

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Uma Proposta de Melhoria no Processo de Produção de uma
Indústria de Embalagens Plásticas sob a Perspectiva da
Análise de Falhas**

Camila Favoretto

TCC-EP-20-2011

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Uma Proposta de Melhoria no Processo de Produção de uma
Indústria de Embalagens Plásticas sob a Perspectiva da
Análise de Falhas**

Camila Favoretto

TCC-EP-20-2011

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Msc. Gislaine Camila Lapasini Leal

**Maringá - Paraná
2011**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Vanderlei e Amabile, por todo amor, carinho, apoio, confiança e renúncia.

AGRADECIMENTOS

Agradecer significa reconhecer a importância de outros em nossas conquistas e a partir disto, compreender que todas as nossas realizações são alcançadas com o auxílio de muitos.

Agradeço à minha orientadora Camila, pelas orientações, disposição e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço à minha família, especialmente, ao meu pai Vanderlei, à minha mãe Amabile, à minha irmã Calisa, à minha vó Antônia e ao meu tio Nilton, por serem minha maior inspiração e o maior motivo desta conquista.

Agradeço ao meu namorado Lucas, por todo amor, apoio, conselhos e paciência ao longo deste ano. Você me faz uma pessoa melhor, meu amor!

Agradeço às amigas de toda uma vida, Raissa, Marília e Mariana; e aquela que tive o prazer de conhecer nas “baladinhas” Bárbara, pelos inúmeros momentos de alegria e amizade. Nem sempre estamos juntas, mas nunca separadas. Eu amo vocês meninas!

Agradeço aos amigos desses cinco anos de faculdade, Karina por ser minha parceira de estudos e me agüentar em casa todos os dias; Larissa e Carol pelo companheirismo e os “corres” de todos os trabalhos; Adriana, Marilena, Rodrigo, Emerson, Márcio, Ivan, Walter, Lucas e Tales por tornarem as minhas noites sempre mais divertidas e por todos os momentos juntos.

Agradeço a Deus por sempre estar presente em minha vida.

RESUMO

O sucesso empresarial é constantemente almejado pelas organizações. A implantação de ferramentas da qualidade pode auxiliar na redução das não-conformidades do processo. É neste contexto que o presente trabalho apresenta uma proposta de melhoria no processo produtivo de uma indústria de embalagens plásticas sob a perspectiva da ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), aplicada especificamente no setor de decoração da mesma. Com o uso dessa ferramenta identificou-se os modos potenciais de falha do processo, suas causas e efeitos, de forma a contribuir para a garantia da qualidade do produto final assim como, o estabelecimento de ações recomendadas que possam eliminar ou reduzir a chance de ocorrências de falhas.

Palavras-chave: Melhoria da Qualidade, FMEA, Setor de Decoração, Falhas.

ABSTRACT

The business success is constantly pursued by companies. The implantation of quality tools can assist in the reduction of possible failures of the process. In this context, the present study presents an improvement proposal on the productive process of an plastic packaging industry, under the perspective of the FMEA tool (Failure Mode and Effects Analysis), this proposal is applied specifically on the decoration sector of the company. The use of this tool identified the process' potential failure modes, it's causes and effects, in order to contribute to the final product's quality assurance, as well as the establishment of recommended actions that may eliminate or reduce the chance of failures.

Keywords: *Improvement the Quality, FMEA, Decoration Sector, Failures.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE QUADROS.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 Objetivo Geral	2
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 METODOLOGIA	3
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	4
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 QUALIDADE.....	5
2.1.1 Ferramentas da Qualidade	6
2.2 MELHORIA CONTÍNUA.....	11
2.3 MÉTODO FMEA.....	14
2.3.1 Aplicação do FMEA.....	16
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS	26
3 CENÁRIO	28
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	28
3.2 SETOR DE DECORAÇÃO	31
3.3 DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA.....	35
4 ANÁLISE DE FALHAS.....	38
4.1 PLANEJAMENTO DO FMEA	38
4.2 APLICAÇÃO DO FMEA	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
5.1 CONTRIBUIÇÕES	68
5.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	69
5.3 TRABALHOS FUTUROS.....	69
6 REFERÊNCIAS	70
7 ANEXO	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: EXEMPLO DE FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	8
FIGURA 2: GRÁFICO DE PARETO.....	9
FIGURA 3: ESTRUTURA DO DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	10
FIGURA 4: EXEMPLO DE HISTOGRAMA SIMÉTRICO OU EM FORMA DE SINO	10
FIGURA 5: EXEMPLOS DE GRÁFICO DE CONTROLE	11
FIGURA 6: SEQÜÊNCIA DE ELABORAÇÃO DO FMEA	17
FIGURA 7: FORMULÁRIO FMEA DE PROCESSO	19
FIGURA 8: GRÁFICO DE ÁREAS DO FMEA	24
FIGURA 9: ORGANOGRAMA DA AMÉRICA LATINA	30
FIGURA 10: MAPA DE PROCESSOS	31
FIGURA 11: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE DECORAÇÃO	33
FIGURA 12: GRÁFICO DA EFICIÊNCIA DO SETOR DE DECORAÇÃO	36
FIGURA 13: GRÁFICO DAS INEFICIÊNCIAS NO SETOR DE DECORAÇÃO.....	36
FIGURA 14: SEQÜÊNCIA DE ATIVIDADES DO FMEA.....	38
FIGURA 15: CRONOGRAMA DAS REUNIÕES FMEA	41
FIGURA 16: FORMULÁRIO FMEA DESENVOLVIDO PELA EQUIPE	42
FIGURA 17: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA <i>LAYOUT</i> INADEQUADO	47
FIGURA 18: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA AS FALHAS PREPARAÇÃO INCORRETA DAS TELAS E DESORGANIZAÇÃO DOS CLICHÊS	48
FIGURA 19: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA ATRASO PARA INICIAR PRODUÇÃO.....	48
FIGURA 20: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA FLAMAGEM INCORRETA	49
FIGURA 21: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA FALTA DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO E DE REGISTROS CONFORME PROCEDIMENTO	50
FIGURA 22: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA PREENCHIMENTO INCORRETO E FALTA DE PREENCHIMENTO DAS FICHAS DE CONTROLE.....	50
FIGURA 23: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA EMBALAR INCORRETAMENTE.....	51
FIGURA 24: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA INSPEÇÃO FINAL INCORRETA	52
FIGURA 25: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA FALTA DE IDENTIFICAÇÃO DO LOTE REPROVADO	52
FIGURA 26: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA LOTE SEM IDENTIFICAÇÃO CORRETA	53
FIGURA 27: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA A FALHA MISTURA DE PRODUTOS E DOCUMENTOS DA PRODUÇÃO FINALIZADA COM OS DA PRODUÇÃO SEGUINTE.....	54
FIGURA 28: GRÁFICO DE ÁREAS DO FMEA PARA O PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	60

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: PARÂMETROS PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SEVERIDADE.....	21
QUADRO 2: PARÂMETROS PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE OCORRÊNCIA.....	22
QUADRO 3: PARÂMETROS PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DETECÇÃO.....	23
QUADRO 4: GRUPO DE GESTORES DO FMEA.....	41
QUADRO 5: FALHAS POTENCIAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	44
QUADRO 6: EFEITOS DAS FALHAS POTENCIAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	45
QUADRO 7: CLASSIFICAÇÃO DE SEVERIDADE PARA OS EFEITOS DAS FALHAS POTENCIAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	46
QUADRO 8: IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS POTENCIAIS DAS FALHAS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	55
QUADRO 9: CLASSIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIA PARA AS CAUSAS POTENCIAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	56
QUADRO 10: CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	57
QUADRO 11: CLASSIFICAÇÃO DE DETECÇÃO PARA AS FALHAS POTENCIAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	58
QUADRO 12: RESULTADOS DO CÁLCULO DE RPN PARA AS FALHAS POTENCIAIS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	59
QUADRO 13: AÇÕES RECOMENDADAS PARA AS FALHAS DO PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	65
QUADRO 14: FORMULÁRIO FMEA PARA O PROCESSO DE DECORAÇÃO.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMEA	Análise dos Modos de Falha e Efeitos
GQT	Gestão da Qualidade Total
TQM	<i>Total Quality Management</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
IQA	Instituto da Qualidade Automotiva
RPN	<i>Risk Priority Number</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
SA	<i>Social Accountability</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
UV	Ultravioleta

1 INTRODUÇÃO

A abertura da economia lançou as empresas em um mercado conduzido pela globalização onde a qualidade e a produtividade são os pilares de sustentação na busca de novos padrões organizacionais. Nesta situação, as empresas sentiram a necessidade de melhorar continuamente os seus produtos e processos. Muitas delas reagiram rapidamente aos novos desafios aumentando o seu nível de qualidade. Na visão de Paladini (2004), a qualidade com o passar dos anos tornou-se uma variável estratégica das organizações, todos preferem produzir com qualidade ao invés de colocar em risco sua sobrevivência no mercado.

A qualidade pode ser definida, de uma forma ampla, como a capacidade de atender às expectativas das partes interessadas. Quando se diz respeito ao processo produtivo, essas expectativas estão, geralmente, relacionadas aos objetivos do processo como, baixos níveis de não conformidades, retrabalhos, atrasos de entrega, etc.

Para alcançar essa nova visão as organizações estão implantando cada vez mais técnicas e métodos com base estatística, objetivando a prevenção, detecção e controle de falhas nos projetos, processos e sistemas. Uma técnica destacada é o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis* - Análise dos Modos de Falhas e Efeitos) como uma ferramenta vital na prevenção de falhas atuando dentro de planos de qualidade e confiabilidade.

Palady (2004) ressalta que, a FMEA tornou-se uma ferramenta importante por ser proativa, implicando na eliminação de problemas potenciais antes que eles sejam realmente criados em um protótipo, durante o processo ou em campo. Segundo o mesmo autor, as ferramentas da qualidade são métodos estruturados para viabilizar a implantação da qualidade, compostas por procedimentos gráficos, analíticos ou numéricos, formulações práticas, mecanismos de operação e esquemas de funcionamento. No estudo em questão serão utilizadas para auxiliar o FMEA com a finalidade de esclarecer os resultados.

Neste sentido, o presente trabalho utiliza o método FMEA como instrumento para prognosticar problemas e propor soluções de melhoria contínua no processo produtivo. Para elaboração do mesmo, será realizado um estudo de caso em uma indústria atuante no ramo de embalagens plásticas voltada para cosmético e perfumaria. O objetivo principal do trabalho consiste em identificar as falhas do processo de decoração e propor um plano de melhoria.

1.1 Justificativa

A justificativa para este estudo está relacionada às crescentes exigências do mercado quanto à qualidade das embalagens plásticas. As empresas em sua maioria possuem o compromisso de melhorar continuamente seus produtos, conseqüentemente seus processos, portanto, se faz necessário o uso de ferramentas capazes de eliminar problemas potenciais e aumentar a confiabilidade. Deste modo, é relevante e primordial uma proposta de melhoria contínua para alcançar a qualidade do processo produtivo, reduzindo desperdícios de materiais, tempo e pessoas, e aumentando a produtividade das operações.

Neste contexto, a ferramenta FMEA é eficaz para identificar e analisar os modos de falhas de cada etapa do processo e então, permitir o bloqueio de suas causas, assegurando a qualidade do produto final. Marconcin (2004) complementa esta idéia afirmando que o objetivo clássico da utilização do FMEA é detectar falhas antes que possam ocorrer, pois à medida que as causas destas falhas são eliminadas a confiabilidade do processo aumenta consideravelmente.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

O presente trabalho foi desenvolvido na multinacional APTAR Maringá, localizada na cidade de Maringá – PR, atuante no ramo de embalagens plásticas para cosmético e perfumaria.

Este estudo se limitou a um diagnóstico utilizando a ferramenta FMEA. Isto foi alcançado por meio do reconhecimento e avaliação das falhas potenciais que surgem em cada etapa do processo de decoração e também, a identificação de ações que podem eliminar ou reduzir a ocorrência dessas falhas. Com base nos problemas levantados, foi proposto um plano de melhoria, cujos reflexos serão, aumento da competitividade do processo, maior motivação dos colaboradores e desta forma, a elevação da satisfação dos clientes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar as falhas potenciais existentes e propor um plano de melhoria no processo de decoração de uma indústria de embalagens plásticas, visando à melhoria contínua.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- Caracterizar a empresa e o processo a ser analisado;
- Identificar as falhas e causas potenciais do processo de decoração, utilizando algumas ferramentas de qualidade;
- Aumentar a confiabilidade do processo por meio da análise das falhas e causas já identificadas;
- Elaborar uma proposta de melhoria.

1.4 Metodologia

A pesquisa quanto à natureza é considerada aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, envolve verdades e interesses locais” (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20).

Quanto à abordagem, possui caráter qualitativo já que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o subjetivo que não pode ser traduzidos em números. O processo e seu significado são os focos principais dessa abordagem. Já do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa se caracteriza como exploratória assumindo a forma de estudo de caso que, de acordo com Silva e Menezes (2005, p. 21), “[...] envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento”.

As etapas realizadas no trabalho foram:

- Revisão bibliográfica dos conceitos relevantes, sendo eles: qualidade, ferramentas da qualidade, melhoria contínua e o método FMEA;
- Caracterização da empresa como um todo e o seu processo de decoração;
- Identificação das falhas e causas potenciais do processo utilizando a ferramenta FMEA;
- Aumento da confiabilidade do processo por meio da análise das falhas e causas já identificadas;

- Elaboração de uma proposta de melhoria.

1.5 Organização do Trabalho

Este capítulo dedica-se a descrição dos objetivos, o contexto, a motivação do estudo e a metodologia que orientou o desenvolvimento do mesmo. O restante deste trabalho encontra-se organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2: Apresenta a revisão bibliográfica com os conceitos relevantes para a elaboração deste trabalho, sendo eles: qualidade, ferramentas da qualidade, melhoria contínua, método FMEA, aplicação do FMEA e os trabalhos relacionados;
- Capítulo 3: Descreve o cenário atual da empresa como um todo, o seu setor de decoração e o diagnóstico do problema;
- Capítulo 4: Apresenta a aplicação da ferramenta FMEA no setor de decoração;
- Capítulo 5: Discute as contribuições, limitações e dificuldades do estudo e apresenta sugestões para os trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para melhor contextualização deste estudo, deve-se primeiro analisar e discutir informações relevantes ao tema, tais como: qualidade, ferramentas da qualidade, melhoria contínua e o método FMEA.

2.1 Qualidade

O conceito de qualidade não é único e vem modificando-se ao longo do tempo. Paladini (2004) afirma que o tema qualidade faz parte do cotidiano das pessoas, dessa forma não se pode identificar e delimitar seu significado com perfeição.

Costa, Epprecht e Carpinetti (2004, p. 15) ressaltam sobre o assunto que:

“Não existe na literatura uma definição única, universal, para qualidade; os próprios “gurus” da qualidade apresentam diferentes definições. Para Juran (1999) qualidade significa adequação ao uso. Para Deming (2000), qualidade significa atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor. Para Crosby (1995), qualidade significa atender às especificações. Para Taguchi (1999), a produção, o uso e o descarte de um produto sempre acarretam prejuízos (“perdas”) para a sociedade; quanto menos for o prejuízo, melhor será a qualidade do produto.” (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2004, p. 15)

Com isso, entende-se que qualidade é um conceito amplo e praticamente impossível de definir. O maior equívoco está, na realidade, em considerar que algum desses itens seja por si só, qualidade (PALADINI, 2004).

Garvin (1992), com o objetivo de encontrar um melhor entendimento considera que a qualidade pode ser representada por sete dimensões, sendo elas:

- 1. Características / Especificações:** Esta dimensão representa as características ou especificações que diferenciam um produto em relação aos seus concorrentes. Usualmente, os consumidores consideram um produto ou serviço com mais qualidade quando este possui características ou especificações a mais, isto é, além do seu desempenho básico.
- 2. Desempenho:** É o aspecto operacional básico do produto ou serviço. Os consumidores, geralmente, avaliam o desempenho do produto ou serviço e quão bem ele desenvolve suas funções específicas.

3. **Conformidade:** Reflete a visão mais tradicional da qualidade, o grau em que o produto ou serviço está de acordo com as especificações a ele destinadas, isto é, ao atendimento dos requisitos dos clientes.
4. **Confiabilidade:** Esta dimensão diz respeito ao grau de isenção de falhas de um produto ou serviço. É a probabilidade que um item possui de desempenhar sua função sem falhas por um período de tempo.
5. **Durabilidade:** Está associada à vida útil do produto ou serviço. Os consumidores desejam que esses tenham o desempenho satisfatório antes de se quebrar, ou quando a substituição é preferível.
6. **Imagem:** Esta dimensão parte da junção de duas definições: Estética (*Aesthetics*) e Qualidade Observada (*Perceived Quality*). Entende-se que essas duas dimensões, refletem uma imagem imediata de curto prazo e outra ao longo do tempo (MIGUEL, 2001).
7. **Atendimento ao cliente:** Deseja-se assegurar, além das funções básicas do produto ou do serviço, sua continuidade após a venda. Em alguns casos os consumidores avaliam a qualidade de acordo com a rapidez e economia que um reparo ou manutenção é efetuado.

Dessa forma, sugere-se que cada empresa defina suas próprias dimensões ou a combinação entre elas para definir a qualidade de seu produto ou serviço, ajustando-se ao contexto em que está inserida e considerando suas características e as expectativas de seus clientes.

2.1.1 Ferramentas da Qualidade

Paladini (1997) destaca que as metodologias para a melhoria contínua envolvem ferramentas que são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismo de operação, etc.

As ferramentas são instrumentos para viabilizar e facilitar a realização do método, elas lidam com a informação, sua coleta, processamento e uso na ação de tomada de decisão e de soluções de problemas. Através delas analisam-se os resultados, determinam-se suas causas, identificam-se ações de controle e melhoria e ainda sua prioridade.

As ferramentas da qualidade tem sido de grande importância para os sistemas de gestão, quando são devidamente utilizadas na implantação de políticas de melhoria e na interpretação de dados, poderão levar as causas principais dos problemas e solucioná-los de forma eficaz, reduzindo os custos com processos e produtos, melhorando os níveis de qualidade e elevando a cooperação em todos da organização. Elas podem ser utilizadas isoladamente, ou como parte de um processo de implantação de programas de qualidade (MIGUEL, 2001).

Dentre as ferramentas mais utilizadas atualmente, destacam-se a Estratificação, Folha de Verificação, *Brainstorming*, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma e Gráfico de Controle. A seguir, uma breve descrição das mesmas.

- 1. Estratificação:** Werkema (1995) determina estratificação como o agrupamento da informação (dados) sob diferentes pontos de vista, de modo a focalizar a ação. Sua utilização é necessária quando pretende-se quebrar uma representação em categorias mais significativas e então, enxergar uma situação sob diversos ângulos diferentes. Os fatores de estratificação comumente utilizados na indústria são tempo, local, tipo, sintoma e indivíduo.
- 2. Folha de Verificação:** Segundo Brassard (1996) as folhas de verificação ou listas de verificação são tabelas que permitem a obtenção de informações sobre determinados eventos, dispõem os dados de forma mais organizada para a localização dos defeitos e suas causas, permitindo uma imediata interpretação da situação e rápido conhecimento da realidade. Juntamente à utilização da folha, tem-se a aplicação de várias ferramentas, pois é uma etapa básica para se obter as informações relacionadas ao processo, sendo empregada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados, de forma a contribuir na otimização da posterior análise dos dados obtidos (WERKEMA, 1995). A Figura 1 representa uma folha de verificação, que relaciona os tipos de defeitos de uma lente pelo número de ocorrência de um dia.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA PRODUTO DEFEITUOSO		
Produto: Lente		
Estágio de Fabricação: Inspeção Final		
Tipo de defeito: Arranhão, trinca, revestimento inadequado, muito grossa, muito fina, não acabada		
Total Inspeccionado: 1200		
Data: 03/01/2011		
Seção: INSPROD.		
Inspetor: Augusto da Silva		
Observações:		
Defeito	Ocorrência	Sub Total
Arranhão		12
Trinca		41
Revestimento Inadequado		55
Muito Grossa		11
Muito Fina		5
Não Acabada		3
Outros		
	Total	127
Total Rejeitado		90

Figura 1: Exemplo de Folha de Verificação
Fonte: Adaptado de Werkema (1995, p. 63)

3. **Brainstorming:** Significa tempestade cerebral ou tempestade de idéias e trata-se de uma reunião com várias pessoas e colaboradores para identificar problemas e produzir idéias de melhoria. De acordo com Meireles (2001) é empregada em várias organizações, pois aceita um plano de ação participativo que estimula a utilização do potencial criativo dos envolvidos, possuindo também aplicações na análise da relação causa-efeito e para que um grupo de pessoas crie o maior número de idéias acerca de um tema previamente selecionado.
4. **Gráfico de Pareto:** Consiste em um gráfico em barras verticais, onde é feita a classificação de itens, ordenados de forma decrescente. Dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e, também, permitir o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas (WERKEMA, 1995). Segundo o mesmo autor, por meio do Gráfico de Pareto percebe-se que a distribuição dos problemas e de suas causas é desigual e, assim, as melhorias mais significativas poderão ser alcançadas se a ação for direcionada, inicialmente, aos poucos problemas vitais, conforme observado na Figura 2. Neste sentido, é importante

identificar quais as causas fundamentais e atacá-las, buscando de forma efetiva os resultados para o problema em estudo.

