

## O Movimento ZD no Japão

- Começou com a disseminação massiva de métodos de CEQ (Deming e Juran) em todos os níveis hierárquicos
  - baseado em amostragens
  - pressupõe nível aceitável de defeitos
- Com o tempo, métodos novos foram desenvolvidos, dependendo menos da estatística

## A Detecção de Anormalidades

- Qualquer **anormalidade** detectada no processamento pode ser classificada como **erro** ou **defeito**

## Definições

### ▪ **Defeito**

- Distanciamento de uma característica de qualidade de seu nível ou estado desejado que ocorre com uma severidade suficiente para levar um produto ou serviço a **não satisfazer requisitos de uso** normalmente desejados ou razoavelmente previsíveis

## Definições

### ▪ **Erro**

- Execução imperfeita de alguma atividade, capaz de gerar dano ao objeto, aos fatores de produção ou ao planejamento do fluxo de atividades
  - **Erro é um defeito em potencial**

## Definições

### ▪ **Inspeção**

- É o processo de medição, exame, teste ou qualquer outra comparação do produto com os requisitos aplicáveis.
- Os **princípios da administração científica** contribuíram para separar a inspeção da execução, sendo responsabilidade de especialistas

## Objetivos e Tipos de Inspeção

- A inspeção pode ser executada com um dos seguintes objetivos:
  - **Descobrir** defeitos (inspeção por julgamento);
  - **Reduzir** defeitos (inspeção informativa);
  - **Eliminar** defeitos (inspeção na fonte).

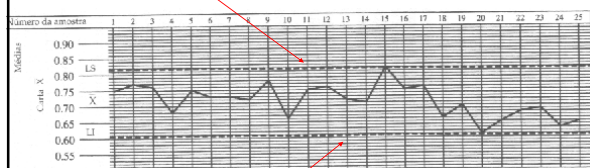
## Inspeção por Julgamento

- Aplicada aos produtos para classificá-los como defeituosos ou não-defeituosos
- As cartas de controle (limites) ajudam a encontrar defeitos
- Nenhum *feedback* ou *feedback* tarde demais
- Normalmente aplicada a lotes inteiros já processados ou em estágios avançados
  - *postmortem*



## Cartas de controle

Limite superior de controle



Limite inferior de controle

## Inspeção Informativa

- Quando **um defeito ocorre**, as informações a seu respeito são transmitidas ao responsável pelo processo para a adoção **imediate** de medidas corretivas.
- Sempre haverá a necessidade de ocorrer pelo menos um defeito antes de iniciada a ação corretiva

## Tipos de Inspeção Informativa

1. **Sistema de Inspeção Sucessiva (SIS)**
2. **Sistema de Auto-Inspeção (SAI)**

## Sistema de Inspeção Sucessiva

- **Princípios do SIS:**
- Inspeção 100%
- A pessoa não comprometida com o processamento faz uma avaliação mais objetiva
- Feedback imediato e ação corretiva instantânea
- Checar apenas 2 ou 3 atributos (estatística)
- Parada da linha quando há defeitos
- A inspeção antes do processamento impede a geração de mais defeitos

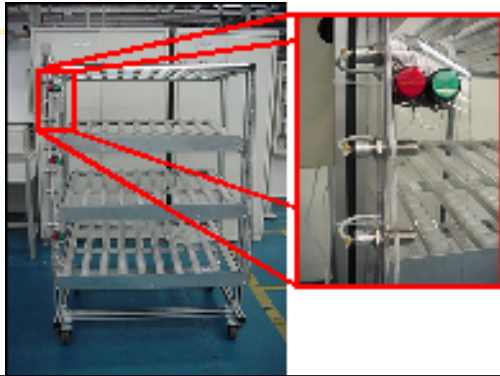
## Sistema de Auto-Inspeção

- O trabalhador inspeciona cada peça imediatamente após produzir
- Feedback mais rápido
  - SAI é sempre preferível ao SIS
- Os próprios trabalhadores tomam conhecimento dos problemas gerados pelo seu processo

