

# **Tecnologia de Comando Numérico**

## **164399**

### **Aula 1**

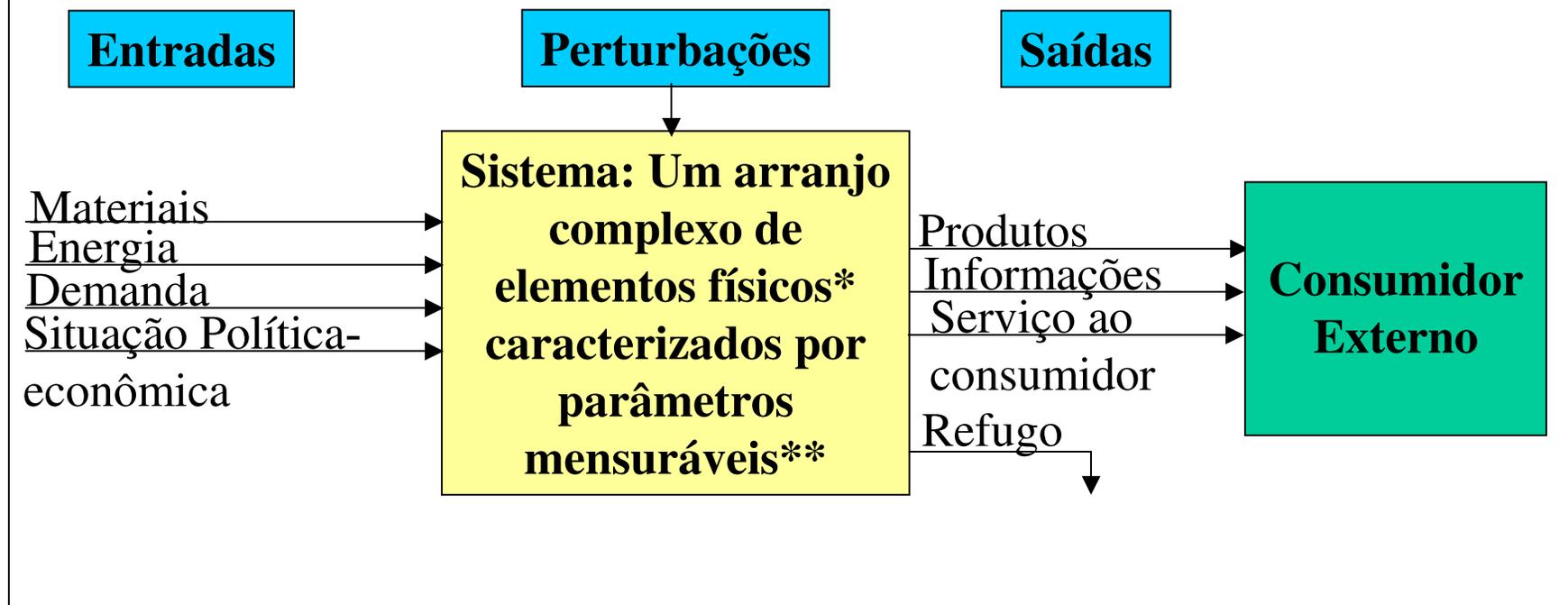
## **- Sistemas de Produção - Introdução**

**Prof. Edson Paulo da Silva**

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## SISTEMAS DE PRODUÇÃO

*Sistema: define de forma abstrata um agrupamento relativamente complexo de elementos físicos caracterizados por parâmetros mensuráveis (Rubinstein [1]).*



[1] Rubinstein, M., Pattern of problem solving, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

Para Sistemas de Produção tem-se:

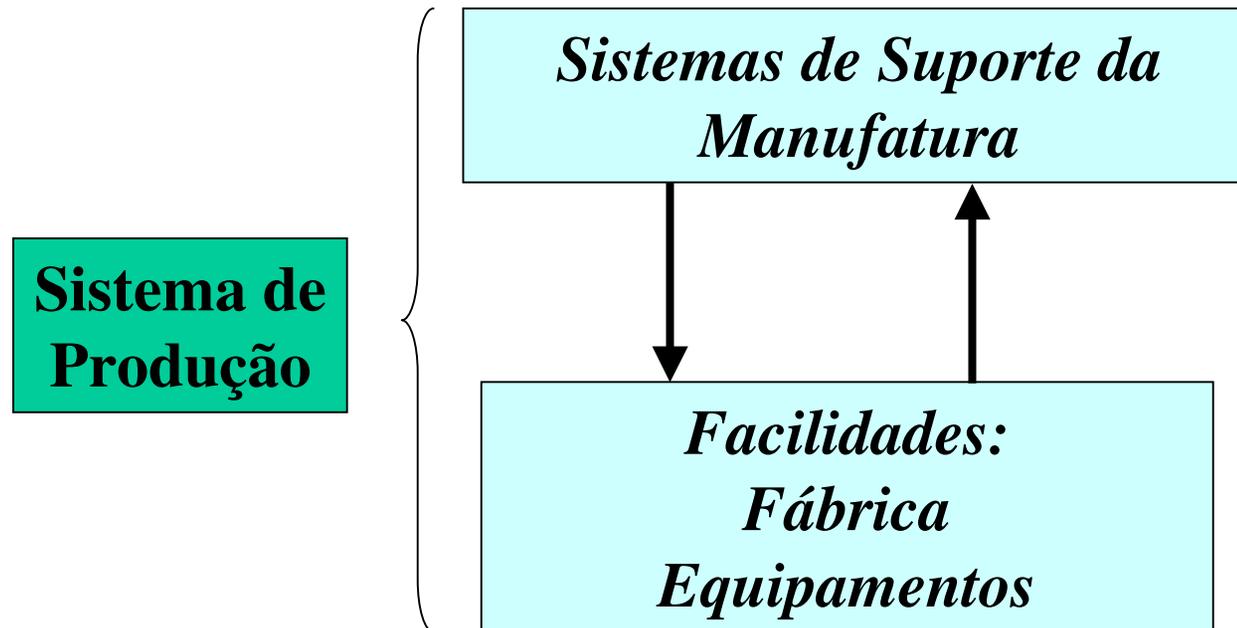
***\*Elementos físicos:*** Máquinas, ferramentas, equipamentos de manuseio de material, pessoas (consumidores internos - usuários do sistema);

***\*\*Parâmetros mensuráveis:*** Tempo de produção, taxa de produção, estoque intermediário, % de defeitos, % de entregas no prazo, volume de produção diário/semanal/mensal, custo total ou custo unitário, etc.;

