

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Programa de Educação Tutorial

APOSTILA DE MFV

Não basta somente ver, tem que enxergar...

Henrique Piscetta
João Eduardo Duarte
Túlio Silvestre

1ª Edição

Florianópolis, 2023

SUMÁRIO

Introdução à Apostila	2
Introdução ao Lean	2
Introdução ao MFV	8
Como fazer um MFV	12
Conclusão	35
Referências	36

INTRODUÇÃO À APOSTILA

Olá, leitor! Nesse material, você vai aprender sobre os fundamentos e conceitos do **mapeamento do fluxo de valor (MFV)** e também se deparar com uma aplicação prática para assimilação do conteúdo. O **MFV** é uma ferramenta muito utilizada por empresas no combate a **desperdícios** e na busca pela **melhoria contínua**², sobre a qual Womack e Jones dizem: “sentimos uma necessidade urgente de tornar disponível aos pensadores enxutos a mais importante ferramenta que eles precisam para realizar os progressos sustentáveis na guerra contra o desperdício: o **mapa do fluxo de valor**”.

Porém, antes de desbravar mais sobre essa poderosa ferramenta, é necessário estudar sua origem, adquirindo um conhecimento robusto, que possibilite um melhor entendimento do tema, assim como outras questões que o abrangem. Portanto, você será introduzido ao **Lean**, também conhecido como pensamento enxuto, que pode ser resumido de forma sucinta em um método de produção que visa a **evitar desperdícios** e **maximizar o valor** gerado por um produto ou serviço.

INTRODUÇÃO AO LEAN

O pensamento enxuto, **Lean Thinking**, é dito “enxuto” justamente por promover uma maneira de **fazer mais com menos**, menos mão de obra, menos equipamento, menos matéria-prima, menos tempo e menos espaço, tudo isso ao passo que chega cada vez mais próximo de satisfazer as **necessidades do cliente**. A seguir, você irá entender mais sobre este conceito ao passar por um pouco de sua história e seus princípios.

Em 1990,

James Womack, Daniel Jones e Daniels Roos publicam o livro **“The machine that changed the world”**, marco fundamental na história desse sistema produtivo, onde foi cunhado o termo **Lean**, assim como seus princípios.

O livro foi resultado de uma pesquisa realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em parceria com o *International Vehicle Program* (IMVP), a qual realizou um criterioso estudo nas organizações do setor automobilístico localizadas nos Estados Unidos, na Europa, no Japão e na Coreia do Sul.

Foi então constatado que as indústrias automobilísticas asiáticas possuíam boas práticas nos modelos de gestão de negócios, relações com parceiros e sistemas de manufatura, em cujo eram responsáveis pelo êxito das plantas analisadas, modelos esses precursores das práticas empregadas no **pensamento Lean**.

É importante compreender que o Lean não surgiu de um dia para o outro, foi fruto de diversas outras práticas e tentativas empregadas ao longo da história que necessitavam de uma **estratégia de manufatura**. Por exemplo, o sistema fordista, que surgiu em 1913, popularizou e introduziu diversos conceitos importantes aos quais o Lean se espelha, como **fluxo de produção** e **padronização**, também podemos citar o próprio sistema Toyota de produção,

o qual é a principal referência do pensamento e que por si só evoluiu muito durante o tempo, datando da década de 20 com a automatização das máquinas de tear até as ideias mais recentes como o *Kaizen* e outras relatadas no “*The machine that changed the world*”.

O sistema de produção Toyota,

como dito acima o Sistema Lean teve diversas inspirações e referências em sua concepção, porém com certeza a maior delas foi a Toyota. O sucesso fez com que muitos autores, consultores e organizações procurassem utilizar seu modelo ou ações como referência.

A virtude para criação de novas maneiras de gerenciar a produção e a coragem para a implantação de revolucionários e ousados métodos e sistemas faz com que a Toyota ocupe, em relação ao Lean Manufacturing, o mesmo papel que a Ford desempenhou no início do século passado com relação ao sistema de produção em massa.

5 princípios,

Foi a maneira que os autores resumiram o pensamento, sendo eles: valor, cadeia de valor, fluxo da cadeia de valor, produção puxada e busca da perfeição.

Valor

Um ponto crítico para assimilar o *Lean Thinking* é compreender o conceito de *valor*, pois é ele o princípio inicial que norteia todos os outros. Nesse contexto, *valor* é o bem ou serviço que atende as necessidades e expectativas do cliente no tempo e preço certo. É essencial entender que *valor* só pode ser definido pelo cliente, ou seja, não cabe às companhias fazer essa distinção, cabe a elas satisfazer os clientes.

Em contrapartida temos o conceito de *muda*, uma palavra japonesa que significa “desperdício”, porém em um contexto específico. *Muda* é toda atividade humana que consome recursos, porém não cria nenhum *valor* é

basicamente um conceito antagônico. *Muda* é tudo aquilo que a empresa faz e não agrega nada ao cliente.

São exemplos de *muda*: retrabalho de peças, criação de estoques, etapas de processamento desnecessárias e movimentação de empregados e bens sem propósito. A ideia é que todas essas situações são indesejáveis, pois acarretam em um aumento no custo e no tempo da produção, aumentando o preço do produto final sem trazer nenhum diferencial ao qual o cliente estaria disposto a pagar.

Cadeia de valor

Composta por todas as etapas e ações necessárias ao atendimento das demandas do cliente, ou seja, esse conceito pode ser entendido como todas ações necessárias para levar um bem, ou serviço, pelas etapas da sua concepção.

O objetivo é usar o conceito de valor do cliente como referência e identificar todas as atividades que contribuem para o atendimento desses requisitos estabelecidos. Assim, o restantes das atividades que não se enquadram nessa categoria devem ser evitadas, substituídas ou eliminadas. A ideia é otimizar sua cadeia e reduzir os custos e desperdícios inerentes a mesma.

Dando continuidade, podemos definir as atividades de uma cadeia de valor em três tipos: (1) Ações que inquestionavelmente criam valor, como voar um passageiro sua da origem até seu destino ou a soldagem da uma carroceria de um veículo. (2) Passos que não criam valor, porém são necessários, inspecionar as soldas para garantir a qualidade do produto. (3) Passos adicionais que não acrescentam valor e são contornáveis. Um exemplo clássico de desperdício tipo 3 é o "estoque excessivo", este tipo de desperdício será abordado mais à frente.

Fluxo de valor

O fluxo de valor deve nortear todos esses agentes da cadeia produtiva (fornecedores, distribuidores, varejistas) de forma a criar um processo contínuo e suave onde cada etapa deve gerar valor a seguinte, evitando interrupções ou esperas entre um processo e outro.

Algumas estratégias para garantir que as atividades que agregam valor fluam sem problemas incluem a reconfiguração das etapas de produção, nivelamento da carga de trabalho e treinamento de funcionários adaptativos e multifunções, evitando que existam máquinas ou funcionários ociosos durante a manufatura.

Pense na seguinte situação, um torno é capaz de conformar peças em 1 minuto, essas posteriormente são enviadas para um tratamento térmico, que leva cerca de 20 minutos para ser finalizado. Em uma produção não planejada, rapidamente se criaria um estoque entre essas duas etapas, caracterizando uma quebra no fluxo e também na carga de trabalho, já que algumas máquinas e funcionários responsáveis pela conformação das peças ficariam ociosos, pois rapidamente dariam conta demanda, ao mesmo tempo criam uma carga inviável para etapa seguinte dar conta sem que sejam criados estoques excessivos.

Produção puxada

A produção puxada é o que define o início de toda etapa de produção no Lean: não se deve produzir nada sem que a etapa posterior solicite, ou seja, puxe. Sendo o processo da sua fábrica ou terceirizado.

Para que isso seja possível, é necessário um planejamento inicial em todas as unidades do sistema produtivo, buscando um balanceamento entre a demanda dos diversos clientes puxadores. Assim percebe-se, quem puxa todos os agentes da cadeia produtiva (varejo, atacado, fábrica) é o consumidor, ou “cliente final”.

Usando o exemplo anterior, imagine agora que as peças tornem só começar a ser conformadas quando for liberado espaço no forno de tratamento térmico, evitando gastos e movimentações desnecessárias com material. Nesse contexto podemos chamar o tratamento térmico de “cliente” da etapa de conformação, esse conceito se expande para processos que são alheios à organização de referência, como o transporte da fábrica até o varejista.

Busca da perfeição

A busca da perfeição tem por objetivo melhorar todo o processo produtivo de maneira contínua ou seja sempre identificar e eliminar as *mudas* que temos ao longo do nosso processo, fazendo com estes consumam menos tempo, esforços, materiais, entre outros.

