

Produção Enxuta:

Gerenciamento Visual /
Manutenção Autônoma

(Planejamento e Controle *Just-in-Time*)

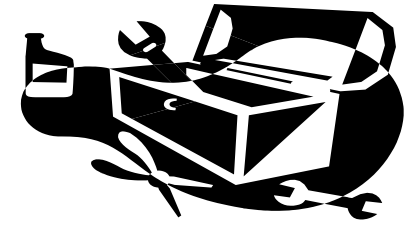
Depto. de Engenharia de Produção

Escola Politécnica da USP

Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

2023

Técnicas e ferramentas para a implantação de Sistemas de Produção Enxuta



- ▶ Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)
- ▶ 5S
- ▶ Sistema JIT/*Kanban* para Produção Puxada
- ▶ Nivelamento da Produção (*Heijunka*)
- ▶ *Setup* Rápido
- ▶ Gerenciamento Visual/Sistema *Andon*
- ▶ Manutenção Autônoma

Gerenciamento Visual

Os diversos meios de Gerenciamento Visual (ou Controle Visual) podem ser aplicados para:

- Assegurar condições de trabalho seguras,
- Fornecer informações para a correta execução do trabalho,
- Divulgar resultados de métricas relevantes ao desempenho da fábrica/empresa,
- Expor problemas (anormalidades, desvios, desperdícios) para que o procedimento correto seja seguido ou ações corretivas sejam prontamente realizadas.

Assim, o Gerenciamento Visual assegura o melhor desempenho do sistema de produção e redução custos de produção

- agilizando a resolução de problemas, e
- contribuindo para evitar possíveis desperdícios, inclusive demoras que aumentam o *lead time* de produção e levam ao aumento dos estoques.

Gerenciamento Visual



Instruções de trabalho padronizado

Nome	Operação na estação de trabalho 1	Operação na estação de trabalho 2	Operação na estação de trabalho 3	Operação na estação de trabalho 4	Operação na estação de trabalho 5	Operação na estação de trabalho 6	Auto-inspeção	Setup de máquina	Manutenção autônoma
A	●	●	●	●	●	●	◐	◐	◐
B	◐	◐	◑	◑	◐	◐	◐	◑	◑
C	◐	◐	◐	◐	◑	◑	◐	◐	◐
...									
...									

Legenda:

- Ainda não treinado
- ◐ Assistiu ao treinamento, tem conhecimento
- ◑ Pode executar sob supervisão
- ◒ Capaz de executar sem supervisão
- Capaz de ensinar outros

Matriz de Habilidades



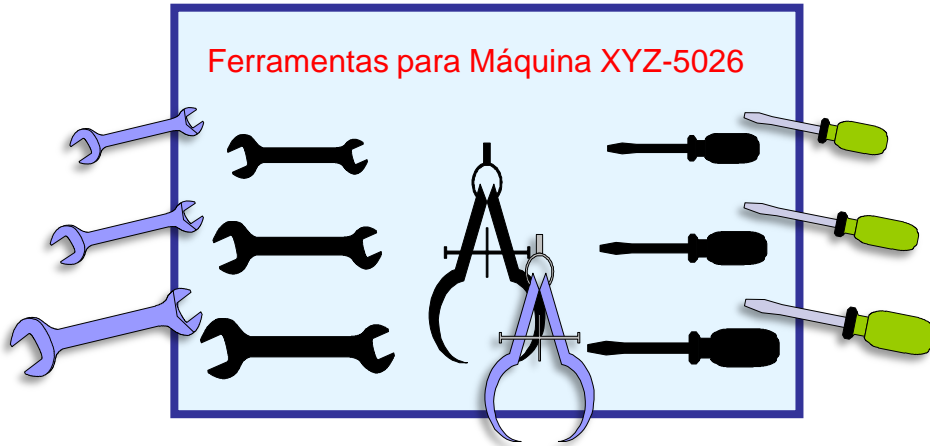
Controle de produção puxada



Monitoramento de indicadores de desempenho

Gerenciamento Visual

Apoio às atividades dos 5S



5S para organização de kit de ferramentas



5S em chão de fábrica com aproveitamento da 3ª dimensão



5S de documentação técnica



5S para delimitação de corredores, áreas de processo e locais para entrada /saída de materiais

Gerenciamento Visual

















Apoio à Manutenção Autônoma



Para inspeção da tensão de acionamento



Para inspeção de medidor de pressão

Formato Cor	Vermelho	Rosa	Azul	Verde
Triângulo	Limpeza diária 	Limpeza semanal 	Limpeza mensal 	Limpeza trimestral 
Círculo	Lubrificação diária 	Lubrificação semanal 	Lubrificação mensal 	Lubrificação trimestral 
Quadrado	Reaperto diário 	Reaperto semanal 	Reaperto mensal 	Reaperto trimestral 
Diamante	Inspeção diária 	Inspeção semanal 	Inspeção mensal 	Inspeção trimestral 

