

TÓPICO 10
OPERAÇÕES ENXUTAS E *JUST IN TIME*

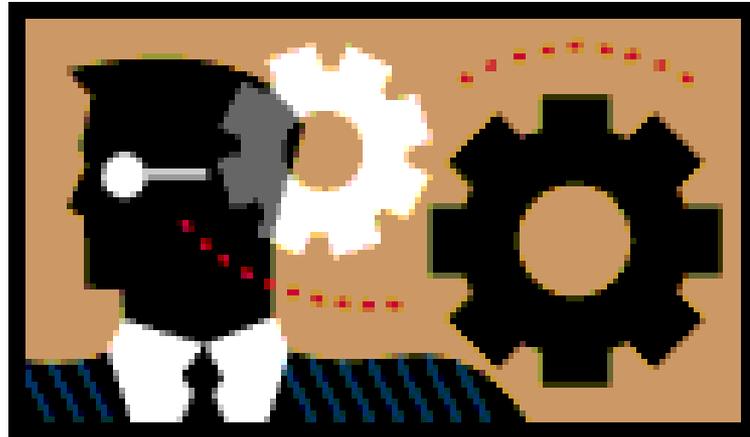
Aulas 18 e 19

Objetivos

- O que é abordagem enxuta e como difere das práticas tradicionais de gestão de operações?
- Quais os principais elementos da filosofia enxuta (*lean*)
- Quais são as técnicas de *Just-In-Time* (JIT)?
- Como o JIT pode ser usado para planejamento e controle?
- O JIT e o MRP podem coexistir?

Pensamento Enxuto

- O que é o pensamento enxuto?



Pensamento Enxuto

“É uma filosofia operacional que requer menores *lead times* para entregar produtos e serviços com elevada qualidade e baixos custos através da melhoria do fluxo produtivo via eliminação dos desperdícios.”

Pensamento Enxuto

Menos esforço humano
Menos equipamento
Menos tempo
Menos espaço

**Cada vez mais próximo de oferecer exatamente
o que o cliente deseja!**

A Produção Enxuta

“Lean Production”

Algumas definições:

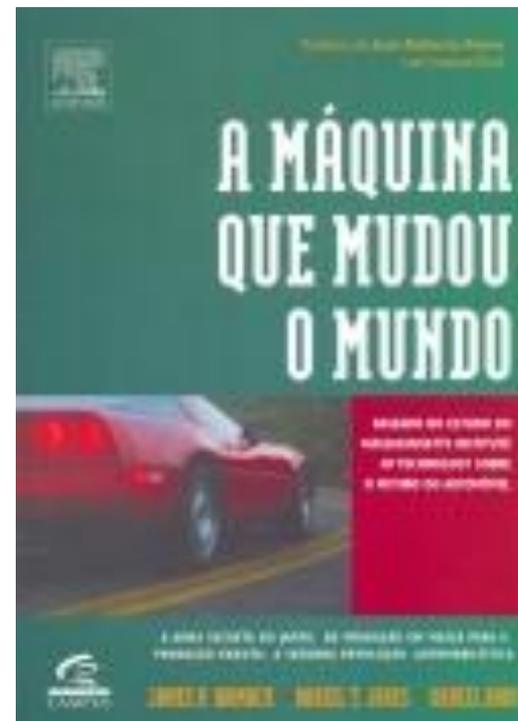
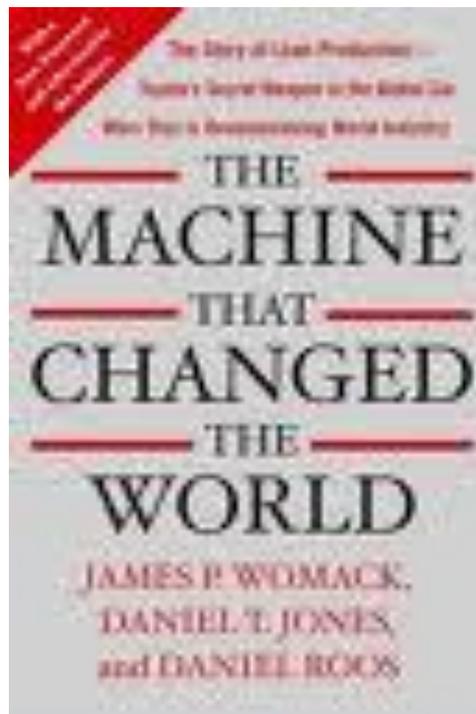
“Esforço sistemático para identificar e **eliminar desperdícios** (atividades que não **agregam valor**) através da busca de **melhoria contínua**, produzindo bens ou serviços de acordo com a demanda dos consumidores, e procurando atingir a **melhor qualidade** (perfeição)”

“Processo que engloba todas as funções produtivas internas: desenvolvimento de produto, manufatura, recursos humanos, organização, assistência ao consumidor, bem como as redes de fornecimento. Seus princípios básicos são: **qualidade perfeita na primeira produção**, **minimização de desperdícios** pela eliminação das atividades que não **agregam valor**, **melhoria contínua**, flexibilidade e relações de longo prazo”

Lean Production ou Produção Enxuta

Termo cunhado por uma equipe de pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), envolvidos em um projeto de pesquisa chamado *International Motor Vehicle Program* (IMVP) e popularizado no livro “A Máquina que mudou o Mundo”, onde relatam suas pesquisas em empresas fabricantes de automóveis dos EUA, Europa e Ásia, principalmente a Toyota

Produção Enxuta (Lean Production)



Um breve histórico



Modelo Toyota de Produção - Just In Time & Kanban

Um breve histórico

○ Sistema Toyota de Produção

- ▣ Década de 50: visita de Eiji Toyoda à planta Ford em de River Rouge (Detroit)
- ▣ Os problemas de Toyoda:
 - Mercado pequeno, exigente e diversificado
 - Força de trabalho limitada em número e mais demandante
 - Impossibilidade de compra de tecnologia
- ▣ Atuação do MITI (Ministério da Indústria e Comércio japonês) – Reestruturação industrial

A Gênese do sistema

- O primeiro desenvolvimento: Prensas de estamperia
 - ▣ Troca rápida de matrizes
 - Trocas freqüentes, facilitadas por mecanismos simples
 - Os próprios operadores poderiam trocar as matrizes
 - ▣ Vantagens obtidas
 - Menos prensas
 - Menor gasto com controle de estoques
 - Identificação precoce de problemas de qualidade

A Gênese do sistema

- O segundo passo: práticas de RH
 - ▣ Final dos anos 40: crise na empresa
 - ▣ Dispensa de um quarto dos funcionários
 - ▣ Dois compromissos:
 - Estabilidade: emprego vitalício
 - Promoção por senioridade ,bônus pelo desempenho da empresa
 - ▣ Contrapartida:
 - Maior envolvimento dos trabalhadores, compromisso com o resultado da empresa

A Gênese do sistema

- Terceira etapa: Trabalho em grupos
 - ▣ Os trabalhadores foram agrupados em equipes
 - ▣ Responsabilidades:
 - *Housekeeping*, troca de ferramentas, inspeção de qualidade
 - Autonomia para parar a linha em caso de problemas
 - ▣ Resultados:
 - Diminuição do retrabalho
 - Melhoria na qualidade

A Gênese do sistema

- Quarta ação: Relacionamento com os fornecedores
 - Fornecedores responsáveis pelo projeto e fornecimento de sistemas integrados (os sistemistas)
 - Hierarquia de fornecedores: primeiro nível (sistemistas), segundo nível, terceiro nível
 - Sistema *Just in Time* de programação de entregas

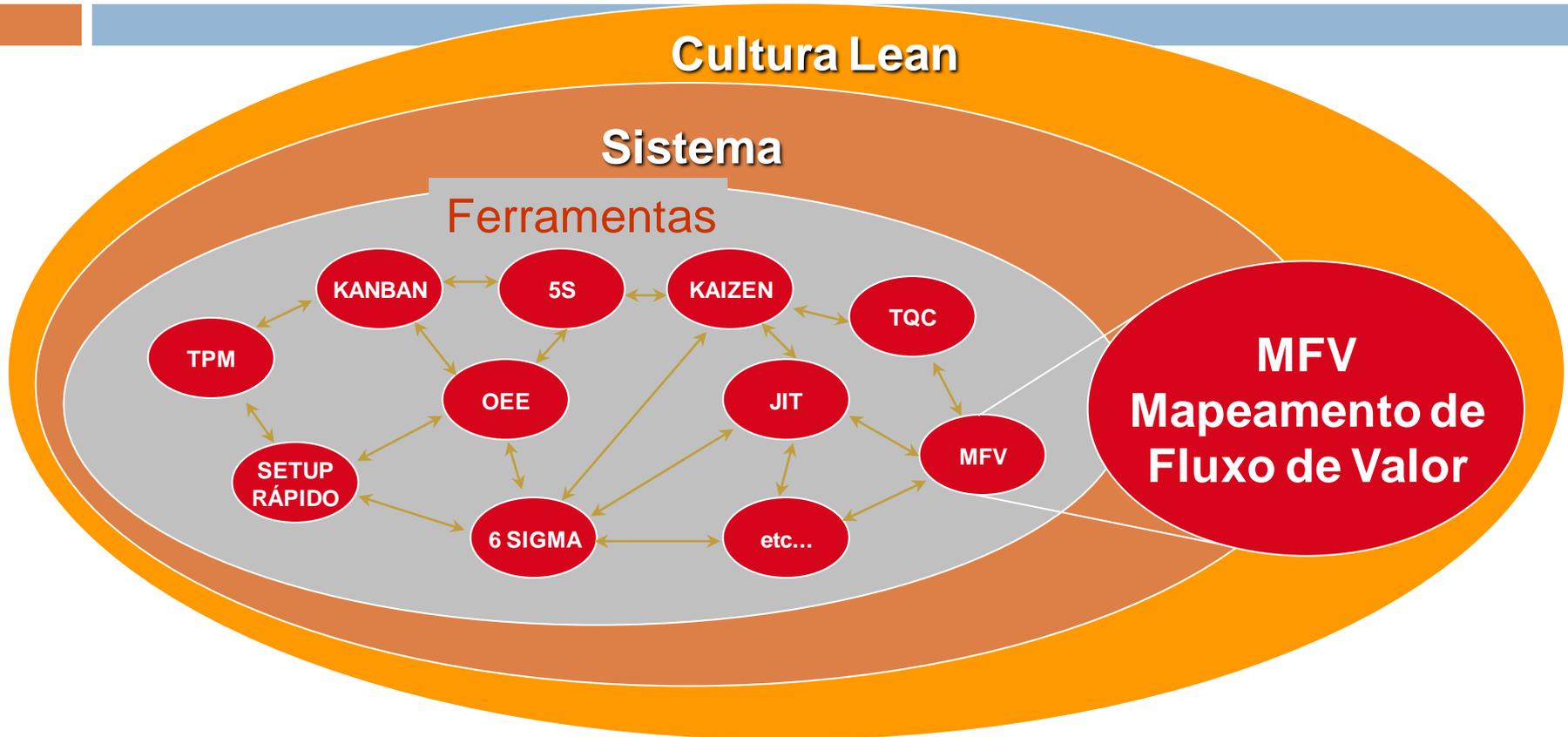
- Nota: A Toyota tem participação societária em muitos de seus fornecedores

A Gênese do sistema

- Quinta etapa: Projeto simultâneo
 - ▣ Projeto realizado por equipes multifuncionais, com um líder “peso-pesado”
 - ▣ Engenharia simultânea
 - ▣ Uso de técnicas: QFD, FMEA

Ferramentas, Sistema e Cultura

Ferramentas do Lean Manufacturing



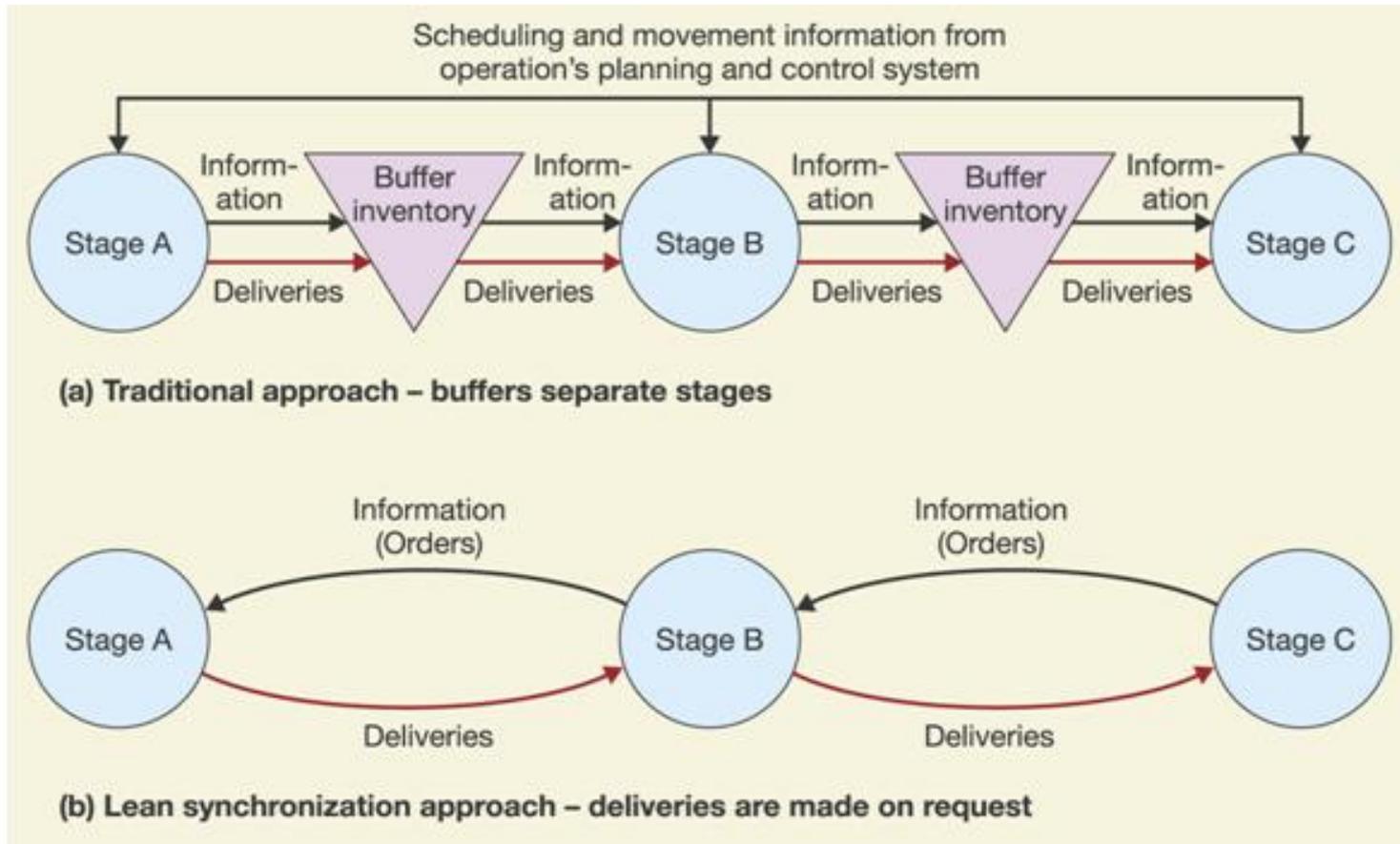
- Quando as ferramentas trabalharem integradas umas com as outras, nós teremos um sistema

- Quando o sistema for praticado e defendido por todas as pessoas da organização, nós teremos uma Cultura

O que é Just-in-time?