Se você está estudando sobre Lean já deve ter ouvido sobre o termo *Kaizen*, que é justamente uma palavra japonesa usada para explicar esse conceito de pequenas e constantes melhorias. O *kaizen* deve ser uma ação diária e fazer parte da cultura da organização, semelhante, temos o termo *Kaikaku*, caracterizado por grandes, abruptas e incomuns mudanças na empresa, como o emprego de uma tecnologia totalmente nova na gestão da empresa.

Imagine que um gestor verifica um rápido rearranjo no Layout da fábrica permite uma melhor movimentação dos colaboradores, essa atitude por si não faz muita diferença, agora pense ao que longo de anos esse gestor implementou diversas melhorias, assim como os gestores de outros setores e também os gestores de outras organizações que participam de determinada cadeia. O ponto importante aqui é compreender que pequenas e consistentes mudanças ao longo de cada etapa da cadeia, elevaram o nível do valor gerado ao cliente, assim como a eficiência dos processos.

Os 7 desperdícios

O Pensamento Lean tem como suporte principal a eliminação de mudas em todas as etapas e em todos os níveis do processo produtivo por meio da otimização ou de mudanças das ações que as geram. Assim, foram elencados sete grandes grupos potenciais de ocorrência de desperdício, são eles:

1. Superprodução: Isso ocorre quando mais produtos ou serviços são criados do que a demanda real do cliente. Isso leva a estoques excessivos, desperdício de recursos e aumento de custos.

2. Espera: O tempo em que um produto, material ou informação está inativo ou aguardando processamento é considerado desperdício. Esperas prolongadas diminuem a eficiência do processo.

3. Transporte: Movimentar produtos, materiais ou informações de um local para outro sem adicionar valor é um desperdício. O transporte excessivo aumenta o tempo de ciclo e os custos.

4. Superprocessamento: Realizar mais trabalho ou processamento do que o necessário para atender aos requisitos do cliente é um desperdício. Isso inclui atividades que não agregam valor ao produto final.

5. Inventário: Manter grandes quantidades de produtos em estoque, seja de matérias-primas, produtos em processo ou produtos acabados, aumenta os custos de armazenamento e pode esconder problemas de qualidade e processos ineficientes.

6. Movimento: Movimentos desnecessários de pessoas ou máquinas são considerados desperdícios. Isso inclui caminhar muito, buscar ferramentas ou informações, ou realizar movimentos repetitivos.

7. Defeitos: Produzir produtos ou serviços defeituosos requer retrabalho e pode resultar em clientes insatisfeitos, refugos e custos adicionais. A busca pela qualidade é essencial no Lean.

INTRODUÇÃO AO MFV

Bom, agora que você já sabe o que é a Filosofia Lean, vamos partir para o **objetivo do Mapeamento de Fluxo de Valor**, suas principais características e conceitos aplicados na linha de produção.

Desde da concepção do Lean, o **Mapeamento do Fluxo de Valor** se espalhou por várias indústrias e setores, como uma importante ferramenta, indo além da manufatura para ser aplicado em **serviços, saúde, logística** e outros campos. A técnica se tornou uma **ferramenta essencial** para identificar e **eliminar desperdícios** em processos e melhorar a eficiência em organizações de todo o mundo.

É importante ter em mente que o **principal propósito** de um MFV é realizar os progressos sustentáveis na guerra contra o desperdício². De outra maneira, foi desenvolvido para **combater os desperdícios** e auxiliar na **melhoria contínua**.

Além disso, seu objetivo é ser usado pelos praticantes do Sistema de Produção Toyota para retratar o **estado atual** e o **futuro** (ou o ideal), no processo de desenvolvimento dos planos de implementação dos **sistemas enxutos**.

Mas o que são esses “estado atual” e “estado futuro”? Como chegar lá? Bom, vamos com calma, partiremos para alguns **conceitos-chave** no desenvolvimento de um MFV, e, na parte final da apostila, traremos o passo a passo para a realização de um **Mapeamento de Fluxo de Valor**!

CONCEITOS DO LEAN

Quando tratamos de Mapeamento de Fluxo de Valor, não podemos deixar de falar de Lean, e, complementando o capítulo inicial desta apostila, traremos mais alguns conceitos relacionados à Filosofia do pensamento enxuto.

Conforme visto anteriormente, o maior objetivo do Lean é **maximizar o valor** de um produto ou serviço, visto que maximizar valor é sinônimo de **eliminar desperdícios**.

Na prática, podemos elucidar os princípios já explicitados em uma empresa de exemplo, que será a referência ao longo desta apostila. A PET Ltda., fabricante de garrafas PET manufatura variações de 500 ml, 1 L e 2 L.

1º Princípio: Nossas garrafinhas apresentam aspectos como um volume de conteúdo definido, um rótulo, uma tampinha e, portanto, especificando seu valor, uma garrafinha não pode **NÃO** ter isso, né? Mas se quisermos adicionar uma alça na garrafa, ou um lacre adicional na tampa, será que isso vai **agregar valor**? O cliente está disposto a **pagar mais** por isso?

2º Princípio: Nossa garrafinha passa por alguns **processos**, como secagem, alimentação, plastificação, injeção, sopro, condicionamento e ejeção. Durante essas etapas, percebemos que pode haver uma grande espera entre a alimentação, a plastificação e a injeção, pois eles dependem do aquecimento e resfriamento natural do material. Por isso, será que esse fluxo não pode ser **reorganizado** para apenas resfriarmos ou aquecermos a resina? Assim, podemos estar tendo um maior **fluxo de valor** das etapas do processo.

3º Princípio: Para criarmos um fluxo contínuo, devemos estabelecer um **processo contínuo** do produto, onde ele **não** pare no estoque e **não** haja nenhuma interrupção nem pausa. Por exemplo: teríamos a resina como **entrada** principal do produto e, em um processo ininterrupto, no final teríamos a **garrafinha pronta**.

4° Princípio: Assim como no terceiro princípio, para atender a produção puxada, a **PET Ltda.** mantém um canal de comunicação muito **ativo** com o cliente, produzindo apenas o necessário e requisitado pelo seu consumidor.

5° Princípio: Por fim, tratando de **melhoria contínua**, podemos sempre analisar nosso produto e nossos **processos** para buscarmos oportunidades de melhoria.

CONCEITOS DO MFV

Agora que temos o conhecimento dos 5 princípios do Lean, que são amplamente utilizados no Mapeamento de Fluxo de Valor, vamos ao que interessa!

O que é, de fato, o MFV?

O MFV é uma ferramenta que auxilia a **visão completa** de todo o sistema, demonstrando a interação entre os processos e, assim, identificando-se as causas de **desperdício**, inicia-se a criação de um **mapa do estado atual**, que documenta o processo como ele é atualmente executado. Esse mapa destaca todas as atividades, tempos de ciclo, estoques e pontos de espera.

O que queremos dizer por mapeamento do fluxo de valor é simples: **siga a trilha da produção de um produto**, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhe uma **representação visual** de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formule um conjunto de questões chave e desenhe um mapa do "**estado futuro**" de como o valor deveria fluir².

E pra quê eu uso um MFV?

O MFV é utilizado para identificar **um fluxo de material, informação ou processo**, a fim de **mapear os desperdícios** e, assim, reduzir custos e melhorar

a eficiência dos processos da empresa. Existem muitos **fatores positivos** para utilizar um MFV, sendo eles:

1. Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, você pode **enxergar o fluxo**.
2. Mapear ajuda a identificar as **fontes de desperdício** no fluxo de valor.
3. Fornece uma **linguagem comum** e torna as decisões sobre o fluxo visíveis.
4. Junta **conceitos e técnicas enxutas** e forma uma base de um plano para implementação de melhoria.
5. Mostra a **relação** entre o fluxo de informação e o fluxo de material.
6. O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa com a qual você **descreve em detalhe** como a sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo.

Qual a diferença entre Fluxo de Material e de Informação?

O fluxo de material é a **movimentação e transporte dos produtos** entre os armazéns, estoques, processos produtivos e afins, e o fluxo de informação diz respeito à **transmissão de informação** do que será fabricado e quais processos serão necessários, e eles são **dois lados de uma mesma moeda**, você deve conhecer ambos.

O que é Takt-time?

O Takt-time é definido como o **tempo disponível** para a produção dividido pela **demanda** do cliente. Ele é usado para determinar a **taxa** na qual os produtos ou serviços devem ser produzidos para atender à demanda do cliente de maneira **eficiente**, evitando desperdícios e garantindo que os produtos estejam disponíveis quando os clientes precisam.

O que é Lead-time?

O Lead-time é a quantidade total de tempo necessária para que um item atravessasse **todo o processo**, desde o início até a entrega ao cliente. O

mapeamento de fluxo de valor visa reduzir o lead-time, eliminando atividades que não agregam valor.

