

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO HUGO GOMES BARNABÉ

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA EM UM PRODUTO DE UMA
EMPRESA DO RAMO METALÚRGICO**

MARÍLIA
2014

JOÃO HUGO GOMES BARNABÉ

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA EM UM PRODUTO DE UMA
EMPRESA DO RAMO METALÚRGICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. MSc. RODRIGO FABIANO RAVAZI

MARÍLIA
2014

Barnabé, João Hugo Gomes

Aplicação da ferramenta FMEA em um produto de uma empresa metalúrgico / João Hugo Gomes Barnabé; orientador: Rodrigo Fabiano Ravazi. Marília, sp: [s.n.], 2014.

50 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2014.

1. Processo de desenvolvimento do produto 2. Qualidade 3. FMEA

CDD: 658.4013



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

João Hugo Gomes Barnabé - 45615-2

TÍTULO "Aplicação da ferramenta FMEA em um produto de uma empresa do
ramo metalúrgico "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em
Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 80

ORIENTADOR: Rodrigo Fabiano Ravazi
Rodrigo Fabiano Ravazi

1° EXAMINADOR: Giulianna Marega Marques
Giulianna Marega Marques

2° EXAMINADOR: Geraldo Cesar Meneghella
Geraldo Cesar Meneghella

Marília, 01 de dezembro de 2014.

DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus pela força e pela fé, à minha família, mãe, pai, irmã, pelo amor incondicional e por toda dedicação e união, sempre.

AGRADECIMENTOS

À minha turma de curso sou grato pelos momentos de alegria e pelo prazer da convivência harmônica que me foi proporcionada durante toda a nossa formação, obrigado a todos pelas experiências e vivências que tivemos nesse percurso.

Ao Professor Orientador Rodrigo deixo evidente meu respeito, consideração por ser meu professor orientador. Deixo clara minha gratidão pela sábia orientação, que tem em muito edificado minhas capacidades cognitivas, me auxiliando no ultrapassar de situações que vem se mostrando desafiadoras, ao meu mestre obrigado por apostar no meu trabalho.

Aos amigos que conquistei que são pedras preciosas que encontramos nas sinuosidades dos caminhos dessa vida, as lembranças e vivências ficarão guardadas em um cantinho bem especial de meu coração.

Aos funcionários e professores da Fundação Eurípedes Soares da Rocha. O auxílio de todos foi de um valor inestimável, obrigado por tudo!

A todos os amigos e familiares, que me auxiliaram e cederam à mão amiga nos dias em que a luz não brilhava tanto, valeu pela força, companheirismo, e alegria que resplandeceram dia a dia em minha vida.

A minha namorada e melhor amiga Ana Laura por me ajudar e ser minha companheira nesses cinco anos de faculdade, nunca desistindo de mim e sempre me apoiando.

“Diante do tempo somos fragmentos, diante da vida, efêmeros, mas, lembrem-se diante de Deus somos eternos”

(Autor: Desconhecido)

BARNABÉ, João Hugo Gomes. **Aplicação da ferramenta FMEA em um produto de uma empresa metalúrgica**. 2014. 50 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides De Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2014.

RESUMO

Para que seja possível realizar um trabalho qualitativo, com ordenação a fim de aumentar a qualidade e eficiência é de valia a utilização da ferramenta de Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA), que nos possibilita uma profunda e objetiva análise dos problemas reais de uma determinada empresa, o que facilita melhorias na implantação e implementação da ferramenta. A aplicação da ferramenta em questão ocorre em uma empresa do ramo metalúrgico do interior do estado de São Paulo. A cidade em que o projeto será implementado é interiorana e atende a demanda populacional, esta se encontra localizada na cidade de Cafelândia. A proposta é validar e viabilizar um quadro de transformações e modificações, pra tal um estudo de caso é o mecanismo mais dinâmico para atender as necessidades e especificidades do trabalho. O estudo de caso proposto visa à melhoria de um produto utilizado na área de exposição de mangueiras para jardim. O produto em questão demonstrava um quadro dotado de deficiências, um exemplo claro se dá com o um tempo elevado de uso, com corte, o produto vendido, no caso uma mangueira, sofria com enrolamento, falha na contagem de medida, o que tendenciosamente ia desgastando o material, até deixar seu uso inviabilizado, ocasionando muitas perdas. A pretensão é evidenciar na prática como a aplicação da ferramenta FMEA pode trazer inúmeros benefícios, ocasionando inclusive melhorias, reparos no desenvolvimento dos produtos.

Palavras-chaves: Processo de desenvolvimento do produto. Qualidade. FMEA.

BARBABÉ, João Hugo Gomes. **Application of FMEA tool into a product of a metallurgical company.** 2014 50 F. Work degree (Bachelor of Production Engineering) - University Center Euripides From Marilia Education Foundation "Euripides Soares da Rocha," Marilia, 2014.

ABSTRACT

To be able to conduct a qualitative study, with sorting in order to increase the quality and efficiency is worth the use of Analysis of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) tool, which allows us a profound and objective analysis of real problems a particular company, which facilitates improvements in deployment and implementation of the tool. The application of the tool in question occurs in a company in the metallurgical industry in the state of São Paulo. The city in which the project is to be implemented and meets the provincial population demand, this is located in Cafelândia. The proposal is to validate and enable a framework of transformations and changes, for such a study case is the most dynamic mechanism to meet the needs and specifics of the job. The proposed case study aims to improve a product used in the exhibition area of garden hoses. The product in question displayed a framework with disabilities, a clear example is given with a high usage time, with cutting product, if a hose, suffered from winding failure count measure, which would tendentiously wearing material, to let her use unfeasible, causing many casualties. The intention is to show how in practice the application of FMEA tool can bring numerous benefits, including leading enhancements, fixes in product development.

Keywords: Product development process. Quality. FMEA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Nível de representação do modelo de referencia.....	22
Figura 2-Tipos de protótipo.....	26
Figura 3- FMEA no ciclo de vida de um produto.....	28
Figura4-Tabela FMEA.....	31
Figura 5-Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6 M.....	35
Figura 6- Expositores de fios e mangueiras atuais.....	39
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa feito na empresa.....	42
Figura 8- Tabela FMEA preenchida	44
Figura 9- Contador opcional	45
Figura 10- Contador opcional para expositor.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Documentos necessários para análise FMEA	30
Quadro 2 – Classificação da Severidade.....	32
Quadro 3 – Classificação de Ocorrência	32
Quadro 4 – Classificação de Detecção	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMEA - FERRAMENTA DE ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA

PDP – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

PDM – PRODUCT DATA MANAGEMENT

QFP – QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	15
1.1 Delimitação do Tema.....	15
1.2 Objetivo Geral.....	15
1.3 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Justificativa.....	15
1.5 Estrutura do Trabalho.....	16
1.6 Metodologia.....	17
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Conceito de Desenvolvimento de Produto.....	18
2.2 Processo de Desenvolvimento de Produto.....	19
2.3 Fases do Processo de Implantação do Produto.....	20
2.4 Protótipo e Projetos.....	21
2.4.1 Desenvolvimento do Produto/Projeto.....	21
2.4.2 Protótipo.....	25
2.5 Ferramenta FMEA - Análise dos modos e efeito das falhas.....	27
2.6 Processo de implantação do FMEA.....	29
2.6.1 Planejamento.....	29
2.6.2 Análise de falhas em potencial.....	31
2.6.3 Avaliação dos Riscos.....	32
2.6.4 Melhoria.....	33
2.7 Qualidade.....	34
2.7.1 Diagrama de Ishikawa.....	34
2.7.2 Brainstorming.....	35
CAPÍTULO 3 – ESTUDO DE CASO	37
3.1 Histórico da Empresa.....	37
3.2 Processo de Desenvolvimento de produto na empresa.....	38
3.3 Produto a ser otimizado.....	39
3.4 Imagem do produto perante o mercado.....	40
3.5 Identificação das causas dos problemas.....	41

3.5.1 Diagrama de Ishikawa.....	41
3.5.2 Aplicação de FMEA	43
3.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49

INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda uma temática importante e atual, o que se pretende é tecer a considerações sobre a aplicação da ferramenta FMEA em um produto de uma empresa metalúrgica, isso para validar e viabilizar proposta de melhoramento, o que indicará os rumos a serem tomados frente aos resultados e aos dados coletados, a ferramenta tem a funcionalidade de reverter situações de desperdícios e perdas.

É de convir que todas as corporações e organizações sejam vastamente criativas e inovadoras. As empresas a todo o momento se encontram de frente as situações extremas, que exigem inovação, rompendo paradigmas para que possam ser competidoras. Para se adequarem ao mercado e as necessidades e às reivindicações dos seus clientes e imperativo um negócio com baldrame na transformação como uma constante.

As empresas inovadoras apresentam uma aptidão para penetrar em novos mercados, aperfeiçoando sua produção, seus produtos, e em particular o seu lucro. Um procedimento efetivado com sucesso em uma peça já existente, sem sombra de dúvidas pode induzir à criação de novos produtos, novos processos e novos métodos de trabalho.

Este procedimento que será adotado no escopo do trabalho determina de certa forma um constante andamento, e adequação de ideias que vão ao encontro das necessidades da e da realidade da empresa em questão, de tal modo a se levantar informações e soluções permeáveis.

