

Aplicação da metodologia FMEA na prevenção de falhas na etapa de Cadastramento de uma Indústria Eletrônica

Fernanda Cavicchioli Zola (UTFPR) fzola@utfpr.edu.br

Aldo Braghini Junior (UTFPR) aldo@utfpr.edu.br

Franciely Velozo Aragão (UEM) fran-aragao@hotmail.com

Luis Henrique Marinho (UEL) luishenrique_marinho@hotmail.com

João Luiz Kovaleski (UTFPR) kovaleski@utfpr.edu.br

Resumo:

A metodologia Análise do Tipo e Efeito de Falha (FMEA) abordada neste estudo esta relacionada à Confiabilidade do Processo e Produto, sub-área da Engenharia da Qualidade. A FMEA é uma metodologia que visa evitar, por meio da análise de falhas potenciais e recomendações de melhorias, que falhas ocorram em projetos do produto ou processo. Este trabalho, que se caracteriza em um estudo de caso, visou aplicar esta metodologia com o objetivo de analisar as falhas que ocorrem no Cadastramento de Novos Produtos (CNP) de uma indústria eletrônica visando estabelecer a confiabilidade do cadastro e do Processo Produtivo. A elaboração deste estudo se justificou na ocorrência de falhas no cadastramento dos produtos do cliente XY. Na aplicação da FMEA, foram utilizadas as ferramentas da qualidade Brainstorming para a identificação das causas e efeitos das falhas e 5W1H para a se propor ações de melhorias. Os resultados obtidos mostram que as falhas no CNP ocorrem por deficiência na conferência do cadastro ou ainda por falta da mesma, sendo assim foram propostas soluções de melhorias que visam estabelecer a confiabilidade do CNP e do Processo Produtivo.

Palavras chave: FMEA, Confiabilidade, Falhas.

Application of FMEA methodology to prevent failures in the stage of a hashindustry Electronic Registration

Abstract

The methodology of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) addressed in this study is related to the Process and Product Reliability. The FMEA is a methodology that aims to prevent, through the analysis of potential failures and recommendations for improvements that failures occur in the product or process designs. This work, which is characterized in a case study aimed to apply this methodology to analyze the faults that occur in the Registration of New Products (CNP) of an electronic industry to establish the reliability of records and the production process. The preparation of this study was justified on the occurrence of failures in the registration of customer product XY. In the application of FMEA, we used the brainstorming quality tools for the identification of faults and 5W1H to propose actions for improvement. The results show that the failures occur in CNP deficiency in the conference registration or lack of it, so solutions have been proposed improvements to establish the reliability of the CNP and the production process.

Key-words: FMEA, Reliability, Fault.

1. Introdução

A confiabilidade pode ser definida como a capacidade que um produto ou processo tem para executar sua função, sob as condições operacionais pré-estabelecidas (CARDOSO; 1995). Um processo industrial pode ser definido como sendo um conjunto de atividades realizadas em uma sequência ordenada que tem por objetivo a produção de um bem ou serviço (BIERMANN, 2007). Já o produto é o resultado deste conjunto de atividades ordenadas, ou seja, é o resultado das operações de um sistema (CARDOSO, 1995).

Logo entende-se que a confiabilidade de um processo ou produto, é quando os mesmos atendem as especificações pré-estabelecidas em seu projeto, ocasionando o perfeito funcionamento do mesmo, isto é, que não ocorram falhas ou anomalias que possam atrapalhar o desempenho dos mesmos (DROGHETT; MOSLEH, 2006).

A principal aplicação da confiabilidade é na prevenção de falhas. As mesmas ao serem analisadas, são qualificadas por seu modo de ocorrência, afirma Droghett e Mosleh (2006), ainda segundo os mesmos autores, todo processo ou produto possui determinada função, quando essa função deixa de ocorrer, a mesma pode ser considerada um modo ou tipo de falha.

A metodologia FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ou Análise do Tipo e Efeito de Falha, de acordo com Toledo e Amaral (2006), “é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo”, sendo que seu objetivo consiste em analisar determinado produto ou processo, a fim de identificar as características mais críticas que possibilitam a ocorrência de falhas nos mesmos (SLACK et al.; 2009).

