



## 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



### FMEA: APLICAÇÃO NO SETOR DE ENGENHARIA EM UMA METALÚRGICA

Diego Jankiel Luft (FAHOR) [dI000784@fahor.com.br](mailto:dI000784@fahor.com.br)

Janaina Vanuza Gall (FAHOR) [jg000869@fahor.com.br](mailto:jg000869@fahor.com.br)

Marcos Eduardo Servat (SETREM) [tenservat@gmail.com](mailto:tenservat@gmail.com)

Beatriz Simone Dockhorn (John Deere) [dockhornbeatrizs@johndeere.com](mailto:dockhornbeatrizs@johndeere.com)

Edio Polacinski (URI-Santo Ângelo) [edio.pk@gmail.com](mailto:edio.pk@gmail.com)

#### Resumo

Atualmente, torna-se importante evidenciar que a Análise do Tipo e Efeito de Falha (FMEA) caracteriza-se como um diferencial competitivo entre as organizações de segmentos variados, especialmente aquelas do segmento metal-mecânico. Neste sentido, e considerando a importância dessa ferramenta para qualquer tipo de empresa, definiu-se como objetivo do presente artigo, apresentar uma aplicação FMEA, no setor de engenharia, em uma metalúrgica da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, como metodologia de pesquisa, optou-se por uma pesquisa essencialmente qualitativa, um estudo de caso, realizado junto da empresa “Chapemec Cabines”, no município de Santa Rosa. Mais especificamente, observe-se que inicialmente, identificou-se os elementos teórico necessários sobre FMEA, para em sequência, apresentar uma aplicação prática, em uma situação real, na empresa analisada. Como principais resultados de pesquisa, evidenciou-se que foi possível identificar uma aplicação completa de FMEA, na empresa Chapemec, bem como apresentar e analisar todas as suas particularidades de aplicação.

**Palavras-chave:** FMEA; Aplicação; Setor de Engenharia; Metalúrgica.

#### 1. Introdução

Em consequência da crescente busca pela competitividade no mercado, várias ações relacionadas a melhorias de processos são tomadas, pode-se destacar como um dos mais importantes pontos a prevenção de falhas, relacionado diretamente ao FMEA. Como base no conceito fundamental da análise de confiabilidade a falha é considerada como a principal fonte de dados, sendo a falha definida como a capacidade de um item em desempenhar uma requerida função. Para definir a qualidade de uma determinada análise de confiabilidade torna-se necessário a habilidade em identificar funções desempenhadas pelo componente bem como as possíveis falhas com potencial de ocorrência (RAUSAND apud BERGER et al., 2012).



## 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



Para Toledo e Amaral (2008), a metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis), é uma ferramenta que busca evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou até mesmo do processo como um todo. Ainda destacam os autores que este é o objetivo básico desta ferramenta e, portanto, pode-se salientar que se está, com sua utilização, diminuindo gradativamente as chances de um produto ou processo falhar durante sua operação, ou seja, busca-se com a ferramenta aumentar a confiabilidade, que é a probabilidade de falha do produto ou processo.

Neste contexto, definiu-se como objetivo do presente artigo apresentar uma aplicação, de uma das principais ferramentas da qualidade utilizada pela maioria das empresas e indústrias, atualmente, denominada “Análise de Modo e Efeitos de Falha Pontencial” (FMEA). A aplicação foi efetuada em uma empresa metalúrgica, da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Justifica-se a realização desta pesquisa, pela possibilidade de identificar uma aplicação real, a qual oportunizou a identificação de uma aplicação prática, de uma ferramenta da qualidade, no caso FMEA, oferecendo subsídios para acadêmicos e empresas de um modo geral.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 FMEA

#### 2.1.1 Histórico

Segundo Puente apud Gonçalves (2010), o método Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) surgiu na Indústria Militar Americana em 1949. Em meados de 1963, a NASA (National Aeronautics and Space Administration) de uma forma sistemática, desenvolveu um método para identificar potenciais falhas em sistemas, processos ou serviços, identificar seus efeitos, conseqüentemente suas causas, e assim definir ações para diminuir ou eliminar o risco associado diretamente a estas falhas.

Esse método conforme citado foi chamado de Análise de Modos e Efeitos de Falha, FMEA (Puente apud Gonçalves, 2010). Mesmo tendo surgido em 1962, só depois de 1977 é que passou a ser utilizado de forma mais abrangente, quando a Ford Motors Company começou a usá-lo na fabricação de automóveis (GILCHRIST apud GONÇALVES, 2010).

