

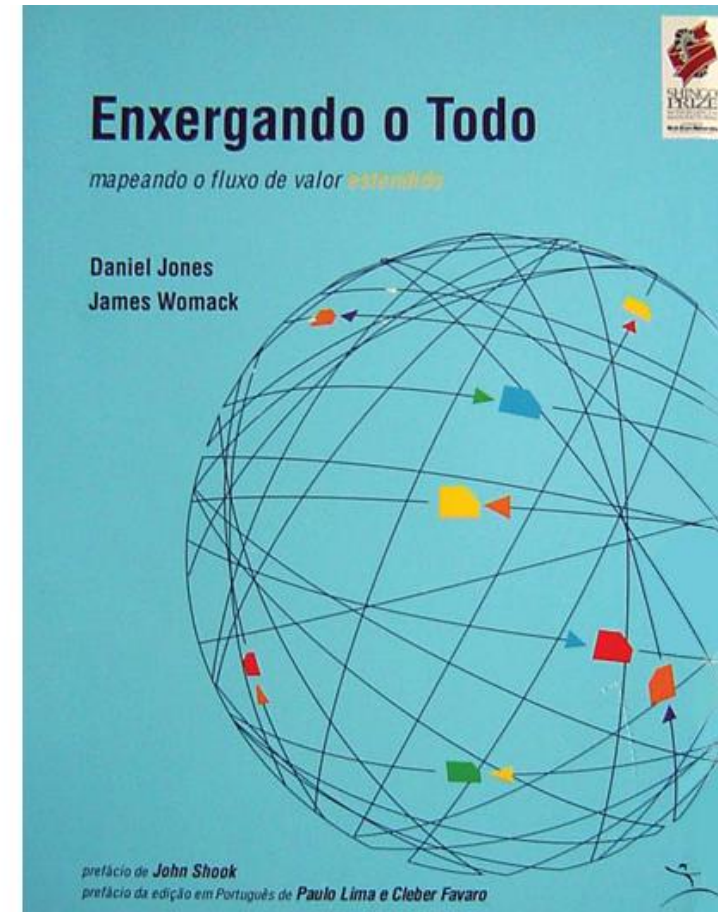
Técnicas Industriais Japonesas

Prof. Fernando Deschamps
fernando.deschamps@ufpr.br

Conceitos fundamentais

- **Tempo de ciclo:** tempo que leva para que um produto fique pronto em uma estação de trabalho, desde o início até o término de seu processamento (agregando valor)
- **Tempo de agregação de valor (TAV):** soma dos tempos de ciclo de todas as estações de trabalho pelas quais passa um produto
- **Tempo de atravessamento (lead time):** tempo que leva desde a chegada da matéria-prima para a fabricação de um produto até a expedição do produto para o cliente, incluindo esperas, movimentações e outros
- **Tempo takt (takt time):** intervalo de tempo entre a saída de dois produtos para que a demanda seja atendida na frequência necessária

Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Mapping* (VSM)



Mapeamento de Fluxo de Valor

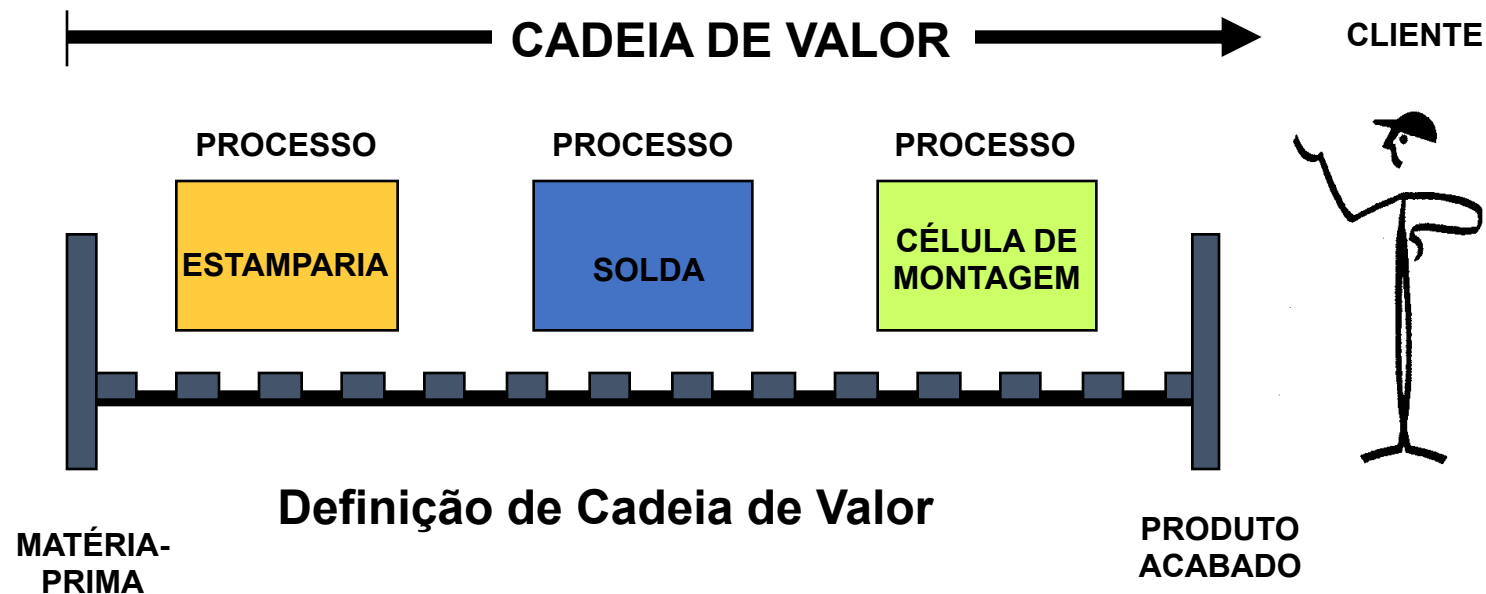
O que estamos tentando realmente fazer na produção enxuta é construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita.

Estamos tentando ligar todos os processos – desde o consumidor final até a matéria-prima – em um fluxo regular, sem retornos, que gere o menor tempo de atravessamento, a mais alta qualidade e o mais baixo custo.

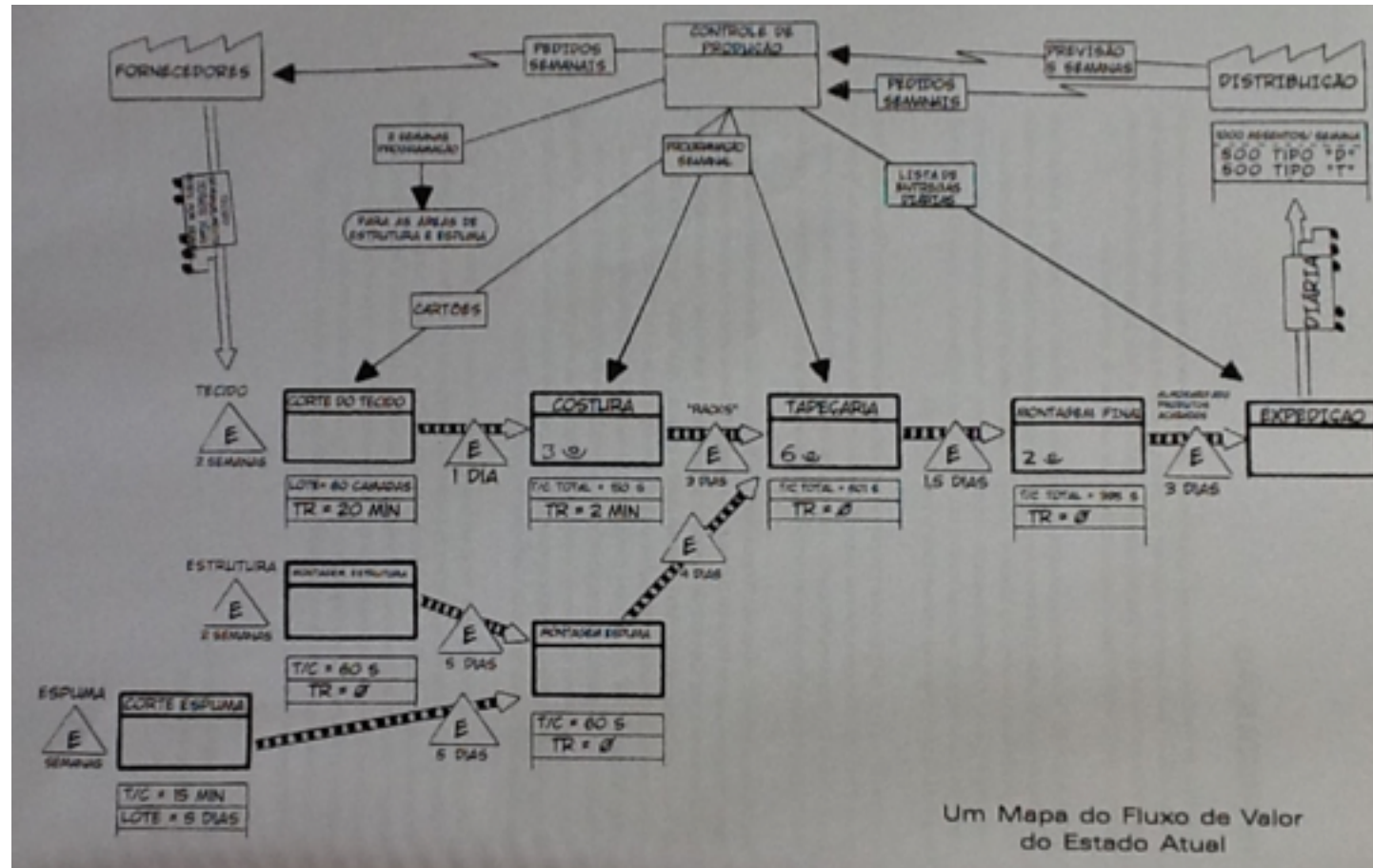
Rother e Shook (2003)

Cadeia de Valor

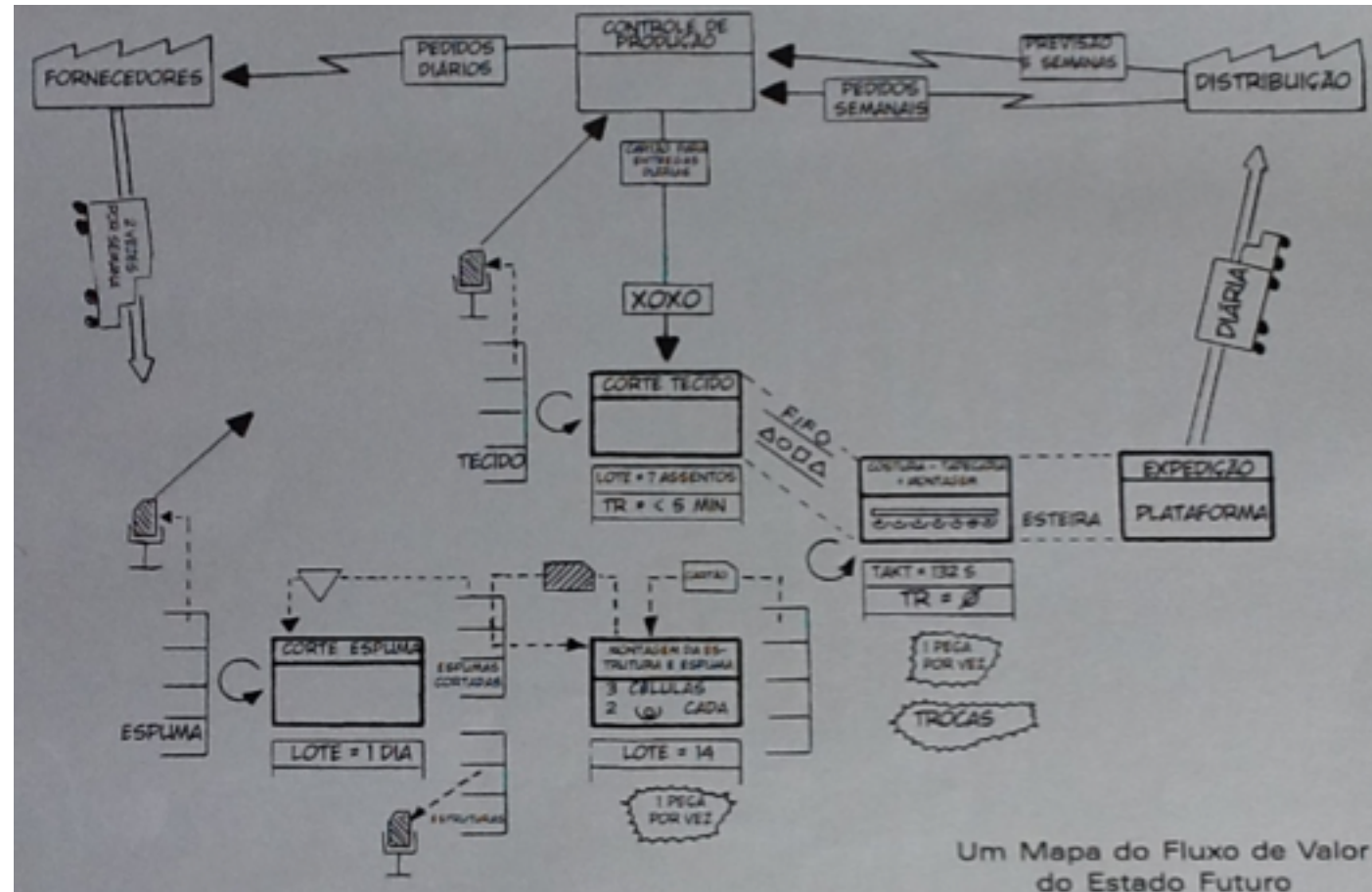
- A cadeia de valor é o conjunto de todas as etapas que agregam ou não valor ao produto desde o momento em que ele entra como matéria prima até se transformar em produto acabado e ser entregue ao cliente



