

Eixo Temático: Estratégia e Internacionalização de Empresas

**MODELO DE ANÁLISE DE FALHA E SEUS EFEITOS: UMA APLICAÇÃO EM
UMA INDÚSTRIA GRÁFICA**

**FAILURE ANALYSIS MODEL AND ITS EFFECTS: AN APPLICATION IN AN
INDUSTRY GRAPHIC**

Igor Licks Lermen, Jonathan Lucas Schwambach Fernandes, Édio Polacinski, Cláudia Bach Rizzatti e
Leoni Pentiado Godoy

RESUMO

Este artigo apresenta a aplicação da ferramenta Modelo de Análise de Falha e seus Efeitos (FMEA) em uma indústria de embalagens, na cidade de Nova Candelária (RS), na Gráfica Sul LTDA. Através de um estudo de caso, apresenta-se as etapas utilizadas pela empresa para adaptar a ferramenta FMEA, conforme necessidades e particularidades de adaptação da empresa. A ferramenta tem a finalidade de resolver problemas complexos relacionados a produção, especialmente visando a melhoria contínua dos processos. A interação que a ferramenta traz, para a organização, é um diferencial, pois atua juntamente com os colaboradores, assim sendo, é fundamental o comprometimento de toda a organização para o sucesso da mesma. Atua diretamente na causa raiz do problema, gerando soluções prévias, pois a solução pode ser um tanto demorada, sendo elas avaliadas e analisadas posteriormente. Da aplicação desta ferramenta, perceberam-se resultados significativos, uma vez que, oportunizou identificar custos desnecessários, bem como a possibilidade do armazenamento das informações para possíveis problemas que se assemelhem e que possam vir a ocorrer futuramente.

Palavras-chave: Controle Estatístico da Qualidade; Controle Estatístico de Processo; FMEA; Indústria Gráfica.

ABSTRACT

This article presents the application of the tool Failure Analysis Model and its Effects (FMEA) in an packaging industry in the city of Nova Candelária (RS), in Gráfica Sul LTDA. Through a case study, presents the steps used by the company to adapt the tool FMEA, as needs and specific adaptation of the company. The tool is intended to solve complex problems related to production, especially aiming at continuous process improvement. The interaction that the tool brings to the organization, is a plus, because it acts together with the employees, therefore, is the fundamental commitment of the organization for its success. Acts directly on the root cause of the problem, generating solutions prior, because the solution can be somewhat time consuming, which were evaluated and analyzed later. The application of this tool, significant results were realized, since oportunizou identify unnecessary costs and the possibility of storing information to potential problems that are similar and that may occur in the future.

Keywords: Statistical Quality Control; Statistical Process Control; FMEA; Printing Industry.

1. Introdução

Nas últimas décadas com grande expansão dos mercados e grandes cobranças dos clientes relacionadas à qualidade está tornou-se um dos mais importantes fatores de decisão na seleção de produtos e/ou serviços. Buscando a atender as exigências do mercado consumidor as organizações necessitam ter controle sobre as propriedades e características de seus produtos e/ou serviços para assim ter controle da sua qualidade e poder atender melhor e satisfazer as principais necessidades de seus clientes.

As ferramentas de qualidade são de grande valor para a qualificação e estabilidade nos processos produtivos. A economia esta cada vez mais interessada na melhoria e qualidade dos produtos consumidos. Dentre as metodologias utilizadas para a resolução de problemas destacam-se os métodos de análise e melhoria de processos fundamentados no emprego das Ferramentas da Qualidade.

Para busca de novos mercados e para atender as suas necessidades e porventura alguns problemas que podem ocorrer as organizações visam a busca de programas visando a solução dos mesmos assim o FMEA é umas das ferramentas na busca de soluções mais adequadas para *gap's*.

Assim, com base no exposto, destaca-se o objetivo do presente artigo de apresentar uma aplicação da FMEA em uma indústria de embalagens. Além disso, observa-se que através de um estudo de caso, apresenta-se as etapas utilizadas pela empresa para adaptar a ferramenta FMEA, conforme necessidades e particularidades de adaptação da empresa. Neste contexto, justifica-se a realização do presente artigo pelo fato de oferecer informações práticas da aplicação de uma ferramenta muito relevante nas empresas e, especialmente nas indústrias atualmente. Logo, espera-se oferecer subsídios para estudantes, pesquisadores e profissionais interessado na temática proposta.