Neste contexto, as falhas podem ser consideradas um desempenho não desejado de um processo acarretando em um produto e serviços com baixa qualidade, gerando custos de não qualidade para a empresa. Qualquer processo de uma empresa está sujeito a falhas, sendo que as falhas visíveis ao cliente final são as de maior impacto para a empresa. Em especial, as falhas no Cadastramento de Novos Produtor (CNP) na empresa podem acarretar no atraso da entrega do produto final, defeitos indesejáveis no produto final e, conseqüentemente, um aumento no custo final do produto. Dessa forma, o presente artigo tem por objetivo aplicar a metodologia FMEA para análise do risco no fluxo de informação da etapa de Cadastramento de Novos Produtos (CNP) pertencente ao sistema ERP de uma indústria que manufatura Placas de Circuito Impresso (PCI), visando atingir maior confiabilidade do sistema e do Processo Produtivo.

2. Referencial Teórico

O FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ou também conhecido como Análise do Tipo e Efeito de Falha, é uma metodologia que analisa projetos de produto ou processo. Este método é utilizado para se prevenir à ocorrência de falhas em determinado produto ou processo, o mesmo permite a atuação na causa da falha resultando na não ocorrência de um novo problema (ROSA; GARRAFA, 2009).

Zambrano (2005) afirma que a “FMEA consiste em identificar as falhas prováveis em projetos ou processo, estabelecer as prioridades para o tratamento das falhas e implementar as ações recomendadas.”

Sant’ Anna e Junior (2010), Zierhut et. al (2009) relatam que para a execução da FMEA existem quatro etapas a serem seguidas:

•Planejamento: nesta etapa há a identificação de quais produtos ou qual processo será analisado, formação de grupos de trabalho para planejar reuniões e preparar documentação para se iniciar a execução da FMEA.

•Análise de falhas em potencial: nesta etapa são descritas a função do produto ou processo, os tipos de falhas em potencial, o efeito da falha, possíveis causas destas falhas e quais são os controles utilizados atualmente.

•Avaliação dos riscos: nesta etapa são definidos os índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) além de realizar o cálculo do Coeficiente de Risco (R), representado pela Fórmula 1, baseada na metodologia de Slack et. al (2009).

$$R = S \times D \times O \dots\dots\dots(1)$$

O produto da multiplicação destes índices, prioriza a *gravidade da falha*, ou seja, a falha mais grave deve ser priorizada nas ações de melhorias.

Os índices S, O e D podem ser observados nos Quadros 1, 2 e 3, os quais foram adaptados da metodologia de Zierhut et. al (2009) para serem aplicados neste estudo, deve-se ressaltar que as ações recomendadas serão baseadas nos valores de cada índice. O índice de Severidade reflete a gravidade do efeito da falha, conforme mostra o quadro 1.

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	Falha imperceptível para o colaborador
2	Pequena	Falha perceptível ao colaborador, mas não afeta o processo
3	Moderada	Falha perceptível ao colaborador, e afeta o processo
4	Alta	Falha perceptível ao colaborador, e o processo deixa de funcionar
5	Muito Alta	Idem ao anterior, porém ocasiona descontentamento do cliente

Fonte: Adaptado de Zierhut et. al (2009)

Quadro 1 – Índice de Severidade

O índice de Ocorrência se refere a probabilidade de uma falha acontecer, conforme apresentado no quadro 2.

Índice	Severidade	Critério
1	Remota	Falha nunca acontece
2	Pequena	Falha quase nunca acontece
3	Moderada	Falha acontece esporadicamente
4	Alta	Falha acontece regularmente
5	Muito Alta	Falha sempre acontece

Fonte: Adaptado de Zierhut et. al (2009)

Quadro 2 – Índice de Ocorrência

O índice de Detecção avalia a probabilidade da falha ser detectada antes que ocorra problemas no processo, como ilustrado no quadro 3.

Índice	Severidade	Critério
1	Muito grande	Falha certamente será detectada
2	Grande	Grande probabilidade da falha ser detectado
4	Moderada	A falha provavelmente será detectado
7	Pequena	A falha provavelmente não será detectado
9	Muito pequena	Certamente a falha não será detectado

Fonte: Adaptado de Zierhut et. al (2009)

Quadro 3 – Índice de Detecção

• **Melhoria:** Na etapa final da execução da metodologia são estudadas possíveis tomadas de decisões a serem utilizadas para minimizar os riscos de ocorrência de falhas no processo ou produto.