O que é Tempo de agregação de valor?

O Tempo de agregação de valor é o tempo dos elementos de trabalho que **efetivamente transformam** o produto de uma maneira que o cliente está disposto a pagar.

O que é Tempo de ciclo?

A frequência com que uma peça ou produto é **realmente completada** em um processo, cronometrada como observado. Também, o tempo que um operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho **antes de repeti-los**.

O que é o Mapa do Estado Futuro?

O Mapa de Estado Futuro será o que representa como o processo deve funcionar **após a implementação de melhorias**. O estado futuro é projetado para eliminar desperdícios, reduzir o tempo de ciclo e melhorar a eficiência.

Como chegar no Mapa do Estado Futuro?

O mapeamento do fluxo de valor utiliza **métricas e indicadores** para avaliar o desempenho do processo e medir o **progresso** na redução de desperdícios e melhoria do fluxo de valor.

MFV vs MP

E por quê utilizar um **Mapeamento do Fluxo de Valor** e não um **Mapeamento de Processos**? A ideia geral por trás de um Mapeamento de Processos é definir o fluxo de trabalho através de um **fluxograma**, e um MFV serve para **todos os processos** da empresa, desde o contato com fornecedor até a saída do produto acabado, para o cálculo de estoques intermediários, do *takt-time*, tempo de ciclo, etc...

COMO FAZER UM MFV

Agora que você conhece o objetivo do MFV e seus principais conceitos e características, é hora de partirmos para o **propósito central** dessa apostila: aprender, **na prática, como mapear um fluxo de valor**.

Para isso, é essencial lembrarmos que o objetivo aqui **não** é mapear em si, mas sim utilizar dessa ferramenta para **agregar valor ao fluxo** de produção referente. Com isso em mente, você estará cultivando um **olhar crítico** sobre seus processos, amplificando a ação da **melhoria contínua** para além dos momentos formais de mapeamento.

Em outras palavras, não podemos cair na tendência de **apenas** desenhar o estado atual da produção, pois isso nos fornece nada mais que uma melhor visualização do fluxo e dos processos. O objetivo é **analisar** esse mapa, encontrar **pontos de melhoria** e redesenhá-lo como um **estado futuro**, repetindo tal sequência **continuamente**.

Mais especificamente, os **passos** que compõem um MFV podem ser divididos em:

1. **Pré-MFV** (definição da família de produtos e do gerente de fluxo de valor);
2. **Desenho do estado atual**;
3. **Desenho do estado futuro**;
4. **Plano de trabalho e implementação**.

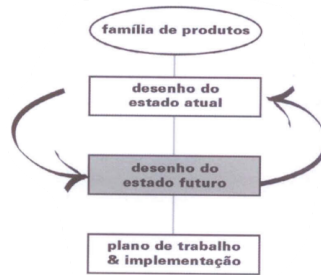


Figura 1: representação das etapas de um MFV.

Note que as **setas** entre os desenhos do estado atual e do estado futuro formam um **ciclo**, o que indica que essas duas atividades devem ser realizadas **simultaneamente**. Você perceberá pontos pertinentes a serem adicionados no mapa do estado futuro enquanto desenha o estado atual, da mesma forma que informações importantes serão evidenciadas no estado atual à medida que você desenha o estado futuro.

Considerando todo o exposto, a prática **sistemática** do MFV se dá como um passo importante para aplicá-lo **instintivamente**, e é por esse motivo que, ao longo das próximas páginas, estaremos desenhando um mapeamento sob um contexto **realista** e por meio de passos bem definidos e **replicáveis**.

PRÉ-MFV

Algumas **variáveis** intrínsecas a cada MFV devem ser bem **definidas** antes de se partir para os desenhos em si, de forma que o **escopo** do mapeamento esteja **claro** e os **esforços** possam ser bem **aproveitados**.

Primeiro, você deve identificar a **família de produtos** sobre a qual irá realizar seu MFV, pois seus consumidores **não** se importam com **todos** os itens que são produzidos em sua fábrica. Após isso, é necessário designar o **gerente de fluxo de valor**, o qual será responsável por **visualizar** os processos como um todo, **transpondo** as **fronteiras** de departamentos e setores da empresa para aplicar o **kaizen** em **todo** o fluxo de valor.

FAMÍLIA DE PRODUTOS

Uma **família de produtos** pode ser definida como um conjunto de produtos que passam por **processos semelhantes** por meio de **equipamentos em comum**.

Como seu **cliente** está preocupado **apenas** com aquilo que consome, você **não** quer despendar **esforços** mapeando produtos **alheios** ao interesse daquele cliente específico. Portanto, é nesse momento que construímos uma **matriz produtos x processos**, na qual vamos marcando por quais processos cada produto passa. Dessa forma, podemos **visualizar melhor** quais desses produtos constituem uma **família**, ou seja, têm a maioria dos **processos em comum** e, conseqüentemente, chegam a **clientes semelhantes**.

		ETAPAS DE FABRICAÇÃO			
		Trefilação de Vergalhão	Laminação	Trefilação Retangular	Encapamento
PRODUTOS	FAMÍLIA 1 34 Itens (13,5% da demanda)	X	X		X
	FAMÍLIA 2 33 Itens (40% da demanda)		X	X	X
	FAMÍLIA 3 86 Itens (46,5% da demanda)		X		X

Figura 2: Matriz para identificação de famílias de produtos.

No exemplo acima, proveniente de uma **aplicação real** em uma fábrica de fios de cobre e alumínio², os **itens semelhantes** já foram agrupados em famílias de produtos, com destaque para a escolhida para o mapeamento. Note que foi explicitado o **número de itens** e a **demand**a correspondente a cada família, o que auxilia na avaliação da **importância** de cada uma à empresa.

GERENTE DE FLUXO DE VALOR

Após definir a sua família de produtos, é hora de encontrar um **gerente** para atuar em seu MFV.

Como o mapeamento compreende desde os fornecedores até o cliente, e dentro disso está a **fábrica porta-a-porta**, o fluxo de valor atravessa os diversos departamentos e funções da empresa. Com isso, cada área de processos (na **maioria esmagadora** dos casos) opera com um olhar à **otimização interna**, sem considerar a **perspectiva geral** do fluxo de valor.

E é para evitar esse cenário que nomeamos um **gerente de fluxo de valor**, o qual **transpassa** as unidades produtivas e se reporta ao colaborador com **maior autoridade** em cada uma delas, visando assim à **efetivação** de suas ideias de melhorias.

Algumas das responsabilidades de um gerente de fluxo de valor são:

- **Gerenciar a implementação das melhorias:** fazê-la uma prioridade máxima, planejá-la, monitorá-la, analisá-la, mantê-la, atualizá-la e comunicá-la ao líder de cada área;
- **Apresentar perfil proativo:** garantir as mudanças interdepartamentais, liderar a elaboração dos mapas, checar os fluxos diária ou semanalmente e incentivar o foco no resultado e a “mão na massa”.

Seguindo o mesmo raciocínio, **evite** designar um MFV para cada gerente de área e depois “costurá-los”. Além disso, você não deve mapear sua empresa, mas sim os **fluxos dos produtos** dela.

MAPA DO ESTADO ATUAL

Agora que já passamos por algumas definições necessárias ao período pré-MFV, o **primeiro passo** do MFV em si é mapear o **estado atual da produção**. Para isso, restringimos o desenho à fábrica em questão (**porta-a-porta**) e **generalizamos os processos** em algo como “montagem” ou “usinagem”, e não cada etapa específica de processamento.

Por meio de **símbolos** (que serão explicados à medida que fazemos nosso mapa), vamos representando os processos e fluxos até que **enxerguemos todo o fluxo de valor** na fábrica. Após isso é que você pode **detalhar cada processo** ou mesmo ampliar o mapa para **incluir outras plantas**.

DICAS

Existe uma série de **recomendações** e **boas práticas** para o mapeamento do estado atual, como você pode ver a seguir:

- **Faça uma caminhada rápida:** para se ter uma noção inicial dos processos e sua sequência, passe por todo o fluxo porta-a-porta e anote as principais informações;
- **Comece pelo final:** adote o fluxo inverso na inspeção, começando pela expedição até chegar ao recebimento de materiais. Assim, você entenderá o ritmo ideal da produção ao observar os processos mais próximos do consumidor antes;
- **Foque no cliente:** seguindo a mesma linha de raciocínio do ponto anterior, lembre-se que toda melhoria de fluxo de valor deve ser vantajosa ao cliente; caso contrário, não invista esforços na mesma, uma vez que não haverá retornos;
- **Evite a segregação do trabalho:** o objetivo aqui é entender o fluxo de valor por inteiro, então é essencial que você realize todo o mapeamento, mesmo que seja um retrabalho;

- **Faça suas próprias medições:** apesar de convivermos com automações cada vez mais avançadas, esses números coletados, muitas vezes, distorcem da realidade. Portanto, leve seu próprio cronômetro e faça suas próprias medições.

