



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MARIA LETÍCIA NEVES DIAS**

**ANÁLISE DE RISCOS DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA  
EMPRESA DE MODA ÍNTIMA EM PERNAMBUCO.**

**SUMÉ - PB  
2017**

**MARIA LETÍCIA NEVES DIAS**

**ANÁLISE DE RISCOS DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA  
EMPRESA DE MODA ÍNTIMA EM PERNAMBUCO.**

**Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.**

**Orientadora: Professora Dra Vanessa Batista Schramm.**

**SUMÉ - PB  
2017**

D541a Dias, Maria Letícia Neves.

Análise de risco do processo produtivo em uma empresa de moda íntima em Pernambuco. / Maria Letícia Neves Dias. Sumé - PB: [s.n], 2017.

45 f.

Orientadora: Professora Dra. Vanessa Batista Schramm.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Qualidade – Engenharia de produção. 2. Prevenção contra riscos.. 3. Segurança do trabalho. 4. Riscos ocupacionais I. Título.

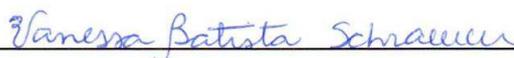
CDU: 331.4(043.1)

**MARIA LETÍCIA NEVES DIAS**

**ANÁLISE DE RISCOS DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA  
EMPRESA DE MODA ÍNTIMA EM PERNAMBUCO.**

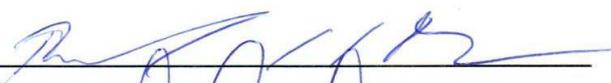
**Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.**

**BANCA EXAMINADORA:**



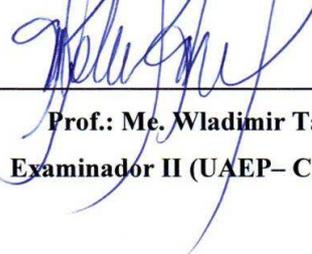
---

**Prof.ª: Dr.ª. Vanessa Batista Schramm**  
**Orientadora (UAEP-CDSA-UFCG)**



---

**Prof. : Dr. Rômulo Augusto Ventura Silva**  
**Examinador I (UATEC- CDSA- UFCG)**



---

**Prof.: Me. Wladimir Tadeu Viesi**  
**Examinador II (UAEP- CDSA- UFCG)**

**Trabalho aprovado em: 09 de maio de 2017.**

**SUMÉ - PB**

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força, persistência e coragem durante toda esta longa caminhada. Todas as vezes que me peguei pensando negativamente que não conseguiria, entreguei nas mãos Dele, e fui conduzida ao sucesso.

Agradeço a minha mãe Stela e meu pai Luís pelo amor incondicional, por transmitirem a mim seus valores desde sempre. Com muito carinho e apoio, diante das dificuldades, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. O meu eterno agradecimento. Amo vocês. Aos meus irmãos Lôrena e Luciano que abraçaram este sonho junto comigo e me apoiaram em todos os momentos. À toda minha família pelo incentivo, pela capacidade de acreditar em mim e não me deixarem desistir nos momentos difíceis.

A Profa Vanessa Batista por aceitar ser minha orientadora, por me atender sempre com tanta atenção. Pelas correções, incentivos e principalmente pela paciência. À senhora, toda minha admiração pela excelente profissional. À todos os professores que passaram na minha vida e também os docentes do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Aos meus primos Marcelo, Karol e Jéssica, e às minhas amigas Júlia, Tati e Taís, pelo apoio, pelos momentos de descontração e irmandade, por se fazerem presentes mesmo estando distantes. Que viram meu crescimento enquanto pessoa e enquanto estudante, por quererem sempre me vê feliz e me incentivarem em busca dos meus objetivos.

Ao meu namorado Diego, que ingressou neste curso junto comigo e partilha deste mesmo sonho. Que mesmo diante de uma perda irreparável conseguiu levantar a cabeça e seguir. Você me ensina muito sobre determinação e garra. Obrigada pelo apoio e pelo amor demonstrado em cada gesto. Também não poderia deixar de agradecer aos meus amigos de faculdade que durante todos esses anos se tornaram minha família longe de casa, sendo capazes de compreender as diferenças, as alegrias e tristezas. Pelos momentos de lutas, noites de estudos e também as festas, vocês foram e são únicos. De uma maneira especial a João, Pablo, Gustavo, Maurici, Rodolpho e Franciel. Vocês vão continuar presentes em minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Sumé*, pelo ambiente oferecido, os profissionais qualificados que disponibiliza para ensinar e a todos os servidores e colegas que conheci na instituição.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que de forma direta ou indireta, contribuíram para realização de mais este sonho em minha vida e jamais deixaram de acreditar na minha vitória.

*“Podemos escolher recuar em direção à segurança ou avançar em direção ao crescimento. A opção pelo crescimento tem que ser feita repetidas vezes. E o medo tem que ser superado a cada momento”.*

*Abraham Maslov*

## RESUMO

A competitividade no setor produtivo vem sendo extremamente exigida e ao mesmo tempo determinante para que as empresas alcancem o sucesso tão desejado, sejam elas de grande, médio ou pequeno porte. Frente a todos os desafios, as empresas estão buscando soluções rápidas e viáveis para alcançar a plena satisfação de seus clientes que se tornam cada vez mais exigentes em relação à agilidade e qualidade em suas compras. Com isto a cada dia a disseminação de ferramentas e métodos para gestão da qualidade é mais impulsionada, uma dessas ferramentas é a FMEA, que é utilizada de maneira objetiva para identificar riscos potenciais no produto, processo ou serviço. O presente trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia (*Failure Mode and Effect Analysis*) – FMEA para análise de risco do processo produtivo em uma empresa têxtil do setor de moda íntima em Pernambuco, culminando com a utilização do Gráfico de Pareto, ferramenta essa que evidenciou o resultado obtido. Por fim, foi proposto um plano de ação com as soluções eficazes e viáveis diante dos possíveis riscos constatados.

**Palavras-chave:** Qualidade. FMEA. Riscos. Moda íntima.

## **ABSTRACT**

Competitiveness in the productive sector has been extremely demanding and at the same time decisive for companies to achieve the desired success, be they large, medium or small. Faced with all the challenges, companies are looking for fast and viable solutions to reach the full satisfaction of their customers who become increasingly demanding regarding agility and quality in their purchases. With each passing day the dissemination of tools and methods for quality management is more driven, one of these tools is the FMEA, which is used in an objective way to identify potential risks in the product, process or service. The objective of this study is to apply the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methodology for risk analysis of the productive process in a textile company of the intimate fashion sector in Pernambuco, culminating with the use of the Pareto Chart, a tool that showed The result obtained. Finally, an action plan was proposed with effective and feasible solutions to the possible risks identified.

**Keywords:** Quality. FMEA. Risk. Underwear.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**APL** – Arranjo Produtivo Local

**CEP** – Controle Estatístico de Processo

**FMEA** - *Failure Mode and Effect Analysis*

**GR** – Gerenciamento de Risco

**IEMI** – Instituto de Estudos e Marketing Industrial

**ISO** – *International Organization for Standardization*

**NBR** – Norma Brasileira

**RPN** – Número de Prioridade de Risco

**SEBRAE** – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Grupo de Riscos: Externos e Internos_ .....	18
<b>Figura 2</b> - Estrutura da Cadeia de Suprimentos.....	20
<b>Figura 3</b> – Etapas de Gerenciamento de Riscos_ .....	27
<b>Figura 4</b> - Fluxograma do Processo Produtivo_.....	28
<b>Gráfico 1</b> – Gráfico de Pareto_.....	36

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Descrição de Avaliação de Ocorrência .....	29
<b>Quadro 2</b> - Descrição de Avaliação de Detecção .....	30
<b>Quadro 3</b> - Descrição da Avaliação de Severidade .....	31
<b>Quadro 4</b> - Construção da FMEA .....	32
<b>Quadro 5</b> – Construção da FMEA (Continuação).....	33
<b>Quadro 6</b> – Construção da FMEA (Continuação).....	34
<b>Quadro 7</b> – Construção da FMEA (Final).....	35
<b>Quadro 8</b> - Ações Propostas para Falhas Humanas .....	37
<b>Quadro 9</b> - Ações Propostas para Falhas de Máquinas e Equipamentos .....	39

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	15
1.2.1	Objetivo Geral .....	15
1.2.2	Objetivos Específicos .....	15
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>16</b>
2.1	GERENCIAMENTO DE RISCOS .....	16
2.1.1	Gerenciamento de Risco da Cadeia de Suprimentos.....	18
2.2	FMEA .....	21
2.3	Diagrama de Pareto .....	22
<b>3</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>25</b>
3.1	AMBIENTE ESTUDADO .....	25
3.2	ETAPAS DA PESQUISA .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
4.1	DIAGNÓSTICO DOS RISCOS .....	27
4.2	ELABORAÇÃO DA FMEA.....	29
4.3	PLANO DE AÇÃO .....	37
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Perante as mudanças e alterações que ocorrem atualmente nos mais diversos segmentos de mercado, as empresas devem se atentar a diferenciais que possam lhes colocar a frente das demais. Um desses fatores é a competitividade no setor produtivo, que vem sendo extremamente exigida e ao mesmo tempo determinante para que as empresas alcancem o sucesso tão desejado, sejam elas de grande, médio ou pequeno porte. No setor de moda íntima feminina, a situação não é diferente. O setor vem aumentando sua corporação gradativamente e segundo dados de uma pesquisa feita pelo SEBRAE no ano de 2012, é um segmento da indústria têxtil que fatura mais de U\$ 30 bilhões, por ano, no mundo. O crescimento da concorrência dentro deste setor exige das empresas uma melhor gestão do sistema de produção.