2. Revisão da Literatura

2.1 Controle Estatístico da Qualidade (CEQ)

Segundo Bernardelli, Ferreira e Gonçalves (2009), CEQ define-se como sendo umas das ferramentas que proporcionam aos gestores um controle sobre a manutenção e melhoria dos níveis de qualidade, garantia de suas especificações, tendendo satisfação dos clientes e lucratividade das organizações.

Para Montgomery apud Bernardelli, Ferreira e Gonçalves (2009), o campo de controle estatístico da qualidade pode ter definição de métodos estatísticos e de engenharia que se usa para medida, monitoração, controle e na melhora da qualidade.

Segundo Brassard; Dellaretti, Mizuno apud Manhães, Freitas (2005) “estas ferramentas são usualmente utilizadas em metodologias/métodos de gerenciamento de processos tendo em vista a melhoria contínua da qualidade”.

Para isso Marine; Pizzinato, Farah (2005), relata que, para o gerenciamento e especialmente para tomada de decisão como a de melhor precisão de resposta. Fatos e dados se faz necessário para trabalhar basicamente com estas ferramentas. No processo a busca de informação e corretamente interpretadas após a análise dos resultados disponíveis de forma que elimine os problemas definidos no inicio da ferramenta.

2.2 Controle Estatístico do Processo (CEP)

De acordo com Campos apud Bernardelli, Ferreira e Gonçalves (2009), pode-se caracterizar qualidade como sendo a não presença de defeitos aliadas a características que satisfaçam os consumidores. Para o autor, um produto de qualidade, ou serviço, deve atender de maneira confiável, acessível, segura e no tempo certo as necessidades dos clientes. Montgomery apud Bernardelli, Ferreira e Gonçalves (2009) vai além, e define a qualidade

como fator determinante para consumidores na escolha de produtos e serviços que competem entre si.

Neste contexto, o controle estatístico do processo (CEP) é uma metodologia desenvolvida para possibilitar um controle eficaz da qualidade. Para tanto, são produzidos gráficos de controle através dos quais são detectados desvios de parâmetros representativos do processo, diminuindo a variabilidade entre os produtos e conseqüentemente aumentando a qualidade do processo (LIMA *apud* FERREIRA; MEDEIROS; OLIVEIRA, 2008).

A variabilidade do processo é o principal problema que se encontra nos processos produtivos e contribuindo negativamente à qualidade do processo. A importância do CEP se torna evidente ao constatar que, segundo Paladini *apud* Brandstetter e Bucar (2008), o CEP possui ferramentas que fornecem uma análise detalhada do processo produtivo, possibilitando assim agir na melhoria do processo. Ainda, afirma que o CEP é um somatório de conceitos e ferramentas que norteiam a Gestão da Qualidade no Processo.

2.3 Ferramentas da Qualidade - FMEA

Fmea: é aplicada no desenvolvimento do projeto do produto e também no processo do produto; as etapas e como da à realização das análises são feitas da mesma forma; lembrando que a única coisa que as diferem esta relacionado ao objetivo. As análises da FMEA são classificadas em dois tipos. FMEA DE PRODUTO: buscam-se as falhas que poderão ocorrer com o produto, relacionadas ao projeto do mesmo. Tem como finalidade evitar falhas no produto ou processos. FMEA DE PROCESSO: buscam se as falhas no planejamento, execução do processo, tem como finalidade evitar que aconteçam falhas do processo tendo como base as não conformidades e especificações do projeto. Estudos mais profundos trazem uma terceira classificação FMEA DE PROCEDIMENTO: analisa se as falhas potenciais de cada etapa e tem o mesmo objetivo das análises anteriores que é diminuir os riscos de falhas.

Com a maior criticidade dos clientes aliadas a um mercado cada vez mais escasso o FMEA de processo se caracteriza pela utilização dos responsáveis pela manufatura tendo por objetivo a análise e avaliação das maneiras de falha do processo, igualmente suas causas e formas de controle. Portanto, FMEA de processo nada mais é que o que as pessoas analisam durante desenvolvimento de um processo com a inclusão de análise de componentes que possivelmente poderiam ter falha baseado em experiências anteriores onde são ha acompanhamento e formalização e documentação das análises durante o planejamento de manufatura (AGUIAR; SALOMON, 2006).