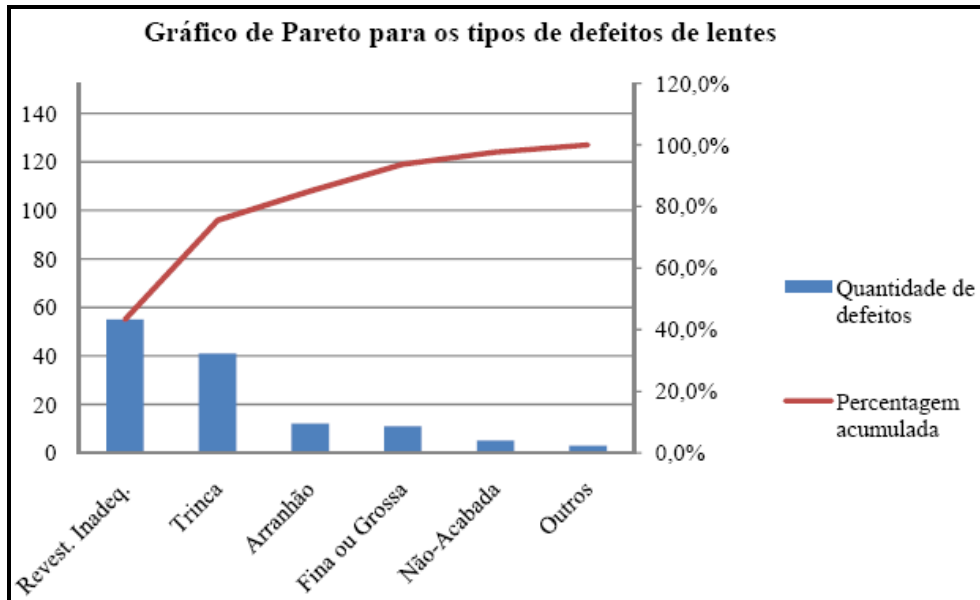


Figura 2: Gráfico de Pareto
Fonte: Adaptado de Werkema (1995, p. 74)

- 5. Diagrama de Causa e Efeito:** Conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa. A Figura 3 representa a forma gráfica usada como metodologia de análise para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito) (MIGUEL, 2001). Para Werkema (1995), o resultado de interesse do processo constitui um problema a ser solucionado, logo o diagrama de causa e efeito é utilizado para sumarizar e mostrar as possíveis causas do problema considerado. Sua função pode ser considerada a de um guia que identifica a causa fundamental do problema para então, determinar as medidas corretivas que deverão ser adotadas.

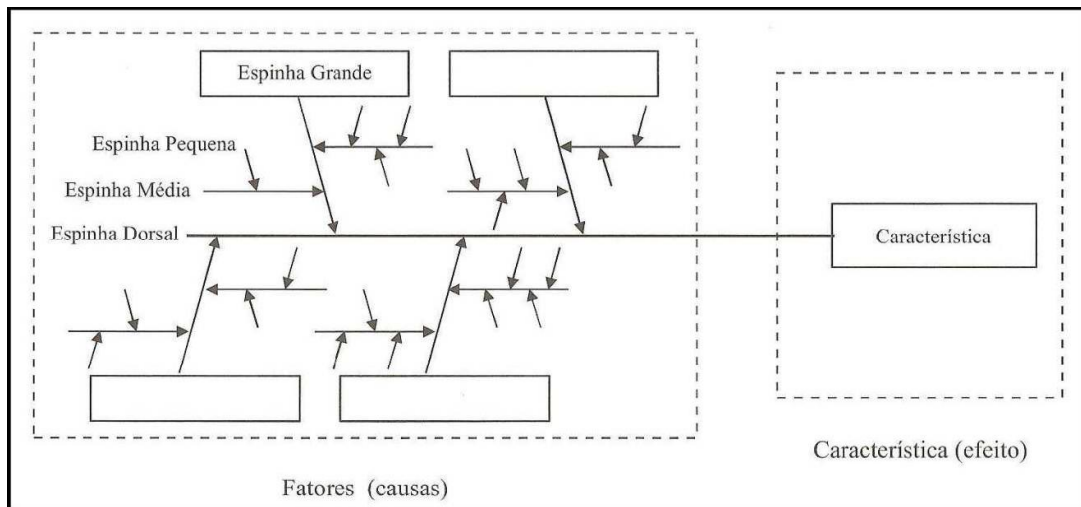


Figura 3: Estrutura do Diagrama de Causa e Efeito
Fonte: Werkema (1995, p. 97)

- 6. Histograma:** Recurso gráfico composto por diagrama de colunas ou barras que apresenta a distribuição da frequência dos dados dentro de intervalos de valores especificados, a Figura 4 ilustra um exemplo de Histograma. De acordo com Miguel (2001) esta ferramenta é de grande utilidade, pois fornece quão freqüente um determinado problema ocorre e como se distribuem em um intervalo de tempo. Já para Werkema (1995), o histograma deve ser utilizado quando se tem por objetivo identificar as características da distribuição associada a alguma população de interesse, pois esta ferramenta permite resumir as informações contidas em um grande conjunto de dados.

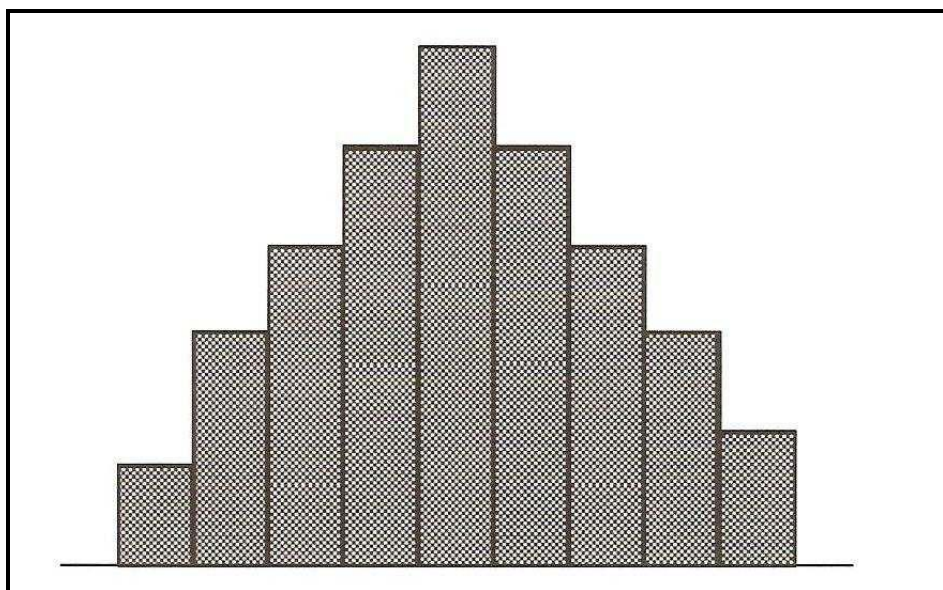


Figura 4: Exemplo de Histograma Simétrico ou em Forma de Sino
Fonte: Werkema (1995, p. 122)

7. Gráfico de Controle: Tem como objetivo representar e registrar tendências de desempenho seqüencial ou temporal de um processo, afirma Miguel (2001). Constituído por uma linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle) em cada lado da linha média do processo, todos estatisticamente determinados (BRASSARD, 1996). Dessa forma, é utilizado para monitorar o comportamento do processo ao longo do tempo e sua análise indica se o processo está ou não sob controle. A Figura 5 apresenta dois exemplos de gráfico de controle, onde o gráfico do item (a) está sob controle, e o do item (b) está fora de controle.

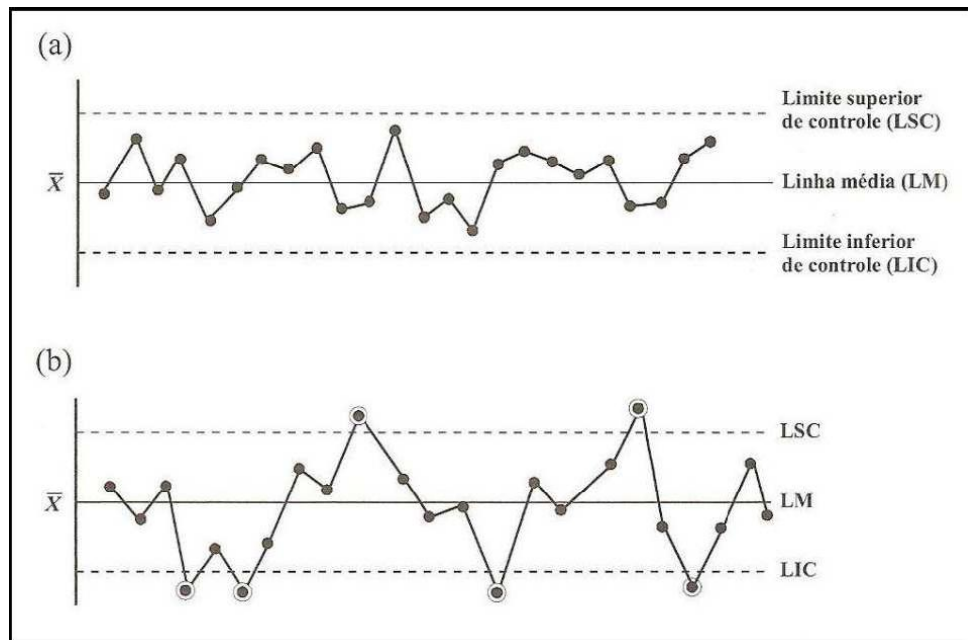


Figura 5: Exemplos de Gráfico de Controle
Fonte: Werkema (1995, p. 184)

A aplicação das ferramentas da qualidade está diretamente envolvida na caracterização e no tratamento de não conformidades. Logo, podem ser utilizadas para a coleta, o processamento e a disposição das informações sobre a variabilidade dos processos produtivos. Portanto, reduzindo essas variações, os problemas diminuirão aumentando assim, o nível de qualidade (WERKEMA, 1995).

2.2 Melhoria Contínua

Por muitos anos, a qualidade foi limitada apenas ao controle: realizações de testes e inspeções. Restringia-se à tomada de ações corretivas após falhas ocorrerem e a atenção era focada apenas nos defeitos identificados. No mercado altamente competitivo dos dias atuais

essa visão causa apenas custos ao processo, por isso, desenvolveu-se uma abordagem ligada às necessidades e lealdade dos clientes, sendo responsabilidade de toda a organização e apresentando um caráter estratégico, denominada melhoria contínua.

De acordo com Bessant et al. ¹ (*apud* Gonzalez, 2006) a melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização em pequenas mudanças mas, com alta frequência. Dessa forma, a melhoria contínua da qualidade deve ser analisada como um processo dinâmico, a ser realizado constantemente para aprimorar tarefas, processos e pessoas.

Na melhoria contínua a qualidade é considerada em todos os processos, conduzindo todas as atividades operacionais e respeitando os requisitos dos clientes em cada etapa. Portanto, seu objetivo pode ser definido como a busca constante por melhores resultados e por altos níveis de desempenho nos processos, nos produtos e nas atividades da organização para alcançar vantagens competitivas.

Segundo Imai (1994), o processo de melhoria contínua é fundamentado na filosofia *kaizen*, e o defini como um contínuo melhoramento envolvendo todos, desde alta administração, gerentes até operários. Campos (1992) acrescenta que esta filosofia de trabalho busca eliminar as causas fundamentais que ocasionam os resultados indesejáveis e, a partir da introdução de novas idéias e conceitos, estabelecer novos níveis de controle para os processos.

De acordo com Juran (1990) a melhoria contínua visa um “ajuste” no processo já existente, e não o investimento em um novo processo assim, não há necessidade de um elevado investimento em capital. Essa é uma das principais razões que tornam a melhoria contínua uma prática com elevado retorno de investimento.

Irani *et al.*² (*apud* Gonzalez, 2006) enfatizam dois grupos de características fundamentais para a prática da melhoria contínua. O primeiro grupo refere-se às características individuais, relativas às habilidades e comportamentos de cada funcionário. Já o segundo grupo consiste nas características da organização, isto é, estrutura e cultura interna. Deste modo, o foco deve

¹ Bessant, J.; Caffyn, S.; Gilbert, J.; Harding, R.; Webb, S. *Rediscovering continuous improvement. Technovation*. v. 14, n. 1, p. 17-29, 1994.

² IRANI, Z.; BESKESE, A.; LOVE, P. E. D. *Total quality management and corporate culture: constructs of organizational excellence. Technovation*. v. 24, p. 643-650, 2004.

estar nos dois grupos simultaneamente e com a participação de todos para que a metodologia seja satisfatória.

Paz (2011) afirma que existem desafios a serem enfrentados na implantação de uma gestão voltada para a melhoria contínua, mostra que o primeiro desafio será desenvolver um modelo de gerenciamento participativo, com representantes de todas as áreas da empresa, determinando maior envolvimento e participação de seus colaboradores, o que resultará também no maior comprometimento e motivação de todos. O segundo desafio será delegar a utilização do planejamento como ferramenta em todas as atividades da empresa, evitando deste modo, ações impensadas. O terceiro desafio consiste no monitoramento contínuo do ambiente interno e externo da empresa, registrando, analisando e tomando medidas para todas as falhas, erros e desperdícios, além da avaliação do clima organizacional e da satisfação dos clientes, garantindo assim o contínuo aprimoramento dos processos e dos produtos ou serviços. O quarto desafio representa a perda da informalidade, solucionando problemas e tomando decisões de modo sistemático, aumentando assim a competitividade da empresa, pois exige maior velocidade, agilidade, competência e assertividade, este desafio poderá ser obtido através de um contínuo aperfeiçoamento e da gestão participativa. Já o quinto desafio será promover uma divulgação eficaz dos produtos e serviços, por meio das estratégias de publicidade que, atingem os clientes, garantindo retorno mais rápido aos investimentos realizados.

Paladini (2004) ressalta que a função da melhoria contínua está diretamente ligada à gestão da qualidade, pois na gestão tem-se utilizado de estratégias que organizam os processos, aperfeiçoam seu funcionamento e procuram sua evolução permanente.

Com o aperfeiçoamento desta gestão surgiu em meados do século XX, a Gestão da Qualidade Total (GQT), ou *Total Quality Management* (TQM). Segundo Carpinetti (2010), é um sistema de atividades com o foco no cliente, ou na satisfação destes. Buscando a melhoria contínua com o auxílio de todos os envolvidos e com a finalidade de melhorar o desempenho em todos os níveis de uma organização, o TQM baseia-se em práticas e princípios desenvolvidos no Japão.

Feigenbaum³ (*apud* Miguel, 2001, p. 153) define a gestão da qualidade total como um “sistema eficiente para integração do desenvolvimento da qualidade, da manutenção da qualidade dos diversos grupos de uma organização para permitir produção e serviços aos níveis mais econômicos, que levem em conta a satisfação do cliente”.

A gestão da qualidade total é uma escolha gerencial das organizações que trata dos seguintes assuntos: foco no cliente; trabalho em equipe envolvendo toda a organização; decisões baseadas em fatos e dados e a busca constante da solução de problemas e da diminuição de erros (LONGO, 1996).

Oakland (1994) ressalta que o TQM é essencialmente uma maneira de planejar, organizar e compreender cada atividade da organização, e depende de cada indivíduo em cada nível. Desse modo, liberta os colaboradores da execução de esforços inúteis, envolvendo cada um deles nos processos de melhoria, fazendo com que os resultados sejam obtidos em menos tempo. Assim sendo, melhora a competitividade, a eficácia e a flexibilidade da mesma.

Atualmente, a organização não garante sua sobrevivência apenas exigindo que seus colaboradores realizem o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. São necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção a um objetivo, e este é o princípio da abordagem gerencial da qualidade total (MIGUEL, 2001).

2.3 Método FMEA

A metodologia de Análise dos Modos de Falhas e Efeitos, conhecida como FMEA (*Failure Mode Mode and Effect Analysis*), possui os seus primeiros registros de utilização em 1949, na Indústria Militar Americana, onde desenvolveram a ferramenta com o objetivo de determinar o efeito da ocorrência de falha em sistemas e equipamentos. A primeira aplicação formal aconteceu na década de 60, especificamente no projeto Apollo da agência norte-americana NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) que, conforme Miguel (2001) utilizaram essa ferramenta com a finalidade de obter maior confiabilidade nos projetos aeroespaciais, posteriormente, a metodologia foi incorporada por outros setores industriais, como aeronáutica e nuclear. Mais tarde, a *Ford Motor Company*, introduziu o FMEA na indústria automobilística e difundiu seu uso por toda gama de fornecedores. Atualmente, o

³ Feigenbaum, A. V. **Controle da Qualidade Total - Gestão e Sistemas**. São Paulo: Makron Books do Brasil, Editora Macgraw-Hill, 1994.

FMEA é utilizado nas mais diversas áreas, como na indústria ambiental, biológica, alimentícia, etc.

Conforme afirma Back⁴ (*apud* Luz, 2009) esta técnica é muito útil para identificar a necessidade de um projeto visando sua confiabilidade, como resultado da análise do projeto ou produto. Esta análise auxilia aumentar o conhecimento do produto e as possíveis falhas decorrentes do processo de projeto, garantindo que os resultados de qualquer falha, que ainda possam existir causem o mínimo de custos possíveis.

O FMEA busca, em princípio, evitar - através da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria - que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo, portanto, pode-se afirmar que com sua utilização, reduz as chances do produto ou processo falhar durante sua operação, assim aumentando a confiabilidade (TOLEDO; AMARAL, 2000). Deste modo, o FMEA alcança as dimensões da qualidade através da redução de falhas no produto ou no serviço.

Na visão de Stamatis⁵ e Helman⁶ (*apud* Roos *et al.*, 2008), a FMEA é uma ferramenta utilizada para identificar, minimizar e eliminar falhas conhecidas ou potenciais, de sistemas, processos, projetos, produtos e prestação de serviços, antes que estas atinjam o cliente e a empresa.

Já para Palady (2004), a FMEA é uma das técnicas de baixo risco mais eficientes para prevenção de problemas e identificação das soluções mais eficazes em termos de custos, a fim de prevenir esses problemas. Afirma ainda que, esta técnica oferece três funções distintas: (i) Ferramenta para prognóstico de problemas; (ii) Procedimento para desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou revisados; (iii) Diário do projeto, processo ou serviço.

⁴ BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

⁵ STAMATIS, D. H. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to execution*. 2. ed. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 2003.

⁶ HELMAN, H. **Análise de Falhas: Aplicação dos Métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

De acordo com Miguel (2001), a Análise dos Modos de Falhas e Efeitos é classificada basicamente em três tipos:

1. **FMEA de Sistema:** Aplicado para analisar sistemas e subsistemas na fase de concepção. Utiliza-se nos modos de falhas potenciais relacionados às funções do sistema, ocasionados por deficiências de projeto, incluindo interações entre os elementos do próprio sistema e interação com outros sistemas.
2. **FMEA de Projeto:** Geralmente é conduzido quando o detalhamento do projeto está disponível. Envolve a análise de causas específicas de falhas em componentes individuais.
3. **FMEA de Processo:** Utilizado para analisar processos de fabricação e de montagem. Precisa ser conduzido quando o processo de fabricação já foi definido. Pode ser usado quando o processo foi alterado ou mesmo para analisar questões de qualidades relacionadas a eles. Tem como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto. Como objetivos pode-se apresentar: a) Identificar os modos de falhas potenciais do processo relacionados ao produto; b) Identificar as causas potenciais de falhas do processo e as variáveis que deverão ser controladas para redução das falhas; c) Classificar modos de falhas potenciais, estabelecendo assim um sistema de padronização para tomada das medidas preventivas; d) Estabelecer prioridade para ações de melhoria; e) Documentar as razões das alterações de projeto do produto para orientar futuros desenvolvimentos.

2.3.1 Aplicação do FMEA

A aplicação da metodologia FMEA independente do tipo que ela seja, é a mesma, isto é, se é FMEA de produto, processo ou sistema e se é aplicado a produtos/processos novos ou já em operação. A análise realizada pela técnica consiste basicamente em uma seqüência, cada etapa deve ser concluída para a iniciação da próxima, até a última etapa do método.

De acordo com Puente *et al.*⁷ (*apud* Roos *et al.*, 2008) a ferramenta FMEA é desenvolvida basicamente em dois grandes estágios. No primeiro estágio, possíveis modos de falhas de um sistema, processo, projeto, produto ou serviço e suas referentes causas e efeitos são

⁷ PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P. & LA FUENTE, D. de. *A decision support system for applying failure mode and effects analysis*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 19, n. 2, 2002.

identificados. No segundo estágio, é verificado o nível crítico, isto é, a pontuação de risco destas falhas. As falhas mais críticas serão consideradas prioritárias para a aplicação de ações de melhoria.

Contudo Heldman e Andery ⁸ (*apud* Luz, 2009) explicam que na execução do FMEA é necessário realizar algumas etapas e cumprir pré-requisitos. A primeira etapa é a definição da equipe responsável pela execução; segunda a definição dos itens que serão considerados no estudo; terceira consiste na coleta dos dados; quarta identificação dos modos de falhas e seus efeitos; quinta identificação da causas das falhas; sexta também uma identificação, mas dos modos de detecção; sétima e última etapa, determinação dos índices críticos das falhas. As especificações citadas formam a elaboração de um processo FMEA, ilustrado na Figura 6.

