB da Alemanha = US\$ 2,5 trilhões
- PIB do Brasil = US\$ 750 bilhões

	País	GDP 2004 (nominal) em milhões de dólares americanos
—	Mundo	44.168.157
	União Européia	13.926.873
1	Estados Unidos	12.438.873
2	Japão	4.799.061
3	Alemanha	2.906.658
4	China	2.395.000
5	Reino Unido	2.300.030
6	França	2.256.270
7	Itália	1.836.407
8	Espanha	1.120.312
9	Canadá	1.098.446
10	Rússia	755.437
11	Índia	749.443
12	Brasil	732.078
13	Coréia do Sul	720.772
14	México	714.530

Gross Domestic Product = valor de mercado de todos os bens e serviços produzidos num país num certo período de tempo.

GDP = consumo + investimento + gastos do governo + (exportações – importações)

2006 List by the International Monetary Fund

Rank	Country	GDP (millions of USD)
—	 World	48,245,198
—	 European Union	14,609,838
1	 United States	13,194,700
2	 Japan	4,388,459
3	 Germany	2,915,887
4	 China	2,644,642 ²
5	 United Kingdom	2,398,946
6	 France	2,252,213
7	 Italy	1,852,585
8	 Canada	1,275,273
9	 Spain	1,225,750
10	 Brazil	1,067,706
11	 Russia	984,925
12	 South Korea	888,267
13	 India	873,659
14	 Mexico	840,012
15	 Australia	755,659 ¹
16	 Netherlands	670,929
17	 Turkey	401,763
18	 Belgium	394,507 ¹
19	 Switzerland	387,987

2006 List by the World Bank

Rank	Country	GDP (millions of USD)
—	 World	48,244,879
—	 European Union	14,609,838
1	 United States	13,201,819
2	 Japan	4,340,133
3	 Germany	2,906,681
4	 China	2,688,071
5	 United Kingdom	2,345,015
6	 France	2,230,721 ^a
7	 Italy	1,844,749
8	 Canada	1,251,463
9	 Spain	1,223,988
10	 Brazil	1,067,962
11	 Russia	988,940
12	 India	906,268
13	 South Korea	888,024
14	 Mexico	839,182
15	 Australia	768,178
16	 Netherlands	657,590
17	 Turkey	402,710
18	 Belgium	392,001
19	 Sweden	384,927
20	 Switzerland	379,758

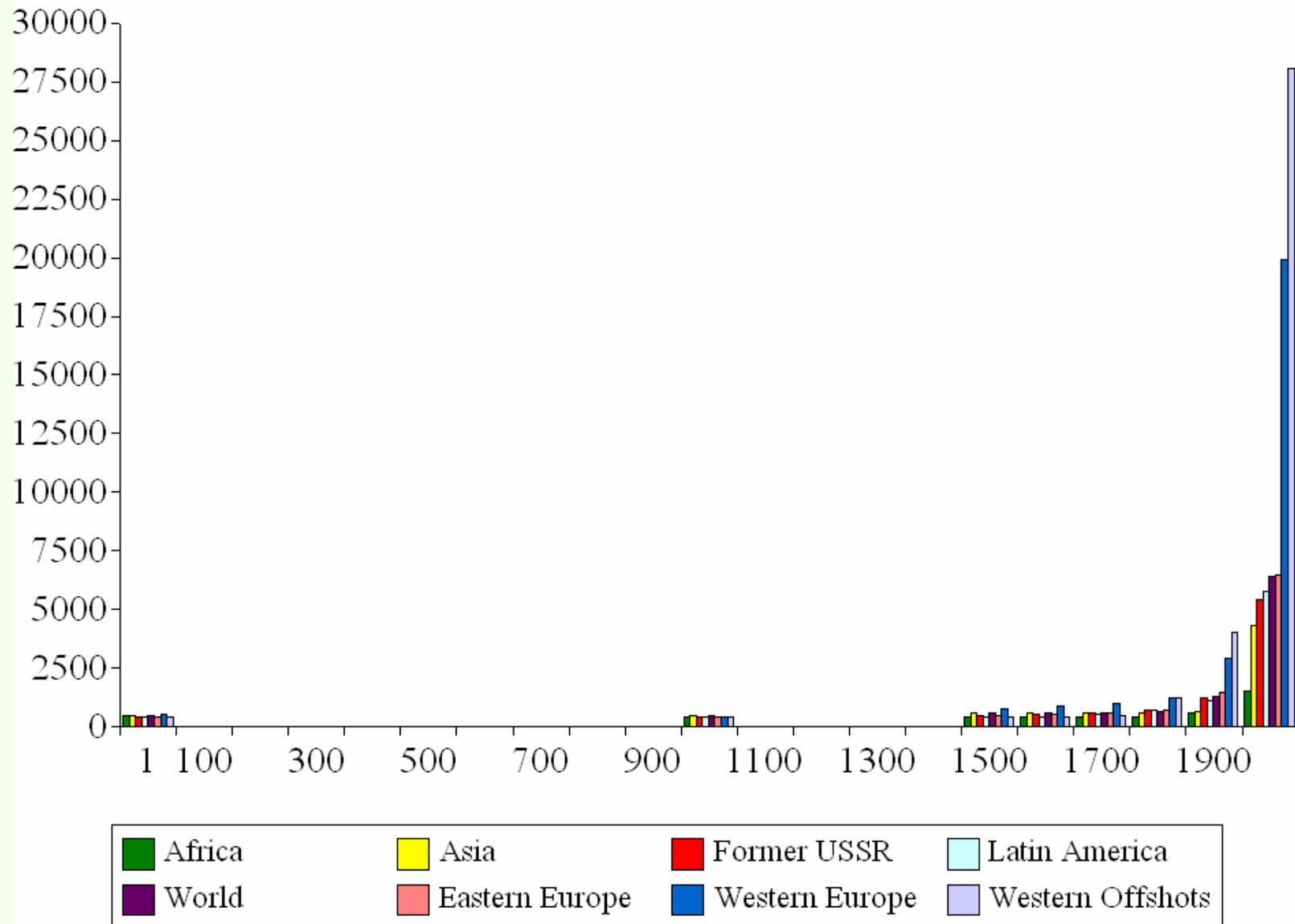
List by the International Monetary Fund (2008)

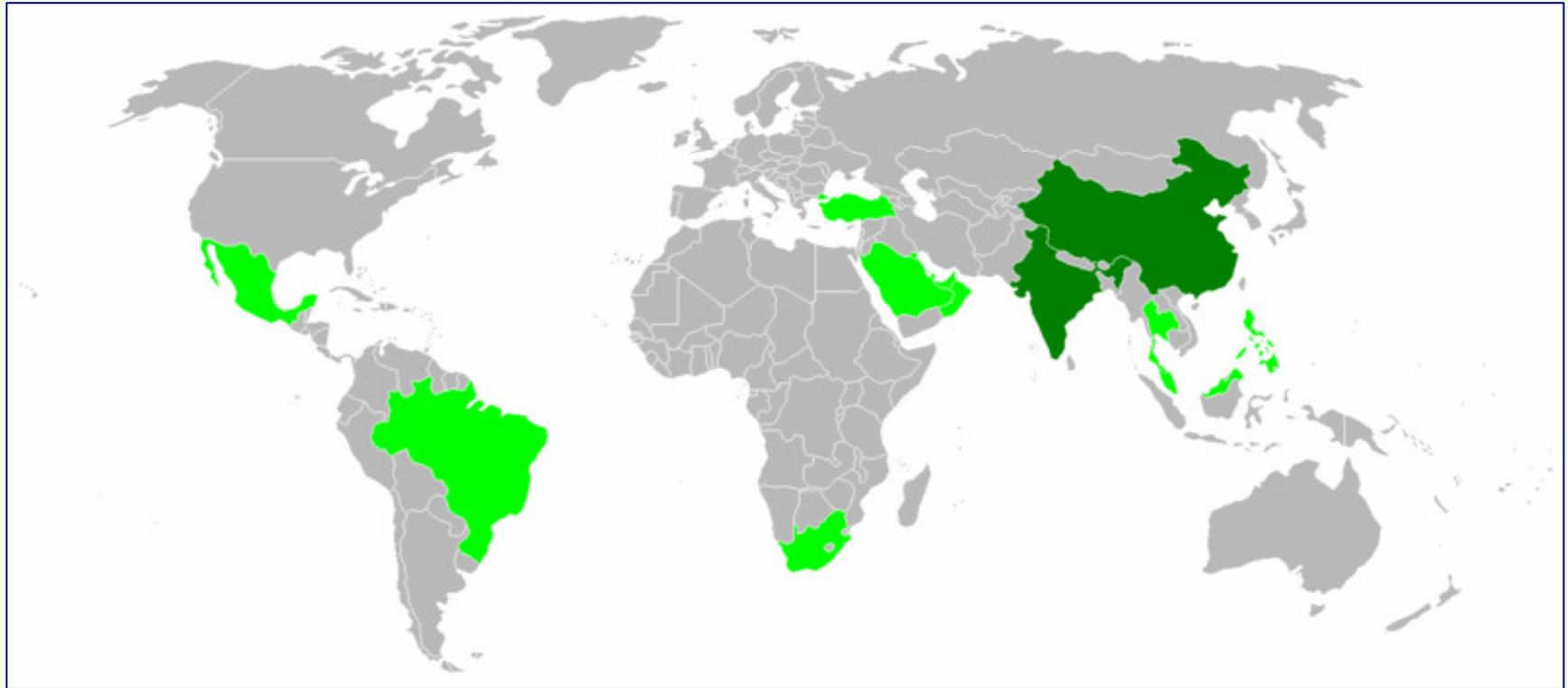
Rank	Country	GDP (PPP) \$M
—	World	68,996,849
—	European Union	15,247,163
1	United States	14,264,600
2	People's Republic of China	7,916,429 ¹
3	Japan	4,354,368
4	India	3,288,345
5	Germany	2,910,490
6	Russia	2,260,907
7	United Kingdom	2,230,549
8	France	2,130,383
9	Brazil	1,981,207
10	Italy	1,814,557
11	Mexico	1,548,007
12	Spain	1,396,881
13	South Korea	1,342,338
14	Canada	1,303,234
15	Turkey	915,184
16	Indonesia	908,242
17	Iran	819,799
18	Australia	795,305
19	Republic Of China (Taiwan)	711,418
20	Netherlands	675,375
21	Poland	666,052
22	Saudi Arabia	593,385
23	Argentina	572,860

List by the World Bank (2008)

Rank	Country	GDP (PPP) \$M
—	World	69,697,646
1	United States	14,204,322
—	Eurozone	10,899,815 ^b
2	People's Republic of China	7,903,235
3	Japan	4,354,550
4	India	3,388,473
5	Germany	2,925,220
6	Russia	2,288,446
7	United Kingdom	2,176,263
8	France	2,112,426
9	Brazil	1,976,632
10	Italy	1,840,902
11	Mexico	1,541,584
12	Spain	1,456,103
13	South Korea	1,358,037
14	Canada	1,213,991
15	Turkey	1,028,897
16	Indonesia	907,264
17	Iran	839,438
18	Australia	762,559
19	Poland	671,927
20	Netherlands	671,693
21	Saudi Arabia	589,531
22	Argentina	571,537
23	Thailand	519,049

World GDP/capita 1-2003 A.D.

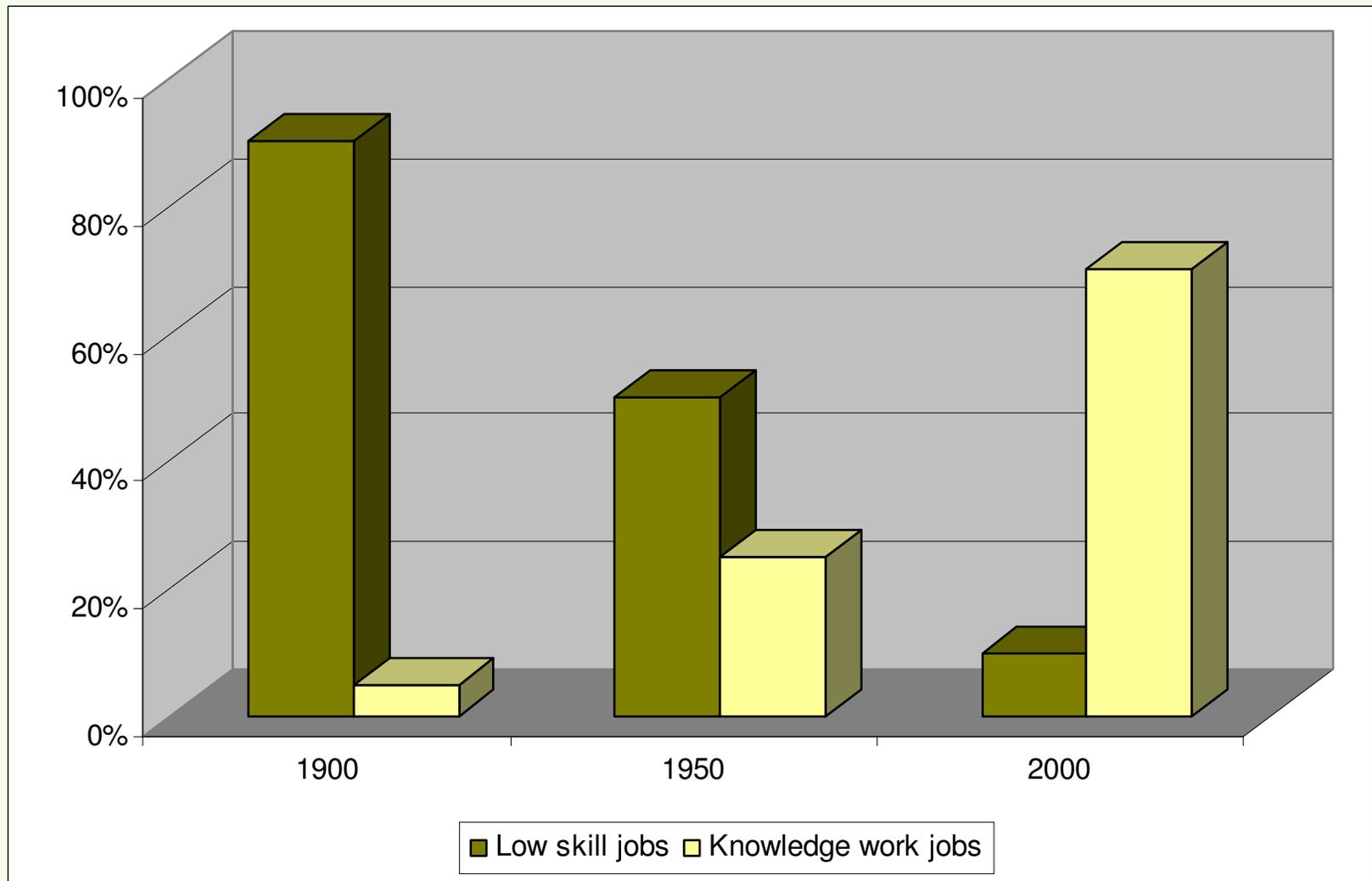




Em verde: Novos países industrializados. A China e a Índia (em verde escuro) podem não se encaixar no Índice de Desenvolvimento Humano, mas eles têm o status de “grande potência”, e são países importantes do ponto de vista econômico.

INTRODUÇÃO

- Informação (conhecimento de alta tecnologia):
 - Possui **valor** porque pessoas desejam pagar por ele.
 - A informação também possui um **custo** porque gasta-se para produzi-lo.
- Fábrica do futuro ⇒ sistemas superiores de informação; muitas pessoas que possam analisar, programar, e também lidar com as informações fluindo de e para a fábrica.



Source: *Mission Critical: Closing the Achievement Gap Conf.*, Joint Venture: Silicon Valley Network

INTRODUÇÃO

- Já ocorrendo:
 - ✓ Nº de pessoas no chão de fábrica ↓
 - ✓ Melhor educados
 - ✓ Envolvem-se na solução de problemas diários da produção
 - ✓ Trabalham para melhorar todo o sistema
 - ✓ Participam na tomada de decisões sobre como melhorar seus empregos e o sistema de manufatura.

INTRODUÇÃO

- Motivo dessa revolução? competição (p.ex. **Japão**); grande variedade de produtos e mercados.
 - **Preços** competitivos; **Qualidade** superior.

INTRODUÇÃO

- Novo sistema de manufatura, com características de **flexibilidade e entrega dos produtos no tempo certo**, num **mínimo custo**, continuamente.
- Sistema que conduz à manufatura de produtos de **qualidade superior** → controle total da qualidade → ensino dos procedimentos a todos (do presidente ao trabalhador no chão de fábrica).

INTRODUÇÃO

- Mudanças têm ocorrido no **projeto de sistemas de manufatura**, motivadas pelas seguintes tendências:
 - Nº & Variedade de produtos $\uparrow \Rightarrow$ lote \downarrow
 - Tolerâncias \downarrow (precisão \uparrow e qualidade \uparrow)
 - Variedade de materiais \uparrow (p.ex. materiais compostos) \Rightarrow proliferação de processos de manufatura

INTRODUÇÃO

- Esforços para atingir uma maior **confiabilidade do produto** $\uparrow \Leftarrow$ processos na justiça sobre o mau funcionamento do produto $\uparrow \uparrow \uparrow$
- Tempo entre a fase conceitual de projeto e o produto fabricado $\downarrow \Leftarrow$ **Engenharia Simultânea**;
- Mercados globalizados serão supridos por **produtos globalizados**.

INTRODUÇÃO

- Progressos na automação \Rightarrow **hardware e software** poderiam racionalizar ainda mais as operações, resultando em fábricas realmente programáveis.
- Projeto de sistemas computacionais e de **software de controle** + combinação com a **tecnologia convencional de manufatura** \Rightarrow muito difícil e demorado \Rightarrow habilidades especiais.
- Obsolescência rápida de tecnologias.

INTRODUÇÃO

- Controle do processo de manufatura pelo computador:
 - máquinas com interfaces especiais para torná-las compatíveis com o computador
 - o homem teve que ter ferramentas capazes de comunicar com o computador e com o processo.

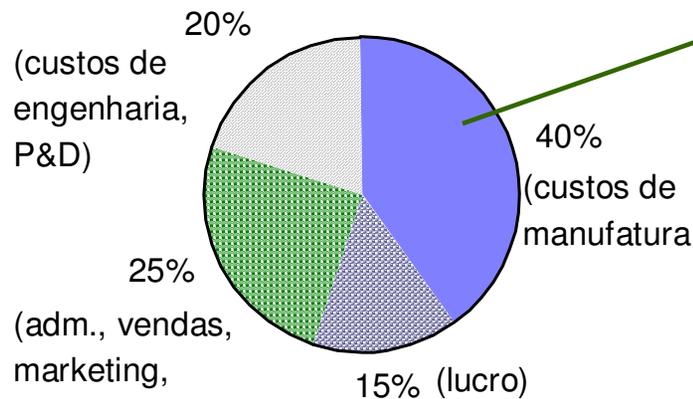
INTRODUÇÃO

- Várias **tecnologias básicas** foram desenvolvidas para a **comunicação homem-máquina**:
 - processamento de dados gráficos,
 - construção de bases de dados,
 - engenharia do conhecimento,
 - comunicação de fábrica,
 - microeletrônica,
 - programação,
 - modelagem,
 - simulação
 - sensores.

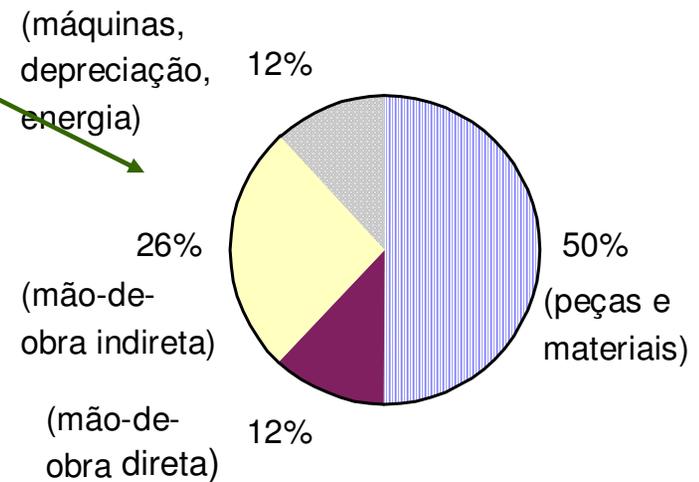
CUSTO DA MANUFATURA

- Materiais, pessoas e equipamentos → fatores interrelacionados na manufatura → devem ser **combinados adequadamente** para atingir custo ↓, qualidade ↑ e entrega no tempo certo.
- Tipicamente (ver figura) → 40% do preço de venda de um produto representa custo de manufatura → lucro freqüentemente depende da redução do custo de manufatura.
- **Mão-de-obra direta** (normalmente o objetivo da automação) = 12% do custo da manufatura.

CUSTO DA MANUFATURA



Preço de venda



Custos de manufatura

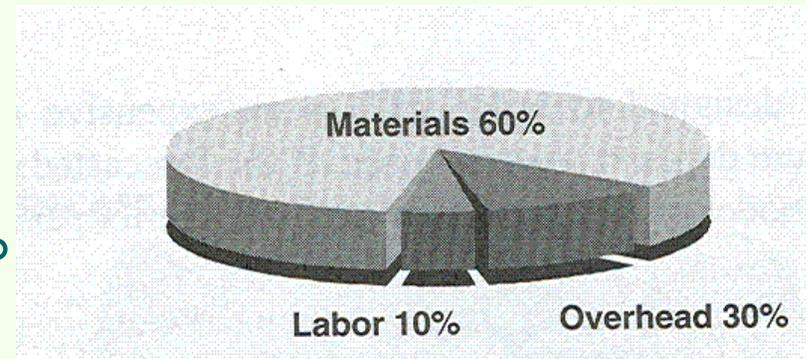
*O custo da manufatura é o maior dentro do preço de venda.
O maior custo da manufatura é o custo com materiais.*

CUSTO DA MANUFATURA

- **Processos de fabricação que agregam valor:**
Custos de Manufatura (40%) * tempo na máquina (12%)
= 4,8% \Rightarrow tempo produtivo é bem reduzido.
- Supor aumento na porcentagem de tempo produzindo cavacos (ou outro processo) para 50% ou 60% (p.ex. utilizando uma máquina mais rápida, cujo preço poderá atingir US\$ 300.000,00). Será vantajoso?
- **Reestruturação do chão de fábrica** (aumentando o tempo na máquina para 50% do tempo que o produto permanece na fábrica) ?

