



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

**O USO DE FMEA NA AVALIAÇÃO DE DEFEITOS: ESTUDO DE
CASO EM UMA ESTAMPARIA TÊXTIL**

Carolina Panzieri

TCC-EP-13-2015

0

Maringá - Paraná
Brasil

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

**O USO DE FMEA NA AVALIAÇÃO DE DEFEITOS: ESTUDO DE
CASO EM UMA ESTAMPARIA TÊXTIL**

Carolina Panzieri

TCC-EP-32-2015

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de graduação em Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, na Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Rodrigo Lanzoni Fracarolli

**Maringá - Paraná
2015**

RESUMO

Com a entrada de produtos chineses no mercado brasileiro, houve uma queda nas vendas na indústria de confecção nacional. Para reverter essa situação, as confecções têm investido em qualidade e produtos diferenciados. Estampas são um dos beneficiamentos mais utilizados para esse fim, por possuírem baixo custo e agregarem valor ao produto final. Para acompanhar a agilidade e se destacarem nesse mercado tão exigente, as estamparias devem investir em tecnologia e qualidade. A empresa objeto de estudo desse trabalho é uma estamparia localizada na região de Maringá, polo regional da indústria de confecção, que oferece os serviços de *silk screen* e sublimação têxtil. Grandes investimentos têm sido realizados pela organização para atender à demanda e conquistarem mais clientes. Foi constatado que a empresa necessitava de uma análise dos defeitos para conduzir seus esforços no aumento da confiabilidade nos serviços prestados e na qualidade do produto entregue ao cliente. O presente trabalho aplicou a metodologia FMEA no processo de sublimação localizada. O FMEA é uma metodologia de análise dos modos de falha e efeito muito utilizada por indústrias para evitar que produtos com defeitos cheguem aos clientes finais. A aplicação dessa ferramenta no processo em estudo, teve como resultados a documentação das possíveis falhas, suas causas, ações que evitariam suas ocorrências e também introduziu a importância de investir em gestão da qualidade.

Palavras-chave: FMEA, estamparia, defeitos, qualidade, sublimação têxtil, confiabilidade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vii
1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Justificativa.....	9
1.2 Definição e delimitação do problema.....	10
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo geral	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Estamparia Têxtil	12
2.1.1 Sublimação Têxtil	16
2.2 Classificação dos Sistemas de Produção	21
2.3 Qualidade	23
2.3.1 Conceito de qualidade.....	23
2.4 FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	24
2.4.1 Conceito de FMEA.....	24
2.4.2 Tipos de FMEA	25
2.4.3 Metodologia FMEA.....	26
2.4.4 Etapas para aplicação do FMEA.....	29
2.4.5 Vantagens e desvantagens da FMEA	33
3 METODOLOGIA	34
4 DESENVOLVIMENTO	36
4.1 Caracterização da empresa	36
4.1.1 Fluxograma do processo.....	38
4.2 Identificação do problema	39
4.3 Obtenção dos Dados	40
4.4 FMEA	41
4.4.1 Defeitos do processo de Sublimação Localizada.....	41
4.4.2 Falhas, Causas e Efeitos.....	50
4.4.3 Severidade	52
4.4.4 Ocorrência.....	53
4.4.5 Detecção.....	54
4.4.6 Risco	55
4.4.7 Ações de melhoria	56
4.5 Análise e Discussão dos resultados	62
5 CONCLUSÃO	63
5.1 Considerações Finais.....	63
5.2 Limitações e trabalhos futuros	63
6 REFERÊNCIAS	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTAMPARIA POR QUADROS.....	13
FIGURA 2 - ESTAMPARIA POR CILINDROS	14
FIGURA 3 - CALANDRA UTILIZADA NO PROCESSO DE SUBLIMAÇÃO TÊXTIL	15
FIGURA 4 - IMPRESSORA TÊXTIL DIGITAL	16
FIGURA 5 - PROCESSO DE SUBLIMAÇÃO TÊXTIL.....	17
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE FUNCIONAMENTO DE UMA CALANDRA.....	18
FIGURA 7 - SUBLIMAÇÃO CORRIDA.....	20
FIGURA 8 - SUBLIMAÇÃO LOCALIZADA	20
FIGURA 9 - EXEMPLO DE UM FORMULÁRIO DE FMEA.....	26
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA FMEA	27
FIGURA 11 - EXEMPLO DE FORMULÁRIO DE FMEA.....	28
FIGURA 12 - ETAPAS DO TRABALHO	34
FIGURA 13 - ORGANOGRAMA DA EMPRESA.....	37
FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE SUBLIMAÇÃO LOCALIZADA.....	38
FIGURA 15 - ENCAIXE DAS PEÇAS	39
FIGURA 16 - PINTAS	42
FIGURA 17 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - PINTAS	42
FIGURA 18 - PEÇA COM PREGAS	43
FIGURA 19 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - PREGAS.....	43
FIGURA 20 - PEÇA COM ESTRIAS.....	44
FIGURA 21 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - ESTRIAS	44
FIGURA 22 - SOMBREAMENTO	45
FIGURA 23 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - SOMBREAMENTO	45
FIGURA 24 - DIFERENÇA DE TONALIDADE	46
FIGURA 25 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - DIFERENÇA DE TONALIDADE ENTRE PEÇAS DO MESMO LOTE...46	46
FIGURA 26 - DIFERENÇA DE TONALIDADE NO MESMO LOTE	47
FIGURA 27 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - DIFERENÇA DE TONALIDADE ENTRE PEÇA PILOTO E PRODUÇÃO	47
FIGURA 28 - EXEMPLO DE LOTE SEPARADO POR TAMANHO	48
FIGURA 29 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - LOTES COM TAMANHOS MISTURADOS.....	49
FIGURA 30 - TECIDO "QUEIMADO"	49
FIGURA 31 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - TECIDO QUEIMADO.....	50
FIGURA 32 – GRÁFICO DO PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA DOS DEFEITOS	53
FIGURA 33 - GRÁFICO DE ÍNDICE DE RISCO.....	55

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	22
QUADRO 2 - SEVERIDADE.....	31
QUADRO 3 - OCORRÊNCIA.....	32
QUADRO 4 - DETECÇÃO.....	32
QUADRO 5 - DEFEITOS.....	41
QUADRO 6 - FALHA, CAUSA E EFEITO.....	50
QUADRO 7 - ÍNDICE DE SEVERIDADE.....	52
QUADRO 8 - ESCALA DE OCORRÊNCIA ADAPTADA.....	54
QUADRO 9 - ÍNDICE DE OCORRÊNCIA.....	54
QUADRO 10 - ÍNDICE DE DETECÇÃO.....	55
QUADRO 11 - ÍNDICE DE RISCO (RPN).....	55
QUADRO 12 - FORMULÁRIO FMEA PREENCHIDO.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
FMEA	Análise dos Modos de Falhas e Efeitos
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
RPN	<i>Risk Priority Number</i>

1 INTRODUÇÃO

A estamparia é definida como um beneficiamento dentro da cadeia têxtil, considerada um dos maiores agregadores de valor no produto final e, portanto, uma das mais importantes estratégias competitivas dentro da indústria de vestuário. É um setor com pouca visibilidade, no entanto se destaca ao promover a diferenciação do produto final (ANDREONI, 2008).

Como fornecedora das indústrias de confecção, a estamparia deve acompanhar a agilidade, eficiência e rapidez de resposta à demanda desse tipo de mercado. A informação chega de maneira muito rápida ao cliente final e para satisfazer as suas necessidades algumas empresas de vestuário substituem seus produtos a cada quatro meses (MENDES, 2006).

O produto acabado de uma estamparia é o tecido estampado, porém, a matéria prima (tecido) é enviada pelo cliente para receber o acabamento (estampa). Os defeitos nos processos de estamparia resultam em retrabalho, perdas e diminuição da qualidade do serviço oferecido. Ao contratar os serviços de uma estamparia, a indústria de confecção espera que seus produtos sejam entregues no prazo correto e na quantidade necessária, ou seja, a quantidade de tecidos cru enviado deve ser a mesma de tecido estampado que retorna.

Uma vez estampado com defeito, o tecido é refugado pela indústria de confecção. A empresa corta uma nova peça e envia para a estamparia refazer o processo. O retrabalho é realizado pela estamparia, que produz uma nova peça sem custo para o cliente, pois o cliente é ressarcido de todo o prejuízo da perda do tecido pela estamparia.

A qualidade é considerada um elemento fundamental dentro das organizações, sendo fator crítico para a sua sobrevivência. A gestão da qualidade agrega, entre diversos benefícios, o aumento da confiabilidade no produto ou serviço oferecido. Utilizar ferramentas de prevenção que estudem os pontos críticos nos quais podem ocorrer falhas no processo e fazer previamente as mudanças necessárias, de forma a eliminar as possíveis causas de erros, é uma forma eficaz de diminuir os custos de produção, o retrabalho e aumentar a qualidade do produto.

O presente trabalho foi realizado em uma estamparia têxtil situada na cidade de Sarandi – PR, para, a partir da aplicação da ferramenta de Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA), identificar e avaliar os defeitos provenientes do processo de sublimação localizada.

1.1 Justificativa

Segundo a ABIT (2013), a indústria de confecção tem sofrido uma queda de vendas em consequência à entrada de produtos asiáticos no mercado, que possuem preços muito abaixo dos produtos nacionais. Para recuperar seu lugar, a indústria de confecção brasileira tem investido em qualidade e produtos diferenciados. Neste cenário, as estamparias têm se beneficiado por se tratarem de serviços que agregam valor ao produto. A concorrência entre as indústrias do setor tem aumentado e a qualidade se torna essencial para manter-se competitivo.

A qualidade no setor de estamparia pode ser resumida em uma dimensão: confiabilidade. Essa dimensão é associada ao grau de ausência de defeitos no produto. Aumentar o nível de confiabilidade no produto entregue significa fidelizar o cliente. A aplicação do FMEA visa prever os defeitos e agir nas suas causas, diminuindo sua ocorrência e consequentemente aumentando a confiabilidade nos serviços prestados.

O processo de sublimação em tecidos se popularizou mundialmente nos anos 90, com o surgimento das impressoras jato de tinta. Essas impressoras foram adaptadas para a utilização de tintas sublimáticas e tornaram a estamparia por sublimação acessível. A impressão digital se popularizou ainda mais nos últimos anos como surgimento do *fast-fashion*, lançando pequenas coleções várias vezes ao ano e consolidou-se nesse mercado pela rapidez, qualidade e capacidade de atender a pequenas tiragens (TRONCOSO e RÜTHSCHILLING, 2014).

Apesar do crescimento pela procura de estampas digitais, a literatura sobre a área ainda é escassa, o que permite que este trabalho tenha importância no contexto do mercado de vestuário, pois os estudos sobre sublimação têxtil se limitam à criação das estampas e não abordam seus processos de fabricação.

1.2 Definição e delimitação do problema

A estamparia objeto de estudo iniciou-se no ramo de estamparia por sublimação no ano de 2010 para se tornar mais competitiva no mercado. O rápido crescimento e a procura cada vez maior pelo serviço obrigaram a empresa a investir em equipamentos modernos para conseguir atender à demanda, todavia o investimento em qualidade ficou em segundo plano.

Produtos com defeitos são todos descartes, o que gera prejuízo à estamparia, que deve arcar com os custos de estampar novamente, caso o cliente aceite a reposição do tecido, ou dos custos do tecido perdido. No entanto, para a indústria de confecção essa medida não é suficiente para ressarcir os prejuízos. Atraso na entrega, ou perda de um tecido, desestrutura toda a programação da produção e prejudica os prazos de entrega aos seus clientes, causando muitas vezes desistências dos pedidos.

Não há uma análise documentada do motivo pelo qual o defeito ocorra e é utilizada a metodologia de “apagar incêndios” quando há a ocorrência de um produto não conforme. Assim, o defeito pode voltar a ocorrer em outro lote e causar prejuízos a empresa.

A cada item com defeito, uma reposição é realizada, causando transtornos no andamento da produção, pois reposições são prioridades na fila, atrasando a entrega de outros produtos. Não há a mensuração dos custos de reposição de um produto defeituoso e a empresa não possui dimensão do prejuízo que pode estar sendo causado.

Entre todas as técnicas de estamparia utilizadas pela empresa objeto de estudo, essa pesquisa se limita ao processo de sublimação localizada em que é estampada a peça já cortada, pronta para ser costurada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar defeitos no processo de sublimação localizada em uma estamperia.

1.3.2 Objetivos específicos

- Conscientizar os gestores e funcionários sobre a importância da gestão da qualidade;
- Definir os defeitos do processo de sublimação localizada;
- Implantar uma metodologia para controle e prevenção de defeitos;
- Gerar documentação sobre as ações desenvolvidas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Essa seção apresenta os conceitos relacionados à estamparia têxtil, sublimação têxtil, classificação dos sistemas de produção, qualidade e FMEA.

2.1 Estamparia Têxtil

Estamparia têxtil consiste no processo de impressão pelo qual corantes são aplicados a uma superfície têxtil de maneira a formar desenhos figurativos ou abstratos (VIEIRA, 2014).

Segundo Andreoni (2008), estampa têxtil é o conjunto de desenhos impressos em tecido que, quando repetidos em toda superfície, formam uma padronagem.

Uma outra definição de estamparia também pode ser a arte de decorar um tecido, formando uma estampa corrida quando o desenho segue uma repetição contínua, ou uma estampa localizada quando é apenas um desenho único (VIEIRA, 2014).