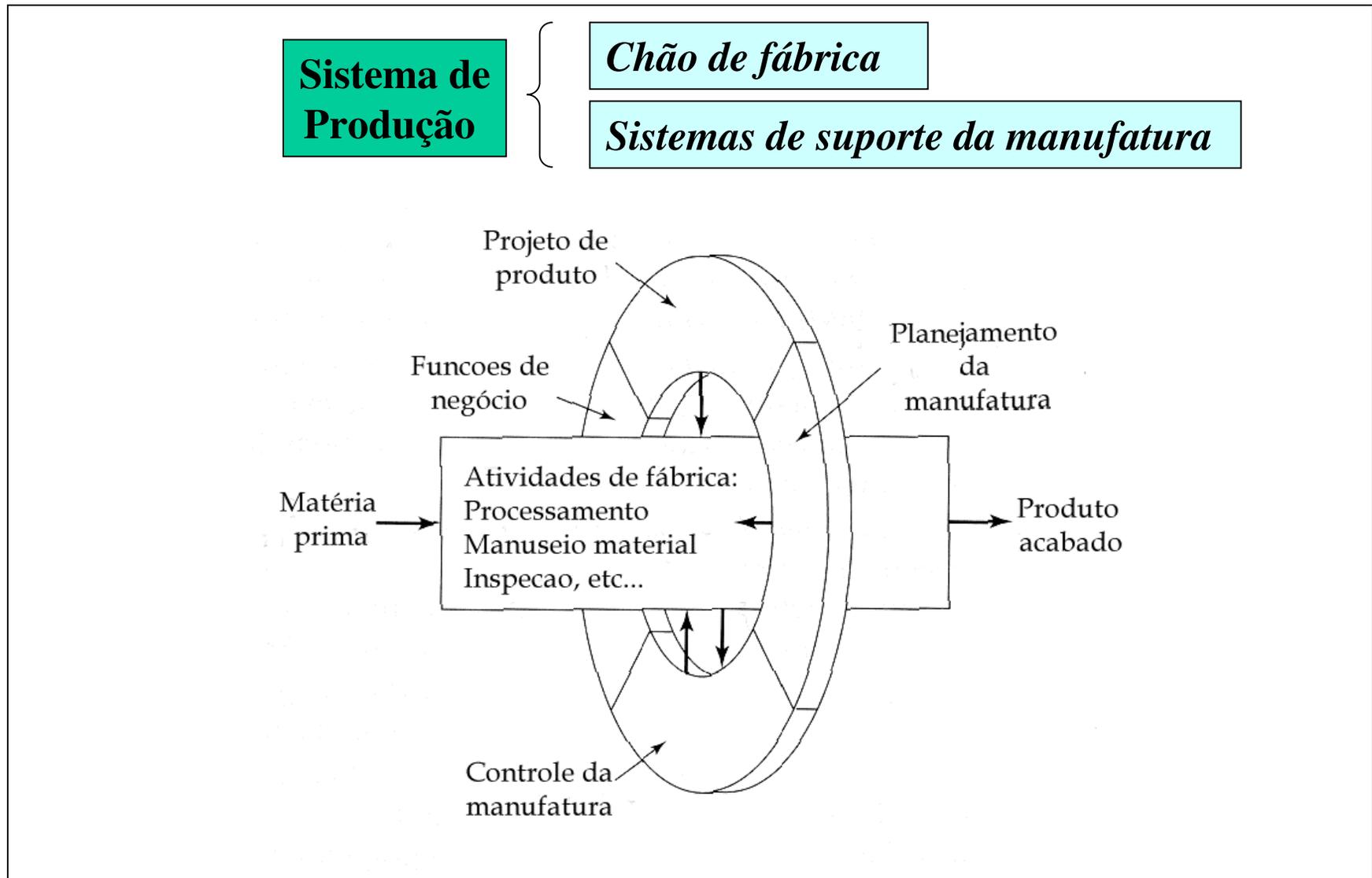
[1] Rubinstein, M., Pattern of problem solving, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- De forma simplificada Sistema de Produção pode ser definido com sendo um *conjunto de pessoas, equipamentos e procedimentos organizados para realizar as operações de manufatura de uma empresa* . Eles pode ser dividido em dois níveis:



# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos



## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

### i) Facilidades (Chão de fábrica)

Consiste da fábrica, equipamentos (máquinas de produção e ferramentas), equipamentos de manuseio de materiais, equipamentos de inspeção, sistemas computacionais de controle das operações de manufatura e do arranjo físico;

- Os equipamentos são usualmente arranjados em agrupamentos lógicos;
- Tais agrupamentos, juntamente com seus operadores, são denominados *Sistemas de Manufatura* na fábrica;
- *Sistema de Manufatura* usualmente se refere ao grupo de máquinas e operadores (Ex.: um linha de produção);

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Os *Sistemas de Manufatura* têm contato físico direto com o produto, eles tocam o produto;
- Muitos fatores influenciam na forma de uma empresa se organizar. Na produção de unidades discretas destacam-se a *quantidade* e a *variedade* de produto;

### *Quantidade de produto*

- Produção de baixo volume (*job shop production*): 1 a 100 unidades/ano;
- Produção de médio volume (*batch production*): 100 a 10.000 unidades/ano;
- Produção de alto volume (*mass production*): acima de 10.000 unidades/ano;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

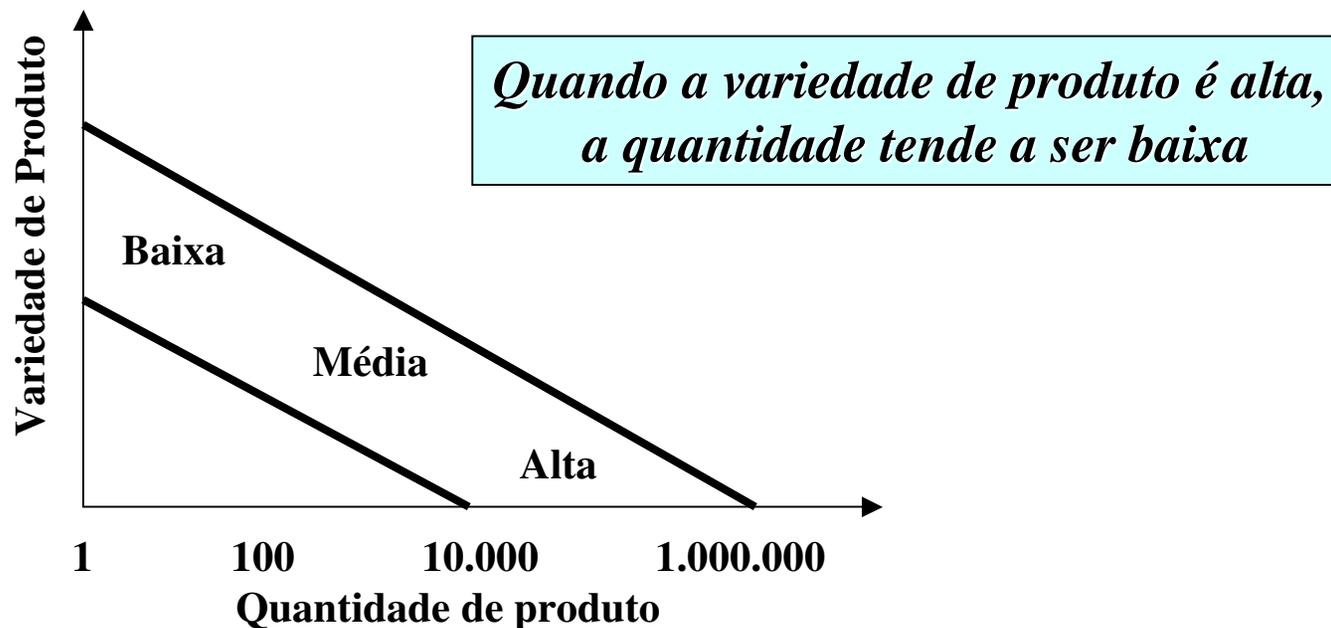
## *Variedade de produto*

Para descrever quão um produto é diferente de outros define-se:

- Variedade de produto *hard*: os produtos se diferem substancialmente entre si => *proporção baixa ou nula de itens comuns* (produtos fabricados em linhas de montagem diferentes - carro e caminhão);
- Variedade de produto *soft*: os produtos se diferem levemente entre si => *proporção alta de itens comuns* (modelos de carros fabricados na mesma linha de produção);

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

→ Algumas plantas produzem diferentes produtos em baixo ou médio volumes, outras se especializam na produção de altos volumes de um único produto. Existe uma correlação inversa entre *quantidade* e *variedade* de produto;



## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

### → *Produção de baixo volume (1 a 100 u/ano)*

- tipo de produção normalmente *job shop*: produz baixa quantidade de produtos especializados e customizados;
- produtos normalmente complexos como cápsulas espaciais, aviões, maquinarias especiais, etc;
- inclui também a fabricação de peças componentes de produtos;
- as ordens de fabricação são normalmente especiais e podem não repetir;
- os equipamentos são de uso genérico e a força de trabalho altamente habilidosa;

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- é concebido para lidar com máximo de flexibilidade (variedade *hard*);
- para produtos pesados mão de obra e equipamento vão até ele;
- Este tipo de *layout* é usualmente chamado de “arranjo de posição fixa”;
- Os componentes individuais que atendem os grandes produtos são normalmente produzidos em fábricas que têm um *arranjo funcional*;

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

→ *Produção de médio volume (100 a 10.000 u/ano)*

Em função da variedade de produto diferencia-se dois tipos:

- Variedade de produto *hard* => produção em lotes:
  - para cada lote um *setup* diferente;
  - ordens se repetem com frequência;
  - taxa de produção do equipamento maior que a demanda de qualquer produto => compartilhamento de equipamento entre diferentes produtos;
  - normalmente usado em produção para estoque;
  - o arranjo normalmente é o de funcional;

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Variedade de produto é *soft*: não requer muitas mudanças de setup:
  - o arranjo celular pode ser adequado para a produção de média quantidade;
  - os equipamentos são configurados para fabricarem grupos de peças similares sem perda significativa de tempo de *setup*;

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

→ *Produção de alto volume (acima de 10.000 u/ano)*

É conhecida como produção em massa e predomina em situações caracterizadas por uma alta taxa de demanda para o produto, e a planta é dedicada à fabricação daquele produto. Distingue-se duas categorias de produção em massa:

- *Produção em quantidade (Quantity production)*
  - envolve a produção em massa em equipamentos únicos;
  - utiliza-se tipicamente máquinas convencionais equipadas com ferramental especial (Ex.: prensas de estampagem com dispositivos de manuseio de moldes e material);
  - o arranjo físico típico é o funcional;

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Produção em linha de fluxo (*Flow line production*)
  - envolve a produção em massa com múltiplos equipamentos (estações de trabalho) arranjados em seqüência. As peças ou conjuntos são transportados ao longo da seqüência para completar o produto;
  - as estações de trabalho consistem de máquinas e/ou operadores equipados com ferramentas especiais;
  - as estações são projetadas especificamente para o produto visando maximizar a eficiência;
  - o arranjo físico é o *de produto* ou *em linha*;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

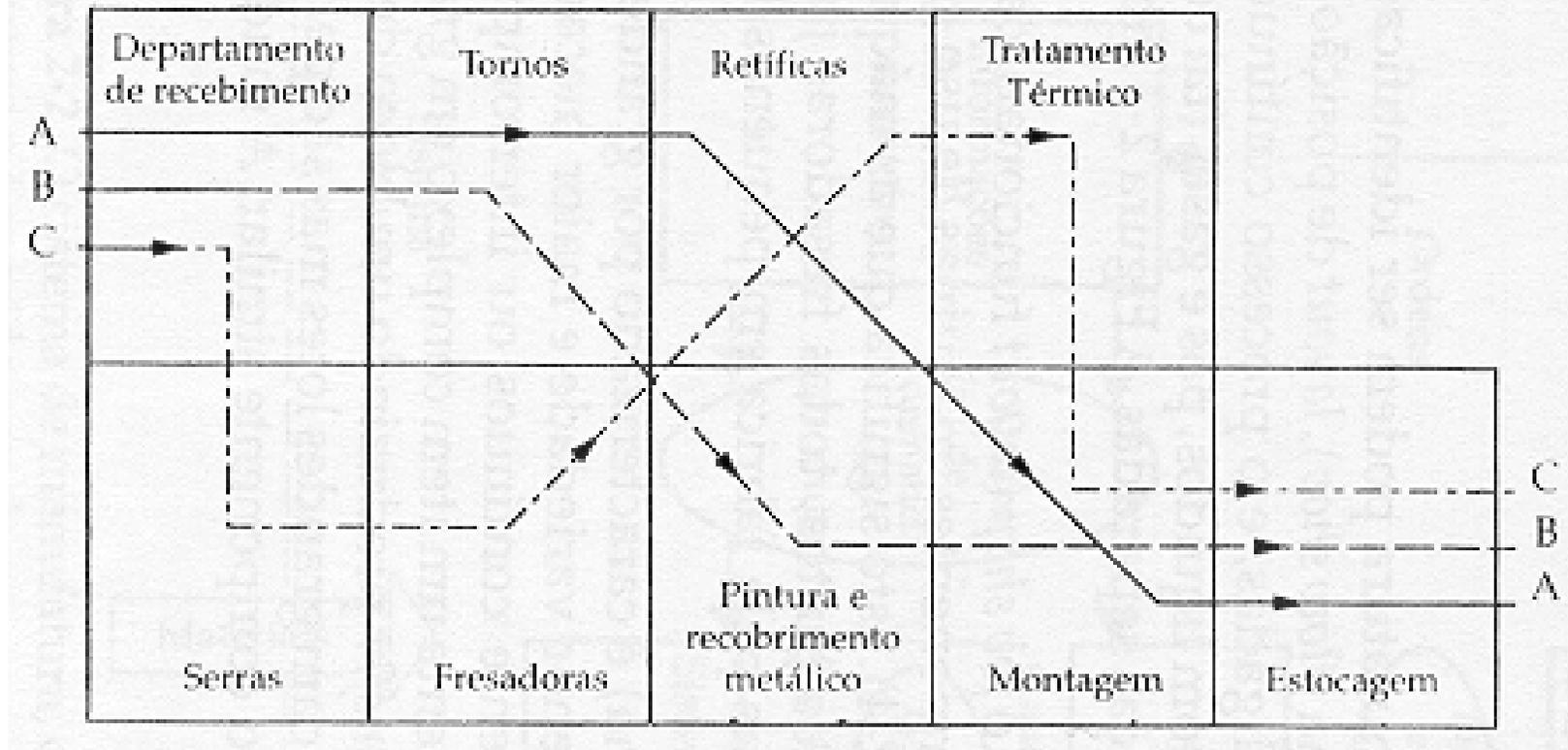
## → Arranjos físicos (*Layouts*) de Sistemas de Manufatura

