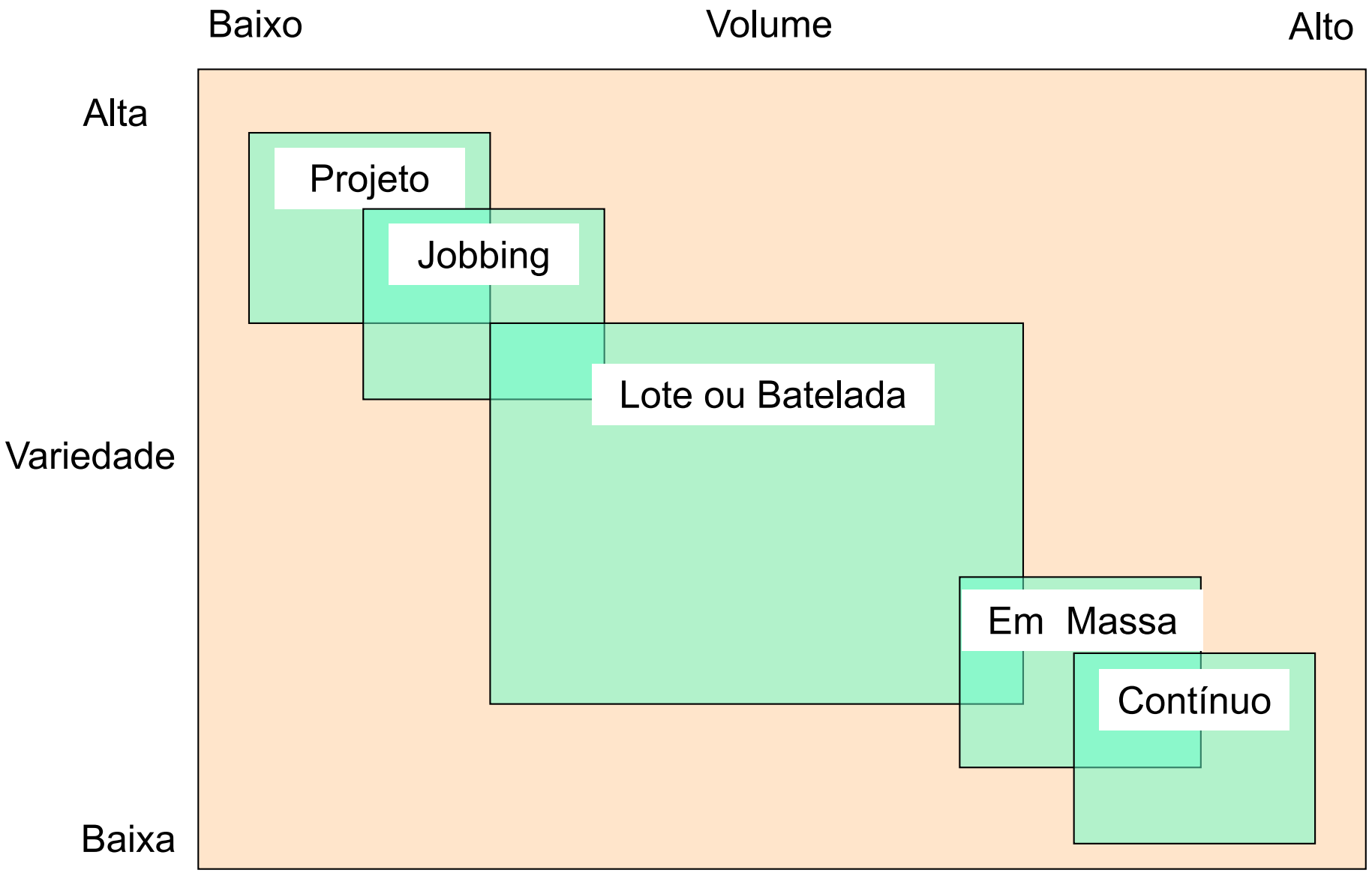
Arranjo Físico
Layout

Profa. Simone Galina
Slack – Capítulo 7

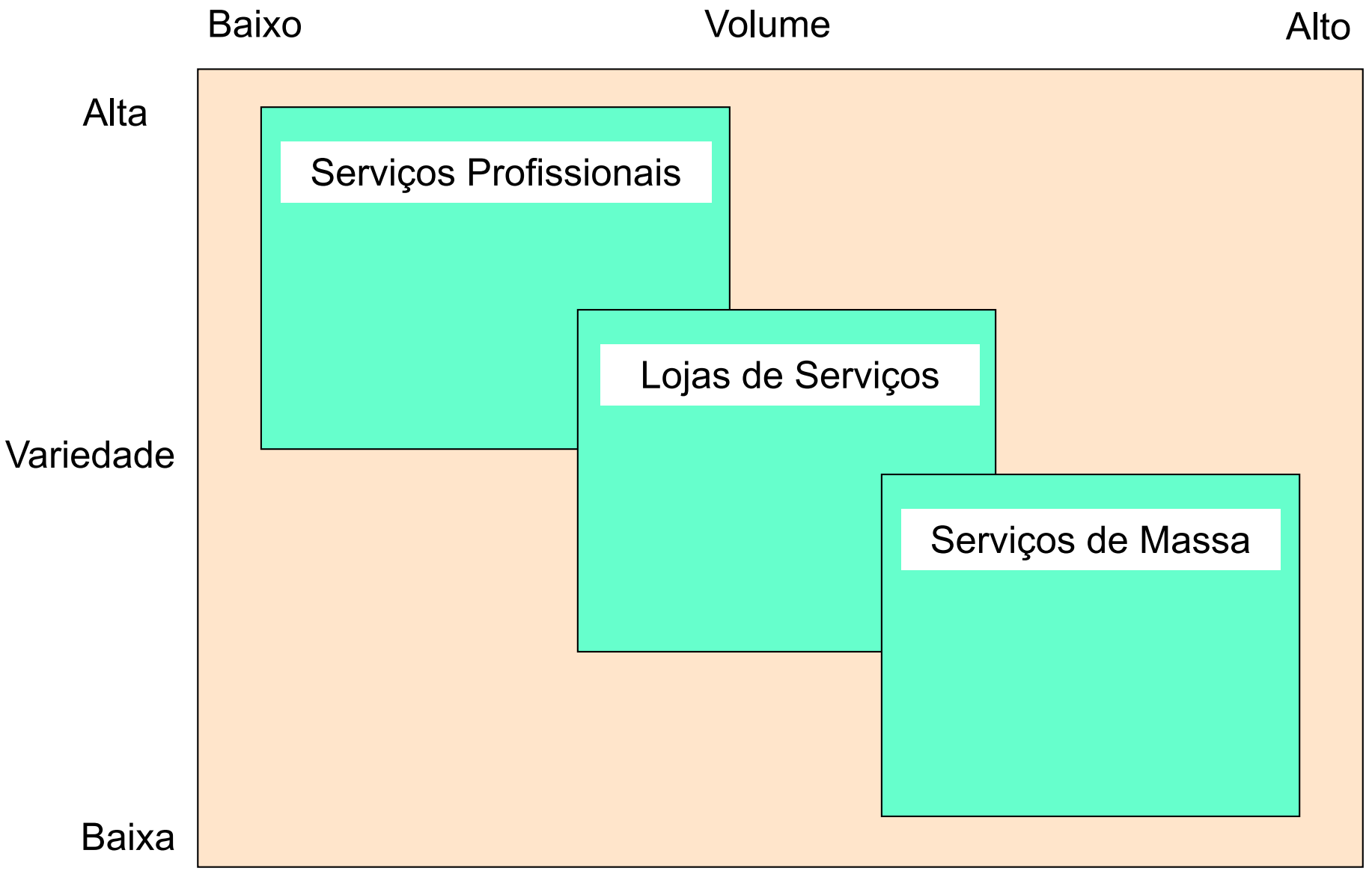
Tipos de Processos em Manufatura

RELEMBRANDO...

