

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**Estudo sobre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma
Indústria do segmento Têxtil**

Eduardo Nascimento Metidieri

São Carlos – SP

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA AMBIENTAL

**Estudo sobre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma
Indústria do segmento Têxtil**

Eduardo Nascimento Metidieri

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora:

Profa. Dra. Poliana Arruda Fajardo

São Carlos – SP

2021

Banca Examinadora

Trabalho de Graduação apresentado no dia 23 de Janeiro de 2021 perante a seguinte banca examinadora:

Orientador:

Profa. Dra. **Poliana Arruda Fajardo**

Convidado:

Profa. Msc. **Ariane Silveira Sbrice Pinto**, PPGEQ - UFSCar

Professoras da Disciplina:

Profa. Dra. **Fernanda Perpétua Casciatori**

Profa. Dra. **Janáina Fernandes Gomes**

“Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nEle,
e Ele tudo fará.”
(Salmos 37:5)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sua grande misericórdia em me conceder a oportunidade de concluir esta etapa de minha vida.

Agradeço ao meu pai, por sempre me acompanhar durante vários anos nas viagens até o polo educacional de Itapetininga-SP.

Agradeço à minha mãe, por toda ajuda, suporte, dedicação e paciência.

Agradeço à minha orientadora, Poliana Arruda Fajardo, que com maestria me conduziu e direcionou em toda a elaboração deste trabalho.

Agradeço ao professor Edilson Milaré pelo grande auxílio dado no momento em que mais precisei durante o curso.

Agradeço a toda a equipe da Secretaria de Educação a Distância da UFSCar, que sempre esteve em prontidão para me ajudar.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a meus pais que são o alicerce da minha vida.

RESUMO

A preocupação com os resíduos sólidos tem se tornado objeto de discussão cada vez mais frequente na sociedade. O descarte inadequado e os impactos ambientais gerados pelo setor industrial estão sendo cada vez menos tolerados pelos consumidores. Diante do exposto, é sabido que o setor têxtil tem uma participação expressiva na geração de resíduos sólidos e impactos ambientais que se não tratados corretamente podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente. Assim, este trabalho tem por objetivo estudar o gerenciamento de resíduos sólidos provenientes do processo de fabricação de uma indústria têxtil, produtora de artigos para cama, mesa e banho, situada na cidade de Votorantim-SP. A metodologia aplicada baseia-se em uma pesquisa-ação que irá abordar de forma organizada atividades que possibilitarão a identificação de riscos, quantificação de custos, estabelecimento e aplicação de métodos e a conscientização dos *stakeholders* diante da importância do descarte correto dos resíduos. Os resultados obtidos por meio deste trabalho foram a elaboração do fluxograma dos processos produtivos da indústria, a identificação dos locais de descarte de resíduos atuais, o levantamento dos riscos do descarte inadequado, a análise dos modos de falha e elaboração do *Failure Mode and Effects Analysis* - FMEA, a indicação dos novos pontos de descarte e coleta seletiva, a elaboração de cartilha sobre o descarte correto dos resíduos e a avaliação do consumo de energia elétrica. Por fim, concluiu-se que essa pesquisa realizou o emprego de ferramentas para gestão e gerenciamento dos resíduos tendo como resultado sua completa implantação favorecendo a mitigação dos impactos ambientais oriundos do processo produtivo.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Indústria têxtil. Gerenciamento. Impacto Ambiental.

ABSTRACT

The concern with solid waste has become an increasingly frequent topic of discussion in society. Inadequate disposal and environmental impacts generated by the industrial sector are being less and less tolerated by consumers. The textile sector has an expressive participation in the generation of solid waste and environmental impacts that, if not treated correctly, can cause irreversible damage to the environment. Thus, this work aims to study the management of solid waste from the manufacturing process of a textile industry, which produces articles for bed, table and bath, located in the city of Votorantim-SP. The applied methodology is based on an action research that will address in an organized manner activities that will make it possible to identify risks, quantify costs, establish and apply methods and raise stakeholder awareness of the importance of correct waste disposal. The results obtained through this work were the elaboration of the flowchart of the industrial production processes, the identification of the current waste disposal sites, the survey of the risks of inadequate disposal, the analysis of the failure modes and elaboration of the Failure Mode and Effects Analysis - FMEA, the indication of new points of disposal and selective collection, the preparation of a booklet on the correct disposal of waste and the assessment of electricity consumption. Finally, it is concluded that this research used tools for waste management and management, resulting in its complete implementation, favoring the mitigation of environmental impacts arising from the production process.

Keywords: Solid Waste. Textile industry. Management. Environmental impact.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos industriais	13
2.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a NBR 10.004:20041	15
2.3 Etapas de produção da indústria têxtil objeto de estudo na confecção de tecidos planos ..	18
2.3.1 Classificação de resíduos têxteis	30
2.3.2 Impactos ambientais causados por indústrias têxteis.....	32
2.3.3 Tratamento e disposição ambientalmente adequada de resíduos do processo produtivo de indústrias têxteis.....	33
2.4 Ferramentas de gestão e técnicas de priorização de dados	36
3 MÉTODOS CIENTÍFICOS	40
3.1 A indústria pesquisada – Cesamar.....	42
3.2 Coleta de dados.....	44
3.2.1 Fluxograma dos processos produtivos da indústria	44
3.2.2 Identificação dos locais de descarte de resíduos.....	44
3.2.3 Levantamento dos riscos do descarte inadequado	45
3.2.4 Análise dos modos de falha e elaboração do FMEA	45
3.2.5 Indicação dos novos pontos de descarte e coleta seletiva e instalação em toda a planta....	46
3.2.6 Elaboração de conteúdo orientativo sobre o descarte correto dos resíduos e os impactos gerados	46
3.2.7 Avaliação do consumo de energia elétrica	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1 Fluxograma dos processos produtivos da indústria	48
4.2 Identificação dos locais de descarte de resíduos atuais.....	53
4.3 Levantamento dos riscos do descarte inadequado	58
4.4 Análise dos modos de falha e elaboração do FMEA	64
4.5 Indicação de novos pontos de descarte e coleta seletiva e instalação em toda a planta	70
4.6 Elaboração de cartilha sobre o descarte correto dos resíduos e os impactos gerados	80
4.7 Avaliação do consumo de energia elétrica	82
5 CONCLUSÃO	85
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
7 BIBLIOGRAFIA	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia na gestão e gerenciamento	17
Figura 2 – Etapas de fabricação têxtil	19
Figura 3 – Processo de abertura	20
Figura 4 – Processo de limpeza	20
Figura 5 – Processo de estiragem	21
Figura 6 – Tecido Plano	22
Figura 7 – Tecido Malha	22
Figura 8 – Tecido Não Tecido	23
Figura 9 – Fluxograma do processo de tecelagem	23
Figura 10 – Componentes básicos de um Tear	24
Figura 11 – Tear Toyota	25
Figura 12 – Fluxograma do beneficiamento têxtil	26
Figura 13 – Fluxograma do processo de confecção	27
Figura 14 – Processo de enfiamento	28
Figura 15 – Máquina de corte	28
Figura 16 – Máquina de costura reta industrial	29
Figura 17 – Seção de confecção – sala de costura	29
Figura 18 – Cadeia de processamento têxtil	31
Figura 19 – Fluxograma do reprocesso de matérias-primas têxteis	34
Figura 20 – Triturador de tecidos	35
Figura 21 – Fluxograma de aplicação de FMEA	37
Figura 22 – Tabela de FMEA	38
Figura 23 – Fluxograma da pesquisa ação.....	41
Figura 24 – Fluxograma do processo produtivo	48
Figura 25 – Gaiola da urdideira	49
Figura 26 – Rolo de urdume posicionado no tear	50
Figura 27 – Cala de um tear	50
Figura 28 – Rolo de tecido enrolado no tear	51
Figura 29 – Tecido cru x tecido acabado	51
Figura 30 – Secadeira de tambor	52
Figura 31 – Rama	52
Figura 32 – Setor de corte	53
Figura 33 – Layout com os pontos atuais de descarte de resíduos.....	54
Figura 34 – Fluxo de recebimento e urdideira.....	55
Figura 35 – Fluxo da tecelagem ao acabamento	56

Figura 36 – Fluxo do acabamento	57
Figura 37 – Descarte de embalagens na urdideira	58
Figura 38 – Descarte de embalagens na tecelagem.....	59
Figura 39 – Descarte de estopas e plásticos misturados	59
Figura 40 – Descarte de embalagens plásticas depositados em local inapropriado.....	60
Figura 41 – Descarte de lâmpada fluorescente em local inadequado.....	61
Figura 42 – Descarte de sacos plásticos e estopa misturados	62
Figura 43 – Mistura de sacos plásticos e tubetes de papelão	62
Figura 44 – Descarte impróprio de plástico como residual de tinta.....	63
Figura 45 – Descarte impróprio de embalagens de pigmento e cola.....	63
Figura 46 – Setor de Urdimento: resíduo de papelão.....	71
Figura 47 – Setor de Tecelagem: fibra de algodão aglomerada	72
Figura 48 – Setor de Corte: tubetes de papelão utilizados nos rolos de tecido.....	74
Figura 49 – Novos pontos de descarte	77
Figura 50 – Recipientes - Tecelagem	78
Figura 51 – Lixeiras plásticas – Acabamento	79
Figura 52 – Lixeiras plásticas para papel e plástico - Recebimento.....	79
Figura 53 – Descarte de papelão e plástico – Área externa (Garagem)	80
Figura 54 – Cartilha de coleta seletiva	82
Figura 55 – Vista do telhado da Tecelagem com telhas translúcidas	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – FMEA: Severidade	65
Tabela 2 – FMEA: Ocorrência	65
Tabela 3 – FMEA: Detecção	65
Tabela 4 – Três principais modos de falha do FMEA	69
Tabela 5 – Análise quantitativa do setor de Recebimento/CQ.....	70
Tabela 6 – Análise quantitativa do setor de Urdume	71
Tabela 7 – Análise quantitativa do setor de Tecelagem.....	72
Tabela 8 – Análise quantitativa do setor de Revisão	73
Tabela 9 – Análise quantitativa do setor de Acabamento	73
Tabela 10 – Análise quantitativa do setor de Corte	74
Tabela 11 – Análise quantitativa do setor de Costura e Estamparia	75
Tabela 12 – Análise quantitativa do setor de Estoque	75
Tabela 13 – Análise quantitativa do Escritório.....	76
Tabela 14 – Análise quantitativa da Garagem	76
Tabela 15 – Análise qualitativa	77
Tabela 16 – Consumo de energia elétrica.....	83

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil no Brasil possui mais de 200 anos e se confunde com a história de diversos municípios, principalmente no estado de São Paulo. Segundo dados de dezembro de 2019, da Associação Brasileira da Indústria Têxtil - ABIT, o setor têxtil no Brasil representa 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da Indústria de Transformação, sendo o segundo maior gerador de empregos, perdendo apenas para alimentos e bebidas juntos (ABIT, 2019).

Consoante ao seu tamanho, é também um dos grandes geradores de resíduos decorrentes de seu processo produtivo. Segundo o Sindicato da Indústria Têxtil - Sinditêxtil/SP, em 2012, somente no bairro do Bom Retiro, na capital paulista, o setor têxtil gerou aproximadamente 12 toneladas de resíduos têxteis diariamente, o que representa 2% dos resíduos gerados no Brasil (SINDITÊXTIL, 2012).

A geração de resíduos sólidos, não somente das indústrias têxteis, mas de todo o setor, bem como das cidades brasileiras, tem sido pauta de muitos estudos e debates, pois podem causar impactos ambientais negativos diversos. Diante deste quadro e com a questão ambiental cada vez mais em evidência, foi aprovada a Lei N° 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS.

Os consumidores estão sendo cada vez mais seletivos na aquisição de mercadorias ecologicamente corretas, fazendo com que as empresas tenham que se adaptar de modo a atender aos requisitos da PNRS para se manterem economicamente ativas, embora ainda haja problemas com atividades como as de logística reversa, proposta pela referida lei (SANTOS *et al.*, 2013).

Diante deste contexto e considerando-se a magnitude do setor têxtil, bem como a consequente possibilidade da geração de impactos ambientais negativos pelo setor, somado à necessidade cada vez mais recorrente em se atender aos requisitos ambientais previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, este trabalho visa contribuir com estudo do gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria têxtil de pequeno porte, respondendo ao seguinte problema de pesquisa: Como é realizado o gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria têxtil, localizada em Votorantim-SP.

