



INICIANDO SEUS ESTUDOS

O *Lean Manufacturing* é um exemplo de prática que pode aumentar significativamente a eficiência no processo produtivo. Nesta Unidade de Estudos você conhecerá as ferramentas do *Lean manufacturing* e verá que elas atuam na redução de desperdícios e na criação de valor para o cliente, gerando resultados graduais e contínuos, aumentando a produtividade e a qualidade do produto final.

Ao final desta Unidade você terá subsídios para:

- a) enxergar os processos de forma a identificar os desperdícios;
- b) formular processos mais eficientes;
- c) propor processos mais flexíveis para atender a demanda;
- d) controlar a qualidade dos produtos;
- e) reduzir os custos da empresa.

Você vai iniciar seus estudos nesta Unidade pela ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). Acompanhe!

MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

A primeira frase em mente quando se discute a ferramenta Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é:

Nem sempre basta ver, é preciso enxergar (Carrocini apud Rother e Shook, 2003).

Segundo Costa et al. (2015), “ver” remete à percepção e ao conhecimento do ambiente por meio do sentido da visão. Já “enxergar” remete a um sentido mais profundo, que ultrapassa a limitação fisiológica do sentido da visão.

Segundo Rother e Shook (2003), quando houver um produto para um cliente, existirá um fluxo de valor. O seu desafio é enxergá-lo.

Como você já imaginou, essa ferramenta tem como principal função ajudá-lo a enxergar, e será a sua primeira ferramenta de aplicação na empresa, auxiliando-o a encontrar os desperdícios e a determinar o foco do trabalho, após vislumbrar o ponto de maior oportunidade de resultado na empresa.

Ao iniciar o estudo sobre o Mapa do Fluxo de Valor (MFV), você deve relacioná-lo com os 5 princípios, que são: valor; fluxo de valor; fluxo contínuo; produção puxada e perfeição. Todos já foram citados no módulo básico deste curso.

Para Rother e Shook (2003), um fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais, que são:

1. o fluxo de produção, desde a matéria-prima até o consumidor;
2. o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Contudo, este curso terá foco no fluxo da produção.



Figura 9 - Fluxo total de valor
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

O MFV é utilizado para melhorar os processos internos, (mapeamento porta a porta), mas pode ser, e tem sido utilizado, para mapear a cadeia de suprimentos inteira, pois a lógica de reduzir o *lead time* por meio de melhoria contínua para ganhar eficiência e qualidade no fluxo de valor é a mesma (GARDNER; COOPER, 2003).

Segundo Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é essencial, porque:

- a) visualiza o sistema produtivo;
- b) identifica mais do que os desperdícios;
- c) ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor;
- d) fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura;
- e) torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que seja possível discuti-las;
- f) junta conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de técnicas de forma isolada;
- g) forma a base de um plano de implementação assim como auxilia no desenho desejado para o fluxo total de porta a porta – uma parte que falta em muitos esforços enxutas;
- h) torna-se referência para a implementação enxuta;
- i) mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- j) apresenta mais utilidade do que ferramentas quantitativas e diagramas de layout que produzem um conjunto de passos que não agregam valor, *lead time*, distância percorrida, quantidade de estoque e assim por diante.

Portanto, o Mapa de Fluxo de Valor é uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhe a operação correta para criar o fluxo. Números são bons pra criar um senso de urgência ou criar medidas e

comparações antes/depois. O mapeamento do fluxo de valor é bom para descrever o que você realmente irá fazer para chegar a esses números.