Exemplo – Estado atual



Exemplo – Estado futuro



Mapeamento de fluxo de valor

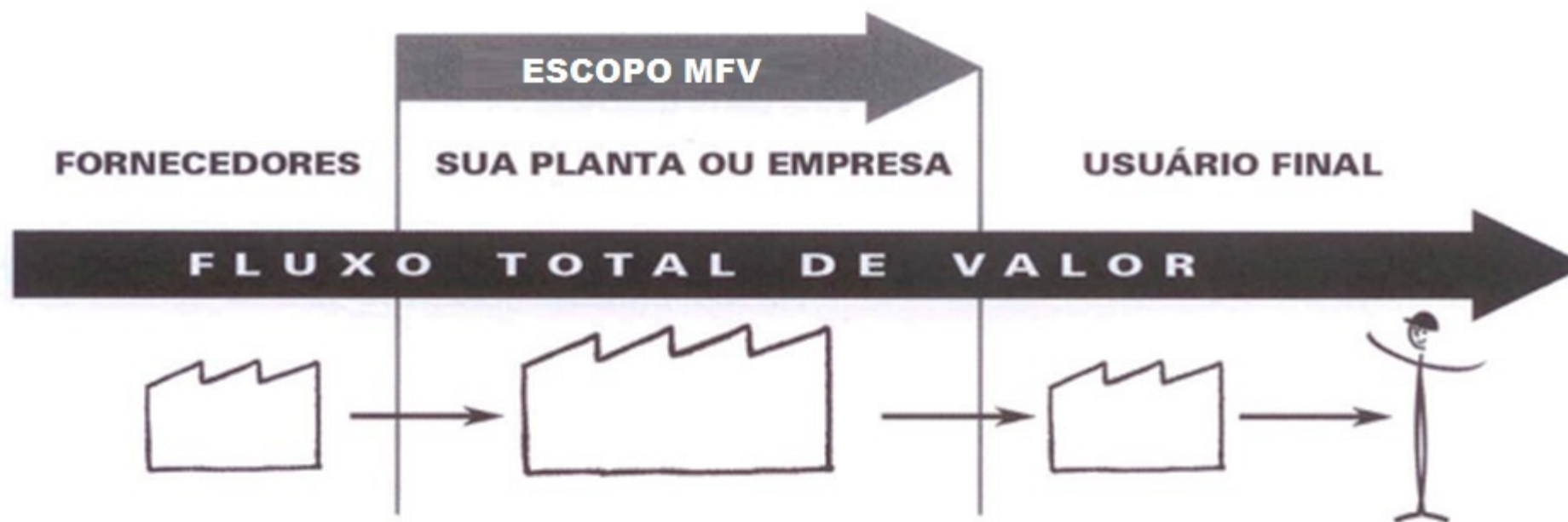
- Ferramenta simples que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de valor na medida em que o produto segue por ele
- O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um estado futuro
- Permite que as decisões sobre o fluxo se tornem visíveis de modo que você possa discuti-las
- Ajuda a enxergar o fluxo, e não apenas processos individuais
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material

Fluxos de material e informação

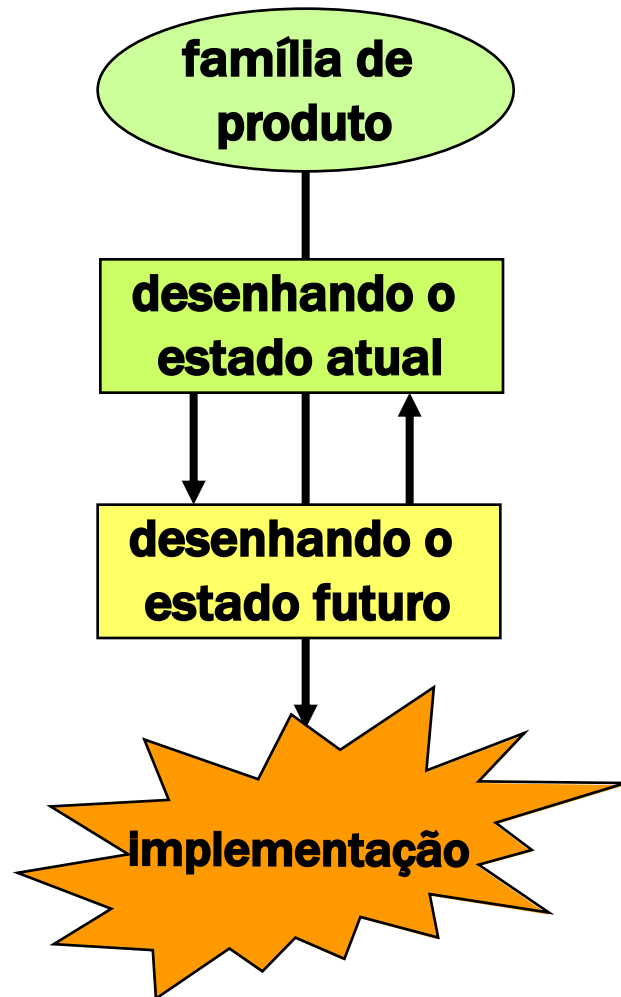
A pergunta a ser formulada é:
**como podemos fluir a informação
de modo que um processo
somente será acionado quando o
processo seguinte solicitar?**



Escopo do mapeamento do fluxo de valor



Etapas



1. Decidir qual fluxo mapear
2. Entender como funciona o fluxo de valor
3. Desenhar como o valor deveria fluir
4. Implementar o estado futuro

Família de produtos

- Grupo de produtos que passam por etapas semelhantes e usam equipamentos comuns nos seus processos

		Etapas de Montagem & Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	F		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Uma Família de Produtos

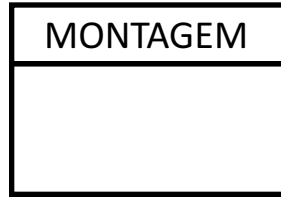
Mapa do estado atual

- Objetivo: clarificar a situação atual de produção utilizando o desenho dos fluxos de material e de informação
 - Acompanhe a trajetória de produção de um produto desde o início até o final, e faça uma representação visual do fluxo de material e de informação
 - Identifique os desperdícios e então, desenhe (usando ícones) um mapa do estado futuro, de como o valor deveria fluir

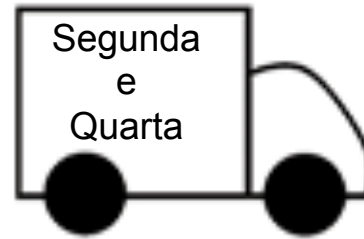
Ícones do mapa de fluxo de valor

- Existem três categorias para os ícones:
 - Gerais
 - Fluxo de material
 - Fluxo de informações
- É possível desenvolver ícones adicionais, mas mantenha-os consistentes dentro de sua empresa de modo que todos saibam como desenhar e entender os mapas necessários

Ícones de Fluxo de Material



Processo



Entrega



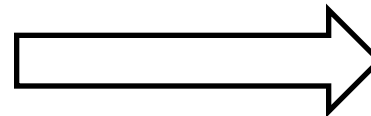
Retirada

T/C= 25 s
TR = 30 s
2 Turnos
2% Refugo

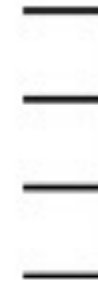
Caixa de dados



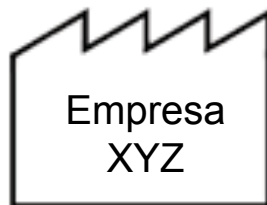
Empurrado



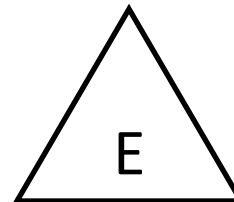
Produtos acabados para cliente



Supermercado



Fontes Externas



300 peças
1 dia



Fluxo sequencial

Ícones de Fluxo de Informações



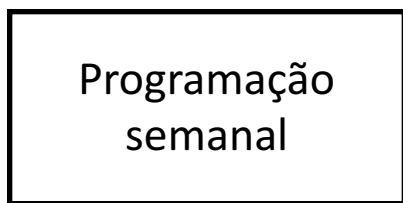
Fluxo de informação manual



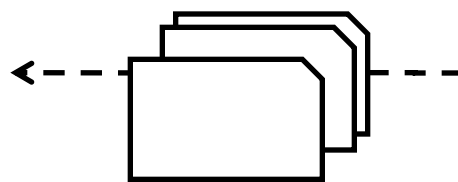
Kanban de retirada



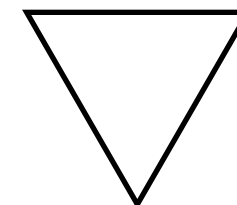
Fluxo de informação eletrônica



Programação semanal



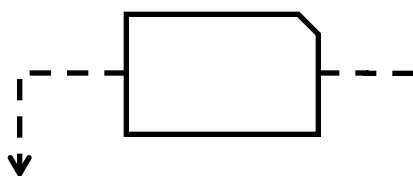
Kanban chegando em lotes



Kanban de sinalização



Nivelamento de carga



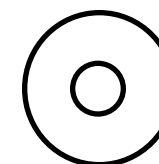
Kanban de Produção



Posto de Kanban

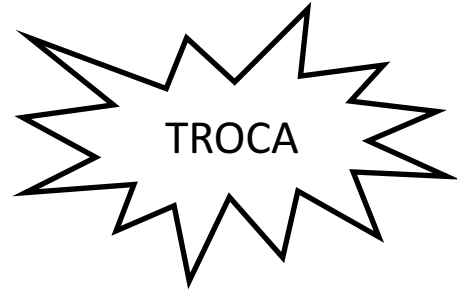


Programação "VÁ VER"



Bola para puxada sequenciada

Ícones Gerais



Necessidade de KAIZEN



Pulmão ou estoque de segurança



Operador

Mapa do Estado Atual

1. Caminhar por todo o fluxo de valor e compreendê-lo por inteiro
2. Começar o desenho do processo que está mais próximo do consumidor final e ir para os processos anteriores
3. Desenhar o mapa no próprio local, de acordo com o fluxo do processo e não com o layout
4. Passar para coletar as informações de cada processo – as informações devem ser coletadas pela pessoa que está desenhando, utilizando cronômetro próprio e não se baseando em tempos padrões
5. Adicionar o fluxo de informações

