

## Aplicação da ferramenta da qualidade FMEA em uma empresa do ramo Metal-Mecânico

Fernando Henrique Lermen (UNESPAR) [fernando-lermen@hotmail.com](mailto:fernando-lermen@hotmail.com)

Igor Felipe Gomes (UNESPAR) [i.f.gomes@outlook.com](mailto:i.f.gomes@outlook.com)

Ana Paula Miranda Vaz (UNESPAR) [anapaulamvaz@hotmail.com](mailto:anapaulamvaz@hotmail.com)

Luana Moreno (UNESPAR) [luaninhamoreno@hotmail.com](mailto:luaninhamoreno@hotmail.com)

Gabriel Andrian Gentilin (UNESPAR) [g.a.gentilin@gmail.com](mailto:g.a.gentilin@gmail.com)

### Resumo:

A qualidade tornou-se um dos mais importantes fatores de decisão dos consumidores na seleção de produtos e serviços, onde são projetados e produzidos para ir ao encontro ou superar as expectativas dos usuários, com base nisso, o objetivo deste trabalho é aplicar a ferramenta da qualidade conhecida como FMEA - Análise de Modo e Efeito da Falha para identificar e prevenir possíveis problemas em uma Dala (esteira transportadora de sacas) produzida em uma empresa Metal-Mecânica situada em Luiziana-PR. O método de abordagem utilizado foi o qualitativo. A pesquisa caracteriza-se quanto aos fins como sendo descritiva e quanto aos meios como bibliográfica, virtual e Estudo de Caso. A revisão de literatura foi realizada através de consultas ao portal *Capes*, *SciELO* e ao site de busca *Google*. Para realizar o estudo, foram feitas algumas visitas à empresa, sendo estas realizadas todas no primeiro semestre de 2014. Com a realização do trabalho é possível afirmar que ao colocar em práticas estas sugestões, a qualidade do produto será muito maior, garantindo assim a satisfação de quem irá comprar o equipamento.

**Palavras chave:** Identificar Problemas, Prevenção de Problemas, Qualidade no Produto.

## Application of quality tool FMEA in a branch company of Metal-Mechanical

### Abstract:

The quality has become one of the most important decision factors for consumers in selecting products and services, which are designed and produced to meet or exceed the expectations of users, based on this, the objective of this work is to apply the tool quality known as FMEA - Analysis of the Failure Mode and Effect to identify and prevent potential problems in a Dala (conveyor belt bags) produced in a Metal-Mechanical company located in Luiziana-PR. The method of qualitative approach was used. The research is characterized as to the purposes to be explanatory and as to the means as bibliographic and virtual. A literature review was conducted through consultations *Capes*, *SciELO* portal and the *Google* search site. To conduct the study, some visits were made to the company, which are held all in the first half of 2014 with the completion of the work we can say that by putting into practice these suggestions, the product quality will be much higher, thus ensuring satisfaction who will purchase the equipment.

**Key words:** Identify Problems, Prevention Problem, Quality in Product.

## 1. Introdução

A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades do cliente e, dessa forma, proporcionam a satisfação em relação ao produto. O Controle da Qualidade hoje não é visto como um diferencial, mais como algo imprescindível, são um conjunto de características do produto que determinam o grau de satisfação que proporcionam ao consumidor durante o seu uso.

Com base nisso, o objetivo deste trabalho é aplicar a ferramenta da qualidade conhecida como FMEA-Análise de Modo e Efeito da Falha para identificar e prevenir possíveis problemas em uma Dala (esteira transportadoras de sacas) produzida em uma empresa metal-mecânica situada em Luiziana-PR.

O tema do presente artigo está situado segundo as áreas e subáreas de Engenharia de Produção apresentado pela ABEPRO (2008) na área de Engenharia da Qualidade e subárea Planejamento e Controle da Qualidade. A seleção da área e subárea deve-se a necessidade da implementação de técnicas de qualidade viáveis à empresa.