CUSTO DA MANUFATURA

- Exemplo de problema com estoque:
 - Vendas anuais de uma empresa = US\$ 150 milhões
 - Lucro antes das taxas = 20% \Rightarrow Custo de bens vendidos = US\$ 120 milhões
 - Percentagens históricas da distribuição de custos:
 - Materiais = 60%
 - Overhead = 30%
 - Mão-de-obra direta = 10%



CUSTO DA MANUFATURA

- Exemplo de problema com estoque (cont.):
 - Materiais = US\$ 72 milhões
 - Overhead = US\$ 36 milhões
 - Mão-de-obra = US\$ 12 milhões (assumir 400 colaboradores diretos recebendo US\$30.000/ano)
 - 1 dia de estoque = $72 \text{ milhões} / 365 = \underline{\underline{US\$ 197.260}}$

CUSTO DA MANUFATURA

- Táticas (“Programas”; “Projetos”) para reduzir custos:
 - Comprar materiais mais baratos, ou obter reduções de preços de fornecedores.
 - Custos de overhead \Rightarrow cancelamento de treinamento, reduzir a compra de novos equipamentos, reduzir viagens, etc.
 - Algumas empresas \Rightarrow reduzir salários, “outsourcing”, demitir.

CUSTO DA MANUFATURA

- Demissão de 15% do pessoal:
 - “Economia” = $400 \times 15\% \times \$30.000 = \underline{\$1.800.000}$
 - Qual o impacto sobre os estoques?
 - Como a moral dos colaboradores foi afetada?
 - Redundou em qualidade dos colaboradores remanescentes para a produtividade da empresa?
 - Houve alguma vantagem nesta decisão?

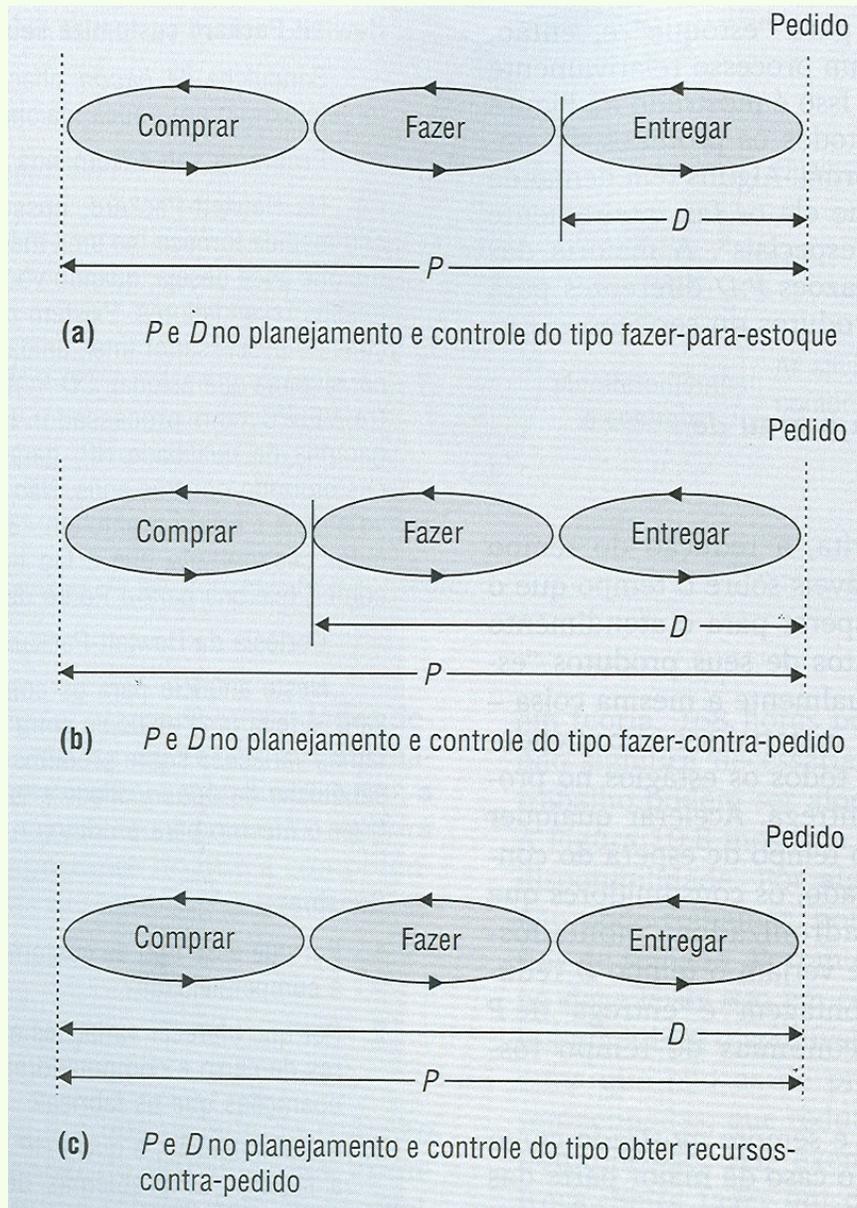
CUSTO DA MANUFATURA

- Foco deve ser em WIP e FGI (“*Finished Goods Inventory*”):
 - Condições atuais de manufatura:
 - MLT = 30 dias
 - CLT (“*Customer Lead Time*”) = 5 dias
 - Giros de Estoque = 6 = \$72 milhões / \$12 milhões
 - Estoque comprado = 30 dias = $\$197.260 \times 30 = \$5.917.800$
 - WIP = 21 dias = $\$197.260 \times 21 = \$4.109.600$
 - FGI = 10 dias = $\$197.260 \times 10 = \underline{\$1.972.600}$
 - $\$12.000.000$

CUSTO DA MANUFATURA

- Novas condições de manufatura:
 - MLT = 30 dias
 - CLT (“*Customer Lead Time*”) = 5 dias
 - Giros de Estoque = 6 = \$72 milhões / \$12 milhões
 - Estoque comprado = 30 dias = $\$197.260 \times 30 = \$5.917.800$
 - WIP = 5 dias = $\$197.260 \times 5 = \986.300
 - FGI = 5 dias = $\$197.260 \times 5 = \underline{\$986.300}$
- \$7.890.400
- (redução de \$4.109.600)
- Novo giro de estoque = 9 = \$72 milhões / \$7.890.400
(aumento de 33%)
- ESTE É APENAS O COMEÇO DA REDUÇÃO DE CUSTOS!**

LEAD TIME DO CLIENTE E DE MANUFATURA

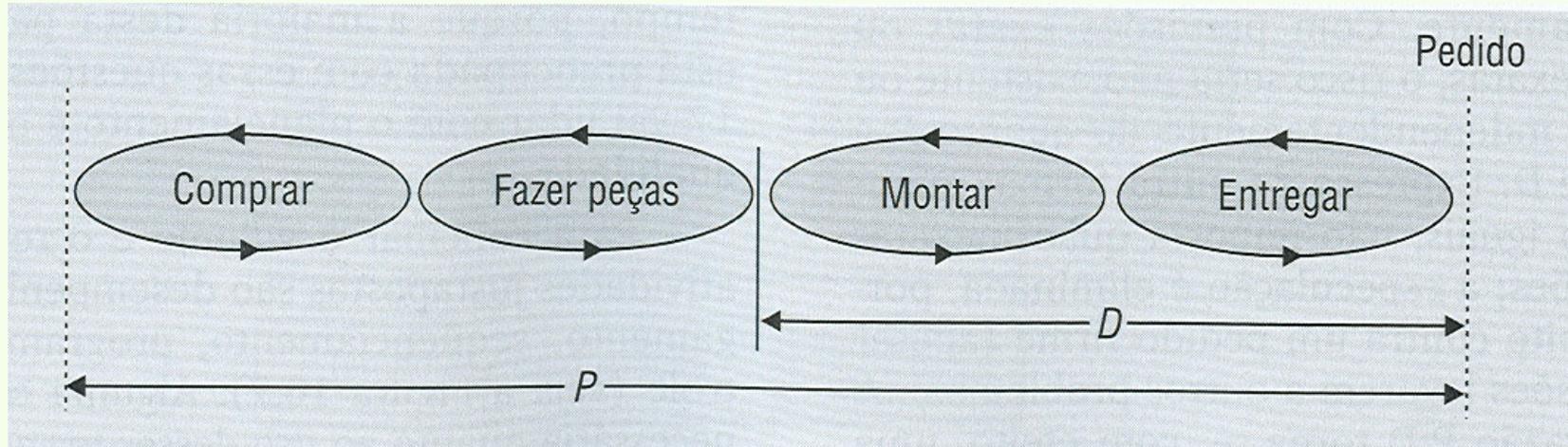


P e D para diferentes tipos de planejamento e controle

P = tempo que a operação leva para obter os recursos, produzir e entregar o produto ou serviço

D = tempo de demanda

LEAD TIME DO CLIENTE E DE MANUFATURA

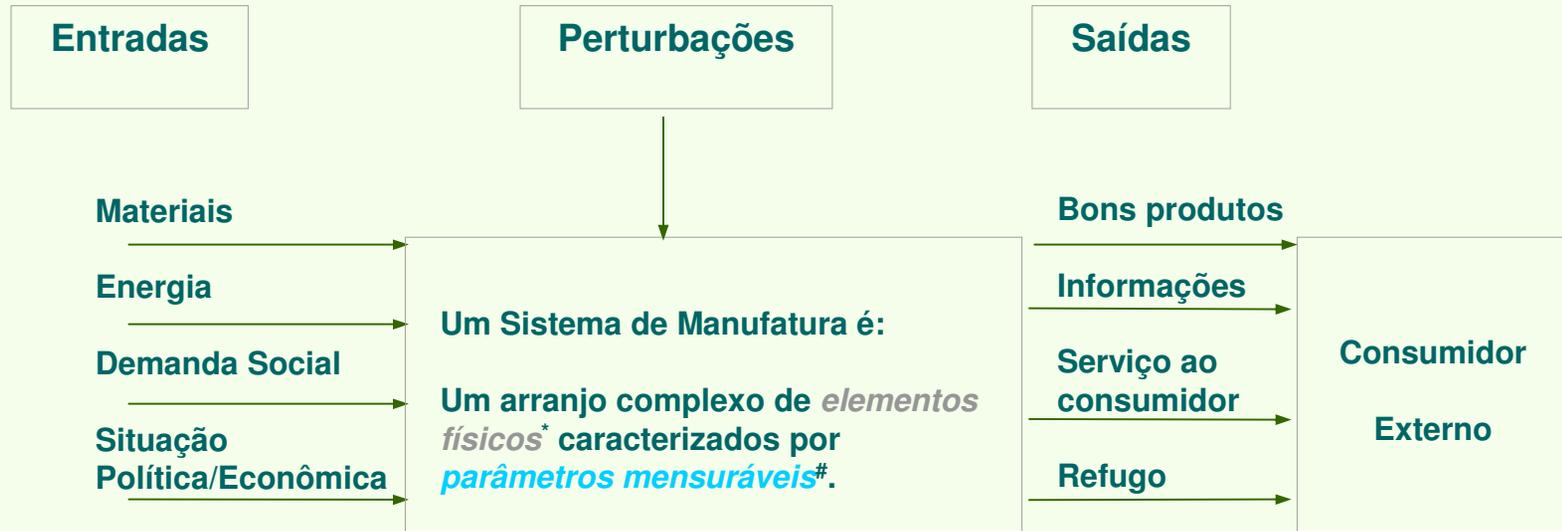


P e D para o planejamento e controle “fazer-para-estoque, montar-contra-pedido”

P = tempo que a operação leva para obter os recursos, produzir e entregar o produto ou serviço

D = tempo de demanda

UM SISTEMA DE MANUFATURA



Elementos físicos:

- Máquinas-ferramenta para processamento
- Ferramental
- Equipamentos para o manuseio de materiais
- Pessoas (consumidores internos)

Parâmetros mensuráveis do sistema:

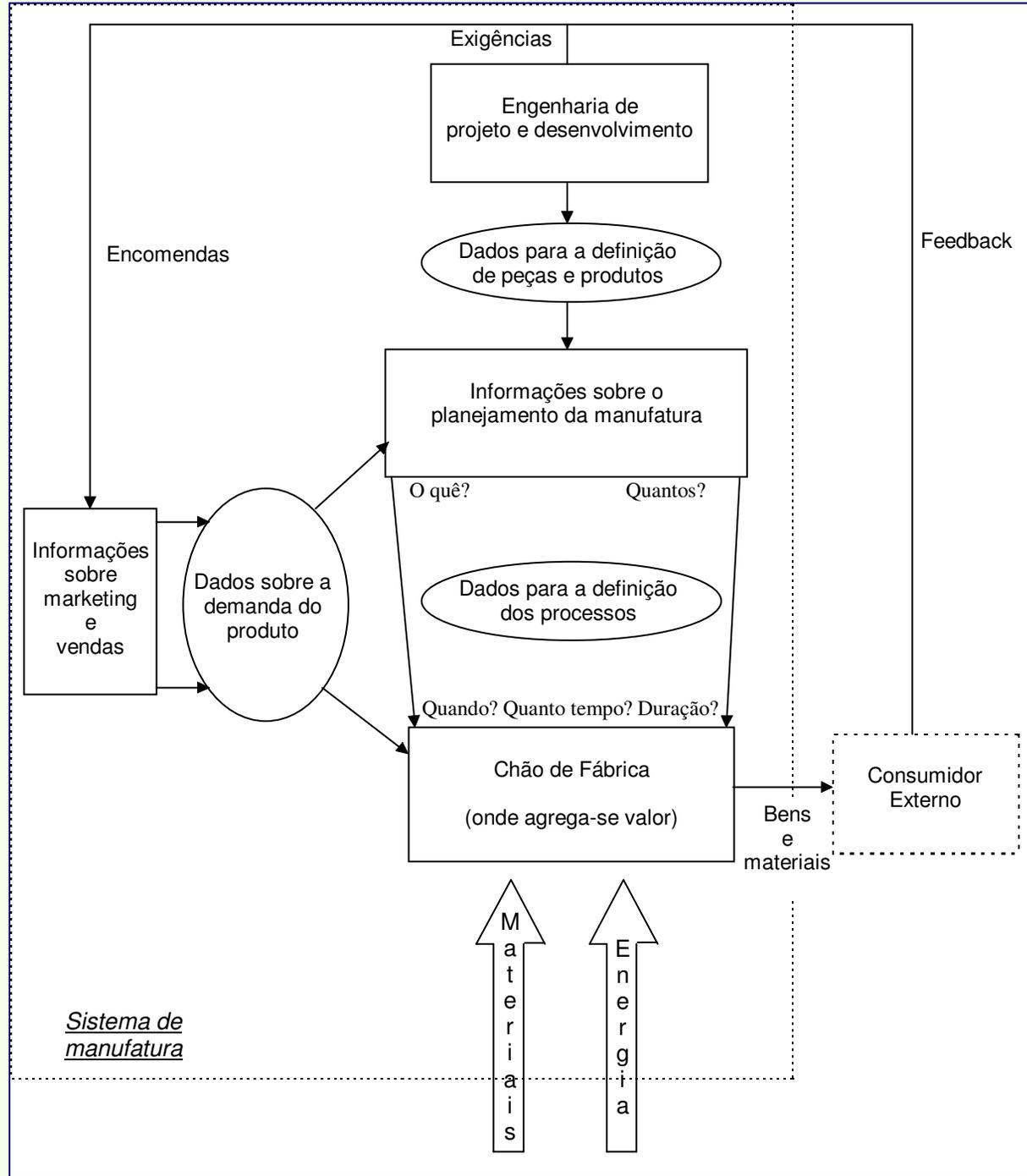
- Tempo de produção
- Taxa de produção
- Estoque intermediário
- % de defeitos
- % de entregas no tempo certo
- Volumes de produção diários/semanais/mensais
- Custo total ou custo unitário

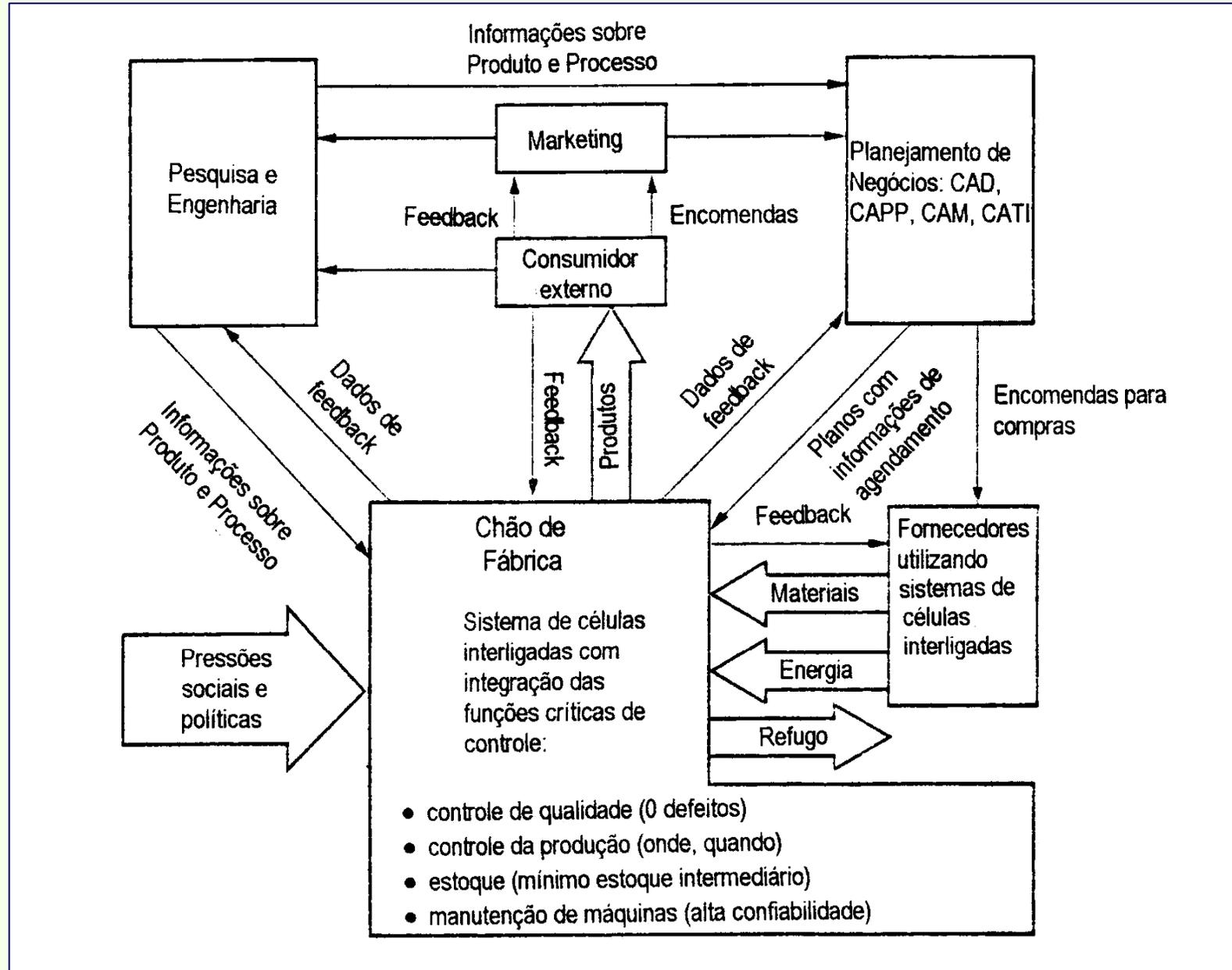
SISTEMA DE MANUFATURA E CHÃO-DE-FÁBRICA

- Chão de fábrica:
 - Entrada \Rightarrow materiais, informações e energia num conjunto complexo de elementos (máquinas e pessoas) \Rightarrow Os materiais são processados e aumentam o seu valor .
 - Saídas \Rightarrow bens de consumo ou entradas para algum outro processo.
- **Sistema de manufatura:** contém e serve o chão de fábrica \Rightarrow As funções de controle de materiais são críticas para o desempenho do chão de fábrica.

