

# Lean Six Sigma

Prof. Dr. Messias Borges Silva

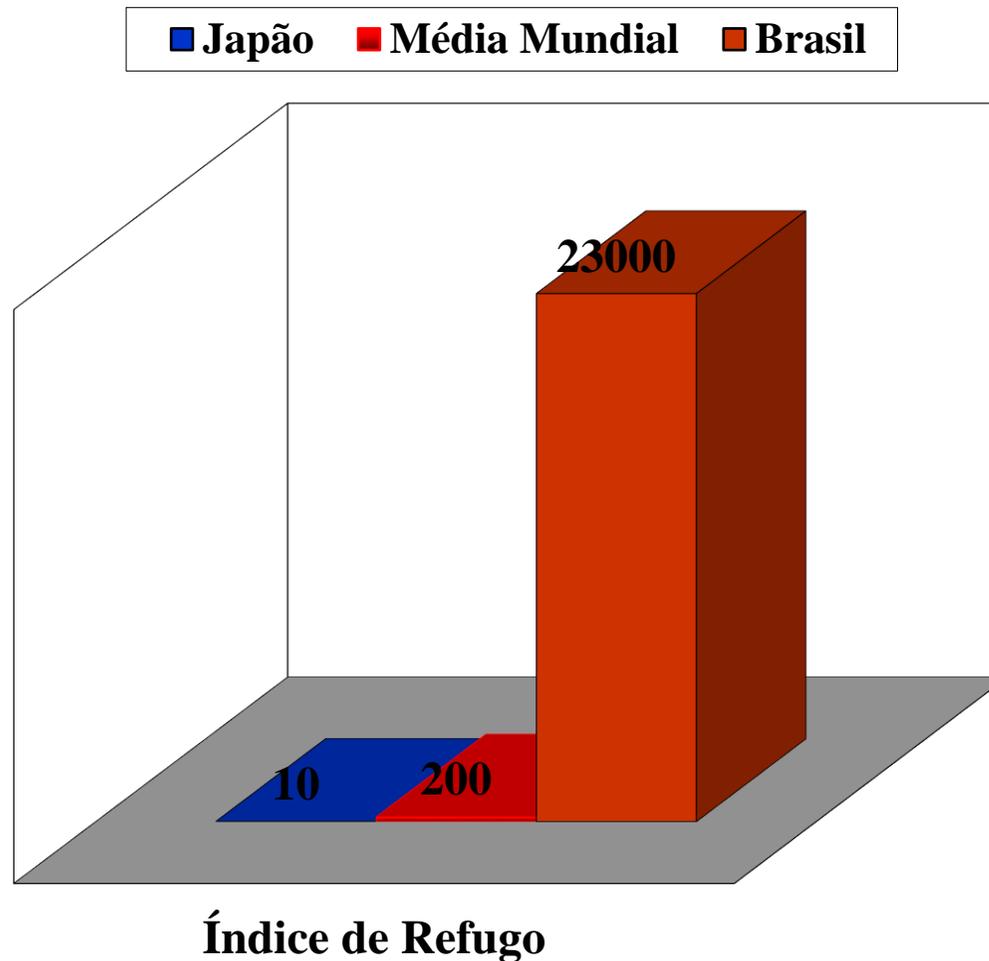
2024

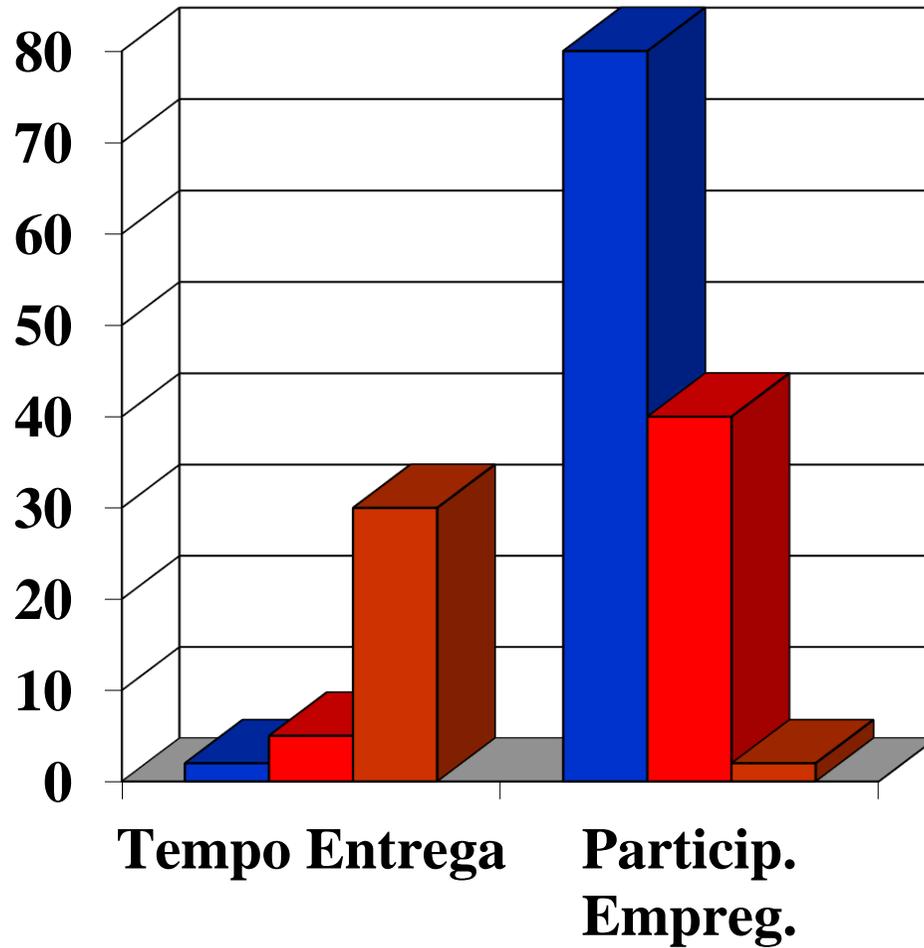
# Prof. Dr. Messias Borges Silva

- Engenheiro Industrial Químico (EEL-USP-FAENQUIL)
- Certified Quality Engineer (American Society for Quality-USA)
- Pós-graduado em Ciências Térmicas (ITA)
- Pós-graduado em Qualidade (USJT)
- Mestre em Engenharia Mecânica (UNESP)
- Doutor em Engenharia Química (UNICAMP)
- Livre Docente em Engenharia da Qualidade (UNESP)
- Esp. em Design of Experiments, Lean Enterprise, Lean Product Development, Innovation Beyond Buzz-word, Innovation & Design Thinking (Massachusetts Institute of Technology-MIT-USA)
- Visiting Scientist da Harvard University
- Membro da Academia Brasileira da Qualidade ABQ
- Líder da CDIO Initiative na América Latina.
- Professor da UNESP, USP e Ex-Diretor Geral da EEL-USP-FAENQUIL
- Coordenador do Curso de Pós-graduação em Engenharia da Qualidade da EEL-USP
- Consultor de empresas

# Situação do Brasil

Índice de Rejeição em ppm





# O que as empresas **Classe Mundial** (World Class) vem praticando

- **Estratégia Seis Sigma** : busca-se o padrão 3,4 ppm ou dpmo de rejeição melhorando qualidade e reduzindo variabilidade.
- **Lean Thinking** : busca-se a transformação radical para combater a todo tipo de desperdício e ganhos de produtividade.
- **Balanced Score Card** : busca-se colocar em prática as ações previstas no Planejamento Estratégico