Existem diversas técnicas de estampagem industrial em tecidos, das quais pode-se destacar (ANDREONI, 2008):

- Estamparia por quadros (*Silk Screen* ou serigrafia): técnica que utiliza uma moldura com uma fina tela de poliamida (figura 1), na qual o desenho é gravado utilizando técnica de revelação com uma emulsão fotossensível. Onde o desenho está localizado a tela fica “vazada” e permite a passagem da pasta de estampar para o tecido. Para cada cor a ser estampada é utilizada uma tela diferente. Essa técnica pode ser manual, em que a pasta é espalhada manualmente com um rodo, ou automatizada, em que o tecido move-se a cada impressão de cor.

Figura 1 - Estamparia por quadros



Fonte: Vieira, 2014.

- Estamparia por cilindros: Da mesma forma que a estamparia por quadros, cada cilindro (figura 2) corresponde a uma cor a ser impressa no tecido. A gravação do desenho no cilindro depende do tipo de cilindro, que pode ser de cobre e ter o desenho gravado em baixo relevo, ou de tela, em que a gravação ocorre da mesma forma que a foto revelação dos quadros. O cilindro é então impregnado com a pasta de estampar e rotacionado por um processo mecânico sobre o tecido.

Figura 2 - Estamparia por cilindros



Fonte: Yamane, 2008.

- Estamparia por termo transferência (sublimação): Essa técnica pode ser considerada digital, pois, antes de ser impresso no tecido, o desenho é impresso em um papel especial utilizando uma impressora jato de tinta. A tinta utilizada também é específica para esse tipo de aplicação. Após o papel ser impresso, é utilizada uma calandra com cilindros de óleo aquecido que pressionam o papel contra o tecido (Figura 3). A pressão exercida juntamente com a temperatura, faz a tinta fixar no tecido.

Figura 3 - Calandra utilizada no processo de sublimação têxtil



Fonte: Site Asistex Latina¹

- Estamparia digital: A impressão é realizada por meio de uma impressora *inkjet* (jato de tinta) diretamente no tecido (figura 4). É a técnica mais recente de estamparia e possui qualidade fotográfica, sem limite de cores.¹

¹ Disponível em: <<http://www.asistexlatina.com/?productos=853-2>>. Acesso em Nov. 2015

Figura 4 - Impressora Têxtil digital



Fonte: Yamane, 2008.

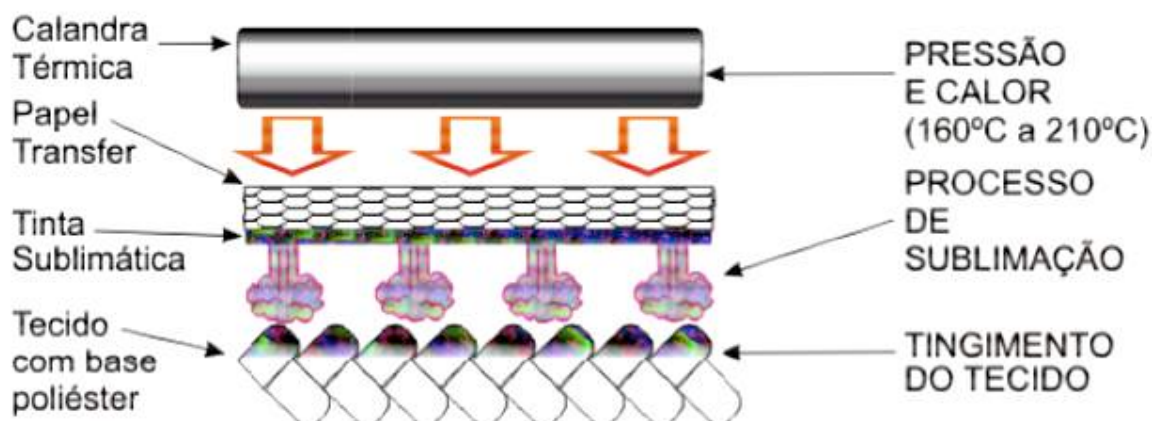
O presente trabalho foi desenvolvido com base nos processos produtivos de uma estamperia no setor de sublimação têxtil. Esse processo está descrito de forma detalhada no item 2.1.1.

2.1.1 Sublimação Têxtil

Por definição, sublimação é a passagem do estado sólido diretamente para o estado gasoso. Impressão por transferência é um termo usado para descrever processos de impressão têxteis, ou relacionados, nos quais o desenho é impresso primeiro em um substrato flexível não têxtil e depois transferido por um processo diferente para um tecido (MILES E LESLIE, 2010).

A impressão por sublimação envolve dois processos: impressão do desenho em um substrato maleável e a transferência da imagem impressa no papel para o tecido. Nessa segunda etapa ocorre a sublimação, pois a película de tinta presente no papel entra em contato direto com o tecido sob altas temperaturas, passa para o estado de vapor e impregna as fibras do tecido (YAMANE, 2008).

Figura 5 - Processo de sublimação têxtil



Fonte: Vieira, 2014.

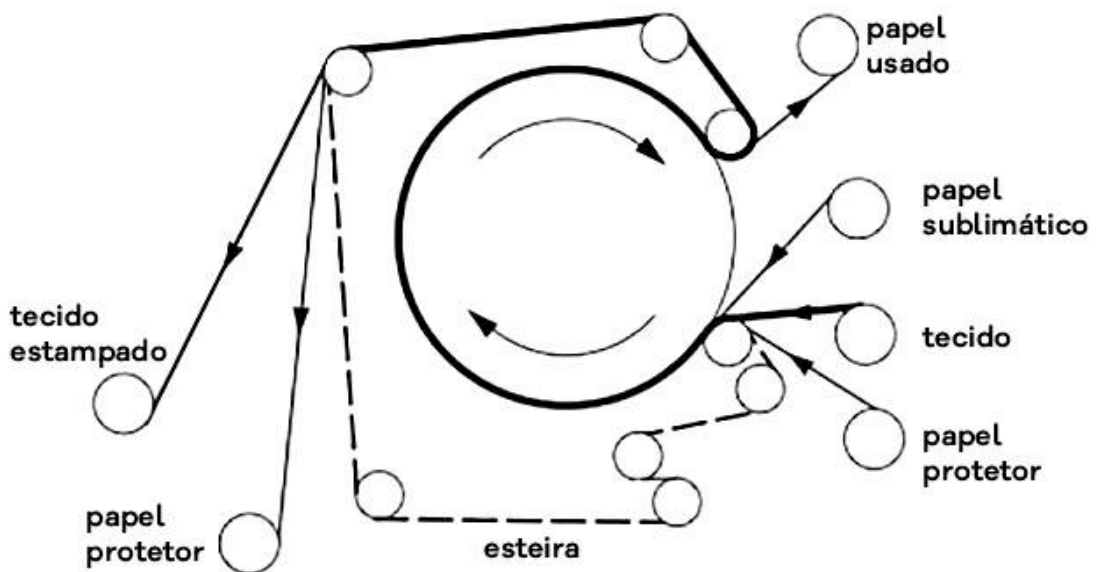
A imagem pode ser impressa utilizando o processo gráfico de *offset* ou o processo digital de impressão a jato de tinta, que é utilizado em menor escala. O papel utilizado na impressão possui acabamento especial e é chamado de papel sublimático (LASCHUK E RUTHSCHILLING, 2013b).

A razão de o desenho ser impresso primeiro em um substrato e não diretamente no tecido são baseadas nas seguintes considerações (MILES E LESLIE, 2010):

1. Os desenhos podem ser impressos e armazenados em um substrato relativamente barato como o papel, e impresso no tecido atendendo a demanda de forma rápida;
2. A produção de pedidos menores é muito mais fácil na impressão por transferência do que na impressão direta no tecido;
3. O desenho pode ser aplicado no tecido com relativa baixa qualificação de mão de obra;
4. O custo dos estoques é menor;
5. Alguns desenhos e efeitos podem ser produzidos somente com o uso de transferência (principalmente peças de vestuário);
6. Muitos desenhos complexos podem ser produzidos mais facilmente e mais precisamente no papel do que em tecidos;
7. A maioria dos processos de impressão por transferência podem ser realizados utilizando equipamentos simples, relativamente baratos, sem produção de efluentes e não necessitam de grandes espaços.

Para esse processo, são requeridos equipamentos específicos como calandra, que consiste em uma prensa rotativa com um cilindro aquecido no centro (Figura 6), ou prensa térmica (LASCHUK E RUTHSCHILLING, 2013b).

Figura 6 - Representação do sistema de funcionamento de uma calandra



Fonte: Miles e Leslie, 2010.

O tecido utilizado deve ser de fibra de poliéster ou alguns tipos de poliamida, pois a tinta sublimática não reage quimicamente com outros tipos de fibras. Algumas misturas de poliéster com algodão ou outras fibras também são utilizados, mas as cores podem ter um efeito enfraquecido (LASCHUK E RUTHSCHILLING, 2013b). Vieira (2014) afirma que o tecido para sublimação deve conter no mínimo 60% de poliéster em sua composição.

A temperatura da calandra deve ser entre 180°C e 220°C, dependendo do tecido utilizado. O pigmento vaporiza-se em contato com altas temperaturas da máquina e, aliado à pressão exercida, migra para o tecido. Uma reação químico-física ocorre quando os pigmentos em forma de vapor entram em contato com as fibras e penetram na sua estrutura, garantindo cores vivas e nenhum relevo. As cores que aparecem sobre o papel impresso não correspondem às do tecido após a transferência, essa característica do processo exige prática e conhecimento dos

envolvidos e adiciona uma etapa a mais no processo, que é o teste sobre o substrato antes de produzi-lo (LASCHUK E RUTHSCHILLING, 2013b).

O papel a ser utilizado na impressão é um fator muito importante no resultado final da estampa. Na calandra são utilizados dois papéis: o papel protetor, que protege a esteira (também chamada de carpete) e o papel sublimático com o desenho impresso. Esses papéis devem se manter estáveis durante o processo de impressão e transferência para evitar distorção da imagem no tecido. O papel sublimático contém uma película que impede a penetração excessiva de tinta no papel, o que causaria a perda de definição (MILES E LESLIE, 2010).

A sublimação não necessita de nenhum beneficiamento ou tratamento após a transferência. O tecido sai da máquina pronto para o uso, e o processo é 100% a seco, sem gerar nenhum efluente, o que caracteriza esse processo como um dos mais ecológicos de estamparia (LASCHUK E RUTHSCHILLING, 2013b).

Segundo Miles e Leslie (2010), as desvantagens desse processo estão relacionadas à falta de flexibilidade, pois não existe um método de impressão por transferência que seja aplicável a uma grande gama de fibras têxteis.

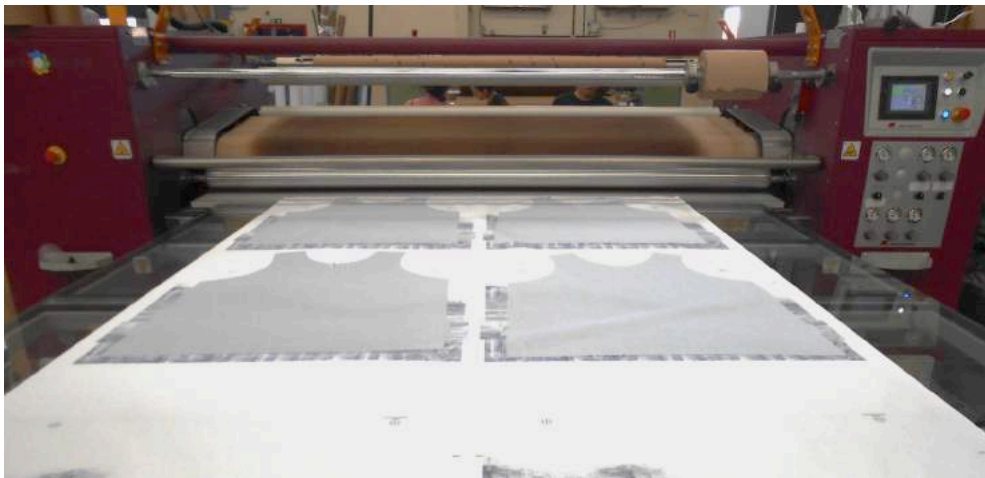
A sublimação pode ser utilizada na forma de estampa corrida (Figura 7), em que há a repetição de uma estampa pelo comprimento de um tecido, e na forma localizada, em que a estampa é impressa em áreas específicas da peça projetada integrada à modelagem, como mostra a Figura 8 (LASCHUK E RUTHSCHILLING, 2013a).

Figura 7 - Sublimação corrida



Fonte: Autor.

Figura 8 - Sublimação localizada



Fonte: Autor.

O sistema produtivo da empresa objeto de estudo deste trabalho foi identificado como “produção por encomenda”. No tópico 2.2 são descritas as classificações de sistemas de produção que levam a essa conclusão.

2.2 Classificação dos Sistemas de Produção

Tubino (2000) classifica os sistemas de produção de três formas: pelo grau de padronização do produto, pelo tipo de operação que sofrem e pela natureza do produto.

Por grau de padronização dos produtos, são classificados em produtos padronizados e produtos sob medida. Produtos padronizados são produzidos em grande escala, apresentam alto grau de uniformidade e seus consumidores esperam encontrá-los nas prateleiras das lojas. Por possuírem os mesmos processos, o sistema de fabricação desse tipo de produto se torna mais eficiente e como resultado seus custos reduzidos.

