

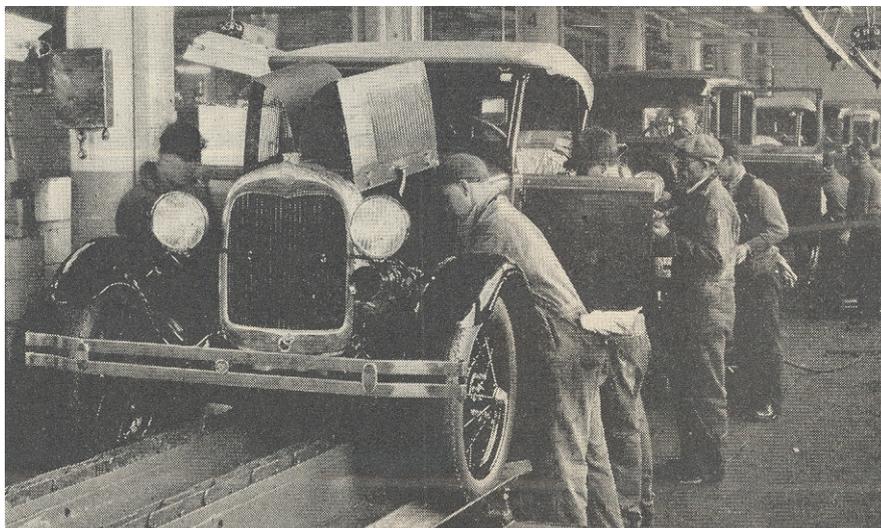
SISTEMA DE PRODUÇÃO EM MASSA

Como afirmou Womack (1992), no livro *A máquina que mudou o mundo*, Henry Ford e Alfred Sloan, da General Motors, deram início à mudança da produção artesanal para a produção em massa.

Com o modelo T em 1908, Ford atingiu dois objetivos, um veículo projetado para a fabricação e um automóvel amigável. Antes disso, era necessário dispor de um motorista porque a direção do veículo não era muito simples, e diante de qualquer anormalidade de funcionamento, era necessário o auxílio de um mecânico, uma vez que era requerida uma preparação técnica nem sempre de competência do usuário.

Saiba mais

Observando o tempo que o montador levava para se deslocar de um posto de montagem a outro, Ford introduziu a linha de montagem móvel na sua planta de Highland Park de Detroit, colocando o automóvel diante do montador, que permanecia em seu posto de trabalho. Essa mudança gerou uma redução significativa no tempo do processo de montagem, que passou de 2,3 min para 1,19 min. A chave da produção em massa, porém, não foi a implementação da linha de montagem de fluxo contínuo, como se acreditava, e sim a total e coerente intercambialidade, a simplicidade e a facilidade de montagem aplicadas conjuntamente. Essas foram as inovações que levaram a linha de montagem ao sucesso em 1913.

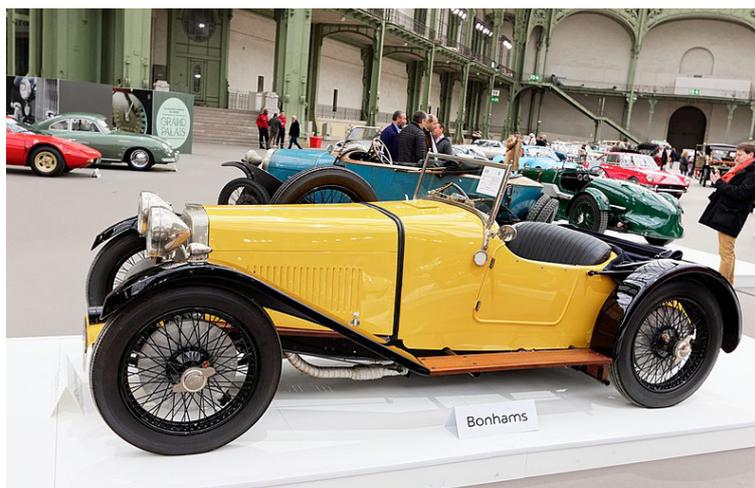


Fonte: Wikimedia Commons

Com as facilidades técnicas obtidas com a linha de montagem da Ford, foi possível que o próprio usuário realizasse o conserto do seu veículo. Por outro lado, a redução de tempo de montagem na linha de produção permitiu que o custo do automóvel diminuísse sensivelmente, tornando-o acessível à classe popular. Essas vantagens levaram a Ford à liderança do setor e praticamente eliminou as empresas que usavam a produção artesanal na fabricação de veículos.

A produção artesanal na indústria automobilística ficou dedicada a carros de alto luxo, no atendimento a clientes que exigiam veículos praticamente únicos, como os fabricados pela Aston Martin.