Focalizar-se-á que ações simples como o *brainstorming*, podem ser um mecanismo facilitador no germinar, na coordenação, disseminação de novas ideias, resguardando o seu tempo, e as peculiaridades inerentes de cada ambiente. Nesta perspectiva, construíram-se questões que nortearão este trabalho, dentre elas estão as seguintes: priorização de ações que fomentem resultado imediato; incentivar a inovação gradual, para reduzir os riscos; privilegiar o uso da criação da nova peça na geração de conhecimentos e na replicação de dados.

Portanto, todo trabalho de melhoria em certo item é um elemento respeitável nas organizações faz-se parte constituinte e objeto de algum processo. Não há um produto ou emprego oferecido por uma organização sem um processo organizacional, preconizar inovação é o melhor caminho pra obtenção de dados positivos.

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

1.1 Delimitação do tema

Melhoria de um produto já existente em uma empresa do ramo metalúrgico através da aplicação da ferramenta de Análise de Modo e Efeito de Falha de Produto (FMEA de Produto),

1.2 Objetivo Geral

O objetivo principal é indicar como a implantação da ferramenta FMEA auxiliou na melhora das condições de uso de um determinado produto de uma indústria do setor metalúrgico situada em Cafelândia estado de São Paulo visando a melhoria do processo de venda do cliente.

1.3 Objetivos Específicos

- Analisar da utilização da ferramenta FMEA de Produto;
- Indicar as melhorias atingidas no produto;

1.4 Justificativa

Na empresa analisada é perceptível que há um produto que se destina exclusivamente a um cliente com negócios no setor de bricolagem, tendo como finalidade específica a exposição, tanto de fios do setor de elétrica quanto de mangueiras com residuais no setor de jardinagem. É de valia ressaltar que a jardinagem e elétrica vem tendo um *feedback* negativo, onde os diretores que aderiram a implementação em suas lojas se encontram insatisfeitos com o produto. Por se tratar de um elemento eficaz a ferramenta FMEA se aplica como elemento eficiente o que pode em muito extinguir os pontos negativos, melhorando os dados e resultados.

1.5 Estrutura do Trabalho

O capítulo inicial irá fazer uma explanação inicial do tema, com uma centralidade residual no contexto da indústria metalúrgica. Objetivo principal aqui é indicar que reside na ferramenta FMEA uma possibilidade de melhorias e de transformação, evidenciando e justificando desse modo a importância de se aplicar qualitativamente materiais e métodos, visando à melhoria, aplicação e inovação de determinados produtos.

Sequenciando com os capítulos, no segundo será vislumbrada uma revisão bibliográfica, onde se discutirá a estruturação e o desenvolvimento de produtos, a constituição dos padrões que seguem a classe em fases e revisões de fases, o conceito de protótipo e projeto, assim como a abordagem das ferramentas utilizadas no estudo de caso como FMEA, *Ischikawa* e *Brainstorming* e o processo de suas aplicações.

No terceiro capítulo analisar-se-á através do estudo de caso e o levantamento e coleta de dados históricos da empresa todo o processo de melhoria do produto, para isso retomar os problemas principais é um imperativo, para tal ver desde a formação de equipe até a aplicação das ferramentas seguindo a literatura e os passos para a melhor aplicação é consensual como a melhor alternativa localizada para a solução dos problemas apresentados.

O capítulo quatro ajeita os resultados e discussões que forma fundamentizados através do estudo de caso, despontando as chances de melhoria identificadas, as vantagens e respectivamente as desvantagens da aplicação de tais ferramentas empregadas no produto otimizado e na realimentação do mesmo.

No último capítulo são apresentadas considerações finais, o que não significa um esgotamento do assunto, mas uma previa para replicação de dados e aprofundamento, acentuando a importância da temática tratada, do estudo em questão, mostrando a importância de se aplicar ferramentas nos processos de melhoria de produtos.

1.6 Metodologia

Para a realização da pesquisa presumiu-se que ao partir de uma metodologia de ordem qualitativa, com levantamento bibliográfico, era o caminho mais coerente para fundamentar as considerações tangidas, rebatidas no escopo do presente, na lógica qualitativa é de se vislumbrar que a teoria nos permite compreender melhor as posições defendidas, pontos de divergências entre autores, identificando assim dados expostos, a pesquisa bibliográfica nos possibilitará elaboração hipóteses, discussões e levantamento de possíveis soluções e o mais importante é um produto incompleto, passível de replicação.

Fora, examinadas as seguintes fontes; jornais, revistas eletrônicas, sites de domínio público, Livros, sites e simpósios com os descritores: método de desenvolvimento do produto. Qualidade FMEA.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será abordada toda revisão literária necessária para a realização do estudo de caso, serão apresentados termos e conceito essenciais como: desenvolvimento de produto, qualidade, conceito de ferramentas aplicação da FMEA, também constarão ferramentas que complementam o FMEA como o Brainstorming e o diagrama de Ishikawa.

2.1 Conceito de Desenvolvimento do Produto

Para Faria et al (2008) para inúmeras indústrias, a materialização de esforços, sua solidificação para o desenvolvimento de novos produtos é um fator crucial, extremamente necessário para que as empresas possam permanecer competitivas no mercado.

O desenvolvimento e a entrada de novos produtos, ramos e comércios além dos que já estão em evidencia atuam alimentando a perspectiva das empresas unirem, somarem esforços, ampliando o raio de atuação e participação no mercado, o que tende a levá-las ao aperfeiçoar aumentando de tal forma sua lucratividade e rentabilidade.

Segundo Machado et al (2007, p. 48) o desenvolvimento do produto satisfaz a uma cadeia de atividades organizadas cujo o objetivo é transformar um conceito de produto em um produto acabado, tangível que comece caminhar tendo chance de mercado, o mesmo ainda conclui que isso se formaliza com a produção, comercialização e entrega do produto como citado no artigo de Ulrich e Eppinger, 2000.

No processo de desenvolvimento de um produto, além do fluxo de materiais existe também a informação, a rotulagem. Se aceitarmos que o produto básico no procedimento de desenvolvimento de produtos será a informação, então deverão ser considerados todos os tipos de informação que existem nesses processos (MACHADO et al., 2007)

2.2 Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP)

O PDP tem sido abundantemente estudado e debatido, isso por conta da necessidade que as empresas vêm apresentando por estar em equivalência geral com as configurações de concorrentes no mercado atual, que incide que a concorrência é cada vez maior.

O PDP pertence por natureza e essencialidade ao mercado competitivo, o fato dos clientes buscarem produtos eficientes, com máxima qualidade é ponto chave para empresas estarem atentas as necessidades individuais de seus clientes, o que leva o mercado a perceber características que se diferem quanto às necessidades estabelecidas por meio de uma cadeia constante de sobrevivência, que ainda não se encontra totalmente definida dentro das organizações.

Conforme Castilho Jr (2009, p.23) apud Cooper (1993) o desenvolvimento de um novo produto é algo muito perigoso, inconstante, mas ainda representa o passo mais importante e significativo, que engloba esforço de uma corporação moderna.

E é guiado por essa necessidade imperativa de desenvolver o novo, criar uma nova marca ou até mesmo fazer o produto de forma diferenciada, que o PDP se torna fonte de inesgotáveis considerações.

No entanto Rosenau (2000) define que o foco comum para o PDP se centra na produção um novo produto, que tenha um serviço diferenciado, atendendo as necessidades da clientela com rapidez e agilidade. Para o autor, isso somente será possível se houver uma frequência de demanda que possibilite a adaptação aos meios e recursos dentro da organização, flexibilizando assim todo o processo produtivo, aumentando a gana de competir com o inesperado.

Conforme visto na literatura são sugeridas diferentes metodologias para o desenvolvimento de novos produtos, incumbindo às empresas de localizarem e se apropriarem daquela que lhe aprouver, ou que melhor se adapte as suas particularidades.

Concluindo este item os novos produtos são que compõem a empresa, são força motriz, a mola propulsora de uma empresa, e carregam consigo o papel de conserva-la em um ritmo pleno de desenvolvimento, lidando com as adversidades e os riscos que se encontram em qualquer percurso.

2.3 Fases do Processo de Implantação do Produto.

De acordo com Montgomery e Porter (1998 apud Faria et al 2008), o mercado está cada vez mais competitivo, e o nível de exigência cada vez maior, o que define a necessidade de um estudo mais abrangente, eficaz com aplicação de uma metodologia que venha se adequar as carências enfrentadas, tendo um estudo efetivamente comprometido, sério e eficaz sobre a metodologia do desenvolvimento do produto os riscos e os intervalos que compõem esta atividade são minimizados.

Cada corporação é única e utiliza o seu próprio processo de desenvolvimento de produtos. Determinadas corporações decidem um procedimento conciso e particularizado, enquanto outras indústrias tem técnica com pouca estruturação (TAKAHASHI & TAKAHASHI, 2007).

Colângelo (2001) apud Higashyno (2008, p.22) pensando particularmente nos processos de desenvolvimento de produtos propõe um modelo de implantação composto por quatro fases:

- Planejamento: elaboração do plano de execução, definição das pessoas e dos equipamentos necessários;
- Desenho da solução: desenvolvimento de como o sistema deve operar para que atinja os objetivos desejados;
- Construção: a parte em que o sistema é instalado e configurado;
- Testes e Implantação: fase final no qual os usuários passam a interagir com o sistema e este inicia suas atividades;

Para o autor, o estudo da viabilidade, a escolha do produto e do parceiro faz parte do processo de Pré-Implantação. (COLÂNGELO apud HIGASHYNO 2001, p.22).