O objetivo geral deste trabalho é, portanto, estudar o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos do processo de fabricação de uma indústria têxtil, produtora de artigos para cama, mesa e banho, situada na cidade de Votorantim-SP.

Entre os objetivos específicos da pesquisa nessa indústria, destacam-se: identificar os principais métodos para implantação e gerenciamento dos resíduos sólidos; discorrer sobre vantagens e desvantagens das ferramentas de gestão e técnicas de priorização de dados que podem ser aplicadas no processo de implantação e gestão dos resíduos sólidos; identificar, por meio de ferramentas de gestão, os potenciais riscos provenientes do manejo inadequado dos resíduos sólidos e também discutir sobre as características e eficiência dos métodos e ferramentas aplicados ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Além disso, considera-se que este trabalho tem a possibilidade de contribuir com as pesquisas científicas nesta área, principalmente no que se refere a estudos realizados em indústrias de pequeno porte.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos industriais*

Desde os primórdios, a produção de resíduos sólidos esteve associada à ação antrópica, especificamente ao consumo, após o qual havia a geração de “restos”, descartados na natureza. Por muito tempo, o ciclo natural do ecossistema foi capaz de absorver estes “restos”; no entanto, com a evolução da sociedade, associada ao aumento populacional e à criação de novas tecnologias, a quantidade e a variedade de resíduos aumentou, de modo que a capacidade de resiliência da natureza diminuiu. Este fato causou então menor absorção desses resíduos e, conseqüentemente, o acúmulo de grandes volumes, que dependem de um tratamento prévio antes de sua disposição no meio ambiente (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018).

Historicamente, segundo Silveira, Berté e Pelanda (2018), os resíduos gerados pelos primeiros agrupamentos humanos eram constituídos de compostos simples, como restos de alimentos, fezes e cadáveres que, por sua vez, eram facilmente assimilados pelo meio ambiente. Os autores apontam, contudo, que, como aparecimento dos centros urbanos, a introdução de processos produtivos e o desenvolvimento industrial, a característica dos resíduos gerados tornou-se cada vez mais variada, embora os impactos ambientais oriundos desses resíduos ainda fossem relativamente desconhecidos.

Diante deste novo cenário e com a presença de compostos sintéticos nos produtos, o que dificultou sua degradação pelo meio ambiente, os resíduos tornaram-se então gradativamente mais evidentes (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018).

Em sua pesquisa, Celeri (2012) ressalta que, historicamente, as péssimas condições sanitárias das cidades foram agravadas pelo modo de produção capitalista, que acelerou o processo de produção de mercadorias, provocando a intensificação do uso de recursos naturais e, conseqüentemente, o aumento na geração desses resíduos. De acordo com o autor, a maior quantidade de resíduos gerados pelas atividades humanas impõe, então, a necessidade de se equacionar as demandas decorrentes desse aumento, tendo em vista que o ritmo e o processo de decomposição desses resíduos são consideravelmente diferentes daqueles do período pré-industrial.

Assim, a presença a cada dia maior dos resíduos, que se tornaram um dos principais problemas ambientais dos centros urbanos, faz com que seja de suma importância sua gestão

desde a produção até a destinação, para o que é necessário um conhecimento sistemático de conceitos de gestão e gerenciamento tanto quantitativos como qualitativos (CELERI, 2012).

Neste sentido, é importante, que se destaque a diferença entre gestão e gerenciamento.

Cardoso (2012) aponta que gestão de resíduos sólidos difere de gerenciamento de resíduos sólidos. Para o autor, a gestão corresponde a ações inerentes à busca de soluções para a questão dos resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social; já o gerenciamento, refere-se às ações exercidas de forma direta ou indireta em diversas etapas, como: coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação ambiental adequada, sendo que estas ações devem estar consoantes ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos– PMGIRS e ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, regidos pela Lei Nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

Por décadas, o Brasil ficou desassistido de uma regulamentação para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no país. No início dos anos 90, alguns estados iniciaram discussões e regulamentações a respeito deste tema. Apenas em 2010 é que a questão dos resíduos sólidos foi estabelecida em forma de lei no âmbito federal com o estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos pela Lei Nº 12.305/2010 (SILVA, 2013).

Mas, afinal, o que são Resíduos Sólidos? Segundo Lopes (2006), o termo “lixo”, comumente utilizado no Brasil, no linguajar técnico é sinônimo de “resíduos sólidos”, oriundos de materiais descartados pelas atividades humanas e que podem ser reciclados, além de parcialmente utilizados.

Barros (2012) afirma que, para compreender a expressão “resíduos sólidos”, inicialmente é necessário retroceder e lembrar de uma palavra amplamente utilizada anteriormente para denominar o que atualmente entendemos por “sobras indesejáveis” de uma determinada atividade: “o lixo”.

O termo “lixo”, de acordo com Barros (2012), foi e continua sendo amplamente utilizado, embora sua utilização se restrinja a algo sem serventia. Em contrapartida, a expressão “resíduos sólidos” torna-se mais abrangente, favorecendo a interpretação de algo com a possibilidade de reaproveitamento, reutilização ou reciclagem.

Segundo Silveira *et al.* (2018), “com as novas tecnologias disponíveis e a evolução das pesquisas na área da reciclagem e do reaproveitamento, é pouco provável que hoje um material seja considerado lixo”.

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos, define resíduo sólido como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

A partir desta definição de resíduo sólido, surge também outra igualmente importante: a de “rejeitos sólidos”. Assim, os “rejeitos sólidos” são, segundo a PNRS:

Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Portanto, os rejeitos sólidos são resíduos sólidos que não possuem mais condições de tratamento ou recuperação, sendo sua única destinação a disposição de forma adequada.

No âmbito industrial, há uma grande diversidade no que diz respeito à geração de resíduos sólidos. Tanto a diversidade como a periculosidade se dão em função do processo produtivo empregado, matérias-primas e suas respectivas purezas, eficiência dos processos, entre outros. É importante que a geração de resíduos sólidos seja quantificada sempre que possível, preferencialmente constando inclusive no processo de licenciamento ambiental (BARROS, 2012).

2.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a NBR 10.004:2004

A Lei Nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, além de diretrizes inerentes à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Para Cruz (2014), a PNRS traz uma série de inovações, como os acordos setoriais, logística reversa, responsabilidade compartilhada e a participação de catadores no processo de coleta seletiva. Além disso, o autor observa que a PNRS passa a ser compreendida como um instrumento jurídico principal, aplicável ao tema, sendo considerada como marco regulatório e de referência da matéria.

Stefani (2015) avalia que os principais objetivos da PNRS são:

- i. Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- ii. Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e sua disposição final;
- iii. Estimular a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo;
- iv. Adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas;
- v. Reduzir o volume e periculosidade dos resíduos perigosos;
- vi. Incentivar a indústria da reciclagem, fomentando o uso de matérias-primas e insumos oriundos de materiais recicláveis e reciclados;
- vii. Gestão integrada dos resíduos sólidos;
- viii. Articular entre as diferentes esferas do poder público e empresarial com o intuito de promover a cooperação técnica e financeira para a gestão integrada;
- ix. Incentivar o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial;
- x. Estimular o consumo sustentável.

Por meio de critérios presentes e já consolidados no contexto nacional, a Lei Nº 12.305/2010, em seu Artigo 13, estabelece classificações para os resíduos quanto à sua destinação, origem, logística e o grau de periculosidade.

A classificação por meio da destinação, separa os resíduos em recicláveis e não recicláveis; para o critério de origem, considera-se a natureza da atividade de origem do resíduo; a classificação quanto à logística possui basicamente duas classes, que são a de Resíduos de Fonte de Geração Fixa e Resíduos de Fonte de Geração Difusa; e, no que se refere ao grau de periculosidade, os resíduos são classificados como perigosos e não perigosos (CRUZ, 2014).

A PNRS estabelece em seu Artigo 20 que estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “a”, “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do Artigo 13, que são, respectivamente: resíduos domiciliares; resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; e resíduos de mineração (BRASIL, 2010).

O conteúdo mínimo que deve constar no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos deve conter os seguintes itens:

- I - descrição do empreendimento ou atividade;
- II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária - SNVS e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária - Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
 - a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

- b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
- VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama. (BRASIL, 2010).

Para a PNRS (BRASIL, 2010), “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”. A Figura 1 mostra a hierarquia na gestão e gerenciamento que se refere, portanto, a essa ordem. Simião (2011) afirma que o gerenciamento ideal dos resíduos sólidos industriais deve se basear na adoção de medidas preventivas de modo a eliminar ou, ao menos, minimizar os resíduos, da reciclagem até a disposição e remediação.

Além da PNRS, existe uma norma anterior, de 2004, cujo intuito é classificar os resíduos sólidos em relação aos seus riscos potenciais gerados ao meio ambiente e à saúde pública, a norma NBR 10.004:2004 (ABNT, 2004).

O principal objetivo desta norma é realizar a classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade, de modo a garantir um gerenciamento adequado desses resíduos. Por meio desta classificação, são delimitados também os cuidados relacionados ao manuseio, transporte e armazenamento de resíduos. Contudo, são diversos os fatores que determinarão a utilização desses resíduos, como os ambientais, tecnológicos e econômicos (CRUZ, 2014).

Figura 1 – Hierarquia na gestão e gerenciamento



Fonte: PRECISA (2013)

Assim, os resíduos sólidos são classificados pela NBR 10.004:2004 (ABNT, 2005) em:

- Resíduos Classe I – Perigosos: Aqueles que apresentam periculosidade, isto é, resíduos que devido suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar risco à saúde pública ou ao ambiente, como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade;
- Resíduos Classe II A – Não Inertes: Não se enquadram como Perigosos ou Inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, solubilidade ou biodegradabilidade;
- Resíduos Classe II B – Inertes: Não tem em nenhum de seus constituintes solubilizados às concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, não levando em consideração aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Assim, considerando-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a NBR 1004:2004 (ABNT, 2005) e para que seja possível, portanto, classificar os resíduos sólidos, faz-se necessário o conhecimento prévio a respeito do processo industrial. É também imprescindível considerar a identificação das substâncias presentes e a verificação de sua periculosidade, pois quando um resíduo possui uma origem desconhecida, mais difícil torna-se o trabalho de classificá-lo, fazendo com que a experiência e o bom senso sejam fundamentais nessa definição (SIMIÃO, 2011).

