

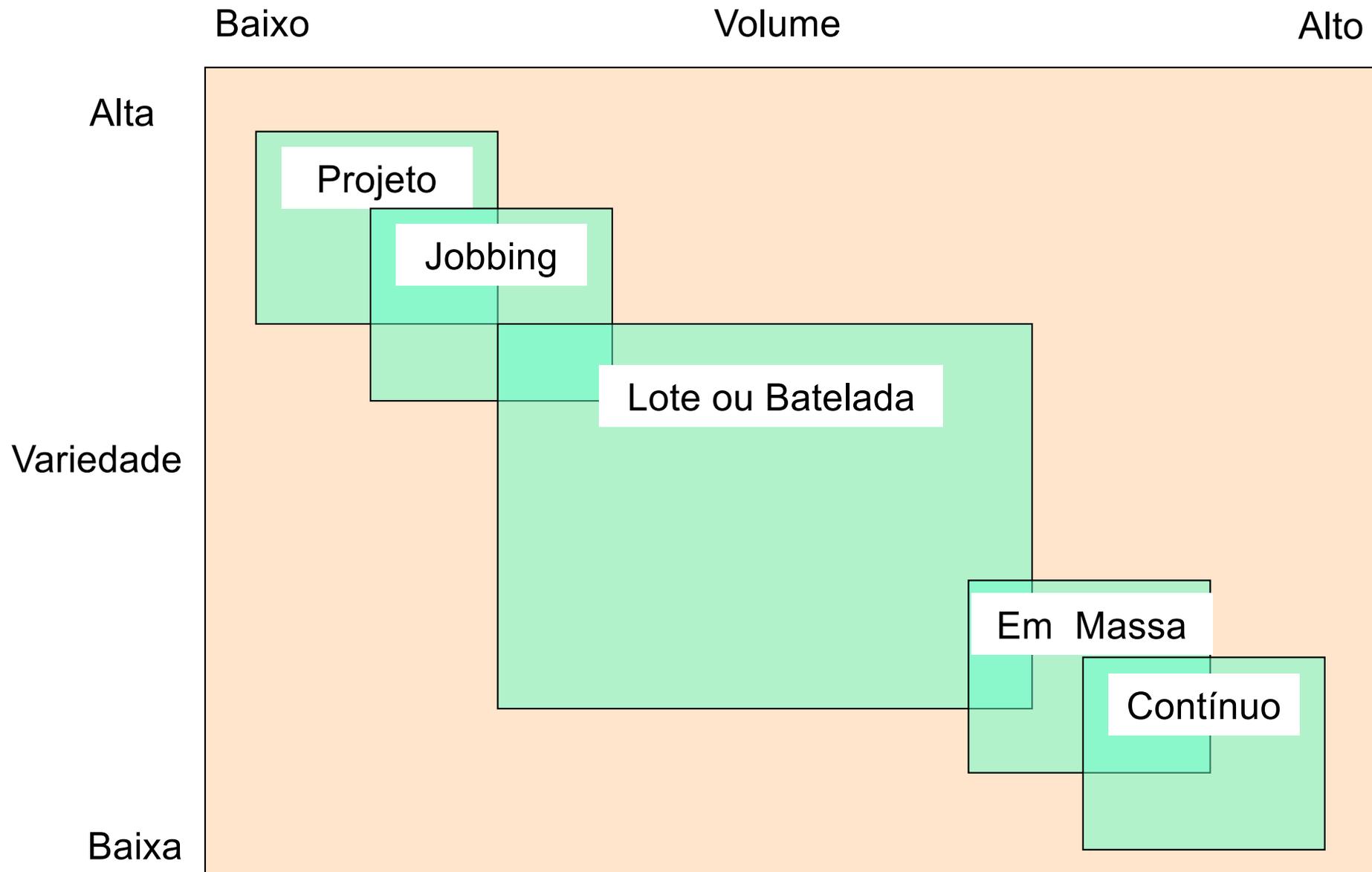
---

# Arranjo Físico Layout

Profa. Simone Galina  
Slack – Capítulo 7

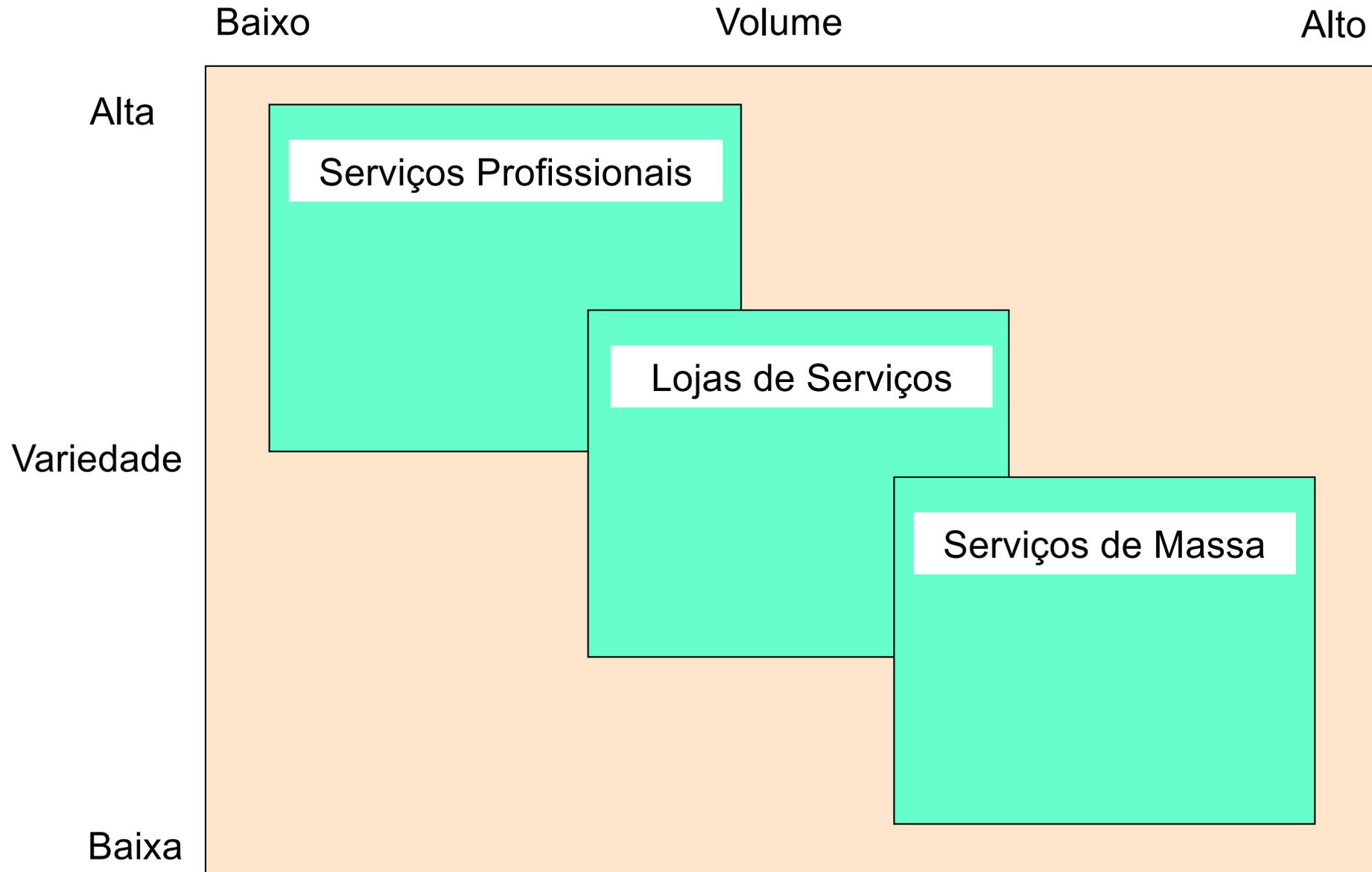
# Tipos de Processos em Manufatura

RELEMBRANDO...

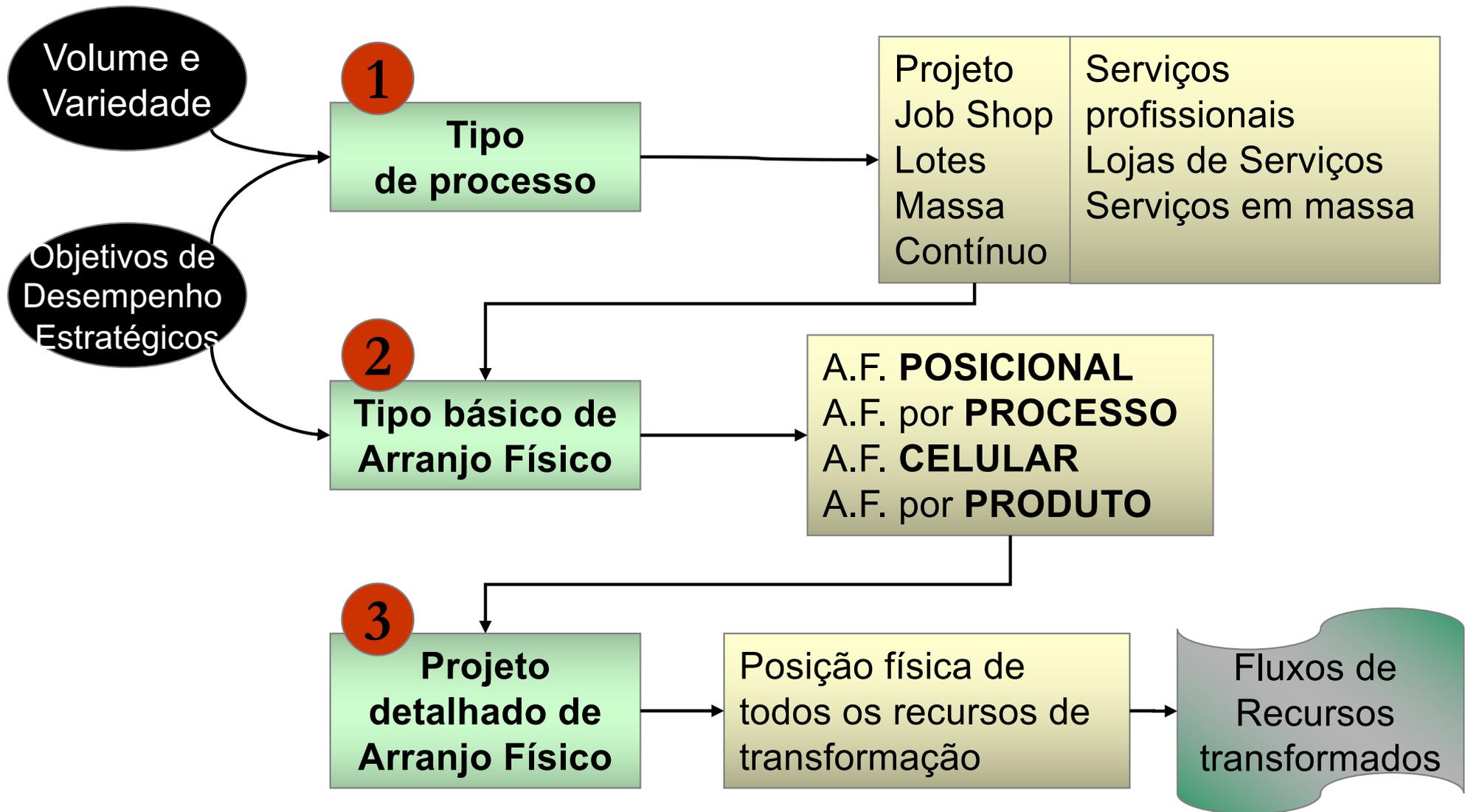


# Tipos de Processos em Serviços

RELEMBRANDO...



