

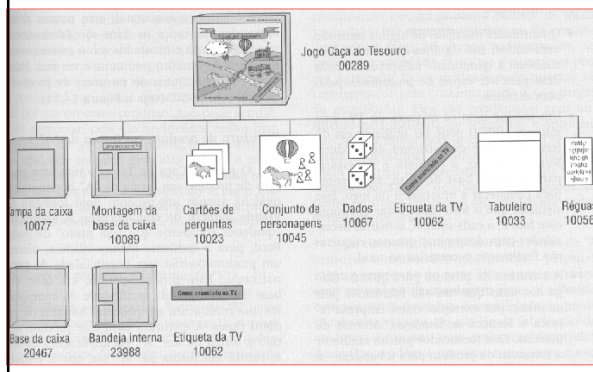
Sistemas de Empurrar

- Os componentes são fabricados em resposta a um programa, **independentemente** do próximo estágio poder absorver ou de fato necessitar peças naquele momento
- Cada estágio envia os componentes para um estoque, que **isola** aquele estágio do próximo
- Um problema em dado estágio **não se torna imediatamente aparente** nos demais

Sistemas de Empurrar

- Sistemas de empurrar dificilmente vão produzir **no tempo necessário (Just-on-time)**
- Sistemas de empurrar (como o **MRP**) são bons em planejamento mas fracos em controle
- Programas MRP requerem longo tempo para atualização

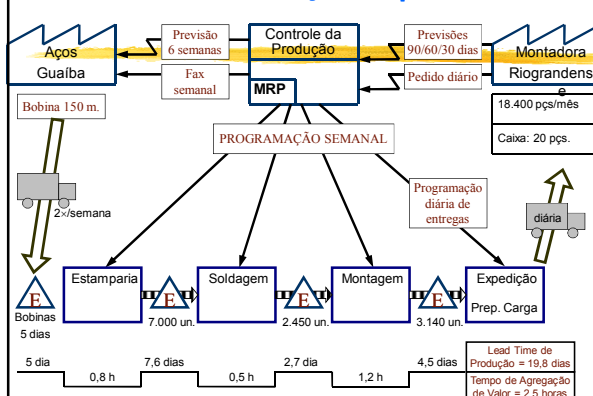
Estrutura do Produto no MRP



Sistemas de Empurrar

- Embora o MRP calcule corretamente as necessidades de materiais, associando-as precisamente com a programação de produtos acabados, longos tempos de atravessamento e grandes lotes destróem essa associação

Clássica Produção Empurrada



Características da Produção Empurrada

- Ritmo de produção em desacordo com o ritmo de vendas
- Altos estoques em processo
- Lead time de produção longo e sujeito a grandes variações
- Ordens de produção entrando em vários pontos do sistema
- Isolamento entre processos cliente e fornecedor

Sistemas de Puxar

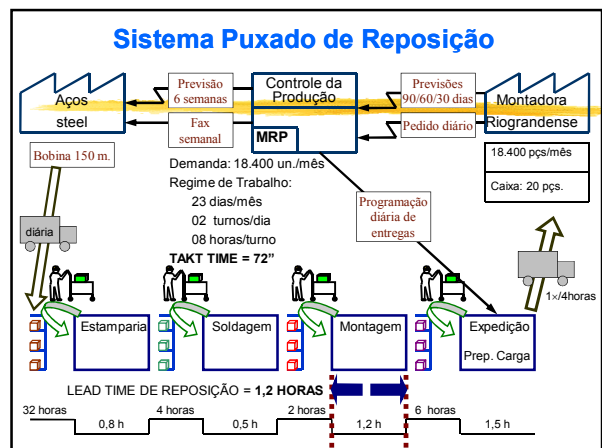
- A produção somente acontece **em função de um sinal** que reflete o status da linha
- O material é retirado pelo usuário conforme a necessidade
- A linha de montagem sabe **quantas** peças serão necessárias e **quando** ela irá ao processo precedente para obter as peças necessárias, na quantidade necessária, no tempo necessário e na qualidade necessária

