

## **PROJETO PILOTO DE IMPLANTAÇÃO DE ANÁLISE DE FALHAS (FMEA) EM UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA**

**José Paulo Cabral de Vasconcellos Júnior**

Indústria Romi S.A.

Rodovia SP 304, km 141 CEP 13450-000 Santa Bárbara d'Oeste, SP

**Paulo Augusto Cauchick Miguel**

Núcleo de Gestão da Qualidade & Metrologia, Faculdade de Eng. Mecânica e de Produção,  
Universidade Metodista de Piracicaba

Rodovia SP 306, km 1 CEP 13450-000 Santa Bárbara d'Oeste, SP

***Resumo.** A Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA) é um método muito utilizado na indústria automobilística. É aplicado para reconhecer e avaliar falhas em potencial em produtos ou processos. Apesar das vantagens de sua aplicação, o método não é muito utilizado em outros setores industriais. Este trabalho descreve um estudo piloto de implantação da FMEA em uma empresa de máquinas-ferramenta. A empresa onde o estudo foi realizado é nacional, certificada pela ISO 9001, e produz máquinas ferramentas e componentes fundidos. Para solucionar falhas nos produtos e processos, a empresa implantou, inicialmente, um método de análise de falhas denominado “oito passos”, com base em ações corretivas e preventivas. Porém, notava-se que os resultados obtidos não eram satisfatórios. A partir de 1998, decidiu-se implantar o método FMEA. Os resultados iniciais obtidos com a implantação da FMEA demonstram que este método tem como vantagens a detecção e o aprofundamento de análise de falhas de forma preventiva.*

***Palavras-chave:** Análise de falhas, FMEA, ISO 9000.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A análise dos modos de falhas e seus efeitos - FMEA foi inicialmente desenvolvida nos anos 60 pela NASA e mais tarde, na década de 70, foi muito utilizada nas indústrias aeronáutica e nuclear. A partir dos anos 80, passou a ser utilizada na indústria automobilística, estendendo-se posteriormente para seus fornecedores na indústria de autopeças. Atualmente, esta técnica é considerada uma das ferramentas mais utilizadas na indústria automobilística para detecção de falhas. A norma americana QS 9000, por exemplo, desenvolvida pelas grandes montadoras nos EUA, Ford, Chrysler e GM, conhecido como *the big three* (as três grandes montadoras americanas), especifica a FMEA como técnica de análise e prevenção de falhas.

Hellman (1995) define que o método FMEA pode auxiliar eficientemente na etapa de busca das causas fundamentais dos problemas, bem como na etapa de elaboração do plano de ação correspondente para seu bloqueio. A utilização da lógica inerente a este método tem sido empregada com sucesso na solução de problemas, já que, freqüentemente, permite chegar às causas dos problemas com relativa facilidade. Neste sentido, este método fornece também um critério para priorizar as ações gerenciais a serem adotadas na solução dos problemas abordados. Muitas empresas tem utilizado este método não só como meio de prevenção de falhas em produtos e processos, mas também como técnica de solução de problemas e como ferramenta auxiliar no processo de desdobramento da função qualidade.

Silva, Tin, e Oliveira (1997) demonstram que o manual complementar FMEA da QS 9000 descreve um grupo sistemático de atividades, comprometido com:

- Reconhecimento e avaliação do potencial de falha de um produto/processo e seus efeitos;
- Identificação de ações que podem eliminar ou reduzir as chances de uma falha potencial ocorrer;
- Documentação do processo.

Apesar de muito aplicada na indústria automobilística, a FMEA é usada em menor escala em outros segmentos. Existem registros sobre a exigência da utilização desta técnica em outros setores. Por exemplo, o FDA (Food and Drugs Administration) órgão americano que normaliza atividades de saúde e alimentação (QAI,1998). Na indústria de máquinas ferramentas seu uso pode ser considerado restrito, destacando-se, por exemplo, trabalhos como de Lore (1998) nos EUA. Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo piloto de implantação da FMEA, em uma empresa fabricante de máquinas ferramentas, buscando solucionar problemas encontrados no processo de fabricação e também em produtos já entregues à clientes.

## **2. TIPOS DE FMEA**

Existem, basicamente, dois tipos de FMEA: de Produto e de Processo. A diferença entre elas reside no fato de que na FMEA de Produto, as causas de falha serão aquelas pertinentes a problemas no projeto do produto (por exemplo dimensionamento inadequado), enquanto que na FMEA de Processo as causas de falha serão decorrentes de inadequação do processo de fabricação (por exemplo formação de vazios durante o processo de fundição).