SISTEMA DE MANUFATURA E CHÃO-DE-FÁBRICA

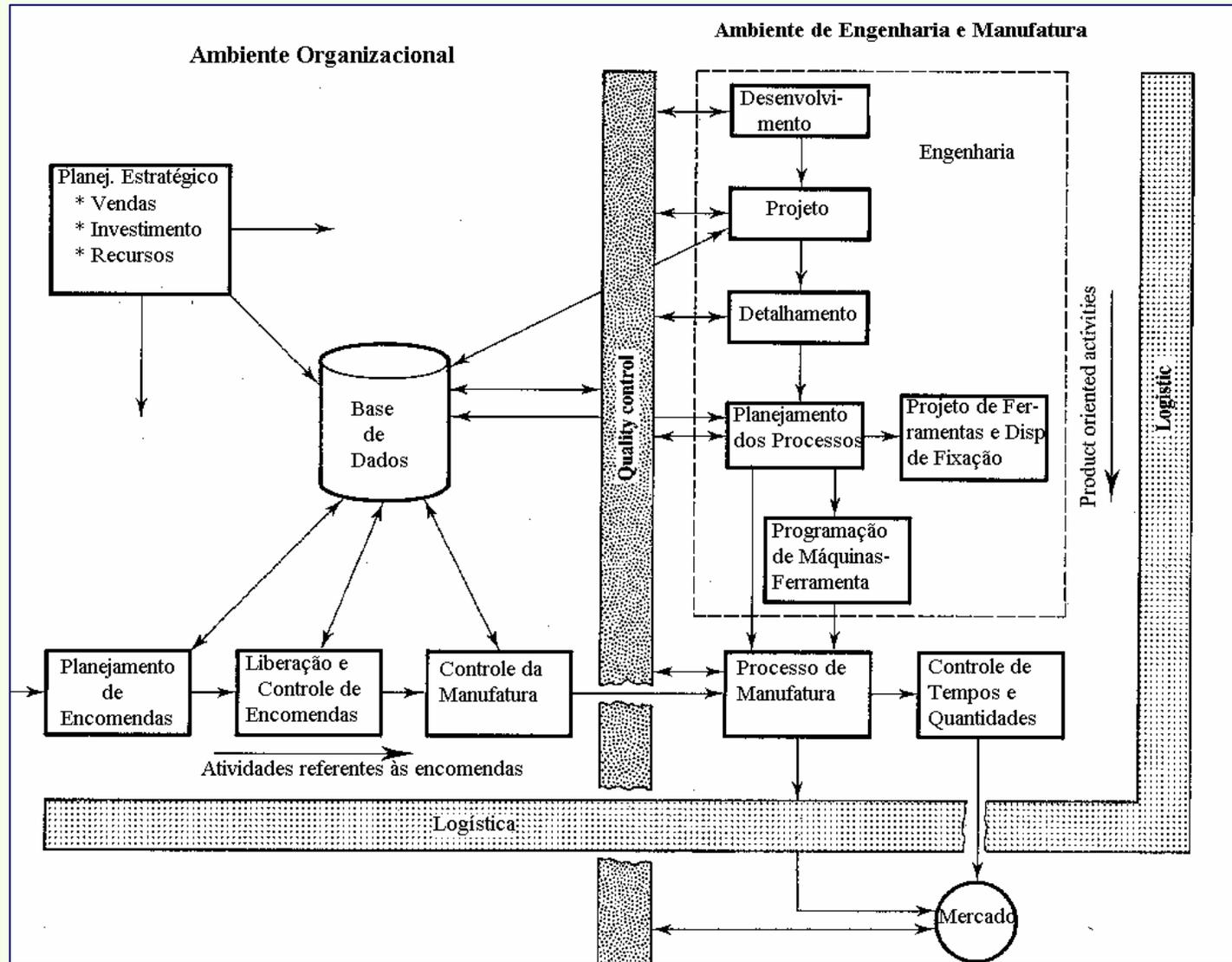
- **Funções de controle de materiais** são críticas para o desempenho do chão de fábrica, e devem ser integradas. Tais funções são:
 - Controle de Qualidade (nenhum defeito no material);
 - Controle da Produção (quando, onde e quanto)
 - Controle de Estoque (quantidade de estoque intermediário)
 - Confiabilidade da máquina-ferramenta (manter o material fluindo)





Modelo simplificado de sistema de manufatura

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA DE UM SISTEMA DE MANUFATURA



Ambiente organizacional, de engenharia e de manufatura de uma empresa

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

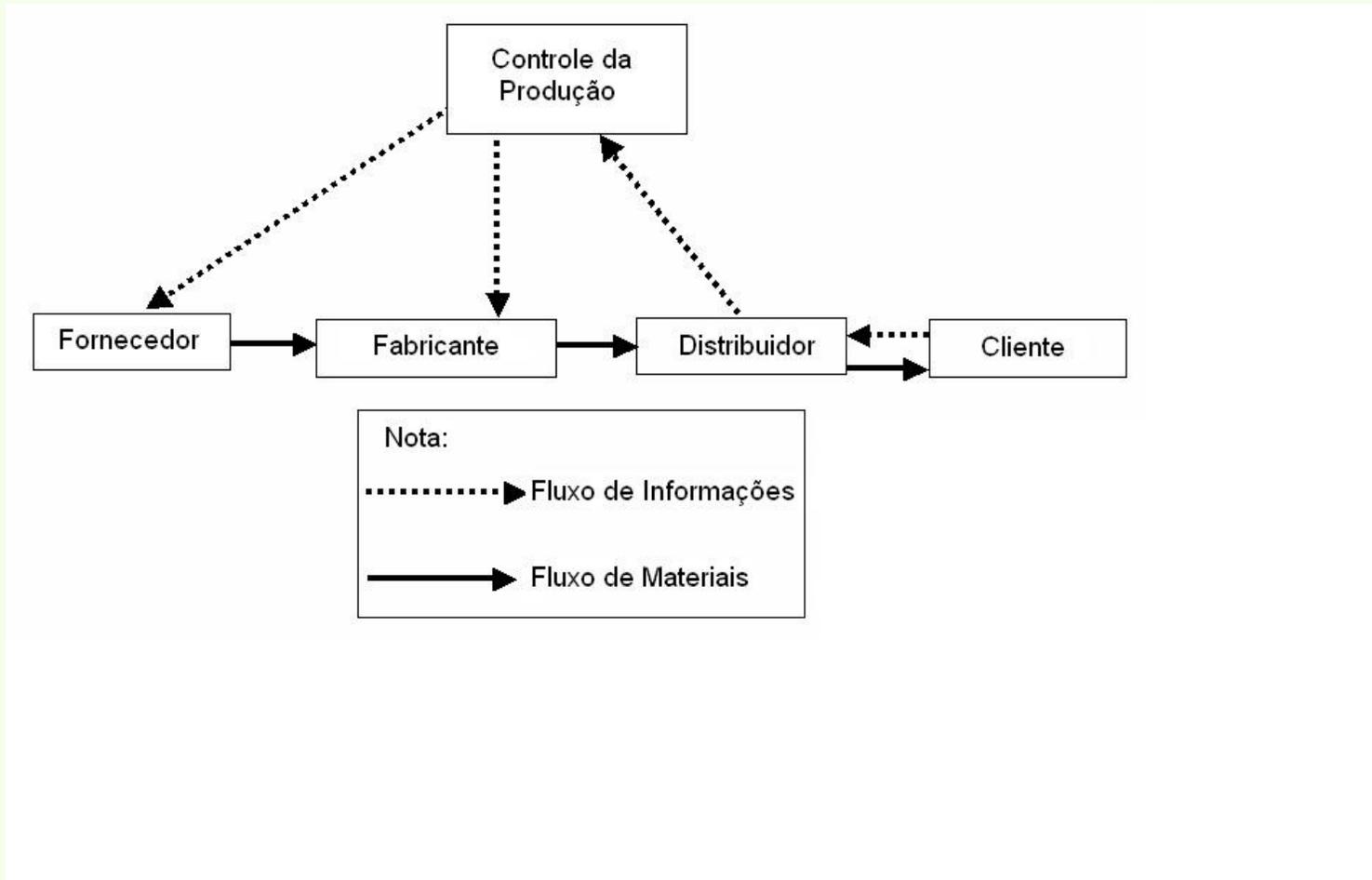
- É possível para a engenharia gerar automaticamente os documentos necessários para a manufatura (desenho, a lista de materiais, o plano de processos e o plano de controle de qualidade) ?
- Área hachurada \Rightarrow logística \Rightarrow **fluxo de dados e materiais** ao longo da fábrica \Rightarrow tenta obter um **fluxo do produto desobstruído e otimizado** ao longo da fábrica, desde o projeto até a entrega \Rightarrow deve assegurar que a **peça certa** está na **estação certa** no **tempo certo** \Rightarrow fornece as informações necessárias para o processamento de todas as peças.

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA DE UM SISTEMA DE MANUFATURA



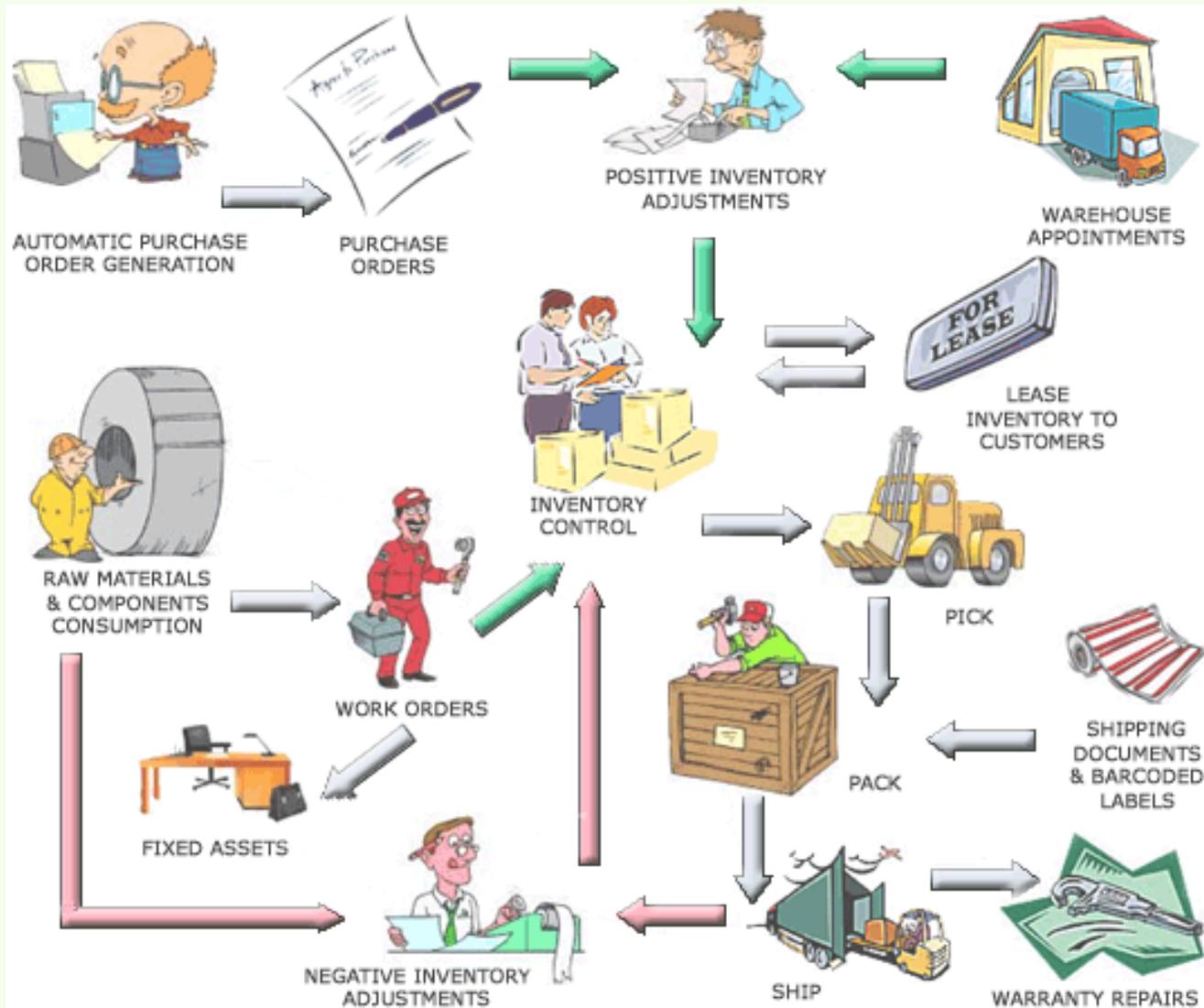
Logística é fácil ?

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



Cadeia de Suprimento

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



*Almyta Control
System Business
Flow Support*

*(software de
Gestão de
Negócio para
PCs)*

<http://systems.almyta.com>

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

The screenshot displays the Almyta Control System interface. On the left is a tree view of the system structure. The main window is titled 'Inventory Item Master List' and shows details for item 'BEANS N'. Below this, a 'Units of Measure' window is open, displaying a table of units and their conversion factors.

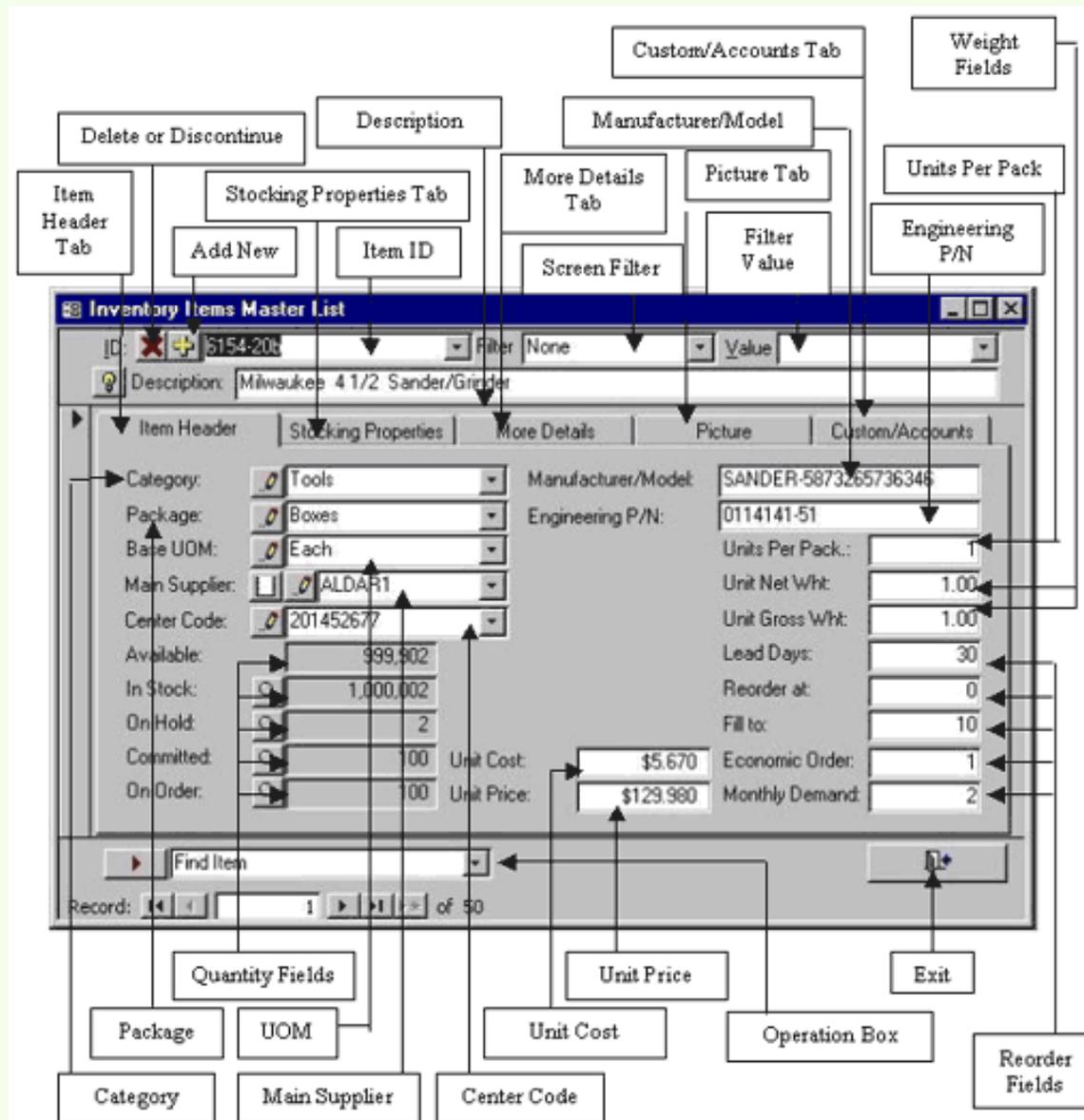
Inventory Item Master List Details:

- ID: BEANS N
- Description: Great northern beans in 14.5 ounce can
- Category: Vegetables
- Package: Can 14.5 ounce
- Base UOM: Ounce
- Main Supplier: SAFEWAY
- Center Code: Ingredient
- Available: 151.0
- In Stock: 151.0
- On Hold: 0.0
- Committed: 0.0
- On Order: 0.0
- Manufacturers/Model: [Empty]
- Engineering P/N: [Empty]
- Units Per Pack.: 14.5
- Unit Net Wght: 1.00
- Unit Gross Wght: 1.20
- Lead Days: 0
- Reorder at: 20
- Fill to: 145

Units of Measure Table:

ID	Unit Of Measure	Contains	of Base Units
17	Clove	0.10000	Head
14	Cup	1.00000	Cup
9	Drop	0.04000	Teaspoon
2	Each	1.00000	Each
4	Gallon	8.00000	Pint
16	Head	1.00000	Head
7	Jill	0.50000	Pint
13	Lbs	1.00000	Lbs
3	Ounce	1.00000	Ounce
6	Pint	1.00000	Pint
8	Quart	2.00000	Pint
15	Serving	1.00000	Serving
18	Small Pot	4.00000	Serving

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



Janela de itens
em estoque

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

The screenshot shows the 'Inventory Items Master List' window for item ID 6154-20, 'Milwaukee 4 1/2" Sander/Grinder'. The window is divided into several sections: 'Item Header', 'Stocking Properties', 'More Details', 'Picture', and 'Custom/Accounts'. The 'More Details' section contains a list of checkboxes for organizational and engineering properties. Callouts from external boxes point to these checkboxes and other fields. At the top, boxes labeled 'Make', 'Sell', 'Fixed Location', 'Buy', 'Owner', and 'Location' point to their respective checkboxes. At the bottom, boxes labeled 'Warranty', 'Weight May Vary', 'Assembled', 'One Time', and 'Serial Numbers' point to their respective checkboxes. On the right side, boxes labeled 'Owner' and 'Location' point to their respective dropdown menus. A 'Lot/Serial Number' section on the right contains several checkboxes for engineering properties. The bottom of the window shows a record navigation bar with 'Record: 1 of 52'.

Make

Sell

Fixed Location

Buy

Owner

Location

Inventory Items Master List

ID: 6154-20 Filter: None Value

Description: Milwaukee 4 1/2" Sander/Grinder

Item Header Stocking Properties More Details Picture Custom/Accounts

Item cannot be moved from one location to another:

Item is a buy (appears on purchasing screen):

Item is a sell (appears on shipping order screen):

Item is a make (work orders, components):

Item is "one time assembly" (custom machines):

Item has been assembled:

Item's weight may vary (as a paper skid):

Warranty/Exp Date: None

Warranty Policy:

Owner: Work

Location: SD123

Lot/Serial Number:

Use:

Unique Number for Item:

Unique Number for Database:

Trace In Assembly:

Let System to Assign:

Second Serial Number:

<select operation>

Record: 1 of 52

Warranty

Weight May Vary

Assembled

One Time

Serial Numbers

*Janela de
itens em
estoque: Aba
sobre as
propriedades
do estoque*

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

- Área escura \Rightarrow as atividades de controle de qualidade \Rightarrow efetuadas durante a fabricação do produto.
- Último juiz para estabelecer os padrões de qualidade \Rightarrow consumidor externo.
 - Engenharia \Rightarrow tenta determinar um limiar entre um produto bom de um ruim.
 - Problemas com o produto \Rightarrow relatados pelo consumidor externo (mercado) de volta para garantia da qualidade.
 - Com esta informação \Rightarrow tenta-se incorporar qualidade ao produto.

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



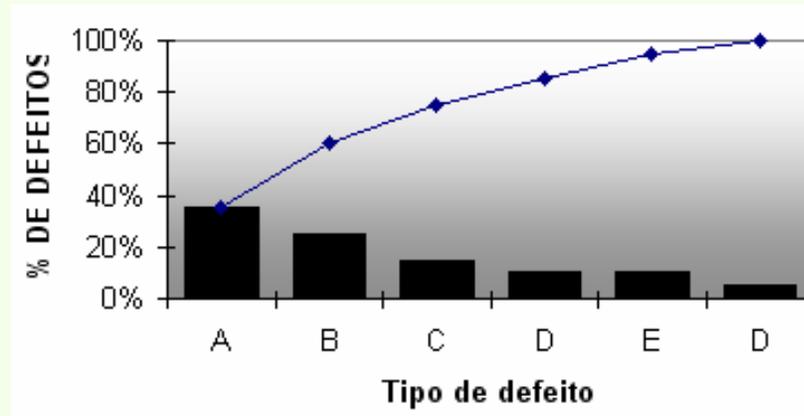
COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

Lista de Verificação

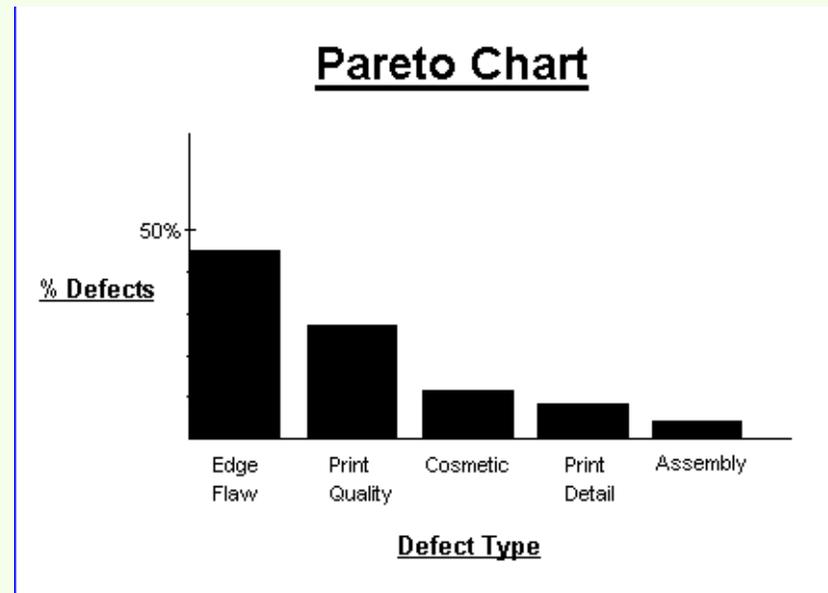
Tipo de defeito	Quantidade	Total
RACHA	IIII IIII IIII IIII	20
ARRANHÃO	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII ... IIII IIII IIII IIII	84
MANCHA	IIII IIII II	12
IMPUREZA	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII ... IIII IIII IIII IIII	208
BURACO GRANDE	IIII III	8
BURACO PEQUENO	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	40
OUTROS	IIII IIII IIII IIII IIII III	28
Total		400

Tipo de Defeitos	N.º Defeitos	Total Cumulativo	%	% Cumulativa
Impureza	208	208	52	52
Arranhão	84	292	21	73
Buraco pequeno	40	332	10	83
Racha	20	352	5	88
Mancha	12	364	3	91
Buraco grande	8	372	2	93
Outros	28	400	7	100
TOTAL	400		100	