Para que o FMEA seja realizado de forma confiável, é recomendável que se utilize em conjunto algumas ferramentas da qualidade afim de assegurar que a aplicação do FMEA seja precisa. Foram selecionadas algumas ferramentas da qualidade, sendo elas o fluxograma do processo, o brainstorming e o 5W1H.

IDEA – Consultoria e Assessoria (2011) aborda o 5W1H como sendo uma forma de se planejar todas as ações que serão executadas para melhoria de um processo, produto ou serviço. O mesmo forma um plano de ação, no qual metas são definidas.

A sigla 5W1H faz referência a composição de iniciais dos termos em inglês, What (O que), When (Quando), Where (Quando), Who (Quem), Why (Porque) e How (Como), as quais são dispostas em um quadro, onde juntas possuem a finalidade de executarem um plano de ação, a fim de solucionar problemas ocorridos em determinados processo, produtos e serviços (ROSSATO, 1996). O Quadro 4 apresenta a disposição das sete perguntas realizadas para se poder executar um plano de ação através do 5W1H.

Categoria	As sete perguntas (5W1H)	Perguntas típicas	Meta
Assunto	O que? (what)	O que está acontecendo?	Identificar o foco da análise
Propósito	Por que? (why)	Por que isto é necessário?	Eliminar tarefas desnecessárias
Localização	Onde? (where)	Por que isto está sendo feito neste lugar?	Melhorar a localização
Seqüência	Quando? (when)	Quando isso está sendo feito?	Melhorar a seqüência
Pessoas	Quem? (who)	Quem está fazendo isso?	Melhorar a seqüência ou o output

Fonte: Adaptado de Stevenson, 2001, pg 386.

Quadro 4 – Abordagem das sete perguntas 5W1H

Diversos trabalhos sobre a aplicação da metodologia FMEA em indústria de montagem brasileira já foram publicados, entre eles pode-se destacar o trabalho de Silveira et al. (2009), onde foi utilizado a FMEA em uma indústria automotiva, sendo a ferramenta aplicada no estudo da direção hidráulica que estava sendo desenvolvida pela empresa. Antonello e Souza (2010) por sua vez, realizaram um estudo onde aplicaram ferramentas e metodologias da qualidade como o QFD (Desdobramento da função qualidade), DFMA (Projeto orientado para manufatura e montagem) e FMEA (Análise do modo e efeito de falhas) no desenvolvimento de novos produtos para indústrias de equipamentos da construção civil, avaliando necessidades do cliente e do mercado, a fim de se obter a satisfação dos mesmos. Já Degen et al. (2010), realizaram um estudo no desenvolvimento de um método para avaliação de riscos, através do FMEA, que considera o custo potencial da ocorrência da falha de um produto chamado Anel Assento de Válvula de uma indústria automotiva, ou seja, aumentar os índices de Avaliação de Risco, contendo o Custo de Ocorrência como um deles. Ussui et al. (2010), realizaram um estudo na revisão de projeto de um chuveiro elétrico, visando reduzir custos de fabricação e montagem e torná-lo mais confiável para o consumidor final através das metodologias Análise de Valor (AV), Projeto para Manufatura e Montagem (DFMA) e a FMEA. E, Sica e Oliveira (2010) aplicaram a metodologia FMEA em seu estudo com objetivo de conhecer os componentes que

possuem maior taxa de falha, analisar a influência dos mesmos sobre o sistema.

3. Procedimentos Metodológicos

O método de abordagem utilizado no presente trabalho foi o qualitativo, pois no estudo foi realizada uma análise das causas e efeitos das falhas que ocorrem no processo de Cadastramento de Novos Produtos. Sendo assim foi necessário o estudo deste processo explorando com riqueza de detalhes o mesmo, também atende este método a aplicação das ferramentas Brainstorming e 5W1H, para realização desta análise, pois as mesmas trabalham com as opiniões dos colaboradores.

A técnica de coleta de dados neste trabalho foi realizada através da Observação Direta Intensiva e Extensiva. Intensiva, pois na coleta dos dados, de como ocorre o funcionamento do Cadastramento de Novos Produtos, houve a participação direta do observador. E extensiva ao se utilizar as ferramentas 5W1H, onde nesta se foi realizado um plano de ação, ocorrido no mês de Setembro através de reuniões com integrantes do Departamento de Qualidade, onde os mesmos responderam a questionários, os quais contém perguntas de quais tarefas devem ser realizadas para reduzir a ocorrência de falhas no processo estudado, quem deve executar estas tarefas, onde as mesmas serão executadas, quando, porque e como devem ser realizadas.