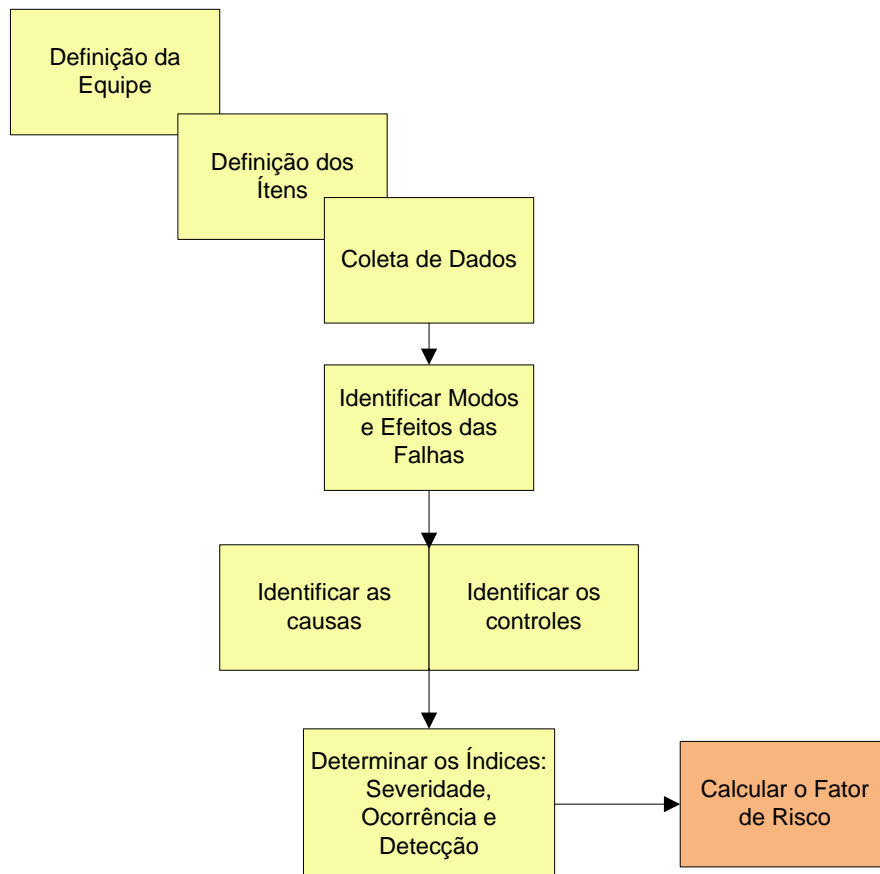


Figura 6: Seqüência de Elaboração do FMEA
Fonte: Adaptado de Miguel (2001, p. 211)

⁸ HELDMAN, Horácio e ANDERY, Paulo R. P. **Análise de Falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

A **Definição da Equipe** refere-se a uma etapa de planejamento, onde são identificados os integrantes do grupo responsável pelo projeto, que deve ser preferencialmente pequeno (entre quatro a seis pessoas) e multidisciplinar.

Paladini (1997) sugere os setores de: engenharia de qualidade, pesquisa e desenvolvimento, engenharia de processo, manutenção, técnicos, produção/manufatura, entre outros. Um fator importante após a definição da equipe responsável é o planejamento das reuniões, elas devem ser agendadas com antecedência e com a concordância de todos, para evitar assim possíveis reclamações. A reunião inicial é indicada para o esclarecimento da metodologia, nomeação do responsável pela coordenação dos trabalhos, construção do cabeçalho do formulário FMEA, elaboração do cronograma de atividades e a divisão das tarefas entre os membros do grupo.

Definição dos Itens considerados no estudo representa a identificação das falhas potenciais do produto ou processo. Conforme Miguel (2001) se os produtos ou processo forem novos, deve-se identificar os componentes ou etapas que a equipe tem menor conhecimento e levantar os produtos ou processos semelhantes já existentes na empresa. Mas se os produtos ou processos já são existentes, deve-se selecionar aqueles que apresentam mais falhas. Dessa forma, é possível determinar o escopo da pesquisa em relação ao tipo de FMEA aplicado.

A **Coleta de Dados** consiste na preparação dos documentos que serão necessários para a realização da metodologia, podem ser alcançados através da reunião de planilhas, formulários, históricos e também através da elaboração das ferramentas da qualidade, já apresentadas neste trabalho. Com isso, deve-se determinar os procedimentos para documentação dos trabalhos e registros das etapas de execução do método.

As próximas etapas, **Identificação das Causas, dos Controles e Determinação da Severidade, Ocorrência, Detecção e RNP** são realizadas por meio do preenchimento do formulário FMEA. De acordo com IQA (2001) a aplicação dessa metodologia é registrada em um formulário padrão, uma espécie de roteiro que reúne os possíveis modos potenciais de falha associados com as causas, efeitos, ações corretivas, entre outros. É composto por um cabeçalho com informações como equipe envolvida, processo realizado, responsável, data e número do FMEA e também por colunas que formam o roteiro de preenchimento e acompanhamento das falhas e seus valores correlacionados para cada etapa. Esses campos devem ser preenchidos com clareza e de forma objetiva para a melhor eficiência do método. Um exemplo de formulário FMEA está na Figura 7.

ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E EFEITOS									
FMEA:		PROJETO Nº:			RESPONSÁVEL:				
DATA:		REVISÃO:			PREPARADO POR:				
EQUIPE:									
Etapa do Processo	Modo de Falha	Efeito(s) da Falha	Severidade	Causa(s) da Falha	Ocorrência	Detecção	RPN	Ações Recomendadas	Resultados das Ações
APROVAÇÃO:									

Figura 7: Formulário FMEA de Processo
 Fonte: Adaptado de Miguel (2001, p. 209)

Conforme afirmado, o FMEA possui elementos que são requisitos a serem preenchidos no formulário para sua execução. Segue a abordagem de cada requisito:

A. Função do Processo: O processo deve satisfazer as necessidades exigidas pelos clientes através do desenvolvimento de produtos com qualidade, e isto ocorre através da função do processo. A equipe terá a responsabilidade de levantar uma lista com todas as funções do processo. Isso pode ser realizado através de sessões de *brainstorming*, onde o grupo conseguirá levantar inúmeras funções, e após isso devem analisá-las para identificar e selecionar as idéias que realmente procedem ao processo. De acordo com Palady (2004) quando essa coluna está sendo preenchida, alguns problemas são encontrados, como: nem todas as funções são listadas e a descrição da função não é concisa, e nem exata.

B. Modo de Falha: Para o procedimento de modo de falha, o grupo deve utilizar as funções já listadas e corrigidas, de maneira que possam ser identificados os modos de falha de cada função. Miguel (2001) explica que os modos de falha são os eventos que conduzem, dentro das metas de desempenho, uma redução parcial ou suspensão da função do processo. Completando tal idéia, Palady (*apud* Roos *et al.*, 2008) ressalta que o modo de falha é quase na totalidade dos casos expressões contrária da função. Contudo lembre-se que esta abordagem é excessivamente simplificada e, portanto, deve ser mantido apenas o suficiente para obter a resposta e depois utiliza-se de

ferramentas. Estes também devem ser listados e revisados pela equipe, e só então alocados na coluna de modo de falha do FMEA.

- C. Efeito da Falha:** Ao preencher todos os modos de falhas a equipe deve listar todos os efeitos de cada modo de falha. Estes efeitos representam as conseqüências dos modos de falhas, sob o ponto de vista do cliente. Dessa forma, o grupo deve solicitar informações do cliente por meio do marketing ou da assistência técnica, afirma Palady (2004). A equipe deve se atentar ao relacionar os efeitos, para que estes não sejam vagos e com termos genéricos, precisam buscar as pequenas diferenças entre cada modo de falha. Portanto, ao descrever os efeitos resultantes da falha, a descrição deve refletir a experiência dos clientes, isso minimizará o risco de subestimar a severidade do efeito (ROOS *et al.*, 2008).
- D. Severidade (S):** A avaliação da severidade representa a gravidade do efeito do modo de falha, está normalmente associada a uma escala crescente de 1 a 10, em relação aos efeitos das falhas sobre o cliente e sobre a manufatura. Um alto valor de severidade sugere que, a segurança dos clientes ou operadores está em risco e o custo da falha será extremamente alto. O Quadro 1 ilustra os parâmetros para determinação do índice de severidade.

ÍNDICE DE SEVERIDADE		
Efeito	Critério	Índice
Perigoso Sem Advertência	Pode colocar em perigo a máquina ou o operador. A falha ocorrerá sem advertência.	10
Perigoso Com Advertência	Pode colocar em perigo a máquina ou o operador. A falha ocorrerá com advertência.	9
Muito Elevado	Interrupção maior da linha de produção. 100% dos produtos poderão ser sucateados. Cliente muito insatisfeito.	8
Elevado	Interrupção menor da linha de produção. Os produtos poderão ser selecionados e uma parte deles sucateada. Cliente insatisfeito.	7
Moderado	Interrupção menor da linha de produção. Uma parte dos produtos poderá ser sucateada. Cliente passa por desconforto.	6
Baixo	Interrupção menor da linha de produção. 100% dos produtos poderão ser retrabalhados. Cliente passa por alguma insatisfação.	5
Muito Baixo	Interrupção menor da linha de produção. Os produtos poderão ser selecionados e uma parte deles retrabalhada. Defeito notado pela maioria dos clientes.	4
Menor	Interrupção menor da linha de produção. Uma parte dos produtos poderá ser retrabalhada na linha, porém fora da estação de trabalho. Defeito notado pela maioria dos clientes.	3
Muito Menor	Interrupção menor da linha de produção. Uma parte dos produtos poderá ser retrabalhada na linha, porém na estação de trabalho. Defeito notado por determinados clientes.	2
Nenhum	Sem defeitos.	1

Quadro 1: Parâmetros para Determinação do Índice de Severidade
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2011, p. 53)

Ao analisar todos os parâmetros de severidade e os seus efeitos, a equipe deve discutir e votar quanto ao índice de severidade. Segundo Paladini (1997) para torna o resultado em números precisos, deve ser elaborado uma matriz de avaliação e graduação, onde cada membro da equipe faz sua votação e, em seguida realiza-se uma média de cada valor somado, por fim o valor da média é alocado na coluna do formulário FMEA referente à severidade.

E. Causa da Falha: Considerada a etapa mais difícil, pois a equipe deve identificar as causas das falhas, ou seja, listar todas as razões imagináveis que poderiam resultar em um modo de falha independente de sua fonte. Neste caso, a realização de um *brainstorming* ajudará a equipe reunir hipóteses, que posteriormente, com o auxílio do

gráfico de Pareto e/ou do diagrama de Ishikawa serão selecionadas e identificadas as causas básicas que realmente contribuem com o modo de falha. Após a análise das ferramentas, os resultados devem ser transferidos para a coluna do FMEA.

F. Ocorrência (O): De acordo com Palady (2004) existem duas abordagens que podem ser usadas ao questionar a ocorrência. A primeira consiste na avaliação da frequência do modo de falha, apresenta um valor da ocorrência com que o modo de falha ocorre. Já a segunda abordagem realiza uma avaliação da frequência de cada causa do modo de falha, desta forma nem sempre a ocorrência do modo de falha é traduzida diretamente. Essas duas abordagens devem ser compreendidas por todo o grupo, e então, uma deve ser escolhida. As possíveis formas de reduzir, efetivamente, o índice de ocorrência consiste no controle ou intensificação da prevenção das causas ou ainda a realização de alterações no processo. O Quadro 2 define os parâmetros para determinação do índice de ocorrência. Porém, Luz (2009) ressalta que cada empresa deve adotar um tipo de escala para a avaliação de ocorrência, já que esta costuma ser bem específica, pois relaciona os registros internos com o levantamento de percentual de ocorrências, estabelecendo assim um limite histórico de qualidade.

ÍNDICE DE OCORRÊNCIA		
Ocorrência	Critério	Índice
Muito Elevada	A falha é quase inevitável.	10
Elevada	Associada a processos anteriores similares que tenham falhado com frequência.	8 7
Moderada	Associada a processos anteriores similares que tenham experimentado falhas ocasionais, porém não em proporções maiores.	6 5 4
Baixa	Falhas isoladas, associadas a processos similares	3
Muito Baixa	Somente falhas isoladas, associadas a processos quase idênticos.	2
Remota	Falha é incomum.	1

Quadro 2: Parâmetros para Determinação do Índice de Ocorrência
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2011, p. 56)

G. Detecção (D): É representado por uma escala, normalmente, de 1 a 10, que avalia a probabilidade de se detectar a causas e modos de falha antes que atinjam o cliente ou a operação seguinte ao local onde o problema foi criado, afirma Palady (2004). Um

valor muito baixo na escala de detecção indica que o modo de falha ou suas causas, provavelmente, serão detectadas antes de chegarem ao cliente. Já um valor mais alto na escala, sugere que a forma mais provável da organização ter conhecimento do problema ocorre quando ela recebe reclamações dos clientes, conforme observado no Quadro 3. Portanto, quanto mais investimentos em tecnologias, treinamentos, ou outras formas de detecção, menor se tornam estes índices. Outro ponto relevante é que a escala de detecção deve ser ajustada a cada organização, o grupo determina a mais adequada.

ÍNDICE DE DETECÇÃO		
Detecção	Critério	Índice
Quase Impossível	Nenhum controle conhecido disponível para detectar o tipo de falha.	10
Muito Remota	Probabilidade muito remota de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	9
Remota	Probabilidade remota de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	8
Muito Baixa	Probabilidade muito baixa de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	7
Baixa	Probabilidade baixa de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	6
Moderada	Probabilidade moderada de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	5
Moderadamente Elevada	Probabilidade moderadamente elevada de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	4
Elevada	Probabilidade elevada de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	3
Muito Elevada	Probabilidade muito elevada de que o controle atual venha a detectar o tipo de falha.	2
Quase Certo	Controle atual quase certamente virão a detectar o tipo de falha. Controle de detecção confiáveis são conhecidos para processos similares.	1

Quadro 3: Parâmetros para Determinação do Índice de Detecção
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2011, p. 58)

H. RPN (*Risk Priority Number*): Segundo Palady (2004) existem algumas abordagens para leitura e interpretação do FMEA, e ressalta duas delas. A primeira é considerada

o método tradicional, que prioriza o uso do método RPN (grau da prioridade de risco), encontrado através da multiplicação da pontuação dada para os índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D), a Equação 1 ilustra essa operação. Obtém assim, valores situados numa faixa crescente, que sugerem desde baixíssimo risco até risco crítico para o resultado mais elevado.

$$RPN = S \times O \times D \quad (\text{Eq. 1})$$

Luz (2009) explica que a equipe deve determinar ações de correção e de minimização dos modos de falha para os RPNs cujos índices alcançarem valores superiores a 50. Desse modo, Palady (2004) esclarece que os mais altos RPNs garantem as primeiras considerações de melhorias na análise e alocação de recursos, logo pode influenciar a equipe em concentrar os esforços em um modo de falha que talvez seja menos crítico do que a qualidade, a confiabilidade e a segurança de outros modos com RPN mais baixos. Segundo o mesmo autor, a segunda abordagem é representada pelo gráfico de áreas, uma seqüência estratégica que sugere uma interpretação proativa baseada na severidade e na ocorrência para selecionar os modos de falha mais importantes. Por meio do gráfico, são observadas três regiões, alta, média e baixa prioridade, que são definidas pela política de cada organização. A Figura 8 mostra o gráfico de áreas do FMEA.

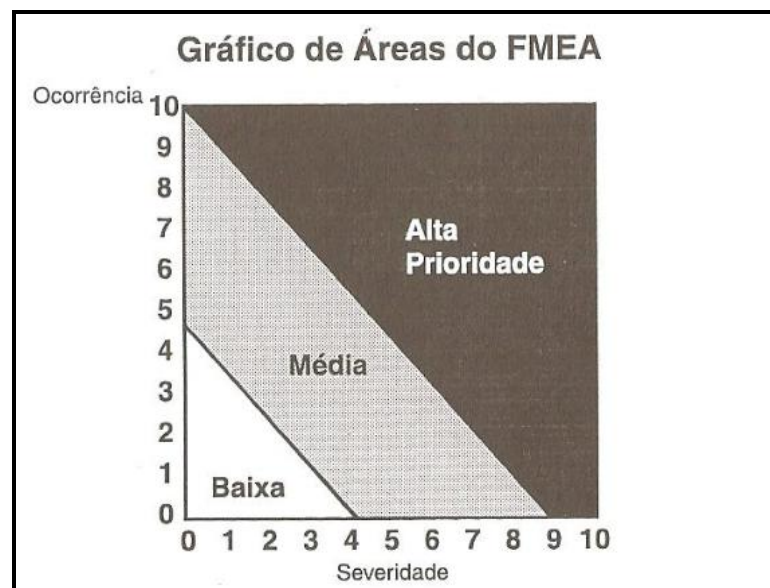


Figura 8: Gráfico de Áreas do FMEA
 Fonte: Miguel (2001, p. 133)

I. Ações Recomendadas: A etapa final constitui-se na definição e seleção de ações recomendadas pela equipe, capazes de prevenir, minimizar e solucionar os modos de falha em potencial de uma forma eficaz. Normalmente, um equívoco dessa etapa é a implementação das recomendações sem uma avaliação adequada dos custos e dos benefícios de qualidade e confiabilidade previstos. Deste modo, a equipe FMEA deve, primeiramente, investigar a ação recomendada, evitando assim o aparecimento de novos modos de falha. É relevante também, obter os resultados esperados pela equipe, pois a partir destes resultados que ocorre o efetivo aumento de confiabilidade do sistema.

Toledo e Amaral (2000, p. 5) ressaltam que:

“O formulário FMEA é um documento “vivo”, ou seja, uma vez realizada uma análise para um produto/processo qualquer, esta deve ser revisada sempre que ocorrerem alterações neste produto/processo específico. Além disso, mesmo que não haja alterações deve-se regularmente revisar a análise confrontando as falhas potenciais imaginadas pelo grupo com as que realmente vem ocorrendo no dia-a-dia do processo e uso do produto, de forma a permitir a incorporação de falhas não previstas, bem como a reavaliação, com base em dados objetivos, das falhas já previstas pelo grupo.” (TOLEDO; AMARAL, 2000, p. 5)

Dessa forma, a empresa deve definir um responsável para garantir que todas as ações recomendadas sejam implantadas, revisadas ou então, dirigidas adequadamente.

O desenvolvimento e a execução do FMEA permitem obter uma série de vantagens e benefícios, de acordo com Palady (2004) esses benefícios estão na facilidade de aplicação do método, no curto prazo para alcançar os objetivos determinados, no aumento da satisfação do cliente. Outras vantagens do FMEA:

- Assegurar que todos os modos de falha possíveis, seus efeitos e causas sejam considerados;
- Melhorar a qualidade, confiabilidade e segurança, assim aumentar a competitividade;
- Proporcionar uma padronização de procedimentos e documentos, possibilitando o rastreamento das ações tomadas para reduzir riscos de qualidade;
- Identificar e selecionar alternativas como oportunidades de melhoria contínua.

As desvantagens segundo Stamatis⁹ (*apud* Luz, 2009) é a consideração de uma falha por vez, não permitindo, por exemplo, a combinação das falhas dos componentes com erro humano cometido pelo operador. O FMEA não permite avaliar as combinações de falhas que normalmente podem ocorrer no sistema. Durante a elaboração também encontra-se algumas desvantagens, segue abaixo:

- Custo inicial, pois determina tempo dos membros da equipe por meio das reuniões;
- Dependente da experiência da equipe nomeada;
- Atualizações permanentes dos formulários, conduzindo a um processo burocrático.

2.4 Trabalhos Relacionados

Luz (2009) relata em um estudo de caso que as necessidades do cliente são atendidas através das características do produto. Neste contexto, implantou o FMEA em uma indústria moveleira de pequeno porte, para identificar as causas e propor um plano de melhoria contínua que reduzisse as falhas durante o processo produtivo da bancada de madeira de demolição. O produto em questão apresenta defeitos em algumas peças, pois podem ser produzidas de diversas partes da madeira de demolição (tábuas, vigas e quadrados, cruzetas e dormentes). Essa prática permitiu o esclarecimento de métodos aplicáveis para resolução da falha, o que foram organizados e esclarecidos em um formulário do FMEA adequado a empresa. Deste modo, a melhoria da qualidade com enfoque na técnica FMEA proporcionou a este produto um novo escopo de projeto, portanto, a metodologia realizou um papel primordial de sistematizar as informações no processo e regulamentá-las. Porém, durante todo processo de implantação foi observado uma dificuldade, a de reunir os principais chefes de setores para as reuniões, pois se trata de líderes ocupados no qual o custo da hora de trabalho é mais elevado, deste modo, reuni-los três vezes por semana em um mês, pareceu de imediato uma proposta de alto custo.

A aplicação da ferramenta FMEA de processo em um sistema produtivo envolvendo o processo de fabricação de uma engrenagem foi realizada por Bastos (2006) em um estudo de caso.

⁹ STAMATIS, D. H. *Failure Mode and Effect Analysis. FMEA from Theory to Execution*. London: Milwaukee ASQC Quality Press, 1995

Através da aplicação desta ferramenta, foi possível avaliar os riscos de falhas nas diversas operações que envolvem tal processo, a partir de uma identificação criteriosa dos seus pontos críticos, de tal forma a contribuir acentuadamente e preventivamente para a melhoria da confiabilidade do processo. Para as empresas que possuem relações comerciais de produtos com a indústria automobilística, a utilização da ferramenta FMEA, tem tornado-se um requisito contratual recorrente nas relações comerciais, especialmente porque contribui para a confiabilidade dos produtos e processos de fabricação, comenta o mesmo autor. Dessa forma, a metodologia apresenta relevantes vantagens, pois serviu como um mapa do processo identificando todas as fases de forma clara e objetiva, ressaltando os pontos fortes e fracos, auxilia na tomada de decisão, fundamentalmente sobre quais problemas focar. Porém, uma desvantagem identificada no estudo foi o tempo necessário para analisar e definir os índices das possíveis falhas que podem ocorrer em todas as fases do produto ou processo, o que pode resultar em desestímulo à aplicação da ferramenta.