O presente artigo está estruturado em seis seções, onde na primeira seção se encontra a Introdução, onde é apresentado o objetivo, justificativa e uma breve apresentação do tema, na segunda seção está apresentado o Referencial Teórico, onde se discute a definição de Gestão da Qualidade e sobre a ferramenta utilizada no trabalho a FMEA, na terceira seção é apresentada a Revisão de Literatura onde se apresentou os trabalhos que ponderaram de temas relacionados à este, na quarta seção está apresentada a Metodologia, onde foram apresentados os materiais e métodos utilizados, na quinta seção foram discutidos os Resultados e Discussões e por fim na sexta seção as Considerações Finais.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Controle da Qualidade

A qualidade tornou-se um dos mais importantes fatores de decisão dos consumidores na seleção de produtos e serviços, onde são projetados e produzidos para ir ao encontro ou superar as expectativas dos usuários.

De acordo com Campos (1992) controle é fazer primeiro o planejamento do processo onde inclui várias metas e procedimentos padrões, com isso, o controle ocorre cumprindo os procedimentos padrões, se acaso for localizado um problema, deve-se primeiramente encontrar a causa, então analisar o processo e mudá-lo para que não volte a ocorrer, desta forma padronizá-lo e estabelecer itens de controle, com isso o processo todo estará sob controle. O controle é de grande necessidade para a qualidade, pois controlando o processo e/ou produto o produto estará conforme com a qualidade.

O conceito de qualidade definido pela ABNT (1994) na Norma ISO 8402 é descrito como um conjunto de propriedades e características de um produto, processo ou serviço, que lhe fornecem a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas.

### 2.2. FMEA

“O FMEA teve sua origem nos Estados Unidos no dia 9 de novembro de 1949, como um padrão para as operações militares - *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (Military Procedure MIL-P-1629)*. Esta norma foi utilizada como uma técnica de avaliação da confiabilidade para determinar os efeitos nos sistemas e falhas em equipamentos. As falhas foram classificadas de acordo com seus impactos nos sucessos das missões e com a segurança pessoal/equipamento” (SAKURADA, 2001).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma NBR 5462 (1994), adota a sigla originária do inglês FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) e a traduz como sendo Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos, relata também que o FMEA é um método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de falhas que podem existir para cada item, e a determinação dos efeitos de cada modo de falha sobre os outros itens e sobre a função específica do conjunto.

Existem três tipos FMEA'S sendo eles o de produto, processo e procedimentos administrativos. Sendo que o utilizado no artigo é o FMEA de produto que de acordo com Toledo & Amaral (2010) são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto, o objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes do projeto, sendo comumente denominada também de FMEA de projeto.

De acordo com Silva (2010) existem etapas para aplicar a ferramenta da qualidade FMEA, apresentada na Figura 1.



Figura 1 – Etapas de Aplicação. Fonte: Silva (2010).

### 3. Metodologia

O estudo está sendo realizado na A. S. Gomes Tornearia. A empresa está localizada na cidade de Luiziana – Paraná. A empresa é do ramo metalmeccânico e produz algumas máquinas, dos quais uma foi estudada neste trabalho. Para realizar o estudo, foram feitas algumas visitas à empresa, sendo estas realizadas todas no primeiro semestre de 2014.

O método de abordagem utilizado foi o qualitativo. A pesquisa caracteriza-se quanto aos fins como sendo descritiva e quanto aos meios como bibliográfica, virtual e Estudo de Caso. A revisão de literatura foi realizada através de consultas ao portal Capes, Scielo e ao site de busca Google.

A FMEA é uma ferramenta complexa, sendo que a sua aplicação perfeita levaria muito tempo e exigiria também manutenção contínua, por isso a ela foi aplicado de uma forma mais simples, o que não significa que os resultados não serão satisfatórios.