2.3 Etapas de produção da indústria têxtil objeto de estudo na confecção de tecidos planos

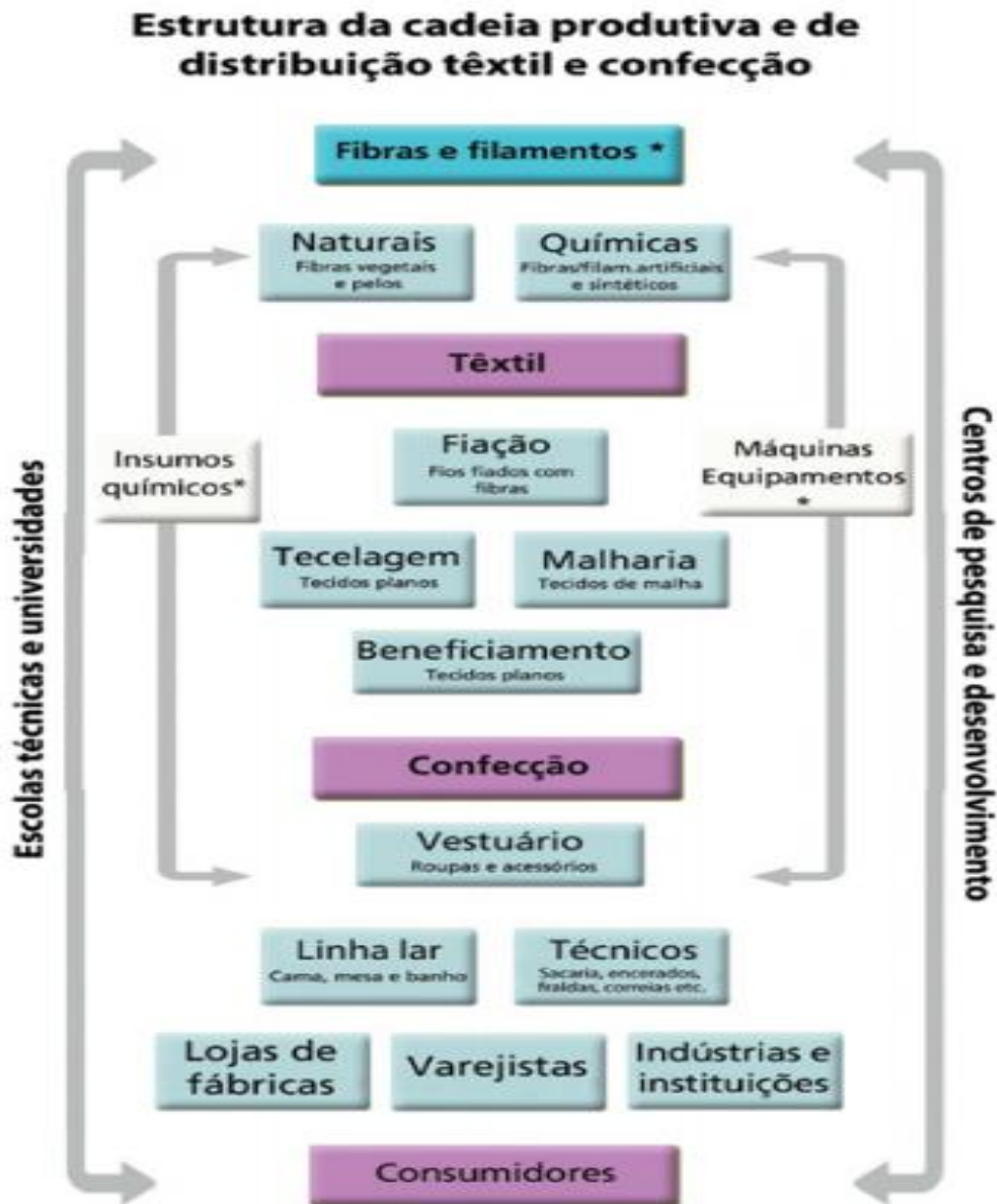
De acordo com o IEL (2000) apud Pereira (2009), a cadeia produtiva têxtil possui seus contornos básicos definidos conforme a Figura 2, com as etapas de: produção de fibras, sejam sintéticas ou artificiais; fiação; tecelagem; malharia; estamparia; beneficiamento e confecção.

Pereira (2009) aponta que as atividades desenvolvidas pelo segmento têxtil são interdependentes; entretanto, essas possuem uma certa independência entre as diferentes etapas do processo produtivo. Sendo assim, há a possibilidade de coexistência de indústrias que são especializadas em determinadas etapas do processo produtivo e com diferentes graus de atualização tecnológica. Portanto, cada etapa de produção pode fornecer matéria-prima para a próxima etapa, sendo que fatores como escala e tecnologia não estão diretamente relacionados.

O autor afirma ainda que devido a este fator, existem diversas indústrias têxteis que possuem somente um determinado tipo de etapa produtiva, como aquelas que possuem somente o processo de fiação, atuando como fornecedores de empresas do subsetor de malharia e tecelagem plana. Existem também, segundo o autor, indústrias de grande porte

que são completamente verticalizadas, isto é, que possuem o processo produtivo desde a fiação até o produto final.

Figura 2 – Etapas de fabricação têxtil



Fonte: ABIT/IEMI (2011)

O processo de fiação, de acordo com Pereira (2009), “[...] consiste em transformar a matéria-prima fibrosa, previamente tratada, em um fio, com relação de massa por unidade de comprimento (título) desejada por meio de um conjunto de operações previamente determinadas”.

As operações básicas que descrevem o processo de fiação são (Pereira, 2009):

- Abertura: Processo em que as fibras são submetidas por meio de equipamentos mecânicos a uma quantidade máxima possível de separação, de modo a favorecer os processos produtivos subsequentes (Figura 3);

Figura 3 – Processo de abertura



Fonte: Fiobras (2020)

- Limpeza: É durante esta etapa que há a eliminação de corpos estranhos presentes nas fibras. O equipamento que realiza esse processo é chamado de “Carda” (Figura 4).

Figura 4 – Processo de limpeza



Fonte: Fiobras (2020)

- Estiragem: Esse processo consiste no afinamento da massa de fibras, sendo realizado por meio de equipamento mecânico que gera uma velocidade periférica de saída maior do que a de entrada, realizando desta forma a estiragem das fibras (Figura 5).

Figura 5 – Processo de estiragem



Fonte: IMAmt (2014)

Após o processo de fiação, os fios de uma forma geral serão utilizados para a produção de tecidos, no processo subsequente chamado de tecelagem (PEREIRA, 2009).

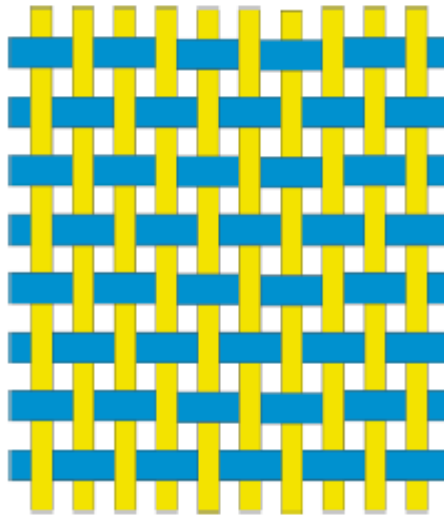
Ribeiro (1984), define o conceito de tecelagem como sendo “transformação do fio em tecido, através da operação de tecimento”.

De acordo com Pereira (2009), tecido é um material à base de fios de fibras natural, artificial ou sintética, que compostos de diversas formas tornam-se coberturas de diversos tipos formando roupas e outras vestimentas e coberturas de diversos usos, como cobertura para o frio, cobertura de mesa, limpeza, uso medicinal (como faixas e curativos), entre outros.

Existem basicamente três tipos de tecidos, sendo estes (PEREIRA, 2009):

- **Tecido Plano:** estrutura resultante do processo de entrelaçamento de um conjunto de fios de urdume (conjunto de fios dispostos de forma longitudinal, isto é, no sentido do comprimento do tecido) e fios de trama (conjuntos de fios dispostos na direção transversal, isto é, no sentido da largura do tecido), em que esses são dispostos de maneira a formar um ângulo próximo ou igual a 90° (Figura 6);

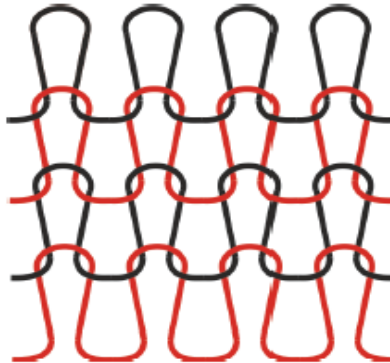
Figura 6 – Tecido plano



Fonte: Pereira (2009)

- **Tecido Malha:** O elemento fundamental deste tipo de tecido é a laçada, a qual se constitui de uma cabeça, duas pernas e dois pés. A sucessão dessas laçadas no sentido da largura do tecido corresponde a carreira de malhas. A coluna de malha corresponde à sucessão de laçadas consecutivas no sentido do comprimento (Figura 7);

Figura 7 – Tecido malha



Fonte: Pereira (2009)

- **Tecido Não Tecido (TNT):** De acordo a NBR 13370:2017 (ABNT, 2017), corresponde a uma estrutura plana, flexível, porosa, sendo constituída de véu ou mantas de fibras que estão orientados tanto direcionalmente como ao acaso, sendo consolidados por processos mecânicos, químicos, térmicos ou a combinação desses (Figura 8).

Figura 8 – Tecido não tecido



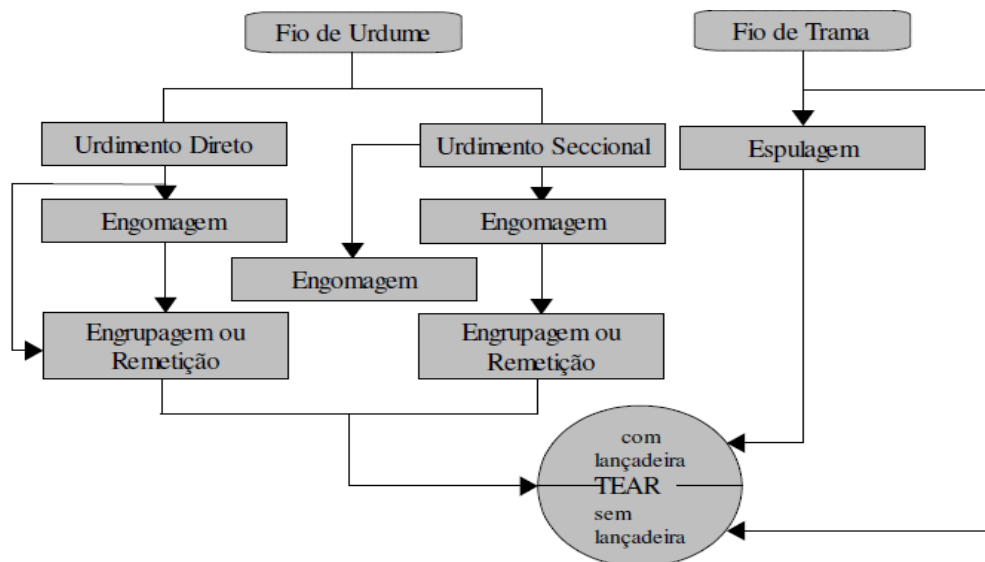
Fonte: Pereira (2009)

Pode-se dividir o processo de tecelagem em duas etapas: a preparação à tecelagem e a tecelagem propriamente dita (RIBEIRO, 1984).

O processo de preparação à tecelagem corresponde a uma série de operações que prepararão os fios para passarem pelo processo de tecimento. Basicamente, esse processo tem duas finalidades: preparar o rolo de fios de urdume e preparar o fio de trama (RIBEIRO, 1984).

A Figura 9 ilustra um fluxograma das operações da Preparação à Tecelagem.

Figura 9 – Componentes básicos de um tear



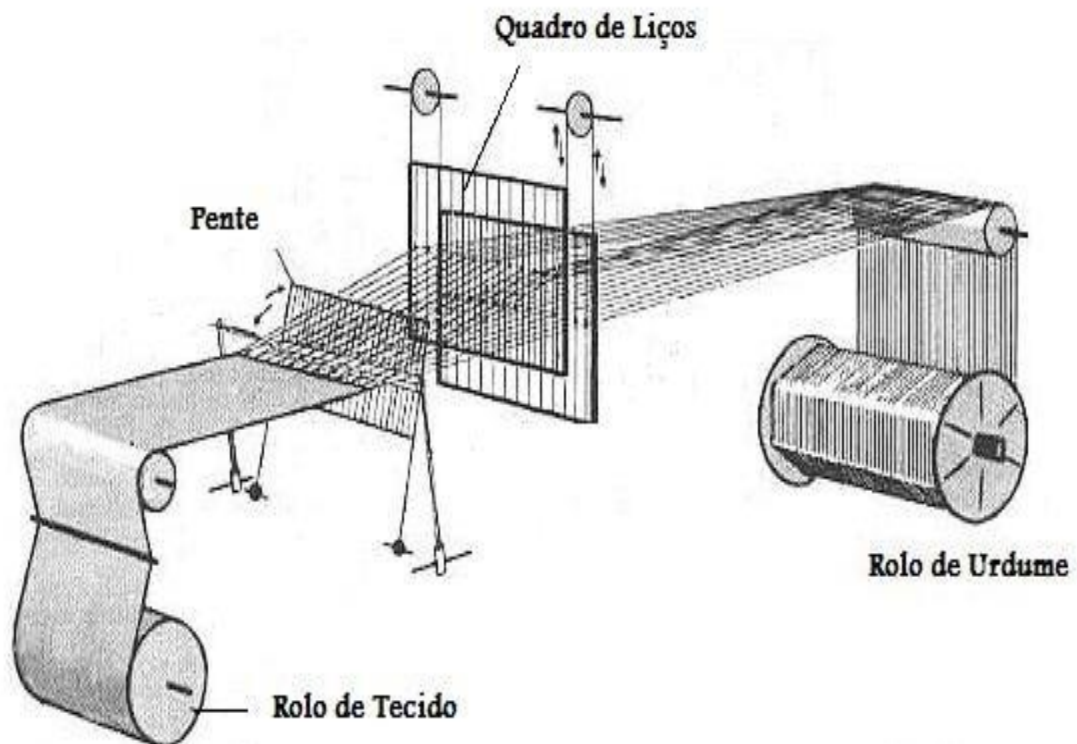
Fonte: Pereira (2009)

Os teares são as máquinas que realizam o processo de tecer os fios para gerar o tecido. Os componentes básicos de um tear plano são, segundo Pereira (2009):

- Rolo de Urdume: corresponde aos fios de urdimento;
- Quadro de Liços: os fios provenientes do urdimento passam pelo olhal dos liços, os quais estão dispostos em quadros que têm a função de formar a cala (abertura formada entre duas camadas de fios de urdume para passagem da trama);
- Pente: Após o fio passar pelos quadros de liços, eles passam por um pente que tem a função de determinar a largura e a densidade do urdume, sendo também responsável por rematar a trama;
- Rolo de Tecido: Tem a função de enrolar o tecido após seu processamento .