Já Roos, Moraes e Rosa (2008) apresentam a ferramenta inserida em uma abordagem voltada para a melhoria da qualidade nos serviços de transporte. Para isso, realizou-se um estudo de caso em uma empresa atuante no segmento de transporte terrestre e aéreo de passageiros e cargas. O ponto específico em que se realizou a implantação foi na gestão dos pneus dos veículos de transporte terrestre de passageiros, pois falhas relacionadas a este componente geram insatisfações de clientes e aumentam os custos de manutenção na empresa. O objetivo principal foi verificar, após a implantação das ações, quais as vantagens em se utilizar a ferramenta FMEA como provedora da melhoria contínua da qualidade. E os resultados foram alcançados ao se verificar que a FMEA pode ser empregada como instrumento para a melhoria da qualidade e para o aumento da confiabilidade e segurança dos serviços prestados pela empresa, proporcionando um maior entendimento acerca da temática proposta, além de mostrar a importância da melhoria contínua na gestão da qualidade.

3 CENÁRIO

Este capítulo apresentará o desenvolvimento do estudo de caso, bem como a descrição da estrutura da empresa onde serão propostas as melhorias, suas características e a análise do processo de decoração. Além disso, os motivos que levaram a este estudo.

3.1 Caracterização da Empresa

A história da MBF Embalagens Ltda inicia em 02 de maio de 1997, na cidade de Maringá, estado do Paraná. Inicialmente, com o nome de Augros do Brasil SA, fez parte do Grupo francês Augros SA CRP, importante fornecedor de embalagens plásticas para o segmento de perfumaria e cosmético da Europa. Contudo, à partir de 1º de agosto de 2006 sua trajetória se renova. Adquirida pela Aptar Group Inc., organização global com sede nos Estados Unidos e fornecedor mundial de sistemas dispensadores para os setores de fragrância, cosméticos, higiene pessoal e *household*, pertence à divisão *Beauty & Home* América Latina, com a *brand* MBF. E por fim, em 2010 ocorre uma mudança do nome por uma decisão estratégica do Grupo Aptar para fortalecer a marca, torna-se APTAR Maringá.

O ramo de atuação, portanto, é a transformação de polímeros através dos processos de injeção, extrusão-sopro e decorativo dos produtos através de serigrafia, tampografia e *hot stamping*. O alvo principal da empresa como estratégia para seu desenvolvimento é o mercado de cosmético e perfumaria, fabricando tampas, frascos, canecas e potes. Tornou-se referência no Brasil por sua larga experiência na criação, desenvolvimento e fornecimento de sistemas e conceitos em embalagens plásticas assim, possui clientes do Brasil, Argentina, México, Colômbia e Peru como *Solution Provider*.

Atualmente, a APTAR Maringá é certificada pela Norma Regulamentadora de Qualidade ISO 9000, pela Norma Regulamentadora de Responsabilidade Social SA 8000 e está em fase de implantação da Norma Ambiental ISO 14.000. Tudo isso em busca da excelência em seus trabalhos e com foco nas exigências e expectativas de seus clientes.

Desta forma, a empresa está constantemente monitorando as tendências do mercado, procurando identificar as necessidades e expectativas dos clientes tanto em design de produtos como em aperfeiçoamento tecnológico dos processos produtivos. Para alcançarem estes

objetivos investem constantemente na qualificação de seus colaboradores e na aquisição de equipamentos modernos.

A APTAR se preocupa com o progresso social e trabalha promovendo o crescimento profissional de seus trabalhadores com responsabilidade social. Possui um Regulamento Interno onde contém as principais regras que disciplinam o desenvolvimento dos funcionários de todos os setores da empresa, sem distinção de posição hierárquica, estabelecendo assim, Normas Gerais de conduta que melhor orientam o comportamento de cada um e tornam mais fáceis e produtivas as atividades de todos.

Outro fator relevante para empresa é a qualidade, pois possibilita sua permanência no mercado. Por esta razão, tornou-se prioridade absoluta, e como a qualidade não é resultado de ação de alguns, mas responsabilidade de todos, a empresa investe em seus funcionários proporcionando-lhes treinamentos para um desenvolvimento profissional e pessoal.

A missão da APTAR Maringá é: *“Criar, desenvolver e fornecer sistemas e conceitos em embalagens, com valores percebidos pelo mercado, contribuindo para o progresso dos negócios, gerando bem estar e melhoria social.”*

A Política de Gestão Integrada da empresa é: *“A APTAR Maringá mantém e melhora continuamente o seu Sistema de Gestão Integrada visando criar, desenvolver e fornecer sistemas e conceitos em embalagens através do aprimoramento de seu conhecimento técnico, proporcionando ao cliente flexibilidade com alto nível de confiabilidade, melhorando sua competitividade no mercado.*

Contribui para o desenvolvimento das partes interessadas seguindo a Visão, Valores e Regras de Liderança do Grupo Aptar, as leis brasileiras, outras leis internacionais e regulamentos aplicáveis aos requisitos da Norma SA 8000 de Responsabilidade Social, preservando, respeitando e cumprindo as leis de Meio Ambiente.”

Atualmente a empresa trabalha com 270 funcionários, divididos em seis setores mais o setor de Tecnologia da Informação, considerado um setor terceirizado, conforme representado na Figura 9, o cronograma central da estrutura da América Latina da organização.

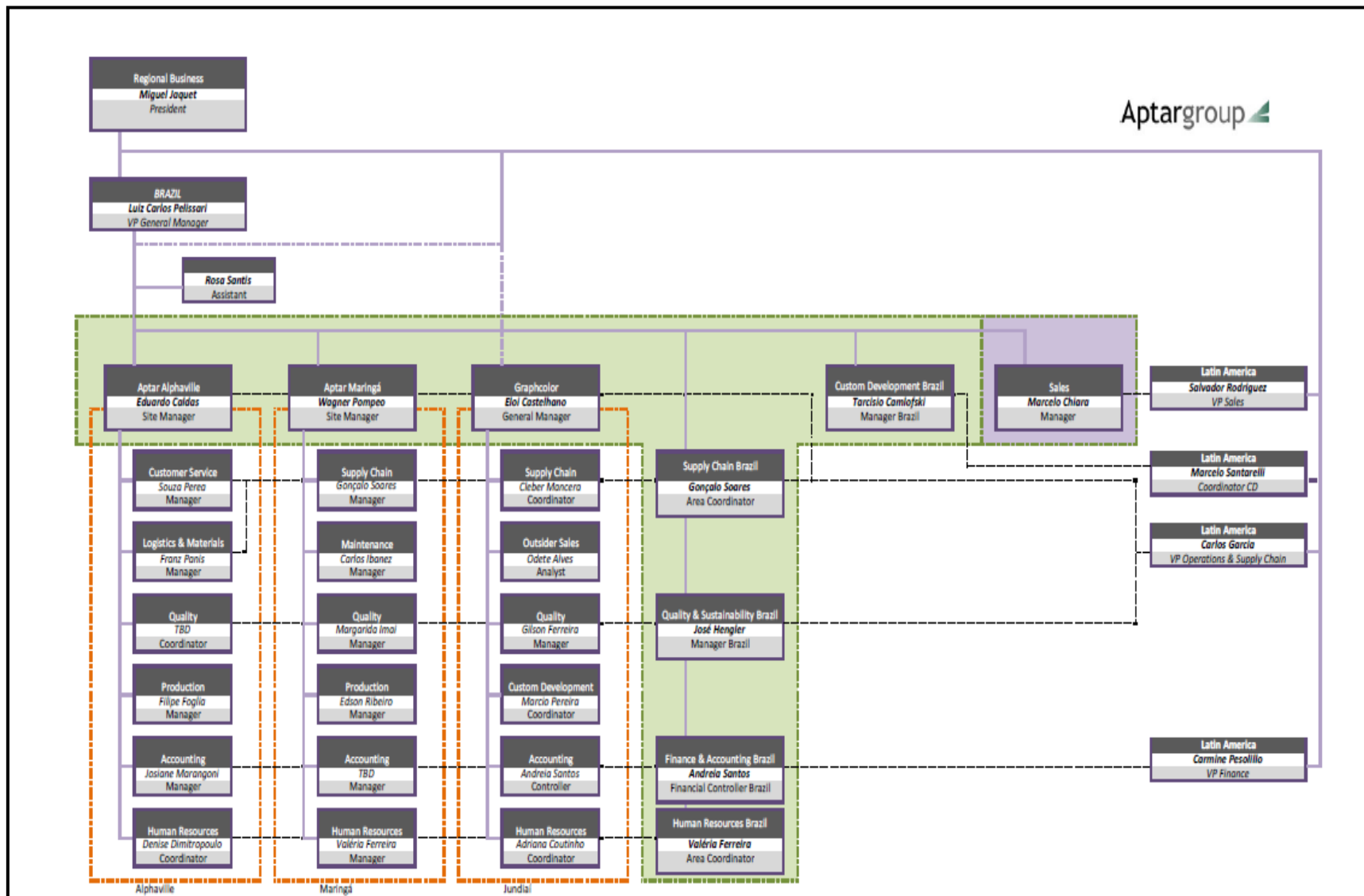


Figura 9: Organograma da América Latina
 Fonte: Manual de Gestão Integrada (2010, p. 19)

Alguns dos setores são classificados como primários, Comercial, Desenvolvimento, *Supply Chain* e Produção, observados no mapa de processos de apoio, sistêmicos e primários da empresa na Figura 10.

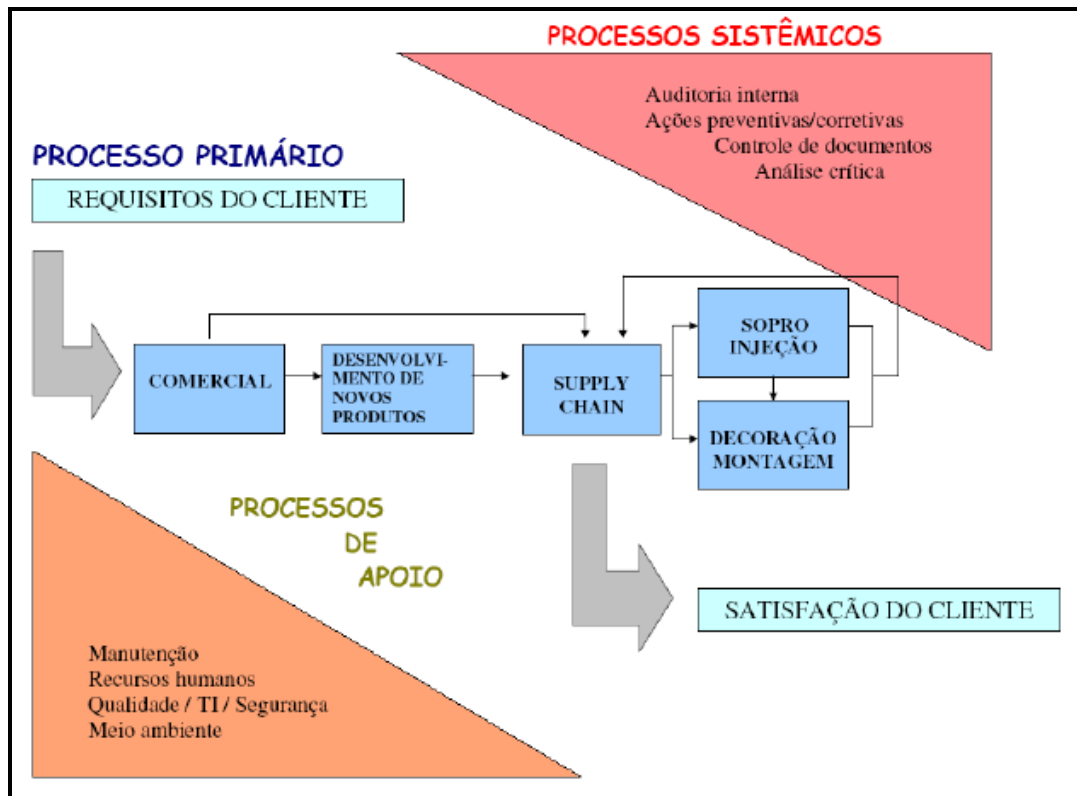


Figura 10: Mapa de Processos
 Fonte: Manual de Gestão Integrada (2010, p. 7)

3.2 Setor de Decoração

O setor de decoração é considerado como um sub-setor do departamento de produção e está em constante aprimoramento para atender de forma mais completa possível as necessidades apresentadas pelos clientes, deste modo possui um procedimento particular para a realização de suas atividades.

Neste sentido, trabalha-se em conjunto com o cliente uma vez que, toda a estrutura para o processo de decoração dos itens seja de responsabilidade da APTAR, as artes e especificações detalhadas para as mesmas devem partir de instruções geradas pelo cliente, desta forma, o setor de decoração deve ter todo um cuidado para atender exatamente a necessidade momentânea do cliente.

Os esforços despendidos no setor, normalmente, são para trabalhar as etapas subseqüentes do processo de sopro, pois a maioria dos frascos sai da empresa já decorados com a logo do cliente e as informações adicionais solicitadas, tais como instruções de uso, fabricante, descrição do produto, entre outras.

O processo inicia-se com o recebimento da solicitação de produção do PCP por um mapa de produção, verifica a necessidade de *setup* da máquina, se houver providência a ficha técnica de montagem de máquina, então retira a embalagem a ser decorada do estoque de produto semi-acabado, prepara as ferramentas de decoração, os documentos, panóplia (conjunto de defeitos) e ficha técnica.

A próxima etapa consiste na verificação da necessidade de flamagem da embalagem. Esse procedimento consiste na aplicação de uma chama sobre a embalagem por alguns segundos, e tem como finalidade aumentar a tensão superficial do plástico, e deste modo, facilitar a impressão da tinta. Após essa etapa, inicia-se a produção, com o preenchimento do formulário de acompanhamento, então finalmente, começa a decoração da embalagem conforme as especificações e liberação da qualidade. Os produtos são analisados durante o processo pelos colaboradores e pelo setor de qualidade, que sendo aprovados são embalados e seguem para o estoque acabado. Já os produtos não-conformes deverão ser classificados imediatamente ou enviadas para a área de quarentena. A Figura 11 representa o fluxograma deste processo.

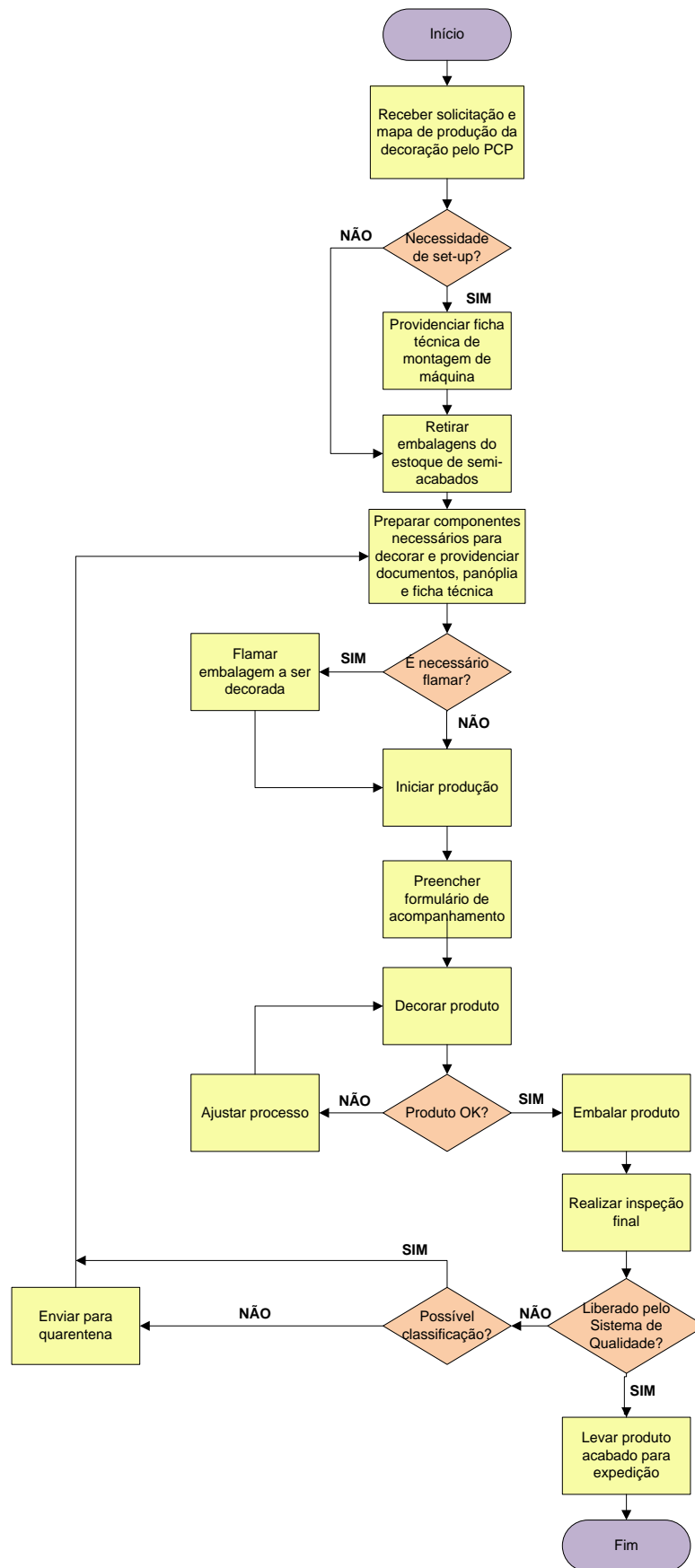


Figura 11: Fluxograma do Processo de Decoração

O setor de decoração pode ser entendido mais detalhadamente por três diferentes tipos de decoração:

- 1. *Hot-Stamping*:** É considerada uma técnica para diferenciar o produto a ser entregue ao cliente e pode tanto ser proposto pelo desenvolvimento como pode ser um pré-requisito colocado pelo cliente ainda no início do desenvolvimento do projeto. O processo inicia-se com a tinta tipográfica sendo substituída por uma espécie de película, em forma de fitas ou folhas de celofane, com a cor na maioria das vezes em tons de dourado e prata. A película é colocada junto com uma camada de adesivo, que é prensada através da pressão de uma matriz sobre o suporte. Essa matriz é um clichê em metal ou em fotopolímero, que é pressionado contra o suporte em alta temperatura, para conseguir prensá-lo. A tinta utilizada, através do calor, adere-se por pressão à peça. Esse tipo de acabamento consegue obter efeito semelhante ao de uma impressão em metal (ouro, prata e outras tonalidades), tanto no aspecto da coloração, quanto ao brilho e à textura. Sua aplicação tende a conferir um aspecto nobre, sofisticado. Ter o domínio interno desse tipo de decoração pode, além de agregar valor ao produto final, reduzir o lead time produtivo dos itens, pois, não se tem a necessidade de uma terceirização específica desta atividade.
- 2. *Serigrafia (silk-screen)*:** É um processo de impressão no qual a tinta é vazada, pela pressão de um rodo ou puxador, através de uma tela preparada. A mesma é desenvolvida com aros de alumínio e um tipo especial de nylon, este é esticado sobre os aros de alumínio e depois de colado recebe um filme plástico sobre o qual será revelada a imagem desejada. A imagem provém de um fotolito, que é gerado por impressoras a laser sobre a superfície de um polímero, essa impressão é terceirizada. As artes para serem gravadas nos produtos chegam ao setor de decoração, onde é avaliada sua viabilidade e depois encaminhada ao colaborador, que aplica um filme sobre a tela e posiciona o fotolito já com a arte desejada sobre a mesma. Depois todo o conjunto da tela é enviado para uma mesa onde receberá raios de luz UV que queimará o filme nos pontos onde não houver a arte do fotolito. Após essa queima do filme, a tela é encaminhada para lavagem e secagem. Após todo esse processo a tela encontra-se pronta para ser utilizada.
- 3. *Tampografia*:** É basicamente um processo de impressão por transferência indireta de tinta, a partir de um clichê gravado em baixo relevo, por meio de um tampão

(almofada) de silicone, que transfere a tinta para a peça a decorar. Este processo difere-se dos outros, por ser utilizado para imprimir qualquer material, e principalmente, de diferentes superfícies, sejam elas planas, curvas, cilíndricas, côncavas, convexas, regulares ou irregulares, e é exatamente esse motivo que o torna apto para trabalhar frascos, que muitas vezes não são de superfícies planas e sim convexas. Outra característica desse tipo de processo é que ele é extremamente versátil e isso permite efetuar a impressão de linhas muito finas e de grafismos complexos, com grande precisão e definição gerando um número elevado de impressões por unidade de tempo, muito embora não gere um número elevado de rejeitos, pelo contrário, perde-se pouco com este tipo de processo.

O setor de decoração possui dois tipos de máquinas: semi-automáticas e automáticas. As máquinas automáticas são específicas para um tipo de produto, logo seus componentes não precisam ser desmontados ao final de cada produção. Já as máquinas semi-automáticas, podem ser divididas em duas sub-categorias: cilíndricas ou ovais, de acordo com o tipo de produto que estas podem processar. Cada produto possui um dispositivo diferente que deve ser montado na máquina de acordo com a sua necessidade de produção.

As máquinas são, em sua maioria, de médio porte e precisam de um suporte técnico capacitado para atuar nos *setup* das mesmas e contra as variações naturais dos processos, reduzindo ao máximo as perdas e melhorando o *lead time* produtivo.

3.3 Diagnóstico do Problema

O setor de decoração da APTAR Maringá será o campo de estudo do presente trabalho. Dessa forma, buscaram-se algumas informações necessárias para avaliar a atual situação do mesmo, por meio das planilhas que o setor de produção já possui. A primeira informação relevante está presente na Figura 12, que ilustra a eficiência média do setor durante o mês de abril de 2011. Por meio do gráfico, observa-se que 39% de toda a produção do mês foi ineficiência, comprovando deste modo, a possibilidade de um estudo de caso.