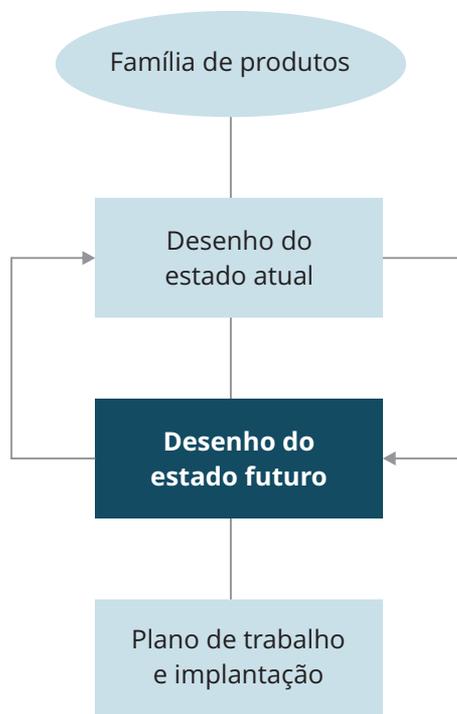
SAIBA MAIS

Para saber mais sobre a aplicação do MFV, leia o artigo **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n3/v16n3a03>>.

A seguir você verá como utilizar a ferramenta de mapeamento.

USANDO A FERRAMENTA DE MAPEAMENTO

O primeiro passo a ser dado para a utilização da ferramenta de mapeamento é desenhar o estado atual, feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica. A partir disso, você terá as informações necessárias para desenvolver um estado futuro.



Luiz Meneghel (2016)

Figura 10 - Etapas do MFV
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Repare que as setas entre o estado atual e o futuro tem duplo sentido, indicando que o desenvolvimento do estado atual e futuro são esforços superpostos. “As ideias sobre o estado futuro virão à tona enquanto você estiver mapeando o estado atual. Do mesmo modo, desenhar o estado futuro mostrará frequentemente importantes informações sobre o estado atual que você não havia percebido” (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 9).

Perceba também que o desenho do estado futuro está destacado porque a sua meta é projetar e introduzir um fluxo enxuto de valor. Uma situação atual sem um estado futuro não é muito útil. O mapa do estado futuro é o mais importante (ROTHER; SHOOK, 2003).

O passo final é preparar um plano de implementação que descreva, em uma página, como você planeja chegar ao estado futuro e começar a aplicá-lo. Então, assim que o seu estado futuro tornar-se realidade, um novo mapa do estado futuro deverá ser mapeado. O mapa do estado futuro nada mais é que a melhoria contínua no nível do fluxo de valor. Sempre deverá haver um mapa do estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para o mapeamento do fluxo de valor, são utilizados ícones-padrão. Conheça a seguir cada um deles antes iniciar o mapeamento:



Luiz Meneghel (2016)

Figura 11 - Ícones-padrão do MFV
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Na sequência você vai entender como mapear os processos. Acompanhe!

MAPEANDO OS PROCESSOS

Segundo Forno (2008), para realizar o mapeamento dos processos, os seguintes passos devem ser seguidos. Acompanhe!

Passo 1: Definir a família de produtos

Identifique a sua família de produtos a partir do consumidor no fluxo de valor. Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos (ROTHER; SHOOK, 2003).

		Etapas de montagem e 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
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Uma família de produtos

Luiz Meneghel (2016)

Figura 12 - Definição de família de produtos
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)



DICA

Em sua maioria, a escolha de uma família de produtos será direcionada para a de maior representatividade de demanda, por dar maior resultado e retorno à empresa no fim do projeto. Entretanto, em alguns casos, dependerá da empresa.

Passo 2: Formar uma equipe

Antes de iniciar o mapeamento, é necessário eleger o gerente do fluxo de valor, em razão das empresas se apresentarem setorizadas. Ele deve ter o entendimento e responsabilidade do fluxo de valor de uma família de produtos e de sua melhoria. Ou seja, deve ser capaz de fazer as coisas acontecerem além dos limites funcionais e departamentais. Além disso, esse gerente deve se reportar à pessoa com maior autoridade na unidade.



ATENÇÃO

A má escolha do gerente do fluxo de valor poderá não gerar os resultados esperados.

Outro cuidado que se deve ter ao mapear é:

Não mapeie a sua empresa. Mapeie o fluxo dos produtos de sua empresa (ROTHER; SHOOK, 2003).