#### **4. Revisão de Literatura**

Roos *et al.* (2007) apresentam um estudo de caso em que se implantou a ferramenta Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) em uma empresa atuante no segmento de transporte terrestre e aéreo de passageiros e cargas. O objetivo deste estudo de caso foi determinar, com a ferramenta FMEA, ações que minimizem ou eliminem modos de falha em potencial em um dos desdobramentos de serviços prestados pela empresa. Os resultados do trabalho foram alcançados ao se determinar ações que trazem consigo o objetivo principal deste estudo, isto é, o aumento de confiabilidade e qualidade do serviço prestado.

Brantes *et al.* (2011) apresentam a aplicação do FMEA em uma empresa do norte do estado do Rio de Janeiro no processo produtivo de caldeiras flamotubulares. Realizou-se uma análise para identificação das falhas no processo, entendimento de seus efeitos, além do rastreamento e tratamento de suas causas básicas. Obtiveram como resultado várias sugestões que visam contribuir para a melhoria contínua do fluxo de produção, objetivando oferecer aos clientes produtos confiáveis e livres de falhas.

Costa *et al.* (2011) realizaram um trabalho onde resumiram as principais conclusões obtidas pela aplicação do método FMEA de hierarquização de falhas em uma granja de frango de corte, avaliando, também, as implicações sobre seu planejamento. O estudo mostrou que os problemas mais frequentes se caracterizavam como sendo sanitários – frangos doentes e mortes de frangos – muitas vezes ocasionados por falta de vacinação. Através da aplicação do método FMEA, espera-se contribuir para o aprimoramento da gestão de granjas de frango de corte.

Ramos, Chaves & Brandalise (2012) realizaram um trabalho com o objetivo de demonstrar a eficácia da ferramenta da qualidade FMEA como meio de prevenir, reduzir falhas e atuar preventivamente nas suas causas no processo de climatização de uma indústria automobilística, garantindo a confiabilidade do processo e do produto. Realizou-se uma pesquisa de campo afim de obter um levantamento de falhas do processo de climatização. Através da análise da pesquisa de campo comprovou-se a eficácia do FMEA obtendo-se uma considerável redução de falhas durante o processo de climatização.

#### **5. Estudo de Caso**

O estudo de caso foi desenvolvido na A. S. Gomes Tornearia. A empresa está localizada na cidade de Luiziana – PR. A 10 anos no mercado, ela atua no ramo metalúrgico, prestando serviços de concertos em máquinas agrícolas e ônibus. A principal atividade da empresa é serviços de torno, pois a partir dele são feitas peças, que solucionam a grande maioria dos problemas de seus clientes.

A empresa está desenvolvendo seu primeiro produto, uma esteira transportadoras de sacas, também chamada de Dala (Figura 2). Esta máquina é utilizada para carregar sacas em caminhões. Ela é uma grande esteira que, a partir de um motor e uma grande correia instalada em uma estrutura de aço, leva as sacas do chão até a parte superior do caminhão, para que um colaborador não necessite carregar a saca.



Figura 2 – Exemplo de dala. Fonte: MF Rural (2011).

Com o objetivo de diminuir o máximo possível as falhas do projeto deste produto, a equipe de trabalho aplicou conhecimentos do FMEA. Por ser um equipamento que nunca foi feito nesta empresa, existem muitas possíveis falhas, principalmente com o produto final, o que justifica a aplicação da ferramenta.

A FMEA é uma ferramenta complexa, sendo que a sua aplicação perfeita levaria muito tempo e exigiria também manutenção contínua, por isso a ela foi aplicada de uma forma mais simples, o que não significa que os resultados não serão satisfatórios.

### 5.1. Definir a equipe responsável pela execução

A primeira etapa consiste no desenvolvimento da equipe que vai aplicar a ferramenta na empresa. Este grupo será uma junção do mesmo que está desenvolvendo a aplicação da ferramenta e alguns colaboradores da empresa, em especial o gerente responsável pelo processo de produção.

Um dos integrantes da equipe gerenciou a aplicação da ferramenta da qualidade FMEA como um todo, garantindo que o processo está dentro das especificações do FMEA. Os demais integrantes da equipe realizaram suas atividades juntamente com o gerente de processos da empresa. Um deles foi responsável pela análise de matérias-primas, outro pelo funcionamento da máquina e o terceiro pela assessoria aos demais.