Frente a estes desafios, o setor deve se atentar para os seguintes aspectos: responder as exigências do mercado; buscar soluções rápidas e viáveis para alcançar a plena satisfação de seus clientes; aprimorar seus recursos para o aumento do seu desempenho, visando “zero defeito”; alta eficiência dos operadores e baixos custos de produção para atender tempos de entrega e para inserir produtos novos rotineiramente; e suporte aos clientes, que se tornam cada vez mais exigente em relação à agilidade e qualidade em suas compras. Para isso, é importante que a empresa tenha conhecimento de todos os riscos envolvidos em seus processos e, principalmente, saiba como gerenciá-los, visto que eles são inerentes a quaisquer atividades.

A Gestão de Riscos, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 31000 (2009), consiste em atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos. Cabe a organização identificar seus riscos e definir ações para o gerenciamento dos mesmos (ABNT NBR ISO 31000, 2009). Desta forma, uma ferramenta que auxilie na gestão dos riscos é fundamental para os sistemas de produção.

Uma ferramenta que pode ser utilizada no gerenciamento de riscos é a FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Para Ajeje (2015), o uso da técnica FMEA tem o objetivo de identificar e analisar as possíveis falhas do projeto ou processo e seus efeitos, como também buscar ações para reduzir ou eliminar os efeitos dessas possíveis falhas.

A proposta deste trabalho é utilizar a ferramenta FMEA para fazer uma análise dos riscos do processo produtivo em uma empresa de moda íntima do Município de Caruaru, que faz parte do Arranjo Produtivo Local (APL) de confecções do agreste Pernambucano, visto

que, é um dos polos que tem grande influência na economia do Estado de Pernambuco. Com base nesta análise, é proposto um plano de ação com as soluções mais eficazes e viáveis. De posse da ferramenta do sistema, espera-se que a empresa diminua as chances do processo falhar durante sua operação, buscando o aumento da confiabilidade para seus clientes.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Os produtos das indústrias do setor de confecções se caracterizam pela diversidade decorrente da variedade de insumos empregados, do uso diversificado e das estratégias empresarias. De acordo com o Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI), 83% das empresas de confecção estão no segmento de vestuário. Este segmento é caracterizado pelo predomínio de micro e pequenas empresas, ausência de barreiras à entrada e uso intensivo de mão-de-obra, portanto, uma importante fonte de geração de emprego.

De acordo com o Sindicato da Indústria (2015), o Estado de Pernambuco é considerado o segundo maior produtor têxtil e de confecção das regiões Norte e Nordeste e o oitavo principal produtor do Brasil, respondendo por 2,9% do total do faturamento. A produção gira em torno de 1 (um) milhão de peças de roupas por ano, sendo a maioria jeans e moda feminina, com destaque para o Polo de Confecção do Agreste, que compreende as cidades de Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe. No segmento de vestuário, é o segundo maior produtor do país. No que diz respeito à geração de emprego, o Polo de Confecção do Agreste é responsável por 47,5 mil empregos diretos, com 1.359 empresas.

O grande desafio das empresas de confecções, sendo um mercado tão concorrido, encontra-se na conciliação de ganhos de qualidade. Para isto a empresa estudada detém a necessidade de prevenir os riscos intrínsecos ao seu processo produtivo. Portanto, o uso de ferramentas formais para análise dos riscos envolvidos nos processos produtivos do Polo de Confecção do Agreste Pernambucano é de extrema relevância, dada a importância deste polo para a economia do país.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise de riscos do processo produtivo em uma empresa têxtil em Pernambuco.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever o processo produtivo da empresa estudada;
- Aplicar a FMEA no processo produtivo do objeto em estudo;
- Propor práticas de controle e/ou eliminação de falhas.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco seções: a Seção 2 do trabalho apresenta a fundamentação teórica para o estudo, que diz respeito ao estudo sobre gerenciamento de riscos, com ênfase para gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos e um estudo sobre FMEA e ferramentas da qualidade; a Seção 3 apresenta os aspectos metodológicos do trabalho; a Seção 4 apresenta os resultados obtidos e as intervenções sugeridas; e na Seção 5, são apresentadas as considerações finais do estudo e propostas para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção expõe alguns temas que são os assuntos que formam a base teórica para o trabalho de pesquisa, a saber: gerenciamento de riscos, com ênfase em riscos da cadeia de suprimentos; FMEA; ferramentas da qualidade, com ênfase em Diagrama de Pareto.

### 2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Conforme a ABNT NBR ISO 31000 (2009), risco é definido como sendo o “efeito da incerteza nos objetivos”. Um efeito é um desvio em relação ao esperado, sendo positivo e/ou negativo. Os objetivos podem ter diferentes aspectos (tais como: metas financeiras, de saúde e segurança e ambientais) e podem aplicar-se em diferentes níveis (tais como: estratégico, em toda a organização; de projeto; de produto; e de processo). Ainda de acordo com ABNT NBR ISO 31000 (2009), o risco é muitas vezes caracterizado pela referência aos eventos potenciais e às consequências, ou uma combinação destes.

Para (Hall e Hulett, 2002), gerenciamento de riscos envolve um conjunto de procedimentos estruturados metodologicamente, cujo objetivo é enfrentar os riscos adversos de forma planejada e sistêmica. De forma geral, o gerenciamento de riscos agrega valor aos processos de negócios das empresas e organizações e está se generalizando em suas práticas, a tal ponto de deixar de ser privilégio de seguradoras e instituições financeiras (HALL e HULETT, 2002).

Segundo Rovai (2005), o Gerenciamento de Riscos proporciona uma oportunidade para que aquisições de alto risco tenham êxito. Ainda pela sua descrição, o sucesso de um projeto, considerando o tripé prazos/custos/qualidade, dependem exclusivamente de como o projeto trata os riscos apresentados.

Em relação aos riscos, Damodaran (2012) afirma que estes podem estar relacionados à perda, devido à exposição diante de incertezas, ou, do ponto de vista financeiro, como uma medida universal, que deve ser aplicada em todos os tipos de investimentos. Hubbard (2009) define o gerenciamento de risco como a identificação, avaliação e priorização de riscos, seguido da aplicação coordenada e econômica de recursos para minimizar, monitorar e controlar a probabilidade e/ou impacto de eventos inesperados.

Segundo Hillson e Hulett (2004), dois aspectos são preponderantes na gestão de riscos: (a) probabilidade das incertezas, que relaciona-se ao acontecimento ou não dos eventos

incertos (que ainda não aconteceram); e (b) impacto das incertezas, que está relacionado à consequência do acontecimento dos eventos incertos.

Foram definidos três passos para Gestão de Riscos (FORMA, 2012):

- i) **Diagnóstico de riscos:** É necessário que este ambiente seja entendido e mapeado. As principais técnicas utilizadas para estes fins são entrevistas com gestores e executores, observações dos processos e atividades em campo, análise de dados operacionais, indicadores e incidentes. Uma vez identificadas as fragilidades e vulnerabilidades do ambiente, parte-se para a identificação dos riscos potenciais, que podem abranger perdas de estoque, perdas de receita e descontrole da gestão. Ou até mesmo riscos que podem comprometer a continuidade do negócio, como desabastecimento de ponto de venda, interrupção da operação logística, indisponibilidade de caixa, entre outros.
- ii) **Priorização dos Riscos:** A priorização dos riscos identificados deve considerar a análise de probabilidade e de impacto. Para analisar a probabilidade, para cada risco, analisa-se a chance de ocorrência de eventos ou conjunto de eventos, uma vez que eventos são riscos materializados. Para analisar o impacto, analisa-se a dimensão das consequências caso um evento ou conjunto de eventos ocorra, ou mesmo de a vulnerabilidade e fragilidade serem exploradas. A combinação da probabilidade e do impacto analisados apontará a criticidade dos riscos identificados e permitirá sua priorização, partindo dos riscos de alta criticidade para os de baixa criticidade.
- iii) **Mitigação dos Riscos:** Uma vez conhecidos e priorizados os riscos da organização, a etapa seguinte consiste em definir e desenvolver as soluções pragmáticas para reduzir a exposição dos resultados. As soluções para mitigação dos riscos devem ser específicas e factíveis, e podem contemplar desde revisão de processos e inclusão de controles em sistemas, como criação de relatórios e indicadores de desempenho, confecção de procedimentos, implantação de mecanismos de monitoramento e controle. Um plano de implantação das soluções deve ser elaborado a fim de iniciar-se pelas ações de ganho rápido (baixo esforço e alto benefício).