Em muitos momentos, os colaboradores da empresa irão trabalhar para que a representação dos processos no MFV seja semelhante ao layout da empresa, e frequentemente esse layout não estará de acordo com o fluxo correto do produto. E a ideia principal do MFV é representar o fluxo dos produtos.

Passo 3: Conhecer o processo

Segundo Rother e Shook (2003), para conhecer o processo, você deve:

- a) começar com uma rápida caminhada por todo o fluxo de valor “porta a porta”, para obter uma compreensão do fluxo e da sequência dos processos. Depois dessa rápida caminhada, volte e reúna as informações de cada processo;
- b) começar pela expedição final e em seguida nos processos anteriores, ao invés de começar pela área de recebimento de materiais e andar pelos fluxos posteriores. Dessa forma, você começará pelos processos que estão mais diretamente ligados ao consumidor, o que deveria definir o ritmo para os processos anteriores;
- c) trazer o seu próprio cronômetro e não se basear em tempos-padrão ou informações que você não obtiver pessoalmente. Números de um arquivo raramente refletem a realidade atual;
- d) mapear o fluxo completo de valor, mesmo que muitas pessoas estejam envolvidas; entender o fluxo por inteiro e o objetivo do mapeamento do fluxo de valor. Se diferentes pessoas mapearem diferentes segmentos, ninguém entenderá o todo;
- e) desenhar sempre à mão e a lápis. Comece com um rascunho simples no chão de fábrica na medida em que você conduz sua análise do estado atual e o refaça mais tarde – novamente à mão e a lápis. Resista à tentação de usar um computador.

Passo 4: Demanda do consumidor

O mapeamento da demanda do consumidor deve se iniciar por meio do levantamento dos seus dados. Veja a seguir.

a) Estimativas do controle da produção

Analisar variação (diária, semanal, mensal, etc.).

b) Histórico da produção

Analisar variação (diária, semanal, mensal, etc.).

c) Banco de dados de informações de vendas

Mudanças no produto, novas oportunidades de negócio.



Figura 13 - Exemplo do consumidor
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Passo 5: Mapear o fluxo de processo

Para mapear o fluxo de processo, deve ser realizada a coleta dos dados a seguir:

- a) horas de trabalho e paradas;
- b) T/C – tempo de ciclo de processo;
- c) T/R – tempo de troca;
- d) D/T – disponibilidade de máquina;
- e) TPT– tamanho do lote de produção;
- f) número de variação de produto em cada etapa;
- g) taxa de partes rejeitadas;
- h) número de operadores;
- i) estoques;
- j) distâncias;
- k) frequência de troca;
- l) índice de retrabalho.

Dentre os dados destacados, será dada atenção especial a quatro deles, que são os dados que possuem maior margem de erro de interpretação, e como consequência, coleta de dados errados. Acompanhe!

TR: Tempo de troca (setup)

- Tempo coberto da última peça boa do lote prévio à primeira peça boa do lote seguinte.

D/T: Taxa de manutenção da máquina (disponibilidade ou UPTIME)

- Análise estatística de dados de no mínimo um mês.
- Paradas, exceto trocas.
- Relação do tempo total de quando a máquina não está disponível (como avaria, manutenção periódica, etc.) com o tempo de carregamento da máquina total.
- Tempo de carregamento de máquina total = o tempo total que a máquina é planejada para operar (duração do turno + trabalho extra – paradas programadas).