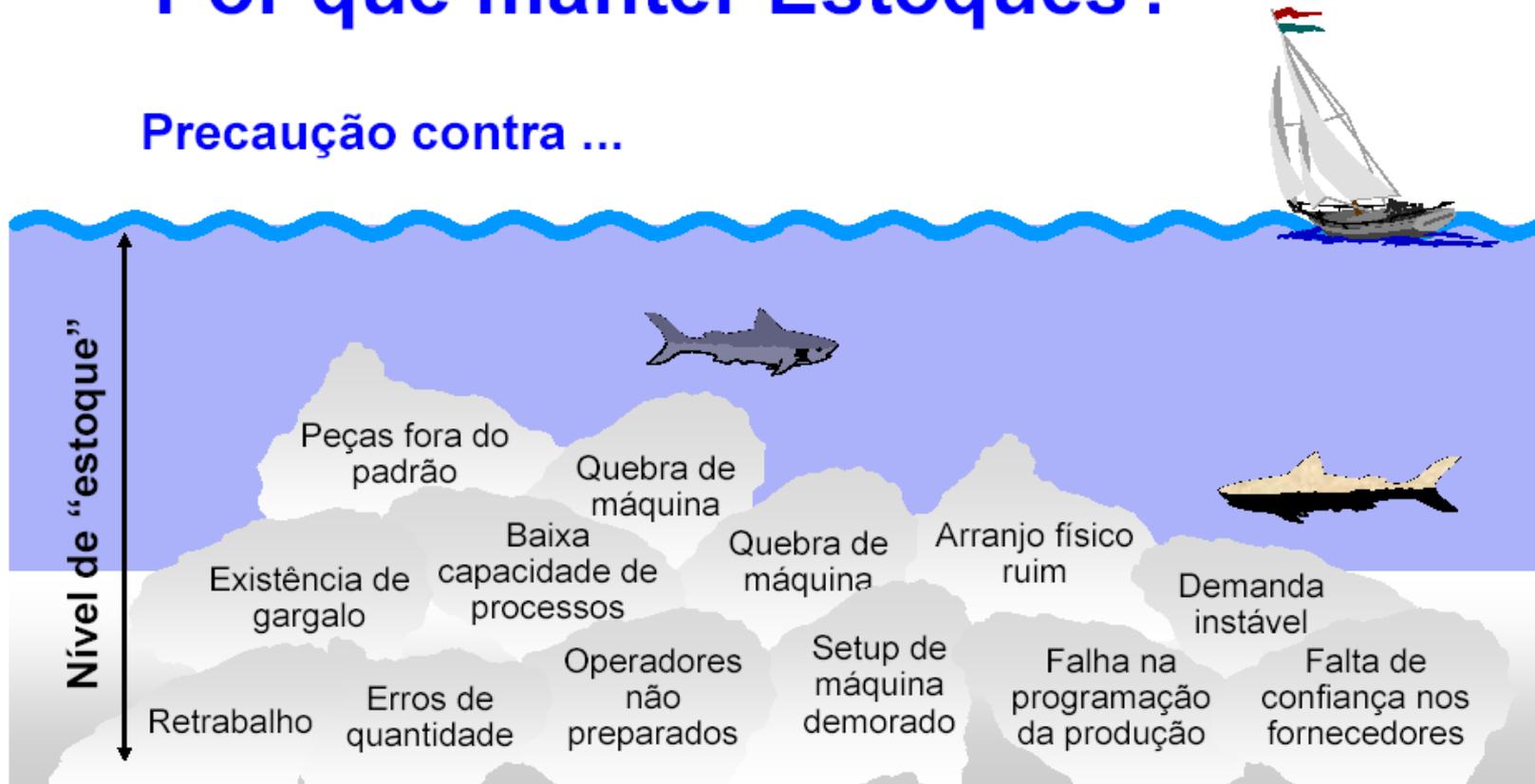
- Abordagem que visa produzir bens ou serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que formem estoques e não depois para que os clientes não tenham que esperar.
- Abordagem que visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.

Abordagem just-in-time versus tradicional



Por que manter Estoques?

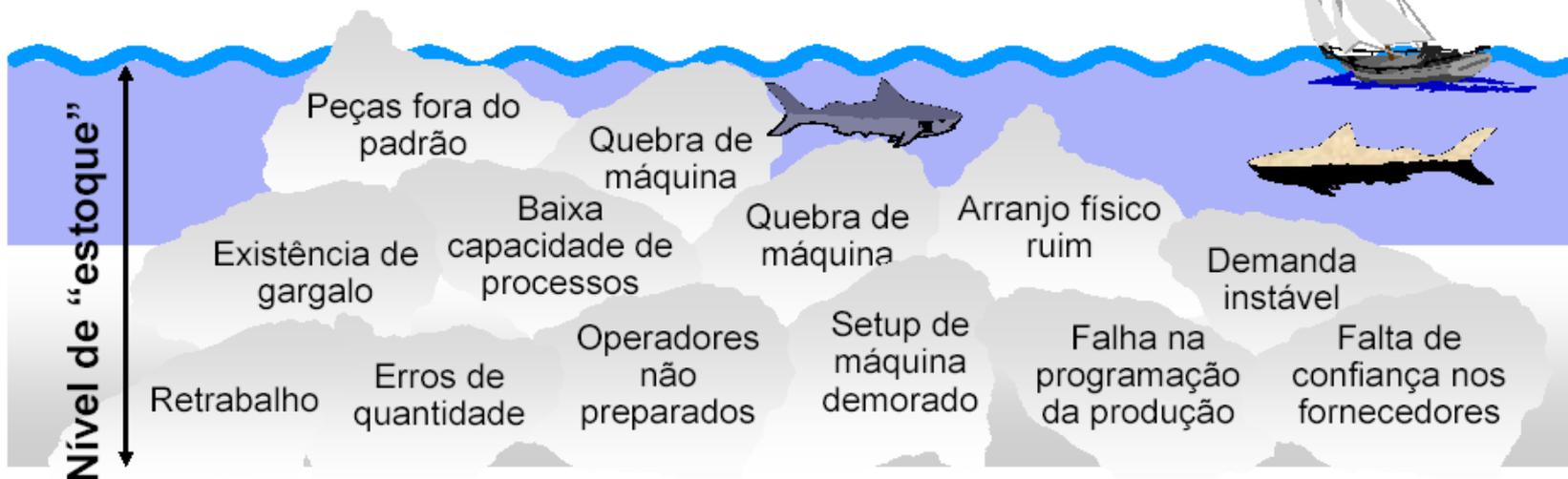
Precaução contra ...



Por que manter Estoques ...

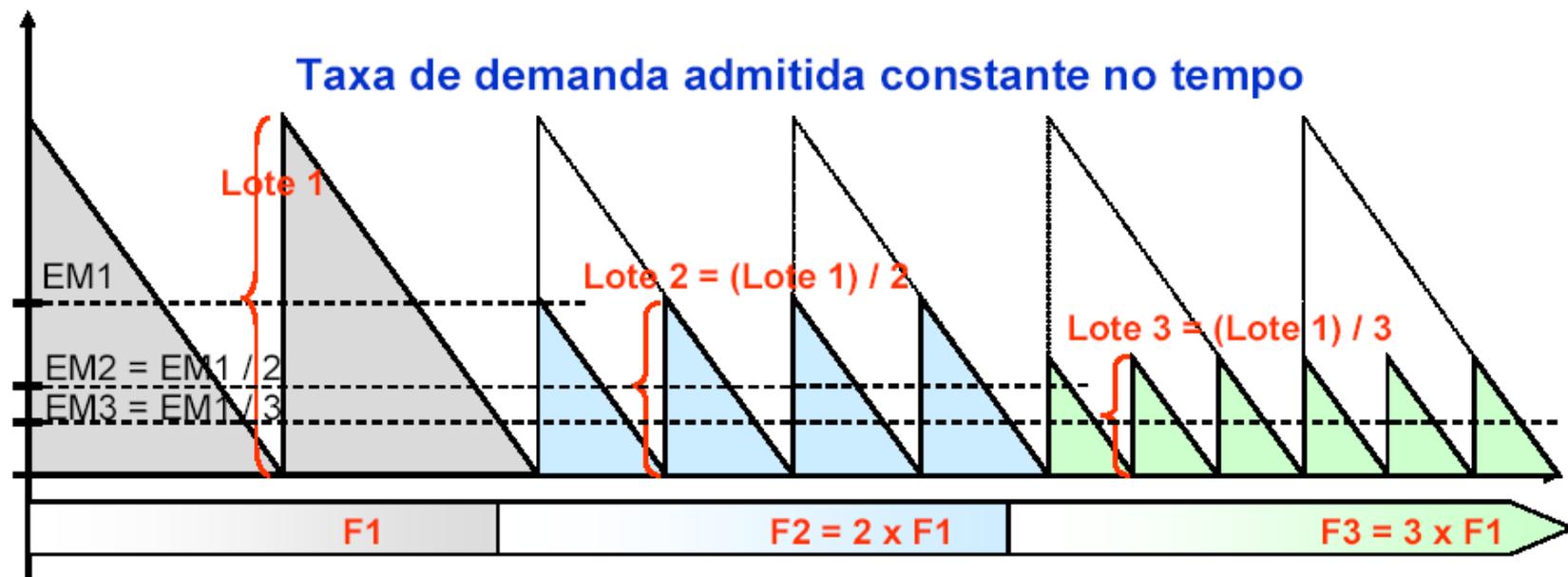


A redução do nível de estoque permite a gerência enxergar os problemas da produção e promove a realização de esforços para a eliminação dos mesmos



Produção e Re-suprimento em Lotes de Tamanho Menor

Nível de estoque



EM: Estoque Médio

Fi: Frequência de Re-suprimento para lote i

JIT e Operações Enxutas

Filosofia e Técnica

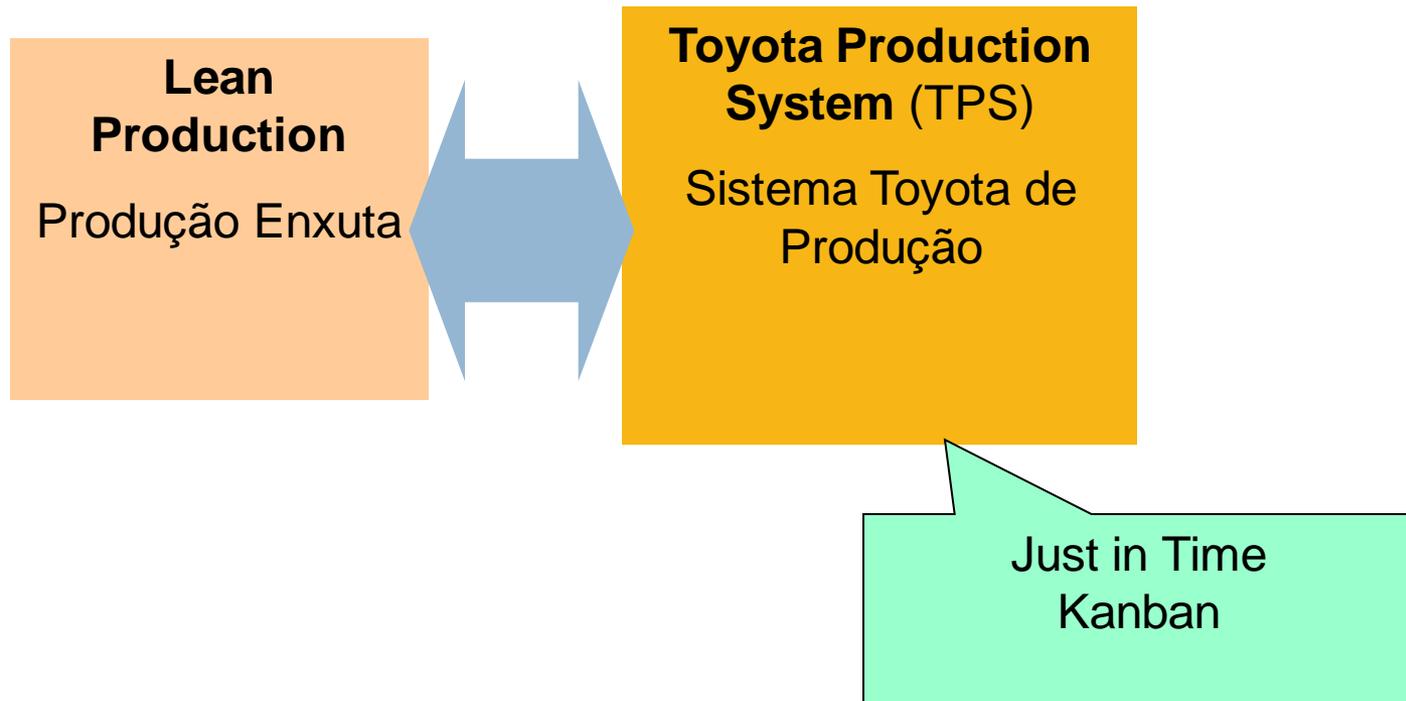
Filosofia de Gestão de Operações Lean (Enxutas)

Forma como as operações são gerenciadas em diferentes contextos

Ferramentas e Técnicas de Just-in-time

Implementam e apoiam a filosofia Lean

Lean, JIT e TPS



Os Princípios “Enxutos”

- Produção “certa na primeira vez”, com trabalho em equipe e alta participação
- Eliminação de desperdícios, de atividades não-agregadoras de valor
- Melhoria contínua, fluxo rápido de informação, desenvolvimento ágil de novos produtos, ciclos de vida mais curtos
- Flexibilidade para a produção de maior mix de produtos
- Relações de longo prazo com os fornecedores

○ Sistema Toyota de Produção

Aspectos produtivos:

- ▣ Planejamento da Produção: *Just in time* / *kanban* e Produção nivelada
- ▣ Controle Autônomo de Defeitos
- ▣ Manufatura celular e Trabalho em equipes

Aspectos de gestão:

- ▣ Desenvolvimento rápido de produtos
- ▣ Práticas de RH
- ▣ Relacionamento com fornecedores

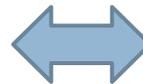
Filosofia Enxuta de Operações ou JIT

1. Eliminar desperdício 2. Envolver a todos 3. Melhoramento contínuo



JIT como Técnica para Administrar

Práticas de trabalho básicas
Projeto para manufatura
Máquinas pequenas e simples
Arranjo físico por fluxo
TPM
Redução do tempo de preparação
Visibilidade
Fornecimento JIT



JIT como Método de Planejamento e Controle

Programação Puxada
Kanban
Programação Nivelada
Produção Intercalada
Sincronização

Conceito de Desperdício

**...Qualquer coisa que adicione
custo sem agregar valor
é DESPERDÍCIO!!!**

“Identificar e eliminar imediatamente toda e qualquer PERDA
no sistema”

Definição de Tipos de Desperdícios

A classificação de Ohno (1988):

1. **Defeito** nas peças/produtos
2. **Excesso de produção** de mercadorias desnecessárias
3. **Estoque de mercadorias** à espera de processamento ou consumo
4. **Processamento desnecessário** de materiais
5. **Movimentos desnecessários** dos trabalhadores
6. **Transporte desnecessário** de materiais
7. **Espera** dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior

Acréscimo de Womack & Jones (1996):

8. Projeto de mercadorias e serviços que não atendem às necessidades dos clientes

Atividades que Agregam Valor *versus* Que Não Agregam Valor

- Atividades que agregam valor (AV)
 - Atividades que, aos olhos do cliente final, tornam o produto ou serviço mais valioso.
- Atividades que não agregam valor (NAV)
 - Atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso e não são necessárias mesmo nas atuais circunstâncias.
- Atividades que não agregam valor necessárias
 - Atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas que são necessárias a não ser que o processo atual mude radicalmente.