A FMEA utiliza um formulário que serve de roteiro para sua elaboração e desenvolvimento, além de ser uma forma de dispor e organizar os dados obtidos. Sendo assim pode ser considerado como um documento “vivo”, devendo ser sempre atualizado com as mudanças ocorridas com informações adicionais obtidas pela equipe que o desenvolve. Por ser uma metodologia de aplicação relativamente recente em outros setores, pouco tem sido discutida fora do meio automotivo. Em função do alto grau de interesse que ela desperta nas indústrias que decidem implantá-la, torna-se uma técnica atrativa para implantação em setores diferentes do automotivo.

Um ponto forte no uso deste método no desenvolvimento dos trabalhos é justamente em função da utilização de formulários, que possibilita definir graus de severidade para cada possível causa, priorizando ações corretivas, para os problemas com maior grau de severidade. A figura 1 apresenta um exemplo de planilha de FMEA.

<b>FMEA</b>		Projeto de Produto <b>①</b> Revisão de Projeto de Produto			Processo Revisão de Processo				
Cliente		Aplicação							
Data ___/___/___		Produto/Processo <b>②</b>							
Fornecedor				Áreas envolvidas					
ITEM	NOME DO COMPONENTE OU PROCESSO	Data elaboração ___/___/___			ATUAL				
		FALHAS POSSÍVEIS			ÍNDICES				
		MODO	EFEITO(S)	CAUSA(S)	CONTROLES	O	G	D	R
<b>③</b>	<b>④</b>	<b>⑤</b>	<b>⑥</b>	<b>⑦</b>	<b>⑧</b>	<b>⑨</b>	<b>⑨</b>	<b>⑨</b>	<b>⑩</b>

**Figura 1** – Exemplo de uma Planilha de FMEA.

Os campos para preenchimento indicados na planilha são:

- ①** - Indicar se a FMEA é para Produto ou Processo, assinalando se é indicado para novos produtos/processos ou revisão de produtos/processos existentes.
- ②** - Este campo corresponde ao cabeçalho do formulário e deve ser preenchido com o nome do produto ou processo, cliente e fornecedor, aplicação do produto, áreas envolvidas, etc. Pode também constar o nome dos membros da equipe.
- ③** - Numeração seqüencial correspondente ao item.
- ④** - Além do nome do componente ou processo pode ser preenchido com o código definitivo ou código do protótipo. Também pode ser preenchida a função que o componente exerce.
- ⑤** - Indicar o tipo de falha que pode ocorrer. O modo de falha é a resposta para a questão: “Como o componente ou sistema poderá falhar?”.
- ⑥** - Indicar a consequência da falha. O efeito da falha é a resposta a questão: “O que a falha pode ocasionar?”.
- ⑦** - Indicar os motivos pelos quais a falha ocorre. A causa da falha é a resposta a questão: “O que provoca tal falha?” ou “Porque tal falha ocorre?”.
- ⑧** - Listar os controles que pretendem prevenir a causa de uma falha ou detectar sua causa ou modo de falha.
- ⑨** - Indicar os índices de ocorrência (O), gravidade (G), e detecção (D).
- ⑩** - Calcular o fator de risco, através da multiplicação dos índices anteriores.

### **3. APLICAÇÃO DA FMEA NUMA EMPRESA DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS**

Em função da necessidade de padronizar os procedimentos do processo produtivo e com o evento da globalização, o que tornou o mercado bastante competitivo, é importante que seus produtos comercializados tenham a qualidade exigida pelos clientes com custos mínimos para as empresas. Este quadro é particularmente importante na indústria de máquinas ferramentas devido, principalmente, à abertura de mercado ocorrido nos últimos anos. Nesse panorama as indústrias brasileiras devem buscar soluções que objetivem alavancar seus produtos de forma a atingir novos patamares de competitividade. Dentre os mecanismos existentes nessa busca, destaca-se a reformulação de sua estrutura organizacional de forma a adequá-la aos requisitos, como por exemplo, conforme as normas ISO 9001 e ISO 9002, e implantação de metodologias que visem, acima de tudo, melhorar a qualidade de seus produtos.

