

ANÁLISE DOS MECANISMOS DE ENDEREÇAMENTO DE POKA-YOKE'S DURANTE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Figueiredo, Polyana Patrícia Soares, polypsf@ig.com.br¹
Cziulik, Carlos, cziulik@utfpr.edu.br²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Endereço: Av. 7 de setembro, 1975. Centro - CEP: 69020-120 – Manaus/AM

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165. Rebouças - CEP: 80230-901 - Curitiba/PR

Resumo: *O aumento da concorrência a nível mundial e a globalização da economia têm provocado mudanças significativas no setor de desenvolvimento de produtos com objetivo de otimizar o lançamento de novos produtos. Essas mudanças relacionam-se com constante busca de maior flexibilidade e qualidade, além da redução de custos e otimizar a curva de comprometimento do custo do produto. Desta forma, observou-se a oportunidade de introduzir mecanismos durante o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) para prevenir a ocorrência de defeitos e, assim, reduzir custos. A sistemática japonesa, denominada Poka-yoke (que em japonês significa dispositivos à prova de falhas), se propõe à identificação e eliminação de falhas. Todavia, a sua implementação, normalmente, ocorre de forma reativa e ad hoc (ou seja, quando os problemas são detectados em fases posteriores). Assim, este artigo tem por objetivo investigar em que momento, durante o processo de desenvolvimento de produtos, estes recursos podem/devem ser examinados. Adicionalmente, busca-se aprofundar o entendimento das características de poka-yokes, a partir do exame de situações práticas, onde os resultados de sua aplicação são favoráveis. Desta forma, pode-se observar a percepção de desenvolvedores de produto acerca de poka-yokes e a estruturação de um banco de dados preliminar a partir de produtos correntes, que foquem na interação usuário-produto, cujo resultado indica a adequação do uso de poka-yokes para o produto em desenvolvimento.*

Palavras-chave: *Dispositivo contra falha, Desenvolvimento de produto, Poka-yoke de projeto.*

1. INTRODUÇÃO

Com a competição global para desenvolver e produzir com mais eficácia e eficiência produtos inovadores e com excelência de qualidade é necessário reduzir os custos com retrabalho ocasionado por erros ou possíveis anormalidades.

Como pode ser visto em Rozenfeld *et al.* (2006), Pahl *et al.* (2005) e Back *et al.* (2008), existem diversos métodos capazes de otimizar os produtos durante o processo de seu desenvolvimento.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o PDP situa-se na interface entre a empresa e o mercado, cabendo ao mesmo identificar – e até mesmo se antecipar – as necessidades do mercado e propor soluções (por meio de projetos de produtos e serviços relacionados) que atendam as mesmas. A seguir, as principais características encontradas durante o PDP:

- a) Elevado grau de incertezas e riscos das atividades e resultados;
- b) Decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando as incertezas são ainda maiores;
- c) Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- d) As atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: Projetar (gerar alternativas) Construir- Testar – Otimizar;
- e) Manipulação e geração de alto volume de informações
- f) As informações e atividades provem de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos;
- g) Multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto.

Como pode ser visto em Rozenfeld *et al.* (2006), Pahl *et al.* (2005) e Back *et al.* (2008), existem diversas abordagens capazes de otimizar as soluções produtos durante o processo de seu desenvolvimento.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), todo processo de negócios deve ser monitorado por meio de indicadores de desempenho, que podem ser:

- a) Tempo de desenvolvimento;
- b) Qualidade dos resultados em conformidade as especificações;
- c) Custo de falhas internas para novos produtos;
- d) Causas de falhas nos clientes.







De acordo com Back *et al.* (2008), o desenvolvimento sistemático de produtos possibilita também uma racionalização de recursos disponíveis tanto no setor de desenvolvimento, quanto no setor de manufatura. Um proceder em passos e etapas definidas permite fixar um cronograma realístico. A delegação de tarefas se torna mais fácil quando estas estão inseridas num procedimento metodológico. Ou seja, o melhor caminho para o desenvolvimento rápido e econômico, de um produto de alta qualidade.

Contudo, existem poucas ferramentas de gestão para a formulação e execução de estratégias baseadas na detecção de falhas.