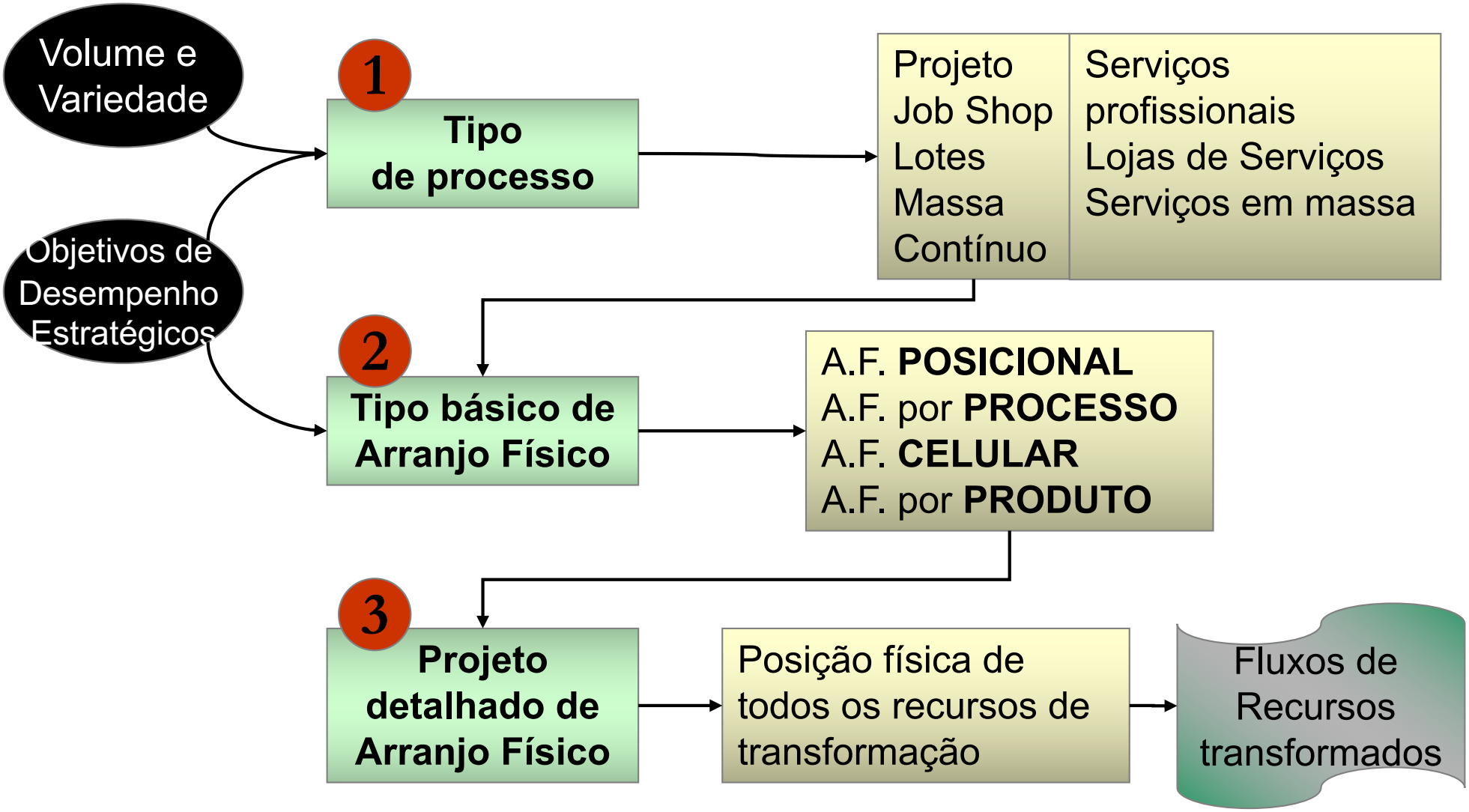


Tipos de Processos em Serviços

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

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

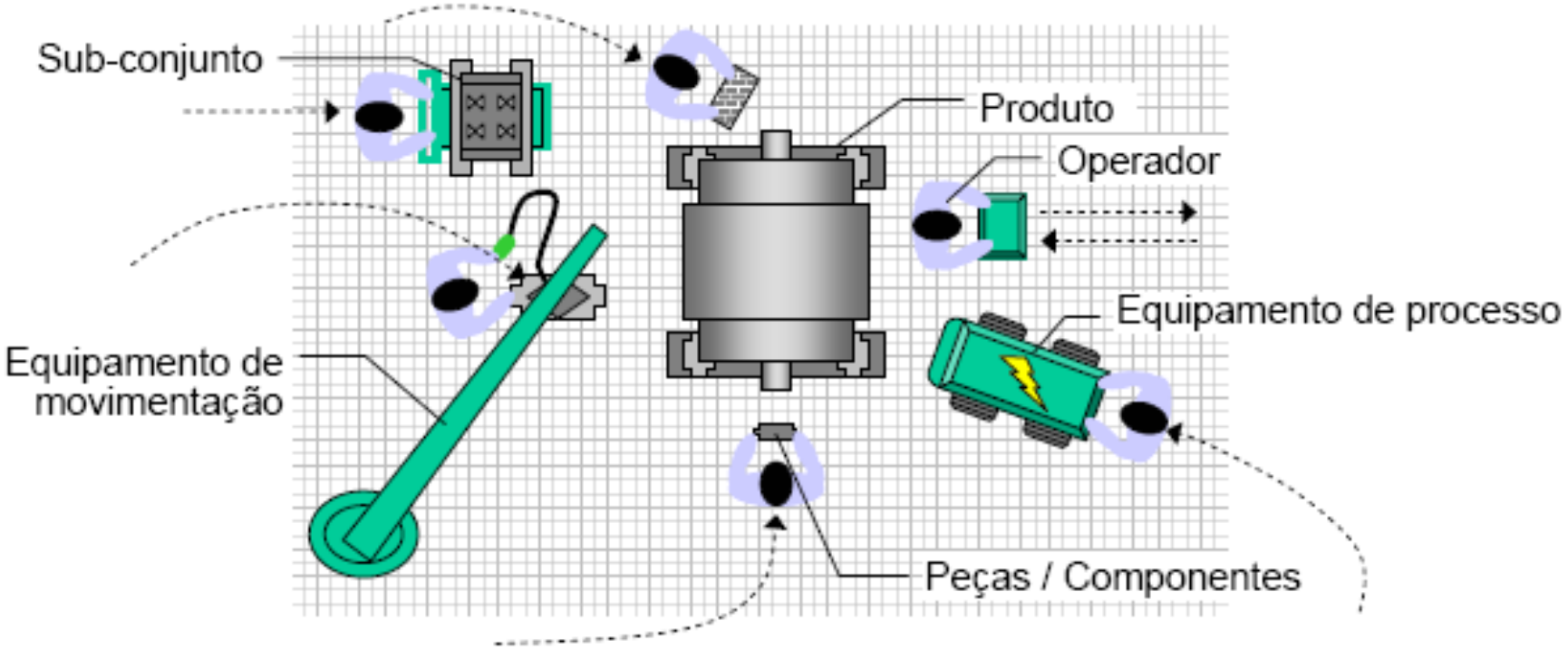
Exemplos:

- 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 movimentacao 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

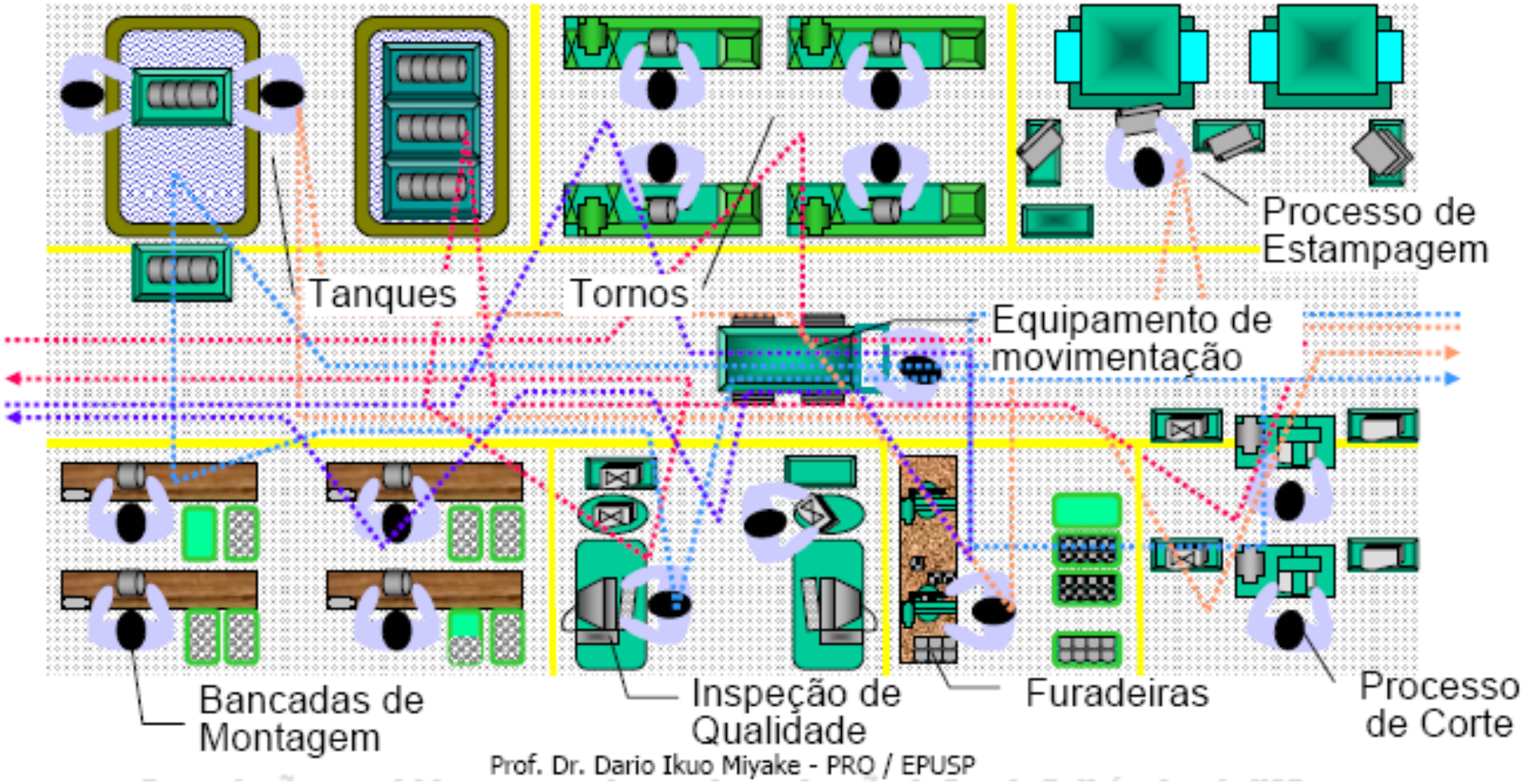
Exemplos:

- 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

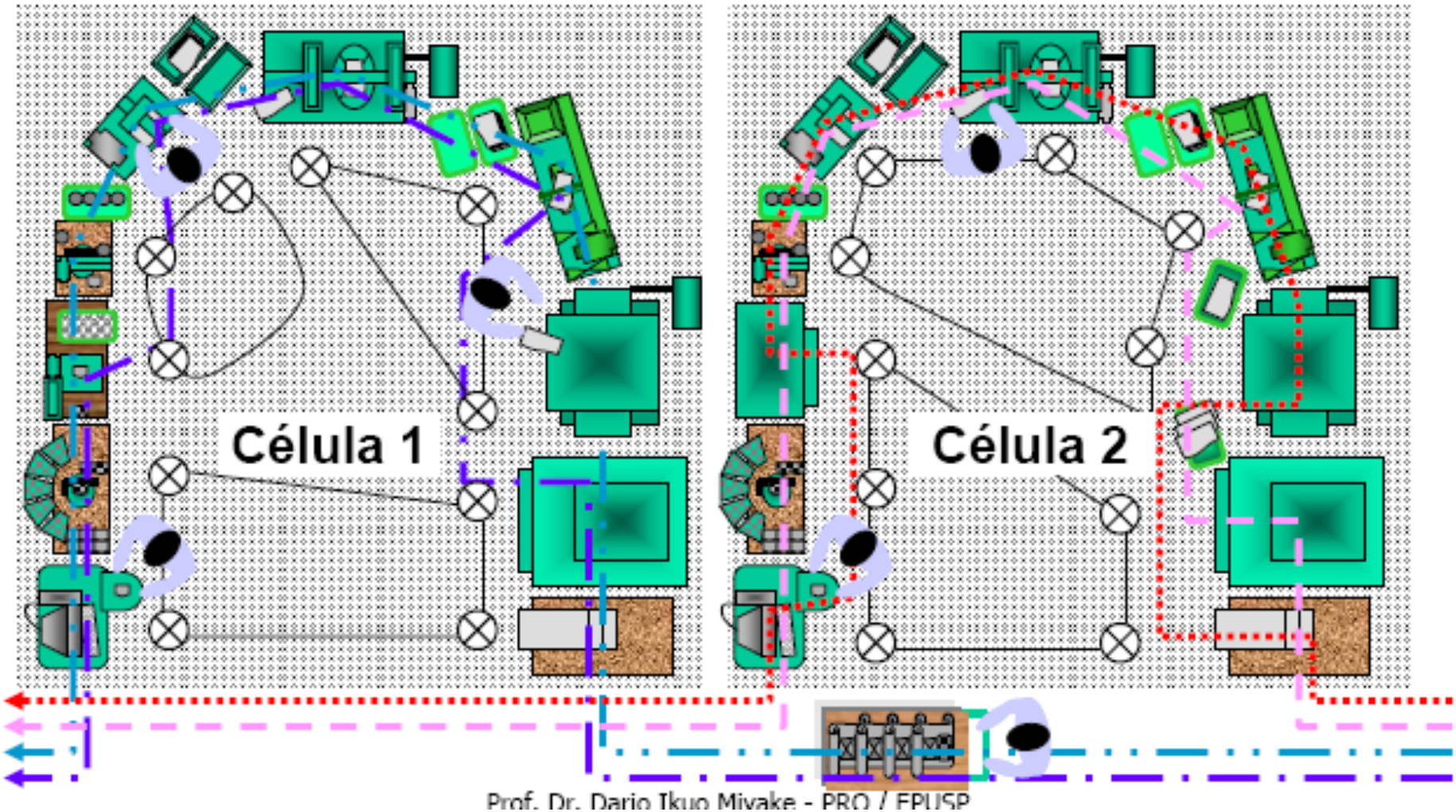
Exemplos:

- Células de Manufatura
- Setores específicos em lojas de departamento

Fatores críticos:

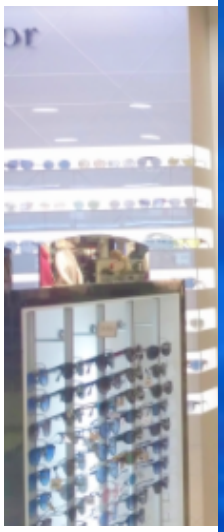
Existência de itens similares quanto a equipamentos ou processos necessários à sua produção

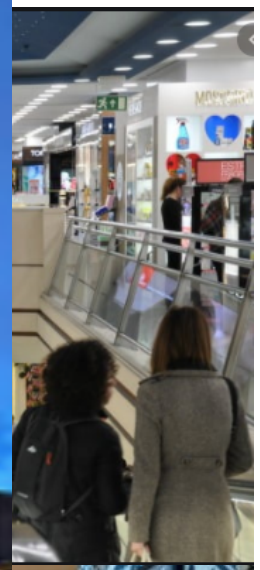
Arranjo Físico Celular



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

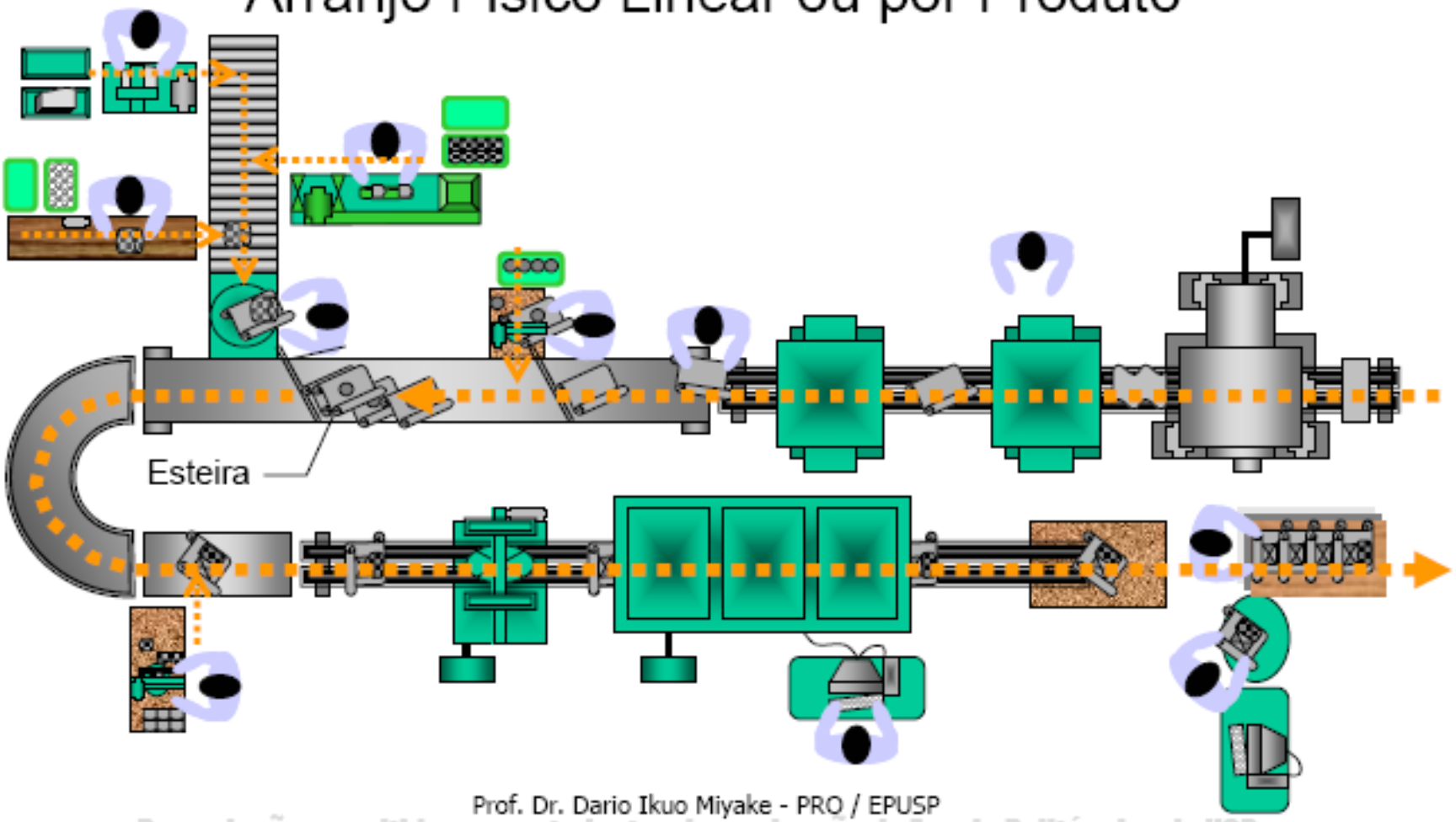
Exemplos:

- 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



Arranjos Físicos Mistos

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

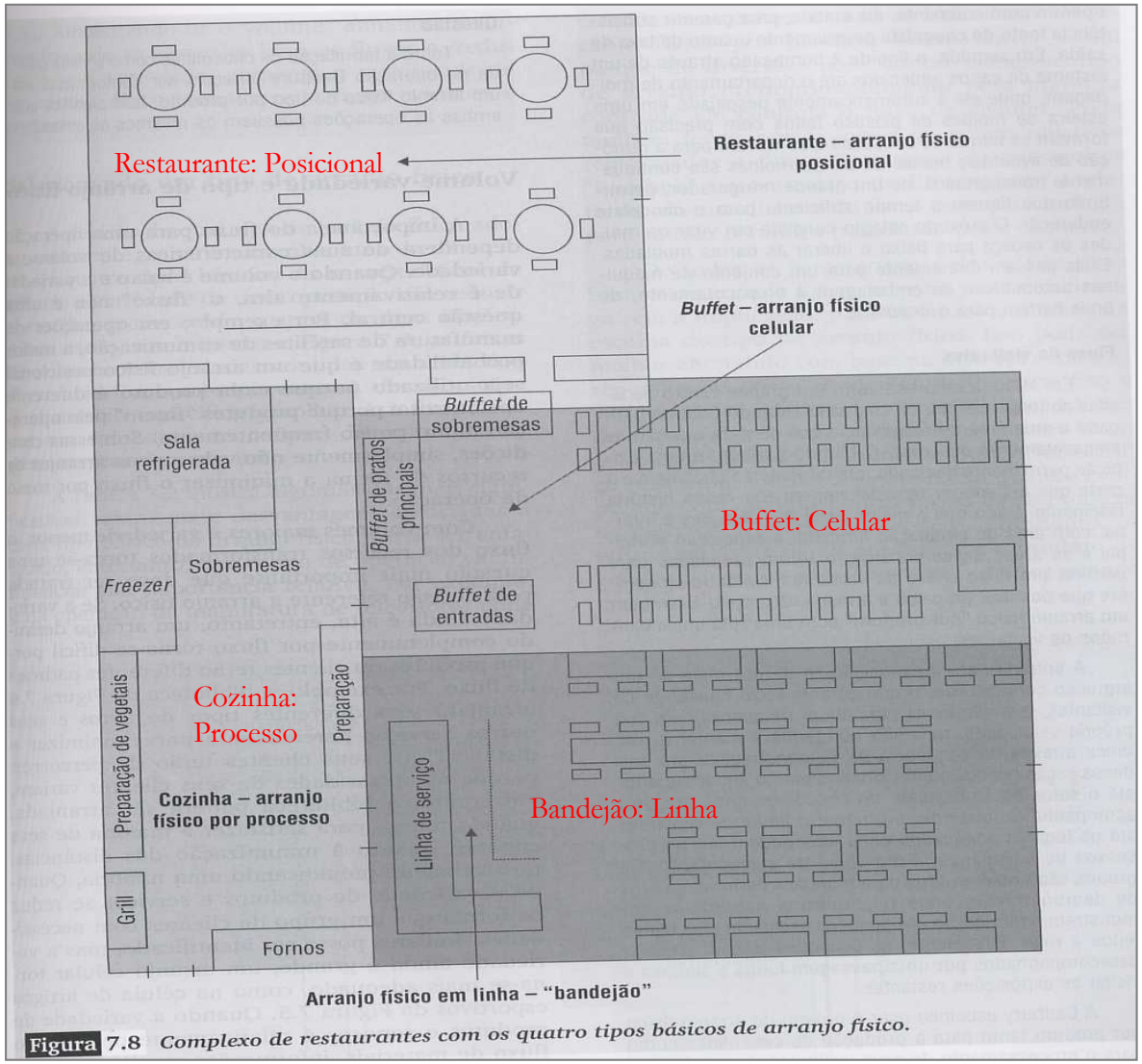


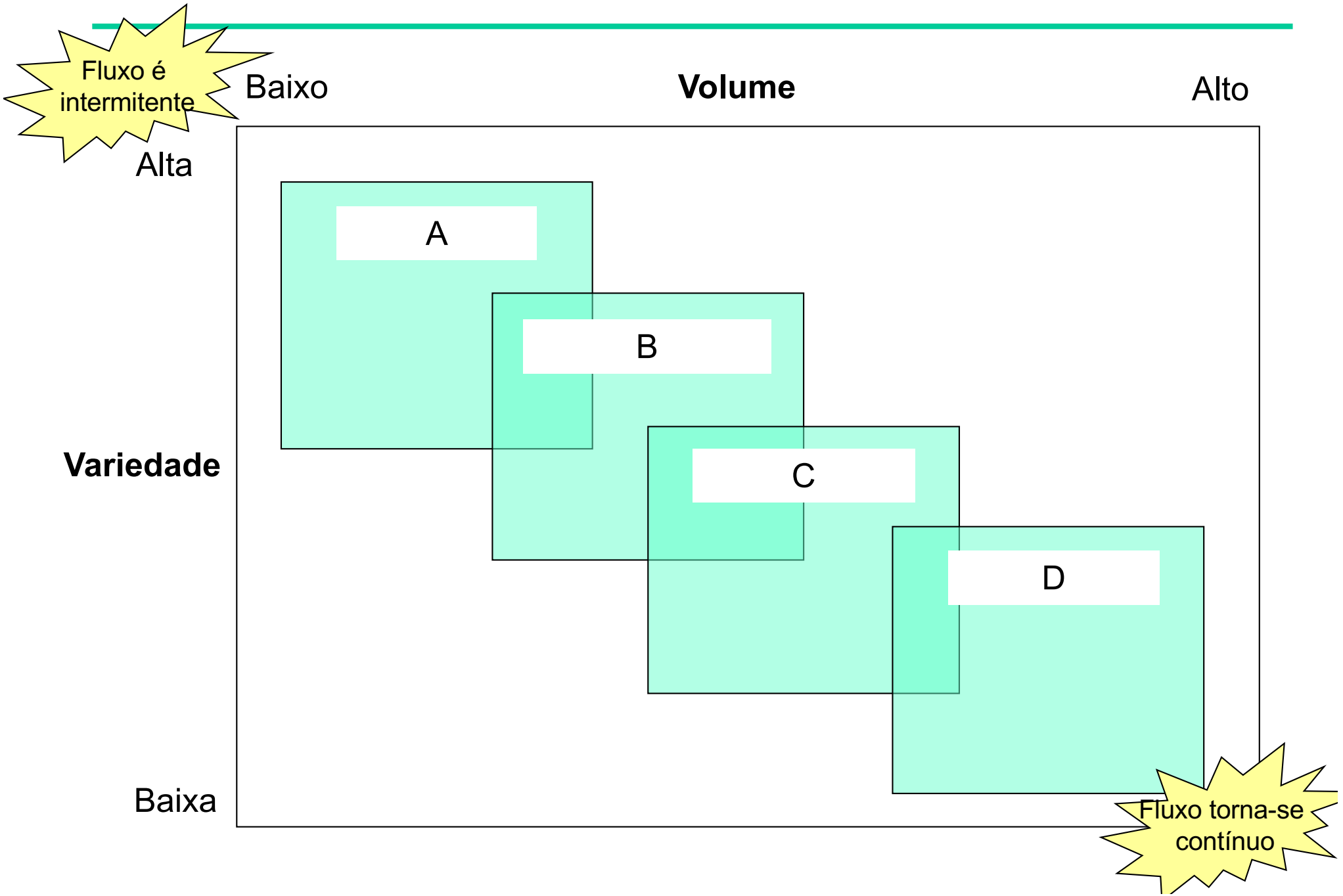
Figura 7.8 *Complexo de restaurantes com os quatro tipos básicos de arranjo físico.*

Restaurante: a la carte, buffet e bandejão

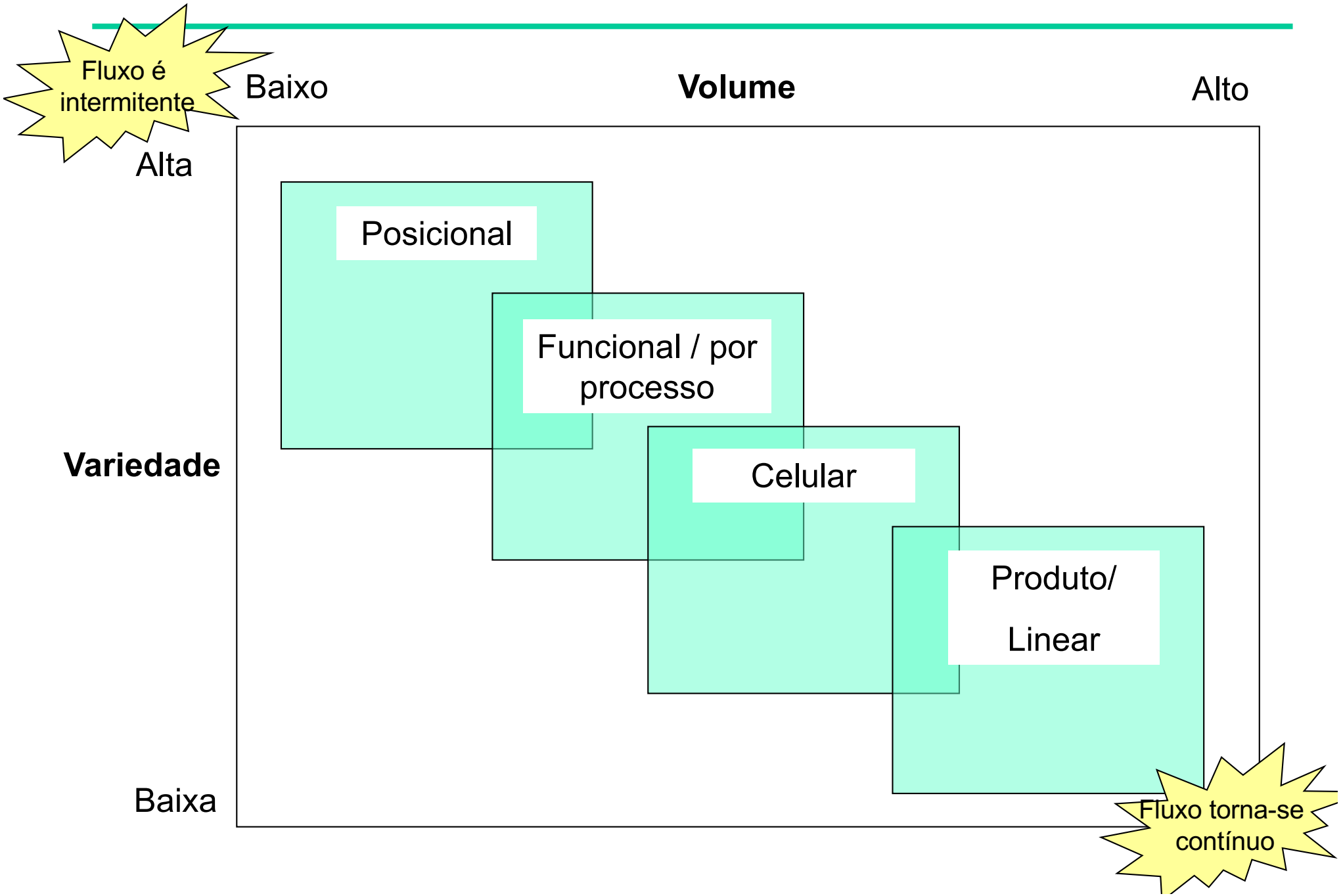
Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Arranjo Físico

	Vantagens	Desvantagens
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

Proj. Detalhado Posicional

- Localização física dos recursos em função da conveniência dos recursos transformadores (maq., pessoas)