### 2.1.1 Gerenciamento de Risco da Cadeia de Suprimentos

A cadeia de suprimentos é o gerenciamento do fluxo de materiais, informações e finanças através de uma rede de organizações (como fornecedores, produtores, provedores logísticos, atacadistas e varejistas), que visa a produção e entrega de produtos ou serviços aos clientes. Já o gerenciamento de risco na cadeia de suprimentos é a administração da cadeia através da coordenação e colaboração entre os parceiros para assegurar a rentabilidade e continuidade (TANG, 2006).

Gerenciar as cadeias de suprimentos no mundo competitivo atual é um desafio crescente. Maiores são as incertezas de fornecimento e demanda, a globalização dos mercados, o número de parceiros e menores são os ciclos de vida dos produtos (CHRISTOPHER e LEE, 2004).

Na Figura 1 são apresentados, na visão da Cranfield University (2003), os dois grandes grupos de riscos da cadeia de suprimentos e os seus subgrupos, identificados pelo nome do principal fator causador.

**Figura 1** – Grupo de Riscos: Externos e Internos.



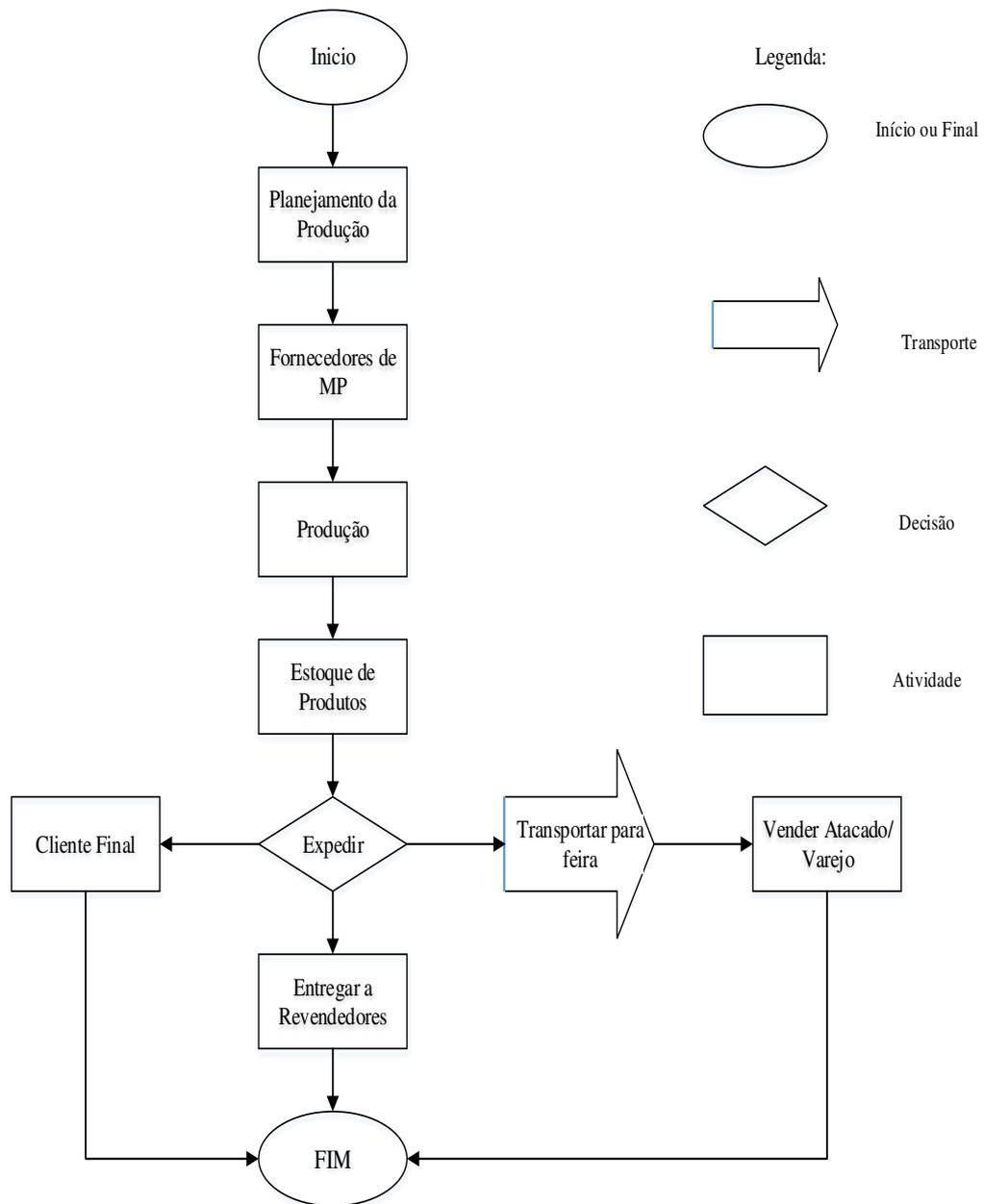
Fonte: Cranfield University (2003)

A incerteza e o risco são aspectos inerentes a todas as cadeias de suprimentos (Simchi-levi e Kaminsky, 2010), - a demanda do cliente nunca pode ser prevista com exatidão, os tempos de transporte nunca estão totalmente definidos e sempre existe a possibilidade de as máquinas e os veículos pararem de funcionar. De modo semelhante, as tendências industriais recentes, incluindo a terceirização e a produção enxuta, voltadas para a redução dos custos da cadeia de suprimentos, aumentam o nível de risco na cadeia de suprimentos de forma significativa (Simchi-levi e kaminsky, 2010), ainda, as cadeias de suprimentos precisam ser projetadas e administradas para eliminar o máximo possível em termos de incerteza e risco, além de lidar de forma eficiente com as incertezas e riscos remanescentes.

Manuj e Mentzer (2008) descreve que a literatura sugere 4 categorias de riscos na cadeia de suprimentos global: (i) fornecimento; (ii) demanda; (iii) operacional; e (iv) de segurança. No entanto, os riscos que possuem maior foco dos profissionais de cadeia de suprimentos são os de fornecimento e de demanda, visto que os outros riscos são internos e resolvidos com profissionais da empresa.

De acordo com a literatura dominante, pode-se dizer que o esquema da Figura 2 representa a cadeia de suprimentos do objeto em estudo, juntamente com o canal de distribuição da unidade organizacional. É ainda possível, perceber que os riscos estão inerentes em cada etapa da figura, sendo agentes internos e externos, comprometendo desde o início até a comercialização e entrega dos produtos e/ou serviços.

**Figura 2 – Estrutura da Cadeia de Suprimentos**



**Fonte:** Autor (2017)

A seguir é apresentada a ferramenta FMEA, que pode ser utilizada para análise de risco.

## 2.2 FMEA

A análise dos Modos de Falha e Efeitos é mais conhecida como a sigla em inglês FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é usada em programas de qualidade pelas organizações. É uma abordagem que ajuda a identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas e processos. FMEA é um sistema lógico que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para ações preventivas (KARDEC; NASCIF, 2013, p. 145).

A FMEA provê duas funções típicas que são, FMEA de projeto e de processos:

- A FMEA de projeto dedica-se a eliminar as causas de falha durante o projeto do equipamento, levando em consideração todos os aspectos, desde manutenibilidade até aspectos ligados à segurança (KARDEC; NASCIF, 2013);
- A FMEA de Processo é aplicada pela equipe responsável pelo planejamento da manufatura, ainda na fase de desenvolvimento, a fim de garantir de forma antecipada a avaliação dos modos de falha potenciais do processo e a consequente definição de mecanismos de controle a serem empregados (CHANG, CHANG, TSAI, 2013 *apud* AGUIAR, 2016). A FMEA de processo é ainda conhecida pela sigla em inglês PFMEA (*Process Failure Modes and Effects Analysis*) e tem o objetivo de antecipar-se a possíveis falhas potenciais que possam vir a ocorrer durante o processo.