A ocorrência de falhas acarreta custos quer para empresa através do comprometimento da marca (*recall*), retrabalho, parada de faturamento, desperdício de peças ou para o cliente ilustrado pela insatisfação, custos de garantia de campo.

Estas falhas serão traduzidas em custos para empresa. Os custos dos defeitos variam conforme o momento de sua identificação, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Custos conforme o momento da identificação dos defeitos.

Momento de identificação do defeito	Na fase de projeto	No próprio processo	No próximo processo	No final da linha de produção	Na inspeção final	No usuário final
Custos para empresa						
Impactos para a empresa	Muito pequeno	Pequeno e restrito	Pequeno atraso	Retrabalho Reprogramação do trabalho	Grande retrabalho Atraso na entrega e inspeção adicional	Custo de garantia Perda de reputação e marketing share

Segundo Ghinato (1996) esta forma de evitar erros não intencionais, cometidos sobretudo por falta de atenção ou esquecimento, foi logo denominado de “Baka-Yoke”, que significa à prova de tolos. Porém, após um incidente ocorrido com uma operária na Arakawa Auto Body Co. que sentia-se preterida por trabalhar em um posto que continha dispositivos à prova de tolos é que percebeu a importância da alteração dessa nomenclatura, passando então a adotar o nome *poka-yoke*, que em japonês significa dispositivos à prova de falhas. De acordo com Shingo (1996), a inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção na fonte podem ser alcançadas através do uso do método de inspeção *poka-yoke*.

A ferramenta *poka-yoke* foi criada na década de 60 no Japão visando o zero defeito, propiciando mais confiabilidade e segurança.

O *poka-yoke* é um mecanismo de detecção de anormalidades que, acoplado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade.

A definição utilizada para *poka-yoke* por Lécio Lean (2003), é um método que auxilia operadores a evitar erros em seu trabalho. Alguns exemplos citados são: montagem incorreta de uma peça, esquecimento de um componente, entre outros. A Figura 1 ilustra a utilização prática do *poka-yoke*.

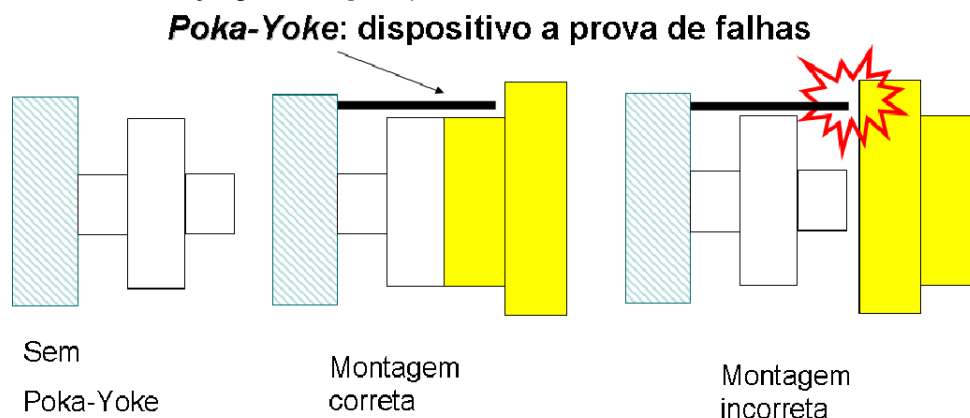


Figura 1. Exemplo da utilização prática de *poka-yoke*.

Na seqüência, outra questão é identificar que recursos de projeto, a equipe de desenvolvimento pode lançar mão, para inserir os mecanismos de *poka-yoke* no produto, visando facilitar sua montagem e uso.

Desta forma, percebeu-se a oportunidade de investigação envolvendo a dificuldade de se reconhecer a necessidade da alocação do *poka-yoke* no processo de desenvolvimento de produto, uma vez que a literatura carece de metodologias para endereçar o *poka-yoke* durante esta atividade.

O objetivo do presente artigo é caracterizar os diferentes tipos de *poka-yokes*, a partir dos referenciais teóricos e de pesquisa de campo, bem como prover um panorama de como estes são endereçados por desenvolvedores de produto, na prática.

A estrutura do presente artigo contempla, na seção 2, uma análise do processo de desenvolvimento de produtos e a contextualização dos *poka-yokes*.

