# LEAN MANUFACTURING

AULA 1

Prof. Roberto Pansonato

## CONVERSA INICIAL

Caro aluno, seja muito bem-vindo a esta aula. Antes de iniciarmos nossos estudos, é conveniente ressaltar que o termo *lean manufacturing*, ou *manufatura enxuta*, se revezará constantemente com os termos *produção enxuta* e *Sistema Toyota de Produção* – STP. Todos, basicamente, possuem o mesmo significado, portanto, já comece a se familiarizar com eles.

Grandes desafios enfrentados por grandes empresas para a produção de bens forneceram à comunidade empresarial, bem como à comunidade acadêmica, soluções e fundamentos para a produção que, de certa forma, foram disseminados a outros setores produtivos, chegando também ao setor de serviços.

A indústria automobilística é, nesse contexto, a responsável pelas grandes mudanças na forma de pensar a gestão da produção. De forma direta ou indireta, a maioria de nós está envolvida com veículos automotores, seja por meio de um veículo próprio, seja por meio do transporte coletivo e até mesmo com o transporte de cargas, exercido por caminhões. Segundo a revista *AutoData* (2018), a indústria automotiva produziu mais de 97 milhões de veículos em 2018.

Pois bem, por mais que se tenha a percepção de que a industrialização não se resume à indústria automobilística, com certeza ela é mais importante do que parece. O modo como se produzem bens influencia diretamente o modo como trabalhamos, pensamos, compramos e vivemos.

Conforme Womack, Jones e Roos (1990), somente no século XX a indústria automobilística alterou por duas vezes a forma de produzir bens. Após a Primeira Guerra Mundial, Alfred Sloan, da General Motors, e, principalmente, Henry Ford revolucionaram a forma de produzir bens, de uma condição quase artesanal para uma produção em massa. O grande feito, que não foi um mero fato isolado, se tornou tema de estudo nas mais diversas áreas do conhecimento, abordado constantemente na academia em universidades por todo o mundo como marco importante na maneira de produzir bens, o que influenciou e ainda influencia todas as atividades produtivas.

O outro marco importante ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, quando Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota do Japão, revolucionaram os sistemas produtivos por meio do conceito da produção enxuta. Também tema

de estudos e discussões nos contextos empresariais e acadêmicos, esse modo de enxergar os sistemas produtivos tem levado muitas empresas a alterar a maneira de produzir bens e serviços, de um método com foco na produção em massa para um método que tem como foco o combate incessante aos desperdícios. E é sobre esse segundo marco histórico que nossas aulas serão fundamentadas.

Para facilitar a compreensão, cada aula será descrita como um módulo que reúne alguns tópicos que têm afinidades entre eles. Para esta aula, o tema será **Entendendo o Lean Manufacturing**. Estudaremos:

1. Pensamento *lean* e sistemas de produção enxuta.
2. Valor.
3. Cadeia de valor.
4. Produção puxada.
5. Fluxo de valor.

## CONTEXTUALIZANDO

Muitas pessoas e, dentre elas, vários alunos, muitas vezes questionam como conceitos, fundamentos e técnicas da produção enxuta que surgiram na indústria automobilística podem ser aplicados nas mais diversas áreas de produção, seja em uma pequena empresa de manufatura, seja em uma área de serviço e até no desenvolvimento de uma *startup*. O que podemos dizer – já tendo vivenciado essa filosofia de trabalho (isso mesmo, filosofia) em empresas, tendo a oportunidade de viajar a trabalho ao Japão por várias vezes e ver de perto como essa filosofia funciona na prática – é que os fundamentos e as técnicas lean podem, sim, ser aplicados nas mais diversas áreas produtivas, sejam elas de produção de bens ou de serviços.