Mapa do Estado Atual

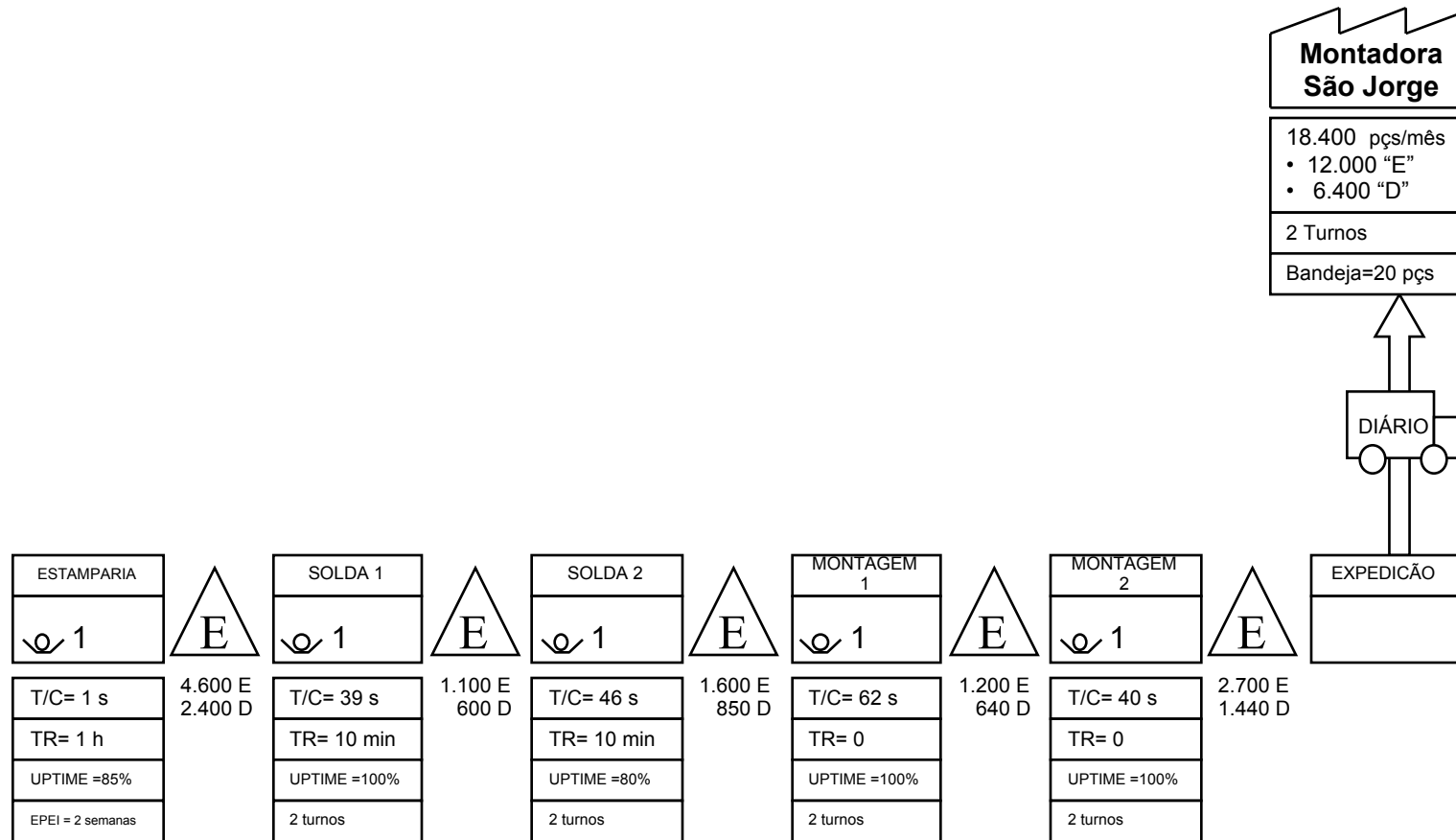
- O mapeamento começa pelas demandas do consumidor
- O próximo passo é desenhar os processos básicos de produção:
 - É preciso coletar dados que são importantes para definir como será o estado futuro (T/C, TR, TPT);
 - Identificar os pontos de acúmulo de estoque (mostram onde o fluxo está parando).

Estamparia ABC

- Família de Produtos: suporte da direção feita de aço estampado. Componente que liga a coluna da direção à carroceria do carro e é produzido em duas versões: um para carros com direção do lado esquerdo e a outra para direção do lado direito.

Montadora São Jorge
18.400 pçs/mês • 12.000 "E" • 6.400 "D"
2 Turnos
Bandeja=20 pçs

Estamparia ABC

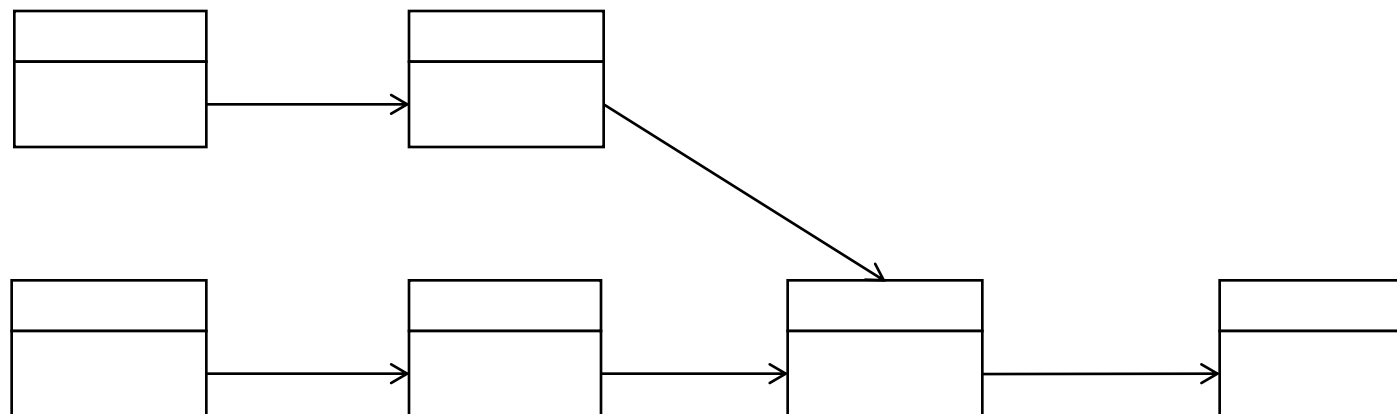


Dados típicos de processo

- Tempo de Ciclo (T/C)
- Tempo de troca (TR)
- Disponibilidade
- Tamanho dos lotes
- Número de operadores
- Número de variações do produto
- Tamanho da embalagem
- Tempo de trabalho (menos os intervalos)
- Taxa de refugo

Mapa do Estado Atual

- Se o fluxo de valor for composto por vários fluxos que trabalham em paralelo e que se juntam no final, os mesmos devem ser representados uns sobre os outros, conforme o desenho abaixo
- Se existirem vários fluxos no fluxo de valor da família de produtos que você está mapeando, o desenho do fluxo dos componentes mais importantes deve ser priorizado



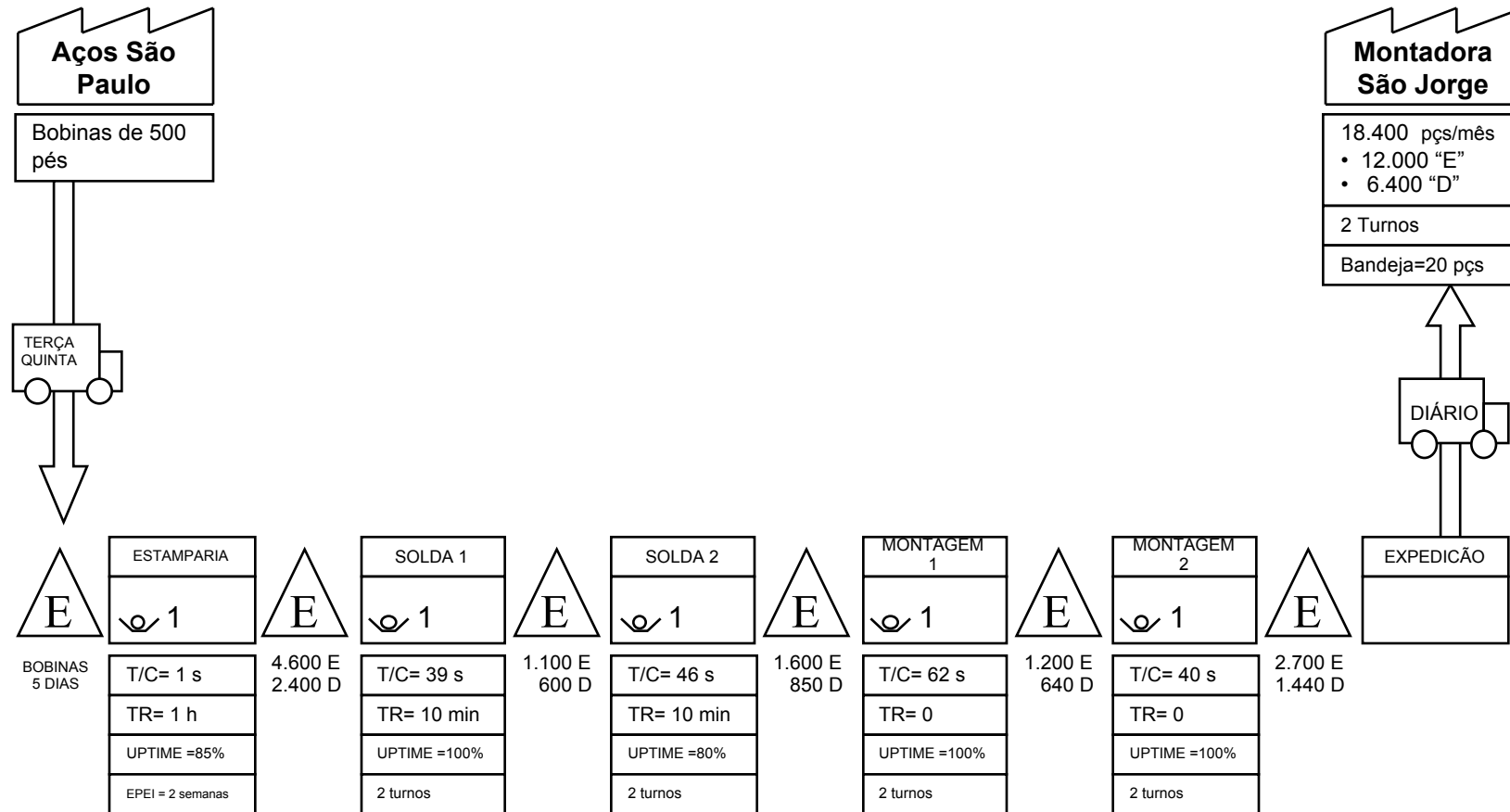
Métricas Lean a serem Coletadas

- Tempo de ciclo (T/C)
 - A frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo, cronometrado como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los
- Tempo de Agregação de Valor (TAV)
 - Tempo dos elementos de trabalho que efetivamente transformam o produto de uma maneira que o cliente está disposta a pagar
- Lead Time (LT)
 - O tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, desde o começo até o fim.
- TR
 - Tempo de troca/ Setup

Estamparia ABC

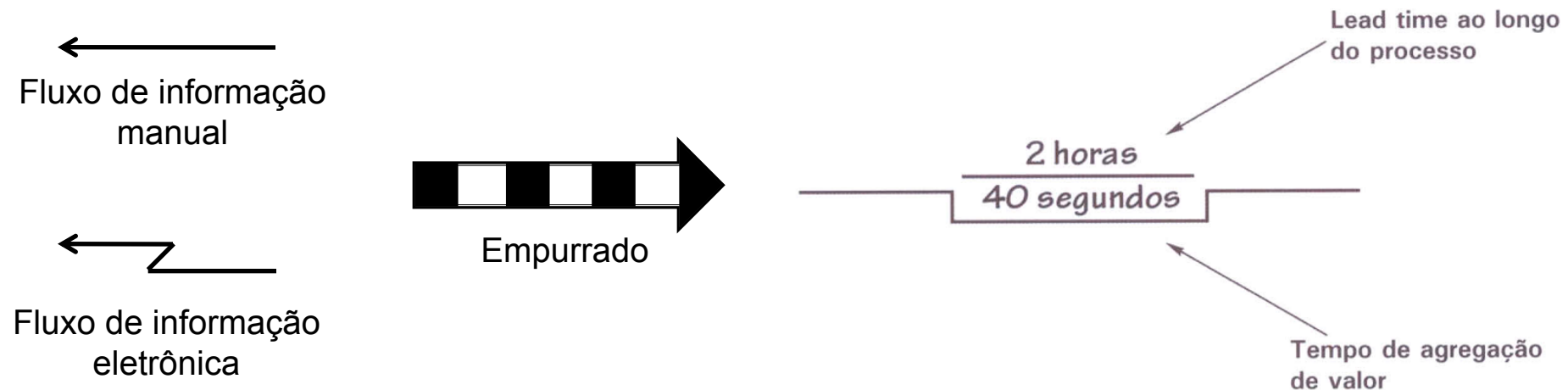
- Após finalizar o processo de produção, o material é enviado para o cliente
- A empresa também recebe matéria-prima de seus fornecedores