- Cinco tipos básicos: a) Arranjo funcional, b) Arranjo em linha, c) Arranjo celular, d) Arranjo de projeto e e) Arranjo de processos contínuos:

### a) Arranjo funcional (*job shop*)

- máquinas agrupadas por função ou tipo;
- máquinas flexíveis (de propósito geral);
- elevada variedade de peças;
- peças são roteadas pelos setores;
- alta flexibilidade quanto à variedade de peças. Ele pode acomodar uma grande variedade de seqüências de operações para produzir diferentes peças;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos



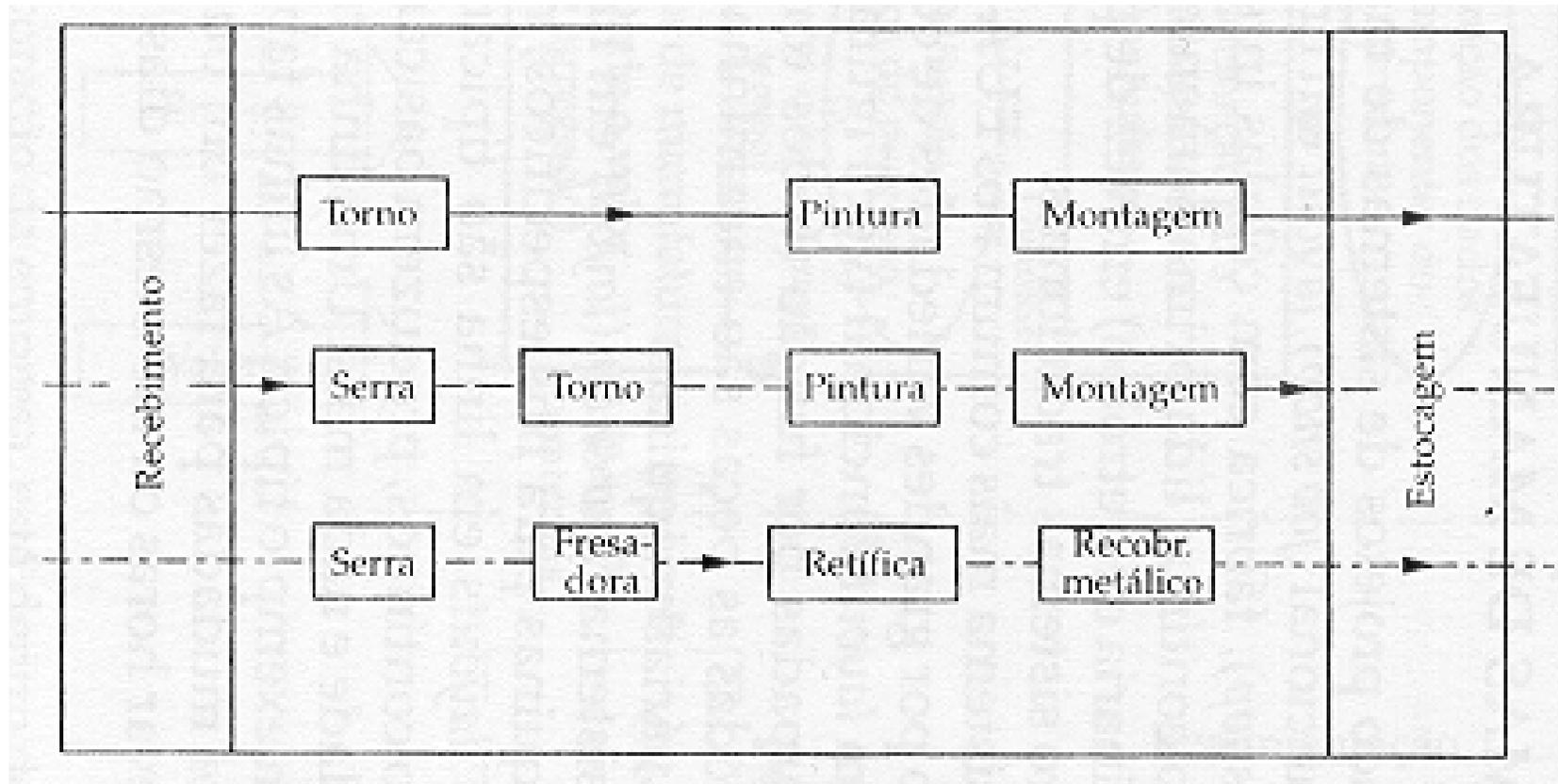
**Exemplo de arranjo funcional.**

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## **b) Arranjo em linha (*flow shop*)**

- máquinas organizadas segundo seqüência de operações;
- máquinas dedicadas (de propósito específico);
- mais mecanização;
- menor variedade de peças;
- alta capacidade de produção:os equipamentos são projetados para fabricar peças específicas podendo assim fabricar grande volumes de peças;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

