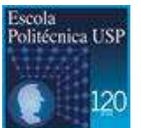




PRO3855 - Introdução à Gestão da Produção

Prof. Fernando Berssaneti

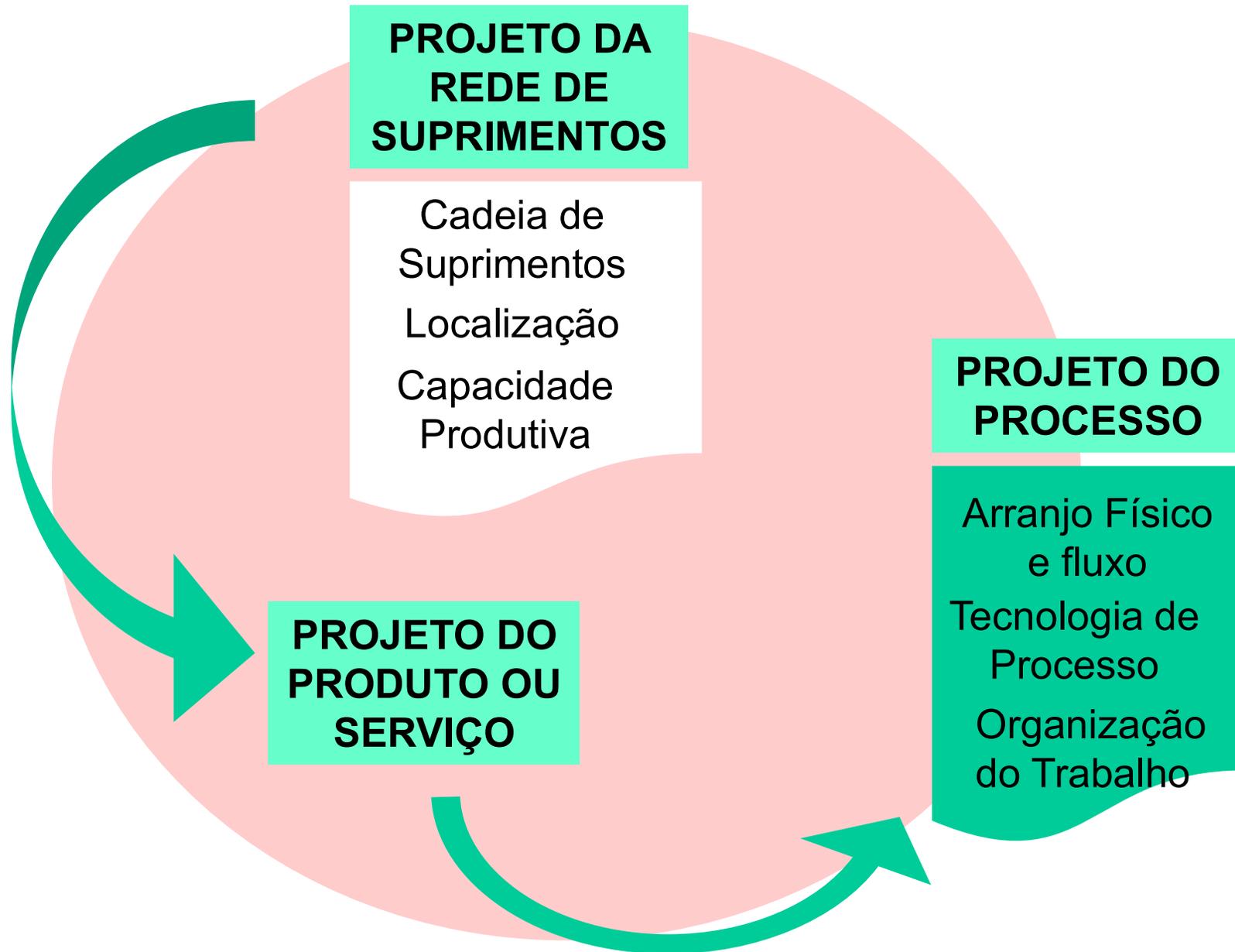
Material original elaborado pelo Prof. Davi Nakano