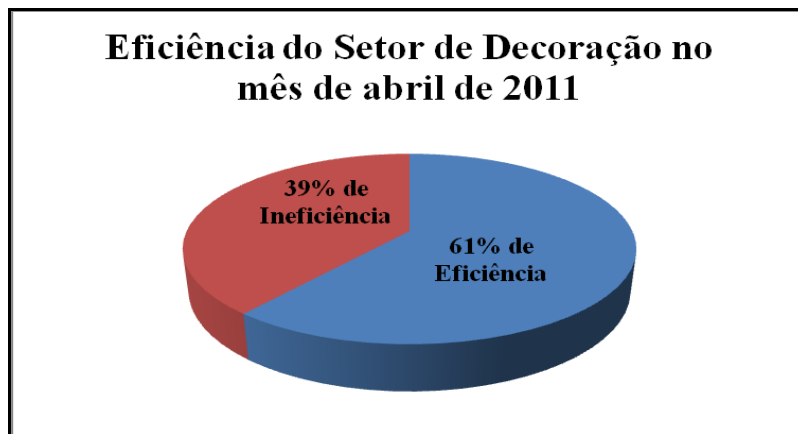


Figura 12: Gráfico da Eficiência do Setor de Decoração

A próxima informação também está representada por meio de gráfico, observado na Figura 13 sobre o mês de abril de 2011, que apresenta a porcentagem de rejeição do processo de decoração, rejeição do processo de sopro que foi identificada apenas na decoração e por fim, a porcentagem da limpeza, isto é, o retrabalho realizado quando o erro é identificado antes de finalizar o processo de decoração, neste caso, o produto volta à linha de produção. As três porcentagens ressaltam as ineficiências do processo.

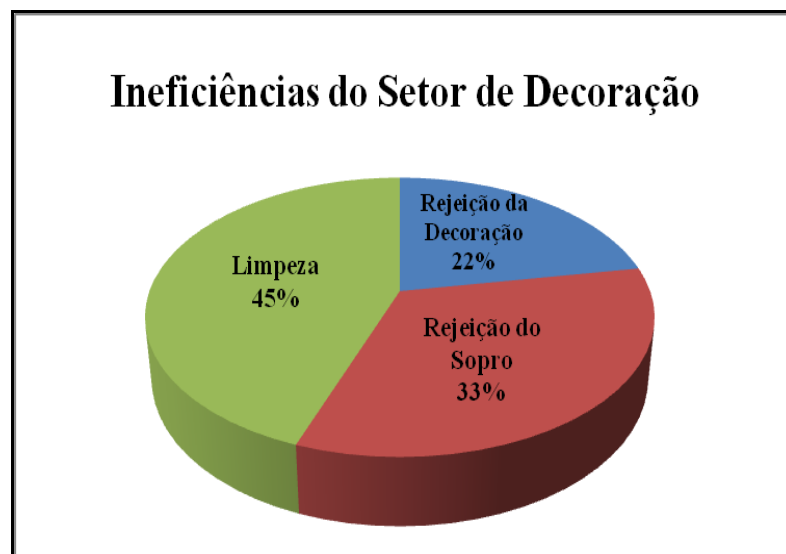


Figura 13: Gráfico das Ineficiências no Setor de Decoração

Pode-se analisar, através da Figura 13, que 45% do total das ineficiências possui como consequência a limpeza dos produtos. Eles deveriam sair do processo de decoração com a máxima qualidade oferecida, porém, foram identificados com alguma não-conformidade e então limpos. Essa atividade ocasiona para a empresa aumento de custos pelo retrabalho realizado e um possível gargalo na produção pela espera destes produtos.

Logo, observa-se que o processo de decoração não representa um “problema” para a empresa, entretanto, por meio das informações coletadas, sabe-se que o setor apresenta viabilidade de melhorias e também o possível monitoramento.

Neste contexto, é perfeitamente aceitável uma proposta de melhoria contínua como o objetivo de aumentar a eficiência do setor considerando a qualidade em todas as etapas do processo e com a colaboração de todos. Outra razão que torna a melhoria contínua uma prática admissível é a visão na adequação do processo já existente, e não o investimento em um novo processo, assim não há a necessidade de um elevado investimento em capital.

4 ANÁLISE DE FALHAS

Este capítulo descreve o estudo realizado, apresentada as etapas executadas na condução da análise das falhas.

4.1 Planejamento do FMEA

Neste item será proposto um método de desenvolvimento para o formulário FMEA no processo de decoração de embalagens plásticas. Como base será utilizada a seqüência de elaboração do FMEA, apresentada na Figura 6.

A abordagem para este estudo será realizada em oito etapas abrangendo onze atividades, onde cada uma deve ser concluída para a iniciação da próxima. A Figura 14 ilustra a seqüência de atividades e suas relações.



Figura 14: Sequência de Atividades do FMEA

A **reunião introdutória** representa um planejamento, pois deve ser definida a equipe, identificado o líder do grupo e elaborado um cronograma das reuniões, onde em cada uma delas deverá ser tratado os tópicos pré-estabelecidos. Outro ponto relevante é o

esclarecimento da metodologia e a elaboração do cabeçalho do formulário FMEA. Por fim, deve-se programar a coleta de documentos relacionados ao processo para serem utilizados como subsídios no levantamento de dados.

Na **segunda reunião** são discutidas as etapas do processo de decoração por meio do estudo do fluxograma, trata-se do preenchimento da primeira coluna do formulário FMEA.

Já determinado as etapas relevantes do processo, na **terceira reunião** o grupo deverá identificar as falhas potenciais dessas etapas, a segunda coluna do formulário. Para facilitar e auxiliar essa identificação poderá ser realizada uma sessão de *brainstorming*. Na mesma reunião também são identificados os efeitos potenciais da falha, isto é, o impacto que os modos de falha causam ao processo de decoração. Concluído essa etapa, a terceira coluna do formulário deve ser preenchida.

O próximo item avaliado será o índice de severidade, trata-se de uma classificação da gravidade do efeito do modo de falha para o processo, relacionados em uma escala de 1 a 10, de forma que os efeitos se tornam graves em ordem crescente, conforme descrito no Quadro 1. Nesta **quarta reunião** a equipe deve elaborar uma matriz de avaliação e graduação, assim os resultados são encontrados através da média dos valores indicados por cada membro do grupo, tornando-o um número preciso. Após isso, o valor final encontrado pode ser transferido para o formulário FMEA.

A **quinta reunião** consiste na identificação das causas potenciais dos modos de falha, a partir de sessões de *brainstorming* para listar todas as hipóteses de causa primária que podem resultar na falha. Posteriormente, deve ser elaborado um diagrama de causa e efeito, relacionando os efeitos já identificados na terceira reunião com as causas do *brainstorming* para encontrar as possíveis causas secundárias e, a partir da análise das ferramentas determinar quais as causas são realmente críticas ao processo e colocá-las na coluna do formulário FMEA.

Na **sexta reunião** deve ser determinado o índice de ocorrência, ou seja, a frequência/probabilidade com que a falha ou sua causa venha ocorrer. O grupo, primeiramente, deve escolher qual abordagem será usada ao questionar a ocorrência, o modo de falha ou sua causa potencial. Em seguida, o Quadro 2 deverá ser empregado como auxílio para a determinação dos valores. Após análise dos índices, a sexta coluna do formulário deve

ser respondida. Na seqüência, deverão ser levantadas as formas de controle já praticadas no processo de decoração para intervenção dos modos de falha.

A **sétima reunião** deverá ter como objetivo a classificação das falhas potenciais de acordo com sua detecção. Novamente será utilizada uma escala de 1 a 10, representando a probabilidade de se detectar as falhas antes que abranjam o cliente ou a operação seguinte, conforme o Quadro 3. Para realizar essa etapa a equipe deve se reunir e discutir sobre os critérios de detecção do processo.

Na mesma reunião deve ser efetivada a interpretação do formulário, que deverá estar praticamente todo preenchido. Para tal, o cálculo do grau da prioridade de risco (RPN) deve ser realizado, avaliando quais as falhas são consideradas prioritárias e então, desenvolver a elaboração de ações de melhoria. O RPN é definido pelo produto de três elementos já encontrados anteriormente, conforme descrito pela Equação 1, e indica quais as falhas devem ser analisadas, como já afirmando as que possuem valor superior a 50.

Ainda como o objetivo de interpretar o formulário, a equipe deve desenvolver o gráfico de áreas do FMEA, pois em conjunto com os valores de RPN é capaz de selecionar os modos de falha mais importantes.

E por fim, na **oitava reunião** para preencher o último item do formulário FMEA, o grupo deverá propor ações de melhorias para o processo de decoração, avaliando prioritariamente as falhas de maior importância, já apresentadas na etapa anterior. Para identificar essas melhorias, será necessário que a equipe discuta e selecione a melhor ação recomendada a ser implementada, capaz de prevenir as falhas potenciais de uma forma eficaz e minimizar as conseqüências de sua ocorrência.

4.2 Aplicação do FMEA

A proposta apresentada a seguir, consiste na aplicação da metodologia FMEA em uma indústria de embalagens plásticas no setor de decoração, sugerindo assim sua utilização pela mesma. Por meio da proposta o processo poderá ser revisado e otimizado. Segue a descrição das reuniões.

- **Reunião 1: Definição da Equipe**

Refere-se a uma etapa de planejamento, iniciada com a seleção do líder e dos componentes do grupo, considerando que o mesmo deve ser multidisciplinar e reduzido. A equipe escolhida é representada por colaboradores com domínio sobre o processo de decoração, conforme apresenta o Quadro 4.

GRUPO DE GESTORES DO FMEA	
Líder	Setor
Gerente	Qualidade
Membros	Setor
Responsável	Produção
Responsável	Manutenção
Responsável	Qualidade
Encarregado	Decoração

Quadro 4: Grupo de Gestores do FMEA

Após a definição da equipe foi acordado a programação das reuniões, tendo como proposta reuniões semanais, as terças e quintas-feiras com mínimo de uma hora de duração. Através desse agendamento evita-se possíveis reclamações ou faltas.

Como forma de evidenciar o cronograma utilizou-se uma ferramenta básica no gerenciamento de projetos, o gráfico de Gantt, capaz de ilustrar as dependências entre as atividades, conforme mostra a Figura 155.

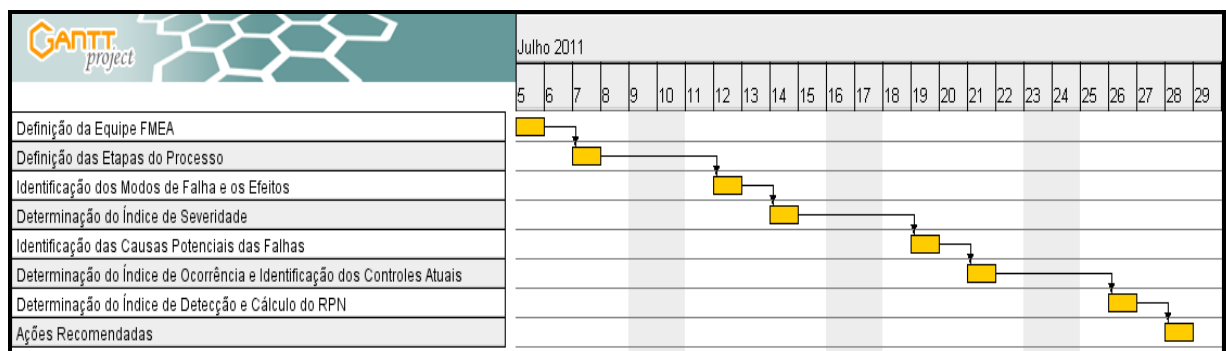


Figura 15: Cronograma das Reuniões FMEA

Na reunião introdutória também aconteceu o esclarecimento da metodologia FMEA, neste caso o líder do grupo foi o responsável pela apresentação do método a todos, descrevendo a seqüência de desenvolvimento, os objetivos e as diretrizes.

Outro ponto relevante da reunião foi a elaboração do cabeçalho do formulário FMEA. Para isso, utilizou-se como base a literatura já apresenta neste trabalho, porém o grupo realizou

adaptações no formulário para desenvolver um documento que realmente alcançasse os objetivos do estudo e também fosse claro e completo. O formulário desenvolvido é apresentado na Figura 166.

FORMULÁRIO FMEA									
PROCESSO:					RESPONSÁVEL:				
DATA DE PREENCHIMENTO:									
EQUIPE:									
Etapa do Processo	Falha Potencial	Efeito Potencial da Falha	Severidade	Causa Potencial da Falha	Ocorrência	Controle Atual do Processo	Deteção	RPN	Ações Recomendadas

Figura 16: Formulário FMEA Desenvolvido pela Equipe

Para finalizar a reunião, ficou programado que todos da equipe deveram separar planilhas, formulários, dados, projetos enfim, documentos relacionados ao processo de decoração para serem utilizados como subsídios no levantamento de dados históricos.

- **Reunião 2: Definição das Etapas do Processo**

Iniciou a segunda reunião com uma análise dos documentos coletados pelos membros do grupo. Deste modo, o FMEA de processo foi iniciado com o estudo do fluxograma, já exibido na Figura 11. Para alinhar as informações, o encarregado da decoração fez uma explicação sobre cada operação realizada. Assim, possibilitou que durante sua explanação fosse elaborada uma lista com as etapas do processo e então, o preenchimento da primeira coluna do formulário. Segue as etapas identificadas como relevantes ao estudo.

1. *Setup*;
2. Organizar os componentes necessários para decorar;
3. Providenciar os documentos (panóplia e ficha técnica);

4. Processo de flamagem;
5. Realizar acompanhamento do processo;
6. Preencher as fichas de controle de produção;
7. Embalar o produto;
8. Realizar inspeção final;
9. Identificação do lote reprovado;
10. Levar o produto acabado para a área especificada;
11. Retirar todos os documentos e peças ao finalizar a produção.

Esta reunião teve um menor tempo de duração devido à necessidade dos membros da equipe em suas atividades rotineiras, porém, foi possível alcançar as atividades pré-estabelecidas no cronograma.

- **Reunião 3: Identificação dos Modos de Falha Potencial e seus Efeitos**

O próximo item a ser resolvido no formulário FMEA é a identificação das falhas potenciais de cada etapa do processo. Deste modo, realizou-se uma sessão de *brainstorming* com o objetivo de facilitar esta identificação.

Tendo em vista que os modos de falha conduzem uma redução ou suspensão do processo, a equipe responsável gerou uma lista com diversos modos de falha de acordo com a experiência de todos. Entretanto, o grupo observou e reconheceu falhas parecidas ou até repetidas, então a lista foi revisada. O Quadro 5 mostra as falhas potenciais encontradas para cada etapa.

FORMULÁRIO FMEA	
Etapa do Processo	Falha Potencial
Setup	Layout inadequado
Organizar os componentes necessários para decorar	Preparação incorreta das telas Desorganização dos clichês
Providenciar documentos	Atraso para iniciar produção
Flamagem	Flamagem incorreta
Realizar acompanhamento do processo	Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento
Preencher as fichas de controle de produção	Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção
Embalar produto	Embalar incorretamente
Realizar inspeção final	Inspeção final incorreta
Identificação do lote reprovado	Falta de identificação de lote reprovado
Levar produto acabado para área especificada	Lote sem identificação correta
Retirar todos documentos e peças ao finalizar a produção	Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte

Quadro 5: Falhas Potenciais do Processo de Decoração

Finalizada a identificação dos modos de falha do setor de decoração a reunião teve continuidade para dar seqüência ao cronograma. Assim, foram determinados os efeitos que cada modo de falha causa ao processo, ou seja, os impactos das falhas potenciais.

Para realizar o levantamento dos efeitos utilizou-se como auxilio alguns documentos já coletados e apresentados ao grupo, o formulário controle de rejeição (F.06.06) destacado no anexo A e, novamente a experiência de todos.

Um ponto sinalizado por um dos membros foi a importância de refletir na experiência dos clientes antes de descrever os efeitos resultantes da falha, então outro documento foi observado, o formulário sobre levantamento das necessidades dos clientes (F.00.03), apresentado no anexo B. Diante de todas essas análises, determinou-se os efeitos que são gerados durante o processo de decoração pelas falhas potenciais, ilustrado no Quadro 6. Com isso, foi finalizada a reunião.

FORMULÁRIO FMEA		
Etapa do Processo	Falha Potencial	Efeito
Setup	Layout inadequado	Mistura do material
Organizar os componentes necessários para decorar	Preparação incorreta das telas	Produtos decorados com a arte incorreta
	Desorganização dos clichês	
Providenciar documentos	Atraso para iniciar produção	Atraso na data de entrega e/ou reprovação do lote
Flamagem	Flamagem incorreta	Falta de aderência da decoração
Realizar acompanhamento do processo	Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Enviar produtos não conformes ao cliente
Preencher as fichas de controle de produção	Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Erro de dados no sistema
		Erro no estoque ocasionando retrabalho
Embalar produto	Embalar incorretamente	Devolução do lote por diferença de quantidade ocasionando diminuição na pontuação da avaliação do cliente
Realizar inspeção final	Inspeção final incorreta	Reprovação interna e não alcance das metas
Identificação do lote reprovado	Falta de identificação de lote reprovado	Mistura do lote reprovado com os lotes aprovados ocasionando retrabalho
Levar produto acabado para área especificada	Lote sem identificação correta	Atraso na alocação do lote pela expedição
Retirar todos documentos e peças ao finalizar a produção	Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Devolução do lote

Quadro 6: Efeitos das Falhas Potenciais do Processo de Decoração

- **Reunião 4: Determinação do Índice de Severidade**

A próxima etapa da elaboração do formulário FMEA corresponde à classificação da gravidade do efeito do modo de falha, representada pela severidade.

A equipe FMEA empregou como parâmetro de escala o Quadro 1, já apresentado neste estudo. Os resultados foram alcançados a partir de discussões realizadas durante a reunião entre todos os membros e da elaboração de uma matriz de avaliação e graduação. Para isso, cada membro anotou o valor de severidade que considerava para cada efeito e em seguida, calculou-se a média dos mesmos. O resultado da classificação de severidade está detalhado no Quadro 7.

FORMULÁRIO FMEA							
Falha Potencial	Efeito	Notas Individuais da Equipe					Média de Severidade
Layout inadequado	Mistura do material	7	7	6	7	7	7
Preparação incorreta das telas	Produtos decorados com a arte incorreta	10	9	10	9	10	10
Desorganização dos clichês		10	10	10	9	10	
Atraso para iniciar produção	Atraso na data de entrega e/ou reprovação do lote	10	10	10	10	10	10
Flamagem incorreta	Falta de aderência da decoração	10	9	9	9	9	9
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Enviar produtos não conformes ao cliente	10	10	10	10	10	10
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Erro de dados no sistema	6	5	5	5	5	5
	Erro no estoque ocasionando retrabalho	7	5	5	5	5	5
Embalar incorretamente	Devolução do lote por diferença de quantidade ocasionando diminuição na pontuação da avaliação do cliente	10	9	10	9	10	10
Inspeção final incorreta	Reprovação interna e não alcance das metas	9	7	7	6	7	7
Falta de identificação de lote reprovado	Mistura do lote reprovado com os lotes aprovados ocasionando retrabalho	10	9	9	10	10	10
Lote sem identificação correta	Atraso na alocação do lote pela expedição	7	5	6	8	7	7
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Devolução do lote	10	10	10	10	10	10

Quadro 7: Classificação de Severidade para os Efeitos das Falhas Potenciais do Processo de Decoração

A partir do Quadro 7, a equipe FMEA verificou que a maioria dos efeitos foram determinados com um alto índice de severidade, o que representa uma alta gravidade para a empresa e para seus colaboradores quando as falhas potenciais identificadas ocorrem.

A equipe resolveu encerrar a reunião antes do horário e seguir o cronograma, pois a próxima etapa, identificação das causas potenciais da falha, exige maiores análises e avaliações. Contudo, ficou tratado que todos deveriam buscar informações que auxiliassem na determinação das causas.

- **Reunião 5: Identificação das Causas Potenciais das Falhas**

O próximo item a ser considerado no formulário FMEA são as causas potenciais das falhas, deste modo o grupo com base nas análises realizou um *brainstorming*, onde cada membro citou os acontecimentos e fatos já ocorridos, em relação a cada uma das falhas e listou suas causas primárias.

Para um maior entendimento de todos, relacionou-se as possíveis causas dos modos de falhas, de forma que os resultados pudessem ser estruturados através de um diagrama de causa e efeito. A seguir, o resultado do diagrama desenvolvido para cada falha potencial.

1. *Layout* inadequado

De acordo com a sessão de *brainstorming* todos os membros da equipe analisaram as causas primárias do efeito “mistura do material” e através das experiências alcançaram as causas secundárias, como mostra a Figura 177.

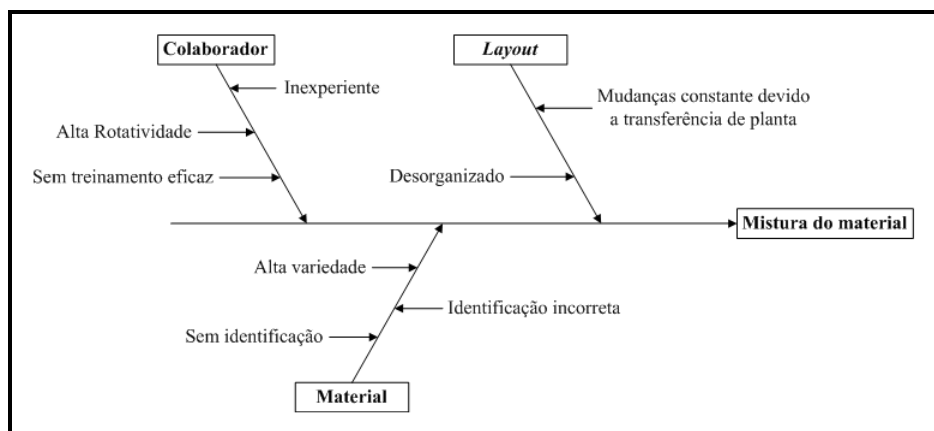


Figura 17: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha *Layout* Inadequado

Por meio do diagrama desenvolvido pelo responsável da qualidade, todos constataram que para uma melhor adequação das causas no formulário era preciso simplificar as causas secundárias, então optaram por apenas duas causas potenciais “desorganização da área de trabalho” e “identificação incorreta ou não identificação do material”.