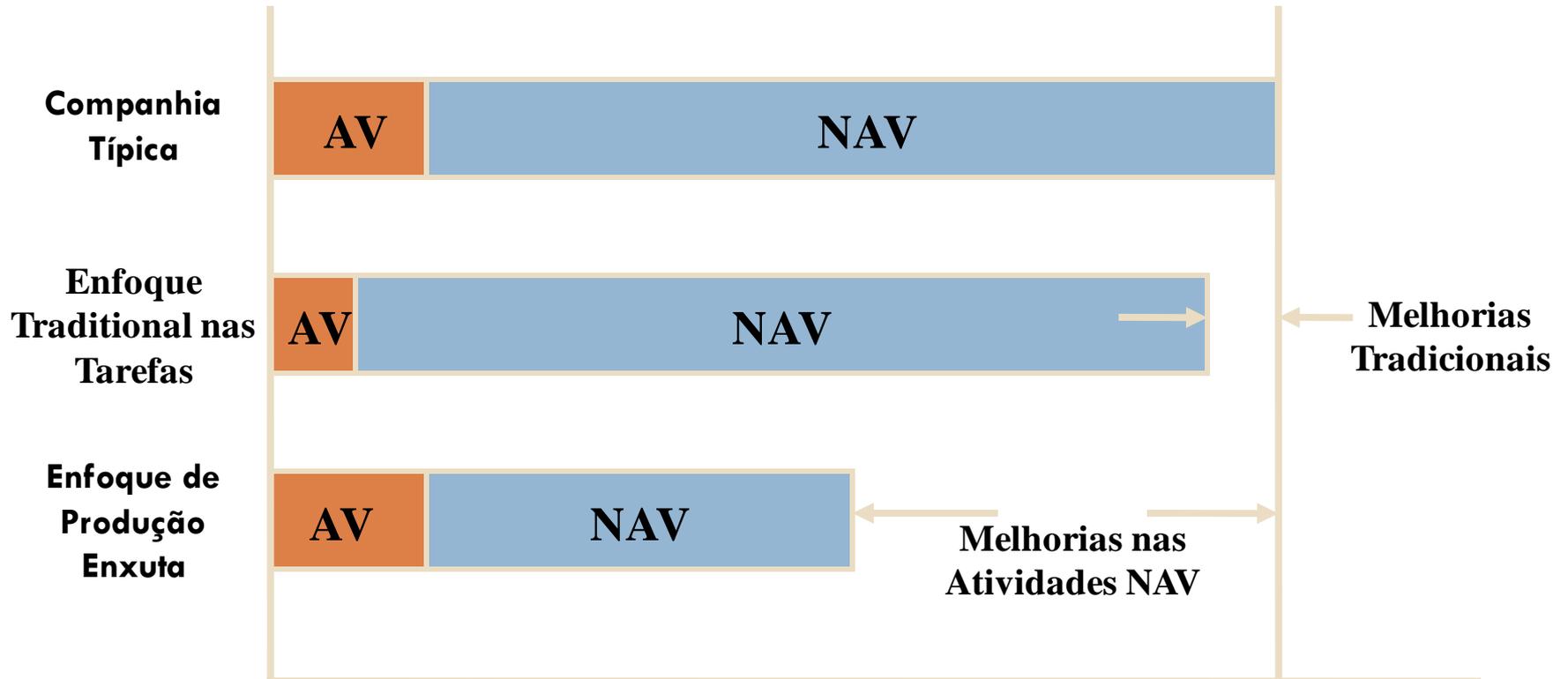
Atividades que Agregam Valor *versus* Que Não Agregam Valor

- Em um ambiente de produção de bens (manufatura) a relação entre os tempos consumidos pelos três tipos de atividades gira em torno de:
 - 5% atividades que agregam valor
 - 60% não agregam valor
 - 35% necessárias mas não agregam

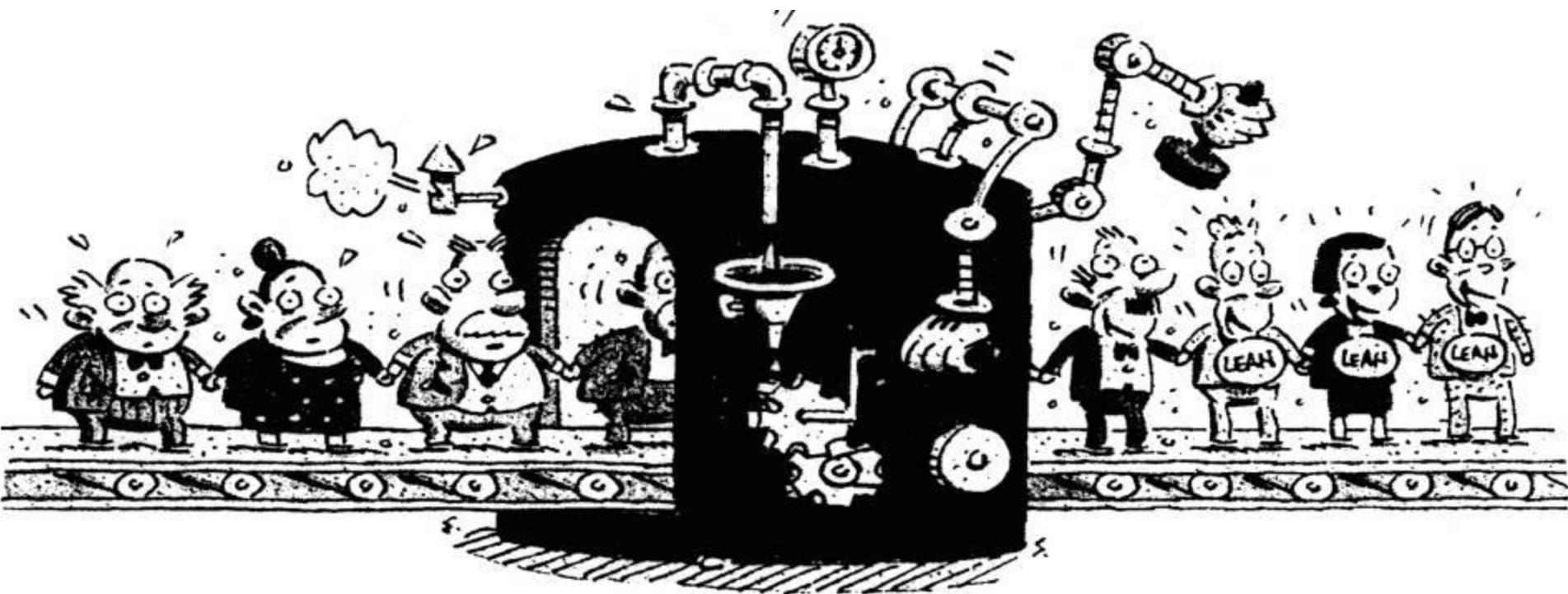
Atividades que Agregam Valor *versus* Que Não Agregam Valor

- Em um ambiente de processamento de informações (escritórios, engenharia, processamento de ordens, etc. – não world class) a relação entre os tempos consumidos pelos três tipos de atividades gira em torno de:
 - 1% atividades que agregam valor
 - 49% não agregam valor
 - 50% necessárias mas não agregam

Enfoque da Produção Enxuta



Produção Enxuta =
Identificação e eliminação/redução **sistemática e sustentável** de desperdícios (Muda)



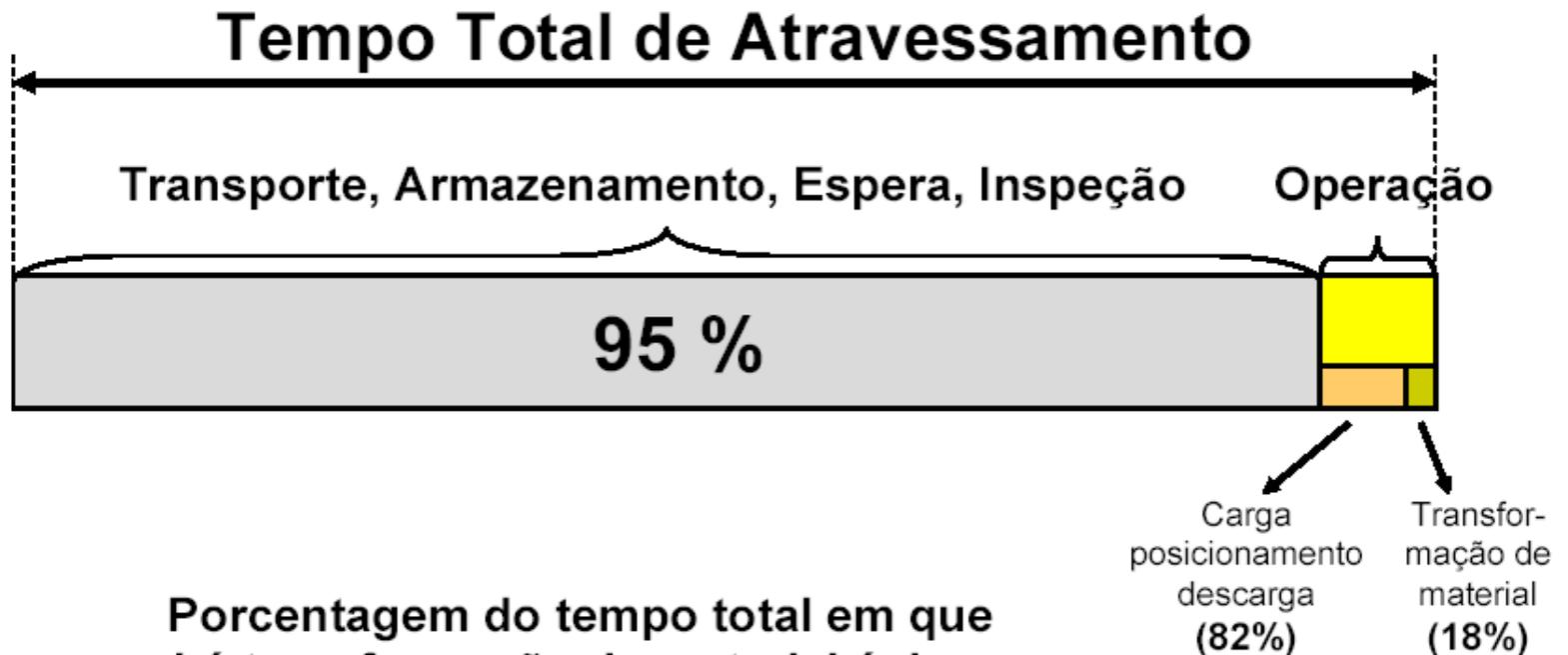
Desperdício: “Qualquer atividade humana que absorve recurso mas que não cria **valor**” (Womack & Jones, 1996)

Os 5 Ss

Método Simples de arrumação para organizar áreas de trabalho que enfatiza a ordem visual, organização, limpeza e padronização.

1. Separe (Seire)
2. Organize (Seiton)
3. Limpe (Seiso)
4. Padronize (Seiketsu)
5. Sustente (Shitsuke)

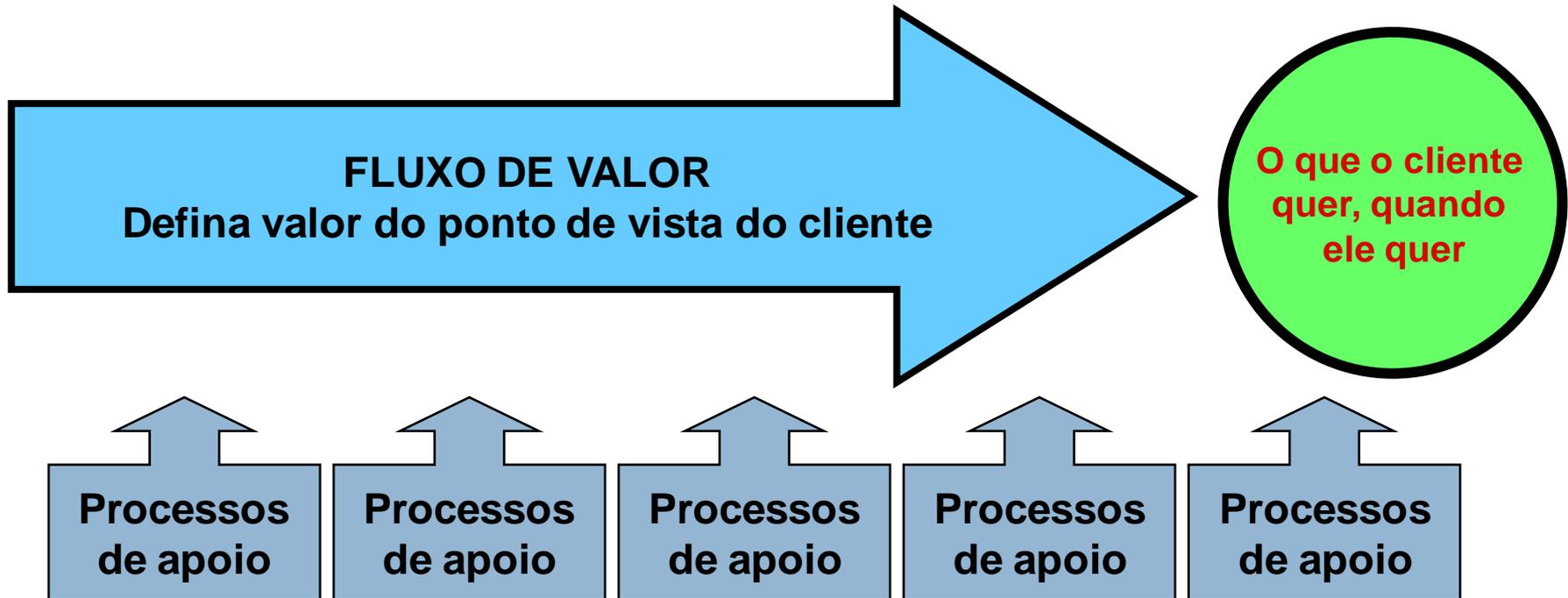
Perdas no Processo



Porcentagem do tempo total em que há transformação de material é de...