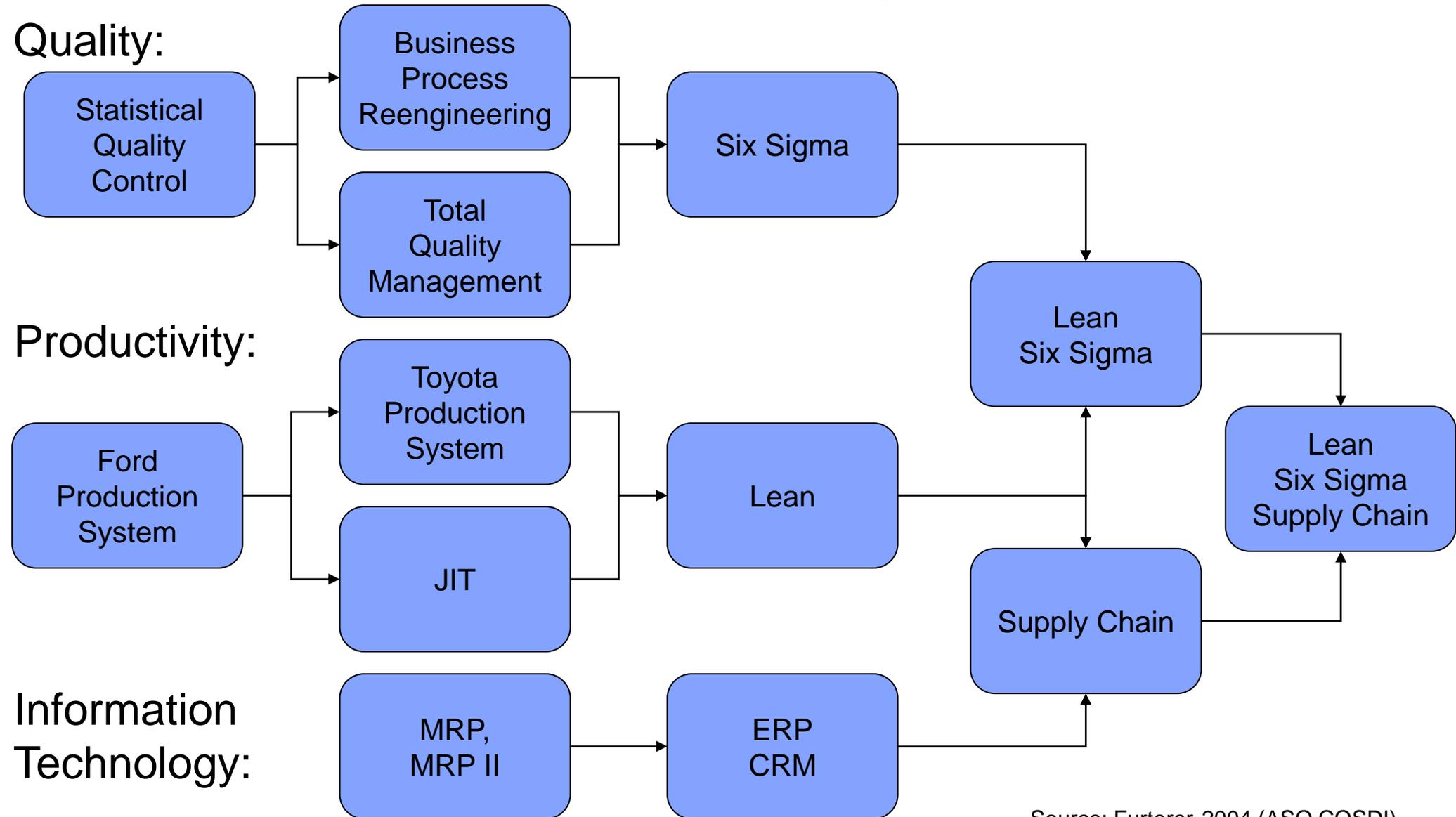
# Competitividade Internacional

Os países desenvolvidos possuem programas formais World Class para a qualificação e formação de profissionais Master Black Belt, Black Belt e Green Belt.

(boa notícia: O **Brasil** também já tem. Ainda modestamente, mas já tem.)

E, isto tem sido decisivo na obtenção de resultados expressivos de **melhoria da qualidade** (produtos e serviços), maior agilidade, aumento da **produtividade**, **lucratividade** e crescimento das organizações de forma **sustentável**.

# Evolution of Quality



# Comparação

- 1,5  $\sigma$  -- 500000 dpmo
- 2,0  $\sigma$  -- 308538 dpmo
- 2,5  $\sigma$  -- 158650 dpmo
- 3,0  $\sigma$  -- 66807 dpmo
- 3,5  $\sigma$  -- 22700 dpmo
- 4,0  $\sigma$  -- 6210 dpmo
- 5,0  $\sigma$  -- 233 dpmo
- **6,0  $\sigma$  -- 3,4 dpmo**