MAPEAMENTO

O **primeiro passo** na construção de nosso mapa do estado atual é **identificar o cliente** de nossa família de produtos. Como vimos anteriormente, o mapeamento deve se preocupar, principalmente, com as **demandas do consumidor**. Portanto, essa etapa se faz de **suma importância** na tarefa de elaborar um bom mapa do estado atual.

No nosso caso, a PET Ltda. tem como **cliente único a UFSC**, então, no **canto superior direito** de nosso desenho, colocamos o ícone padrão de cliente com sua descrição. Além dele, inserimos uma **caixa de dados** abaixo para quantificar as **necessidades da UFSC**.

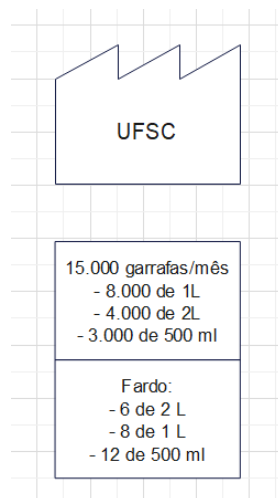


Figura 3: Identificação do cliente e suas necessidades no mapa do estado atual.

O **segundo passo** é desenhar os **processos** de produção por meio de **caixas de processos**. Aqui, não precisamos (nem devemos) utilizar uma caixa para cada etapa individual do processo, mas sim para cada **área de fluxo de material**.

No caso da PET Ltda., iremos representar o processo de secagem, por exemplo, como uma caixa de processo apenas, pois não há um estoque acumulando e sendo movido em lotes entre suas etapas. Por outro lado, isso ocorre entre a própria secagem e a alimentação, por exemplo.

Os **processos da PET Ltda.** são, em ordem:

1. **Secagem:** a resina recebida absorve água enquanto está armazenada, então desidrata-se o material para não prejudicar suas propriedades;
2. **Alimentação:** uma vez seca, a resina recebe aditivos que conferem traços desejados ao material (como cor e proteção à radiação ultravioleta, por exemplo);
3. **Plastificação:** aqui, a resina é derretida para poder ser injetada;
4. **Injeção:** a resina é transferida para o molde preformas, onde resfria e adquire um formato padrão, que depois será diferenciado em cada garrafa;
5. **Condicionamento:** aquece-se certas partes da preforma de acordo com a garrafa a ser produzida, preparando-a para a próxima etapa;
6. **Sopro:** insere-se a preforma no molde do sopro, cuja cavidade tem a forma final da embalagem, e injeta-se o ar para moldá-la;
7. **Ejeção:** finalmente, retira-se a embalagem pronta para ser distribuída.

Além das caixas de processo, desenhamos uma **caixa de dados** abaixo de cada um deles. O objetivo é incluir, nesse campo, apenas **métricas úteis** à construção do mapa do estado futuro, as quais você saberá mais intuitivamente à medida que for realizando esses mapeamentos.

Como você já aprendeu no capítulo intitulado “Introdução ao MFV” os principais **dados dos processos**, aqui vamos atribuir os pertinentes aos processos da **PET Ltda.**

Além disso, todo fluxo de material apresenta pontos onde há certo **acúmulo de estoque**. Para representá-los, utilizamos **triângulos de advertência** com a letra “E” acompanhados da quantidade de material parado ali.

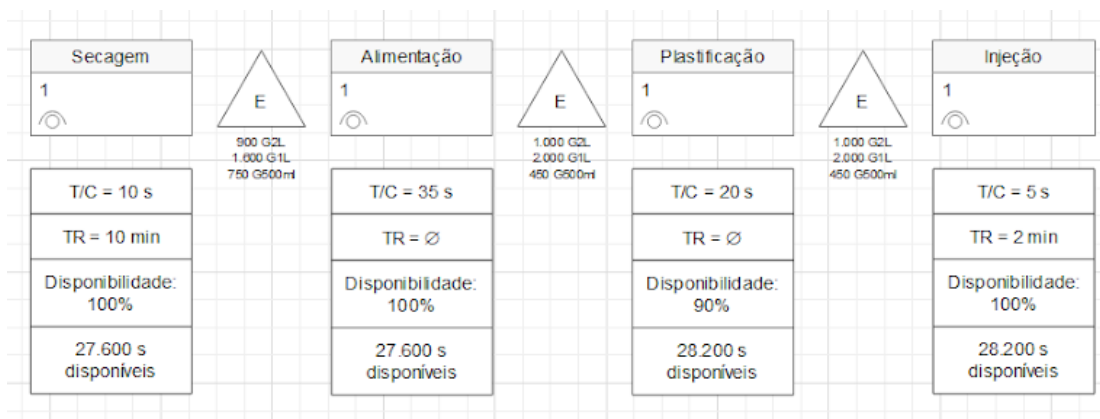


Figura 4: representação dos processos da PET no estado atual.

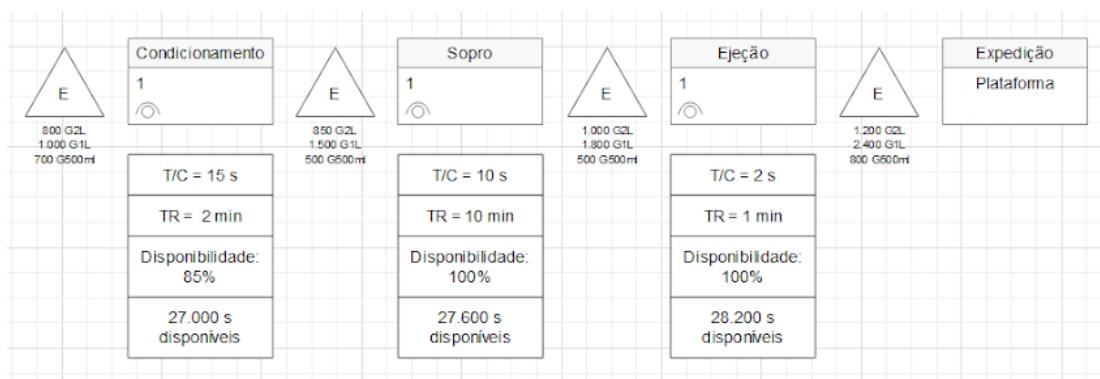


Figura 5: representação dos processos da PET no estado atual.

Após essa etapa, mostramos os **fluxos de materiais** que entram e saem da fábrica, ou seja, a chegada de matérias-primas do **fornecedor** (a produtora de resinas **Resep**, no caso) e o envio de produtos acabados ao **cliente**. Aqui, especificamos os modais de **transporte**, as **quantidades** movimentadas e a **frequência** dos pedidos.

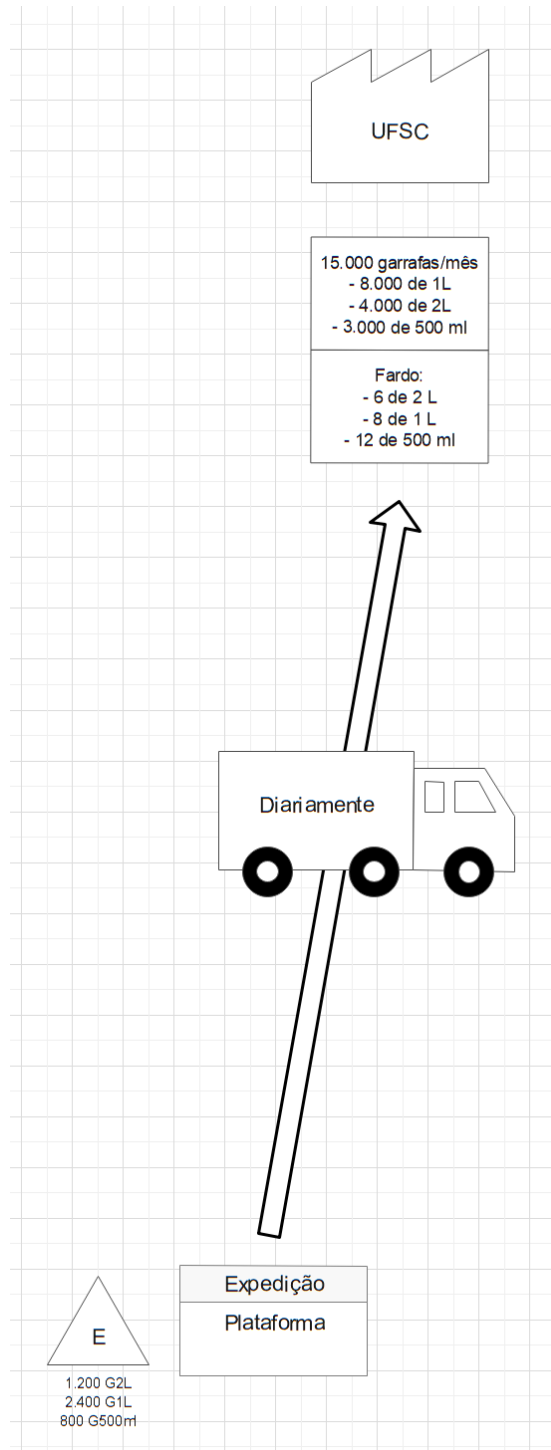


Figura 6: Representação do envio dos produtos acabados ao cliente.