Estamparia ABC

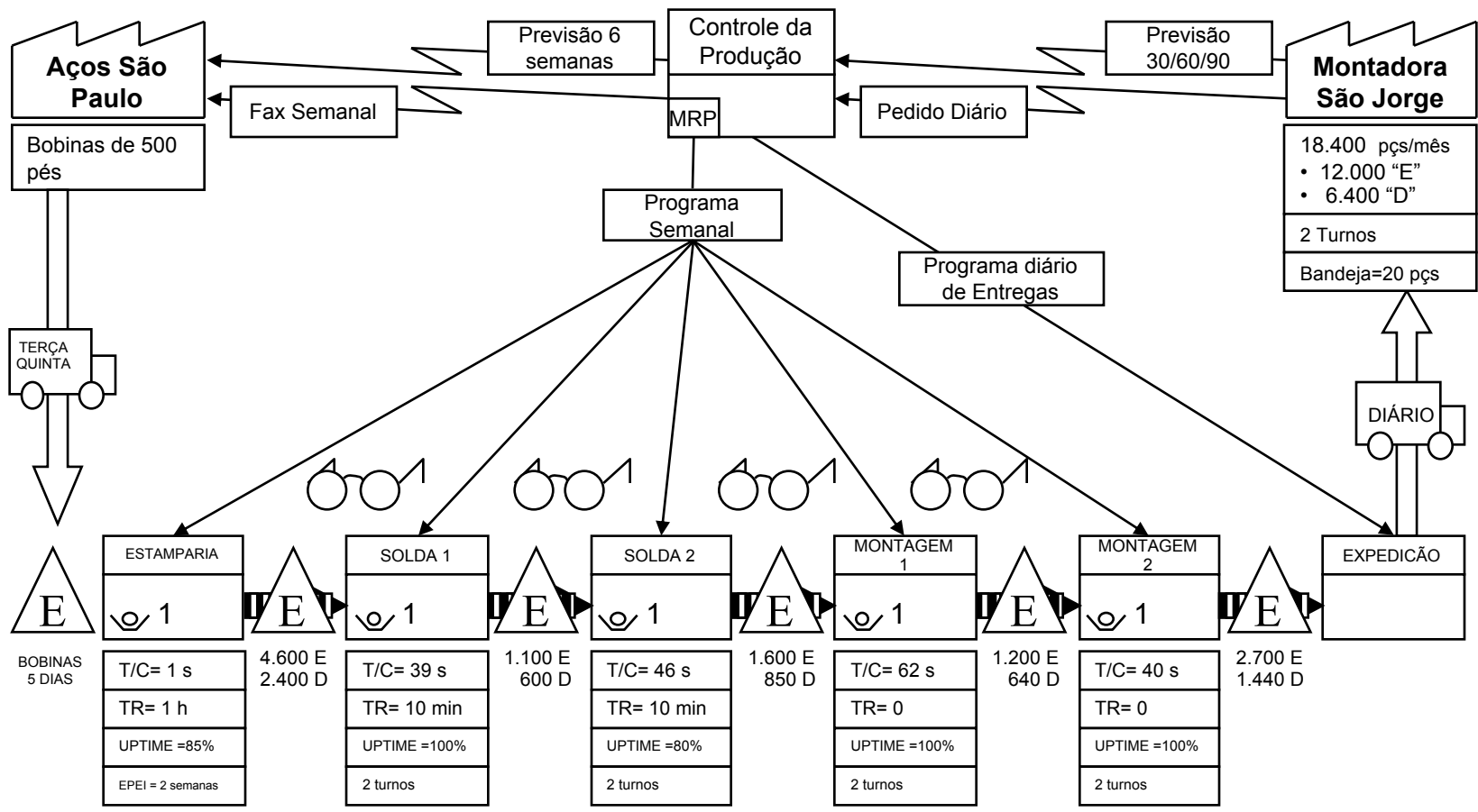


Mapa do estado atual

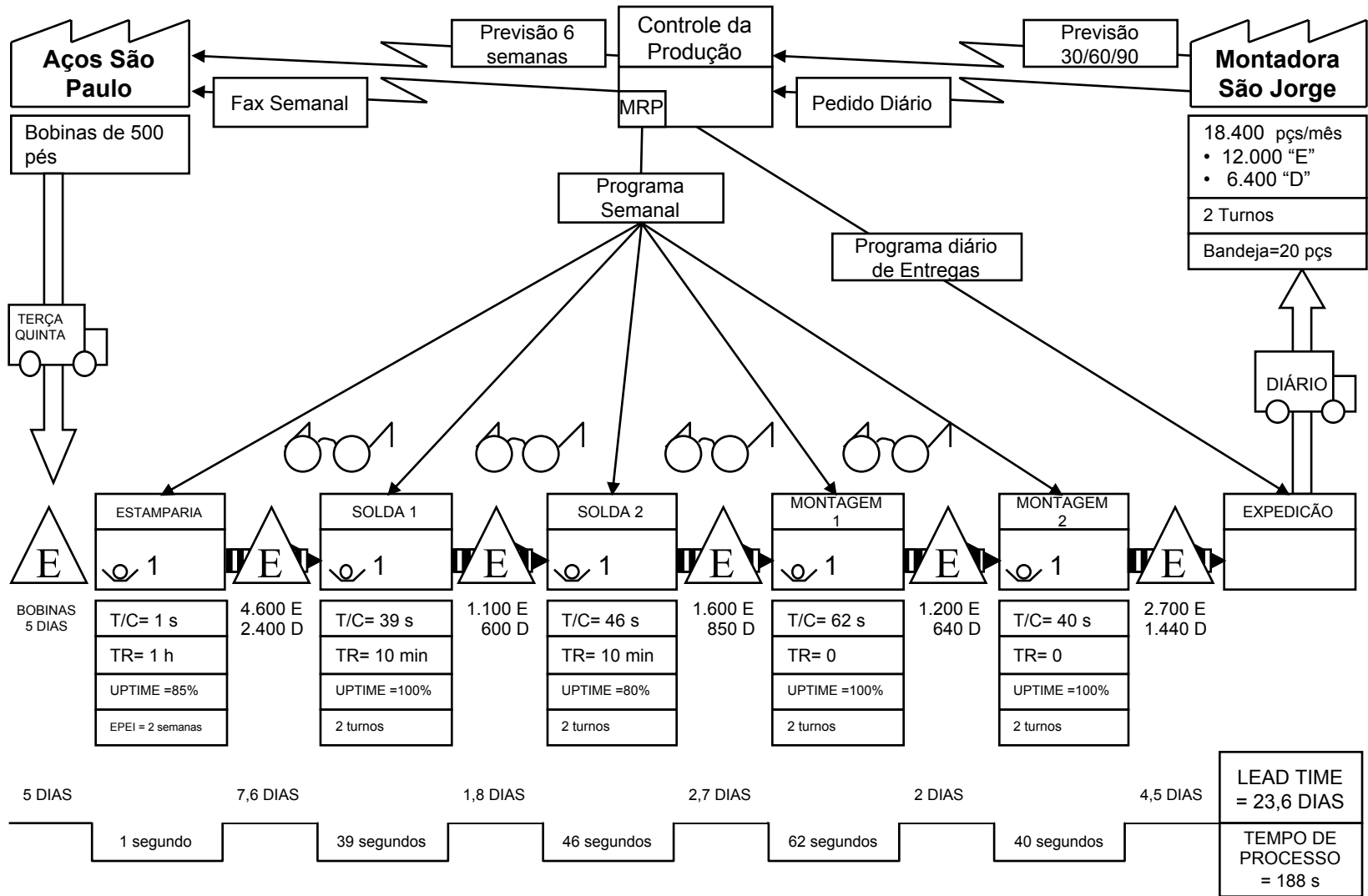
- É preciso ainda inserir fluxos de informação e de movimento de materiais dentro da empresa
- Também é preciso inserir a linha do tempo com informações de lead time e tempo de agregação de valor