# A Decisão de Arranjo Físico



# Tipos de Arranjo Físico

---

## Posicional (ou de posição fixa)

- os recursos são dispostos ao redor do produto a ser produzido

## Funcional ou por processo

- equipamentos similares são dispostos juntos, por setores de produção

## Celular

- equipamentos são dispostos em “mini-processos” ou “mini-linhas”

## Linear ou por produto

- várias linhas de produção/montagem, dedicadas a um produto

## Arranjo Físico Posicional (posição fixa)

---

O produto, informação ou cliente fica estacionário, e os equipamentos, materiais e instalações movem-se até ele

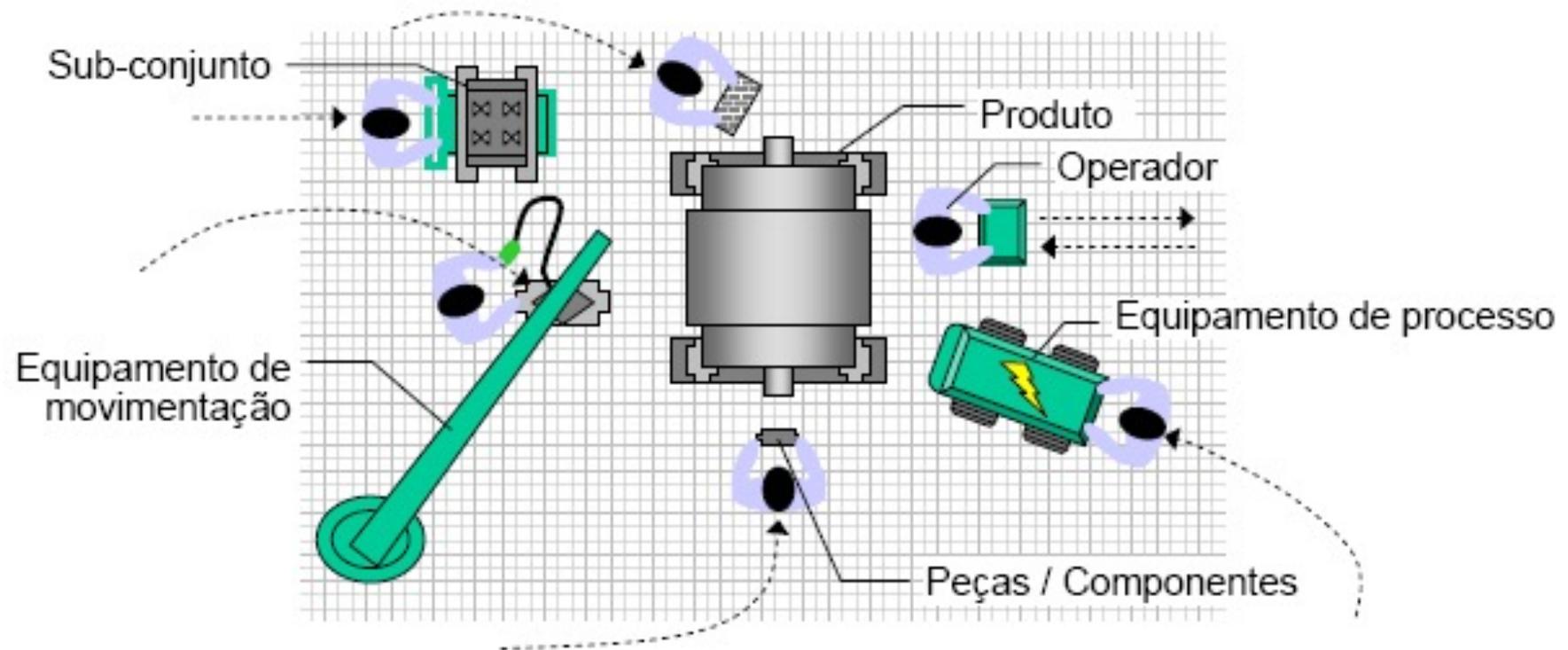
Exemplos:

- Construção de uma rodovia
- Construção de navios
- Cirurgia Cardíaca
- Manutenção de computadores de grande porte

Fatores Críticos:

- Programação de acesso ao local de produção
- Confiabilidade nos prazos de entrega e execução (muita movimentação de recursos)

## Arranjo Físico Posicional ou de Posição Fixa



## Arranjo Físico Funcional ou por Processo

---

Equipamentos ou processos similares ou com necessidades similares ficam localizados próximos. Os materiais, informações ou clientes movimentam-se entre os recursos, seguindo seu próprio roteiro

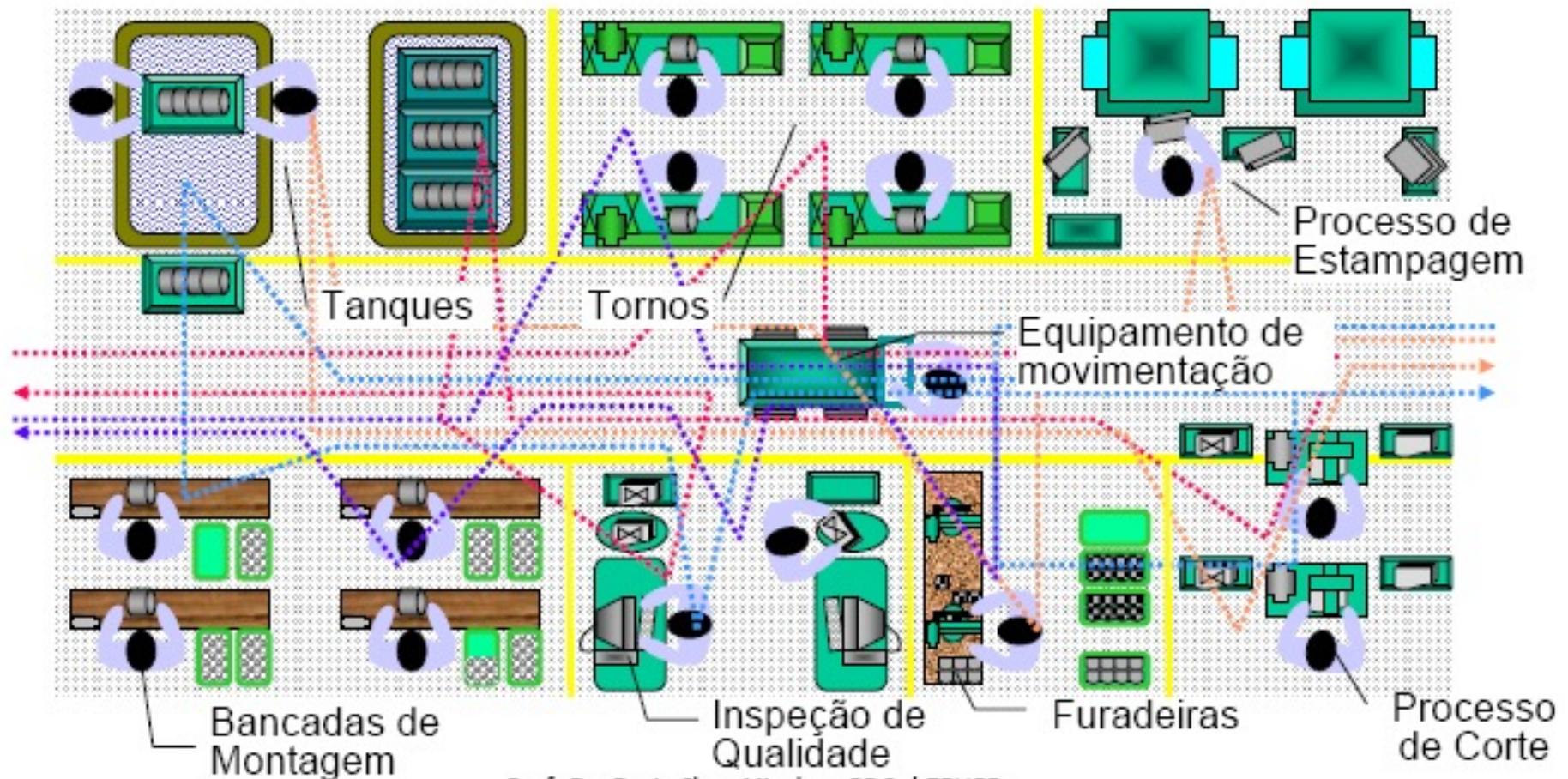
Exemplos:

- Hospital
- Ferramentaria
- Biblioteca

Fatores críticos

- Densidade do fluxo de tráfego

## Arranjo Físico Funcional ou por Processo



## Arranjo Físico Celular

---

Os itens a serem produzidos são pré-selecionados e produzidos em partes específicas da instalação (células), onde se localizam os equipamentos ou processos necessários

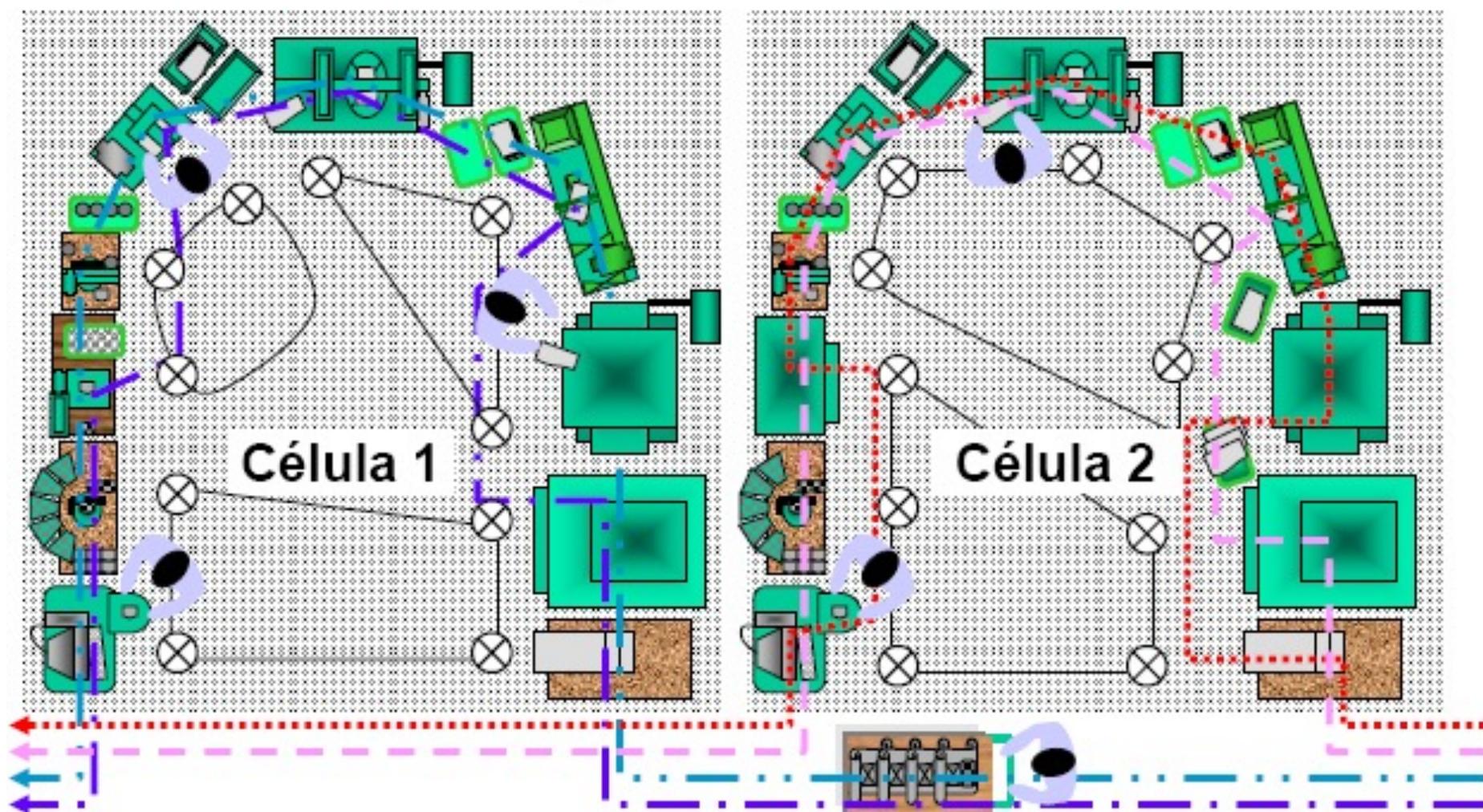
Exemplos:

- Células de Manufatura
- Setores específicos em lojas de departamento

Fatores críticos:

Existência de itens similares quanto a equipamentos ou processos necessários à sua produção

## Arranjo Físico Celular



# Arranjo Físico Celular

Loja de Depto. mostrando “loja de dentro da loja” artigos esportivos



## Arranjo Físico Linear ou por Produto

---

Os equipamentos ou processos são localizados segundo a seqüência de produção do item ou a conveniência do cliente. Os materiais, informações ou clientes seguem um fluxo pré-definido

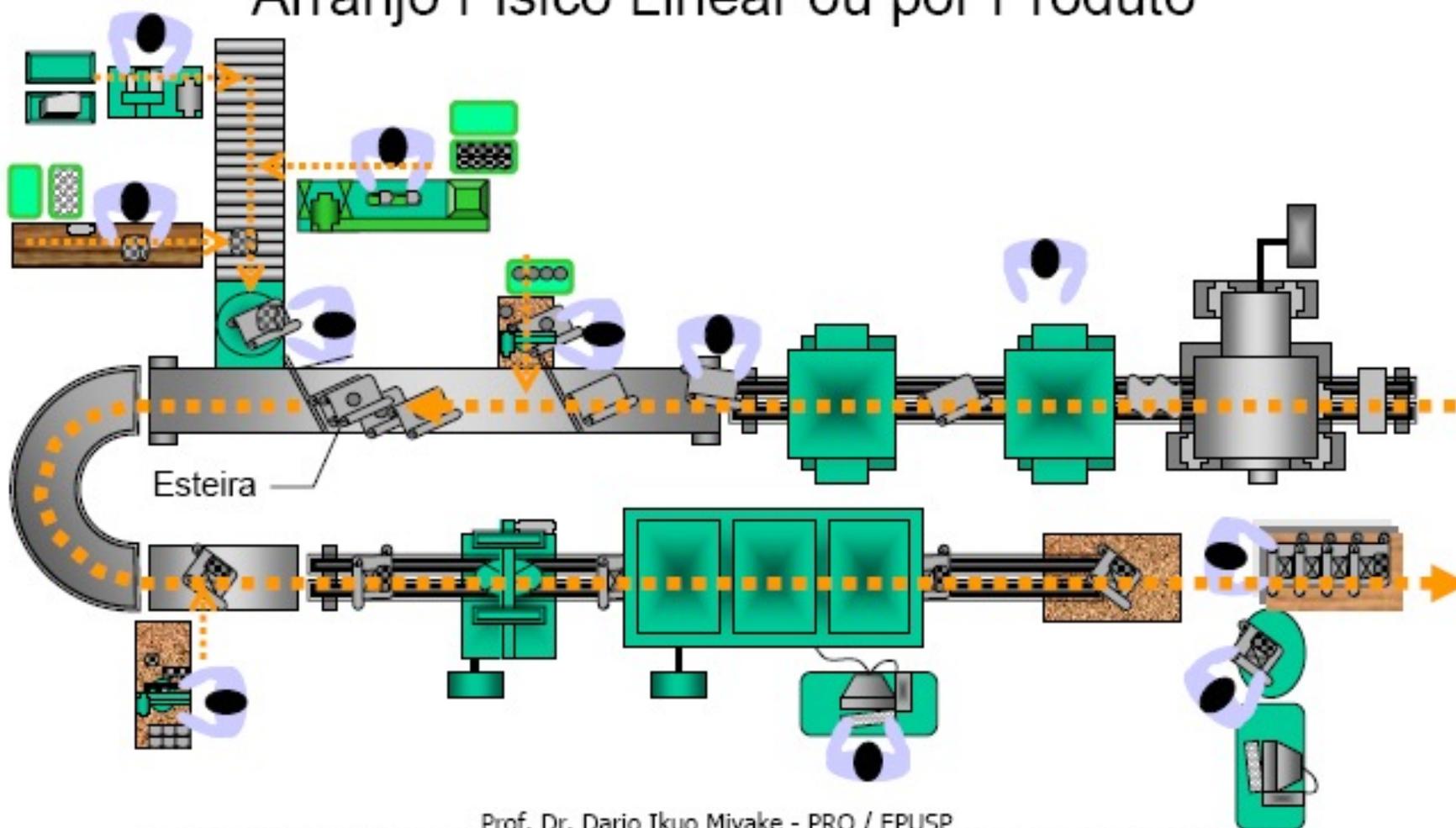
Exemplos:

- Linha de montagem de automóveis
- Vacinação em Massa
- Restaurante self-service por Kg

Fatores críticos:

- Seqüência de operações com poucas variações
- Pequena variação de produtos

## Arranjo Físico Linear ou por Produto



---

Exemplo linha de produção:

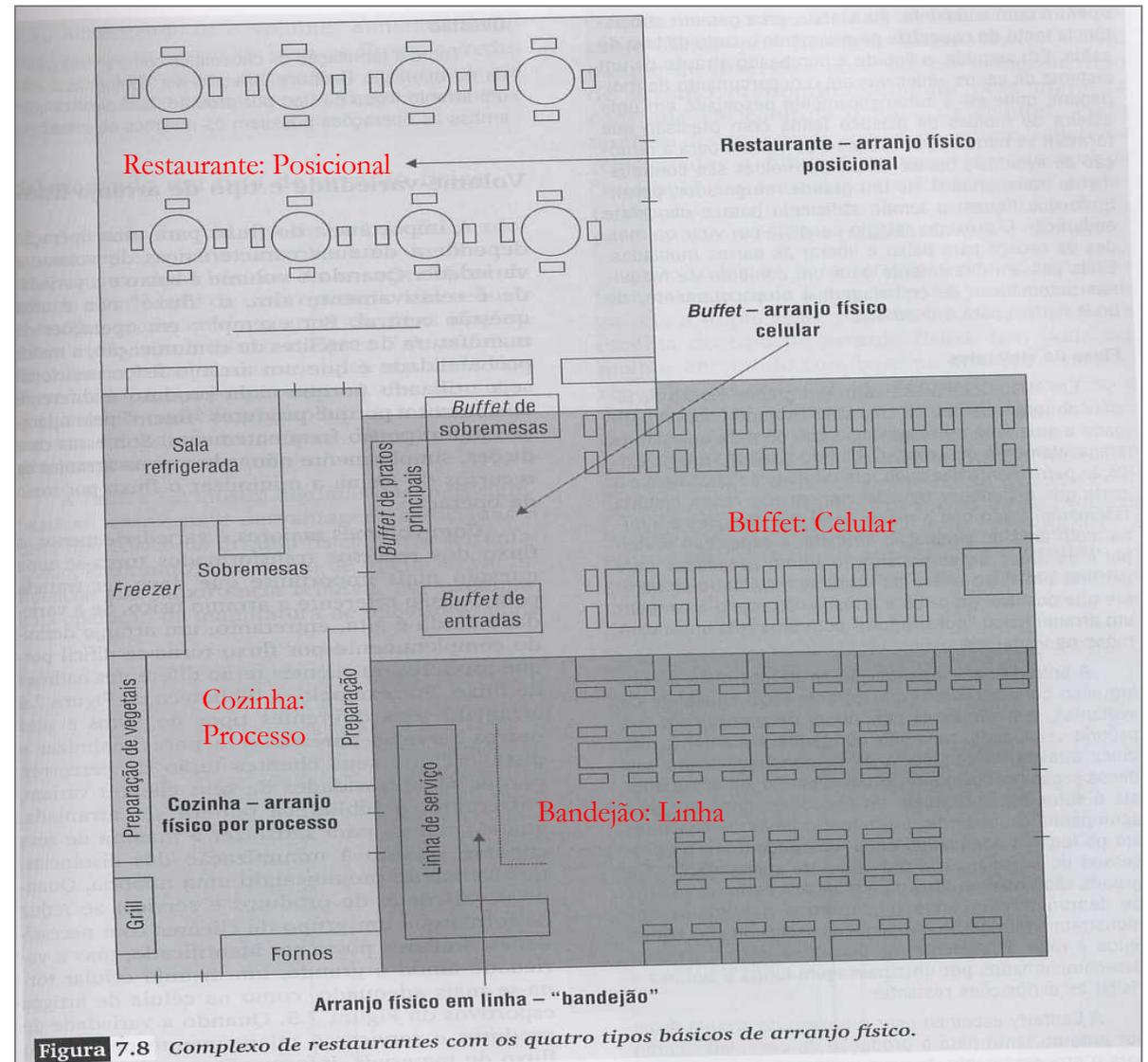
- Automotiva: <https://www.youtube.com/watch?v=N4QFjJPu-aM>
- Auto Golf/VW - (min 4:27):  
<https://www.youtube.com/watch?v=2k8QD4IcBXI>

Exemplo linha e docas(posicional):