### 3.1 Perfil da Empresa

A empresa, onde o estudo foi realizado é nacional, de capital aberto, fundada em abril de 1938. Suas atividades são voltadas para o projeto, produção e venda de máquinas ferramenta, injetoras de plástico, sistema rotativo para broqueamento de furos de alta precisão, serviços de usinagem e produção e vendas de componentes fundidos. A organização possui 7 unidades fabris localizadas no interior de São Paulo, 17 filiais de vendas no Brasil e uma filial nos EUA, que são responsáveis pela venda direta de seus produtos e serviços, além da assistência técnica, incluindo 26 representantes de vendas em 21 países. Até 1997, comercializou 130.000 máquinas, sendo que quase 18% foi para exportação. A empresa possui um patrimônio líquido de 10,7 milhões de reais, com venda anual de US\$ 170 milhões. Em 1997, a empresa aparece como uma das 500 maiores do Brasil em volume de vendas (Exame, 1998), e atualmente conta com, aproximadamente, 1.200 funcionários.

### 3.2 Decisão de Buscar Novas Técnicas de Análise de Falhas

Diante do panorama atual de competitividade, a empresa decidiu reestruturar seu sistema organizacional, conforme a norma ISO 9001, durante o período de 1991 e 1996, conquistando a certificação ISO 9001 em maio de 1996. Antes da implantação da ISO 9001, a empresa não utilizava uma técnica específica para o direcionamento dos trabalhos de análise de falhas. O procedimento tradicional era a realização de reuniões, com as áreas envolvidas, sob a coordenação das gerências das unidades fabris, a partir do surgimento de um problema. Após análise inicial, ações corretivas eram previstas e implantadas. Com a padronização dos procedimentos (após certificação pela ISO 9001), foi definido, através do módulo “ação corretiva” e “ação preventiva”, a técnica dos oito passos para resoluções de problemas. Esta técnica basicamente indica que:

- a) o setor de Garantia da Qualidade deve indicar um funcionário envolvido no problema para coordenar os trabalhos, o qual convida elementos de várias áreas e de várias posições hierárquicas que estejam envolvidos com o problema, formando assim uma equipe multidisciplinar e multi-hierárquica.
- b) As técnicas para detecção de problemas utilizados são: *Brainstorming* e Gráfico de Causa e Efeito.
- c) Após a detecção do(s) problema(s), o grupo analisa a(s) provável(is) causa(s) e define as ações corretivas ou preventivas a serem implantadas. A verificação da eficácia de tais ações fica sob responsabilidade do setor de garantia da qualidade.

Pode-se notar que, após a implantação da ISO 9001, ocorreu uma grande evolução na detecção e resolução de problemas, pois vários tipos de controles são usados para este fim. Porém, apesar deste fato, a empresa, após 2 anos de certificação, resolveu formar um grupo de análise, através de uma ação preventiva, para estudar a utilização de uma técnica estatística para melhorar o desempenho nesta área, pois notava-se a dificuldade da aplicação da técnica de solução de problemas na ação corretiva. As principais causas em potenciais do problema que foram apontadas pelo grupo de análise, foram:

- a) Falta de conhecimento nos procedimentos da norma de ação corretiva;
- b) Falta de treinamento dos envolvidos em técnicas de análise e solução de problemas;
- c) Dificuldade em trabalhar em equipe;
- d) Limitações na técnica (oito passos) até então utilizada.

Após estudo, optou-se pela busca de uma técnica que suprisse as limitações do método utilizado até então. Seguindo um projeto de utilização da FMEA, decidiu-se então implantar esta técnica, apresentada como sendo a melhor opção dentre várias técnicas analisadas.