Simbologia para identificação de pontos que requerem procedimentos de manutenção



Para inspeção do funcionamento de motor

Gerenciamento Visual

Promoção da Segurança no Trabalho



Sinalização de perigo em ambiente de trabalho

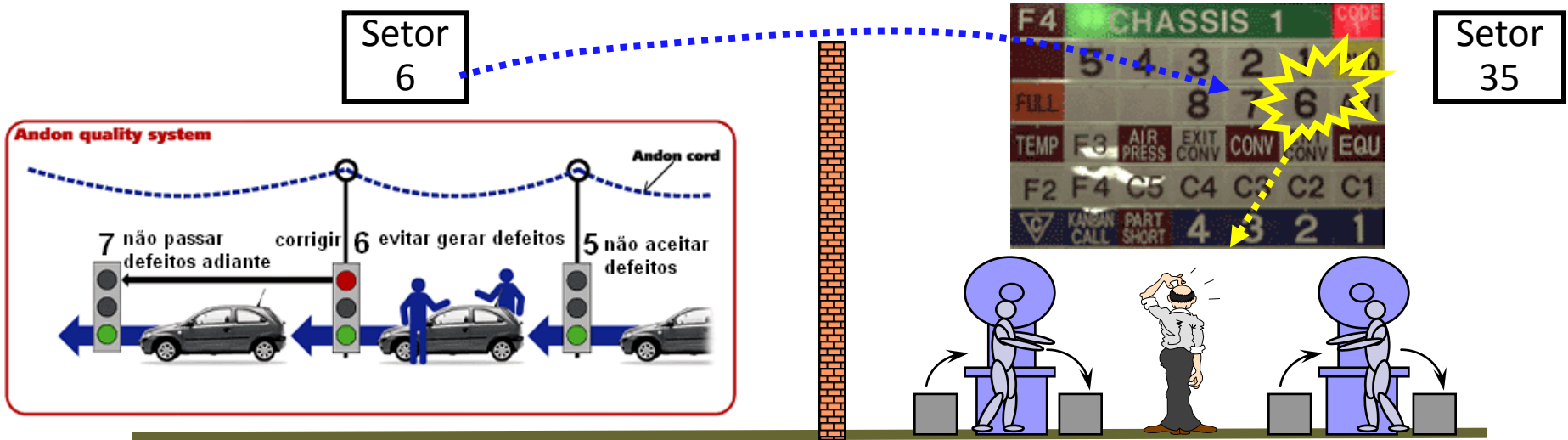


Sinalização para circulação interna na fábrica com segurança



Fonte: <https://www.getwet.com.br/placas-de-sinalizacao-de-seguranca/>

Andon e Sistema de Parada de Linha



Aplicação original:

- Painel luminoso colocado em vários pontos da fábrica que mostra se um determinado setor está com problemas na produção.
- Se verificar alguma anormalidade que não consiga resolver sozinho, o operador pode acionar o botão/cordão de parada da máquina ou da linha e acionar o painel *Andon*.
- Se um processo pára (ex. defeito, falha) e o problema não é resolvido em poucos minutos, a fábrica toda pode parar. Todos os responsáveis avisados pelo *Andon* são então mobilizados para prontamente ajudar a eliminar o problema ou restabelecer condições adequadas para operação.

Equipamentos para Sistema Andon

- Anormalidade, Parada
- Manutenção, Preparação
- Operando normalmente



Andon tipo "picolé"
(sinalização de 1 a 5 estados diferentes)

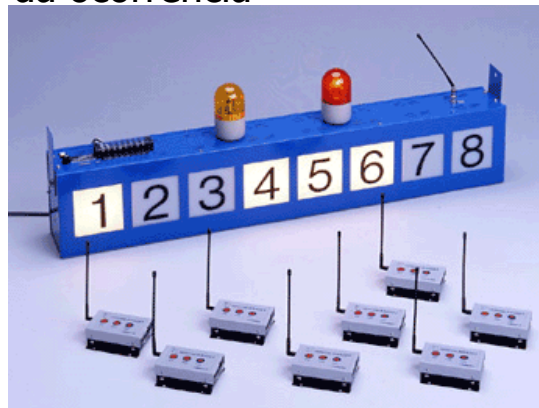
Botoeiras



Painel de 3 estados
para múltiplas linhas

LINE 1			
LINE 2			
LINE 3			

Painel indicador de localização
da ocorrência



Antenas para
transmissão *wireless*



Alarme audível / Sirene
(alternativa: auto falante
musical)

Painel
indicador
do atual
estado da
máquina



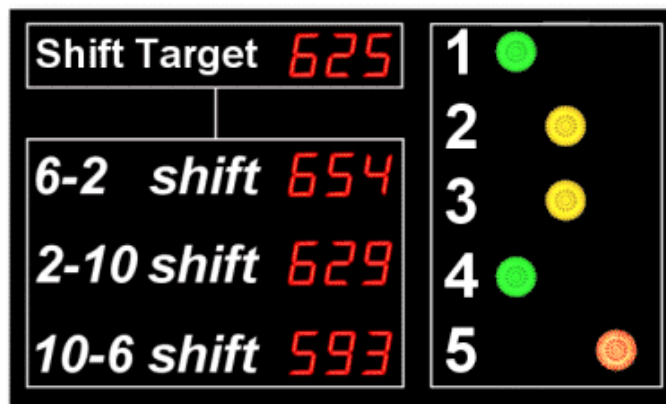
Equipamentos para Sistema Andon

Meta de produção acumulada
X

Produção acumulada real



Meta de produção por turno e desempenho de cada turno



Botão para contagem incremental manual



Indicador das quantidades de unidades processadas e refugos



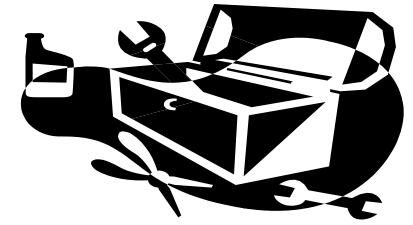
- ◀ Quantidade planejada
- ◀ Quantidade real acumulada
- ◀ Variação (quant. a mais ou a menos)