A Figura 10 ilustra os componentes básicos de um tear mais antigo e a Figura 11, um tear moderno com mecanismo de acionamento por jato de ar.

Figura 10 – Componentes básicos de um tear



Fonte: Pereira (2009)

Figura 11 – Tear Toyota



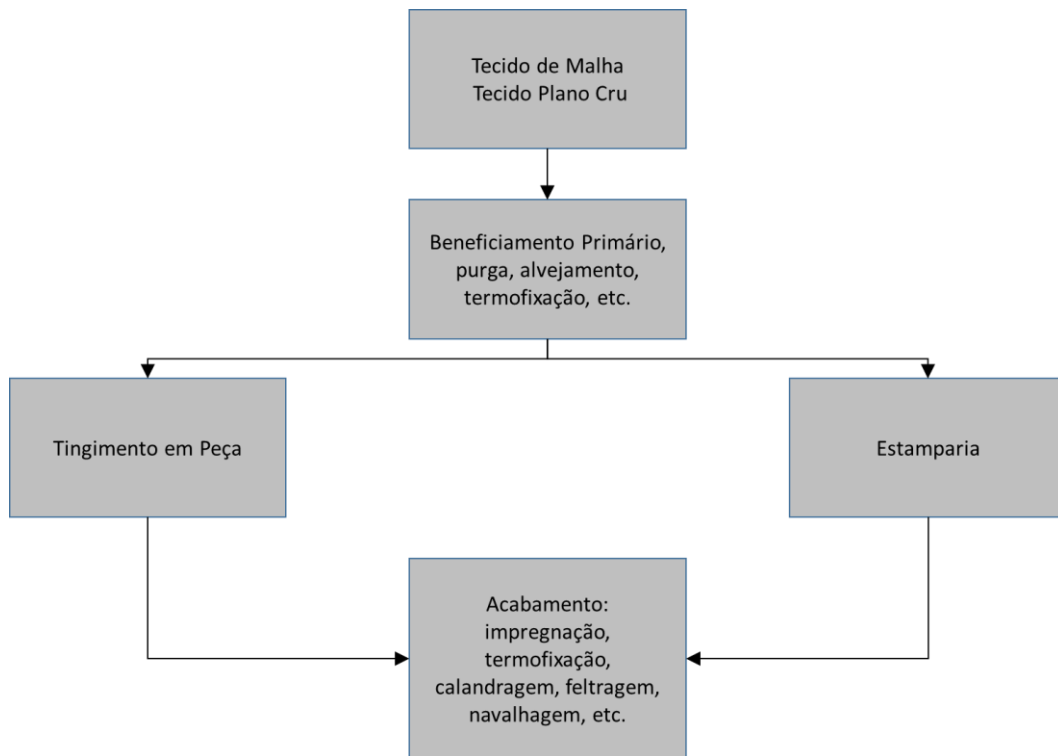
Fonte: Direct Industry (2020)

Após a etapa de tecelagem, o tecido é encaminhado para o processo de beneficiamento. Beneficiamento é o conjunto de processos aplicados ao tecido com o intuito de transformá-lo no artigo final e essa etapa pode ser dividida em (JULIANO; PACHECO, 2009):

- Beneficiamento primário: Consiste no conjunto de operações responsável em preparar o tecido para que seja possível efetuar seu tingimento, estampagem ou acabamento final;
- Beneficiamento secundário: Conjunto de operações com a função de fornecer ao tecido coloração parcial (estampagem) ou total (tingimento);
- Beneficiamento terciário: Operações que são realizadas com o intuito de melhorar as características do tecido, como brilho, toque, aspecto físico, etc.

A Figura 12 ilustra o fluxo do processo de beneficiamento têxtil.

Figura 12 – Fluxograma do beneficiamento têxtil



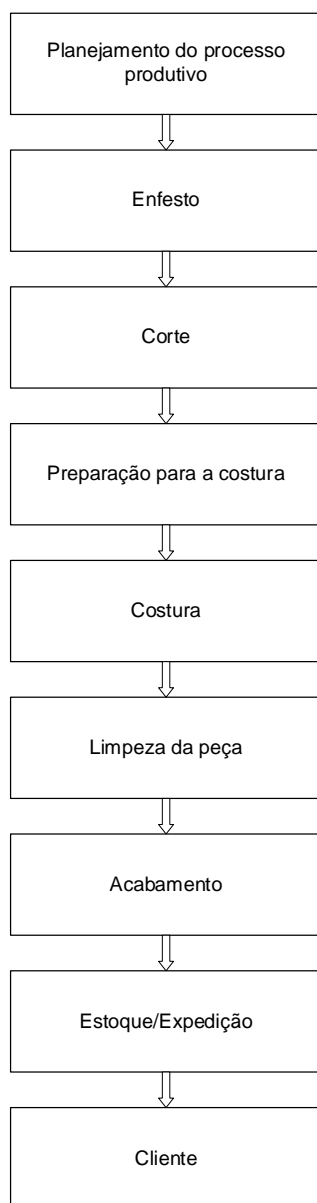
Fonte: Pereira (2009)

Após o processo de beneficiamento têxtil, os produtos, em sua grande parte, são encaminhados para o processo de confecção (PEREIRA, 2009).

Para Soares (2009) apud Leal (2017), o processo produtivo de confecção é composto do conjunto de atividades predeterminadas, realizadas em uma sequência que, ao fim, produzirão o resultado previsto.

O processo produtivo nas confecções em geral é padronizado de acordo com o tipo e finalidade de artigo a ser produzido (PORTELA, 2017). A Figura 13 ilustra as etapas básicas do processo produtivo de confecção de artigos de cama, mesa e banho.

Figura 13 – Fluxograma do processo de confecção



Fonte: Adaptado de Leal (2017)

Para Portela (2017), O processo de enfestar e cortar o tecido (Figura13) pode ser realizado por vários métodos, sendo que um destes deve ser criteriosamente escolhido. O enfesto consiste no conjunto de folhas de tecidos que são dispostas em camadas, formando um colchão, possibilitando desta forma o corte de um volume de peças em apenas uma única vez (Figura14).

Figura 14 – Processo de enfiamento



Fonte: Próprio autor (2012)

Após a realização do enfiamento, é a hora de realizar o corte (Figura 15). Para isso, também há uma série de métodos para efetuar o corte do tecido, como máquinas eletrônicas computadorizadas, tesouras elétricas, faca circular, serra vertical dentre outras, sendo que a escolha do equipamento deve ser realizada em função das necessidades da produção e das peculiaridades da matéria-prima que está sendo utilizada (PORTELA, 2017).

Figura 15 – Máquina de corte



Fonte: Delamaq (2020)

Já o processo de costura (Figuras 16 e 17), segundo Araujo (1996) apud Portela (2017), tem a função de formar peças bidimensionais previamente cortadas em uma peça ou conjunto tridimensional. Esteticamente, segundo a autora, as costuras não devem apresentar defeitos como pontos falsos, costuras franzidas, pontos ou linhas de costuras rompidas.

Figura 16 – Máquina de costura reta industrial



Fonte: Tricommaq (2020)

Figura 17 – Seção de confecção – sala de costura



Fonte: Unsplashj (2020)

Após o processo de costura e limpeza, as peças são encaminhadas para o acabamento, que por sua vez é responsável por inspecionar a qualidade e as conformidades dos produtos de acordo com suas fichas técnicas. Somente após essa etapa é que o produto é encaminhado para o estoque e posteriormente ao seu destino final: o cliente (PORTELA, 2017).

2.3.1 Classificação de resíduos têxteis

A cadeia têxtil, como qualquer outra atividade industrial, gera diversos tipos de resíduos durante todo o seu processo produtivo. Embalagens, cones plásticos, óleos provenientes da lubrificação de máquinas, resíduos de varrição, fibras não processadas, aparas, papel, papelão, entre outros, são alguns dos resíduos oriundos do setor têxtil (ABIT, 2012 apud AMARAL, 2016).

A resolução Nº 313/2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2002), dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, definindo o termo resíduo sólido industrial em seu Artigo 2º como sendo:

I – Resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso – quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2002).

De acordo com a Lei Nº 10.165/2000 (BRASIL, 2000), a Indústria Têxtil, de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos está enquadrada em grau médio de poluição.

A norma NBR 10.004:2004 classifica os resíduos sólidos têxteis como:

Classe A - Não Inertes podendo ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. O código de identificação para os resíduos de materiais têxteis, segundo o Anexo H da norma supracitada é A010 (ABNT, 2005).

Os produtos da indústria têxtil apresentam características próprias em função da matéria-prima empregada, dos tipos de corantes, produtos químicos entre outros (GAMBOA, 2005).

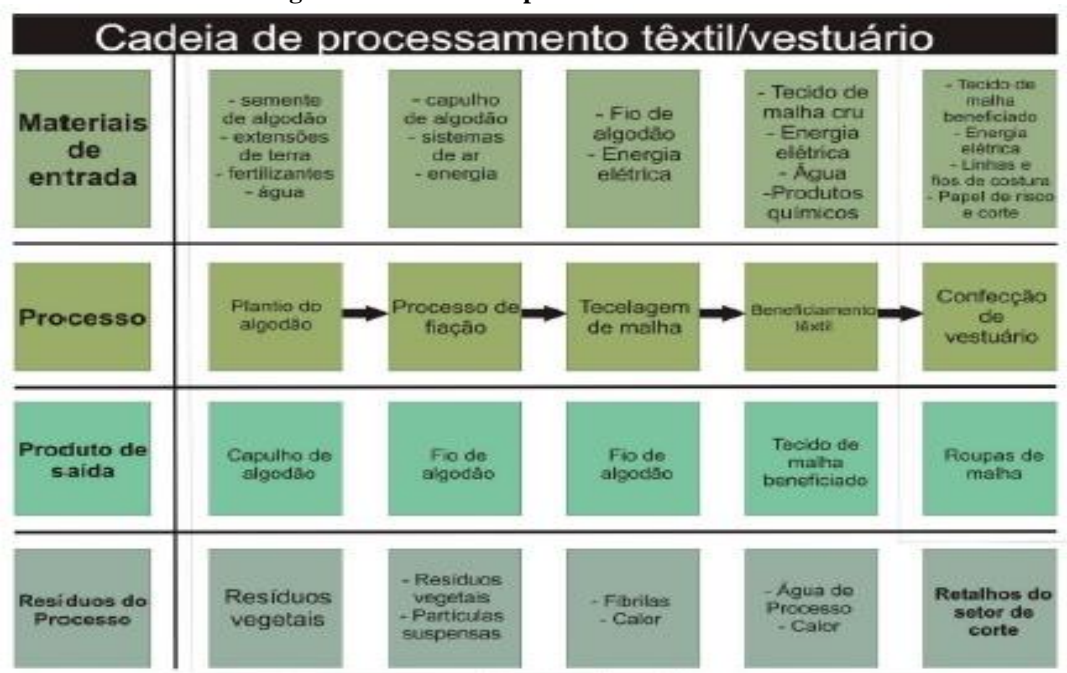
No processo de tecelagem e malharia, a formação do tecido produz relativamente pouco resíduo em comparação a outras etapas do processo, como fiação e acabamento. O principal resíduo oriundo do processo de tecelagem é a embalagem do fio, que é recebido em tubos, cones e caixas. Além disso, há também a geração de pequenas quantidades de materiais fibrosos, sendo resíduos de fios e de tecidos (EPA, 1996 apud GAMBOA, 2005).