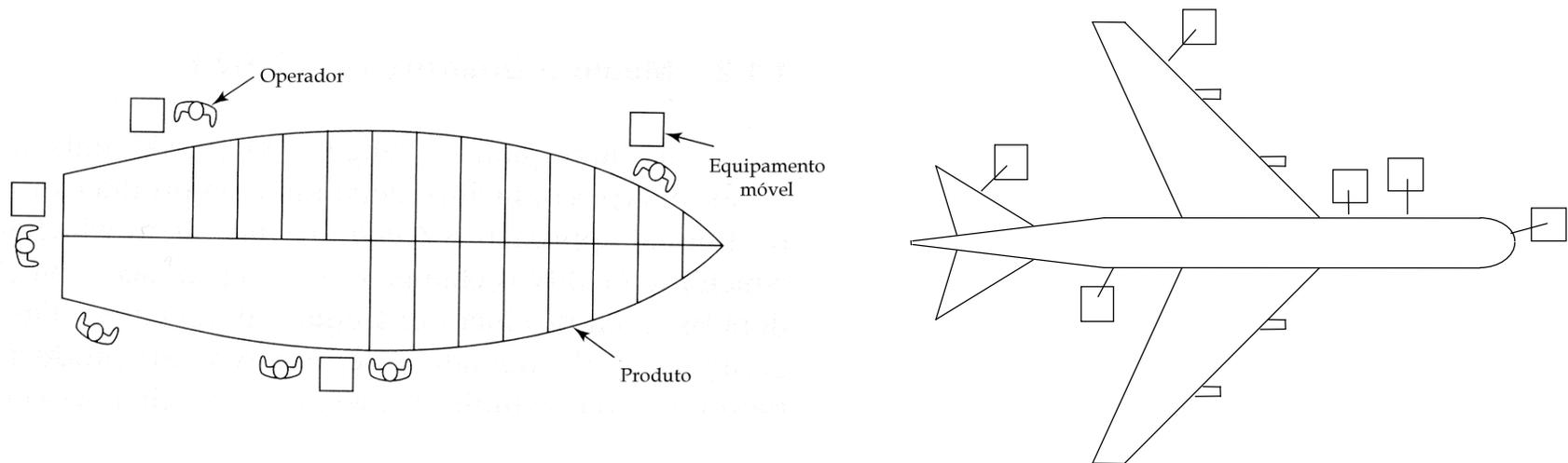


**Exemplo de arranjo em linha.**

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## c) Arranjo de projeto (ou arranjo fixo)

- imobilidade do item em fabricação;
- quantidade final normalmente pequena;
- máquinas, materiais e operários vão até o local do produto;



**Exemplos de arranjo de projeto.**

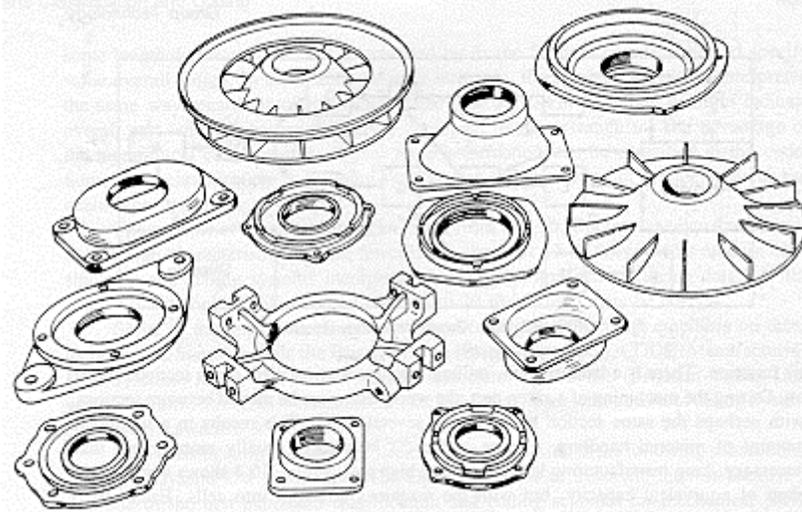
# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## c) Arranjo celular

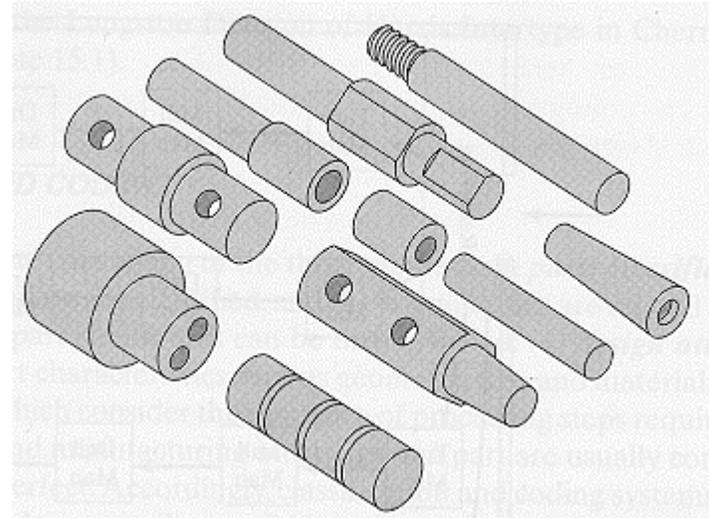
- formado por células de manufatura e/ou montagem;
- máquinas agrupadas de acordo com a seqüência do processo;
- sistemas especialistas na fabricação de determinadas famílias de peças;
- grande flexibilidade no *mix* de produtos;

Célula: grupo de processos/máquinas projetado para fabricar uma certa “família de produtos” de forma flexível.

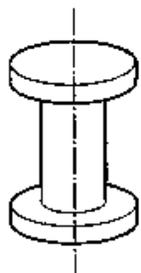
# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos



Fonte: Groover, 1986

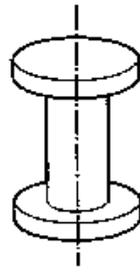


Fonte: Groover, 2000



Material: Plástico

(a)



Material: Aço

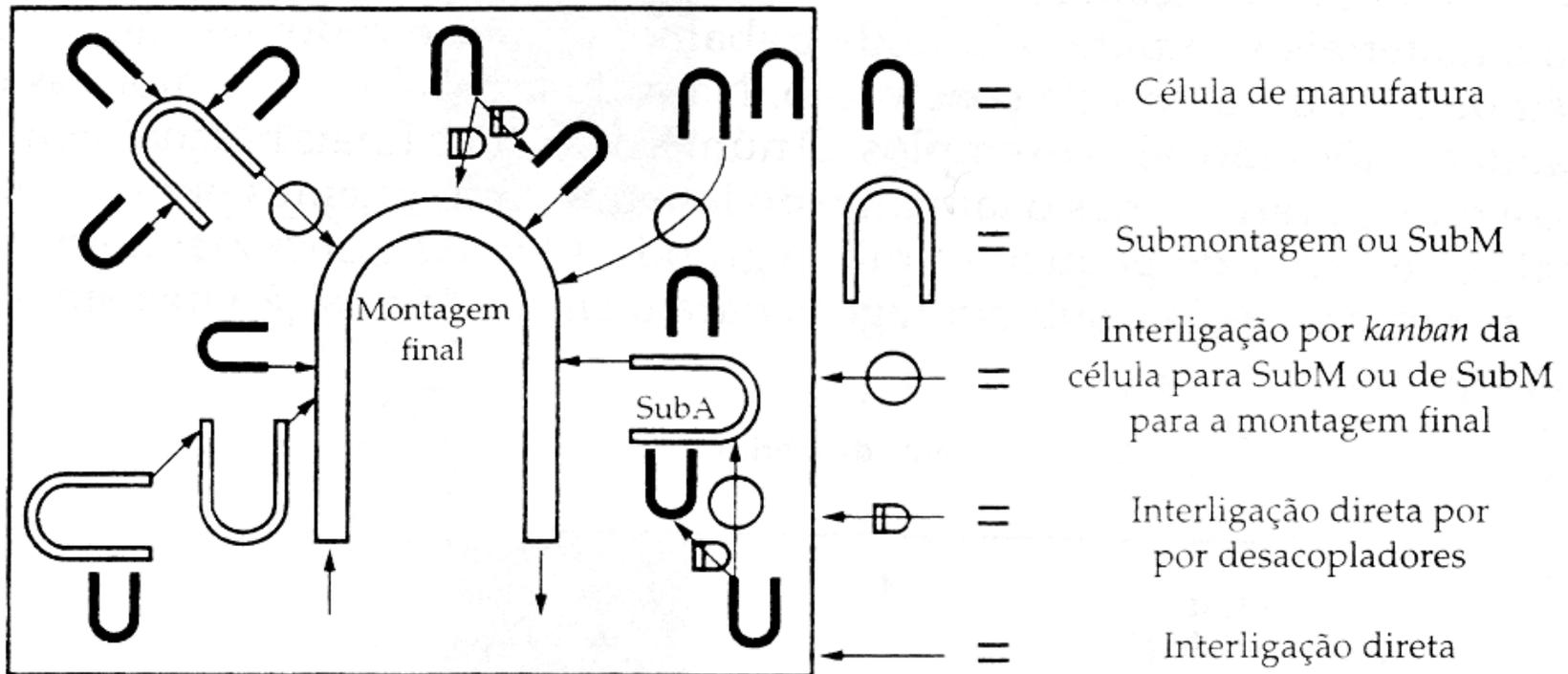
(b)