$$0,05 \times 0,18 = 0,009 = 0,9\%$$

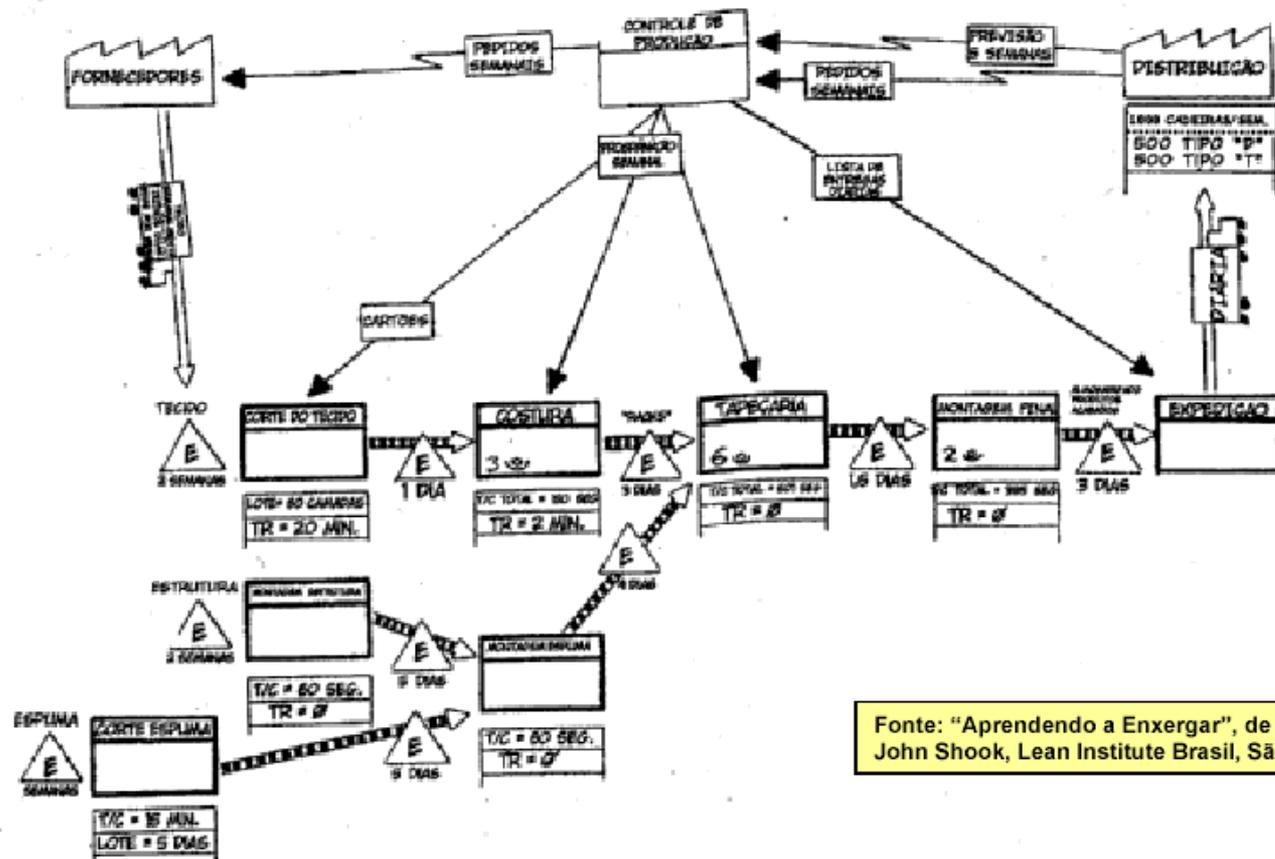
Fluxo de Valor e Processos de Apoio



O que é Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) *Value Stream Mapping (VSM)*

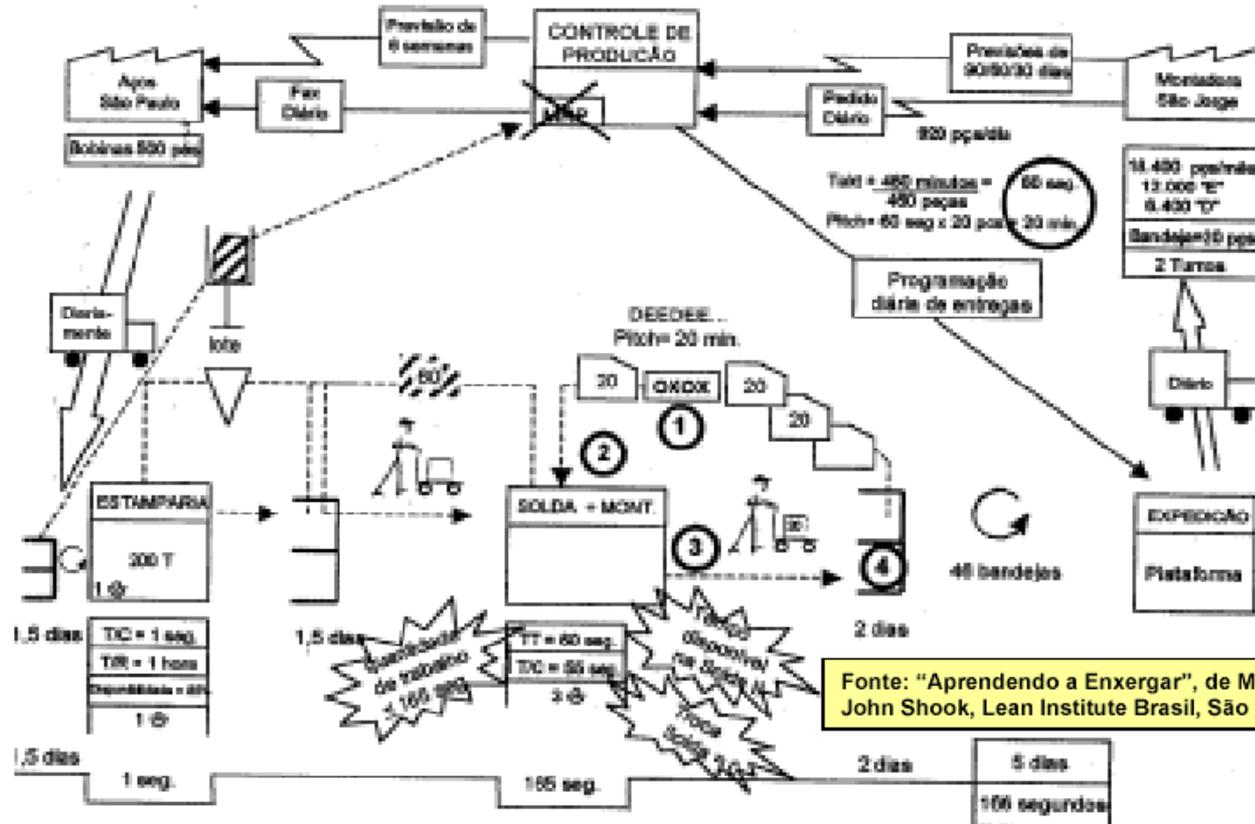
- Representação visual do fluxo de valor de uma empresa (porta a porta – fornecedor ao cliente) para uma família de produto.
- Mostra o fluxo de informação, materiais e sistemas de controle.
- Permite identificar e eliminar os desperdícios.

Exemplo de Mapa do Estado Atual



Fonte: "Aprendendo a Enxergar", de Mike Rother e John Shook, Lean Institute Brasil, São Paulo, 1998.

Exemplo de Mapa do Estado Futuro

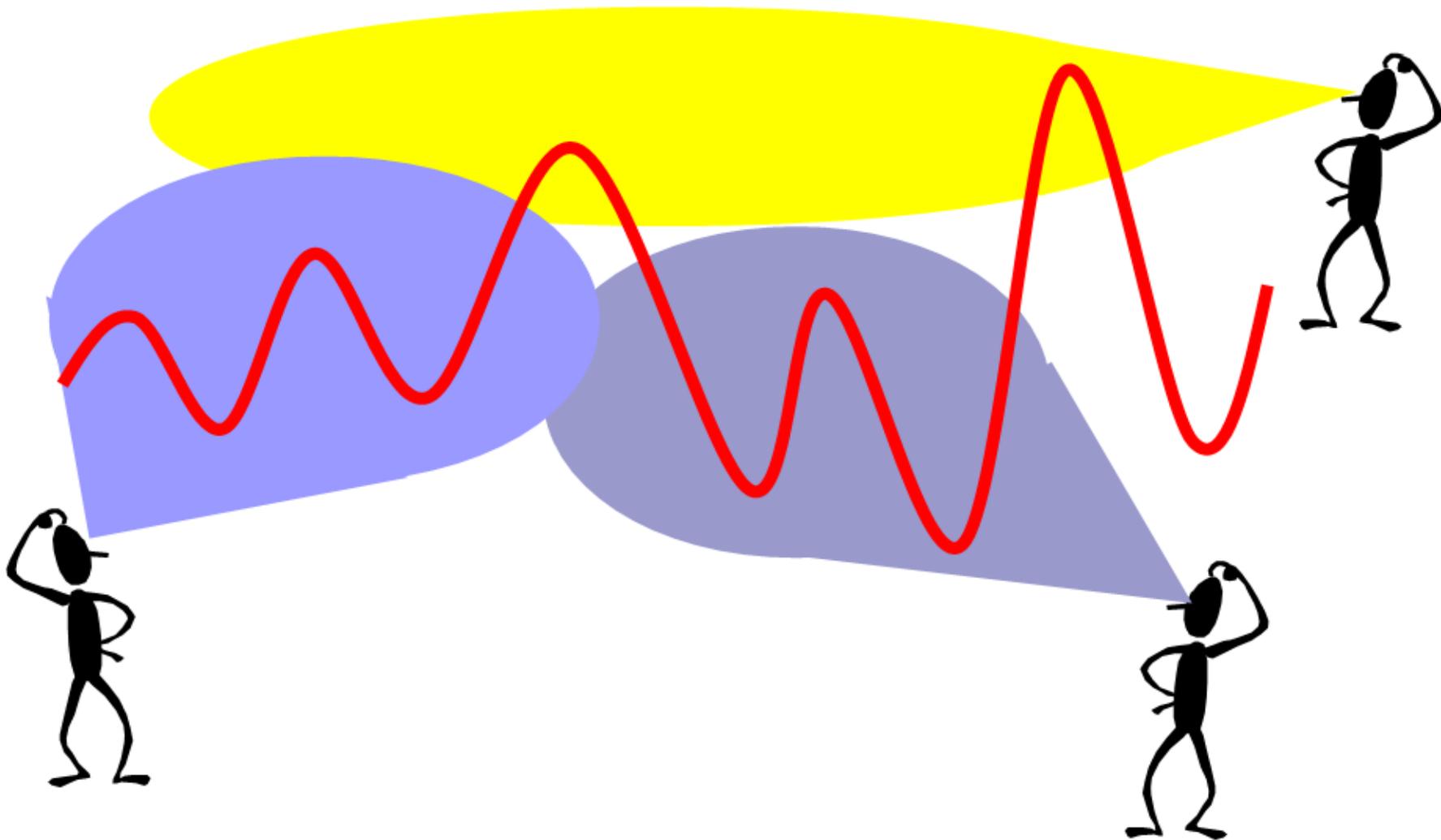


Fonte: "Aprendendo a Enxergar", de Mike Rother e John Shook, Lean Institute Brasil, São Paulo, 1998.

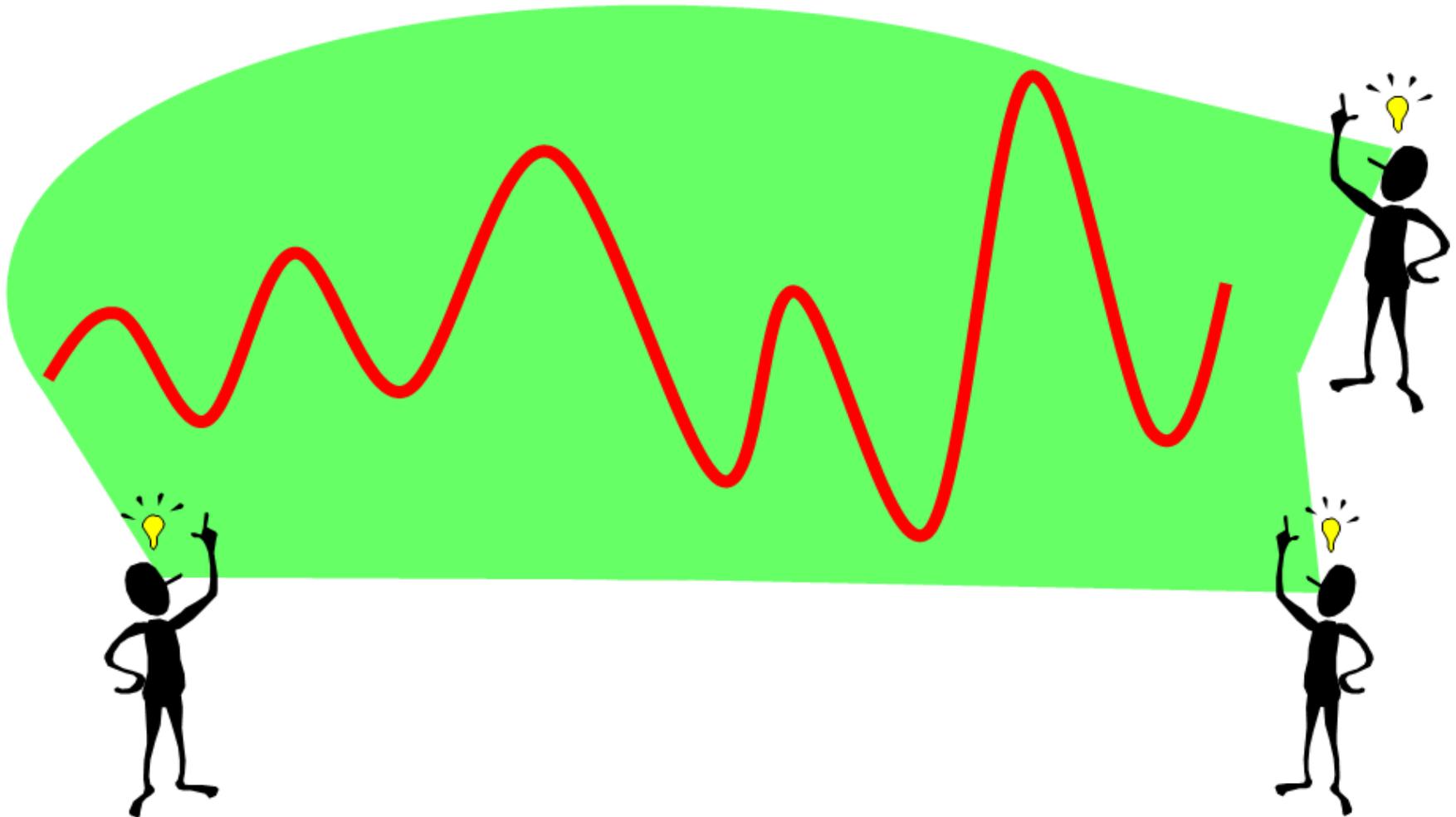


Por que mapear o
fluxo de valor?