Durante a preparação do tecido para o processo de acabamento, o tecido é limpo de impurezas que incluem lubrificantes, sujeira e outros materiais que podem prejudicar a sua qualidade. No processo de acabamento propriamente dito, em especial no processo de tingimento do tecido, há o emprego de muitos produtos químicos voláteis que são utilizados de acordo com o tipo de corante utilizado, que varia em função da fibra a ser tingida. Corantes reativos, utilizados para o tingimento de fibras de algodão, eliminam grande quantidade de cor no efluente, devido ao corante reativo não ser fixado completamente na fibra. Para o processo de alvejamento, a poluição da água não é tão significativa, pois o processo de preparação já removeu impurezas (EPA, 1996 apud GAMBOA, 2005).

No processo de corte e costura, o principal resíduo sólido proveniente deste processo são as aparas geradas durante o processo, sendo a quantidade desta determinada pela eficiência do risco para o corte e do nível de perícia dos operadores de corte e costura (EPA, 1996 apud GAMBOA, 2005).

A Figura 18 ilustra o mapeamento de alguns dos resíduos gerados durante o processo de manufatura têxtil.

Figura 18 – Cadeia de processamento têxtil



Fonte: Zonatti (2016)

De acordo com os processos e seus respectivos resíduos gerados, pode-se constatar que as etapas de preparação do tecido e de tingimento são normalmente as maiores geradoras dos impactos ambientais mais significativos do processamento têxtil devido ao alto consumo

de energia elétrica e à carga orgânica dos efluentes líquidos (EPA, 1996 apud GAMBOA, 2005).

No relatório apresentado pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG e Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM (2014) é possível verificar que durante todas as etapas de produção do setor têxtil há a geração de aspectos ambientais inerentes ao processo industrial dos quais destacam-se, os efluentes líquidos industriais, resíduos sólidos e emissões atmosféricas que, sem um controle correto para sua mitigação, possuem um potencial de geração de impactos ambientais associados às atividades desenvolvidas.

2.3.2 Impactos ambientais causados por indústrias têxteis

Em todas as fases do ciclo de vida de um produto, partindo-se dos seus processos de extração da matéria-prima, manufatura, distribuição até o descarte, há a geração de fontes potenciais de impactos ambientais, pois em cada fase há o consumo de recursos, emissão atmosféricas, geração de resíduos sólidos, entre outros (PUGLIERI, 2010).

Neste sentido, faz-se necessário definir o que são aspectos ambientais e impactos ambientais.

Segundo a ISO 14001:2015 (ABNT, 2015), aspecto ambiental é definido como “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente”.

Para Duarte (2006), impacto ambiental pode ser conceituado, de uma forma abrangente, ao conjunto de alterações, sejam elas benéficas ou adversas, ocasionadas ao meio ambiente pelas ações humanas, em relação a diversos fatores que vão além de condições físicas, químicas e biológicas, e que atingem também, portanto, questões econômicas, políticas, sociais e culturais.

Considerando-se este contexto, é importante mencionar a Resolução CONAMA Nº 01/1986, que aborda a questão em seu Artigo 1º :

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:
I- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
II- as atividades sociais e econômicas;
III- a biota;
IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
V- a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986)

Para Veiga (2016), uma organização deve manter uma estrutura que permita realizar o levantamento de aspectos e impactos ambientais, identificando os impactos significativos que necessitem de correção imediata, documentando essas informações mantendo-as atualizadas.

Tutia e Mendes (2015) elencaram alguns dos principais impactos ambientais provenientes do processo de manufatura têxtil. A partir da produção de fibras naturais, sejam elas de origem animal ou vegetal, constata-se a presença de produtos tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente como o uso de fertilizantes, inseticidas e pesticidas. Durante o processo de tecelagem há a emissão de vapores e odor de óleo de enzimação utilizados para a lubrificação e melhor deslizamento dos fios nas guias dos teares. No acabamento há a geração de efluentes originados de processos de tinturaria, estamparia e engomagem, apresentando altas concentrações de carga orgânica por matéria-prima. Além dos impactos citados anteriormente, durante toda a cadeia produtiva, em especial da fibra de algodão, há o elevado consumo de água, podendo variar de 7.000 a 29.000L/kg.

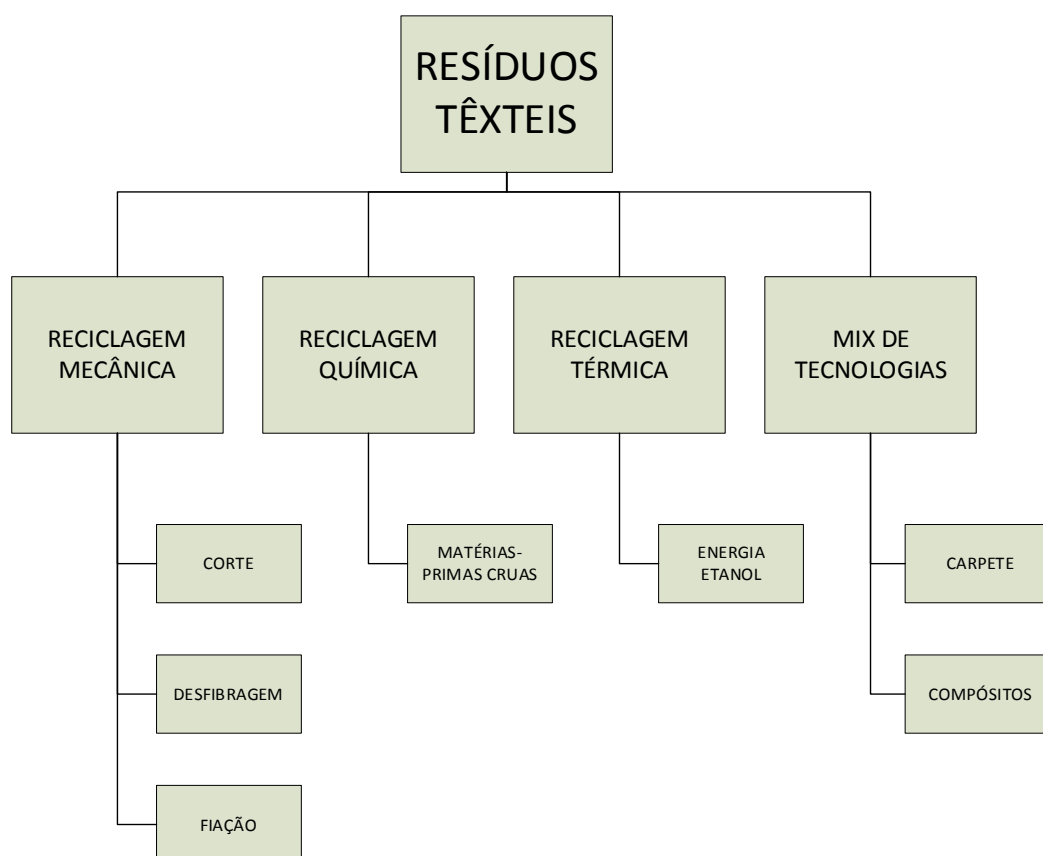
No setor têxtil, o processo produtivo é composto de várias etapas que podem ser causadoras de impactos ambientais negativos, se não tomadas as devidas precauções. Desta forma, dentro do processo de manufatura do algodão, há a incidência de agentes causadores de impactos ambientais nos mais diversos processos. (DUARTE, 2006).

Para Santos (1997), algumas ações podem ser realizadas pelas empresas do setor, para que seja possível mitigar, ou até mesmo eliminar por completo a degradação e poluição ambiental. A escolha por equipamentos, processos e insumos são características fundamentais para garantir o mínimo de impacto possível na geração dos resíduos.

2.3.3 Tratamento e disposição ambientalmente adequada de resíduos do processo produtivo de indústrias têxteis

O processo de reciclagem têxtil varia de acordo com a natureza da matérias-primas a ser reprocessada. As técnicas de reaproveitamento das matérias-primas podem ser divididas em reciclagem mecânica; reciclagem química, reciclagem térmica e mix de tecnologias conforme ilustrado no fluxograma da Figura 19 (GROUPE CTT e ITS, 2014).

Figura 19 – Fluxograma do reprocesso de matérias-primas têxteis



Fonte: Adaptado de GROUPE CTT e ITS (2014)

Gulich (2006) apud Zonatti (2016) afirma que quase 100% dos artigos têxteis são recicláveis, existindo diversos e numerosos mercados para os produtos de fibras recicladas.

De acordo com o Sindicato das Indústrias Têxteis do Estado de São Paulo – SINDITÊXTIL-SP (2014), retalhos de tecidos poderão ser facilmente reaproveitados na produção de novos artigos. Entretanto para que esta produção seja viável, é necessária a implantação de incentivos, em especial os de ordem tributária.

O processo de reciclagem mecânica pode ser realizado tanto em fibras virgens como em fibras recicladas, se diferenciando apenas em um aspecto: sugere-se que os resíduos têxteis sejam segregados previamente por composição e cor. Para realizar este processo é necessário que os resíduos passem por uma maquinário específico que faça o destrinchamento das fibras, o nome deste equipamento se chama desfibradeira ou triturador de tecidos como ilustrado na Figura 20. O material oriundo da desfibragem pode ser utilizado novamente no processo de fiação, sendo novamente introduzido na cadeia de produção têxtil (ZONATTI, 2013).

Figura 20 – Triturador de tecidos



Fonte: Lippel (2020)

A reciclagem química de fibras artificiais puras ocorre por meio da degradação da celulose pela reação de hidrólise enzimática ou hidrólise ácida. O processo de hidrólise irá transformar as fibras em glucose e sacarídeos (GROUPE CTT e ITS, 2014).

Para fibras de algodão, o processo de reciclagem térmica pode gerar a produção de energia por combustão e produção de biogás. No processo de combustão, utiliza-se uma mistura de 80% de aparas de algodão e 20% de resíduos de madeira servindo de um excelente combustível para caldeiras. Na produção do biogás, é possível por meio da realização da hidrólise do algodão previamente sucedida pelo processo de picotagem e desfibragem (GROUPE CTT e ITS, 2014).

O mix de tecnologias é empregado na reciclagem de carpetes e compósitos fibrosos. Para a fabricação de carpetes os processos mais comuns irão envolver processos de reciclagem mecânica e química. Para a fabricação de compósitos fibrosos, podem ser utilizados processos de reciclagem mecânica, química e térmica (GROUPE CTT e ITS, 2014).

2.4 Ferramentas de gerenciamento e técnicas de priorização de dados

Considerando os riscos ambientais gerados pela manufatura de produtos têxteis, faz-se necessário a priorização dos impactos com o intuito de minimiza-los. A utilização de ferramentas de gestão durante uma análise ambiental em indústrias de pequeno porte permite a realização de um diagnóstico de risco ambiental mais acurado, sendo relevante o uso de ferramentas que sejam de fácil utilização, possibilite a avaliação do risco ambiental e a adoção de ações que conduzam a organização na melhoria contínua (Nogueira *et al.*, 2011).

Uma das ferramentas de gerenciamento e priorização de dados mais utilizadas na indústria é a Análise de Modos e Potencial de Falha, do inglês *Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA. Esta ferramenta é empregada com o objetivo de aumentar a confiabilidade e reduzir a probabilidade de ocorrência das falhas, que podem resultar desde a insatisfação do cliente até mesmo colocar sua vida em risco. Essa ferramenta é um método proativo, visando a eliminação de problemas potenciais antes mesmo de sua ocorrência (PALADY, 1997).

A aplicação do FMEA abrange não apenas o produto, como também o processo produtivo. Portanto, é possível considerar o FMEA de produto como uma ferramenta que evita que falhas ocorram no produto em sua fase de projeto, enquanto o FMEA de processo busca evitar falhas que possam ocorrer na fase de processo de produção (PUGLIERI, 2010).

Para Palady (1997), as variações de FMEA devem, por sua vez, incluir cinco elementos básicos que garantam a eficiência e eficácia, sendo eles:

1. Planejar o FMEA por meio da seleção de FMEAs com maior potencial de confiabilidade;
2. Identificar os modos de falha, a causa da falha e seus efeitos;
3. Quantificar e avaliar os níveis de ocorrência, de severidade e de detecção;
4. Priorizar os modos de falha potenciais;
5. Realizar o acompanhamento por meio de ferramentas que garantam a qualidade.