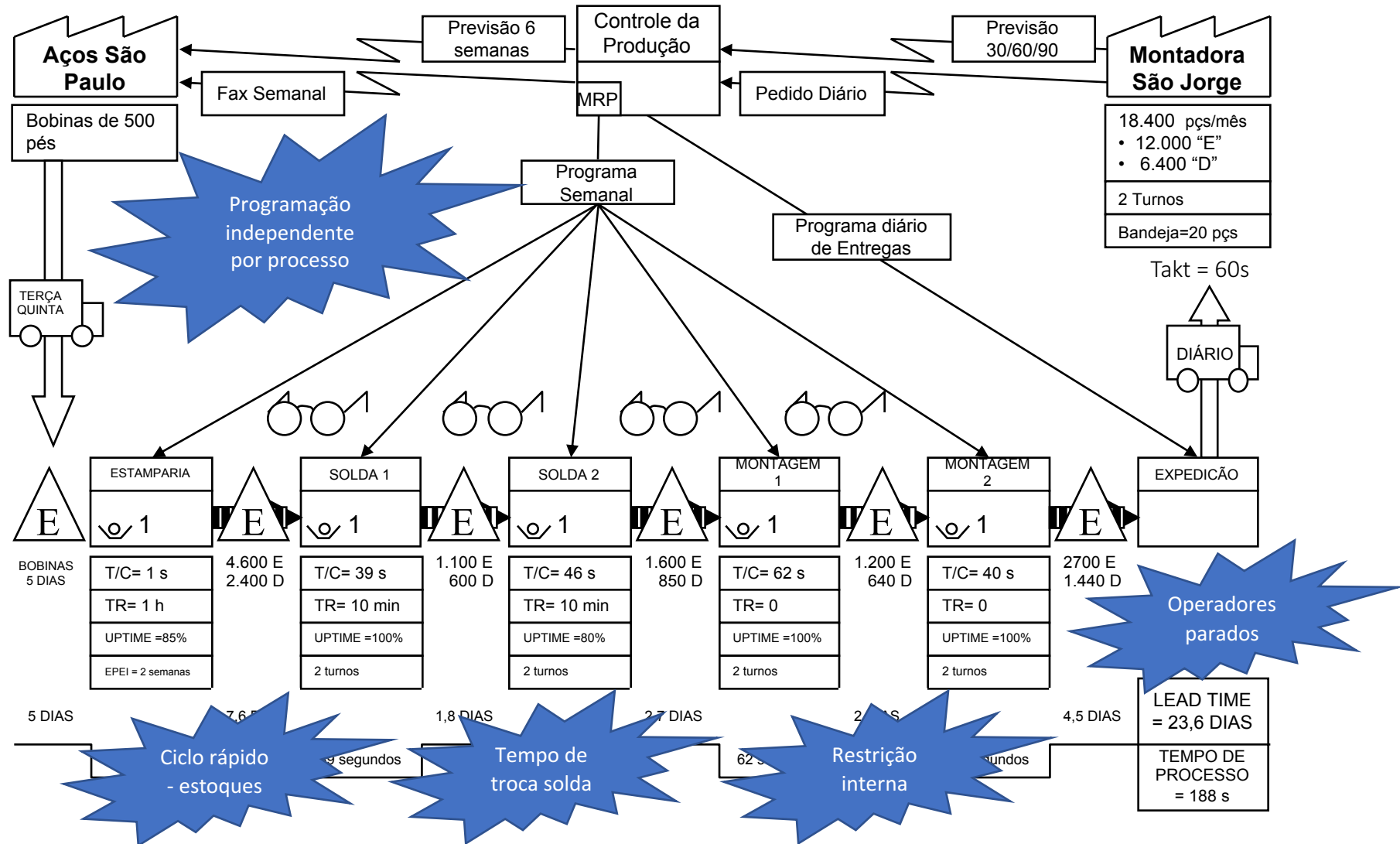
Estamparia ABC



Estamparia ABC

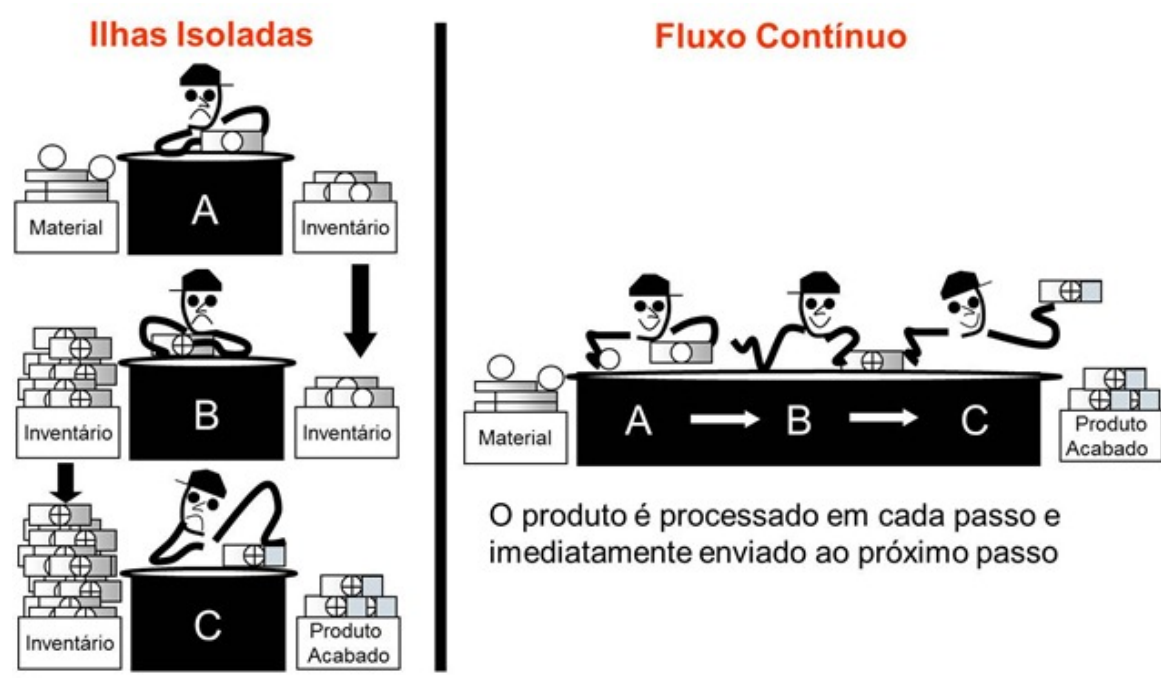


Estamparia ABC – Melhorias



Fluxo de valor enxuto

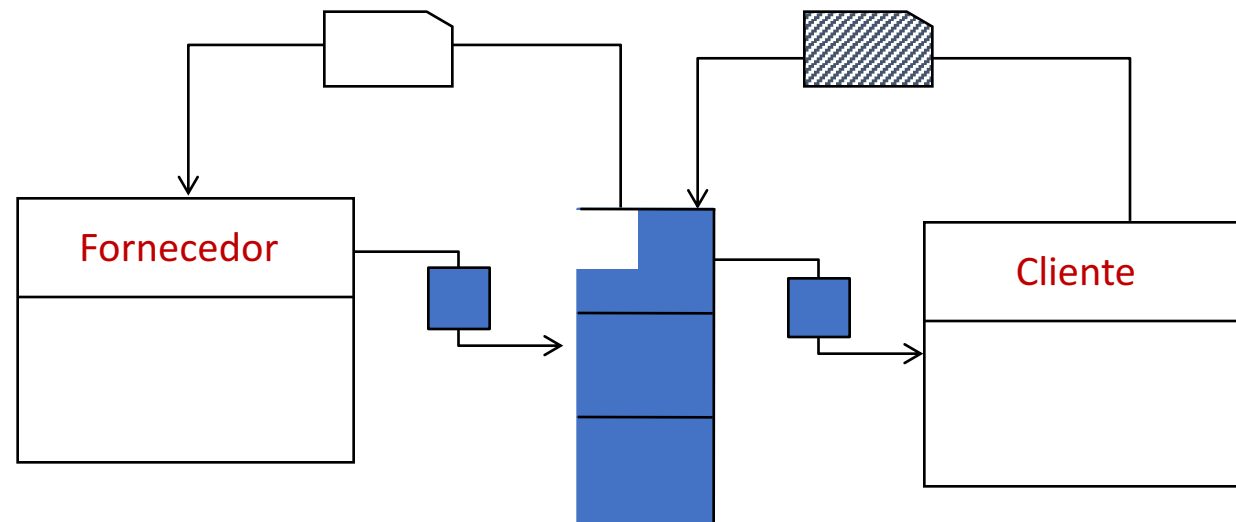
Produza de acordo com o tempo *takt* - desenvolva um fluxo contínuo sempre que possível



Fluxo de valor enxuto

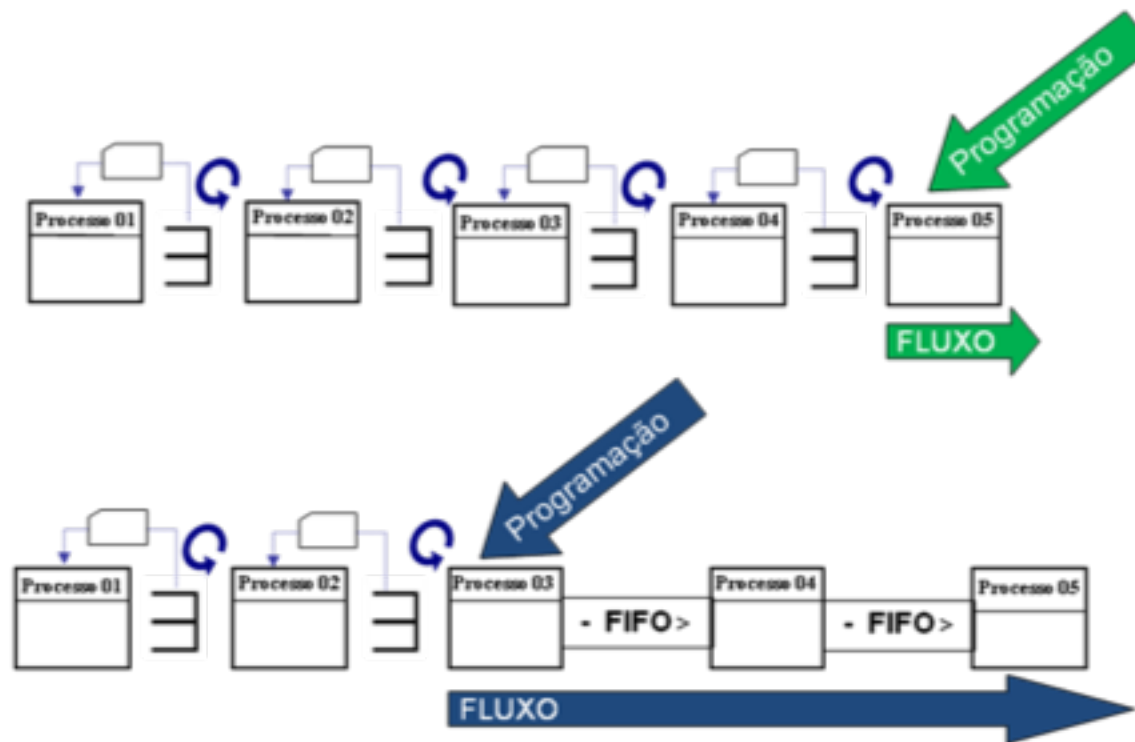
Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não é possível

- Processos projetados para operar em tempos de ciclo muito rápidos ou lentos e necessita mudar para atender a múltiplas famílias de produtos
- Processos distantes em que o transporte de uma peça a cada vez não é possível (ex.: Processos localizados nos fornecedores)



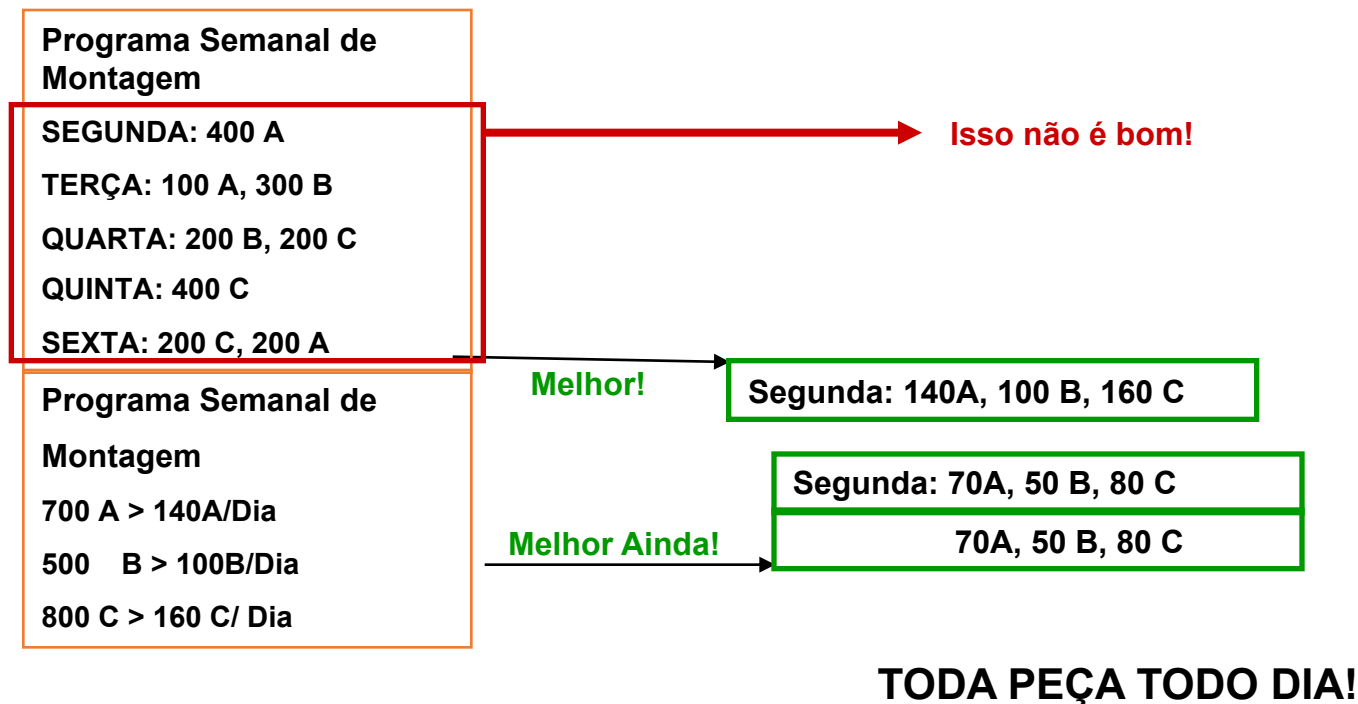
Fluxo de valor enxuto

Tente enviar a programação do cliente somente para um processo – este será o processo puxador



Fluxo de valor enxuto

Nivele o mix de produção – distribua a produção uniformemente ao longo do tempo no processo puxador



Fluxo de valor enxuto

- Nivelar o mix de produção significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo
- Quanto mais você nivela o mix de produtos no processo puxador, mais apto você estará para responder às diferentes solicitações dos clientes



Nivelamento
de carga

Fluxo de valor enxuto

Qual o problema de liberar grandes lotes de produção?

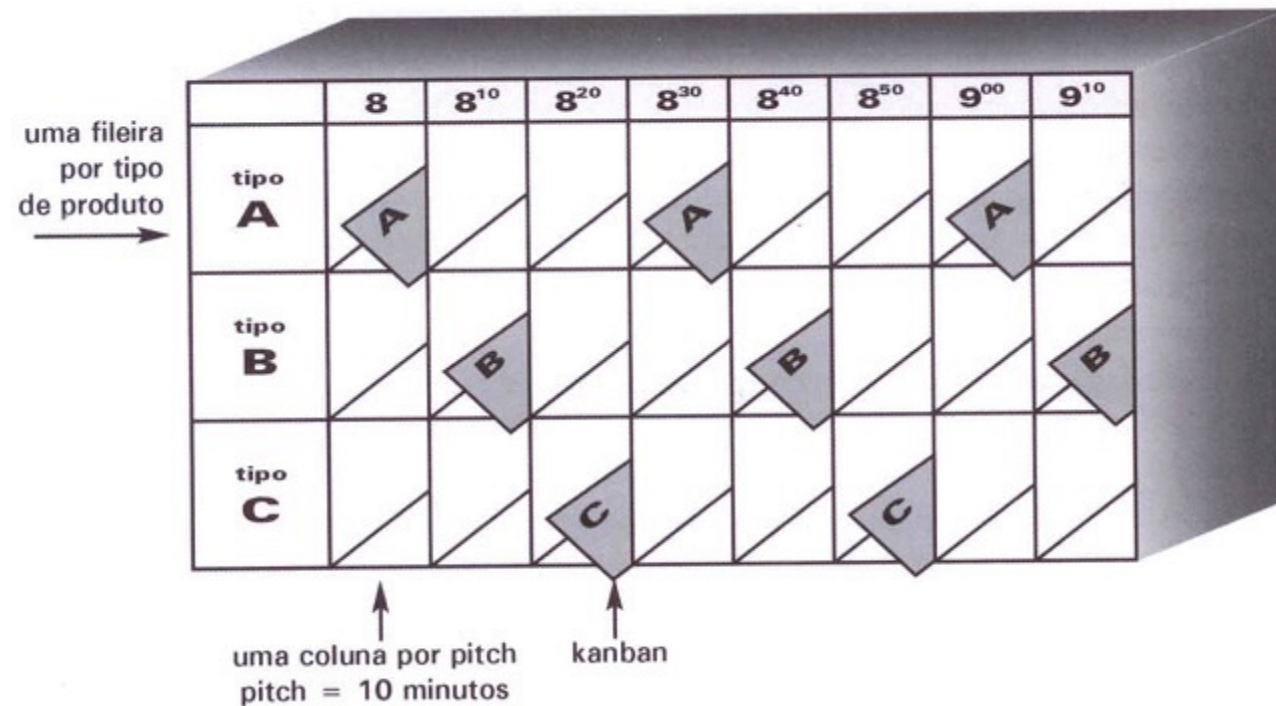
Estabelecer um ritmo de produção consistente ou nivelado cria um fluxo de produção previsível que alerta para os problemas de tal modo que é possível tomar rápidas ações corretivas