Produtos sob medida são “bens ou serviços desenvolvidos para um cliente específico”. Seu sistema produtivo normalmente possui baixa padronização dos processos e métodos, grande capacidade ociosa. Não são produzidos para estoque, apenas após o pedido do cliente. Geram produtos mais caros que os padronizados e os lotes são menores ou unitários.

Por tipo de operações os sistemas de produção podem ser classificados como: processos contínuos ou processos discretos. Essa classificação é associada ao volume de produção e ao nível de padronização dos produtos. Processos contínuos compreendem a produção de itens que não podem ser separados individualmente, como a produção de energia elétrica ou o tratamento de água. Já processos discretos englobam bens ou serviços que podem ser destacados, em lotes ou unidades. Esse processo é ainda subdividido em três tipos: repetitivos em massa, repetitivos em lote e por projeto. O Quadro 1 resume as principais características dos tipos de processos classificados por tipo de operação:

Quadro 1 - Características dos sistemas de produção

	Contínuo	Repetitivo em Massa	Repetitivo em lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da Mão de Obra	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade Ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead Times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de Informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Fonte: Adaptado de Tubino (2000)

A classificação de sistemas produtivos pela natureza do produto é dividida em geração de bens ou serviços. Quando um produto gerado é intangível, ele é considerado um serviço. Produtos tangíveis como carros, eletrodomésticos e alimentos, são considerados produtos manufaturados, e seu sistema produtivo é chamado de manufatura de bens. O autor afirma que, apesar de haverem grandes diferenças entre esses dois sistemas, é uma tendência mundial as empresas produzirem simultaneamente bens e serviços. Uma empresa pode vender um produto e oferecer o serviço de assistência técnica.

Krajewski e Ritzman (2005) utilizam a estratégia de fabricação para classificar os sistemas de produção e as separam em três: Produção para Estoque, Montagem sob Encomenda e Produção sob Encomenda. Essas estratégias dividem os sistemas produtivos de acordo com o nível de interferência que o cliente pode ter no produto final (PIRES, 2004).

Produção para Estoque: As empresas que utilizam essa estratégia, produzem itens padronizados para estoque e se baseiam em previsões de vendas. (KRAJEWSKI E RITZMAN, 2005; PIRES, 2004). Também conhecido como produção em massa, nesse sistema a relação dos clientes com o ciclo produtivo é quase inexistente (PIRES, 2004)

Montagem sob Encomenda: Os produtos são produzidos para abastecerem um estoque intermediário (alguns componentes, geralmente os de maior demanda) no

qual aguardam por um pedido de venda. Geralmente são produtos com nível médio de padronização, para os quais estocar produtos acabados pode ser economicamente inviável, porque os produtos são customizáveis pelo cliente (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2005).

Produção sob Encomenda: O produto só é produzido após a sua venda. A interferência do cliente no produto final é alta, pois os produtos possuem um alto grau de customização. É necessário que o processo de produção seja flexível para atender às especificações dos clientes a cada pedido.

Ao descrever os sistemas produtivos, nota-se que as diferentes formas de classificação ajudam a entender o nível de complexidade necessário para o planejamento e controle das atividades de gestão, entre elas a gestão da qualidade. O tópico 2.3 apresenta uma breve revisão sobre qualidade e seus conceitos.

2.3 Qualidade

2.3.1 Conceito de qualidade

Segundo Paladini (2004), a palavra qualidade é um termo de uso comum por não ser exclusiva à utilização técnica e estar presente no vocabulário cotidiano de todas as pessoas. É um conceito dinâmico, aplicado a vários contextos e essa subjetividade implica em dificuldades para encontrar uma definição única, cada autor apresenta uma abordagem diferente ao definir o conceito. Os autores procuram definir a palavra de forma simples, precisa e abrangente para que todos os níveis das organizações assimilem seu significado, não gerar interpretações errôneas e não diminuir sua importância dentro das atividades produtivas (VERAS, 2009).

Para Carpinetti (2012), muitos consideram que a qualidade está associada a características de um bem, como durabilidade. Para outros, está associada ao grau que o produto atende às necessidades do cliente satisfatoriamente. Uma terceira interpretação seria a que qualidade é o produto atender às especificações do projeto. Ou seja, para alguns, um produto pode ser de qualidade ao ser durável e possuir um desempenho técnico superior a outro, ou ser o que o cliente espera e

satisfazer suas necessidades, ou ao cumprir exatamente as especificações técnicas de seu projeto.

Paladini (2004) afirma que objetivo das organizações é atender às necessidades de seus clientes e, portanto, para que um produto ou serviço seja de qualidade, ele deve atendê-las perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo.

Apesar de muito difundida nas empresas, existe pouco entendimento do que é a qualidade dentro de uma organização. Para Veras (2009), “é fácil falar e difícil de fazer”. O termo qualidade é relativo e muda com a evolução das necessidades dos clientes (DEMING, 1990). Por consequência, os gestores têm grande influência nesse cenário, necessitando se adequar para corresponder às expectativas de seus clientes.

A gestão da qualidade tem sido utilizada nas organizações como ferramenta estratégica de sobrevivência, possibilitando uma evolução contínua nos serviços prestados. No entanto, é necessário que toda a organização se envolva nesse objetivo, e não somente as pessoas diretamente ligadas a ele. Com o foco de todos voltados para o objetivo de resolver os problemas, os resultados trazidos pela busca da qualidade são substanciais (ABREU E SETTE, 2010).

2.4 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Nesse tópico estão abordadas as definições, tipos e aplicabilidade da ferramenta FMEA.

2.4.1 Conceito de FMEA

FMEA é uma metodologia de identificação, prevenção e análise de possíveis falhas em sistemas, produtos e processos. Surgiu no ano de 1949 para avaliar falhas em sistemas e equipamentos do exército americano. Nos anos 60, era utilizada pela NASA no setor aeronáutico, mas foi no setor automobilístico, a partir de 1976, que a ferramenta ganhou importância, se tornando uma das mais utilizadas para detecção de falhas. A norma QS 9000 (norma de qualidade utilizada por grandes indústrias automobilísticas como GM Motors, FORD e Chrysler), especifica a ferramenta como técnica de análise e prevenção de falhas (SILVA *et al.*, 2014; BASTOS, 2006).

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha (FMEA) pode ser definida como: “metodologia que objetiva avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas (determinação da causa, efeito e risco de cada tipo de falha) e implantação de ações para aumentar a confiabilidade” (TOLEDO e AMARAL, 2006, p.1).

A ferramenta FMEA, no ambiente industrial, tem como objetivo reduzir os riscos associados ao modo falha ou eliminá-los. Permite identificar essas potenciais falhas em sistemas, projetos ou processos, utilizando uma metodologia sistematizada de detecção e análise (BASTOS, 2006).

O objetivo básico dessa ferramenta é aumentar a confiabilidade de um processo ou produto, por meio de análise das falhas potenciais e propostas de melhorias, diminuindo a probabilidade de falhas durante a sua operação. Confiabilidade é uma dimensão da qualidade de grande importância para o consumidor, que não deseja ter a insatisfação de ser privado do uso de um produto por motivo de mal funcionamento do mesmo (TOLEDO e AMARAL, 2006).

Segundo Hammet (2000), o FMEA é um método de gerenciamento de risco que identifica as possíveis falhas de um produto ou processo, suas causas, atua sobre os mesmos por meio de ações de melhorias, analisa a probabilidade de ocorrência, o impacto sobre o cliente e a possibilidade de detecção da falha.

Com base na severidade, ocorrência e detecção, o FMEA prioriza os modos falha que ocasionariam maiores riscos aos clientes e propõe evitar as falhas por meio de ações de melhoria (PUENTE *et al.*, 2002, *apud* MARTINS, 2011).

Assim, o objetivo principal do FMEA é a satisfação do cliente final, por meio da análise e prevenção de possíveis falhas no produto ou processo.

2.4.2 Tipos de FMEA

Toledo e Amaral (2006) afirmam que o FMEA pode ser aplicado em processos e produtos, antes e depois de seu desenvolvimento. A metodologia de aplicação é a mesma nos dois casos, mas há uma modificação nos seus objetos, dividindo o FMEA em dois tipos:

- FMEA de produto: Objetiva evitar falhas com o produto dentro das especificações do projeto.

- FMEA de processo: Com base nas especificações do projeto, seu objetivo é evitar as não conformidades durante o planejamento e execução do processo. Para Mesquita (2014, p. 26), ambos os modelos têm a função de:

reduzir o volume de alterações/retrabalhos e os problemas de produção, promover a integração e o trabalho multifuncional, documentar e divulgar os riscos provenientes do desenvolvimento do produto e, principalmente, evitar que as falhas de projeto (produto, processo, sistema de controle) cheguem ao cliente final.

2.4.3 Metodologia FMEA

Mesmo com diferentes objetivos, a metodologia de aplicação é a mesma independente do tipo de FMEA.

A execução desse procedimento é desenvolvida por meio do preenchimento de um formulário específico (Figura 9) por uma equipe formada por pessoas envolvidas no processo/produto. Esse grupo de trabalho deve ser multidisciplinar, composta por pessoas com experiência em projetos, processos, análises, ensaios, montagem, reciclagem, etc. (TOLEDO e AMARAL, 2006).

Figura 9 - exemplo de um formulário de FMEA

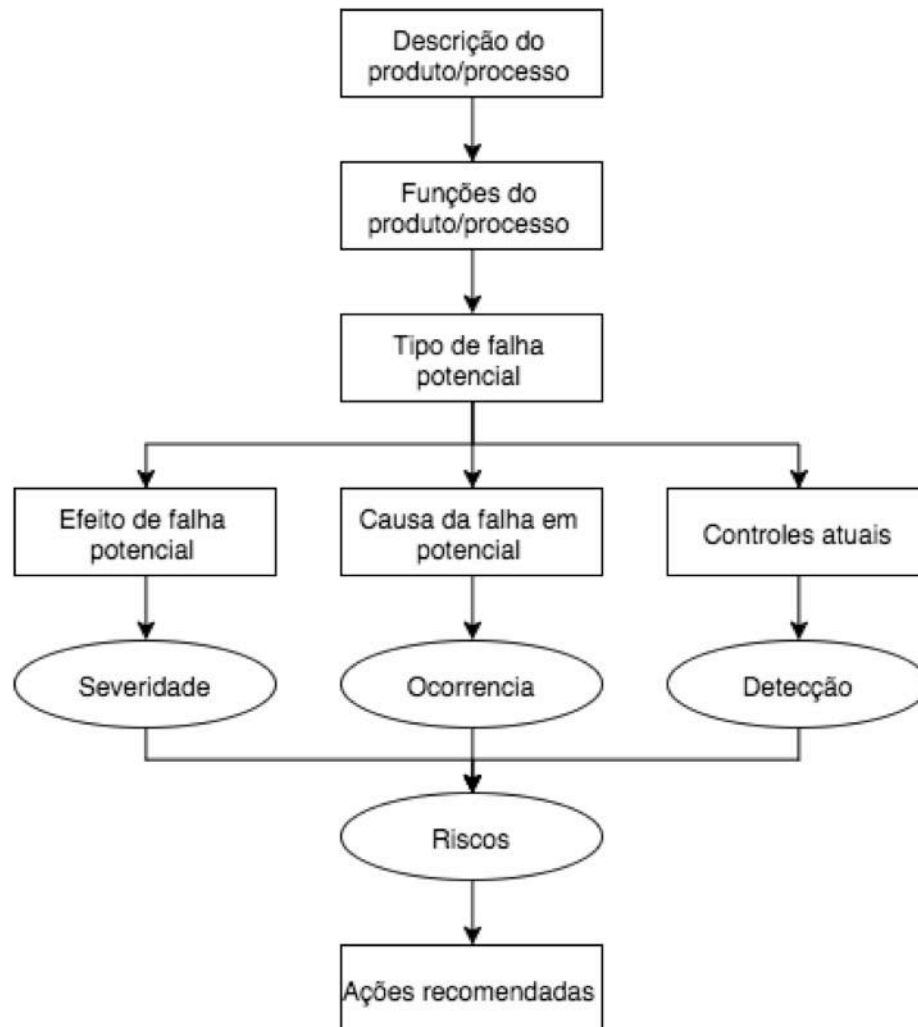
FMEA		<input type="checkbox"/> Projeto de Produto <input type="checkbox"/> Revisão de Projeto			<input type="checkbox"/> Processo <input type="checkbox"/> Revisão de Processo				
Cliente		Aplicação:							
Data: / /		Produto/Processo:							
Fornecedor:			Áreas Envolvidas:						
Descrição do produto/ processo	Funções do produto/ processo	Data elaboração / /			Atual				
		Falhas possíveis			índices				
		Modo	Efeito(s)	Causa(s)	Controles	O	S	D	R

Fonte: Adaptado de MIGUEL, 2001

Cada coluna do formulário corresponde a uma etapa do processo e deve ser preenchida pela equipe durante as reuniões, respondendo às questões envolvidas

de forma clara e objetiva. Na Figura 10 um fluxograma ilustra a ordem recomendada de preenchimento das colunas.