Para Aguiar e Salomon (2006), o registro de aplicação do FMEA de processo é feita por registro em formulário padrão onde a nos indica o roteiro que mostra os possíveis modos potenciais de falhas com integração das causas, efeitos, propostas de melhorias, ações corretivas.

3. Métodos e Técnicas

Inicialmente destaca-se que um estudo de caso é caracterizado, conforme Gil (1999), como uma pesquisa que tem como objetivo a análise profunda e exaustiva de uma, ou de poucas questões, visando permitir o seu amplo conhecimento ou seu detalhamento. Adicionalmente, que um estudo de caso pode caracteriza-se por ser descritivo, quando procura descrever sistematicamente uma área de interesse, ou fenômenos (LAKATOS; MARCONI, 2001). Além disso, observa-se também que um estudo de caso pode ser definido como exploratório, por procurar inicialmente o entendimento de um determinado fenômeno, para depois, explicar suas causas e consequências (GIL, 1999). Finalmente, evidencia-se que ainda um estudo de caso pode ser qualitativo, onde de acordo com Mattar (1999), identifica presença ou a falta de algo, não se preocupando em medir o grau em que algo está presente.

Assim, exatamente em função dos aspectos anteriormente citados, observa-se que o presente estudo é definido como um estudo de caso, exploratório, descritivo e qualitativo, uma vez que buscou-se em primeiro momento entender um fenômeno (como é possível aplicar a ferramenta FMEA em uma indústria de embalagens), para depois identificar e descrever de forma qualitativa todas as particularidades da referida aplicação de um caso específico, ou seja, na Gráfica Sul LTDA, na cidade de Nova Candelária (RS).

Mais especificamente no que se refere a forma de coleta de dados na Gráfica Sul LTDA, ressalta-se que foram coletados da seguinte forma:

- (i) dados primários - junto da alta gerência da empresa e com o auxílio dos colaboradores do setor; dados armazenados no sistema e, uma entrevista junto dos colaboradores para esclarecimento de dúvidas pontuais;
- (ii) dados secundários - foram coletados através de documentação já existente, como artigos científicos, sites especializados, livros etc.

4. Resultados e discussões

4.1 Caracterização da Organização

A Indústria Gráfica Sul Ltda, conhecida pelo nome de “Gráfica Rex”, teve início de suas atividades em 1979 na cidade de Boa Vista do Buricá, voltada unicamente à confecção de impressos comerciais. Em 1985 transferiu-se para a cidade de Santa Rosa, quando iniciou as atividades em impressão *off set*. Com a atenção sempre voltada às tendências do mercado em 1994 ingressou no segmento de cartonagem passando a produzir embalagens.

Com o objetivo de permanecer competitivo e, sobretudo atender clientes com produtos e serviços de alta qualidade a Gráfica Rex iniciou o processo de certificação na norma ISO 9001, recebeu diversas premiações referentes a qualidade. No ano de 2009 transferiu suas instalações para Nova Candelária com amplo e moderno parque industrial de aproximadamente 5.000m².

Atualmente a Gráfica Rex tem como essência fazer embalagens de papel cartão, vendendo a imagem do cliente, além de fornecer rótulos e impressos comerciais para os mais diversos segmentos, produzindo com qualidade nas mais diversas cores, formatos e acabamentos.

A concorrência está evoluindo juntamente com a tecnologia, acirrando assim o mercado, criando novos tempos e movimentos. Com a inovação e tecnologia andando junto, obtém-se um produto mais rico em detalhes e melhor acabado. A gráfica possui 224 colaboradores.

4.2 Aplicação Proposta

Em sequência apresenta-se a aplicação proposta conforme objetivo da pesquisa. A Figura 1 mostra o procedimento utilizado no modelo de análise de falhas, na primeira etapa faz-se a divisão das atividades, sendo que para cada uma foi designado um responsável, em

sequência, a Função/Dimensão, Modo de Falha, Efeitos de Falha. Aplica-se a análise da Severidade, conforme mostrada de maneira clara e explicativa no Quadro 1.

Na sequência, a segunda etapa apresenta a Causa/Mecanismo Potencial da Falha, onde são dectadas as ocorrências de falhas, portanto a aplicação da etapa - Ocorrência do Método onde defini-se a fração equivalente do erro, ou seja as falhas ocorridas e a explicação de cada ocorrência (Quadro 2).

Quanto as forma de controle atual divide-se em: prevenção e detecção. Esses critérios apresentam a possibilidade de prevenção, ou seja, detecção antes da produção e a oportunidade de detecção, antes da não-conformidade ser expedida para o mercado consumidor. Critério mostrado detalhadamente no Quadro 3.