Conforme Bornia; Lorandi (2008, p. 37-38) em estudo de Cunha, Buss e Avancini (2001): os processos de desenvolvimento exigem qualidade, flexibilidade e integração, os autores postulam que:

As indústrias passaram a ter seus sistemas de produção baseados em três elementos fundamentais, com a finalidade de alcançarem os níveis mínimos necessários de produtividade. São eles:

- a qualidade, que inclui os atributos do produto e do processo, isto é, na busca dos atributos de qualidade do produto, a fim de que atendam às necessidades do consumidor-alvo;
- a flexibilidade, que compreende o perfil de produtos customizados bem como do sistema produtivo implicado. A flexibilidade se acentua, principalmente, a partir da necessidade de customização de produtos, em que o processo produtivo e a cadeia de suprimentos necessitam se adequar para atender a demanda por diferentes produtos e modelos; e
- a integração, que envolve a relação entre homens e máquinas, além da relação interfuncional e intercompanhias, viabilizadas pelo fluxo de informações circulantes. (BORNIA, LORANDI, p.37-38, 2001)

De acordo com Bornia; Lorandi (2008, p.37-38) os três níveis citados por Cunha, Buss e Avancini (2001) têm implicações diretas no Processo de Desenvolvimento de Produtos, uma vez que as determinações da produção se iniciam no desenvolvimento. No que diz respeito à integração é visto que a mesma é uma necessidade natural do PDP, pois não se pode imaginar desenvolver novos produtos sem o envolvimento interfuncional, isto é, entre os diversos departamentos ou funções que compõem a empresa e intercompanhias, no sentido de envolver tanto os fornecedores, como os revendedores que formam a cadeia de suprimentos.

Compreende-se assim que o PDP tem feito diferença na concorrência da empresa e de seus produtos em longo prazo, pois se encontra diretamente relacionados com partículas que modificam e efetivam uma análise não somente individual das particularidades da unidade, mas engloba um plano totalitário aonde a qualidade vem em primeiro lugar.

2.4 Protótipo e Projetos

2.4.1 Desenvolvimento do Produto/Projeto

De acordo com a definição apresentada acima, que acenam para a importância do PDP, agora o que será focalizado é a validade da representação ótica da empregabilidade do método de PDP.

Mostrar-se-á as extensões fundamentais de um PDP na máxima de suas potencialidades. O modelo nas considerações de Ravazi (2014) é desenvolvido para ser detalhado o que permite um ajustamento a maior parte dos fatos experimentados, servindo, por conseguinte, de apoio para as investigações e interferências práticas. Não se trata de algo acabado, ou uma receita mágica, mas de um elemento que sofre constantemente modernizações e aperfeiçoamentos visando atender a determinados contextos como indústrias e tipos de PDP característicos.

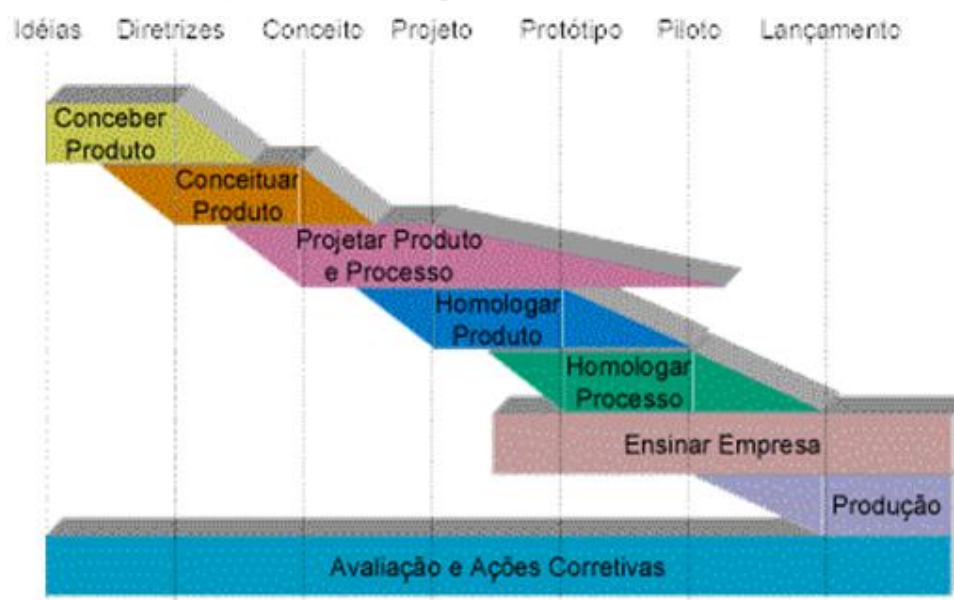
As aplicações são o baldrame para os trabalhos segundo este espectro do PDP, ele se torna inabalável no campo da pesquisa, por assessorar a conexão dos componentes de um determinado grupo, que tem nuances, o que fomenta o uso de informações motivacionais em áreas características. Pode do mesmo modo ser usado em influências

práticas como modo para um levantamento diagnóstico do PDP e de produtos existentes. Este padrão é um dos métodos fundamentais das relações existentes sobre o PDP. Estes são como panoramas que ficam sobrepostos em novas configurações de instrução do PDP que serve de apoio, e base de análise no julgamento de soluções existentes para aplicação e utilização deste método (RAVAZI, 2014).

Segundo Ravazi (2014) este padrão procura um aspecto nas fundamentais extensões de um método de negócio envolvendo considerações, planos de ação e discussões sobre coordenação de dados e meios, noção, soluções e rapidez.

As atividades a serem desenvolvidas de acordo com o método são compostas por fases conforme indica a figura abaixo.

Figura 1- Nível de representação do Modelo de Referência.



Fonte: Ravazi (2014)

Conceber Produto é a primeira fase do PDP, é um momento que vem dar seus primeiros passos com ideias e informações conseguidas no mercado, indo a campo, destacando, pesquisando, e até mesmo encomendando pesquisas.

As indicações de projetos, formalização de novos produtos, são partículas montadas através da retirada de amostras aleatórias das pesquisas, onde as informações são consideradas como fonte de sopesa, avaliadas com a técnica de Análise de Atratividade, englobando conceitos que vão ao encontro de análise do valor, fatores de via mercadológicos, acompanhamento e nivelamento de estratégias competitivas.

Dialogar sobre as necessidades é o caminho mais eficaz, pois é a partir daí que de acordo com Ravazi (2014) “as discussões seguem para aprovação de uma das propostas, um grupo misto de pessoas que determina as metas deste produto”

A segunda fase, uma etapa não menos importante é a conceituação do produto que consiste basicamente em alicerçar e complementar as diretrizes que foram obtidas através da pesquisa feita anteriormente, expondo uma significação particularizada das propriedades técnicas do produto.

Esta atividade para Ravazi (2014) é exercida por um time multifuncional que tem um elo estreito com a qualidade que gere um determinado processo, que possibilita a análise de um projeto, gerenciado através da ação do marketing; sendo conduzidos pelo por um trabalho guiado, norteado pela filosofia de engenharia simultânea, que recebe apoio estrito de sistemas como o *workgroup computing*, com procedimentos como QFD (*Quality Function Deployment*) estruturas que sofrem desdobramentos com as indigências dos clientes, tendo como foco principal características técnicas a serem satisfeitas pelo produto.

Projetar Produto e Processo é a terceira fase onde todo conhecimento é dominado por um sistema PDM (*Product Data Management*), tem ação conjunta de análise, levantamento de limites e possibilidades, autonomia, qualidades, onde se avalia os gargalos da ampliação, que merecem acompanhamento, indicando, acenando se existe a possibilidade de serem seguidos planos com maior cuidado, destacando-os de acordo com sua importância no gerenciamento dos projetos.

No fim desta etapa de aprimoramento incidem-se reuniões para avaliar as possíveis falhas do plano e processo, aplicando-se a técnica de FMEA (*Failure Model and Effect Analysis*). Ao término desta fase são realizados todos os detalhes do projeto, equivalendo a, diagnóstico do andamento de processo, croquis de produção, de verificação, classificação de ferramentas, metodologia de qualidade, etc. (RAVAZI, 2014).

A quarta etapa consiste em cunhar um produto onde precisam ser decididos nesta fase, diversos métodos como um fluxograma de prova do produto, um nível de processamento do protótipo, níveis de controle para o protótipo, os materiais a serem adquiridos e adequados para sua implementação, os empregos externos para a sua edificação.

A etapa conseguinte irá evidenciar quais são as atividades desempenhadas, e para tal essas atividades seguem um modelo dotado de prescrições, planejamento, para

direcionar as fases posteriores que são a instalação, acomodação do protótipo, realizando ainda testes, levantamento e replicação de estimativas.

É realizada neste passo a aplicação metodológica do plano de experimentos, instituindo ao término um balancete dos testes conseguidos. Com baseamento neste documento e as propensões presumíveis dos erros encontrados durante o a projeção produto é que a ferramenta FMEA entra em jogo, finalizando o produto para homologação, instaurando e acompanhando as diretrizes ditadas, através de uma avaliação constante sistemática, para que se verifique a possível aprovação do produto.