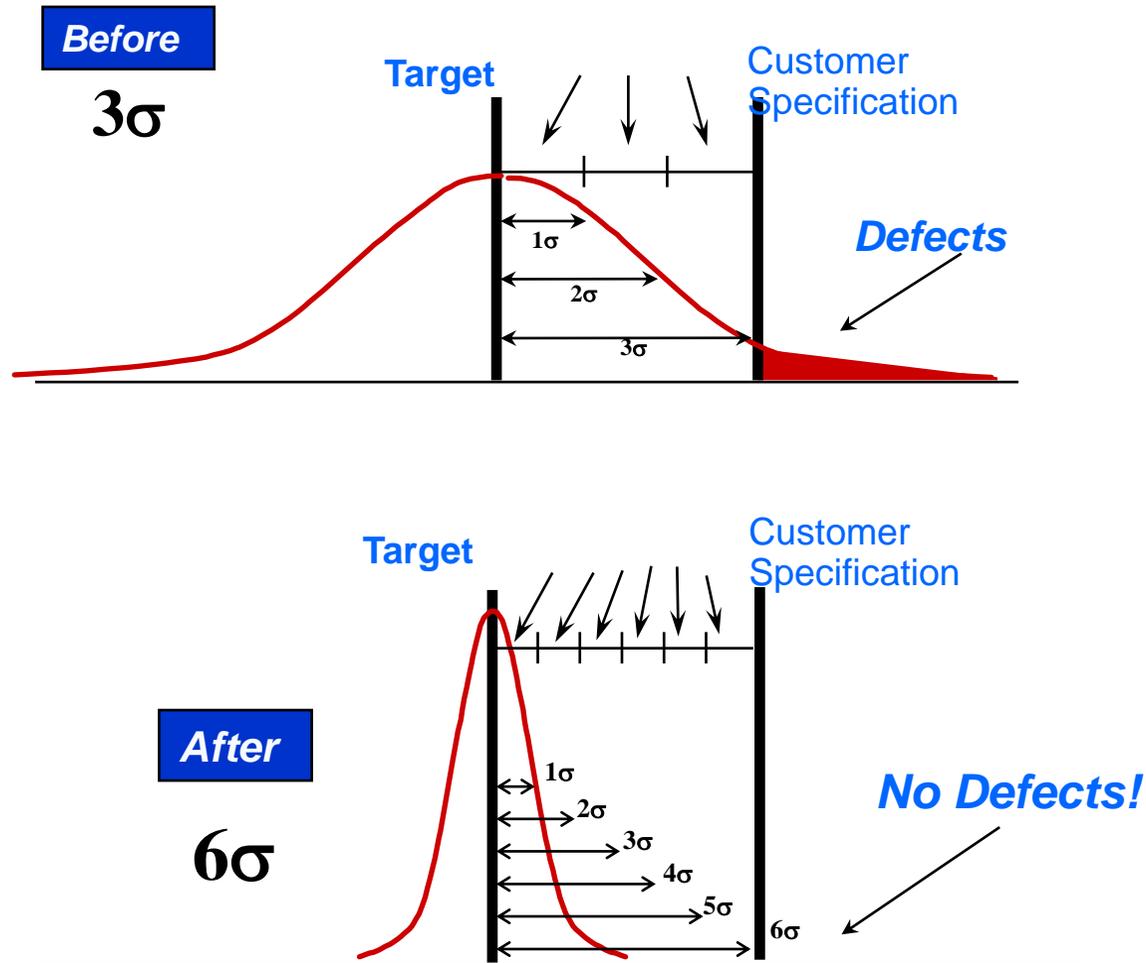
# Six Sigma

6  $\sigma$

- Medida
- Benchmark
- Visão
- Filosofia
- Método
- Ferramentas
- Metas

# What is the 6?

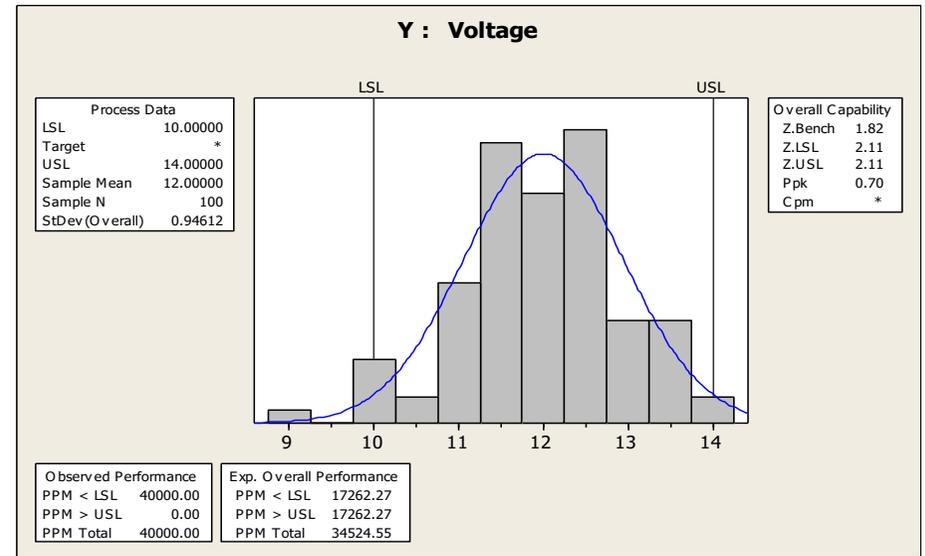
A  $3\sigma$  process because 3 standard deviations fit between target and spec



# Goals

## In Six Sigma:

-Y = f(x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>...?)  
the challenge is to **find**  
**then improve/control**  
these X's



$$Y = f(x_1, x_2 \dots ?)$$

Process Output

Is a function  
of...

Key Process  
Inputs

# **Estratégia do Six Sigma (conduzidas por profissionais Black Belt)**

- 1- Identificar Característica Críticas Para a Qualidade (CTQ) dirigida pelo cliente.
- 2- Identificar processos chave que produzam defeitos em um CTQ.
- 3- Para cada CTQ de um produto ou processo:

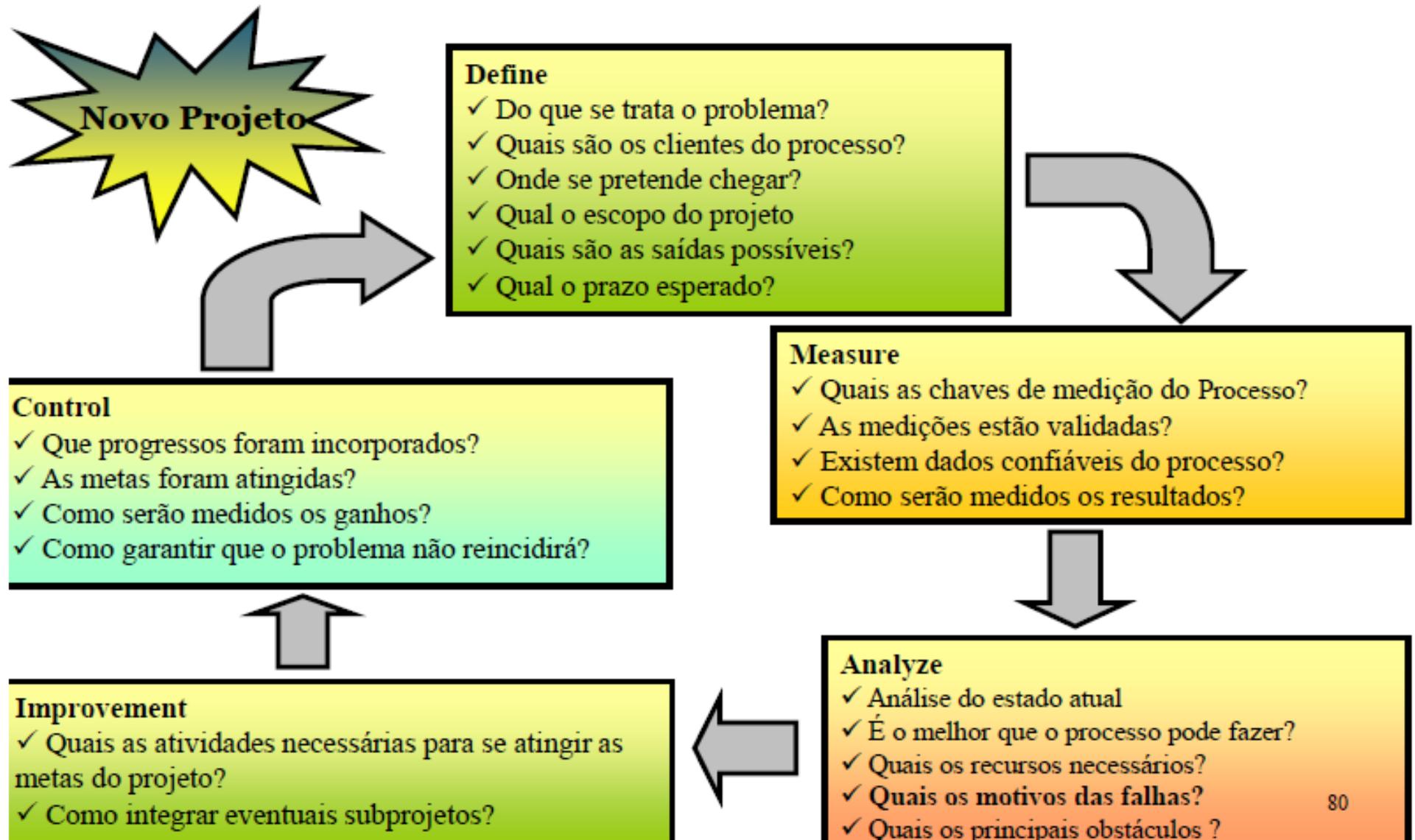
**Meça, Analise, Melhore, Controle**

Prof. Dr. Messias Borges Silva

# Metodologia DMAIC

- DEFINE
- MEASURE
- ANALYSE
- IMPROVE
- CONTROL

# Metodologia DMAIC



# Medição

- **Qual é a frequência dos defeitos?**

Identifique as variáveis críticas para a qualidade CTQ

Mapeie os processos

Desenvolva e valide os sistemas de  
medição

# Análise

- **Quando e onde ocorrem os defeitos?**

Pratique o Benchmark

Calcule o sigma do processo

Estabeleça metas de melhoria

Use as Sete Ferramentas da Qualidade

# Melhoria

- **Como podemos corrigir o processo?**

Use Projeto de Experimentos ( DOE )

Isole os “poucos vitais” dos “muitos triviais”  
das fontes de variação

Use brainstorming para encontrar as soluções  
necessárias (workout)

# Controle

- **Como podemos fazer para manter a melhora introduzida no processo?**

Estabeleça os mecanismos de controle

Monitore a variação do processo

Mantenha o processo “sob controle”

Use as cartas de controle e demais procedimentos

# Ouçã a Voz do cliente interno

- Crescimento
- Produtividade
- Capacidade
- Satisfação do funcionário
- Satisfação do cliente