Por fim, é possível identificar as etapas finais da aplicação FMEA, conforme mostra a Figura 1, onde se devem realizar as ações recomendadas com designação do colaborador responsável, bem como os prazos que devem ser cumpridos e as ações a serem tomadas em cada etapa do método aplicado.

| FMEA - ANÁLISE DO MODO E EFEITO DA FALHA | | | | | | | | | | TOTAL Quality | | Gráfica Rex Sua Imagem, nosso Compromisso. | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|------------|---|------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|---|---|--|-------------|----------------|---------------------------------|-----|---|----|----|
| Item / Processo: | | Plástico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Participantes: | | Magnos, Neiva, Igor, Sérgio, Edegar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coordenador: | | Magnos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | | 07/06/2011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etap | Atividade | Função / Dimensão | Modo de Falha | Efeito da Falha | Severidade | KC? | Causa / Mecanismo Potencial da Falha | Ocorrência | Forma de Controle Atual | | Descrição | RPN | Ações Recomendadas | Responsável | Prazo | Ações Tomadas | Severidade Ocorrência Descrição | RPN | | | |
| | | | | | | | | | Prevenção | Deteção | | | | | | | | | | | |
| 1 | LOCALIZAR MATERIAL IMPRESSO | Separar material de impresso. | Pegar paleta que não necessita de plástico | Rodar produto que não tem necessidade de plástico ou vice-versa | 8 | não | Identificação de paleta não-conforme (matas e descrição do produto) | 8 | Desenho padrão | Visual | 7 | 336 | Verificar a possibilidade de uma área própria para o material. Com identificação no chão de fábrica. Identificação do paleta em cores diferentes. | Igor/Magnos/Sérgio | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| | | | | | Erro operacional | 1 | na | Visual | 7 | 56 | | | | | | | | | 0 | | |
| | | | | | Erro operacional | 1 | na | Visual | 7 | 56 | | | | | | | | | | 0 | |
| 2 | VERIFICAR A ÁREA A RECEBER PLÁSTICO, CONFORME O MATERIAL A SER COLOCADO E O.P. | Selecionar o plástico e políester a ser separado | Sobra de plástico | Lixamento de material e retrabalho / sucata | 8 | não | Falta de identificação | 2 | Desenho padrão | Visual | 7 | 112 | Acompanhar o trapajo junto com a o. p. para conferência. (medida entre vincos) | Igor/Magnos | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| | | | | Falta de plástico | Sucata | 8 | não | Falta de identificação | 2 | Desenho padrão | Visual | 7 | 112 | Acompanhar o trapajo junto com a o. p. para conferência. (medida entre vincos) | Igor/Magnos | 19/07/11 | | | | 0 | |
| | | | | Erro de medida do políester | Redução de produtividade | 2 | não | Erro operacional | 2 | na | Visual | 7 | 28 | | | | | | 0 | | |
| 3 | LOCALIZAR O PLÁSTICO | Separar material de plastificação | Localizar plástico com dimensão errada | Sobra de plástico/altingir reservas de cola | 8 | não | Falta de identificação / Erro operacional | 2 | Desenho padrão | Visual | 7 | 112 | Fazer uma ferramenta de suporte para os plásticos (sobras de serviços) | Igor/Magnos/Neiva | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| | | | | Falta de plástico (sucata de material) | 8 | não | Falta de identificação / Erro operacional | 2 | Desenho padrão | Visual | 7 | 112 | Fazer uma ferramenta de suporte para os plásticos (sobras de serviços) | Igor/Magnos/Neiva | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| 4 | LOCALIZAR POLÍESTER DE 5 A 6 em MAIOR QUE A FOLHA SER PLASTIFICADA | Separar material de transporte ao plástico | Localizar políester com dimensão errada | Sobra de políester (vida útil diminuída) | 1 | não | Erro operacional | 1 | na | Visual | 7 | 7 | Ver a possibilidade de políester e políester, pois há plásticos que não necessitam de políester. | Magnos | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| | | | | Falta de políester (danos ao impresso) | 8 | não | Erro operacional | 1 | na | Visual | 7 | 56 | | | | | | 0 | | | |