2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E *POKA YOKE*: CONTEXTO E RELAÇÕES

Nesta seção será apresentada uma abordagem teórica sobre o processo de desenvolvimento de produto e suas etapas, bem como aspectos conceituais acerca do assunto *poka-yoke*.

2.1. Processo de Desenvolvimento de Produtos

Segundo Pahl *et al.* (2005) a metodologia geral de trabalho deve ser aplicável independentemente da especialidade e sem necessidade de pré-conhecimentos específicos por parte do usuário. Ela deverá auxiliar o processo mental de forma organizada e eficaz.

A sistemática proposta por Pahl *et al.* (2005), é o resultado de vários anos de pesquisa e aplicação de procedimentos sistemáticos ao desenvolvimento de produtos. Essa sistemática reflete a linha de pesquisa básica alemã na área de projeto de produto. É composta, basicamente, pelas seguintes fases:

- a) Classificação da Tarefa: fase responsável pela compilação das necessidades dos clientes convertendo-as em uma especificação do produto;
- b) Projeto Conceitual: fase responsável pela definição dos problemas existentes para se atingir a especificação do produto e pela criação de uma estrutura funcional. É nesta etapa que se elaboram e se avaliam diversos princípios funcionais para se chegar a um conceito do produto;
- c) Projeto Preliminar: fase responsável pela transformação do conceito em um layout definitivo da solução técnica (desenhos em escala e disposição do produto no espaço definidos);
- d) Projeto Detalhado: fase responsável pelo detalhamento do leiaute da solução técnica (e.g. através da inclusão de dimensões, propriedades superficiais, material e do detalhamento do processo produtivo).

Para Rozenfeld *et al.* (2006), a visão unificada do desenvolvimento do produto é dividida em três macro fases são: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. Nesta investigação, utiliza-se como Modelo Referencial o proposto pelos autores Rozenfeld *et al.* (2006), por ser uma referência sistematizada, utilizada para solucionar problemas nas indústrias em várias empresas, no acompanhamento metódico de projetos e por ser um referencial brasileiro no âmbito do desenvolvimento do produto. Desta forma o PDP segundo o autor será visto com mais detalhes. Estes também afirmam que a eficácia do PDP é estabelecida pelos resultados dos projetos ou produtos que sejam adequados e competitivos, i.e. atendam as expectativas do mercado ou em última instância, as necessidades e desejos do consumidor e devidamente integrados à estratégia da organização. A visão unificada do desenvolvimento do produto é dividida em três macro fases são: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento, podem ser visto de forma:

O pré-desenvolvimento é dividido em duas grandes fases: Planejamento Estratégico de Produtos e Planejamento do projeto. A primeira fase é composta pelo conjunto de atividades que transformam as informações contidas nas Estratégias Corporativas e da Unidade de Negócio no Plano Estratégico de Produtos. A segunda fase inicia quando chega a data próxima da realização de um dos projetos do Plano Estratégico de Produtos.

O desenvolvimento traz informações tais como: escopo do projeto, escopo do produto, atividades e sua duração, prazos, orçamento, entre outros. Ao final desta macro fase é produzida informações técnicas detalhadas, de produção, comerciais relacionadas com o produto.

O pós-desenvolvimento inicia-se no desenvolvimento trazendo as integração entre o planejado e o executado, permitindo assim fazer avaliações gerais para novos projetos, até o processo da descontinuidade do projeto.

Com o exame da literatura foi observada a importância do PDP, a oportunidade da utilização de um sistema *poka-yoke* integrado ao desenvolvimento do produto.

2.2. Caracterização do *poka-yoke*

Os dispositivos a prova de falhas inspecionam, automaticamente, erros ou condições operacionais não-conformes. Alguns dos benefícios que podem ser mensurados prevenção de danos ao produto, equipamentos e prejuízos pessoais. Assim, libera o tempo e a mente dos operadores para que estes possam se dedicar a ações mais criativas ou que agregam valor.

Um dispositivo *poka-yoke* dentro da manufatura tem como funções básicas a paralisação de um sistema produtivo (máquina, linha, equipamento, entre outros); o controle de características pré-estabelecidas do produto e/ou processo e a sinalização quando da detecção de anormalidades. Tais funções básicas são utilizadas para prevenir um defeito, impedindo a sua ocorrência ou detectando-o após o seu evento, podendo, assim, serem classificadas como Função Reguladora ou Mecanismos de Detecção (MOURA; BANZATO, 1996).