#### 2.1.2 Conceitos

Segundo Gonçalves (2010), a FMEA é considerada uma técnica de análise, desenvolvida em componentes principalmente, com o objetivo de “radiografar” cada componente distinto de um sistema, com a função de destacar todas as possibilidades pelas quais o componente possa vir a falhar, assim da mesma forma



### 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



avaliar quais os efeitos que estas falhas podem repercutir-se sobre os demais componentes e até mesmo sobre o sistema como um todo (CARBONE; TIPPET; SIMÕES apud GOLÇALVES, 2010).

A FMEA permite que principais problemas e possíveis defeitos de um componente ou sistema sejam analisados e identificados antes que os mesmos chegam ao seu destino, ou seja, ao cliente final (PUENTE apud GONÇALVES, 2010). Ainda cita o autor que a FMEA possibilita do uso de ações preventivas ao invés de corretivas, que normalmente geram custos extras de mão de obra e materiais, transtornos aos clientes e ainda o retrabalho para a correção dos componentes.

Concorda ainda Palady apud Gonçalves (2010), quando afirma que a utilização da FMEA gera custos para qualquer organização, mas de outra forma a eficácia na utilização, transforma consequentemente estes custos em investimentos. O autor ressalta ainda que o custo associado à utilização da FMEA pode ser incluído pelas organizações em três categorias: Custo de Avaliação, Custo de Prevenção e custo de falha.

A finalidade com a utilização da FMEA é a redução no Custo da Falha, gerando assim maiores dividendos que o Custo de Prevenção e Avaliação. Uma empresa que investe no Custo de Prevenção irá ter ou não um retorno considerável do investimento. Este retorno dependerá claramente da eficácia na implementação das ferramentas e dos métodos de prevenção (GONÇALVES, 2010, p. 17).

#### 2.1.3 Tipos

Conforme Ogata, Zenigiselle e Terçariol (2003), a ferramenta FMEA poder ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. As etapas e a maneira de realização da análise são as mesmas, ambas diferenciando-se somente quanto ao objetivo. Desta forma as análises FMEA's são classificadas em dois tipos: FMEA de produto e FMEA de processo. FMEA de produto: são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O principal objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou nos processos decorrentes do projeto. É comumente denominada também de FMEA de projeto (OGATA; ZENIGISELLE; TERÇARIOL, 2003).

FMEA de processo: são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo aonde o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base às não conformidades do produto com as especificações do projeto (OGATA; ZENIGISELLE; TERÇARIOL, 2003). Ainda segundo os autores, além dos dois tipos de FMEA, existe ainda um terceiro tipo, que é o FMEA de procedimentos administrativos, muito pouco aplicados. Nele analisam-se as falhas potenciais década etapa do processo. Isto com o mesmo objetivo que as análises anteriores, ou seja, diminuir os riscos de falha.



## 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



Ainda Tahara e Amigo (2008), complementa os tipos de FMEA citando: FMEA de sistemas, aonde são considerados sistemas e subsistemas nas fases conceituais e de projeto. O principal objetivo desta análise é focalizar nos modos de falhas entre funções do sistema. São inclusas as interações entre sistemas e elementos dos sistemas; FMEA de serviços são analisados os serviços antes de eles atingirem o consumidor final. Esta análise é utilizada para identificar tarefas críticas ou significantes para auxiliar a elaboração de planos de controle e, além disso, ajudam a eliminar gargalos nos processos e tarefas.

Apesar de as etapas e a maneira de realização da análise serem as mesmas, existem pequenas variações entre cada tipo de análise. Um exemplo de diferença é a definição dos índices (TAHARA; AMIGO, 2008).

### 2.1.4 Benefícios

Para Chrysler (2008), a utilização do FMEA para o controle dos produtos/processos/projetos, tem a finalidade de garantir que todos os modos de falha potenciais e suas causas sejam avaliados, considerados e solucionados, pode ser levado em conta uma ferramenta de análise de reflexões dos grupos de trabalho na empresa, durante o desenvolvimento de projetos, pelo fato de sistematizar e organizar os sistemas e procedimentos da empresa relacionados a produção de maneira apropriada.