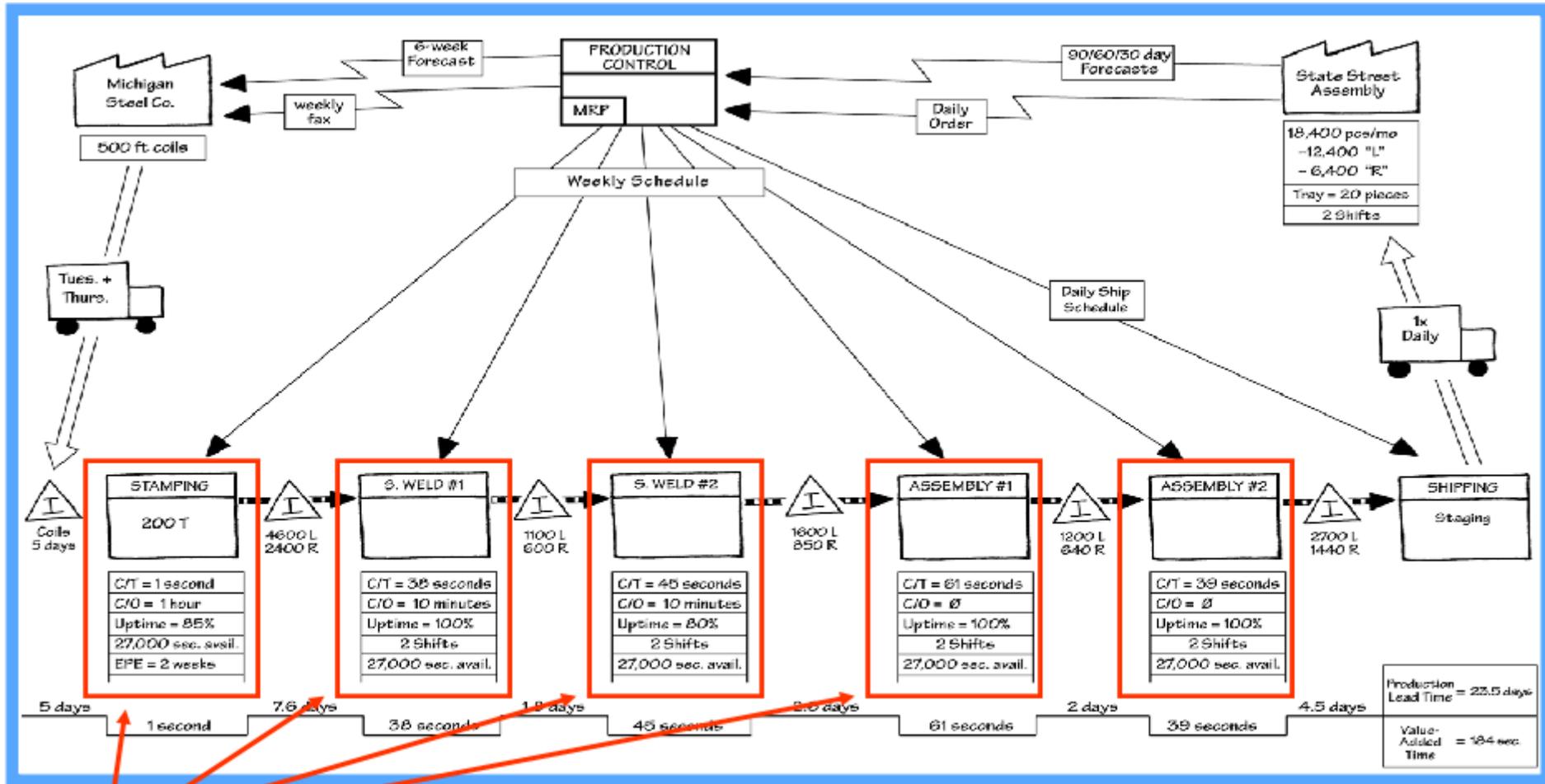
Otimização Global versus Otimização Local