2. Preparação incorreta das telas e Desorganização dos clichês

Dando continuidade na etapa de identificação das causas potenciais, o grupo observou o próximo modo de falha que possui como efeito “produtos decorados com a arte incorreta” e através das causas primárias já determinadas, elaborou-se mais um diagrama de causa e efeito, ilustrado na Figura 188.

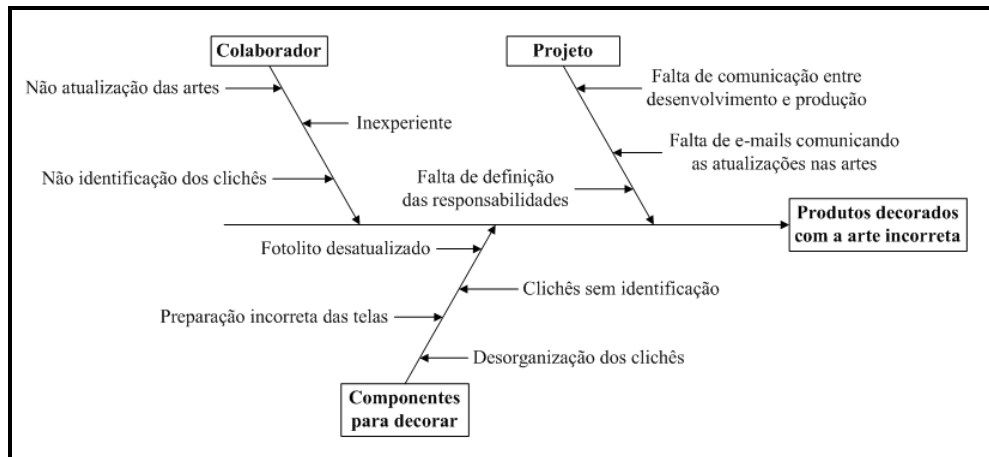


Figura 18: Diagrama de Causa e Efeito para as Falhas Preparação Incorreta das Telas e Desorganização dos Clichês

Da mesma forma como aconteceu na falha *Layout* inadequado, e equipe analisou a Figura 18 e para facilitar o entendimento e preenchimento do formulário FMEA, descreveu como causas potenciais a “utilização de arte antiga por desatualização do arquivo eletrônico e físico” e “falta de identificação e organização dos clichês”.

3. Atraso para iniciar produção

O próximo passo a ser realizado é a identificação das causas potenciais da falha “atraso para iniciar a produção” devido a demora no fornecimento dos documentos. Então, para elaborar o diagrama de Ishikawa a equipe observou as causas primárias determinadas na sessão de *brainstorming*, “colaborador”, “projeto” e “qualidade”. A Figura 199 mostra o diagrama de causa e efeito para a falha em questão.

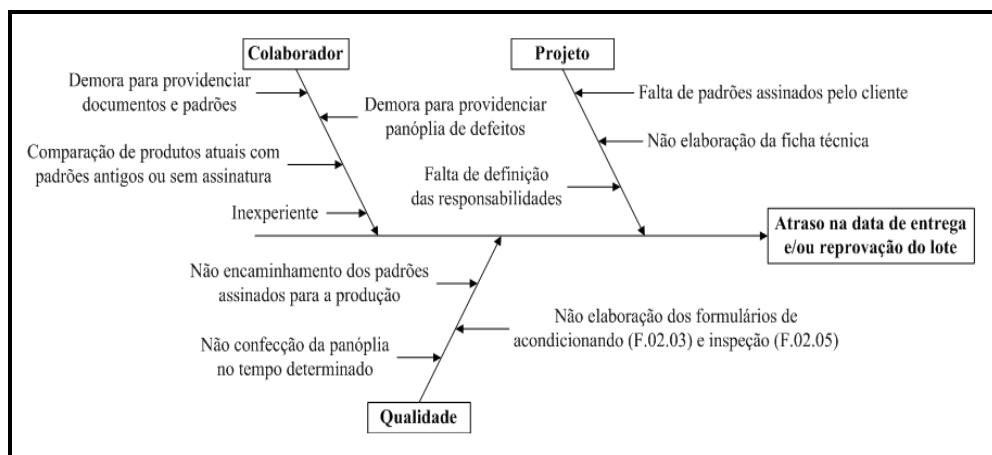


Figura 19: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Atraso para Iniciar Produção

Conforme observado na Figura 199, a equipe FMEA apresentou inúmeras causas secundárias, porém após algumas exposições avaliou que seria mais adequado considerar como causa

potencial apenas a “falta de documentos corretos e padrões”, assim conseguiria abranger todas as causas consideradas.

4. Flamagem incorreta

A quarta falha discutida pelo grupo foi a “flamagem incorreta” que apresenta como efeito potencial a falta de aderência da decoração nas embalagens. Considerando a falha com alta severidade para o estudo, todos avaliaram as causas primárias e em conjunto apontaram causas secundárias. Em seguida foi elaborado o diagrama de causa e efeito, conforme esboça a Figura 2020.

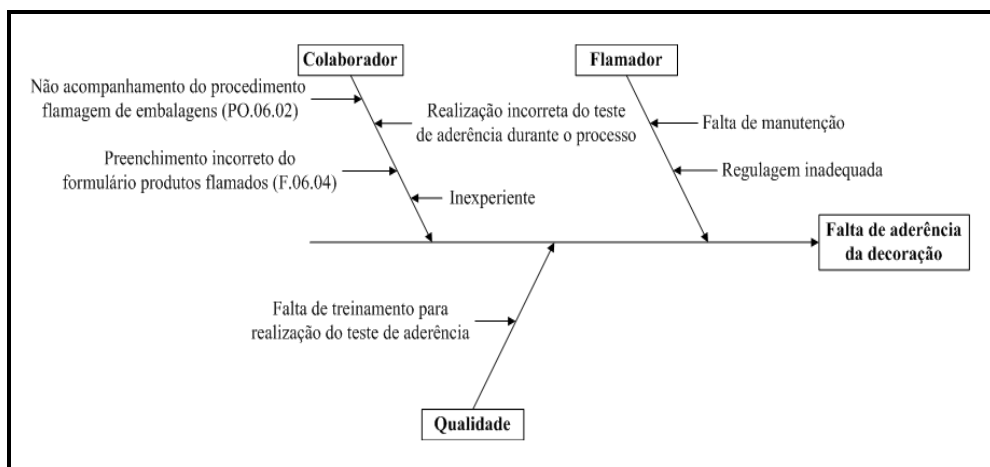


Figura 20: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Flamagem Incorreta

Como o objetivo de esclarecer e simplificar a causa potencial da falha em questão, a equipe sugeriu como causa somente a “regulagem inadequada do flamador”, pois avaliou que é a regulagem errada do equipamento que ocasiona a maioria das outras causas secundárias.

5. Falta de acompanhamento do processo e de registros conforme procedimento

Continuando a identificação das causas potencial, o grupo observou a falha “falta de acompanhamento do processo e de registros conforme procedimento” e verificou que seu impacto para a organização é elevado, pois há a possibilidade do envio de produtos não conformes ao cliente. Dessa forma, o líder do grupo FMEA solicitou uma colaboração eficiente de todos, com isso o quinto diagrama de causa e efeito foi elaborado. A Figura 211 apresenta o diagrama em questão.

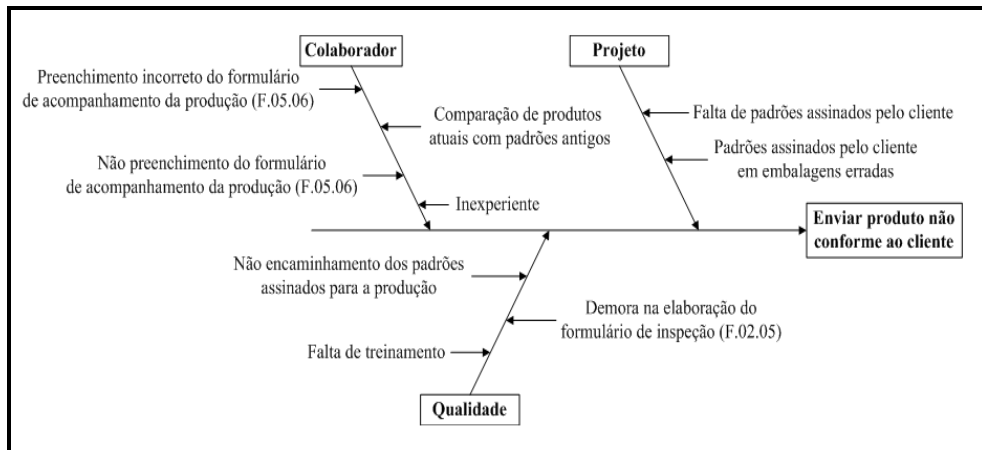


Figura 21: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Falta de Acompanhamento do Processo e de Registros Conforme Procedimento

Visualizando a Figura 211, a equipe também buscou simplificar as causas secundárias encontradas, logo apresentou com causas potenciais da falha a “falta de treinamento” e “falta de documentos corretos e padrões”.

6. Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle

A próxima falha apresenta como impacto para a empresa os erros de dados no sistema e, de acordo com o *brainstorming* as causas primárias para este fato ocorrer são os “colaboradores”, “qualidade” e “produção”. Tendo em vista essas três causas, o grupo começou o desenvolvimento do diagrama espinha de peixe. O resultado encontrado está na Figura 222.

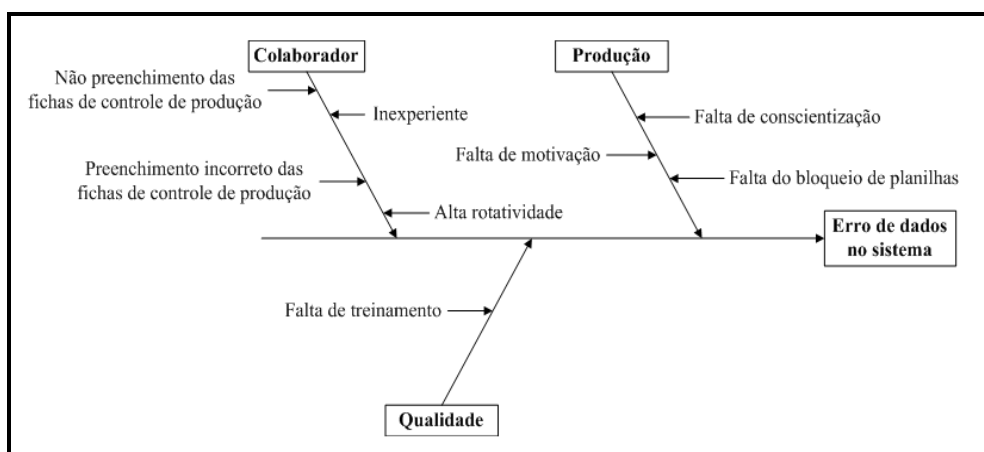


Figura 22: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Preenchimento Incorreto e Falta de Preenchimento das Fichas de Controle

Também procurando facilitar o entendimento do formulário FMEA, definiu-se como causa potencial da falha, exclusivamente, a “falta de treinamento”, já que todas as outras causas ocorrem devido a este problema.

7. Embalar incorretamente

O grupo iniciou a análise da sétima falha “embalar incorretamente” observando que a mesma apresenta dois efeitos potenciais, o erro no estoque e a devolução do lote, assim buscou a elaboração de um único diagrama para os dois impactos, pois são provenientes do mesmo modo de falha. Deste modo, a Figura 233 mostra o resultado final encontrado.

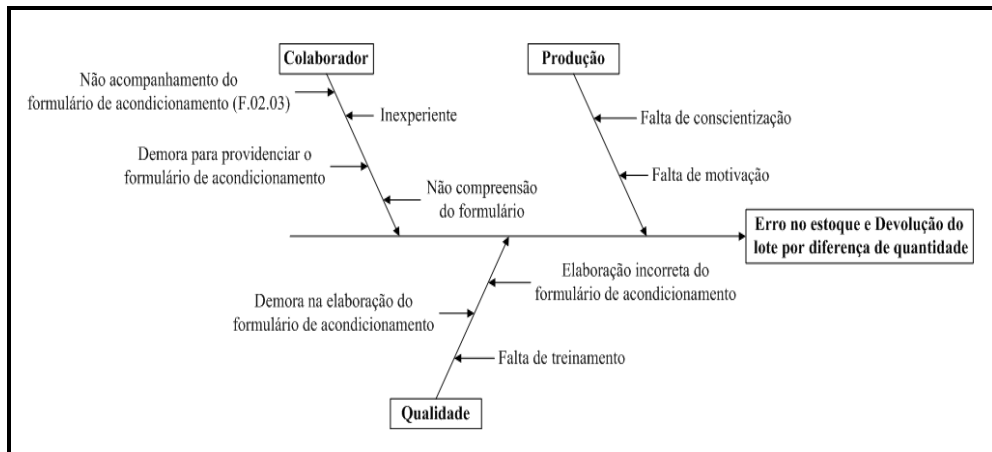


Figura 23: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Embalar Incorretamente

Após algumas considerações feitas pelo encarregado da decoração, a equipe observou que a falha analisada tem uma única causa principal a “não utilização do formulário de acondicionamento”.

8. Inspeção final incorreta

Continuando a identificação das causas, o grupo observou a falha “inspeção final incorreta” e constatou que sua severidade para a organização é elevado, pois há a possibilidade de ocorrer reprovação interna e conseqüentemente não alcance das metas. Dessa forma, o grupo FMEA buscou realizar o desenvolvimento do diagrama de uma forma clara e objetiva. A Figura 244 apresenta o diagrama em questão.

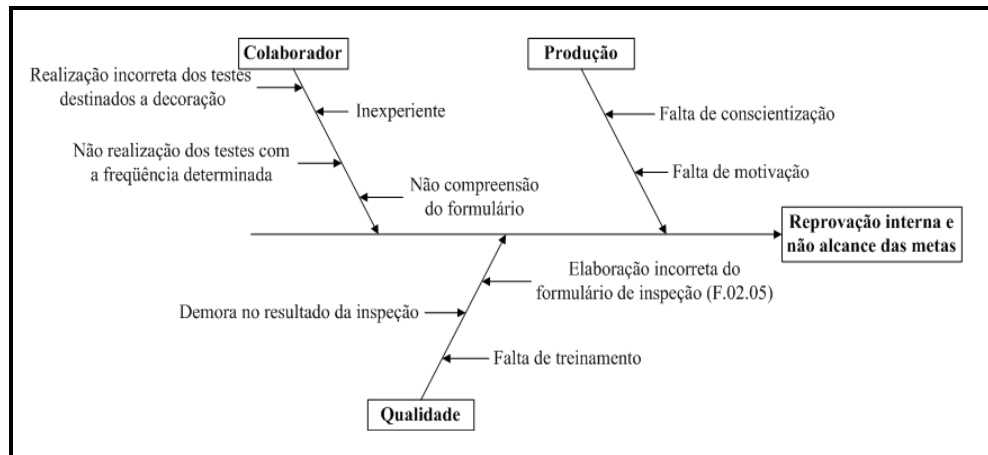


Figura 24: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Inspeção Final Incorreta

Analisando a resultado final do diagrama, todos da equipe avaliaram que a causa crítica das reprovações é a “falta de treinamento” dos colaboradores na realização dos testes destinados a decoração.

9. Falta de identificação do lote reprovado

A próxima falha a ser analisada é a “falta de identificação do lote reprovado” então, para elaborar o diagrama de Ishikawa a equipe observou as causas primárias determinadas na sessão de *brainstorming*, “colaborador”, “projeto” e “qualidade”. A Figura 255 apresenta o diagrama.

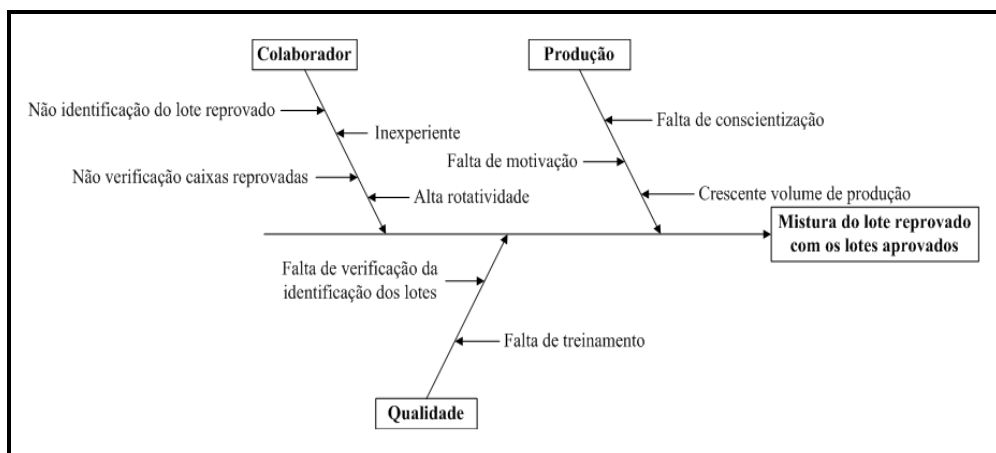


Figura 25: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Falta de Identificação do Lote Reprovado

Também com a finalidade de facilitar o entendimento do formulário FMEA, definiu-se como causa potencial da falha, exclusivamente, a “falta de treinamento”, já que todas as outras causas ocorrem devido a este problema, que se tornou constante na empresa devido a alta rotatividade de colaboradores e utilização de colaboradores temporários.

10. Lote sem identificação correta

O grupo iniciou o diagnóstico da décima falha “lote sem identificação correta” observando que a mesma apresenta como efeito potencial, o atraso na alocação do lote pela expedição, assim buscou elaborar um diagrama que envolve-se os departamentos produção e *supply chain*. Deste modo, a Figura 266 mostra o resultado encontrado.

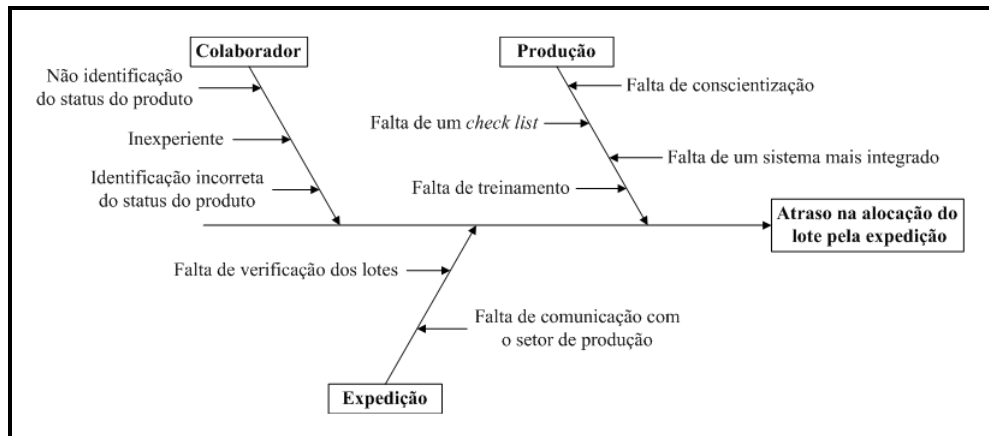


Figura 26: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Lote sem Identificação Correta

Através do diagrama desenvolvido, todos verificaram que também era preciso simplificar as causas para uma melhor adequação no formulário, então optaram por apenas uma causa potencial que consideram primordial ao problema em questão, novamente, a “falta de treinamento”.

11. Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte

Para finalizar as identificações, a última falha observada foi a “mistura de produtos e documento da produção finalizada com os da produção seguinte” e, notou-se que o índice de severidade determinado para a mesma foi o mais alto da escala, o que mostra sua gravidade para o processo. Com isso em vista, o grupo desenvolveu o diagrama de Ishikawa, como mostra a Figura 277.

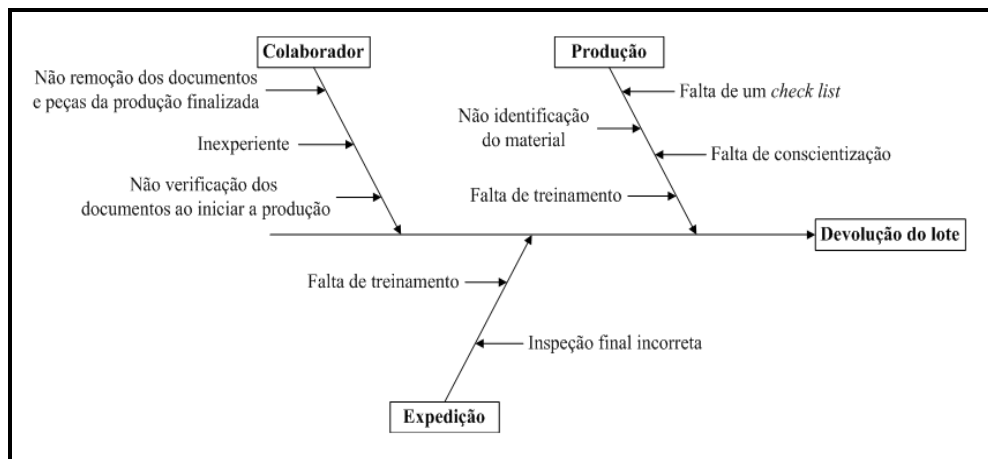


Figura 27: Diagrama de Causa e Efeito para a Falha Mistura de Produtos e Documentos da Produção Finalizada com os da Produção Seguinte

Após observar a Figura 277, mais uma vez a equipe constatou que a causa principal para a falha é a “falta de treinamento”, já que apenas a ação de remover todos os documentos e materiais da produção finalizada evita eficientemente o modo de falha.