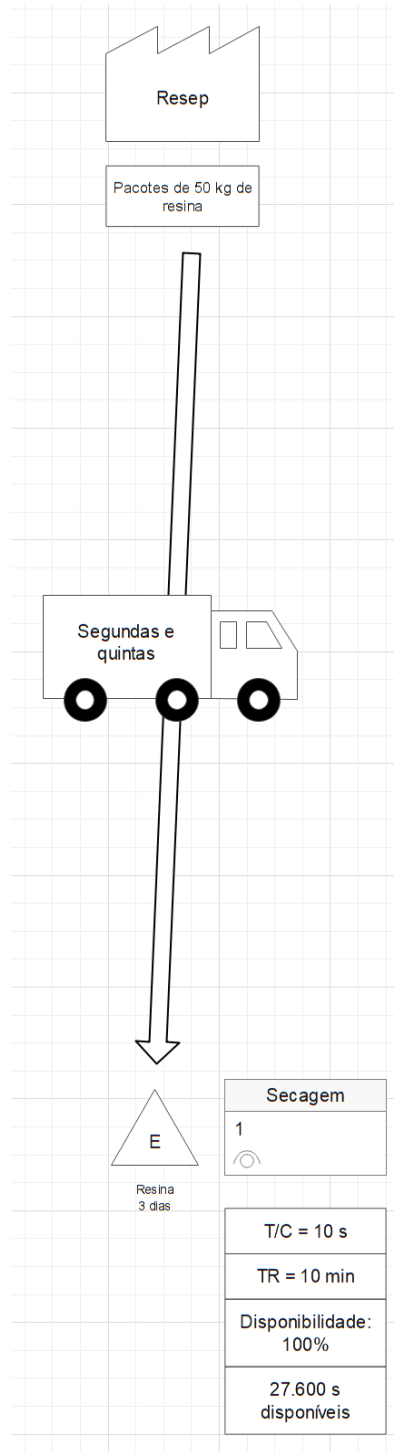


Figura 7: Representação da chegada da matéria-prima do fornecedor.

Aí você pode se perguntar: como a PET sabe **o quanto** produzir em cada processo e em **qual momento**? É aí que entra o **fluxo de informação**, o qual é representado por uma **seta estreita** que conta com uma **caixa pequena** que o descreve.

Na parte de cima do mapa, onde se encontram o **cliente**, o **fornecedor** e o **Planejamento e Controle da Produção (PCP)**, os fluxos de informação partem **da direita para a esquerda**, diferenciando-se em **previsões** de demanda (médio prazo) e **pedidos** em si (curto prazo).

Nesse contexto, o PCP tem a função principal de **programar a produção**, ou seja, enviar **ordens de produção** para cada um dos postos de trabalho (**processos**). No contexto da **PET** (e em muitos casos), esses processos funcionam de forma **“empurrada”**, a qual se caracteriza pela produção **independente** das necessidades do processo seguinte, com a tentativa de **adivinhar** suas demandas futuras.

Vale-se destacar que essa estratégia, geralmente, acaba **atrapalhando** a implementação de um **fluxo de trabalho regular**, pois as programações mudam rapidamente e raramente a produção a segue à risca. Assim, cada processo gera lotes de acordo com sua **perspectiva própria**, e não de forma **integrada** com toda a produção, acumulando **estoque** desnecessário.

No contexto da **produção empurrada**, a simbologia utilizada entre um processo e outro se dá por uma **seta** listrada, como você pode ver na próxima página.