# Ouçã a Voz do cliente externo

- Pesquisa de satisfaçã
- Dashboard de clientes

# Ferramentas para six sigma

- Sete ferramentas da qualidade ( Pareto,...) ajudam a chegar até  $4\sigma$  (6210 ppm)
- Muita estatística MESMO, decisões baseadas em dados
- CAP ( Change Acelerat Process) . São ferramentas e metodologia para gerenciamento de conflitos e resistência a mudanças
- Workout . Trabalhar! "limpar o processo"

# Comparação

- Padrão  $1\sigma$  -- 68% dos produtos aceitáveis
- Padrão  $3\sigma$  -- 99,7% dos produtos aceitáveis
- Padrão  $6\sigma$  -- 99,999997% dos produtos aceitáveis

## Ortografia

## Tempo

3 $\sigma$	2 palavras erradas por pág. de um livro	3 ½ meses a cada século
4 $\sigma$	1 palavra errada a cada 30 págs. De um livro	2 ½ dias a cada século
5 $\sigma$	1 palavra errada em uma coletânea enciclopédica – tipo Barsa	30 minutos a cada século
6 $\sigma$	1 palavra errada entre todos os livros de uma livraria - Saraiva	6 segundos a cada século

# Estrutura para o 6 $\sigma$



**Alta Administração**



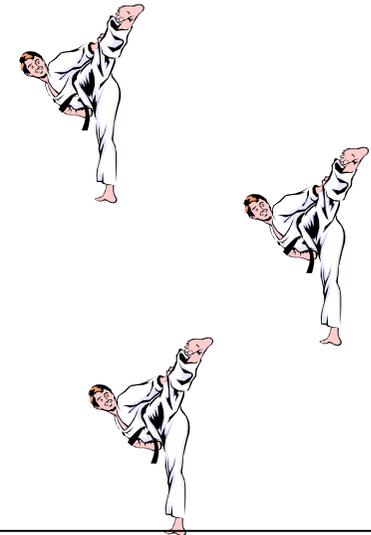
**Master Black Belts**

**Champions**



**Black Belts**

**Green Belts**



O objetivo da estrutura é de rapidamente difundir a filosofia, a metodologia e as ferramentas

# Os Black Belts ( faixas pretas)

- O programa six sigma depende de uma nova “classe de lutadores” dentro da empresa para executar procedimentos e alcançar seus objetivos.

# Características dos Black Belts

- 1- Possuir enorme energia e paixão pelo trabalho - um verdadeiro líder
- 2- Ter capacidade de estimular, transmitir energia e mobilizar a organização em torno dos benefícios Six Sigma. Não ser burocrata.
- 3- Entender que o Six Sigma diz respeito à conquista de clientes no mercado e não à obtenção de resultados financeiros para a empresa.

4- Possuir conhecimentos técnicos sobre o que é o Six Sigma.

5- Destacar-se pela capacidade distintiva de atingir resultados e não apenas apresentar soluções técnicas.

# TRABALHO 1: DMAIC

- Grupos de até 5 pessoas
- Para próxima aula: Mostra um “Case” usando DMAIC
- Gravar a apresentação – tempo máximo de 20 minutos
- Todos do grupo devem participar

# LEAN ENTERPRISE EMPRESA ENXUTA

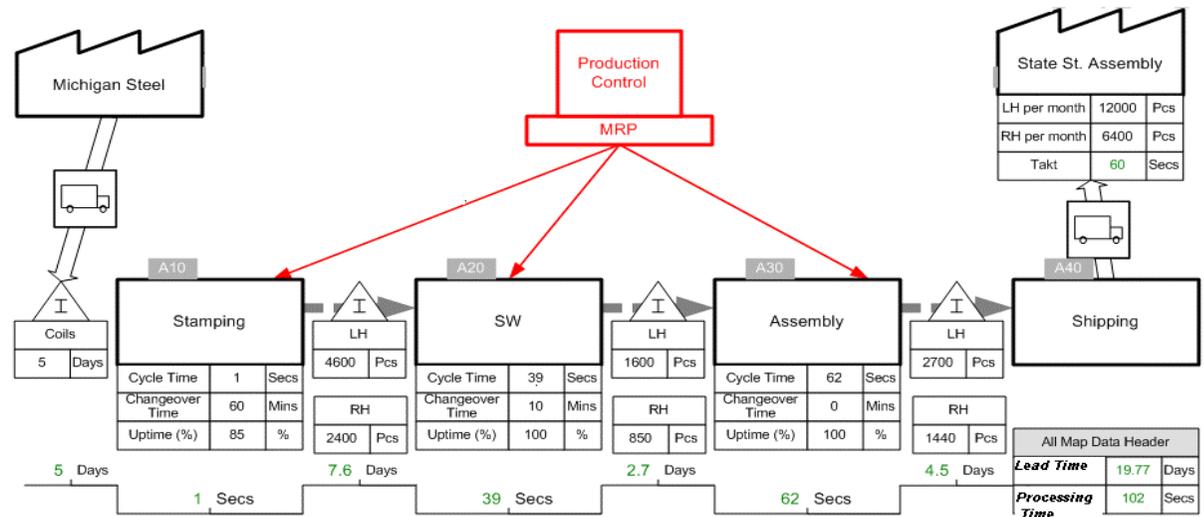
- Prof Dr Messias Borges Silva

USP e UNESP

# So, what is LEAN?

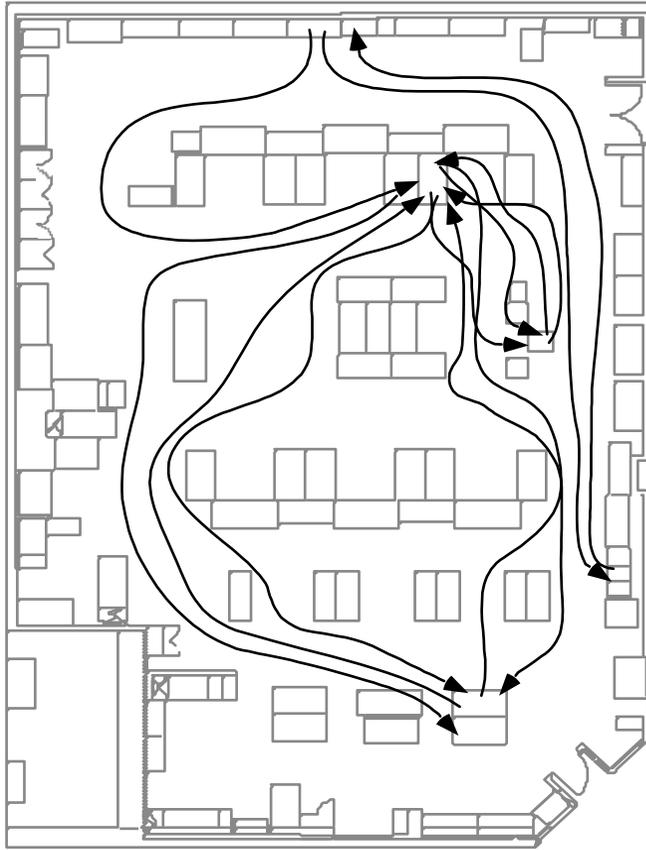
# Waste (Muda) is the enemy

A strategy that focuses on the **elimination of waste** so that each step in the process creates value in the eyes of the **CUSTOMER.**