Já, no âmbito da função de regulação, tem-se que esta determina o método a ser utilizado em função do objetivo desejado. Esses métodos são: i/ Método Controle: após detectar a anormalidade pára a máquina ou a linha de produção, possibilitando a imediata ação corretiva, evitando-se a geração de defeitos em série; e ii/ Método de Advertência:

quando o sistema detecta a anormalidade, o mesmo sinaliza através de sinais sonoros ou luminosos possibilitando a ação corretiva em tempo.

Por outro lado, a função de detecção que capta a anormalidade de acordo com o mecanismo de detecção utilizado. Está dividido em: i/ Contato: detecta a anormalidade através de dispositivos que se mantêm em contato com o produto na ocasião da inspeção; ii/ Conjunto: garante que operações executadas em seqüência de movimentos ou passos pré-estabelecidos não sejam negligenciadas. Este método baseia-se na contagem automática e controle do número de movimentos efetuados ou pela detecção da execução de cada um dos passos isoladamente; e iii/ Etapas: evita a realização, por engano, de uma etapa que não faz parte da operação. Este método é aplicado em operações executadas através de movimentos padronizados.

A Figura 2 ilustra o esquema de classificação de sistemas *poka-yoke*.

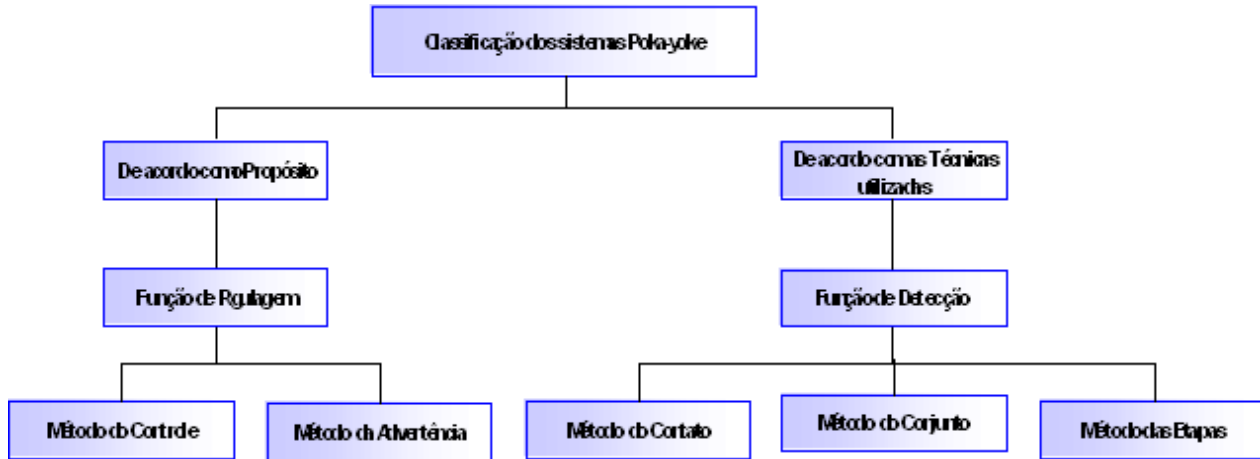


Figura 2. Esquema de classificação de sistemas *poka-yoke*.

Fonte: Adaptado de Shingo (1996).

2.2.1 *Poka-yoke* de produto

O *poka-yoke* de produto é aquele que o usuário final do produto toma contato com ele, e impede o uso incorreto, exemplo disquete, conforme pode ser observado na Figura 3. A literatura carece de metodologias para endereçar o *poka-yoke* no projeto do produto.



Figura 3. Disquete 3.5" não pode ser colocado na posição incorreta.