A FMEA é uma ferramenta que deve ser aplicada em equipe para se obter resultados mais concisos. É preciso definir alguns conceitos para a criação da FMEA que são: (i) modos de falha; (ii) efeitos; (iii) severidade; (iv) causas; (v) ocorrência; e (vi) detecção. Estes conceitos são definidos, segundo Palady (1997), como:

- Modos de falha: define como o projeto, processo ou serviço pode deixar de desempenhar as suas funções;
- Efeitos: descreve as consequências de cada um dos modos de falha;
- Severidade: é uma avaliação normalmente medida em uma escala de 1 a 10, o número 1 indica que o efeito não é sério aos olhos do cliente ou que este talvez não o percebe. O número 10 reflete os piores efeitos resultantes do modo de falha;

- Causas: identifica todas as razões que podem resultar na ocorrência do modo de falha;
- Ocorrência: é uma estimativa que pode ser baseada na experiência da equipe e em dados históricos de projetos semelhantes e é comumente realizada com base em uma escala de 1 a 10;
- Detecção: estima a chance de que o modo de falha seja repassado aos próximos clientes, normalmente, é medida em uma escala de 1 a 10.

De acordo com o manual de FMEA (Chrysler et al., 2008), após ter finalizado a classificação de severidade, ocorrência e detecção, define-se a necessidade de esforço para redução dos riscos. A priorização é iniciada pelos modos de falhas com as classificações de severidade mais elevadas, posteriormente para classificações com ocorrências e detecções elevadas respectivamente (entende-se como classificação elevada de 8 (oito) acima).

Uma das formas de interpretar os resultados da FMEA é por meio do Número de Prioridade de Risco (RPN – do inglês *Risk Priority Number*), que é o resultado da multiplicação da frequência (F) pela gravidade da falha identificada (G) e pela detectabilidade (D) e está na equação (1).

$$RPN = F \times G \times D \quad (1)$$

Quanto maior o valor de RPN, maior é o risco associado ao modo de falha correspondente (MANDAL; MAITI, 2014 *apud* AGUIAR, 2016). A determinação do RPN serve para como uma estratégia para fazer recomendações de melhorias no projeto ou processo e tem interpretações proativas e reativas.

Para priorizar as causas de maior relevância pode ser utilizada a ferramenta Diagrama de Pareto. Esta ferramenta é discutida em detalhes na seção a seguir.

### 2.3 DIAGRAMA DE PARETO

Para Peinado (2007), as ferramentas da qualidade são utilizadas para definir, mensurar, analisar e propor soluções aos problemas identificados que interferem no desempenho dos processos organizacionais, ajudando a estabelecer melhorias de qualidade.

As ferramentas da qualidade surgiram na década de 50 com base nos conceitos e práticas existentes naquela época e a partir daí vem sendo utilizadas nos sistemas de gestão,

através de modelos estatísticos que auxiliam na melhoria dos serviços de processo (PEINADO, 2007). As sete ferramentas da qualidade ajudam a organização a elevar seu nível de qualidade, através da identificação dos problemas e consequentemente, a diminuição desses. Elas são apresentadas a seguir (PEINADO, 2007):

- Fluxograma: auxilia na identificação do melhor caminho que o produto ou serviço irá percorrer no processo, ou seja, mostra as etapas sequenciais do processo, utilizando símbolos que representam os diferentes tipos de operações, com o objetivo de identificar o desvio, caso ocorra.
- Diagrama Ishikawa (Espinha de Peixe): tem como objetivo identificar as possíveis causas de um problema e seus efeitos, através da relação entre o efeito e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para esse efeito.
- Folhas de Verificação: é uma lista de itens pré-estabelecidos que serão marcados a partir do momento que forem realizados ou avaliados. É usada para a certificação de que os passos ou itens pré-estabelecidos foram cumpridos ou para avaliar em que nível eles estão.
- Histograma: tem como objetivo mostrar a distribuição de frequências de dados obtidos por medições, através de um gráfico de barras indicando o número de unidades em cada categoria.
- Diagrama de Dispersão: mostra o que acontece com uma variável quando a outra muda. São representações de duas ou mais variáveis que são organizadas em um gráfico, uma em função da outra.
- Controle Estatístico de Processo (CEP): usado para mostrar as tendências dos pontos de observação em um período de tempo. É um tipo de gráfico utilizado para o acompanhamento do processo, determinando a faixa de tolerância limitada pela linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle) e uma linha média do processo (limite central), que foram estatisticamente determinadas.
- Diagrama de Pareto: é um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas, auxiliando na identificação dos problemas, priorizando-os para que sejam resolvidos de acordo com sua importância.

O benefício do Diagrama de Pareto está em identificar as “poucas causas vitais” dentre as “muitas causas triviais” (CAMPOS, 2009). Isso não quer dizer que nem todos os problemas são importantes, mas sim que alguns precisam ser solucionados com maior urgência.

“O gráfico de Pareto é um gráfico de barras no qual as barras são ordenadas a partir da mais alta até a mais baixa e é traçada uma curva que mostra as porcentagens acumulada de cada barra” (WERKEMA, 2006).

O princípio de Pareto apresenta o conceito de que na maioria das situações, 80% das consequências vem de 20% das causas. Isso pode ser muito útil para tratar não conformidades, identificar pontos de melhoria e definir que planos de ação devem ser atacados primeiro no que diz respeito a prioridade.

Através do diagrama, que pode ser aplicado seguindo-se seis passos básicos, é possível ter uma ideia clara da relação entre causas e problemas a fim de priorizar a ação que trará melhor resultado. As etapas são as seguintes (CAMPOS, 2009):

1. Determine o objetivo do diagrama, ou seja, que tipo de perda você quer investigar;
2. Defina o aspecto do tipo de perda, ou seja, como os dados serão classificados;
3. Em uma tabela, ou folha de verificação, organize os dados com as categorias do aspecto que você definiu;
4. Faça os cálculos de frequência e agrupe as categorias que ocorrem com baixa frequência sob a denominação “outros”, calculando também o total e a porcentagem de cada item sobre o total e o acumulado;
5. Trace o diagrama.

Usado para mostrar as causas básicas que levam a um modo de falha, a mensagem sustentada pelo princípio de Pareto é de que apenas algumas das causas identificadas contribuirão para a maioria do modo de falha em potencial, sendo as priorizadas para se trabalhar.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção será apresentada a empresa alvo do estudo, bem como as etapas do trabalho.

#### 3.1 AMBIENTE ESTUDADO

O empreendimento estudado é uma empresa que atua no ramo de confecções de roupa íntima feminina e masculina, localizada em Caruaru-PE. Fundada em 2010, atualmente conta com 11 colaboradores, que desenvolvem as atividades de administração, modelagem, risco, corte, costura, acabamento, marketing e vendas. A jornada de trabalho é fixa de segunda-feira a sexta-feira de 07:30 às 11:30 e de 13:00 às 17:00.

A empresa apresenta uma condição estrutural razoável e, aos poucos, vêm crescendo e conquistando mercado. A organização estudada apresenta vantagens por estar inserida na região do Arranjo Produtivo Local (APL) de confecções do agreste Pernambucano, estando perto de fornecedores, mão-de-obra qualificada e uma parcela alta de seus clientes. Outro ponto positivo é que o gestor tem experiência neste segmento e preza sempre por se capacitar e se atentar para tendências e novidades do ramo, para aprimorar processos e oferecer produtos com qualidade e rapidez ao consumidor final.

#### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A primeira etapa do estudo foi decidir qual setor tem grande relevância na produção. Através de visitas *in loco* e conversas informais com o gestor, foi possível identificar que as etapas de costura e acabamento, no macroprocesso de confecções, são os mais suscetíveis a falhas e merecem um estudo mais detalhado. A etapa da costura é a etapa onde as partes das peças serão montadas; é o setor fundamental e mais importante do processo de produção do produto. No setor de acabamento são feitas atividades que vão de limpeza até embalagem do produto.

O produto analisado neste estudo é o que apresenta maior saída na empresa, a calcinha modelo Nina tem um processo de fabricação simples e rápido; é um produto procurado em toda época do ano, sendo líder de vendas. Por isto, optou-se por trabalhar com o produto que é estratégico para os lucros do empreendimento.

Ainda nas visitas realizadas à fábrica, foi possível observar a linha de produção e entender o processo produtivo, especificando cada tarefa que compõe o sistema, e conseqüentemente, confeccionado o fluxograma do processo. Em seguida, foi feita a delimitação do processo para o qual será realizada o estudo FMEA, que será da etapa matéria-prima estocada até embalagem. Para os fluxogramas foi utilizado o software Visio.