Com o protótipo consagrado, partir-se-á para a sujeição de um fluxograma interno da fundação do produto na empresa, onde são tracejados, esboçados os planos de montagem, detalhando ainda o planejamento de controle, medindo os índices de capacidade constantemente.

Durante o lote piloto são aferidas e ponderadas as falhas do procedimento de fabricação e adotam-se as medidas pertinentes e cabíveis para eliminá-las. Estas falhas são cotejadas, conferidas com aquelas preditas no FMEA de processo e é medida a eficácia das ações corretivas que foram empregadas, ressalvando que essas são fruto desta análise, determinando novos índices de risco. Ao final deste esforço o processo é homologado em reunião com toda a equipe.

A fase de acabamento e finalização aposta na lição da empresa, lidando com a consistência de diversas atividades, com a finalidade de imprimir as informações sobre o produto e os processos que estiveram envolvidos desde a primeira fase para os demais ramos e espaço da empresa, movimentando uma análise profunda para avaliação crítica do desenvolvimento do produto, o que acarreta uma melhoria contínua na de produção processual de desenvolvimento de produto.

As fases conseguintes englobam uma gama de conhecimentos e a junção de esforços, visando a conservação e o preparo de manuais de manutenção, catálogos para vendas, acompanhamento, qualificação através de palestras, seminários, cursos voltados as áreas de marketing, vendas, assistência técnica, planejamento e fabricação, com a finalidade fundamental de preparar terreno para divulgar e amplificar os conceitos e características do novo produto, contando com ajuda bem-vinda e presente dos sistemas de informatizados, que aplicam software de apoio que acarretam um aumento nas vendas.

Conglomeradas estas atividades acercar-se a conclusão dos esforços desempenhados no desenvolvimento do produto. Os principais envolvidos com o

processo (Coordenador, diretoria e o pessoal de desenvolvimento) tem ainda a responsabilidade de se reunir para que se possam justos estar em posicionamento de justapuserem uma avaliação crítica, através do acúmulo de experiências geradas com este desenvolvimento (segundo o conceito de *learning enterprise*).

É no sopesar a execução das diretrizes iniciais, habituando-se e se familiarizando com os pontos críticos relatados, com os eventos problemáticos, pontos fortes e fracos descritivos, listagem de competências empregadas que as ações de melhoria segundo Ravazi (2014) complementam “Os recursos utilizados que são compostos de um conjunto de: conceitos / filosofias; técnicas / métodos; ferramentas / sistemas”.

2.4.2 Protótipo

De acordo com Eysenk e Keane (1990) apud Lima (2010, p. 116), a Teoria de Protótipos foi empregada para demonstrar, explicar as dificuldades que são postas por meio do ponto de vista de definição de atributos, esclarecendo até mesmo os padrões de apoio da teoria, sobre isso Lima (2010) argumenta que:

O começo básico deste padrão apoia que o grupo é constituído em volta de protótipos principais. Um componente é estimado como elemento de um conjunto não por se ter sabedoria se ele tem uma determinada qualidade ou não, mas por se analisar o quanto são os tamanhos desse item se chegarem às extensões perfeitas para ele. (LIMA, 2010, p.116).

Urich; Eppinger (2000) notam que existem quatro finalidades que se aplicam no protótipo: Aprendizado, onde é desígnio responder perguntas sobre desempenho ou viabilidade: Exemplificando um pouco melhor, quesitos como modelação, teste de ideia, perfeita comunicação, carisma, empenho e desenvoltura na demonstração de um dado produto, agilidade para acolher opiniões, mecanismos que interem e integrem a combinação de subsistemas na modelagem do sistema, podemos citar os padrões alfa ou beta.

Objetivo para desenvolvimento do planejamento da equipe deve sempre acreditar nas unidades do conjunto, o primeiro elemento que se viabiliza é o testar do protótipo físico, que ajuíza para importância dos elementos em que deve haver foco, análise constante, simulação de mecanismos, conforme se apresenta na figura abaixo.

Figura 2 – Tipos de Protótipo



Fonte:Urich; Eppinger (2000)

Segundo Urich; Eppinger (2000) o Protótipo Físico é dotado de significações que sempre estão tangivelmente próximas ao produto. Já para Urich; Eppinger (2000) em linhas gerais o Protótipo Analítico segue um padrão matemático do produto, exibindo apenas um comportamento modelado. É fatídico que a importância de tais é inegável, mas os protótipos do método analítico, comumente oferecem mais liberdade.

Os Protótipos Focados planejam determinadas qualidades do produto, respondendo aos questionamentos e as demandas específicas de uma área, balizando investigações específicas sobre o projeto do produto, esse são ordinalmente imprescindíveis á diversos protótipos.

Já o Protótipo Completo para Uric e Eppinger(2000) vem complementar muito ou todos os atributos do produto. Oferece oportunidades para teste rigoroso. Geralmente melhor para marcos e integração.

2.5 Ferramenta Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Análise dos Modos e Efeitos das Falhas

De acordo com Toledo; Amaral (2014, p.1) a metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA é proveniente da língua inglesa (*Failure Mode and Effect Analysis*), é um instrumento que procura, em princípio, evadir, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, para que não ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. Este é o objetivo basal deste instrumento, portanto, pode-se proferir que está com seu emprego, abrindo as oportunidades do produto ou procedimento fracassar durante sua operação, procurando incluir e somar a confiabilidade, o que resgata acompanhamento da probabilidade de falha do produto/processo.

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), mais especificamente NBR 5462 (1994), adota a sigla procedente do inglês FMEA, traduzindo-a como: “Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos”. Observa-se que a norma regulamentar utiliza a terminologia pane para propagar falha. Ainda segundo a norma, o FMEA é um método de pesquisa qualitativo, sua análise é dotada de confiabilidade, envolvendo parte a parte as possíveis falhas que possam existir, determinando de tal modo os efeitos e falhas sobre outros itens o e sobre a função específica do conjunto. NBR 5462 (1994)

O FMEA é uma das ferramentas mais em termos de competência e ajuste, ele auxilia na prevenção de dificuldades, erros, visando a construção da identidade, ao se tratar de custos é excelente, sua dinâmica é de baixo custo. Palady (2004, p.12) cita que ele é: “é a oportunidade do Engenheiro de identificar no seu projeto as possíveis falhas que talvez não tivesse sido considerada”.

É válido aclarar que método FMEA foi desenvolvido de acordo com Pfeifer apud Costa (2011) pela NASA, em meados da década de 1960, e sua aplicação principal ocorre na análise de processos, seguindo em concordância cinco fases respectivamente:

- 1) organização (definir equipes e cronograma);
- 2) preparo do conteúdo (determinar etapas do processo produtivo a ser analisado);
- 3) análise propriamente dita;
- 4) interpretação dos resultados;
- e 5) avaliação da eficiência das ações corretivas implantadas. (PFEIFER, 1994 apud COSTA et al, 2011, p. 766).

Segundo Toledo. Amaral a metodologia é cabível por se aplicar tanto em nível de projeto quanto em nível de produto, sendo que no nível e produto se consideram as falhas que são advindas do projeto, indicando que:

Esta metodologia pode ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. as etapas e a maneira de realização da análise é a mesma, ambas diferenciando-se somente quanto ao objetivo. assim as análises FMEA's são classificadas em dois tipos: FMEA DE PRODUTO: na qual 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 decorrente do projeto. É comumente denominada também de FMEA de projeto. FMEA DE PROCESSO: são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto. Há ainda um terceiro tipo, menos comum, que é o FMEA de procedimentos administrativos. Nele analisam-se as falhas potenciais de cada etapa do processo com o mesmo objetivo que as análises anteriores, ou seja, diminuir os riscos de falha. (TOLEDO e AMARAL, 2014, p.1).

O FMEA é de extrema relevância, tem vida produtiva, ele deve ser usado, analisado e validado em todas as etapas de projeto e na construção de um determinado produto ou sistema (ideação do projeto, produção, etapas de experimentação, utilização de equipamentos) como demonstrado na figura 3 abaixo.

Figura 3 - FMEA no ciclo de vida de um produto



Fonte: <http://www.aedb.br/seget/artigos12/551691.pdf>

Para Roos et al (2007) os erros determinantes mesmo com apoio do FMEA estarão em um ranking, sendo eles a máxima prioridade, a partir deles se demanda os

níveis de melhoramentos a serem empregados. Determinando índices críticos, atônitos dos modos de falha, esse levantamento é realizado com base em três índices;

Que são o índice de rigor dos resultados do caráter de erros, o identificador de episódio das causas dos modos de falha e o índice de detecção dos motivos de erro, empregando o procedimento habitual da ferramenta, a multiplicação destes três identificadores, que tem linha graduada de 1 a 10, vai resultar no *Risk Priority Number* (RPN), que será responsável pelo ranking das falhas. (ROSS et al, 2007, p. 30)

Conforme apresentado a metodologia em questão permeia todas as etapas do desenvolvimento de um projeto, FMEA de produtos, de projetos, permitindo-nos uma análise dos riscos potenciais, falhas, rotulagem, e ao finalizar ainda é apresentável os três índices de falhas situados na citação acima, o que coloca em evidencia o caráter minuciosos da ferramenta.