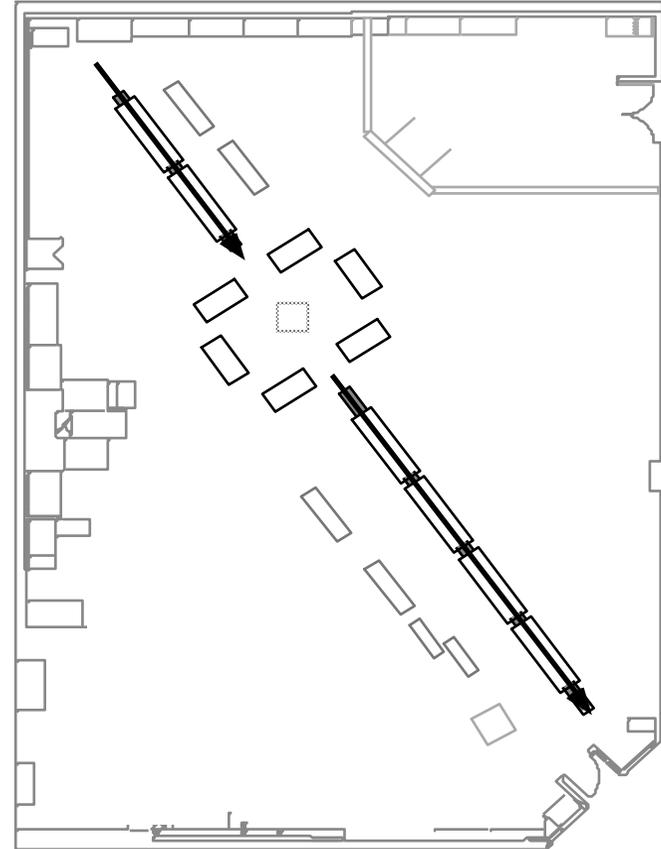
# You can see Lean

Before



Lead time measured in days (3 days)

After



Lead time measured in minutes (83 min)

# KAIZEN

DEFINE

IMPROVE

MEASURE

CONTROL

ANALYZE

**Everyone. Everyday... finds a better way!**

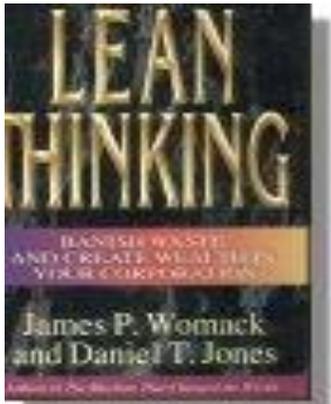
Toyota's Chairman Mr. Cho,  
Positive Mentors, and How About You?

## **Three Keys :**

- **Go See**
  - **“Senior Management must spend time on the front lines.”**
- **Ask Why**
  - **“Use the “Why?” technique daily.”**
- **Show Respect**
  - **“Respect your people.”**

# O que é o Lean Thinking?

- Filosofia gerencial baseada no Sistema Toyota;
- Livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (1990);
  - Resultado de 5 anos de pesquisa do MIT com 90 plantas automobilísticas;
  - Revelou que Toyota desenvolveu um novo paradigma.
- É um sistema de gestão para a empresa toda (Lean Enterprise).



# O Pensamento Enxuto

**James Womack & Daniel Jones (1996):**

**“Ao aprender a identificar desperdícios você descobrirá que há muito mais desperdícios ao seu redor do que você jamais imaginou...”**

**Felizmente, existe um poderoso antídoto ao desperdício: o pensamento **enxuto**. O pensamento **enxuto** é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar estas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de maneira cada vez mais eficaz.**

**Em suma ... é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos ... e, ao mesmo tempo, tornar-se cada vez mais capaz de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.”**

# O que é Valor?



Your Value Dimensions :

Value = Quality + Price + Service + Innovation + Other

# Princípios do Pensamento Enxuto

1. Especificar o **valor**

2. Identificar a **cadeia de valor** dos produtos e remover as etapas que geram desperdícios

3. Fazer com que as etapas que criam valor **fluam**

4. Fazer com que a produção seja “**puxada**” pela demanda

5. Gerenciar para se buscar a **perfeição**

# PRODUÇÃO ARTESANAL VERSUS PRODUÇÃO EM MASSA

Minutos necessários para montar:	Produção Artesanal Outono 1913	Produção em Massa Primavera 1914	Percentual da Redução do Esforço
Motor	594	226	62%
Gerador	20	5	75%
Eixo	150	26,5	83%
Componentes principais	750	93	88%

FONTE: WOMACK, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que Mudou o Mundo. p.17. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

# PRODUÇÃO EM MASSA VERSUS PRODUÇÃO ENXUTA

	GM Framingham	Toyota Takaoka
Horas de montagem por carros	40,7	18
Defeitos de montagem por 100 carros	130	45
Espaço de montagem por carro (m <sup>2</sup> )	0,75	0,45
Estoques de peças (média)	2 semana	2 horas

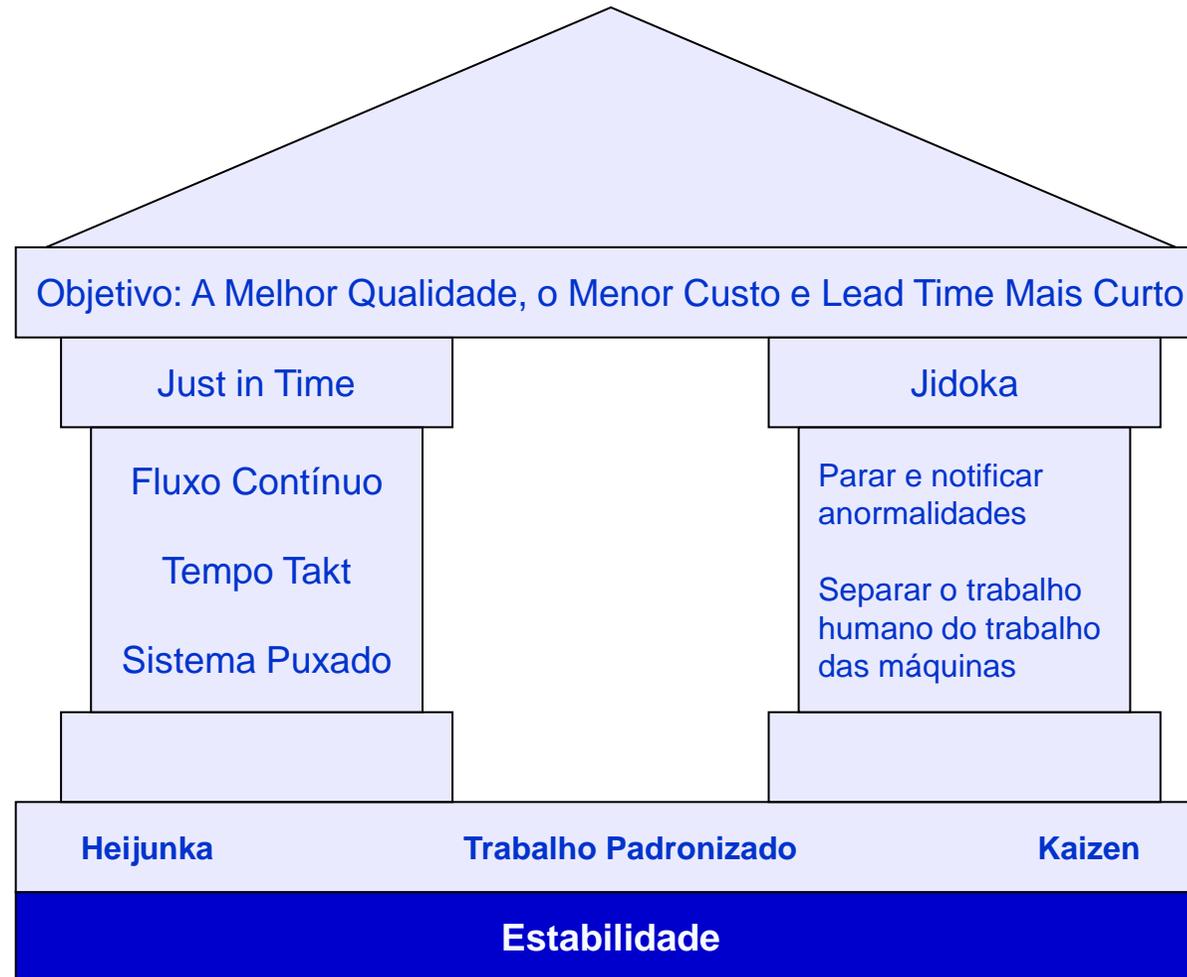
FONTE: WOMACK, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que Mudou o Mundo. p.71. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