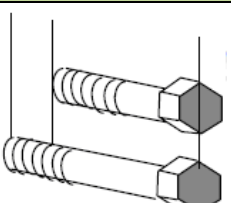
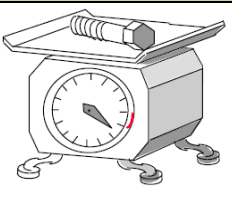
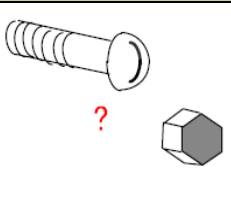
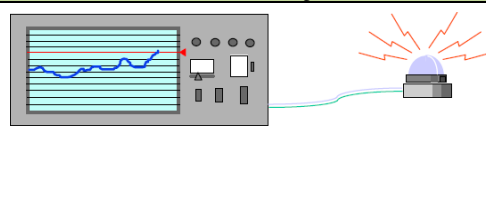
Fonte: Shingo (1996)

A seguir, algumas aplicações práticas na área automobilística onde é normal de aplicar *poka-yoke* na concepção do projeto, de modo evitar falhas estruturais ou funcionais do sistema. A seguir alguns *poka-yokes*: i) desenvolvimento em sistema de segurança como suspensão direção e freios; ii) o sensor de estacionamento que limita a distância mínima do pára-choque, prevenindo acidentes e custos ao usuário final; iii) o sensor do farol ligado que emite um sinal sonoro caso a porta esteja aberta e o farol esteja ligado, evitando que a bateria descarregue.

2.3. *Poka-yoke* processo

Poka-yoke, tendo como objetivo principal a prevenção de defeitos com ênfase em perda zero. Definir padrões que possibilitem detectar falhas por uma comparação com o padrão. Algumas características serviram de referência para alocar os *poka-yokes*, como se observa na Tabela 2.

Tabela 2. Distinção de *poka-yoke* de processo por características

Dimensão	Peso	Forma	Número de detecção fixo
			

Na Tabela 3 ilustra-se os princípios utilizados para se evitar a ocorrência de falhas.

Tabela 3. Princípios para evitar a ocorrência de falhas em produtos ou processos.

Princípio	Objetivo	Exemplo
Eliminação	Remover a possibilidade de erro	Re-projetar o processo ou o produto para que a tarefa não seja mais necessária
Substituição	Substituir processo/material sujeito a erro por outro mais seguro e confiável	Usar robôs controlados por computador. Substituir magnésio por alumínio para evitar perigo de fogo na usinagem
Facilitação	Tornar mais fácil e óbvio às pessoas executar ações corretas do que erradas	Usar codificação por cores para facilitar identificação de componentes
Detecção	Inspeccionar a conformidade da operação/produto e informar identificação de erro para imediata correção	Usar software de computador que notifica entrada de dados errados como (ex, CFP, CEP)
Mitigação	Minimizar as conseqüências de ocorrência do erro	Utilizar fusíveis para circuitos sobrecarregados

Fonte: Nakajo (1985).

Os dispositivos a prova de falhas inspecionam, automaticamente, erros ou condições operacionais não-conformes. Alguns dos benefícios que podem ser mensurados prevenção de danos ao produto, equipamentos e prejuízos pessoais. Assim, libera o tempo e a mente dos operadores para que estes possam se dedicar a ações mais criativas ou que agregam valor. Na Figura 4, pode-se observar alguns dos benefícios obtidos com a alocação de *poka-yoke*.

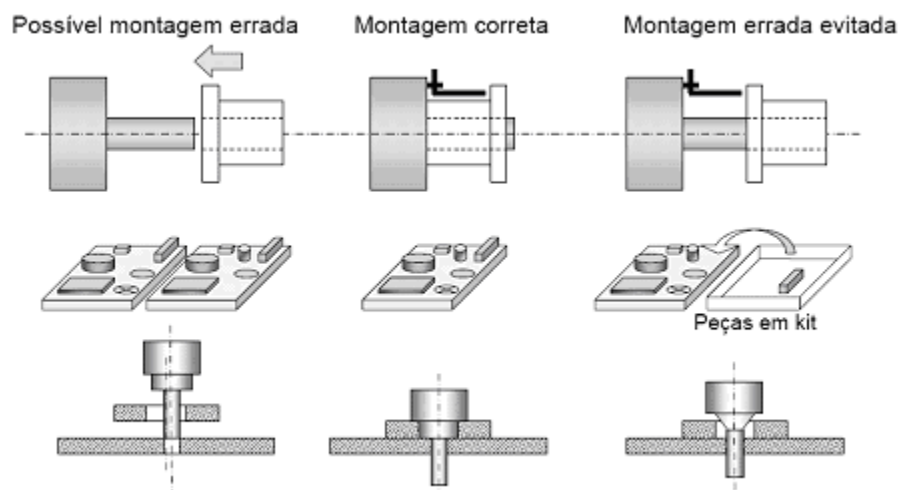


Figura 4. Exemplo de *poka-yoke* de processo.