**Peças similares que requerem processos de fabricação completamente diferentes (plástico moldado e aço)**

a) Mat.: plástico, Qte.: 1.000.000 unidades/ano,  
Tol.:  $\pm 0,01$ in

b) Mat.: Aço 1015, Qte.: 100 unidades/ano,  
Tol.:  $\pm 0,001$ in

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

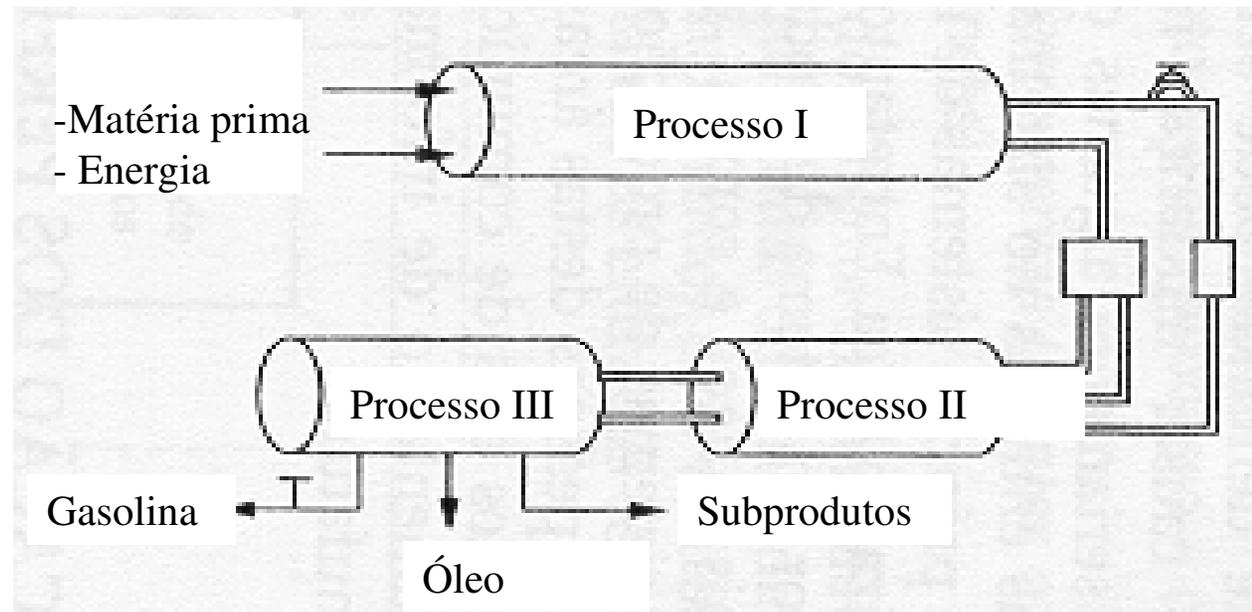


**Exemplo de um arranjo celular.**

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## e) Arranjo de processo contínuo

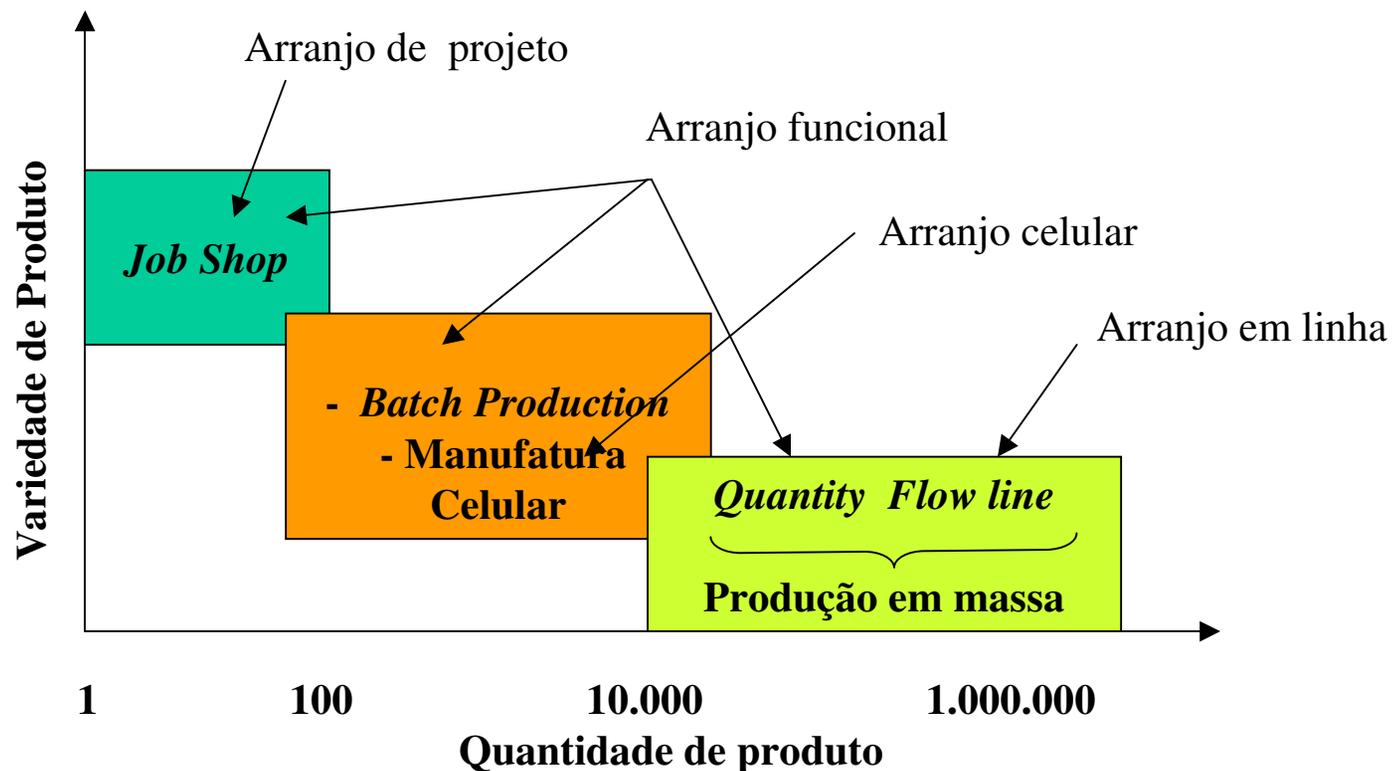
- equipamentos agrupados de acordo com processamentos necessários para a fabricação do produto;
- lida com fluidos e pós ao invés peças discretas;
- o produto flui fisicamente;