Após ter sido decidido qual setor a análise iria explorar, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a ferramenta FMEA em fontes como: livros, artigos científicos e ainda algumas monografias de conclusão de curso de graduação.

Posteriormente, foi feita a aplicação da FMEA, utilizado o RPN que é um índice de prioridade de riscos. Com isso, foi elaborado o gráfico de Pareto para evidenciar as causas básicas principais que apresentaram maior RPN. Para construção das tabelas e do Gráfico de Pareto, utilizou-se o editor de planilhas Excel.

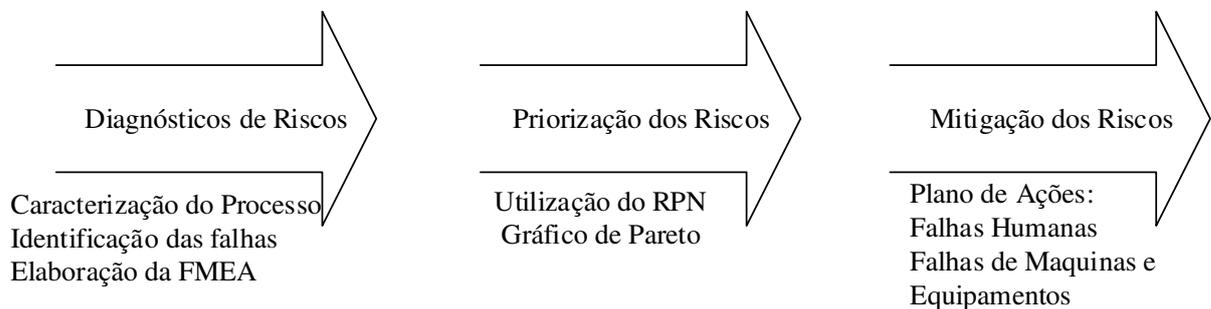
Por fim, foi proposto um plano de ação, focado em treinamento para os erros humanos e, manutenção para máquinas e equipamentos, com o objetivo de minimizar e/ou eliminar as falhas do processo.

Os resultados referentes a caracterização do problema abordado, bem como o sistema de (ações corretivas/melhorias e treinamentos) propostos, estão apresentados na seção a seguir.

## 4 RESULTADOS

Esta seção apresenta a análise dos riscos inerentes ao processo produtivo em uma fábrica de moda íntima, através da ferramenta FMEA. Na Figura 3 é ilustrada a sequência em que os dados serão tratados e analisados.

**Figura 3** – Etapas de Gerenciamento de Riscos



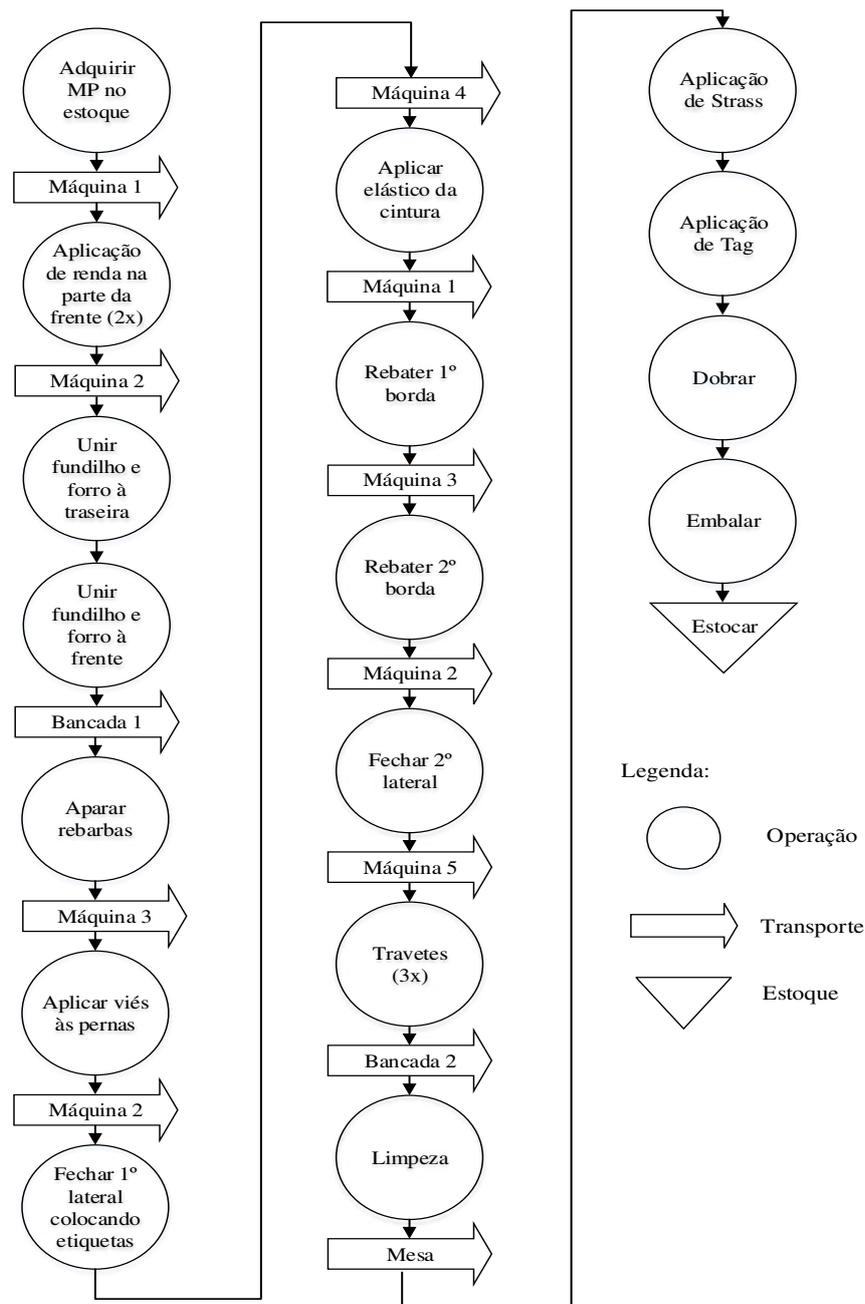
**Fonte:** Autor (2017)

### 4.1 DIAGNÓSTICO DOS RISCOS

Para a análise dos riscos, inicialmente, foi necessário conhecer toda a cadeia que a empresa está inserida, bem como seu processo produtivo, que varia de acordo com cada produto e modelo. Para o estudo, o produto escolhido foi a calcinha Nina, que apresenta maior saída para o negócio.

Através de visitas *in loco*, foram realizadas observações na linha de produção da fábrica e, juntamente com o auxílio do gerente de produção e de demais colaboradores, foi possível compreender o macroprocesso da fábrica e o processo produtivo do produto selecionado para estudo. Estas observações e diálogos viabilizaram o desenvolvimento do fluxograma do processo produtivo do produto, o qual a fábrica não dispunha; este fluxograma é apresentado na Figura 4.

**Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo**



Fonte: Autor (2017)

Portanto, será feita a análise considerando todas as etapas do processo descrito no fluxograma da Figura 3, a saber: etapa 1 - adquirir matéria-prima no estoque; etapa 2 - aplicação da renda na parte da frente (2x); 3 - unir fundilho e forro à traseira; 4 - unir fundilho e forro à frente; 5 - aparar rebarbas; 6 - aplicar viés às pernas; 7 - Fechar 1º lateral colocando etiqueta; 8 - aplicar elástico da cintura; 9 - rebater 1º borda; 10 - rebater 2º borda; 11 - fechar 2º lateral; 12 - travetes (3x); 13 - limpeza; 14 - aplicação de *strass*; 15 - aplicação de *tag*; 16 - dobrar; 17 - embalagem.

## 4.2 ELABORAÇÃO DA FMEA

A metodologia FMEA foi utilizada para identificar funções, falhas, modos de falhas, efeitos e riscos com o objetivo de eliminá-los ou reduzi-los. A FMEA foi aplicada no processo que inicia na etapa 1 (adquirir matéria-prima no estoque) e tem fim na etapa 17 (embalagem).

É oportuno antes compreender a relação entre falha, modo de falha, efeito e causa, para assim elaborar a tabela. A falha indica que a saída do processo não saiu como esperado, comprometendo toda a função do sistema. O modo de falha é uma das maneiras possíveis de um sistema operar de forma deficiente, logo pode haver mais de um modo de falha para uma mesma falha. O efeito tem relação com o modo de falha, no que se refere as consequências sentidas pelo cliente diante do modo de falha correspondente. Já a causa é a condição que provoca o modo de falha..

