

# LEAN NA PRÁTICA

Aplicação Técnica do Sistema de Produção  
Enxuta para Aumento de Produtividade e Lucratividade



**Ilieu Alexandre Pereira**

Engenheiro de Produção | Consultor Empresarial

## **Sobre o Autor**

Ilieu Alexandre Pereira é Engenheiro de Produção com atuação em melhoria de processos, gestão operacional e aumento de eficiência produtiva.

Especialista na aplicação de metodologias Lean para redução de desperdícios, aumento de margem operacional e estruturação de indicadores de desempenho.

Este material foi desenvolvido com foco prático e técnico para empresários e gestores que desejam transformar seus resultados através da mentalidade Lean.

---

# SUMÁRIO

1. Origem do Lean
  2. Sistema Toyota de Produção
  3. Princípios Fundamentais
  4. Os 8 Desperdícios
  5. Indicadores Lean
  6. Cálculos Aplicados
  7. Ferramentas Lean
  8. Case Toyota
  9. Case SMED
  10. OEE na Prática
  11. Implantação Lean
  12. Lean em Serviços
  13. Conclusão
-

# ORIGEM DO LEAN

## O nascimento no Toyota (décadas de 1930–1970)

Após a Segunda Guerra, o Japão enfrentava escassez de recursos, espaço e demanda baixa. A Toyota, fundada por **Sakichi Toyoda** (inventor do tear automático com *jidoka* — automação com toque humano, que para a máquina ao detectar falhas), entrou no setor automotivo em 1937 por iniciativa de seu filho **Kiichiro Toyoda**.

- **Taiichi Ohno** (engenheiro) e **Eiji Toyoda** foram os principais desenvolvedores do TPS entre **1948 e 1975**.
- Inspirações principais:
  - Visita de Eiji Toyoda à fábrica Ford Rouge (1950): admiraram o fluxo, mas viram que não servia para volumes baixos e alta variedade.
  - Supermercados americanos: modelo **Just-in-Time (JIT)** ou "puxado" — reabastece só o que o cliente retira, evitando excesso de estoque.
  - Ideias de **W. Edwards Deming** sobre qualidade, estatística e melhoria contínua (*kaizen*), introduzidas no Japão pós-guerra.

O TPS foca em eliminar os 7 (ou 8) tipos de desperdício (*muda*), como superprodução, espera, transporte desnecessário, etc. Seus dois pilares são **JIT** (produzir só o necessário, na hora certa) e **Jidoka** (qualidade automática). Outros conceitos: fluxo contínuo, sistema *pull* (kanban), nivelamento de produção (*heijunka*) e respeito às pessoas.

## Difusão no Ocidente e o termo “Lean”

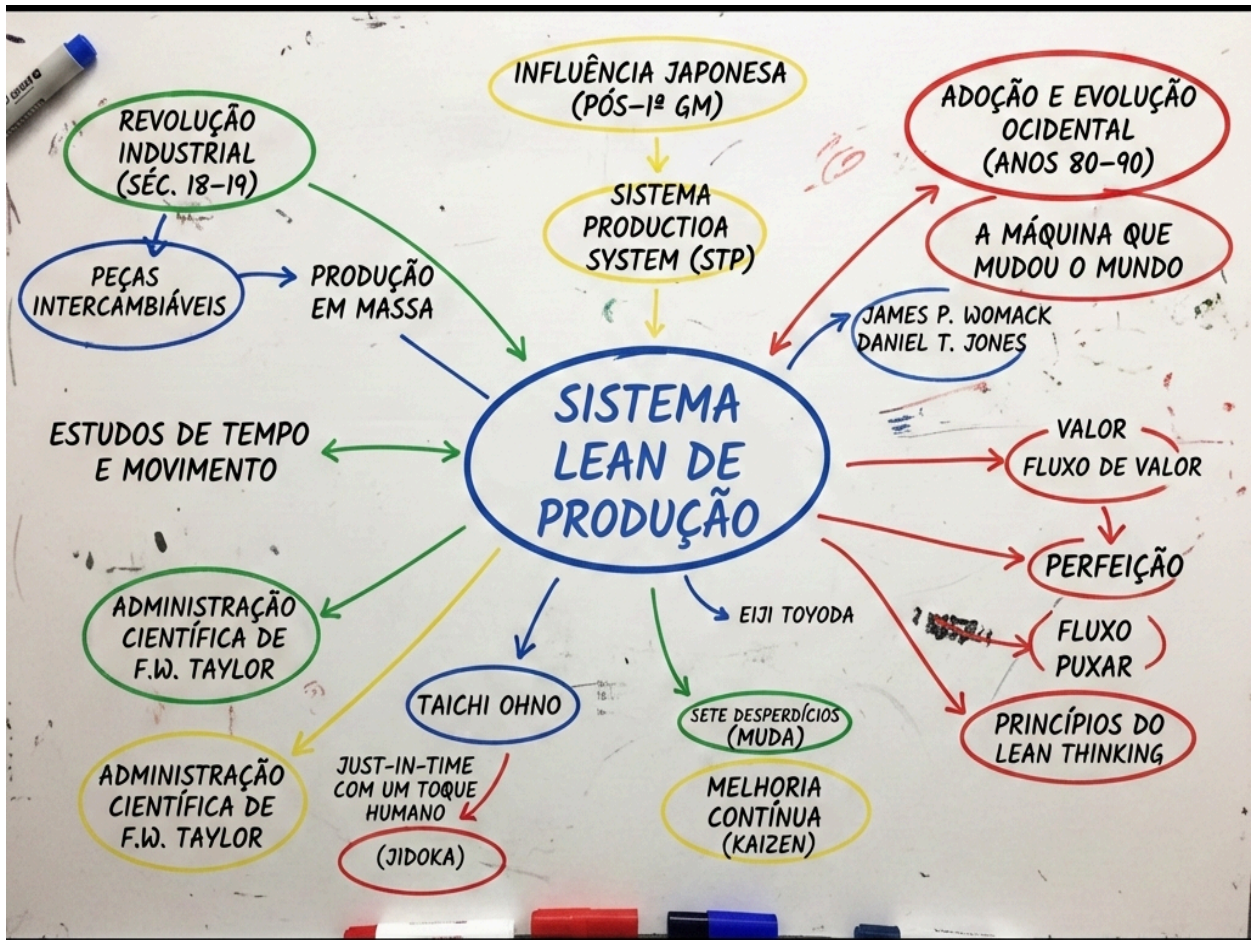
Nos anos 1970, após a crise do petróleo, o mundo notou a superioridade dos carros japoneses (melhor qualidade, menor custo). Artigos sobre o “sistema Ohno” começaram a aparecer no Ocidente.