O Projeto em Gestão de Operações

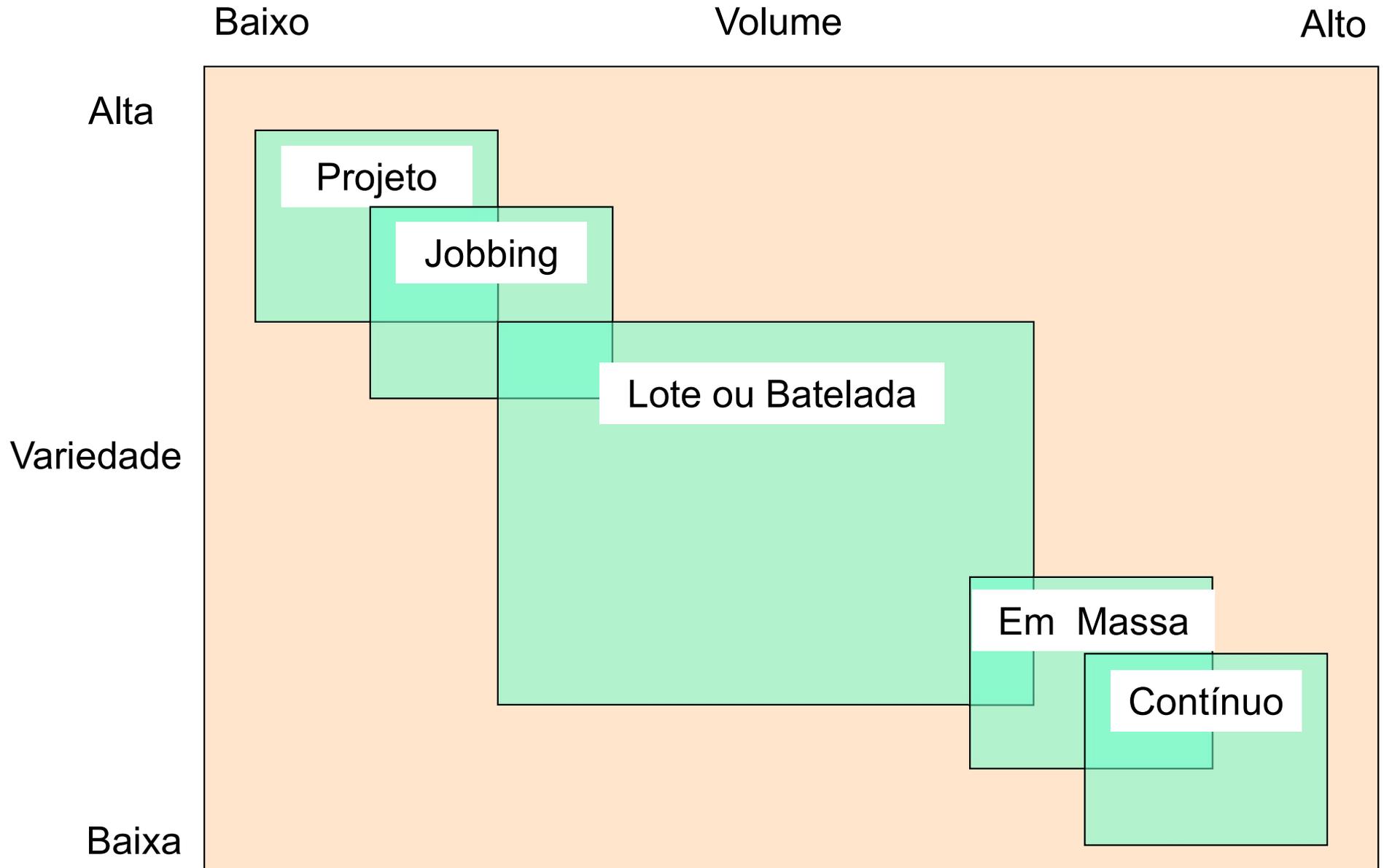


O Projeto de Operações



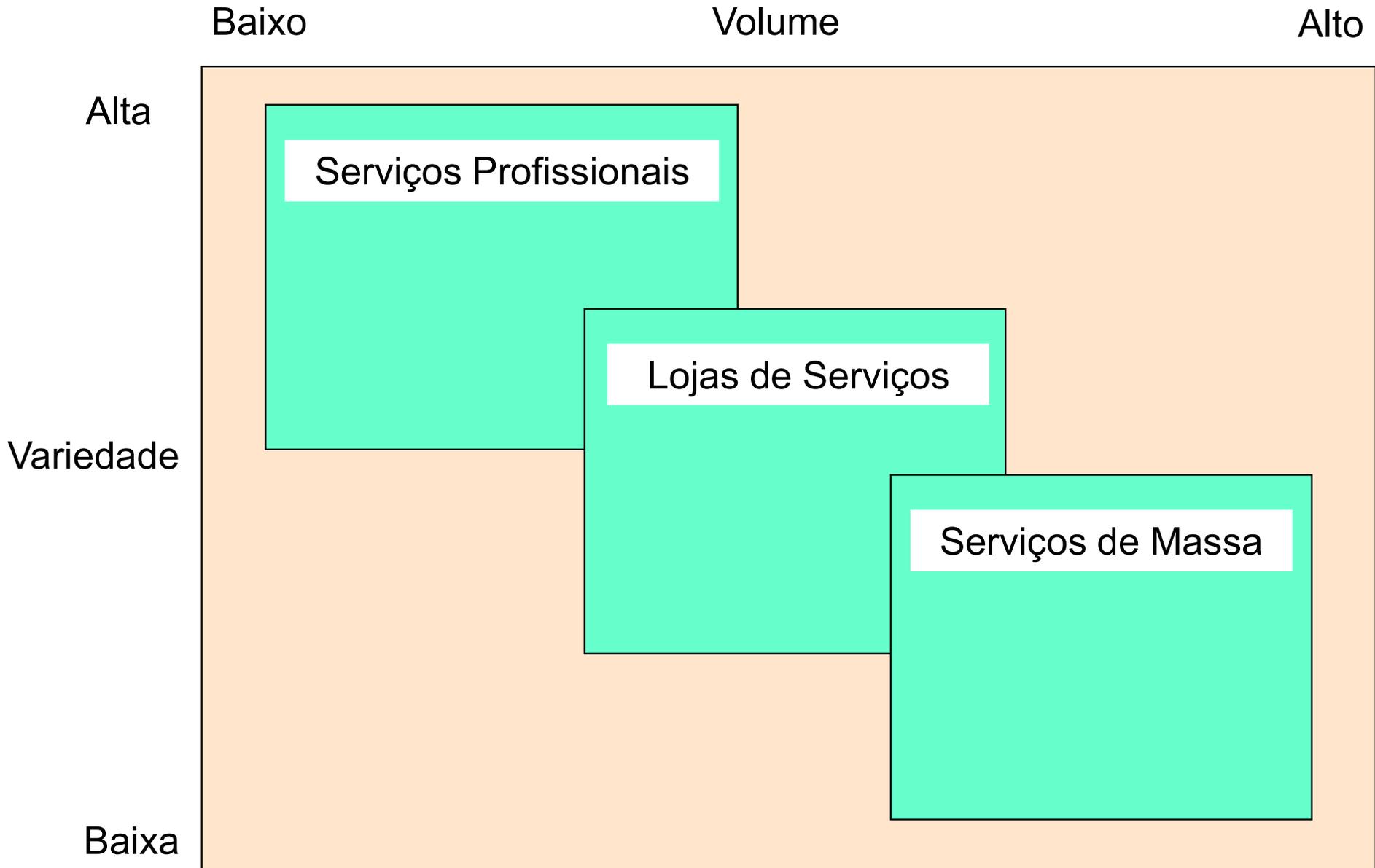


Tipos de Processos em Manufatura



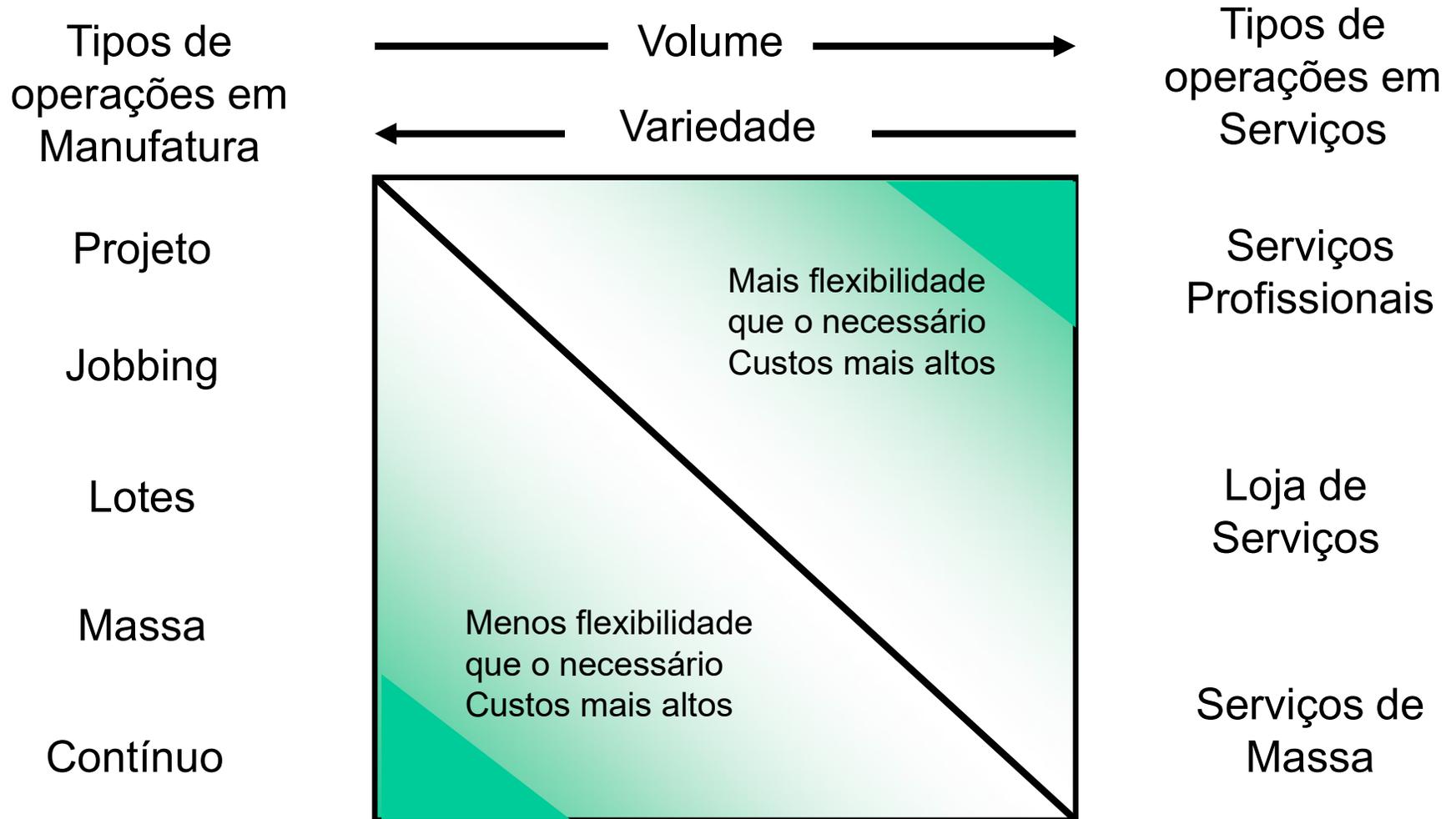


Tipos de Processos em Serviços





Matriz Volume - Variedade





O Projeto em Gestão de Produção



- O objetivo da atividade de projeto é satisfazer as necessidades dos consumidores
- A atividade de projeto aplica-se tanto a produtos como a serviços
- A atividade de projeto é em si uma atividade de transformação
- o projeto começa com um conceito e termina com uma especificação de algo que pode ser produzido
- Quais são as relações entre os objetivos de desempenho e o projeto de produto/serviço e processo?



Projeto de Produtos e Serviços



- O projeto do produto, serviço e do processo produtivo é a primeira etapa da operação de produção
- O projeto do produto ou serviço envolve:
 - A definição do conceito : Clientes “compram conceitos”, procuram um conjunto de benefícios associados ao produto / serviço
 - A definição do “pacote” de produtos e serviços: produtos e serviços estão cada vez mais combinados
 - A definição do processo produtivo: Como o produto ou serviço será produzido



Avaliação de Opções no Projeto



- Viabilidade:
 - Grau de dificuldade para adotar uma alternativa
 - Avaliar os recursos necessários para o projeto:
 - Existem recursos técnicos, administrativos e financeiros para realizar o projeto?
- Aceitabilidade
 - Grau com que a alternativa conduz à consecução dos objetivos
 - Avaliar o retorno do projeto:
 - Que melhorias e retorno serão atingidas?
- Vulnerabilidade
 - Grau com que a alternativa pode fracassar
 - Avaliar o risco do projeto:
 - Que riscos são incorridos se o projeto fracassar?



O que é Projeto ?

“ Atividade sistemática para, partindo da identificação das necessidades do mercado e usuários, possibilitar a venda de produtos e serviços que as satisfaçam. Portanto é uma atividade que envolve produtos e serviços, processos, pessoas e organização.”

(Adaptado de Pugh, 1990)

Etapas de um projeto

Avaliação das necessidades de mercado

Especificação de Projeto do Produto

Projeto Conceitual

Projeto Detalhado

Projeto do Processo

Projeto dos Serviços de Distribuição e Pós-Venda



Fases do Projeto



Avaliação das Necessidades do Mercado:

- feita através de informações provenientes da literatura, legislação, concorrentes e produtos análogos, dados estatísticos, publicações de marketing e órgãos governamentais e privados.

Especificação de Projeto do Produto:

- conjunto de informações, referência básica do projeto, direcionando todas as etapas subseqüentes. Deve conter: desempenho requerido, ambiente de operação, tempo de vida em serviço, Tipo/freqüência de manutenção, custo estimado do produto, competição a ser enfrentada, forma de distribuição, embalagem, quantidade a ser produzida, instalações para produção, restrições a tamanho e peso do produto, aspecto físico, materiais, etc.

Projeto Conceitual:

- geração de soluções que atendam à Especificação de Projeto do Produto, e a avaliação e seleção da melhora alternativa



Fases do Projeto



Projeto Detalhado:

- Projeto dos subsistemas e componentes do produto, usando-se os conhecimentos de cada especialidade envolvida no projeto. Deve-se tomar cuidado com a integração e problemas de interface.

Projeto do Processo:

- Deve ser considerado já no projeto do produto. Tradicionalmente no Ocidente o projeto do processo de manufatura é realizado após o projeto do produto, o que resulta em maior tempo de lançamento e grande número de modificações de projeto na fase inicial de fabricação.

Projeto dos Serviços de Distribuição e Pós-Venda:

- compreende a distribuição, venda, serviços pós-venda, etc.. É fundamental para o retorno da informação de forma consistente e periódica



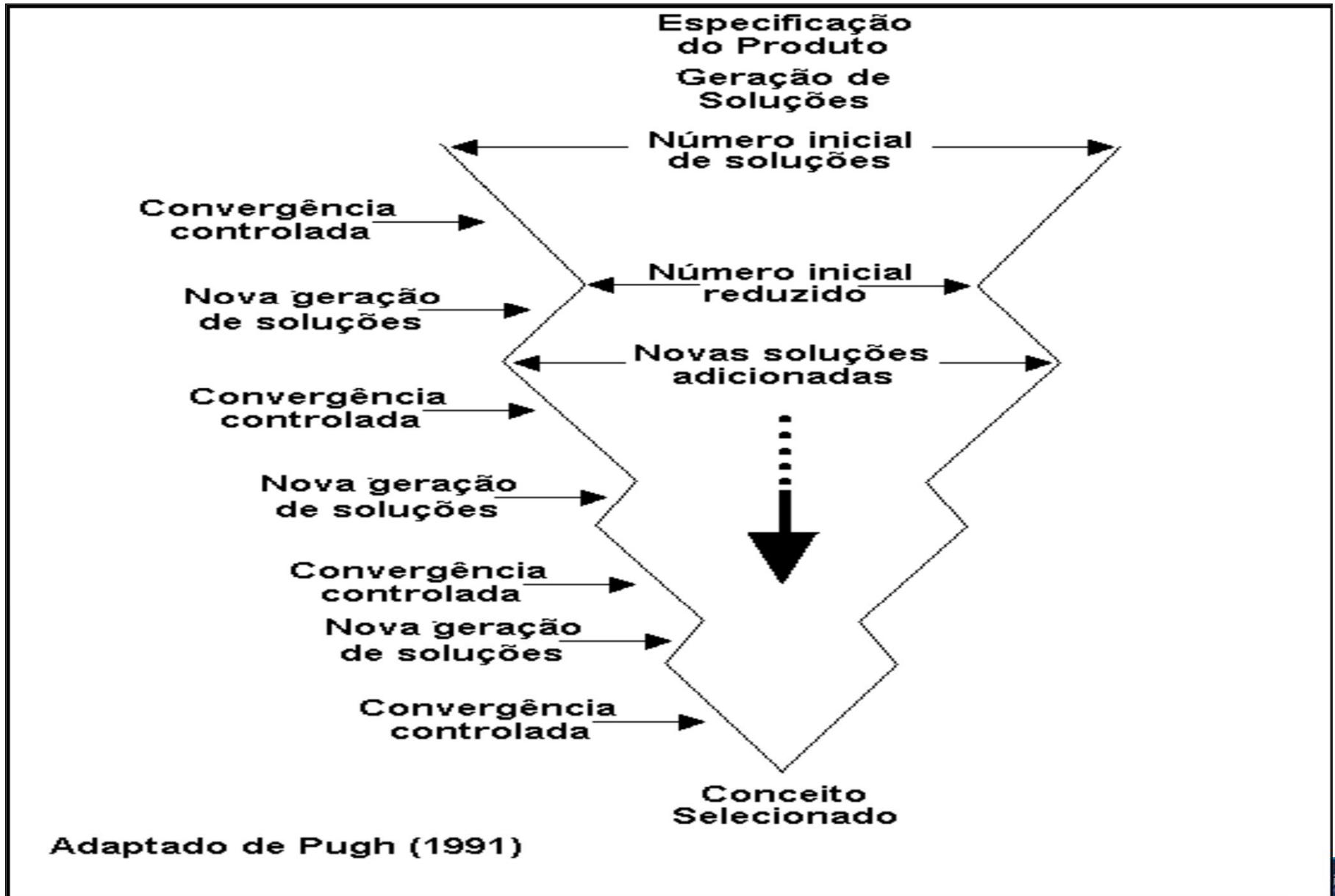
Da Idéia ao Conceito



- Avaliação das necessidades do Mercado:
 - Análise das necessidades dos consumidores
 - Sugestões da equipe de vendas
 - Idéias de pesquisa e desenvolvimento
 - Pesquisas de mercado
 - Sugestões de clientes
 - Ações dos concorrentes
- Especificação de Projeto de Produto
 - Propósito do produto ou serviço: que necessidade ele satisfaz?
 - Forma
 - Função: como o produto / serviço funciona?
 - Benefícios e Vantagens para o consumidor