Stamatis (1995) refere os seguintes benefícios como os resultantes de uma correta utilização da FMEA: melhorar a qualidade, a confiança e a segurança dos produtos ou dos serviços; melhorar a imagem e a competitividade da organização; contribuir para aumentar a satisfação do cliente; reduzir o tempo e o custo de Desenvolvimento de produtos; estabelecer uma prioridade para a tomada de ações 19 de melhoria; identificar características críticas ou significativas; contribuir na análise de um novo processo de montagem ou de manufatura; contribuir na definição de ações corretivas; listar as falhas potenciais e identificar a magnitude relativa de seus efeitos; Desenvolver critérios rápidos para manufatura, processos, montagem e serviços; prover documentação histórica para futuras referências, auxiliando nas mudanças de sistema.

O FMEA tem como benefício à localização dos seguintes pontos dentro de um projeto em uma empresa. Todo o processo de um novo produto pode gerar uma não conformidade afetando a qualidade na entrega no cliente, e ate mesmo gerando desperdício de materiais para a empresa, na qual se cometido uma falha no processo de produção de algum item, pode gerar prejuízo para a empresa (CHRYSLER, 2008).

Ainda segundo Chrysler (2008), quando a empresa aplicar e conseguir detectar as seguintes relações, à possibilidade de possíveis erros reduz quase 95%, a saber: (i) Qual seria a consequência da falha?; (ii) Qual a probabilidade da falha ocorrer?; (iii) Qual a probabilidade desta falha ser detectada antes que afeta o cliente?.



## 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



Conclui-se então que a FMEA consiste em identificar as falhas prováveis em projetos, estabelecer as preferências para o tratamento das falhas e programar as ações. Dever-se-á analisar se estas ações recomendadas diminuíram a probabilidade de ocorrência de falha. Deste modo, a constante aplicação (CHRYSLER, 2008).

### 3. Métodos e Técnicas

O presente artigo caracteriza-se por ser uma pesquisa, que conforme Gil (1999) tem por característica principal apresentar a análise profunda e extenuante de uma, ou poucas questões, visando permitir o seu conhecimento. Neste contexto, observa-se que a pesquisa caracteriza-se por apresentar as características de uma aplicação FMEA, em uma empresa, ou seja, na Chapemec, no município de Santa Rosa-RS, no estado do Rio Grande do Sul.

O artigo também pode ser definido com exploratório, por procurar em sua fase inicial entender um fenômeno (como se dá a aplicação de FMEA em uma empresa metalúrgica) para que depois da análise sobre a ferramenta poder explicar suas causas e consequências (GIL, 1999).

Acrescente-se que inicialmente definiu-se um arcabouço conceitual pertinente acerca de “Ferramentas da Qualidade e FMEA”, utilizando-se da pesquisa bibliográfica, para em um segundo momento, coletar as informações necessárias na Chapemec, através de pesquisa documental, relatórios, observação, entrevistas não estruturadas e reuniões, não tendo a preocupação de quantificar as referidas informações consideradas para o desenvolvimento do artigo.

### 4. Resultados e discussões

#### 4.1 Caracterização da empresa

A empresa pesquisada, Chapemec, está situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, possui aproximadamente 190 colaboradores e atua no mercado agrícola, rodoviário, florestal e de movimentação de cargas. Dentre seus principais clientes, pode-se destacar: AGCO Group; John Deere; Terex Roadbuilding; Ciber; Madal Palfinger e Saur, Stara, Manitowoc.

A Chapemec iniciou suas atividades em 1979, atuando inicialmente como prestadora de serviços na área de capeamento, mecânica e elétrica para veículos automotres. Em 1980, direcionou suas atividades para a área de capeamento de utilitários Pick-Ups. Já, de 1980 a 1985, redefiniu seu foco de atuação, especializando-se na personalização e instalação de acessórios em veículos automotres.

Em meados de 1985, a empresa montou os primeiros protótipos de cabine dupla em “Camionetas F1000”. Meados de 1986 passou a desenvolver cabines





## 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



duplas em série para “Pick-Ups nacionais”. No ano de 2006, com o propósito da ampliação do portfólio de produtos, bem como para atender aos pedidos, a empresa fez uma união, adquirindo os bens da “Metal Master”, empresa especializada em corte e conformação de chapas.