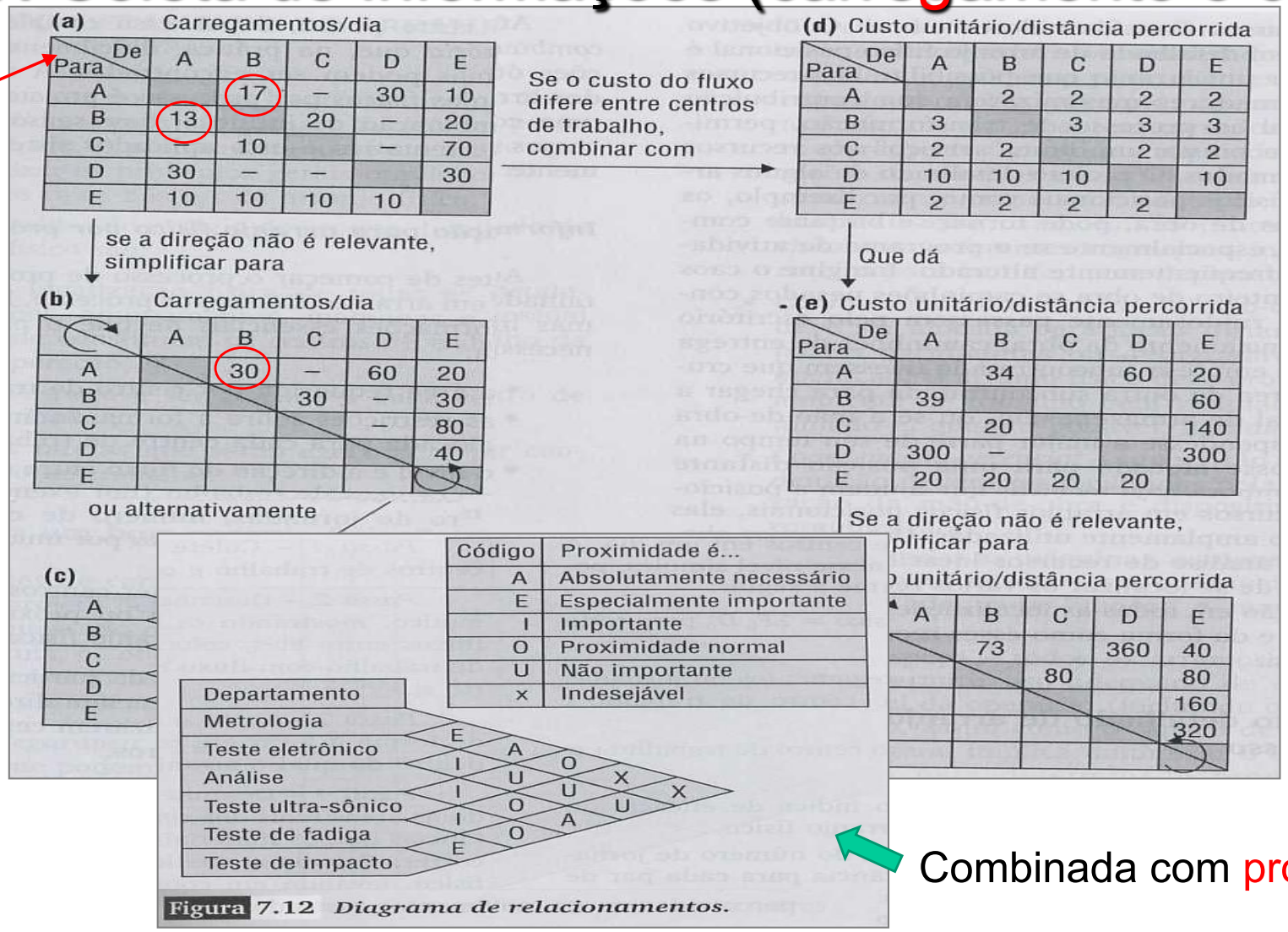
- Objetivo
  - Possibilitar aos recursos transformadores (maq., pessoas) maximizarem sua contribuição potencial ao processo de transformação

Proj. Detalhado por Processo / Funcional

- 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)



(a) Carregamentos/dia

De / Para	A	B	C	D	E
A		17	–	30	10
B	13		20	–	20
C	–	10		–	70
D	30	–	–		30
E	10	10	10	10	

Se o custo do fluxo difere entre centros de trabalho, combinar com

(d) Custo unitário/distância percorrida

De / Para	A	B	C	D	E
A		2	2	2	2
B	3		3	3	3
C	2	2		2	2
D	10	10	10		10
E	2	2	2	2	

se a direção não é relevante, simplificar para

Que dá

(b) Carregamentos/dia

	A	B	C	D	E
A		30	–	60	20
B			30	–	30
C				–	80
D					40
E					

(e) Custo unitário/distância percorrida

De / Para	A	B	C	D	E
A		34		60	20
B	39				60
C		20			140
D	300	–			300
E	20	20	20	20	

ou alternativamente

Se a direção não é relevante, plificar para

unitário/distância percorrida

	A	B	C	D	E
		73		360	40
			80		80
					160
					320

(c)

A
B
C
D
E

Código	Proximidade é...
A	Absolutamente necessário
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Proximidade normal
U	Não importante
X	Indesejável

Departamento					
Metrologia	E				
Teste eletrônico	I	A			
Análise	I	U	O		
Teste ultra-sônico	I	O	U	X	
Teste de fadiga	I	O	A	U	X
Teste de impacto	E				

Figura 7.12 *Diagrama de relacionamentos.*

Combinada com proximidade

2. Desenho do arranjo físico esquemático

Fluxos de baixa intensidade

Fluxos de média intensidade

Fluxos de alta intensidade

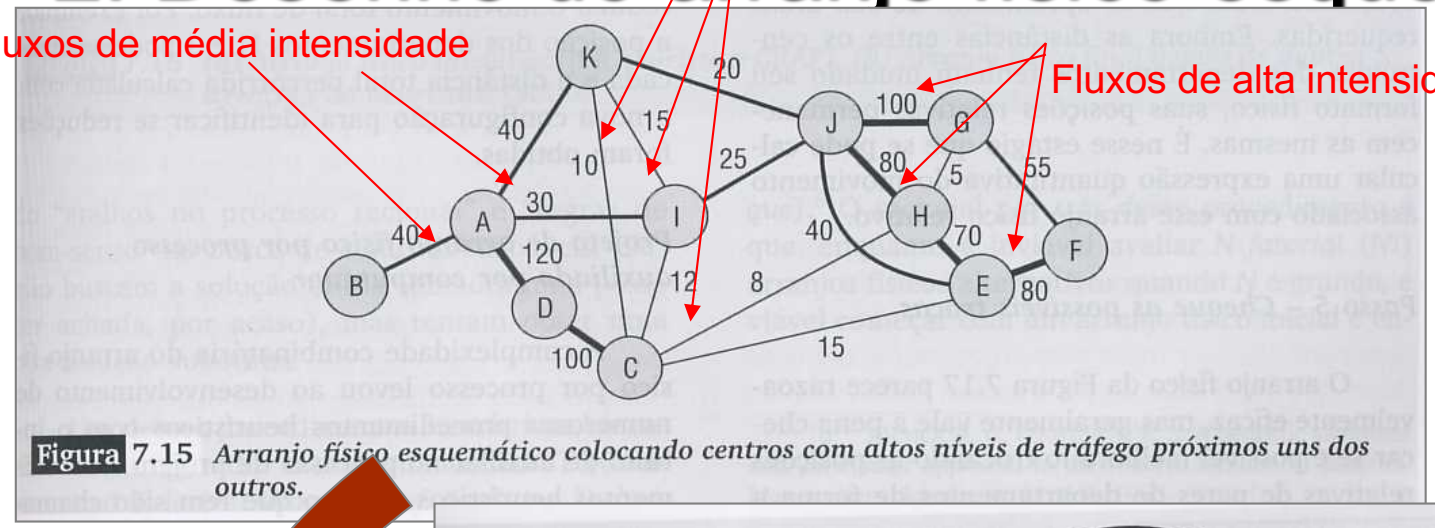


Figura 7.15 *Arranjo físico esquemático colocando centros com altos níveis de tráfego próximos uns dos outros.*

3. Ajuste às dimensões do prédio

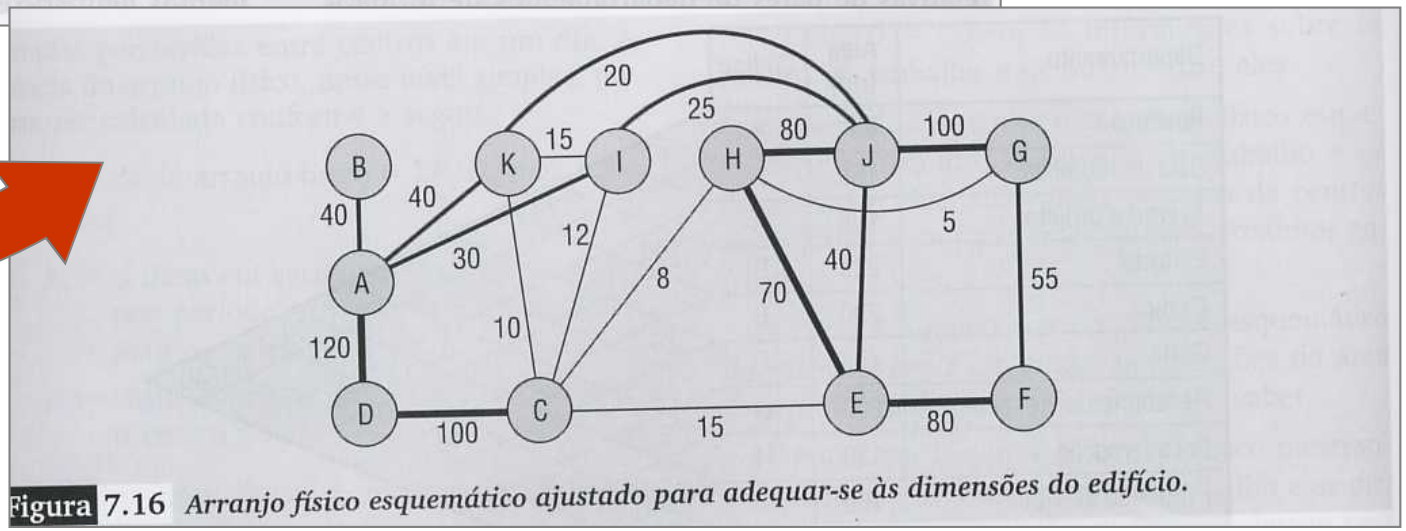


Figura 7.16 *Arranjo físico esquemático ajustado para adequar-se às dimensões do edifício.*

- 4. Desenho do arranjo físico;