Refletor



Sensor fotoelétrico de presença

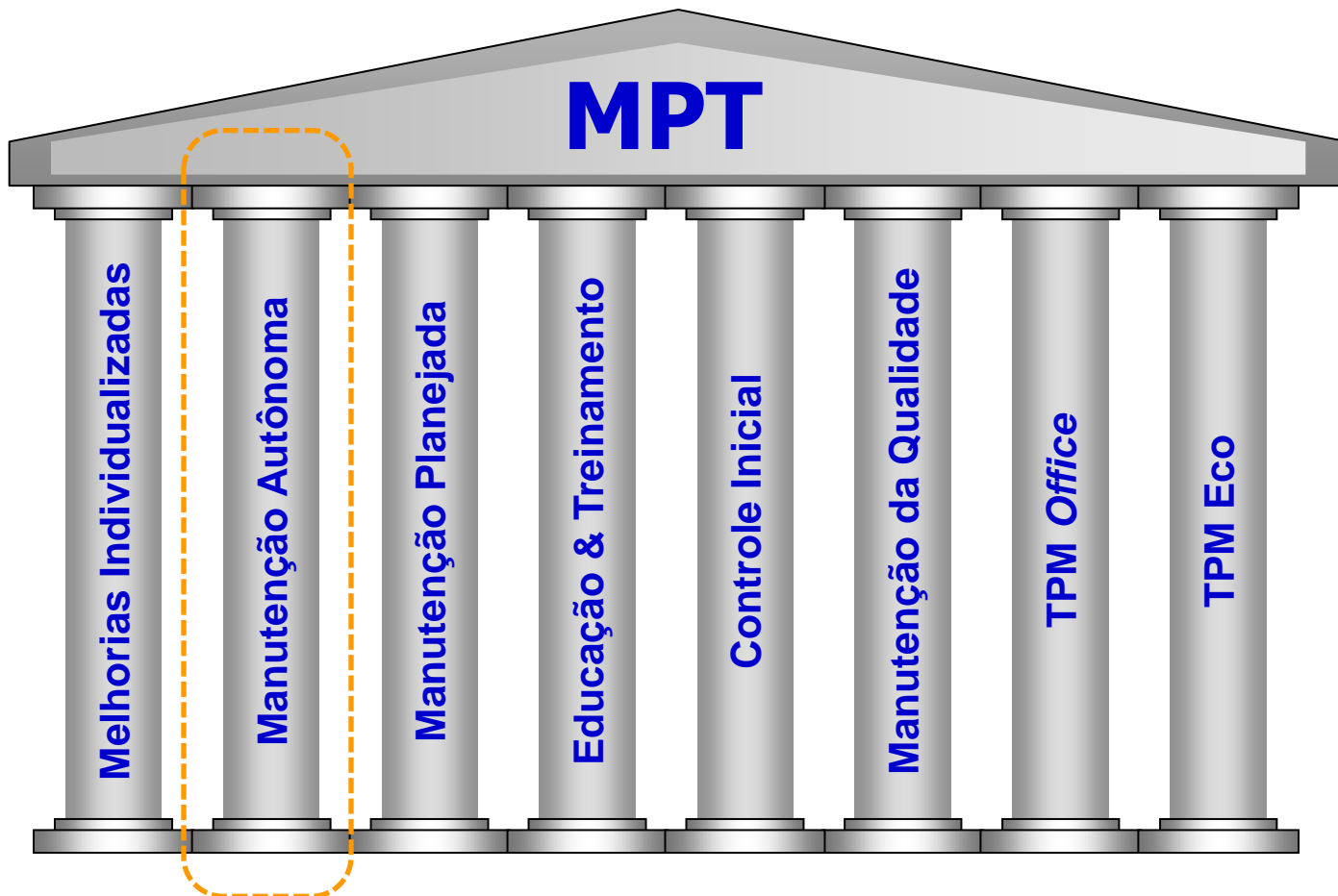
Técnicas e ferramentas para a implantação de Sistemas de Produção Enxuta



- ▶ Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)
- ▶ 5S
- ▶ Sistema JIT/*Kanban* para Produção Puxada
- ▶ Nivelamento da Produção (*Heijunka*)
- ▶ *Setup* Rápido
- ▶ Gerenciamento Visual/Sistema *Andon*
- ▶ **Manutenção Autônoma**