Figura 10 - Fluxograma de preenchimento da planilha FMEA



Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

A Figura 11 apresenta um exemplo de formulário de FMEA (MIGUEL, 2001; PALADY, 1997; TOLEDO e AMARAL, 2006):

Figura 11 - exemplo de formulário de FMEA

FMEA	Equipe:		<input type="checkbox"/> Projeto de Produto		<input type="checkbox"/> Processo														
			<input type="checkbox"/> Revisão de Projeto		<input type="checkbox"/> Revisão de Processo														
Cliente:			Aplicação:																
Data:		Produto/Processo:																	
Fornecedor:		áreas Envolvidas:																	
Descrição do produto/ processo	Funções do produto/ processo	Data elaboração _/_/___		Atual				Ações de Melhoria											
		Falhas possíveis			Índices				Ações recomendadas	Responsáveis/prazos	Medidas Implantadas	Índices atuais							
		Modo	Efeito(s)	Causa(s)	Controles	O	S	D				R	C	S	D	R			

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

Os campos da Figura 11 são explicados pelos autores:

- 1) **Cabeçalho:** Deve conter as informações que identifiquem o assunto, as atividades ou documentos afetados, os responsáveis pelo desenvolvimento e manutenção e as datas.
- 2) **Descrição do produto/processo:** Descrição do produto ou processo que será objeto de análise.
- 3) **Funções do produto/processo:** Descrição simples do processo ou operação em análise. Deve indicar de forma concisa a finalidade do processo em operação ou função do produto.
- 4) **Tipo de falha potencial (modo):** Como o produto ou processo pode deixar de desempenhar essas funções? Deve conter o problema, a preocupação, a oportunidade de melhoria, a falha. Quando alguém pensar nos modos potenciais de falha, deve pensar na perda da função do sistema. Pode existir mais de uma falha por função.
- 5) **Efeitos de falha potencial:** O que a falha pode ocasionar? Consequências de cada modo de falha. É importante capturar as experiências do usuário final.
- 6) **Causas:** Geradora do modo falha.
- 7) **Controles:** Procedimentos ou equipamentos existentes que detectam ou previnem os modos falha. Eles podem ser muito simples, como por exemplo

Brainstorming, ou bastante técnicos e avançados, como por exemplo, testes de laboratório. O objetivo do método de detecção é identificar e eliminar as falhas antes que estas atinjam os clientes (externos ou internos).

- 8) **Ocorrência:** Baseada na experiência da equipe ou em histórico de dados da empresa, é um índice que corresponde a um número estimado da frequência com que a falha pode ocorrer.
- 9) **Severidade:** índice que indica o quão sério é o efeito do modo de falha potencial. Quanto mais grave e crítico é o efeito maior é o índice de severidade.
- 10) **Detecção:** Detecção é a probabilidade de que os sistemas de controle detectem a falha antes que esta atinja os clientes.
- 11) **Riscos:** É o índice resultado do produto do índice de ocorrência, de severidade e detecção. Este valor define a prioridade da falha.
- 12) **Ações de Melhoria:** Ações necessárias para eliminação da falha. Deve conter os responsáveis e prazos de conclusão. Medidas implantadas e índices atuais são os resultados dessas ações e devem ser atualizados pelo responsável do FMEA.

2.4.4 Etapas para aplicação do FMEA

Miguel (2001) sugere a seguinte sequência de etapas para a elaboração do FMEA:

1. Definição da equipe: A equipe deve ser formada por pessoas de diversos setores da empresa. Deve ser nomeado um responsável pela coordenação das atividades.
2. Definição dos itens: Se o FMEA for conduzido para produto em processo de concepção, deve ser levantado: os componentes ou etapas do processo que a equipe possui menor conhecimento; produtos ou processos semelhantes já implantados para detectar maior ocorrência de falhas; componentes ou processos mais críticos do ponto de vista da complexidade. Para produtos e processos já implantados deve-se levantar os com maior ocorrência de falhas através de dados históricos da empresa.
3. Coleta de dados: Nessa etapa devem ser coletadas todas as informações sobre o produto/processo em estudo. Com esses dados disponíveis, são

determinados os procedimentos para documentação e registros das etapas de execução da FMEA.

4. Identificar modo e efeito das falhas: Modos de falha são “eventos que conduzem a uma suspensão total da função de um produto ou processo, dentro de suas metas de desempenho” (MIGUEL, 2001, p. 218). Os efeitos são as consequências dos modos falha do ponto de vista dos clientes.
5. Identificar causas e controles: Identificar os eventos que provocam o aparecimento de falhas. Deve ser realizada com base nos dados levantados nas etapas anteriores. É recomendada a utilização de ferramentas como o diagrama de Ishikawa. A experiência da equipe é muito importante nessa etapa. Os controles são modos de detecção das falhas.
6. Determinar os Índices: Nessa etapa são determinados os índices de severidade, ocorrência e detecção.
7. Calcular o fator de risco: O fator de risco é o produto entre os índices determinados na etapa anterior. Quanto maior o fator de risco, maior a prioridade do modo falha.
8. Ações de melhoria: Ações para eliminação ou prevenção do modo falha. Essas ações tem o objetivo de reduzir os índices de severidade e ocorrência e aumentar o de detecção.

Para a determinação dos índices existem critérios pré-determinados para avaliação, dos quais cada um possui um grau. Palady (2001) afirma que a severidade (S) é normalmente mensurada por valores de 1 a 10, em que 1 indica um efeito que pode passar despercebido pelo cliente e 10 é o fator de maior gravidade do efeito da falha.

O Quadro 2 apresenta os índices e critérios para determinação da severidade.

Quadro 2 - Severidade

SEVERIDADE		
Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebeu que a falha ocorreu
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e causa grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior, afeta segurança

Fonte: Toledo e Amaral, 2006.

A ocorrência possui duas abordagens que podem ser utilizadas na sua determinação. A primeira questiona a frequência que pode ocorrer o modo de falha e a segunda a frequência da causa do modo de falha. Cada uma dessas abordagens leva a uma avaliação diferente, cabe ao grupo chegar a um acordo sobre a abordagem a ser utilizada, sendo que o esforço para reduzir a primeira leva a avaliação das causas básicas e a segunda de cada uma dessas causas básicas, o que nem sempre traduz a ocorrência do modo falha. O índice é classificado de 1 a 10, sendo 1 uma possibilidade remota e 10 muito alta. Essa escala é considerada muito genérica, pois pode causar diferentes interpretações entre os membros da equipe. Outra maneira de determinar o índice de ocorrência é utilizando dados históricos da empresa ou dados estatísticos como os índices de capacidade de processo (cpk), conforme mostra o Quadro 3. O importante é a equipe adequar a escala ao nível geral da qualidade da organização (PALADY, 2001).

Quadro 3 - Ocorrência

OCORRÊNCIA			
Índice	Ocorrência	Proporção	CPK
1	Remota	1:1.000.000	CPK>1,67
2	Pequena	1:20.000	CPK>1,00
3		1:4.000	
4	Moderada	1:1.000	CPK<1,00
5		1:400	
6		1:80	
7	Alta	01:40	
8		01:20	
9	Muito Alta	01:08	.
10		01:02	

Fonte: Toledo e Amaral, 2006.

O índice de detecção, mostrado no Quadro 4, é a possibilidade de detectar a falha antes de ela chegar ao cliente ou antes que ele provoque uma falha catastrófica. Nessa escala, valores baixos significam que o problema não será detectado (MIGUEL, 2001; PALADY, 1997).

Quadro 4 - Detecção

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

Fonte: Toledo e Amaral, 2006

O risco (RPN) é valor resultante do produto dos três índices anteriores. Esse valor será utilizado para a priorização das ações corretivas, hierarquizando as falhas. Uma

falha pode ser frequente, mas ser de fácil detecção e baixa severidade e, portanto, de baixo risco. Da mesma forma, uma falha pode não ser frequente e ter alto nível de severidade e dificilmente detectável, exigindo maior atenção (MIGUEL, 2001; PALADY, 1997; TOLEDO e AMARAL, 2006).

2.4.5 Vantagens e desvantagens da FMEA

É essencial ressaltar que a importância do FMEA ultrapassa o preenchimento de uma tabela. São nas discussões e reflexões sobre as potenciais falhas e ações de melhoria que se concentra seu verdadeiro valor (TOLEDO e AMARAL, 2006).

De acordo com Hammet (2006), os benefícios e informações geradas pela utilização do FMEA são:

- Melhor conhecimento dos problemas dos processos/produtos;
- Organização das informações sobre as falhas de forma sistemática e hierarquizada;
- Cria um sistema de priorização de melhorias, investimentos, desenvolvimentos, análises e testes;
- Gera arquivos de referência para monitoramento das ações de melhoria
- Aumento de confiabilidade, qualidade e segurança no produto/processo
- Ajuda a empresa a manter o foco no cliente, a partir da busca da sua satisfação e segurança
- Fomenta o trabalho em equipe, a atitude de cooperação e a atitude de prevenção de falhas
- Concentra o conhecimento coletivo sobre as falhas de processo/produto dispersas nos setores

As maiores desvantagens são (LUZ, 2009):

- não permitir correlacionar as falhas, por considerar uma por vez, como erros humanos e falhas dos componentes;
- a burocratização gerada pela atualização constante dos documentos;
- dependência do grupo de trabalho formado;
- Problemas de relacionamento da equipe podem prejudicar o resultado final;

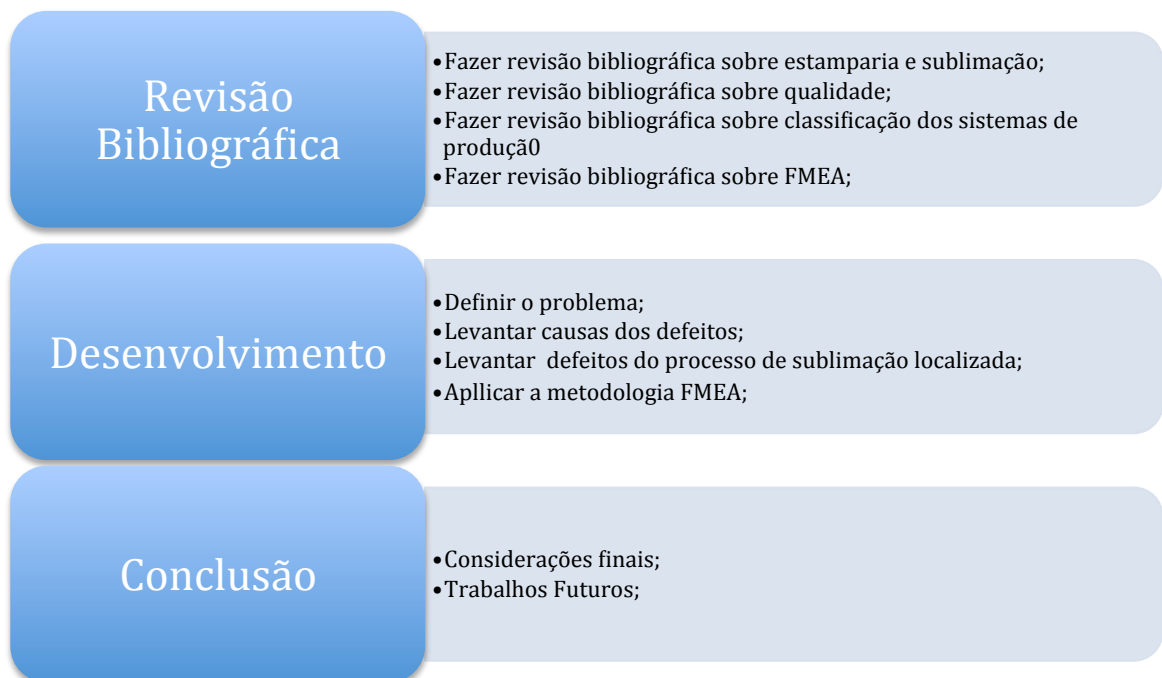
3 METODOLOGIA

Este trabalho pode ser classificado quanto ao seu objetivo e aos seus procedimentos técnicos.

Do ponto de vista de seus objetivos, pode-se classificá-la como pesquisa exploratória. As pesquisas exploratórias visam dispor maior familiaridade com o problema a ser estudado, envolvem levantamento bibliográfico e análise de exemplos que facilitem a compreensão; e do ponto de vista de seus procedimentos técnicos, como estudo de caso, pois, objetiva descrever a situação do contexto em que está sendo realizada a investigação, formular hipóteses e explicar as variáveis causais de determinados fenômenos em situações complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2007).

Na Figura 12 são apresentadas as etapas da metodologia:

Figura 12 - Etapas do trabalho



Fonte: Autor.

A revisão bibliográfica foi realizada a partir da literatura já publicada sobre os temas pertinentes à pesquisa com o objetivo de expandir o referencial teórico e analisar

estudos de caso, ferramentas e metodologias que pudessem ser aplicadas ao estudo.

O desenvolvimento iniciou-se com a caracterização da empresa e apresentação do processo de sublimação localizada. Foi realizado um levantamento dos defeitos que ocorrem no processo. Após este levantamento, para determinar as causas, foi aplicado o diagrama de Ishikawa. O FMEA foi realizado seguindo a metodologia apresentada na revisão bibliográfica: primeiramente foi definida uma equipe formada por funcionários de diferentes setores da empresa e as demais etapas foram definidas pelo grupo em reuniões periódicas.

A conclusão do trabalho deu-se com a análise dos resultados apresentados no formulário FMEA desenvolvido.