Durante o processo também foi realizado um Brainstorming com os funcionários a fim esclarecer quais tarefas do Cadastrado de Novos Produtos apresentam falhas, quais os tipos, feitos e causas destas falhas que tornam o Processo Produtivo de Placas de Circuito Impresso Instável.

Posteriormente, os dados foram tratados em forma de quadros utilizados na aplicação de metodologia FMEA, o modelo do mesmo pode ser observada no Quadro 5. Na aplicação da metodologia os dados foram dispostos a fim de se facilitar o entendimento das funções do Cadastramento de Novos Produto, onde, para que a análise pudesse ser realizada, se fez necessário as descrições de quais as tarefas que possuem a ocorrência de falhas, quais os tipos de falhas que destas tarefas, qual o efeito das mesmas no processo produtivo, quais as causas dessas falhas, os controles atuais para que as mesmas não incidam novamente, a disposição dos índices de risco de cada falha e as ações recomendadas.

ANÁLISE DO TIPO E EFEITO DE FALHA DA ETAPA DE CADASTRAMENTO DE NOVOS PRODUTOS										
Empresa: Setor: Etapa: Data:								() FMEA de Processo () FMEA de Produto		
Descrição da Etapa de CNP	Funções que apresentam falhas no CNP	Tipos de Falhas em Potencial	Efeito das Falha	Causas das Falhas ocorrentes	Controles Atuais	Índice				Ações de Melhoria
						S	O	D	R	Ações Recomendadas

Por fim, os dados foram analisados dispostos na aplicação da FMEA foram dispostos em forma de tabela no *Microsoft Office Excel 2007*, a fim de se facilitar o entendimento dos mesmos, para que a análise pudesse ser realizada criteriosamente, obtendo dessa forma informações de quais são as falhas mais graves, e quais ações devem ser tomadas para que as mesmas sejam atacadas com eficiência.

4. Estudo de Caso

4.1 Descrição do Processo

Este trabalho estudou o fluxo de informação do processo de Cadastramento de Novos Produtos (CNP), que integra uma das diversas etapas do Planejamento do Processo de Placas de Circuito Impresso no software ERP da empresa. O CNP é realizado pelo setor de Documentação de Processos que faz parte do Departamento de Qualidade da Empresa estudada. Logo é nesta etapa que ocorre toda parte de cadastramento de um novo produto que será manufaturado pela empresa. Sendo assim qualquer falha nesta etapa, causará falhas no Processo Produtivo de PCI.

Placas de Circuito Impresso (PCI), são placas formadas geralmente por fibras de vidro, onde são inseridos os componentes SMD (Dispositivos de Montagem de Superfície) ou PTH (Componentes com Pinos ou Terminais Eletrônicos), as mesmas não conduzem corrente elétrica. As PCI's comumente possuem trilhas compostas por Cobre, onde estas têm a função de conduzir corrente elétrica entre os componentes (NETO, 2010).

O Cadastramento de Novos Produtos se inicia quando o cliente disponibiliza todos os materiais necessários tanto para o cadastramento do produto quanto para a produção do mesmo.

O cliente disponibiliza ao setor de Documentação de Processo o Projeto do Produto da PCI a ser fabricado. Neste projeto se encontram uma lista a qual possui informações sobre os componentes que serão utilizados na montagem da placa;

- Descrição do componente;
- Tipo de componente, ou seja, se o mesmo é SMD (Figura 1a) ou PTH (Figura 1b). Os componentes SMD (Surface Mount Device) ou Dispositivos de Montagem de Superfície, são componentes eletrônicos, os quais são montados na superfície de uma PCI, onde geralmente este processo é realizado através de máquinas próprias para este tipo de tecnologia. Os componentes PTH (Pin Through Hole), são aqueles que contém pinos ou terminais eletrônicos, os quais são inseridos manualmente e soldados através de furos na PCI, neste tipo de montagem não há utilização de máquinas para a inserção destes componentes (SMD SYSTEMS, 2011).