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

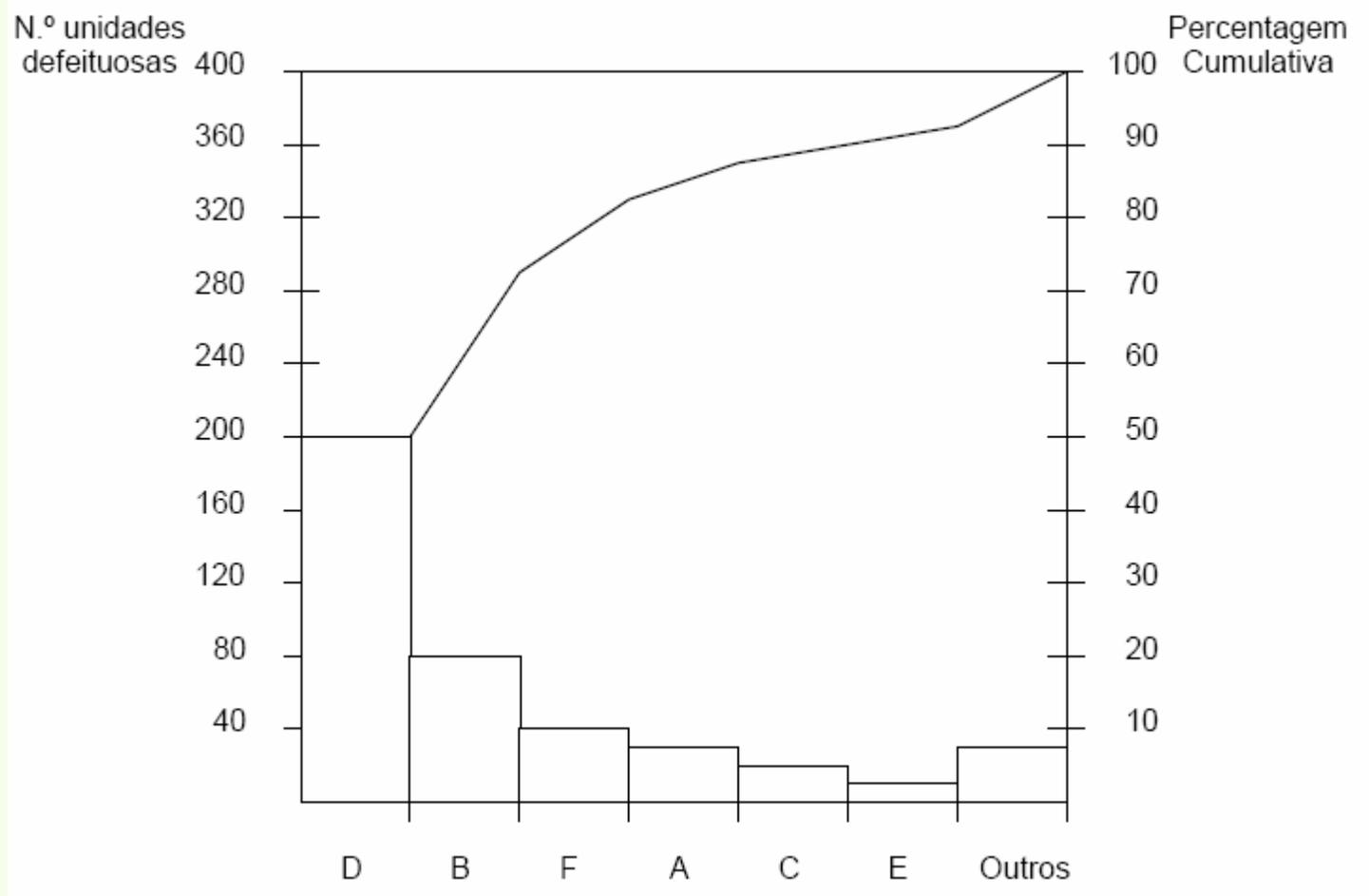


*Diagramas de
Pareto*

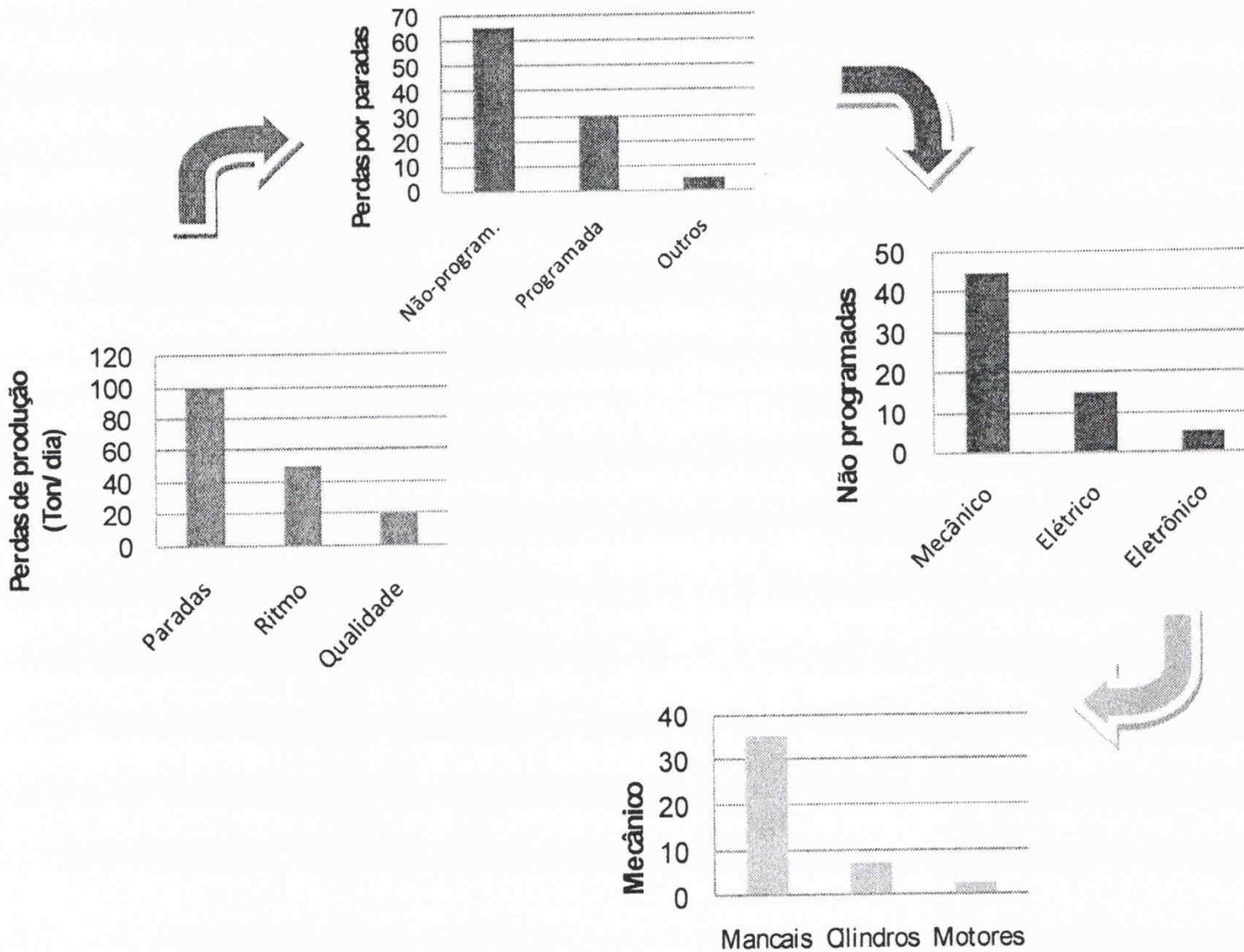


COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

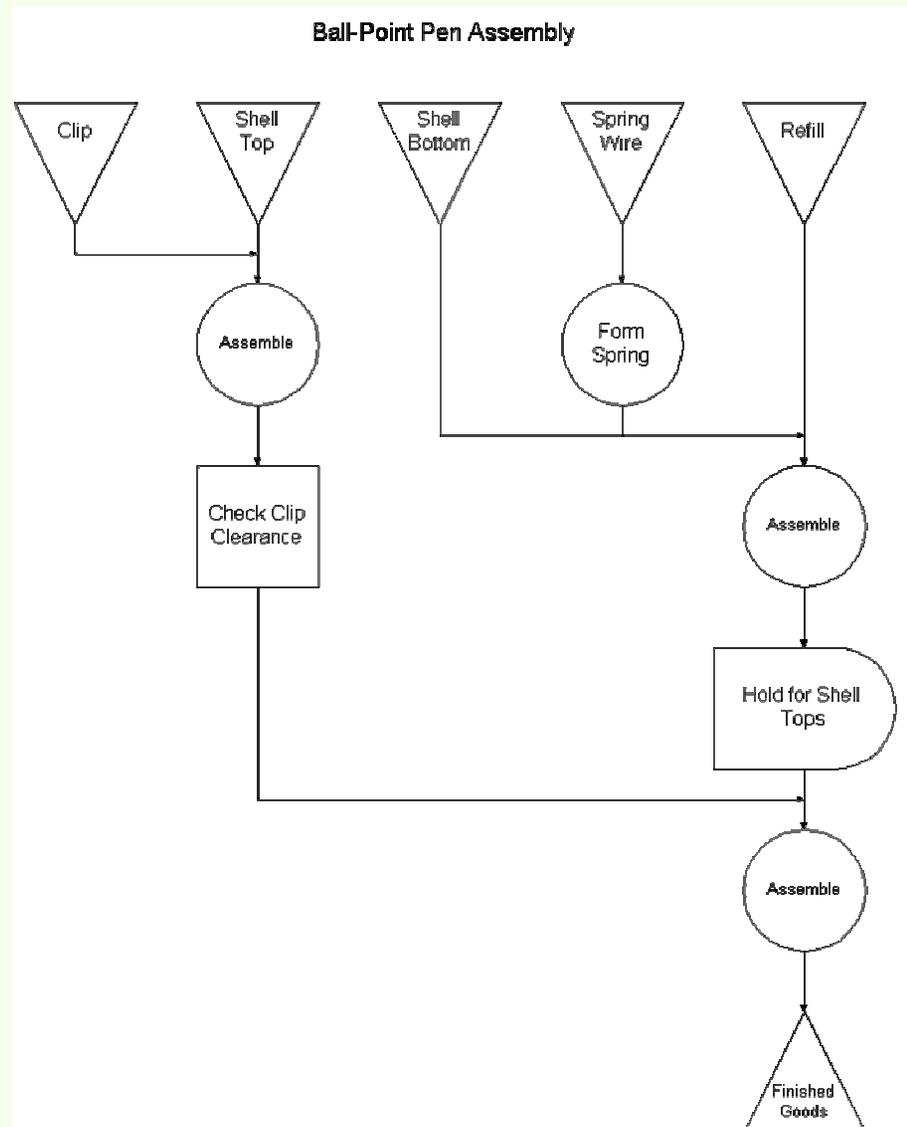
Diagrama de Pareto



Exemplo de Análise de Pareto

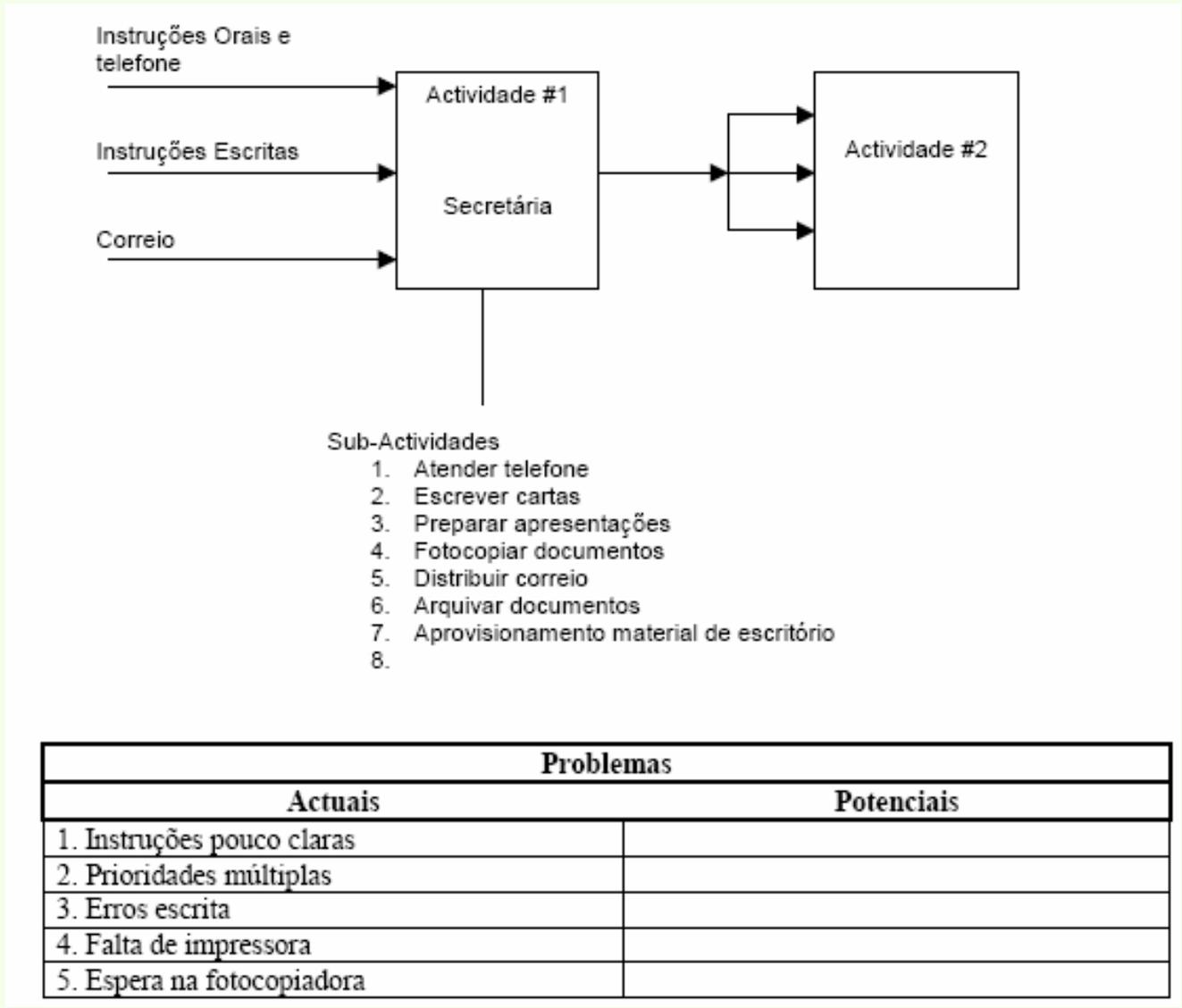


COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



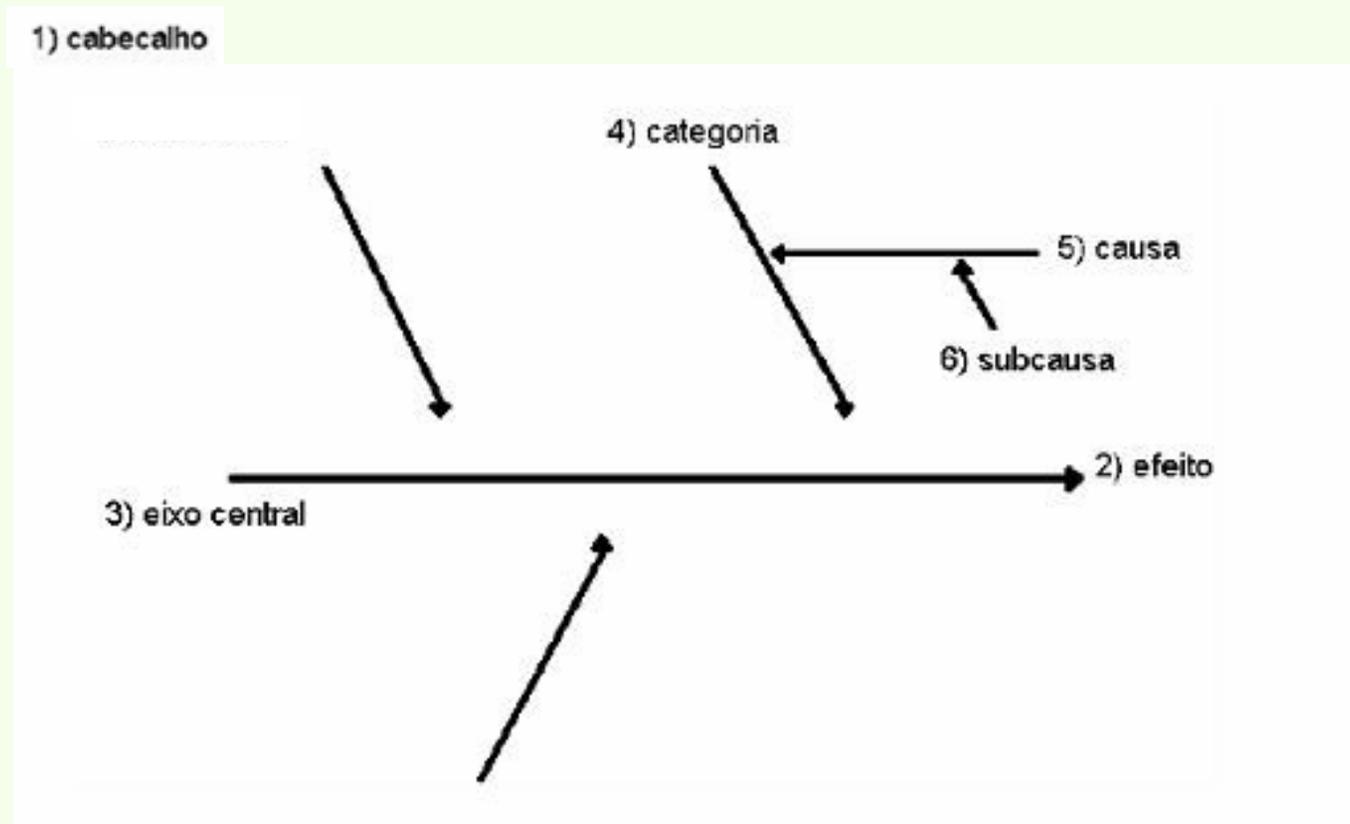
Fluxograma

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



Fluxograma

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



*Diagrama
de Causa e
Efeito*

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

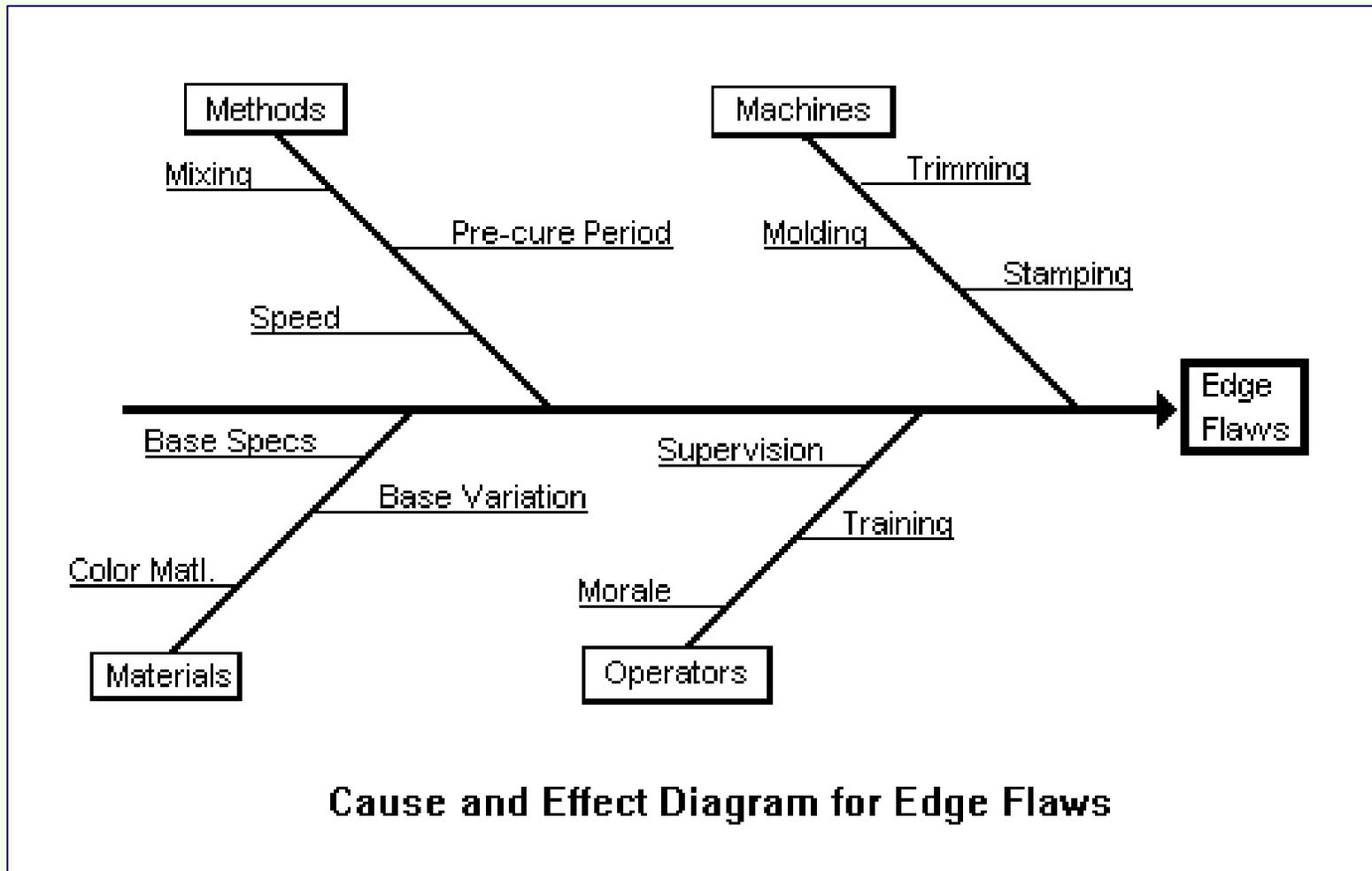


Diagrama de Causa e Efeito

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

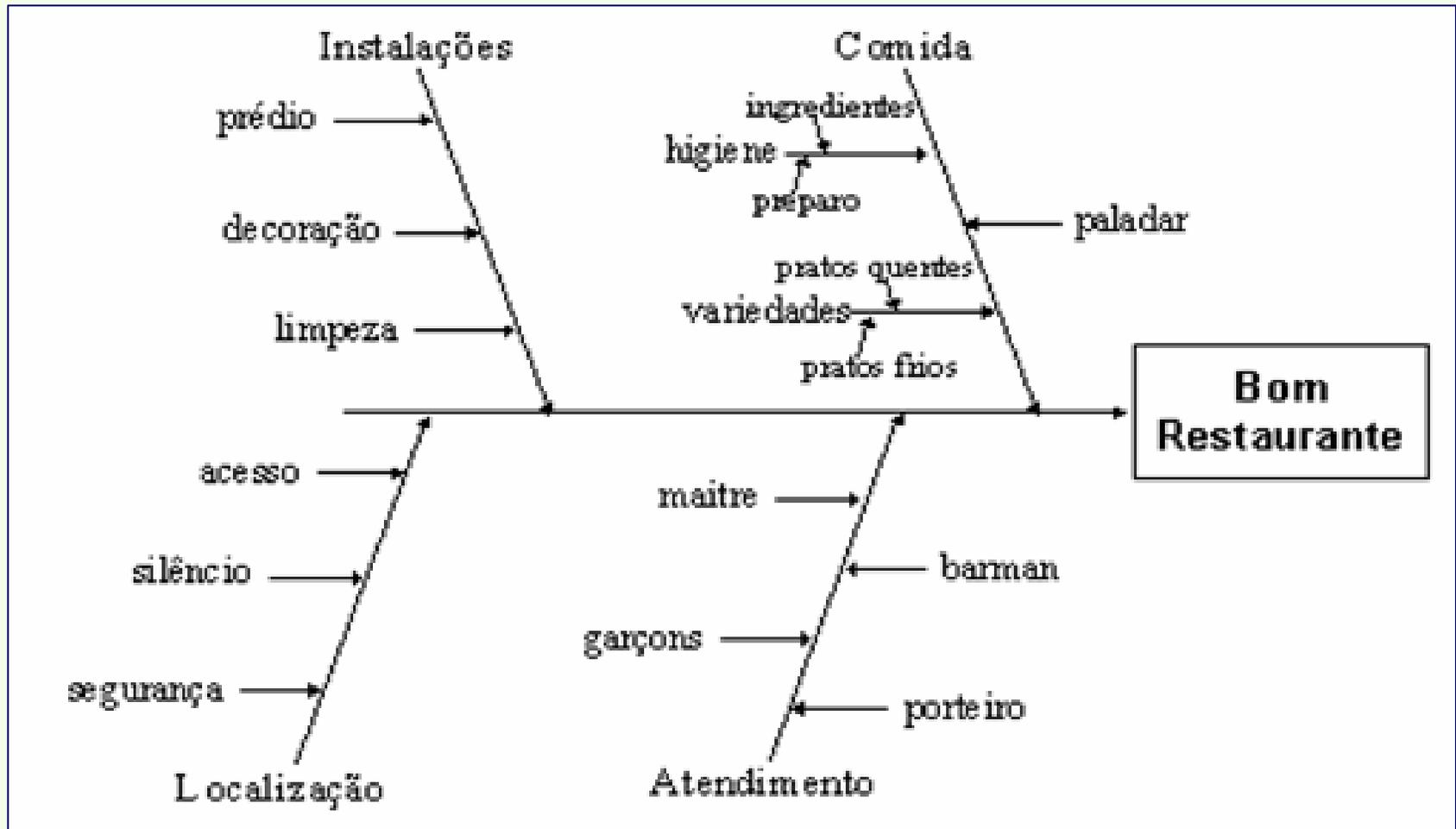


Diagrama de Causa e Efeito

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

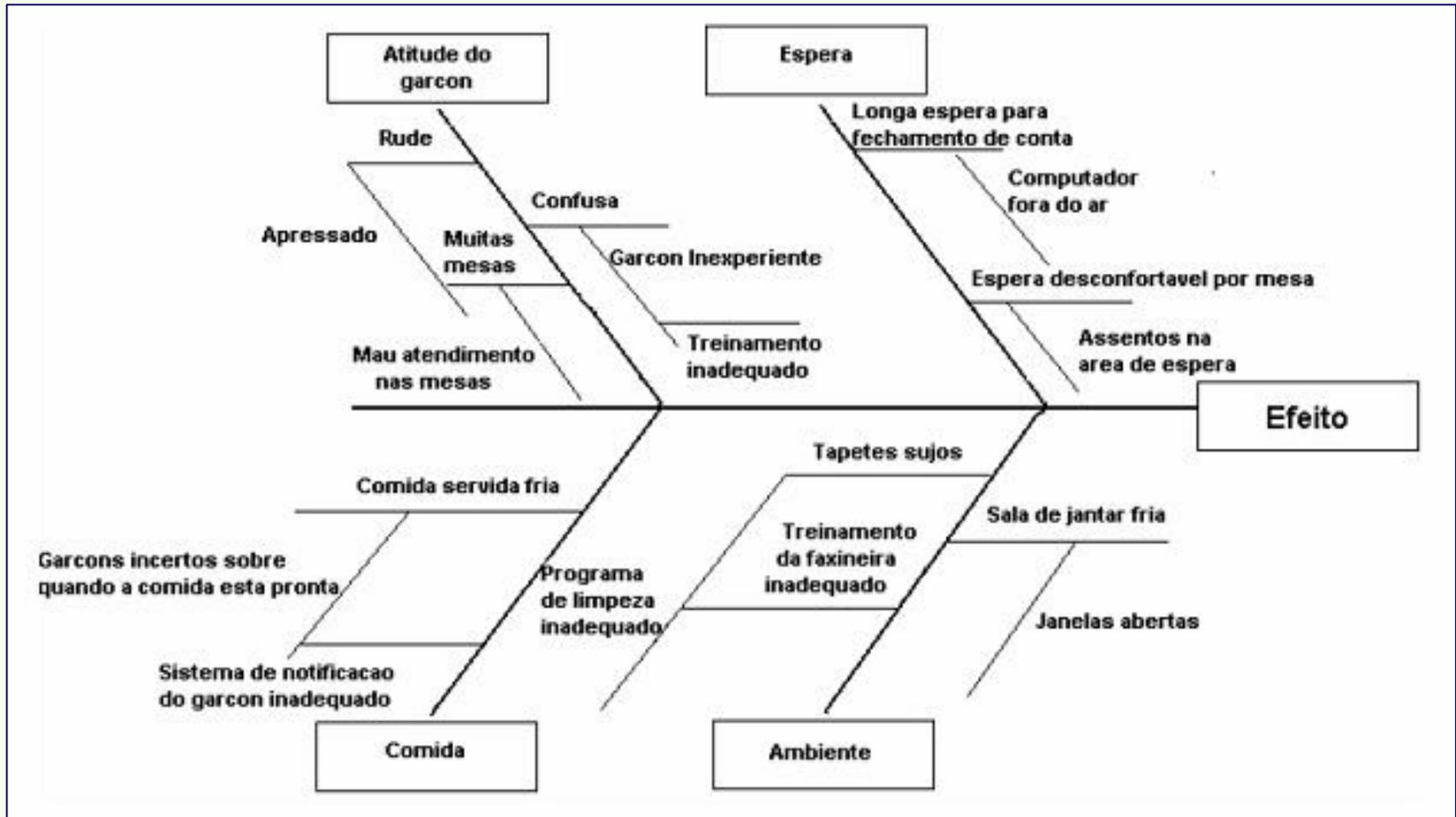


Diagrama de Causa e Efeito

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