O Projeto Conceitual



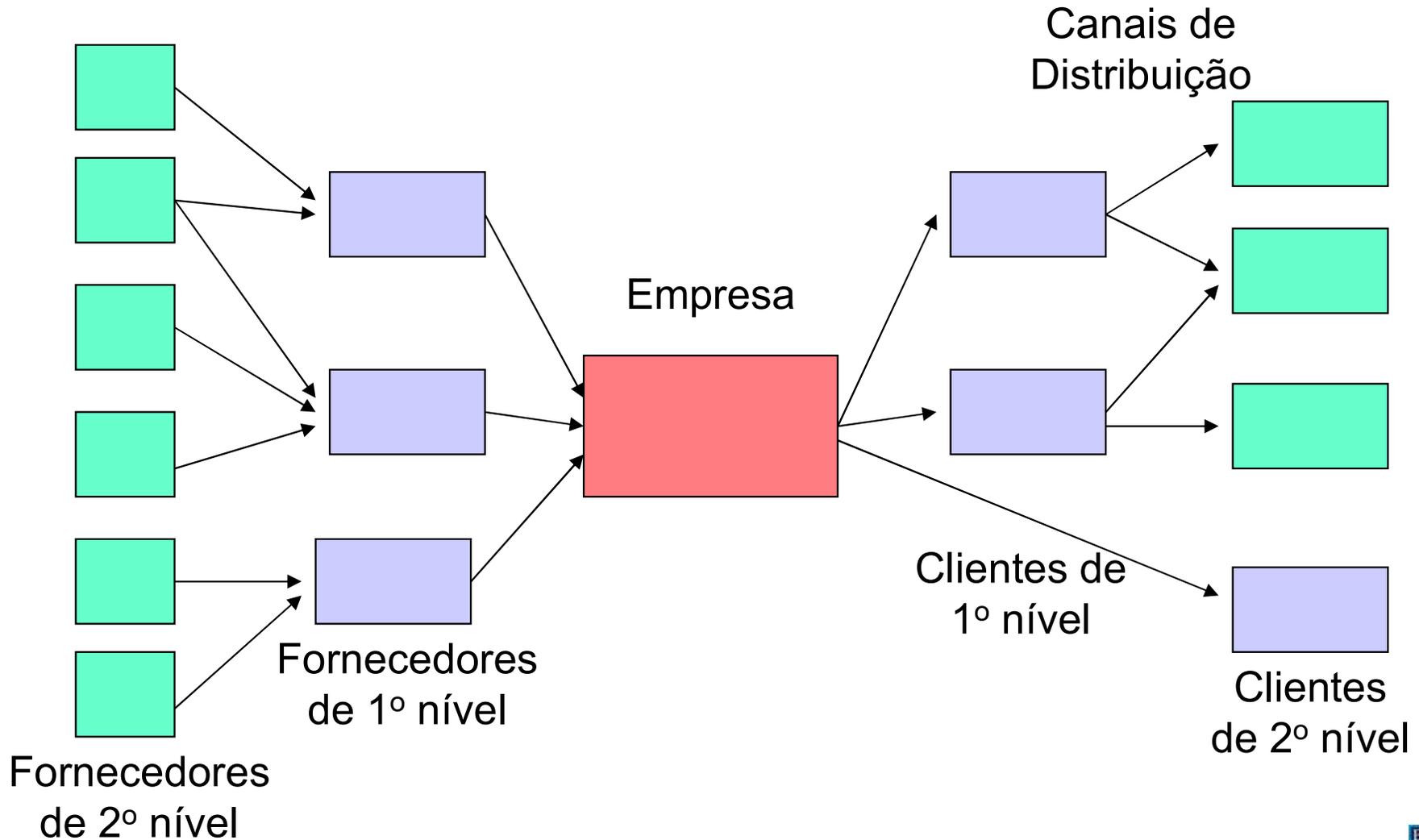


Projetos da Rede de Operações Produtivas



A Rede de Operações

- Nenhuma operação produtiva existe isoladamente





Definir a Rede de Operações envolve:



- A definição do fornecimento da rede
 - Devisões “Comprar ou Fabricar”
 - Definição de Fornecedores
 - Decisões do grau de relacionamento com os fornecedores (de arm’s length ao Supply Chain Management)
- A definição da demanda da rede
 - Tipo de produto e forma de comercialização
 - Necessidade de fluxo rápido de informações
 - Necessidade de serviços pós-venda



Decisões de Projeto da Rede de Operações



- Que partes da rede de operações a organização deve controlar? Qual o grau de integração vertical?
- Onde deve ser localizada cada operação das partes da rede pertencentes à organização?
- Que capacidade de produção deve ter cada operação?
- A definição e projeto da rede de operações é uma decisão estratégica, de impacto de médio e longo prazo. Alterações na rede de operações muitas vezes são delicadas e envolvem altos investimentos.





Integração Vertical

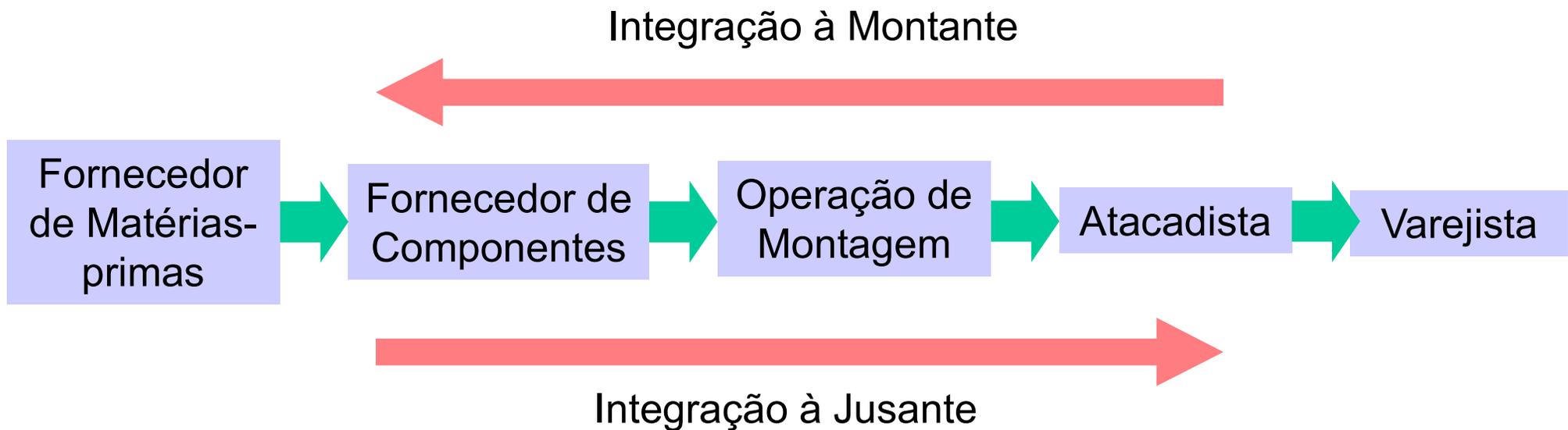
Estratégia de integração Vertical:

Direção da integração

Amplitude da Integração

Equilíbrio entre comércio interno e externo

Direção de Integração

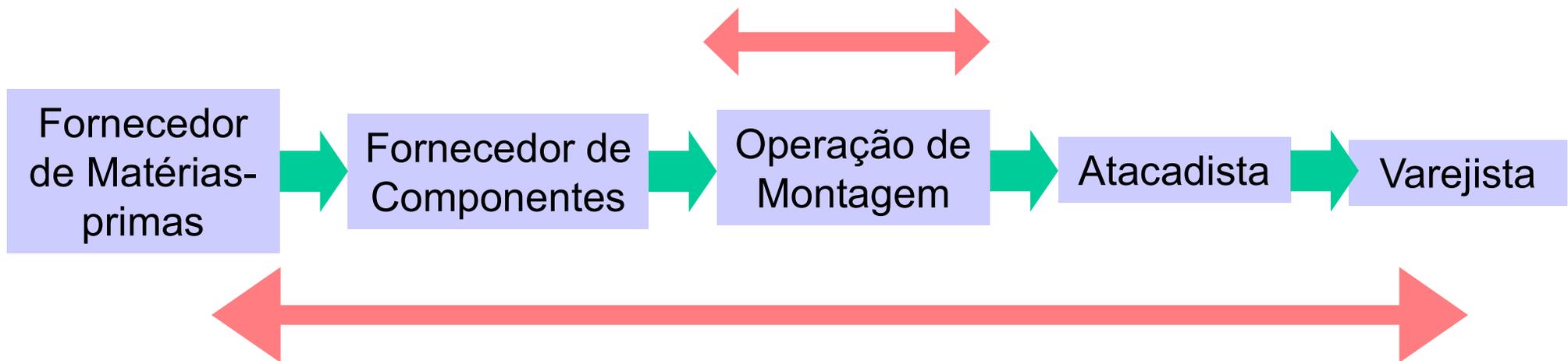




Integração Vertical

Amplitude de Integração

Pequena Amplitude de processo



Grande Amplitude de processo





Integração Vertical

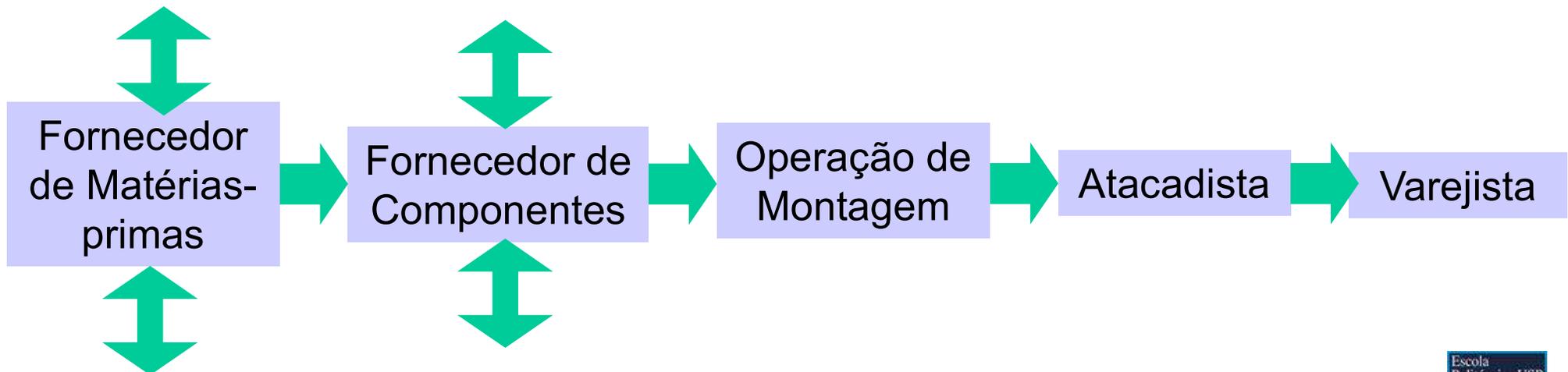


Equilíbrio entre Comércio Interno e Externo

Rede só com comércio interno



Rede com Comércio Interno e Externo





Planejamento da Capacidade Produtiva



Necessidades de capacidade produtiva de longo prazo são estimadas através de projeções