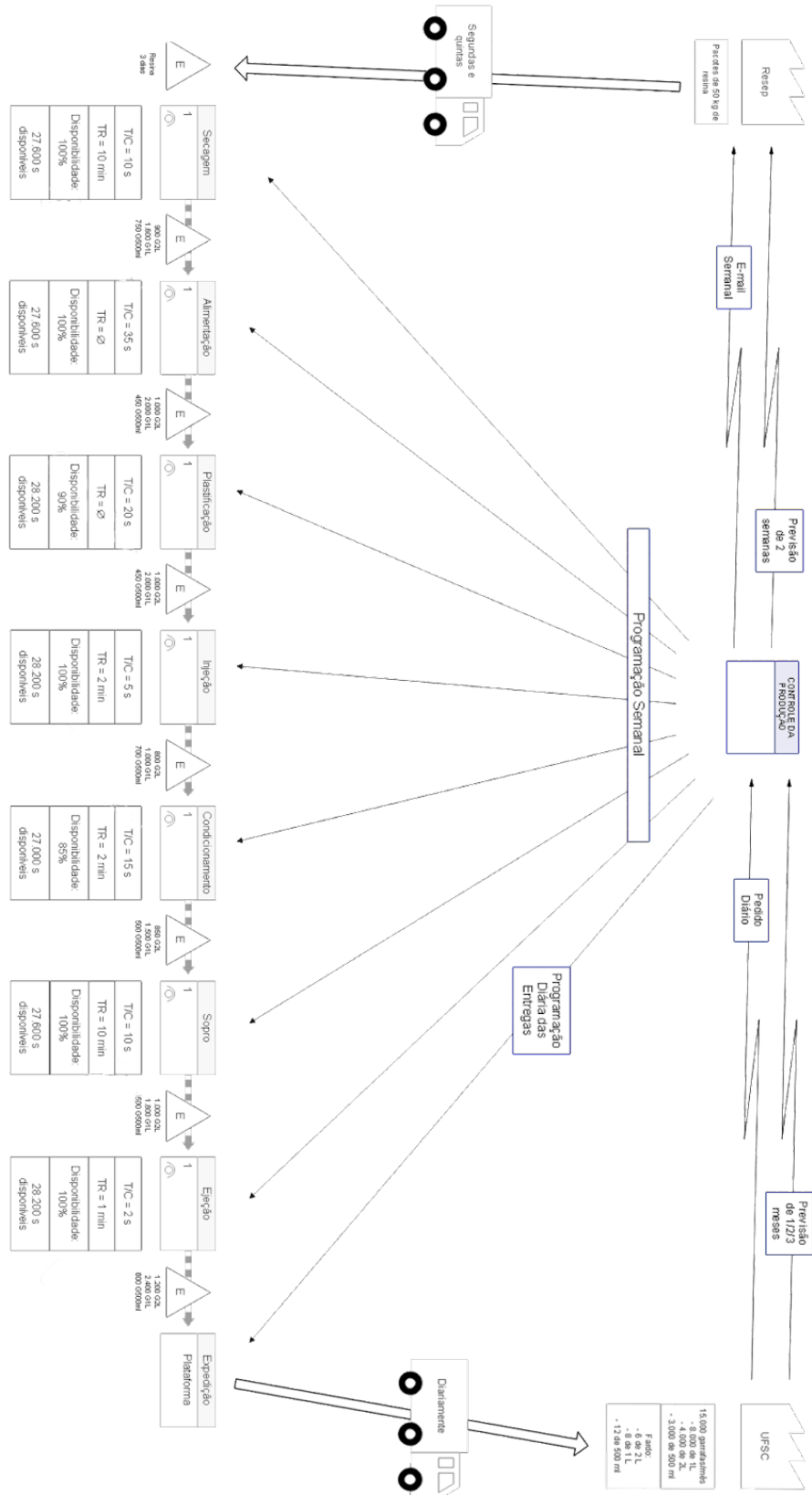


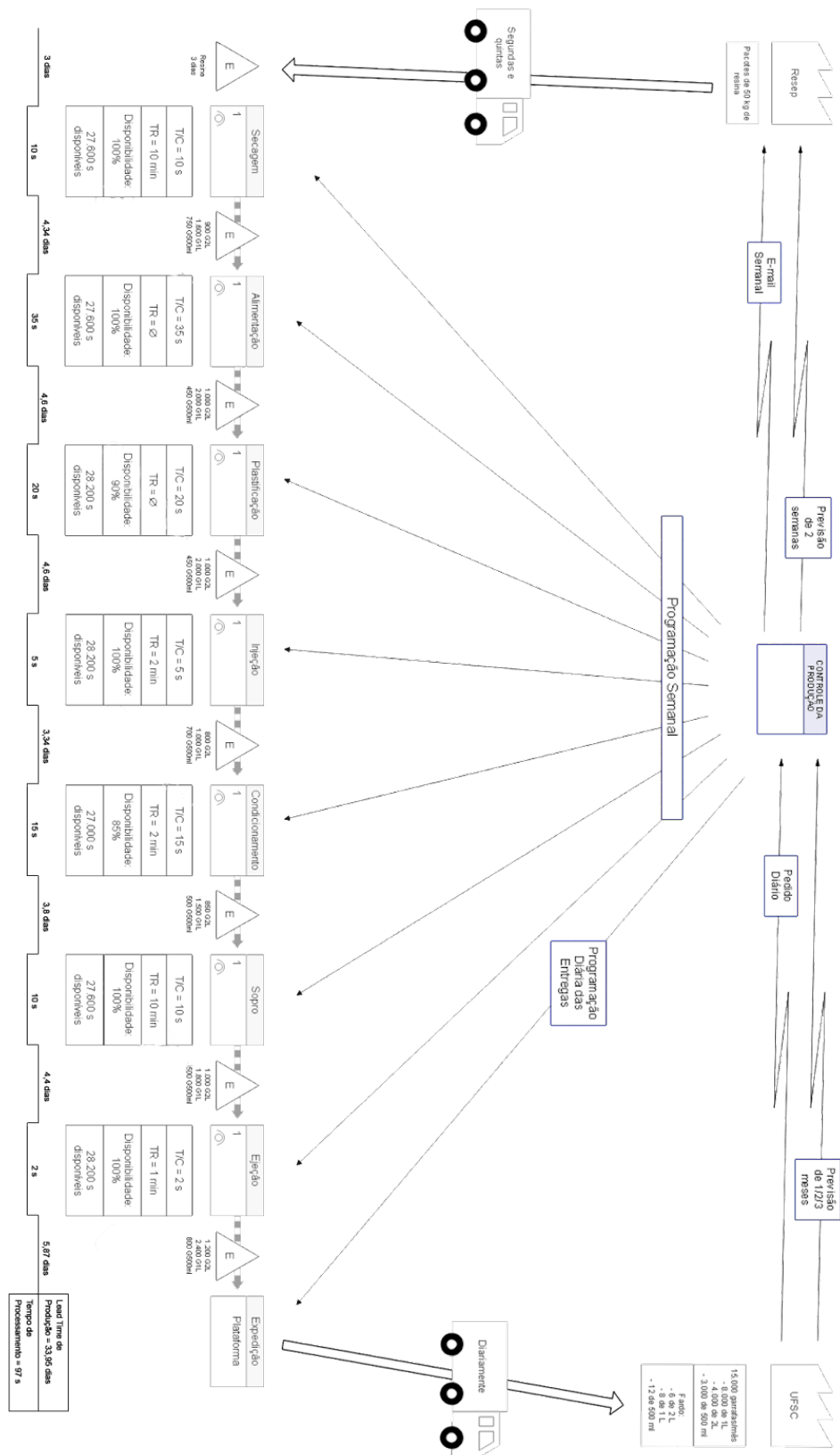
Figura 8: Mapa do estado atual com PCP, processos, cliente e fornecedor.

Agora, sim, com um mapa quase completo, você consegue **visualizar melhor** seus fluxos, especificamente um **fluxo de produto físico** da esquerda para a direita, na parte inferior, e um **fluxo de informação** da direita para a esquerda, na parte superior.

Agora, o próximo passo é trazer ao nosso mapa os **dados** que coletamos no **chão de fábrica** (takt-time, lead-time, tempo de ciclo, etc.), resumindo assim as condições do nosso fluxo atual. Para isso, vamos desenhar uma linha do tempo abaixo dos processos, a qual irá representar o **lead-time** de produção.

Em cada processo, o lead-time será dado pela divisão da **quantidade em estoque** pelo **pedido diário** do cliente. Ao final, somamos todos os lead-times para chegar ao **tempo total** entre a chegada da matéria-prima de um produto e a sua expedição.

Agora, especifique também os **tempos de processamento** (agregação de valor) de cada processo no fluxo, somando-os ao final. Com isso, temos todo nosso **mapa do estado atual** construído e completo, como você vê abaixo.



Enfim, temos nosso mapa do estado atual **completo**! A esse ponto, você pode estar já enxergando algumas áreas de **superprodução**. Porém, esse mapa é inútil se você não usá-lo rapidamente como insumo para **redesenhar seu fluxo** em um **mapa do estado futuro**, aplicando melhorias e eliminando desperdícios. E é isso que iremos fazer no próximo capítulo.

MAPA DO ESTADO FUTURO

Agora com nosso mapa do estado atual em mãos, nosso objetivo é tornar o **fluxo de valor** o mais **enxuto** possível, ou seja, fazer com que cada processo produza **apenas** o que os clientes **precisam** e **quando** precisam.

Para isso, felizmente, já existe uma série de **perguntas** que você deve fazer a si mesmo para descobrir ideias de **melhorias** em seu mapa, as quais iremos discorrer a seguir com relação à **PET Ltda.**

1. Qual é o takt time da família de produtos?

A PET funciona em 2 turnos de 4 horas cada, o que resulta em **28.800 segundos** de trabalho por dia. Como a demanda do cliente é de 15.000 garrafas por mês, ou seja, **750 por dia** (são 20 dias de trabalho), dividimos aquele por esse e chegamos a um **takt time** de **38,4 segundos**.

Isso significa que a PET precisa produzir **1 garrafa** a cada **38,4 segundos** para **atender a demanda** da UFSC (seu cliente). Esse número **não** inclui paradas de máquina, por exemplo, então deve ser cautelosamente visto pela empresa, uma vez que é uma **referência** definida pelo **cliente**.

2. A PET deveria produzir garrafas para um supermercado de produtos ou diretamente para a expedição?

A PET considera a **demand**a da UFSC flutuante e **imprevisível**, então prefere, num primeiro momento, implementar um **supermercado** de produtos acabados - o objetivo é se aproximar da produção direta para expedição gradualmente.

Nesse modelo de supermercado, cada produto acabado possui um **kanban de produção**, que é enviado de volta pela expedição ao **Controle da Produção** assim que a mesma retira o produto.

Exemplo: Montando para um Supermercado
O supermercado programa a montagem (opção da ABC)



Exemplo: Montando diretamente para a Expedição
O Controle da Produção programa a montagem

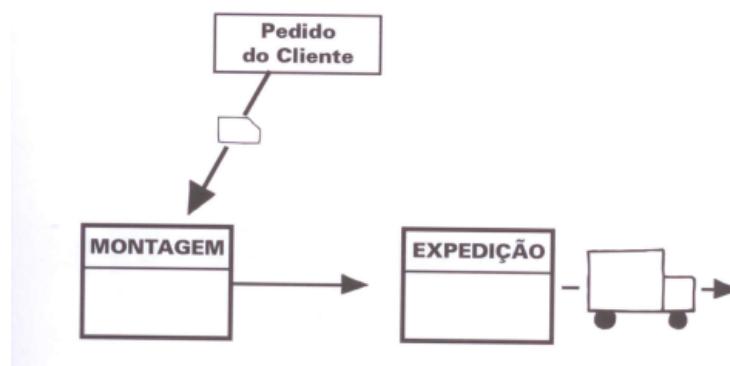


Figura 10: Diferença entre produzir diretamente para a expedição e para um supermercado em uma fábrica montadora.

3. Onde a PET pode introduzir fluxo contínuo?

O gráfico abaixo ilustra os **tempos de ciclo** de cada processo atual da PET. Considerando que os processos de alimentação, plastificação e injeção compõem a **etapa de preparo** do material, é viável juntá-los em um fluxo contínuo, assim como os processos de condicionamento, sopro e ejeção (**etapa de consolidação**). Apenas o processo de **secagem**

ficaria isolado no início da produção, abastecendo os processos seguintes por meio de um **supermercado**.