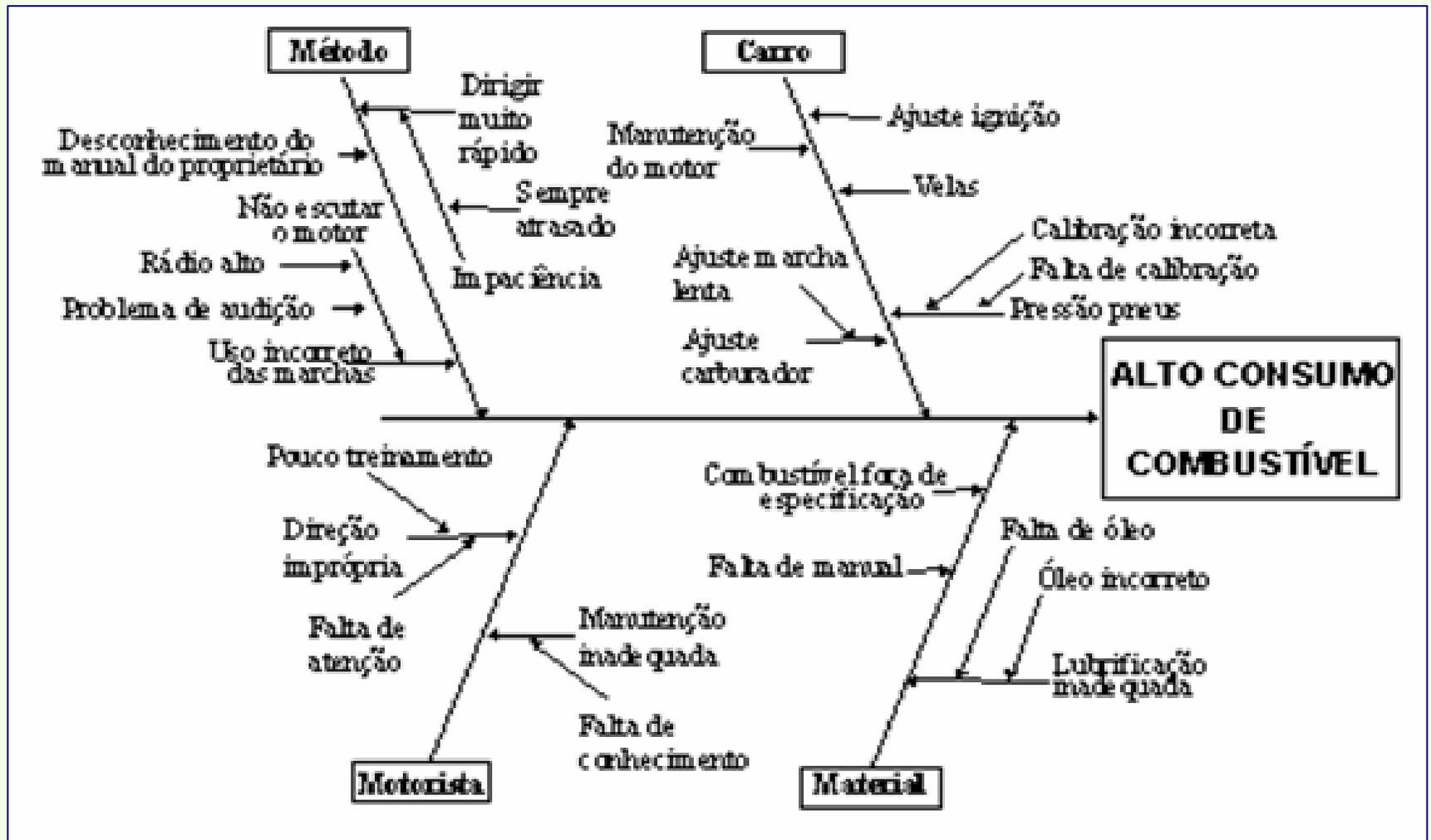


Diagrama de Causa e Efeito

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

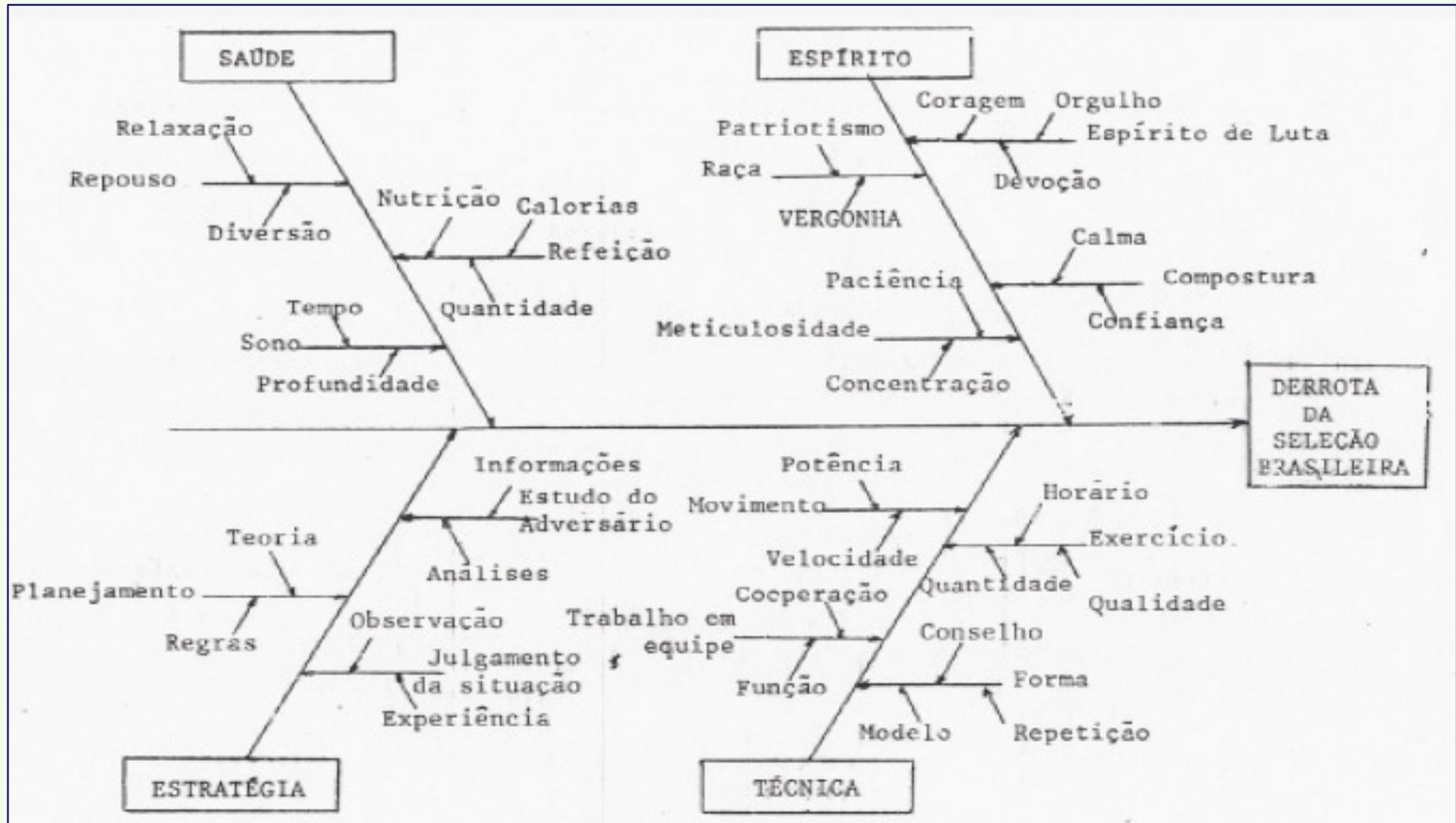


Diagrama de Causa e Efeito

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

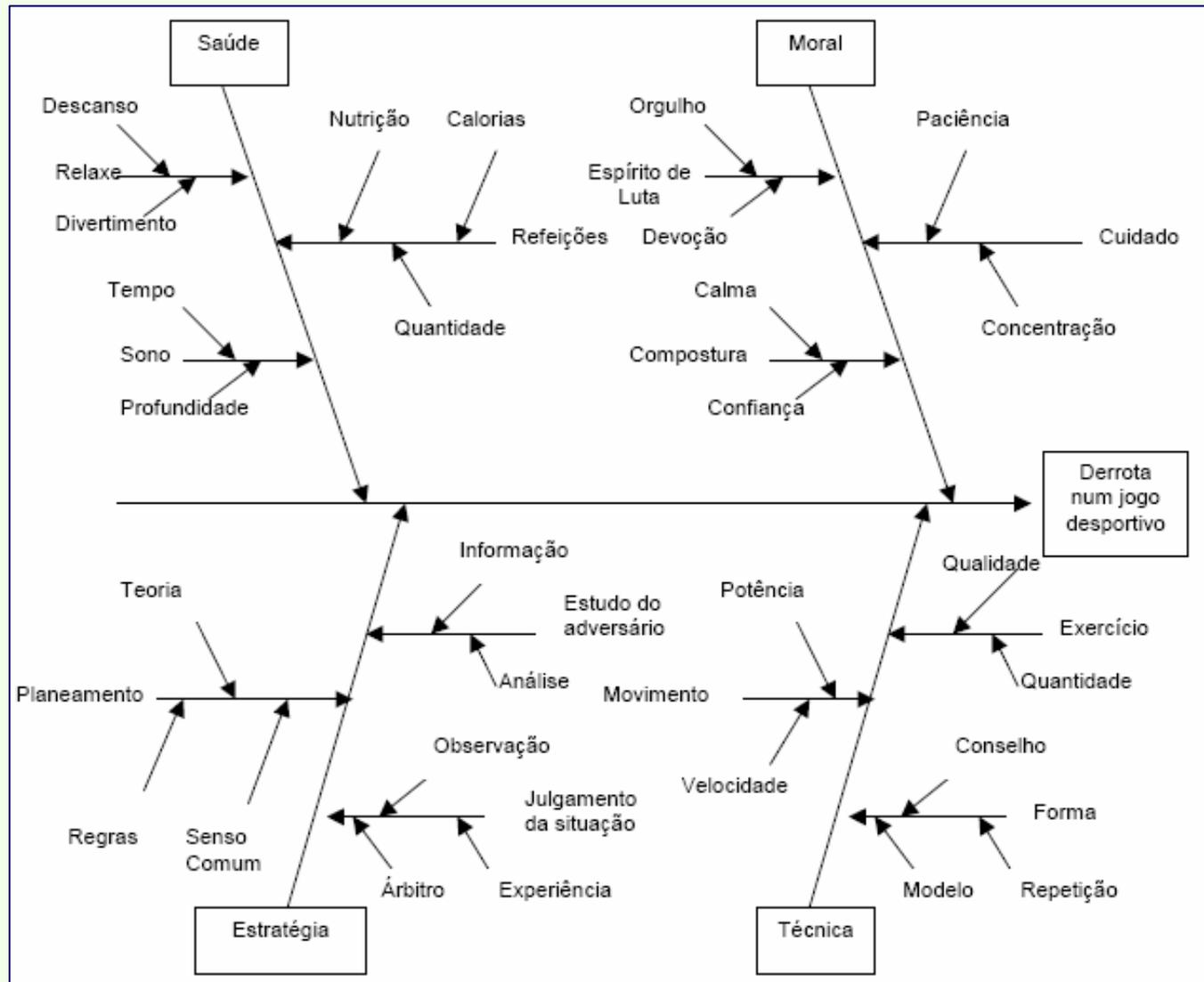
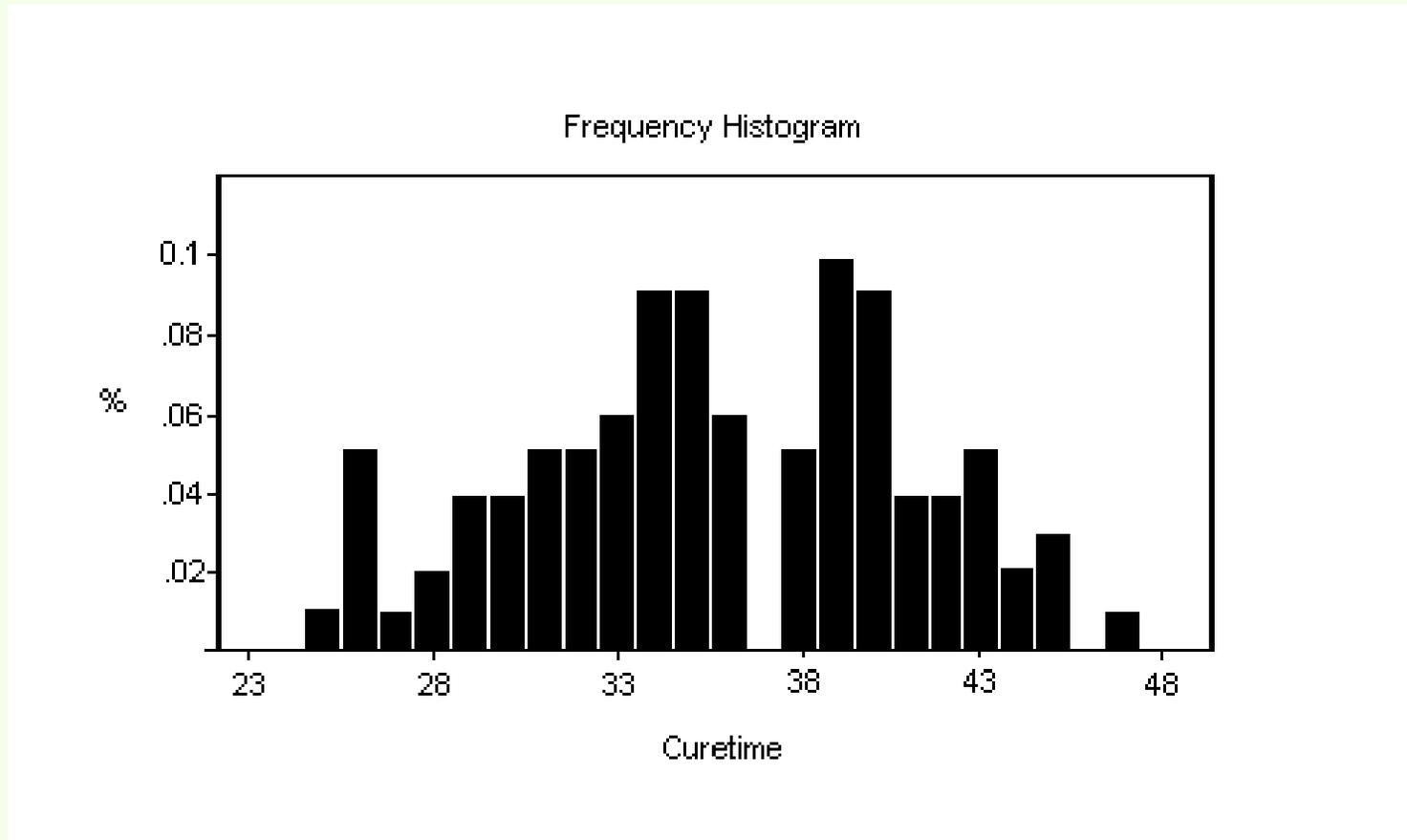


Diagrama de Causa e Efeito

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



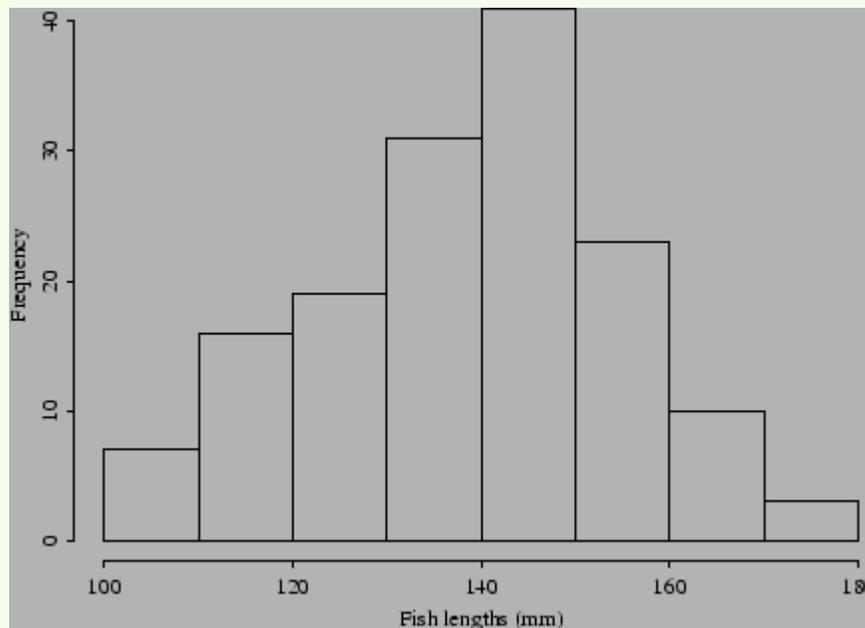
Histograma:

Gráfico de barras que mostra a frequência em que certo parâmetro ocorre, agrupando um grande número de dados em intervalos comuns

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

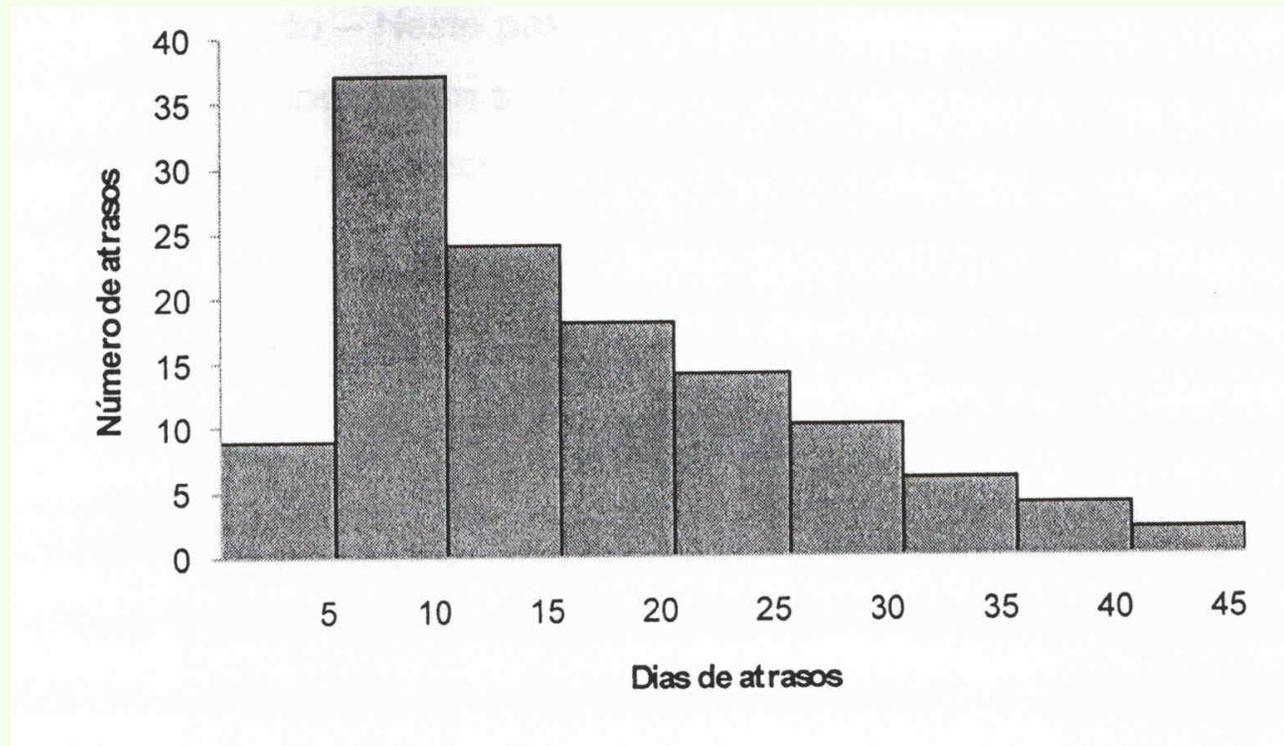
Comprimento do peixe (mm)	Frequência
100-109	7
110-119	16
120-129	19
130-139	31
140-149	41
150-159	23
160-169	10
170-179	3

150 peixes mortos foram encontrados vítimas de contaminação do rio e seus comprimentos foram medidos em milímetros. As medidas foram expressas na forma de tabela de frequência.