A produção de um item envolve custos fixos e variáveis

Economias de escala

Teoricamente, o custo médio de produção é tanto menor quanto maior for o volume de produção

Custos fixos não aumentam proporcionalmente com a capacidade. Ex. os custos fixos de uma fábrica para 800 un/mês não são o dobro dos de uma fábrica para 400 un/mês

Custos de capital (investimento) não aumentam proporcionalmente com a capacidade. Ex. O custo de construção de de uma fábrica de 800 un/mês não é o dobro do de uma fábrica de 400 un/mês

Deseconomias de Escala

Custos de transporte podem ser maiores para uma única grande fábrica do que para algumas unidades menores

A administração de uma grande unidade pode ser mais complexa do que algumas unidades menores



Mudança de Capacidade Produtiva



- Estratégia de Antecipação da Demanda
 - Vantagens:
 - Sempre há capacidade para atender a demanda, não há perda de receita
 - Há possibilidade de atender aumento repentino de demanda
 - Flexibilidade para contornar problemas de partida de novas instalações
 - Desvantagens
 - Utilização baixa, custos mais altos
 - Risco de excesso de capacidade instalada
 - Antecipação de desembolso de capital
- Estratégia de Acompanhamento da Demanda
 - Vantagens
 - Unidades sempre operando a plena carga, custos mais baixos
 - Menor risco de excesso de capacidade instalada
 - Desembolso de capital adiado
 - Desvantagens
 - Possíveis perdas de receita e mercado
 - Falta de flexibilidade para atender aumentos repentinos de demanda
 - Risco de falta se houver problema de partida de novas instalações





Planejamento da Capacidade Produtiva



Capacidade de Projeto: produção média programada em condições de operação normais

Reduzida por:

- Modificações de produtos e condições de mercado a longo prazo
- Desgaste e desequilíbrio dos equipamentos e mão-de-obra

Capacidade do Sistema: produção máxima que o sistema é capaz de produzir como um todo

Reduzida por:

- Demanda real
- Desempenho gerencial (programação, planejamento, controle)
- Ineficiências dos equipamentos e pessoas

$$\text{Eficiência do Sistema} = \frac{\text{Produção Efetiva}}{\text{Capacidade do Sistema}}$$



Localização da Capacidade



Fatores de Influência na decisão de localização da capacidade:

- Do lado do fornecimento:
 - Custos: mão-de-obra, terra, energia, transportes
 - Fatores locais: qualificação da mão-de-obra, impostos locais, histórico de relações trabalhistas, restrições à movimentação de capitais, assistência do governo local (finanças e planejamento), estabilidade política, infra-estrutura, disponibilidade de serviços de apoio, legislação ambiental
- Do lado da demanda:
 - Adequação do local
 - Imagem local
 - Conveniência para os clientes



Variáveis nas decisões logísticas



Estratégias de estoque

- ✓ Previsão
- ✓ Níveis de estoque
- ✓ Decisões de compra e programação de abastecimento
- ✓ Disposição de estoque
- ✓ Métodos de controle

Estratégias de transporte

- ✓ Modais de transporte
- ✓ Roteirização
- ✓ Tamanho /consolidação do embarque

Objetivos do cliente

- ✓ Variáveis nas decisões logísticas
- ✓ O produto
- ✓ Serviços logísticos
- ✓ Sistemas de informação

Estratégias de localização

- ✓ Número tamanho e localização das instalações
- ✓ Designação de pontos de estocagem para os pontos de fornecimento
- ✓ Designação de demanda para pontos de estocagem ou pontos de fornecimento



Técnicas para Escolha de Localização



Pontuação Ponderada

Utilizada para avaliação de fatores qualitativos

- Identificar os critérios de avaliação
- Atribuir um fator de ponderação (peso) para cada critério
- Avaliar, utilizando uma escala arbitrária, cada localização segundo cada critério
- Calcular a pontuação ponderada total

	Importância	A	B	C
Custo do local	4	80	65	60
Impostos	2	20	50	80
Disponibilidade de mão de obra	1	80	60	40
Acesso a estradas	1	50	60	40
Acesso à aeroportos	1	20	60	70
Potencial para expansão	1	75	40	55



Técnicas para Escolha de Localização



Método do Centro de Gravidade

Utilizado para determinar a localização com mínimo custo de transporte

- Determinar as posições dos principais locais de fornecimento e entrega
- Determinar o volume de transporte “de” e “para” cada local (assume-se que o custo de transporte seja proporcional ao peso transportado)
- Calcular o centro de gravidade correspondente

- Exemplo:

Localidade	Posição	Volume
• A	(1,0; 2,0)	5 ton
• B	(5,0; 3,0)	10 ton
• C	(5,0; 1,0)	12 ton
• D	(9,0; 4,0)	8 ton

- Centro de gravidade:





Técnicas de Escolha de Localização



Análise do Ponto de Equilíbrio Localizacional

Comparação dos custos fixos e variáveis de cada localização para uma dada faixa de operação

- Determinar todos os principais custos de cada localização
- Classificar os custos em fixos e variáveis em relação ao volume de produção
- Plotar os custos totais das localizações em um único gráfico
- Escolher o local com o custo total mais baixo para uma dada faixa de operação

Exemplo

local	Custo fixo / ano	Custo variável / unidade
A	\$150.000	\$75,00
B	\$200.000	\$50,00
C	\$400.000	\$25,00

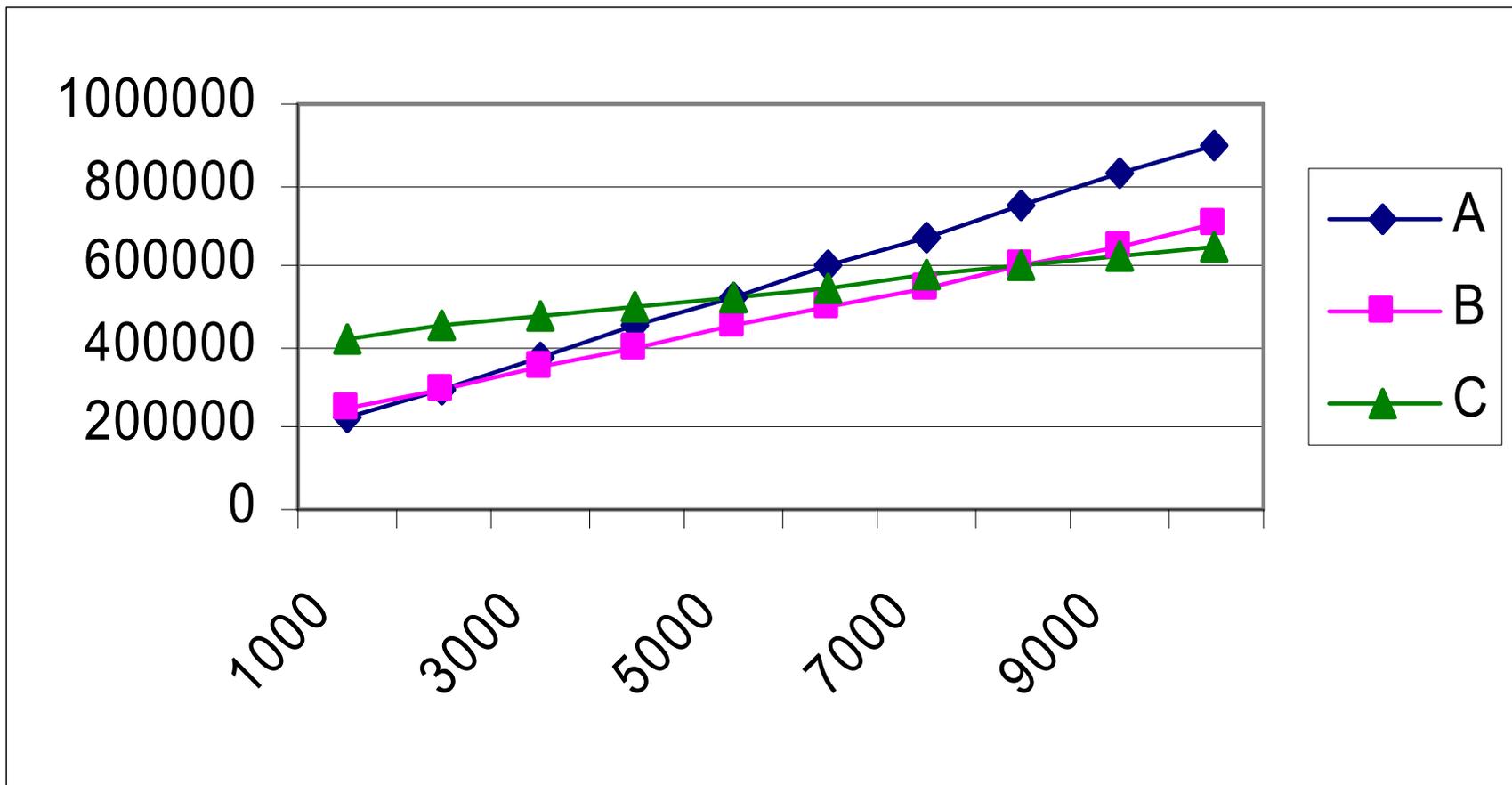




Técnicas de Escolha de Localização

Análise do Ponto de Equilíbrio Localizacional

Exemplo



Arranjo Físico e Fluxo



Tipos de Arranjo Físico

Posicional

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

Funcional ou por processo

- equipamentos similares são dispostos juntos, por setores de produção

Linear ou por produto

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

Celular

- equipamentos são dispostos em “mini-linhas”

Fluxo contínuo

- equipamentos interligados e integrados



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
- Manutenção de computadores de grande porte

Fatores Críticos:

- Programação de acesso ao local de produção
- Confiabilidade nos prazos de entrega e execução



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 equipamentos ou processos, seguindo seu próprio roteiro

Exemplos:

- Hospital
- Ferramentaria
- Supermercado

Fatores críticos

- Densidade do fluxo de tráfego



Arranjo Físico Linear ou por Produto



- Os equipamentos ou processos são localizados segundo a seqüência de 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
 - Restaurante self-service
- Fatores críticos:
 - Seqüência de operações com poucas variações
 - Pequena variação de produtos





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:

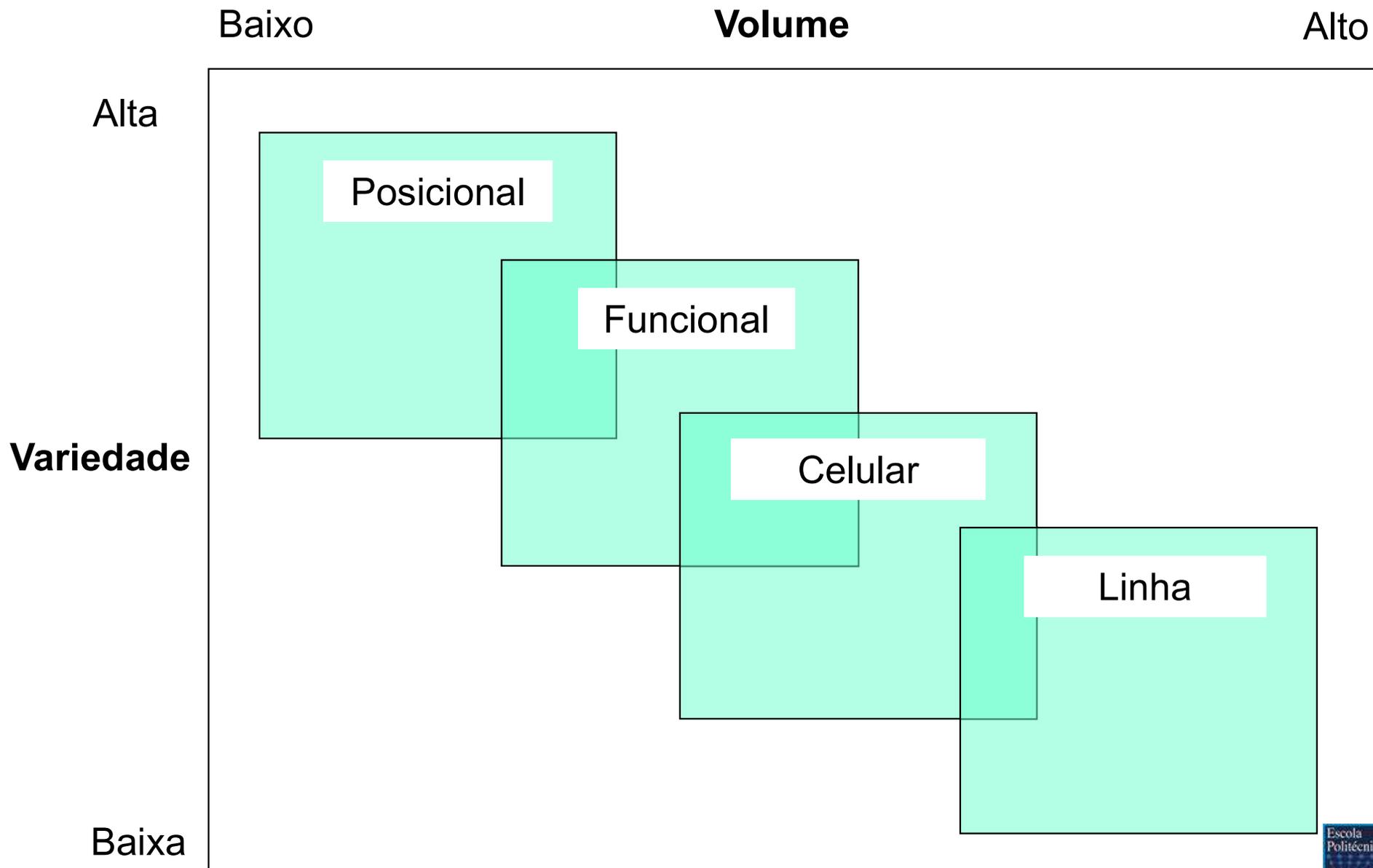
- Células de Manufatura
- Setores específicos em supermercados e lojas de departamento
- Maternidade em um hospital

Fatores críticos:

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



Volume -Variedade e Tipo de Arranjo Físico



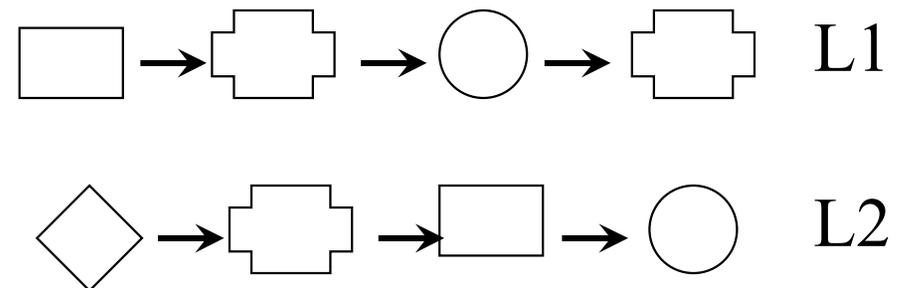
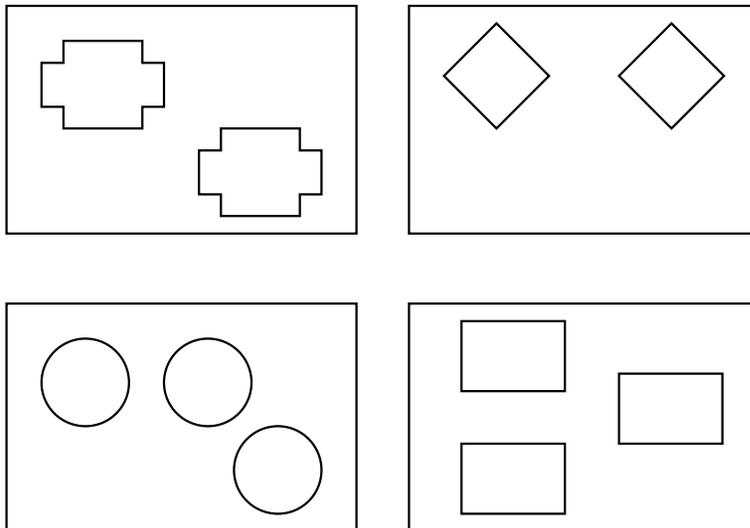


Arranjo físico funcional x linear



Funcional: apresenta maior flexibilidade, porém altos estoques, alto lead time e muitos tempos mortos

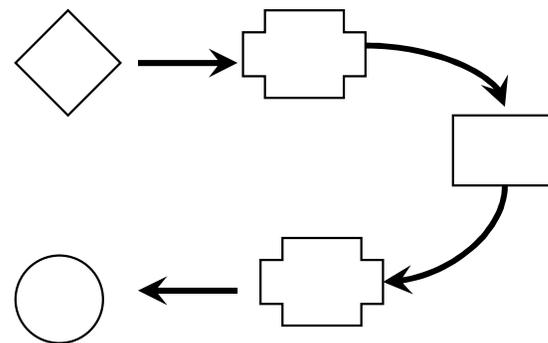
Linear: baixos estoques intermediários, baixo lead time e baixos tempos mortos; porém baixa flexibilidade





Arranjo Físico Celular

- Associa a flexibilidade do arranjo físico funcional aos baixos estoques e lead times do arranjo físico linear



Família

P1 e P2

Células podem ser em “U” (mais comum), em linha etc



Arranjo Físico Celular



- Redução do tempo de ajuste da máquina na mudança de lotes dentro da mesma família - torna-se possível produzir em lotes pequenos
- Elimina o transporte e as filas ao pé da máquina
- Maior facilidade de Planejamento e Controle da Produção
- Redução de defeitos
- Redução de espaço
- Agrupar em famílias de produtos de acordo com semelhança geométrica ou de processo (Tecnologia de grupos)
- Funcionários polivalentes, trabalhando em equipes com alguma autonomia com relação à produção e qualidade



Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Arranjo Físico

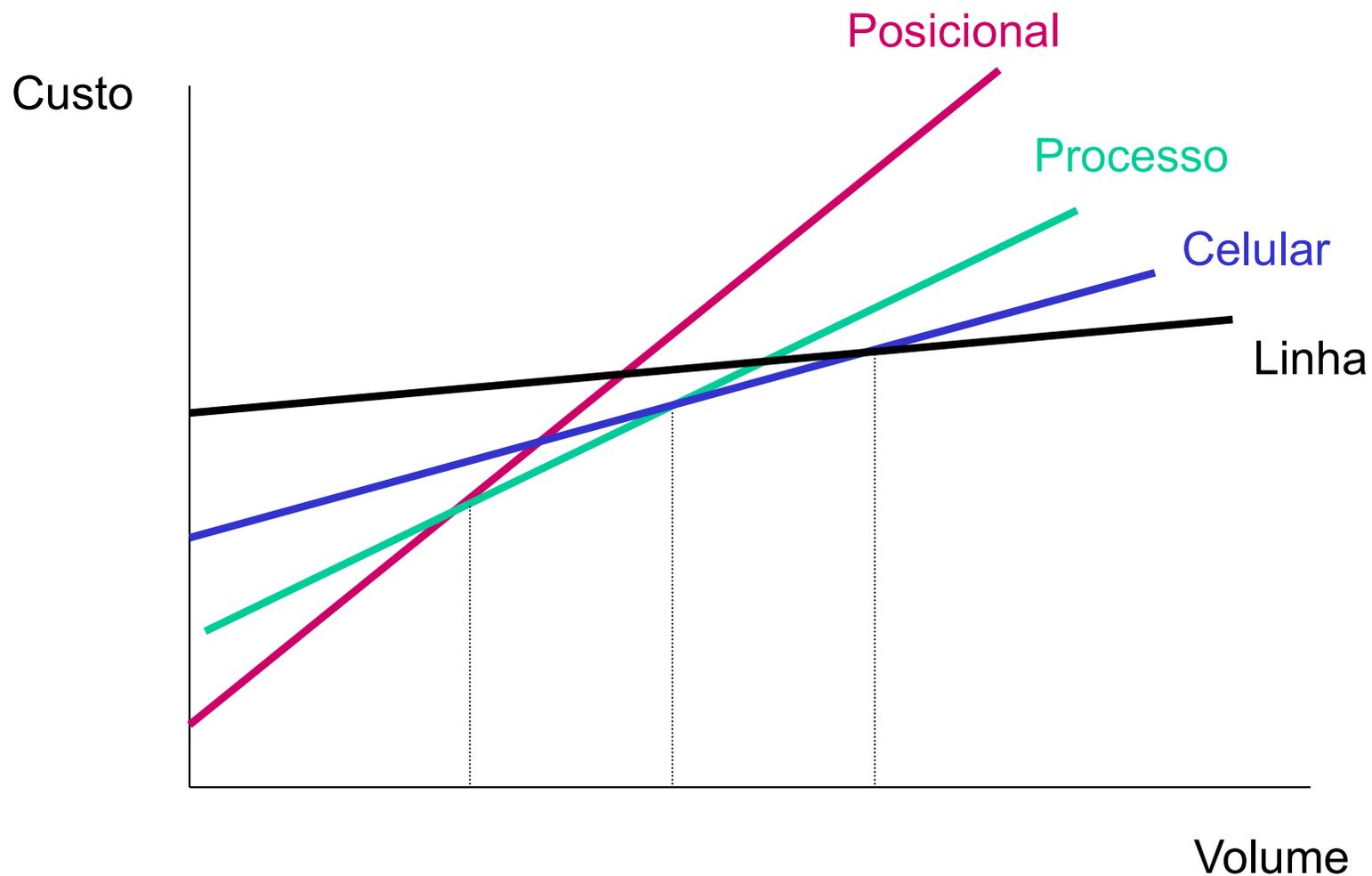


	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Flexibilidade de mix e produto alta Produto ou cliente não se movimenta Alta variedade de tarefas	Custos unitários altos Programação de espaço e atividades pode ser complexa Alta movimentação de equipamentos e MO
Funcional	Alta flexibilidade de mix e produto Robusto 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





Custos Comparativos entre Arranjos Físicos





Filme – A Meta



1. Quais os conceitos de “gargalos de produção” e “restrição” apresentados no filme a META?
2. Qual a principal restrição, identificada pela gerencia, que limita o crescimento da empresa?
3. Porque que o custo por peça diminuiu com os robôs, mas a produtividade da fábrica não melhorou?
4. Qual a relação entre o filme e os conceitos apresentados no curso, até o momento?
5. O filme apresenta três fatores determinantes para o resultado ruim que a fábrica estava obtendo. Quais foram esses fatores? Explique.
6. O filme apresenta diversos custos que tinham impacto relevante no resultado da fábrica. Quais são esses custos? Explique pelo menos três deles.