Figura 1 – Componentes

- Fabricante deste componente e a referência do mesmo (a referência é uma informação que se disponibiliza exatamente qual tipo de produto que deve ser comprado).

Deve conter ainda neste material o desenho da Placa de Circuito Impresso lado componente, onde se encontrar as marcações das posições dos componentes que serão inseridos na PCI.

Na lista do projeto do produto do cliente deve conter, uma figura chamada de Estêncil, a qual possui o formato de uma prancha que contem na mesma um desenho impresso, onde o mesmo é vazado, conforme a serigrafia da PCI, por onde passará a pasta de solda sobre os Pads. Os Pads, são marcações na Placa de Circuito Impresso onde serão colocados os componentes SMD. O equipamento conhecido como JIGA de teste (equipamento para realizar o teste eletrônico) e procedimento de teste eletrônico caso tenha esta etapa no Processo Produtivo.

Ainda são encontradas informações como o tipo de pasta de solda usada na soldagem dos componentes que serão inseridos na placa.

O processo de Cadastramento de Novo Produto é realizado através do Sistema Valle Web, que é um software ERP, que comporta todas as atividades realizadas pelos diversos departamentos que a empresa possui. Para o cadastramento de um novo produto são realizadas tarefas sequenciais interdependentes no sistema Valle Web.

4.2 Aplicação do FMEA

A aplicação da metodologia FMEA foi dividida nas fases de planejamento, análise de falhas em potencial, avaliação dos riscos e melhoria.

4.2.1 Planejamento

Nessa etapa foram realizadas três reuniões durante o mês de setembro, com integrantes do Departamento de Qualidade, afim de determinar qual era o processo crítico da empresa. Como a metodologia FMEA tem ação preventiva, isto é, deve ser elaborada antes que o processo entre em funcionamento e produza o primeiro produto, visando que o mesmo tenha o mínimo de falhas, foi decidido se realizar um estudo dos erros ocorridas no Cadastramento dos Produtos do cliente XY, a fim de promover a prevenção de falhas causadas pelo CNP de novos clientes, tornando o Processo Produtivo confiável.

4.2.2 Análise de Falhas em Potencial

Na etapa de Análise de Falhas em Potencial foi realizado um brainstorming afim de responder as perguntas presente no Quadro 6. As perguntas foram respondidas pela equipe de Engenharia de Qualidade da empresa.

Brainstorming – Análise das Falhas em Potencial			
Tarefas que apresentaram falhas	Tipo de Falha	Efeito de falha	Causas das Falhas
Cadastramento da Estrutura do Produto	Erro na quantidade de vezes que o componente é inserido na PCI	Dúvida na montagem da PCI, ocasionando parada no processo.	Falha na etapa de conferência
	Erro na posição desenho do componente (SMD ou PTH)	Falta de montagem do componente no setor que o mesmo pertence, ocasionando atraso da produção.	
Criação de documentação física e eletrônica para o processo produtivo	Erro na inserção da posição do componente na PCI realizada no Office Excel	Dúvida na montagem da PCI, tanto na inserção de mais ou menos posições, ocasionando parada no processo.	Não há conferência nesta tarefa
	Falta da Informação Rohs para placas que levam pasta de Solda <i>Lead - Free</i>	Erro na inserção do tipo de pasta de solda	

Quadro 6 – Brainstorming – Análise das Falhas em Potencial

4.2.3 Avaliação dos Riscos

Para a avaliação dos riscos de cada falha, foi utilizado os Quadros 1, 2 e 3. Estes quadros tratam dos índices de Severidade, Ocorrência e Detecção, sendo valor destes índices foram atribuídos pela equipe do Departamento de Qualidade, onde os mesmos em comum acordo julgaram os níveis de relevância de cada falha ocorrida no Cadastramento de Novos Produtos, para se poder calcular o Coeficiente de Risco de cada falha. O valor dos índices, apresentam relação entre o critério dos mesmos e as falhas ocorrentes no CNP. Após a avaliação dos riscos foi calculado o Índice de Risco de cada falha, utilizando a fórmula (1), baseada na metodologia de Zierhut et. al (2009). Os valores dos índices de S, O, D e R podem ser observados no Anexo 1 do Formulário FMEA.