Definido o processo a ser estudado, foi iniciado um ciclo de *brainstorming* com o pessoal da produção e levantado os potenciais modos de falha em cada etapa. Posteriormente, foi atribuída uma pontuação para a ocorrência de cada modo de falha; esta pontuação é baseada em uma escala de 10 pontos, sendo 1 o índice menor e 10 o índice maior, demonstrado no Quadro 1.

**Quadro 1** – Descrição de Avaliação de Ocorrência

Escala de Avaliação de Ocorrência	Grau
Extremamente remoto, altamente improvável	1
Remoto, improvável	2
Pequena chance de ocorrência	3
Pequeno número de ocorrências	4
Espera-se um número ocasional de falhas	5
Ocorrência moderada	6
Ocorrência frequente	7
Ocorrência elevada	8
Ocorrência muito elevada	9
Ocorrência certa	10

**Fonte:** Palady (1997)

Em seguida, foi atribuída uma pontuação para detecção de cada modo de falha, que avalia como o processo é capaz de identificar a falha; esta pontuação é baseada em uma escala de 10 pontos. Porém, ao contrário das outras, sendo 10 o Índice de menor detecção e 1 o de maior, conforme ilustrado no Quadro 2.

**Quadro 2 – Descrição de Avaliação de Detecção**

<b>Escala de Detecção</b>	<b>Grau</b>
É quase certo que será detectado	1
Probabilidade muito alta de detecção	2
Alta probabilidade de detecção	3
Chance moderada de detecção	4
Chance média de detecção	5
Alguma probabilidade de detecção	6
Baixa probabilidade de detecção	7
Probabilidade muito baixa de detecção	8
Probabilidade remota de detecção	9
Detecção quase improvável	10

**Fonte:** Palady (1997)

Listados os modos de falhas principais, para cada etapa do processo, foram identificadas quais serão as consequências se cada falha ou modo de falha ocorrer. Identificados os efeitos foi feita uma avaliação e atribuído um índice de severidade de cada um. Esta pontuação é baseada em uma escala de 10 pontos, sendo 1 o índice menor e 10 o maior, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3 – Descrição da Avaliação de Severidade**

<b>Descrição da Escala de Severidade</b>	<b>Grau</b>
Efeito não percebido pelo cliente.	1
Efeito bastante insignificante, percebido pelo cliente; entretanto não faz com que o cliente procure o serviço.	2
Efeito insignificante, que perturba o cliente, mas não faz com que procure o serviço.	3
Efeito bastante insignificante, mas perturba o cliente, fazendo com que procure o serviço.	4
Efeito menor, inconveniente para o cliente; entretanto, não faz com que o cliente procure o serviço.	5
Efeito menor, inconveniente para o cliente, fazendo com que o cliente procure o serviço.	6
Efeito moderado, que prejudica o desempenho do projeto levando a uma falha grave ou a uma falha que pode impedir a execução das funções do projeto.	7
Efeito moderado, que prejudica o desempenho do projeto levando a uma falha grave ou a uma falha que pode impedir a execução das funções do projeto.	8
Efeito crítico que provoca a insatisfação do cliente, interrompe as funções do projeto, gera custo significativo da falha e impõe um leve risco de segurança (não ameaça a vida nem provoca incapacidade permanente) ao cliente.	9
Perigoso, ameaça a vida ou pode provocar incapacidade permanente ou outro custo significativo da falha que coloca em risco a continuidade operacional da organização.	10

**Fonte:** Palady (1997)

A próxima etapa foi a identificação das possíveis causas para cada modo de falha, a partir das falhas identificadas.

O Quadro 4, 5, 6 e 7 apresentam estes e os demais resultados obtidos na elaboração da FMEA.

Quadro 4 – Construção da FMEA

Análise das Falhas do processo produtivo da Calça Nina									
N°	Etapa do Processo	Falha	Modo de Falha	Ocorrência	Efeito	Severidade	Causa	Deteção	RPN
1	Adquirir matéria-prima no estoque	Matéria-prima necessária indisponível	Sem estoque	4	Atraso no início da produção	9	Atraso na entrega	1	36
			Estoque errado	5	Atraso no início da produção	9	Compra não realizada	1	36
			Molde fora do padrão	4	Renda mal aplicada	4	Compra errada	1	45
2	Aplicar renda na parte da frente (2x)	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Costura fora do padrão	4	Costura repuxada	5	Corte com medidas menores ou maiores do molde	5	80
			Aplicagem da renda incompleta	3	Acabamento incompleto	6	Tensor desregulado -I	4	80
			Costura fora do padrão	4	Costura exposta	4	Ponto da máquina não adequado ao tecido	4	80
3	Unir fundilho e forro à traseira	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Costura fora do padrão	3	Costura exposta	4	Falta de material	4	72
			Costura estourada	5	Surgimento de aberturas na costura	8	Falta de inspeção do operador - I	7	126
			Partes aplicadas ao avesso	3	Tecido ao avesso	4	O operador não soube realizar a atividade - I	1	12
4	Unir fundilho e forro à frente	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Costura fora do padrão	3	Costura exposta	4	Ponto irregular, possivelmente pela falta de lubrificação da peça	5	200
			Costura estourada	5	Surgimento de aberturas na costura	7	Tensor com problema	4	160
			Partes aplicadas ao avesso	3	Tecido ao avesso	4	Falta de inspeção do operador -II	7	84
4	Unir fundilho e forro à frente	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Costura fora do padrão	3	Costura exposta	4	O operador não soube realizar a atividade - II	1	12
			Costura estourada	5	Surgimento de aberturas na costura	7	Ponto irregular (Falta de lubrificação)	5	175
			Partes aplicadas ao avesso	3	Tecido ao avesso	4	Tensor com problema	4	140
							Falta de inspeção do operador-III	7	84

Fonte: Autor (2017)

**Quadro 5 – Construção da FMEA (Continuação)**

5	Aparar rebarbas	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Corte na peça	4	8	Ferramenta inapropriada para operação	3	96
						Condições ergonômicas inadequadas-I	2	64
6	Aplicar viés as pernas	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Aparado tortuoso	5	7	Falta de habilidade do operador	5	175
						Condições ergonômicas inadequadas - II	2	70
7	Fechar 1ª lateral colocando etiqueta	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Viés apertado/folgado/franzido	6	7	Descuido ao esticar o tecido na hora da costura	3	126
						Material do viés de má qualidade	2	84
						Tensor desregulado	4	168
						Falta de inspeção do operador - IV	1	18
						Falta de inspeção do operador - V	7	315
8	Aplicar elástico da cintura	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Lateral fechada sem etiqueta	2	9	Produto sem identificação	1	18
						Lateral fechada com etiqueta de tamanho diferente	5	90
						Lateral fechada com etiqueta colcada em local errado	2	36
						Costura com viés desencontrados	6	180
						Costura com ponto estourado	5	135
9	Cintura com elástico apertado / folgado / franzido	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Cintura com elástico apertado / folgado / franzido	5	9	Produto com identificação errada	7	315
						Etiqueta pode causar desconforto ou irritação no cliente	4	144
10	Aplicar elástico da cintura	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Cintura com elástico apertado / folgado / franzido	5	7	Lateral com costura desigual	5	180
						Produto com costura fraca e possíveis aberturas	5	175
11	Aplicar elástico da cintura	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Cintura com elástico apertado / folgado / franzido	5	9	Serrilha ou sapata da máquina desreguladas	5	180
						Erro de regulagem	5	175
12	Aplicar elástico da cintura	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Cintura com elástico apertado / folgado / franzido	5	9	Materiais de má qualidade	2	90

Fonte: Autor (2017)

Quadro 6 – Construção da FMEA (Continuação)

9	Rebater 1ª borda	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Costura com pontos pulados	5	Costura interna com aparência ruim	5	Falta de lubrificação	7	175
10	Rebater 2ª borda	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Rebatido com muito tecido junto	3	Rebatido fora de padrão	6	Tecido não esticado corretamente	4	72
			Rebatido tortuoso	4	Possíveis aberturas no rebatido/Produto com costura exposta sem qualidade	9	Atividade realizada sem utilizar Guia Guia posicionado na distância inadequada	2 4	72 144
11	Fechar 2ª lateral	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Costura com viés desencontrados	6	Lateral com costura desigual	9	Peça má posicionada na máquina - I	5	270
			Não travetar	3	Produto sem confiabilidade	7	Serrilha e/ou sapata desreguladas O operador não soube realizar a atividade - IV	4 3	216 63
12	Travetes(3x)	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Travetar em local inadequado	4	Peça com travetes inaceitáveis	9	Sapata da máquina desregulada Peça má posicionada na máquina - II	5 4	180 144
			Limpeza irregular	5	Produto com fiapos de linhas	6	Falta de inspeção do operador-VI Ferramenta inadequada para realizar atividade	1 2	30 60
13	Limpeza	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas							