**Exemplo de arranjo de processo contínuo.**

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Existe uma relação entre o tipo de produção e o arranjo do sistema de manufatura:



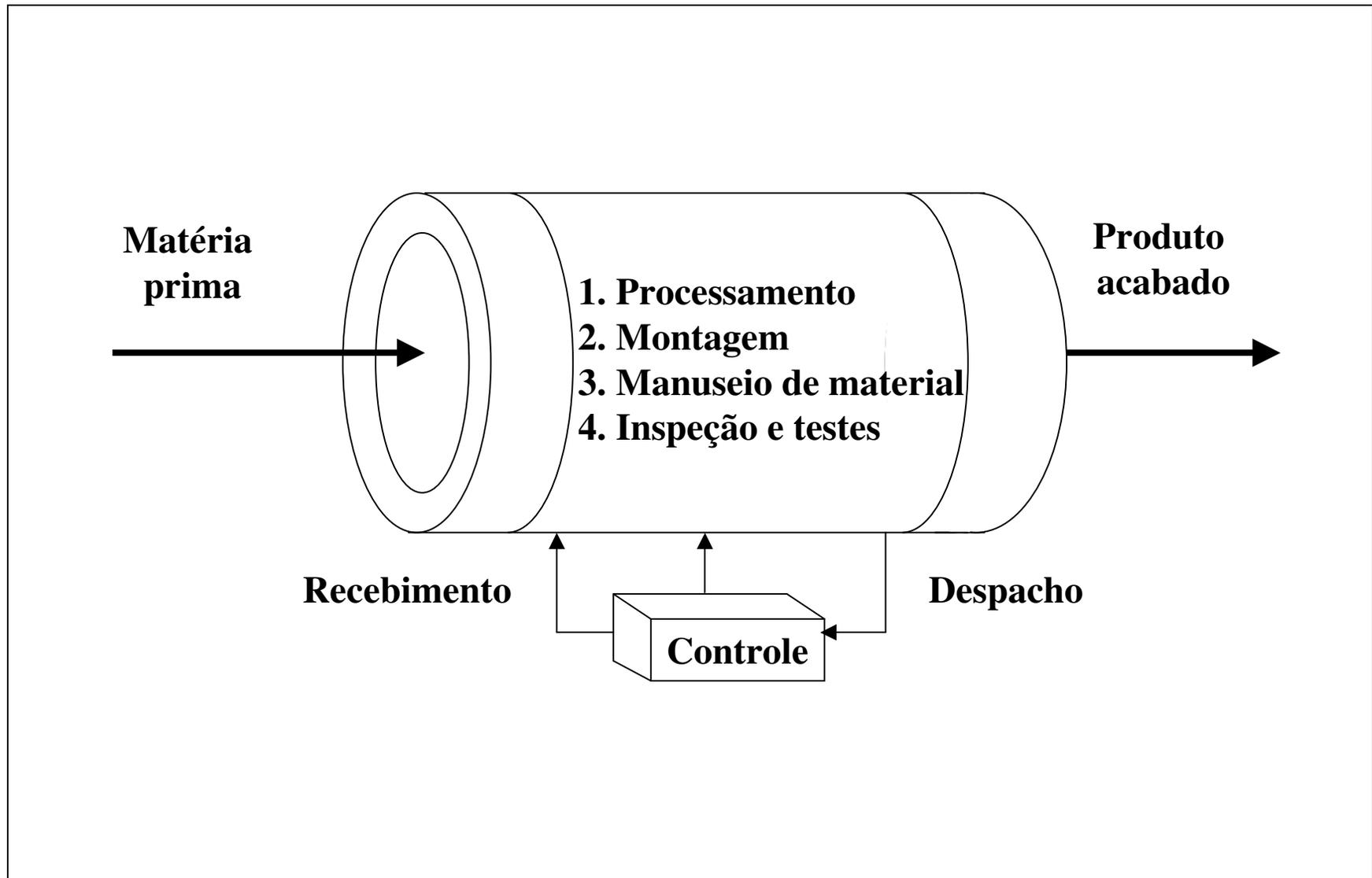
# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## → Operações de manufatura

– Independente do tipo de produção há funções básicas que devem ser realizadas para conversão da matéria prima em produto acabado. No caso de produtos discretos tem-se:

- Processamento
  - Montagem
  - Manuseio e armazenamento de material
  - Inspeção e teste
  - Controle
- } **Agregam valor ao produto**
- } **Necessárias para coordenar e regular as atividades físicas**
- } **Atividades físicas realizadas no chão de fábrica, tocam o produto**

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos



# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## *1) Operações de processamento*

- Energia (mecânica, térmica, química, etc.) é usada para transformar a matéria prima num estado mais próximo do final;
- A mudança de forma, a remoção de material, a alteração de propriedade físicas ou outra alteração *agregam valor ao material*;
- Operações de processamento podem ser classificadas em quatro categorias:

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Processos primários: dão ao material sua forma inicial (lingotamento de metais, moldagem de plástico, etc...);
- Processos secundários: são aqueles que dão ao material sua forma final (torneamento, furação, fresamento, estampagem, forjamento, etc...);
- Operações para melhoria de propriedades físicas: não alteram a geometria física do material, mas sim suas propriedades físicas (tratamento térmico, etc...);
- Operações de acabamento: visa, por exemplo, melhorar a aparência ou proteção superficial (polimento, pintura, cromagem, etc...);

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## *2) Operações de montagem*