Fluxo de Valor Enxuto

- **Retirada compassada:** liberar regularmente apenas uma pequena e consistente quantidade de trabalho (**pitch**) no processo puxador e simultaneamente retirar a mesma quantidade de produtos acabados
- Calcula-se o **pitch** baseado na quantidade de embalagens no contenedor, por exemplo:
 - Tempo *takt* = 30 segundos
 - Tamanho da embalagem = 20 peças
 - **Pitch** = 10 minutos (30 segundos a 20 peças por embalagem = 10 minutos)
 - Ou seja, a cada 10 minutos:
 - Dê instruções ao processo puxador para produzir a quantidade de uma embalagem
 - Retire a quantidade de produtos acabados relativa a um **pitch**

Fluxo de valor enxuto

- Quadro de nivelamento da carga (Heijunka box)
 - Kanbans são atendidos da esquerda para a direita na medida do incremento **pitch**



Estado futuro – questões chave

1. Qual é o tempo *takt* da família de produtos escolhida?
2. Você produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?
3. Onde você pode usar o fluxo contínuo?
4. Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados?
5. Em que ponto único da cadeia ou da produção (o processo puxador) você programará a produção?
6. Como você nivelará o mix de produção no processo puxador?
7. Qual incremento de trabalho você liberará uniformemente do processo puxador?
8. Quais melhorias do processo são necessárias para fazer fluir o valor conforme especificações do cliente?

Mapa do estado futuro

- Será utilizado o exemplo para responder às questões do estado futuro
 - A empresa ABC produz colunas de direção e em seu mapa de estado atual foram identificadas grandes quantidades de estoque em processo
 - Os processos não são conectados e cada um produz segundo a sua própria programação, empurrando a produção para frente
 - Além disso, o tempo de atravessamento é longo em comparação ao pequeno tempo de processamento

Mapa do estado futuro

Questão 1

Qual o tempo *takt* da estamperia ABC para a família de produtos escolhida?

- Tempo de trabalho disponível
 - 1 turno (8 horas) = 28.800 segundos
 - 2 intervalos de 10 minutos por turno = 1.200 segundos
 - Tempo disponível = 28.800 segundos - 1.200 segundos = **27.600 segundos/turno**
- Demanda = 18.400 peças por mês / 20 dias/mês em 2 turnos = **460 peças/turno**
- Tempo *takt* = 27.600 segundos/turno / 460 peças/turno = **60 segundos/peça**

Mapa do estado futuro

Questão 2

A estamperia ABC deveria produzir suportes de direção para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?

- A ABC optou por produzir para um supermercado, visto que a demanda do cliente muda de forma imprevista.

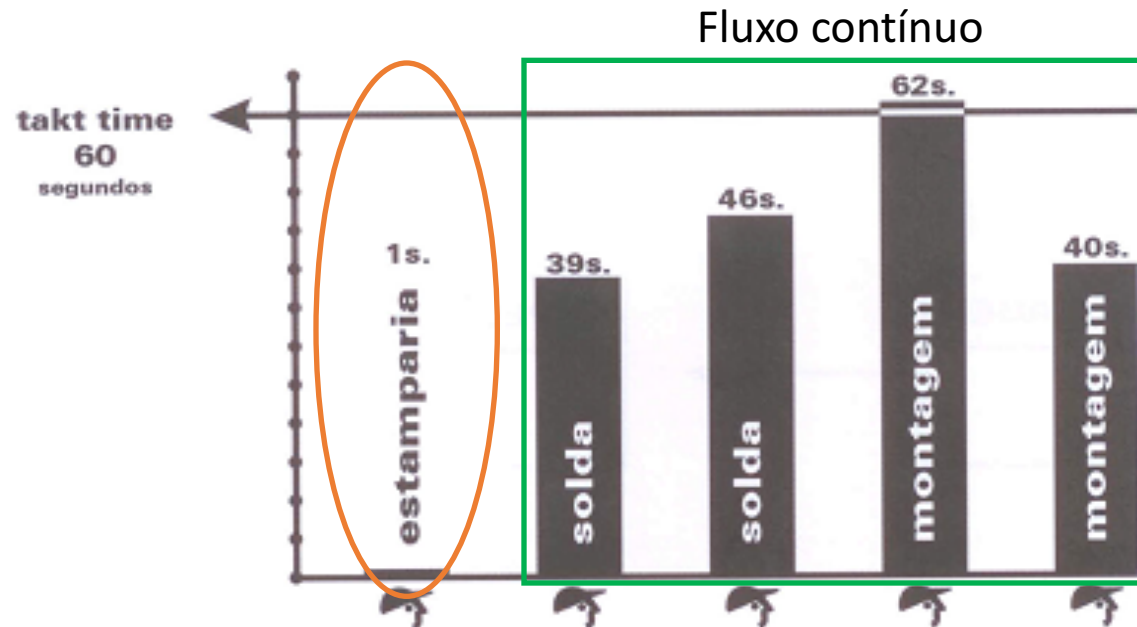


Mapa do estado futuro

Questão 3

Onde a estamparia ABC pode introduzir o fluxo contínuo?

- É inviável considerar a estamparia no fluxo contínuo. Portanto, será controlada por um sistema puxado com supermercado.



Mapa do estado futuro

Questão 3

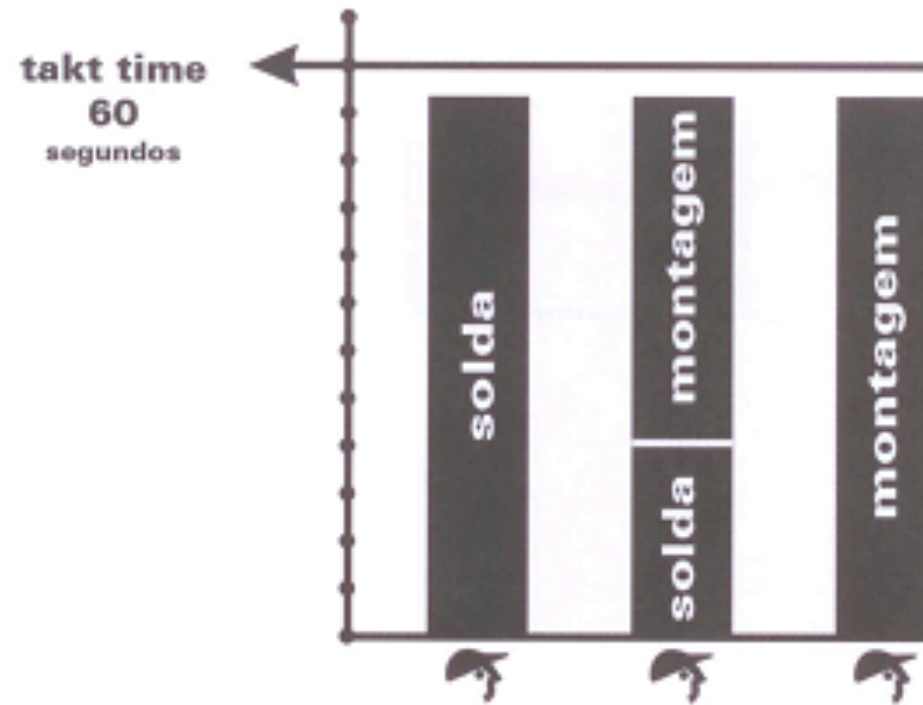
Onde a estamperia ABC pode introduzir o fluxo contínuo?

- São necessários 3,12 (187s / 60s) operadores para se trabalhar em fluxo contínuo na solda e montagem
 - Porém, deve-se fazer um kaizen de processo para eliminar a necessidade de um novo operador (eliminar a necessidade do 0,12 operador)
 - Também é preciso fazer kaizen para diminuir os tempos de trocas na fixação da solda das colunas de direção

Mapa do estado futuro

Questão 3

Onde a estamparia ABC pode introduzir fluxo contínuo?

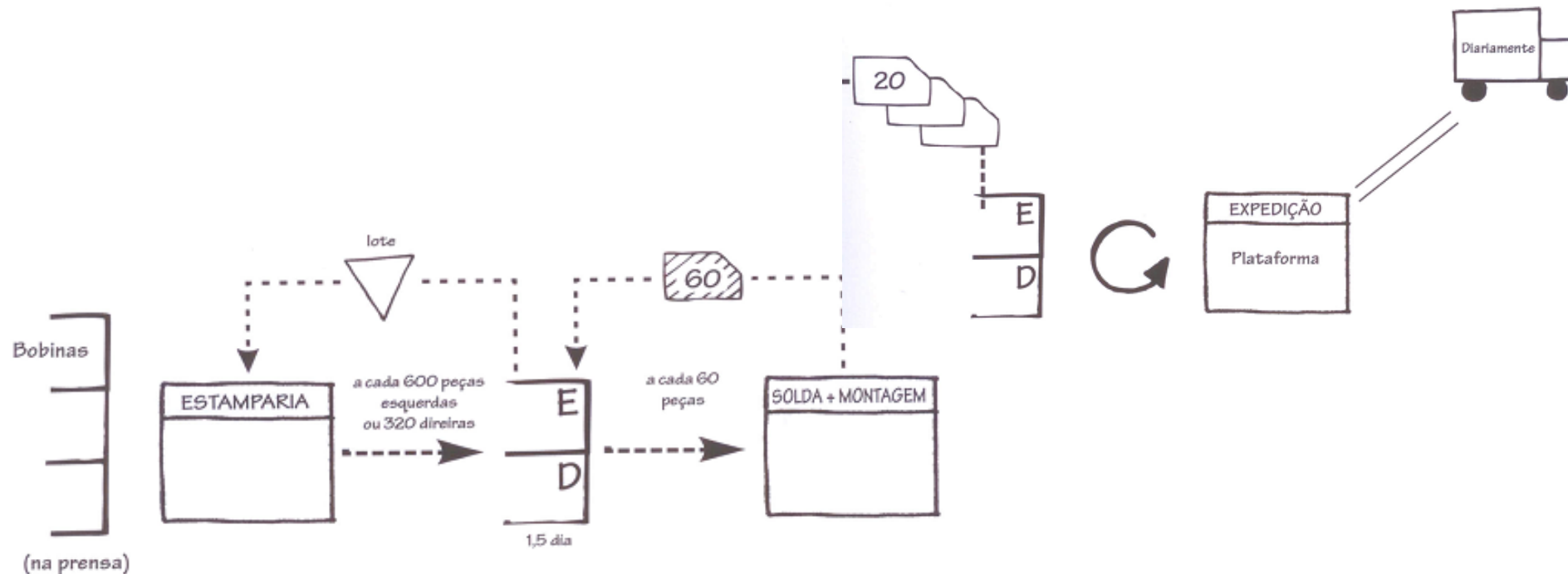


Mapa do estado futuro

Questão 4

Onde a estamparia ABC precisará introduzir o sistema puxado com supermercado?

- A ABC decidiu usar supermercados nas bobinas, estamparia e na expedição.



Mapa do estado futuro

Questão 5

Qual o único ponto da cadeia de produção (o processo puxador) que a estamperia ABC deveria programar?