- **1988**: O termo “**Lean**” (enxuto) foi cunhado pelo americano **John Krafcik** em seu artigo “Triumph of the Lean Production System” (baseado em pesquisa no MIT).
- **1990**: O livro *The Machine That Changed the World* (James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos) popularizou o conceito mundialmente, comparando fábricas “enxutas” (Toyota) com as tradicionais.
- **1996**: Womack e Jones lançaram *Lean Thinking*, definindo os 5 princípios do Lean: valor do cliente, mapa do fluxo de valor, fluxo contínuo, sistema pull e busca pela perfeição.

A partir dos anos 1990, o Lean saiu da indústria automotiva e se espalhou para saúde, serviços, software e praticamente todos os setores.

Em resumo: o Lean não foi uma invenção repentina, mas uma evolução inteligente do que Ford fez bem, adaptada à realidade japonesa de escassez e variedade. Hoje é uma das filosofias de gestão mais influentes do mundo, sempre com o foco em

produzir mais com menos recursos, eliminando desperdícios e focando no valor ao cliente.



# ■ SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (TPS)

A Toyota descreve oficialmente o TPS como uma “casa” sustentada por **dois pilares**:

## 1. Jidoka (Automação com Toque Humano ou Autonomia)

- Significa “parar imediatamente quando surge uma anormalidade” para evitar que produtos defeituosos sigam adiante.
- Máquinas e operadores param a linha automaticamente (ou manualmente via cordão Andon) ao detectar falhas de qualidade, atrasos ou problemas.
- Objetivo: construir qualidade na fonte, liberar as pessoas de tarefas de vigilância constante e permitir que os trabalhadores foquem em melhoria.
- Base histórica: inventado por Sakichi Toyoda no tear automático (início do século XX).

## 2. Just-in-Time (JIT – Apenas no Momento Certo)

- Produzir **apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade exata** que o cliente demanda.
- Cria um sistema “puxado” (pull): nada é produzido sem demanda real.
- Elimina estoques excessivos, reduz lead time (tempo total de produção) e sincroniza toda a cadeia (fornecedores → montagem → cliente).
- Inspirado em supermercados americanos: repõe só o que foi retirado.

Esses dois pilares são sustentados por uma base de **respeito às pessoas, kaizen (melhoria contínua) e desenvolvimento de líderes e equipes**.



# OS 5 PRINCÍPIOS DO LEAN

## 1. Identificar o Valor (Specify Value)

- Definir o que o cliente realmente valoriza e está disposto a pagar.
- Valor é sempre visto do ponto de vista do cliente final (não da empresa).
- Pergunta-chave: “O que o cliente quer? Qual é o preço que ele aceita pagar por esse produto/serviço?”

## 2. Mapear o Fluxo de Valor (Map the Value Stream)

- Desenhar todo o processo, do início ao fim (matéria-prima → entrega ao cliente).
- Identificar cada etapa como:
  - **Value-Adding** (agrega valor)
  - **Non-Value-Adding** (não agrega, mas necessário – Type 1 muda)
  - **Puro desperdício** (Type 2 muda – eliminar imediatamente)
- Ferramenta clássica: **Value Stream Mapping (VSM)**.

## 3. Criar Fluxo (Create Flow)

- Fazer o produto/serviço **fluir continuamente**, sem paradas, esperas, lotes grandes ou acúmulos.
- Eliminar interrupções, reduzir tempos de setup (SMED), trabalhar com fluxo de uma peça (one-piece flow).
- Objetivo: que o item nunca pare até chegar ao cliente.

## 4. Estabelecer o Puxar (Establish Pull)

- Produzir **apenas o que o cliente realmente demanda**, na quantidade e no momento exato.
- Sistema “pull” (puxado) em vez de “push” (empurrado).
- Ferramenta principal: **Kanban** – nada é produzido sem um sinal de demanda real.
- Resultado: estoques mínimos, redução drástica de superprodução.

## 5. Buscar a Perfeição (Seek Perfection)

- Melhorar **continuamente e sem parar** (Kaizen).
- Nunca aceitar que o processo atual é “bom o suficiente”.
- Envolve toda a empresa: líderes, equipes e fornecedores.
- Ciclo infinito: voltar sempre ao princípio 1 e refazer o mapa.

## Resumo visual dos 5 Princípios

Princípio	Objetivo Principal	Ferramenta principal
1. Identificar Valor	Focar no que o cliente quer	Voz do Cliente
2. Mapear Fluxo	Ver todos os desperdícios	Value Stream Mapping
3. Criar Fluxo	Fazer tudo fluir sem parar	One-piece flow / SMED
4. Estabelecer Pull	Produzir só por demanda	Kanban / Sistema pull
5. Buscar Perfeição	Melhorar sempre	Kaizen / PDCA

Os 5 princípios são **iterativos** — depois de chegar ao 5, você volta ao 1 e recomeça, sempre mirando a perfeição.