Estoques

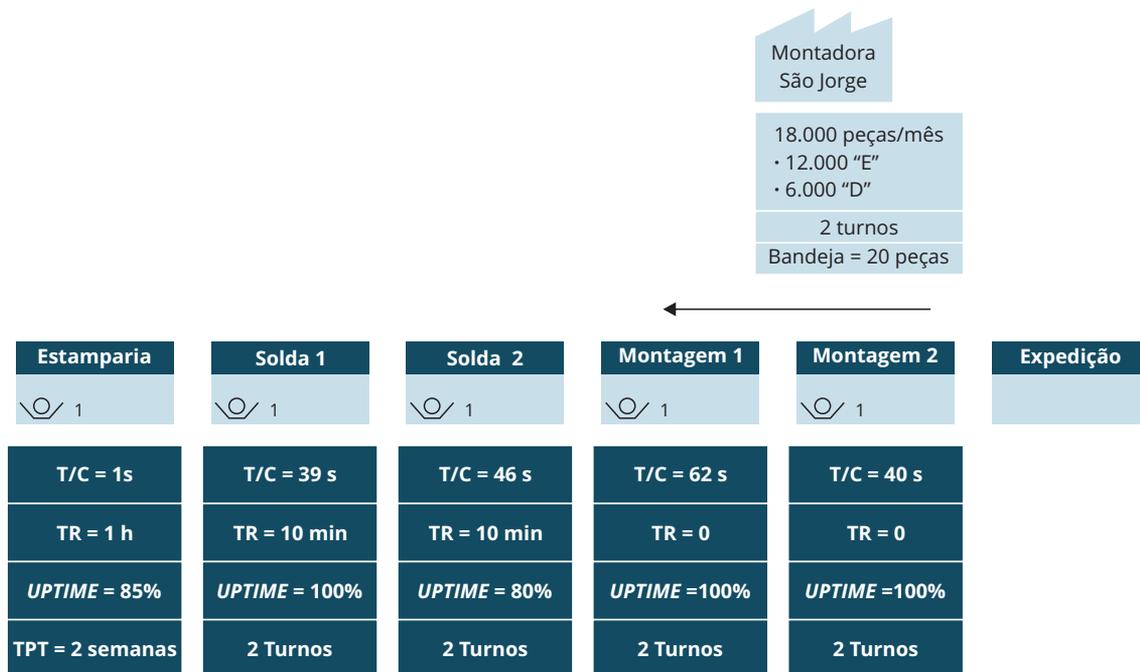
- Número de partes processadas na estação de trabalho, mas não são processadas pela operação seguinte, independentemente de sua localização física.
- Considera-se para todas as partes do produto ou família.

Tempo de trabalho

- Diferença entre o tempo do turno (início/fim) – interrupções quando a produção for parada.

Confira a seguir algumas perguntas que devem ser feitas durante a coleta de dados para o mapeamento do fluxo de processos.

- a) Quanto tempo é gasto para todo o processo?
- b) Qual é o tempo não disponível em cada processo devido às paradas, partes rejeitadas, etc.?
- c) Como o operador sabe qual produto produzir, quando e quanto produzir?
- d) Os sucessivos processos trabalham ao mesmo passo?
- e) Quando e como as partes se movem entre processos?
- f) Como o trabalhador provê os materiais e as partes necessárias?
- g) Em quais pontos os estoques são observados? Por quê?