Fonte: Miyake (2006).

3. POKA YOKE: LEVANTAMENTO DE CAMPO

A seguir, apresenta-se o contexto da pesquisa conduzida para substanciar este trabalho e que teve por objetivo fornecer referências a respeito da identificação do momento em que o *poka-yoke* é endereçado no processo de desenvolvimento de produtos.

Durante o processo de desenvolvimento de produtos, as ferramentas para reduzir falhas são pouco estruturadas nos modelos de PDP. Assim, o principal objetivo desta investigação é identificar em qual momento do PDP o *poka-yoke* deve ser inserido como ferramenta para reduzir falhas. Buscou-se capturar informações, a partir de um instrumento de coleta de dados, relacionadas aos mecanismos e critérios adotados para endereçar *poka-yokes* durante o processo de desenvolvimento de produtos, bem como examinar suas formas de classificação.

3.1. Caracterização do Estudo

A pesquisa de campo foi conduzida a partir da consulta a oito profissionais da área de desenvolvimento de produtos, com diferentes experiências em processos de desenvolvimento de produtos ilustrado na tabela 4. Para tanto, foi aplicado um questionário composto por questões objetivas.

Logo após uma carta de apresentação, a qual visou esclarecer o objetivo da pesquisa e o foco central da mesma, foi feita uma breve descrição das etapas que permeiam o desenvolvimento de produtos, de modo a situar aos critérios adotados para endereçar *poka-yokes* durante o processo de desenvolvimento de produtos.

O objetivo foi criar uma linguagem comum entre todos os respondentes, de modo que, independente da nomenclatura adotada por cada profissional, todos estejam plenamente cientes do alvo que se pretende atingir.

O primeiro tópico específico abordado no questionário diz respeito as alternativas referentes as fases do PDP onde é realizado o endereçamento do *poka-yoke*. Na literatura, não há uma identificação. Este direcionamento só foi possível após a aplicação do questionário.

Em seguida, foram propostos cinco tipos de ferramentas utilizadas para endereçar o *poka-yoke* e deixado um espaço em branco caso houvesse alguma configuração não abordada na questão e que o entrevistado julgasse conveniente informar.

Tabela 4. Caracterização dos profissionais entrevistados

Profissional	Formação	Tempo de atuação no mercado	Cargo	Tempo de atuação da empresa no mercado
1	Engenharia Mecânica	15 anos	Supervisor	6 anos
2	Engenharia Mecânica	21 anos	Engenheiro de Desenvolvimento de Oportunidades – Engenharia Avançada	51 anos
3	Tecnólogo em Processos de Produção	07 anos	Tecnólogo de Aplicações	10 anos
4	Engenheiro	20 anos	Supervisor	30 anos
5	Engenharia Mecânica	04 anos	Engenheiro do Produto	32 anos
6	Engenheiro de Aplicações e Vendas	22 anos	Engenheiro Industrial	50 anos
7	Engenharia Mecânica	1,5 anos	Engenheiro de Produto	13 anos
8	Engenheiro Mecatrônico	30 anos	Supervisor de Engenharia	50 anos

3.2. Interpretação e análise dos resultados

O primeiro tópico específico abordado no questionário diz respeito das possíveis fases do PDP onde é são conduzidas tratativas a respeito do *poka-yoke*. Na literatura, não há uma identificação clara a este respeito. O que se percebe de situações práticas é que, normalmente, ocorrem ações reativas.

Desta forma, a partir do trabalho de campo, pode-se inferir que o direcionamento da alocação só foi possível após a aplicação do questionário.