### **3.3 Processo de Implantação da FMEA**

Objetivando testar a técnica a partir dos problemas existentes, uma unidade fabril desta empresa decidiu formar uma equipe de funcionários, coordenado pela gerência e composta pelas chefias de várias áreas. O resultado inicial apresentado foi considerado pelo grupo como satisfatório, comparando-se com as técnicas utilizadas pela empresa. Pode-se notar que o problema pode ser tratado e analisado de formas diferentes, utilizando os valores de ocorrência, severidade e detecção. Porém, a equipe enfrentou algumas dificuldades, tais como: nem todos os participantes haviam sido treinados na técnica, e o trabalho teve seu resultado direcionado por ter sido coordenado pelo gerente da unidade fabril. O resultado deste trabalho é apresentado na figura 2. Foi detectado em uma máquina exposta em uma feira na Argentina, um suporte de ferramenta, cujo furo onde se ajusta a ferramenta, estava fora da medida especificada pelo projeto. Além de ter sido necessário enviar outro suporte para substituir o errado (via aérea), não foi possível realizar a demonstração solicitada por um cliente. Este fato gerou grande descontentamento, em função dos gastos que foram necessários para repor o material e pela falta de confiabilidade demonstrada perante o cliente. Nota-se que o resultado da análise da figura 2, foi muito aquém do esperado, inclusive com deficiência de interpretação do modo, efeito e causa a partir do problema estudado. Além dos problemas já relatados acima, destaca-se também erros nas definições do modo de falha, efeito e a causa potencial do problema. Comparando as figuras 2 e 3, nota-se que foi definido pelo primeiro grupo de estudo a entrada de material no almoxarifado como causa principal, sendo que na figura 3 o problema, na verdade, estava no erro do furo do suporte da ferramenta. A entrada de material não conforme no estoque, foi considerada como uma das causas em potencial. Diante destes problemas e para não ferir os princípios básicos da FMEA, decidiu-se formar nova equipe, com uma composição multi-hierárquica, onde todos haviam sido treinados.

## **4. BUSCA DE SOLUÇÕES**

A seguir são descritos algumas das soluções para resolução dos problema detectados na implantação do FMEA

### **4.1. Treinamento**

Para resolução dos problemas de treinamento, foram programados vários módulos de treinamento para diversos funcionários. Este treinamento foi desenvolvido pelo SENAI (com auxílio da UNICAMP) e ministrado em 20 horas aulas. O curso teve como estrutura a revisão das técnicas e análise, como por exemplo: *brainstorming*, gráfico de causa e efeito e por fim o FMEA, onde foi desenvolvido um tema-problema para a elaboração de uma planilha. Foram treinados por volta de 110 funcionários que, a partir daí então, teriam a tarefa de desenvolver os trabalhos de ações corretivas utilizando a técnica do FMEA. Estes funcionários pertencem à vários setores da empresa, como por exemplo: engenharia do produto, montagem, assistência técnica, controle da produção, métodos e processos, marketing/vendas e produção.

ANALISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA																	
FMEA:		PROJETO ( )	DATA DA ELABORAÇÃO:				CLIENTE/ REFERÊNCIA:										
		PRODUTO ( )	DATA DA PRÓXIMA REVISÃO:				PRODUTO:										
		SISTEMA ( )	COORDENADO POR:														
EQUIPE:																	
ITEM & FUNÇÃO	NOME DO COMPONENTE	FALHAS POSSÍVEIS					PROVDÊNCIAS					RESULTADO DAS AÇÕES					
		MODO	EFEITO	S E V	C L A	O C R	CONTROLES ATUAIS	D E T	R P N	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL E CRONOGRAMA	AÇÕES TOMADAS E DATAS	S E V	O C R	D E T	R P N	
Entrada de material no almoxarifado		* Falta de inspeção	Entrada de material no almoxarifado com não conformidades				* Inobeservância da etiqueta de "aprovado"	5		1	45						
a) Registrar entradas de ordens de produção		* Processo incompleto	do tipo:				* Inobeservância do plano de fabricação	5		5	225						
b) Armazenagem de materiais		* Item não conforme(rejeito)	a) peça inacabada	9			* Falha do inspetor	5			0						
c) Controle físico e		* Qtde diferente					* Falta de conferência do almoxarife	2		2	36						
		* Identificação errada (pasta trocada)					* falta de rotina interna de trabalho	1			0						
		* Falta de identificação					* falha humana	10		10	900						
		* Entrada de dados errados no sistema (local)					* Devolução da montagem	6		9	486						
		* Armazenar em local incorreto	b) armazenada em local errado	1													
			c) qtde incorreta	1													

Figura 2 – Primeira Planilha Desenvolvida na Empresa.

## **4.2. Composição da Nova Equipe**

O grupo de trabalho estabelecido para realizar a implantação da FMEA, foi escolhido em função dos seguintes critérios:

- Conhecimento sobre FMEA (através de treinamento),
- Envolvimento no roteiro do item selecionado para estudo (figuras 2 e 3).

Com isso foi formado um grupo com 6 componentes, sendo representantes de diversos setores da empresa. Os critérios da escolha dos participantes de cada setor, com base nos problemas apresentados anteriormente, foram os seguintes:

Almoxarifado: em função dos materiais e peças terem que passar pelo almoxarifado, antes de ser agregado ao produto final;

Produção: por existir uma fase de inspeção final dos produtos fabricados;

Métodos e processos: setor que define todo o andamento do processo no setor produtivo;

Garantia da qualidade: responsável em elaborar os relatórios de inspeção, documento que define o que deve ser inspecionado;

Engenharia do produto: todas as especificações/tolerâncias devem estar definidas no projeto e expressas nos desenhos.