### 5.2. Definir os itens do sistema que serão considerados

De acordo com as premissas da FMEA, quando o produto já vem sendo desenvolvido na empresa, a equipe de implementação da ferramenta deve responder a duas perguntas, apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1 – Perguntas e respostas relacionadas aos componentes.

Pergunta	Resposta
Qual componente do produto tem apresentado mais falhas?	O componente que tem apresentado o maior número de falhas é a correia principal.
Quais são os componentes considerados críticos?	Os componentes críticos são a correia principal e o motor.

O FMEA exige que cada um destes itens sejam explicados de acordo com suas funções, metas de desempenho e itens dependentes. Sendo assim, o motor e a correia principal estão melhor

explicados no Quadro 2.

Quadro 2 – Funções, metas de desempenho e itens dependentes do motor e da correia principal.

	Motor	Correia principal
Funções	Disponibilizar a força mecânica necessária para movimentar a correia principal carregar as sacas.	Carregar os itens colocados na dala.
Metas de desempenho	Gerar força para carregar até 300kg de sacas	Suportar 500kg de peso e possui aderência para carrega-los.
Itens dependentes	Correia principal; Redutor; Rolos menores; Eixo principal;	Motor; Rolos menores;

### 5.3. Preparação prévia e coleta de dados

Nesta etapa, é realizada a análise de todos os documentos disponíveis para o desenvolvimento do produto. No caso, a empresa possui apenas o check-list de matéria-prima (apresentada no Quadro 3), um fluxograma da produção da máquina e um relatório técnico sobre os produtos que já foram produzidos.

Quadro 3 – Check list de matéria-prima para dala. Fonte: A. S. Gomes Tornearia.

A. S. Gomes Tornearia	Lista de matéria-prima
Item	Quantidade
Motor	1 peça
Redutor	3 peças
Correia (60cm)	13m
Rodas 14''	2 peças
Pneus 14''	2 peças
Rodas Flexíveis	2 peças
Chaves	2 peças
Buchas Tecnil	40 peças
Cano de aço 3''	20m
Canaleta 80mmx50mm	26m
Eixo de aço 1/4	5m
Chapa de aço 1/4	1m <sup>2</sup>
Fios	6m

O check-list de matéria-prima da dala está incompleto, faltando ainda mencionar alguns tamanhos diferentes de chapa de aço que são utilizadas para dar suporte ao motor, e os eixos de cada um dos rolos menores.

A Figura 3 ilustra o fluxograma da produção do produto.

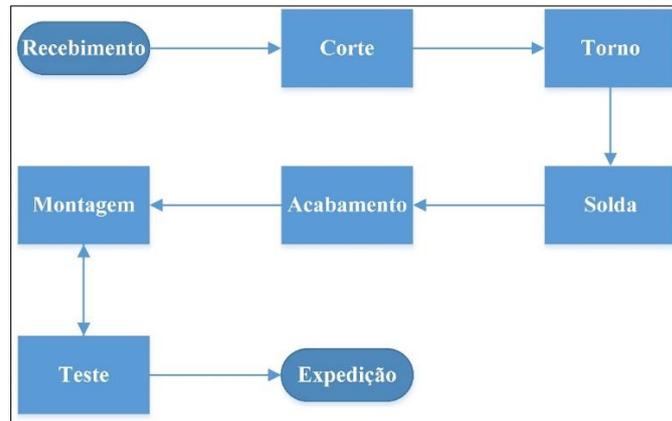


Figura 3 – Fluxograma da produção da dala. Fonte: Autores (2014).

O fluxograma apresenta o loop realizado entre o teste e a montagem do produto, porém não apresenta outros loops que acontecem entre o setor do torno e da solda.