Fonte: Autor (2017)

Quadro 7 – Construção da FMEA (Final)

14	Aplicação de Strass	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Strass não aplicado	4	Calcinha sem pedra de strass	9	Falta de energia elétrica	1	36
			Strass não centralizado	8	Strass aplicado em local impreciso	5	Falha mecânica na caneta elétrica	5	180
15	Aplicação de Tag	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Strass descolando	5	Pedra de strass com pouco tempo de vida útil	5	Medição do centro da cintura imprecisa	5	200
			Tag aplicado com tamanho diferente do produto	5	Produto com identificação visual errada	9	Tempo de aplicação inadequados	8	200
			Tag aplicado com referência de modelo diferente	4			Mistura de tamanhos de Tags	4	180
			Tag aplicado em local inadequado	3	Tag não aparece na embalagem ou cobre strass	3	Mistura de referências de Tags	3	108
16	Dobrar	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Dobra mal feita	5	Produto mal acomodado na embalagem	5	O operador não soube realizar a atividade - IV	1	9
17	Embalagem	A etapa não atende as especificações de qualidade estabelecidas	Produto mal embalado	6	Produto amassado	5	O operador não soube realizar a atividade - V	3	75
			Produto não embalado	5	Produto não sai para expedição	9	Produto não arrumado na embalagem	2	60
							Embalagem rasgada ou com botão quebrado	1	45

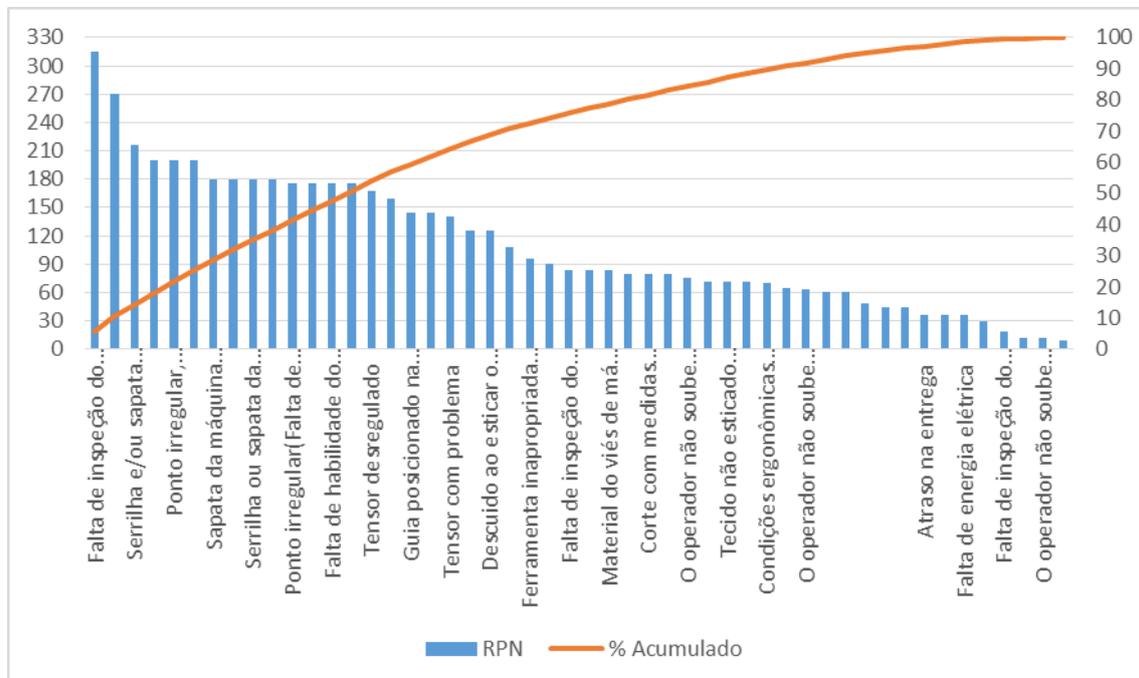
Para a etapa “Adquirir matéria-prima no estoque”, a falha identificada foi: matéria-prima necessária indisponível. Para as demais etapas, as falhas correspondem ao não cumprimento das especificações de qualidade estabelecidas para as saídas de cada subprocesso.

Os modos de falha “*strass* não centralizado” e “*strass* descolando”, relacionados à falha da etapa 14, foram os que apresentaram índices de ocorrência e de detecção maiores respectivamente, sendo os dois iguais a 8 (oito). Quanto a severidade, o efeito “*tag* não aparece na embalagem ou cobre *strass*”, decorrente do modo de falha “*tag* aplicado em local inadequado” associado à etapa 15, foi o que apresentou índice menor, sendo igual a 3 (três).

Alguns modos de falhas, mesmo contendo altos índices de severidade, possuem um RPN inferior a outros modos de falhas por sua ocorrência não ser relevante, como a empresa tem um controle rigoroso destes modos, sua detecção fica sem expressão.

A partir dos resultados obtidos nas Tabelas FMEA, utilizou-se a ferramenta da qualidade Gráfico de Pareto para apontar as principais causas com bases nos índices RPN (Gráfico 1).

**Gráfico 1 – Gráfico de Pareto**



**Fonte:** Autor (2017)

Diante do gráfico, é possível perceber quais são as causas comuns dos modos de falha, sendo a que mais se destaca é a falta de inspeção do operador, seguida por serrilha e/ou sapata

desregulada. Para prevenir estes e os demais modos de falha, foi proposto um plano de ação com medidas preventivas.

#### 4.3 PLANO DE AÇÃO

Nesta etapa do trabalho, foi implementado um plano com ações para mitigar as causas associadas aos principais modos de falha identificados. Para que houvesse uma priorização das ações a serem realizadas foi definido que apenas as causas com RPN igual e/ou superior à 175 seriam incluídos no plano de ação, pois foram considerados de maior relevância.

As ações foram agrupadas em dois grupos: ações para prevenir falhas humanas (Quadro 8 e 9); e ações para prevenir problemas associados a máquinas e/ou equipamentos (Quadro 10 e 11).

**Quadro 8 – Ações Propostas para Falhas Humanas**

<b>Causas</b>	<b>RPN</b>	<b>Modo de Falha</b>	<b>Nº da Etapa</b>	<b>Proposta de Melhorias</b>
Falta de inspeção do operador – V	315	Lateral fechada com tamanho de etiqueta diferente	7	Treinamento e recomendação de intensificação de inspeção nesta e em todas as etapas do processo.
Peça má posicionada na máquina – I	270	Costura com viés desencontrados	11	Treinamento oferecido para unir as laterais iguais e posicionar a peça de maneira correta na máquina.
Tempo de aplicação inadequados	200	Strass descolando	14	Manter a caneta elétrica pressionada na peça por um tempo de 20 segundos.
Medição do centro da cintura imprecisa	200	Strass não centralizado	14	Confeccionar uma régua adaptada com um furo no centro para ajudar na medição.

Fonte – Autor (2017)

**Quadro 8 – Ações Propostas para Falhas Humanas**  
(Continuação)

<b>Causas</b>	<b>RPN</b>	<b>Modo de Falha</b>	<b>Nº da Etapa</b>	<b>Proposta de Melhorias</b>
Mistura de tamanhos de <i>Tags</i>	180	<i>Tag</i> aplicado com tamanho diferente do produto	15	Aplicação da ferramenta 5S para organização do posto de trabalho.
Erro de regulagem	175	Costura com ponto estourado	8	Estabelecer um padrão de medidas para o elástico de acordo com cada tamanho de calcinha e deixar fixo e visível no móvel da máquina.
Falta de habilidade do operador	175	Aparado tortuoso	5	Escolher uma tesoura ou cortador que se adeque a mão do operador. Oferecer treinamentos para que o mesmo desenvolva a habilidade. Se não obtiver resultado, encaminhar operador para outra função.

**Fonte** – Autor (2017)

**Quadro 9 – Ações Propostas para Falhas de Máquinas e Equipamentos**

<b>Causas</b>	<b>RPN</b>	<b>Modos de Falha</b>	<b>Nº da Etapa</b>	<b>Propostas de Melhoria</b>
Serrilha e/ou sapata desreguladas	216	Costura com viés desencontrados	11	Manutenção corretiva para a máquina voltar a operar de maneira eficiente. Treinar o operário para identificar o momento antes que as peças entrem em desgaste e conseqüentemente interrompam a produção.
Ponto irregular, possivelmente pela falta de lubrificação da peça	200	Costura estourada	3	A frequência da lubrificação depende muito de quantas vezes a máquina é usada e do tipo de tecido (há tecidos que libertam mais resíduos). Quanto mais costuras, mais sujeira produzida e com mais regularidade deve-se limpar a máquina. Estimar um tempo antes que a máquina aumente seu barulho, que as agulhas esquentem e sempre que a linha e/ou tecido apresentarem aspectos secos. Recomenda-se o uso do óleo lubrificante Singer.
Sapata da máquina desregulada	180	Travetar em local inadequado	12	Manutenção corretiva para a máquina voltar a operar de maneira eficiente, e preventiva após estabilizada a causa.