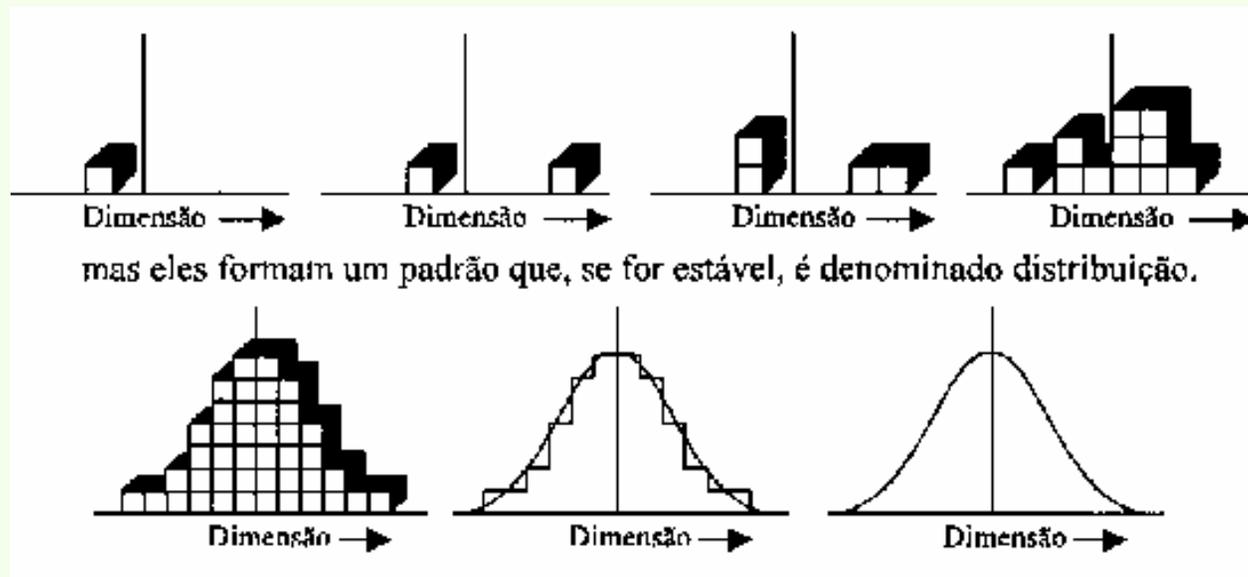
Histograma construído a partir desses dados

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



Histograma para a ocorrência de atrasos na produção dos itens referentes à programação realizada pelo PCP. Percebe-se que a maior parte dos atrasos na programação tem como característica estar 10 dias em atraso, decaindo exponencialmente após esse intervalo. Uma meta poderia ser reduzir não só o número de atrasos, mas principalmente o intervalo destes atrasos para até 5 dias, elaborando um plano de ação para isto.

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



*Histograma
descrevendo a
variabilidade de um
processo*

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

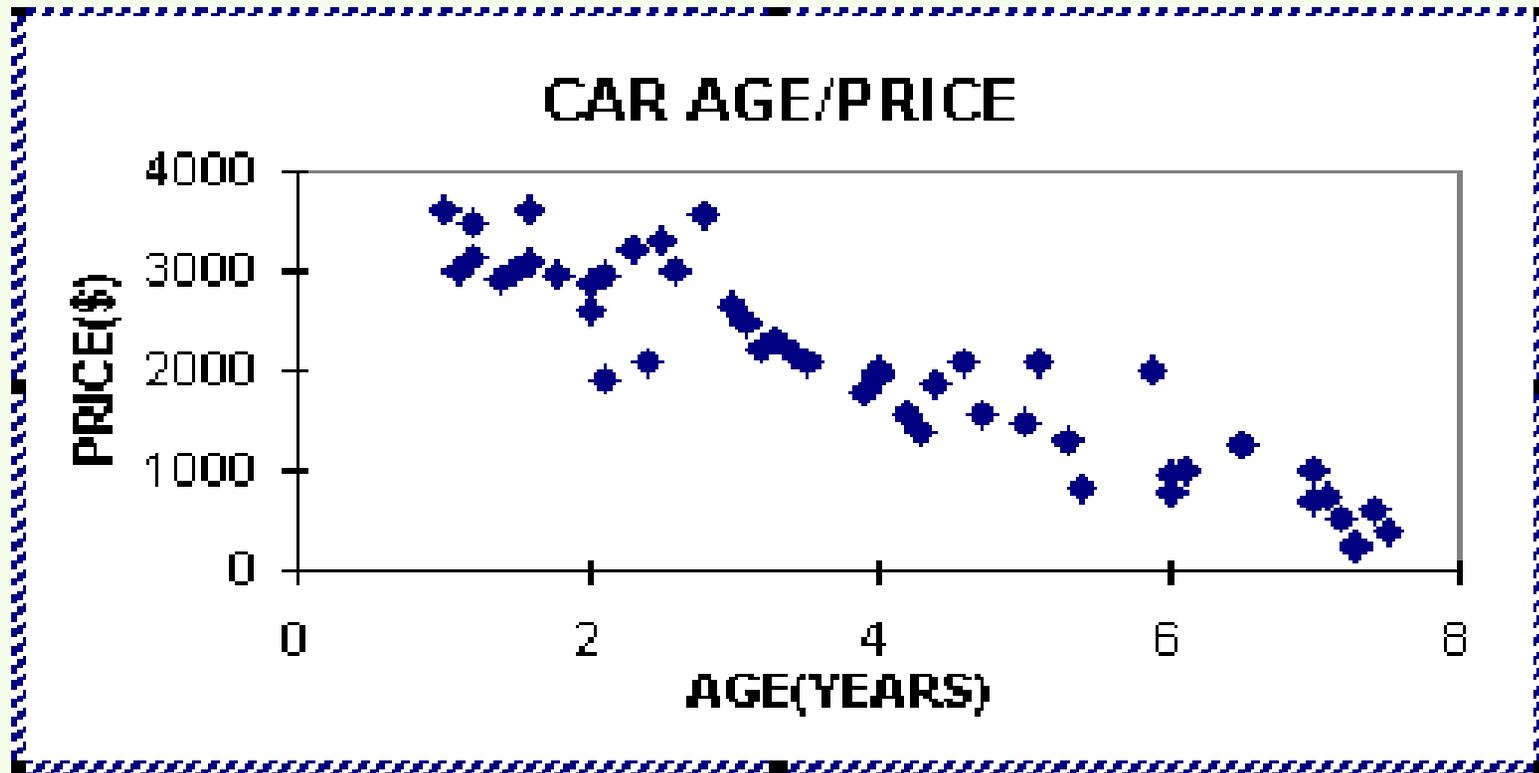


Gráfico de correlação: estudo da relação de correspondência entre duas variáveis

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

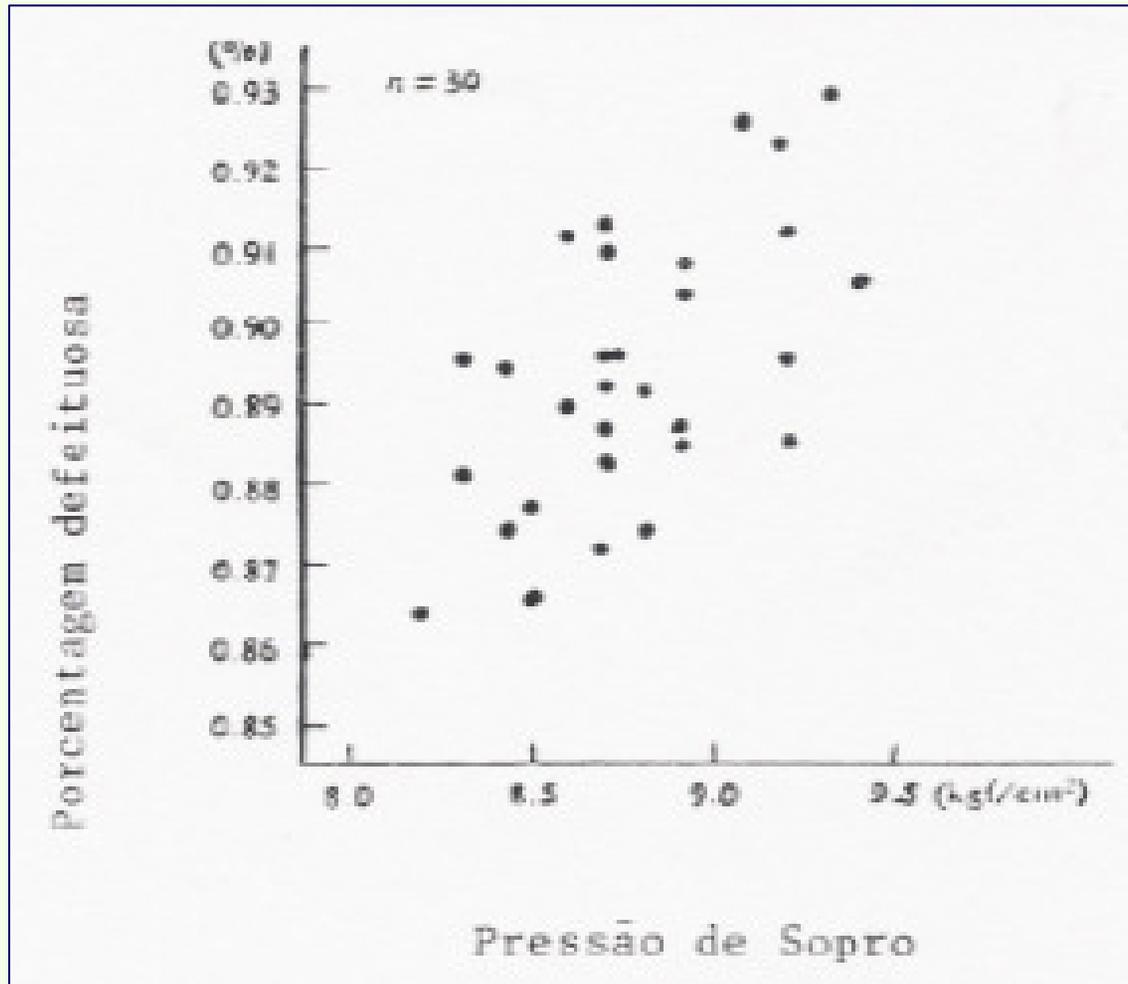


Gráfico de correlação: estudo da relação de correspondência entre duas variáveis

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

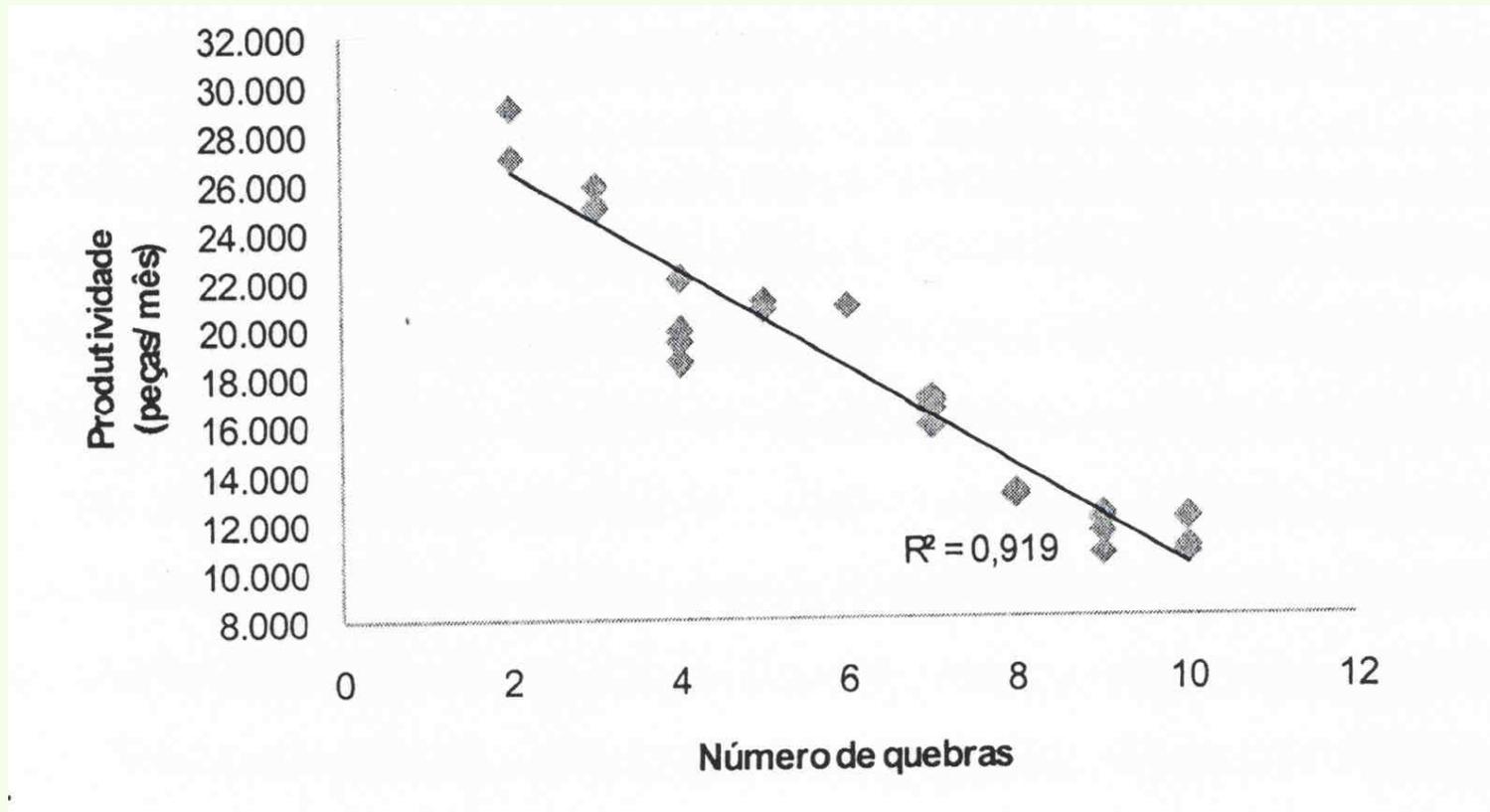


Gráfico de correlação: número de quebras de máquinas tem forte correlação negativa com a produtividade do setor, ou seja, à medida que o número de quebras de máquinas diminui, a produtividade do setor aumenta. O índice de correlação R^2 é de 91%.

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA

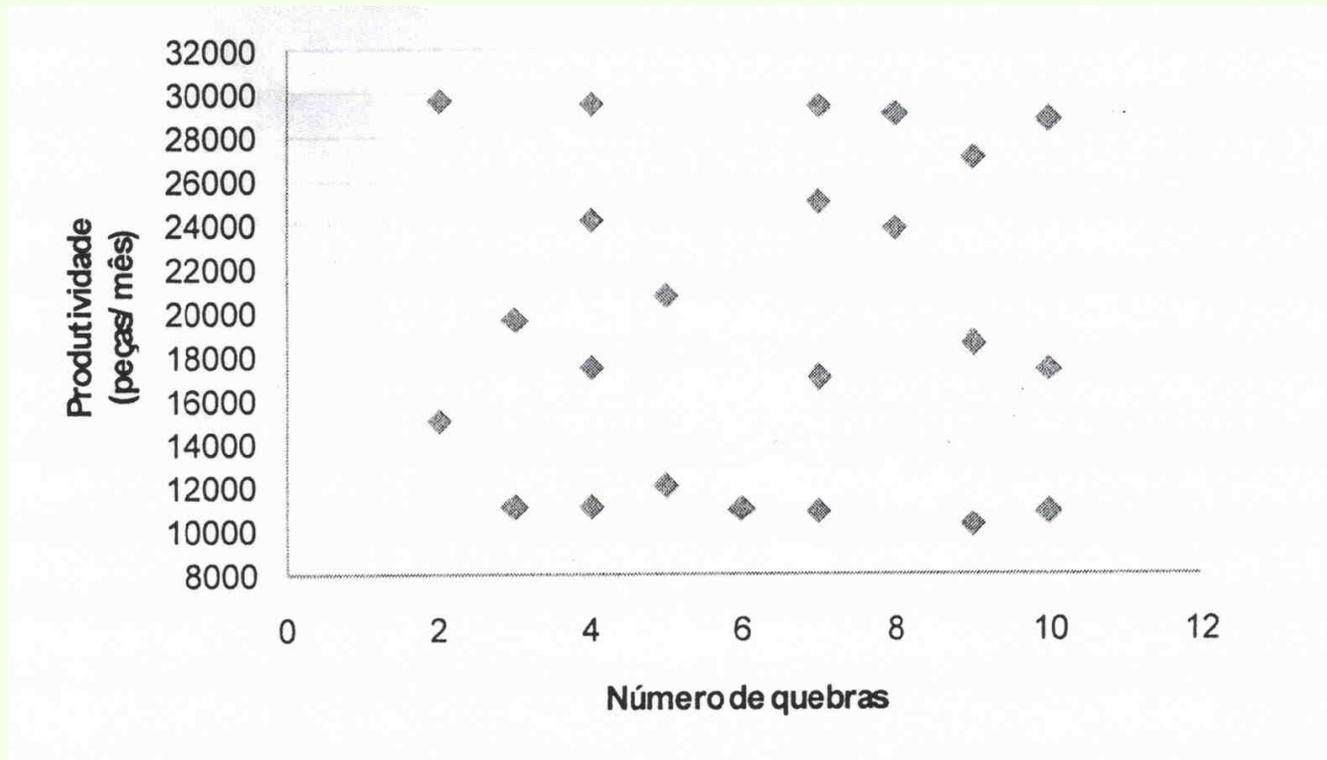
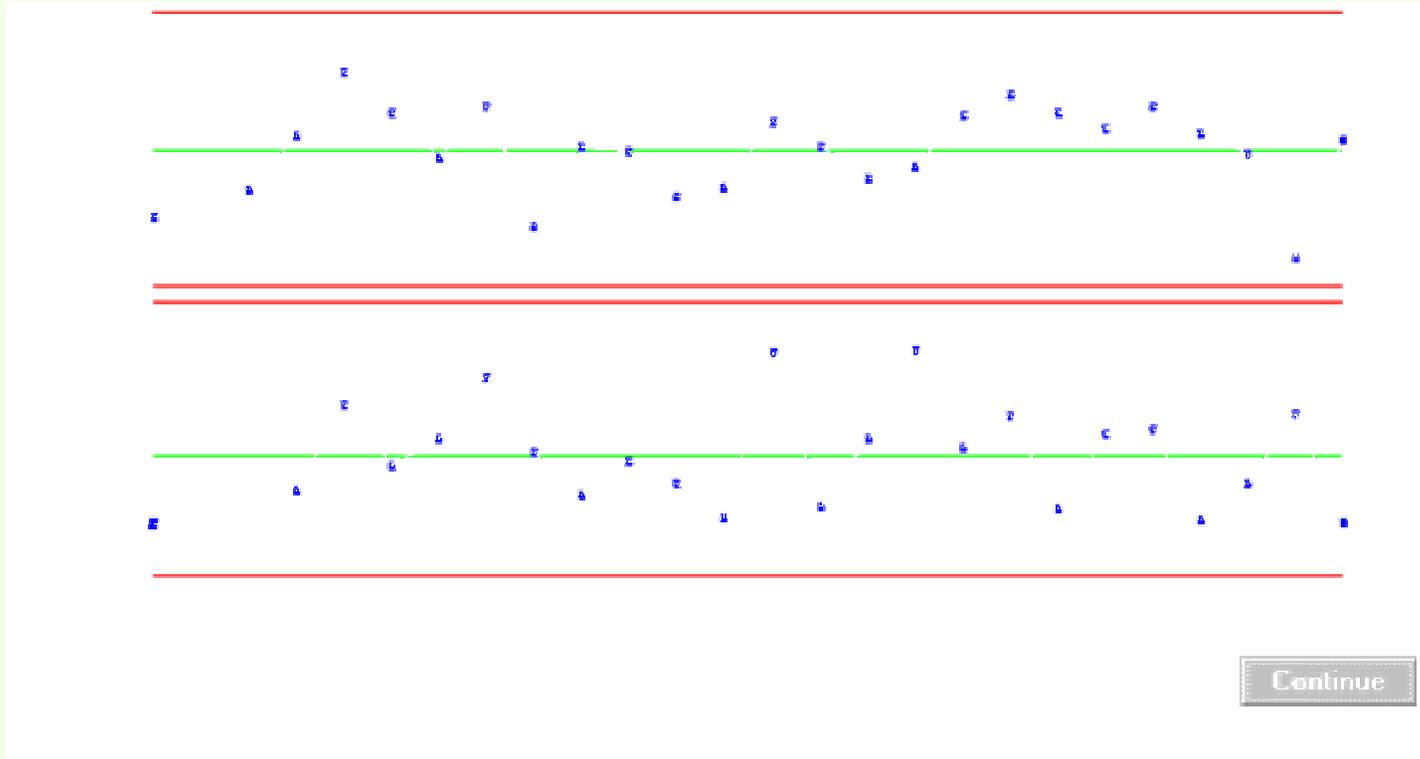