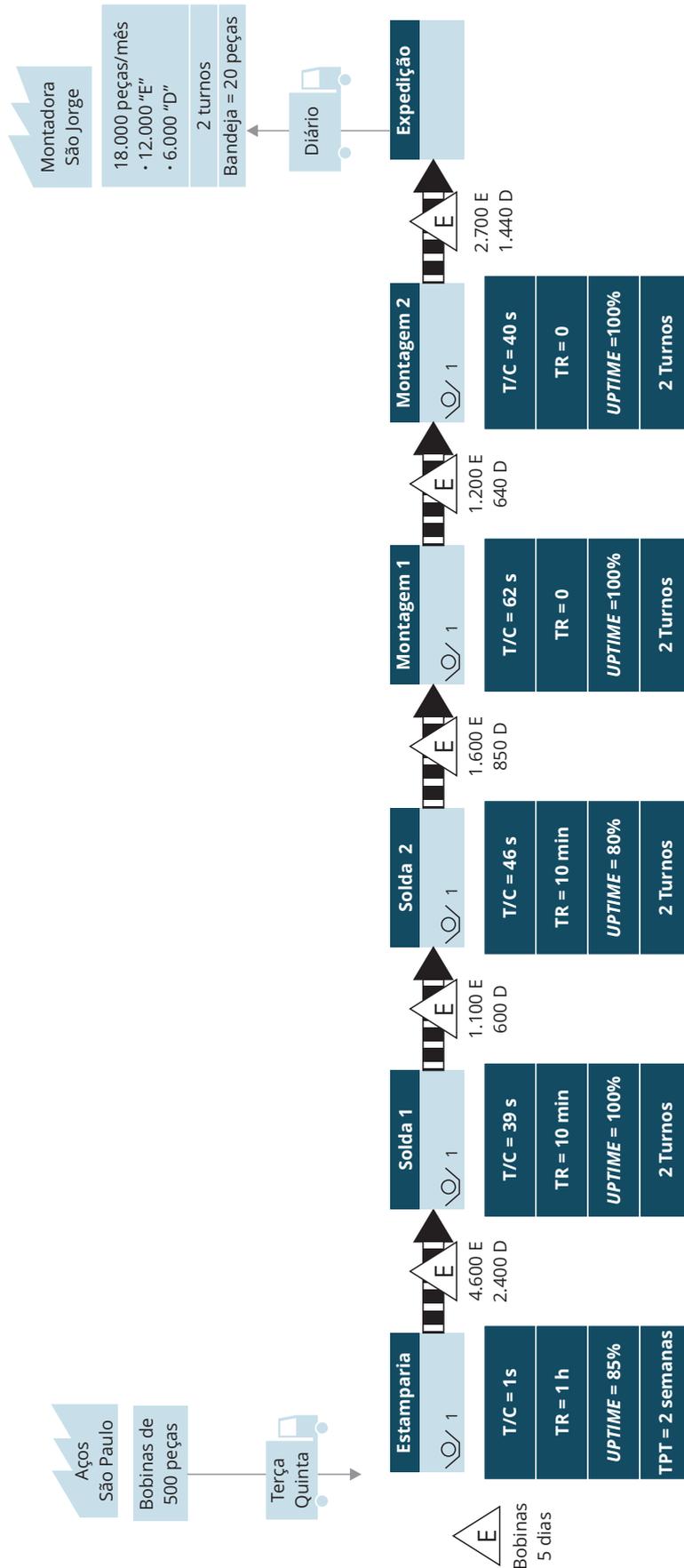
Luiz Meneghel (2016)

Figura 14 - Mapeando processos
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

O Mapeamento do Fluxo de Valor usa segundos (s) como a unidade de medida para o tempo de ciclo, o *takt time* e o tempo de trabalho disponível.

Passo 6: Mapear o fluxo de material

O fluxo de material é desenhado da esquerda para a direita, na parte de baixo do mapa na sequência das etapas dos processos; não de acordo com o layout físico da planta (ROTHER; SHOOK, 2003).



Luiz Meneghel (2016)

Figura 15 - Fluxo de material
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Os estoques são representados por triângulos que mostram sua localização e quantidade.

O cálculo dos dias de estoque é realizado da seguinte maneira:

$$\text{Dias de estoque} = \frac{\text{quantidade em estoque}}{\text{quantidade pedida diariamente}}$$



