

## APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS POKA YOKE NA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA

**HUMBERTO RODRIGO ARDUÍNO<sup>1</sup>, FERNANDA CRISTINA PIERRE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: hrarduin@hotmail.com

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: fpierre@fatecbt.edu.br

### 1 INTRODUÇÃO

Com a globalização, a ocorrência de inúmeras mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas têm influenciado diversas atividades nas organizações e os sistemas de manufatura enxuta são afetados em seu fluxo contínuo por perdas, conforme relatam os estudos de (LIKER ; MEIER, 2007). O erro humano tem sido uma grande preocupação no ambiente de manufatura e nos sistemas produtivos em geral, uma análise dos últimos 30 anos mostra que, nos sistemas aeroespaciais, tem-se uma porcentagem de falhas creditadas ao erro humano que varia de 50 a 75% do total de falhas verificadas. (IMAM, 1998).

Os principais erros humanos que ocorrem com maior frequência são: esquecimento, entendimento errado, falta de identificação, falta de treinamento, erros propositais (insatisfação), desatenção, lentidão, falta de padrão, descuido, entre outros.

Basicamente Juran e Frank (1992) classificam os erros humanos segundo as seguintes definições:

a) **Erros por inadvertência:** aqueles que não são percebidos, resultantes da falta de atenção (intencionais, inconscientes e imprevisíveis).

b) **Erros técnicos:** estão relacionados com a falta de conhecimento, habilidade, formação ou capacidade técnica.

c) **Erros premeditados:** são erros que os operadores cometem de forma premeditada, normalmente resultam de problemas de relacionamento do funcionário com as chefias.

Assim, reconhecendo o erro como inevitável dentro da natureza humana, torna-se importante adotar uma abordagem que previna a sua ocorrência, impedindo que ele venha a se manifestar na forma de defeito (GUINATO, 2011).

Uma metodologia capaz de permitir a eliminação de defeitos em processos em busca do zero defeito é chamada de aplicação de dispositivos *Poka-Yoke*, ou seja, Dispositivos a “Prova de Erro”. De origem japonesa esta metodologia visa obter zero defeito na produção e eliminar as inspeções de qualidade, em alguns casos, serve

também como dispositivos de segurança com a finalidade de evitar acidentes. (SHIMBUN, 1988).

Um dispositivo *Poka Yoke* dentro da manufatura tem como funções básicas a paralisação de um sistema produtivo (máquina, linha, equipamento, etc.), podendo assim ser chamados de “Função Reguladora ou Mecanismos de Detecção” (MOURA ; BANZATO, 1996), e são classificadas como:

a) *método de controle*: paralisam o equipamento ou interrompem a operação, evitando, assim, a ocorrência ou reincidência de defeitos;

b) *método de alerta*: ativam sinais luminosos ou sonoros de alerta, indicando a necessidade de ações, contudo sem paralisar o equipamento ou interromper a operação;

c) *métodos de posicionamento*: dispositivos que permitem a condução da operação somente quando do posicionamento correto do conjunto de elementos nela envolvidos, impedindo fisicamente que o conjunto seja montado de forma inadequada;

d) *métodos de contato*: estão baseados na liberação ou não de uma operação a partir do contato de sistemas de sensores que indicam condição adequada para operação;

e) *métodos de contagem*: por meio da contagem de elementos, verificam as características de conformidade do conjunto, alertando no caso de detecção de anormalidades e impedindo a continuidade da operação;

f) *métodos de comparação*: utilizando dispositivos que possibilitem comparação de grandezas físicas (temperatura, pressão, torque etc.), impedem a continuidade da operação quando da detecção de anormalidades.

Para Ghinato (2011), basicamente existem 03 níveis de aplicação dos dispositivos *Poka Yoke* na prevenção de erros:

Nível 1 – Prevenir um erro de ocorrer em sua fonte (mecanismo de controle para evitar a ocorrência de erros);

Nível 2 – Detectar um erro quando o mesmo estiver sendo cometido (mecanismo de advertência para avisar que o erro está sendo cometido naquele momento);

Nível 3 – Prevenir um defeito de alcançar a próxima operação (mecanismo de advertência para avisar que o erro já aconteceu, mas impede que o produto ou serviço prossiga retirando-o do processo).

Vantagens do *Poka Yoke* : Facilidade em treinar os operadores, implementar novos processos, cumprir metas de produtividade com total qualidade, padronização das atividades e tempos, permite menor nível de atenção do operador, menor manutenção, menor risco de acidentes, baixo investimento, entregas no prazo e com confiabilidade.