Manutenção Produtiva Total (MPT)*

O modelo de Gestão Industrial da MPT e seus 8 pilares

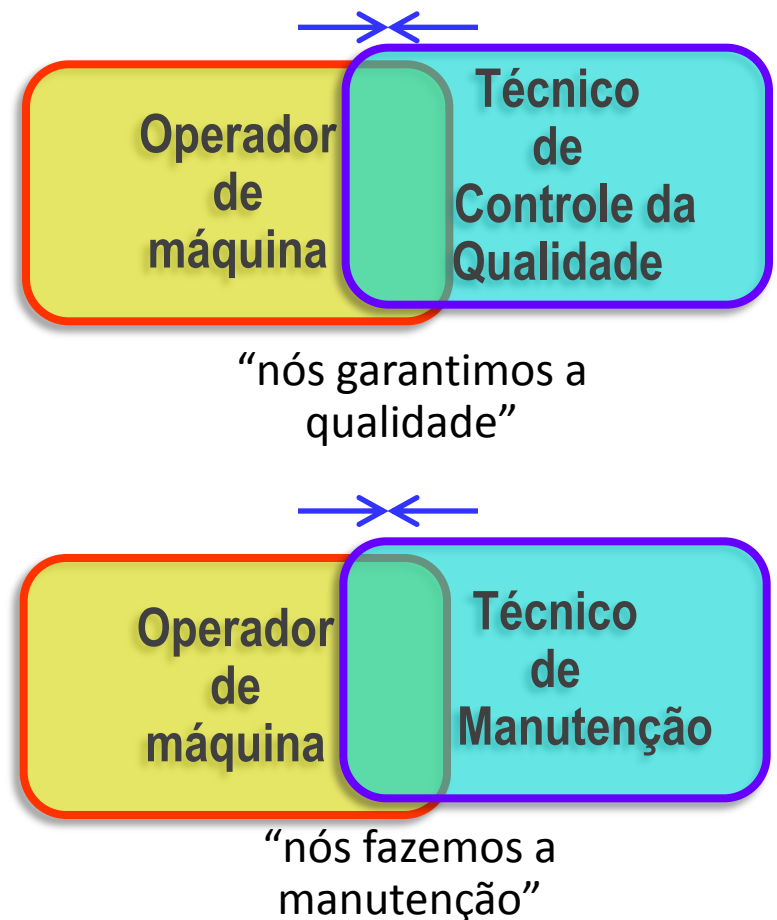


Divisão de responsabilidades

► Estrutura organizacional funcional

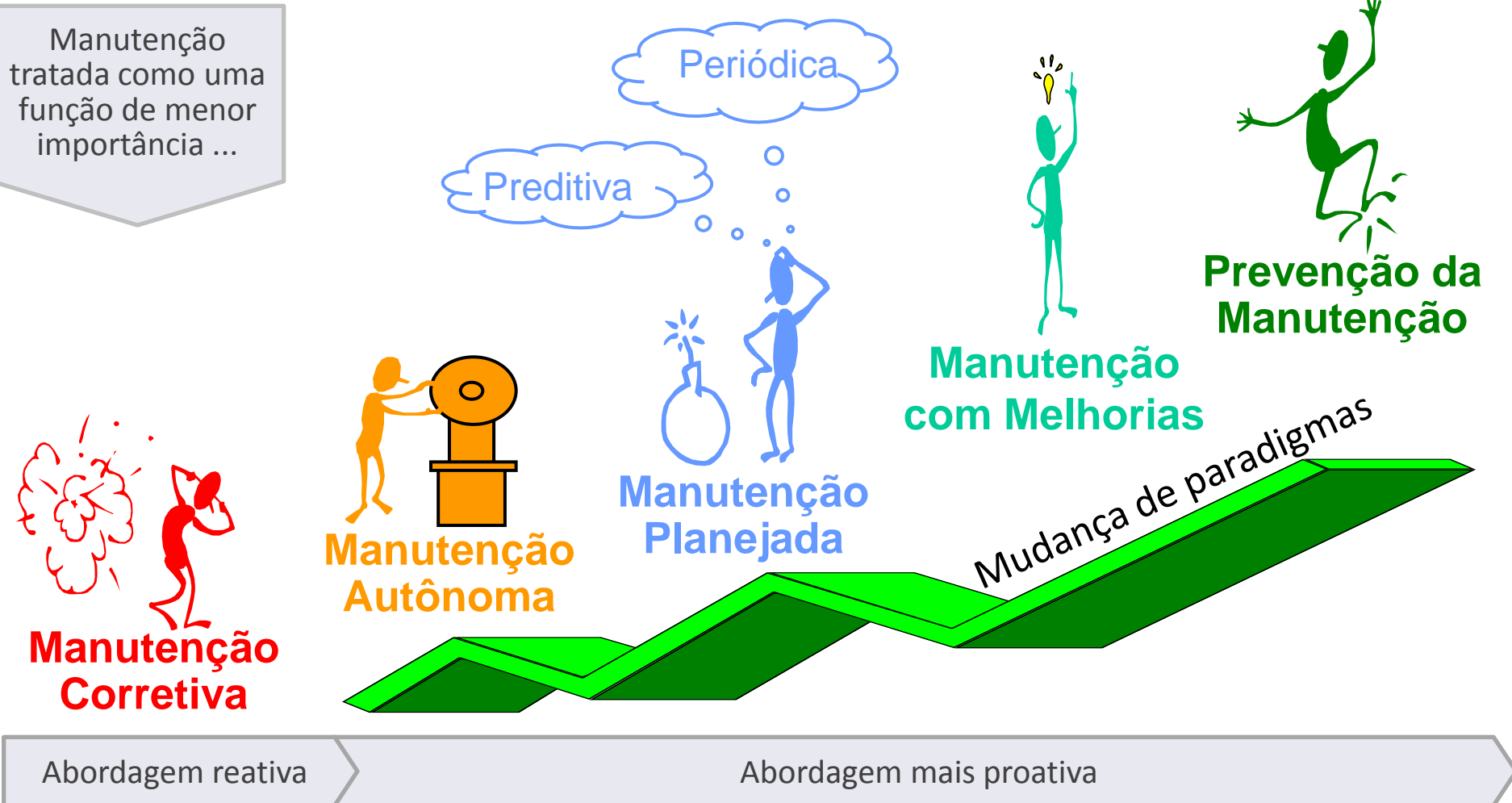


► Organização para apoiar a busca da Produção Enxuta



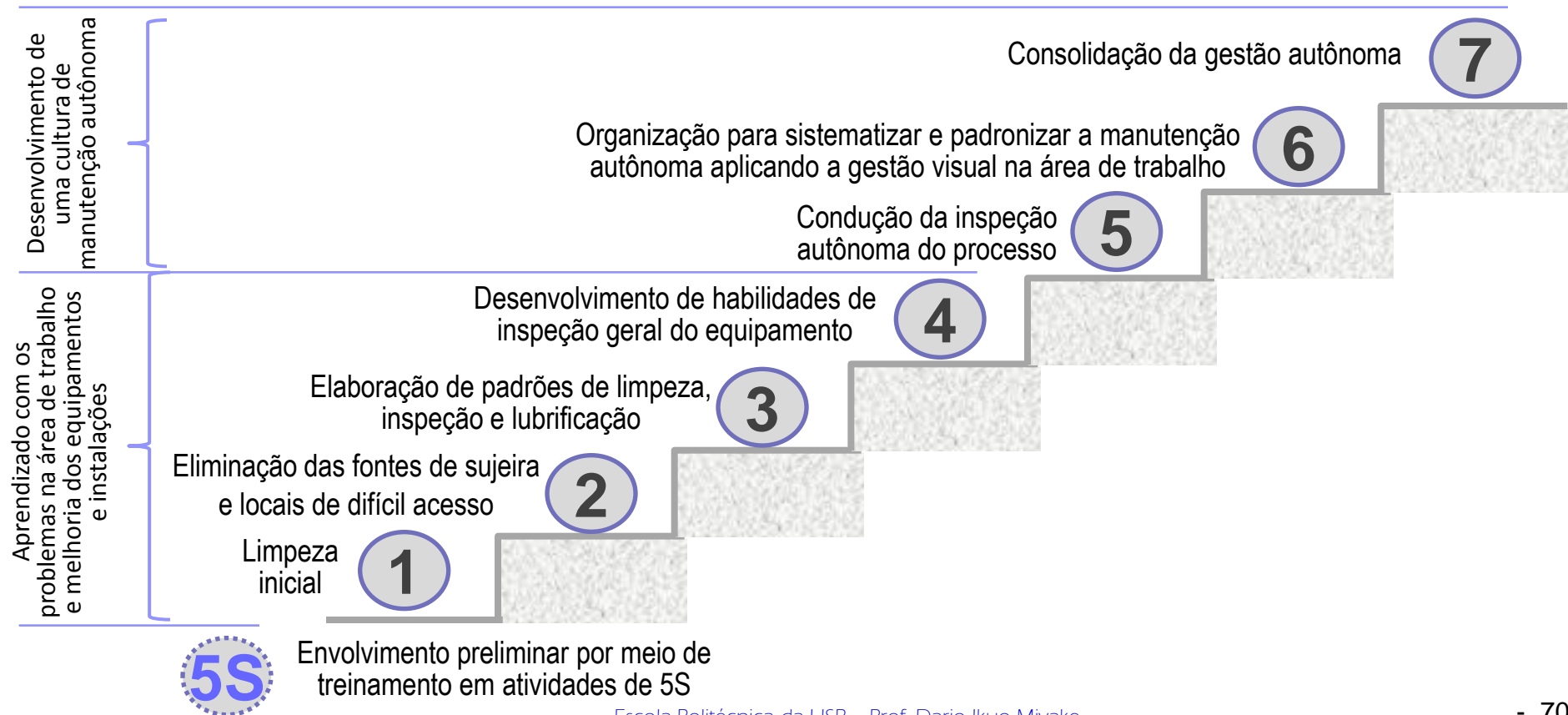
Tipos de Atividades de Manutenção

Evolução da abordagem das práticas de manutenção



7 passos para implantação da Manutenção Autônoma

- Desenvolvimento do operador para o seu pleno engajamento em atividades de Manutenção Autônoma



Atividades de manutenção autônoma desempenhadas pelos próprios operadores

- ▶ Práticas de 5S estendidas à limpeza de máquinas e equipamentos seguindo procedimentos padronizados bem definidos
 - Eliminação de fontes de sujeira e facilitação da limpeza de lugares de difícil acesso
- ▶ Realização de inspeções seguindo Procedimentos bem definidos e explorando os 5 sentidos humanos: visão, audição, olfato, “fala”, tato.
- ▶ Execução de tarefas simples de manutenção rotineira (e.g. lubrificação, reaperto de parafusos, fixação de partes soltas)