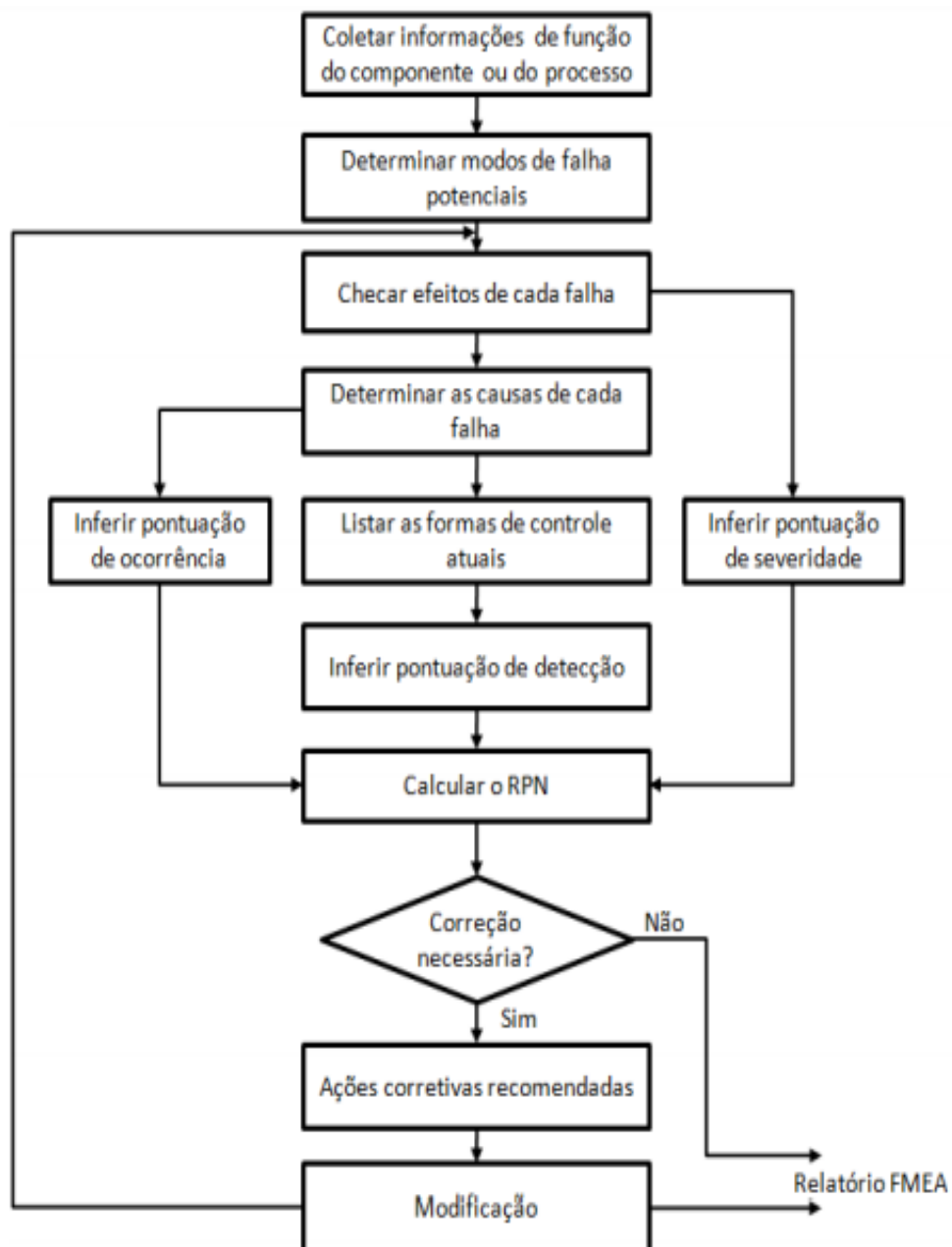
Palady (1997) afirma ainda que a utilização correta do FMEA proporciona diversos benefícios, sendo eles:

- ✓ Economia de recursos financeiros e humanos;
- ✓ Referência rápida para a solução de problemas;
- ✓ Redução de mudanças no projeto;
- ✓ Aumento na satisfação dos clientes;
- ✓ *Know-how* dos produtos e processos da organização.

Souza (2012) considera que o FMEA é um método estruturado e robusto, utilizado na identificação, priorização e eliminação de falhas mais críticas, sendo aplicado em processos e produtos existentes ou novos.

Teng e Ho (1996 apud Souza, 2012) detalham os passos para aplicação de um FMEA na forma de fluxograma, observado na Figura 21.

Figura 21 – Fluxograma de aplicação de FMEA



Fonte: Souza (2012)

Para Puglieri (2010), antes da aplicação do FMEA, faz-se necessário realizar uma etapa de planejamento, com o intuito de selecionar o grupo de aplicação, o responsável pelo FMEA, quais produtos/processos serão trabalhados e a forma de abordagem sendo que os membros da equipe de aplicação do FMEA devem ser de cinco a sete indivíduos que possuam compreensão sólida sobre os requisitos e exigências do projeto .

Palady (1997) apresenta a tabela do FMEA, conforme ilustrado na Figura 22 na há descrição de cada campo a ser informado na amostragem:

Figura 22 – Tabela de FMEA

FMEA ¹										
CABEÇALHO										
Nome Peça	Função	Modo de Falha	Efeito	Causa	S ²	O ³	D ⁴	RPN ⁵	Ações recomendadas	Status

Fonte: Adaptado de Palady (1997)

No cabeçalho devem ser inseridas informações como a descrição do produto/processo, a equipe de FMEA, os documentos que podem ser alterados e também informações como as datas de revisões já realizadas e seus responsáveis.

No campo “Nome¹ Peça” deve-se descrever o nome do produto, processo ou componente a ser analisado; o campo “Função” é para a descrição de todas as funções, incluindo as formas incorretas de utilização; e o “Modo de Falha” deve-se descrever como a função deixará de desempenhar seu papel, sendo normalmente uma expressão negativa da função.

Já em “Efeito” são apresentadas as consequências resultantes do modo de falha sob o ponto de vista do cliente final, informações podem ser obtidas por meio do conhecimento técnico da equipe responsável pela elaboração do FMEA; e em “Causa” serão expostas as razões que levam ao acontecimento do modo de falha, sendo sugerido incluir apenas as causas principais, isto é, as mais representativas.

¹ *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise de Modo de Falha e Efeito) – FMEA

² Severidade – S

³ Ocorrência – O

⁴ Detecção – D

⁵ *Risk Priority Number* (Número de Prioridade de Risco) – RPN

Em “S” (severidade), é realizada a mensuração do índice de risco para a segurança do cliente e as consequências para a organização. Para a severidade, as notas atribuídas variam de um a 10, sendo um o menor risco e 10, o maior risco.

A coluna “O” (ocorrência) busca identificar a frequência em que o modo de falha ocorre, atribuindo-se nota um quando a chance de ocorrer é remota e 10 quando a ocorrência é certa.

O campo “D” (detecção) tem como objetivo mensurar a chance de se detectar o modo de falha antes que chegue ao cliente ou ao próximo processo. Para esta situação, quando menor a nota, melhor é o método de detecção, sendo então menor a chance de que ocorra a falha.

O “RPN” (*Risk Priority Number*) tem como objetivo medir o risco do modo de falha, sendo calculado por meio do produto da Severidade, Ocorrência e Detecção (PUGLIERI, 2010). Por meio do resultado desses índices avalia-se se há ou não a necessidade de implementar ações recomendadas.

O campo “Ações Recomendadas” corresponde às ações que se fazem necessárias para minimizar o risco identificado pelo RPN e o “Status” se refere à situação em que a ação recomendada se encontra: em andamento, concluída, etc.

Para que uma ação seja tomada em função do RPN, é necessária sua interpretação que, de acordo com Palady (1997) apud Puglieri (2010), pode ser de duas formas diferentes: tradicional e pró-ativa.

A tradicional sugere que os índices com maior valor de RPN tenham prioridade no processo de tomada de decisão; já a segunda dá prioridade aos modos de falha com maior grau de severidade e de ocorrência (PUGLIERI, 2010).

Desta forma, a elaboração do FMEA tem como objetivo priorizar os principais problemas existentes em um processo ou produto, podendo ser aplicado em diversos setores não se restringindo apenas ao industrial (SOUZA, 2012).

3 MÉTODOS CIENTÍFICOS

O processo de investigação científica está relacionado com um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos para atingir seus objetivos, isto é, os métodos científicos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

É importante diferenciar o significado de método e pesquisa. Método é a forma de pensar para que seja possível chegar à natureza de um determinado problema. Já a pesquisa, refere-se ao modo científico empregado para se obter conhecimento da realidade empírica, sendo um processo formal e sistemático para o desenvolvimento do método científico (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para que uma pesquisa seja estruturada, é necessário identificar o critério em que o estudo está estruturado e o seu objetivo. Um estudo de caso está estruturado pelo critério de procedimento técnico. Este critério é apropriado quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco encontra-se em eventos contemporâneos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para Yin (2001), um estudo de caso pode ser definido como uma investigação empírica que “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Um estudo de caso pode estar restrito a uma ou também a várias unidades, sendo então caracterizado como único ou múltiplo. Podem-se definir as unidades como indivíduos, organizações, processos e outros (YIN, 2001). Assim, o método científico adotado nesta pesquisa será o estudo de caso único, realizado durante a disciplina de Estágio Supervisionado, em 2019, uma indústria têxtil na cidade de Votorantim-SP, a Cesamar.

A participação do pesquisador em todos estes processos caracteriza esta pesquisa como uma pesquisa-ação.

Prodanov e Freitas (2013), argumentam que em uma pesquisa-ação os pesquisadores e os participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, sendo realizada em estreita associação a uma ação ou com a resolução de um problema coletivo.

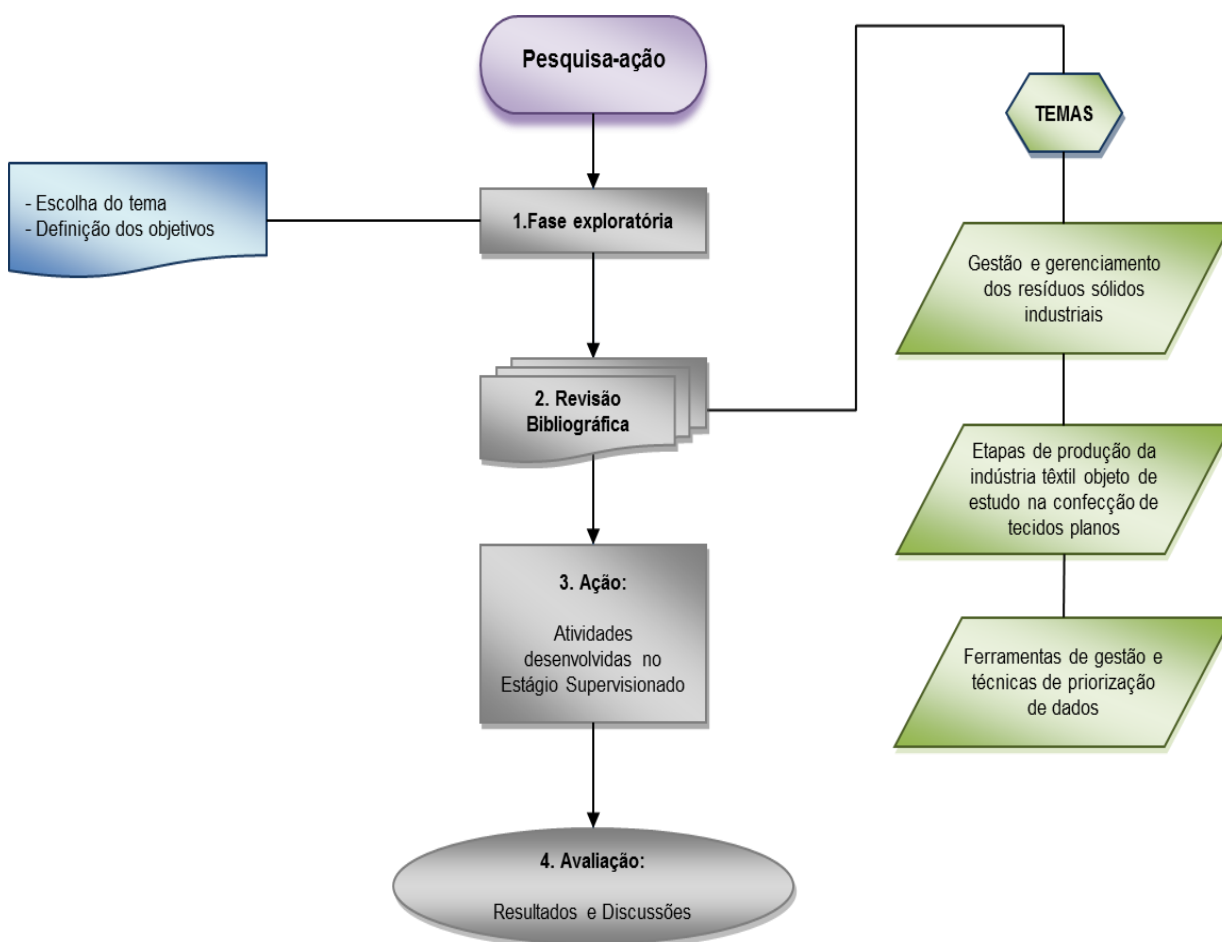
Para Oliveira (2011), o conceito de pesquisa-ação está relacionado na identificação de problemas que sejam relevantes em uma situação investigada. Após a identificação, define-se um programa de ação para que seja possível a resolução do problema e o acompanhamento dos resultados obtidos.