Sistemas de Puxar

- O processo precedente produz, então, as peças retiradas pelo processo subsequente
- Deve-se parar de fornecer até que haja demanda na operação seguinte ou até que o problema na operação seguinte seja resolvido

Tipos de Sistemas Puxados

- Sistema Puxado de Reposição
- Sistema Puxado Sequenciado
- Sistema Puxado Misto



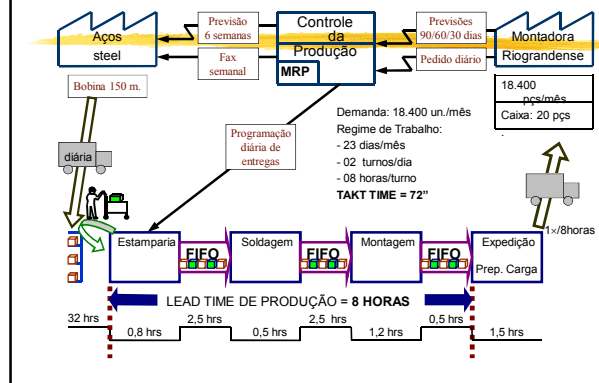
O que é um supermercado?

- É um estoque controlado e dimensionado de tal forma que:
 - O processo cliente sempre encontre peças dos modelos e nas quantidades necessárias
 - O processo fornecedor sempre consiga repor o supermercado antes que os níveis mínimos de peças definidos sejam atingidos

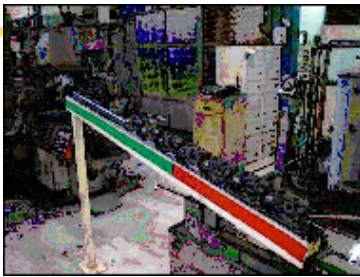
Onde Utilizar o Supermercado?

- Onde não for possível imprimir um fluxo contínuo por causa de:
 - Processo fornecedor não dedicado
 - Processo fornecedor não confiável
 - Altos tempos de setup
 - Longas distâncias entre fornecedor e cliente
 - Longo lead time do processo fornecedor

Sistema Puxado Sequenciado



Exemplo de FIFO



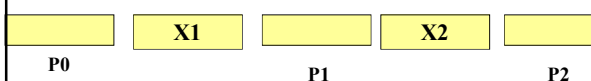
Calha para limitar WIP: quando estiver cheia, processo anterior pára de produzir. Só volta a produzir quando faixa verde estiver vazia

Exemplo de FIFO



Exemplo de FIFO

- Se o X subsequente estiver completo pare
 - P1 só produz nova peça quando X2 estiver vazio
- Nesse caso (X2 completo), P1 deve auxiliar P2. Se na volta X1 estiver vazio, P1 ajuda P0



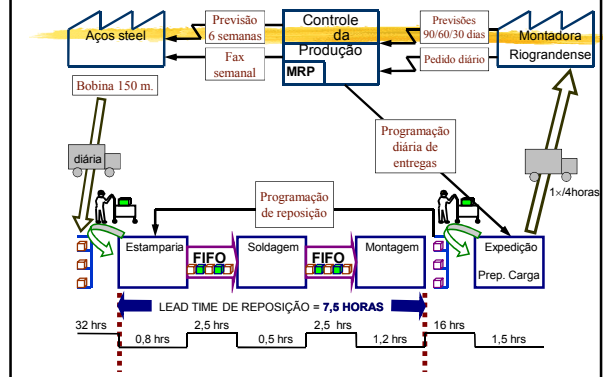
Características da Produção Puxada Sequenciada

- Não existe supermercado de produto acabado
- Ordem de produção enviada ao primeiro processo de manufatura
- Lead Time de produção deve ser muito curto
- Entregas contra-pedido (*make-to-order*)