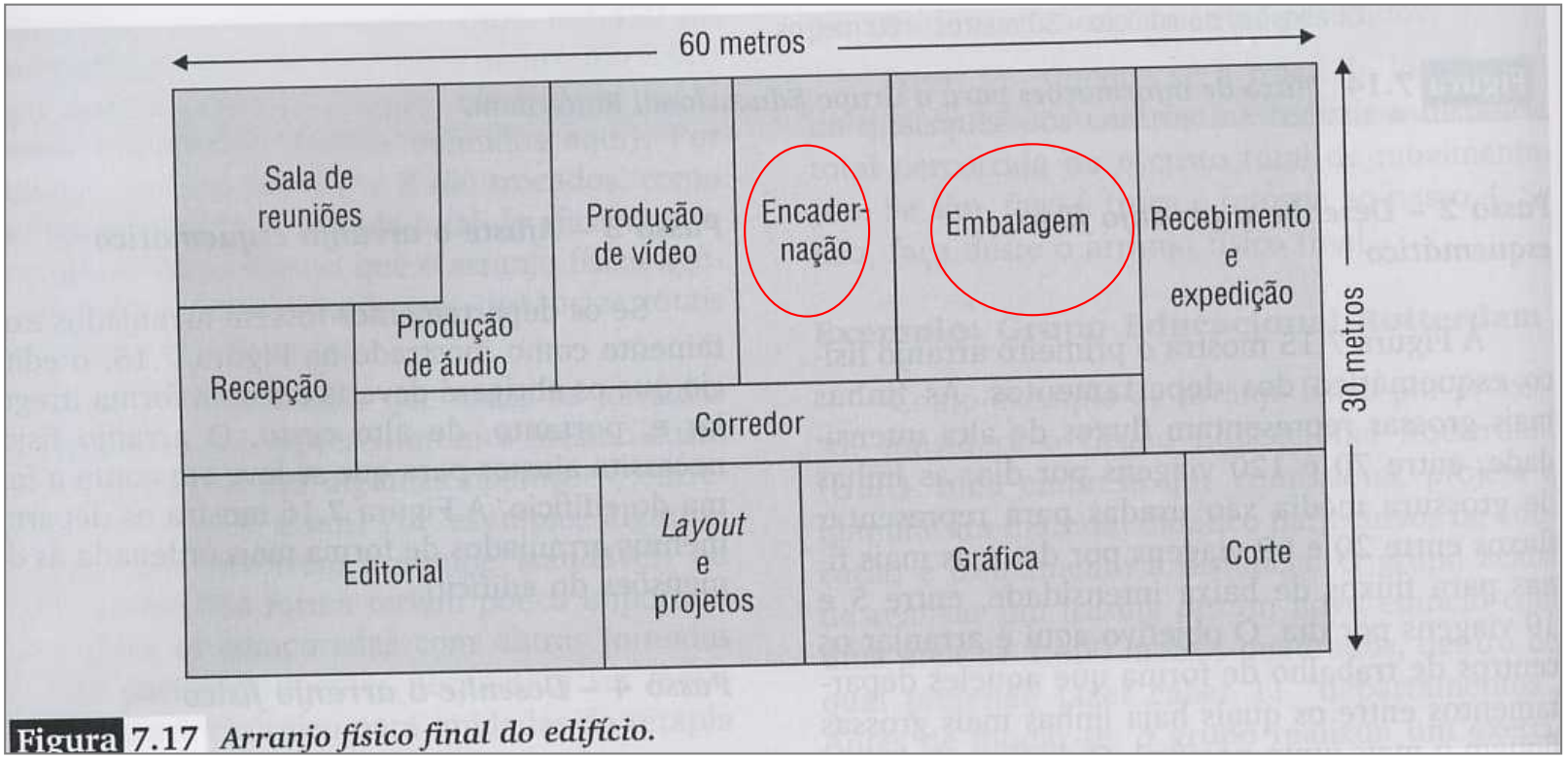


Figura 7.17 *Arranjo físico final do edifício.*

- 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

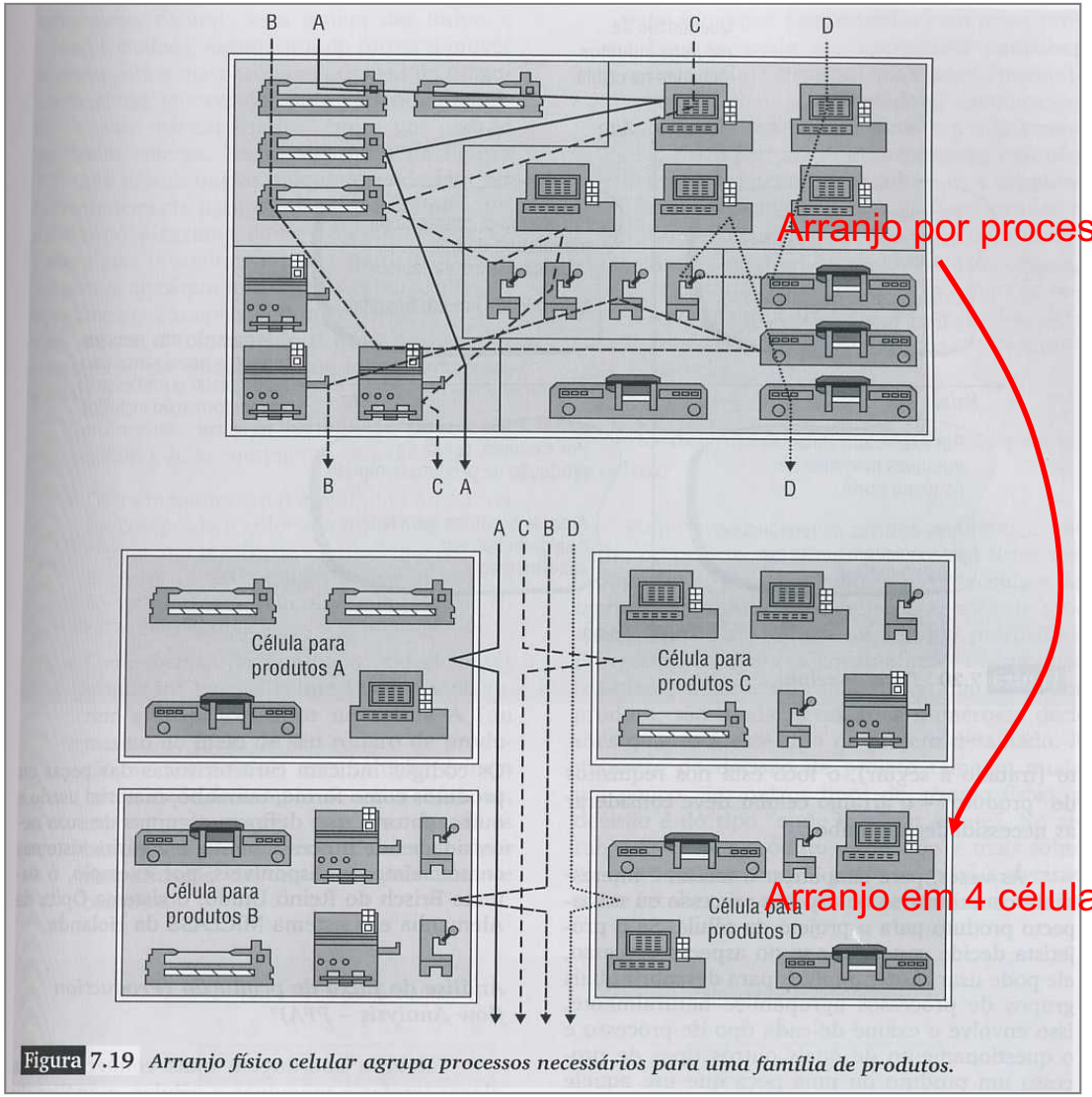


Figura 7.19 *Arranjo físico celular agrupa processos necessários para uma família de produtos.*

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 celulas de producao

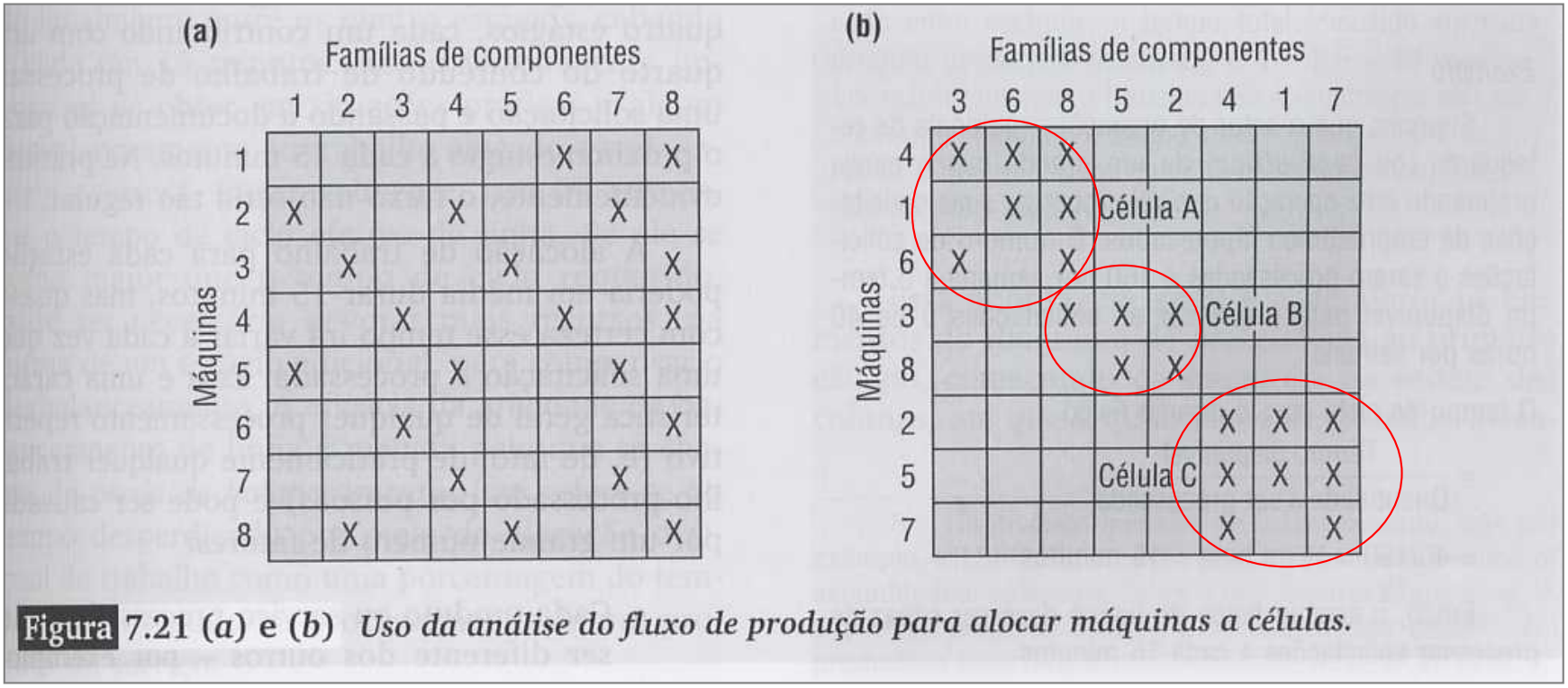


Figura 7.21 (*a*) e (*b*) *Uso da análise do fluxo de produção para alocar máquinas a células.*