Esses princípios transformaram a Toyota em líder mundial e hoje são aplicados em empresas como Amazon, Boeing, hospitais (Lean Healthcare), startups (Lean Startup) e até governos.

---

## OS 8 DESPERDÍCIOS

Os **8 desperdícios** (ou *muda*) são as atividades que consomem recursos sem agregar valor ao cliente. Taiichi Ohno identificou os **7 originais** no Sistema Toyota de Produção (TPS). Nos anos 1990, foi adicionado o 8º: o desperdício de talento humano.

São lembrados pelo acrônimo **DOWNTIME** (ou TIMWOODS em inglês):

#	Desperdício	Definição	Impacto principal	Como eliminar (exemplos de ferramentas)
1	<b>Defeitos</b>	Produtos ou serviços com erros que precisam de retrabalho ou descarte	Custo extra, insatisfação do cliente	Jidoka, Poka-Yoke, inspeção na fonte
2	<b>Superprodução</b>	Produzir mais do que o cliente demanda ou antes da hora	Estoques altos, capital parado	Just-in-Time (JIT), Kanban, Takt Time
3	<b>Espera</b>	Pessoas ou máquinas paradas aguardando material, informação ou aprovação	Tempo ocioso, perda de produtividade	Fluxo contínuo, balanceamento de linha

4	<b>Talento não utilizado</b>	Não aproveitar ideias, criatividade e habilidades dos colaboradores	Perda de inovação e motivação	Kaizen, sugestões de funcionários, treinamento
5	<b>Transporte</b>	Movimentação desnecessária de materiais ou produtos	Danos, custo logístico extra	Layout em U, fluxo de uma peça
6	<b>Inventário</b>	Excesso de matéria-prima, WIP ou produtos acabados	Capital imobilizado, obsolescência	JIT, redução de lotes, supermercado
7	<b>Movimento</b>	Movimentos desnecessários de pessoas (caminhar, pegar, esticar)	Fadiga, acidentes, perda de tempo	5S, ergonomia, ferramentas ao alcance
8	<b>Sobreprocessamento</b>	Fazer mais trabalho do que o cliente precisa ou valoriza	Tempo e custo extras sem benefício	Value Stream Mapping, simplificação

Esses desperdícios estão interligados: um gera o outro (ex.: superprodução cria inventário e espera).

## Casos reais de eliminação dos 8 desperdícios

Aqui estão exemplos comprovados de empresas que aplicaram Lean e obtiveram resultados mensuráveis:

- **Defeitos** → **Nike**: Reestruturou layouts e empoderou operadores. Reduziu defeitos em quase **30%** e taxas de sucata.

- **Superprodução e Inventário** → **Toyota**: Com JIT e Single-Piece Flow, praticamente eliminou produção além da demanda e reduziu drasticamente estoques, base do TPS que inspirou todo o Lean.
- **Inventário** → **GE (General Electric)**: Com JIT, reduziu níveis de estoque em **50%** e tempo de produção de motores a gás em **30%**.
- **Espera e Sobreprocessamento** → **Intel**: Usando Lean Six Sigma (DMAIC), eliminou filas longas em salas limpas e inspeções redundantes de wafers. Reduziu drasticamente o lead time e aumentou o rendimento, economizando bilhões em custos de oportunidade.
- **Movimento e Transporte** → **Boeing** (linha 737): Implantou manufatura em células e sistemas digitais compartilhados com fornecedores. Reduziu distância de viagem das peças e tempo de montagem em **40%**, além de cortar custos de inventário e gargalos.
- **Movimento e Talento não utilizado** → **Amazon** : Aplicou 5S e Kaizen. Reduziu movimentos desnecessários dos operadores, eliminou confusão e aumentou engajamento dos funcionários com sugestões diárias.
- **Talento não utilizado** → **GE Appliances**: Cross-training + dashboards digitais + liderança como coaches. Permitiu que equipes mudassem de produto (ex: de lava-louças para geladeiras) com downtime mínimo e elevou moral e agilidade.
- **Sobreprocessamento** → **Caterpillar**: Com o Caterpillar Production System (inspirado no TPS), simplificou processos complexos, reduziu a quantidade de problemas pela metade e aumentou a entrega de 65% para **98%** em uma planta em apenas um ano.

Outros resultados impressionantes:

- Boeing: redução de resíduos perigosos em até 90% em pequenos projetos Lean (ex.: reutilização de ferramentas).
- Nike + Intel + Caterpillar: ganhos de produtividade de dois dígitos e queda drástica de defeitos.

Em resumo, eliminar os 8 desperdícios não é só “cortar custo” — é liberar capacidade, aumentar qualidade, engajar pessoas e entregar mais valor ao cliente. Empresas que aplicam Lean consistentemente (como Toyota há 70+ anos) transformam cultura inteira e dominam seus mercados.

---

# INDICADORES LEAN

No Lean (e no Sistema Toyota de Produção), os **indicadores** são ferramentas para medir o fluxo, identificar e eliminar os 8 desperdícios (*muda*), alinhar a produção à demanda real do cliente e impulsionar o *kaizen* (melhoria contínua). Eles são simples, visuais e acompanhados diariamente em quadros ou dashboards.