Desde que o primeiro Aston Martin foi criado, há mais de cem anos, a empresa tem fabricado carros de luxo e de alto desempenho. Fundada por Lionel Martin e Robert Bamford, em 1913, em uma pequena oficina em Londres, a Aston Martin cresceu e se tornou uma marca de luxo admirada internacionalmente.



Fonte: Wikimedia Commons

EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Atualmente, para sobreviver num mercado altamente competitivo, os fabricantes de carros de alto luxo têm procurado parcerias e fusões com empresas globais do setor automobilístico, a fim de utilizar seu *know how* e a aplicação de novas tecnologias que possam ser viáveis economicamente.

Essa personalização, que era a grande justificativa dos fabricantes de automóveis de luxo, encontrou recentemente um paralelo que possibilita a fabricação customizada de veículos de

aplicação geral, por meio do conceito da Indústria 4.0.

Já a produção em massa, de Ford, dominou o mercado automobilístico durante mais de meio século e foi adotada em todos os tipos de atividades industriais nos Estados Unidos e Europa.



Produto customizado, auto de luxo

Fonte: Wikimedia Commons

Acompanhe o histórico da produção em massa até chegar na Manufatura Enxuta, a seguir.

1955

- Mais de sete milhões de veículos foram vendidos nos Estados Unidos, ano em que Sloan se desligou da General Motors (GM) após 34 anos como presidente ou conselheiro delegado da GM.
- As empresas Ford, GM e Chrysler eram responsáveis por 95% do total de vendas, e eram os fabricantes dos seis modelos que representavam 80% de todos os veículos vendidos.
- A indústria automobilística americana iniciou uma descida, em decorrência do crescente aumento das cotas das importações.
- A perda de vantagem competitiva que as três grandes norte-americanas começaram a experimentar deveu-se, principalmente, à popularização da produção em massa em outros países.
- Empresários do setor automobilístico, como André Citroën, Louis Renault, Giovanni Agnelli (da Fiat), Herber Austin e William Morris visitaram a planta da Ford, em Highland Park, e começaram a cobrir um mercado não atendido pelos gigantes norte-americanos.
- A mudança para veículos compactos e econômicos, como o Fusca da Volkswagen, e os

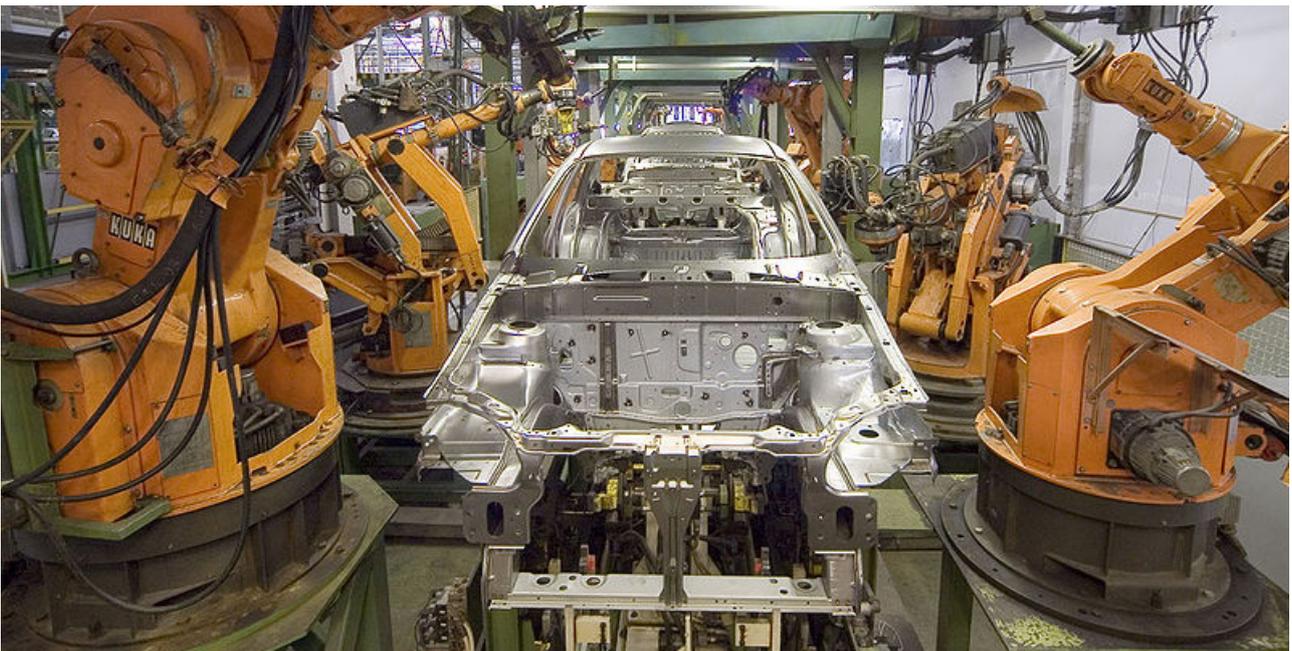
salários inferiores dos europeus em relação aos dos norte-americanos permitiram a abertura competitiva aos mercados mundiais.