4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo são descritas as etapas realizadas para alcançar os objetivos da pesquisa. A primeira atividade foi estabelecer uma equipe, formada por quatro funcionários da empresa de diferentes setores ligados à produção, para o desenvolvimento do FMEA.

A aplicação do FMEA seguiu as seguintes etapas para o preenchimento das colunas da planilha:

- Para a coluna de Falhas foi realizado o levantamento das falhas por meio da análise de dados da empresa e acervo de peças com defeitos;
- Para as causas, realizou-se um *Brainstorm* com a equipe selecionada para apurar as possíveis causas das falhas encontradas;
- A determinação dos índices de severidade, ocorrência e detecção foi realizada por meio de discussões em reuniões com o grupo selecionado;
- As ações de melhoria foram propostas pela equipe durante um novo *brainstorm* promovido durante uma das reuniões.

A empresa objeto de estudo deste trabalho e o processo são descritos no tópico 4.1.

4.1 Caracterização da empresa

Situada em Sarandi – PR, a estamparia objeto de estudo atua no mercado de estamparia têxtil há quinze anos. Iniciou suas atividades com os processos de serigrafia manual e por cilindros e no ano de 2010, para acompanhar o mercado cada vez mais competitivo, a empresa adquiriu impressoras específicas para impressão de papéis para sublimação, calandras térmicas e começou a oferecer também o serviço de estamparia por sublimação. Atualmente a sublimação é o principal serviço oferecido pela empresa, sendo responsável por 80% do seu faturamento.

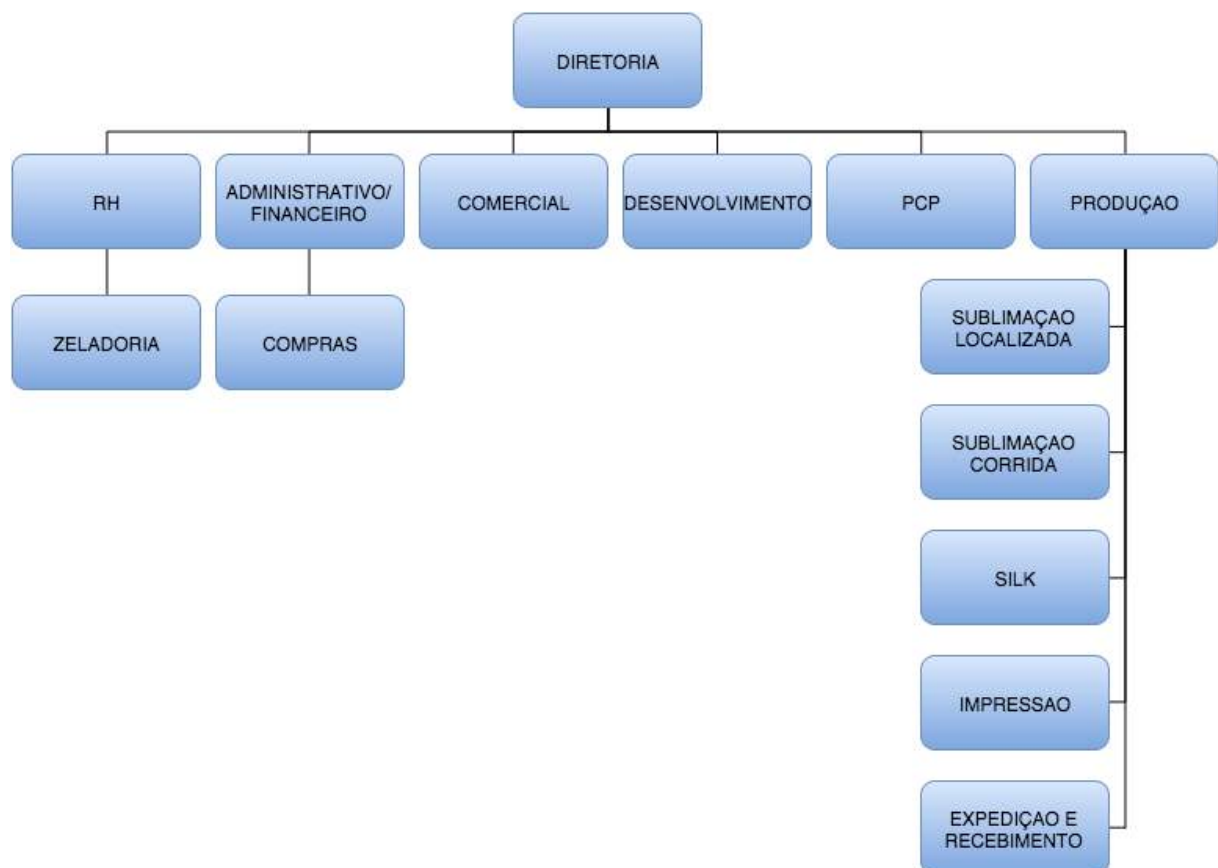
Hoje a empresa conta com 50 funcionários e estampa utilizando as técnicas de *silk screen* manual, *silk screen* automatizado (carrossel), estampagem por cilindros e sublimação corrida e localizada.

Funcionando em dois turnos, o setor de impressão produz aproximadamente 3500 de papel por dia. No início de 2015, foi adquirida uma moderna impressora sublimática vinda da Itália, que aumenta a capacidade de impressão para aproximadamente 6000 por dia.

O setor de transferência é equipado com quatro calandras térmicas, sendo duas para estampa corrida e duas para estampas localizadas, com capacidade de estampar aproximadamente 7000 metros de tecido por dia.

A Figura 13 apresenta o organograma da empresa organizado por setores. No topo da hierarquia encontra-se a diretoria. A ela estão vinculados os setores de RH, Administrativo/Financeiro, Comercial, Desenvolvimento, PCP e produção. O setor de RH é responsável pelo setor de zeladoria e sob a hierarquia do setor Administrativo/Financeiro encontra-se o setor de compras. Os setores de sublimação localizada, sublimação corrida, Silk, Impressão e expedição e recebimento são subordinados ao setor de produção.

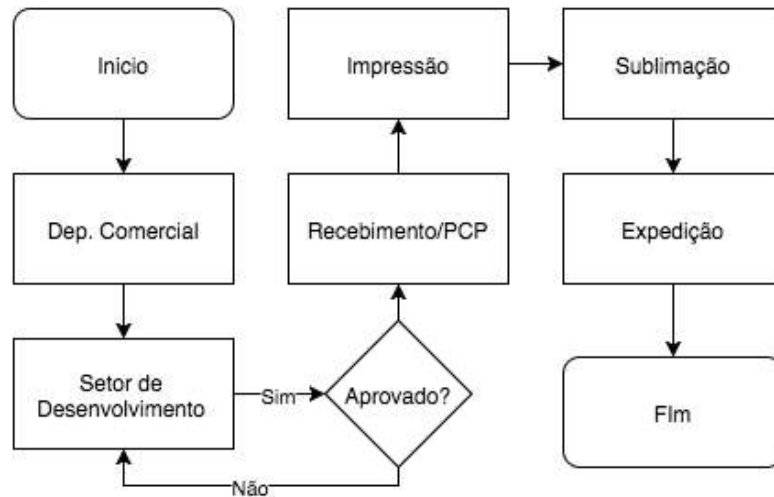
Figura 13 - Organograma da empresa



4.1.1 Fluxograma do processo

A Figura 14 apresenta o fluxograma do processo produtivo da sublimação localizada.

Figura 14 - Fluxograma do processo de sublimação localizada



Fonte: Autor.

O processo de sublimação localizada se inicia com o desenvolvimento da “arte” ou estampa a ser transferida para a peça. O contato inicial com o cliente é realizado pelo departamento comercial que recebe as referências do cliente e a modelagem da peça e envia para o departamento de *design* e desenvolvimento. A arte é enviada para aprovação do cliente e assim que aprovada, cria-se uma ficha técnica e um protótipo é produzido. Esse protótipo também passa por aprovação do cliente. Se reprovado, o setor de desenvolvimento faz alterações e o processo se repete até a aprovação final.

Em seguida a esse processo, o cliente envia os lotes com as peças e a peça piloto para a empresa. A partir da peça piloto o PCP localiza a ficha técnica e cria a O.P. com a quantidade de peças a serem produzidas. O setor de impressão recebe as informações do PCP e imprime as peças no papel.

Com o lote e papel impresso, o setor de transferência inicia o processo de produção. O papel é colocado na calandra e as peças encaixadas uma a uma sobre o molde impresso (Figura 15). Após a calandragem, as peças são embaladas da mesma forma que foram recebidas e são enviadas diretamente para o setor de expedição.

Figura 15 - Encaixe das peças



Fonte: Autor.

4.2 Identificação do problema

Durante a observação dos processos, notou-se que os defeitos que ocorrem na sublimação localizada se repetem muito frequentemente em lotes diferentes. Porém, mesmo sendo recorrentes, não é realizado nenhum estudo para descobrir suas causas.

Os operadores mais experientes são aptos para realizar alguns procedimentos no caso de defeitos, mas o mais comum é pararem a produção e esperarem pela ordem do encarregado de qualidade. O encarregado de qualidade analisa o defeito e se não for possível resolvê-lo, suspende a produção do lote.

São muitas as variáveis que influenciam no processo de sublimação: temperatura, velocidade e pressão dos cilindros da calandra, temperatura ambiente, umidade do ar, tensão do papel kraft e sublimático, tipo de tecido, tinta que foi impresso, impressora, calandra, entre outras. Portanto, para que a produção corresponda ao protótipo, ambos devem ser produzidos no mesmo padrão, ou seja, impressos na mesma impressora, transferidos na mesma calandra, com a mesma velocidade,

temperatura e pressão. Se o protótipo foi produzido em um dia com umidade do ar alta, provavelmente na produção terá variação na tonalidade. Todos esses dados são conhecidos pelos operadores e funcionários mais antigos, mas não há nenhuma documentação que indique como proceder nessas situações.

A ficha técnica dos produtos possui apenas a informação sobre localização do arquivo da estampa no servidor, tipo de arquivo, plotter que foi impresso na última vez e informações sobre amostra. A localização, tipo de arquivo e impressora são utilizados pelo setor de impressão e desenvolvimento. As informações sobre amostras são desnecessárias, já que todo protótipo é produzido na mesma calandra com a mesma temperatura e velocidade.

Caso sejam necessários ajustes durante a produção, como velocidade e temperatura, eles são realizados mas não são registrados. Os ajustes são realizados testando nas peças enviadas pelo cliente, o que causa perdas. Como não há registro das alterações, se houver outras produções do mesmo lote, serão realizados novos testes e haverá perda de peças novamente.

Para identificar e analisar os defeitos no processo de sublimação localizada, foi aplicada a metodologia FMEA, que tem como objetivo prever falhas no processo e agir nas causas, gerando documentação sobre todas as ações tomadas.

4.3 Obtenção dos Dados

O levantamento dos defeitos do processo de sublimação localizada foi realizado por meio da análise do acervo de peças devolvidas pelos clientes que a empresa possui. Também foram analisados e-mails de reclamações de clientes para levantar não conformidades. Após essa coleta, elaborou-se o FMEA durante reuniões com a equipe organizada para o desenvolvimento do mesmo. Durante as reuniões foram apresentados os conceitos de FMEA, suas funções e como seriam definidos os índices de severidade, ocorrência e detecção. Em um segundo momento, foi efetuado um diagrama de causa e efeito para cada um dos defeitos constatados sobre os quais foram levantadas as causas.

Após a definição dos índices, foram determinadas as ações de melhoria a serem implementadas para cada um dos modo falha.

4.4 FMEA

A primeira etapa realizada foi o levantamento dos defeitos do processo a partir da análise do acervo de peças com defeitos da empresa e outras fontes como e-mails com reclamações dos clientes. Os defeitos levantados estão listados na Quadro 5.

Quadro 5 - Defeitos

DEFEITOS
a) Pintas
b) Pregas
c) Sombreamento
d) Estrias
e) Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida
f) Diferença de tonalidade no mesmo lote
g) Lotes com tamanhos misturados
h) Tecido "queimado"

Uma descrição detalhada dos defeitos encontrados e os diagramas de causa e efeito desenvolvidos para cada um deles são apresentados no tópico 4.4.1.

4.4.1 Defeitos do processo de Sublimação Localizada

Foi realizado um levantamento dos defeitos que ocorrem no processo de sublimação localizada e das suas causas, utilizando o diagrama de causa e efeito. É considerado defeito tudo aquilo que não atende a um requisito do cliente, podendo ou não ser uma característica física.

Os resultados desse levantamento são apresentados a seguir, com a descrição de cada um dos defeitos encontrados e o diagrama de causa e efeito realizado para encontrar suas causas:

- **Pintas:** Pequenos pontos de cores variadas que podem surgir espalhados pela peça. É mais frequente em peças de cores claras. Peças mesmo com pontos quase imperceptíveis são devolvidas pelos clientes. Como mostra a Figura 16.

Figura 16 - Pintas



Fonte: Autor.

O diagrama com as possíveis causas das pintas está apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Diagrama de Causa e Efeito - Pintas



Fonte: Autor.

- **Pregas:** Falhas na estampa que surgem quando a peça passa pelo cilindro da calandra amassada, formando vincos. Como mostra a Figura 18.