Abaixo, os **9 indicadores mais usados** no Lean, com descrição, fórmula exata e meta típica:

Indicador	Descrição (por que é Lean?)	Fórmula Exata	Meta típica Lean	Exemplo prático
Takt Time	Ritmo ideal de produção para atender exatamente a demanda do cliente (evita superprodução)	$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo Disponível de Produção}}{\text{Demanda do Cliente}}$	Ciclo Time $\leq$ Takt Time	480 min/dia disponível, demanda 240 unid. $\rightarrow$ Takt = 2 min/unidade
Cycle Time	Tempo real para completar 1 unidade em uma operação ou célula	$\text{Cycle Time} = \text{Tempo de fim do processo} - \text{Tempo de início do processo}$	Menor que Takt Time	Medido com cronômetro: 1,8 min/unid.
Lead Time	Tempo total desde o pedido do cliente até a entrega (inclui esperas e estoques)	Medido fim-a-fim (não tem fórmula fixa)	Reduzir continuamente	De 30 dias para 5 dias

OEE – Eficácia Global dos Equipamentos	% do tempo planejado que é realmente produtivo (combate os 3 grandes tipos de perda)	<p>OEE = Disponibilidade × Desempenho × Qualidade</p> <p>OU</p> <p>OEE = (Peças Boas × Tempo Ciclo Ideal) ÷ Tempo Planejado de Produção</p> <p>• Disponibilidade = Tempo de Operação ÷ Tempo Planejado</p> <p>• Desempenho = (Tempo Ciclo Ideal × Total Peças) ÷ Tempo de Operação</p> <p>• Qualidade = Peças Boas ÷ Total Peças</p>	85%+ (Toyota chega a 90%+)	87,5% × 83,3% × 97,1% = 70,8% (meta subir para 85%)
Process Cycle Efficiency (PCE)	% do Lead Time que realmente agrega valor ao cliente (mostra desperdício de tempo)	PCE = (Tempo de Valor Agregado ÷ Lead Time Total) × 100%	20–50%+ (indústria comum <5–10%)	Valor agregado = 8 min; Lead Time = 200 min → PCE = 4%
Giro de Estoque (Inventory Turnover)	Quantas vezes o estoque gira por ano (reduz inventário e capital parado)	Giro = Custo dos Bens Vendidos (COGS) ÷ Estoque Médio	10–20+ giros/ano	COGS R\$ 1.200.000 / Estoque médio R\$ 100.000 = 12 giros
Throughput	Taxa de produção real (unidades por tempo) – mede fluxo contínuo	Throughput = Nº de Unidades Produzidas ÷ Tempo (hora/dia/mês)	Aumentar continuamente	240 unid./dia
First Pass Yield (FPY)	% de unidades boas sem retrabalho na primeira passagem (qualidade na fonte – Jidoka)	FPY = (Unidades Boas ÷ Total Processado) × 100%	95–99%+	340 boas de 350 → 97,1%
On-Time Delivery (OTD)	% de entregas no prazo ao cliente (foco no valor para o cliente)	OTD = (Pedidos Entregues no Prazo ÷ Total de Pedidos) × 100%	95–99%	95 de 100 pedidos → 95%

## Fórmula adicional muito usada no Lean

**Little's Law** (lei de Little) – relaciona estoque, fluxo e tempo:

**WIP (Work in Process) = Throughput × Lead Time**

Exemplo:

Throughput (quanto entrega por tempo) 10 unid./hora

Lead Time 4 horas

→ WIP = 40 unidades (meta reduzir WIP para aumentar velocidade).

## Como são usados no dia a dia Lean

- **Value Stream Mapping** → calcula PCE, Lead Time e Takt para identificar desperdícios.
- **Kaizen / A3** → antes e depois de melhoria (ex.: redução de setup → impacto no OEE).
- **Andon + Heijunka** → monitora Takt vs. Cycle Time em tempo real.
- **5S + SMED** → medem redução de movimento, espera e tempo de setup .

Empresas que dominam esses KPIs (Toyota, Danaher, Amazon, Boeing) conseguem **reduzir lead time em 50–90%**, elevar OEE de 60% para 85%+ e girar estoque 3–5 vezes mais rápido que concorrentes tradicionais.

---

# CÁLCULO DE TAKT TIME

O **Takt Time** (do alemão *Taktzeit* = “tempo de batida” ou “ritmo”) é o **ritmo ideal de produção** necessário para atender **exatamente** a demanda do cliente, sem produzir nem a mais, nem a menos.

Ele é o “coração” do sistema **Just-in-Time** e do **Heijunka** (nivelamento de produção).

Seu objetivo principal é:

- Evitar **superprodução** (o maior desperdício do Lean)
- Balancear a linha de produção
- Garantir que o **Cycle Time** (tempo real de cada operação) seja **menor ou igual** ao Takt Time

## Fórmula Exata do Takt Time

**Takt Time = Tempo Líquido Disponível de Produção ÷ Demanda do Cliente**

- **Tempo Líquido Disponível** = Tempo total de trabalho no período – pausas, reuniões, manutenção planejada, almoço, etc. (Nunca inclui tempo de setup ou paradas não planejadas)
- **Demanda** = quantidade que o cliente quer no mesmo período (dia, semana, mês)

Unidade de medida: **tempo por unidade** (segundos/unidade ou minutos/unidade)

## Exemplo Prático de Cálculo (bem realista)

**Cenário de uma fábrica de ventiladores:**

- Turno de trabalho: 8 horas/dia → 480 minutos
- Deduções obrigatórias:
  - Intervalo para café: 15 min
  - Almoço: 30 min
  - Reunião diária + limpeza: 15 min
- **Tempo Líquido Disponível** = 480 – 60 = **420 minutos por dia**
- **Demanda do cliente (média diária): 280 ventiladores por dia**

**Cálculo:**

Takt Time = 420 minutos ÷ 280 unidades

**Takt Time = 1,5 minuto por ventilador**

(ou **90 segundos por ventilador**)

**Interpretação prática:**

- A linha de montagem deve terminar **1 ventilador a cada 90 segundos**.
- Se o Cycle Time de uma estação for 110 segundos → está **acima** do Takt → gargalo → precisa de kaizen urgente.
- Se o Cycle Time for 75 segundos → está **abaixo** → ótimo, sobra capacidade.