Balanceamento de Linhas de Produção



A importância do Balanceamento de Linha



- O que significa Balancear?
 - Distribuir uniformemente;
 - Balançar;
 - Encontrar o melhor equilíbrio possível.





A importância do Balanceamento de Linha



- Alocação de tarefas de processamento e/ou montagem às Estações de Trabalho
- Agrupamento das tarefas
 - tempos de trabalho nas ET's devem ser os mesmos (situação ideal) ou aproximados
- Situações em que os tempos são diferentes
 - a ET gargalo determina a taxa de produção da linha



Objetivos do Balanceamento de Linha



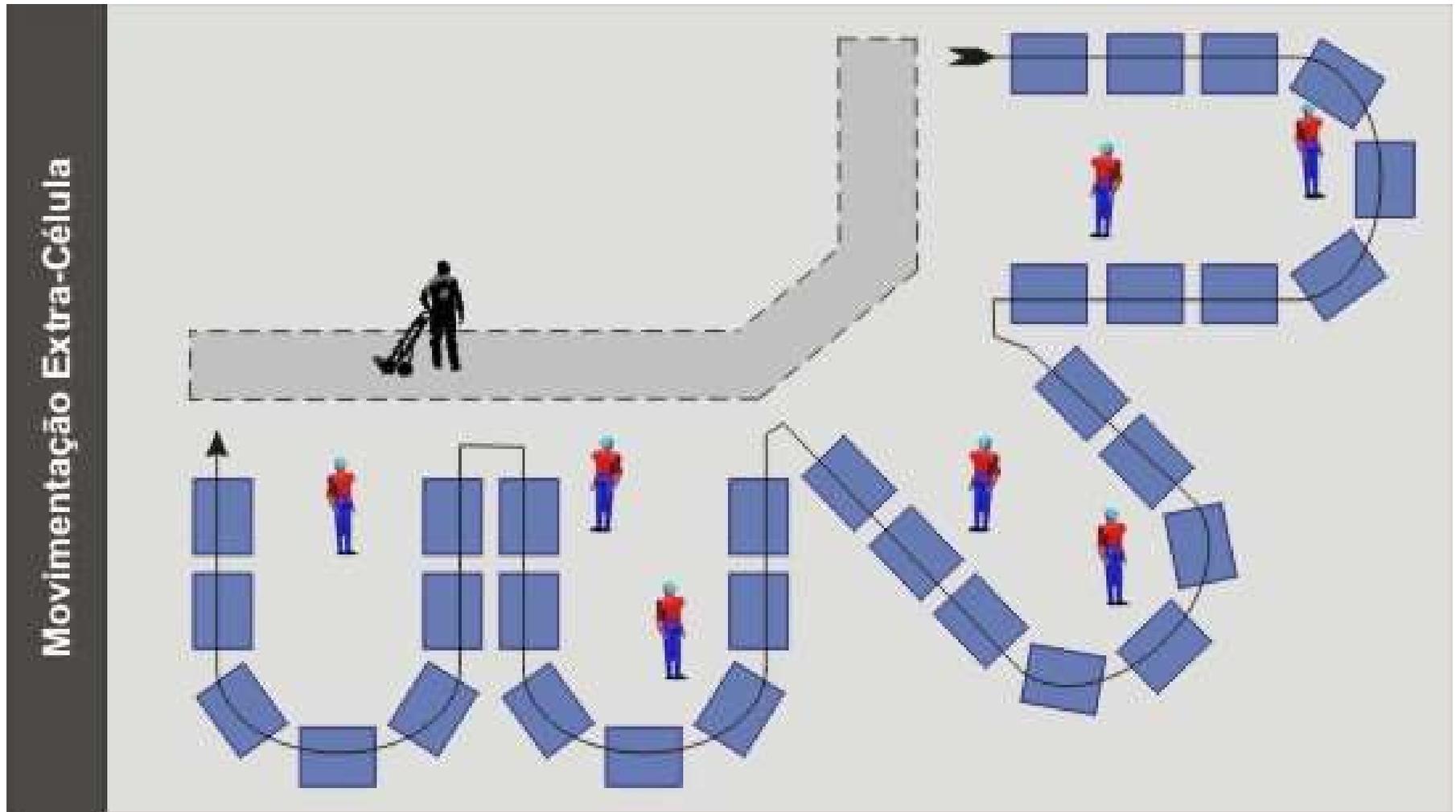
- Utilização eficiente do Arranjo Físico por Produto;
- Alocação correta de tarefas a serem executadas pelas estações de trabalho;
- Minimização de tempo ocioso de mão de obra e de equipamentos.



Balanceamento de Linha



- Numa linha de produção, o trabalho flui entre as E.T.





Balanceamento de Linha



- O tempo de execução das tarefas deve ser o mesmo (ou o mais próximo possível) para que não haja atraso das demais atividades;
- Linhas com bom nível de balanceamento apresentam fluxo suave e contínuo, com trabalhadores executando suas tarefas no mesmo ritmo.





Dificuldades do Balanceamento de Linha



- Formação de tarefas ou conjunto de tarefas que tenham o mesmo tempo de duração e utilização de recursos semelhantes;
- Muitas vezes tarefas longas não podem ser divididas e tarefas curtas não podem ser agrupadas;





Balanceamento de Linha



- Tarefa com tempo significativamente maior ou menor das demais, pode gerar desbalanceamento.
 - Operador sobrecarregado pode tentar compensar.



Balanceamento de Linha



- A velocidade da linha de produção será a velocidade da operação mais lenta, com maior tempo de duração.
- Em outras palavras, a linha de produção estará subordinada à operação do gargalo.



Diagrama de Precedência



- É a representação do ordenamento dos elementos que compõem o conteúdo do trabalho total do produto (Slack, 1997);
- Cada etapa é independente ou dependente de uma ou mais etapas anteriores;
- As etapas dependentes são conectadas por setas; (nunca devem ser no sentido vertical)

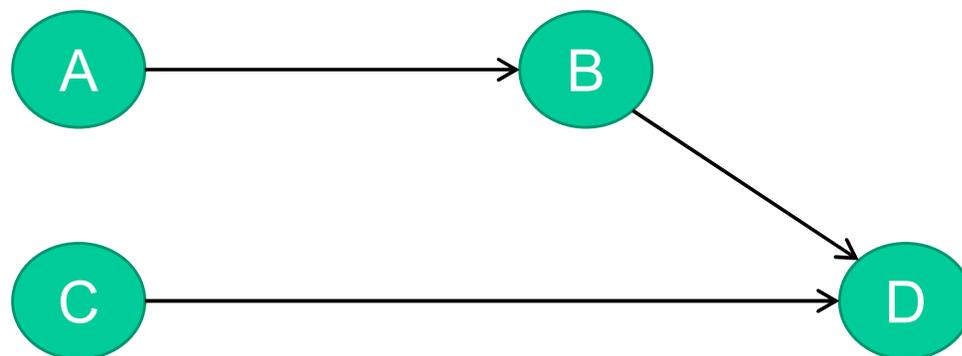




Diagrama de precedências



- Relação de precedência



Tarefa	Tempo (min)	Depende
A	1,0	-
B	0,7	A
C	0,5	-
D	0,2	C,D
Total	2,4	





Terminologia



- Lead Time ($LT = \sum T_p$)
 - Tempo requerido para realizar todas as fases do processo ou montagem;
- Tempo de Processamento na ET ($T_{ETi} = \sum T_{pi}$) → Tempo Padrão
 - Tempo requerido para executar as i tarefas da ET
- Tempo de Ciclo ou Tempo Takt
 - Tempo ideal (ou teórico) de produção para atingir à taxa de produção com eficiência (E) de até 100%
 - $T_{takt} = TD/Demanda$ ($TD \rightarrow$ tempo disponível para o trabalho)



Terminologia



- N° Mínimo de ET
 - $n \geq LT/T_{\text{takt}}$
- Ociosidade da Linha
 - $d = (n \cdot T_{\text{takt}} - LT) / (n \cdot T_{\text{takt}})$
 - Identifica a ociosidade resultante de um balanceamento ineficiente