Dessa forma, a Chapemec foi reestruturada, recebendo investimentos significativos, direcionados o foco da planta, máquinas e infraestrutura, contudo, sempre priorizando a qualidade no desenvolvimento de produtos. Com todos esses investimentos em máquinas a empresa também investiu em ferramentas da qualidade para melhorar e diminuir custos de sua produção.

### 4.2 Aplicação FMEA na empresa pesquisada

#### 4.2.1 Item Considerado

A partir da Figura 1 é admissível identificar o item considerado para aplicação FMEA na empresa pesquisa. O item caracterizar como suporte de fixação das mangueiras do ar condicionada utilizados nas cabines, produzidas pela Chapemec. Analisando a Figura 1 é possível identificar o desenho detalhado considerado na aplicação FMEA dentro da empresa pesquisada, sempre preservando os dados confidenciais que uma empresa possui em seus desenhos, o item é constituído de chapa AÇO SAE 1020 com espessura de 2.25mm, com uma aba dobrada, para facilitar o seu encaixe na hora da montagem.

Para sua produção são utilizados os processos de recebimento do material, corte laser, conformação, solda, pintura e expedição. Como principais processos, podemos destacar a conformação e o corte laser, devido a sua grande importância, pois um irá permitir uma boa montagem entre os componentes.

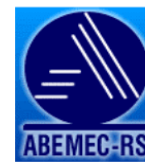
#### 4.2.2 Detalhamento da aplicação FMEA

O processo de aplicação FMEA, completo, é combinado pelas seguintes etapas: recebimento de matéria-prima; corte; laser; dobra; solda; preparação de superfície; pintura; inspeção final e expedição. Com todos esses processos o grupo optou em estudar o item da figura 1, nesse caso e somente nesse caso é analisando a ferramenta FMEA da seguinte maneira: Recebimento do material corte laser, dobra, solda e inspeção final. Além disso, antes de apresentar a aplicação propriamente dita, convém destacar alguns conceitos básicos, a saber: (I) Falha potencial - é definida como a forma pela qual a falha pode ocorrer, descrita de forma específica e objetiva; (II) Efeito da falha potencial - é definido como o efeito do modo de falha no cliente. Neste contexto, o cliente pode ser a próxima operação, operações posteriores, revendedor e/ou usuário final. Cada cliente deve ser considerado na avaliação do efeito potencial de uma falha; (III) Severidade - é uma avaliação da gravidade do efeito do modo de falha para o cliente. A severidade se aplica somente ao efeito. Na avaliação da severidade o cliente deve ser consultado; (IV) Ocorrência