O relatório técnico apresenta duas falhas muito constantes no projeto. A principal falha acontece na correia, onde problemas com a cola que liga seus dois lados não está conseguindo suportar a rotação, e acaba soltando. Além disso, o redutor não é capaz de adequar a rotação do motor, desperdiçando energia e danificando o eixo, que não comporta a potência total.

#### 5.4. Análise preliminar dos itens considerados

Nesta etapa é realizada uma análise daquilo que já se sabe sobre os itens que serão estudados, ou seja, serão organizadas as falhas que já são conhecidas e possuem relação aos itens Motor e Correia Principal. Em paralelo, deve-se realizar um “benchmark” para estes itens, ou seja, buscar em outras empresas soluções para os problemas. O Quadro 5 apresenta os itens, suas falhas e respectivo “benchmark”.

Quadro 5 – Itens, falhas e respectivos benchmarks.

Item	Falhas	Benchmark
Correia Principal	Correia soltar do sistema; Arrebentar a emenda; Correia fora de centro; Desfiar correia; e Correia sem aderência;	Utilização de outra marca de cola; Utilizar outro tipo de correia;
Motor	Motor sem força; Gasto excessivo de energia; Quebra de eixo; e Quebrar rolamento;	Manutenção constante; Diminuição da capacidade da máquina;

A maioria das empresas utiliza fornecedores diferentes, e com isso possuem falhas diferentes, porém a maioria mencionou possuir disfunções com a emenda da correia principal, e constantemente alteram a marca da cola utilizada.

#### 5.5. Identificação de modos de falha e seus efeitos

Para facilitar sua visualização, é necessário listar as principais falhas e as consequências da não-correção das mesmas. Para isso, as mesmas foram organizadas em um quadro, onde apresentou-se também a sua gravidade.

Quadro 6 – Falhas, consequências e gravidade.

Falha	Consequência	Gravidade
Correia soltar do sistema	Grandes danos no sistema, exigindo remontagem	Grave
Arrebentar a emenda	O sistema não consegue mais trabalhar, é necessário retrabalho	Muito Grave
Correia fora de centro	As sacas podem cair	Médio
Desfiar correia	Danos graves no sistema, é necessário retrabalho	Grave
Correia se aderência	Sacas não são transportadas	Muito Grave
Motor sem força	Não é capaz de carregar as sacas	Muito Grave
Gasto excessivo de energia	Contas muito caras	Médio
Quebra de eixo	Não é possível trabalhar	Muito Grave
Quebra de rolamento	Não é possível trabalhar	Muito Grave

### 5.6. Identificação de modos de detecção de falhas

A partir do check-list utilizado para controlar o recebimento da matéria-prima, serão anexados também uma coluna de qualidade. Nesta coluna, será descrita as características do produto, que deverá ser comparada com os parâmetros estipulados pela organização, e por fim concluir se o item possui ou não a qualidade desejada.

### 5.7. Determinação dos índices de criticidade (ocorrência, gravidade, detecção e risco).

A ocorrência, gravidade (ou severidade), e detecção são escolhidos pela equipe, ou seja, a partir de uma análise da situação das falhas do produto, são estipulados índices para cada um destes itens. Por fim, a multiplicação entre estes itens resultará no risco. Todos os dados estão organizados no Quadro 7.

Quadro 7 – Falha e respectivas ocorrência, gravidade, detecção e risco.

Falha	Ocorrência	Gravidade	Detecção	Risco
Correia soltar do sistema	3	7	1	21
Arrebentar a emenda	6	9	2	108
Correia fora de centro	4	3	8	96
Desfiar correia	2	9	2	36
Correia se aderência	8	8	1	64
Motor sem força	2	7	6	84
Gasto excessivo de energia	1	3	9	27
Quebra de eixo	5	7	3	105
Quebra de rolamento	6	8	2	96

A falha que apresenta maior risco é arrebentar emenda, seguida de quebra de eixo, correia fora de centro e quebra de rolamento. Estas são as falhas que apresentam maior risco e por isso devem ser observadas de uma forma mais atenciosa.