Para que ocorra uma pesquisa-ação, deverá haver um interesse coletivo na resolução de um problema. Neste tipo de pesquisa, pesquisadores e participantes estão envolvidos de forma cooperativa, pois este tipo de pesquisa não se refere apenas a um simples levantamento de dados ou relatórios, com este tipo de pesquisa os pesquisadores tem o objetivo de desempenhar um papel ativo na realidade dos fatos observados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Ainda que não haja uma sequência definida, basicamente o processo de pesquisa-ação pode ser definido em quatro fases: exploratória, levantamento de dados, ação e avaliação (THIOLLENT, 1998 apud OLIVEIRA, 2011).

Na figura 23 é possível observar o fluxograma contendo as principais fases do trabalho desenvolvido.

Figura 233 – Fluxograma da pesquisa-ação



Fonte: Próprio autor (2020)

A fase exploratória ocorre quando pesquisadores e outros elementos da organização identificam em conjunto os problemas de pesquisa e a função de cada participante. Durante a fase de levantamento de dados é realizada pesquisa em diversas fontes para que seja possível obter todos os dados que estejam relacionados com o problema. Na etapa de ação, é realizada a avaliação dos resultados da coleta e o levantamento de propostas para as ações da pesquisa realizada e na fase de avaliação são realizados a observação e o resgate das experiências obtidas durante o processo de pesquisa-ação (THIOLLENT, 1998 apud OLIVEIRA, 2011).

A proposta metodológica da pesquisa-ação, do ponto de vista científico, tem como objetivo oferecer subsídios para organizar uma pesquisa de forma convencional com importante papel a desempenhar (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A coleta de dados deste trabalho foi realizada por meio da observação e participação nas atividades desempenhadas durante o Estágio Supervisionado do curso de Engenharia Ambiental EaD da UFSCar entre os meses de Maio a Julho de 2019. Os resíduos sólidos estudados durante esse período são aqueles oriundos do processo de fabricação dos artigos têxteis produzidos na indústria estudada.

3.1 A indústria pesquisada – Cesamar

A Cesamar é uma indústria com atividades voltadas à produção de tecidos planos de algodão e mistos. Fundada em 1972, passou por períodos de expansão, crescimento e também de crise (informação verbal)¹.

Inicialmente o foco principal da indústria era a realização de facção (mão-de-obra) para empresas circunvizinhas e também de outros estados. Com o passar do tempo, este tipo de oferta de trabalho foi tornando-se escasso, fazendo com que a indústria precisasse remodelar seu conceito de trabalho (informação verbal)¹.

Com isso, houve a iniciativa de produzir produtos com sua própria marca para comercialização no mercado interno, surgindo então a linha de panos de limpeza Cesamar, Paulista e Encanto (informação verbal)¹.

Localizada em um ponto estratégico no estado de São Paulo (a 100 km da capital do estado) e próximo à Rodovia Raposo Tavares, seu mercado principal é a cidade de São Paulo, especificamente a região do Brás e Bom Retiro. A indústria conta atualmente com um quadro de cerca de 40 funcionários que atuam nos mais diversos setores do processo produtivo, bem como no de suporte à produção (informação verbal)¹.

Durante o estágio realizado, foram desenvolvidas atividades para a implantação do projeto “Ces-Limp”, que teve enfoque em estabelecer ferramentas de gestão e aplicá-las ao chão de fábrica, direcionando o descarte dos resíduos sólidos e industriais para que não sejam dispensados em locais inadequados e que, conseqüentemente, possam prejudicar os ecossistemas do entorno.

No início do projeto, foram estabelecidas metas organizadas de forma cronológica, com o intuito de obter êxito na sua execução, sendo estas:

- I. Identificar os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente;
- II. Estabelecer métodos para a destinação correta dos resíduos sólidos industriais;
- III. Quantificar o custo da implantação desses métodos, bem como seu retorno;
- IV. Aplicar os métodos de modo a eliminar/mitigar os riscos;²
- V. Conscientizar os funcionários e os demais *stakeholders* (vizinhança ao entorno da indústria; fornecedores; clientes) da importância do descarte correto dos resíduos gerados no processo produtivo.

Para o cumprimento das metas foi designada uma equipe multiprofissional. Durante o período de estágio, foi possível a participação ativa do pesquisador, auxiliando e acompanhando as seguintes atividades:

1. Fluxograma dos processos produtivos da indústria;
2. Identificação dos locais de descarte de resíduos atuais;
3. Levantamento dos riscos do descarte inadequado;
4. Análise dos modos de falha e elaboração do FMEA;
5. Indicação de novos pontos de descarte e coleta seletiva e instalação em toda a planta;
6. Elaboração de cartilha sobre o descarte correto dos resíduos e os impactos gerados;
7. Avaliação do consumo de energia elétrica.

Todas as informações descritas abaixo foram extraídas do Relatório de Estágio Supervisionado (METIDIARI, 2019).

² Fala do diretor da concedente do Estágio Supervisionado, Waldemar Eduardo, em julho de 2019.

3.2 Coleta de dados

3.2.1 Fluxograma dos processos produtivos da indústria

Para a elaboração do fluxograma, foi realizado um acompanhamento *in loco* em todos os setores produtivos da empresa, identificando-se desde a entrada da matéria-prima até a saída do produto confeccionado, devidamente embalado e pronto para o envio ao cliente final. Todas as informações a respeito do fluxo produtivo foram anotadas em campo e posteriormente compiladas em arquivo digital.

Utilizando-se o software Microsoft Visio 2016, foi realizado o fluxograma do processo produtivo, elencando-se todos os passos, desde a chegada da matéria-prima até a embalagem do produto final.

3.2.2 Identificação dos locais de descarte de resíduos

Utilizando-se o *software* computacional AutoCAD 2012, foi possível identificar no *layout* do perímetro da indústria os pontos de descarte de resíduos, bem como mapear o fluxo de pessoas e do processo produtivo como um todo.

O objetivo principal da identificação foi analisar se o posicionamento desses pontos de descarte é realmente efetivo no que diz respeito ao descarte correto e do resíduo correto no local correto. Além disso, a análise via software possibilitou ter uma visão de toda a indústria, auxiliando no reconhecimento e mapeamento do fluxo dos processos produtivos bem como o caminho que os resíduos traçam até chegar ao destino final que é a garagem de saída da indústria ou os fundos da mesma para descarte final.

Após identificado todos os pontos de descarte dos resíduos, o próximo passo foi realizar uma inspeção ponto a ponto desses locais para analisar durante alguns dias a quantidade e a qualidade dos resíduos descartados, bem como se os mesmos estavam sendo segregados de forma correta ou não.

A visita *in loco* foi realizada utilizando-se os EPIs adequados para evitar o contato das mãos com os resíduos. A luva recomendada pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT, para uso foi de látex envernizada com revestimento interno evitando o risco de cortes e de contato com reagentes químicos ou outros resíduos orgânicos.

Os resíduos foram pesados (Balança Filizola com capacidade de 150 kg) em todos os 10 pontos de descarte. Os dados foram então consolidados em uma planilha para posterior análise.

Com os dados coletados, foi possível realizar uma projeção de consumo para o mês e ano. Ainda que os dados sejam poucos, todavia, é importante ressaltar que essa informação reflete o dia-a-dia da indústria, podendo haver oscilações em relação à quantidade.

3.2.3 Levantamento dos riscos do descarte inadequado

O levantamento dos riscos foi realizado por equipe multifuncional, que mapeou todo o fluxo produtivo e seus insumos gerados.

Considerando a quantidade e qualidade dos resíduos, analisaram-se os impactos gerados por esses resíduos no meio ambiente, bem como para a população do entorno. Todos esses riscos foram relacionados e segregados por processo.

Esses riscos serão posteriormente tratados, analisando-se a forma como é possível evitá-los, mensurando os efeitos gerados por meio de indicadores de Severidade, Ocorrência e Detecção (que consiste na base para elaboração do FMEA).

3.2.4 Análise dos modos de falha e elaboração do FMEA

A análise dos modos de falha foi realizada baseando-se nos riscos levantados quanto ao descarte inadequado. Por meio destes dados, considerou-se como os resíduos descartados poderiam causar impactos ambientais, principalmente no entorno da indústria.

Por meio do FMEA, foi possível consolidar os dados levantados anteriormente (riscos e modos de falha), elencando-os por processo produtivo. Após a consolidação de todas as informações, mensurou-se o risco potencial de cada uma por meio de indicadores, com valores de um a 10.

Com o levantamento destes indicadores, é possível calcular o Risk Priority Number - RPN, que consiste na multiplicação de Severidade x Detecção x Ocorrência. Segundo o manual AIAG (*Automotive Industry Action Group*), utilizado para elaboração do FMEA. RPNs com pontuação acima de 90 requerem um plano de ação para melhorias.

3.2.5 Indicação de novos pontos de descarte e coleta seletiva e instalação em toda a planta

Utilizando-se da planta de *layout* da indústria, estabeleceram-se novos pontos de descarte de resíduos e também de coleta seletiva, em substituição aos pontos de descarte anteriores. O principal objetivo destas ações foi garantir que o descarte de todos os resíduos ocorreria de forma coerente, evitando o risco de transbordamento dos recipientes e o descarte inadequado por falta de recipientes em determinados locais da indústria.

Após a caracterização dos tipos de resíduos e do levantamento dos riscos ambientais, foi possível identificar o tipo de recipientes (lixeiras) mais adequado para cada setor, baseando-se na quantidade de resíduo identificado. Por meio do *software* AutoCAD, foi realizada então a atualização do *layout* de disposição das lixeiras, demarcando-as em locais de grande circulação para favorecer o descarte consciente e correto por parte dos/as colaboradores/as.

3.2.6 Elaboração de cartilha sobre o descarte correto dos resíduos e os impactos gerados

Para garantir que os funcionários realizassem o descarte de forma correta e direcionada, foi necessário orientá-los como proceder quanto ao descarte dos resíduos em cada recipiente.

Assim, por meio de material da Internet, figuras e textos buscou-se utilizar uma linguagem simples e acessível a todos os funcionários, promovendo uma cartilha com o objetivo de orientá-los a agir de forma mais sustentável dentro da indústria, não somente para que os resíduos fossem descartados em seus respectivos recipientes, mas para que houvesse maior conscientização no consumo adequado de cada produto, de modo a tentar uma diminuição na geração de resíduos.

3.2.7 Avaliação do consumo de energia elétrica

A avaliação do consumo de energia elétrica à época teve por objetivo analisar as possibilidades de se reduzir esse consumo por meio de ações simples e que não demandem altos investimentos ou troca de equipamentos.

Para isto, foi realizado o levantamento do histórico de consumo de 15 meses entre o ano de 2018 e 2019 para se obter uma média de consumo. Concomitantemente, buscou-se

identificar soluções alternativas com o intuito de reduzir esse consumo e também, conseqüentemente, o custo da energia elétrica para a indústria.