Controle da produção: coordenação do trabalho.

## **4.3. Preenchimento da Nova Planilha**

Em função dos problemas apresentados anteriormente, e da constatação de que a primeira planilha foi elaborada de maneira inadequada (figura 2), foi desenvolvida uma nova planilha para o mesmo problema citado, com praticamente as mesmas informações, mas preenchida diferentemente da primeira, considerando ainda a nova equipe de trabalho. Essa planilha é mostrada na figura 3.

## **5. FMEA DE CICLO DE VIDA**

Um dos pontos importantes levantados no desenvolvimento inicial, foi o fato de, numa mesma planilha decorrer sobre problemas de processo e projeto. Dessa forma, surgiram limitações para uso da FMEA no problema apresentado. Uma aplicação recente e interessante da FMEA é relatado por Lore (1998). Ele desenvolveu uma nova técnica, que intitulou de FMEA de ciclo de vida, onde uniu a FMEA de processo e projeto numa só planilha e codificou as fases do processo através dos seguintes passos:

- Formar uma equipe de FMEA composta de representantes de todos os estágios do ciclo de vida do produto;
- Identificar todos os sistemas, sub-sistemas e componentes e relacioná-los nas três primeiras colunas da planilha (ver figura 4);
- Construir uma coluna e usar um código D-M-A-I-O para a fase do ciclo de vida do equipamento em que as falhas sejam originadas.

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA																		
	PROJETO ( )	DATA DA ELABORAÇÃO:				CLIENTE/ REFERÊNCIA:												
FMEA:	PRODUTO ( )	DATA DA PRÓXIMA REVISÃO:				PRODUTO:												
	SISTEMA ( )	COORDENADO POR:																
EQUIPE:																		
ITEM	NOME DO	FALHAS POSSÍVEIS				PROVIDÊNCIAS				RESULTADO DAS AÇÕES								
&	COMPONENTE			C	O	D	R					S	O	D	R			
FUNÇÃO				L	C	E	P	A	R	T	N	RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL E	AÇÕES TOMADAS	E	C	E	P
		MODO	EFEITO	A	POTENCIAIS	R	ATUAIS	T	N	RECOMENDADAS	CRONOGRAMA	E DATAS	V	R	T	N		
Furação do suporte de ferramenta para usinagem de diâmetro interno.	R28004 - Suporte de Ferramenta	Furo com diâmetro inadequado(forado especificado)	Impossibilidade de montagem da Ferramenta	8	* Entrada do material no almoarifado sem inspeção	3	* Etiqueta "peça" aprovada.	4	96									
					* Interrupção do processo de fabricação inadequadamente.	3	* Verificação da baixa no plano de fabricação	5	120									
					* Falha do inspetor	2	-	10	160									
					* Identificação errada	2	-	10	160									
					* Dimensão errada (falha do programa)	1	* Inspeção	10	80									

Figura 3 – Elaboração da Nova Planilha (alteração do modo de preenchimento).

FMEA DE CICLO DE VIDA													
Sistema	Sub-sistema	Item	Código de FMEA	Falha potencial	Efeito potencial	severidade	Causa potencial	ocorrência	Controle atual	Deteção	Nº de prioridade de risco	Ação	Nº de prioridade de risco revisado
controle	pneumático	transportador	D	insuficiência	movimento lento	4	erro de cálculo	3	revisão de projeto	3	36	n/a	n/a
		transportador	A	encaixe solto	vazamentos	5	montagem inadequada	3	inspeção no início	2	30	n/a	n/a
		transportador	D	interferência do equipamento	não pode instalar	6	erro de desenho	2	inspeção na instalação	3	36	n/a	n/a

**Figura 4** – Planilha de FMEA para Ciclo de Vida.

A codificação do FMEA de ciclo de vida é definida como:

- D (projeto): Esta categoria inclui as falhas potenciais do projeto, que tipicamente aparecem em um FMEA de projeto.
- M (manufatura): Esta categoria inclui as falhas potenciais dos componentes comprados dos equipamentos ou a produção de detalhes padrão que podem ser produzidos ou fabricados, na própria empresa. Estas falhas tipicamente aparecem em um FMEA de processo.
- A (montagem): Esta categoria inclui as falhas potenciais típicas de montagem do equipamento, que podem surgir em um FMEA de processo.
- I (instalação): A instalação adequada é crítica, no que se refere a duração e a qualidade do projeto de ferramentas e equipamento. Assim, adquire uma categoria própria. Poderiam ser negligenciados as falhas potenciais de instalação durante um processo tradicional de FMEA.
- O (operação): Esta categoria inclui as falhas potenciais devido a erros do operador (ou mau uso), problemas no ambiente da planta fabril, falta de manutenção preventiva, materiais ou fluidos de má qualidade, escassez de peças de reposição, chamadas de serviços, e dentre outros. Estas falhas são frequentemente negligenciadas em FMEAs tradicionais.

Preencher as colunas restantes do ciclo de vida FMEA da mesma maneira que num FMEA de projeto ou de processo, embora a coluna " fase de processo" do FMEA de processo não seja necessária.

Esta técnica foi desenvolvida para garantir a satisfação do cliente, pois entende-se que os principais fatores que causam prejuízo para a imagem da empresa são considerados nesse tipo de FMEA. Nota-se que o FMEA de ciclo de vida, por incorporar os dois modelos tradicionais de FMEA (projeto e processo), tende a economizar tempo e também apontar falhas potenciais.

## 6. CONCLUSÕES

Pelo exposto anteriormente, o projeto piloto de implantação da análise de falhas baseado na técnica da FMEA, demonstrou ser mais eficaz que a técnica utilizada pela empresa até então. Entretanto, existiram problemas na implantação, decorrentes, principalmente, da falta de conhecimento sobre o desenvolvimento da técnica, habilidade em buscar as causas dos problemas e suas soluções, além de tendência na análise do problema pela primeira equipe de trabalho.

A técnica encontra-se ainda em estágio de implantação, conforme pode ser observado na planilha da figura 3. Ainda falta estabelecer as ações recomendadas e analisar os resultados após a devida introdução dessas recomendações. Observou-se também uma demora excessiva para implantação da técnica, por falta de sensibilidade sobre a técnica e incentivo para a equipe na condução dos trabalhos.

Existem ainda, vários fatores a serem considerados para o desenvolvimento do trabalho. Por exemplo, o desenvolvimento da mesma planilha (mesmo problema) utilizando a técnica de FMEA de ciclo de vida seria um passo importante para enriquecer o resultado. Esse desenvolvimento está previsto no projeto piloto, porém ainda não foi possível sua introdução no processo. Destaca-se ainda, que uma análise dos pesos para ponderação (ocorrência, gravidade, e severidade) também deve ser feita, uma vez que as tabelas consultadas estão, geralmente, associadas e direcionadas ao desenvolvimento realizado na indústria automobilística.

## REFERÊNCIAS

- Helman, H., 1995, Análise de Falhas (Aplicação do Método FMEA e FTA). Fundação Cristiano Ottoni, Belo Horizonte, MG.
- Lore, J., 1998, An Innovative Methodology: The Life Cycle FMEA. Quality Progress, vol. 31, no. 4, pp. 144.
- QAI, 1998, Failure Mode and Effects Analysis, Quality Association International Incorporation, <http://www.quality-one.com/fmea.htm>.
- Silva, C.E.S., Tin, J.V. e Oliveira, V.C. 1997, Uma Análise da Aplicação da FMEA nas Normas de: Sistema de Gestão pela Qualidade (ISO 9000 e QS 9000), Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14000), e Sistema de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho (BS 8800 . Futura ISO 18000), CD ROM do ENEGEP, Gramado, RS.
- Exame Melhores e Maiores, 1998, Editora Abril, São Paulo, julho.

## PILOT PROJECT OF FMEA IMPLEMENTATION IN A MACHINE TOOLS COMPANY

*Abstract. Failure mode and effects analysis (FMEA) is a method widely used in the automotive industry. It is applied to evaluate potential failures in products and processes. Although the existing benefits of its application, it is not extensively used in other industrial sectors. This paper describes a pilot study of FMEA implementation in a machine tools company. It is a Brazilian company which produces machine tools and iron casting component and it is ISO 9001 certified. To identify failures in its products and processes, the company has initially introduced a failure analysis method called "the eight steps", based on corrective and preventive actions. However, the achieved results were not satisfactory. From 1998, it was decided to implement FMEA. The initial results have demonstrated that this is a time saving method enabling to a better failure analysis undersatnding.*