4.2.4 Melhoria

Nas reuniões ocorridas para a elaboração do FMEA, foram propostas ações de melhorias para a etapa de CNP, estas melhorias foram definidas através da execução de um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H.

Estas ações foram definidas de acordo com cada tipo de falha. Sendo que estas ações só serão recomendações de acordo com os índices S, O e D estipulados na Avaliação dos Riscos. O Quadro 7 disponibiliza as ações propostas para a elaboração de um plano de ação, a fim de se diminuir falhas no Cadastramento de Novos Produtos da empresa estudada.

PLANO DE AÇÃO – CNP - 5W1H					Área: Documentação Tarefa: CNP
O que? (What)	Quem? (Who)	Onde? (Where)	Quando? (When)	Porque? (Why)	Como? (How)

Esgotar o erro na quantidade de vezes que o componente é inserido na PCI	Cadastradores do Setor de Documentação	Documentação	Permanente desde 28/10/2011	Para que não haja dúvidas nas quantidades de vezes que cada componente é inserido na PCI	*(1) Se o Índice O for moderado ou alto: -Propor que funcionários que não tenham participado do cadastro realizem a conferência. -Propor ao cliente que ele também realize uma conferência. -Propor que o CNP tenha um prazo de no mínimo 2 dias para ser finalizado. *(2) Se D for moderado a baixo: -Idem ao (1) *(3) Se S for moderada a alta: -Informar aos colaboradores a gravidade desta falha, treiná-los para que os mesmos enxerguem o erro antes do início do processo. *(4) Se O for de moderado a alto: -Propor que haja conferência na finalização da criação da documentação do processo produtivo. *(5) Se D for de moderado a baixo: - Idem ao (4)- *(6) Se S for de moderada a alta: - Idem ao (3)
Esgotar o erro na posição desenho do componente	Cadastradores do Setor de Documentação	Documentação	Permanente desde 28/10/2011	Para que o componente seja montado no setor correto, diminuindo atrasos na produção	
Esgotar o erro na inserção da posição do componente na PCI realizada no Office Excel	Cadastradores do Setor de Documentação	Documentação	Permanente desde 28/10/2011	Para que esteja na LM apenas as posições em que o componente será inserido, reduzindo a parada no processo por este tipo de falha	
Esgotar a falha da falta da Informação Rohs para placas que levam pasta de Solda Lead - Free	Cadastradores do Setor de Documentação	Documentação	Permanente desde 28/10/2011	Para que o produto seja soldado com a pasta de solda correta,	

Quadro 7 – Plano de Ação – CNP – 5W1H

5. Resultados e Discussão

Para priorizar as falhas ocorridas no Cadastramento de Novos Produtos, foi calculado o Coeficiente de Risco, no qual a falha “erro na inserção da posição do componente na PCI realizada no Office Excel” obteve valor de R igual a 50, devendo ser atacada imediatamente. Dessa forma, as ações de melhorias recomendadas a partir da elaboração do plano de ação para essa falha consistem em propor que a etapa de conferência seja realizada para a tarefa de criação de documentos para o Processo Produtivo, já que a mesma não existe. Esta ação foi recomendada pois o nível de Ocorrência desta falha obteve índice 4, considerado alto pelo Quadro 2. Esta falha obteve índice de Severidade moderado o que implica em uma ação de recomendação, a qual trata do treinamento dos colaboradores para que os mesmos enxerguem esta falha antes que o processo se inicie.

As falhas que devem ser atacadas em médio prazo, é a “erro na quantidade de vezes que o componente é inserido na PCI”, e “erro na posição desenho do componente na placa (SMD ou

PTH)”, estas falhas obtiveram valores de R igual a 24. As ações recomendadas para estas falhas consistem em propor que funcionários que não tenham participado do cadastro realizem a conferência; que o cliente realize uma conferência do cadastro e, que o prazo de termino para realização do CNP seja superior a 2 dias. Essas ações foram recomendadas pois o grau de Ocorrência desta falha na Avaliação dos Riscos obteve 4, considerado alto pelo Quadro 2. Como o grau de Severidade obteve valor igual a 3 considerado moderado pelo Quadro 1, foi recomenda a ação de treinar os colaboradores a fim de que os mesmos enxerguem a falha antes do início do processo, a fim de que todos os produtos atendam o Projeto do Produto do cliente.