- Os veículos europeus alcançaram grande sucesso nos mercados internacionais durante 25 anos.

1970

- Em razão do crescimento dos salários e da redução constante das horas de trabalho semanais, houve declínio na produção. Os trabalhadores europeus continuavam achando o trabalho nas linhas de montagem tão monótonos e desestimulantes que as negociações relativas à redução da jornada de trabalho foram acentuadas.
- Elementos de automação avançada foram introduzidos às linhas de montagem, como robôs de solda, principalmente.
- Em 1974, na linha de montagem do Chevrolet Camaro, 95% da soldagem do automóvel era automatizada.
- O declínio da produção em massa, tanto nos Estados Unidos como na Europa, poderia ter continuado indefinidamente se não tivesse surgido no Japão uma nova filosofia de trabalho.
- Os japoneses desenvolveram um modo totalmente diferente de fabricação, que foi chamado de produção Lean ou Enxuta (WOMACK, 1992).
- Porém, a cultura da fabricação em massa, tão difundida nas empresas americanas e europeias, encontrou dificuldades em migrar para o novo sistema.

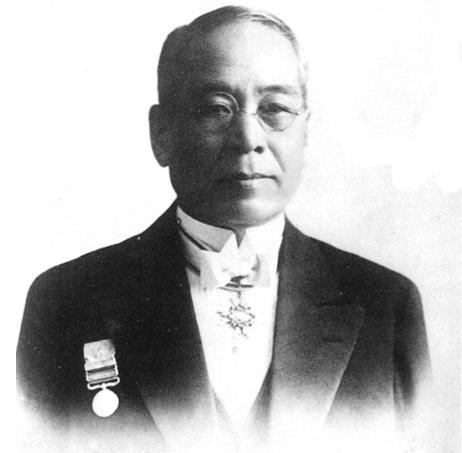
Linha de montagem utilizando robôs de solda:



Fonte: Wikimedia Commons

ORIGEM DO SISTEMA TOYOTA

Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota no Japão, destacou-se na fabricação de teares e, em 1896, construiu o primeiro tear mecânico. Em 1924, ao lado de seu filho, Kiichiro, inventou um tear de alta velocidade, com sistema de detecção de quebra do fio, desenvolvendo sensores mecânicos que paravam o tear quando a quebra acontecia. Esse conceito de automação inteligente foi criado com a introdução do elemento humano na automação e foi denominado "Jidoka".



Sakichi Toyoda

Em 1929, Kiichiro Toyoda visitou os Estados Unidos para licenciar seu tear mecânico e, impressionado com o parque automobilístico americano, decidiu que implementaria uma linha de montagem de veículos no Japão. Em 1935, criou o primeiro protótipo de veículo denominado Toyota modelo A1. Com o sucesso, em 1936 começou a fabricar o modelo AA e, em 1937, fundou a Toyota Motor Company. O governo militar, porém, frustrou o esforço da Toyota de fabricar veículos de passageiros e deu prioridade à fabricação, com métodos artesanais, de caminhões que seriam utilizados na segunda guerra mundial.

Após a guerra, e com o parque industrial japonês praticamente destruído, Kiichiro passou a companhia para seu primo, Eiji Toyoda, e o orientou a adotar o padrão americano de tecnologia na fabricação de veículos. Entretanto, o desafio era grande, pois o volume de produção da indústria automobilística americana era oito vezes maior do que o Japão podia absorver. Além disso, a empresa não tinha o capital e nem equipamentos para esse desafio.

Para realizar esse "milagre", Eiji nomeou como gerente da planta de montagem o gênio japonês em matéria de produção, Taiichi Ohno.

Eiji Toyoda realizou uma peregrinação na fábrica da Ford do Rio Rouge e, após estudo minucioso, escreveu para sua sede, no Japão, informando que o sistema da Ford podia ser melhorado.

Uma vez no Japão, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que o sistema de fabricação em massa da Ford não poderia ser aplicado no Japão, em razão dos motivos listados abaixo.



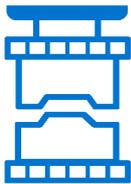
O pequeno volume de produção da Toyota e dos outros fabricantes japoneses não possibilitava atingir as economias de escala alcançadas pelas grandes montadoras norte-americanas da época.



As leis laborais, impostas pelos norte-americanos após a segunda guerra mundial, restringiram fortemente a demissão dos trabalhadores da empresa e reforçaram a posição negociadora dos sindicatos da empresa que representavam os trabalhadores.



Os escassos recursos econômicos das empresas japonesas, após a segunda guerra, limitavam a compra de equipamentos de alta tecnologia usados nas linhas de montagem em massa da Ford.