Otimização Global versus Otimização Local

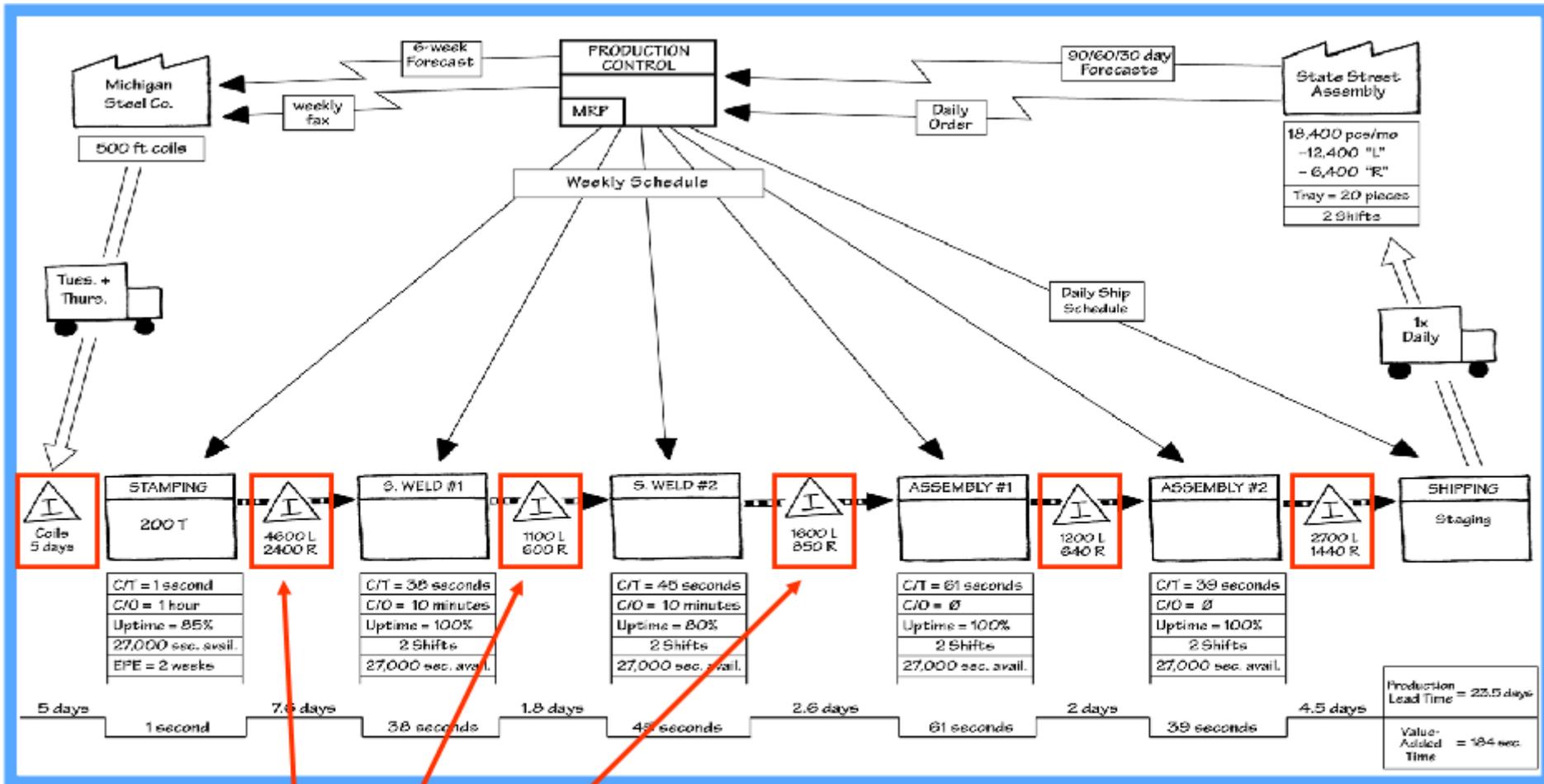


Mapa do Fluxo de Valor



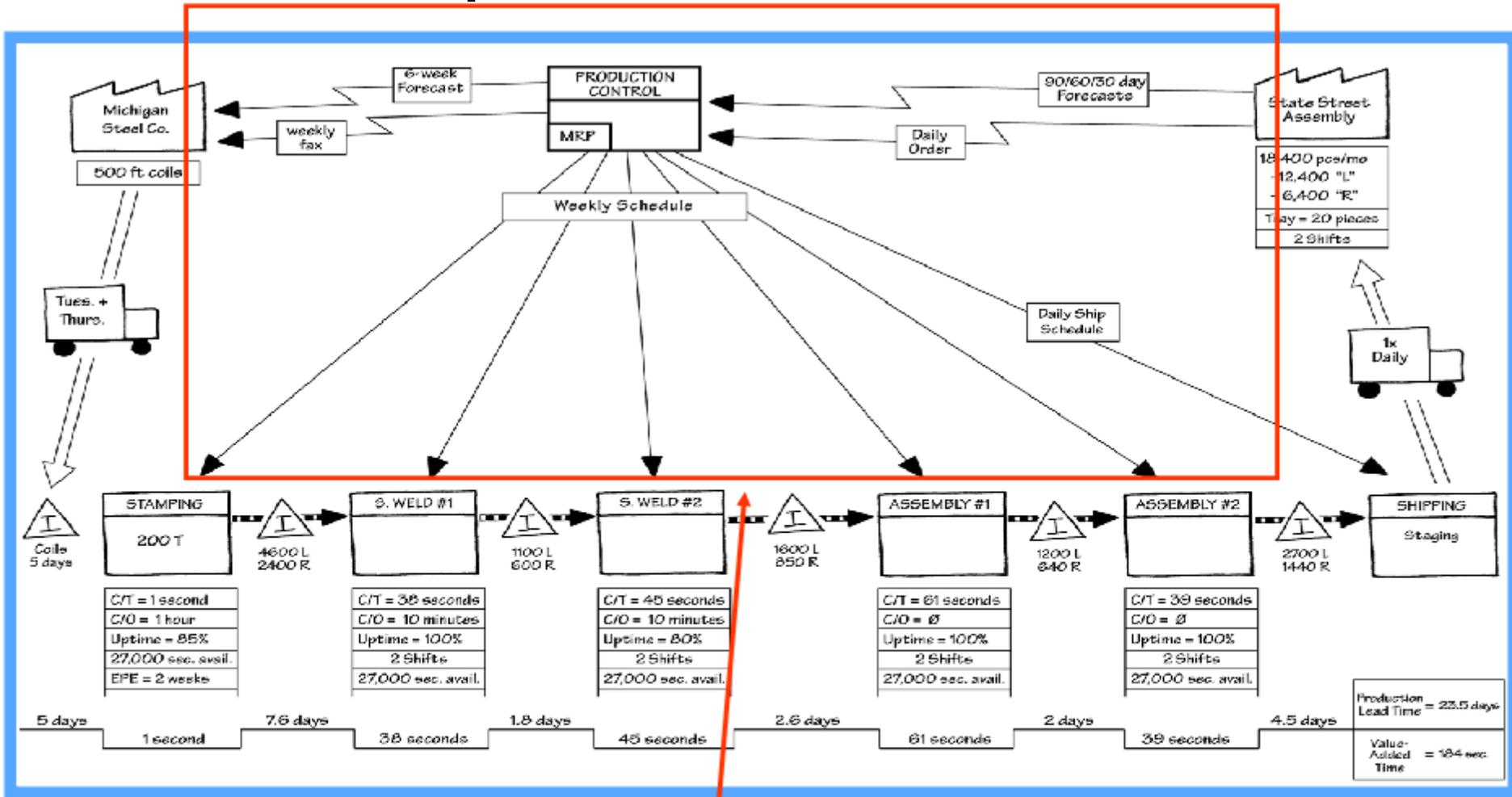
Processos

Mapa do Fluxo de Valor



Processos
 Inventários
 Local e Quantidade

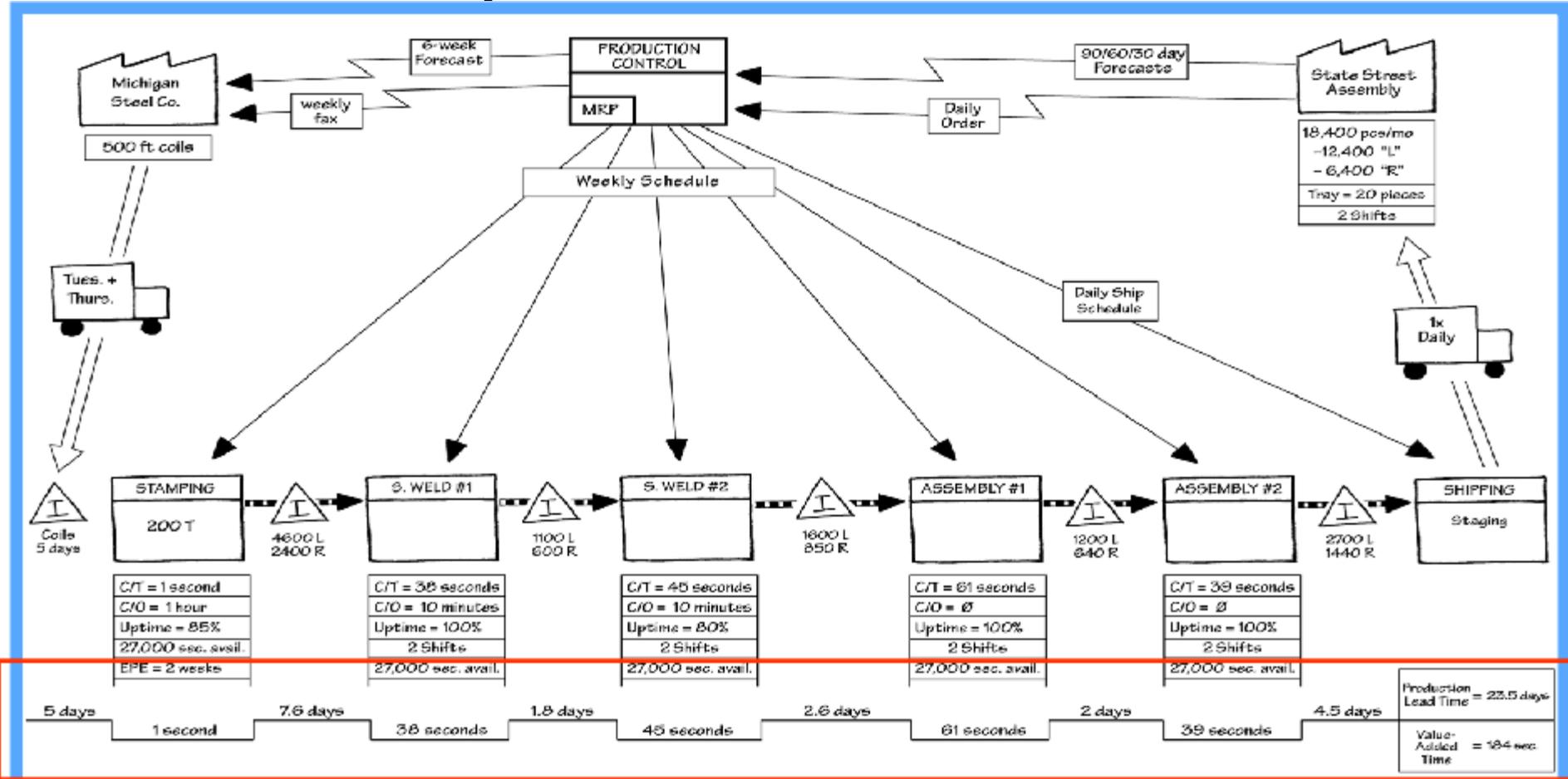
Mapa do Fluxo de Valor



Processos
 Inventários
 Local e Quantidade

Fluxos de Informação e
 Sist. de Controle

Mapa do Fluxo de Valor



Processos

Inventários

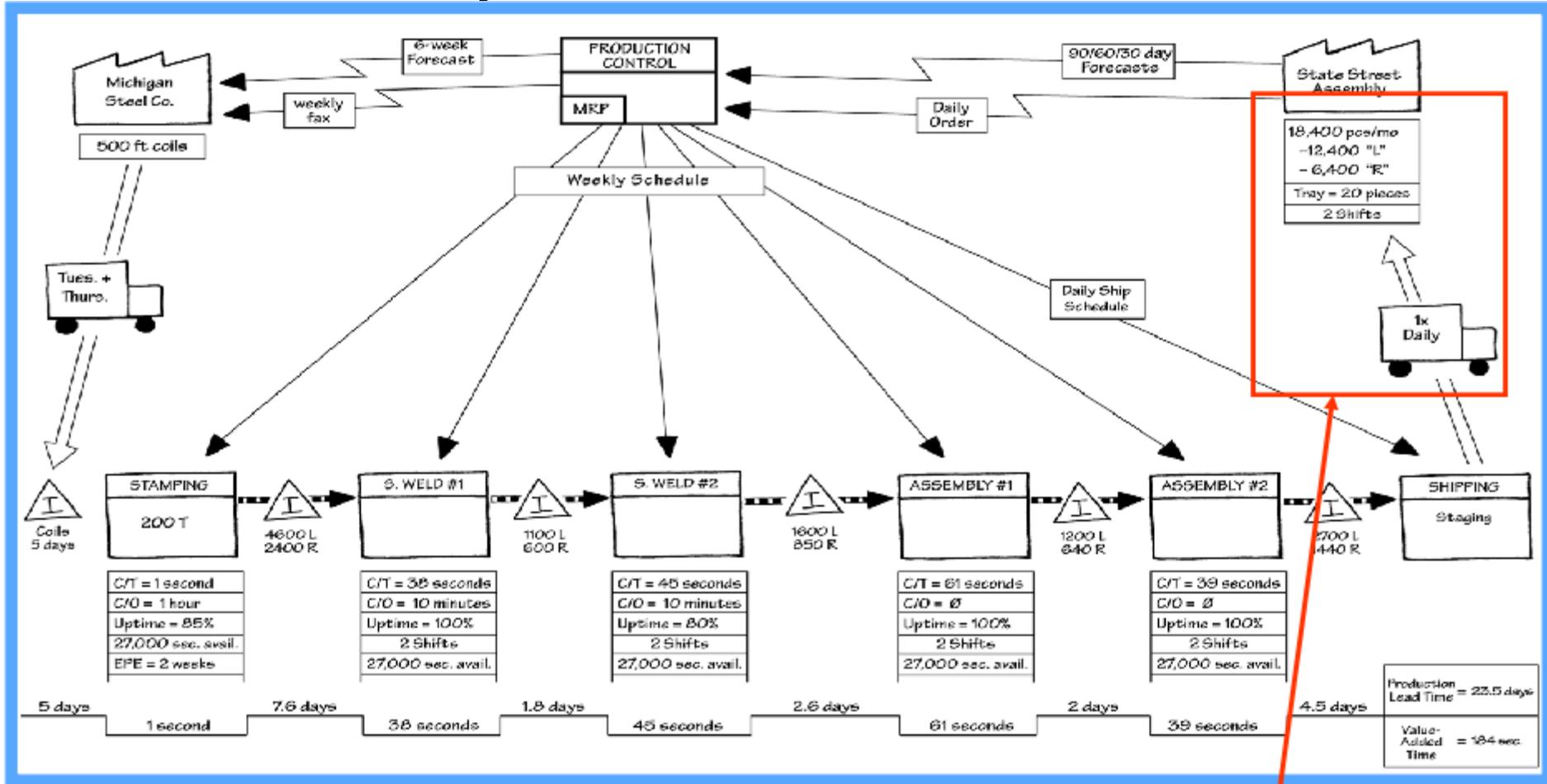
Local e Quantidade

Fluxos de Informação e

Sist. de Controle

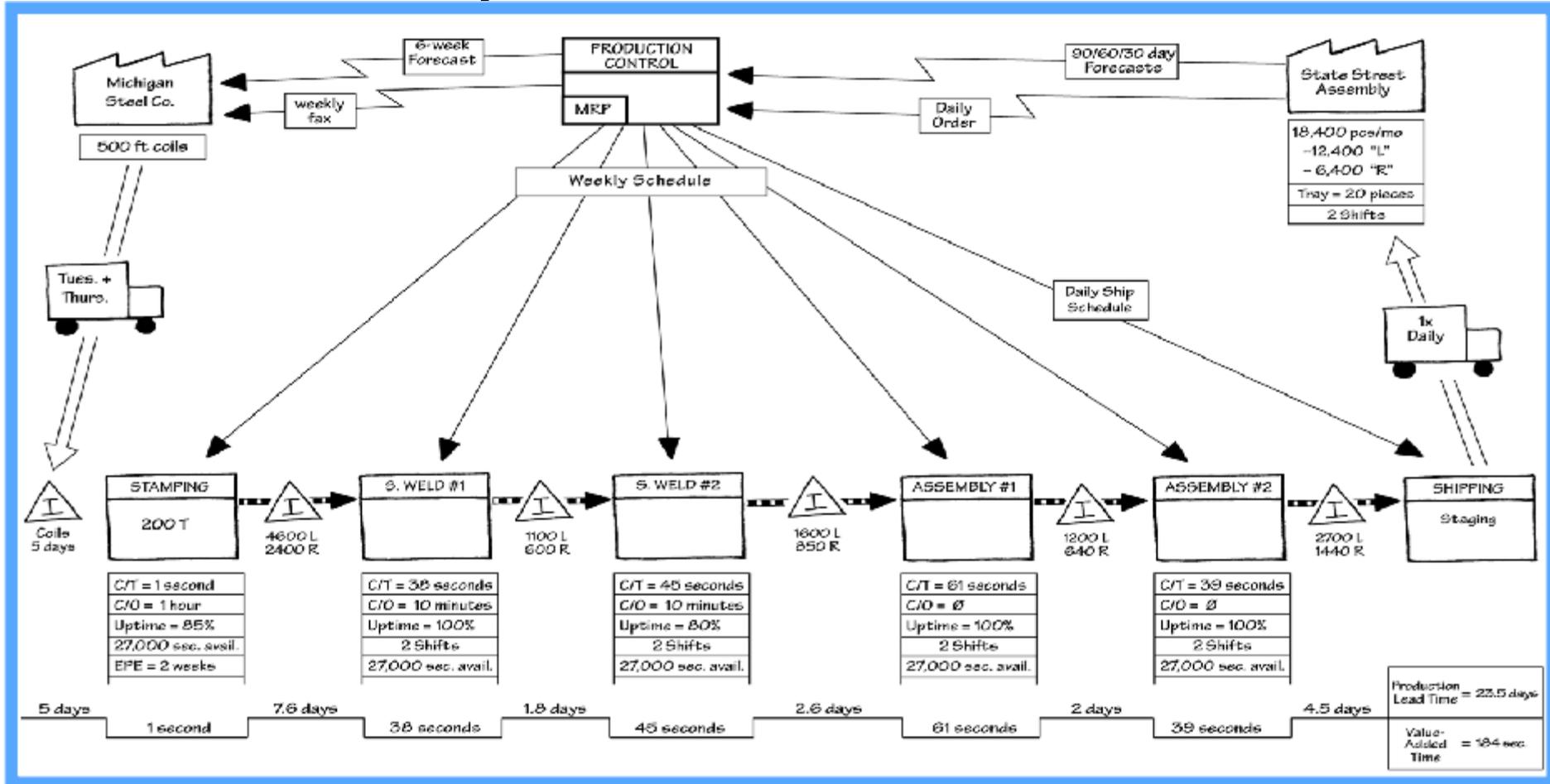
LeadTime de Man. e Valor Agregado

Mapa do Fluxo de Valor



Processos
Fluxos de Informação e
Demanda do Cliente
 Inventários
 Sist. de Controle
 LeadTime de Man.
Local e Quantidade
 e Valor Agregado

Mapa do Fluxo de Valor



Processos
Fluxos de Informação e
Demanda do Cliente
 Inventários
 Sist. de Controle
Local e Quantidade
LeadTime de Man. e Valor Agregado

Mapa do Fluxo de Valor

- Permite enxergar o fluxo
- Mostra o link entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais
- Proporciona uma linguagem comum sobre o processo de fabricação
- Facilita enxergar as fontes de desperdício
- Forma a base do plano de implementação

Exercício 18.1

Ver exercício na folha...

Filosofia Enxuta de Operações ou JIT

1. Eliminar desperdício 2. Envolver a todos 3. Melhoramento contínuo



JIT como Técnica para Administrar

Práticas de trabalho básicas
Projeto para manufatura
Máquinas pequenas e simples
Arranjo físico por fluxo
TPM
Redução do tempo de preparação
Visibilidade
Fornecimento JIT



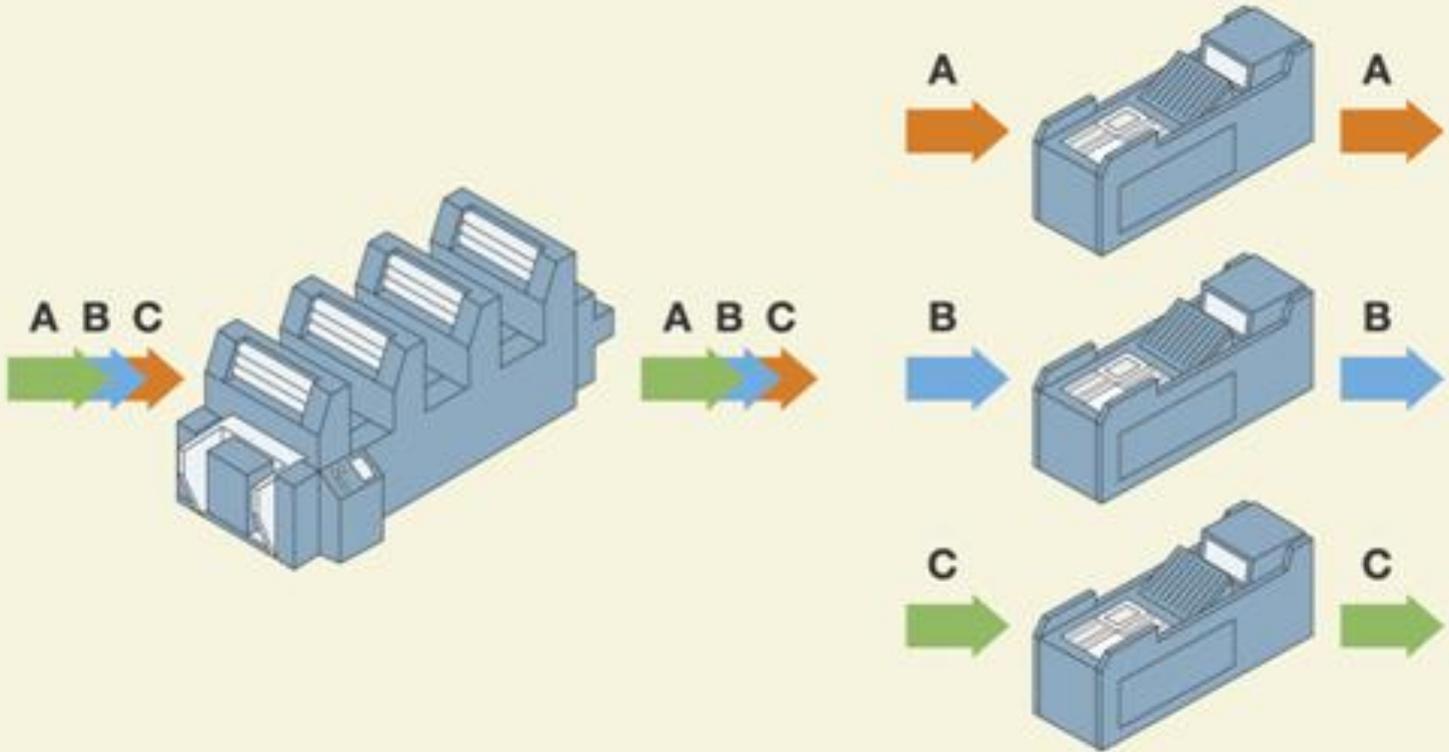
JIT como Método de Planejamento e Controle

Programação Puxada
Kanban
Programação Nivelada
Produção Intercalada
Sincronização

Ferramentas e técnicas JIT para eliminar desperdícios

- Adotar práticas básicas de trabalho
- Utilizar máquinas simples e pequenas
- Arranjo físico por fluxo
- Adotar manutenção produtiva total (TPM)
- Reduzir os tempos de *set-up*
- Assegurar a visibilidade
- Fornecimento JIT

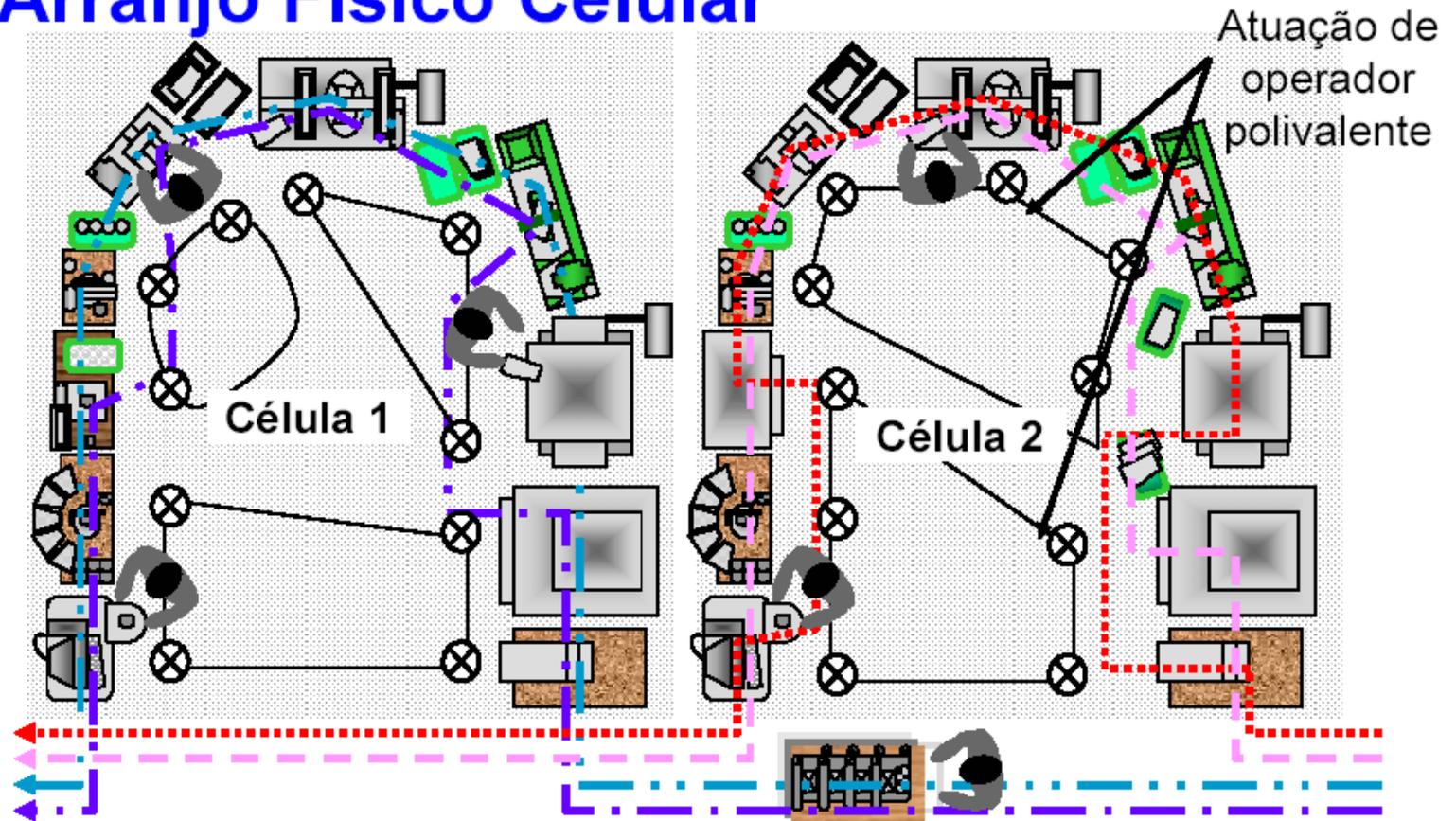
Uso de várias máquinas pequenas ao invés de uma grande permite o processamento simultâneo