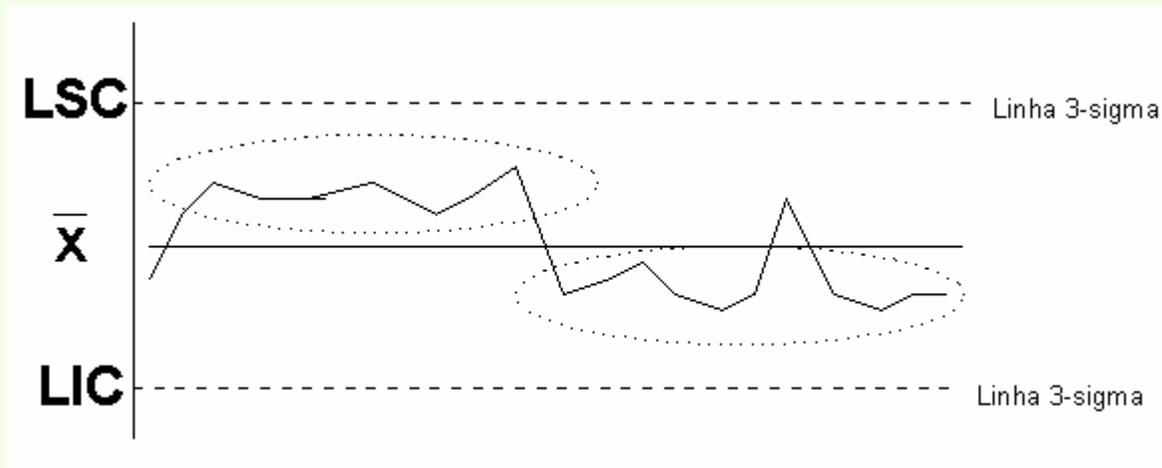
Gráfico de correlação: número de quebras de máquinas não tem correlação negativa com a produtividade do setor, ou seja, devem existir outras causas mais relevantes que influenciam a produtividade que devem ser investigadas para resolver o problema

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



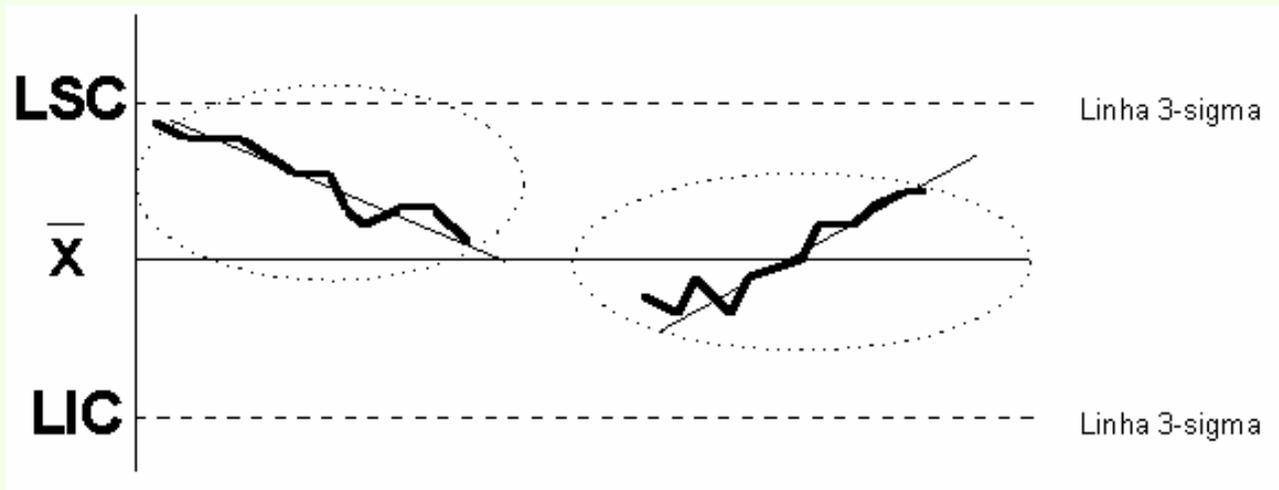
*Cartas de
Controle*

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



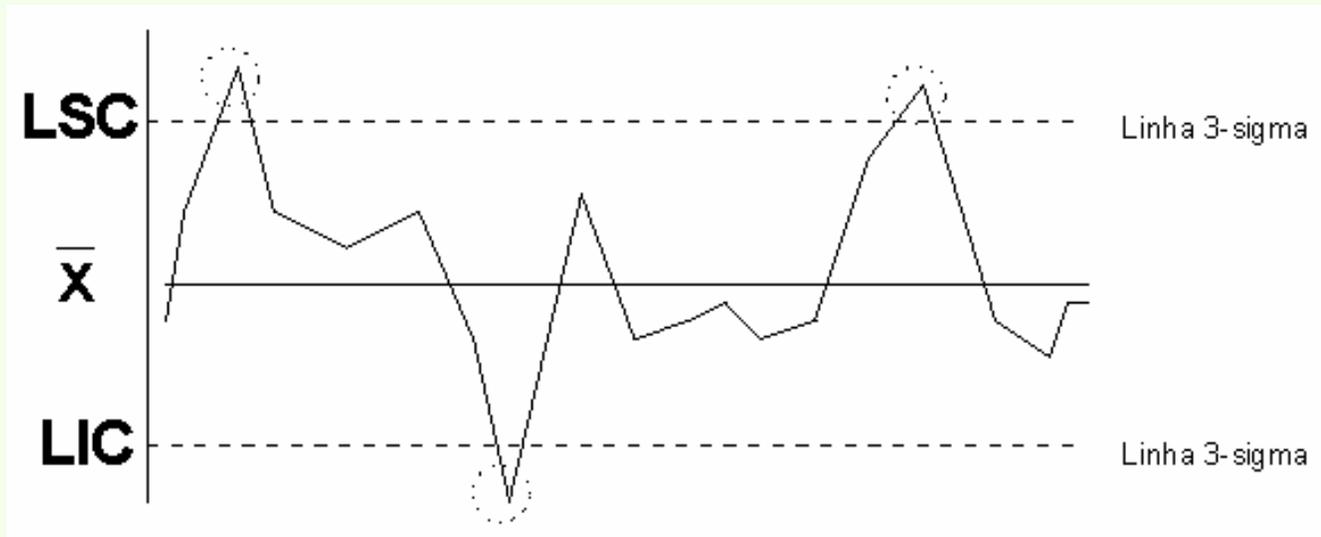
*Deslocamento da
Média*

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



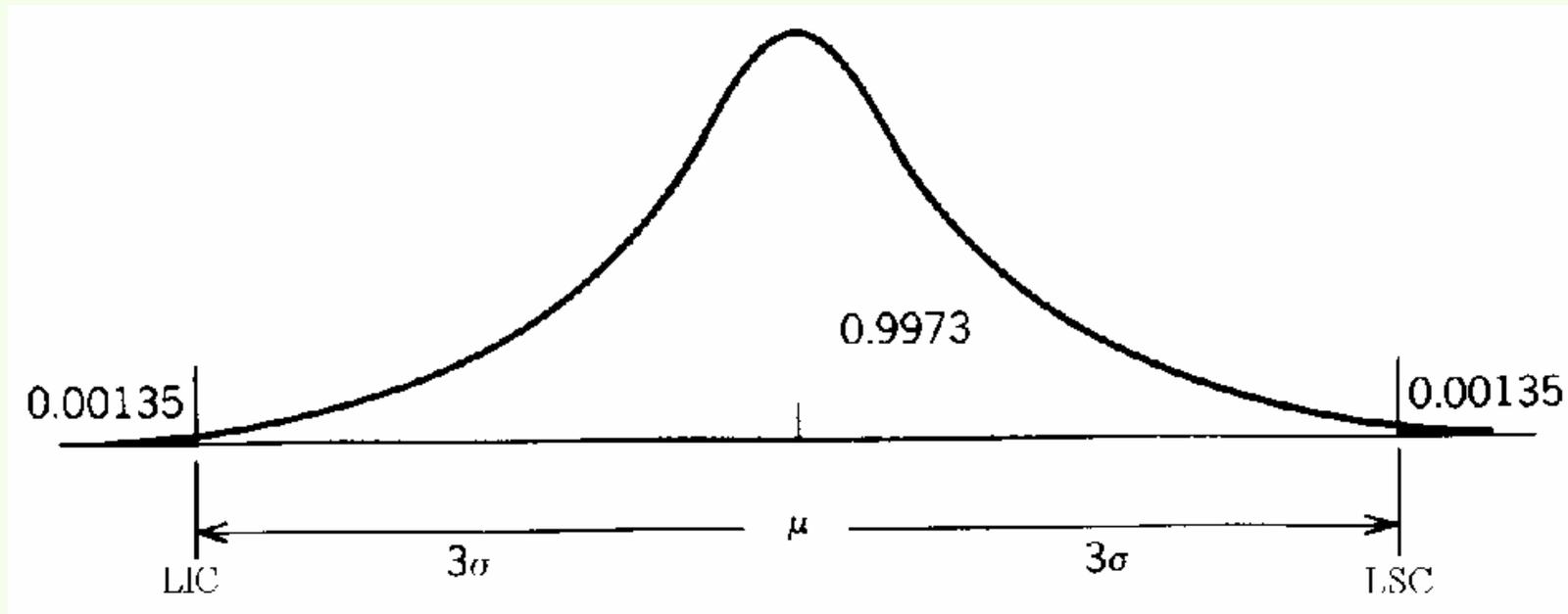
Tendências

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



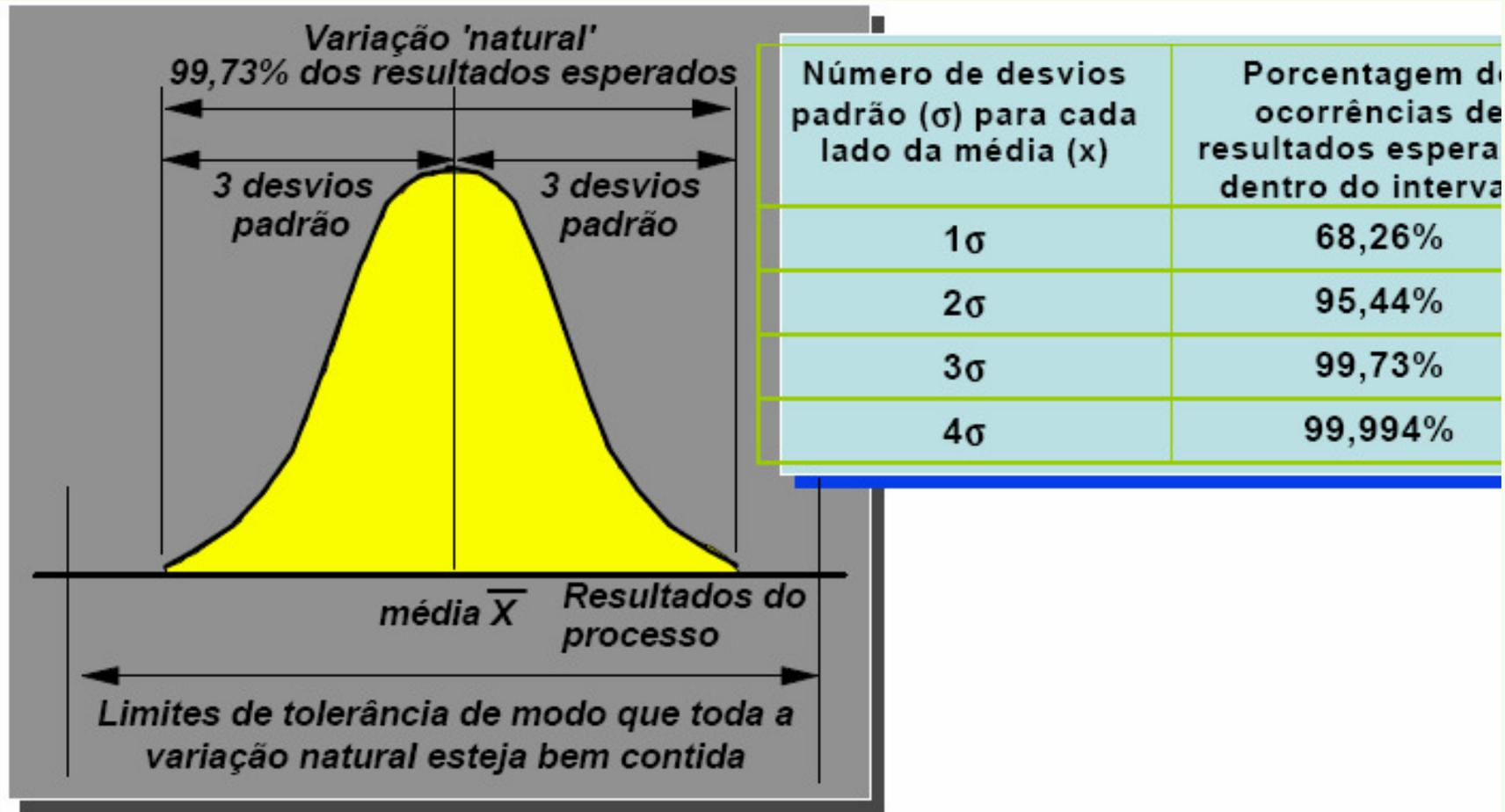
Pontos fora dos limites

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



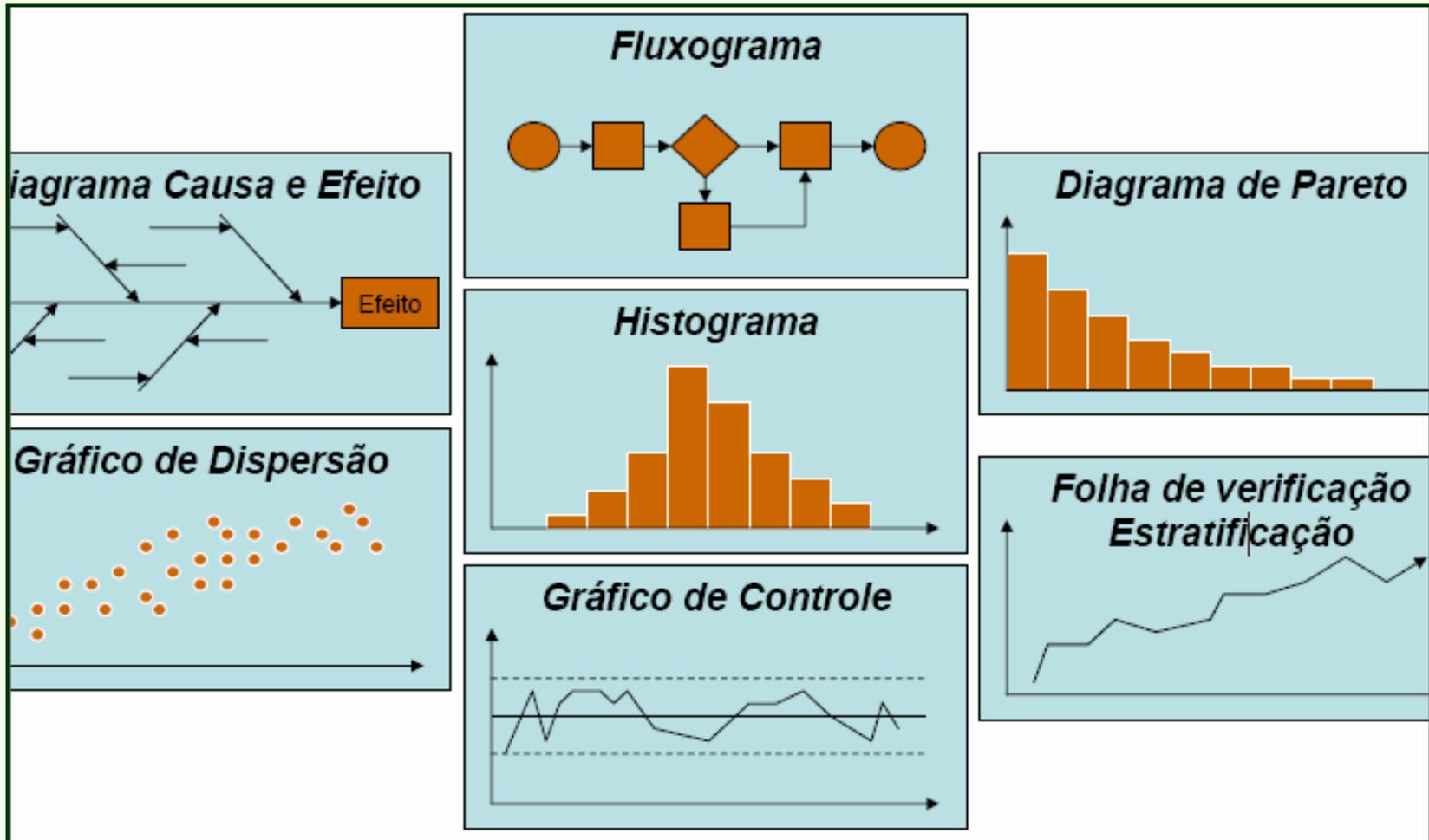
Distribuição normal

COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



Distribuição normal

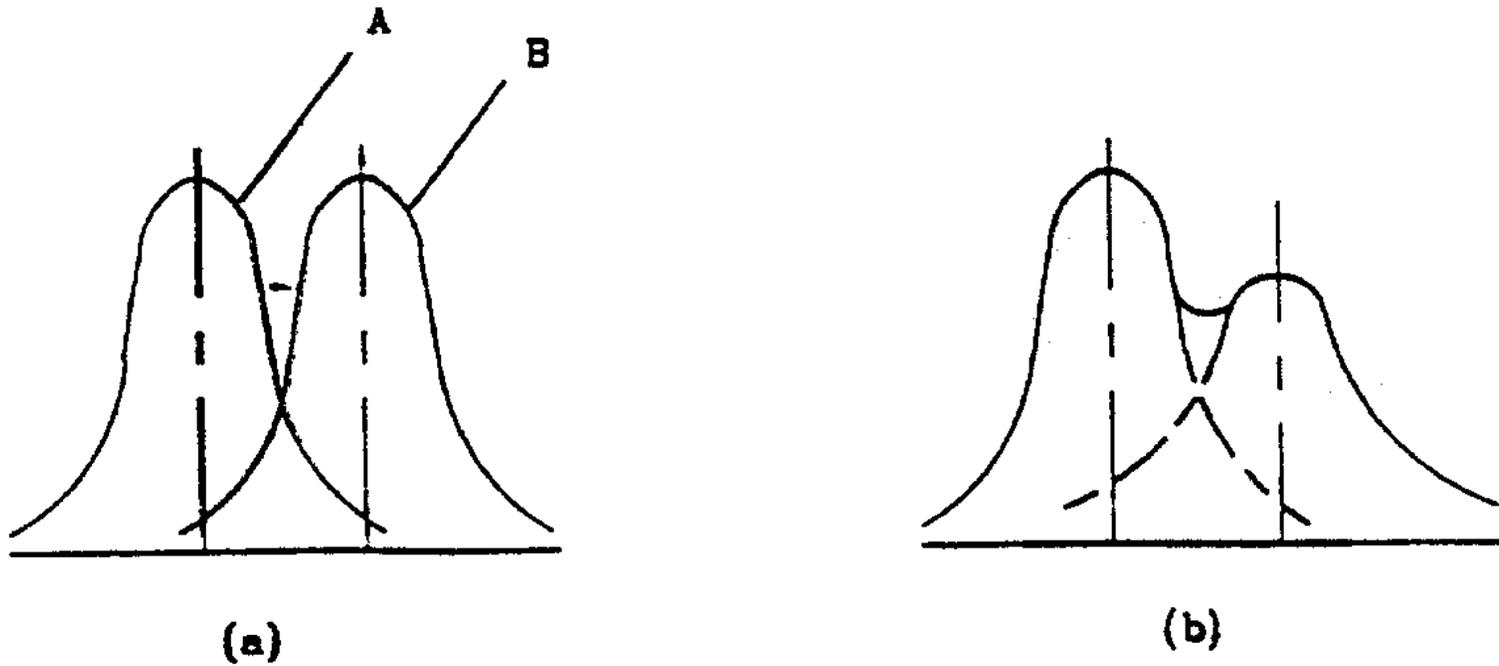
COMPONENTES ORGANIZACIONAIS E DE ENGENHARIA



PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

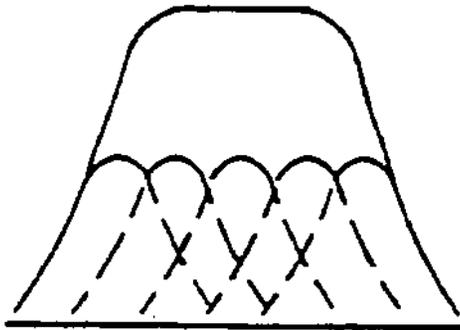
- Análise Estatística de Erros de Usinagem:
 - ◇ Modelos matemáticos descrevendo curvas de distribuição reais são construídos.
 - ◇ De acordo com a teoria da probabilidade, a curva de distribuição é a soma de um elevado número de variáveis independentes, e sempre aproxima-se à *distribuição normal*.
 - ◇ Já foi provado que durante a operação de usinagem em máquinas automáticas, com uma baixa taxa de desgaste, e também sem nenhum fator predominante afetando a precisão de usinagem, que a distribuição das dimensões da peça após a usinagem apresenta-se segundo a *distribuição normal*.
 - ◇ erros sistemáticos $\rightarrow \neq$ distribuição normal.