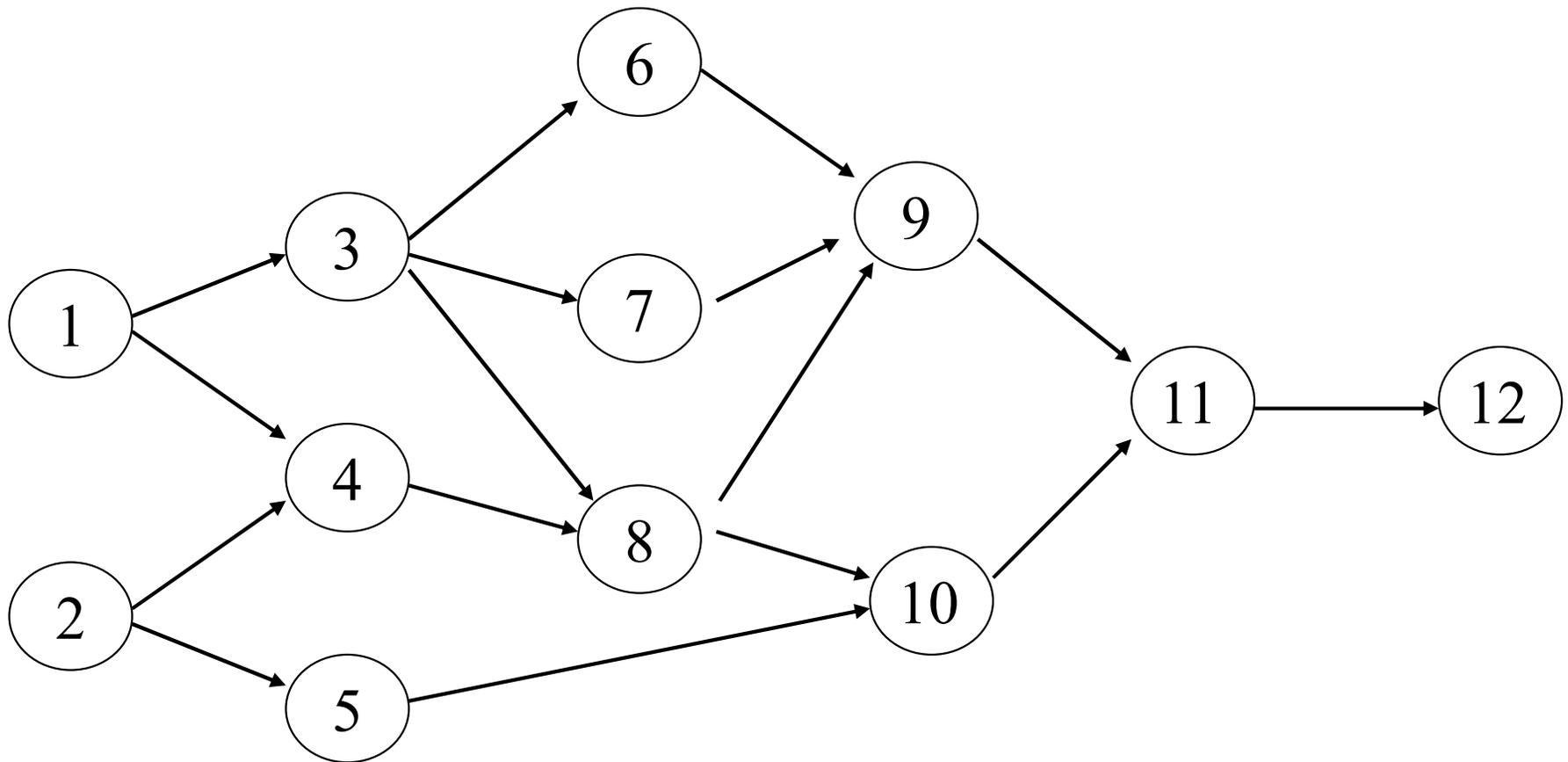
Exemplo



Atividade	Descrição	Tp (min)	Precedência
1	Colocar estrutura no suporte	0,2	-
2	Montar plug ao fio de força	0,4	-
3	Montar encaixes na estrutura	0,7	1
4	Ligar fio de força ao motor	0,1	1;2
5	Ligar fio de força à chave L/D	0,3	2
6	Montar mecanismo nos encaixes	0,11	3
7	Montar lâminas nos encaixes	0,32	3
8	Montar motor nos encaixes	0,6	3;4
9	Alinhar lâminas e ligar no motor	0,27	6;7;8
10	Montar chave L/D no suporte do motor	0,38	5;8
11	Colocar capa protetora e testar	0,5	9;10
12	Colocar conjunto na caixa	0,12	11



Exemplo – diagrama de precedência





Exemplo



- Lead Time
 - $LT = \sum T_p$
 - $LT = 4,0 \text{ min}$
- Tempo de Ciclo
 - $T_{takt} = TD/Demanda$
 - supondo
 - Demanda = 120.000 un/ano (50 semanas/ano e 40 h/semana) → Demanda = 60 un/h
 - $E = 100\%$
 - $T_{takt} = 1 \text{ min/un}$



Exemplo



- Mínimo de ET
 - $n \geq LT/T_{\text{takt}}$
 - $n \geq 4,0/1,0 \rightarrow n \geq 4$
- Ociosidade (p/ n=4)
 - $d = (n \cdot T_{\text{takt}} - LT) / n \cdot T_{\text{takt}}$
 - $d = (4 \cdot 1 - 4) / 4 \cdot 1$
 - $d = 0$
- Ociosidade (p/ n=5)
 - $d = (n \cdot T_{\text{takt}} - LT) / n \cdot T_{\text{takt}}$
 - $d = (5 \cdot 1 - 4) / 5 \cdot 1$
 - $d = 0,2 \text{ min por ET}$



Métodos de Balanceamento



- Regra do Candidato Mais Provável
- Método de Kilbridge & Webster
- Método de Ranqueamento por Peso Posicional (RPW)



Candidato Mais Provável



- Listar todos os elementos em ordem decrescente de tempo
- Identificar os elementos que são “Candidatos mais prováveis” para alocação à mesma ET
 - Satisfazer às regras de precedência
 - Não ultrapassar o Tempo de Ciclo (T_{takt}) na soma dos T_p
- Repetir os passos até que todos os elementos estejam alocados



Candidato Mais Provável

Atividade	Tp (s)	Precedência	Início do método
3	0,7	1	
8	0,6	3;4	
11	0,5	9;10	
2	0,4	-	*
10	0,38	5;8	
7	0,32	3	
5	0,3	2	
9	0,27	6;7;8	
1	0,2	-	*
12	0,12	11	
4	0,1	1;2	
6	0,11	3	



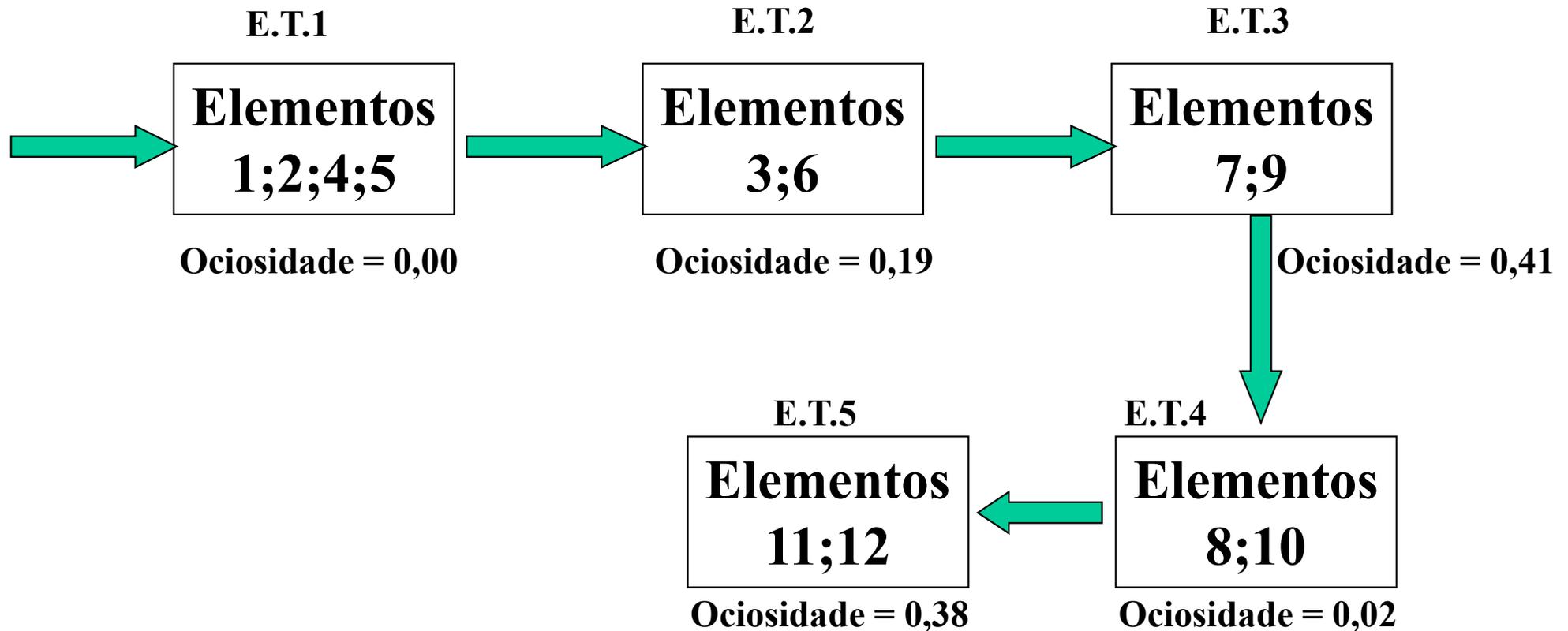
Candidato Mais Provável

Obs: $T_c = 1\text{min/um}$ (calculado anteriormente)

E.T.	Candidatos Prováveis	Selecionado	ΣT_p	T_c restante ($T_c - \Sigma T_p$)
1	1;2	1	0,2	0,8
	2;3;4	4	0,3	0,7
	2;3	2	0,7	0,3
	3;5	5	1,00	0,0
2	3	3	0,7	0,3
	6;7;8	6	0,81	0,19
3	7;8	7	0,32	0,68
	8;9	9	0,59	0,41
4	8	8	0,6	0,4
	10	10	0,98	0,02
5	11	11	0,5	0,5
	12	12	0,62	0,38



Candidato Mais Provável Fluxo Resultante



Ociosidade Total = 1,00 min/ciclo



Kilbridge & Webster



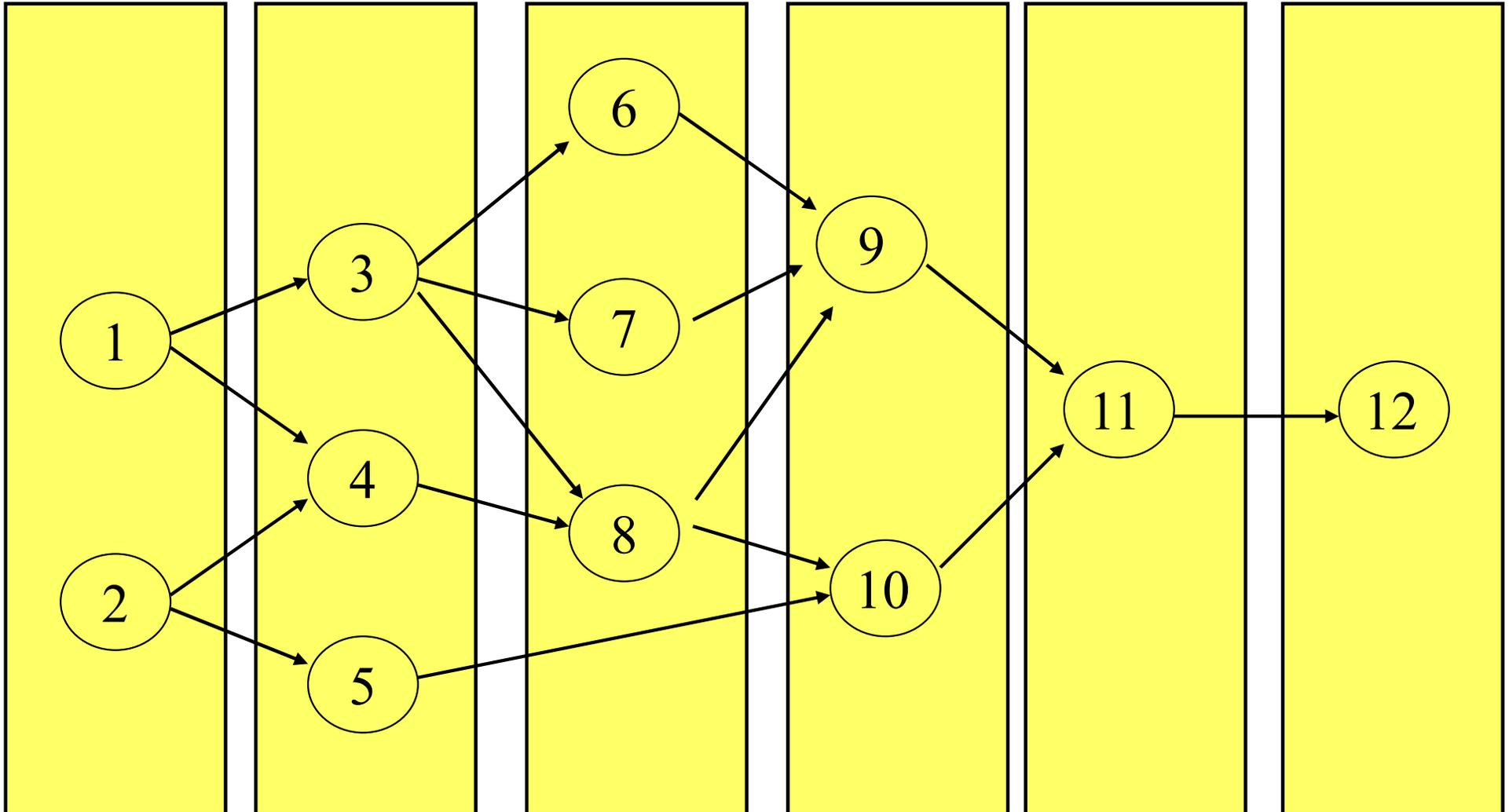
- Construir o Diagrama de Precedência
- Alinhar os nós de mesma hierarquia de precedência do diagrama em colunas
- Listar os elementos na ordem em que aparecem nas colunas
- Somar os T_p das colunas e comparar com a restrição do T_c
- Alocar os elementos às ET's de forma a avançar pelas colunas, respeitando a restrição do T_c .