2.6 Processo de implantação da FMEA

Toda utilização da ferramenta FMEA deve seguir etapas que segundo o autor Silva et al (2013) são muito importantes para o sucesso da utilização do FMEA, essas etapas envolvem questões como o desígnio e suas definições, diagnóstico, que possibilita intercessão, organização dos grupos de trabalho, etapas que estão listadas e descritas logo abaixo.

2.6.1 Planejamento

A etapa do planejamento é almejada desde o início, quando se faz o esqueleto do projeto, porem em muitos casos ela não se solidifica, é exigida competência empenho, e acima de tudo emprego adequado do método, para que os caminhos se abram e as possibilidades surjam. A aplicação da metodologia sem duvida envolve inúmeros quesitos e fatores, dentre elas Silva et al(2013) apresenta a definição dos desígnios, concepção de grupos de trabalho, programa de reuniões, preparação da documentação.

A Definição dos desígnios e alcance do diagnóstico: mostram sem delongas quais artigos serão avaliados, que tipo de metodologia irá ser empregada para que haja uma compatibilidade entre níveis de aprimoramento e avaliação constante.

Nas etapas subsequentes temos a concepção dos grupos de trabalho, envolvendo a definição das pessoas que irão compor o grupo, um número que não é demasiadamente grande, com um máximo de 6 indivíduos, cabendo a multidisciplinaridade.

Feito isso e tendo definido o grupo a próxima etapa é a das reuniões, elas devem ser diretivas, onde todos tenham oportunidade de apresentar ideias e pontos de vista, precisam ser marcadas com antecedência, contando com a concordância de todos os membros, o que evita interrupção. Finalizando o ultimo passo é a Preparação da documentação, onde pontos positivos e negativos são considerados.

É instrucional que seja apontado de forma mais didática como se forma o FMEA, tipos de processo para tal tarefa o quadro abaixo deixa claro as funções e especificidades, próxima fase é o preenchimento de um formulário que se encontra na segunda figura.

Quadro 1 - Documentos necessários para a análise FMEA

FMEA DE PRODUTO	FMEA DE PROCESSO
•Lista de Peças;	• Lista de peças;
• Desenhos;	• FMEA de produto da peça
• Resultados de Ensaios;	• Desenhos de fabricação;
• FMEA´s de produtos similares;	• Planos de inspeção;
• FMEA´s já realizados para o produto	• Estatísticas de Falhas do processo; • Estatísticas de Falhas do processo; • Estudos de capacidade de máquina.

Fonte: Toledo; Amaral (2014, P. 8)

2.6.3 Avaliação dos riscos

A etapa de avaliação dos riscos é muito importante, pois são determinados juntamente com todo o grupo os marcos identificadores de severidade (S), ocorrência (O) que vem da análise e a verificação que irá detectar (D) as principais causa de falha, adotando para cada causa de falha, os critérios já foram antecipadamente determinados. Posteriormente são levados em computo os níveis de preferenciais que podem calhar em de risco (R), por meio da multiplicação dos outros três índices.

Quadro 2- Classificação de Severidade.

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente não compreende ocorreu erro
2	Pequena	Ligeira degradação no papel com leve aborrecimento do cliente
3	Pequena	Idem acima
4	Moderada	Degradação expressiva no papel de uma regra com aborrecimento do cliente
5	Moderada	Idem acima
6	Moderada	Idem acima
7	Alta	Sistema para de trabalhar e amplo aborrecimento do cliente
8	Alta	Idem acima
9	Muito Alta	Idem ao anterior, entretanto afeta a segurança
10	Muito Alta	Idem acima

Fonte: (Próprio autor, 2014)

Quadro 3 – Classificação de Ocorrência

OCORRÊNCIA			
Índice	Ocorrência	Proporção	Cpk
1	Remota	1:1.000.000	Cpk > 1,67
2	Pequena	1:20.000	Cpk > 1,00
3		1:4.000	
4		1:1.000	
5	Moderada	1:400	Cpk < 1,00
6		1:80	
7		1:40	
8	Alta	1:20	
9	Muito Alta	1:8	
10		1:2	

Fonte: (Próprio autor, 2014)

Quadro 4 - Classificação de Detecção

Índice	Detecção	Critério
1 2	Muito grande	Certamente será detectado
3 4	Grande	Grande possibilidade de ser detectado
5 6	Moderada	Provavelmente será encontrado
7 8	Pequena	Possivelmente não será encontrado
9 10	Muito pequena	Certamente não será encontrado

Fonte: (Próprio autor, 2014)

Para verificar os índices de capacidade a liberdade de escolha é algo a se considerar, um a um, os elementos vão sofrendo verificações. A reunião de todos os membros deve acoplar a demanda, é bom postular que quando os membros forem verificar um indicador, os outros não devem ser avaliados, o passo a passo faz toda a diferença, o acúmulo de tarefas não é em nada produtivo, a estimativa de cada indicador é livre.

No caso específico da FMEA de produto é indicado a utilização dos índices de capacidade da máquina, (contador) para se determinar o índice de ocorrência.

2.6.4 Melhoria

Neste passo o grupo, concentrando os subsídios, e informações, usando habilidade criadora e também distintas fontes de tecnologias como *brainstorming*, classificam o conglomerado de todas obras e ações que apresentam a aptidão de ser impetradas para amortecer os riscos. Estas medidas podem ser: Graus de precaução integral ao tipo de falha. Medidas de prevenção total de uma determinada causa de falha. Comedimentos que inibem a episódios de falhas. Avaliações que restrinjam a consequência do tipo de falha. Medidas que crescem a expectativa de investigação do tipo ou da causa de erro.

Estas ponderações são atendidas quanto a sua viabilidade, equivalendo a medidas determinadas as que serão inseridas. Um jeito de se efetivar-se o comando do produto destas medidas é pelo próprio formulário FMEA por meio de colunas onde ficam armazenados os

comedimentos sugeridos pelo grupo, nome do responsável e prazo, medidas que foram realmente tomadas e a nova avaliação dos riscos.

2.7 – Qualidade

De acordo com Mesquita; (2003) o melhoramento da produção deve ser tratado de maneira completa, o que permite balanceamento, sensatez e coerência dos princípios técnicos e sociais. Isso rege o comprometimento de desempenho em assinaladas áreas e à importância de exteriores como capacidades e motivação.

Para as organizações conservarem-se no mercado é uma premissa, gênero de primeira necessidade, isso não satisfaz apenas criação de novos produtos e serviços, mas também vem aperfeiçoar os produtos já existentes para que os próprios sejam capazes de concluir e acatarem as necessidades dos clientes, ofertando qualidade com menor custo possível.

São muitos os instrumentos utilizados para aferir a manutenção da ordem da qualidade de um produto como, dentre eles podem constar, Gráfico de Pareto, Carta de controle, PDCA, e para o estudo de caso realizado vamos abordar o conceito das ferramentas Brainstorming e Diagrama de Ishikawa.

2.7.1 – Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa para Slack (200) simplifica processos medidos como abstrusos considerando métodos mais simplistas e, por subsecutivo, ao mesmo tempo contidos. Este instrumento é um procedimento bastante dinâmico na investigação das genealogias do problema (SLACK, 2009).

O diagrama de Ishikawa, de acordo com Werkema (1995 apud Holanda; Pinto 2009), é um instrumento empregado para apresentar a analogia existente entre o efeito de um processo, e as causas que tecnicamente possam afetar esse resultado. De acordo com Moura (2003), está é uma ferramenta benéfica para realizar um check-up dos procedimentos de modo que venha a identificar as prováveis causas de um problema.

O identificador de causas localizadas pode ser bastante amplo. Estas podem ser compartilhadas em subdivisões ou linhagens de causas. De acordo com Campos (1999) apud

Holanda. Pinto, 2009), são elas: máquinas, meio ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra, conforme ilustrado no diagrama da figura abaixo.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6M



Fonte: Campos, 2004.

Uma forma de identificar as possíveis causas do problema investigado é a realização de *brainstorming*, que envolve o grupo em geral realizando uma discussão sobre as ideias principais, como a expressão indica é uma tomada onde há uma explosão de ideias.

2.7.2 - Brainstorming

Esse instrumento, de acordo com Godoy (2001), é uma atitude, um modelo em que existe a geração de novas ideias comandadas pela disciplina, onde não verdades absolutas, mas sim diálogo como possibilidade de transformação de modificação.

Brainstorming é uma metodologia que encontra seu caminho no esquadramento de ideias, em suma, ela é proveniente da gênese de ideias. Se formos pensar na etimologia da palavra, sua procedência vem do idioma nativo da língua vernácula em inglês, a terminologia *brain* constitui cérebro, enquanto que *storming* significa tempestade. Se formos traduzir para norma padrão na língua portuguesa, a palavra com significado mais próximo e aprazível é uma “explosão de ideias” (Minicucci, 2001).

Diante do que foi considerado acima fica confirmada a importância e utilidade, tanto da construção do diagrama de Ishikawa para apresentação das causas de problemas, sua origem, quais meios de intervenção, método a ser tomado, assim como se deixa evidente a importância em realizar o *brainstorming*, na busca pela identificação destas causas.

Deste modo, tendo em vista como ocorre o desenvolvimento da inovação na teoria, buscou-se o entendimento de como esse processo ocorre na prática, condicionando relações inerentes em que teoria e prática se completem, sendo uma extensão da outra. Para que se torne possível compreender a fundo as questões apresentadas durante todo o trabalho realizou-se um estudo de caso em uma indústria metalúrgica, situada na cidade de Cafelândia, ponto este que será apetecido no item a seguir.

CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO

3.1 Histórico da Empresa

A Indústria Metalúrgica onde esta se realizando o presente trabalho fica localizada na cidade de Cafelândia, estado de São Paulo esta é uma empresa de renome que se mantém no mercado há mais de 30 anos. Ela é uma das referencias na cidade, pois, emprega boa parte da população, gerando cerca de 120 fontes de trabalho, o que a faz ser considerada uma das principais empresas da cidade.

Dentro deste grupo empresarial até o ano de 2005, existiam diferentes empresas, sendo especializado em gaiolas, em mata-insetos, porta-copo, porta toalhas e equipamentos de aramados. Dentre os clientes importantes da época havia uma empresa multinacional de grande porte.

No ano de 2006, o dono da empresa foi chamado pelo cliente, no caso a multinacional para que realizasse uma nova parceria, a proposta foi à criação de uma linha de montagem em que o segmento seria corte e estamparia de chapas. O pedido da multinacional foi atendido, através da terceirização de serviços, que produzir os produtos que eram solicitados.

Sendo assim, a proposta foi aceita e, no inicio do ano de 2006, a empresa foi fundada. Os sócios da empresa tornaram-se os responsáveis pela Indústria Metalúrgica possuindo cotas iguais de participação nos negócios, tendo o instrumento de contrato social devidamente registrado na junta comercial do Estado de São Paulo (JUCESP), estado de São Paulo Brasil.

A empresa, fruto da nova parceria, indústria metalúrgica foi construída em um espaço que já era de posse da propriedade do Grupo, logo no comecinho as máquinas foram repassadas e emprestadas por um companheiro que fazia parte de uma multinacional em comodato.

A partir do momento em que as máquinas chegaram elas foram organizadas, de acordo com os padrões que forma estipulados pela parceira da multinacional, as atividades de começaram, sempre visando à qualidade e atendimento prioritário ao cliente e suas necessidades, para isso funcionário experientes forma contratados não somente os da cidade, mas os de cidades vizinhas.

Nos anos de 2006 e 2007, com um grande crescimento potencial, e chances de crescimento no mercado, era chegado o momento da metalúrgica expandir, procurando o parceiro, isso se tornou algo possível, mas, com a condição de que continuassem sendo e tende atendimento prioritário, mesmo com o surgimento de novos clientes.

Assim, a partir daí a empresa passou a desenvolver também novos produtos e serviços como gôndolas, *chek-outs*, estantes metálicas e *displays*.

Tendo sempre em vista melhoria dos padrões de qualidade em seu processo produtivo como um marco diferencial no mercado, a empresa começou a estudar a possibilidade de adquirir a ISO 9001, procurando, buscando as ferramentas necessárias para a sua implementação.

Em de 17 de fevereiro de 2009, a empresa conseguiu sua certificação na ISO 9001:2008, seguindo todas as normas e diretrizes impostas, inclusive a reciclagem e o treinamento dos colaboradores.

No ano de 2008, antes de conseguir a certificação mencionada houve uma grande crise mundial que afetou todos os países, e crise foi sentida aqui, pois a multinacional fechou na cidade de vinhedos uma das indústrias existentes, o que causou uma grande preocupação por parte dos sócios da empresa, pelo fato de ser a multinacional uma das grandes responsáveis pelo faturamento bruto, cerca de 50% a mais de seu faturamento.

Perante os imprevistos a empresa se manteve procurando novos rumos, clientes e estratégias mercadológicas para enfrentarem de frente o problema, quanto aos sócios foram campeando novos nichos de mercado e novos clientes potenciais, mesmo com o fim das relações com a multinacional, a empresa, se reergueu no mercado.

A empresa está sempre buscando diferencial, é marca competitiva que conta agora com 120 colaboradores divididos entre os setores de produção, administrativo e engenharia – departamento responsável pelo desenvolvimento de produtos e recebimento de modelos de peças. No momento atual a Indústria Metalúrgica é a maior empresa do Grupo (em uma área de 8.000 m²) andando com suas próprias pernas, o que significa que ela é a maior responsável pela maior parte de seu faturamento.

3.2 Processo de Desenvolvimento de Produto da empresa

Atualmente o processo de desenvolvimento de produto desta Indústria Metalúrgica segue um roteiro cujo qual o cliente juntamente com o vendedor expõe, especifica suas

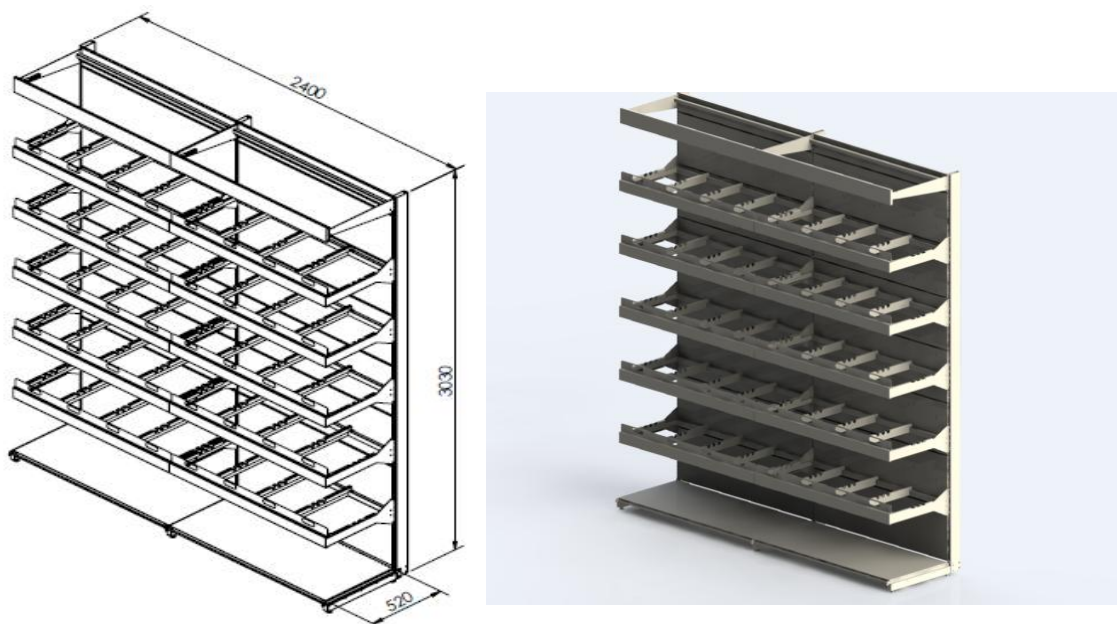
necessidades, o que direciona a compra de um determinado produto, após esse levantamento inicial eles esboçam o primeiro rascunho com o conceito que deverá ser adotado pelo projetista. Retornando á empresa o vendedor com o projetista desenvolve melhor esse produto criando um projeto e um desenho 3D para aprovação.

Após passada pela fase de aprovação um protótipo é feito, e posteriormente ele segue para fase de testes na empresa, em seguida um matriz segue para loja do cliente, o enviado diretor geral das lojas, analisa o mesmo para ver se é coincidente a aprovação, assim o produto é aplicados em todas as lojas existentes no país o tornando um produto padrão.

3.3 Produto a ser otimizado

A empresa metalúrgica onde o estudo de caso foi realizado fornece expositores para o setor de bricolagem, vende gôndolas, ganchos e expositores exclusivos, como expositor de fios e mangueiras, onde seu principal cliente do setor é uma multinacional que tem cerca de 30 lojas instaladas e espalhadas no Brasil. O produto de análise que passará por otimização é um expositor de fios e mangueiras utilizado em uma rede de lojas do principal cliente. A figura abaixo indica a forma que tem o expositor averiguado.

Figura 6 – Expositor de fios/mangueiras atual



Fonte: (Próprio autor, 2014)

O expositor de fios/mangueiras tem 3,03 metros de altura, 2,4 metros de comprimento e 0,52 metros de profundidade com capacidade de 40 rolos de fios ou mangueiras para exposição.

3.4 Imagem do produto atual perante o mercado

Após a aprovação do protótipo e adequação dele em todas as lojas de acordo com o modelo padrão (Figura 6) após alguns meses de uso os diretores do setor de jardinagem e elétrica da loja começaram a receber reclamações diversas vindas de funcionários e clientes que utilizavam do expositor reportaram essas reclamações à empresa metalúrgica. As reclamações foram as seguintes:

- Erro e demora na contagem do tamanho do fio e mangueira – Por ser um processo manual feito dentro das dependências da loja, os funcionários viram que era um processo que demorava alguns minutos, que eram suficientes para os clientes desanimarem da compra e ir embora, e quando compravam não ficavam satisfeito com metragem irregular e imprecisa.
- Corte do fio e mangueira com tesoura – trata-se de um corte manual feito a mão com uma tesoura, sem precisão exata, além de a tesoura estar sempre sumindo, o que aumentava ainda mais a demora no atendimento.
- Enrolamento manual fio/mangueira – Por se tratar também de um processo manual, os clientes e funcionário se sentiam desconfortáveis com a demora.
- Levar o rolo de fio/mangueira sem um suporte – Clientes faziam crítica da falta de um suporte para enrolar o produto, que o que iria facilitar o transporte, e também manutenção e o uso frequente do enrolamento em sua residência.