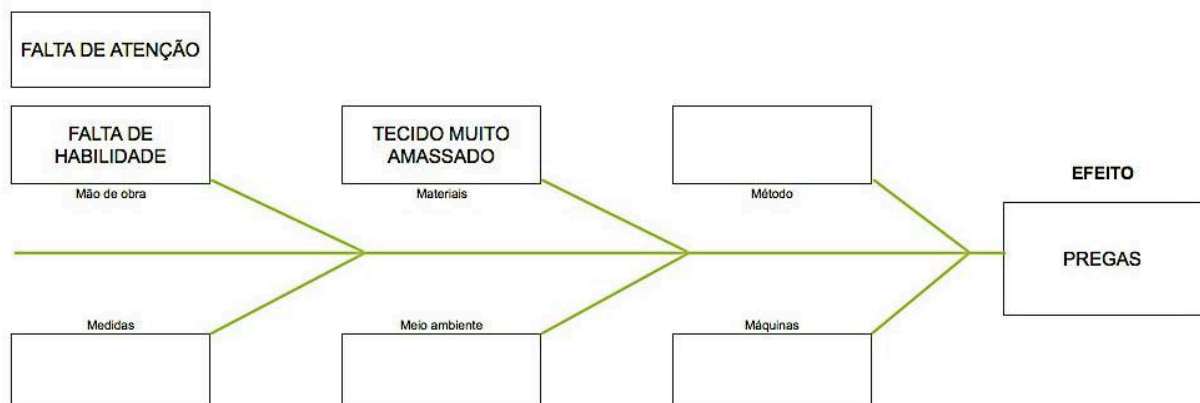
Figura 18 - Peça com pregas



Fonte: Autor.

Na Figura 19, estão as causas levantadas para o efeito pregas.

Figura 19 - Diagrama de Causa e Efeito - Pregas



Fonte: Autor.

- **Estrias:** Falhas na estampa formando linhas paralelas verticais ou horizontais. Como mostra a Figura 20.

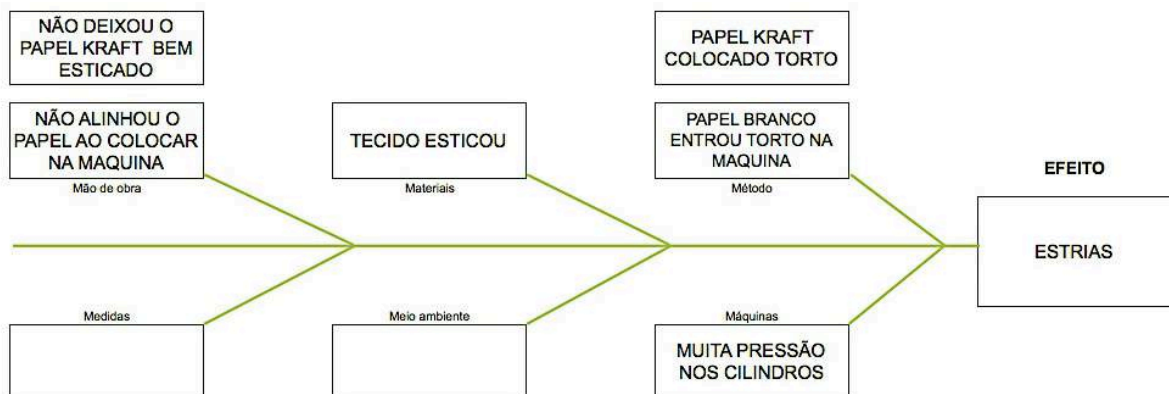
Figura 20 - Peça com estrias



Fonte: Autor.

A Figura 21 apresenta as causas possíveis do efeito estrias.

Figura 21 - Diagrama de Causa e Efeito - Estrias



Fonte: Autor.

- **Sombreamento:** Efeitos de sombras nas bordas da estampa. Como mostra a Figura 22.

Figura 22 - Sombreamento



Fonte: Autor.

Na Figura 23 estão as causas prováveis do sombreamento.

Figura 23 - Diagrama de Causa e Efeito - Sombreamento



Fonte: Autor.

- **Diferença de tonalidade no mesmo lote:** Diferença na cor da estampa entre peças de um mesmo lote enviado pelo cliente, como mostra a Figura 24.

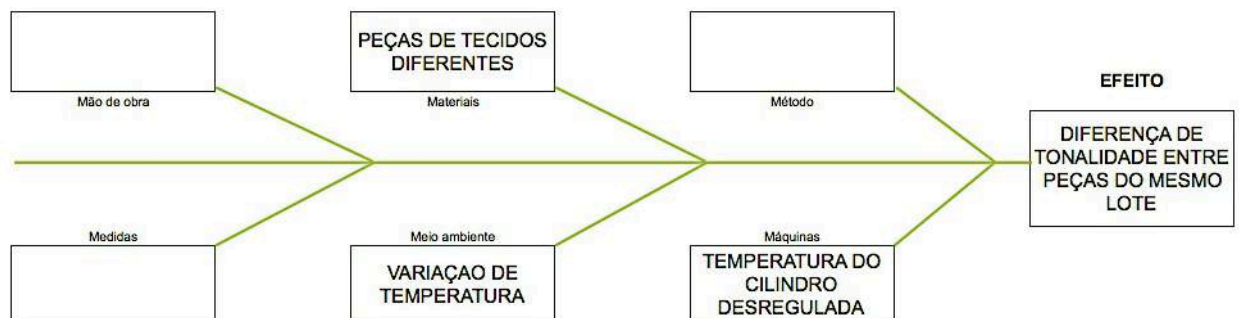
Figura 24 - Diferença de tonalidade



Fonte: Autor.

As possíveis causas da variação de tonalidade entre peças do mesmo lote são apresentadas na Figura 25.

Figura 25 - Diagrama de Causa e Efeito - Diferença de tonalidade entre peças do mesmo lote.



Fonte: Autor.

- **Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida:** As cores da peça produzida diferem das cores da peça piloto aprovada pelo cliente, como mostra a Figura 26.

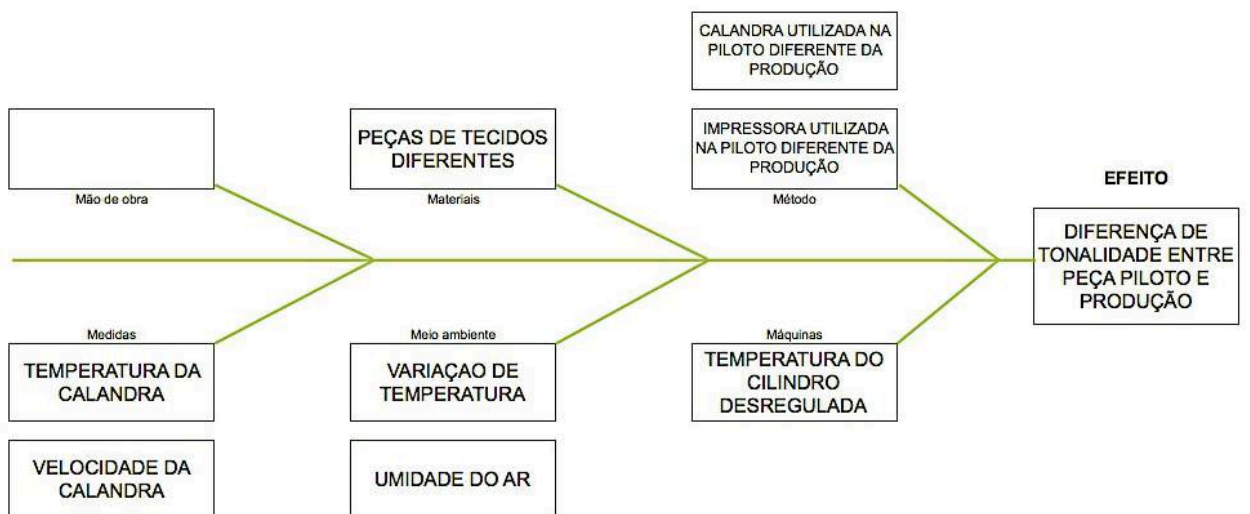
Figura 26 - Diferença de tonalidade no mesmo lote



Fonte: Autor.

A Figura 27 apresenta as possíveis causas para a diferença de tonalidade entre peça piloto e produção.

Figura 27 - Diagrama de Causa e Efeito - Diferença de tonalidade entre peça piloto e produção



Fonte: Autor.

- **Lotes com tamanhos misturados:** O cliente envia para a empresa os lotes de peças separados por tamanho e os mesmos devem devolvidos após serem estampados separados da mesma forma. É considerada uma não conformidade o envio de lotes com tamanhos misturados ao cliente. Na Figura 28 um exemplo de uma das formas que os clientes enviam os lotes.

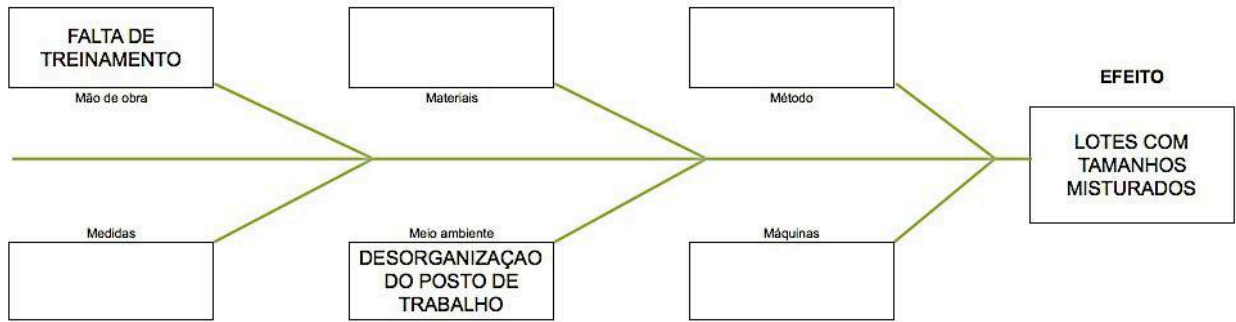
Figura 28 - Exemplo de lote separado por tamanho



Fonte: Autor.

O diagrama de causa e efeito com as causas levantadas para os lotes com tamanhos misturados é apresentado na Figura 29.

Figura 29 - Diagrama de Causa e Efeito - Lotes com tamanhos misturados



Fonte: Autor.

- **Tecido “queimado”:** O tecido, após passar pela calandra, perde suas características como brilho e maleabilidade dependendo do tipo de tecido. A Figura 30 apresenta, do lado esquerdo uma peça não conforme e do lado direito uma peça com defeito.

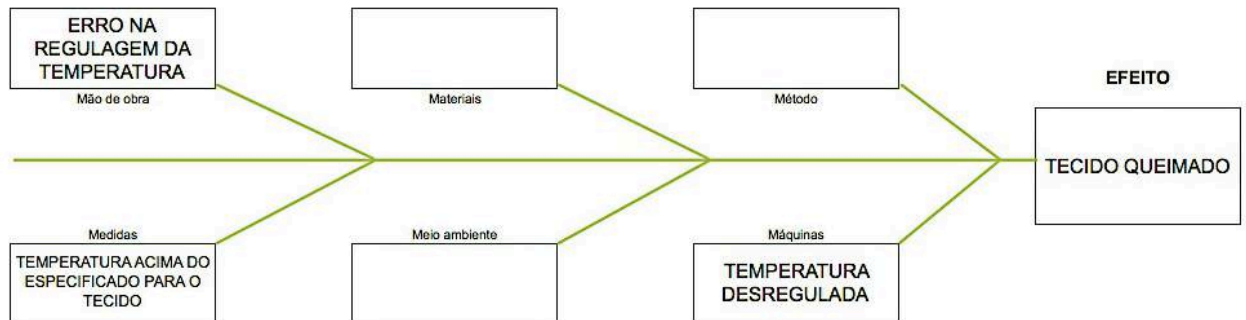
Figura 30 - Tecido "queimado"



Fonte: Autor.

Na Figura 31 o diagrama de causa e efeito apresenta as causas levantadas para esse defeito.

Figura 31 - Diagrama de Causa e Efeito - Tecido queimado



Fonte: Autor.

4.4.2 Falhas, Causas e Efeitos

As falhas e as causas foram determinadas como descrito no tópico anterior. Para a determinação dos efeitos, foi considerada a perspectiva do cliente sob cada uma das falhas. O Quadro 6 apresenta as falhas e seus respectivos efeitos e causas.

Quadro 6 - Falha, causa e efeito

(Continua)

FALHA	CAUSA	EFEITO
Pintas	<ul style="list-style-type: none"> Papel Kraft com impurezas Sujeira na calandra Ciscos ou poeira do ar 	As peças apresentam pequenas manchas que não compõem a estampa - devolução
Pregas	<ul style="list-style-type: none"> Peça não foi devidamente posicionada na mesa Tecido muito amassado 	As peças apresentam falhas na estampa – devolução
Sombreamento	<ul style="list-style-type: none"> Papel com gramatura abaixo do especificado Papel inserido de forma incorreta na calandra Pressão dos cilindros incorreta Papel com temperatura muito elevada na saída 	A estampa possui um contorno mais claro, parecido com uma sombra – devolução

Quadro 6 – Falha, causa e efeito

(Conclusão)

FALHA	CAUSA	EFEITO
Estrias	<ul style="list-style-type: none"> • Papel branco entrou torto no cilindro, formando ondulações • Papel kraft com ondulações • Tecido esticou ao passar pelo cilindro 	Falha na estampa em forma de linhas paralelas – devolução
Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida	<ul style="list-style-type: none"> • Impressora utilizada na peça piloto diferente da utilizada na produção • Temperatura utilizada na produção da peça piloto diferente da produção • Velocidade utilizada na peça piloto diferente da produção • Calandra utilizada na peça piloto diferente da produção • Tecido da peça piloto diferente da produção 	As peças produzidas apresentam tonalidade diferente da peça piloto aprovada pelo cliente – devolução
Diferença de tonalidade no mesmo lote	<ul style="list-style-type: none"> • Calandra com temperatura desregulada • Peças cortadas em tecidos de lotes diferentes 	Peças produzidas no mesmo lote apresentam tonalidade diferentes entre si – devolução
Lotes com tamanhos misturados	<ul style="list-style-type: none"> • Desorganização das mesas de apoio • Falha do operador 	O cliente recebeu o lote sem separação dos tamanhos
Tecido "queimado"	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura acima da indicada para a composição do tecido • Temperatura da calandra desregulada 	Mudança na textura e brilho do tecido após passar pelo processo de transferência na calandra – devolução

Fonte: Autor.