- <https://www.youtube.com/watch?v=pdzHzOwf1Qk>

# Arranjos Físicos Mistos

- Combinação de alguns ou todos os tipos de arranjos físicos básicos

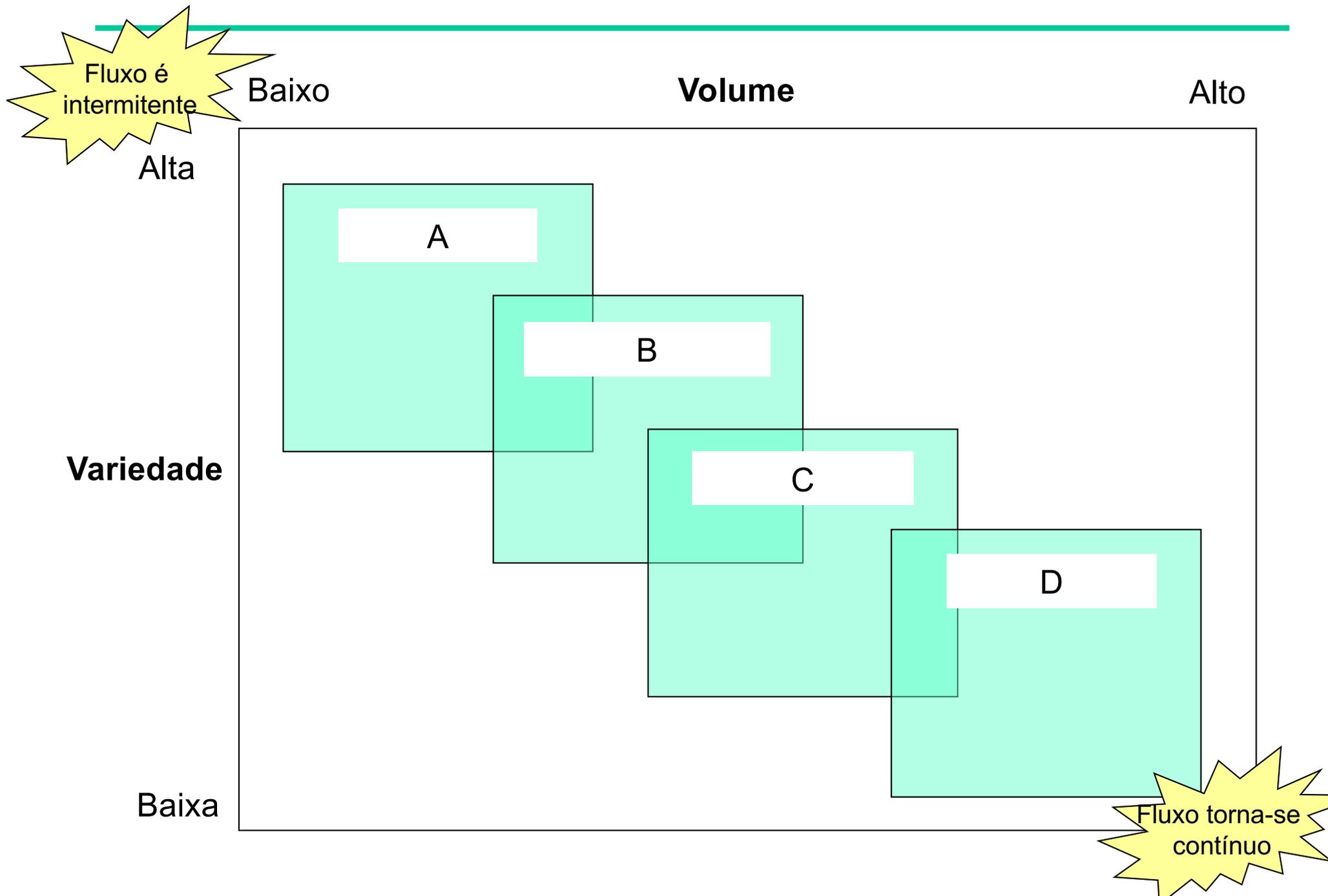


Restaurante: a la carte, buffet e bandeirão

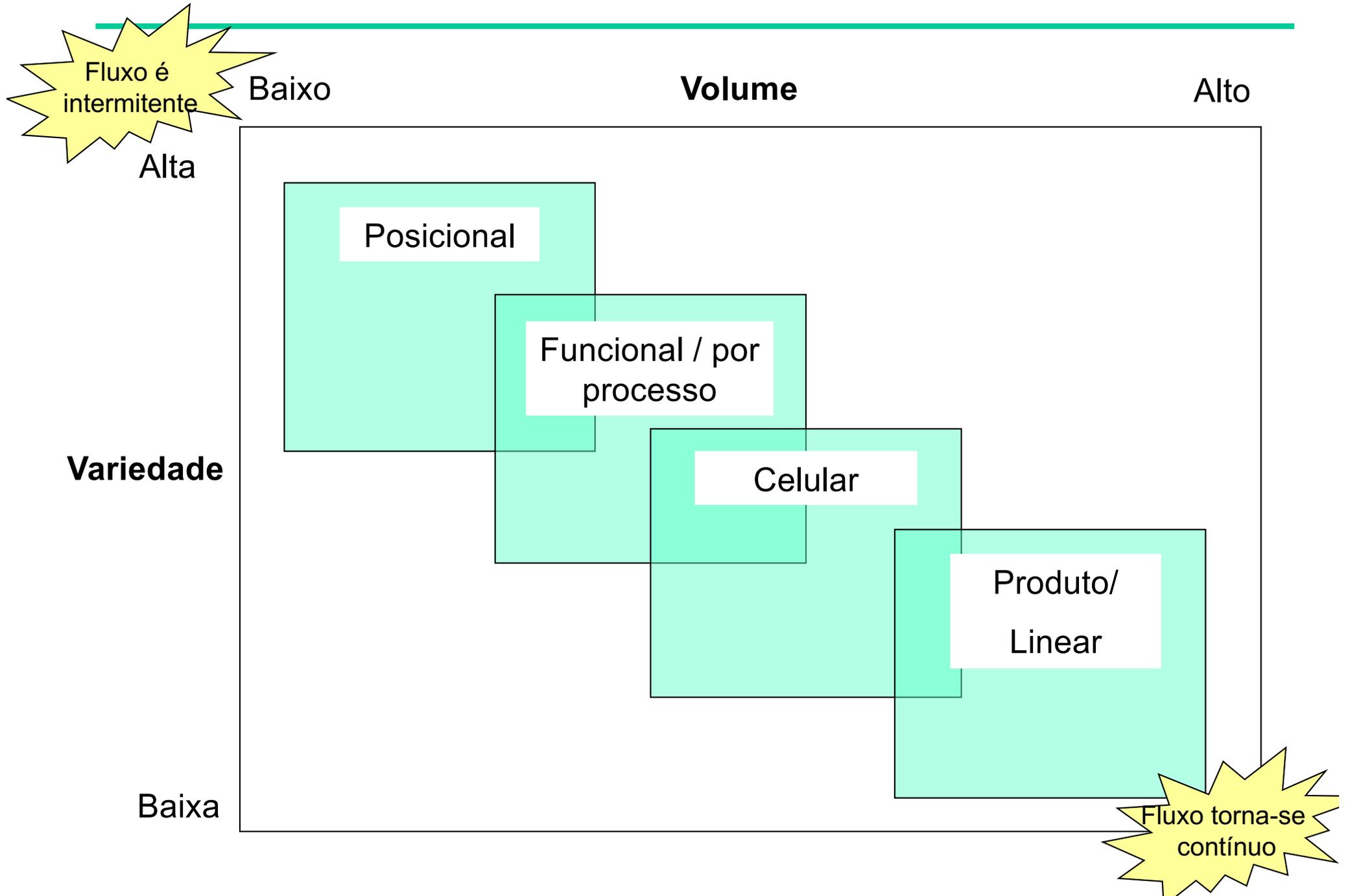
## Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Arranjo Físico

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Posicional	Flexibilidade de mix e produto muito alta Produto ou cliente não se movimenta Alta variedade de tarefas	Custos unitários altos Programação de espaço e atividades pode ser complexa Alta movimentação de equipamentos e MO
Funcional	Alta flexibilidade de mix e produto Robusto a imprevistos Supervisão mais fácil	Baixa utilização de recursos Altos estoques em processo Fluxos mais complexos
Celular	Bom compromisso entre custo e flexibilidade Atravessamento rápido melhor motivação com trabalho em grupo	Pode utilizar menos os recursos Instalação pode ser cara Pode exigir mais equipamentos
Linha	Baixos custo unitários para altos volumes Especialização de equipamentos fluxos claros e facilmente supervisionados	Pode ter baixa flexibilidade de mix e produto Pouco robusto a imprevistos Trabalho repetitivo

# Volume -Variedade e Tipo de Arranjo Físico – ENQUETE NO STOA



# Volume -Variedade e Tipo de Arranjo Físico



# Projeto Detalhado de Arranjo envolve:

---

- Localização Física de todas as instalações, equipamentos, máquinas e pessoal
- Espaço a ser alocado a cada centro de trabalho
- Tarefas a serem executadas por cada centro de trabalho

# Projeto Detalhado de Arranjo

---

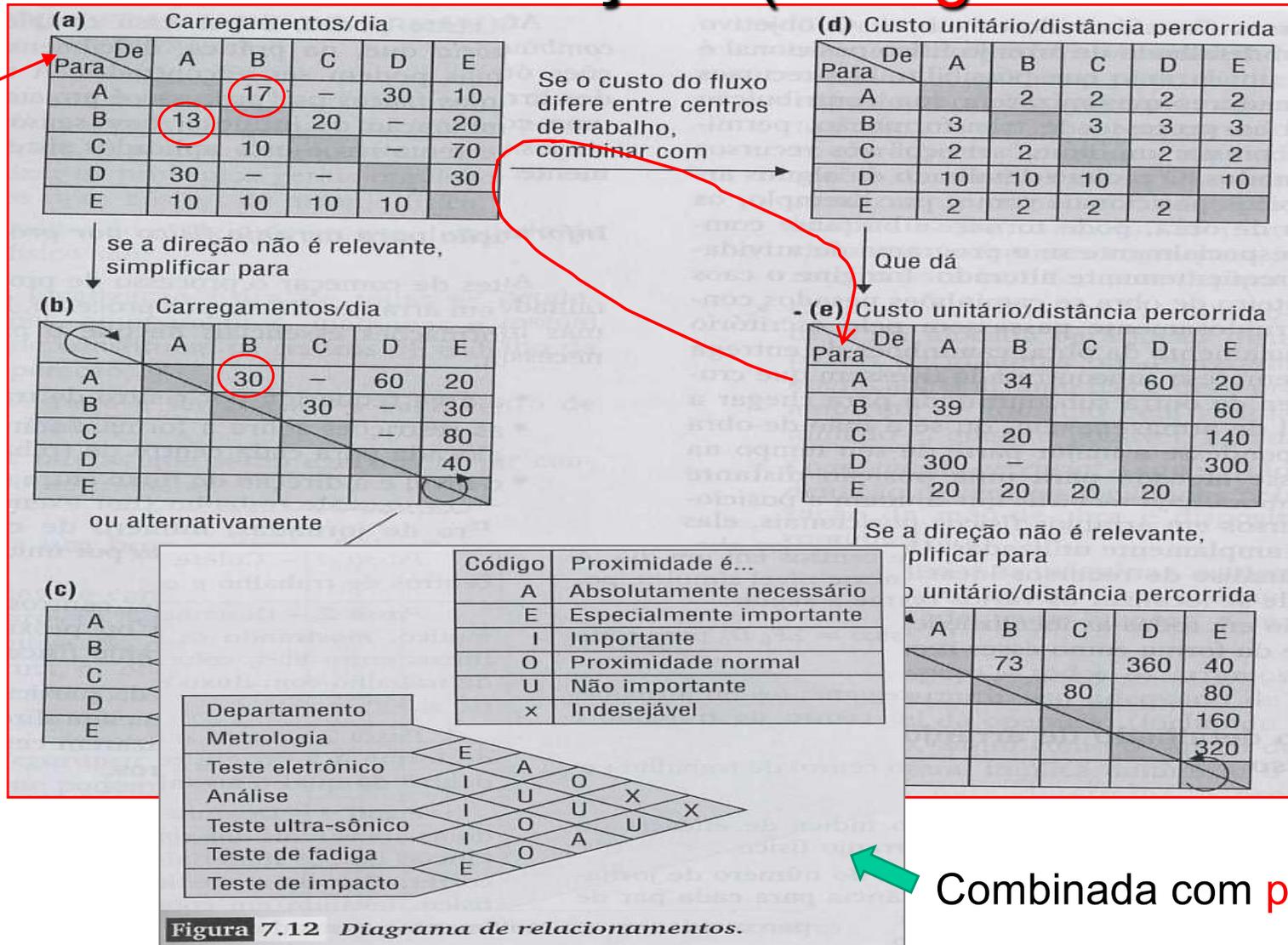
- Objetivos
  - Segurança Inerente (para funcionários, clientes...)
  - Extensão do Fluxo (geralmente não, mas há exceções como lojas)
  - Clareza do Fluxo
  - Conforto da Mão de Obra (barulho, calor...)
  - Coordenação Geral
  - Acesso (para serviços e manutenção)
  - Uso de Espaço
  - Flexibilidade de longo prazo