**Dica importante**

- O Takt Time **não é fixo**. Ele muda toda vez que a demanda do cliente muda.
- Exemplo: se a demanda subir para 350 unidades/dia, o novo Takt Time cai para **1,2 minuto/unidade** → a fábrica precisa produzir mais rápido ou adicionar capacidade.

---

## **CÁLCULO DE OEE**

(Eficácia Global dos Equipamentos)

O **OEE** é o indicador mais importante do Lean e do TPM (Manutenção Produtiva Total) para medir **quão efetivamente uma máquina, célula ou linha de produção está sendo utilizada** em relação ao seu potencial máximo.

Ele transforma as **6 grandes perdas** de equipamento em um único número percentual:

<b>Fator</b>	<b>Perdas combatidas</b>
Disponibilidade	Paradas não planejadas e setups longos
Desempenho	Velocidade reduzida e microparadas
Qualidade	Defeitos, retrabalho e sucata

**Meta mundial de classe mundial**

- Bom: 60–70%
- Médio: 75–85%
- Excelente (Toyota, Danaher, Bosch): **85%+**
- Meta Lean ambiciosa: **90%+**

**Fórmula Oficial do OEE (a mais usada)**

**OEE = Disponibilidade × Desempenho × Qualidade**

Ou, em uma única equação prática:

$$\text{OEE} = (\text{Quantidade de Peças Boas} \times \text{Tempo Ciclo Ideal}) \div \text{Tempo Planejado de Produção}$$

### Detalhamento das 3 Componentes

1. **Disponibilidade** = Tempo de Operação Real  $\div$  Tempo Planejado de Produção (Tempo Planejado = Tempo total do turno – pausas planejadas, reuniões, manutenção preventiva)
2. **Desempenho** = (Tempo Ciclo Ideal  $\times$  Quantidade Total Produzida)  $\div$  Tempo de Operação Real (mostra se a máquina está rodando na velocidade teórica)
3. **Qualidade** = Quantidade de Peças Boas  $\div$  Quantidade Total Produzida

### Cálculo do OEE Antes e Depois de um Kaizen Real

Aqui está um **exemplo real e completo** de cálculo de OEE, baseado em um caso documentado de evento Kaizen em uma linha de embalagem de materiais de construção (2022).

#### Caso Real (Plant Engineering – Kaizen em linha de embalagem)

- **Antes do Kaizen:** OEE = **52,6%**
- **Depois do Kaizen** (3 meses após): OEE = **87,6%**
- **Melhoria:** +66,5% (superou a meta de 70%)
- **O que mudou:** Redução de ciclo por pallet em mais de 35%, novo layout, 5S, posicionamento de materiais, manutenção preventiva e eliminação de movimentos desnecessários.

Para você ver **exatamente como o cálculo muda**, seguem os dados:

#### Cenário Comum (Turno de 8 horas)

- Tempo total do turno: 480 minutos
- Pausas e manutenção planejada: 60 minutos  $\rightarrow$  **Tempo Planejado de Produção = 420 minutos**
- Tempo Ciclo Ideal da máquina: **0,30 minuto por unidade** (18 segundos)

#### ANTES do Kaizen (OEE = 52,6% – situação típica de desperdícios altos)

Fator	Cálculo	Resultado
<b>Disponibilidade</b>	Tempo de Operação = 420 – 150 min (paradas: setup longo + avarias) = 270 min $270 \div 420$	<b>64,3%</b>
<b>Desempenho</b>	Total produzido = 720 unidades $(0,30 \times 720) \div 270 = 216 \div 270$	<b>80,0%</b>

<b>Qualidade</b>	Peças boas = 630 (de 720) → $630 \div 720$	<b>87,5%</b>
<b>OEE</b>	$64,3\% \times 80,0\% \times 87,5\%$	<b>52,6%</b>

**Interpretação:** Muita espera, setups demorados, velocidade abaixo do ideal e retrabalho → só 52,6% da capacidade real estava sendo usada.

### DEPOIS do Kaizen (OEE = 87,6% – após melhorias)

Fator	Cálculo (melhorias aplicadas)	Resultado
<b>Disponibilidade</b>	Tempo de Operação = 420 – 45 min (setup reduzido com SMED + menos avarias) = 375 min $375 \div 420$	<b>89,3%</b>
<b>Desempenho</b>	Total produzido = 1.180 unidades $(0,30 \times 1.180) \div 375 = 354 \div 375$	<b>94,4%</b>
<b>Qualidade</b>	Peças boas = 1.150 (de 1.180) → $1.150 \div 1.180$	<b>97,5%</b>
<b>OEE</b>	$89,3\% \times 94,4\% \times 97,5\%$	<b>87,6%</b>

#### Ganho real:

- +25% de disponibilidade (menos paradas)
- +14,4% de desempenho (fluxo mais contínuo)
- +10% de qualidade (menos defeitos) → **Aumento de 66,5% no OEE** sem comprar nova máquina!

### Fórmula Única (prática e rápida)

**OEE = (Peças Boas × Tempo Ciclo Ideal) ÷ Tempo Planejado**

- Antes:  $(630 \times 0,30) \div 420 = 52,6\%$
- Depois:  $(1.150 \times 0,30) \div 420 = 87,6\%$

Esse é o tipo de transformação que o Kaizen entrega: libera capacidade “escondida” na fábrica.

---

## LEAD TIME

**Lead Time** é o tempo total necessário para que um produto ou serviço percorra todo o fluxo produtivo, desde o início do processo até a entrega ao cliente. Ele inclui tempo de processamento, espera, transporte e possíveis retrabalhos. No contexto do Lean Manufacturing, reduzir o Lead Time é fundamental para aumentar a competitividade e melhorar o fluxo de valor.