- Os processos de montagem e união constituem o segundo maior tipo de operação de manufatura e incluem uniões permanentes (soldas, rebites, etc....), semi-permanentes (parafusos, grampos, etc...) outras;

## *3) Manuseio e armazenamento de material*

- Na maioria das plantas de manufatura os materiais passam mais tempo sendo transportados e armazenados que processados;
- Em alguns casos, a maior parte do custo de mão-de-obra está associada ao manuseio, movimentação e armazenamento de material;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## *4) Inspeção e teste*

- A inspeção objetiva determinar se o produto satisfaz os padrões e especificações estabelecidas no projeto (dimensões, tolerâncias geométricas, etc...);
- O teste visa verificar as especificações funcionais do produto. Normalmente realizado por meio de protótipos;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

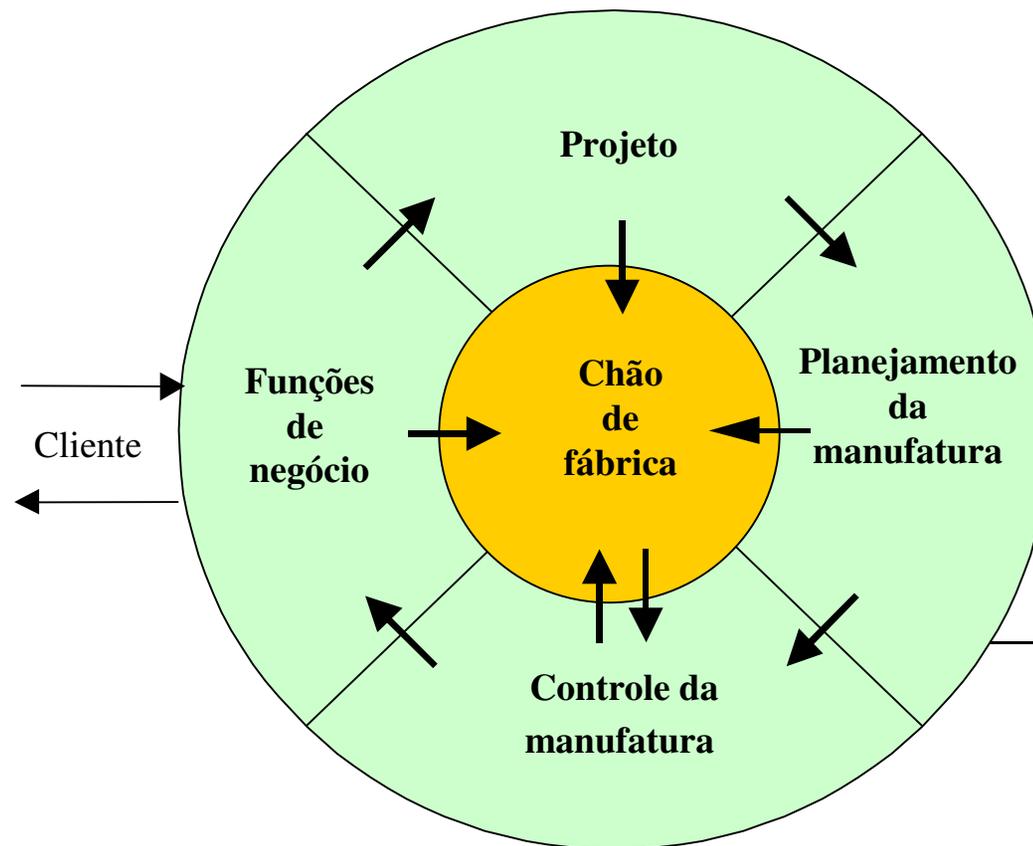
## 5) *Controle*

- Incluem o controle das operações de processamento e montagem a nível de chão-de-fábrica e o gerenciamento de atividades a nível de planta:
  - *Controle a nível de chão-de-fábrica*: envolve o alcance de certos objetivos de performance pela manipulação adequada das entradas do processo;
  - *Controle a nível de planta*: inclui uso efetivo da mão-de-obra, manutenção dos equipamentos, movimentação de material na fábrica, despacho de produto de qualidade no prazo e manter o custo de operação da planta no nível mais baixo possível;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## ii) Sistemas de suporte da manufatura

- O modelo abaixo representa o ciclo de processamento de informação numa típica empresa de manufatura;



# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## 1) Funções de negócios

- São os principais meios de comunicação com o cliente, o ciclo de informação começa e termina aqui. Incluem:
  - Vendas e marketing,
  - Previsão de vendas,
  - Entrada de encomendas,
  - contabilidade, etc...
- Uma encomenda origina-se tipicamente no departamento de vendas e marketing, e pode ter as seguintes formas:
  - Encomenda segundo especificações do cliente;
  - Encomenda de um item de propriedade do fabricante;
  - Encomenda baseada em previsões de demanda futura de produtos do fabricante;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## 2) Projeto de produto

- Para encomendas segundo especificações do cliente o departamento de projeto não será envolvido no processo;
- Para encomendas de itens do fabricante o departamento de projeto será responsável pelo desenvolvimento e projeto;
- As principais saídas do departamento de projeto são:
  - Desenhos;
  - Especificações;
  - Lista de materiais;

## 3) Planejamento da manufatura

- Envolve a engenharia de manufatura, engenharia industrial e o controle e planejamento da produção para elaboração dos seguintes planos:

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Planejamento do processo: consiste na determinação da seqüência de operações de processamento e montagem necessárias para produzir o produto => ***Plano de Processo (lista operações a serem realizadas e as máquinas a utilizar, etc)***;
- Planejamento mestre da produção: consiste na determinação dos produtos a serem fabricados, quando e em que quantidade devem ser entregues => ***Plano Mestre de Produção - PMP (lista os produtos, suas quantidades e datas de entrega)***;

## Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

- Planejamento de requisitos de materiais: A partir do *PMP* planeja-se os componentes e subconjuntos que perfazem o produto, requisita-se matéria-prima e encomenda-se produtos comprados. Todos estes itens devem estar disponíveis quando necessário;
- Planejamento de capacidade: O *PMP* não deve prever qtdes maiores do que planta é capaz de produzir (Capacidade da Planta). O Planejamento de Capacidade lida com o planejamento da mão-de-obra e dos recursos de máquinas da planta;

# Sistemas de Produção - Definições e Conceitos Básicos

## 4) Controle da manufatura

- Consiste do gerenciamento e controle das operações na planta para se implementar os planos de manufatura. Inclui:
  - *Controle de chão-de-fábrica*: lida com monitoramento do progresso do produto durante seu processamento, montagem, transporte e inspeção na fábrica;
  - *Controle de estoque*: tenta manter um balanço entre o perigo de um estoque muito pequeno (risco da falta de material) e a despesa de ter um estoque muito grande (aumento de custo);
  - *Controle de qualidade*: tem a função de assegurar que o material satisfaça aos padrões e especificações estabelecidos no projeto;