Com isso, a equipe ressaltou que esta etapa foi a mais difícil de ser concretizada, devido ao amplo número de falhas encontradas no processo e conseqüentemente de causas secundárias para serem avaliadas e simplificadas, para que então a quinta coluna do formulário FMEA seja preenchida corretamente. O Quadro 8 mostra o resultado final da identificação das causas potenciais dos modos de falha.

FORMULARIO FMEA	
Falha Potencial	Causa Potencial da Falha
Layout inadequado	Desorganização da área de trabalho
	Identificação incorreta ou não identificação do material
Preparação incorreta das telas	Utilização de artes antigas por desatualização do arquivo eletrônico e físico
Desorganização dos clichês	Falta de identificação e organização dos clichês
Atraso para iniciar produção	Falta de documentos corretos e padrões
Flamagem incorreta	Regulagem inadequada do flamador
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Falta de treinamento
	Falta de documentos corretos e padrões
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Falta de treinamento
Embalar incorretamente	Não utilização do formulário de acondicionamento
Inspeção final incorreta	Falta de treinamento
Falta de identificação de lote reprovado	Falta de treinamento
Lote sem identificação correta	Falta de treinamento
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Falta de treinamento

Quadro 8: Identificação das Causas Potenciais das Falhas do Processo de Decoração

A quinta reunião extrapolou o tempo determinado no cronograma de uma hora de duração, mas todos optaram em dar continuidade na atividade e finalizá-la.

- Reunião 6: Determinação do Índice de Ocorrência e Identificação do Controles Atuais do Processo

A próxima etapa no preenchimento do formulário FMEA é a identificação do índice de ocorrência, isto é, a frequência/probabilidade com que a falha ou sua causa venha ocorrer. Para alinhamento das informações a equipe optou pela segunda abordagem, avaliar apenas a frequência com que a causa da falha potencial acontece.

O subsídio utilizado para identificar a escala de ocorrência foi o Quadro 2, que apresenta os critérios e índices de avaliação.

Como o FMEA está foi realizado em um processo, não são todas as causas que possuem registros ou formas de avaliação. Dessa forma, os membros da equipe avaliaram e identificaram a ocorrência para as causas que não havia documentos por meio de suas experiências.

Contudo, para as falhas “preparação incorreta das telas” e “desorganização dos clichês”, observou-se através dos laudos de análise da qualidade que nos últimos doze meses não foram identificados produtos decorados com arte incorreta por esses motivos.

A equipe também observou a falha “embalar incorretamente”, no histórico dos relatórios de não conformidade (RNC) abertos pelos clientes para a empresa, não foi verificado esse problema, aproximadamente, nos últimos cinco meses. O resultado final de todas estas análises encontra-se no Quadro 9.

FORMULÁRIO FMEA		
Falha Potencial	Causa Potencial da Falha	Ocorrência
Layout inadequado	Desorganização da área de trabalho	10
	Identificação incorreta ou não identificação do material	5
Preparação incorreta das telas	Utilização de artes antigas por desatualização do arquivo eletrônico e físico	2
Desorganização dos clichês	Falta de identificação e organização dos clichês	2
Atraso para iniciar produção	Falta de documentos corretos e padrões	3
Flamagem incorreta	Regulagem inadequada do flamador	8
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Falta de treinamento	6
	Falta de documentos corretos e padrões	6
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Falta de treinamento	7
Embalar incorretamente	Não utilização do formulário de acondicionamento	3
Inspeção final incorreta	Falta de treinamento	3
Falta de identificação de lote reprovado	Falta de treinamento	2
Lote sem identificação correta	Falta de treinamento	1
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Falta de treinamento	2

Quadro 9: Classificação de Ocorrência para as Causa Potenciais do Processo de Decoração

Avaliando o resultado da classificação de ocorrência, a equipe analisou que são poucas as falhas com um índice muito elevado, apenas a “desorganização da área de trabalho” está classificada com índice 10. Portanto, perceberam que as falhas poderiam apresentar índice de ocorrência mais baixo através de poucas atitudes e sem muitos custos, porém com a colaboração de todos.

O grupo optou por seguir o cronograma e dar seqüência à reunião. Assim, iniciou-se a identificação do controle atual do processo.

Nesta etapa, todos os membros discutiram juntos sobre quais atividades já são realizadas pelos departamentos para intervenção dos modos de falha. Após algumas considerações, os controles atuais identificados foram descritos no Quadro 10.

FORMULÁRIO FMEA			
Falha Potencial	Efeito	Causa Potencial da Falha	Controle Atual do Processo
Layout inadequado	Mistura do material	Desorganização da área de trabalho Identificação incorreta ou não identificação do material	Avaliação visual realizada pelos colaboradores do setor
Preparação incorreta das telas	Produtos decorados com a arte incorreta	Utilização de artes antigas por desatualização do arquivo eletrônico e físico	Manutenção do arquivo eletrônico e físico das artes
Desorganização dos clichês		Falta de identificação e organização dos clichês	Verificação do clichê ao iniciar produção
Atraso para iniciar produção	Atraso na data de entrega e/ou reprovação do lote	Falta de documentos corretos e padrões	Recebimento do padrão aprovado pelo cliente
			Confeção da panóplia durante a primeira produção
			Desenvolvimento da ficha técnica antes da primeira produção, durante os testes
Flamagem incorreta	Falta de aderência da decoração	Regulagem inadequada do flamador	Verificação do flamador ao iniciar produção
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Enviar produtos não conformes ao cliente	Falta de treinamento	Verificação conforme formulário de inspeção
		Falta de documentos corretos e padrões	Verificação dos documentos e padrões ao iniciar produção
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Erro de dados no sistema	Falta de treinamento	Não há verificação
	Erro no estoque ocasionando retrabalho		
Embalar incorretamente	Devolução do lote por diferença de quantidade ocasionando diminuição na pontuação da avaliação do cliente	Não utilização do formulário de acondicionamento	Verificação conforme formulário de acondicionamento
Inspeção final incorreta	Reprovação interna e não alcance das metas	Falta de treinamento	Inspeção final realizada pelas analistas da qualidade
Falta de identificação de lote reprovado	Mistura do lote reprovado com os lotes aprovados ocasionando retrabalho	Falta de treinamento	Verificação dos lotes produzidos ao final de cada turno
Lote sem identificação correta	Atraso na alocação do lote pela expedição	Falta de treinamento	Verificação da presença de etiquetas do status do produto nas caixas
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Devolução do lote	Falta de treinamento	Não há verificação

Quadro 10: Controles Atuais do Processo de Decoração

Ao final da reunião com mais uma etapa alcançada, a equipe avaliou que a maioria das falhas ainda acontecem por falta de um treinamento eficaz e conscientização dos colaboradores.

Outra questão observada é que alguns dos controles já existentes poderiam ser aperfeiçoados apenas com a interação e comunicação entre departamentos, como é o caso dos controles “verificação conforme formulário de inspeção” e “verificação conforme formulário de acondicionamento”.

- Reunião 7: Determinação do Índice de Detecção e Cálculo do RPN

A sétima reunião iniciou-se com o objetivo de classificar cada uma das falhas potenciais de acordo com sua detecção, isto é, identificar em uma escala de 1 a 10 a probabilidade de se detectar as falhas antes que abranjam o cliente ou a operação seguinte.

Os critérios utilizados pela equipe FMEA para a determinação do índice de detecção estão descritos no Quadro 3. Para um alinhamento de informações, o responsável da qualidade realizou uma breve explicação sobre os parâmetros, dessa forma deixou evidente para todos os membros que, um valor baixo na escala de detecção representa que a falha, provavelmente, será identificada antes de chegar ao cliente ou a próxima etapa do processo. Já um valor alto sugere que, possivelmente, a empresa terá conhecimento do problema apenas quando receber reclamação do cliente ou ocorrer à paralisação do processo. Deste modo, o grupo analisou as falhas e o resultado final está no Quadro 11.

FORMULÁRIO FMEA	
Falha Potencial	Detecção
Layout inadequado	8
Preparação incorreta das telas	2
Desorganização dos clichês	3
Atraso para iniciar produção	3
Flamagem incorreta	3
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	5
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	10
Embalar incorretamente	5
Inspeção final incorreta	3
Falta de identificação de lote reprovado	3
Lote sem identificação correta	3
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	10

Quadro 11: Classificação de Detecção para as Falhas Potenciais do Processo de Decoração

Após a classificação de todos os modos de falha na escala de detecção, a equipe começou a realizar o cálculo do grau da prioridade de risco, o RPN, para poder avaliar quais as falhas necessitam de ações imediatas. Neste momento, o responsável da qualidade ressaltou que os índices que alcançarem valores superiores a 50 deveram ser avaliados primeiros.

Conforme apresentado pela Equação 1, os valores são encontrados através da multiplicação da pontuação já determinada para os índices de severidade, ocorrência e detecção. O Quadro 12 apresenta os valores obtidos.

FORMULÁRIO FMEA						
Falha Potencial	Efeito	Causa Potencial da Falha	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN
Layout inadequado	Mistura do material	Desorganização da área de trabalho	7	10	8	560
		Identificação incorreta ou não identificação do material	7	5	8	280
Preparação incorreta das telas	Produtos decorados com a arte incorreta	Utilização de artes antigas por desatualização do arquivo eletrônico e físico	10	2	2	40
Desorganização dos clichês		Falta de identificação e organização dos clichês	10	2	3	60
Atraso para iniciar produção	Atraso na data de entrega e/ou reprovação do lote	Falta de documentos corretos e padrões	10	3	3	90
Flamagem incorreta	Falta de aderência da decoração	Regulagem inadequada do flamador	9	8	3	216
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Enviar produtos não conformes ao cliente	Falta de treinamento	10	6	5	300
		Falta de documentos corretos e padrões	10	6	5	300
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Erro de dados no sistema	Falta de treinamento	5	7	10	350
Embalar incorretamente	Erro no estoque ocasionando retrabalho	Não utilização do formulário de acondicionamento	5	3	5	75
	Devolução do lote por diferença de quantidade ocasionando diminuição na pontuação da avaliação do cliente		10	3	5	150
Inspeção final incorreta	Reprovação interna e não alcance das metas	Falta de treinamento	7	3	3	63
Falta de identificação de lote reprovado	Mistura do lote reprovado com os lotes aprovados ocasionando retrabalho	Falta de treinamento	10	2	3	60
Lote sem identificação correta	Atraso na alocação do lote pela expedição	Falta de treinamento	7	1	3	21
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Devolução do lote	Falta de treinamento	10	2	10	200

Quadro 12: Resultados do Cálculo de RPN para as Falhas Potenciais do Processo de Decoração

Após encontrar o RPN, a equipe observou que esse valor pode influenciar a concentração de ações em um modo de falha que talvez não seja tão crítico para o processo.

Então, para uma interpretação proativa, o grupo desenvolveu o gráfico de áreas do FMEA, baseado no índice de severidade e ocorrência de cada falha, onde três áreas distintas determinam o grau de prioridade. A Figura 288 ilustra as análises realizadas.

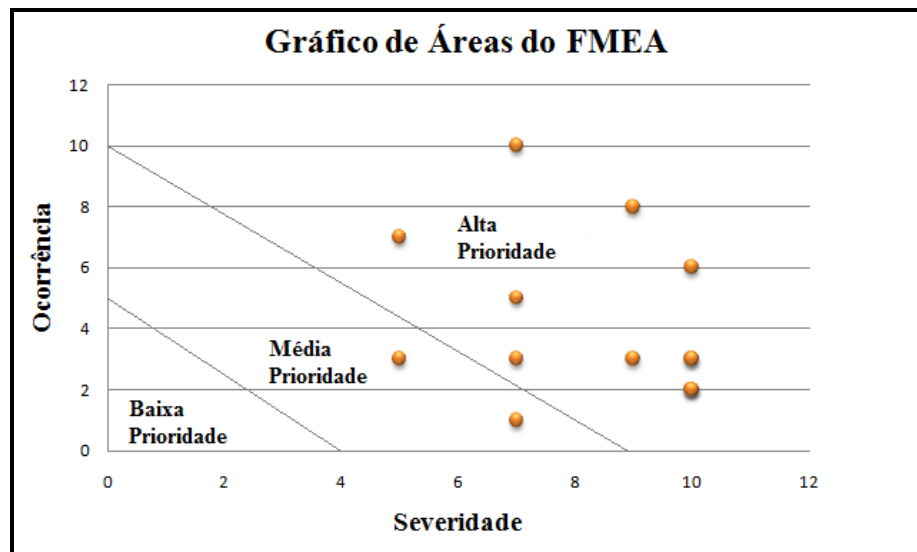


Figura 28: Gráfico de Áreas do FMEA para o Processo de Decoração

Com as duas abordagens desenvolvidas, todos da equipe constataram que neste caso, o valor encontrado para os RPNs estão avaliando corretamente o grau de prioridade das falhas. Assim, foi encerrada a sétima reunião.

- Reunião 8: Ações Recomendadas

O último item do formulário do FMEA é representado pelas ações recomendadas, se trata da proposta de melhoria para o processo de decoração. Deste modo, o grupo terá como objetivo reduzir os índices de severidade e ocorrência e, aumentar a probabilidade de detecção das falhas, sugerindo mecanismos para isso.

Sendo assim, a equipe FMEA tomou como análise as falhas com índice de RPN superior a 50 e estando na posição de alta prioridade do gráfico de áreas do FMEA. A seguir, os modos de falha indicados como prioridades.

1. *Layout* inadequado;
2. Desorganização dos clichês;
3. Atraso para iniciar a produção;
4. Flamagem incorreta;
5. Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento;

6. Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção;
7. Embalar incorretamente;
8. Inspeção final incorreta;
9. Falta de identificação do lote reprovado;
10. Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte.

Com a finalidade de alcançar um maior entendimento de todos, o grupo optou por analisar as falhas separadamente. Então, sobre a primeira falha identificada “*layout* inadequado” o encarregado da decoração sinalizou que no momento a Aptar Maringá vem passando por uma transferência de planta, logo a desorganização da área de trabalho é praticamente inevitável, já que o número de máquinas, matéria-prima e colaboradores aumentou muito em um tempo relativamente curto. Porém, foi apresentado como forma de ação imediata um plano de treinamento voltado para os encarregados e facilitadores com o objetivo que conscientizar os chefes do setor da decoração da importância de iniciar uma produção com o ambiente de trabalho organizado e documentos providenciados. Dessa maneira, o risco de retrabalho em alguma atividade do processo se torna mínimo.

Outra ação de melhoria também sugerida para o *layout* inadequado, mas para evitar a causa “identificação incorreta ou não identificação do material” foi o monitoramento das impressões de etiquetas pelas facilitadoras, devido à grande facilidade que os colaboradores possuem de imprimir etiquetas de outros produtos que também estão sendo decorados naquele turno, logo identificar uma caixa com produto acabado errada.

Já como ação drástica, a equipe preencheu no formulário como atividade a abertura de um relatório de ação corretiva (RAC) ou preventiva (RAP), pois através dessa atitude todos do setor ficarão informados do acontecimento e terão como responsabilidade a apresentação de evidências que comprove que a falha está sendo corrigida.

O grupo propôs para o segundo modo de falha “desorganização dos clichês”, a ação de verificar com o setor de manutenção ou com o fornecedor uma forma de realizar a identificação permanente dos clichês, já que o grupo observou que muitos deles não possuem

mais a identificação e por isso, são alocados em qualquer local. A segunda atividade aconselhada foi adicionar no procedimento da decoração, a etapa de verificação dos clichês no início da produção, este monitoramento evitaria que clichês errados fossem utilizados. E para finalizar, o grupo FMEA recomendou a implantação do programa 5S como o objetivo de transformar o ambiente de trabalho e a atitude dos colaboradores envolvidos no processo..

A próxima falha “atraso para iniciar produção” possui um efeito crítico para a empresa, pois seu acontecimento tem como conseqüências o atraso na data de entrega do produto já acordada com o cliente ou até a reprovação do lote. Logo, a equipe buscou elaborar ações eficientes e que os resultados fossem alcançados em curto prazo. Neste caso, a ação recomendada foi melhorar a relação produção-qualidade, dessa forma a confecção da panóplia com os possíveis defeitos da decoração e também o range de cor da arte, serão desenvolvidos de maneira rápida e eficaz alcançando a aprovação do cliente no tempo previsto. Ao mesmo tempo, com essa relação entre departamentos apurada, os documentos necessários para o acompanhamento da decoração poderão ser elaborados em conjunto, viabilizando o tempo do processo. Os dois departamentos precisam estar alinhados para que não aconteça atraso ou erro na decoração das embalagens plásticas.

A quarta falha “flamagem incorreta” possui um baixo índice de ocorrência, porém o grau de severidade é muito elevado, o que representa um perigo para o operador e uma irregularidade no processo, pois utiliza-se de chama para conseguir a aderência desejada da decoração. Então, as ações recomendadas pelo grupo FMEA foi a realização de um plano de treinamento com base no procedimento operacional de flamagem de embalagens (PO-06.02), destacado no anexo C, pois há uma grande quantidade de colaboradores iniciantes e temporários realizando tal atividade. E como atitude posterior a verificação com o departamento da manutenção a possibilidade de colocar um manômetro na entrada do flamador, garantindo dessa forma a pressão do gás que está sendo utilizando durante o processo.

“Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento” é a quinta falha identificada como prioritária, tem como causa a falta de treinamento e possui um dos maiores índices de RPN. Assim, a equipe novamente descreveu como ação de melhoria um plano de treinamento com os auxiliares de produção, buscando conscientizá-los da seriedade do acompanhamento do processo e da verificação dos documentos e padrões assinados pelo cliente como meio de comparação. Outro ponto relevante é orientá-los a preencher o

formulário de ocorrências corretamente (F.12.02), apresentado no anexo D, para quando encontrar produtos com defeitos, informar qual a não conformidade e o número de peças identificadas. Com as duas ações tomadas, evita-se que produtos não conformes cheguem ao cliente criando uma insatisfação do mesmo.

A sexta falha “preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção” também tem como causa a falta de treinamento e o mais relevante é que ainda não possui meios de detecção. Deste modo, a equipe sugeriu a elaboração de um plano de treinamento para os encarregados e facilitadores, com o objetivo de conscientizados da importância de um preenchimento correto das fichas de controle como única forma de acompanhamento do processo que irá alimentar o sistema, posteriormente.

A equipe sugeriu como melhoria para o modo de falha “embalar incorretamente”, um treinamento com o intuito da conscientização dos auxiliares de produção na realização do acondicionamento dos produtos com base no formulário de acondicionamento (F.02.03) presente no anexo E, ou seja, apresentar quais os efeitos que podem surgir com o acompanhamento incorreto do formulário e as conseqüências. Além disso, outra proposta seria o melhoramento do formulário com o auxílio dos departamentos de qualidade e produção, deixando-o mais padronizado e eficiente.

A oitava falha “inspeção final incorreta” também possui como principal causa a falta de treinamento. Portanto, a equipe outra vez considerou a realização de um plano de treinamento como a ação mais adequada, mas dessa vez direcionado aos facilitadores. De acordo com o grupo, a finalidade deste treinamento é orientar os mesmos na execução dos testes destinados ao processo de decoração, detalhados no formulário de inspeção, anexo F; e apresentar a importância da realização de um *check list* na linha no término da produção. Assim a não conformidade pode ser identificada pelo colaborador e essa produção reprovada no momento, evitando que o processo continue.

A “falta de identificação do lote reprovado” de acordo com o índice de RPN e o gráfico de áreas do FMEA não é considerada um modo de falha tão prioritário, porém seu efeito “mistura do lote reprovado com os lotes aprovados” tem alta severidade para a empresa. Então, após discussões o grupo observou que a ação recomendada mais simples e imediata é um treinamento com os encarregados do setor de decoração e com as analistas da qualidade, para certificá-los que todas as caixas ao final do turno devem estar classificadas com o status

do produto e os responsáveis do processo informados da situação em questão para possíveis tomadas de decisões.

E para finalizar a última reunião do FMEA, a equipe analisou a décima falha “mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte” e constatou que ação mais adequada para evitá-la é a elaboração de um *check list* de todas as máquinas da decoração e também aperfeiçoar a verificação dos auxiliares no início de cada produção.

Portanto, a partir de todas as análises realizadas foi possível identificar as ações de melhorias mais adequadas para cada modo de falha, conforme mostra o Quadro 13.