| 5 | CORTAR PLÁSTICO | Cortar o plástico na dimensão correta da área a ser plastificado | Medida errada | Sobra de plástico (sucata/previdendo 3mm de cada lado) | 8 | não | Falta de identificação / Erro operacional | 2 | Desenho padrão | Visual | 7 | 112 | Acompanhar o trapajo junto com a o. p. para conferência. (medida entre vincos) | Igor | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| | | | | Falta de plástico (sucata) | 8 | não | Erro operacional | 2 | Desenho padrão | Visual | 7 | 112 | Acompanhar o trapajo junto com a o. p. para conferência. (medida entre vincos) | Igor | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| 6 | EXECUTAR A MONTAGEM DO SISTEMA DA PLASTIFICADORA (ESQUADRO) | Ajustar a máquina para rodar. | Montar sistema ao contrário | Retrabalho do sistema (perda de tempo) | 2 | não | Erro operacional | 2 | na | Visual | 7 | 28 | (colocar na IT fotos que demonstram acertar a máquina corretamente) | | 19/07/11 | | | | 0 | | |
| | | | | Montar o Plástico ao contrário | Não gera aderência do plástico na folha (perda tempo) | 2 | não | Erro operacional | 2 | na | Visual | 7 | 28 | (colocar na IT fotos que demonstram acertar a máquina corretamente) | | 19/07/11 | | | | 0 | |
| | | | | Montar o políester ao contrário | Não vai dar giro na máquina (sentido adequado) | 2 | não | Erro operacional | 2 | na | Visual | 7 | 28 | (colocar na IT fotos que demonstram acertar a máquina corretamente) | | 19/07/11 | | | | 0 | |
| 7 | REGULAR A TEMPERATURA DO CILINDRO INOX DE ACORDO COM A VELOCIDADE DO MATERIAL A RODAR | Esquentar a máquina para adquirir velocidade e produtividade | Falta de temperatura no cilindro | Retrabalho/poderá passar novamente na máquina | 4 | não | Erro operacional | 4 | na | Visual | 7 | 112 | (Colocar na IT a temperatura inicial de 130° C, colocar uma prova de erro na máquina, tirar rodar antes do 130) | Igor/Magnos | 19/07/11 | Colocado na IT | 3 | 3 | 7 | 63 | |
| | | | | Problema elétrico na máquina | 4 | Não possui | Visual | 7 | 112 | | Igor/Magnos | 19/07/11 | Colocado na IT | 3 | 3 | 7 | 63 | | | | |
| | | | | Excesso de temperatura no cilindro | Sucata (queimam totalmente a folha) | 8 | não | Problema elétrico na máquina | 4 | Não possui | Visual | 7 | 224 | Colocar na IT a informação depois da parada rápida para alguns ajustes rodar de 5 a 10 matas, para não queimar toalha boa. | Igor/Magnos | 19/07/11 | Colocado na IT | 8 | 1 | 7 | 56 |
| 8 | VERIFICAR SE O PLÁSTICO É FRENTE OU VERÇO | Definir o lado da folha que vai ser rodado | Plastificar plástico no lado errado | Sucata posterior ao processo. (CV vai dar refugo total) | 1 | não | Falta de identificação / Erro operacional | 1 | Desenho padrão | Visual | 7 | 7 | (Identificar no O.p.) | | | | | | 0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| 9 | ANALISAR A QUALIDADE DO MATERIAL PLASTIFICADO E SE ESTÁ POSICIONADO CONFORME ÁREA | Analisar trapajo junto com a folha | Plastificar fora da área determinada | Sucata de todo material | 8 | não | Erro operacional | 1 | Desenho padrão | Visual | 7 | 56 | | | | | | | 0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| 10 | REALIZAR A PLASTIFICAÇÃO | Plastificar folha boa | Má qualidade do plástico | Bochas | 4 | não | Problema elétrico na máquina / Dúvida no cilindro | 6 | na | Visual | 7 | 140 | Viabilizar ferramenta de limpeza do cilindro de inox. (similar com o sistema de impressão, tirar piche) | Magnos/Edemar | 19/07/11 | Colocado na IT | 4 | 3 | 7 | 84 | |
| | | | | Riscos no plástico (devido ao aperto de máquina) | 4 | não | Fornecedor | 2 | na | Visual | 7 | 56 | | | | | | | | 0 | |
| | | | | Falta de aderência | 4 | não | Problema elétrico na máquina | 2 | na | Visual | 7 | 56 | | | | | | | | | 0 |
| | | | | Fibra de papel contra o sistema de plastificação | Acasalamento de fibras por causa da pressão | 8 | não | Erro operacional | 6 | na | Visual | 7 | 224 | Colocar na IT, início da operação com pressão 0 entre cilindros, posterior dando pressão. | Igor | 19/07/11 | Colocado na IT | 8 | 1 | 7 | 56 |
| | | | | Manchas devido ao políester sujo | 3 | não | Erro operacional | 6 | na | Visual | 7 | 168 | Tempo de secagem de impressão. (8 horas após a impressão) | Magnos | 19/07/11 | Colocado na IT | 8 | 1 | 7 | 56 | |
| | | | | Bochas | 4 | não | Erro operacional | 6 | na | Visual | 7 | 140 | Testar com folhas boas como mala (vida útil de 20 folhas no formato 77x53) | Igor/Neiva | 19/07/11 | | | | | | 0 |
| 11 | Identificação do paleta | Possibilitar a identificação e rastreabilidade do material | Identificação errada | Item não conforme enviado ao cliente | 8 | não | erro operacional | 1 | na | na | 7 | 56 | | | | | | | 0 | | |
| | | | | Item não localizado do material | 8 | não | erro operacional | 1 | na | na | 7 | 56 | | | | | | | | 0 | |
| | | | | Item não conforme enviado ao cliente | 8 | não | erro operacional | 1 | na | na | 7 | 56 | | | | | | | | 0 | |