Ao perceberem que a filosofia de produção implantada pelas empresas japonesas proporcionava produtos de excelente qualidade, com preços altamente competitivos, as empresas ocidentais começaram a buscar maneiras para adaptar os fundamentos e técnicas da produção enxuta em suas plantas. Muitas obtiveram sucessos, outras nem tanto, pois o que está em jogo não é copiar simplesmente o que um povo tem como filosofia – não só filosofia para produção de bens, mas também de vida –, mas sim buscar, dentro de toda essa gama de técnicas e conceitos, aquilo que definitivamente agregua valor

ao cliente e aos processos da empresa. Muitas empresas falham na implantação da produção enxuta devido a uma visão míope de que apenas implantando técnicas de forma isoladas obteriam as vantagens em termos de qualidade e baixo custo dos produtos obtidos com a filosofia Lean.

Nesta aula, buscaremos o entendimento do lean manufacturing, por meio da compreensão do pensamento lean e da produção enxuta, passando pelas definições de valor e cadeia de valor e como se processam os fluxos de valor e a produção puxada.

## TEMA 1 – PENSAMENTO LEAN E SISTEMAS DE PRODUÇÃO ENXUTA

Quando se menciona o termo *filosofia*, vem à tona a palavra *pensamento*. Pois bem, ter o pensamento lean significa enxergar os sistemas produtivos a partir de uma ótica diferenciada. Mas o que seria essa ótica diferenciada dos sistemas de produção? Se partirmos do pressuposto de que a produção é um conjunto de fatores que geram atividades destinadas à fabricação, elaboração ou obtenção de bens e serviços, poderemos afirmar que a produção segue o mesmo roteiro, independentemente de sua área de atuação e/ou posição geográfica, certo? Não é bem assim que as coisas funcionam. Para entender melhor como se originou esse tal de pensamento lean, vamos voltar um pouco no tempo e compreender alguns marcos históricos dos processos de industrialização.

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentava dificuldades econômicas. No ano de 1950, Eiji Toyoda, então presidente da Toyota, visitou os Estados Unidos com o objetivo de verificar o modelo americano de fabricação de automóveis, modelo esse que se disseminou entre o mundo ocidental, principalmente na Europa. O foco da visita era o de conhecer como os americanos conseguiam produzir em massa um produto de alto valor agregado. Para se ter uma ideia de grandeza, uma das plantas da Ford visitadas chegava a produzir 7.000 veículos em um só dia, enquanto a Toyota, naquele ano, produziria 2.685 carros.

A Ford, naquela época, tinha um alto capital financeiro à disposição e um grande mercado, tanto doméstico como internacional. Um dos principais objetivos da Ford e sua produção em massa era produzir veículos em grande escala, porém com número limitado de modelos. Esse é um dos motivos pelos quais todos os Ford T eram fabricados originariamente só na cor preta.

Quando Eiji Toyoda retorna ao Japão, contrasta com seu país em uma realidade totalmente diferente: demanda com baixo volume, porém, com uma grande diversidade de modelos. Portanto, produzir veículos em uma realidade como aquela não permitia de forma alguma que houvesse desperdícios na manufatura, tal qual verificado nas plantas da Ford nos Estados Unidos.

A partir daí, iniciam-se, na Toyota, a liderança do engenheiro Taiichi Ohno e vários estudos que mais tarde se tornariam os princípios de Sistema Toyota de Produção, ou **Produção Enxuta**, entre eles: sistema Just in Time, 5S, fluxo unitário de peças, células de trabalho, kanban e, principalmente, o combate incansável aos desperdícios, também conhecido como *muda*, no idioma japonês.

Segundo Dennis (2008, p. 31), o Sistema Toyota de Produção representa fazer mais com menos (menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos equipamentos, menos material) e, ao mesmo tempo, proporcionar ao cliente o que ele verdadeiramente quer.

Mas por que a produção enxuta é tão importante para as empresas? É a premissa de que nenhuma empresa sobrevive sem lucro. Para alcançar esse objetivo comum a todas as empresas, podem ser utilizadas duas estratégias:

a) Aumentar o preço de venda.
b) Reduzir o custo.