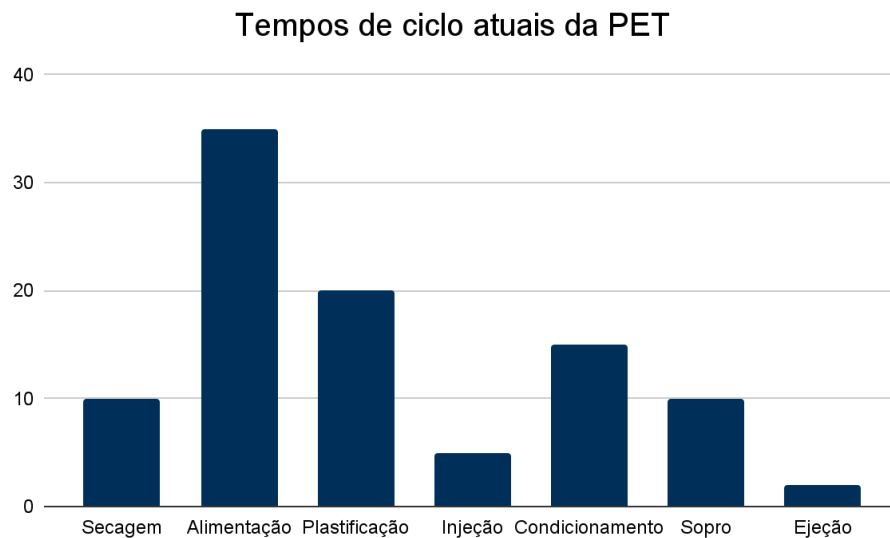


Figura 11: Tempos de ciclo atuais da PET.

Dessa forma, e tomando o enfoque **enxuto** como base, esses seis processos (todos menos a secagem) devem ser dispostos **fisicamente próximos** (arranjo celular) de tal maneira que os operadores passem as peças de uma etapa a outra de maneira **ágil**.

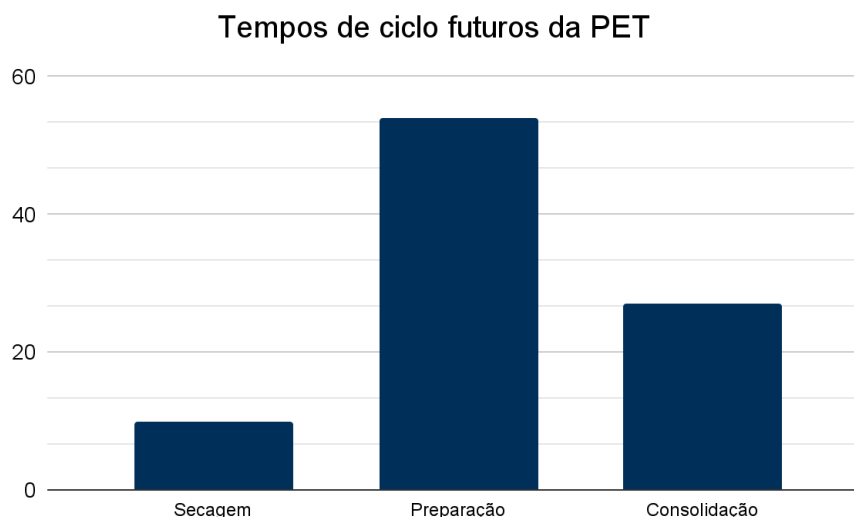


Figura 12: Tempos de ciclo futuros da PET.

Nesse contexto, chamamos de “**conteúdo de trabalho do operador**” o resultado da divisão do **tempo total de processamento** (97 segundos) pelo **takt time** (38,4 segundos). Porém, como agrupamos alguns processos, podemos estimar uma **redução** nos tempos de ciclo de cada processo, o que resulta em um tempo total de processamento de **91 segundos**.

Portanto, agora, sim, dividindo o tempo de processamento pelo takt time, chegamos ao valor de **2,37 trabalhadores** necessários em um **fluxo contínuo** na PET. Assim, ao manter **3** operadores, estaríamos **subutilizando-os**, então precisamos realizar algum **kaizen de processo** para reduzir o tempo de ciclo dos mesmos até chegarmos em cerca de **35 segundos** de trabalho de cada operador (70 segundos de processamento). Dessa forma, conseguiríamos rodar a linha de produção com apenas **2 trabalhadores**.

4. Onde a PET precisará introduzir o sistema puxado com supermercado?

Como vimos na questão 2, a PET irá implementar um **supermercado de produtos acabados** ao **final** da produção. Além desse, serão necessários outros **3**, sendo um **antes** de cada macroprocesso, pois a PET ainda não confia 100% em sua capacidade de manter um **fluxo contínuo**, preferindo **gradualmente** se aproximar dele.

No **início** de cada processo, o operador utiliza os materiais do último processo que se localizam em uma **caixa** (de, por exemplo, 20 garrafas). Quando ele retira a **primeira** peça dessa caixa, o movimentador de materiais pega o **kanban de retirada** dali para buscar mais uma caixa no supermercado. Ao fazer isso, envia o **kanban de produção** ao **processo anterior**, que começa a produzir mais um lote.

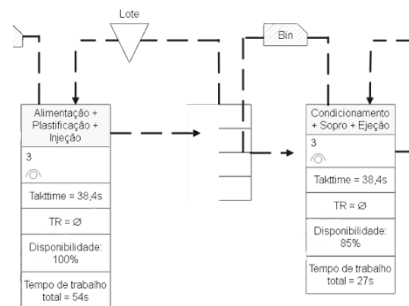


Figura 13: Supermercado entre 2 processos da PET.

Da mesma forma, quando o processo de **secagem** retira um lote de **resina** do supermercado, um **kanban de retirada** é enviado ao **controle da produção**, que pede mais **matéria-prima** ao fornecedor. Além disso, o **controle** pode enviar esse kanban (com a **data programada** de recebimento) à doca de recebimento, que assim pode verificar se as **entregas** vêm acontecendo normalmente.

Aliás, como forma de **reflexão** acima do que fizemos até agora, você vê, abaixo, uma **comparação** entre as **métricas** da produção entre o **estado atual** e o **estado futuro** (segunda e terceira linhas representam, respectivamente, o estado atual e o estado futuro).

Resina	Peças Secas	Estoque em Preparação	Estoque em Consolidação	Produtos Acabados	Lead Time de Produção	Total de Giros do Estoque
3 dias	3 dias	15,54 dias	11,54 dias	5,87 dias	33,95 dias	5,6
1,5 dia	1,5 dia	2 dias	2 dias	3 dias	8,5 dias	22,4

5. Qual o único ponto da cadeia (processo puxador) que a PET deveria programar?

Na PET Ltda., o **processo puxador**, como você vê na representação abaixo, é o de **consolidação** (o último antes da expedição). Com isso, não podemos programar os processos anteriores, pois eles devem estar em **fluxo**, sendo puxados pelo processo de consolidação.

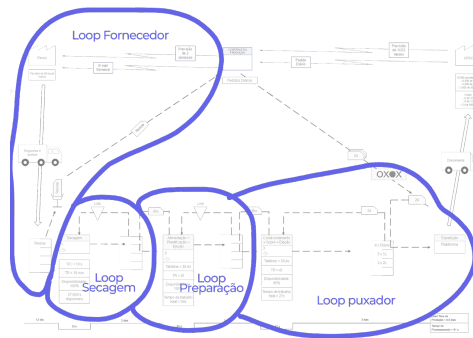


Figura 14: Loops de produção da PET.

6. Como a PET deveria nivelar o mix de produção no processo puxador?

Conforme a perspectiva do fluxo de valor, sabemos que produzir grandes lotes do mesmo produto pode agravar uma série de problemas, possuir um supermercado de garrafas pronto para enfrentar aumentos repentinos de demanda significa manter mais garrafas estocadas no supermercado, causando todos os **desperdícios** associados ao **excesso de produção**.

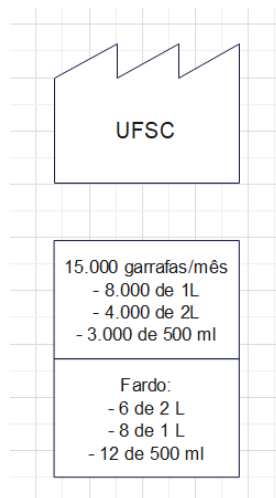


Figura 15: Demanda mensal da UFSC e tamanho dos fardos.

São **24 garrafas** que formam uma **bandeja** e os clientes só podem pedir **múltiplos** das bandejas. Calculando as demandas diárias das garrafas de 1 litro, temos: $8.000 \text{ (Qtde. mensal)} / 20 \text{ (dias de trabalho)} = 400 \text{ garrafas/dia}$. Assim, $400 / 24 \text{ (garrafas/bandeja)} = \mathbf{17 \text{ (bandejas 1L)/ dia}}$. Análogamente, encontramos **9 (bandejas 2L)/dia** e **7 (bandejas 500ml)/ dia**.