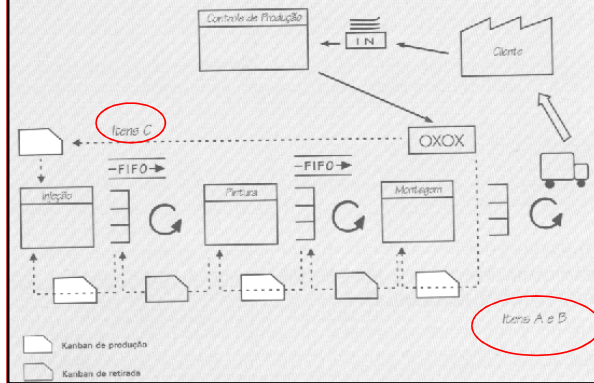
...continuação

- Supermercados substituídos por “filas” entre os processos
- Lead Time de atendimento ao pedido é maior do que na puxada de reposição
- Requer alta estabilidade e confiabilidade dos processos

Sistema Puxado Misto



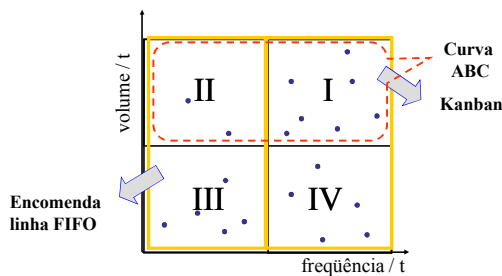
Sistema Puxado Misto



Resumo dos três tipos estudados

- Na **puxada de reposição**, o lead time de atendimento do pedido é via de regra curto pois o produto acabado está disponível no supermercado (não é necessário esperar pela fabricação).
- Na **puxada mista**, também existe um supermercado de produto acabado, porém o lead time de reposição deste supermercado é maior, pois não existem supermercados intermediários; o pedido de reposição vai à 1ª operação.
- Na **puxada sequenciada**, o lead time de atendimento do pedido é maior pois não existe supermercado de produto acabado e portanto é necessário aguardar pela fabricação do produto. Este é o sistema que possibilita os menores níveis de estoque.

Como gerenciar cada produto?



O SISTEMA KANBAN

KANBAN: conceitos

- **Kanban significa cartão**, literalmente, um registro visível, usado como meio de comunicação, transmissão de dados e informações

É uma ferramenta prática para realizar o JIT e a produção puxada

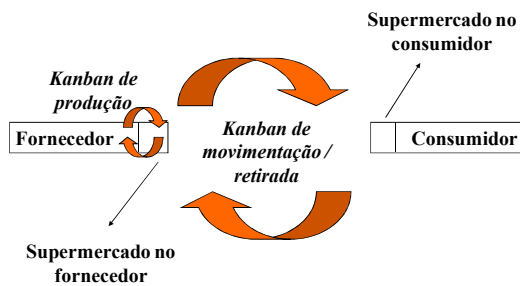
- **É um sistema de informação**, desenvolvido para coordenar os vários processos interligados em uma fábrica

Origens do Kanban

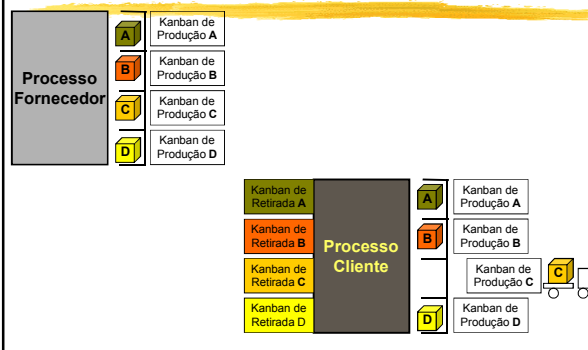
O kanban nasceu com uma visita de Taiichi Ohno aos EUA. Observando o funcionamento de um supermercado, Ohno teve a idéia de utilizar a mesma idéia no chão-de-fábrica, a fim de viabilizar o just-in-time e a produção puxada.