Nos dias de hoje, com a competitividade entre as empresas cada vez maior e com um consumidor mais crítico quando ao custo e à qualidade de produtos e serviços, o preço é uma atribuição do mercado. A fórmula a seguir mostra como no passado (e em algumas empresas ainda no presente) as empresas estabeleciam seus preços.

Custo + margem de lucro = preço

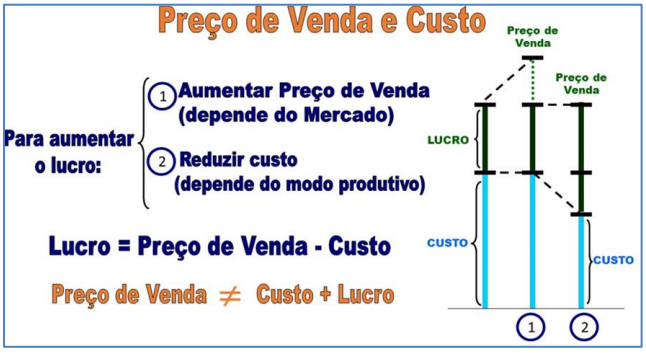
Transferir os custos de produção para o cliente na eminência de que ele esteja disposto a pagar já não faz muito sentido, tanto para esse cliente quanto para as empresas.

A produção enxuta tem, como foco, a redução dos desperdícios que, por sua vez, afetam diretamente os custos, portanto a única maneira de aumentar os lucros é reduzir os custos, daí se extraindo a seguinte equação:

Preço - custo = lucro

A opção *b*, reduzir o custo, torna-se obrigatória para a competitividade das empresas. Para haver redução de custos, é necessário o combate incessante aos desperdícios, com a percepção do que é valor para o cliente e o entendimento de como funciona a cadeia de valor. A Figura 1 demonstra graficamente a diferença entre as duas formas de obter lucros para as empresas.

Figura 1 – Comparativo entre preço de venda e custo




Vale ressaltar que a redução de custo deve ser realizada sem que haja o enfraquecimento da empresa em longo prazo, eliminação de postos de trabalho que comprometam a qualidade e descuidos no processo de manutenção.

Bom, vimos que para a obtenção de lucros para a sustentabilidade das empresas é necessário ter um preço de venda que atenda ao que o cliente está definitivamente disposto a pagar, ou seja, entregar-lhe valor, conforme veremos no próximo tema.

## TEMA 2 – VALOR

Muito se fala em geração de valor para o cliente. No entanto, o que vem a ser *valor* e qual é a perspectiva do cliente com relação a esse tal valor? Conforme Wildauer (citado por Macedo e Póv, 1995, p. 88, 126), *valor* "é a característica que, agregada a um produto ou serviço, melhora sua qualidade em termos de uma ou mais das suas dimensões". De forma genérica, valor em um produto ou serviço refere-se a algo que o consumidor esteja disposto a empregar seus recursos (via de regra, dinheiro) para obtê-lo. Ainda de acordo com Wildauer (citado por Robbins e DeCenzo, 2004, p. 306):

> As organizações precisam proporcionar este tipo de valor em seus produtos para atrair e manter clientes. [...] O valor inclui as características, traços e atributos do desempenho, ou quaisquer outros aspectos dos produtos e serviços pelos quais os

consumidores estejam dispostos a abrir mão de recursos (geralmente dinheiro).

Muitas vezes, dentro das empresas, a falta de entendimento do conceito de valor pode eventualmente acarretar a perda de um cliente. Vamos a um exemplo prático de como essa percepção de valor pode ajudar na manutenção ou na prospecção de clientes.

Em uma determinada empresa, um funcionário verificou que dois itens de produtos eram vendidos separadamente para uma gama de clientes fiéis e constantes. Em sua análise, ele percebeu que esses dois itens poderiam ser convertidos em um *kit*, que melhoraria a condição de uso do cliente, tanto na utilização dos itens (que sempre eram utilizados em conjunto) quanto no aspecto logístico, pois eliminaria alguns trâmites nos processos. Foi evidente, nessa ação, a geração de valor ao cliente, que, se tinha alguma intenção de procurar algum concorrente, nessa condição se sentiria desmotivado a fazê-lo, em função da agregação de valor que obteve após a implantação da melhoria.