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

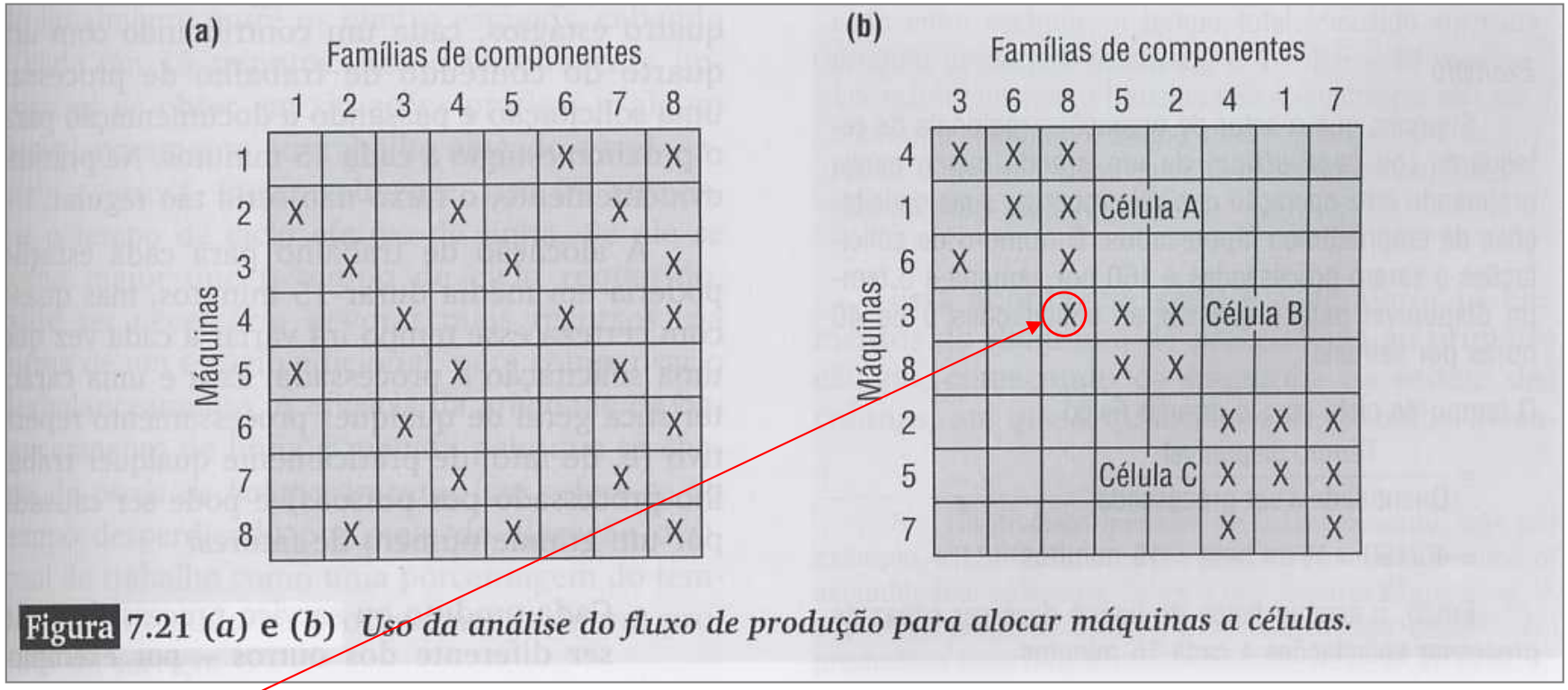


Figura 7.21 (*a*) e (*b*) *Uso da análise do fluxo de produção para alocar máquinas a células.*

O componente (produto) 8 precisa da maquina 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 fisico?
  - 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**.

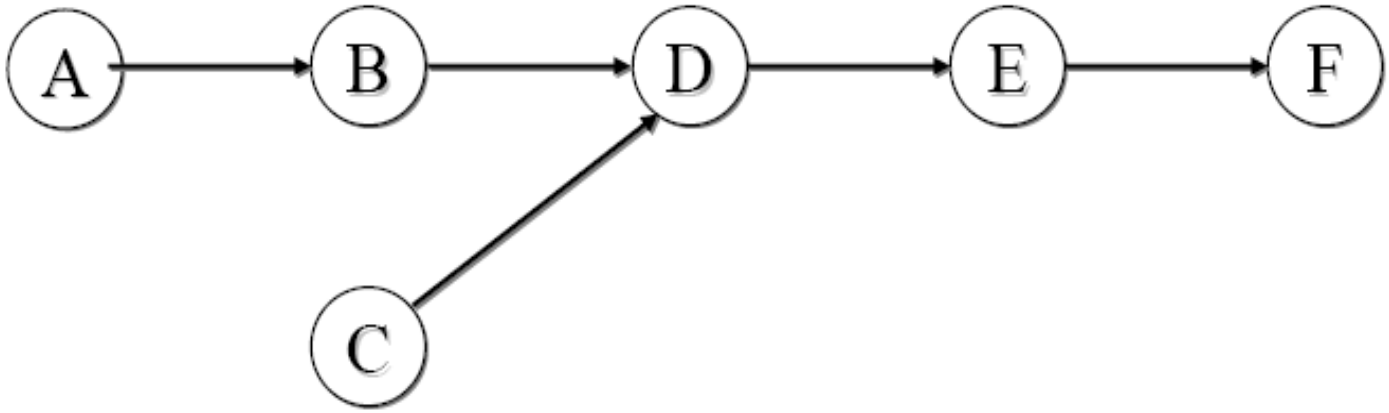
Utilize a regra heurística de utilização incremental para combinar tarefas em estações de trabalho a fim de minimizar o tempo ocioso.

Exemplo: Bombas Armstrong

- Balanceamento de Linha

Tarefas	Tarefas que devem preceder Imediatamente	Tempo para realizar Tarefas (min.)
A	--	5.4
B	A	3.2
C	--	1.5
D	B,C	2.8
E	D	17.1
F	E	12.8
	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)

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

= 42.8 / 4.5 = 9.51 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

- 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

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

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

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 *transfers*	0,08 minutos
Elemento (i)	– Transferência para embalagem	0,25 minutos
	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 *transfers*	0,08 minutos
Elemento i	– Transferência para embalagem	0,25 minutos
	Concluído total de trabalho =	1,68 minutos

Diagrama de Precedência

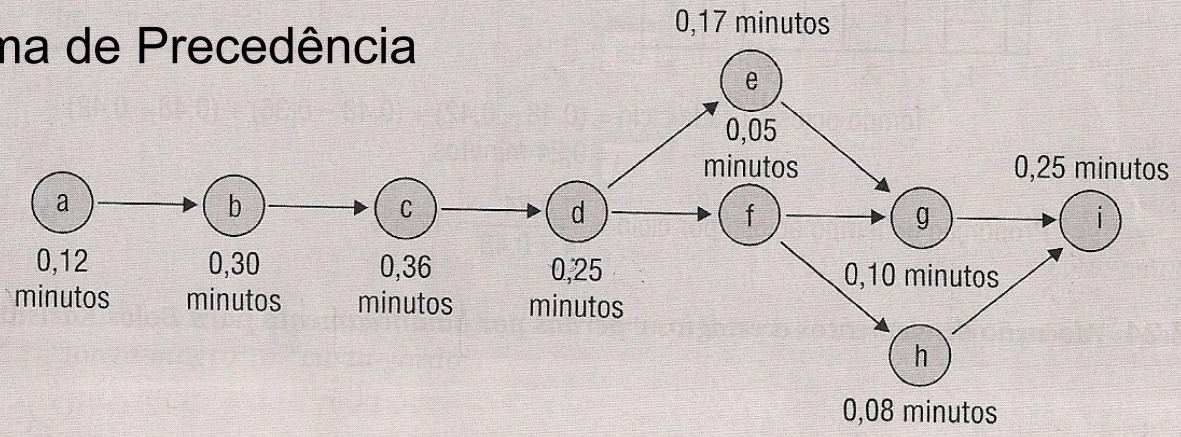


Figura 7.23 *Listagem de elementos e diagrama de precedências para Bolos Karlstad.*