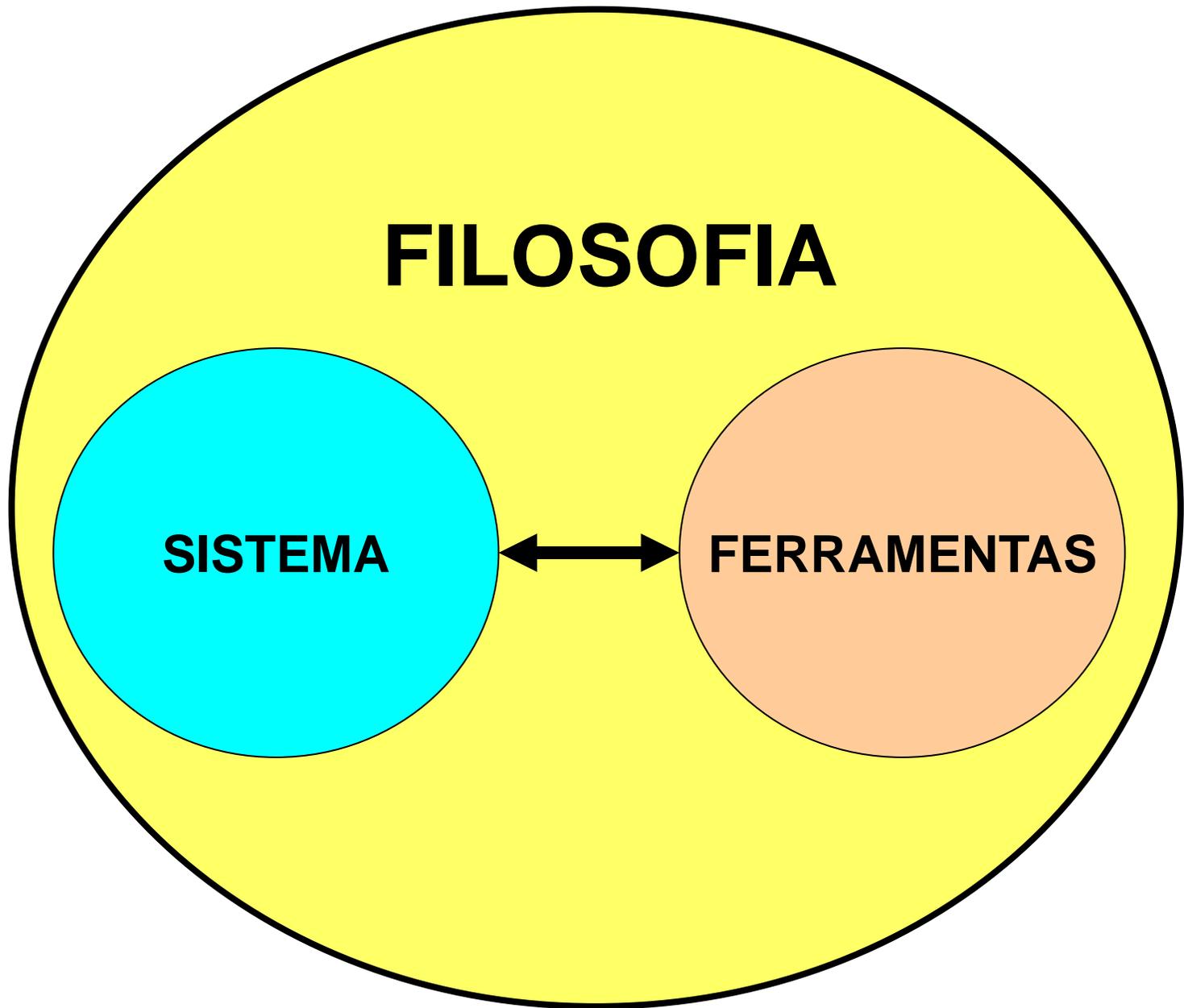
# Lean como estratégia para....

- Aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização possível dos recursos disponíveis.

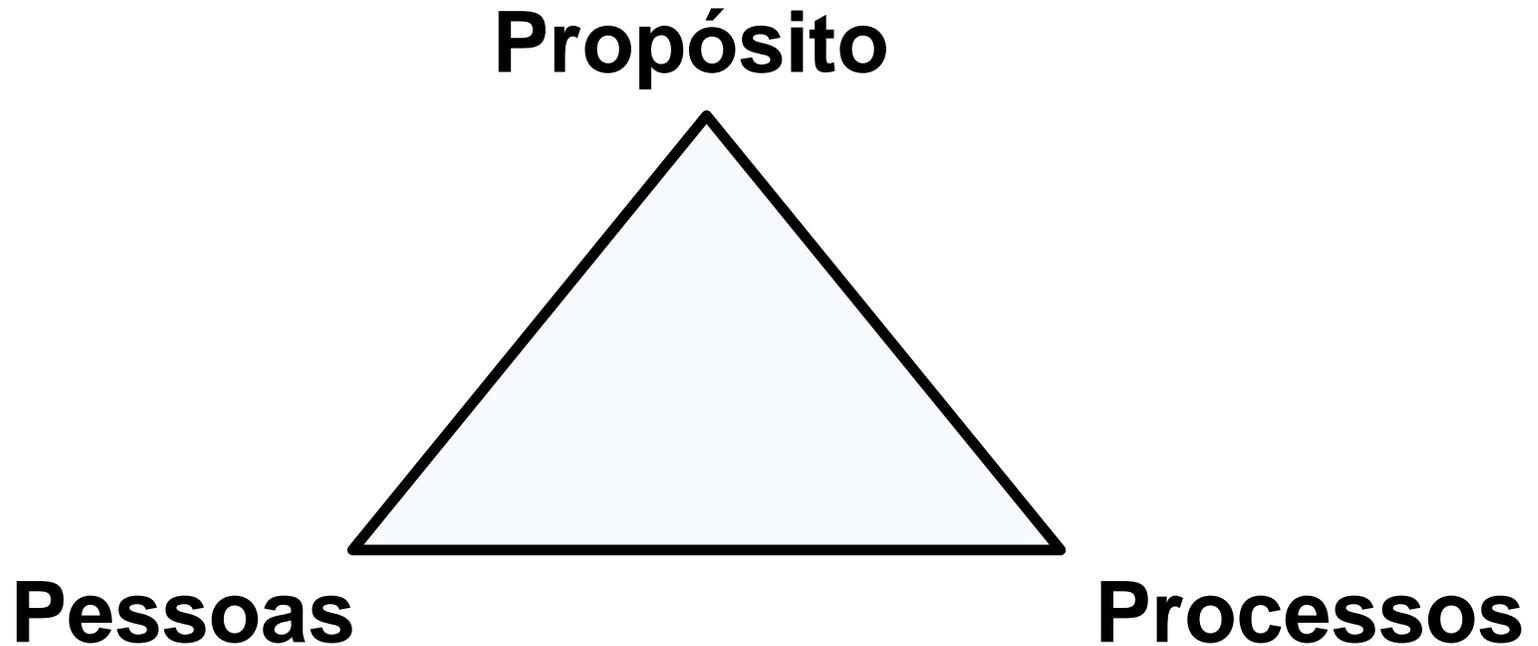
# O Sistema Toyota de Produção

## A Casa da Toyota





# Os 3 Ps



**Gestão lean: definir claramente o propósito, estabelecer os processos e alinhar as pessoas.**

# Propósito

- Fornecer consistentemente valor aos clientes com os custos mais baixos possíveis.

# Desperdício: tudo que consome recursos, mas não cria valor

- Taiichi Ohno, lendário líder da Toyota, classificou o desperdício em 7 categorias:
  - Produção em excesso;
  - Movimentação;
  - Espera;
  - Transporte;
  - Estoques desnecessários;
  - Processamento desnecessário;
  - Correções;
  - Outros?