Embora a definição de valor possa parecer algo um tanto quanto subjetivo, para sustentar o nosso foco na eliminação de desperdícios e a consequente redução de custos vamos utilizar algumas relações de valor com custos, propostos por Wildauer e Wildauer (2015, p. 121):

$$Valor = \frac{Função}{Custo}$$

ou

$$Valor = \frac{Aquilo\ que\ se\ obtém}{Custo}$$

ou

$$Valor = \frac{desempenho}{Custo}$$

ou

$$Valor = \frac{qualidade + velocidade + flexibilidade}{Custo}$$

ou

$$Valor = \frac{p1\ X\ qualidade + p2\ X\ velocidade + P3\ X\ flexibilidade}{Custo}$$

Nota: *p1*, *p2* e *p3* são fatores de pesos diferenciados que podem ser ponderados de acordo com o processo ou a importância.

Concluindo esse tema sobre a perspectiva do cliente com relação a valor, segue uma equação muito simples que resume toda a nossa conversa:

$$Valor = \frac{percepção}{expectativa}$$

Portanto, estabelecer de forma clara o que é valor na perspectiva do cliente já seria indiretamente uma forma de evitar desperdício, pois já se partiria do pressuposto do que realmente o cliente quer, evitando atividades que não agreguem valor a ele.

## TEMA 3 – CADEIA DE VALOR

As organizações que optaram pela utilização da filosofia lean manufacturing muitas vezes adicionaram conceitos e técnicas que auxiliassem na implantação dos processos enxutos.

A cadeia de valor implica enxergar o todo. Em geral, a cadeia de valor mostra que ocorrem três tipos de atividades ao longo de sua extensão, ou seja, as atividades que certamente criam valor, as que não criam valor, mas que são necessárias e as que não criam valor e que não são necessárias, devendo, portanto, ser imediatamente eliminadas.

Não se pretende, em nossos estudos, explorar um conceito de pensamento em detrimento de outros, mas sim mostrar como utilizar essa diversidade de pensamentos em prol de um pensamento só: o pensamento enxuto. Quando se fala em cadeia de valor, não se pode deixar de mencionar Michael Porter. Segundo o autor, uma cadeia de valor representa o conjunto de atividades desempenhadas por uma organização desde as relações com os fornecedores e ciclos de produção e de venda até a fase da distribuição final.

Inserta em uma conotação mais ampla, a cadeia de valor de uma organização vai além dos limites da própria organização, constituindo um sistema de valores onde se integram as cadeias de valor de fornecedores e distribuidores.

A cadeia generalista de Porter é composta pelos conjuntos de atividades primárias (agregam valor direto ao produto ou serviço) e as atividades de apoio ou suporte (secundárias), cuja função é suportar as atividades primárias.

## 3.1 Atividades primárias

Relacionam-se diretamente com a elaboração física de um determinado bem, venda, manutenção e suporte de um produto ou serviço. São as seguintes:

a) Logística de entrada: referem-se aos processos relacionados com a recepção, controle de inventário, armazenagem de matéria-prima, insumos etc.

b) Operações: atividades relacionadas com a transformação das matérias-primas em componentes ou produtos acabados.

c) Logística de saída: são as atividades associadas à entrega do produto ou serviço ao cliente (armazenamento e distribuição).

d) Marketing e vendas: referem-se às atividades relacionadas com a comercialização e a promoção do produto.

e) Serviço: são as atividades relacionadas com o serviço de pós-venda que acrescentam valor ao produto oferecido.

## 3.2 Atividades secundárias (de suporte ou apoio)

As atividades de apoio ou suporte, como o próprio nome diz, têm a função de suportar as atividades primárias. São as seguintes:

a) Infraestrutura: atividades relacionadas com a gestão global e a gestão da rede de relacionamentos da organização (planejamento, gestão da qualidade, administração, contabilidade, finanças).