O mercado japonês era muito menor do que o mercado americano e exigia uma ampla gama de veículos: automóveis de luxo para membros do governo, caminhões grandes para levar as mercadorias aos mercados, caminhões pequenos para as pequenas granjas, veículos pequenos adequados às populosas cidades do Japão, com baixo custo de energia.

A solução

Diante da falta de recursos após a Segunda Guerra Mundial, era necessário otimizar o sistema de fabricação de veículos. O conceito *Just in Time* foi implementado nas linhas de montagem da Toyota, com a ideia principal de eliminar os desperdícios, otimizando os recursos de tal forma que fosse produzido somente o necessário, no momento e na quantidade certa.

Para aumentar a produtividade dos operários, foi implementada a filosofia da automação inteligente, “Jidoka”, que havia sido muito bem-sucedida na automação dos teares mecânicos. Ohno implementou, também, a metodologia americana de uso de supermercados, de forma que cada processo se tornasse “cliente” do processo anterior. No sistema de fabricação convencional, após a realização de cada processo, a peça era transferida para o seguinte, sem preocupação com a real necessidade de produção, técnica que ficou conhecida como produção “empurrada”.

Ohno implementou o conceito da produção “puxada” com o auxílio de cartões Kanban, que

indicavam a necessidade de retirar uma determinada quantidade de peças do processo anterior, tornando-se ordens de produção para os processos anteriores e indicando a necessidade de fabricar outras peças a fim de suprir a quantidade retirada. Os conceitos e detalhes da produção puxada e o uso de Kanban serão abordados posteriormente.

Com essas modificações estruturais, um novo sistema de produção foi implementado progressivamente com base na filosofia *Just in Time* e na automação inteligente “Jidoka”. Nasceu, assim, o Sistema Toyota de Produção, que se tornou um padrão para as indústrias de produção e que, posteriormente, foi chamado de sistema de Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* pela primeira vez no livro “A máquina que mudou o mundo”, de James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos.

Saiba mais

Assista aos vídeos para saber mais sobre a origem do Sistema Toyota de Produção:



Sistema Toyota de Produção PARTE 1

<https://www.youtube.com/watch?v=c6KVeDbgRgU>.

Sistema Toyota de Produção PARTE 2

<https://www.youtube.com/watch?v=6vmdVR9dzPM&t=360>.

FILOSOFIA DO LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de trabalho que se baseia na eliminação de qualquer tipo de desperdício que provoque perda de eficiência no processo produtivo, seja de tempo, recursos materiais ou recursos humanos. Visa à eliminação desses desperdícios com o objetivo de aumentar a produtividade e a capacidade de a empresa obter sucesso no mercado. A ideia do Lean é propor melhoria nos processos por meio da análise da cadeia de valor e do uso de ferramentas específicas.

Nos anos 1970, após a crise do petróleo, o Sistema Toyota de Produção começou a ganhar força, substituindo os sistemas baseados no fordismo, implantando uma nova forma de trabalho, e eliminando desperdícios no sistema de produção.

A Toyota demonstrou que o sistema de manufatura enxuta podia funcionar em qualquer parte

do mundo. A tentativa tanto dos Estados Unidos quanto de diversos outros países de migrar do sistema de produção em massa para o sistema de manufatura enxuta não foi inicialmente bem-sucedida, devido, principalmente, à falta de entendimento da verdadeira filosofia da manufatura enxuta, influenciada pelas grandes diferenças culturais existentes nesses países em relação à cultura japonesa.

Especialistas em sistemas de produção afirmam que é mais difícil transformar uma empresa que trabalha com fabricação em massa em uma empresa que trabalha com manufatura enxuta do que iniciá-la no sistema desde a sua origem.

DESAFIOS DO LEAN MANUFACTURING

A difusão da filosofia do *Lean Manufacturing* está em sintonia com os conceitos da excelência no processo de fabricação. As empresas que desejam se tornar competitivas devem ter como objetivos:

Redução de tempo	Reduzir o setup ou tempo de preparação das máquinas para diminuir o tempo de processo.
Otimização de layout	Otimizar o layout de fábrica para minimizar os percursos, atingir inventários mínimos e facilitar o controle do processo.
Garantia de qualidade	Garantir a qualidade do produto, minimizando as perdas por produtos fora de especificação e detectando as falhas no momento em que elas acontecem, a fim de evitar retrabalhos.
Padronização de produtos	Minimizar a variabilidade do processo, facilitando o controle de qualidade e evitando perdas por produtos fora de especificação técnica.
Organização e produtividade	Manter um ambiente de trabalho organizado e produtivo, utilizando a técnica dos 5S.
Investimento em recursos humanos	Investir em recursos humanos, incentivando a formação do trabalhador polivalente.
Capacitação de operadores	Capacitar os operadores nos conceitos da Manutenção Produtiva Total.
Manutenção planejada	Aumentar a disponibilidade de máquinas e equipamentos por meio da manutenção planejada.
Satisfação dos clientes	Estar em sintonia com as necessidades dos clientes, avaliando permanentemente o grau de satisfação em relação aos produtos oferecidos.