A última falha a ser analisada obteve valor de R igual a 10, sendo assim o tempo de ataque da mesma pode ser a longo prazo. Esta falha é a “falta de informação Rohs na documentação do Processo Produtivo”, a ação recomendada para a mesma é o treinamento dos colaboradores, a fim de que os mesmos percebam a falha antes do início do processo fazendo com todos os produtos atendam o Projeto do Produto do cliente, foi recomendada esta ação pois o índice de Severidade desta falha obteve valor 5 considerado muito alto pelo Quadro 2. Deve-se salientar que a falta de um componente na Placa de Circuito Impresso tanto por erro na posição do componente na PCI, ou pelo erro da posição desenho do componente, pode não ser detectado pela Inspeção de Processo, por falha da mesma, ou ainda, pode não ser detectado no Teste Eletrônico, pois o mesmo testa a função da PCI ou apenas o funcionamento de todos os componentes, sendo que a função da Placa de Circuito Impresso e o funcionamento de todos os componentes não possuem relação entre si, em determinados produtos.

Observando toda esta análise pode afirmar que as falhas que vem ocorrendo no CNP se dá por falha na etapa de conferência do cadastro ou por falta da mesma, ou por falta de treinamento dos colaboradores a fim de se identificar o erro rapidamente, logo foram propostas ações com a execução de um plano de ação onde as mesmas eram definidas de acordo com cada tipo de falha, e só eram recomendadas de acordo com o grau de relevância de cada índice estipulado para a mesma.

Logo neste estudo, obteve-se um resultado eficaz com a aplicação da metodologia FMEA, pois a Severidade, Ocorrência e Detecção das falhas ocorrentes no processo analisado ocorrem de acordo com os índices estipulados.

6. Conclusão

Como resultado da aplicação a metodologia utilizada se comportou de forma eficaz, ao delinear de forma clara as falhas que ocorrem no CNP, podendo assim se obter uma melhor visualização do que ocorre no sistema, e quais são os cuidados necessários que deve se obter para que o Processo Produtivo e o CNP não se comportem de maneira indesejada. A FMEA mostrou que a causa das falhas ocorrentes no Cadastramento de Novos Produtos é a falha da etapa de conferência do cadastro ou a falta da mesma, sendo assim foi possível apresentar soluções de melhorias para que a etapa de conferência seja realizada de forma eficaz. Por fim, pode se afirmar que a metodologia FMEA se apresentou eficaz na análise de risco do fluxo de informação de uma etapa das atividades executadas no ERP da empresa em estudo.

Referências

ANTONELLO, E.; SOUZA, P. *Abordagem sobre a aplicação das ferramentas da qualidade (QFD), (FMEA) e (DFMA), no desenvolvimento de novos produtos (NPD)*. Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP. XXX., 2010. São Carlos (SP). Anais... São Carlos (SP): Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2010.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

BIERMANN, E. *O Que o Empresário Precisa Saber Sobre: Gestão do processo produtivo*. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresa - SEBRAE. Rio Grande do Sul, 1. ed. p. 37, 2007.

CARDOSO, O. R. *Foco da qualidade total de serviços no conceito do produto ampliado*. 1995. Dissertação. (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1995.

DEGEN, A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, M.; SELLITO, M. A. *Proposta de um método para avaliação de riscos em fmea considerando o custo de ocorrência do modo de falha*. In: Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP. XXX., 2010. São Carlos (SP). Anais... São Carlos (SP): Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2010.

DROGHETT, L.; MOLESH, A. *Análise bayesiana da confiabilidade de produtos em desenvolvimento*. Gestão & Produção. São Carlos (SP), V. 13, p.57-69, jan.-abr. 2006.

NETO, L. *Fundação do Instituto de Astronomia e Pesquisas Espaciais (INAPE): Circuito Impresso de Qualidade e Baixo Custo*. Disponível em: <<http://www.inape.org.br/eletronica/circuito-impresso-de-qualidade-com-baixo-custo>>. Acesso em 11 de Setembro de 2011.

ROSA, C.; GARRAFA, M. *Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: sub-processo colheita da canola*. Gestão & Produção. São Carlos (SP), V. 16, p. 63-73, jan.-mar. 2009.