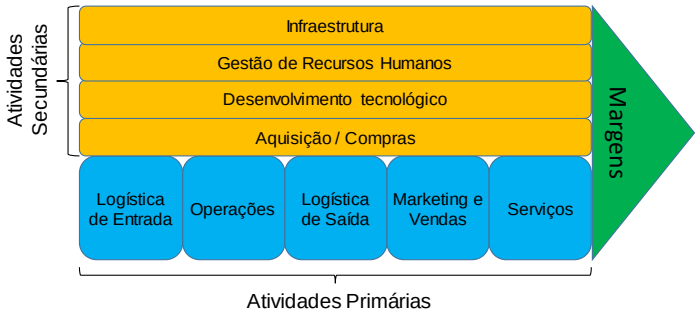
b) Gestão de recursos humanos: atividades associadas ao recrutamento, desenvolvimento (educação/treinamento), à retenção e compensação de colaboradores e gestores.

c) Desenvolvimento tecnológico: investimento aplicado em tecnologia que contribui para a melhoria dos produtos ou processos, pesquisa e desenvolvimento (P&D), automação de processos, design etc.

d) Aquisição: atividades relacionadas com a compra de matérias-primas e outros *inputs* e atividades de desenvolvimento de fornecedores.

A Figura 2 mostra de forma clara as atividades mencionadas, bem como a relação com a margem, que, segundo Porter, consiste no montante que os compradores estão dispostos a pagar pelo produto oferecido por uma organização, que nada mais é do que o valor.

Figura 2 – Esquema da cadeia de valor de Porter




Fonte: Adaptado de Porter, 1996.

Concluindo, a formação do preço de um produto passa obrigatoriamente pelo entendimento da perspectiva de valor do cliente.

## TEMA 4 – PRODUÇÃO PUXADA

Na produção puxada, um processo será acionado somente quando o processo seguinte solicitar. O objetivo é construir um processo para fazer somente o que o próximo necessita e quando necessita, ou seja, o cliente é quem deve puxar o produto, puxar a produção e puxar o valor; caso contrário, os processos fornecedores tenderão a fazer o que os clientes não precisam naquele momento, levando ao excesso de produção, à formação de estoques desnecessários, à produção empurrada e, logo, ao desperdício.

Sendo um dos princípios do Sistema Toyota de Produção (lean manufacturing), a produção puxada tem como característica principal o foco na demanda real do cliente. No caso da produção empurrada, a programação é baseada em ordens de produção individualmente para cada processo, como ordens de produção (OC), ordens de fabricação (OF) e ordens de montagem (OM). Na produção puxada, a programação é feita no processo puxador (uma montagem, por exemplo), que puxará os processos anteriores (fabricação, usinagem, soldagem etc.).

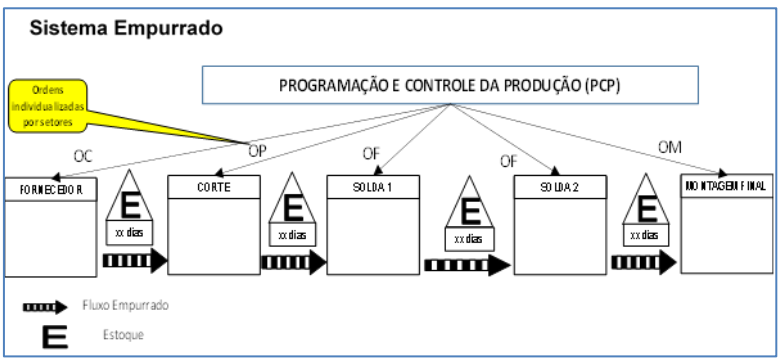
É importante salientar a observação feita por Taiichi Ohno, da Toyota, durante visita aos Estados Unidos na década de 1950. Ele e seus colegas de