Ferramentas e técnicas JIT para eliminar desperdícios

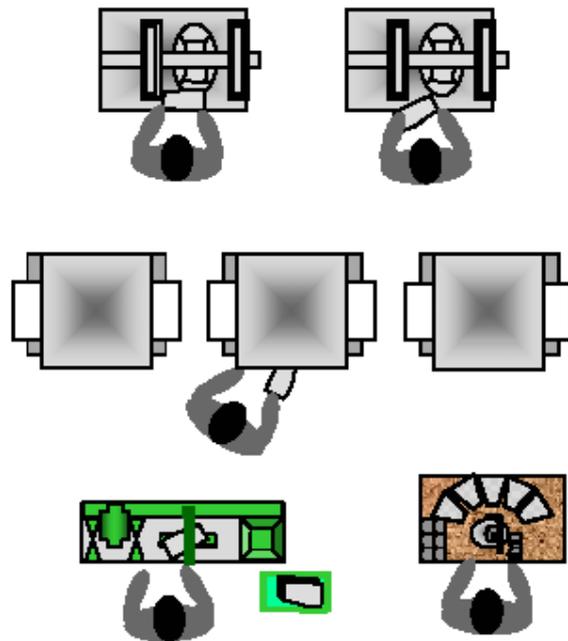
- Arranjo físico para fluxo suave
 - Situar postos de trabalho próximos uns dos outros evitando estoques
 - Situar os postos de trabalho de modo a dar visibilidade
 - Usar linhas em forma de U para que os funcionários se movimentem entre postos e equilibrem a capacidade
 - Adotar arranjo físico celular

Arranjo Físico Celular

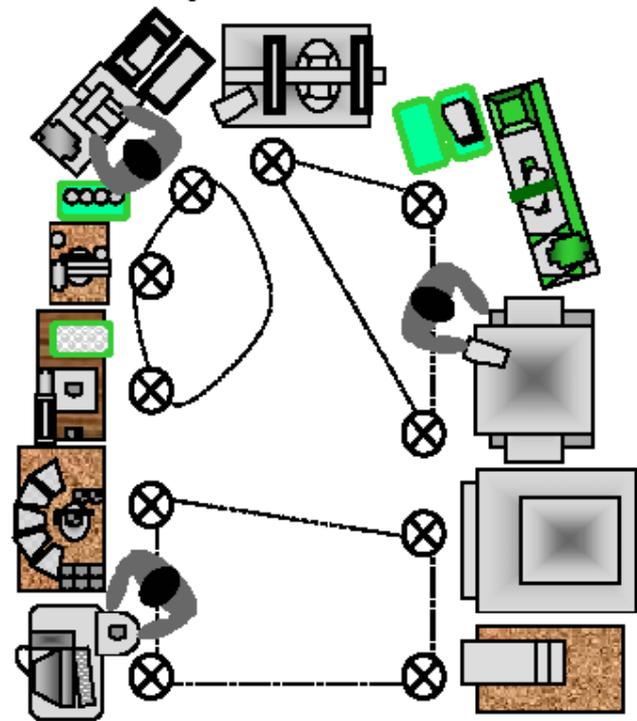


Especialização x Polivalência

Operadores especializados por tipo de processo



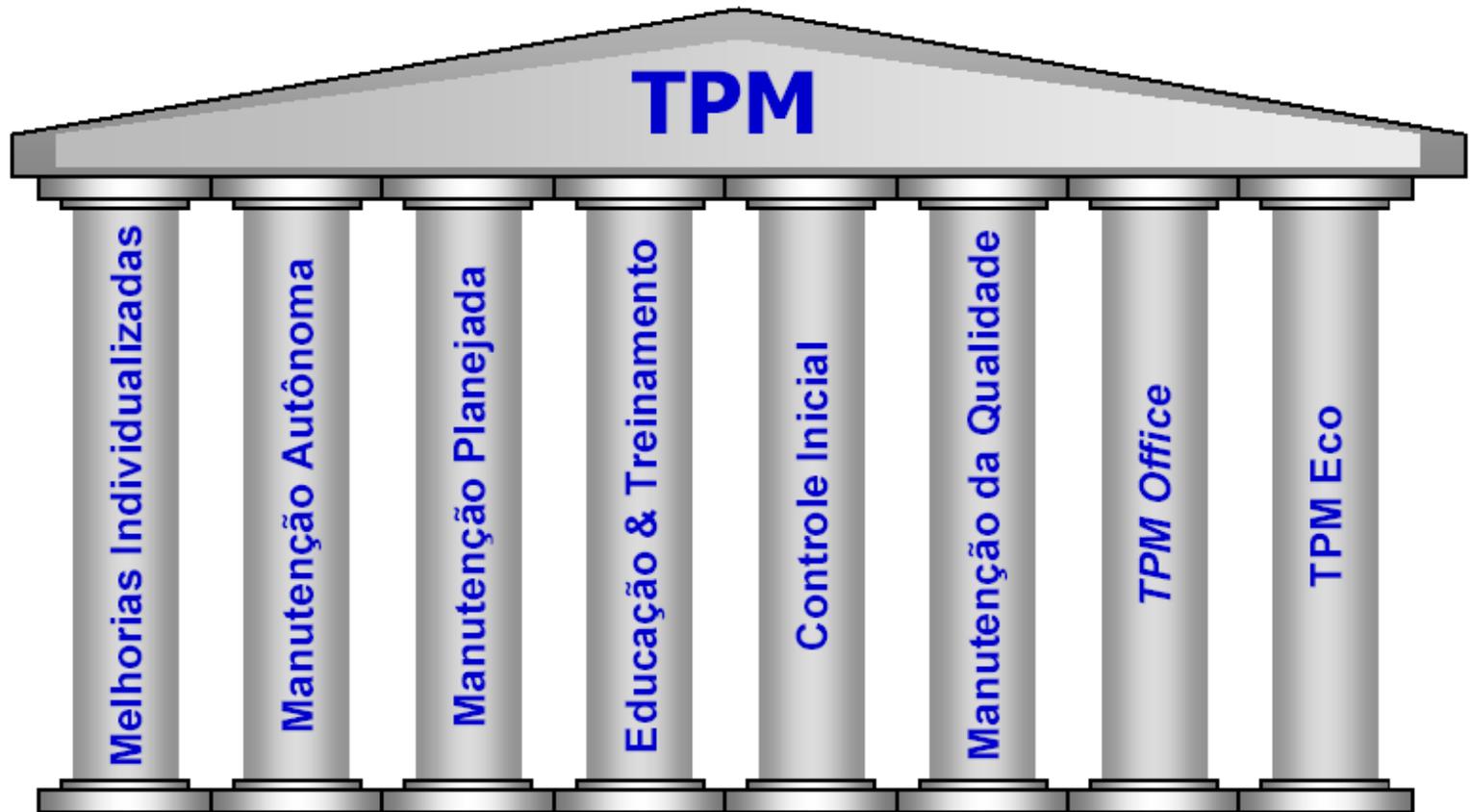
Equipe com 3 operadores polivalentes



Ferramentas e técnicas JIT para eliminar desperdícios

- Adotar manutenção produtiva total (TPM)

Oito Pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM)



Ferramentas e técnicas JIT para eliminar desperdícios

- Reduzir os tempos de *set-up*
 - *Single Minute Exchange of Dies (SMED) ou Troca Rápida de Ferramenta (TRF)*

Meta

Realizar o setup em um tempo < 10 min
(Menos de 1 dígito)

Redução do tempo de set-up (SMED)

Troca de Pneus - Fórmula 1

<https://www.youtube.com/watch?v=UllGI3laGAo>

SEBRAE – Passos para implantar SMED

https://www.youtube.com/watch?v=8-QYQLn_smQ

Single Minute Exchange of Die (SMED) ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

- Definir posto de trabalho onde será feito a TRF
- Mapear os tempos de set-up
- Identificar as atividades internas (exigem parada) e externas (podem ser realizadas em movimento)
- Converter, quando possível, as operações internas em externas (pode exigir pré-montagem)
- Eliminar ajustes através de melhorias em fixação

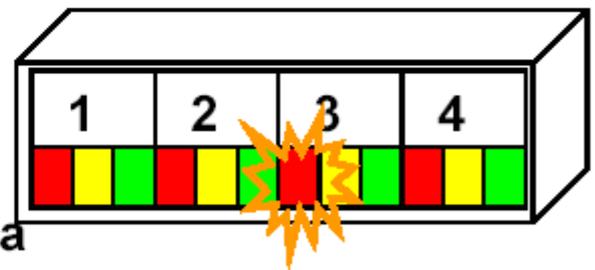
Ferramentas e técnicas JIT para eliminar desperdícios

- **Assegurar a visibilidade**
 - Exibir medidas de desempenho em local visível
 - Exibir produtos com defeito
 - Usar sinais para indicar a ocorrência de um problema e interromper o trabalho (Andon)
 -

Andon

Conceito:

- ◆ Painel colocado em vários pontos da fábrica que mostra se um determinado setor está com problemas na produção.
- ◆ Qualquer operário pode acionar o botão/cordão de parada da linha se verificar alguma anormalidade.
- ◆ Se um setor pára e não consegue consertar o defeito em poucos minutos, a fábrica toda pára e todos (avisados pelo *Andon*) vão ajudar a consertar a máquina.



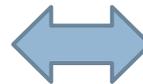
Filosofia Enxuta de Operações ou JIT

1. Eliminar desperdício 2. Envolver a todos 3. Melhoramento contínuo



JIT como Técnica para Administrar

Práticas de trabalho básicas
Projeto para manufatura
Máquinas pequenas e simples
Arranjo físico por fluxo
TPM
Redução do tempo de preparação
Visibilidade
Fornecimento JIT



JIT como Método de Planejamento e Controle

Programação Puxada
Kanban
Programação Nivelada
Produção Intercalada
Sincronização

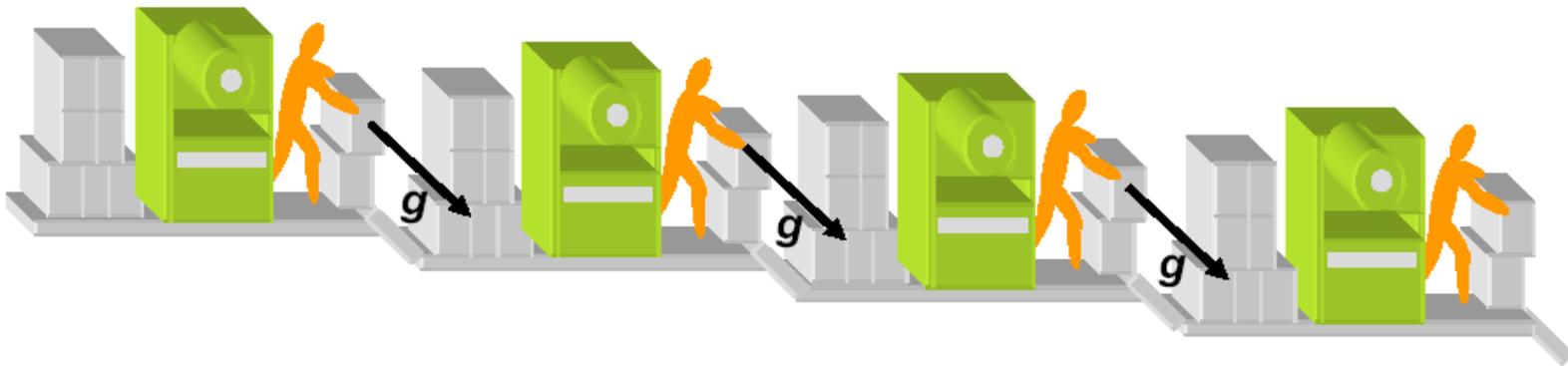
Planejamento e Controle *Just-in-Time*



Planejamento e Controle *Just-in-Time*

Produção Empurrada X Produção Puxada

Num sistema **empurrado**, após o término de cada processo, os materiais são movidos para a próxima etapa.

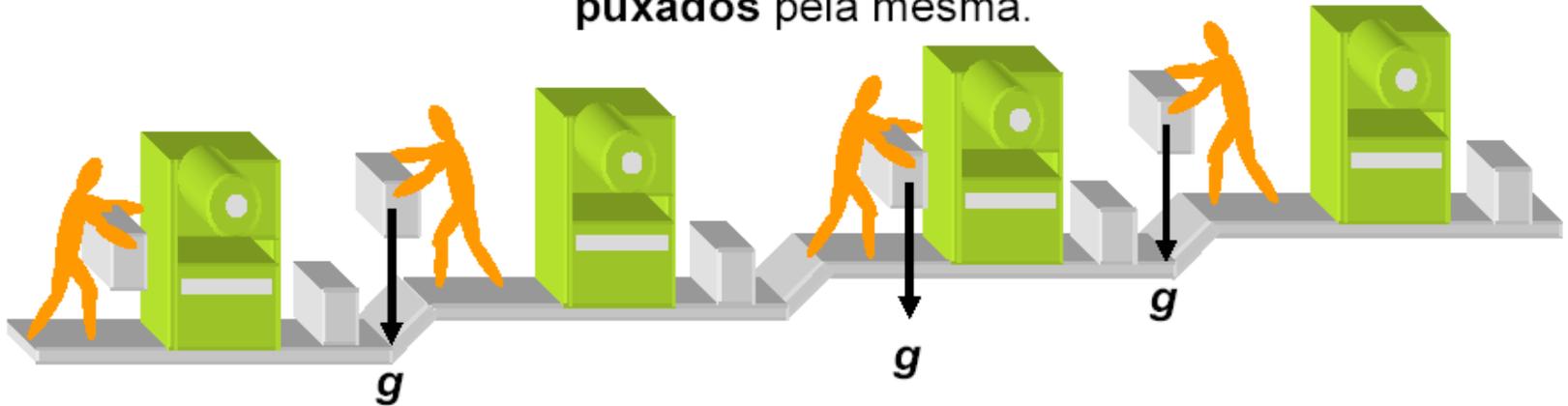


Os lotes são processados em cada etapa e “**empurrados** rampa abaixo” para a próxima etapa. Qualquer atraso ou problema nesta etapa pode causar acúmulo de estoque.