1.100 E

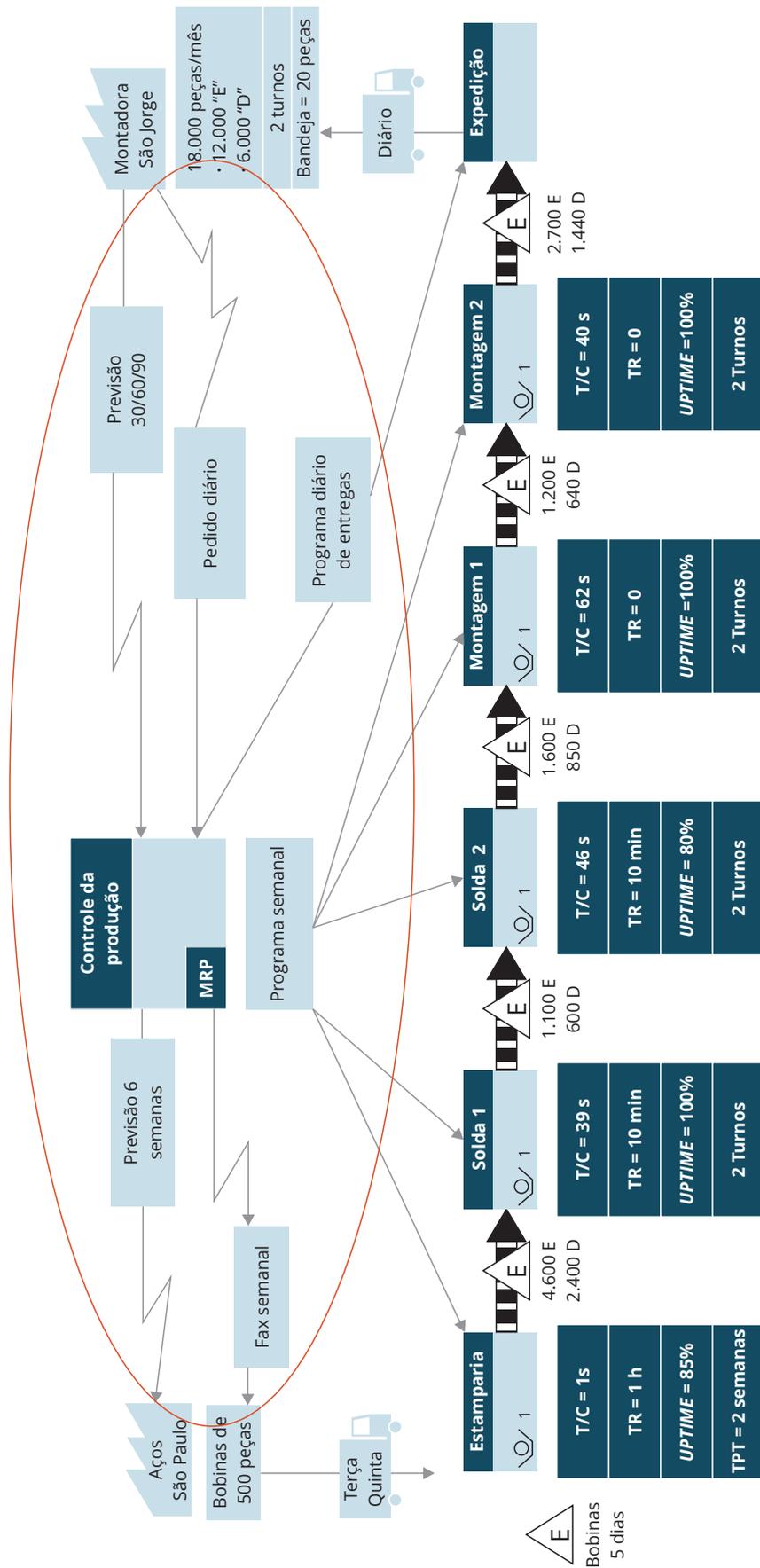
600 D

Luiz Meneghel (2016)

Figura 16 - Cálculo dos dias de estoque
Fonte: Do autor (2016)

Passo 7: Mapear o fluxo de informação

O fluxo de informações pode ser o ponto mais crítico a ser tratado em seu projeto, portanto, deve-se dar muita atenção a ele assim como aos demais processos.



Luiz Meneghel (2016)

Figura 17 - Fluxo de informações
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Passo 8: Calcular o *lead time* e o tempo de processo

Para calcular o *lead time* e o tempo de processo, primeiro você deve desenhar uma linha do tempo embaixo das caixas de processo e dos triângulos de estoque para registrar o tempo em estoque e em processamento.



Figura 18 - Linha do tempo
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

O *lead time* é o tempo que uma peça leva para se mover ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, desde o começo até o fim. Cronometre uma peça marcada que se move do início até o fim, ou seja, para o cálculo de *lead time*, basta somar todos os tempos contidos na linha do tempo.