A filosofia do *Lean Manufacturing* representa uma alternativa viável para tornar a empresa competitiva e atingir um nível de excelência no mercado.

Para implementar o *Lean* é necessário um intercâmbio cultural na organização da empresa tendo como premissa um alto nível de comprometimento da direção.

RECAPITULANDO

Nesta aula, você estudou o percurso histórico da manufatura envolvendo o sistema de produção artesanal e o sistema de produção em massa. Você estudou, também, como o Sistema Toyota de Produção contribuiu para o desenvolvimento da manufatura enxuta, proveniente da filosofia de trabalho *Lean Manufacturing*.

Você viu, ainda, quais desafios as empresas devem enfrentar para se tornar competitivas nesse novo cenário global.

Na próxima aula, você estudará diversos conceitos e técnicas para a implementação do *Lean Manufacturing*, bem como os tipos, causas e soluções de desperdícios.

Sistema Toyota de Produção

INTRODUÇÃO

Nesta aula, você estudará os conceitos fundamentais do Sistema Toyota de Produção, verá como identificar e eliminar desperdícios no processo produtivo, e conhecerá os desafios para implementar a filosofia *Lean Manufacturing* nas indústrias.

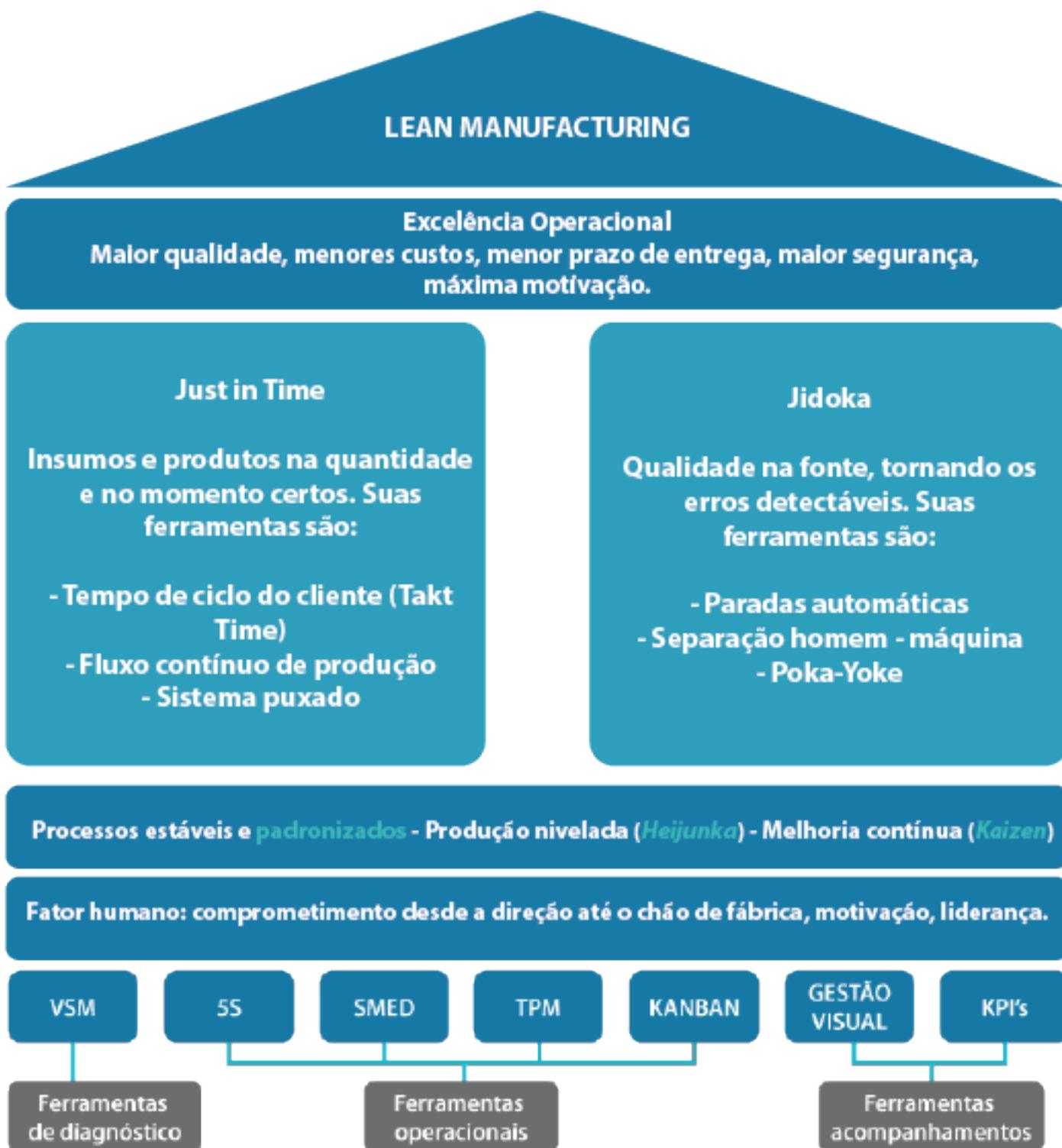
Esperamos que com os conhecimentos adquiridos e atividades realizadas nesta aula, você seja capaz de identificar os desperdícios em processos produtivos e definir ações para eliminá-los.

FUNDAMENTOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) é o modelo mais lógico para uma empresa que visa atingir melhoria contínua, redução de custos, agilidade na produção, maior capacidade produtiva e melhorias no ambiente de trabalho para os colaboradores.

Este modelo originou-se no Sistema Toyota de Produção, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial. Para facilitar o entendimento do Sistema Toyota de Produção, podemos utilizar o esquema da Casa Toyota, que permite visualizar rapidamente as diversas técnicas para sua implementação.

Sabemos que para um sistema estrutural ser sólido, ele depende de alicerce e de colunas firmes, uma falha em alguma parte comprometeria toda a estrutura. Com isso em mente, navegue pelo infográfico da Casa Toyota para entender seus componentes principais.



O teto da casa é formado pelas metas a serem atingidas, que correspondem à melhor qualidade, mínimo custo, menor tempo, desde a fabricação até a entrega (*lead time*).

Uma das colunas de suporte é o *Just In Time* (JIT), que significa produzir no momento e na quantidade certos, garantindo a qualidade do produto e evitando desperdícios no sistema.

Sua aplicação tem impactos em todo o sistema produtivo, desde o planejamento e controle da produção, gestão de recursos humanos, até o chão de fábrica; e abrange os sistemas de fabricação e de manutenção.

Para implementar o JiT, é necessário utilizar programação rigorosa de entregas de matéria-prima pelos fornecedores; em muitos casos, várias entregas por dia. Os fornecedores devem ser considerados como parte do sistema produtivo no qual a cooperação possibilite um sistema de entregas com qualidade e sem atrasos.

A outra coluna, o *Jidoka*, representa a automação com um toque humano. O objetivo é incluir dispositivos para controle automático das máquinas, liberando os trabalhadores da supervisão constante.

Dessa forma, o operador intervém somente quando o sistema detecta alguma falha de funcionamento. Essa estratégia permite detectar os defeitos no momento em que eles acontecem e solucioná-los no local, evitando que o problema se propague para as próximas fases do processo produtivo. Uma característica importante da aplicação do *Jidoka* é que nos antigos sistemas produtivos era necessário um departamento para realizar o controle de qualidade do produto. Os inspetores de qualidade rejeitavam os produtos defeituosos nas amostragens. A aplicação do *Jidoka* permitiu eliminar esses departamentos, uma vez que qualidade não se controla, se produz. Se um processo gera defeitos, ele deve ser modificado para que os defeitos não sejam produzidos. Para isso, o sistema deve ser flexível, a fim de permitir adaptações ou mudanças.

A primeira aplicação dessa técnica foi realizada no tear inventado por Sakichi Toyoda, em 1924. Foram implementados dispositivos mecânicos capazes de detectar quebra do fio, parando a máquina e evitando defeitos na peça produzida. O *Jidoka* utiliza intensivamente os Poka-Yoke, que são mecanismos à prova de falha e cuja função é evitar que uma montagem seja feita de forma errada. Os Poka-Yoke são muito utilizados em projetos de diversos tipos de conectores elétricos, bem como em dispositivos de informática, a fim de evitar que sejam conectados incorretamente.

A base da casa está representada pela padronização, metodologia de estabilidade nos processos. Para atingir essa finalidade, três questões precisam ser respondidas: O que fazer? Como fazer? Em que velocidade fazer? Se alguma dessas questões não for considerada, a padronização perde em eficiência e compromete a estabilidade da Casa Toyota.

A base também é composta pelo Heijunka, que possibilita o nivelamento da produção. É um dos componentes mais importantes do *Lean Manufacturing*.

Representa o equilíbrio entre a demanda do mercado e a quantidade a ser produzida, evitando ao máximo fazer estoques significativos de produtos, pois estoques representam perda, uma vez que envolvem custos de produção e de armazenamento.

O Kaizen é outro componente de base, que significa “mudança para melhoria”. Vem das palavras Kai (mudança) e Zen (bom). Representa a aplicação da metodologia de melhoria contínua do processo. Segundo os especialistas, é a chave do sucesso do *Lean Manufacturing* porque todos os integrantes da empresa estão envolvidos, desde os níveis superiores até os operadores. Envolve muita motivação para ajudar a empresa em sua contínua renovação, tão necessária para garantir a competitividade no mercado. O Kaizen representa, ainda, uma mudança na atitude dos colaboradores, a fim de utilizar suas potencialidades com o objetivo de levar o sistema ao sucesso. A melhoria contínua consiste em um progresso passo a passo, iniciando com pequenas mudanças no processo, como alterações no *layout*, deslocamentos de operadores, reposicionamento de almoxarifado etc. Essas melhorias são realizadas por todos os colaboradores, do operacional ao administrativo.