Atividades de manutenção autônoma desempenhadas pelos próprios operadores

- ▶ Identificação de anormalidades em máquinas/equipamentos
 - Uso de Etiquetas **Vermelhas** para apontar anormalidades identificadas pelo operador que não podem ser resolvidas por ele mesmo. Estas etiquetas são colocadas de forma visível no próprio local onde a anormalidade foi identificada e serve para acionar os técnicos de manutenção.
- ▶ Descrição de procedimentos corretos ou de ideias de melhoria implantadas e sua exposição no posto de trabalho (compartilhamento de conhecimento)

Etiquetas e Etiquetagem

Prática da manutenção autônoma e ferramenta de comunicação entre Produção e Manutenção

TPM Etiqueta de Anomalias

Nº

Operador Etapas 1234567

OPERADOR Prioridade ABC

Anomalia Detectada

Equipamento _____

Encontrada por: _____ Data __/__/__

Descrição da Anomalia

Anomalia encontrada pelo operador e que ele mesmo consegue solucionar

TPM Etiqueta de Anomalias

Nº

Manutenção Etapas 1234567

MANUTENÇÃO Prioridade ABC

Anomalia Detectada

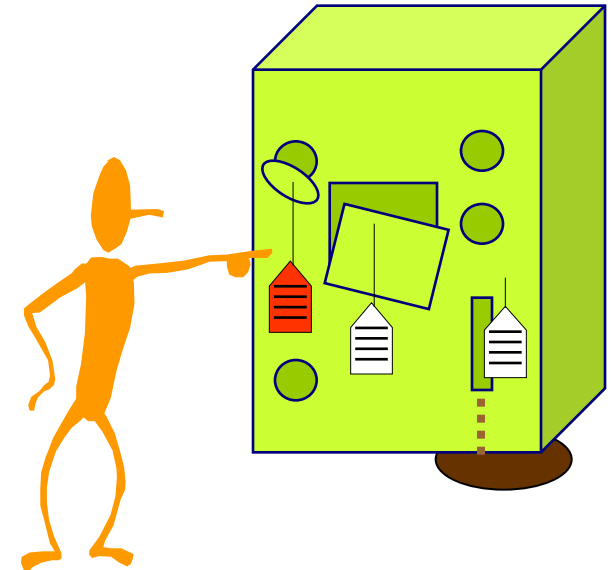
Equipamento _____

Encontrada por: _____ Data __/__/__

Descrição da Anomalia

Anomalia encontrada pelo operador e que ele não tem condições de solucionar e que é endereçada à área de Manutenção

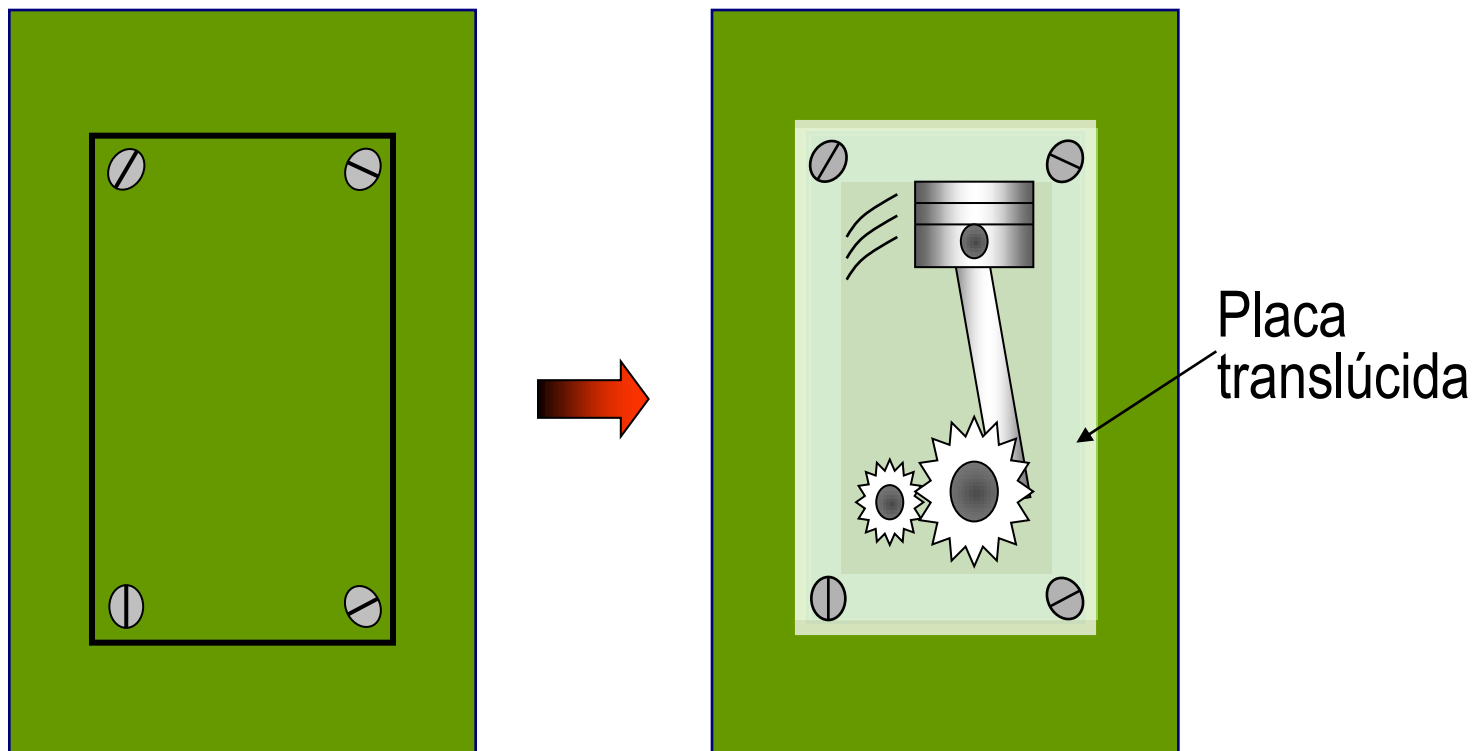
Identificação visual das anomalias localizadas pela Produção