FORMULARIO FMEA	
Falha Potencial	Ações Recomendadas
Layout inadequado	Plano de treinamento voltado para encarregados e facilitadores relativo a avaliação do <i>layout</i> antes de <u>iniciar o turno</u>
	Efetuar abertura de RAC/RAP quando necessidade
	Monitorar a impressão de etiquetas através dos facilitadores
Preparação incorreta das telas	Não foi analisada (RPN<50)
Desorganização dos clichês	Realizar a identificação permanente dos clichês
	Adicionar no procedimento da decoração a etapa de <u>monitoração dos clichês ao iniciar a produção</u>
	Realizar o programa 5S no setor de decoração
Atraso para iniciar produção	Melhorar a relação produção-qualidade para tornar mais eficaz a confecção de panóplias, elaboração do range de cor da decoração e documentos
Flamagem incorreta	Plano de treinamento com base no procedimento operacional de <u>flamagem de embalagens</u>
	Verificar a possibilidade de um manômetro na entrada do equipamento, garantindo a pressão do gás utilizado
Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Plano de treinamento voltado para auxiliares de produção relativo a conscientização e orientação da forma de preenchimento do formulário de ocorrências
Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Plano de treinamento voltado para encarregados e facilitadores relativo a conscientização
Embarcar incorretamente	Plano de treinamento voltado para auxiliares de produção relativo a realização do <u>acondicionamento com base no formulário de acondicionamento</u>
	Verificar possibilidade de melhoramento do formulário de acondicionamento
Inspeção final incorreta	Plano de treinamento voltado para facilitadores relativo a execução dos testes
	Realizar <i>check list</i> na linha no término da produção
Falta de identificação de lote reprovado	Plano de treinamento voltado para encarregados e analistas da qualidade relativo ao status do produto
Lote sem identificação correta	Não foi analisada (RPN<50)
Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Elaborar um <i>check list</i> de máquina aperfeiçoar a verificação dos auxiliares no início de cada produção
	Melhorar a verificação dos auxiliares no início de cada produção

Quadro 13: Ações Recomendadas para as Falhas do Processo de Decoração

Dessa forma, todas as análises foram colocadas nas colunas do formulário FMEA, encerrando assim o preenchimento das mesmas, conforme detalhado no Quadro 14.

FORMULÁRIO FMEA												
PROCESSO: Decoração de Embalagens Plásticas					RESPONSÁVEL: Gerente da Qualidade							
DATA DE PREENCHIMENTO: 05/07/2011 a 29/07/2011												
EQUIPE: Gerente da Qualidade, Responsável da Produção, Manutenção e Qualidade e Encarregado da Decoração												
Etapa do Processo	Falha Potencial	Efeito Potencial da Falha	Severidade	Causa Potencial da Falha	Ocorrência	Controle Atual do Processo	Deteção	RPN	Ações Recomendadas			
Setup	Layout inadequado	Mistura do material	7	Desorganização do da área de trabalho	10	Avalização visual realizada pelos colaboradores do setor	8	560	Plano de treinamento voltado para encarregados e facilitadores relativo a avaliação do <i>layout</i> antes de iniciar o turno			
						Identificação incorreta ou não identificação do material				5	280	Efetuar abertura de RAC/RAP quando necessidade Monitorar a impressão de etiquetas através dos facilitadores
Organizar os componentes necessários para decorar	Preparação incorreta das telas	Produtos decorados com a arte incorreta	10	Utilização de artes antigas por desatualização do arquivo eletrônico e físico	2	Manutenção do arquivo eletrônico e físico das artes	2	40	Não foi analisada (RPN<50)			
										Desorganização dos clichês	10	Falta de identificação e organização dos clichês
Providenciar documentos	Atraso para iniciar produção	Atraso na data de entrega e/ou reprovação do lote	10	Falta de documentos corretos e padrões	3	Recebimento do padrão aprovado pelo cliente	3	90	Melhorar a relação produção-qualidade para tornar mais eficaz a confecção de panóplias, elaboração do range de cor da decoração e documentos			
										Confecção da panóplia durante a primeira produção	3	90
										Desenvolvimento da ficha técnica antes da primeira produção, durante os testes	3	90
Processo de flamagem	Flamagem incorreta	Falta de aderência da decoração	9	Regulagem inadequada do flamador	8	Verificação do flamador ao iniciar produção	3	216	Plano de treinamento com base no procedimento operacional de flamagem de embalagens Verificar a possibilidade de um manômetro na entrada do equipamento, garantindo a pressão do gás utilizado			
Realizar acompanhamento do processo	Falta de acompanhamento do processo e registro conforme procedimento	Enviar produtos não conformes ao cliente	10	Falta de treinamento	6	Verificação conforme formulário de inspeção	5	300	Plano de treinamento voltado para auxiliares de produção relativo a conscientização e orientação da forma de preenchimento do formulário de ocorrências			
										Falta de documentos corretos e padrões	6	300
Preencher as fichas de controle de produção	Preenchimento incorreto e falta de preenchimento das fichas de controle de produção	Erro de dados no sistema	5	Falta de treinamento	7	Não há verificação	10	350	Plano de treinamento voltado para encarregados e facilitadores relativo a conscientização			
Embarcar o produto	Embarcar incorretamente	Erro no estoque ocasionando retrabalho	5	Não utilização do formulário de acondicionamento	3	Verificação conforme formulário de acondicionamento	5	75	Plano de treinamento voltado para auxiliares de produção relativo a realização do acondicionamento com base no formulário de acondicionamento Verificar possibilidade de melhoramento do formulário de acondicionamento			
										Devolução do lote por diferença de quantidade ocasionando diminuição na pontuação da avaliação do cliente	10	150
Realizar inspeção final	Inspeção final incorreta	Reprovação interna e não alcance das metas	7	Falta de treinamento	3	Inspeção final realizada pelas analistas da qualidade	3	63	Plano de treinamento voltado para facilitadores relativo a execução dos testes Realizar check list na linha no término da produção			
Identificação do lote reprovado	Falta de identificação do lote reprovado	Mistura do lote reprovado com os lotes aprovados ocasionando retrabalho	10	Falta de treinamento	2	Verificação dos lotes produzidos ao final de cada turno	3	60	Plano de treinamento voltado para encarregados e analistas da qualidade relativo ao status do produto			
Levar produto acabado para área especificada	Lote sem identificação correta	Atraso na alocação do lote pela expedição	7	Falta de treinamento	1	Verificação da presença de etiquetas do status do produto nas caixas	3	21	Não foi analisada (RPN<50)			
Retirar todos os documentos e peças ao finalizar a produção	Mistura de produtos e documentos da produção finalizada com os da produção seguinte	Devolução do lote	10	Falta de treinamento	2	Não há verificação	10	200	Elaborar um <i>check list</i> de máquina aperfeiçoar a verificação dos auxiliares no início de cada produção Melhorar a verificação dos auxiliares no início de cada produção			

Quadro 14: Formulário FMEA para o Processo de Decoração

Por meio das melhorias propostas durante a oitava reunião e do formulário FMEA totalmente preenchido, a melhoria mais eficiente e eficaz a ser proposta é a conscientização e orientação dos colaboradores, por meio de constantes treinamentos, palestras e reuniões, evidenciando a relevância de cada documento e atividade para o processo.

Durante o estudo, a equipe FMEA observou que treinar e desenvolver pessoas, atualmente, tornou-se uma ação fundamental para que a empresa alcance seus objetivos, reduza os erros no processo, aumente a proficiência na execução das tarefas e racionalize custos. Logo, deve-se estimular uma gestão onde o colaborador é visto como ferramenta indispensável e, assim torná-lo o ativo mais importante dentro da organização.

Diante dessas propostas, a empresa poderá alcançar melhores resultados no processo de decoração, que posteriormente poderão ser levadas para outros setores, com o intuito de otimizar toda a produção, desde o planejamento do projeto até o envio do produto acabado ao cliente.

Portanto, por meio da proposta de aplicação da ferramenta FMEA de processo, foi possível avaliar os riscos dos modos de falha encontrados nas diversas operações que envolvem a atividade de decorar embalagens plásticas. A partir de uma avaliação criteriosa de suas deficiências e identificação dos parâmetros críticos, o FMEA contribui de forma criteriosa para a melhoria da confiabilidade e qualidade do processo em questão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais, destacando as contribuições, dificuldades e limitações encontradas e os trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos a partir deste estudo realizado.

5.1 Contribuições

A proposta de implantação da metodologia FMEA no setor de decoração de uma indústria de embalagens plásticas contribuiu, primeiramente, para a identificação dos modos de falha do processo. Essa etapa foi de suma relevância, pois foi possível reconhecer os eventos que originam a redução parcial ou a interrupção da função do processo, ou seja, identificaram-se as expressões contrárias da função.

Posteriormente, também com o auxílio da ferramenta foram encontrados os efeitos e as causas das falhas potenciais, dessa forma o FMEA forneceu informações para que todos tivessem conhecimento das conseqüências e das razões que implicam em cada modo de falha.

Outra vantajosa contribuição do método foi o levantamento das atividades que já são realizadas pela empresa para intervenção das falhas, o que permitiu apontar quais são os reais controles do processo e por meio disso avaliar, novamente, as causas das falhas e elevar o grau de detalhamento do processo, possibilitando um maior controle e acompanhamento na execução das atividades.

Por meio do preenchimento da coluna Ações Recomendadas do formulário FMEA durante a última reunião, identificou-se todas as possibilidades de melhorias para cada etapa. Deste modo, foram apresentadas atividades que irão aperfeiçoar o andamento do processo e que ainda não são realizadas. Como as mesmas foram relacionadas pelo próprio grupo FMEA, todos perceberam que são possíveis de aplicação.

Além disso, todas as reuniões colaboraram para que os membros da equipe tivessem mais contato com a metodologia FMEA e outros conceitos de qualidade. Também foi possível constatar que pequenas atitudes podem aumentar a confiabilidade do processo.

De um modo geral, a proposta de melhorar o processo de decoração sob a perspectiva da análise de falhas contribuiu para que a empresa visualiza-se a possibilidade de otimizar este setor por meio da melhoria contínua da qualidade em todas as etapas, sem dispor de grandes

investimentos, porém com grandes resultados na qualidade do produto final e consequentemente na satisfação do cliente.

5.2 Dificuldades e Limitações

A grande dificuldade encontrada durante o trabalho foi a realização das reuniões dentro do cronograma com todos os membros do grupo FMEA, já que a maioria deles participa ativamente do processo e são de extrema importância para que o mesmo aconteça.

Por ser um trabalho realizado com profissionais de diferentes áreas da empresa, durante as reuniões surgiram longas discussões, onde cada membro queria expor a maior importância que seu setor tinha para causa e assim, por algumas vezes saíram do foco do estudo.

Outra limitação foi a quantidade de etapas que eram analisadas em cada coluna do formulário FMEA, fazendo com que a equipe até esquecesse o que já havia decidido no começo do preenchimento.

5.3 Trabalhos Futuros

Os conhecimentos produzidos a partir deste trabalho representam o ponto de partida para implantação da ferramenta FMEA na empresa. Logo como trabalhos futuros, pode-se vislumbrar:

- Implantar todas as ações recomendadas e acompanhar a execução das mesmas, indicando prazos e responsáveis para cada atividade, pois o formulário FMEA é um documento “vivo” que deve ser revisado sempre que houver alterações no produto/processo ou quando à necessidade de incorporação de outras falhas;
- Aplicar o FMEA de processo em outros departamentos da empresa, iniciando o estudo nos setores da produção (sopro e injeção), com a finalidade de aumentar a confiabilidade do processo em curto prazo de tempo;
- Posteriormente desenvolver o FMEA de projetos, em conjunto com o departamento de desenvolvimento, para tornar o processo e o produto mais confiáveis desde o planejamento.

6 REFERÊNCIAS

- APTAR Maringá, **Manual de Gestão Integrada** – MA-01. 2010. Acesso em: 21 mai. 2011.
- BASTOS, André Luís Almeida. **FMEA Como Ferramenta de Prevenção da Qualidade em Produtos e Processos** – Uma Avaliação da Aplicação em um Processo Produtivo de Usinagem de Engrenagem. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, São Paulo. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006>>. Acesso em: 17 mai. 2011.
- BRASSARD, Michael. **Qualidade: Ferramentas para uma Melhoria Contínua**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.
- CAMPOS, Vicente F. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 5. ed. Rio de Janeiro: QFCO, 1992.
- CARINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- COSTA, Antonio; EPPRECHT, Eugenio; CARPINETTI, Luiz. **Controle Estatístico de Qualidade**. São Paulo: Editora Atlas, 2004, p. 15.
- GARVIN, G. **Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva**. São Paulo: Qualitymark, 1992.
- GONZALEZ, Rodrigo Valio Dominguez. **Análise Exploratória da Prática da Melhoria Contínua em Empresas Fornecedoras do Setor Automobilístico e de Bens de Capital Certificadas pela Norma ISO 9001:2000**. 2006. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- IMAI, Masaaki. **Kaizen: A estratégia para o sucesso competitivo**. 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994.
- IQA (INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA). **Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial: FMEA**. São Paulo: Manuais QS-9000, 2001.
- JURAN, J. M. **Juran na Liderança pela Qualidade**. São Paulo: Editora Pioneira, 1990.

- LONGO, R. M. J. **Gestão da Qualidade: Evolução, História, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação.** Brasília: IPEA, 1996.
- LUZ, S. **Aplicação do Método FMEA para Melhorar a Qualidade do Produto de uma Indústria Moveleira de Pequeno Porte.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- MARCONCIN, J. C. **Melhorias no desenvolvimento de produtos de uma empresa de manufatura de produtos eletrônicos.** 2004. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2004.
- MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente.** São Paulo: Arte&Ciência, 2001.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas.** São Paulo: Artliber, 2001.
- OAKLAND, J. **Gerenciamento da Qualidade Total.** São Paulo: Nobel, 1994.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática.** São Paulo: Editora Atlas, 2004.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Qualidade Total na Prática. Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total.** São Paulo: Editora Atlas, 1997.
- PALADY, Paul. **FMEA: prevenindo os problemas antes que ocorram.** São Paulo: Imam, 2004.
- PAZ, Samuel. Os Desafios da Melhoria Contínua nas Pequenas Empresas Prestadoras de Serviço. In: **Instituto Brasileiro dos Consultores de Organização.** 2011. Disponível em: <http://www.ibco.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=665&catid=15:artigos-publicados&Itemid=644>. Acesso em: 21 mai. 2011.
- ROOS, Cristiano; MORAES, José André Ribas; ROSA, Leandro Cantorski da. Melhoria de Qualidade nos Serviços de Transporte Utilizando a Ferramenta FMEA. In: **Revista Gestão Industrial.** v4, n1, p. 148-159, 2008. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/revistagi/article/view/37/34>>. Acesso em: 31 mar. 2011.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.


RODRIGUES, Marcelo. **FMEA “Failure Mode and Effect Analysis”** – Análise dos Tipos de Falhas e Efeitos. Departamento Acadêmico de Eletrônica – Universidade Tecnológica do Paraná. Disponível em: <http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/professores/marcelor/APOSTILA_FMEA.pdf>. Acesso em: 22 de mai. 2011.

TOLEDO, José Carlos de; AMARAL, Daniel Capaldo. **FMEA – Análise do Tipo e Efeito de Falha**. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade – Universidade Federal de São Carlos, 2000. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 1995.

7 ANEXO


Anexo A – Formulário de Controle de Rejeição

Aptar  **CONTROLE DE REJEIÇÃO**

Código dos funcionários	1)	Nome do Produto:		
	2)	Código do Produto:		
	3)	Data:		
	4)			
	5)			
Descrição do Motivo		TURNO		
COD.	Rejeição da Decoração	1ª	2ª	3ª
500	BORRADO			
501	CAIDO DENTRO DA ESTUFA			
502	TELA FURADA			
503	FRASCO MAL LIMPO			
504	SUJEIRA NA TELA			
505	FORA DE POSIÇÃO			
506	REGULAGEM DE RODO/FALHADO			
507	REGULAGEM DE MAQUINA			
508	FALTA DE ATENÇÃO			
509	SAINDO NO TESTE DE FITA			
510	AMASSADO PELO ACOPLADOR			
511	DEFORMADO PELO FLAMADOR			
512	REGISTRO QUEBRADO			
513	LIMPEZA DE TELA			
514	HOS STAMPING			
515	SOMBREADO			
516	SUJO DE TINTA			
517	AMASSADO PELO B/DA MAO			
518	RISCADO NA DECORAÇÃO			
519	SEM FLAMAGEM			
Rejeição do Sopros / Injeção				
600	AMASSADO			
601	PONTO PRETO			
602	DEFORMADO			
603	MANCHA DE PIGMENTO			
604	CANECA C/ PONTO PRETO			
605	FRASCOS RISCADO			
606	FRASCOS COM REBARBA			
607	FRASCOS ABALADO			
608	PAREDE FRACA			
609	FRASCO FURADO			
610	BOLHA			
Limpeza de Frasco				
700	REGUL. DE INICIO DE PRODUÇÃO			
701	REGULAGEM DE TELA			
702	REGULAGEM DE RODO			
703	PROBLEMA COM A TELA			
704	CAIDO NO CHAO			
705	PROBLEMA COM O TAMPAO			
706	BORRADO COM O DEDO			
707	COLOCAR FRASCO ERRADO			
708	SUJEIRA NO AMBIENTE			
709	FRASCO MAU LIMPO			
710	FALTA DE ATENÇÃO			
711	SUJEIRA DO SOPRO/INJEÇÃO			
712	REGULAGEM DE MAQUINA			
713	TINTA MUITO DILUIDA			
714	FRASCO QUE SAIU NA FITA			
715	LIMPEZA DE TELA			
716	SOMBREADO			
717	HOT STAMPING			
718	ARRUMANDO COR			
719	SUJEIRA NA TELA			
720	FORA DE POSIÇÃO			

F-06-06 (04-30.09.10)

Anexo B – Formulário de Levantamento das Necessidades dos Clientes

 LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES PROCESSO: DECORAÇÃO/ MONTAGEM					
Produto	Cliente	Necessidades do Cliente	Nome do Item de Controle (I.C.)	Expressão do Item de Controle em Números	Frequência de Medição do I.C.
Fracos, Tampas e Potes Decorados/ Montados	Expedição Comercial Diretor Geral	Embalado Corretamente	Índice de atendimento a OP	Número de OP's atendidas no prazo , dividido pelo número total de OP atendidas no mês x 100.	Mensal
			Índice de Rejeição no Processo	Soma de todos os itens rejeitados mês dividido pela soma dos itens produzidos no mês X 100	Mensal
		Identificado Corretamente	Nº de Lotes Reprovados pelo SQ	Número de lotes Decorados Rejeitados pelo S.Q.	Mensal
			% de Atendimento ao Tempo de Setup Padrão	Total de horas disponíveis para realizar o Set-Up /pelas horas gastas para realizar o Set-Up no mêsx100	Mensal
		Entregue no Prazo	Custo de Mão de Obra Direta	Soma de todos os custos em reais no mês com mão de obra direta/Valor das vendas totais da Decoração x 100	Mensal
			Início de Produção	Total de horas gastas para iniciar a produção/ total de horas disponíveis x 100	Mensal
		Dentro das Especificações e Dentro dos Limites	Parada p/ Limpeza no Final de Turno	Total de tempo gastos para limpeza frascos / total de tempo x 100	Mensal
			Rejeição Retrabalhada	Total de frascos limpos / total de frascos gravados x 100	Mensal
			Lotes Classificados	Total de lotes classificados	Mensal
		Custo Baixo	Produtividade		Mensal
			Horas Extras	Média das horas extras acumuladas / pela média de horas teóricas acumuladas X 100	Mensal
			% Custo de Mão de Obra da Montagem	soma de todos os custos em reais no mês com mão de obra direta/Valor das vendas totais da montagem x 100	Mensal
			Lotes Classificados na Montagem	Número de lotes montados classificados no mês.	
			Eficiência		Mensal

F:\2023\05\23\07_100

Anexo C – Procedimento Operacional de Flamagem de Embalagens

 FLAMAGEM DE EMBALAGEM	PO-06.02	DATA EMISSÃO: 03-mar-04
	REVISÃO N°: 08	DATA REVISÃO: 23-set-10
		PÁGINA: 1 / 2

RESPONSÁVEL: Auxiliares de Produção

OBJETIVO


- Impedir que o frasco solte a tinta por falta de aderência depois de decorado.

ATIVIDADES CRÍTICAS

- 1) Retirar os frascos a serem flamados do estoque de semi-acabados, iniciando a flamagem dos frascos com as datas mais antigas (PEPS).
- 2) A cada início de turno, trocar o saco plástico das caixas de flamagem.
- 3) Manter uma vasilha de água limpa próximo ao flamador para realizar testes de aderência*.
 - * Imergir o frasco na vasilha com água, esperar de 2 a 3 segundos, retirar o frasco e ver se o frasco está com uma película de água por toda sua parede.
- 4) A cada início de uma nova caixa, realizar o teste para saber se a flamagem está ok.
- 5) Passar os frascos um de cada vez pelo flamador utilizando luva apropriada e limpa.
- 6) **Ligar flamador:**
 - a) Ligar chama piloto (1)
 - b) Acionar acendedor (2)
 - c) Ligar registro do flamador (3)
 - d) Desligar chama piloto (1)
 - e) Fazer regulagem entre gás (4) e ar (5)



Anexo D – Formulário de Ocorrências de Não Conformidades

Aptar 

OCORRÊNCIAS DE NÃO CONFORMIDADES

O.P.:

SETOR:			MÁQ.:	ÍTEM:	ANO:
DATA	TURNO	HORA	NÃO CONFORMIDADES		OBSERVAÇÃO
			Descrição:		
			Causa:		
			Disposição:		
			Descrição:		
			Causa:		
			Disposição:		
			Descrição:		
			Causa:		
			Disposição:		
			Descrição:		
			Causa:		
			Disposição:		
			Descrição:		
			Causa:		
			Disposição:		

F.12.02(03-30.07.10)

Anexo E – Formulário de Acondicionamento

Aptar	ACONDICIONAMENTO
-------	-------------------------

CLIENTE:

ITEM CÓDIGO

SETOR:

Descrição	
Nº camadas	
Peças/camada	
Peças/caixa	
Peso bruto	
Peças/paleta	
Empilhamento das caixas	

Embalagem


Item	Código	Dimensões	Quantidade

Revisão

Versão	Data	Descrição

Visto Qualidade:

Anexo F – Formulário de Inspeção

 FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO
--

CLIENTE:

ITEM:

CÓDIGO:

SETOR:

Características	Critérios de Aceitação	Metodologia

Obs.:

Revisão	Data	Descrição
Versão		

Visto Qualidade

F. 02.05 (09-12.09.10)