Atender aos objetivos de desempenho da operação

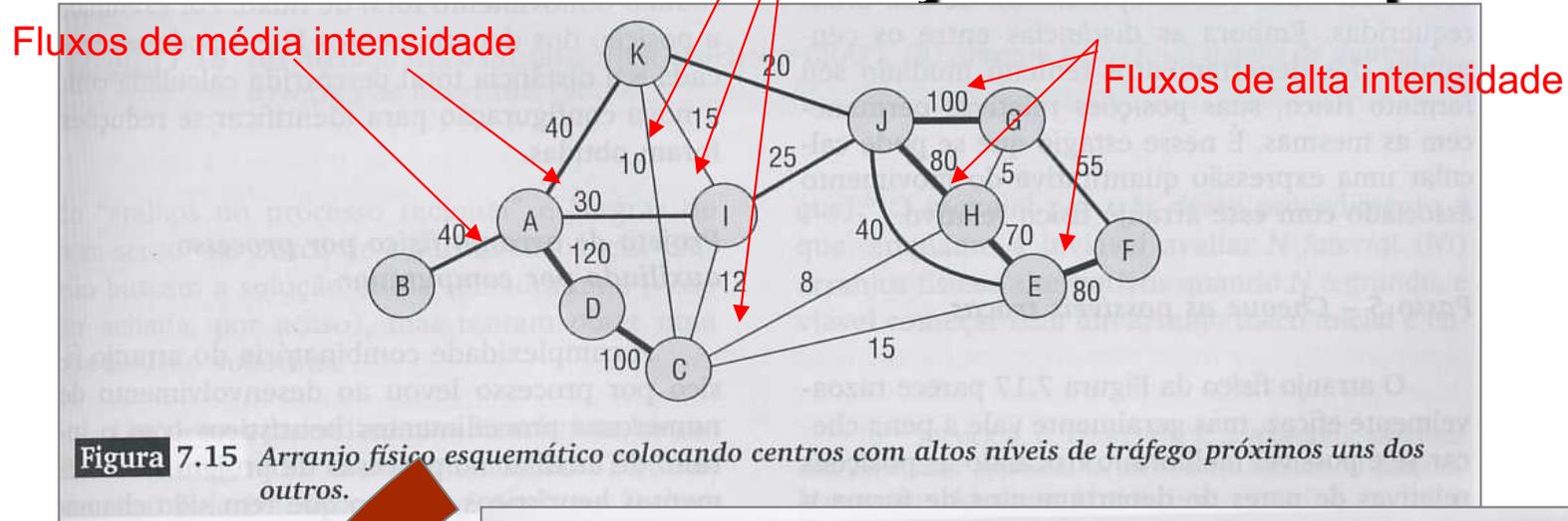
- Localização física dos recursos em função da conveniência dos recursos transformadores (maq., pessoas)
- Objetivo
  - Possibilitar aos recursos transformadores (maq., pessoas) maximizarem sua contribuição potencial ao processo de transformação

- Complexo pelo grande número de alternativas de processos
- Necessário considerar:
  - Área requerida por centro de trabalho
  - Restrições sobre a forma da área
  - Custo de movimentação, distância e direção do fluxo
- 5 Etapas para projeto de layout funcional...

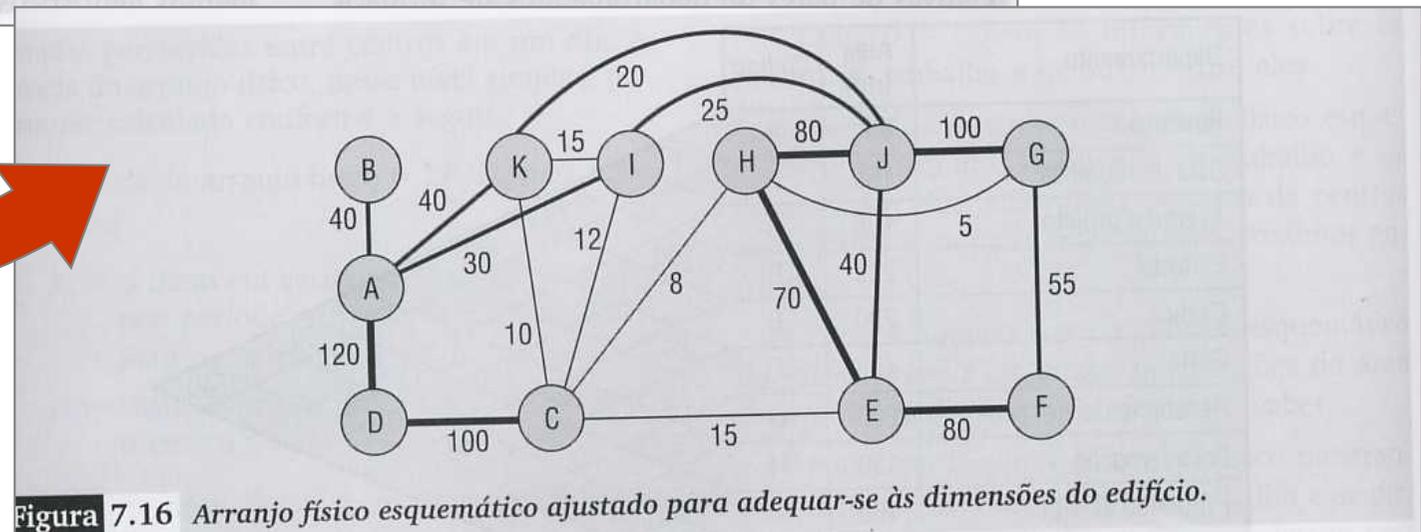
■ 1. Coleta de Informações (**carregamento e custo**)



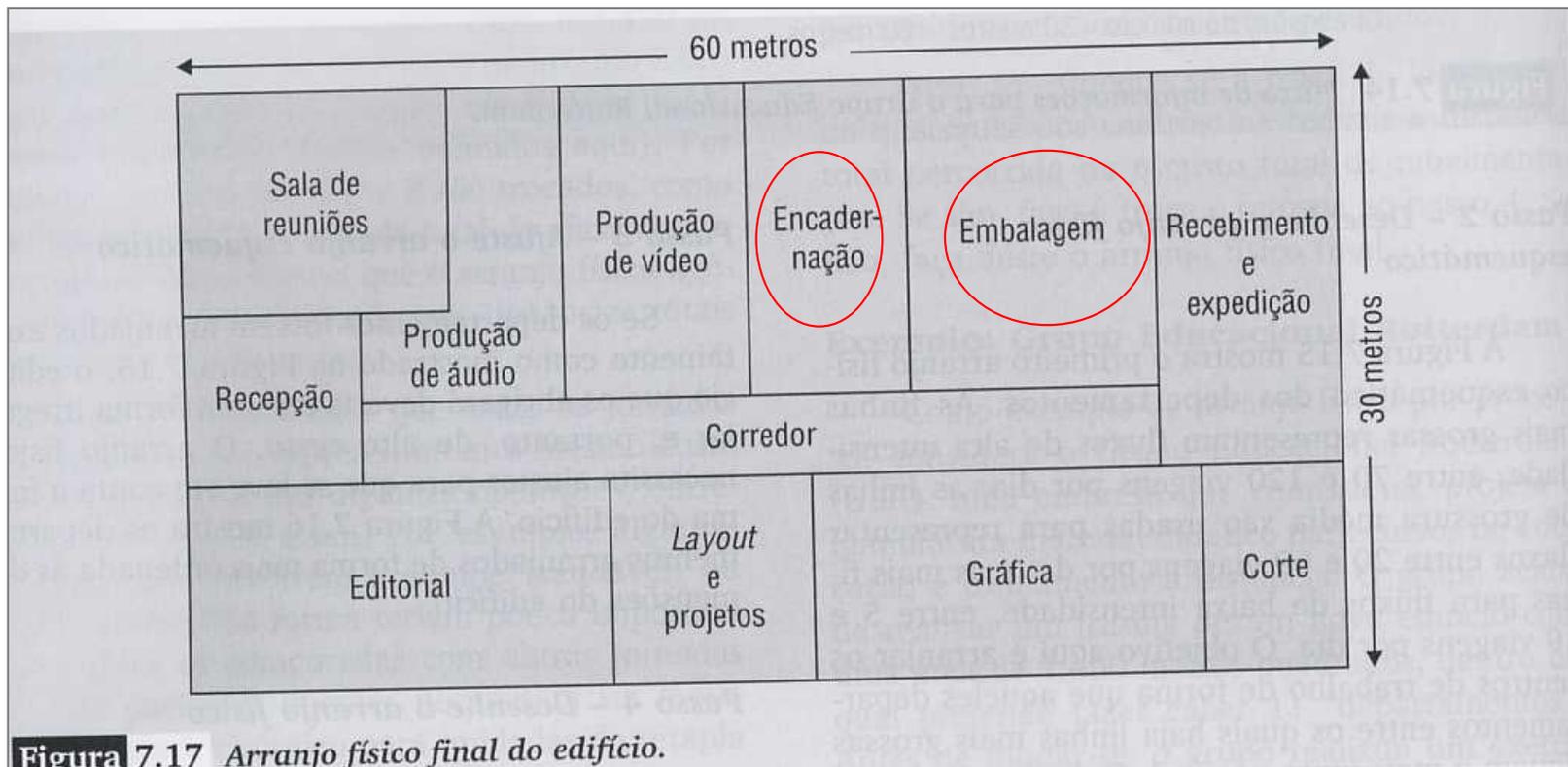
## 2. Desenho do arranjo físico esquemático