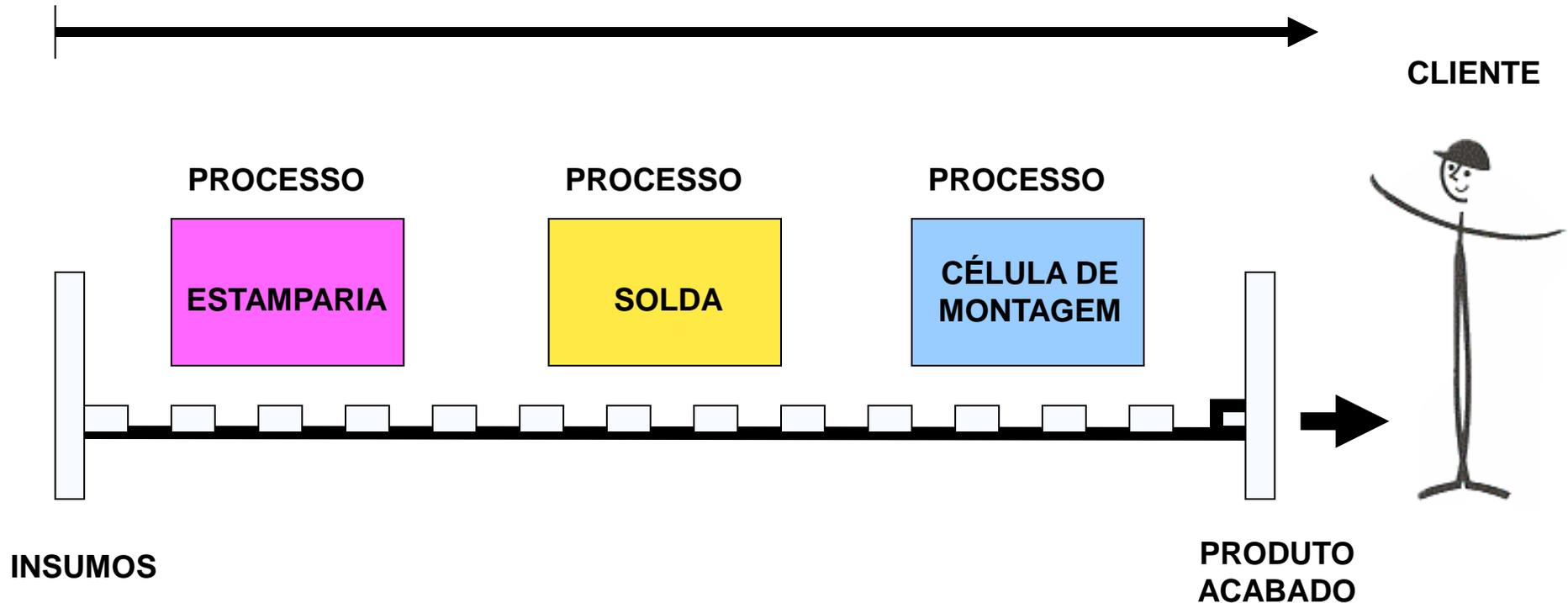


Taiichi Ohno

# ***MUDÁ: Os 7 desperdícios***

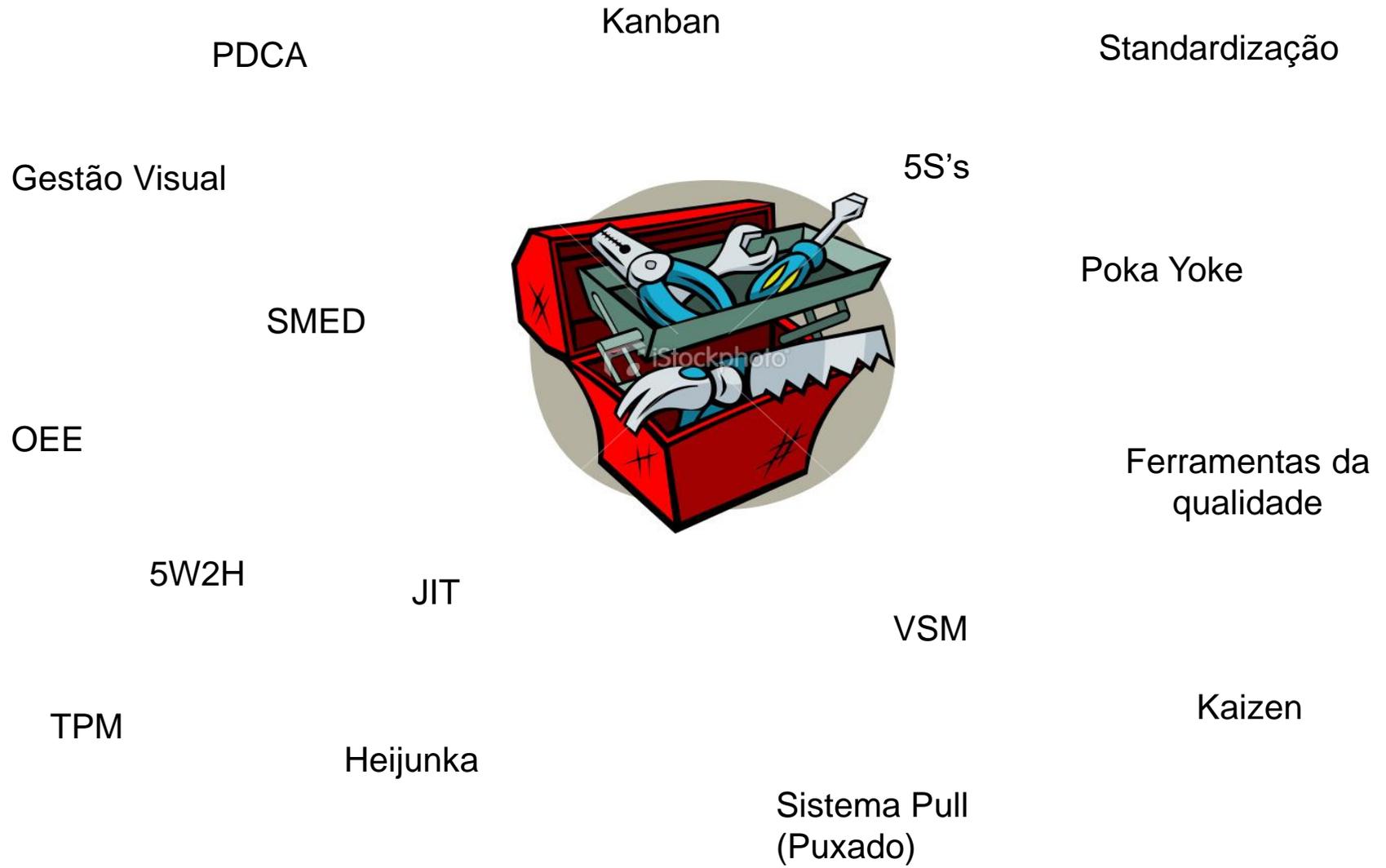
- 1. Superprodução (excesso de produção)**
- 2. Tempo de espera**
- 3. Transporte**
- 4. Processamento em si**
- 5. Estoque disponível**
- 6. Movimento**
- 7. Produção de defeituosos**