Já para calcular o tempo de processo, você deve adicionar somente os tempos de agregação de valor ou tempos de processamento para cada processo no fluxo de valor. Comparando o tempo de agregação de valor ao *lead time* total, talvez você se surpreenda. Observe, na figura a seguir, o cálculo realizado na Estamparia ABC. Você vai verificar que o tempo total de processo envolvido para fazer uma peça é de somente 188 segundos, embora a peça leve 23,6 dias para percorrer a planta.

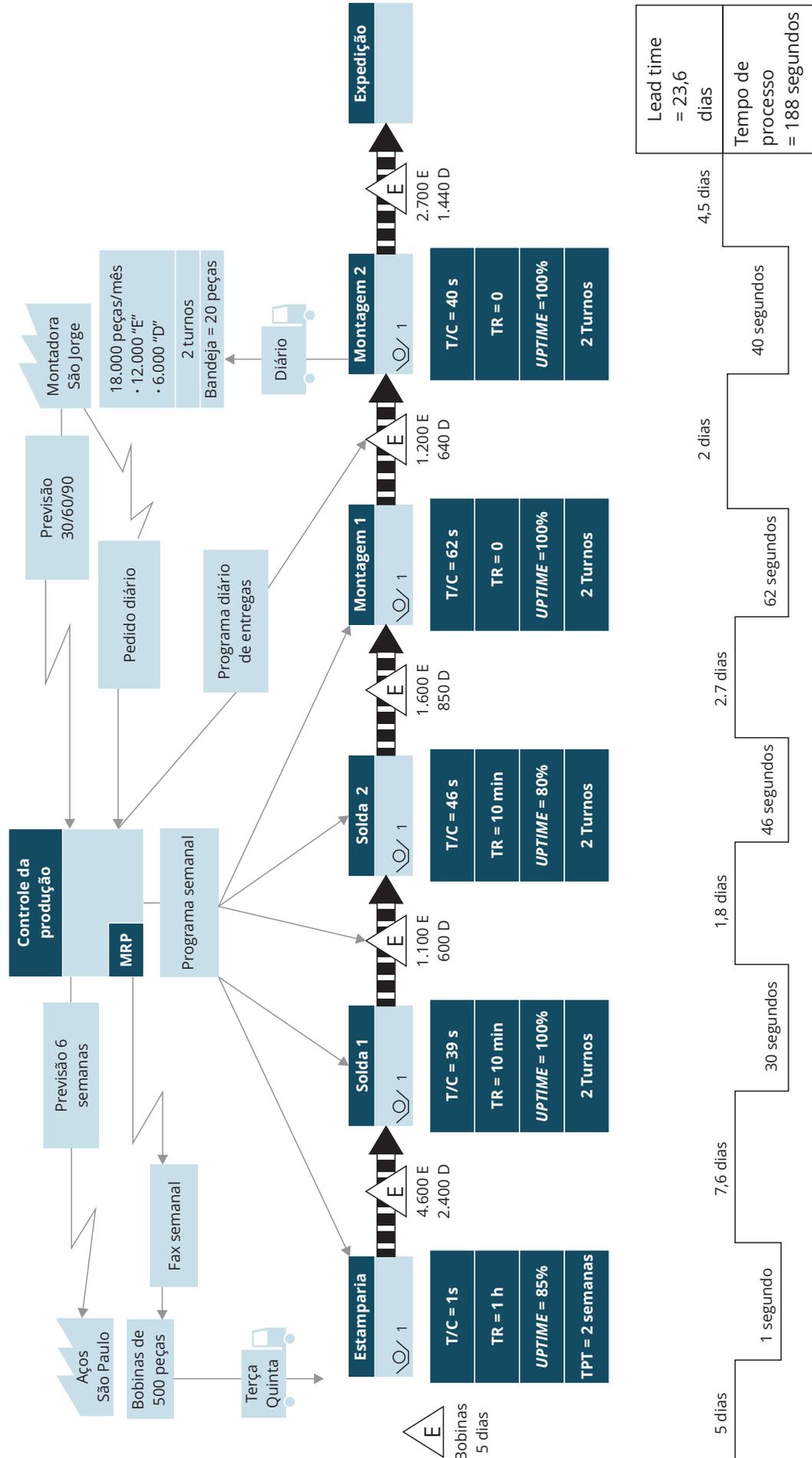


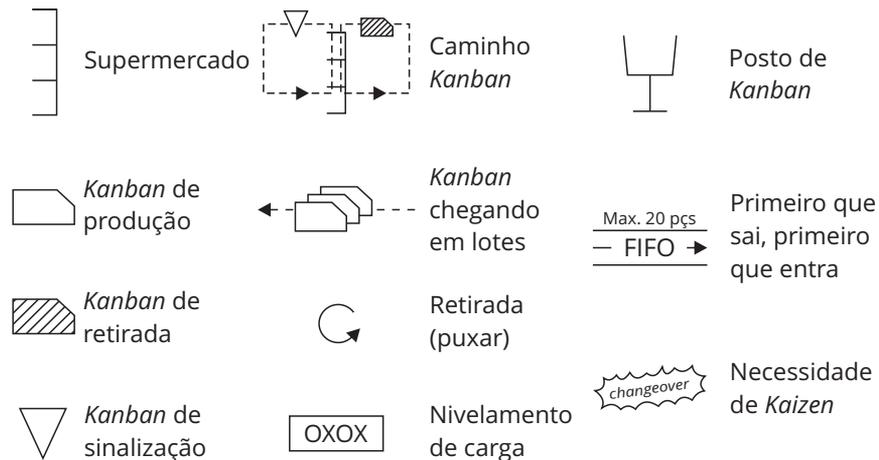
Figura 19 - Cálculo de lead time e tempo de processo
 Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Passo 9: Desenhando o mapa do estado futuro

Confira agora os detalhes do desenvolvimento do mapa futuro.

Ícones para o Estado Futuro

Para o desenvolvimento do mapa futuro, são utilizados ícones que identificam cada etapa do processo. Observe.



Luiz Meneghel (2016)

Figura 20 - Ícones-padrão para MFV Futuro
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Dando sequência ao processo de criação do desenho do mapa do estado futuro, você deverá criar o fluxo de valor enxuto e sincronizar com o *takt*. Acompanhe!

Criando fluxo de valor enxuto

- Produção de acordo com o *takt time*.
- Fluxo contínuo onde for possível.
- Sistemas puxados onde o fluxo contínuo não é possível.