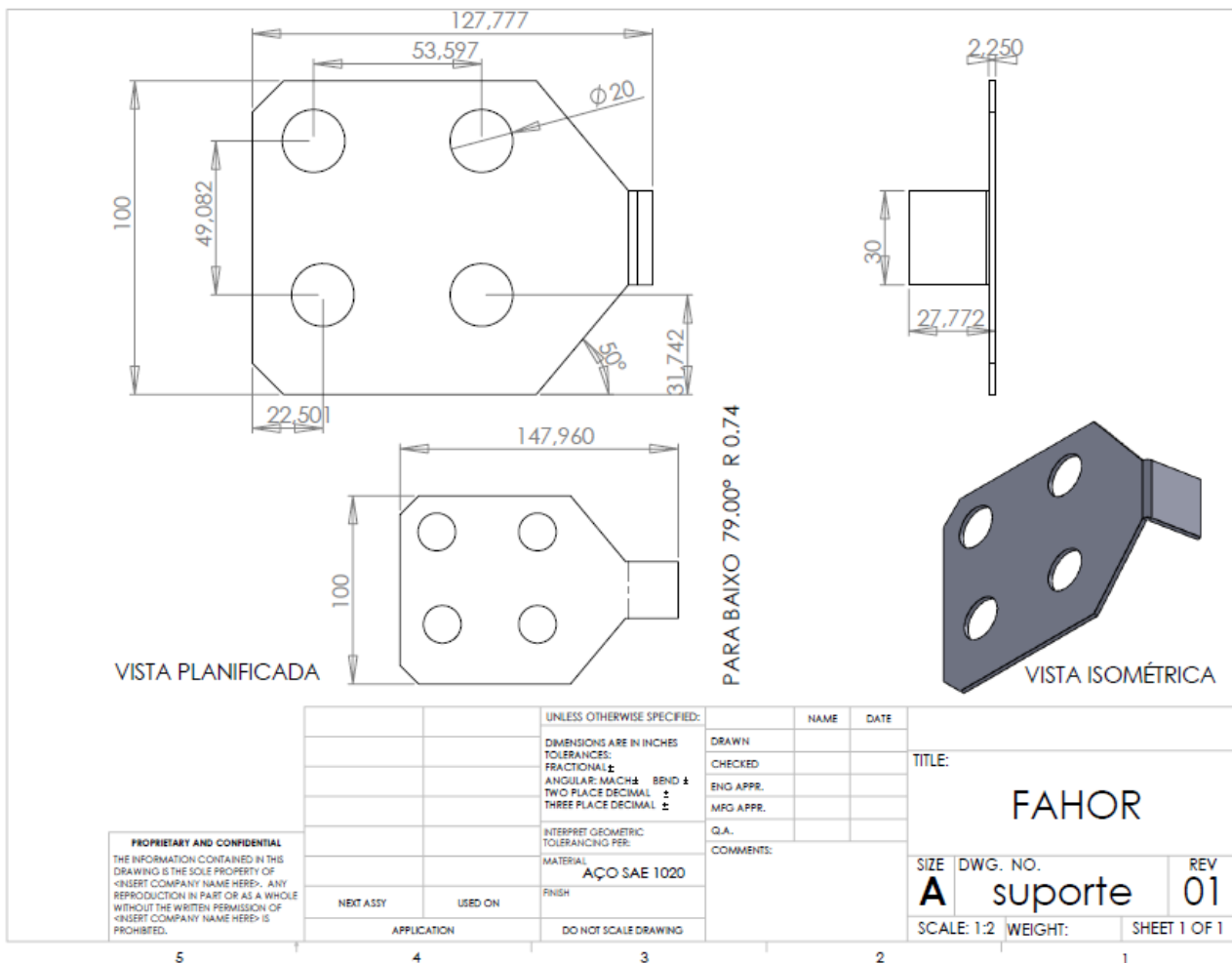
### 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



- é a probabilidade de uma causa específica vir a ocorrer. A ponderação da ocorrência tem um significado mais importante que apenas seu valor. Apenas a ocorrência referente ao modo de falha deve ser considerada nesta ponderação. Deve-se utilizar um sistema de ponderação que assegure consistência; (V) Número de prioridade de risco (NPR) - é uma medida do risco do processo. Para NPRs altos o grupo deve concentrar esforços a fim de reduzir o risco, através de medidas preventivas. De modo geral, deve ser dada atenção especial quando os valores individuais de severidade, ocorrência e detecção forem altos, independente do “NPR” resultante; (VI) O objetivo das ações recomendadas é reduzir a ponderação da ocorrência ou da detecção. Se, por exemplo, mecanismos/causas de falha, múltiplos ou interativos estão presentes, uma ação recomendada pode ser um projeto de experimentos.