**Quadro 9 – Ações Propostas para Falhas de Máquinas e Equipamentos  
(Continuação)**

<b>Causas</b>	<b>RPN</b>	<b>Modos de Falha</b>	<b>Nº da Etapa</b>	<b>Propostas de Melhoria</b>
Serrilh a ou sapata da máquina desreguladas	180	Costura com viés desencontrado	7	Manutenção corretiva para a máquina voltar a operar de maneira eficiente, e preventiva após estabilizada a causa.
Falha mecânica na caneta elétrica	180	<i>Strass</i> não aplicado	14	Recomenda-se que periodicamente se faça um teste na caneta para quando necessária uma manutenção, ser feita no início da semana, já que geralmente é mais utilizada a partir da quarta-feira.
Ponto irregular pela falta de lubrificação	175	Costura estourada	4	Estimar um tempo antes que a máquina aumente seu barulho, que as agulhas esquentem e sempre que a linha e/ou tecido apresentarem aspectos secos. Recomenda-se o uso do óleo lubrificante Singer.
Falta de lubrificação	175	Costura com pontos pulados	9	Estimar um tempo antes que a máquina aumente seu barulho, que as agulhas esquentem e sempre que a linha e/ou tecido apresentarem aspectos secos. Recomenda-se o uso do óleo lubrificante Singer.

**Fonte – Autor (2017)**

Embora a empresa afirme que exista inspeção em todo o processo produtivo, o número de falhas identificadas apenas no fim do processo ainda é bastante relevante; portanto, outra atividade de melhoria sugerida é inspeção contínua. Com a finalidade de assegurar que inspeção de peças seja fiel aos atributos de qualidade desejáveis para as peças produzidas, foi proposto também um treinamento para todos os colaboradores, que pode ser feito tanto de forma coletiva, quanto individualmente, dependendo das atividades. Além disso, aponta-se a necessidade de criar um mecanismo capaz de identificar e quantificar o tipo de não conformidades produzidas no setor da costura, a qual seria posteriormente atendida pela criação de catálogos de não conformidades.

Conforme recomendado por Palady (1997), a equipe deve acompanhar o andamento das ações recomendadas para propor possíveis ajustes ao processo e avaliar a eficácia das soluções propostas, além de documentar as ações para possíveis consultas futuras.

Finalmente, é de extrema importância ressaltar que à medida que a empresa busca novos meios para o gerenciamento de processos, visando a diminuição dos riscos, é necessário a manutenção das novas políticas de gerenciamento, com o objetivo de garantir que as ações se realizem.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para manter-se competitiva no mercado, garantindo que os produtos sejam bem aceitos pelos consumidores/clientes, uma empresa deve assegurar a qualidade de seus processos e/ou serviços prestados. Desta maneira, uma gestão de controle de qualidade é primordial para que qualquer empresa permaneça em vantagem frente aos seus concorrentes.

O presente estudo analisou os riscos em um processo produtivo de moda íntima em Pernambuco, através da ferramenta FMEA. Com isso, foi possível prover ações de melhorias para o processo produtivo.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a FMEA, que permitiu adquirir conhecimentos necessários para a análise e gerenciamento de riscos. Em seguida, foram realizadas visitas *in loco* e diálogos com os colaboradores para elaboração do fluxograma do processo produtivo.

A partir disso, foi possível fazer o uso da FMEA no processo produtivo do produto chave do empreendimento. Foram encontrados modos potenciais de falha e causas para cada etapa do processo. A interpretação da FMEA se deu pelo índice RPN, que lida com escala de severidade, ocorrência e detecção.

Em seguida, foi explanada no gráfico de Pareto, podendo assim ter melhor visão das causas priorizadas para se intervir. Destaca-se que, alguns modos de falhas, apesar de possuírem índices de severidade alto e aparentemente surtirem grandes efeitos, foram classificados com um RPN inferior a outros modos de falhas pelo fato desta ocorrência não ser tão expressiva e também sua detecção ser mais eficiente através dos controles utilizados atualmente pela empresa.

O plano de ação proposto contempla a implementação de um treinamento para os operadores e o controle da manutenção para máquinas e equipamentos.

Como proposta para trabalhos futuros, recomenda-se a utilização da ferramenta em todos os processos produtivos da fábrica, visto que é bastante eficiente para análise de riscos, afim de eliminar e/ou reduzir as falhas identificadas antes mesmo do processo acontecer. É importante ressaltar que cada processo, produto ou serviço pode dispor de uma intervenção distinta, além de depender das condições financeiras de cada empresa e de quanto ela irá viabilizar para custear a intervenção. O ideal é que se busque soluções rápidas e viáveis a cada organização.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. D. **Modelo conceitual para a aplicação de fmea de processo na indústria automotiva**. 136 páginas. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica na área de Gestão e Otimização. Guaratinguetá, 2016.

AJEJE, G. A. F. **Fuzzy-FMEA: Uso da lógica Fuzzy para ponderação das falhas do FMEA**. 2015. Disponível em: < <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-22122015-161823/?&lang=br>>. Acesso em 07 de Março de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000 - Gestão de Riscos - Princípios e Diretrizes**, 2009.

CAMPOS, W. **Diagrama de Pareto**, 2009. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-pareto/28429/>> . Acesso em: 03 de mai de 2017.

CHRISTOPHER, M. e LEE, H. **Mitigating Supply Chain Risk Through Improved Confidence**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, vol. 34 n°5 pp 388- 396, 2004.

CHRYSLER, LLC; FORD MOTOR COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. **Análise de modo e efeito de falha potencial (FMEA) – Manual de Referência**. 4. Ed. – São Paulo: IQA – Instituto da Qualidade Automotiva, 2008.

CRANFIELD UNIVERSITY. **Understanding Supply Chain Risk: A Self-Assessment Workbook**. 2003. Disponível em: <<http://www.som.cranfield.ac.uk/som/dinamic-content/research/lscm/downloads/60599WOR.PDF>>. Acesso em 10 de Abril de 2017.

DAMODARAN, A. **Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset**. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons: 2012. 992p.

FORMA, M. **Gestão de Riscos efetiva em 3 etapas**, 2012. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/3-etapas-para-uma-gestao-de-riscos-efetiva/>> . Acesso em: 06 de mai de 2017.

HALL, Dave; HULETT, David (Coord). **Universal Risk project**: final report. INCOSE RMWG : PMI RiskSIG. [S.I.], Feb. 2002. 46 p. Disponível em: < <http://www.risksig.com/> >. Acesso em: 11 Abr. 2017.

HILLSON, D. A.; HULETT, D. T. Assessing risk probability: alternative approaches. **PMI Global Congress**, n. Collins 1979, p. 1–7, 2004.

HUBBARD, D.W.; **The Failure of Risk Management**: Why It's Broken and How to Fix It. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. 2009.

INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL – IEMI. **Estudos Setoriais: o mercado e a indústria de vestuário no Brasil**. São Paulo: IEMI, 2002.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **MANUTENÇÃO - FUNÇÃO ESTRATÉGICA**. 4. Ed. – Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013, 440p.

MANUJ. I. e MENTZER J.T. **Global supply chain risk management strategies**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 38 Iss: 3 pp. 192-223, 2008.

PALADY, P. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: Provendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. Tradução Outras Palavras, São Paulo: IMAN, 1997.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROVAI, Ricardo Leonardo. **Modelo estruturado para a gestão de riscos em projetos: estudo em múltiplos casos**. São Paulo: USP, 2005. Tese de Doutorado.

SINDICATO DA INDÚSTRIA. **SEGUNDO MAIOR PRODUTOR TÊXTIL DA REGIÃO NORDESTE**. 2015. Disponível em: <

<http://www.sindicatodaindustria.com.br/noticias/2015/08/72,70276/segundo-maior-produtor-textil-da-regiao-nordeste-pe-discutira-competitividade.html> >. Acesso em 03 de Abr de 2017.

SEBRAE- – **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. Disponível em: < <http://www.sebraemercados.com.br/lingerie-um-mercado-cheio-de-nichos-e-oportunidades> > . Acesso em 02 de Abr de 2017.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 584p.

TANG, C. S. **Robust strategies for mitigating supply chain disruptions**. **International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management**, 9:1, 33-45, 2006.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**, Belo Horizonte: editora de desenvolvimento gerencia, 1995.