Dos resultados coletados, constatou-se que os profissionais consultados sinalizam que as fases para se examinar *poka-yokes* devem ser, por ordem de prioridade: i/ durante o projeto conceitual; e ii/ na interface entre o projeto conceitual e detalhado (tendo como referência o modelo de Rozenfeld e co-autores). Neste contexto, a dificuldade central que alocar *poka-yokes* aos produtos envolve, encontra-se na principal característica da etapa de Projeto Conceitual: informações técnicas ainda limitadas e abstratas, de acordo com Rozenfeld *et al.* (2006). Desta forma, num primeiro momento será examinado o desenvolvimento de mecanismos que possam atuar na interface do projeto conceitual e do projeto detalhado.

3.3. Estruturação preliminar de um banco de dados

Visando aprofundar o entendimento de como os *poka-yokes* de funcionam e podem ser caracterizados em produtos correntes, buscou-se estruturar um banco de dados, contendo estas informações. A estratégia adotada consistiu, em primeiro lugar, em identificar produtos e respectivos *poka-yokes* representativos. A seguir, apoiados nos princípios enunciados na Tabela 3, buscou-se fazer um enquadramento dos produtos, a partir dos parâmetros considerados relevantes (i.e. avaliação, princípio de detecção de falha e características do *poka-yoke*). Estes parâmetros são derivados

da literatura e da vivência prática em desenvolvimento e manufatura de produtos. A tabela 5 contém um excerto do banco de dados produzido. Foram analisados mais de 30 Produtos, sendo que 17 foram considerados relevantes para o estudo em questão. Desta forma, para o produto o Chip de celular o *poka-yoke* existente obriga o usuário a colocar sempre na mesma posição.

Tabela 5. Excerto do banco de dados poka-yoke de produto construído para a investigação.

Poka-yoke de produto	Avaliação	Princípio	Características	Erro
	Funcional	Mitigação	Posição	Chanfro existente no chip do telefone celular que obriga o usuário a colocá-lo sempre na posição correta.
	Funcional	Mitigação	Posição	Não permite que ele seja encaixado de maneira errada. Montagem Dúbia.
	Funciona	Mitigação	Movimento Segurança	A máquina para de girar quando é aberta. Para evitar acidente com as mãos.
	Não Funcional	Detecção	Advertência	Alarmes emitem um sinal sonoro avisando que uma das portas está aberta.

Este estudo possibilitou observar que os *poka-yokes* estão presentes em uma vasta variedade de produtos. Assim, pode-se inferir que, em algum momento dos seus desenvolvimentos, as equipes perceberam a necessidade de se fazer a sua alocação. O que surpreende é que nas metodologias clássicas de desenvolvimento de produtos não haja menção de como se endereçar este assunto. Tampouco, se fale em que momento este assunto deve ser tratado no DP. Logo, identifica-se um campo amplo de investigações no assunto por parte da comunidade acadêmica.

4. ESTRUTURA PRELIMINAR DO MECANISMO PROPOSTO

Algumas ferramentas são utilizadas para fazer uma boa parte das melhorias dos produtos e processos como: Análise de Modos e efeitos de falha – priorização e prevenção de problemas.

Segundo Palady (1997), o FMEA (Análise dos Modos de Falha e Efeitos) é uma ferramenta para prognóstico de problemas, é um procedimento para desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou revisados. É uma das técnicas de baixo risco mais eficientes para prevenção de problemas e identificação das soluções mais eficazes em termos de custos, a fim de prevenir estes problemas. Como procedimento oferece uma abordagem estruturada para avaliação, condução e atualização do desenvolvimento do projeto e processos em todas as disciplinas da organização. Segundo Pahl et al. (2005), na FMEA de projeto a questão primordial é verificar se as funções formuladas na lista de requisitos estão satisfeitas.

Uma estrutura preliminar do mecanismo seria uma ferramenta adaptada do FMEA utilizando os parâmetros do *poka-yoke* para prognóstico de problemas, desenvolvimento e execução de projetos novos ou revisados. Semelhantemente ao FMEA, é uma ferramenta para prognóstico de problemas. É um procedimento para desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou revisados. Os critérios de avaliação estarão disponíveis em uma outra planilha vinculada à planilha de aplicação da ferramenta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poka-yokes são recursos importantes, inseridos em produtos, que objetivam evitar que um erro venha a se tornar um defeito. Um levantamento bibliográfico extensivo indicou que os materiais no assunto são escassos. Percebeu-se que, normalmente, a inserção de *poka-yokes* em produtos, é uma medida reativa. Logo, uma oportunidade de investigação foi identificada e diz respeito à análise de que mecanismos podem ser empregados para a adequada inserção de *poka-yokes*, ainda nas etapas de desenvolvimento do produto.