## A Inspeção na Fonte

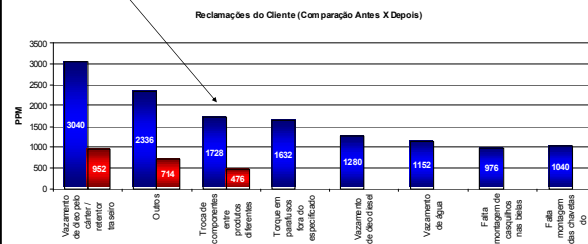
- A ideia central deste método é **identificar** e manter sob controle as **causas** geradoras dos defeitos.
  - Pode ser um simples check-list
- Os erros são detectados e corrigidos rapidamente
- O feedback ocorre ainda no estágio do erro

### Exemplo de inspeção na fonte: prateleira sensoreada



### Impacto da prateleira

## Prateleira Sensoreada



## Os Pilares do CQZD

- **Inspeção na Fonte**
  - Caráter preventivo, pois a função controle é aplicada na origem do problema e não sobre os resultados;
- **Inspeção 100%**, ao invés de inspeção por amostragem;

## Os Pilares do CQZD

- **Feedback Imediato**
  - Redução do tempo entre a detecção de uma anormalidade e a ação corretiva;
- Reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis. Uso de dispositivos à prova-de-falhas (**poka-yoke**) fazendo o controle junto à execução.

## Poka-Yoke: Sistemas à Prova de Falhas

- O poka-yoke é um mecanismo de **detecção de erros e defeitos** que, aplicado em regime de inspeção 100%, dispensa a atenção do operador, impedindo a execução irregular de uma atividade.
- Pode ser aplicado em conjunto com qualquer método de inspeção

## Poka-Yoke + Inspeção na Fonte + Ação Imediata

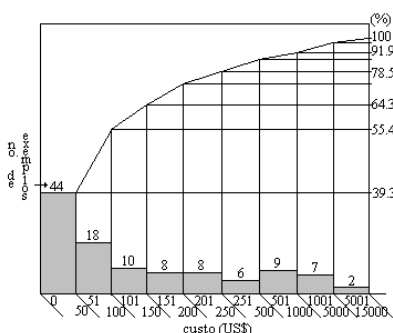
- Os “poka-yokes” são tipicamente sistemas de fácil implementação, baixo custo e que dispensam a atenção do operador.
- Os “poka-yokes” associados à inspeção na fonte visam a **evitar** os **defeitos** através da **detecção dos erros** e sua **correção**.

## Custo dos Poka-Yokes

69% são combinações com inspeção na fonte

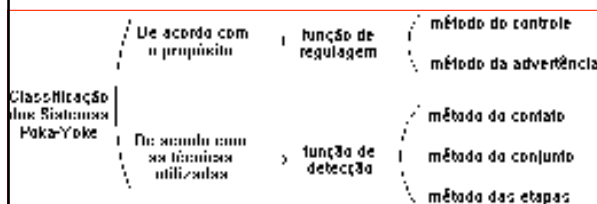
26% com auto-inspeção

5% com inspeção sucessiva



Adaptado de Shingo, 1986

## Classificação dos Sistemas à Prova de Falha



## Função de Regulação

### A) Método do Controle

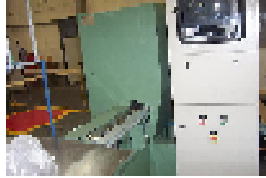
- O poka-yoke **pára a linha ou a máquina**, evitando a geração de defeitos em série
- Operador é forçado a fazer a coisa certa
- Nenhum (ou quase nenhum) grau de liberdade
- Barreira física impede produto defeituoso de seguir para o processo seguinte

## Função de Regulação

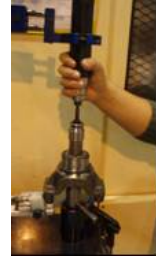
### B) Método da Advertência

- O sistema detecta a anormalidade mas **apenas sinaliza** a ocorrência do desvio através de sinais sonoros e/ou sinais luminosos
- A **atenção** dos responsáveis é **atraída** e as ações corretivas podem ser implementadas

## Advertência + SIS



## Controle + Advertência + Inspeção por julgamento



## Função de Detecção

### A) Método do Contato

- Este método detecta a anormalidade na **forma** ou **dimensão** através de dispositivos que se mantêm em **contato com o produto** na inspeção

## Função de Detecção

### B) Método do Conjunto

- Determina se um **dado número** de atividades idênticas são executadas
- Normalmente baseia-se na **contagem** automática e controle do número de movimentos realizados

Método de Inspeção	Função de Detecção	Função de Regulação	Nome da Empresa
Inspeção na Fonte	Método do Contato	Método do Controle	Toyota Auto Body Co. Ltd.
Auto Inspeção	Método do Contorno	Método da A. Presença	Proposta por Departamento de Carrocerias No. 4)
Inspeção Sucessora	Método das Etapas		

**Tema:** Garantia da presença de todos os pontos de solda no suporte

**Antes da Melhoria:**

- Os operadores poderiam ocasionalmente esquecer de realizar a solda de todas as 11 pontas no suporte.
- O operador deveria contar uma por uma todas as 11 pontas para então soldá-las ao suporte.