Promoção da Manutenção Autônoma

Exemplos de melhorias propostas para facilitar a execução da manutenção autônoma

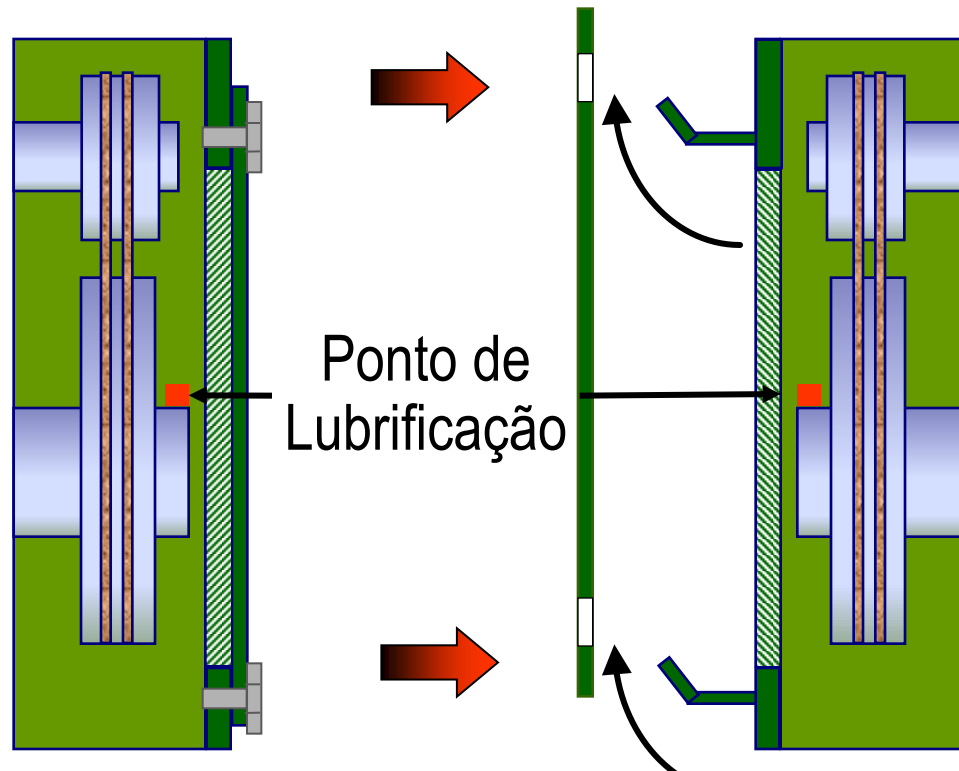
Visualização de partes críticas



Promoção da Manutenção Autônoma

Exemplos de melhorias propostas para facilitar a execução da manutenção autônoma

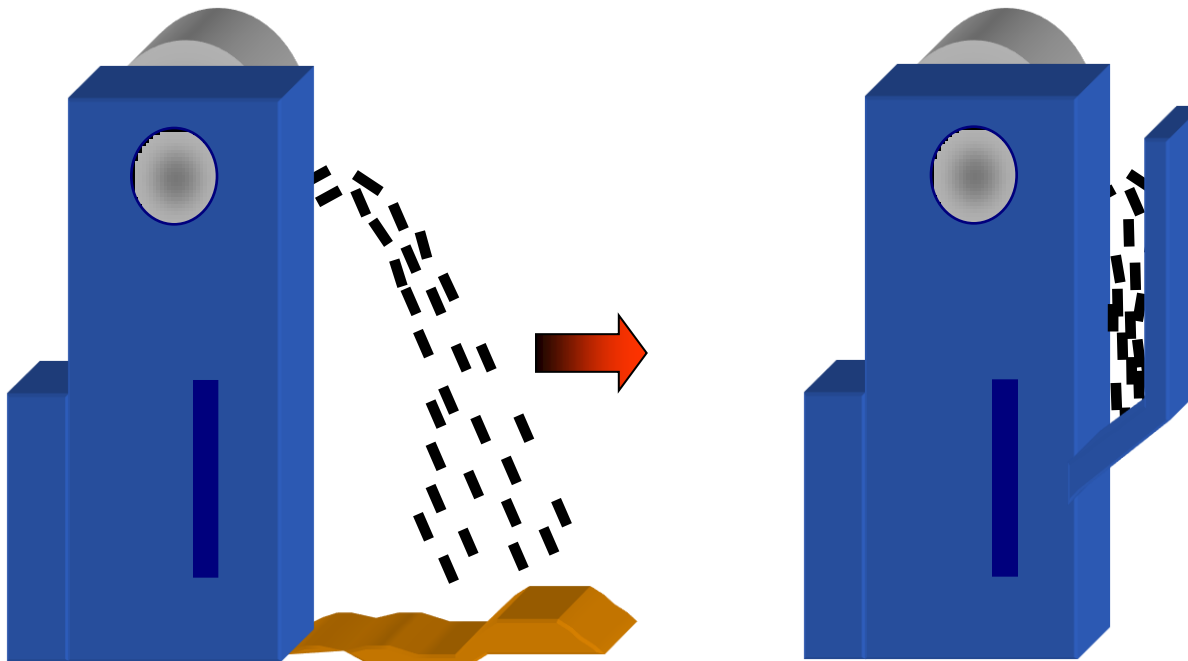
Painel removível para facilitar o acesso