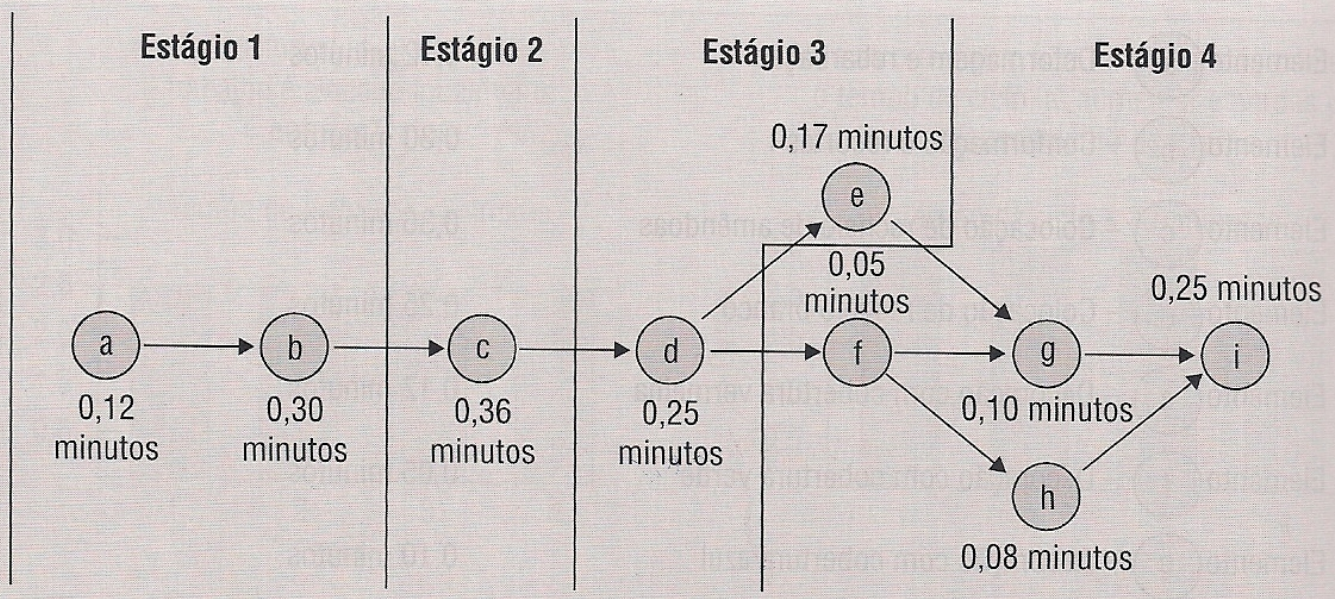
Exemplo: Bolos Karlstad

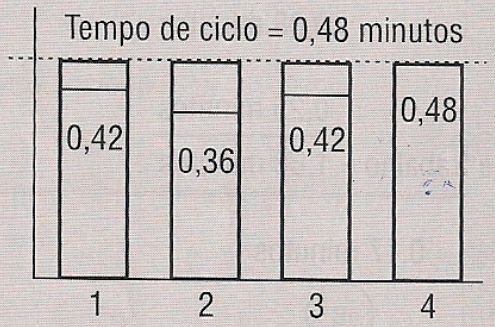
- Calcula-se:

TEMPO DE CICLO = (40h * 60 min) / 5000 = 0,48 min

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

Exemplo: Bolos Karlstad





Tempo ocioso a cada ciclo = (0,48 – 0,42) + (0,48 – 0,36) + (0,48 – 0,42)
= 0,24 minutos

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

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

Como arranjar os estágios?

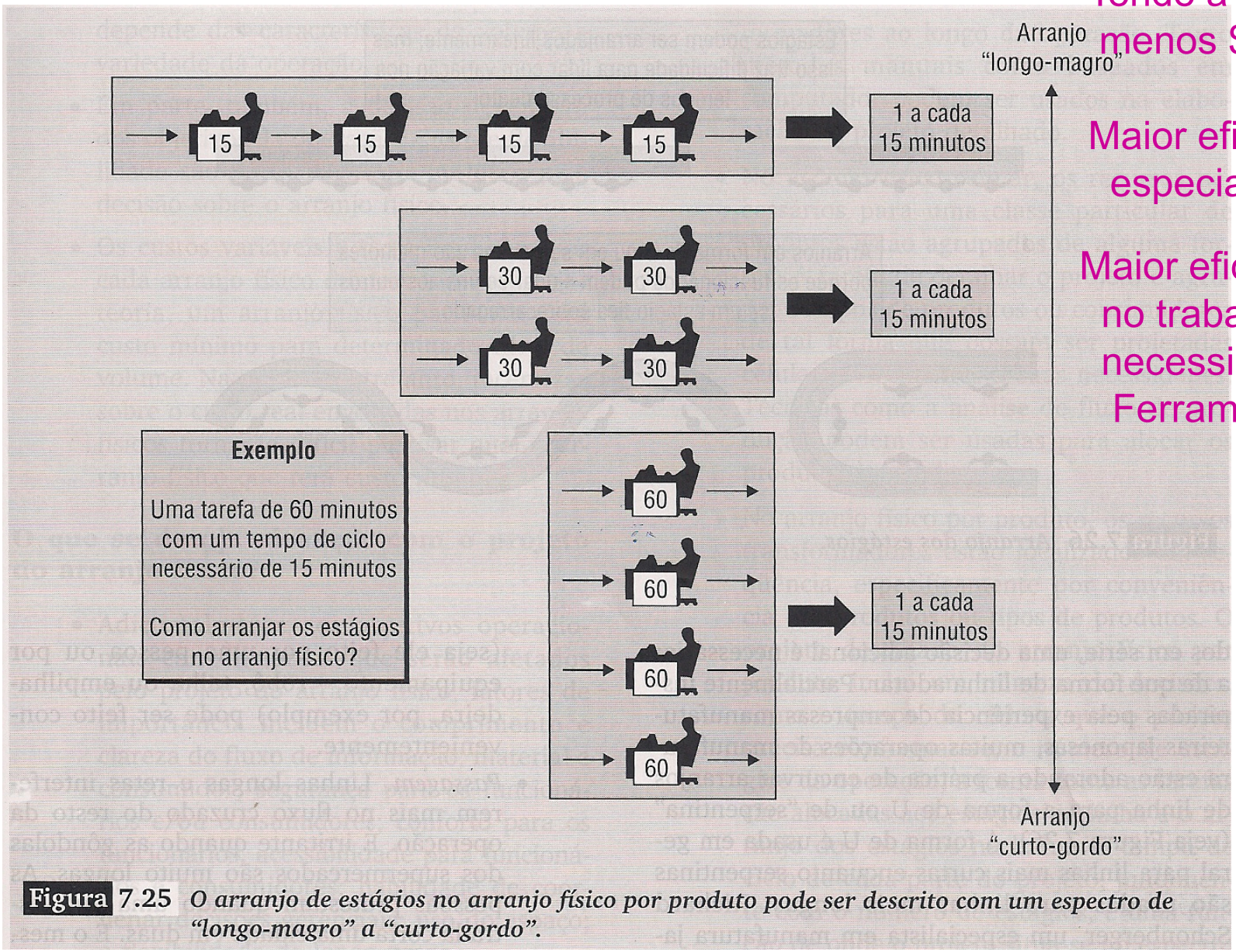


Figura 7.25 *O arranjo de estágios no arranjo físico por produto pode ser descrito com um espectro de "longo-magro" a "curto-gordo".*

Tende a ser necessário menos $$ (ferramenta/equi

Maior eficiência pela especialização da MO

Maior eficiência pelo foco no trabalho direto (s/ necessidade de apanhar Ferramenta, por ex.)

Como arranjar os estágios?

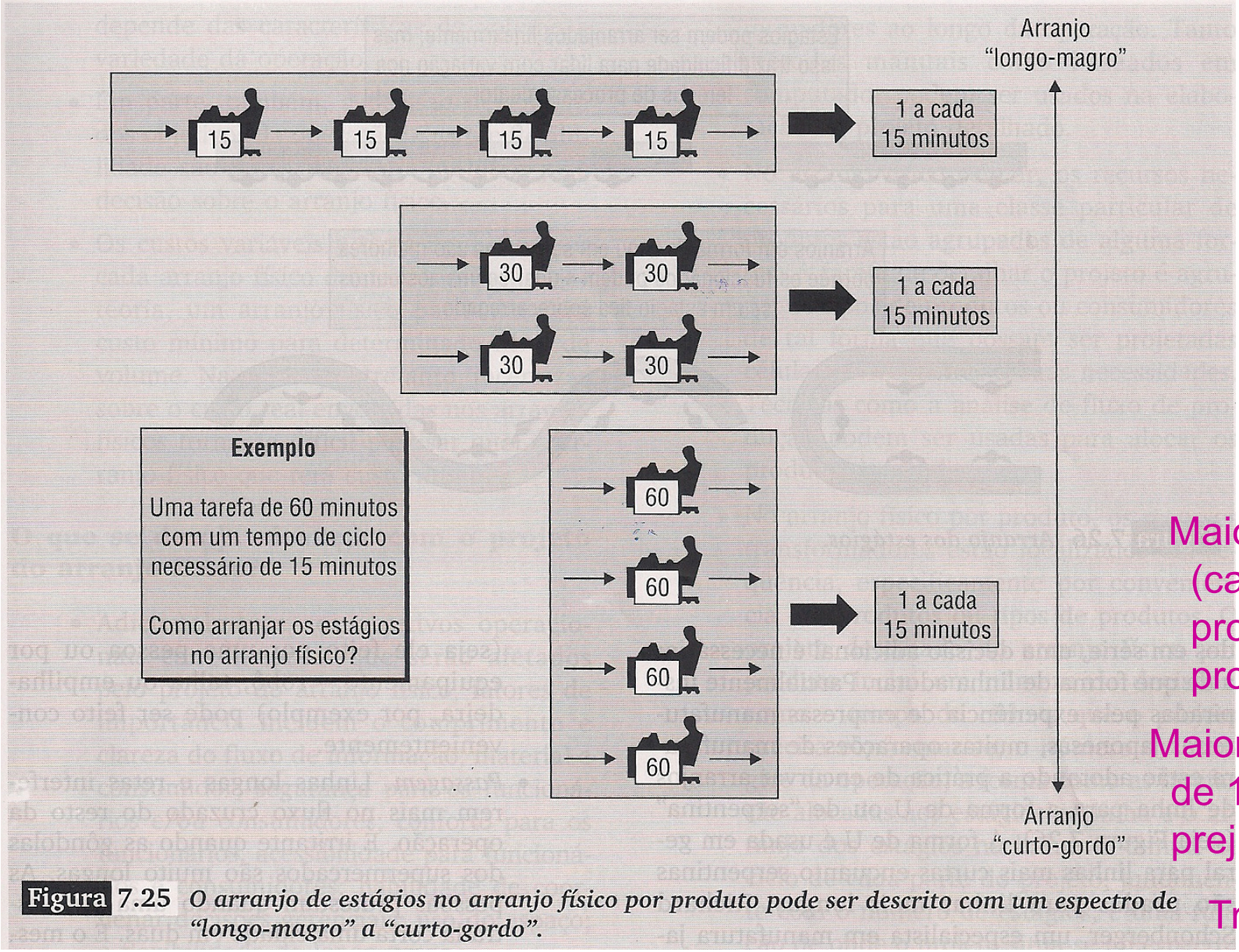


Figura 7.25 *O arranjo de estágios no arranjo físico por produto pode ser descrito com um espectro de "longo-magro" a "curto-gordo".*

Maior flexibilidade Mix (cada estágio pode produzir diferentes produtos)

Maior robustez (parada de 1 estágio não prejudica linha)

Trabalho menos monótono

Como Arranjar estágios?

- Em linha reta
- Em U
- Em Serpentina

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