Figura 1 – Item considerado na aplicação FMEA



Fonte: Empresa Pesquisada



### 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



CHAPEMEC		ANÁLISE DE MODO DE FALHA POTENCIAL ( FMEA)										F 7.1 / 02 Rev. 01				
-	Sistema	-	Submis.	-	Componente	FMEA Número: 472/11		Preparado por: Alex Rovian Zonner								
-	Projeto	X	Proces.	-	Produto	Equipe Principal: Alex R. Zonner - Marcos Moraes - Aparecida Muller		Data Inicial (FMEA): 25/7/2011								
Responsável: Alex Rovian Zonner						Pedro Duarte - Eder Ramos		Data Final (FMEA): 25/7/2011				Revisão:				
Código: AL210224						Revisão: A										
Descrição: SUPORTE																
Item/Operação	Falha Potencial	Efeito Potencial da Falha	Severidade	Classificação	Causa Potencial da Falha	Ocorrência	Controle Atuais do Projeto		Detecção	NPR	Ações Recomendadas	Resp. e Prazo	Severid.	Ocorrân.	Detecção	NPR
							P: Prevenção D: Detecção									
Corte Laser	Furação maior.	Não monta, gera sucata.	8		Aquecimento da chapa, colisão do bico, regulagem do bico.	4	P: Programação intercalada.	D:	6	192	Utilização de microjuntas e corte comum nas peças; auditoria do produto pronto; monitoramento durante o corte.	Programação Corte Laser, Qualidade e Gerência da Produção - A partir de 11/2010	8	3	4	96
	Furação menor.	Não monta.	7			4	Inspeção Final	6	168	7			3	4	84	
	Corte fora de posição.	Não monta.	7		Queda de luz, aquecimento, chapa empenada, deslocamento da mesa, sobreposição de peças na chapa.	4	P: Programação intercalada; inspeção de recebimento; treinamento dos operadores.	D: Inspeção final	6	168	7	3	4	84		
	Corte com rebarbas.	Não monta, riscos de acidentes	4		Chapa empenada, oxidações, resíduos sobre a chapa, regulagem de parâmetros, sobreposição de peças na chapa, grelha suja, não uniformidade na composição química do material, lente suja, espelhos da máquina desalinhados, bico desalinhado.	6	P: Inspeção recebimento; treinamento dos operadores; manutenção preventiva.	D: Inspeção final.	6	144	4	6	4	80		
	Efetuada corte em espessura fora do especificado.	Não atende sua função.	8		Identificação incorreta, equipamento não adequado, leitura da medição incorreta, matéria prima não inspecionada.	2	P: Inspeção recebimento; inspeção processo; controle de instrumentos, treinamento dos operadores.	D: inpeção recebimento, inspeção final.	5	80	Nenhuma					
	Composição química da chapa.	Não atende sua função.	8		Identificação incorreta.	2	P: Inspeção recebimento; inspeção processo; treinamento dos operadores.	D: inpeção recebimento, inspeção final.	5	80	Nenhuma					
	Ondulações.	Não monta, afeta estética visual.	5		Fornecedor, forma armazenamento, embalagem inadequada.	2	P: Inspeção recebimento; treinamento dos operadores; qualificação operador de empilhadeira.	D: Inspeção recebimento; inspeção processo.	5	50	Nenhuma					
	Riscos.	Afetata estética visual.	5		Armazenamento incorreto, manuseio incorreto.	2	P: Inspeção recebimento; treinamento dos operadores; qualificação operador de empilhadeira.	D: Inspeção recebimento; inspeção processo; inspeção final.	5	90	Nenhuma					
	Oxidações.	Deteriorização precoce, estética, afeta desempenho da pintura.	6		Fornecedor, local de armazenamento, não uso do FIFO.	3	P: Inspeção recebimento; treinamento dos operadores; qualificação operador de empilhadeira.	D: Inspeção recebimento; inspeção processo; inspeção final.	5	105	Utilização de microjuntas e corte comum nas peças; auditoria do produto pronto; monitoramento durante o corte.	Programação Laser - A partí de 11/2010	7	2	5	70
	Dimensional fora do especificado.	Não monta.	7		Erro de dfx, colisão do bico, aquecimento da chapa.	3	P: Controle de revisões; programação alternada;	D: Inspeção final; inspeção processo.	5	140	7	3	4	84		
	Furo deslocado.	Não monta.	7		Colisão do bico, chapa empenada.	4	P: Treinamento dos operadores.	D: Nenhum.	5	140	Programação Corte Laser, Qualidade e Gerência da Produção - A partir de 11/2010	7	3	4	84	
	Furo ou peça não concluído.	Não monta.	7		Queda de luz, aquecimento, regulagem dos parâmetros, matéria-prima de má qualidade.	4			5	140						