Promoção da Manutenção Autônoma

Exemplos de melhorias propostas para facilitar a execução da manutenção autônoma

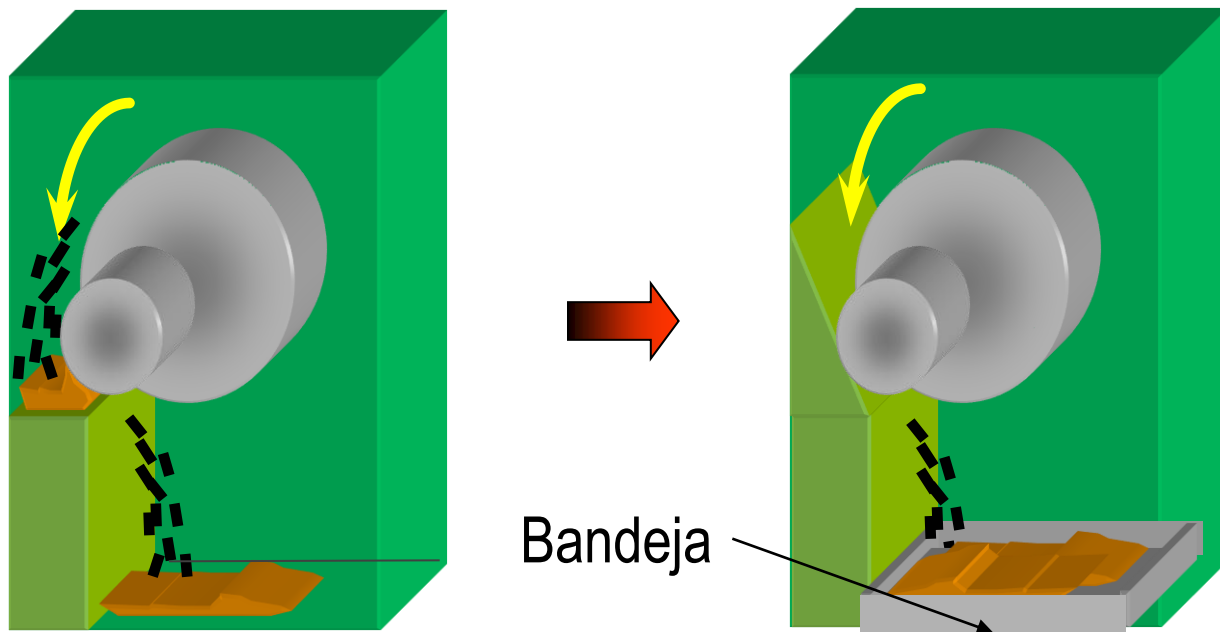
Anteparos para eliminar focos de sujeira



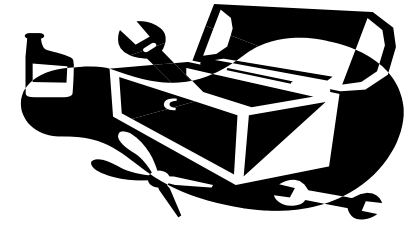
Promoção da Manutenção Autônoma

Exemplos de melhorias propostas para facilitar a execução da manutenção autônoma

Plano inclinado e bandeja para facilitar limpeza



Técnicas e ferramentas para a implantação de Sistemas de Produção Enxuta



▶ Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

▶ 5S

Produção Enxuta: Considerações Finais

▶ Sistema JIT/Kanban para a produção puxada

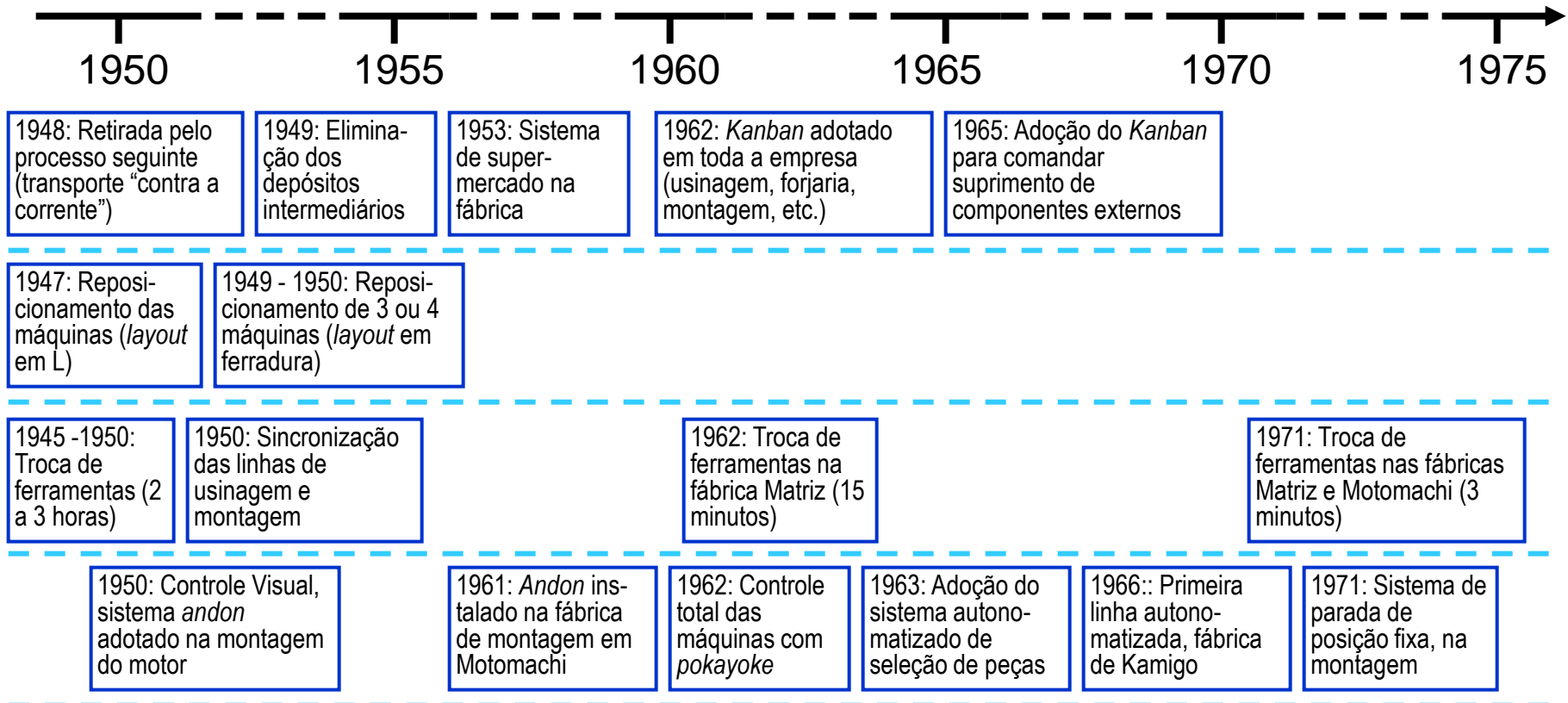
▶ Nivelamento da Produção (*Heijunka*)

▶ *Setup* Rápido

▶ Gerenciamento Visual/Sistema *Andon*

▶ Manutenção Autônoma

Desenvolvimento gradual do SPT na Toyota Motor Co. ao longo de décadas



✓ A própria experiência da Toyota Motor Co. indica a necessidade de um esforço permanente e consistente com perspectivas de longo prazo para que a implantação do sistema de produção enxuta avance.

✓ Isso depende de uma forte liderança perseverante que seja capaz de paulatinamente estimular e conduzir a implementação e integração do conjunto de práticas e ferramentas *Lean* que a organização necessita.