O resultado dessas mudanças traz redução de custos e qualidade na entrega dos produtos aos clientes, nas quantidades certas e no tempo combinado. À medida que essas melhorias são implementadas progressivamente, é necessário aumentar a utilização de novas tecnologias, novos equipamentos, novos processos, reengenharia etc., o que requer altos investimentos.

Na fundação da casa não pode faltar o fator humano como agente da implementação do *Lean*, que se manifesta em diversos contextos, como comprometimento da alta direção, organização das equipes e definição do líder, formação e capacitação do pessoal, e estratégias de motivação.

Como o aspecto mais desafiador para alcançar a excelência operacional do *Lean Manufacturing* é o fator humano, é importante desenvolver também o *Lean Thinking* ou “mentalidade enxuta” que visa utilizar os recursos de maneira eficiente, oferecendo valor a custo mais baixo, mas sem descuidar da satisfação dos clientes. Essa filosofia propõe uma transformação na forma de pensar de uma empresa, incentivando o pensamento enxuto como uma prática cotidiana em todos os níveis hierárquicos. O pensamento enxuto não pode ser imposto e sim alcançado por meio da gestão de pessoas.

Empresas que tentaram implementar o Lean sem o devido trabalho de conscientização e comprometimento de todos não obtiveram sucesso.

Os componentes da Casa Toyota são montados a partir da aplicação de diversas técnicas que se agrupam segundo o tipo de aplicação: como diagnóstico do sistema, em nível operacional ou como técnica de acompanhamento. Cada empresa, em função das suas características, como setor de atuação, mercado, objetivos, *know how* deve elaborar um plano de implementação com objetivos definidos, selecionando adequada e progressivamente as técnicas mais apropriadas.

DESPERDÍCIOS NA PRODUÇÃO

Uma parte fundamental na implementação do *Lean* é a identificação dos diferentes tipos de desperdícios, tais como: excesso de armazenamento, superprodução, tempo de espera, transporte e movimentação desnecessários, defeitos, devoluções e retrabalho.

Acompanhe em que consistem as prováveis causas de cada um deles e as possíveis soluções dentro da filosofia do *Lean*.

Excesso de armazenamento

O armazenamento de produtos pode esconder ineficiências e problemas críticos. Os estoques podem mascarar uma fábrica ineficiente porque:

- Armazenar representa dinheiro parado, tanto em insumos quanto em mão de obra utilizada na fabricação.
- Os materiais armazenados podem estar obsoletos e somente serão detectados nos inventários físicos.
- Representam gastos com manutenção de ativos, com instalações, contabilidade, gestão etc.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de produção. • Previsões de vendas erradas. • Retrabalho por fabricação de produtos fora de especificação. • Tempo de <i>setup</i> ou de troca de máquina excessivos. • Gargalos de produção fora de controle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelar a produção. • Implementar sistema <i>Just in Time</i> para entregas de fornecedores. • Fabricar em células de manufatura, distribuindo o produto nos centros de processamento. • Efetuar mudanças na gestão da produção.

Excesso de produção

Conhecida como a mãe de todos os desperdícios. Acontece quando a empresa produz mais do que precisa para atender aos clientes, gerando estoques, movimentações desnecessárias etc. Em muitos casos, esse excesso de produção acontece porque, para não diminuir o fluxo de produção, os operadores utilizam o excedente de capacidade fabricando materiais também em excesso. Produzir de forma exagerada significa tempo perdido para fabricar um produto que não está sendo pedido, provocando um incremento nas movimentações e nos volumes de armazenamento.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • Tamanhos de lotes muito grandes. • Processos pouco flexíveis. • <i>Layout</i> não adequado ao tipo de produto. • Tempos de <i>setup</i> elevados. • Armazenamento intermediário excessivo. • Produção variável tentando acompanhar a demanda. • Baixa eficiência das máquinas. • Falta de treinamento dos operadores. • Retrabalho excessivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar fluxo contínuo, eliminando estoques intermediários. • Adotar produção puxada em lugar de produção empurrada. • Reduzir os tempos de <i>setup</i> de máquinas. • Nivelar a produção. • Padronizar as operações.