Kilbridge & Webster



Coluna I Coluna II Coluna III Coluna IV Coluna V Coluna VI





Kilbridge & Webster



Atividade	Coluna	Tp (min)	Precedência	ΣT_p (coluna)
1	I	0,2	-	0,6
2	I	0,4	-	
3	II	0,7	1	1,1
4	II	0,1	1;2	
5	II (III)	0,3	2	
6	III	0,11	3	1,03
7	III	0,32	3	
8	III	0,6	3;4	
9	IV	0,27	6;7;8	
10	IV	0,38	5;8	0,65
11	V	0,5	9;10	
12	VI	0,12	11	0,12



Kilbridge & Webster Resultado Final



E.T.	Elementos	ΣT_p	T_c restante ($T_c - \Sigma T_p$)	Ociosidade
1	1	0,2	0,8	
	2	0,3	0,7	
	4	0,7	0,5	
	5	1,00	0,0	0,0
2	3	0,7	0,3	
	6	0,81	0,19	0,19
3	7	0,32	0,68	
	8	0,92	0,08	0,08
4	9	0,27	0,73	
	10	0,65	0,35	0,35
5	11	0,5	0,5	
	12	0,62	0,38	0,38
Ociosidade Total				1,00 min/ciclo



RPW



- Calcular o RPW de cada elemento
 - O RPW é calculado a partir do último elemento
 - Soma-se o $T_{p_{i-1}}$ ao maior RPW_i dos elementos que seguem à precedência do elemento $i-1$ e aos $T_{p_{ix}}$ dos demais elementos ix que não entraram no cálculo do RPW_{i-1}
 - $RPW_{i-1} = \text{máx}[RPW_i] + T_{p(i-1)} + \sum T_{pix}$
 - Reordenar a tabela de acordo com os RPW_i ;
 - Agrupar as atividades nas E.T., respeitando a restrição do T_c
 - Caso seja necessário, alterar a ordem das linhas de forma a obter o máximo valor de $\sum T_{pi}$ para a E.T.



RPW

Obs: ΣT_{px} = soma dos T_p dos elementos que não estão no $\text{máx}[RPW_i]$ adotado para o cálculo

Atividade	Precedência	Tp (s)	Cálculo do RPW	RPW
12	11	0,12	$RPW_{12} = T_{p12}$	0,12
11	9;10	0,5	$RPW_{11} = RPW_{12} + T_{p11}$	0,62
10	5;8	0,38	$RPW_{10} = RPW_{11} + T_{p10}$	1,00
9	6;7;8	0,27	$RPW_9 = RPW_{11} + T_{p9}$	0,89
8	3;4	0,6	$RPW_8 = \text{máx}[RPW_{10}; RPW_9] + T_{p8} + \Sigma T_{px}$	1,87
7	3	0,32	$RPW_7 = RPW_9 + T_{p7}$	1,21
6	3	0,11	$RPW_6 = RPW_9 + T_{p6}$	1,00
5	2	0,3	$RPW_5 = RPW_{10} + T_{p5}$	1,3
4	1;2	0,1	$RPW_4 = RPW_8 + T_{p4}$	1,97
3	1	0,7	$RPW_3 = \text{máx}[RPW_6; RPW_7; RPW_8] + T_{p3} + \Sigma T_{px}$	3,00
2	-	0,4	$RPW_2 = \text{máx}[RPW_4; RPW_5] + T_{p2} + \Sigma T_{px}$	2,67
1	-	0,2	$RPW_1 = \text{máx}[RPW_3; RPW_4] + T_{p1} + \Sigma T_{px}$	3,3





RPW



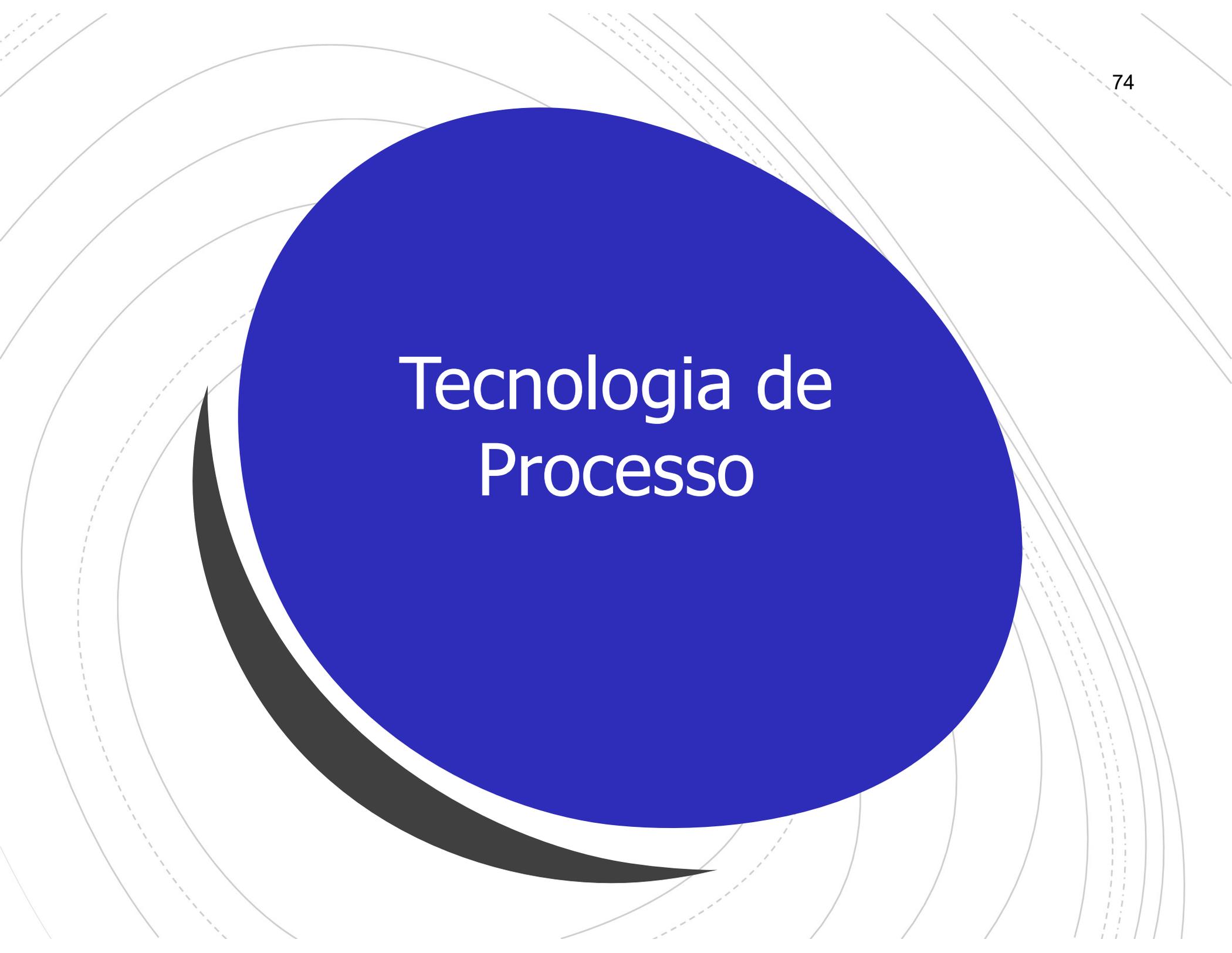
Atividade	RPW	 Tp (min)	Precedência
1	3,30	0,2	-
3	3,00	0,7	1
2	2,67	0,4	-
4	1,97	0,1	1;2
8	1,87	0,6	3;4
5	1,30	0,3	2
7	1,21	0,32	3
6	1,00	0,11	3
10	1,00	0,38	5;8
9	0,89	0,27	5;8
11	0,62	0,5	9;10
12	0,12	0,12	11



RPW - Resultado Final



E.T.	Atividade	RPW	Tp (s)	ΣT_p	Ociosidade
1	1	3,30	0,2	0,2	0,1
	3	3,00	0,7	0,9	
2	2	2,67	0,4	0,4	0,09
	4	1,97	0,1	0,5	
	5	1,30	0,3	0,8	
	6	1,00	0,11	0,91	
3	8	1,87	0,6	0,6	0,08
	7	1,21	0,32	0,92	
4	10	1,00	0,38	0,38	0,35
	9	0,89	0,27	0,65	
5	11	0,62	0,5	0,5	0,38
	12	0,12	0,12	0,62	
Ociosidade Total					1,00 min/ciclo



Tecnologia de Processo



Tecnologia de Processo



- O termo tecnologia de processo se refere a máquinas, equipamentos e dispositivos que auxiliam a transformação de materiais, informações e consumidores
- Administrar tecnologia de processo significa:
 - Detalhar como a tecnologia pode melhorar a eficácia da operação
 - Escolher a tecnologia
 - Integrar a tecnologia com o restante da operação
 - Gerir a sua instalação e posta em marcha
 - Monitorar o seu desempenho
 - Atualizar ou substituir a tecnologia quando necessário
- Questões fundamentais para a escolha de uma tecnologia:
 - O que a tecnologia faz que a diferencia das outras similares?
 - Quais são as suas características principais?
 - Que benefícios ela trará?
 - Quais são as suas limitações?





Automação



- As máquinas, equipamentos e dispositivos exigem a intervenção humana na sua operação. A tecnologia de processo pode ter graus diferentes de auto mação.
- A automação de um processo está em geral relacionada a:
 - Economia de custos de mão de obra direta
 - Redução da variabilidade na produção
- Aspectos a serem considerados na tomada de decisão de automação:
 - A tecnologia pode desempenhar a tarefa melhor ou de forma mais segura que uma pessoa?
 - Quais atividade de apoio a tecnologia precisa para operar (manutenção, programação, etc). Que impacto ela tem nos custos indiretos?
 - Qual a flexibilidade da tecnologia para produzir novos produtos ou serviços?



Automação

- Máquina de Controle Numérico por Computador (CNC) - Um programa controla as operações que a máquina executa
- Centro de Usinagem - Máquinas controladas por computador com maior flexibilidade de troca de ferramentas e condições de usinagem
- Robô - Equipamento automático multi-função e reprogramável, capaz de manusear ferramentas, peças, e dispositivos e realizar diversas tarefas
 - Robôs de manuseio
 - Robôs de processo
 - Robôs de montagem
- Veículo guiado automaticamente (AGV) veículos autônomos para a movimentação de materiais
- Sistema Flexível de Manufatura (FMS) - Sistema composto por:
 - Estações de trabalho - máquinas CNC
 - Instalações de carga/descarga - robôs de manuseio e processo
 - Instalações de transporte/manuseio - esteiras, AGV, robôs de manuseio e processo
 - Centro de controle por computador



Tecnologia de Processo