trabalho ficaram fascinados pelo sistema de reposição de produtos nas prateleiras dos supermercados e levaram essa ideia para empresas de manufatura no Japão. Via de regra, o produto em uma gôndola de supermercado só é reabastecido quando o cliente retira o produto. Se houver um reabastecimento além do necessário, não haverá espaço suficiente para armazenagem. Aí começa o conceito de *produção puxada*, no qual o cliente é que dita o ritmo de reposição e manufatura. Você pode estar pensando: neste caso, não é necessário estoque? O ideal seria que não houvesse, porém é quase impossível manter um sistema produtivo com estoque zero. Nesse momento é que entra em cena o conceito introduzido por Ohno, que foi a criação de pequenos armazéns (ou supermercados), denominados kanbans, que veremos em detalhes posteriormente. Se um cliente não deseja utilizar um item, este permanece no armazém e, consequentemente, não é necessária a sua produção. Não haverá uma produção maior do que a pequena quantidade na prateleira, formando uma conexão direta entre o que o cliente quer e o que a empresa produz. Para saber quando repor ou manufaturar um item, Ohno criou um sistema de sinalização denominado kanban (palavra japonesa que significa *sinal*, *anúncio* ou *cartão*). Esse sinal é que mostrará o momento de repor ou manufaturar algo.

Um exemplo simples de entender esse modelo é utilizado por Jeffrey Liker no livro *O modelo Toyota* (2005, p.117), em um exemplo da vida cotidiana: abastecer de combustível um veículo. Geralmente, a maioria das pessoas abastece o tanque com informações do indicador de nível de combustível (seria uma espécie de cartão kanban). Toda vez que ele indica que o nível está chegando a uma condição crítica, efetua-se o abastecimento.

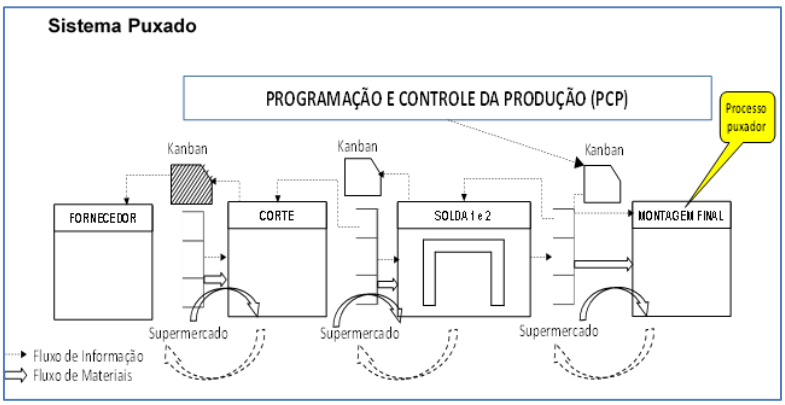
Seguem dois exemplos esquemáticos (resumos) dos conceitos de *produção empurrada* e *produção puxada*, para comparação.

Figura 3 – Sistema empurrado



Na produção empurrada, as ordens de manufatura (compras, produção, fabricação e montagem) são enviadas individualmente para cada processo. Normalmente os primeiros processos finalizam sua parte (lote) e vão empurrando para o próximo processo, e assim por diante.

Figura 4 – Produção puxada




Na produção puxada, a "programação" é feita no último processo (também conhecido como processo puxador), com base nas informações dos clientes. Quando recebe um sinal para que se produza (uma demanda do cliente, por exemplo), o processo puxador sinaliza ao processo anterior o que ele precisa e assim por diante. Para permitir esse sincronismo, entre processos são instalados pequenos supermercados, também conhecido como kanbans.

Geralmente as pessoas questionam sobre como operacionalizar um sistema de produção puxada. Não se preocupe, pois veremos posteriormente como operacionalizar esse sistema por meio do nivelamento da produção (heijunka).

## TEMA 5 – FLUXO DE VALOR

O termo japonês *nagare*, que significa *fluxo ininterrupto*, *movimento contínuo*, *correnteza*. Os sistemas lean devem ter essa característica como norteadora de seus fluxos produtivos enxutos.