Dificuldades encontradas na implementação destes dispositivos como: Em situações de alta complexidade podem não ser eficiente, algumas empresas atropelam o conceito *Poka-Yoke* desenvolvendo sofisticados sistemas de detecção de erros que acabam por constituir novas etapas no processo em vez de ser integrado nas operações já existentes e ainda o fato de que dispositivos difíceis de utilizar na maioria das vezes não são aceitos pelos operadores, logo o mesmo será dispensado ou alterado permitindo que erros e falhas possam interagir no processo resultando em defeitos. (CARLAGE e DAVANSO, 2003).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado em uma empresa que está há 58 anos no mercado e sua principal atividade é produzir componentes e conjuntos aeronáuticos, apesar de utilizar tecnologia de ponta, cerca de 80% dos processos produtivos adotados pela empresa atualmente são feitos de forma manual, um trabalho praticamente artesanal.

A metodologia utilizada pela empresa foi de desenvolver dispositivos *Poka Yoke* quando ocorrer uma das seguintes condições:

- Para todos os problemas repetitivos;
- Para defeitos encontrados pelo cliente (interno ou externo);
- Para problemas onde o custo for maior que US\$ 5.000,00.

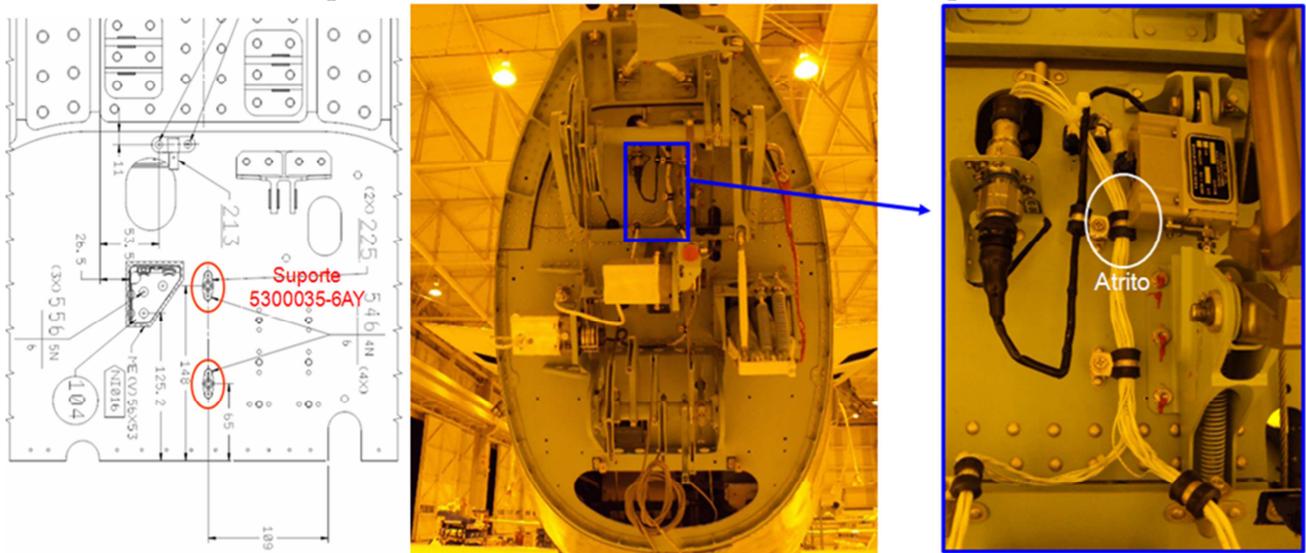
Foi utilizado a metodologia de um projeto Kaizen, amparado pelas ferramentas da qualidade, com foco em desenvolver um dispositivo *Poka Yoke* para um caso de problema recorrente detectado pelo cliente onde um dos sistemas da aeronave era significativamente afetado, todo material utilizado para confecção do *Poka Yoke* foi disponibilizado pela própria empresa (sobras e descartes) assim como disponibilidade de tempo (Homem-hora) para que o problema fosse solucionado da melhor forma possível.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início de 2013 o cliente reportou um problema encontrado na montagem final de uma aeronave executiva onde foi constatado que 02 suportes de fixação da cablagem elétrica código 5300035-6AY foram montados de forma deslocada de sua posição correta na fuselagem em aproximadamente 1,8mm em relação ao eixo “Y” (Eixos Tridimensionais utilizados como referência na fabricação X, Y e Z) da aeronave impossibilitando a montagem do conjunto “mecanismo de comando da deriva” devido