KC = Característica chave (item de segurança ou regulamentar)

Figura 1: Problema de fornecedor considerado. Fonte: Empresa Pesquisada.

| SEVERIDADE | | |
|---------------|-------------------|--|
| Classificação | Severidade | Critério: Severidade do efeito |
| 10 | Altíssima | Pode por em perigo o operador da máquina ou montador. A falha potencial afeta a segurança do produto ou o atendimento 9 de regulamentação. A falha ocorrerá sem aviso prévio. |
| 9 | Extremamente Alta | Pode por em perigo o operador da máquina ou montador. A falha potencial afeta a segurança do produto ou o atendimento de regulamentação. A falha ocorrerá com aviso prévio. |
| 8 | Muito Alta | Grande interrupção na linha de produção. Toda a produção é sucateada. Produto inoperável, perda da função básica. Cliente insatisfeito. |
| 7 | Alta | Pequena interrupção na linha de produção. O produto deve ser selecionado e uma parte sucateada. Produto operável com nível de desempenho reduzido. Cliente insatisfeito. |
| 6 | Moderada | Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser sucateada, sem seleção. Produto operável com item de conforto inoperantes. Cliente insatisfeito. |
| 5 | Baixa | Pequena interrupção na linha de produção. 100% dos produtos devem ser retrabalhados. Produto operável com itens de conforto operando com desempenho reduzido. Cliente sente alguma insatisfação. |
| 4 | Muito Baixa | Pequena interrupção na linha de produção. O produto deve ser selecionado e uma parte retrabalhada. Defeito notado pela maioria dos clientes. |
| 3 | Menor | Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte do produto é retrabalhada na hora, fora do posto de trabalho. Defeito notado pela média dos clientes. |
| 2 | Muito Menor | Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte do produto é retrabalhada na hora, no posto de trabalho. Defeito notado por poucos clientes. |
| 1 | Nenhuma | Sem efeito. |

Quadro 1: Severidade aplicada no problema de fornecedor considerado.
Fonte: Empresa Pesquisada.

| OCORRÊNCIA | | | |
|---------------|--------------------------|--------------------|--|
| Classificação | Probabilidade | Fração equivalente | Explicação da Ocorrência |
| 10 | Falha quase certa | >1 em 2 | Muito alta: A falha é quase certa |
| 9 | Extremamente alta | 1 em 3 | |
| 8 | Muito alta | 1 em 8 | |
| 7 | Alta | 1 em 20 | Alta: Falhas repetidas. |
| 6 | Moderadamente alta | 1 em 80 | |
| 5 | Moderadamente alta | 1 em 400 | Moderada: Falhas ocasionais. |
| 4 | Baixa para Moderada | 1 em 2000 | |
| 3 | Baixa | 1 em 15000 | Baixa: Falhas remotas. |
| 2 | Muito baixa | 1 em 150000 | |
| 1 | Remota: Falha Improvável | <1 em 1500000 | Remota: Quase não há chance de ocorrência. Esta classificação está reservada para falhas improváveis. |