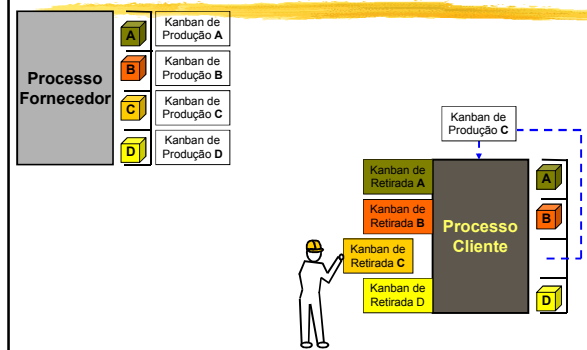
Kanban de 2 cartões: se consumidor e produtor distantes

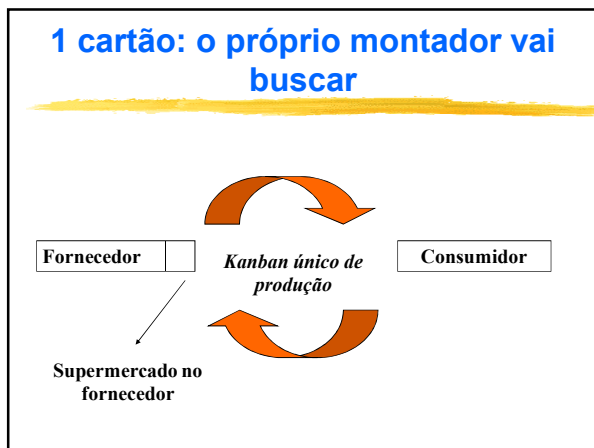
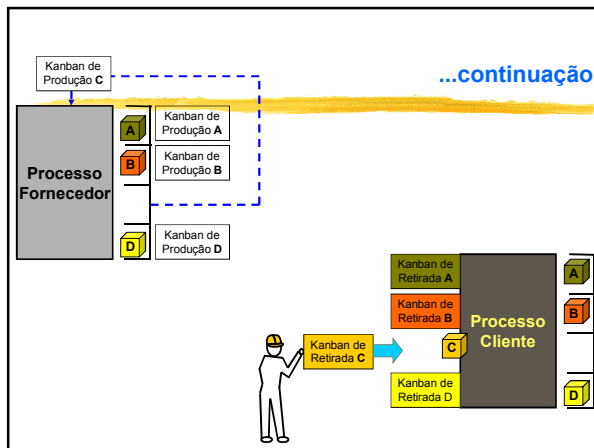
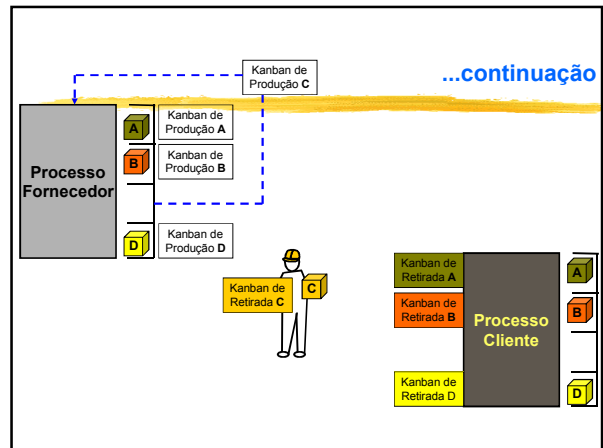
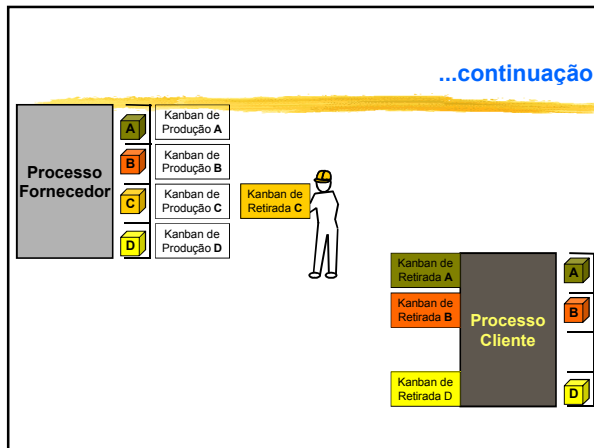