**Depois da Melhoria:**

Um contador foi instalado e uma sirene alerta o operário se o número especificado de pontas não tiver sido soldado.

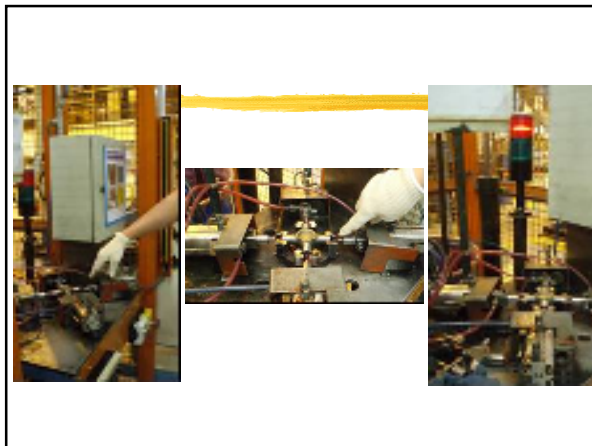
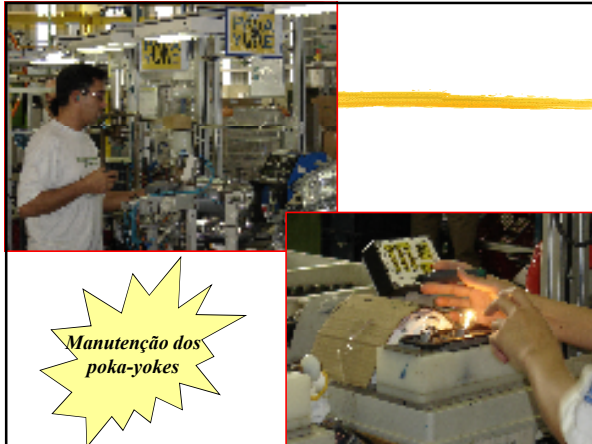
**Resultados:** Eliminação completa da omissão na soldagem de pontas

**Custo:** Aprox. US\$ 600,00

## Função de Detecção

### C) Método das Etapas

- Evita que o operador realize por engano **uma etapa que não faz parte da operação**
  - Troca de peças entre modelos
- O setor de montagem de bancos da Toyota utilizou este método, eliminando as constantes trocas de estruturas de bancos montadas com capas de outros modelos



- Onde o Poka-Yoke funciona bem**
1. Operações manuais nas quais o operador deve necessariamente manter-se atento
  2. Onde mal posicionamento puder acontecer
  3. Onde o ajuste for necessário
  4. Rotatividade e custo alto de treinamento
  5. Em linhas com diversos modelos

- Onde Poka-Yoke não funciona bem**
1. Ensaios destrutivos
  2. Onde as cartas de controle são utilizadas eficazmente combinadas com a auto-inspeção
  3. Pode não ser viável tecnicamente fazer poka-yokes para todas as possibilidades de erros e defeitos

- Regras para implementar os Poka-Yokes**
- 1- Tomar um processo piloto e fazer uma lista dos erros mais comuns cometidos pelos trabalhadores;
  - 2- Priorizar os erros em ordem de frequência;
  - 3- Priorizar os erros em ordem de importância;
  - 4- Projetar poka-yoke para impedir erros + importantes das duas listas;
  - 5- Analisar frequência de ocorrência dos erros e o custo antes de decidir se devem ser eliminados por "poka-yoke" ou não.

### Exemplo de poka-yoke aliado ao CEP

- **Operação:** usinagem do diâmetro de 35,00 +/- 0,01 mm da ponta de um eixo de automóvel.
- **Problema:** pontas de eixo com diâmetro fora da especificação. Se for > dá para recuperar.
- Um poka-yoke de medição das peças poderia ter programado o número máximo de peças a serem descartadas e retrabalhadas em um dado período