### 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



Dobrar	Dobra Virada.	Não monta	7		Interpretação de desenho	4	P: Matriz de competências Inspeção do processo, inspeção final e auditoria de processo.	D:	4	112	Anexar croqui / fotos ao desenho de itens críticos	EPP - A parit de 11/2010	7	3	4	84
	Dobra Maior.	Não monta	7		Setup da máquina, regulagem do encosto, variação do material, desgaste de ferramental, capacidade da máquina.	3	P: Inspeção de recebimento, inspeção da primeira peça, controle de ferramental, especificações do processo. D: Inspeção do processo, inspeção final e auditoria de processo.		4	84	Nenhuma					
	Dobra Menor.	Não monta	7		Setup da máquina, regulagem do encosto, variação do material, desgaste de ferramental, capacidade da máquina.	3	P: Inspeção de recebimento, inspeção da primeira peça, controle de ferramental, especificações do processo. D: Inspeção do processo, inspeção final e auditoria de processo.		4	84	Nenhuma					
	Deformação de furos.	Interferência na montagem	6		Ferramental inadequado	2	P: Detalhamento do ferramental nos roteiros de produção. D: Inspeção do processo, inspeção final e auditoria de processo.		4	48	Nenhuma					
	Dobra enviesada.	Interferência na montagem	6		Peça mal posicionada	3	P: Inspeção da primeira peça. D: Inspeção do processo, inspeção final e auditoria de processo.		4	72	Nenhuma					
Solda MAG	Excesso de repingos	Interferência na montagem, retrabalho.	4		Parâmetros da máquina.	3	P: Qualificação do Processo, qualificação de Operadores, detalhamento do processo. D: Inspeção visual.		7	84	Nenhuma					
	Cordão maior	Interferência na montagem.	4		Falta de habilidade do operador, parâmetros da máquina.	3			5	60	Nenhuma					
	Cordão menor	Rompimento.	7		Falta de habilidade do operador, parâmetros da máquina.	2	P: Qualificação do Processo, qualificação de Operadores. D: Monitoramento do Processo.		5	70	Nenhuma					
	Falta de penetração / fusão	Rompimento, trinca.	7		Parâmetros da máquina.	3			6	128	Incluir frequência para Análise Macrográfica.	Qualidade / Solda A parit de 11/2010	7	3	4	84
	Porosidade	Rompimento, trinca.	7		Parâmetros da máquina, fatores ambientais.	3	P: Qualificação do Processo, qualificação de Operadores, cabines de solda. D: Inspeção do Processo.		4	84	Nenhuma					
	Falta de componente	Não atende a função.	7		Falta de Detalhamento do Processo.	2	P: Detalhamento do processo. D: Inspeção visual.		5	70	Nenhuma					
	Dimensional fora do especificado.	Não atende a função.	7		Falta de dispositivo, dispositivo inadequado.	3	P: Detalhamento do processo, controle de ferramental. D: Inspeção visual.		4	84	Nenhuma					



## 3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
16 a 18 de Outubro de 2013



### 5. Conclusões

A partir das pesquisas realizadas, inicialmente, observe-se que o objetivo do artigo foi atingido, uma vez que foi possível apresentar as particularidades de aplicação da ferramenta FMEA na empresa considerada. Além disso, torna-se importante evidenciar que a ferramenta FMEA, a partir dos benefícios que apresentou à empresa analisada, contribuiu de forma expressiva para a conservação dos padrões de qualidade estabelecidos pela mesma, ou seja, aumentando a competitividade da Chapemec no mercado.

Também, observe-se que o FMEA, além de ser considerada uma técnica analítica, utilizada para o controle dos produtos/processos/projetos, tem a intenção de assegurar que as de falha potenciais e suas causas sejam avaliadas, apreciadas e solucionadas. Por fim, acrescenta-se que, a partir de sua utilização constante, ou seja, fazendo parte do dia-a-dia da empresa, como é o caso da Chapemec, permite desenvolver um banco de dados, com base em casos anteriores. Isso permite antecipar potenciais soluções para futuras aplicações.

### Referências

BERGER, D. R. et al. FMEA: **Uma abordagem conceitual de uma ferramenta na prevenção de falhas**. In: Congresso Internacional de Administração – ADM 2012, Ponta Grossa - PR, 2012.

CHRYSLER, J. (2008). **Análise de modo e efeito de falha Potencial**. Vol. 2, número especial, p.12-23.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GONÇALVES, P. R. (2010). **Aplicação da FMEA no desenvolvimento de novos produtos**. Universidade de Aveiro.

OGATA, C. H.; ZENIGISELLE, C.; TERÇARIOL, G. C. **Análise de indicadores estruturais para implantação da TPM**. Disponível em: < [http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/engenharia/tcc/monografia\\_tpm\\_2003.pdf](http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/engenharia/tcc/monografia_tpm_2003.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2012.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de análise dos modos de falhas e seus efeitos e análise da árvore de falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

STAMATIS, D. H. **Failure mode and effect analysis: FMEA from Theory to Execution**. United States: ASQC Quality Press, 1995.

TAHARA, S.; AMIGO, C. (2012). **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**. Disponível em: < <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/FMEA-Failure-Mode-and-Effect-Analysis>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA – Análise do tipo e efeito de falha**. São Carlos: GEPEQ/UFSCar, 2008.