Matematicamente, pode ser representado como:

**Lead Time = Tempo de Processo + Tempo de Espera + Tempo de Transporte.**

Quanto menor o Lead Time, maior a capacidade de resposta ao mercado, menor a necessidade de estoques e maior o giro de capital. A redução desse indicador geralmente está associada à eliminação de desperdícios e à melhoria contínua dos processos.

Exemplo:

Processo = 3h

Espera = 5h

Transporte = 2h

Lead Time = 10h

Após Lean → 4h

Redução de 60%

---

## MAPA DE FLUXO DE VALOR (VSM)

**Mapeamento de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping – VSM)**

### O que é?

O **Mapeamento de Fluxo de Valor** é uma ferramenta visual do **Lean Manufacturing** (e Lean Services) que permite ver, de forma completa e integrada, todo o fluxo de materiais e informações necessário para entregar um produto ou serviço ao cliente — desde o fornecedor até o ponto de entrega.

Ele transforma o processo complexo em um único mapa fácil de entender, destacando onde o valor é realmente gerado e onde estão os **desperdícios** (muda).

### Objetivo principal

- Identificar e eliminar desperdícios
- Reduzir o **lead time** (tempo total desde o pedido até a entrega)
- Melhorar o fluxo contínuo (flow)
- Criar um plano claro de melhoria (do estado atual para o estado futuro)

### Dois mapas principais

**Mapa**

**Objetivo**

**Quando usar**

<b>Estado Atual</b>	Mostrar a realidade de hoje (com todos os problemas)	Sempre primeiro
<b>Estado Futuro</b>	Projetar como o processo deve ficar após as melhorias	Após análise do atual

## Como fazer (passos simples)

1. **Escolher a família de produtos/serviços** (value stream)
2. **Ir ao Gemba** (ir ao local real) e coletar dados
3. **Desenhar o mapa do Estado Atual**
  - Fluxo de informação (pedidos, previsão, etc.)
  - Fluxo de material (produção)
  - Tempos: ciclo, espera, setup, lead time, takt time
4. **Analisar os desperdícios** (8 tipos de muda + mura + muri)
5. **Criar o mapa do Estado Futuro** com kaizens (melhorias)
6. **Elaborar o plano de implementação** (com prazos e responsáveis)

## Símbolos mais usados

- Caixa retangular → Processo
- Triângulo → Inventário/estoque
- Setas em ziguezague → Push (empurrado)
- Setas retas com “pull” → Pull (puxado)
- Relógio → Tempo de ciclo / lead time
- Caminhão → Fornecedor / Cliente externo
- Envelope → Informação manual
- Nuvem → Informação eletrônica

## Benefícios comprovados

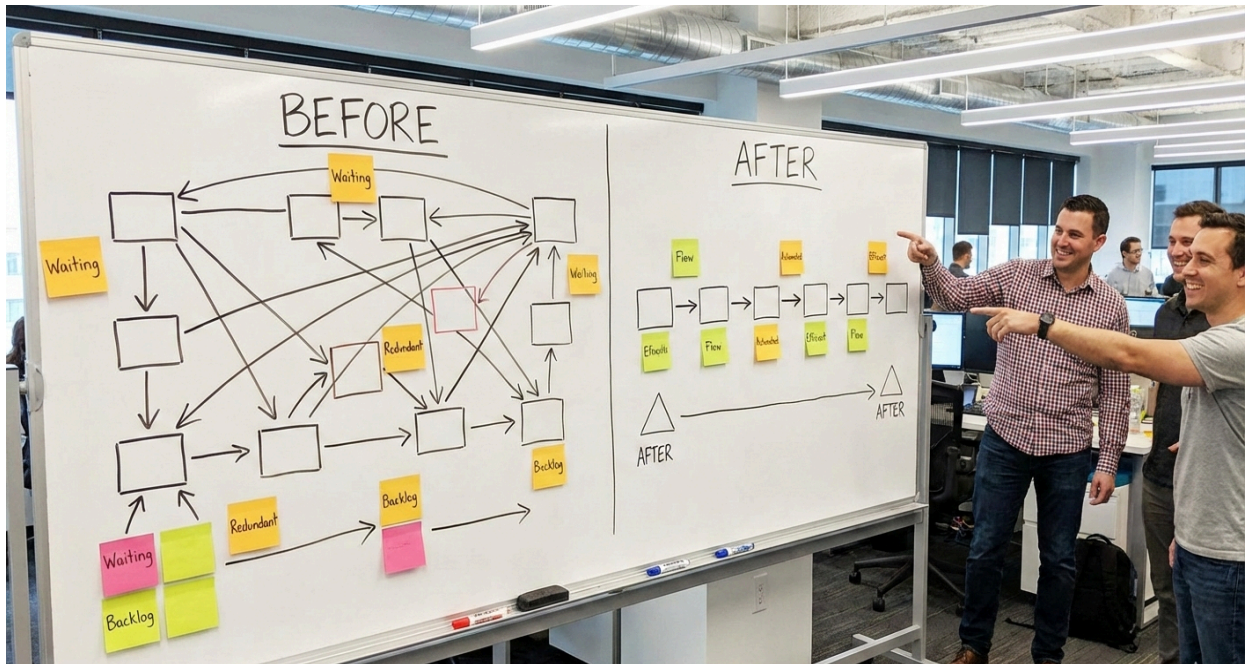
- Redução de lead time de 30% a 90% (casos reais)
- Redução de estoques em até 50–70%
- Aumento da produtividade e qualidade
- Visão compartilhada de toda a equipe (não só do chão de fábrica)
- Base sólida para implantar Lean, Kaizen, Six Sigma, etc.