Tempo de espera

Uma sequência de trabalho mal projetada ou um processo ineficiente pode gerar desperdícios de tempo em espera. O ideal seria que todos os processos acontecessem em fluxo contínuo, passando de processo em processo sem interrupções, mas nem sempre isso é possível.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • Linha de produção desbalanceada, tempo de execução de tarefas inconstante, o que faz o operador ter de esperar até o anterior terminar o processo. • Gargalos de produção. • Falta de insumos na linha. • Grandes lotes de produção. • Tempo de <i>setup</i> de máquinas elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Balancear a linha de produção. • Adotar um <i>layout</i> que minimize deslocamentos entre máquinas, como o formato em células de manufatura. • Melhorar os tempos de <i>setup</i>. • Investir em automação (Jidoka). • Melhorar o sistema de entrega do produto ao cliente. • Melhorar o sistema de manutenção de máquinas para minimizar o tempo de paradas.

Excesso de movimentação

Este desperdício é produto de movimentos excessivos dos operadores para realizar suas atividades. Geralmente, são provocados por disposição errada de máquinas e postos de trabalho.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Layout</i> de máquinas inadequado. • Lotes de tamanhos grandes. • Excesso de armazenamento entre postos de trabalho. • Alto índice de retrabalho. • Processos rígidos ou com baixa flexibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Balancear a linha de produção. • Adotar <i>layout</i> de máquinas em células de manufatura, facilitando os movimentos e minimizando os tempos com deslocamentos. • Investir em formar trabalhadores polivalentes.

Produtos fabricados fora de especificação e retrabalho

Este tipo de desperdício traz perda de produtividade muito significativa, porque inclui tempo e recursos necessários para o retrabalho dos produtos rejeitados. O ideal é utilizar sistemas que detectem falhas e evitem a fabricação de produtos fora de especificação na estação onde acontece o problema, evitando que o erro se propague para as fases subsequentes de fabricação.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • Processo produtivo mal projetado. • Erros dos operadores por falta de preparo ou descuido. • Técnicas de controle de qualidade deficientes. • Equipamento defeituoso ou sem manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Balancear a linha de produção. • Investir em automação (Jidoka). • Padronizar operações. • Implantar mecanismos de sinalização (Andon). • Implantar dispositivos à prova de erros para evitar a ocorrência de defeitos no processo (Poka-Yoke). • Aumentar a confiabilidade de máquinas e equipamentos. • Aprimorar os processos de manutenção. • Garantir a qualidade no posto de trabalho. • Implementar fluxo contínuo, minimizando a manipulação de peças nas estações de trabalho. • Implementar controle visual e técnicas como Kanban e 5S.

Processamento desnecessário

Acontece quando o processo de fabricação não está muito bem definido em função da aplicação do produto, sendo realizadas operações desnecessárias que não agregam valor ao produto. Como é o caso de processos de acabamento em peças que não ficarão expostas e que funcionalmente não precisam de tal processo, ocasionando gastos e tempos de processo desnecessários.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • Processo produtivo mal projetado. • Desconhecimento da funcionalidade da peça. • Desatualização de folhas de processo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise detalhada da funcionalidade do produto. • Reestruturação do planejamento de operações no processo produtivo. • Atualização das folhas de processo.

Excesso de transportes

Refere-se à manipulação excessiva dos materiais entre os diferentes setores da fábrica. Além do desperdício de tempo por causa desses transportes, a probabilidade de danos nos produtos transportados é maior.

Causas prováveis	Soluções possíveis usando o Lean
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Layout</i> inadequado. • Amoxarifado distante ou com baixa capacidade. • Excesso de armazenamento entre postos de trabalho. • Alto índice de retrabalho. • Processo rígidos ou com baixa flexibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Balanceamento de linha de produção. • Adoção de <i>layout</i> de máquinas em células de manufatura. • Facilidade de movimentos. • Redução de tempo com deslocamentos. • Formação de trabalhadores polivalentes.

Dica!

Desperdício de talento

Embora não tenha causas e soluções técnicas utilizando o Lean, este desperdício também precisa ser considerado, pois refere-se a talentos ou habilidades não exploradas. Ocorre quando as capacidades dos colaboradores não são aproveitadas ou quando suas ideias não são levadas em conta.

Em um processo de melhoria contínua, não aproveitar os talentos é um grande erro. É fundamental contar com a experiência dos operadores.



IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING

Os benefícios da aplicação do *Lean Manufacturing* na indústria são bastante significativos, porém existem algumas dificuldades que, se não superadas, podem inviabilizar a sua aplicação, como mostra a figura a seguir.



Saiba mais

Com o intuito de otimizar o consumo de energia, além do Lean Manufacturing, muitas indústrias estão implementando nos seus processos produtivos o Lean Eficiência Energética. Esse conceito de eficiência energética deve ser abordado seguindo a mesma filosofia do Lean Manufacturing, a eliminação de desperdícios de energia.

Você pode saber mais sobre este assunto acessando os links abaixo.

<http://manutencaoindustrialmoderna.blogspot.com/2017/05/o-lean-e-eficiencia-energetica.html>

[https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)

<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/eficiencia-energetica-para-industrias/>