A determinação dos índices foi realizada pelos membros da equipe FMEA durante reuniões. Nos tópicos a seguir será descrito como foi determinado cada um desses índices.

4.4.3 Severidade

A severidade foi baseada em experiências dos participantes. Todo defeito identificado pelo cliente resulta em devolução do produto, o único defeito que não tem essa consequência é o caso de lotes com tamanhos misturados. O resultado dos índices de severidade é apresentado no **Quadro 7**

Quadro 7 - Índice de severidade

FALHA	S
Pintas	7
Pregas	7
Sombreamento	8
Estrias	7
Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida	7
Diferença de tonalidade no mesmo lote	7
Lotes com tamanhos misturados	3
Tecido "queimado"	8

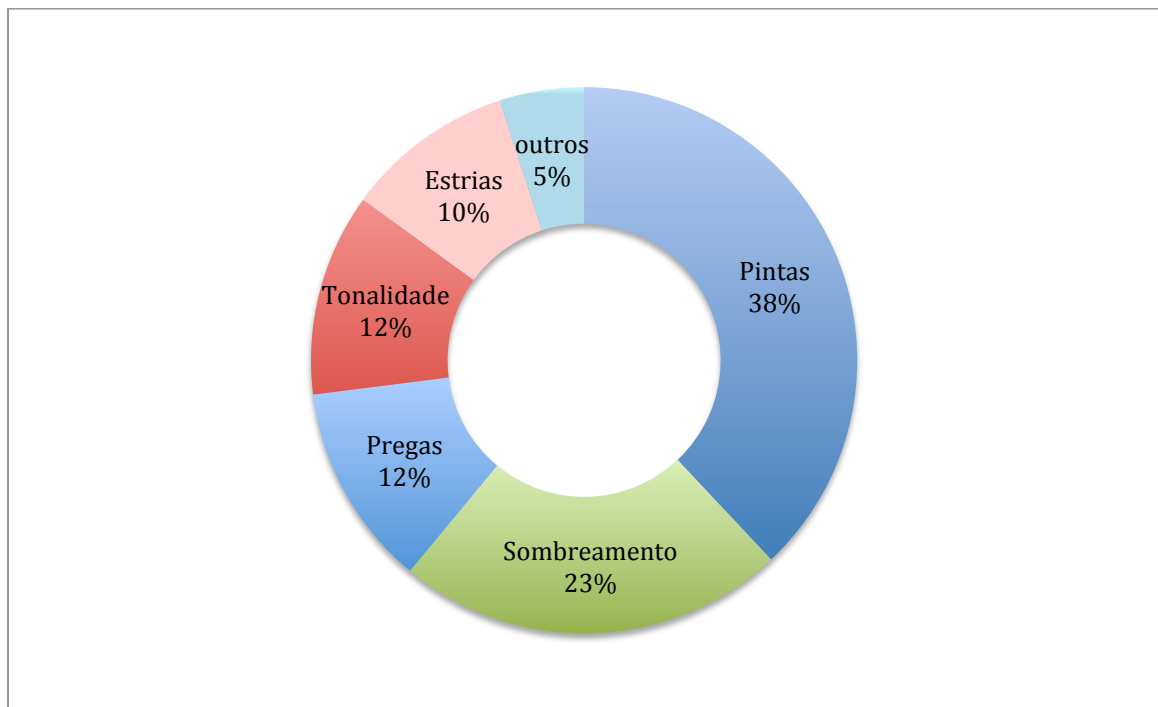
Fonte: Autor.

Pintas, pregas e estrias receberam índice de severidade 7 pois resultam em devolução se ocorrem na frente ou no verso da peça, porém, se ocorrer próximo da estampa ou das bordas, são aceitos. Sombreamento e peças “queimadas” receberam índice de severidade 8, pois não existem grau aceitável pelo cliente. Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida e no mesmo lote receberam índice 7, pois no primeiro caso, as peças são enviadas para o cliente verificar se aprova a tonalidade obtida e no segundo, pode ser aprovada se houverem pares das mesmas cores (frente e costas, por exemplo). Lotes com tamanhos misturados receberam índice 3, pois causa uma perturbação ao cliente que resulta na diminuição da confiabilidade do serviço.

4.4.4 Ocorrência

O índice de ocorrência foi baseado em um levantamento realizado no acervo de peças devolvidas pelos clientes. Esse levantamento resultou no gráfico apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Gráfico do percentual de ocorrência dos defeitos



Fonte: Autor.

Nota-se que peças com pintas são 38% do total de defeitos, pregas são 12%, sombreamento 23%, estrias 10%, diferença de tonalidade (sem especificação se é entre peças do mesmo lote ou entre a piloto) 12% e outros 5%.

Essas informações obtidas foram utilizadas para desenvolver uma nova escala de ocorrência que aparece no Quadro 8.

Quadro 8 - Escala de Ocorrência adaptada

OCORRÊNCIA		
Índice	Ocorrência	%
1	Remota	0 a 8%
2 3	Pequena	8,1 a 16%
4 5 6	Moderada	16,1 a 24%
7 8	Alta	24,1 a 32%
9 10	Muito Alta	32,1 a 40%

Fonte: Autor.

O resultado da determinação dos índices de ocorrência apresenta-se no Quadro 9.

Quadro 9 - Índice de ocorrência

FALHA	O
Pintas	9
Pregas	3
Sombreamento	5
Estrias	3
Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida	3
Diferença de tonalidade no mesmo lote	3
Lotes com tamanhos misturados	1
Tecido "queimado"	1

Fonte: Autor.

4.4.5 Detecção

A detecção de defeitos no processo de sublimação é muito raro. Defeitos como pintas, sombreamento e diferença de tonalidade são praticamente indetectáveis. Para determinar este índice de forma condizente ao processo, foi estabelecido que o índice seria uma soma da detecção antes do defeito ocorrer com a chance de detecção da ocorrência uma segunda peça no lote com o mesmo defeito. A Quadro 10 apresenta o índice de detecção antes da ocorrência da primeira peça com o defeito (D1), o índice após a ocorrência da primeira peça (D2) e a média dos dois índices (Dt).

Quadro 10 - Índice de detecção

FALHA	D1	D2	Dt
Pintas	8	6	7
Pregas	7	4	6
Sombreamento	9	2	6
Estrias	9	3	6
Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida	9	4	7
Diferença de tonalidade no mesmo lote	9	7	8
Lotes com tamanhos misturados	9	7	8
Tecido "queimado"	9	4	7

Fonte: Autor.

4.4.6 Risco

O índice de risco resulta da multiplicação de todos os índices. Os índices de risco resultante podem ser vistos no Quadro 11.

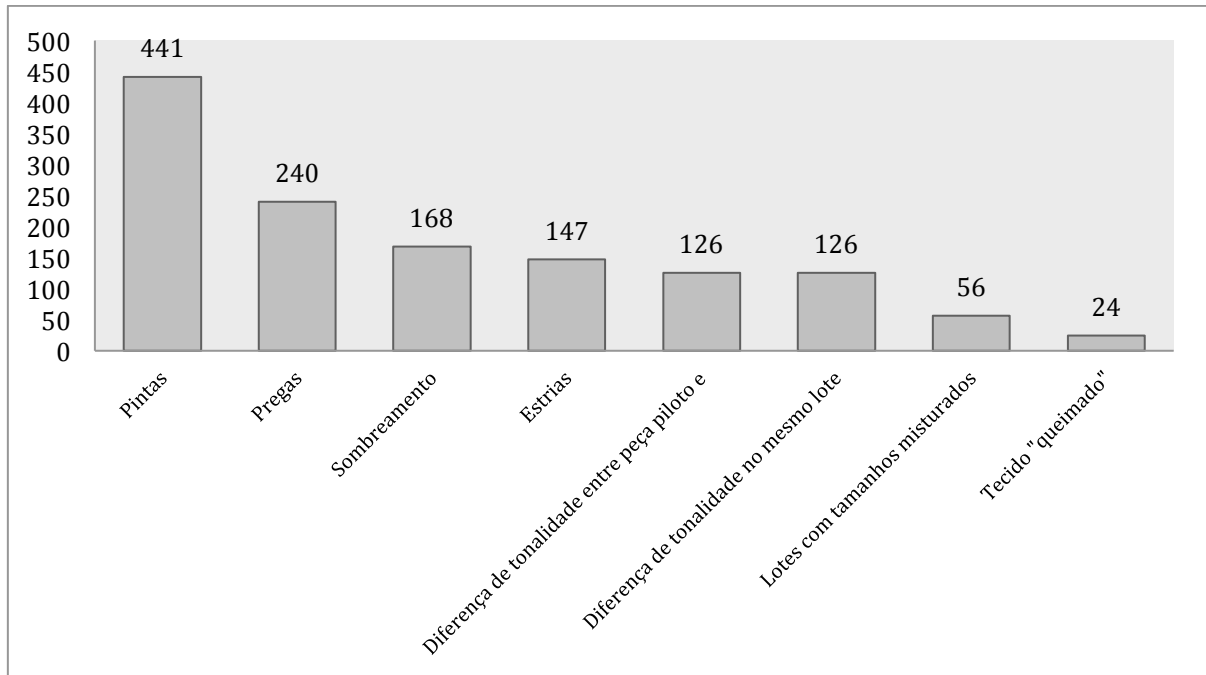
Quadro 11 - Índice de risco (RPN)

FALHA	S	O	D	R
Pintas	7	9	7	441
Pregas	7	3	6	126
Sombreamento	8	5	6	240
Estrias	7	3	6	126
Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida	7	3	7	147
Diferença de tonalidade no mesmo lote	7	3	8	168
Lotes com tamanhos misturados	3	1	8	24
Tecido "queimado"	8	1	7	56

Fonte: Autor.

O índice de risco tem a função de priorizar os esforços, testes e recursos em uma falha. O maior índice deverá ser o de maior prioridade. Na Figura 33 apresenta-se o gráfico com os índices resultantes no qual pode-se ver os efeitos que terão maior atenção na realização das ações de melhorias.

Figura 33 - Gráfico de Índice de risco



Fonte: Autor.

4.4.7 Ações de melhoria

Para cada causa provável dos efeitos, foram determinadas ações de melhoria e seus responsáveis. Essas ações podem ser testes, procedimentos a serem executados ou decisões a serem tomadas.

Pintas foi o tipo de falha com o maior índice de risco e, portanto, terá prioridade quanto as ações de melhoria. Suas causas se resumem em duas: defeito do papel Kraft, que é utilizado como protetor do carpete da calandra, e sujeiras, que podem ser provenientes do ar ou da própria calandra. Como a temperatura da calandra ultrapassa 200°C, a maioria das impurezas que contaminam o papel ou o tecido na hora da transferência se fundem com o tecido, originando as pintas. Para essa falha foram recomendadas as seguintes ações: realizar testes de qualidade na escolha do fornecedor do papel de proteção, limpeza diária e aterrar as calandras. Para a realização dos testes será necessária a criação de um padrão de qualidade e de um procedimento de teste. A limpeza diária das calandras também foi uma recomendação pelo fato de que não era realizado com a frequência necessária. As calandras geram estática pela fricção dos tecidos e por isso atraem partículas presentes no ar. O aterramento das calandras é necessário para descarregar as cargas estáticas acumuladas na carcaça das máquinas.

O segundo maior índice de risco foi obtido pela falha “pregas”. As fontes dessa falha são basicamente falha humana. A peça deve ser posicionada na mesa da calandra de forma que fique sem nenhuma ondulação no tecido e se o mesmo já apresenta vincos, não há maneira de evitar a ocorrência de pregas na estampa. A empresa não possui normas para o recebimento das peças e muitas são causadas pela forma de embalar as peças do cliente. A criação de condições de recebimento para garantir a qualidade do produto é uma das ações recomendadas para diminuir a ocorrência de pregas.

O Sombreamento foi a falha que obteve o terceiro lugar na lista de prioridades. Suas causas são ligadas às especificações do processo como gramatura do papel da impressão, pressão e temperatura da calandra. Isso ocorre porque o tecido precisa se manter fixo ao papel durante todo o percurso pelo cilindro da calandra pois, o mínimo de movimentação do tecido causa sombreamento. Existe um dispositivo da calandra, que consiste em um eixo instalado em um local em que ocorre o retorno do papel e do tecido, instalado por recomendação de um técnico para evitar o sombreamento por re-sublimação no fim do processo. O eixo instalado não está a uma distância suficiente para esfriar o papel e impedir a re-sublimação e, portanto, deve ser instalada mais afastado do cilindro aquecido. Foi constatado que nem todos os operadores conhecem a utilidade deste eixo, assim, uma outra ação recomendada foi o treinamento dos funcionários.