# Fluxo de valor



**São todas as atividades, que criam valor ou não, necessárias para transformar insumos em produtos.**

# Lean Tools



# Lean Tools

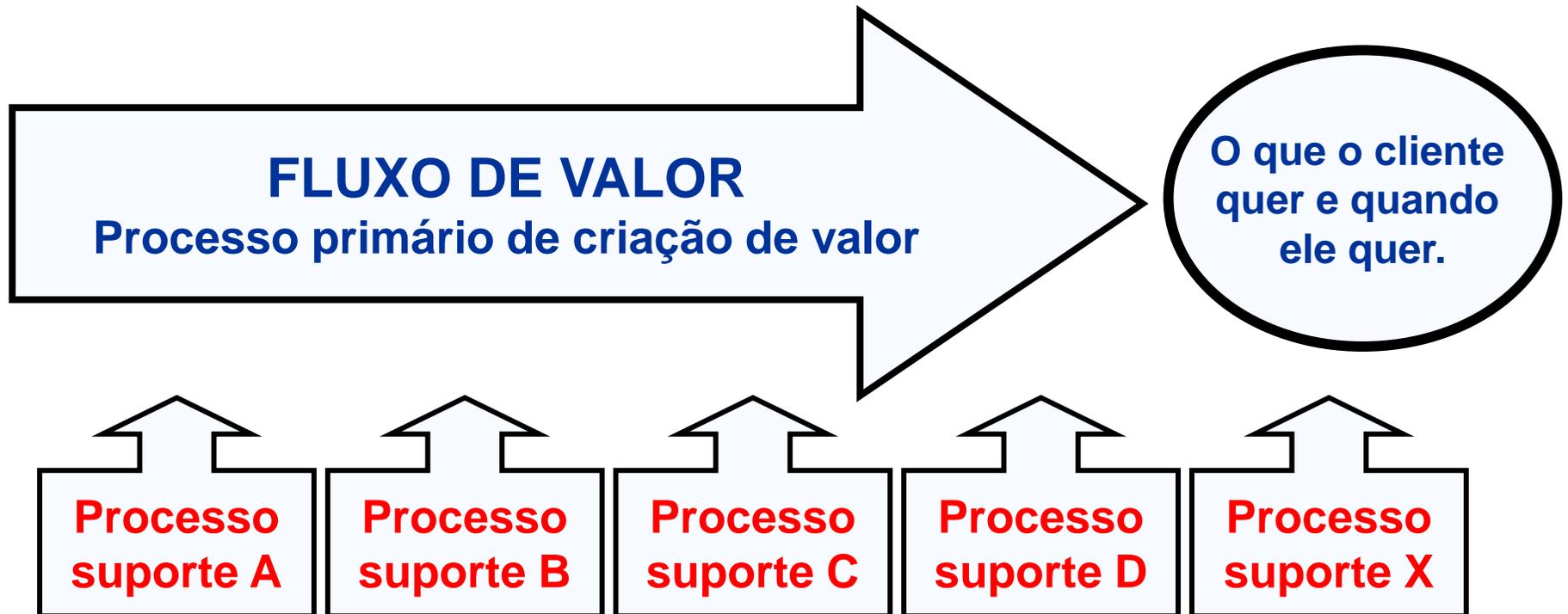


Mais importante que as ferramentas é saber o caminho a seguir. As ferramentas Lean apenas nos auxiliam no caminho.

# Processos

- Identificar e melhorar os fluxos primários de valor para projetar, realizar, entregar e manter os produtos e/ou serviços, assim como os fluxos suporte.

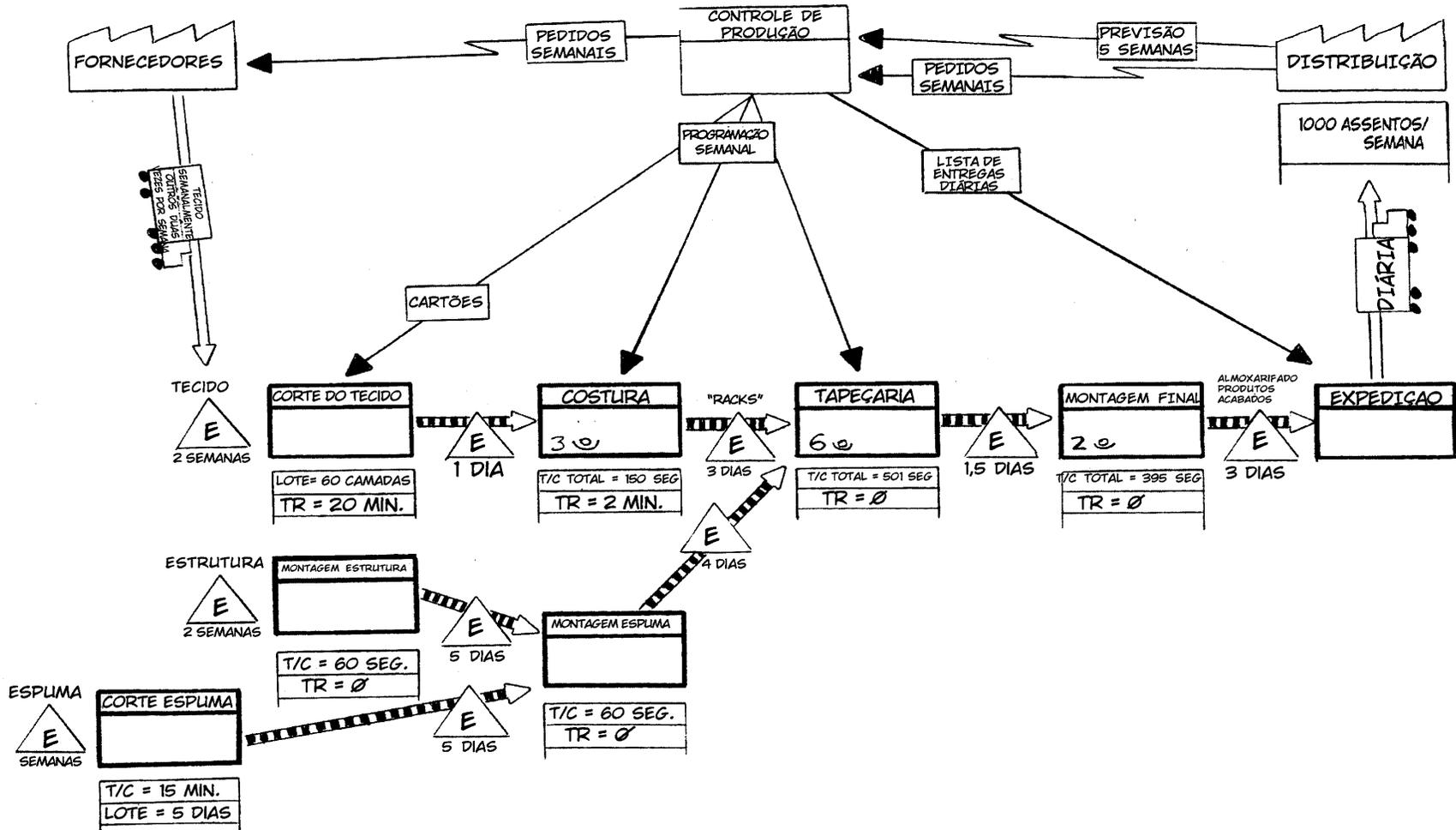
# Lean na empresa toda



# Exemplos de processos suporte

- Contratar pessoas, consultar crédito, receber dos clientes, fechar contabilidade, desenvolver clientes e fornecedores etc.;
- São processos secundários, que atendem a clientes internos.
  - Não criam valor diretamente para o cliente externo, mas são necessários para o negócio.

# Mapeamento do Fluxo de Valor (exemplo) VSM



# TRABALHO 2: VSM Value Stream Map

- Grupos de até 5 pessoas
- Para próxima aula: Mostra um “Case” usando VSM
- Gravar a apresentação – tempo máximo de 20 minutos
- Todos do grupo devem participar

# Fluxo contínuo

- Alinhe as etapas que **realmente criam valor** de modo que elas ocorram em uma seqüência rápida.
- Exija que cada etapa do processo seja:
  - Capaz: certa o tempo todo (qualidade);
  - Disponível: sempre pronta para operar (manutenção);
  - Adequada: com capacidade ideal, evitando gargalos e ociosidades (investimento do tamanho certo).

# Em que ritmo produzir?

## Tempo takt....

- Representa o ritmo de consumo do cliente;
- Referência que nos serve para determinar o ritmo de produção.

$$\text{Tempo takt} = \frac{\text{tempo disponível}}{\text{demanda}}$$