## 3. Ajuste às dimensões do prédio



## ■ 4. Desenho do arranjo físico;

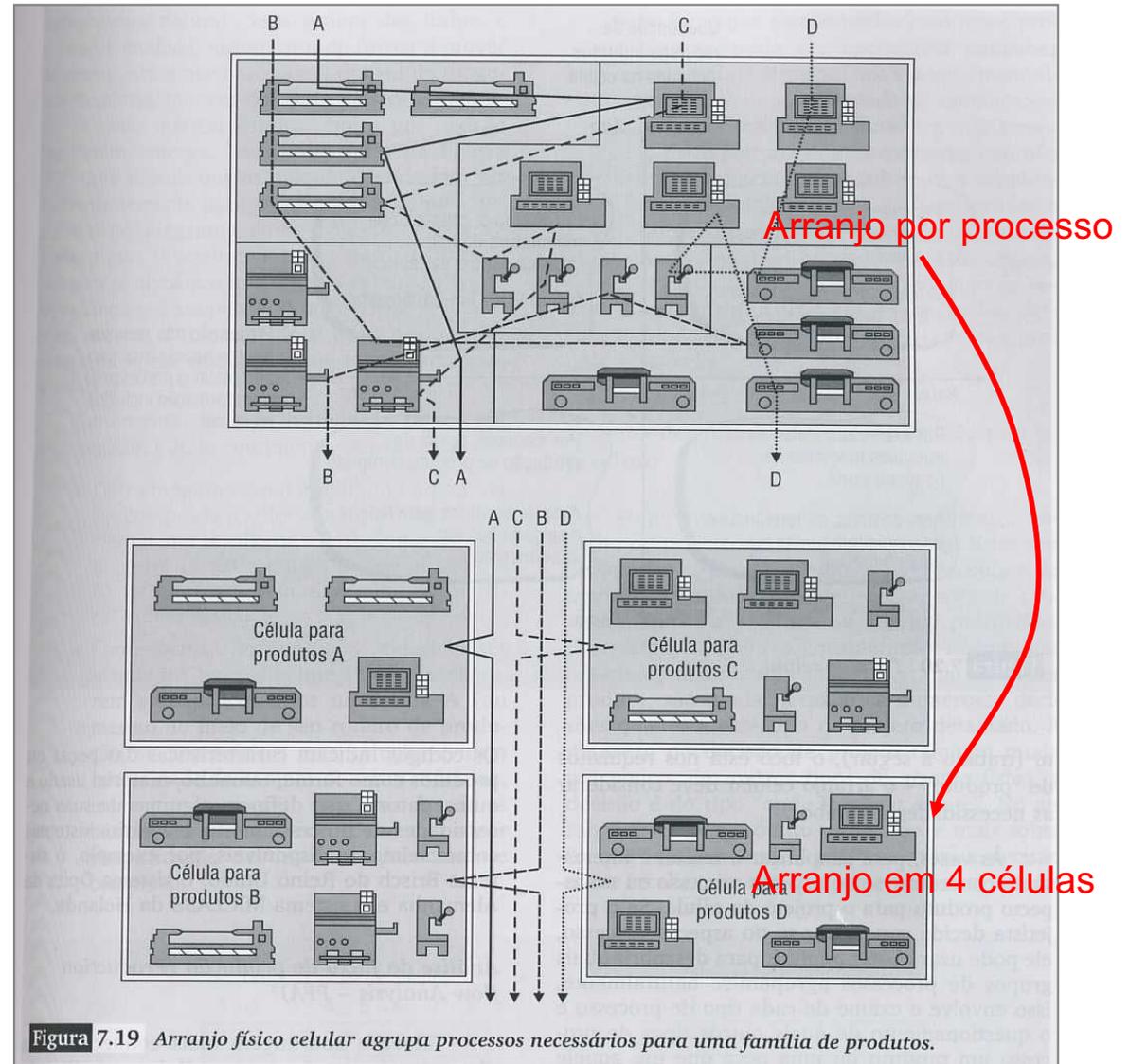


## ■ 5. Checagem das possíveis trocas

- Ex: Trocar 'H' com 'J'

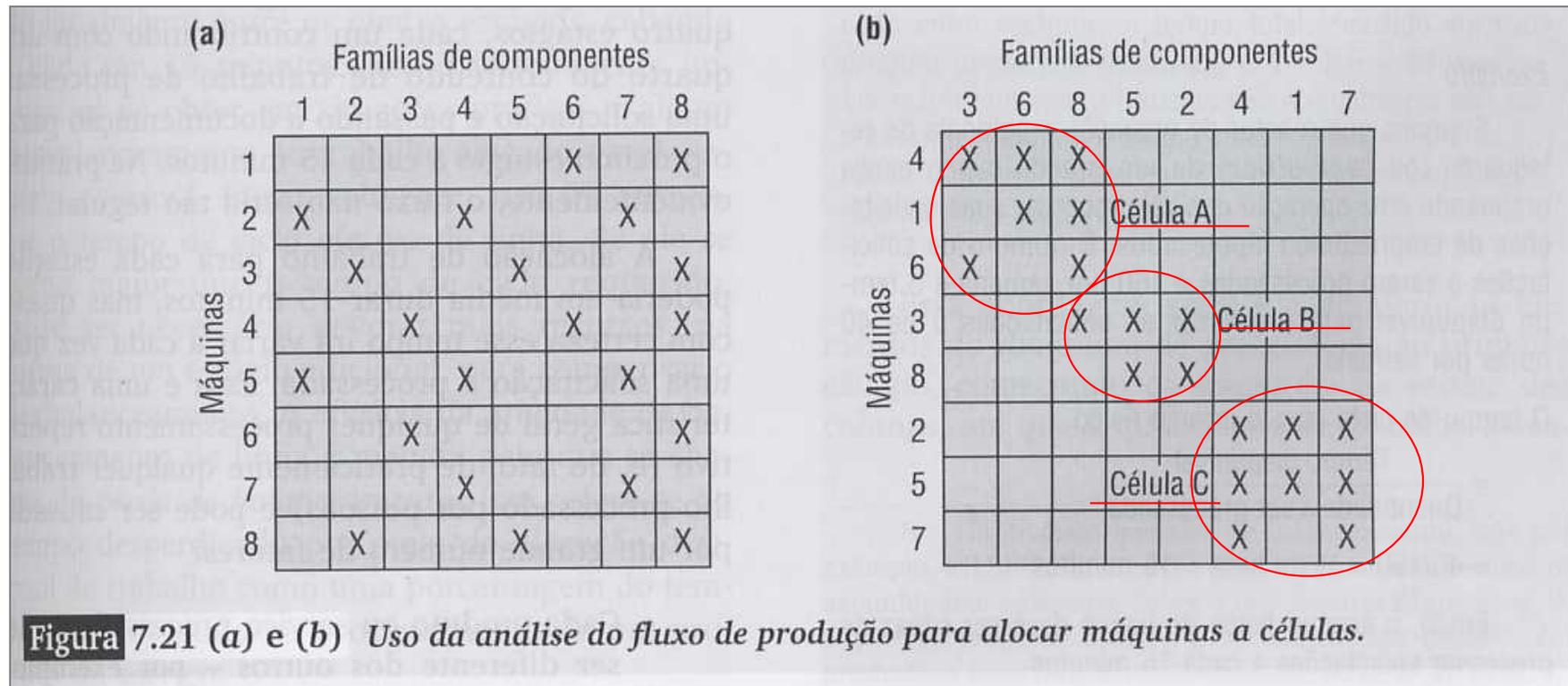
# Proj. Detalhado de **Arranjo Celular**

- **Equilibrar:**  
**Flexibilidade**  
**do arranjo por**  
**processo e**  
**simplicidade**  
**do arranjo por**  
**produto**



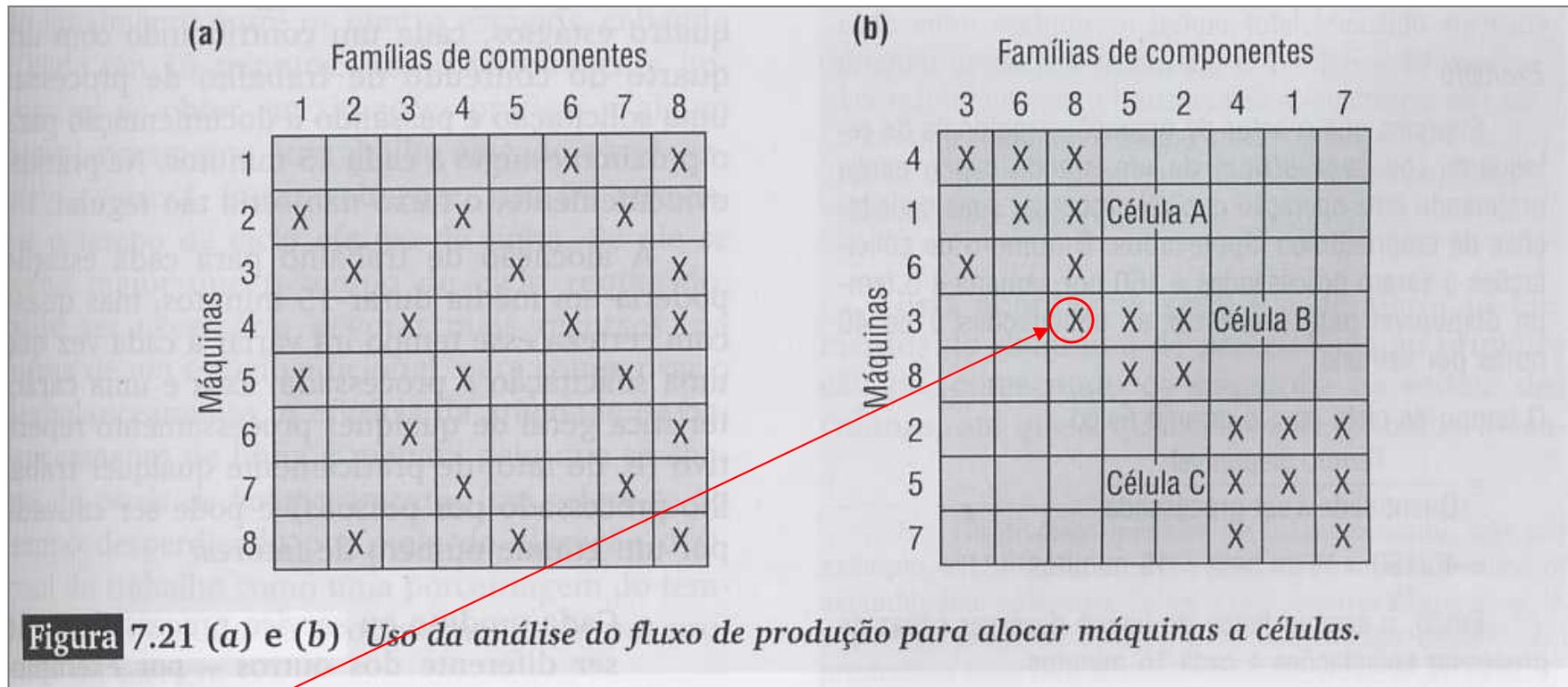
## Proj. Detalhado de A. Celular

- Production Flow Analysis (PFA)
  - Verificar os recursos necessários por famílias de produtos
  - Alinhá-los na diagonal da matriz
  - Agrupar os recursos para definir as células de produção



## Proj. Detalhado de A. Celular

- Production Flow Analysis (PFA)
  - Verificar os recursos necessários por famílias de produtos
  - Alinhá-los na diagonal da matriz
  - Agrupar os recursos para definir as células de produção



O componente (produto) 8 precisa da máquina 3 que está na célula B  
**O QUE FAZER???**

# Projeto Detalhado de Arranjo Físico em linha

---

## Planejando Layouts de Produtos (em Linha)

### Layouts por Produto:

- Foco central está na análise de linhas de produção
- Os objetivos da análise da linha de produção são:
  - Determinar quantas estações de trabalho deve-se ter
  - Determinar quais tarefas atribuir a cada estação de trabalho
  - Minimizar a quantidade de trabalhadores e máquinas utilizados
  - Fornecer a quantidade necessária de capacidade
- Balanceamento de Linha é uma parte fundamental da análise

## Balanceamento de Linha

---

- Decisão sobre quais tarefas necessárias para a produção / manufatura / operação serão alocadas a quais estações de trabalho
- Decisões no balanceamento de linha:
  - Que tempo de ciclo é necessário?
  - Quantos estágios são necessários?
  - Como lidar com variações no tempo para cada tarefa?
  - Como balancear o arranjo físico?
  - Como arranjar os estágios?