- Fixar o planejamento da produção em um só processo (processo puxador).
- Nivelar a produção pela criação de um *mix* de produtos.
- Gerenciamento em pequenos incrementos.

Sincronizando com o *takt*

- Regular o processo de acordo com a demanda do cliente.
- Idealmente, todas as operações deveriam trabalhar no ritmo do *takt time*.

Sincronizar o ritmo da produção com o ritmo de vendas

Velocidade de montagem é baseada na velocidade de vendas



$$Takt\ time = \frac{\text{tempo disponível por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}}$$

Pongphan Ruengchai ([?]); Luiz Meneghel (2016)

Figura 21 - Cálculo do *takt time*
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Acompanhe agora um exemplo de cálculo de *takt time*.

Demanda mensal = 18400 pçs

1 mês = 20 dias de trabalho (2 turnos/dia) = 20

Demanda diária média = 18400 ÷ 20 = 920 pçs

Demanda por turno = 920 ÷ 2 = 460 pçs

Tempo de trabalho/turno = 8 hrs × 60 min = 480 min

Paradas = 2 × 10 min = 20 min

Tempo disponível por turno = 460 min (27600 s)

Takt time = 27600 s ÷ 460 pçs = 60 s/pç

Demanda total para um período definido de tempo (mês, ano) para todos os produtos que pertencem à família de produto/número total de dias trabalhando para aquele período.

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{mínimo de número de pessoas}}{\textit{takt time}}$$