Quadro 2: Problema de fornecedor considerado.
Fonte: Empresa Pesquisada

DETECÇÃO

| Classificação | Deteção | Critério: Possibilidade de deteção antes da produção | Oportunidade de Deteção |
|---------------|-----------------------|--|----------------------------|
| 10 | Absolutamente incerta | Produto não é inspecionado ou defeito causado pela falha não é detectado. | Chance remota de deteção |
| 9 | Muito remota | Produto é produzido, inspecionado e liberado baseado em amostragem aleatória. | |
| 8 | Remota | Produto é produzido, inspecionado e liberado baseado em planos de amostragem. | |
| 7 | Muito baixa | Produto é inspecionado em 100% por inspeção visual. | Chance baixa de deteção |
| 6 | Baixa | Produto é inspecionado em 100% por inspeção com dispositivos passa não passa. | |
| 5 | Moderada | Alguns controles estatísticos de processo são utilizados, e a inspeção do produto é feita no final da linha. | Chance moderada de deteção |
| 4 | Moderadamente alta | Alguns controles estatísticos de processo são utilizados, e existem dispositivos de reação imediata à perda de controle de processo. | |
| 3 | Alta | Efetivos controles estatísticos de processo são utilizados, e existem dispositivos de reação imediata à perda de controle de processo. CPK > 1,33. | Chance alta de deteção |
| 2 | Muito alta | Produto inspecionado 100% por inspeção automática. | |
| 1 | Quase certa | Os dispositivos a prova de erro certamente detectarão o defeito. | |

Quadro 3: Problema de fornecedor considerado. Fonte: Empresa Pesquisada.

A Figura 2 mostra o Fluxo do processo – plástico que ocorre desde a entrada da ordem de produção mostrando todas as atividades executadas até o fechamento da ordem de produção e encaminhamento para o próximo setor.