Funcionamento do Kanban de 2 cartões



...continuação





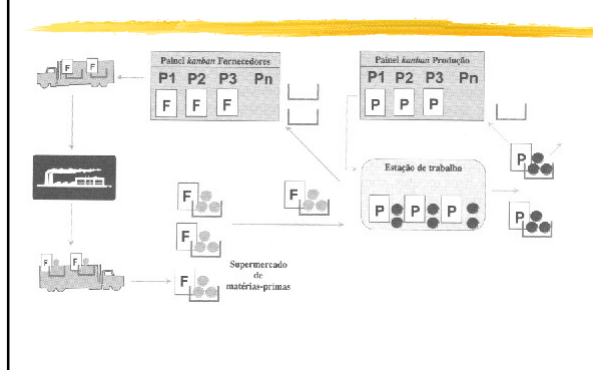
Kanban de Retirada

Endereço Supermercado A-3		Endereço da Linha USINAGEM BLOCOS 1
Processo Precedente FORJARIA	No. Kanban 4/10	Processo Subseqüente DESBASTE
No. Peça RED - 001	Quantidade 24	No. Cartão BL-02

O cartão apresenta:

Identificação do Item	Processo Subseqüente (cliente)
Quantidade por Caixa	Endereço da Linha (cliente)
Processo Precedente (fornec.)	Endereço do Supermercado
Número do Cartão	Número Controle do Kanban

Kanban de Fornecedores



Kanban de Fornecedores



Quadrado kanban



Painel porta kanban

Peça A1	Peça A2	Peça A3	Peça A4	
				Crítico
			Kanban	
kanban		Kanban	Kanban	Sob controle
Kanban		Kanban	Kanban	

$$PP = ES + Treposição \times Consumo \text{ médio diário}$$

Como interpretar o porta-kanban

- Enquanto os cartões estiverem na **faixa verde** ele não pode produzir essa peça
- Quando um cartão for pendurado na **faixa amarela**, o operador deve iniciar a preparação da máquina para produzir a peça
- Quando um cartão for pendurado na **faixa vermelha**, iniciar a produção imediatamente

Cálculo do número de kanbans

- Inicialmente, há necessidade de estabelecer o tamanho do lote para cada item
- Na prática, apesar da busca pelo lote unitário ser contínua, definimos o tamanho do lote em função de dois fatores:
 - Número de setups por dia (+ setups = < lotes)
 - Tamanho do contenedor
 - Deve-se procurar reduzi-los ao máximo e padronizar

O número de cartões kanban é função:

1) do tempo gasto para a produção e movimentação dos lotes no sistema produtivo,

2) da segurança projetada

* considerar demandas concentradas em partes do mês

Cálculo do número de kanbans

$$N = \underbrace{(D/Q) \cdot T_p \cdot (1 + S)}_{\text{Kanbans de produção}} + \underbrace{(D/Q) \cdot T_m \cdot (1 + S)}_{\text{Kanbans de movimentação}}$$

N = n. total de cartões kanban no sistema

D = demanda média diária do item (itens/dia)

Q = tamanho do lote por contenedor ou cartão (itens/cartão)

S = fator de segurança, em percentual do dia (%)

T_p = tempo total para um cartão kanban de produção completar um ciclo produtivo, em percentual do dia, na estação de trabalho

T_m = tempo total para um cartão kanban de movimentação completar um circuito, em percentual do dia, entre os supermercados do produtor e do consumidor