Planejamento e Controle *Just-in-Time*

Produção Empurrada X Produção Puxada

Num sistema **puxado**, após o término de cada processo, os materiais somente avançam para a próxima etapa se forem deliberadamente **puxados** pela mesma.



Os lotes processados em cada etapa não fluem naturalmente “rampa acima” para a próxima etapa de modo que não se acumulam estoques tão facilmente.

Planejamento e Controle *Just-in-Time*

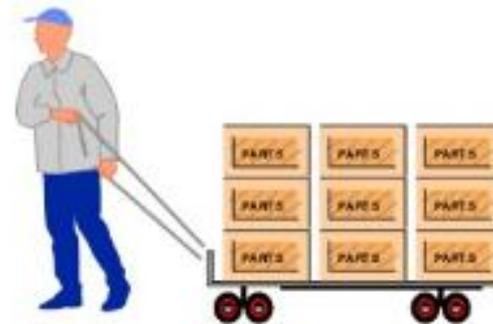
Push vs. Pull

**Make all we can
just in case.**



- Production Approximation
- Anticipated Usage's
- Large Lots
- High Inventories
- Waste
- Management by Firefighting
- Poor Communication

**Make what's needed
when we need it**



- Production Precision
- Actual Consumption
- Small Lots
- Low Inventories
- Waste Reduction
- Management by Sight
- Better Communication

Planejamento e Controle *Just-in-Time*

- Controle Kanban
 - ▣ Significa cartão ou sinal
 - ▣ Operacionaliza o sistema de planejamento e controle puxado.
 - ▣ Controla a transferência de material de um estágio para outro

Planejamento e Controle *Just-in-Time*

Quadro *Kanban*

Corpo	Para-fuso	Porca	Arruela	Rebite	Tecido	Linha	
							Vermelho (emergência)
							Amarelo (atenção)
							Verde (prioridade baixa)

O próprio operador pode decidir o ajuste fino da programação de produção em seu posto de trabalho simplesmente consultando o Quadro *Kanban*

Planejamento e Controle *Just-in-Time*



Planejamento e Controle *Just-in-Time*



Tipos de Kanban

- Kanban de movimentação ou transporte
 - ▣ Avisa estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para o destino
- Kanban de produção
 - ▣ Avisa que o processo produtivo deve começar a produzir
- Kanban do fornecedor
 - ▣ Avisa ao fornecedor que é necessário enviar material para um estágio de produção.

Funcionamento do Kanban

Aula na maquete

<https://www.youtube.com/watch?v=cfLjtiFbia4>

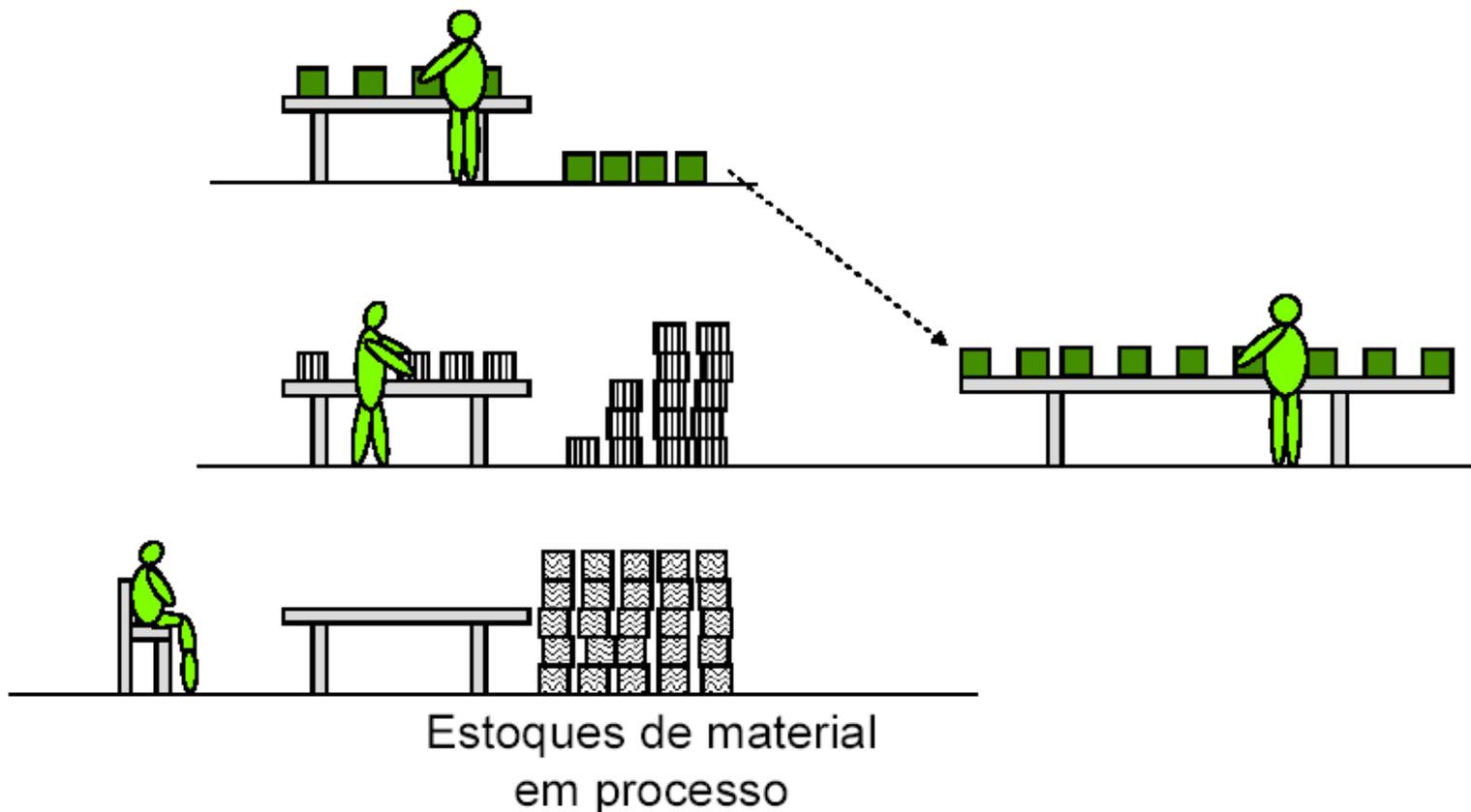
SEBRAE – Explica o Kanban

https://www.youtube.com/watch?v=hb_9m53Ykuo

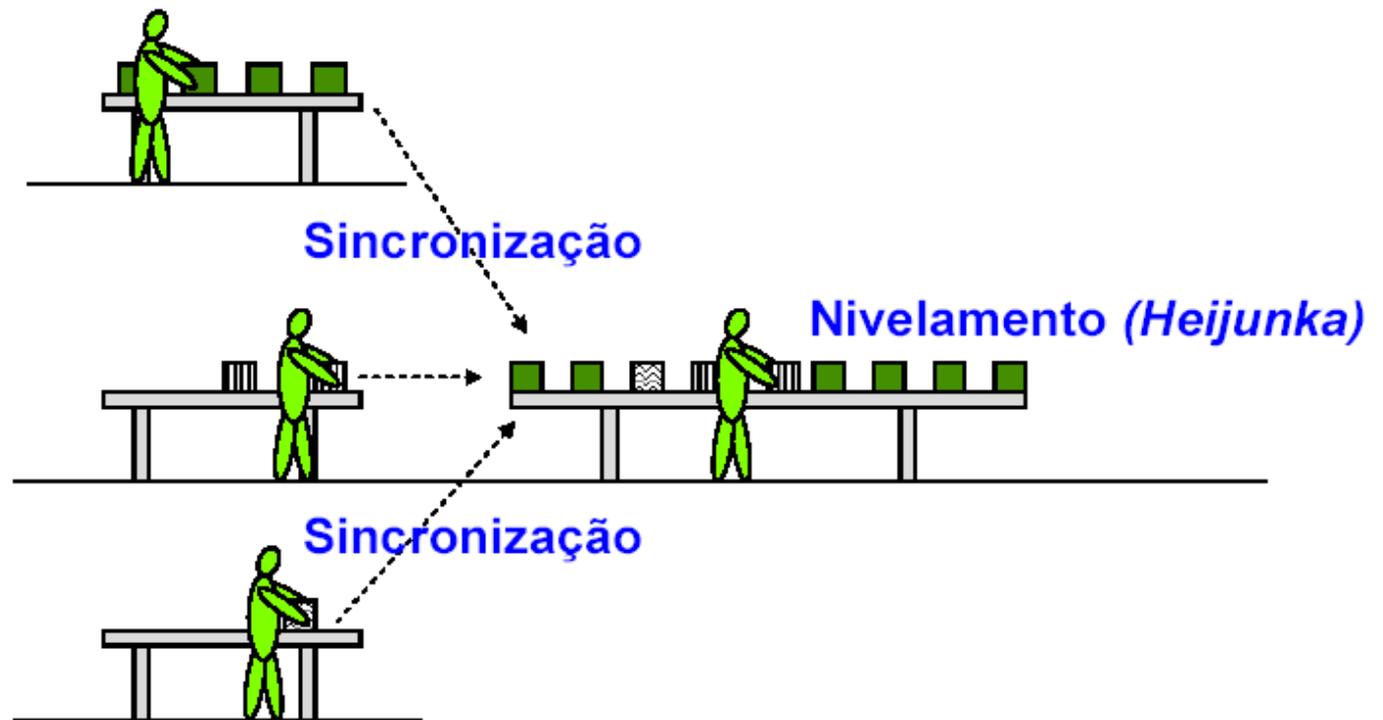
Planejamento e Controle *Just-in-Time*

- Programação Nivelada
 - ▣ Heijunka: nivelamento do planejamento da produção de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo

Produção em Lotes Grandes



Produção em Lotes Pequenos



Takt Time

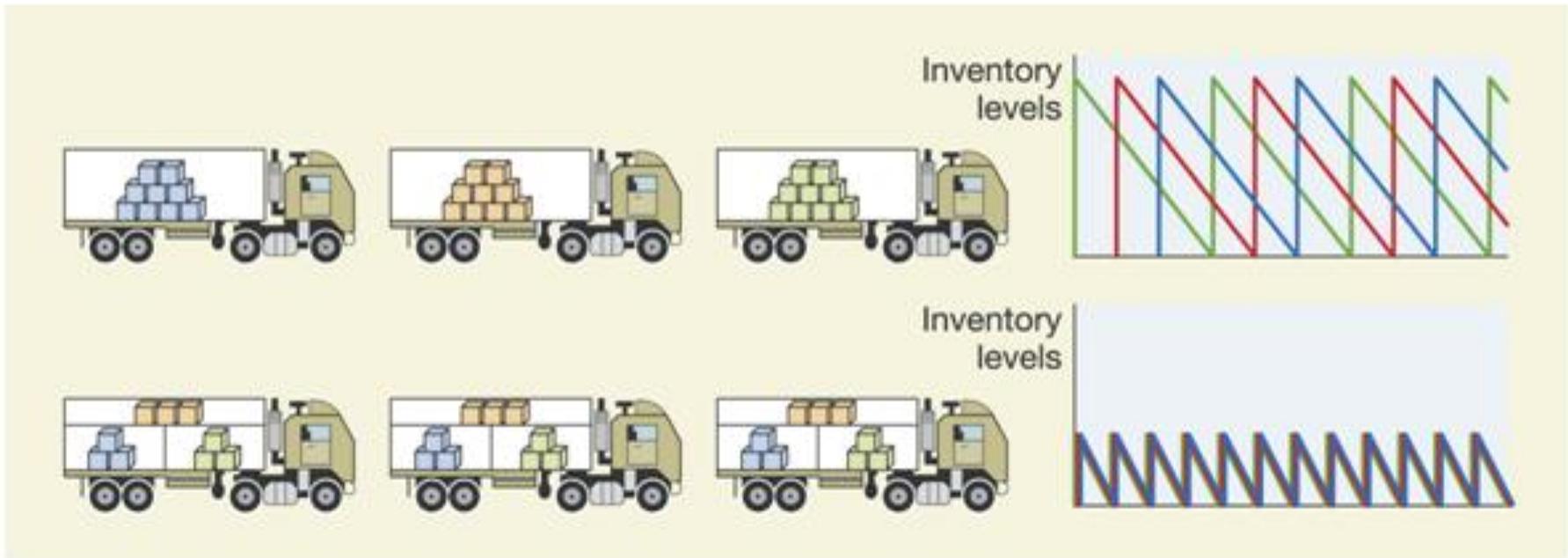
Palavra alemã que significa velocidade, compasso, ritmo

$$\text{Takt} = \text{Tempo de Produção Disponível} / \text{Demanda}$$

Takt Time e Tempo de Ciclo

<https://www.youtube.com/watch?v=isu6MG3v0-s>

Programação de Entregas Nivelada



Como tornar-se *Lean*?

Algumas ferramentas para a implantação do Sistema de Produção *Lean* e seus efeitos

Ferramenta

Efeito

◆ Disciplina JIT e <i>Kanban</i>	→	<i>Pull System</i>
◆ <i>Heijunka</i>	→	Nivelamento da produção
◆ <i>Takt Time</i>	→	Balanceamento
◆ Célula de manufatura	→	Redução de espaço
◆ <i>One Piece Flow</i>	→	Redução de <i>WIP</i>
◆ Troca Rápida de Ferramenta (TRF)	→	Redução do tempo de <i>setup</i>
◆ Auto-controle e <i>Poka Yoke</i>	→	Garantia de qualidade
◆ Manutenção autônoma	→	Maior disponibilidade
◆ Operador polivalente	→	Flexibilidade da M.O.

MRP E JIT

- O MRP é um sistema “empurrado”: ordens vão do início para o final do processo
- Utiliza Ordens de Produção derivadas do programa-mestre como unidade de controle
- Requerem estrutura computacional centralizada
- Altamente dependente da acuidade de dados como listas de materiais e registros de estoque
- Assumem ambientes de produção fixos - ex: lead times são sempre os mesmos
- No JIT, o fluxo é “puxado”: processo final “pede” material ao processo anterior
- O controle é feito via kanban - gestão visual
- Decisões de planejamento são relativamente descentralizadas
- Programação baseada em taxas de produção (quantidade por tempo) e não em volume absoluto
- JIT assume a flexibilidade e redução de lead times
- JIT faz parte de uma filosofia de produção mais ampla

MRP e JIT

- Ambos objetivam redução de estoques
- MRP antecipa necessidades futuras de produtos
- MRP lida melhor com ambientes mais complexos
- JIT lida melhor com estruturas de produtos mais simples
- JIT é mais reativo, não prevê nem antecipa a demanda
- JIT tem maior impacto no chão de fábrica

MRP e JIT

- As combinações entre MRP e JIT em geral são difíceis, devido às características diferentes dos dois sistemas.
- Caso haja produção de itens tanto eventuais quanto repetitivos, pode-se usar um sistema diferente para cada um deles:
 - ▣ Itens eventuais: produção disparada por MRP
 - ▣ Itens repetitivos: JIT

Objetivos

- O que é abordagem enxuta e como difere das práticas tradicionais de gestão de operações?
- Quais os principais elementos da filosofia enxuta (*lean*)
- Quais são as técnicas de *Just-In-Time* (JIT)?
- Como o JIT pode ser usado para planejamento e controle?
- O JIT e o MRP podem coexistir?