A quarta falha no *ranking* de índice de risco foi a estrias. Causada por rugas no papel que transferem para a estampa ou pelo estiramento do tecido dentro da calandra. As ações recomendadas são realizar testes de qualidade no papel de proteção, a criação de um dispositivo para garantir que o papel entre nos cilindros de forma correta e o controle da pressão dos cilindros da calandra para que não ocorra o estiramento do tecido.

Em quinto e sexto lugar estão as falhas diferença de tonalidade entre peça piloto e produção e diferença de tonalidade no mesmo lote. Para manter a tonalidade é necessário que a impressora, a calandra, a velocidade e a temperatura utilizada na produção da peça piloto sejam as mesmas que a utilizada na produção do lote.

Essas informações não constam na ficha técnica e a adição dessas informações na ficha é uma ação recomendada. Uma segunda causa é o tecido ser diferente na peça piloto e na produção. Os clientes devem ser alertados sobre a modificação da tonalidade em caso de mudança de tecido. A diferença de tonalidade entre peças do mesmo lote é causada por variações na temperatura da calandra. Alguns graus a mais geram diferença na tonalidade, prejudicando todo o lote. A manutenção da calandra é essencial para prevenir a ocorrência dessa falha. Um termostato com defeito ou o desnivelamento da calandra ocasionam essa falha. As ações recomendadas são fazer a manutenção preventiva medindo a temperatura dos cilindros semanalmente e o nivelamento para verificar possíveis desregulagens. A impressão de peças que são em conjunto próximas também pode evitar a possível diferença de tonalidade.

A falha “lotes com tamanhos misturados” é causada por erros dos operadores. As ações recomendadas são o treinamento dos operadores e a organização do posto de trabalho de forma que não haja confusão entre os tamanhos das peças.

Em último lugar nas prioridades está a falha “tecido queimado”. Causada pela temperatura da calandra estar mais elevada do que o tecido pode suportar, as ações recomendadas são manutenção da calandra e especificação da temperatura recomendada na ficha técnica.

Com as ações recomendadas, todos os requisitos para o preenchimento do formulário FMEA foram preenchidos. O formulário completo é apresentado no Quadro 12.

(Continua)

Quadro 12 - Formulário FMEA preenchido

FALHA	EFEITO	S	CAUSA	O	D	R	AÇÕES RECOMENDADAS
Pintas	As peças apresentam pequenas manchas que não fazem parte da estampa.	7	• Papel Kraft com impurezas	9	7	441	Realizar teste na matéria prima
			• Sujeira na calandra				Limpeza diária das máquinas
			• Ciscos ou poeira do ar				Aterrar calandra
Pregas	As peças apresentam falhas na estampa	7	• Peça não foi devidamente posicionada na mesa	3	6	126	Treinamento dos funcionários
			• Tecido muito amassado				Enviar comunicado aos clientes informando sobre a forma que deve ser entregue as peças
Sombreamento	A estampa possui um contorno mais claro, parecido com uma sombra	8	• Papel com gramatura abaixo do especificado	5	6	240	Especificar gramatura na ficha técnica
			• Papel inserido de forma incorreta na calandra				Treinamento dos funcionários
			• Pressão dos cilindros incorreta				Informar pressão na ficha técnica
			• Papel com temperatura muito elevada na saída				Mudar barra de lugar

Quadro 12 – Formulário FMEA preenchido

(Continuação)

FALHA	EFEITO	S	CAUSA	O	D	R	AÇÕES RECOMENDADAS
Estrias	Falha na estampa em forma de linhas paralelas	7	<ul style="list-style-type: none"> Papel branco entrou torto no cilindro, formando ondulações 	3	6	126	Dispositivo para deixar papel paralelo a mesa
			<ul style="list-style-type: none"> Papel kraft com ondulações 				Informar fornecedor sobre defeitos do papel
			<ul style="list-style-type: none"> Tecido esticou ao passar pelo cilindro 				Controlar pressão para cada tipo de tecido
Diferença de tonalidade entre peça piloto e peça produzida	As peças produzidas apresentam tonalidade diferente da peça piloto aprovada pelo cliente	7	<ul style="list-style-type: none"> Impressora utilizada na peça piloto diferente da utilizada na produção 	3	7	147	Informar impressora na ficha técnica
			<ul style="list-style-type: none"> Temperatura utilizada na produção da peça piloto diferente da produção 				Informar temperatura na ficha técnica
			<ul style="list-style-type: none"> Velocidade utilizada na peça piloto diferente da produção 				Informar velocidade na ficha técnica
			<ul style="list-style-type: none"> Calandra utilizada na peça piloto diferente da produção 				Informar calandra na ficha técnica
			<ul style="list-style-type: none"> Tecido da peça piloto diferente da produção 				Informar cliente

Quadro 12 – Formulário FMEA preenchido

(Conclusão)

FALHA	EFEITO	S	CAUSA	O	D	R	AÇÕES RECOMENDADAS
Diferença de tonalidade no mesmo lote	Peças produzidas no mesmo lote apresentam tonalidade diferentes entre si	7	<ul style="list-style-type: none"> Calandra com temperatura desregulada Peças cortadas em tecidos de lotes diferentes 	3	8	168	Testar a temperatura semanalmente
							Nivelar calandra
							Imprimir frente e costas juntos
							Informar cliente
Lotes com tamanhos misturados	O cliente recebeu o lote sem separação dos tamanhos	3	<ul style="list-style-type: none"> Desorganização das mesas de apoio Falha do operador 	1	8	24	Organizar chão de fabrica
							Treinar operadores
Tecido "queimado"	Mudança na textura e brilho do tecido após passar pelo processo de transferência na calandra	8	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura acima da indicada para a composição do tecido Temperatura da calandra desregulada 	1	7	56	Informar temperatura na ficha técnica
							Testar a temperatura semanalmente

Fonte: Autor.

4.5 Análise e Discussão dos resultados

Após o FMEA preenchido com as informações de causa, efeito, ocorrência, gravidade e detecção de cada uma das falhas, a análise dos defeitos provenientes do processo de sublimação localizada foi concluída.

As ações recomendadas são propostas de melhoria que evidenciam a importância de identificar e analisar cada uma das falhas do processo, visto a trivialidade dessas ações. Os setores mais envolvidos nas melhorias propostas são principalmente manutenção e desenvolvimento do produto, pois, muitas das ações envolvem falta de especificações dos produtos e configurações das máquinas. A comunicação com o cliente e o treinamento dos colaboradores também são áreas que precisam de aprimoramento para a diminuição das falhas.

O desenvolvimento desta pesquisa gerou para a organização uma documentação sobre as ações realizadas para a investigação dos defeitos e suas causas, que poderá ser utilizada em projetos futuros de otimização dos processos e gestão da qualidade.

A utilização da metodologia FMEA foi responsável por iniciar a conscientização dos colaboradores sobre a importância da melhoria da qualidade. Cabe à empresa prosseguir com esse processo dando continuidade ao que foi iniciado no andamento deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

5.1 Considerações Finais

O objetivo do trabalho foi identificar e analisar os defeitos provenientes do processo de sublimação localizada e utilizou para esse fim a metodologia de análise de falha e efeito (FMEA).

O levantamento bibliográfico proporcionou um amplo entendimento sobre o funcionamento do processo de sublimação, que foi proveitoso na identificação das causas das falhas e na proposta de ações de melhorias. Também permitiu um maior conhecimento sobre a aplicação e utilização da metodologia FMEA.

As etapas realizadas para a concretização do FMEA permitiram a identificação e análise dos defeitos do processo conforme o almejado. Na primeira etapa de identificação das falhas foram identificados os defeitos do processo. Nas etapas seguintes pode-se analisar mais detalhadamente cada uma das falhas a partir da busca das causas, efeitos, no processo de determinação dos índices e nas discussões promovidas durante as reuniões.

A aplicação da metodologia FMEA se mostrou eficaz no suporte para a identificação e análise dos defeitos e foi além, superando as expectativas e tornando-se uma importante ferramenta de apoio dentro da organização. Ao incitar a discussão sobre os defeitos do processo entre os líderes, expor os problemas e buscar soluções, o FMEA provou seu valor dentro da organização, transformando a planilha desenvolvida um importante documento para a empresa.

5.2 Limitações e trabalhos futuros

Alguns fatores se tornaram limitantes para o desenvolvimento do trabalho. A principal dificuldade encontrada foi reunir toda a equipe para realizar as reuniões, pois, a maioria deles participa ativamente do processo e os horários livres de cada um deles não coincidia. Por esse motivo, muitas das reuniões foram realizadas informalmente. Outro fator limitante para a pesquisa foi a falta de uma base histórica

de dados para uma análise mais aprofundada do índice de ocorrência. A falta de conhecimento técnico dos funcionários da empresa sobre o processo também limitou o trabalho na obtenção das causas das falhas.

Como proposta para futuros trabalhos pode-se vislumbrar:

- A concretização das ações de melhoria propostas e a continuação do FMEA no processo de sublimação localizada, atualizando sempre que houverem mudanças nos processos ou necessidade de adicionar novas falhas;
- Aplicar o FMEA nos demais processos da empresa para prevenir e controlar falhas na empresa e aumentar a confiabilidade dos serviços;
- A utilização dos dados levantados na pesquisa para o desenvolvimento de um manual de procedimentos operacionais padrão e de treinamentos para os operadores, direcionados ao controle de qualidade;
- Um projeto para reduzir os custos a partir da diminuição de perdas e defeitos na produção.

6 REFERÊNCIAS

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Cartilha. 2013.** Disponível em: <http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha_rtcc.pdf> Acesso em: 17 out 2015.

ABREU, A. A.; SETTE, R. O processo de humanização e a busca pela qualidade na prestação de serviços em saúde: ações e desafios enfrentados por um grupo. XVIII SIMPEP, 2010.

ANDREONI, M. A. D. L. Estamparia Têxtil: Uma estratégia na diferenciação do produto da manufatura do vestuário de moda / Marco Antonio Di Lorenzi Andreoni – São Paulo, 2008 108 f.:il. Color Dissertação (Mestrado) – Apresentado ao Instituto de Ciências Exatas da Universidade Paulista, São Paulo, 2008.

BASTOS, A. "FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) como ferramenta de prevenção da qualidade em produtos e processos—uma avaliação da aplicação em um processo produtivo de usinagem de engrenagem." *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (2006).

CARPINETTI, L. C. R. Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

DEMING, W. E. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

HAMMET, H. Análise de falhas - aplicação dos métodos FMEA e FTA. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 145 p, 2000. Disponível em: <<http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/FMEAFailureMode-and-Effect-Analysis>>. Acesso em: 1 out. 2015.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

LASCHUK, T.; RÜTHSCHILLING, E. A. Engineered Print: o uso integrado da estamperia digital com a modelagem. In: 9o. Colóquio de Moda, 2013, Fortaleza. Anais do 9o. Colóquio de Moda, 2013a.

LASCHUK, T.; RUTHSCHILLING, E. A. Processos contemporâneos de impressão sobre tecidos. ModaPalavra e-Periódico, v. 6, n. 12, p. 60-81, 2013b.

LUZ, S. Aplicação do Método FMEA para melhorar a Qualidade do Produto de uma Indústria Moveleira de Pequeno Porte. 2009. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

MARTINS, A. R. O. Priorização de ações de melhoria no processo de fabricação de transformadores elétricos com a utilização de QFD e FMEA. 2011.

MENDES, F. D. – *Cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria do vestuário de moda*. Dissertação de Mestrado. São Paulo : Universidade Paulista, 2006.

MESQUITA, W. G. Redução dos custos da má qualidade através da metodologia FMEA: um estudo de caso na montadora Alfa. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Organizacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.

MIGUEL, P. A. C. Qualidade: enfoques e ferramentas. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

MILES, C.; LESLIE, W. C. Textile Printing: Revised Second Edition. 2010.

PALADINI, E. P. Gestão da Qualidade: teoria e prática. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PALADY, P. FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorra. São Paulo: IMAM, 1997.

PIRES, S. R. I. (2004) - Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply chain management. São Paulo: Atlas.

SILVA, A. Q. et al. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE FMEA EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA. Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, v. 3, n. 1, 2014.

TOLEDO, J. C; AMARAL, D. C. FMEA: análise de modos e efeito de falhas. Material didático. São Carlos: UFSCar/DEP, 2006. 12 p. Material Didático. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/publicacoes_det.php?idp=99>. Acesso em: 1 out. 2015.

TRONCOSO, S.M.K.; RÜTHSCHILLING, E. A. A ESTAMPARIA DIGITAL E PROSPECÇÕES NO USO DAS TECNOLOGIAS. In: 10o. Colóquio de Moda, 2014, Caxias do Sul. Anais do 10o. Colóquio de Moda, 2014.

TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. Atlas, 2000.

VERAS, C. M. dos A. Gestão da qualidade. Maranhão, 2009. Disponível em <http://www.ifma.edu.br/proen/arquivos/artigos.php/gestao_da_qualidade.pdf> Acesso: 15 set. 2015.

VIEIRA, L. B. A estamperia têxtil contemporânea: produção, produtos e subjetividades. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

YAMANE, L. A. Estamperia têxtil. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.