## Aplicações

- Indústria (automotiva, alimentos, eletrônicos...)
- Serviços (bancos, saúde, logística, TI, construção civil)
- Escritórios administrativos
- Cadeia de suprimentos inteira

### Frase-chave para lembrar:

“O Mapeamento de Fluxo de Valor não mostra só o processo... ele mostra onde você está jogando dinheiro fora sem perceber.”



O VSM permite visualizar gargalos e desperdícios.

## FERRAMENTA 5S

O **5S** é uma metodologia japonesa de organização e disciplina no ambiente de trabalho, amplamente utilizada em sistemas Lean. Seu nome representa cinco princípios: **Seiri (Utilização)**, **Seiton (Organização)**, **Seiso (Limpeza)**, **Seiketsu (Padronização)** e **Shitsuke (Disciplina)**.

O objetivo é criar um ambiente mais eficiente, seguro e produtivo, eliminando desperdícios e melhorando a qualidade. O 5S reduz tempo perdido na busca por ferramentas, diminui riscos de acidentes e aumenta o engajamento da equipe.

Além de organização física, o 5S promove mudança cultural, incentivando responsabilidade e melhoria contínua. É frequentemente o primeiro passo na implantação do Lean Manufacturing.



Resultados típicos:

- Redução de acidentes
- Melhoria na produtividade

---

## KANBAN

O **Kanban** é um sistema visual de gestão da produção que controla o fluxo de trabalho com base na demanda real. Criado no contexto do Sistema Toyota de Produção, utiliza cartões ou sinais visuais para autorizar a produção ou movimentação de materiais.

Seu princípio central é a produção puxada (pull), ou seja, produzir apenas o que o cliente necessita, no momento certo e na quantidade exata. O Kanban reduz estoques, evita superprodução e melhora a organização do fluxo produtivo.

Além da indústria, também é amplamente aplicado em escritórios e na gestão de projetos, promovendo transparência, controle de tarefas e aumento da eficiência operacional.



Sistema visual de controle de produção.

Benefícios:

- Redução de estoque
- Fluxo puxado
- Controle visual simples

---

## KAIZEN

O **Kaizen** é uma filosofia japonesa de melhoria contínua que busca promover pequenos avanços diários nos processos, produtos e na gestão. A palavra significa “mudança para melhor” e está fundamentada na participação de todos os colaboradores, do nível operacional à alta liderança.

No contexto do Lean, o Kaizen elimina desperdícios, reduz falhas e melhora a produtividade de forma sistemática. Em vez de grandes mudanças pontuais, prioriza melhorias graduais e sustentáveis.

A aplicação do Kaizen aumenta a eficiência, fortalece a cultura organizacional e gera ganhos consistentes em qualidade, custo e prazo.



Exemplo:

Indicador	Antes	Depois
Setup	120 min	45 min

## SMED

O **SMED (Single Minute Exchange of Die)** é uma metodologia Lean voltada para a redução do tempo de setup de máquinas e equipamentos. Seu objetivo é realizar trocas de ferramentas em menos de 10 minutos, aumentando a flexibilidade produtiva.

A técnica consiste em separar atividades internas (com máquina parada) das externas (com máquina operando), convertendo o máximo possível de tarefas internas em externas. Isso reduz paradas, aumenta a disponibilidade dos equipamentos e diminui estoques.

O SMED melhora a produtividade, possibilita lotes menores e contribui para um fluxo mais contínuo e eficiente na produção.

Objetivo:

Reduzir setups para menos de 10 minutos.

## CASE REAL: TOYOTA

A Toyota Motor Corporation alcançou:

- Redução de 50% em estoques
- Redução significativa de lead time
- Maior giro de capital

## CASE PRÁTICO: REDUÇÃO DE SETUP

Empresa metalúrgica:

Setup inicial = 2h

Setup final = 30 min

Ganho:

$$(120-30)/120=75\% \quad (120 - 30) / 120 = 75\% \quad (120-30)/120=75\%$$

Impacto financeiro: aumento de 20% na capacidade produtiva.

---

## ANÁLISE DE CUSTO DO DESPERDÍCIO

Empresa com faturamento mensal de R\$ 500.000

Desperdício estimado 8%

$$500.000 \times 0,08 = 40.000 \quad 500.000 \times 0,08 = 40.000 \quad 500.000 \times 0,08 = 40.000$$

R\$ 40.000 por mês perdidos.

---

## ROI DA IMPLANTAÇÃO LEAN

Investimento = R\$ 30.000

Economia anual = R\$ 180.000

$$\text{ROI} = 180.000 - 30.000 = 150.000 \quad = 150.000 / 30.000 = 5 = 500\%$$

---

## ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do **Sistema Lean** em uma empresa inicia-se com um **diagnóstico detalhado dos processos**, identificando desperdícios, gargalos e oportunidades de melhoria. Em seguida, realiza-se o **alinhamento estratégico e o engajamento da liderança**, garantindo apoio organizacional.

O próximo passo é a **capacitação da equipe** e a formação de um time responsável pela condução do projeto. Após isso, inicia-se um **projeto piloto**, aplicando ferramentas como 5S, VSM e Kaizen em um setor específico.

Com os resultados validados, ocorre a **expansão gradual para outras áreas**, sempre acompanhada por indicadores de desempenho (KPIs). Por fim, consolida-se a mudança por meio da **padronização dos processos e fortalecimento da cultura de melhoria contínua**.

1. Diagnóstico
2. Treinamento
3. Projeto piloto
4. Expansão
5. Padronização

---

## LEAN EM SERVIÇOS

O **Lean em Serviços** aplica os princípios da produção enxuta em ambientes não industriais, com foco na eliminação de desperdícios, redução de retrabalho e aumento da eficiência operacional. Diferente da manufatura, o foco está na melhoria de fluxos de informação, atendimento e processos administrativos.