- Na empresa ABC, o ponto de programação é claramente a célula de solda/montagem
- Esse ponto único de programação regulará o fluxo completo de valor do suporte de direção

Mapa do estado futuro

Questão 6

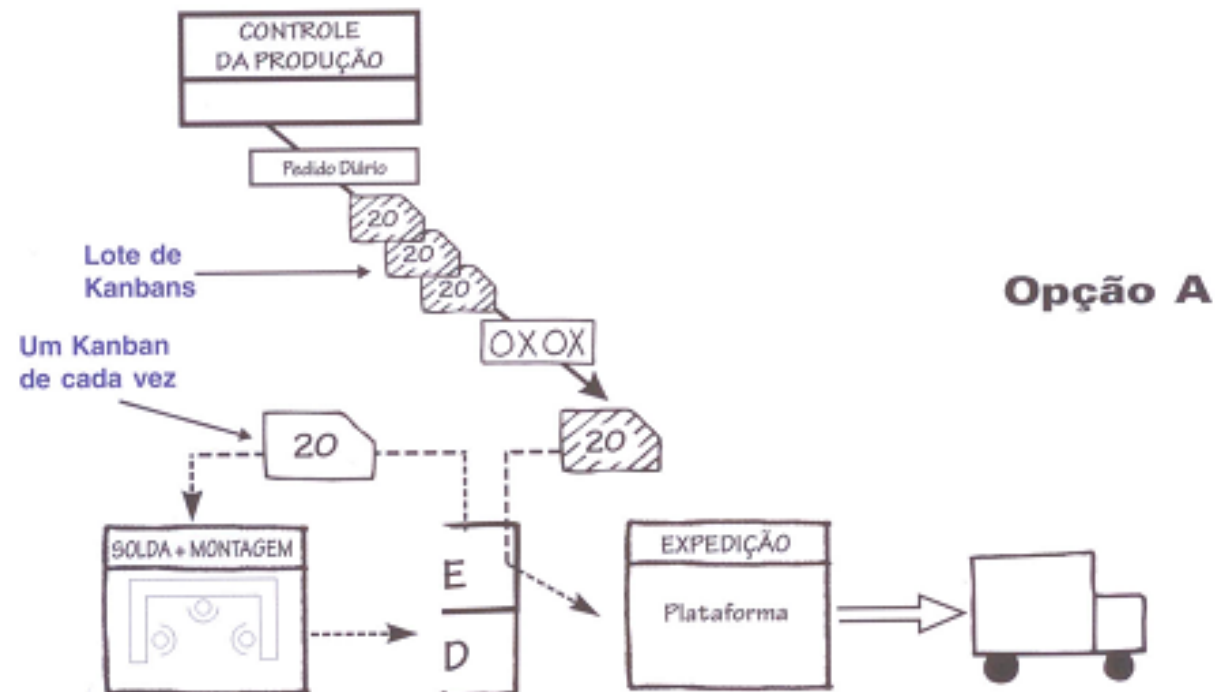
Como a estamperia ABC deveria nivelar o mix de produção no processo puxador?

- Existem duas opções para se nivelar o mix produtivo:
 - *Opção A:* o controle de produção coloca um kanban de retirada correspondente ao pedido do cliente em uma caixa de nivelamento de carga próxima da doca de expedição, em uma sequência mista direção esquerda – direção direita
 - *Opção B:* o controle de produção envia os pedidos de hoje dos clientes para o movimentador de materiais, que retira todas as bandejas correspondentes do supermercado de produtos acabados de uma só vez

Mapa do estado futuro

Questão 6

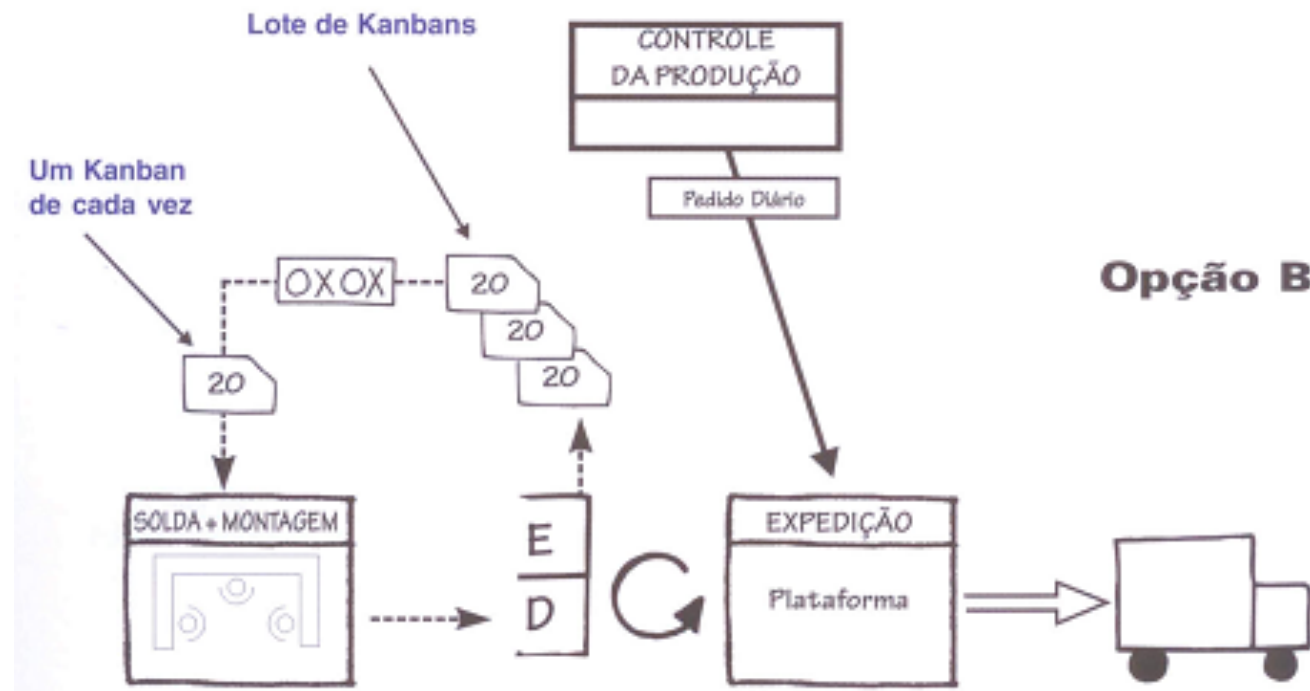
Como a estamparia ABC deveria nivelar o mix de produção no processo puxador?



Mapa do estado futuro

Questão 6

Como a estamperia ABC deveria nivelar o mix de produção no processo puxador?



Mapa do estado futuro

Questão 6

Como a estamperia ABC deveria nivelar o mix de produção no processo puxador?

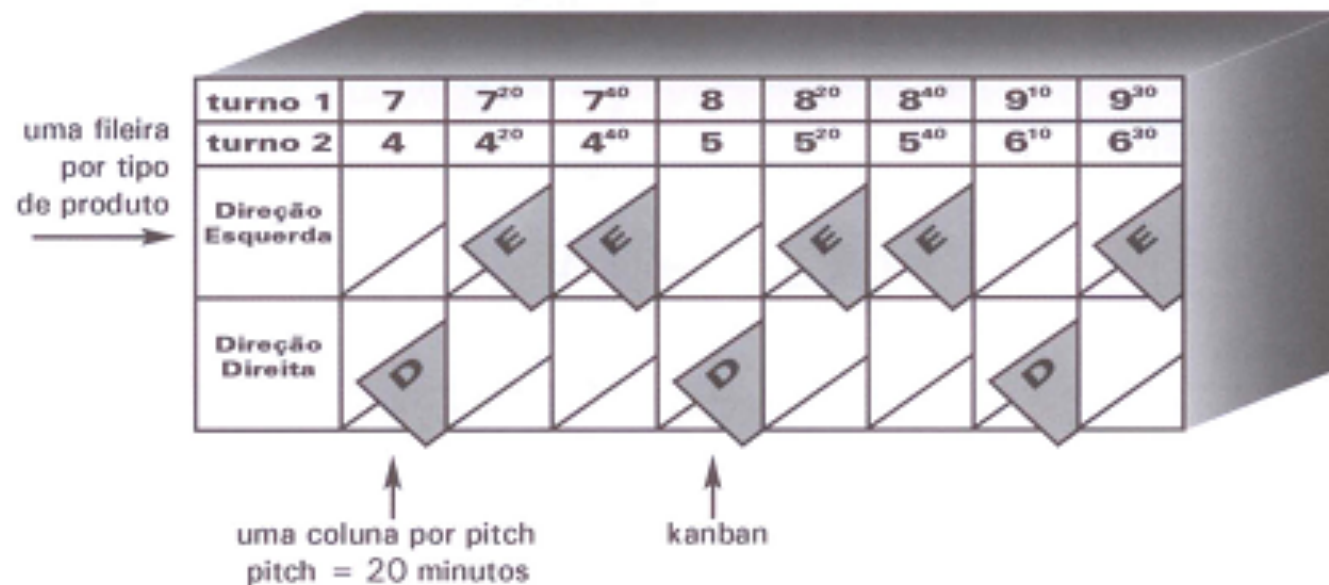
- A desvantagem da Opção B comparada com a Opção A é que em B um lote completo de produtos acabados é movido para a expedição de uma vez. A produção enxuta esforça-se para evitar ou minimizar os lotes tanto quanto possível, sempre aproximando-se cada vez mais do fluxo contínuo

Mapa do estado futuro

Questão 7

Qual incremento constante de trabalho a estamperia ABC deveria liberar e retirar do processo puxador?

- Será realizado um incremento a cada pitch de 20 minutos (60 segundos a 20 peças por bandeja)
- Também será utilizado o heijunka box



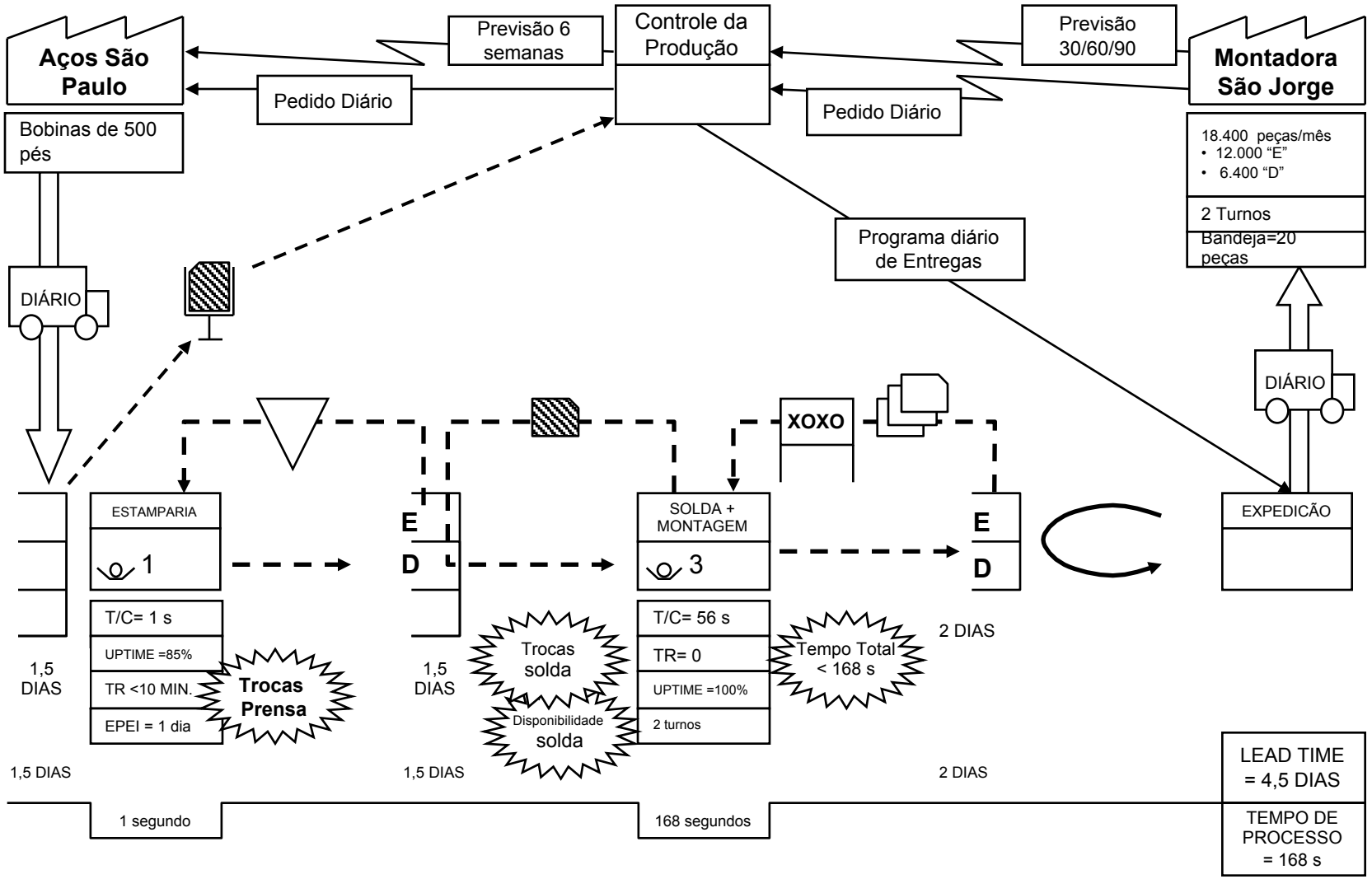
Mapa do estado futuro

Questão 8

Quais melhorias de processo serão necessárias para o fluxo de valor da estamparia ABC funcionar como está descrito no desenho do estado futuro?