Todos esses problemas que foram relatados era um entrave, pois ocasionavam uma grande demora no processo de venda para um cliente fazendo com que outros clientes se irritassem e fossem embora insatisfeitos além de acabar ocupando mais de um funcionário da loja para diminuir essa demora.

Isso era um desperdício de tempo e funcionamento inadequado deixava o cliente insatisfeito, o que prejudicava as vendas e os fregueses.

3.5 Identificação das causas dos Problemas

Com a identificação dos problemas provenientes do enrolamento das mangueiras, corte impreciso que causava desperdícios de tempo, deixando o cliente impaciente e insatisfeito, a empresa após detectar as falhas e buscar as soluções resolveu-se tomar medidas cabíveis, procurando um estagiário de engenharia a fim de que os problemas fossem sanados.

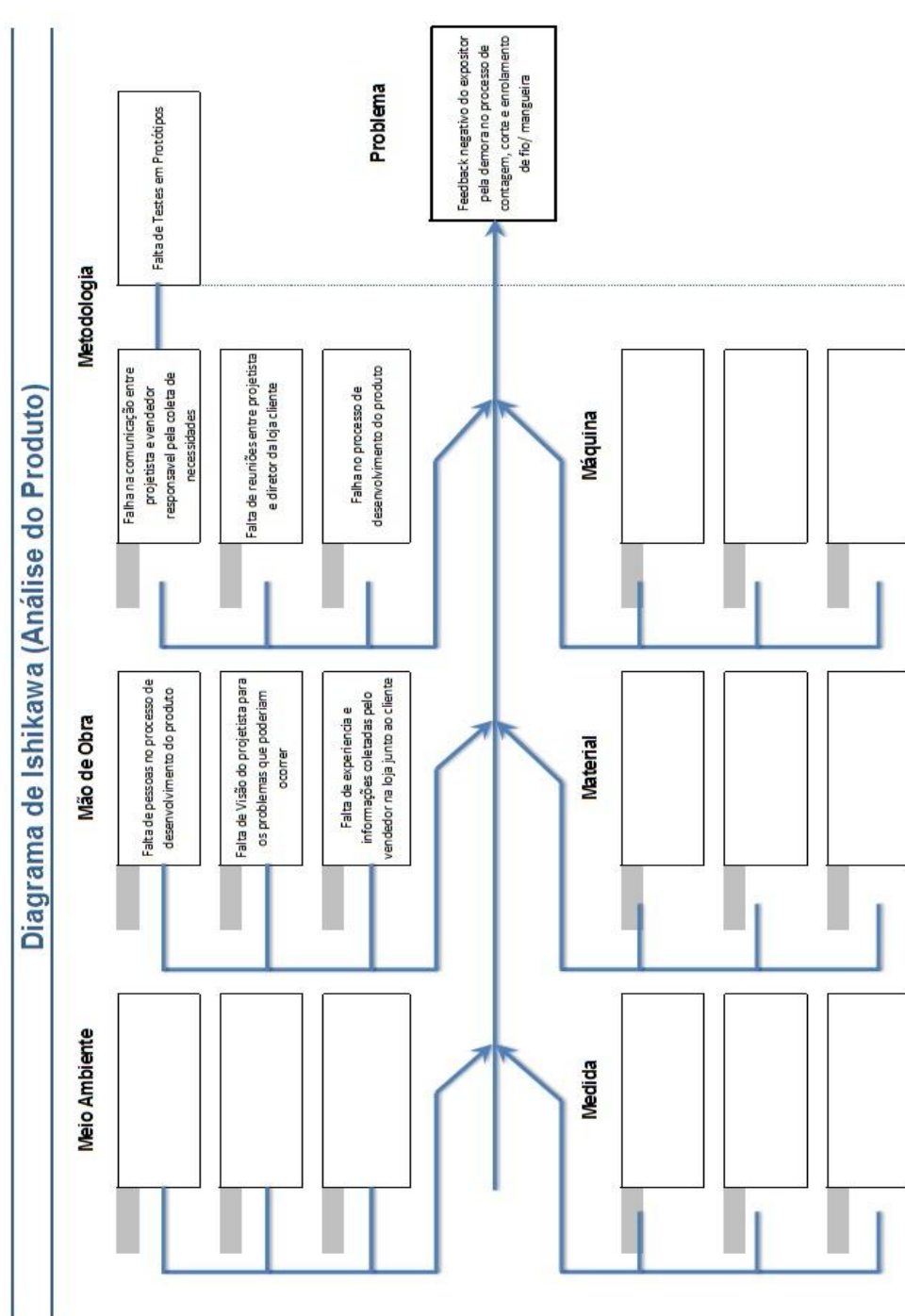
A primeira tarefa foi juntar uma equipe e definir os responsáveis pela execução dessa tarefa com um estagiário de engenharia de produção da empresa, sendo ele responsável pela coordenação dos trabalhos, com a equipe estipulada sendo multidisciplinar e multihierárquica, composta por quatro sujeitos de áreas distintas, projetista vendedores da empresa e encarregado da produção, os trabalhos foram iniciados.

Juntos reuniram todas as informações dos problemas enviados pelo cliente e dados do produto como projeto e desenho, para melhorar o trabalho de identificação foram proposta a utilização das ferramentas Ishikawa, Brainstorming e FMEA.

3.5.1 Diagrama de Ishikawa

Na análise do produto o Diagrama de Ishikawa buscou verificar a mão de obra, metodologia aplicada, os impactos ambientais, custos efetivos, isso é representado na figura que vem a seguir, uma diagramação do produto feito na empresa.

Figura 7 – Diagrama de Ishikawa feito na empresa



Fonte: (Próprio autor, 2014)

Já a tabela FMEA que vem depois do diagrama é mais completa e elaborada com toda a descrição do produto, da loja, causas de falhas, medidas a serem tomadas, ações de

melhoria, índices de ajuste, tornando mais eficaz o processo de construção de um novo produto.

3.5.2 Aplicação do FMEA

Com base no diagrama realizado e após uma reunião entre o projetista, vendedor da firma, estagiário de engenharia de produção e o encarregado da produção foi feita e preenchida uma tabela do FMEA, que verificou os problemas, funções do produto, soluções, ações recomendadas, ações de melhoria, através de uma reunião com a ferramenta “Brainstorming”, ou seja, discussão de inúmeras ideias, que mapeariam as saídas dos problemas.

Figura 8 – Tabela do FMEA Preenchida

Tabela FMEA - Análise do tipo e efeito de falha													
Nome do Produto: Expositor de Fios / Mangueiras		FMEA de Produto		FMEA de Processo		X							
Cód. Do Produto: 001													
Data: 04/06/14													
Folha n.º 1													
1	2	3	4	5	6	7			9	10			
						(S)	(D)	(R)					
Descrição do Produto	Funções do Produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha Potencial	Controles Atuais	(S)	(D)	(R)	Ações Recomendadas	Melhorias Implantadas	(S)	(D)	(R)
Expositor de Fios/ Mangueiras	Expor fios no setor de elétrica e mangueiras no setor de jardinagem para venda por metro	Erro na contagem do tamanho do fio / mangueira	Erro na metragem vendida ao cliente	Contagem manual	Não se aplica	6	7	3	Criação de um contador analógico	Criação de um produto opcional com todas as ações recomendadas juntas	1	2	4
		Demora na contagem do tamanho do fio / mangueira	Perda de clientes/ clientes irritados	Contagem manual	Não se aplica	6	10	2	Criação de um contador automatizado	Criação de um produto opcional com todas as ações recomendadas juntas	2	1	2
		Demora no corte do fio e mangueira	Clientes irritados e perca da tesoura	Tesoura soita no setor	Não se aplica	9	5	3	Tesoura integrada ao expositor	Criação de um produto opcional com todas as ações recomendadas juntas	1	1	1
		Demora no processo de enrolamento do fio/mangueira	Perca de clientes e clientes irritados	Enrolamento manual	Não se aplica	5	10	1	Automatização do processo de enrolação com um motor	Criação de um produto opcional com todas as ações recomendadas juntas	2	3	6
		Falta de praticidade ao levar o rolo de fio e mangueira	Clientes irritados	Falta de suporte para enrolar	Não se aplica	6	10	1	Criação de suporte para rolos descartáveis	Criação de um produto opcional com todas as ações recomendadas juntas	2	3	6

Fonte: (Próprio autor,2014)

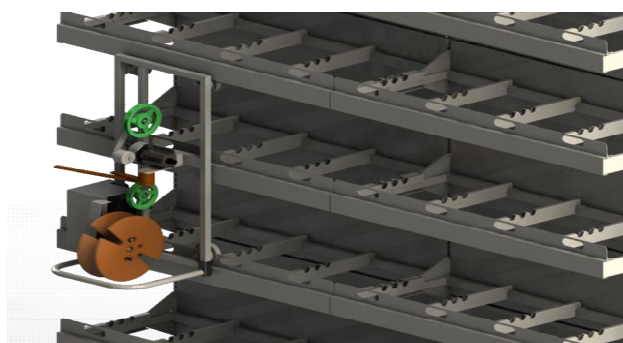
3.6 Resultados e Discussões

Com a análise do Diagrama de Ishikawa feito pelo grupo um projeto de otimização do PDP da empresa foi proposto e está sendo analisado pela diretoria para erradicação das falhas encontradas.