## Exemplo: Bombas Armstrong

---

### Balanceamento de Linha:

Armstrong produz bombas para pneus de bicicletas em uma linha de produção.

O tempo para realizar 6 tarefas da produção da bomba e suas tarefas que devem preceder imediatamente podem ser vistos no próximo slide.

Devem ser produzidas (demanda) **dez bombas por hora** e **45 minutos por hora são produtivos**.

Utilize a regra heurística de utilização incremental para combinar tarefas em estações de trabalho a fim de minimizar o tempo ocioso.

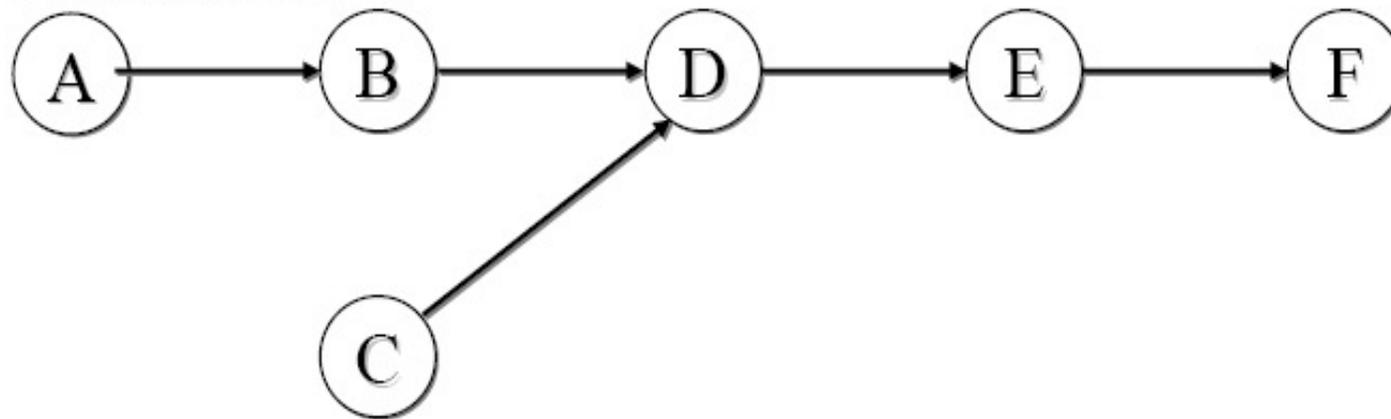
## Exemplo: Bombas Armstrong

---

- Balanceamento de Linha

<u>Tarefas</u>	Tarefas que devem preceder <u>Imediatamente</u>	Tempo para realizar <u>Tarefas (min.)</u>
A	--	5.4
B	A	3.2
C	--	1.5
D	B,C	2.8
E	D	17.1
F	E	<u>12.8</u>
Total =		42.8

- Balanceamento de Linhas – Diagrama de Precedência



## Balanceamento de Linha – Tempo do Ciclo

$$\text{Tempo do Ciclo} = \frac{\text{Tempo Produtivo por Hora}}{\text{Demanda por Hora}}$$

= 45/10 = 4.5 minutos por bomba  
(o arranjo deve ser capaz de produzir 1 bomba a cada 4,5 min)

Balanceamento de Linha – Número Mínimo de Estações de Trabalho (Número de Estágios)

$$\begin{array}{l} \text{Número} \\ \text{Mínimo de} \\ \text{Estações de} \\ \text{Trabalho} \end{array} = \frac{\text{Tempo Total da tarefa}}{\text{Tempo de Ciclo necessário}}$$

$$= 42.8 / 4.5 = 9.51 \text{ estações de trabalho}$$

(Arredonda para cima: 10 estações)

## Exemplo: Bombas Armstrong

---

- Como lidar com variações no tempo para cada tarefa?
  - Na prática, há variações no tempo de processamento de um estágio de trabalho para outro
  - Ex: o conteúdo de trabalho das bombas Armstrong será dividido em 10 estágios de trabalho, mas eles não trabalharão com tempos iguais (ou seja, ~4,5 min / estação)

Necessário trabalhar c/ Balanceamento da linha

- 
- Balanceamento: garantir uma alocação equânime de trabalho para cada estágio da linha
  - Como balancear o arranjo físico?
    - Há várias técnicas
      - A de diagrama de precedência (com apoio à decisão por regras heurísticas) é muito usual

# Regra Heurística da Tarefa de Mais Longa Duração

---

1. Monta o Diagrama de Precedência p/ processo
2. Adiciona tarefas a uma estação de trabalho, uma de cada vez, na ordem de precedência das tarefas
3. Se duas ou mais tarefas têm a mesma ordem de precedência, adiciona-se a tarefa com duração mais longa

**Exemplo:** Bolos Karlstad (disponível na coletânea de casos e-Disciplinas)

---

- Empresa de fabricação de bolos para supermercados
- Há uma linha de produção dedicada a um tipo de bolo em formato de nave espacial
  - Pedido semanal: 5000 bolos
  - Número de horas trabalhadas na fábrica: 40h/semana

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{40 \times 60\text{min}}{5000} = 0,48\text{min}$$

$$\text{Tempo do Ciclo} = \frac{\text{Tempo Produtivo}}{\text{Demanda}}$$

# Exemplo: Bolos Karlstad

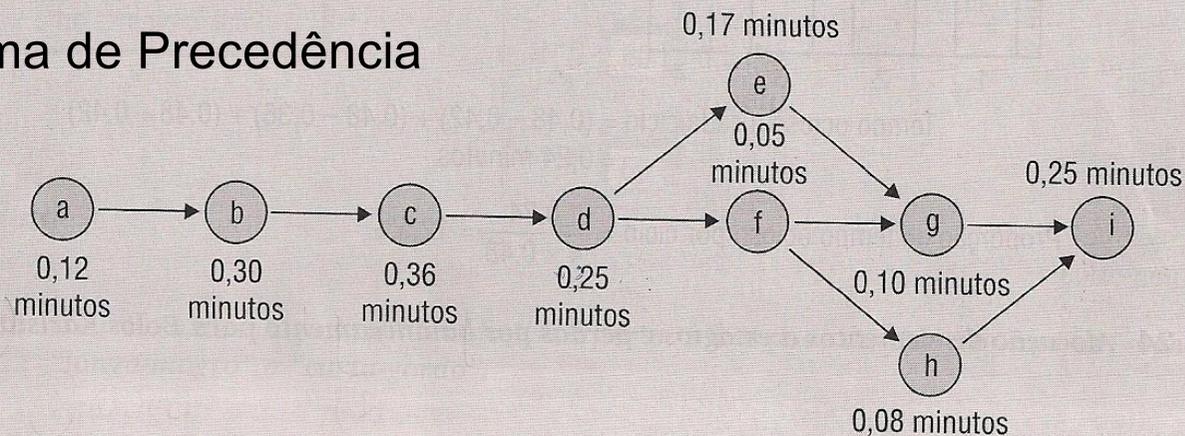
Elemento (a)	– Deformagem e rebarbação	0,12 minutos
Elemento (b)	– Conformação e recortes	0,30 minutos
Elemento (c)	– Colocação de recheio de amêndoas	0,36 minutos
Elemento (d)	– Colocação de recheio branco	0,25 minutos
Elemento (e)	– Decoração com cobertura vermelha	0,17 minutos
Elemento (f)	– Decoração com cobertura verde	0,05 minutos
Elemento (g)	– Decoração com cobertura azul	0,10 minutos
Elemento (h)	– Aplicação de <i>transfers</i>	0,08 minutos
Elemento (i)	– Transferência para embalagem	0,25 minutos
		<u>0,25 minutos</u>
Concluído total de trabalho =		1,68 minutos

**Figura 7.23** Listagem de elementos e diagrama de precedências para Bolos Karlstad.

# Exemplo: Bolos Karlstad

Elemento (a)	– Deformagem e rebarbação	0,12 minutos
Elemento (b)	– Conformação e recortes	0,30 minutos
Elemento (c)	– Colocação de recheio de amêndoas	0,36 minutos
Elemento (d)	– Colocação de recheio branco	0,25 minutos
Elemento (e)	– Decoração com cobertura vermelha	0,17 minutos
Elemento (f)	– Decoração com cobertura verde	0,05 minutos
Elemento (g)	– Decoração com cobertura azul	0,10 minutos
Elemento (h)	– Aplicação de <i>transfers</i>	0,08 minutos
Elemento (i)	– Transferência para embalagem	0,25 minutos
		<u>0,25 minutos</u>
		Concluído total de trabalho = 1,68 minutos