a um atrito entre estes componentes, ou seja, quando o cliente recebeu a fuselagem e foi executar a instalação de componentes na pré-equipagem elétrica do avião, identificou o problema do atrito entre os componentes que se fossem instalados conforme projeto iriam ficar sobrepostos conforme ilustrado na figura 1, fato este que consultando o histórico da qualidade já ocorreu duas vezes gerando um custo total de aproximadamente US\$ 18.340,00 para retrabalhar a aeronave, este custo é referente a peças que foram substituídas, horas de engenharia, qualidade, processo e mão-de-obra para executar a substituição da peça defeituosa.

Figura 1 – Problema encontrado no cliente (Atrito na montagem)



A causa do problema foi definida como erro operacional na atividade de posicionamento dos dois suportes que prendem a cablagem elétrica devido à falta de atenção do operador, pois não garantiu a cota correta no momento de posicionar os suportes na fuselagem. Outro fato é que apenas cotas de posicionamento no desenho ilustrativo não são suficientes para garantir que os suportes sejam montados perfeitamente em suas coordenadas necessárias pelos operadores.

Como ação corretiva foi necessário substituir a caverna de pressão (peça onde os dois suportes são instalados) de forma a atender a montagem da aeronave. Foi analisado a possibilidade de alteração do projeto visando a instalação dos suportes por furos coordenados, mas não foi possível, devido às tolerâncias dos processos de fabricação de peças primárias. Se nada fosse feito certamente um dia alguém iria montar estes componentes deslocados novamente, a equipe então resolveu elaborar um projeto Kaizen de melhoria utilizando a técnica de *Brainstorming* (Tempestade de ideias) onde o desafio seria tomar ações para que este tipo de defeito não viesse a



- Previsibilidade do Processo;
- Menor exigência do nível de atenção do operador ao realizar a furação e instalação dos componentes na montagem

#### 4. CONCLUSÕES

Com o dispositivo *Poka Yoke* desenvolvido foi possível fundamentar que ele baseia-se no fato do ser humano não ser perfeito e estar sujeito a cometer erros inadvertidos, sempre levando em consideração sua vida pessoal, falta de treinamento, desatenção, descuidos, entre outros fatores.

Para que as pessoas aceitem o conceito e aplicação do *Poka Yoke*, eles devem ser concebidos basicamente a partir de princípios simples de funcionamento, de baixo custo de fabricação e que podem reduzir o índice de defeitos ou perdas a zero.

Outro importante aspecto verificado no estudo de caso foi o envolvimento dos funcionários na solução do problema, liberdade para expor as ideias aumentando a iniciativa dos envolvidos em propor melhorias e inovações nos processos produtivos que por sua vez permitiram eliminar perdas, reduzir custos, garantir a satisfação do cliente e ainda ajudar a aumentar a produtividade.

#### 5. REFERÊNCIAS

CALARGE, Felipe A.; DAVANSO, José C. **Conceito de Dispositivos à Prova de Erros. Utilizados na Meta do Zero Defeito em Processos de Manufatura.** Piracicaba, v.11,n.21, p. 7-18, 2003.

GHINATO, P. **Controle da Qualidade Zero Defeitos** – Sobre produção. Disponível em <<http://sobreproducao.blogspot.com.br/2011/09/controlado-qualidade-zero-defeitos-cqzd.html>> Acesso em 11 mai. 2013 20h00min.

IMAN. *Poka Yoke – métodos à prova de falhas*, São Paulo: Instituto IMAN. 1998.

JURAN, J.M.; FRANG, M.G. *Controle de Qualidade-Handbook: ciclo dos produtos, inspeção e teste*. São Paulo: Makron Books do Brasil Ltda., 1992.

LIKER, K. J.; MEIER, D. **O Modelo Toyota de Produção**: Manual de aplicação. Tradução: Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432p. Título original: The Toyota Way Fieldbook.

MOURA, A.R.; BANZATO, J.M. *Poka-Yoke: a eliminação dos defeitos com o método à prova de falhas*. São Paulo: Iman, 1996.

SHIMBUN, N.K. *Poka-Yoke: improving product quality by preventing defects*. Cambridge: Productivity Press, 1998.