Como cada bandeja é um kanban de produção, temos **33 kanbans** por dia. Se não houver cuidado com o **nivelamento** da produção, esses 33 kanbans podem ser enviados à célula produtiva como **apenas um lote**, se configurando como abaixo.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Na perspectiva das etapas de produção, isto **parece** fazer sentido porque minimiza o número de trocas e limpezas nos dispositivos de secagem e preparação, porém conflita com a perspectiva de fluxo por gerar **desperdícios** associados ao **excesso de produção**.

Com o mix **nivelado da forma correta** haverá tempo para **reabastecer** o que foi retirado, **sem a necessidade de tanto estoque** no supermercado. O mix de produção de bandejas nivelado se pareceria com isto.

1	1	2	5	1	1	2	5	1	1	2	5	1	1	2	5	1	2	1	5	1	1	2	5	1	1	2	5	1	1	2	2	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Abaixo, estão alguns dos benefícios gerados pelo nível de produção balanceado.

- **Estabilidade:** proporciona estabilidade na produção ao **equilibrar** a carga de trabalho entre diferentes produtos ou serviços. Isso ajuda a evitar picos e vales na demanda de produção, garantindo um fluxo de trabalho mais **previsível**.
- **Eficiência:** um mix de produção nivelado permite operações mais **suaves**, reduzindo a probabilidade de **gargalos** ou sobrecargas em áreas específicas da produção. Essa eficiência frequentemente leva a **economias de custo** ao otimizar a utilização de recursos.
- **Flexibilidade:** ao ter um mix equilibrado, o sistema se torna mais **adaptável** a mudanças na demanda do cliente ou em mudanças no mercado. Torna-se mais fácil responder a flutuações sem grandes reformulações nas configurações de produção.

7. Qual incremento constante de trabalho a PET Ltda. deveria liberar e retirar do processo puxador?

Um **incremento natural** de trabalho na célula de consolidação é o takt time de 38,4 segundos x 24 peças por bandeja = **15 minutos e 20 segundos**. Este é o pitch do suporte de garrafas.

O que esse pitch significa é que a PET Ltda. terá uma **liberação** sincronizada das instruções de trabalho e uma **retirada** sincronizada de produtos acabados na célula de consolidação.

8. Quais melhorias de processo serão necessárias para o fluxo de valor da PET funcionar como está descrito no mapa do estado futuro?

Para viabilizar o fluxo de material e informação do estado futuro da PET, serão necessárias algumas **melhorias** aos processos:

- Reduzir os **tempos de troca** do loop de secagem, que atualmente se encontram em 10 minutos, permitindo um atendimento mais **ágil** das demandas dos processos seguintes; e
- Reduzir o **tempo de processamento** a 70 segundos, como falado anteriormente, para ser viável a utilização de apenas **2 operadores** na linha de produção (35 de segundos de trabalho para cada).

Agora que passamos por todas as questões necessárias à identificação de oportunidades de melhoria ao fluxo da PET, temos nosso **mapa do estado futuro** baseado nas respostas elaboradas, como segue abaixo.

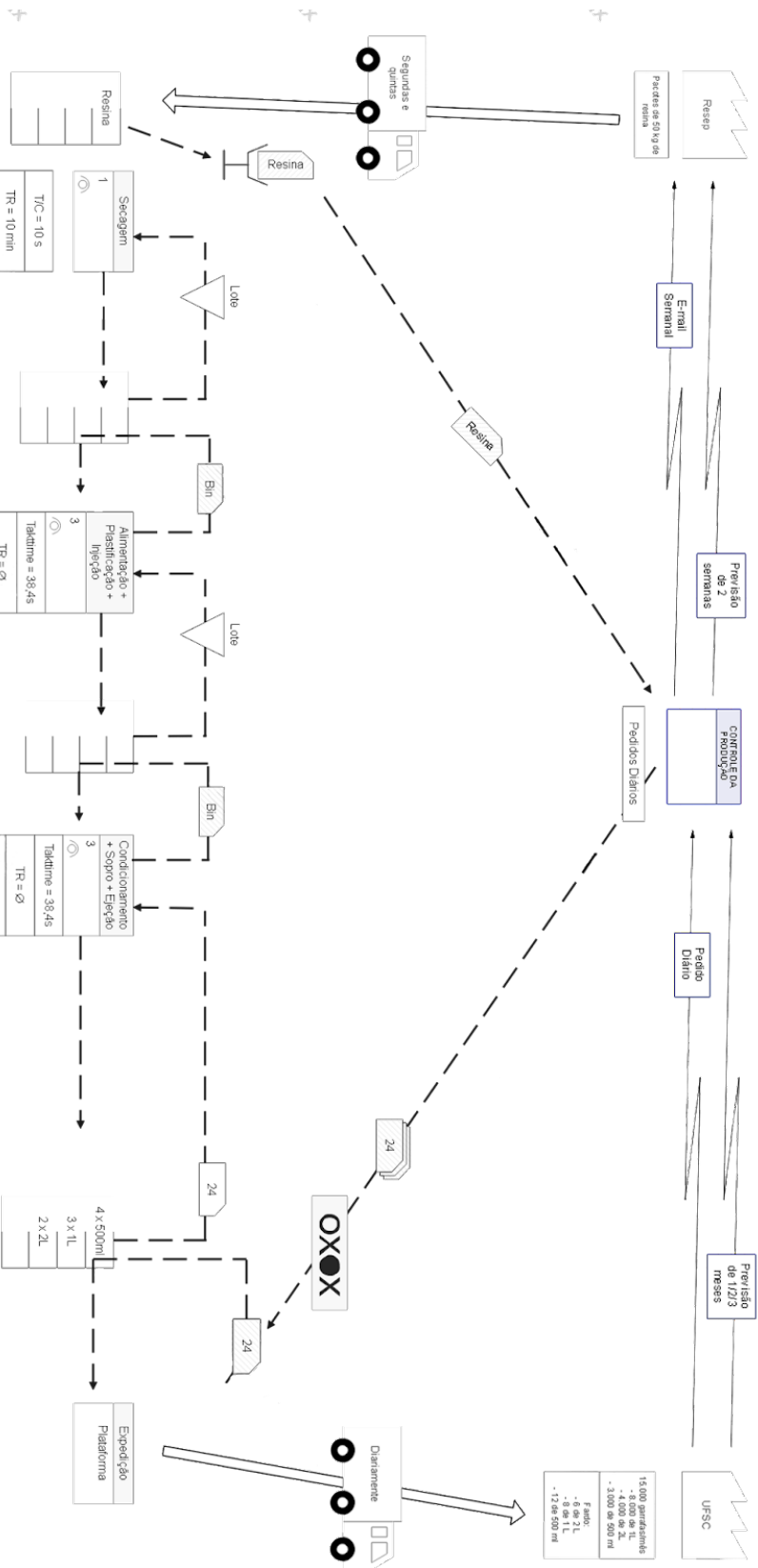


Figura 16: Mapa do estado futuro final.

CONCLUSÃO

Nessa apostila, ressaltamos a importância do **ciclo contínuo** de transformar o futuro em presente na administração organizacional, especialmente em termos de fornecer produtos ou **soluções** aos clientes. Enfatizamos a necessidade de **eliminar desperdícios** em cada ciclo para manter um processo eficiente. Embora tenhamos nos concentrado nos aspectos técnicos da implementação de um fluxo de valor enxuto, é necessário que as mudanças técnicas também exijam ajustes nas relações humanas e nas **práticas de gestão**, juntamente com a importância do respeito pelas pessoas no processo, mas alerta contra a resistência a mudanças nos antigos hábitos. A implementação bem-sucedida do fluxo de valor enxuto é vista como um **esforço conjunto** de administradores e colaboradores, trazendo benefícios como maior competitividade, melhor ambiente de trabalho e **satisfação do cliente**, encorajando a identificação e o desenvolvimento de fluxos de valor adequados a cada negócio, utilizando mapas de fluxo de valor como ferramenta visual.

Esperamos que você, leitor, tenha conseguido tirar bom proveito desse material e aumentado, por menor que seja, seu conhecimento em **Mapeamento de Fluxo de Valor e Lean**, de forma geral. Caso tenha interesse no assunto e deseje aprender mais sobre, recomendamos a leitura de uma das referências utilizadas nesse material, o livro **“Aprendendo a Enxergar”**, de Mike Rother e John Shook. Agradecemos a leitura e bons estudos!

REFERÊNCIAS

- 1) WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.** Nova York: Free Press, 2003.
- 2) ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar : mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício : manual de trabalho de uma ferramenta enxuta.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.
- 3) SANTOS, L. GOHR, C. SANTOS, E. Aplicação do Mapeamento do Fluxo do Valor para a Implantação da Produção Enxuta na Fabricação de Fios de Cobre. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 07, n. 04, p. 118-139, 2011.