## Diagrama de Precedência



**Figura 7.23** Listagem de elementos e diagrama de precedências para Bolos Karlstad.

## Exemplo: Bolos Karlstad

---

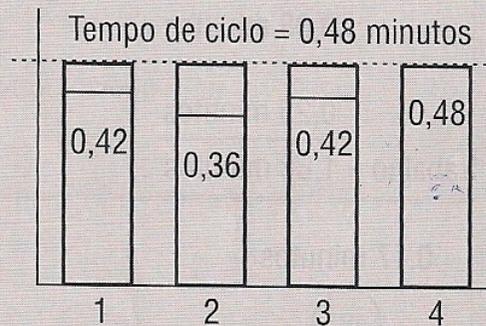
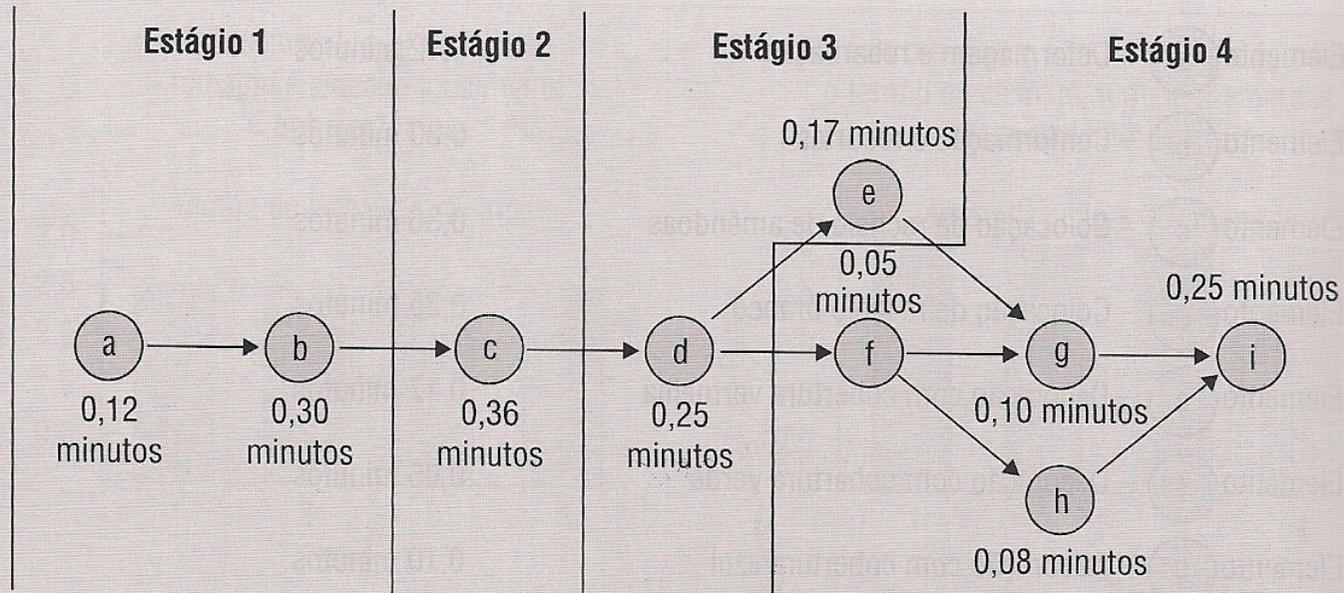
- Calcula-se:

$$\begin{array}{l} \text{TEMPO} \\ \text{DE CICLO} \end{array} = (40\text{h} * 60 \text{ min} ) / 5000 = 0,48 \text{ min}$$

$$\begin{array}{l} \text{ESTÁGIOS} \\ \text{REQUERIDOS} \end{array} = \frac{1,68 \text{ min (conteúdo total trabalho)}}{0,48 \text{ min (tempo de ciclo requerido)}} = 3,5 \text{ estágios}$$

Atenção: não pode exceder o tempo de ciclo em cada estágio

# Exemplo: Bolos Karlstad

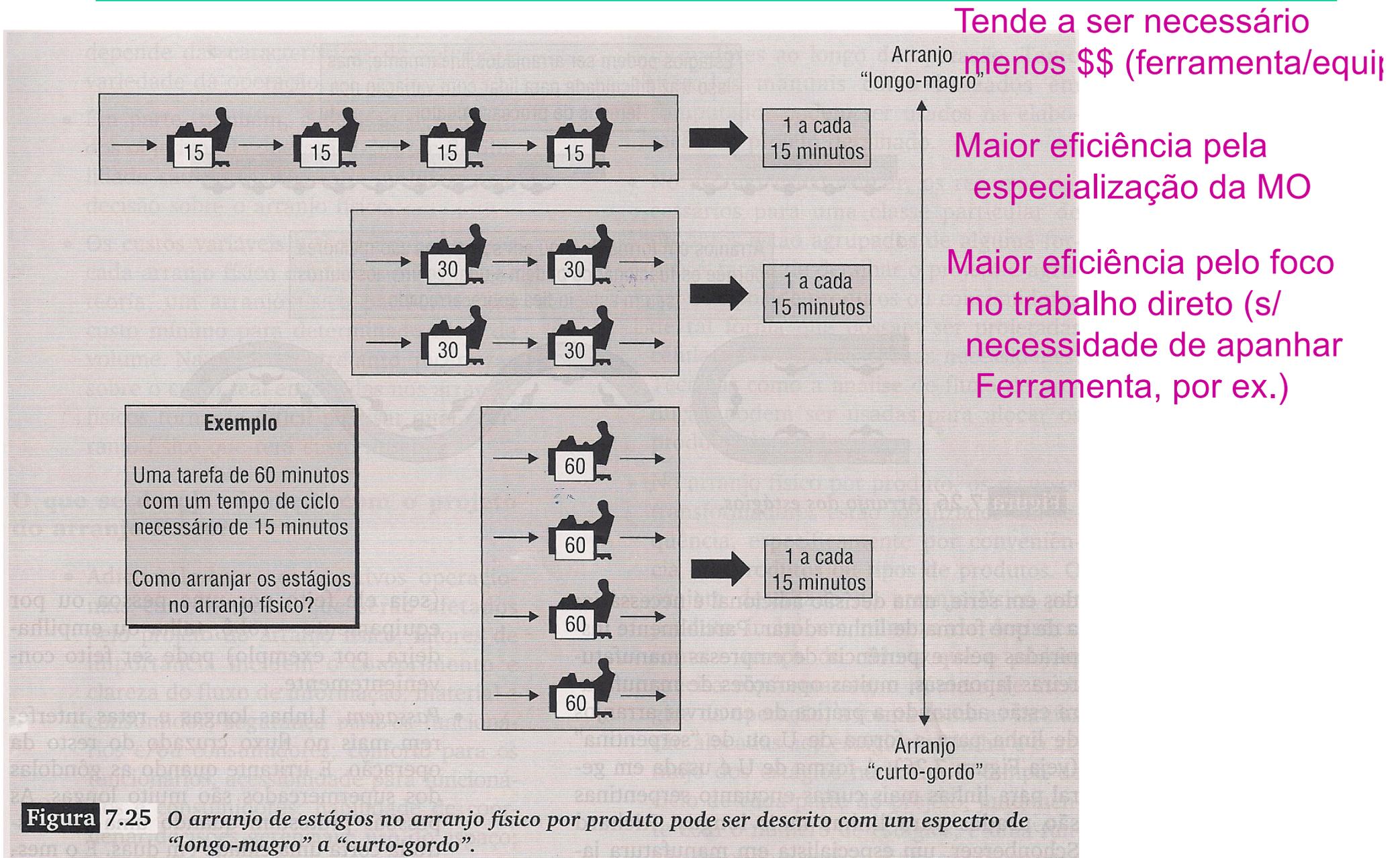


$$\begin{aligned} \text{Tempo ocioso a cada ciclo} &= (0,48 - 0,42) + (0,48 - 0,36) + (0,48 - 0,42) \\ &= 0,24 \text{ minutos} \end{aligned}$$

$$\text{Proporção de tempo ocioso por ciclo} = \frac{0,24}{4 \times 0,48} = 12,5\%$$

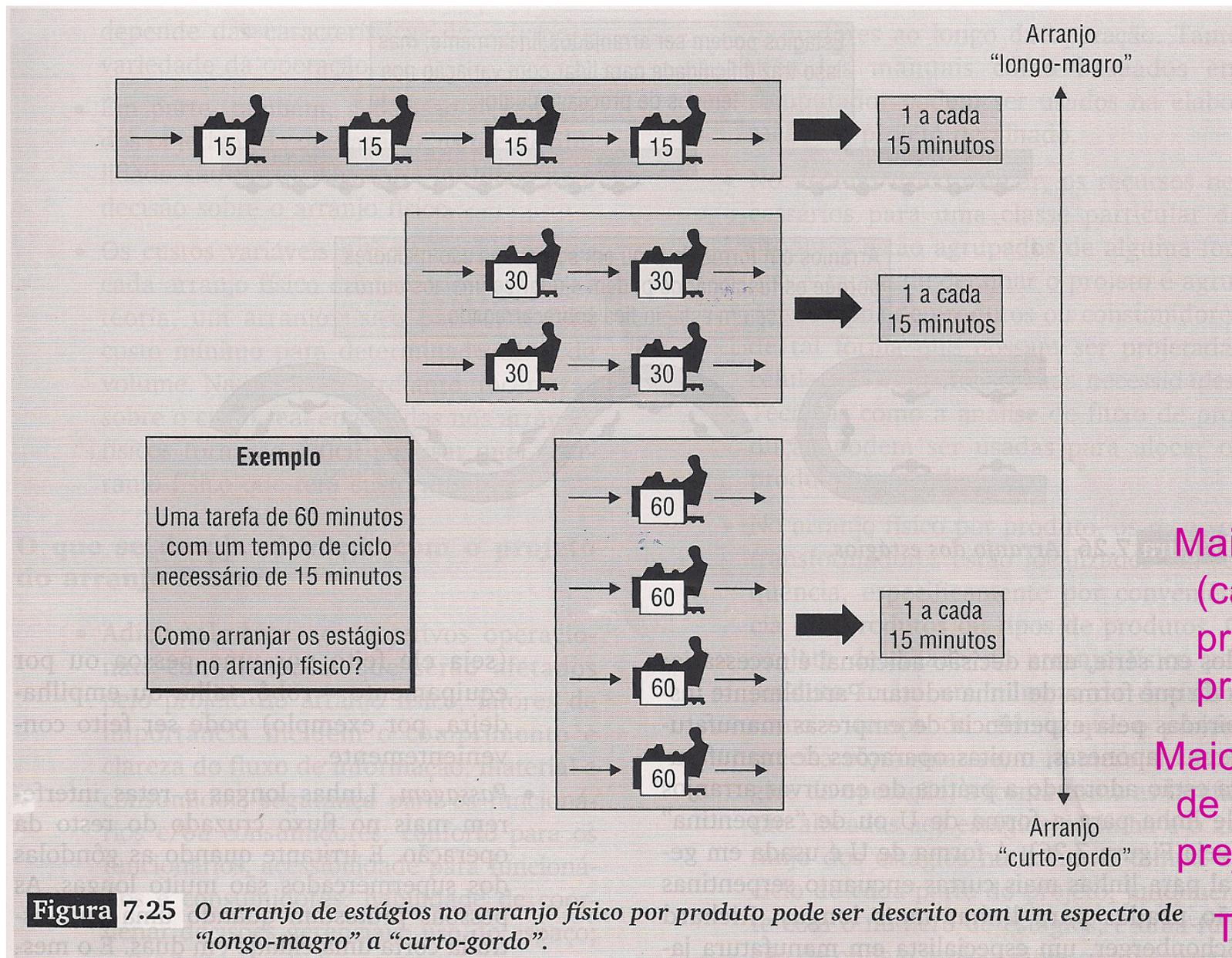
**Figura 7.24** Alocação de elementos a estágios e perdas por balanceamento para Bolos Karlstad.

# Como arranjar os estágios?



**Figura 7.25** O arranjo de estágios no arranjo físico por produto pode ser descrito com um espectro de "longo-magro" a "curto-gordo".

# Como arranjar os estágios?



Maior flexibilidade Mix  
(cada estágio pode  
produzir diferentes  
produtos)

Maior robustez (parada  
de 1 estágio não  
prejudica linha)

Trabalho menos  
monótono

**Figura 7.25** O arranjo de estágios no arranjo físico por produto pode ser descrito com um espectro de "longo-magro" a "curto-gordo".

## Como Arranjar estágios?

---

- Em linha reta
- Em U
- Em Serpentina

Melhor: permite integração entre Funcionários; evita problema de cruzamento de pessoas / de materiais...