SANT'ANNA, A.; JUNIOR, R. *Composição Probabilística no Cálculo das Prioridades na FMEA*. Sistemas & Gestão. Niterói (RJ), V. 5, p.179-191, setembro a dezembro de 2010

SICA, P.; OLIVEIRA, B. *Modelagem da confiabilidade a partir de informações qualitativas obtidas junto à equipe FMEA*. Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP. XXX., 2010. São Carlos (SP). Anais... São Carlos (SP): Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2010.

SILVEIRA, C.; WEISHERMER, A.; SILVA, M.; SILVA, M. *Análise dos benefícios percebidos na aplicação da FMEA em uma empresa do setor automotivo*. Simposio de Engenharia de Produção – SIMPEP. XVI, 2009. Botucatu (SP). Anais... Botucatu (SP). Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho (UNESP), 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas 2009.

STEVENSON, W. *Administração das Operações de Produção*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TOLEDO, J.; AMARAL, D. *FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha*. Apostila Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade – GEPEQ: São Carlos.

USSUI, P.; ESTORILIO, C.; ITAL, C. *Aplicação dos métodos AV, DFMA e FMEA de projeto em um chuveiro elétrico de baixo custo*. Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP. XXX., 2010. São Carlos (SP). Anais... São Carlos (SP): Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2010.

ZAMBRANO, T. *Sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais da cidade de São Carlos na identificação e análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2005.

ZIERHUT, R.; SOUZA, T.; KRAMA, M.; JUNIOR, O. *Proposta de um modelo conceitual para a previsão de falhas em serviços baseado na FMEA*. Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP. XVI, 2009. Botucatu (SP). Anais... Botucatu (SP). Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho (UNESP), 2009.

ANEXO 1 - Análise do Tipo de Efeito de Falha da etapa de Cadastramento de Novos Produtos em uma Indústria Eletrônica

ANÁLISE DO TIPO E EFEITO DE FALHA DA ETAPA DE CADASTRAMENTO DE NOVOS PRODUTOS										
Empresa: Indústria Eletrônica Setor: Controle de Qualidade Etapa: Cadastramento de Novos Produtos Data: Setembro/Outubro de 2011							() FMEA de Processo (X) FMEA de Projeto			
Descrição da Etapa de CNP	Funções que apresentam falhas no CNP	Tipos de Falhas em Potencial que ocorrem	Efeito das Falha no PP ou no Processo Produtivo	Causas das Falhas ocorrentes	Controles Atuais	Índice				Ações de Melhoria
						S	O	D	R	Ações Recomendadas
	Cadastramento da Estrutura do Produto	Erro na quantidade de vezes que o componente que é inserido na PCI	Dúvida na montagem da PCI, ocasionando parada no processo.	Falha na etapa de conferência	Conferência do Cadastro	3	4	2	24	Ocorrência = 4, valor considerado alto pelo critério: -Propor que funcionários que não tenham participado do cadastro realizem a conferência. -Propor ao cliente que ele também realize uma conferência. -Propor que o CNP tenha um prazo de no mínimo 2 dias para ser finalizado. Severidade = 3, valor considerado moderado pelo critério -Informar aos colaboradores a gravidade desta falha, treiná-los para que os mesmo enxerguem o erro antes do inicio do processo.
		Erro na posição desenho do componente (SMD ou PTH)	Falta de montagem do componente no setor que o mesmo pertence, ocasionando atraso da produção.	Falha na etapa de conferência	Conferência do Cadastro	3	4	2	24	
	Criação de documentação física e eletrônica para o processo produtivo	Erro na inserção da posição do componente na PCI realizada no Office Excel	Dúvida na montagem da PCI, tanto na inserção de mais ou menos posições, ocasionando parada no processo.	Não há conferência nesta tarefa	Inexistente	4	5	2	50	Ocorrência = 5, valor considerado muito alto pelo critério: -Propor que haja conferência na finalização da criação da documentação do processo produtivo. Severidade = 4, valor considerado alto pelo critério: - Informar aos colaboradores a gravidade desta falha, treiná-los para que os mesmo enxerguem o erro antes do inicio do processo
Falta da Informação Rohs para placas que levam pasta de Solda Lead - Free		Erro na inserção do tipo de pasta de solda	Não há conferência nesta tarefa	Inexistente	5	2	1	10	Severidade = 5, valor considerado alto pelo critério: - Informar aos colaboradores a gravidade desta falha, treiná-los para que os mesmo enxerguem o erro antes do inicio do processo	