- A empresa ABC identificou as seguintes melhorias a serem feitas:
 - Redução do tempo de troca e do tamanho dos lotes na estamparia
 - Eliminação do tempo de troca do dispositivo de solda
 - Melhoria da disponibilidade da máquina de solda ponto
 - Eliminação de desperdício na célula de solda/montagem
 - Redução do tempo de trabalho total para cerca de 165 segundos

Mapa do estado futuro



Atingindo o Estado
Futuro

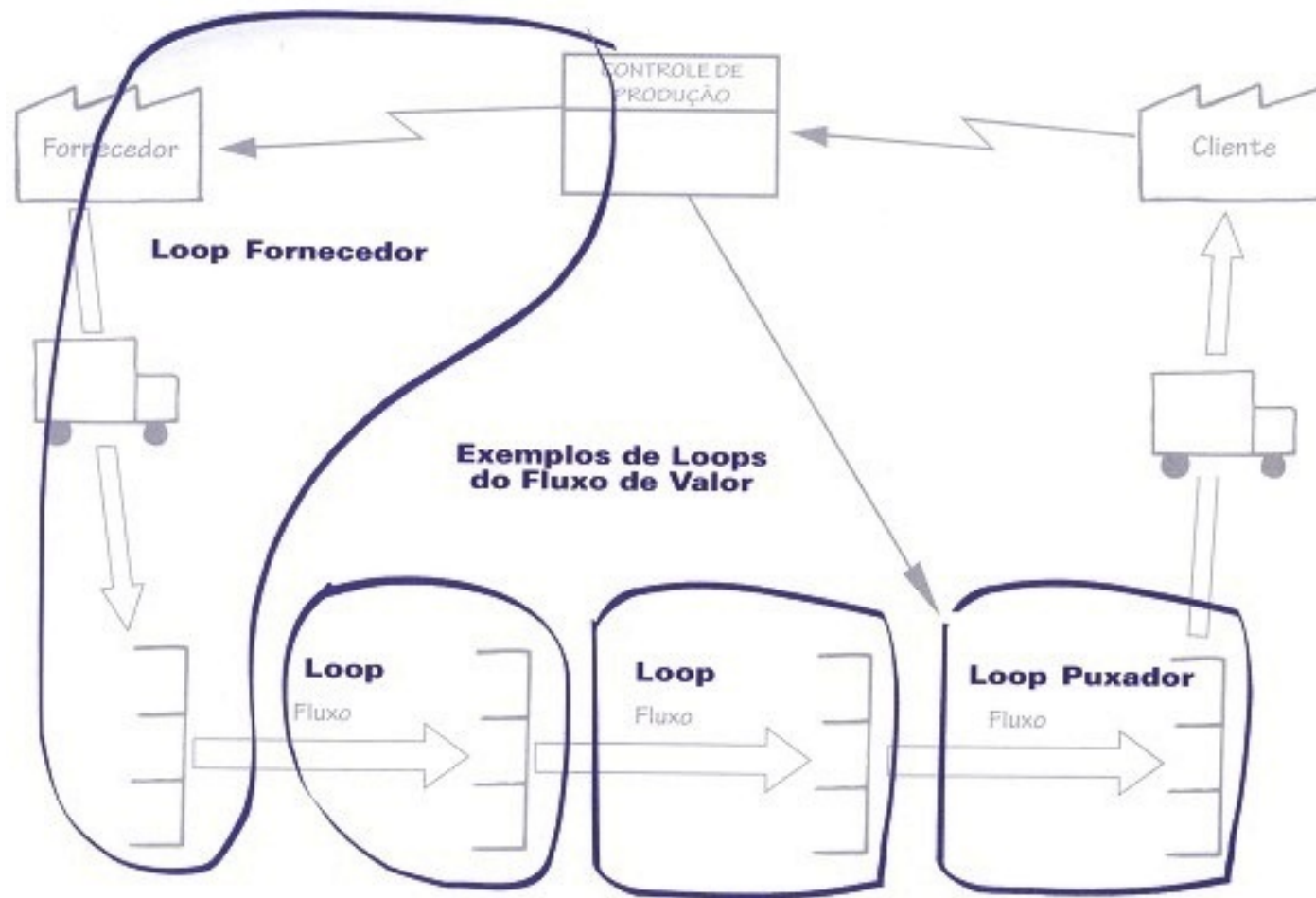
Atingindo o estado futuro

- O plano para implementar o fluxo de valor na situação futura pode ser um documento compacto que inclui os seguintes itens:
 1. Mapa do estado futuro
 2. Qualquer mapa detalhado do processo ou layouts que são necessários
 3. Um plano temporal do fluxo de valor

Dividindo a implementação em etapas

- O ponto mais importante do plano de implementação do estado futuro é encará-lo como um processo de construção de uma série de fluxos conectados para uma família de produtos
 - **Loop puxador:** inclui o fluxo de material e de informações entre o cliente e o seu processo puxador. Este é o loop mais próximo do final. A maneira com que se administra esse fluxo impactará todos os processos anteriores do fluxo de valor
 - **Loops adicionais:** antes de loop puxador, existem loops do fluxo de material e de informação entre as puxadas. Isto é, cada supermercado do sistema puxado e seu fluxo de valor normalmente corresponde ao final de outro loop

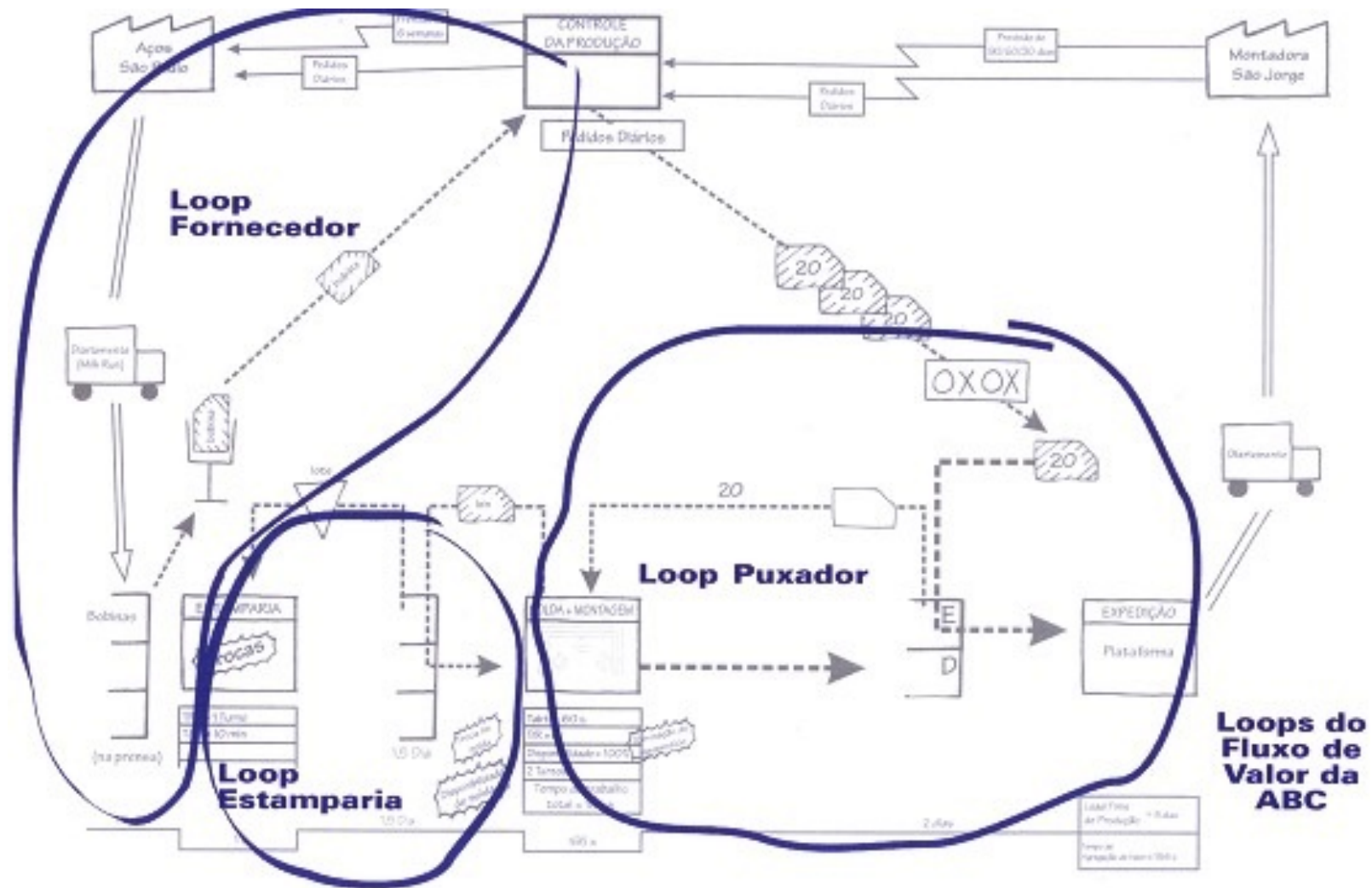
Dividindo a implementação em etapas – loops



Etapas de implementação do Estado Futuro na ABC

- Loop 1 – Puxador
 - **Objetivos:** desenvolver um fluxo contínuo desde a solda até a montagem (célula), ...
 - **Metas:** somente 2 dias de estoque de produtos acabados no supermercado, ...
- Loop 2 – Estamparias
 - **Objetivos:** estabelecer um sistema puxado com supermercado de peças estampadas (eliminar a programação na estamparia), ...
 - **Metas:** somente 1,5 dia de estoque de suportes estampados no supermercado, ...
- Loop 3 – Fornecedor da bobina
 - **Objetivos:** desenvolver um sistema puxado com supermercado de bobinha de aço, ...
 - **Meta:** somente 1,5 dia de estoque de bobina no supermercado, ...

Loops da ABC



O Plano do Fluxo de Valor

- Este plano mostra:
 - Exatamente o que você planeja fazer e quando, etapa por etapa;
 - Metas quantificáveis;
 - Pontos de checagem claros com os prazos reais e o avaliador definido.
- Nesse ponto, surgem as seguintes questões:
 - Qual deveria ser a sequência da implementação?
 - Por onde começar?
- Para escolher o ponto inicial você pode olhar para os loops:
 - Onde o processo está bem entendido pelo pessoal;
 - Onde a probabilidade de sucesso é alta;
 - Onde você pode prever um grande impacto financeiro.

O Plano do Fluxo de Valor

- Especificamente, as melhorias em um loop frequentemente seguem este padrão:
 1. Desenvolver um fluxo contínuo que opere no takt time;
 2. Estabelecer um sistema puxado para controlar a produção;
 3. Introduzir o nivelamento;
 4. Praticar kaizen continuamente para eliminar desperdício, reduzir os tamanhos dos lotes, encolher supermercados e estender o alcance do fluxo contínuo.

O Plano do Fluxo de Valor

DATA:		02/JAN/2004		PLANO ANUAL DO FLUXO DE VALOR												GERENTE DA PLANTA	SINDICATO	ENGENHARIA	MANUTENÇÃO				
GERENTE DA PLANTA:		Estella Maris		Objetivo do Negócio da Família de Produtos	LOOP F.V.	Objetivo do Fluxo de Valor	META (mensurável)	2004 PROGRAMAÇÃO MENSAL												PESSOA RESPONSÁVEL	INDIVÍDUOS E DEPARTAMENTOS RELACIONADOS	PROGRAMAÇÃO DA REVISÃO	
GERENTE DO FLUXO DE VALOR:		Mauro Vendramini						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			REVISOR	DATA
Melhorar a rentabilidade da braçadeira de direção		1	fornecedor	<ul style="list-style-type: none"> * fluxo contínuo solda-montagem * kaizen para 165 s * eliminar trocas na solda * disponibilidade da solda n° 2 * puxada dos produtos acabados * rotas do material 	estoque zero em processo ≤ 165 s T/C ≤ 30 s TR 100%	2 dias de produtos acabados + programação puxada	→	→	→														
		2	estamparia	<ul style="list-style-type: none"> * puxar na estamparia * troca na estamparia 	1,5 dias estoque + programação puxada	tamanho dos lotes 300/160 peças TR < 10 min				→													
		3	fornecedor	<ul style="list-style-type: none"> * puxar bobinas com entregas diárias 	entregas diárias e ≤ 1,5 dia de bobinas na prensa							→											

FAMÍLIA DE PRODUTOS: Braçadeira de Direção