1965: Sistema Toyota passa a ser ensinado a empresas afiliadas

Integração dos conceitos gerenciais e práticas da Produção Enxuta: modelo do Sistema de Produção Toyota (SPT)*

Como se capacitar para implementar um sistema de produção mais enxuto (*lean*)?

Modelo da Casa do SPT

Melhor Qualidade - Menor Custo - Menor Lead Time

Racionalização do Fluxo de Produção através da eliminação de desperdícios

Just-in-Time (JIT)

“A peça certa, no tempo certo, na quantidade certa”

Fluxo contínuo,
Sistema Puxado,
Takt Time, Troca rápida,
Heijunka

- Trabalho em equipe
- Solução de problemas
- *Empowerment*

Jidoka

“Tornar os problemas visíveis”

Parada automática de máquina, *Poka Yoke*,
Separação Homem-Máquina,
Gerenciamento visual, *Andon*

Estabilidade operacional: Trabalho padronizado, Melhoria contínua (*kaizen*), Processos robustos (manutenção), Fornecedores estáveis

Difusão do sistema de produção enxuta em diferentes regiões e segmentos industriais

- ▶ A implementação de novos conceitos e práticas e a reorganização física do sistema de produção pode demandar vários anos para a consolidação da **Produção Enxuta** numa fábrica. A própria Toyota Motor Co. desenvolveu o célebre sistema TPS ao longo de 3 décadas.
- ▶ Contudo, hoje as empresas podem aprender mais rapidamente com as “lições aprendidas” por empresas pioneiras que foram bem sucedidas na implementação da **Produção Enxuta**.
- ▶ Organizações em diversas regiões do mundo, de diversos portes, e que atuam em mercados distintos do automobilístico – onde a produção foi inicialmente disseminada – têm alcançado notável progresso na implementação da **Produção Enxuta**.

Difusão do sistema de produção enxuta em diferentes regiões e segmentos industriais

Empresa	Negócio	País	Sistema corporativo de excelência operacional / fonte
Global Health Industries	Suplementos alimentares e probióticos	Estados Unidos	GHI Lean Manufacturing Operation System http://www.globalhealthindustries.com/quality-assurancecontrol/lean-manufacturing/
Kohl-Gruppe AG	Fornecedora de peças usinadas	Alemanha	K-LEAN Production System http://en.kohl-gruppe-ag.de/k-lean-424.html
Vitablend	Pré-misturas para nutrição humana e animal	Holanda	Vitablend House http://www.vitablend.nl/index.asp?objectid=17&titel=Vitablend#id58
Elastómeros de Querétaro	Peças de silicone e borracha	México	Elastómeros de Querétaro Production System http://www.elastomeros.mx/lean-manufacturing.html
Riduco S.A.	Peças e produtos de plástico	Colombia	Programa “Conocimiento em Potencia” http://www.riduco.com/lfl/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=52
Minh Hoang Garment JSC	Confecção de roupas	Vietnam	LEAN Management Manufacturing System http://www.mhg.com.vn/organization/

CELOG Vitablend Performance System



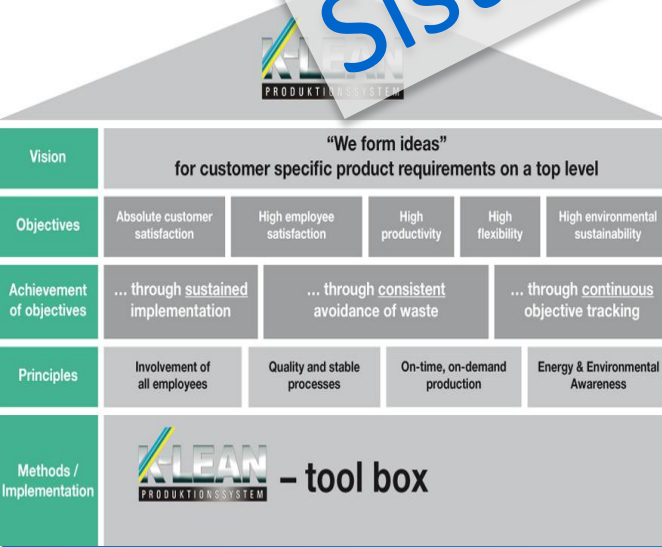
LEAN Management Manufacturing System



GHI Lean Manufacturing Operation System



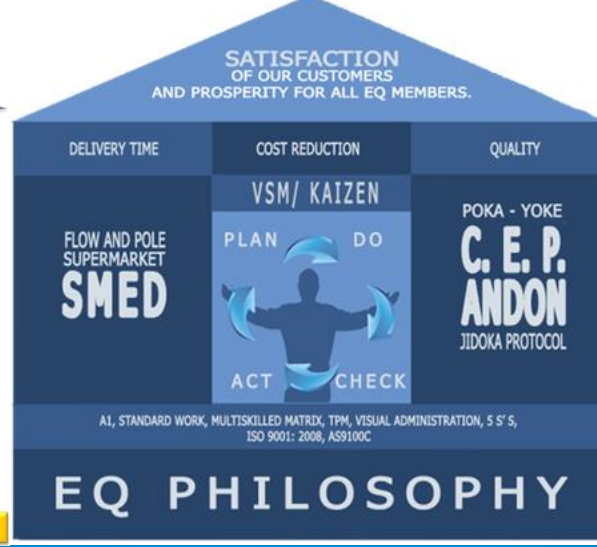
K-LEAN Production System



Programa Conocimiento en Potencia



Querétaro Production System



Sistemas inspirados no SPT

Bibliografia

- CORRÊA, H.L. & GIANESI, I.G.N. **Just in time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. São Paulo, Atlas, 1992.
- HARMON, R.L. & PETERSON, L.D. **Reinventando a fábrica**. Rio de Janeiro, Campus, 1991.
- LIKER, J.K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**, Bookman, Porto Alegre, 2005
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo, IMAM, 1983.
- OHNO, T. **Toyota production System: beyond large-scale production**. Productivity Press, 1988.
- ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**, Lean Institute Brasil, São Paulo, 1998.
- SCHONBERGER, R.J. **Japanese manufacturing techniques: nine hidden lessons in simplicity**. New York, John Wiley and Sons, 1982.
- SHINGO, S. **Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system**. Cambridge, MA, Productivity Press, 1986.
- SHINGO, S. **Troca Rápida de Ferramenta**. Porto Alegre, Bookman, 1998.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**, 2a ed., São Paulo, Atlas, 2002.
- SUZAKI, K. **The new manufacturing challenge**, New York: Free Press, 1987.
- WOMACK, J & JONES, D. **Lean thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. Simon & Schuster, 1996.