### 5.8. Análise das recomendações

Primeiramente sugere-se para seguir a ordem de importância desenvolvida a partir do cálculo do risco de cada uma das falhas. Sendo assim, a primeira falha a ser atingida é arrebentar emenda. Para esta falha, sugere-se que sejam realizados testes com alguns fornecedores de cola diferentes, medindo a capacidade de suportar o peso em condições como calor intenso e também frio. Além disso, sugere-se utilizar outra forma de prender as duas extremidades da correia além da cola, como grampos por exemplo, o que tornaria mais resistente a junção.

A quebra de eixo, que possui o segundo maior risco calculado, pode ser resolvida, assim como a quebra do rolamento, com uma manutenção e configuração correta do motor. Caso ele não

esteja devidamente configurado, ele pode estar trabalhando com força excessiva, o que faz com que os eixos e o rolamento não resistam e acabem se quebrando. Além disso, esta força exagerada causa um gasto excessivo com energia elétrica, ou seja, esta falha também será solucionada.

Para a correia fora de centro, sugere-se a instalação de simples reguladores. Estes são compostos por quatro pequenas chapas de ferro, presentes no começo e no fim do barramento da dala, donde irá guiar o percurso da correia e não permitir que ela fique saindo para fora do barramento.

Para a falta de aderência, sugere-se que sejam coladas tiras de correia, sobre a própria correia, na horizontal. Estas tiras vão ajudar na aderência, evitando que as sacas escorreguem.

### 5.9. Preenchimento dos formulários de fmea, a partir da lista de verificação

O formulário de FMEA está apresentado no Quadro 8, que segue em anexo. Não será apresentado as sugestões de melhorias do quadro, pois elas funcionam como uma análise da aplicação das sugestões anteriores, e como estas ainda não foram implantada, não foi possível completar o quadro.

## 6. Considerações Finais

A aplicação da ferramenta FMEA no produto se mostrou bastante eficaz, uma vez que foram identificadas diversas falhas, e estas foram organizadas de acordo com sua gravidade, e enfim foram sugeridas formas para solucionar aquelas falhas. Pode-se afirmar que ao colocar em práticas estas sugestões, a qualidade do produto será muito maior, garantindo assim a satisfação de quem irá comprar o equipamento.

## Referências

**ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção.** *Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção.* Rio de Janeiro, 2008.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *ISO 8402-1994.* 1994.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *NBR 5462.* 1994.

**BRANTES, A. T; BAPTISTA, A. M; VIDAL, D. F; FERNANDES, G. P; FERREIRA, F. E.** *Aplicação do método FMEA ao processo de fabricação de caldeiras flamotubulares: proposta de ações.* XXXI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, MG, Brasil 04 à 07 de outubro de 2011.

**COSTA, C. C. M; OLIVEIRA, L. G; LIMA, L. B. C; LIRIO, V. L.** *A aplicação do método FMEA e suas implicações no planejamento de uma microempresa rural: estudo de caso da granja oliveira.* Produção Online, Florianópolis, SC, v.11, n.3, p. 757-778, jul/set, 2011.

**MF RURAL.** *Esteira Transportadora Mecanizada.* O Agronegócio passa aqui. Marília-SP, 2011.

**RAMOS, H. A; CHAVES, C. A; BRANDALISE, N.** *Aplicação do método FMEA no processo de climatização de uma indústria automobilística.* IX SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Niterói – RJ, 2012.

**ROOS, C; DIESEL, L; MORAES, J. A. R; ROSA, L. C.** *Aplicação da ferramenta FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de passageiros.* Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 11, n. 1 e 2, p. 29-32, jan./jun. 2007.

**SAKURADA, E. Y.** *As técnicas de Análise do Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos.* Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, (Dissertação de mestrado), 2001.

**SILVA, C. S. E.** *Failure Mode and Effect Analyze (FMEA)*. Apostila FMEA e Análise do Valor. 2010.

**TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C.** *FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha*. GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade. DEP – UFSCar. 2010.