Após entender o pensamento lean, especificar o que é valor com exatidão, mapear a cadeia de valor e estabelecer a produção puxada, é necessário fazer que as atividades que criam valor fluam em um fluxo de valor contínuo e estável, o chamado *fluxo de valor enxuto*. Nessa concepção, os produtos devem sempre fluir em um fluxo enxuto da matéria-prima ao cliente final, sem movimentos inúteis, sem interrupções e sem lotes intermediários.

Nesse momento, já é possível ter uma visão mais ampla dos processos e suas interações. Conforme Rother e Shook (2003, p. 3), “considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais; melhorar o todo, não só otimizar as partes”.

Dentro de um fluxo produtivo de manufatura, por exemplo, é possível encontrar três fluxos distintos:

- Fluxo de matérias;
- Fluxo de informações;
- Fluxo de pessoas/processos.

O fluxo de materiais deve abranger toda a movimentação do material (matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados) que ocorre dentro de uma empresa. Por alguns instantes, pense a respeito de uma simples e pequena empresa, como uma panificadora, e reflita o quanto de movimentação de material existe nesse processo: a chegada da farinha e do fermento, o armazenamento dessas matérias-primas, a movimentação até o local de manufatura dos pães, a transformação em produto final com a adição de mais materiais, o estoque de pães na parte de trás da padaria (*back office*) e a posterior transferência para a parte da frente (*front office*) até o consumidor final.

O fluxo de informações, tão importante quanto o de materiais, é o que expressa para cada processo o que, quando e quanto fabricar. Por ser algo intangível, muitas vezes é relegado a segundo plano, o que pode ser danoso para os planos de implantar um fluxo enxuto. Utilizando o processo de panificação como exemplo, mesmo sendo simples, veja quantas informações são necessárias para que os processos fluam, como informações sobre a quantidade de matéria-prima em estoque, quantos dias de estoque, como, quando e quanto produzir, estoque de produtos acabados (pães) etc.

O fluxo de processos/pessoas refere-se ao detalhamento das etapas de produção, bem como das pessoas envolvidas nos processos.

Para mapear o fluxo de valor de uma empresa, a produção enxuta faz uso de uma ferramenta chamada *mapeamento do fluxo de valor*. Trata-se de uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhe como a unidade produtiva deveria operar para criar um fluxo enxuto, mostrando os fluxos de informação e material.

## TROCANDO IDEIAS

Como dito, o pensamento lean é antes de tudo uma decisão de acreditar em uma filosofia de trabalho que tem provado seus resultados positivos nas mais variadas empresas. Não é simplesmente introduzir ferramentas de forma isolada, mas sim buscar a todo instante a integração dessas ferramentas para que se obtenha um fluxo enxuto.

## NA PRÁTICA

A partir do exemplo da panificadora, esboce um fluxo de valor da condição atual do fluxo de valor referente à família de produto *pães*, abordando os seguintes tópicos:

- O que realmente gera valor ao consumidor da panificadora;
- Parta do pressuposto da necessidade dos clientes (quantidade de pães, por exemplo);
- Identifique os fluxos de materiais;
- Identifique os fluxos de informações;
- Identifique o fluxo de processos/pessoas.

## FINALIZANDO

O objetivo desta aula foi criar os fundamentos para o entendimento da filosofia lean. A primeira reflexão foi se uma filosofia de trabalho que teve como base a indústria automotiva teria aplicação em áreas diversas. Foi provado que sim. A partir de agora, você já é capaz de compreender o que é valor e o que é cadeia de valor. Produção empurrada ou produção puxada: a partir desse momento, você já consegue diferenciar uma da outra e definir qual proporciona mais benefícios à empresa. Fechamos nossa aula com o fluxo de valor e a importância da identificação dos fluxos, sobretudo os de material e informação.

## REFERÊNCIAS

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PORTER, M. P. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.