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM



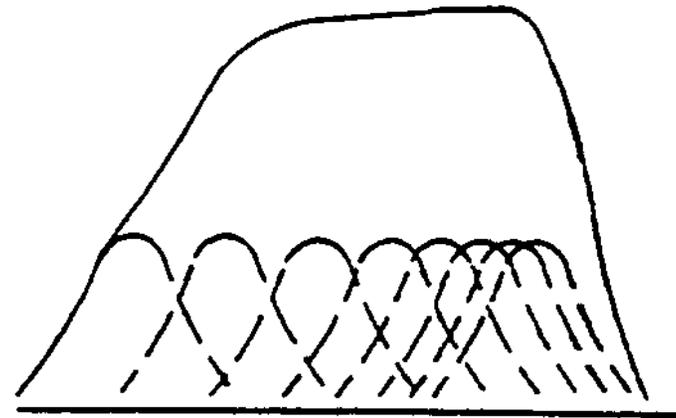
Influência de erros sistemáticos constantes na curva de distribuição

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM



(a)

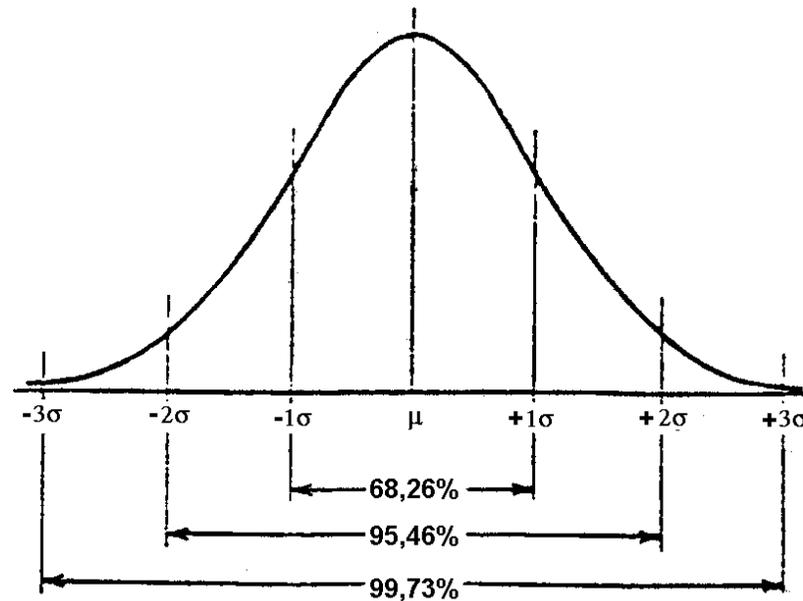
Desgaste da ferramenta



(b)

Deformação térmica

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM



Porcentagem das áreas da curva de distribuição normal

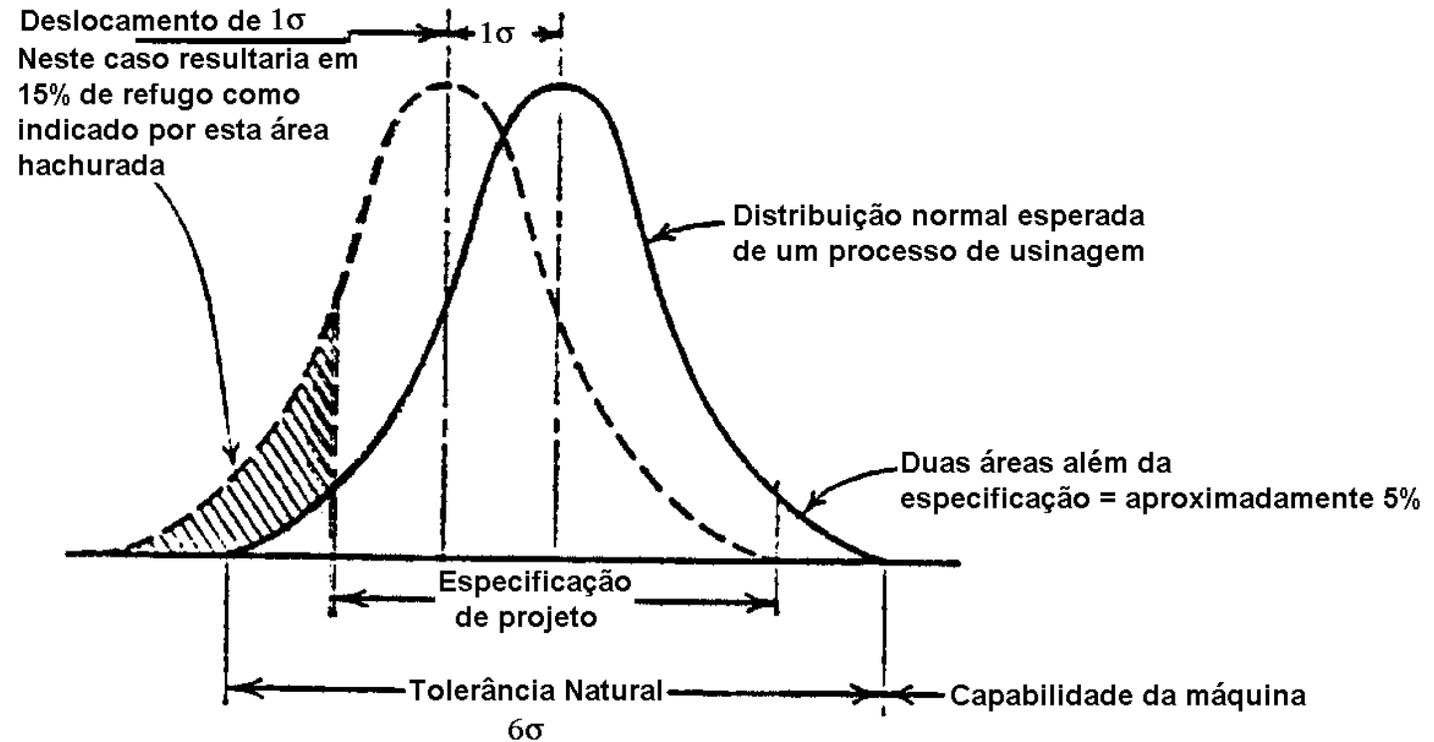
PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- Capacidade do Processo:
 - Estudo da capacidade aplica-se a um processo, máquina: ou dispositivo de inspeção
 - Capacidade de qualquer máquina ou processo for *superestimada* ⇒ perda financeira imediata e contínua
 - Capacidade de qualquer máquina ou processo for *subestimada* ⇒ capital foi gasto adquirindo-se capacidade excedente e não pode ser investida em outros lugares.

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

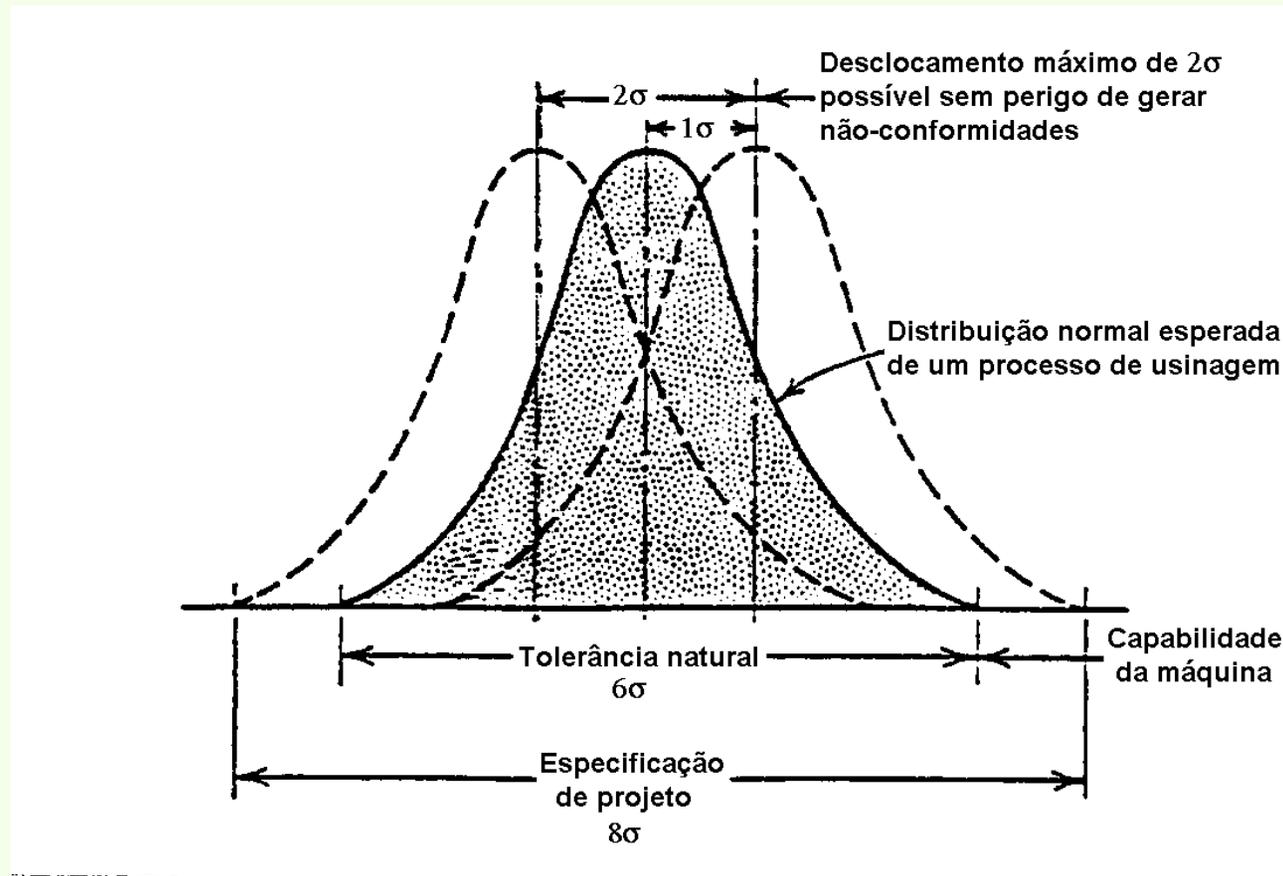
- Aplicações:
 - Seleção de máquinas baseadas na sua capacidade em relação aos requisitos de produto
 - Máquinas com faixas do processo ≤ 50 a 75% da tolerância da peça, permitindo um controle razoável das variações e uma pequena quantidade de desgaste para que procedimentos econômicos de manutenção possam ser estabelecidos.

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM



Condição onde a especificação da peça é menor que a capacidade da máquina ou processo

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM



Condição onde a especificação da peça é maior que a capacidade da máquina ou processo

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- Estabelecimento de programas de manutenção preventiva:
 - ◇ Estudos de capacidade de máquina contínuos → estabelecer agendas de manutenção preventiva.
 - ◇ Capacidade da máquina ↓ devido ao desgaste ⇒ novas agendas
 - ◇ Máquina próxima de manutenção ou substituição não deve ser selecionada

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- *Métodos para Determinar Capacidades*
 - O uso da amplitude de dispersão R como fator determinante (método da amplitude)
 - O uso da média \bar{X} e da amplitude R como fatores determinantes (método da média).
 - A tolerância natural encontrada por estes dois métodos é a estimativa 6σ para a máquina ou processo no teste.

DIAGRAMA FREQUÊNCIA-AMPLITUDE

Pc # 09320 Date 8-24-60

Pt. Name Pistão

Job # B-21 Tag # 2

Job qty 300 Oper # 20

OK by _____

Dept. _____ Mach # _____

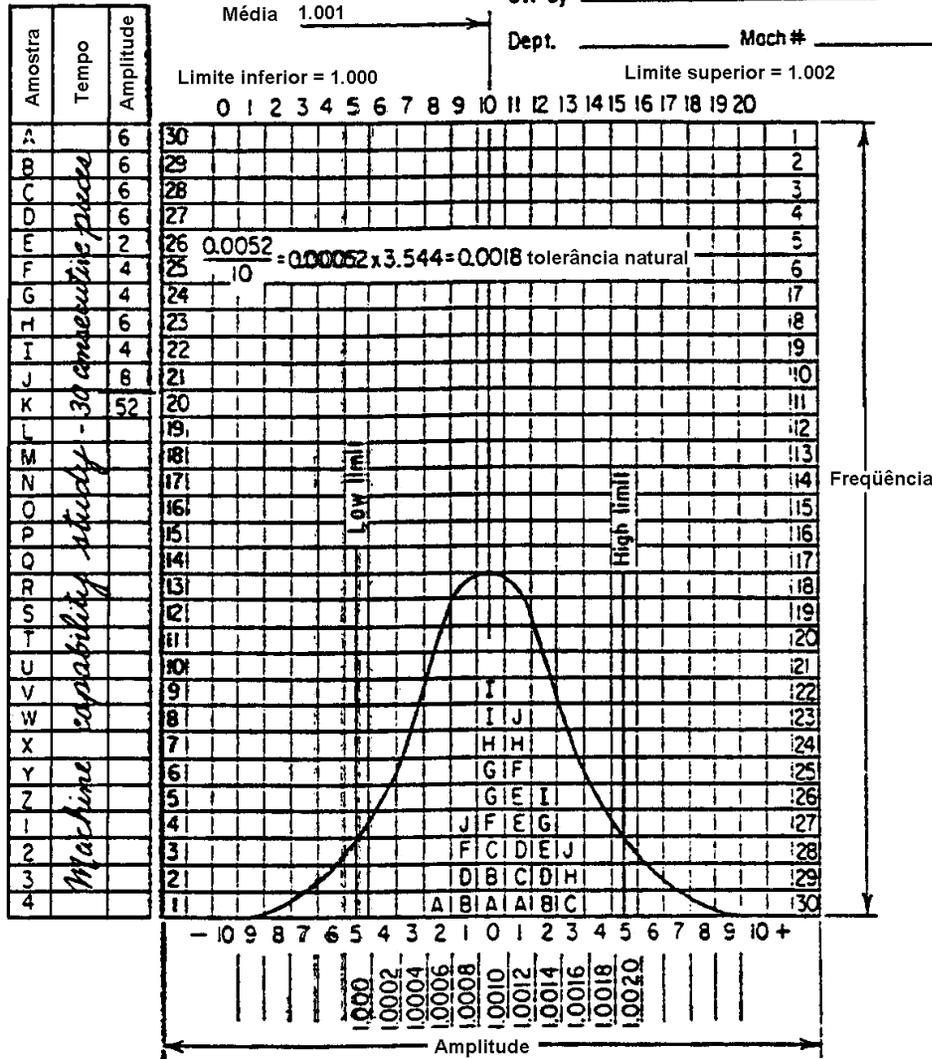


Gráfico de análise de médias e faixas

Código da peça 09320 Dimensão 1.000" - 1.002" Data 26/6/1992

TEMPO	NÚMERO DA AMOSTRA	VALORES					(S) SOMA	\bar{X} MÉDIA	(R) AMPLITUDE
		1	2	3	4	5			
	A	1.0006	1.001	1.0012	-	-	3.0028	1.0009	.0006
	B	1.0014	1.0008	1.001	-	-	3.0032	1.0011	.0006
	C	1.0016	1.0012	1.001	-	-	3.0038	1.0013	.0006
	D	1.0008	1.0012	1.0014	-	-	3.0034	1.0011	.0006
	E	1.0014	1.0012	1.0012	-	-	3.0038	1.0013	.0002
	F	1.001	1.0008	1.0012	-	-	3.0030	1.0010	.0004
	G	1.0014	1.001	1.001	-	-	3.0034	1.0011	.0004
	H	1.0016	1.0012	1.001	-	-	3.0038	1.0013	.0006
	I	1.0014	1.001	1.001	-	-	3.0034	1.0011	.0004
	J	1.0008	1.0016	1.0012	-	-	3.0036	1.0012	.0008
TOTAIS								10.0114	.0052
MÉDIAS								\bar{X} 1.00114	\bar{R} .00052

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 1.00114 + (1.023 \times .00052) = 1.00167$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 1.00114 - (1.023 \times .00052) = 1.00061$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R} = 2.574 \times .00052 = .00144$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} = 0 \times .00052 = 0$$

$$\text{Tolerância natural} = (UCL_{\bar{X}} - LCL_{\bar{X}}) \sqrt{n} = (1.00167 - 1.00061) \sqrt{3} = .00184$$

Diagrama de médias e amplitudes

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

Tamanho da Amostra n	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1,880	0	3,268	1,128
3	1,023	0	2,574	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059
5	0,577	0	2,114	2,326
6	0,483	0	2,004	2,534
7	0,419	0,076	1,924	2,704
8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	0,337	0,184	1,816	2,970
10	0,308	0,223	1,777	3,078
11	0,285	0,256	1,744	3,173
12	0,266	0,284	1,717	3,258
13	0,249	0,308	1,692	3,336
14	0,235	0,329	1,671	3,407
15	0,223	0,348	1,652	3,472

Fatores para o cálculo dos limites de controle e capacidade de máquina

No. da peça 09320

Cota 1.000 - 1.002

Data 26/8/1992

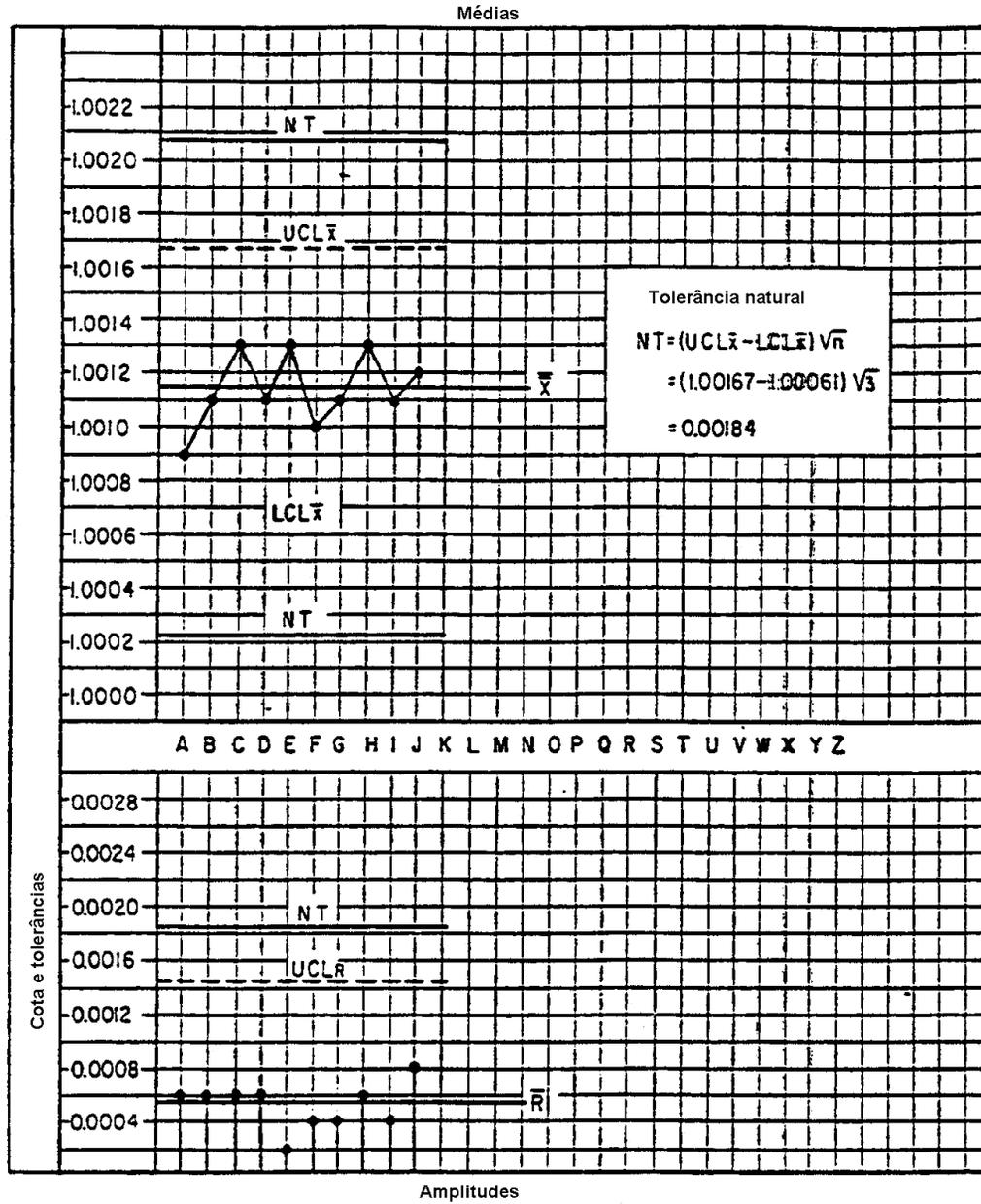


Gráfico de análise de médias e amplitudes

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- Índices de Capabilidade do Processo: C_p
 - Processo considerado estável \Rightarrow média do processo centrada no valor nominal da faixa de tolerância (isto é, na média do projeto da peça):

$$C_p = \frac{LTS - LTI}{6\sigma}$$

$$C_p > 1,33 \text{ ou } 1,5 \text{ ou } 1,66$$

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- Índices de Capabilidade do Processo: C_{pk}
 - Processo não necessariamente estável:

$$C_{pk} = \text{Min} (C_{ps}, C_{pi})$$

$$C_{ps} = \frac{LTS - \bar{x}}{3\sigma}$$

$$C_{pi} = \frac{\bar{x} - LTI}{3\sigma}$$

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- Índices de Capabilidade do Processo:

Valor de C_p ou C_{pk}	1,00	1,20	1,30	1,33	1,66	2,00
C_p: ppm fora da tolerância	3000	300	100	<60	<1	<10⁻⁵
C_{pk}: ppm acima ou abaixo da faixa de tolerâncias	1500	150	50	<30	<1	<10⁻⁵

PRECISÃO E ERROS DE USINAGEM

- Exercício: Para uma determinada peça, a especificação de uma cota de projeto é de $20^{\pm 0.3}$ mm. Tem-se à disposição três máquinas, cujos dados a respeito da média das médias e média das amplitudes estão tabelados abaixo.

<i>Máquina</i>	<i>Média das médias</i>	<i>Média das amplitudes</i>
A	20	0,27
B	20,1	0,16
C	20,02	0,10
Número de amostras = 12, Tamanho da amostra = 4		

Faça uma análise de quais destas máquinas é a mais conveniente para a obtenção daquela cota de projeto.