Fluxo de Processo -Plástico

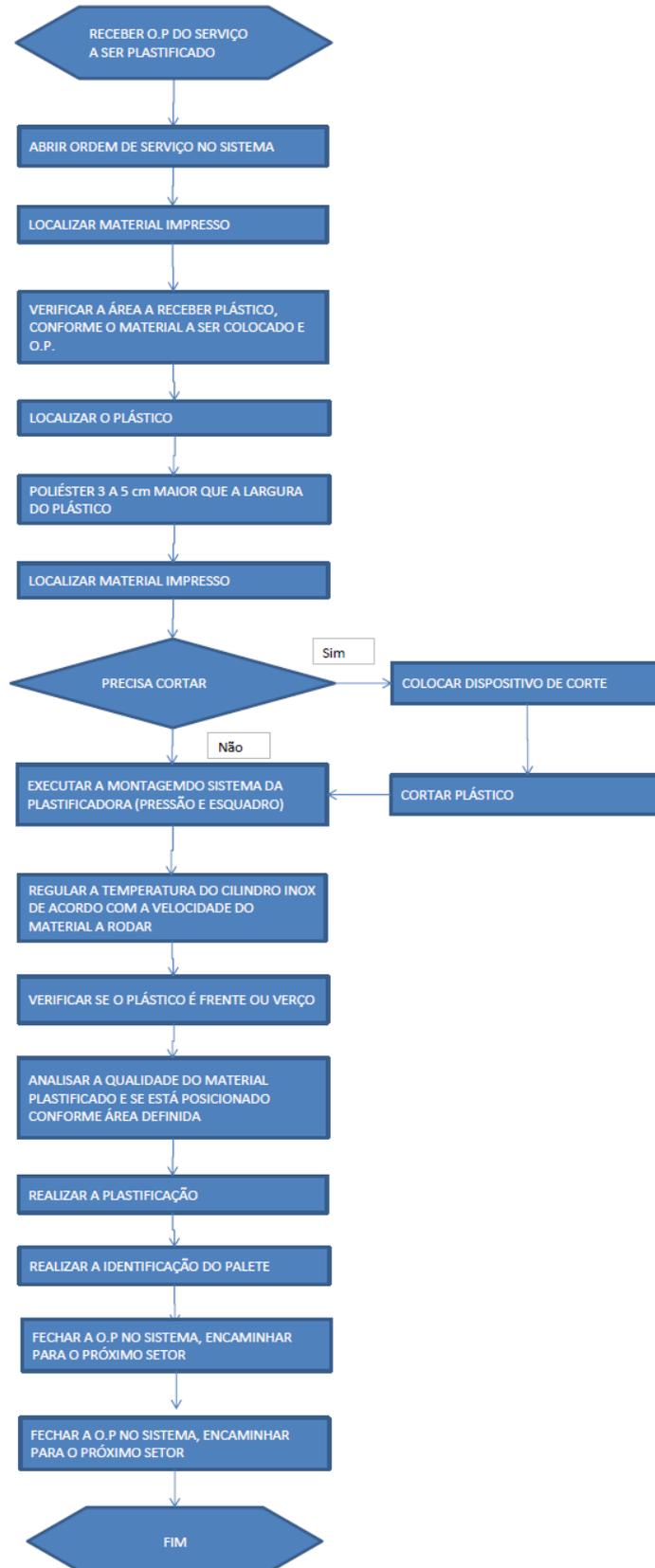


Figura 2: Problema de fornecedor considerado. Fonte: Empresa Pesquisada.

Visualiza-se através do fluxograma que quando o plástico apresentar tamanho maior do que necessário é preciso recortar, ou seja, é acrescentada uma atividades para o corte, sendo que, após esta etapa é que volta a linha do processo para a execução da atividades principal.

5. Conclusões

Estudou-se neste trabalho a aplicação da ferramenta Modelo de Análise de Falha e seus Efeitos (FMEA) em uma indústria de embalagens e evidencia-se que, o objetivo do artigo foi atingido, pois, por meio da aplicação prática foi possível vivenciar na empresa a ferramenta do FMEA. É importante ressaltar que esta ferramenta contribui de forma muito significativa nos padrões de qualidade da empresa. Desse modo, a ferramenta do FMEA visa evitar o desperdício e o retrabalho no processo, e ainda de vital importância evitar que o produto chegue ao mercado com falhas. A satisfação do cliente é o resultado que implica no reconhecimento da qualidade do produto e conseqüentemente repercute na imagem da empresa junto aos concorrentes.

Pode-se dizer que o FMEA é uma ferramenta utilizada para o controle de produtos, processos e projetos, tendo como objetivo de assegurar que os problemas e possíveis falhas e causas sejam analisados, considerados e concluídos, conforme mostrado no estudo de caso. Além da vivência dos pesquisadores com a prática da aplicação da ferramenta.

Por fim conclui-se que, a constante aplicação desta ferramenta na empresa permite criar um banco de dados, que poderá ser utilizado como dados históricos para outras análises necessárias para o aprimoramento do processo. Todo o trabalho executado dentro de uma empresa, durante o semestre que esta transcorrendo a disciplina de ferramentas gerenciais é fundamental para o conhecimento mais aprofundado dessa ferramenta pelo acadêmico.

Referências

- AGUIAR, D. C.; SALOMON, V. A. P. **Lançamento de erros na aplicação de FMEA de processo em empresas dos níveis mais inferiores da cadeia de fornecimento da indústria automotiva.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Ceará: ENEGEP, 2006.
- BERNARDELLI, D. J.; FERREIRA, J. B.; GONÇALVES, K. D. **Controle Estatístico de Processo: Um estudo Comparativo para a Portaria do Inmetro.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29., 2009, Salvador. **Anais...** Bahia: ENEGEP, 2009.
- BRANDSTETTER, M. C. G. O.; BUCAR, R. S. **Proposta metodológica para identificação de falhas em processos produtivos mediante o uso de ferramentas de controle da qualidade e pesquisa operacional.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- FERREIRA, P. O.; MEDEIROS, P. G.; OLIVEIRA, L. M. **Utilização do controle estatístico do processo para o monitoramento do peso médio de cápsulas de tuberculostáticos: um estudo de caso.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2001.
- MANHÃES, N. R. C.; FREITAS, A. L. P. **Emprego de Ferramentas da Qualidade na Melhoria dos Serviços de Infraestrutura de Tecnologia da Informação na PETROBRAS** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 25., 2005, Porto Alegre (Rio Grande do Sul). **Anais...** Porto Alegre (Rio Grande do Sul) ENEGEP 2005.
- MARIANI, C. A.; PIZZINATTO, N. K., FARAH O. E. **Método PDCA e Ferramenta da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um Estudo de Caso.** In: Simpósio

de Engenharia de Produção, 12., 2005, Bauru (São Paulo). **Anais...** Bauru (São Paulo)
SIMPEP 2005.