Após análise da tabela pelos integrantes dos grupos, vistas as necessidades foi imprescindível que se idealizasse um produtor novo, opcional, para atender as necessidades das lojas, funcionários e clientes, sendo após as discussões estabelecidas entre projetista engenheiro foi criado o expositor de fios e mangueiras, que seguiram um plano dinâmico no qual as falhas são solucionadas com apoio do mecanismo fabricado, agindo diretamente sobre as causas do problema, (corte no tamanho desproporcional, perda de tempo, desistência da clientela)

O resultado das reuniões com ferramenta “Brainstorming” e FMEA foi a criação de um Contador que enrola fios/mangueiras automatizado, esse produto fica no expositor entre duas longarinas com rodízio o permitindo movimentação entre os expositores, contendo um contador analógico, tesoura embutida, e um motor com suporte para rolos descartáveis de papelão ou plástico para o enrolamento automatizado.

Figura 9 – Contador opcional criado



Fonte: (Próprio autor, 2014)

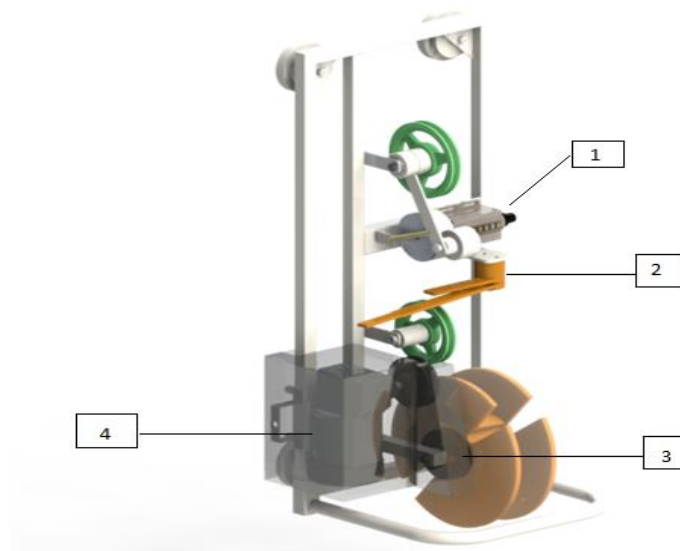
Após o mecanismo estar acionado e posicionado o produto juntamente com a mangueira ou fio escolhido, passa para as mãos do o funcionário responsável do algum colaborador do setor de jardinagem ou de elétrica que passa o fio/mangueira no contador, depois entre as roldanas e o encaixa no rolo descartável.

A etapa que vem depois, após estar encaixado é acionado um motor com um clique em um botão, que é automaticamente, é extremamente preciso, e dar a metragem escolhida

uma tesoura que esta embutida corta a mangueira, ou o fio, já enrolado, é retirado o rolo descartável e colocado um novo que serve de suporte, deixando o cliente satisfeito, enfatizando que as reclamações são praticamente nulas, e a qualidade garantida.

A seguir a figura 10 apresenta explicações para cada solução dos problemas é bem esclarecedora, indicando como cada mecanismo é acionado, e a função destes.

Figura 10 – Contador opcional para expositor



Fonte: (Próprio autor, 2014)

Solução de número 1 – Contador analógico – medida eficaz que leva a zero as falhas de verificação da metragem, equipamento ágil, perspicaz e preciso na hora da venda de contagem com fita métrica dando precisão e rapidez ao processo de venda.

Solução de número 2 – Tesoura embutida – acaba com as perdas de tesoura, diminuindo o risco de acidentes na hora do corte.

Solução de número 3- Suporte para rolos descartáveis – o suporte acaba com o problema de demora na hora de enrolar o fio ou mangueira, facilitando a venda e o transporte uso do produto pelo cliente seja em uma obra ou em sua residência.

Solução de número 4- Motor – Automatiza o processo de venda o deixando mais rápido, fácil e seguro, com precisão milimétrica o que deixa o cliente satisfeito, sem problemas apresentados os números de vendas podem subir, garantindo além de um atendimento eficiente, um produto de qualidade, com suporte que facilita as ações cotidianas.

Finalizando a aplicação das ferramentas envolvidas buscam uma melhora significativa nas vendas das lojas do cliente, com o novo produto, fruto da gestão de ideias de varias áreas do conhecimento foi possível levar em compute melhorias, satisfazendo as necessidades de nossos vendedores, que passaram a deixar mais eficiente seu trabalho e nível de atendimento, garantido segurança no processo.

CONCLUSÃO

Esse trabalho surgiu da necessidade de uma empresa em fabricar uma ferramenta que fosse eficaz minimizando os desperdícios e reclamações de insatisfação dos clientes, a loja vinha sofrendo perdas com desistências nas compras de mangueiras e foi pela demora e imprecisão de corte, o que afetava diretamente funcionários e a gestão que algo precisava ser feito. Tendo o problema delimitado buscar soluções tangíveis é o primeiro passo.

Para isso a empresa que é parceira reuniu uma equipe que avalia os riscos, prejuízos e tecem novas perspectivas, o FMEA que vai descrever o produto, suas funções, tipos de falha potenciais, causas, ações de melhoramentos, entendendo cada etapa como um conjunto indissociável desde a ideação até aplicação do produto é uma ferramenta importantíssima que vem sendo essencial no ramo empresarial.

Tão importante quanto seguir corretamente o processo de desenvolvimento de produto são as ferramentas de qualidade para controle e melhoria de um produto já existente, muito provavelmente se a ferramenta FMEA tivesse sido utilizada corretamente no processo de desenvolvimento de projeto do expositor esses problemas não apareceriam ou até mesmo o próprio produto opcional para contagem e corte criado posteriormente já estaria nas lojas fazendo parte do expositor.

Isso mostra e ratifica a importância das ferramentas de qualidade FMEA, Ishikawa e Brainstorming em um processo de desenvolvimento de um produto novo e na otimização de um já existente, trabalhando em grupo e seguindo etapas para a busca de falhas, idéias de melhoria e implantação dessas idéias sempre visando e buscando a satisfação do cliente.

Os mecanismos que foram empregados são frutos de muita análise e discussão para que se chegasse ao produto final, várias etapas precisaram ser pensadas e analisadas, um produto que vá ao encontro das necessidades individuais de cada unidade não nasce da noite para o dia, ele feito a base de muito dialogo, levantamentos de riscos, limites e possibilidades de trabalho.

Surtiram-se resultados positivos, deixando compensados os clientes, satisfeitos, os riscos se tornaram mínimos, o atendimento mais rápido, satisfaz a clientela que já não encontra problemas com suporte, ou corte inadequados.

REFERENCIAS

BORNIA, A.C; LORANDI, J.A. **O processo de desenvolvimento de produtos compartilhado na cadeia de suprimentos** Rev. FAE, Curitiba, v.11, n.2, p.35-50, jul./dez. 2008.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. Minas Gerais; INDG Tecnologia. 2004.

CASTILHO JR, L,R.M. **O detalhamento do processo de desenvolvimento de produtos integrado ao gerenciamento do processo de negócios (BPM)**, Curitiba, 2009. 159 p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade do Paraná, Curitiba, PR.

COSTA, C.C.M. et al. A aplicação do método FMEA e suas implicações no planejamento de uma microempresa rural: estudo de caso da Granja Oliveira. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.11, n. 3, p. 757-778, jul./set., 2011.

FARIA, A.F. et al. Projeto de produto: desenvolvimento do suporte para livros com luminária. **XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_073_520_12166.pdf Acesso em 10 jul 2014.

GODOY, M. H. P. C. **Brainstorming**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

HIGASHINO, A.Y. **Proposta de implantação de um sistema ERP em uma indústria metalúrgica**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo. 2008.

LIMA. GAB. Modelos de categorização: apresentando o modelo clássico e o modelo de protótipos. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.15, n.2, p.108-122, maio./ago. 2010.

MESQUITA M.; ALLIPRANDINI DH. **Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças**. GESTÃO & PRODUÇÃO, v.10, n.1, p.17-33, abr. 2003.

MINICUCCI, A. **Técnicas do trabalho de grupo**. São Paulo: Atlas, 2001.

MOURA, L. R. **Qualidade Simplesmente Total**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

RAVAZI, R. Aula. **Desenvolvimento de produto e projeto**. Curso de Engenharia de Produção. 2014.

PALADY, P.; FMEA - análise dos modos de falha e efeitos prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. Editora Brochura. 3 ed. 2004.

ROOS, C. et al. **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.

SILVA, A.Q. et al. **Proposta de implantação de FMEA em uma empresa de máquinas – ferramenta.** Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 3, n. 2, 2013, p. 30-41

SLACK,N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção;** Revisão técnica Henrique Corrêia, Irineu Giarezi. São Paulo: Atlas, 2009.

TAKAHASHI, S E TAKAHASHI, V., **Gestão de Inovação de Produtos,** Rio de Janeiro, Elsevier, 2007.

TOLEDO, J.C; AMARAL, D.C. FMEA - **Análise do Tipo e Efeito de Falha** GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade DEP – UFSCar. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf> Acesso em 29 jul 2014.

URICH K.T.; EPPINGER, S.D. **Product Design and Development** Capítulo 12. 2nd Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas Estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** vol. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995