Ele pode ser aplicado em diversos segmentos como **hospitais e clínicas, instituições financeiras, escritórios de engenharia e contabilidade, logística e transporte, call centers, varejo, construção civil e empresas de tecnologia**.

Os resultados alcançáveis incluem redução do tempo de atendimento, diminuição de erros e retrabalho, maior produtividade das equipes, redução de custos operacionais e aumento da satisfação do cliente. Além disso, promove padronização, maior previsibilidade dos processos e melhoria contínua sustentável, aumentando a competitividade da organização no mercado

---

## LEAN NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O **Lean na Construção Civil**, também conhecido como Lean Construction, adapta os princípios do Lean Manufacturing ao setor de obras, com foco na redução de desperdícios, aumento de produtividade e maior previsibilidade dos prazos.

Seu objetivo é eliminar atividades que não agregam valor, como retrabalho, excesso de movimentação, desperdício de materiais e atrasos no cronograma. Ferramentas como planejamento colaborativo (Last Planner System), gestão à vista e controle rigoroso de fluxo são amplamente utilizadas.

Os resultados incluem redução de custos, menor índice de desperdício de materiais, cumprimento de prazos, aumento da segurança no canteiro e maior qualidade final da obra. Além disso, promove melhor integração entre equipes, fornecedores e clientes, tornando os projetos mais eficientes e competitivos.

---

## CULTURA ORGANIZACIONAL

A **cultura organizacional Lean** é baseada na busca contínua pela eliminação de desperdícios, foco no valor ao cliente e melhoria constante dos processos. Mais do que aplicar ferramentas, o Lean exige mudança de mentalidade, disciplina operacional e envolvimento ativo da liderança e das equipes. A organização passa a tomar decisões com base em dados, indicadores de desempenho e resolução estruturada de problemas.

Na indústria, essa cultura se manifesta por meio de práticas como padronização de processos, redução de estoques, melhoria de fluxo produtivo, aplicação de 5S, Kaizen, SMED e controle de OEE. O resultado é aumento de produtividade, redução de custos e maior competitividade.

Nos serviços, a aplicação ocorre na melhoria de fluxos de atendimento, redução de retrabalho, padronização de procedimentos e otimização do tempo de resposta ao cliente. Hospitais, bancos, escritórios e empresas de tecnologia podem reduzir filas, erros administrativos e tempo de processamento.

Uma cultura Lean sólida promove engajamento, autonomia das equipes e melhoria sustentável, tornando a organização mais ágil, eficiente e preparada para mudanças de mercado.

Lean não é apenas ferramenta, é cultura.

Necessita:

- Liderança forte
  - Disciplina
  - Treinamento contínuo
- 

## ERROS COMUNS

A implantação do **Lean** frequentemente falha quando é tratada apenas como um conjunto de ferramentas isoladas, e não como uma mudança cultural profunda. Um dos erros mais comuns é aplicar 5S, Kanban ou Kaizen sem alinhamento estratégico e sem o envolvimento da

liderança. Outro equívoco recorrente é buscar resultados imediatos, ignorando que o Lean exige disciplina, constância e acompanhamento por indicadores claros.

Também é comum subestimar a resistência à mudança e não investir em capacitação adequada das equipes. Sem treinamento estruturado, os colaboradores tendem a enxergar o Lean como aumento de cobrança, e não como melhoria de processos.

Por isso, a implantação deve ser conduzida por **profissionais experientes, que vivam a filosofia Lean na prática**, capazes de treinar, orientar e engajar as equipes. A experiência prática garante diagnóstico correto, aplicação adequada das ferramentas e construção de uma cultura sustentável de melhoria contínua.

- Implantar ferramentas sem mudar cultura
  - Falta de indicadores
  - Resistência da liderança
- 

## CHECKLIST DE APLICAÇÃO

A aplicação do **Lean em uma empresa** deve seguir um processo estruturado para garantir resultados consistentes e sustentáveis. O primeiro passo é realizar um **diagnóstico detalhado dos processos**, identificando gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria. Em seguida, é fundamental obter o **alinhamento estratégico da liderança**, garantindo apoio e direcionamento claro.

O terceiro passo é promover a **capacitação das equipes**, disseminando os princípios Lean e preparando multiplicadores internos. Depois, realiza-se o **mapeamento do fluxo de valor (VSM)** para visualizar o estado atual e definir o estado futuro desejado.

Com base nesse diagnóstico, inicia-se um **projeto piloto**, aplicando ferramentas como 5S, Kaizen, Kanban e padronização de processos. Paralelamente, definem-se **indicadores de desempenho (KPIs)** para medir produtividade, qualidade e tempo de ciclo.

Após validar os ganhos no piloto, ocorre a **expansão gradual para outras áreas**, sempre acompanhada de reuniões de acompanhamento e gestão à vista. É essencial estabelecer rotinas de melhoria contínua, com análise de causas e solução estruturada de problemas.

Por fim, consolida-se a implementação por meio da **padronização, auditorias internas e fortalecimento da cultura organizacional**, garantindo que o Lean deixe de ser um projeto e se torne parte da estratégia permanente da empresa.

- Diagnóstico
- Alinhamento
- Mapeamento
- Projeto piloto

- Definição de Kpi's
  - Padronizar
  - Expandir
- 

## **CONCLUSÃO**

Lean é uma estratégia comprovada para:

- Aumentar margem
- Reduzir desperdícios
- Melhorar produtividade
- Aumentar competitividade

Empresas que aplicam Lean de forma estruturada alcançam crescimento sustentável.

---

## **CONTATO**

Ilieu Alexandre Pereira  
Engenheiro de Produção  
Consultor Empresarial

Entre em contato para diagnóstico de Lean personalizado.

whats: 41987902099

[www.construallpr.com.br](http://www.construallpr.com.br)