Para tanto, buscou-se identificar como desenvolvedores de produto tratam *poka-yokes* na prática. O questionário aplicado a profissionais que atuam com desenvolvimento de produto contribuiu para sinalizar a etapa de inserção de *poka-yoke* de produto durante o PDP. Assim, pode-se dizer que o momento mais favorável ocorre na interface do projeto conceitual e detalhado.

O banco de dados preliminar permitiu caracterizar que *poka-yokes* são empregados em uma variedade considerável de produtos nos mais diversos domínios de aplicação. Este banco de dados necessita ser expandido para outras categorias de produtos, além das examinadas neste estudo.

Uma estrutura de mecanismo para auxiliar desenvolvedores de produto a endereçarem *poka-yokes* durante a etapa de projeto.

Este estudo possibilitou analisar e melhorar o entendimento do processo de inserção de *poka-yoke* de produto, durante o PDP.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no programa de Mestrado Interinstitucional – MINTER entre a UTFPR e o IFAM, que recebeu financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – através do projeto ACAM 1379/2006 e da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA – através do convênio 084/2005.

O autor deste trabalho foi bolsista do PROGRAMA RH-INTERINSTITUCIONAL da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM – no ano de 2009. Nossos sinceros agradecimentos pelo apoio recebido.

7. REFERÊNCIAS

- Back, N.; Ogliari, A.; Dias, A.; Silva, J. Carlos da., 2008, “Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem”, Barueri, SP: Editora Manole,.
- Ghinato, P., 1996, “Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente Just-in-time”, EDUCS: Caxias do Sul.
- Moura, A.R.; Banzato, J.M., 1996, “Poka-Yoke: a eliminação dos defeitos com o método à prova de falhas”, São Paulo: Iman,.
- Nakajo, T. & Kume, H., 1985, “Reports of Statistical Application Research”, JUSE.
- Miyake, D. I. 2006, “PRO 2421 – Técnicas de Gerenciamento de Operações Industriais”. São Paulo.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K, 2005, “Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos: Métodos e Aplicações”, São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, Tradução da 6ª edição alemã.
- Palady, P. 1997, “FMEA Análise dos Modos de Falha e Efeitos”, Editora IMAM, São Paulo.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D.C., Toledo, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., Scalice, Régis K., 2006, “Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma Referência para a Melhoria do Processo”, São Paulo: Editora Saraiva.
- Shingo, S., 1996, “Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke”.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

ANALYSIS OF MECHANISMS FOR ADDRESSING POKA-YOKE'S DURING THE PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS

Figueiredo, Polyana Patrícia Soares, polypsf@ig.com.br¹
Cziulik, Carlos, cziulik@utfpr.edu.br²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Endereço: Av. 7 de setembro, 1975. Centro - CEP: 69020-120 – Manaus/AM

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165. Rebouças - CEP: 80230-901 - Curitiba/PR

Abstract: *Increased global competition and economic globalization have brought about significant changes in the sector of product development with the objective of optimizing the launching of new products. These changes are related to the constant search for greater flexibility and quality, besides reducing costs and optimizing the product cost. Thus, an opportunity to introduce mechanism during the Process of Product Development (PDP) to prevent the occurrence of defects and thus reduce costs has been identified. The Japanese approach called Poka-yoke (which in Japanese means devices fail-safe), proposes the error identification and its respective mitigation, before it is transformed into a defect. Poka-yoke implementation usually occurs in a reactive and ad hoc (i.e. when problems are detected at later stages) approach. Therefore, this paper aims to present the preliminary results of an examination on when, during the process of product development, poka-yokes can / should be addressed. For that, a better understanding of poka-yokes characteristics is necessary. Since the literature is scarce on the subject, a practical point of view has been collected from product development professionals. Additionally, a preliminary database containing a parameters for classifying products according to their poka-yokes is presented. This study suggests that the poka-yoke issues should be examined during the interface between conceptual design and detailed design. Finally, an initial framework for helping product developers to address poka-yokes is presented.*

Keywords: *failsafe device, product development, Poka-yoke design*