Analisando toda a fábrica, observou-se que há um elevado número de lâmpadas que ficam acesas durante o dia. Como proposta piloto, na tecelagem foram instaladas telhas translúcidas, com o intuito de não se utilizar mais a iluminação artificial, utilizando-se durante o dia (das 7h às 17h) a luz natural.

O consumo deste tipo de lâmpada se dá pela equação 1.

$$\text{Consumo Lâmpada HO} = \text{Potência Média Lâmpada (W)} \times \text{Utilização/Dia (h)} \times \text{Qtde de dias} \quad (1)$$

Para a análise do retorno sobre o investimento, utiliza-se a equação 2.

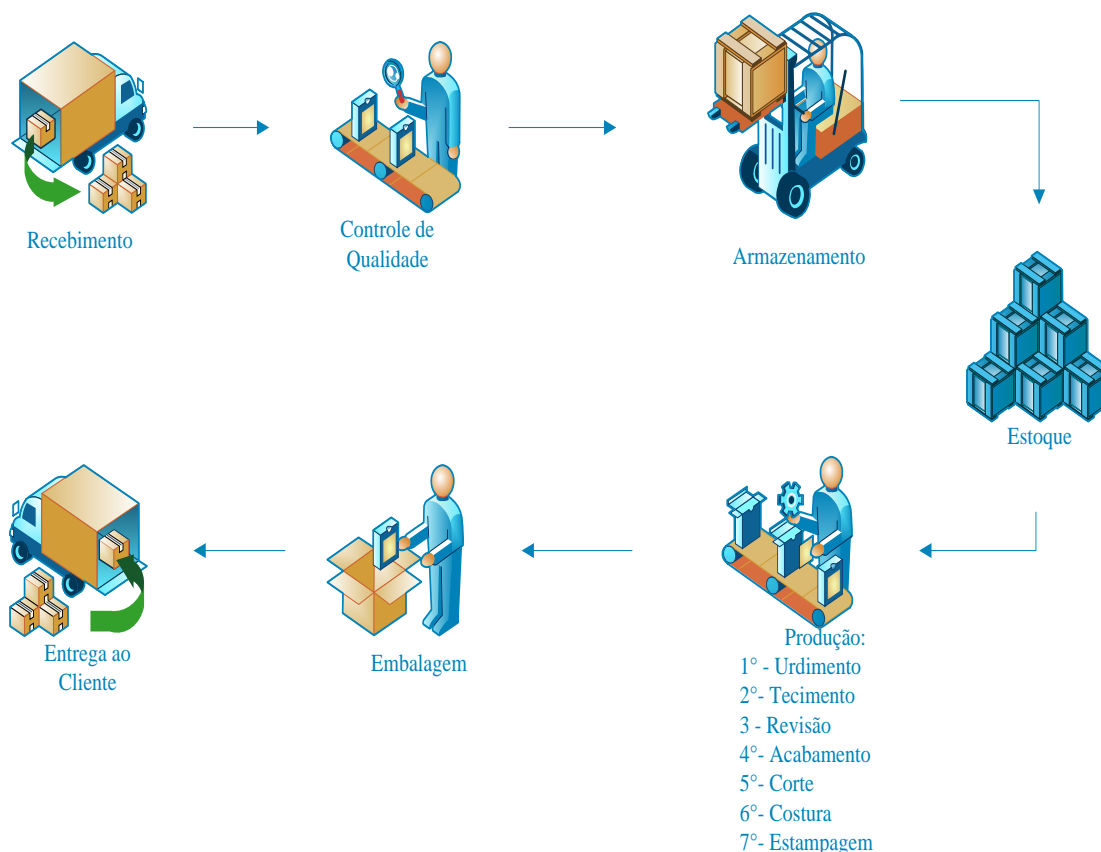
$$\text{ROI (Retorno sobre o Investimento) [meses]} = \text{Investimento [R\$]} / \text{Economia [R\$]}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Fluxograma dos processos produtivos da indústria

A Figura 23 ilustra exatamente o processo de produção dos artigos manufaturados na indústria estudada.

Figura 244 – Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Próprio autor (2019)

O primeiro setor analisado na indústria em estudo é o recebimento. É neste setor em que ocorre o recebimento da matéria-prima que será posteriormente processada e transformada no produto final (tecido acabado). Após a chegada no recebimento, uma amostra da matéria-prima é enviada ao controle de qualidade que por meio de análises físico-químicas irá verificar se a procedência do material e suas características atendem aos parâmetros mínimos de qualidade para que sejam liberados para manufatura. Estando aprovada, a matéria-prima é enviada para o estoque onde ficará armazenada para que seja na sequência processada.

Na seção de urdimento, a matéria-prima é disposta em gaiolas onde os fios são direcionados a um pente e enrolados em um rolo seccionador como ilustrado na Figura 24. Este processo é realizado em diversas partes de fios chamados de portadas. Nas portadas, uma determinada quantidade de fio é enrolada no rolo até atingir a quantidade necessárias para a formação de um rolo, que será encaminhado para a seção de tecelagem.

Figura 255 – Gaiola da urdeira



Fonte: Próprio autor (2019)

Na tecelagem, o rolo é posicionado no tear (Figura 25) que quando acionado, realiza uma série de movimentos que irão promover o processo de tecimento, inserindo o fio em um canal chamado cala (Figura 26) que é alternadamente modificada formando o desenho do tecido. Todo o tecido é enrolado (Figura 27) e quando atinge uma determinada metragem, o tecelão (profissional responsável pelos teares) corta peça devidamente enrolada e encaminha para a revisão e posterior acabamento.

Figura 266 – Rolo de urdume posicionado no tear



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 277 – Cala de um tear



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 288 – Rolo de tecido enrolado no tear



Fonte: Próprio autor (2019)

No processo de revisão, o tecido já disposto em rolos chamado peças são desenrolados e enrolados novamente. Entretanto, entre o desenrolar e o enrolar, o tecido é analisado visualmente, podendo-se verificar a presença de falhas do processo de tecimento. Havendo alguma anomalia significativa como alinhavos, canastra, cortes de trama, a região onde há o defeito é cortada e a peça enrolada novamente.

Após a revisão, as peças são encaminhadas para o acabamento. Neste setor o tecido chamado cru sofre diversos processos físico-químicos para que sejam beneficiados e transformados em tecido acabado como pode ser observado na Figura 28.

Figura 299 – Tecido cru x tecido acabado



Fonte: Próprio autor (2019)

O processo de beneficiamento se inicia na purga onde todas as impurezas provenientes de processos anteriores e que estão presentes no tecido cru são removidas. Após purgado, o tecido é encaminhado para uma máquina chamada Barca. É nesta máquina que é realizado o alvejamento (branqueamento do tecido). Ao finalizar o alvejamento do material, ele é enrolado em carrolões e encaminhados para o processo de secagem.

Os equipamentos utilizados para realizar a secagem do tecido chamam-se, respectivamente, Secadeira de Tambor e Rama respectivamente na Figura 29 e Figura 30. No primeiro equipamento, o tecido é pré-secado e na sequência encaminhado para a Rama que será responsável por esticá-lo na largura final e então finalizar sua secagem, saindo do equipamento e sendo enrolado novamente, devidamente seco e acabado.

Figura 30 – Secadeira de tambor



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 31 – Rama



Fonte: Próprio autor (2019)

Na seção de corte, as peças de tecido são desenroladas e sobrepostas em camadas sobre uma mesa de madeira como apresentado na Figura 31. Após desenrolar uma determinada quantidade de tecido, inicia-se a marcação sobre esse material para que seja realizado o corte.

Figura 32 – Setor de corte



Fonte: Próprio autor (2019)

Finalizado o corte dos tecidos, é realizado o empacotamento em fardos para que sejam encaminhados para o setor de costura. Neste setor é realizada uma bainha (um tipo de dobra na lateral do tecido) com a finalidade de dar o acabamento final no produto a ser comercializado. Após realizar a costura, todo material é direcionado para o processo de estampagem para que seja realizado a pintura dos tecidos por meio do processo de Silk-Screen. Finalizado a estampagem do material, aguarda-se a secagem para que na sequência o material seja embalado e empacotados para envio ao cliente final.

4.2 Identificação dos locais de descarte de resíduos atuais

Da Figura 32 a 35 é apresentado o *layout* da indústria estudada. Os locais destacados em azul correspondem à localização em que estão situados os pontos de descarte atuais de resíduos. As setas apresentadas nos *layouts* correspondem à movimentação dos produtos durante o processo produtivo. Essa identificação é importante, pois por meio dessa movimentação será possível analisar o posicionamento mais estratégico dos locais para descarte de resíduos.

Figura 33 – Layout com os pontos atuais de descarte de resíduos



Fonte: Próprio autor (2019)

O mapeamento do fluxo das atividades realizadas na empresa inicia-se no recebimento da matéria-prima. Na Figura 33, a seta de cor amarela corresponde à entrada do material que chega ao caminhão para ser descarregado. O descarregamento do material é realizado no setor de Recebimento conforme identificado pela seta de cor verde. Juntamente ao recebimento está o Controle de Qualidade – CQ, local onde é realizada a análise amostral do produto para constatar sua procedência e liberá-la para a produção. Ao receber uma Ordem de Produção, a matéria-prima é deslocada para a Urdideira realizar o urdimento do fio, o que é demonstrado pela seta roxa.

Figura 34 – Fluxo de recebimento e urdideira



Fonte: Próprio autor (2019)

Obedecendo a sequência do processo produtivo, a seta vermelha na Figura 34 corresponde à movimentação de rolos de urdume da Urdideira até a seção de Tecelagem para neste momento transformar o fio em tecido. Feito o tecimento do produto nos teares presentes neste salão, as peças de tecido enroladas em roletes são encaminhadas para o setor de revisão para que essas sejam revisadas e avaliadas. A seta dourada representa as peças direcionadas ao acabamento para beneficiar o tecido de estado natural (cru) para o tecido acabado após a revisão.

Figura 35 – Fluxo da tecelagem ao acabamento



Fonte: Próprio autor (2019)

A seta amarela na Figura 35 corresponde à movimentação realizada do acabamento até a seção de corte que realizará o corte dos tecidos acabados para transformá-los no produto final. A seta vermelha mostra o fluxo do tecido transportado em “fardos” até a seção de costura, onde ele será acabado para posteriormente receber uma pintura chamada de estampa. Essa estampa é realizada no mesmo setor de costura - porém, em espaços separados. A seta verde mostra o fluxo do material após a estampagem, sendo direcionado ao estoque para posterior venda e entrega ao cliente final.

Figura 36 – Fluxo do acabamento ao estoque



Fonte: Próprio autor (2019)

Observando-se os *layouts* e o fluxo dos insumos, é possível constatar que quase todos os pontos de descarte de resíduos dos processos envolvidos estão posicionados de forma estratégica na rota dos produtos que são transportados de um setor para outro. Apenas a tecelagem e o setor de costura apresentam-se com pontos de descarte deslocados da rota dos materiais.

Do ponto de vista de processo, é visível como há fluxos cruzados que tendem a diminuir a eficiência do processo produtivo, gerando também perdas no transcorrer do caminho. Além disso, é possível citar questões logísticas, pois o armazenamento dos resíduos deve ser segregado de forma correta e responsável, de acordo com a NBR 10.004:2004.

4.3 Levantamento dos riscos do descarte inadequado

Para o levantamento dos riscos do descarte inadequado foi realizado o acompanhamento *in loco* em todos os setores da indústria. Obteve-se então, com esse acompanhamento, informações relevantes para elencar os riscos do descarte dos resíduos provenientes do processo produtivo. Durante esse acompanhamento, foi possível caracterizar e analisar pontos de descarte de resíduos que não apresentam identificação e estão alocados de forma precária, não atendendo à classificação do item 4.2 da norma NBR 14.001:2004 e diversos objetivos presentes no Artigo 7 da Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Em cada setor visitado, encontrou-se o descarte de resíduos sem identificação ou com identificação irregular. A falta de identificação ou a identificação irregular dos resíduos impedem a destinação correta, estando em desacordo com a NBR 10.004:2004. A classificação segundo esta norma favorece a classificação de acordo com o tipo de resíduo e sua periculosidade. Portanto, a não identificação pode gerar consequências graves como a destinação incorreta de resíduos perigosos que podem vir a contaminar os locais onde serão depositados, ou até mesmo trazer prejuízos à saúde humana.

Nos setores de urdimento e tecelagem, as embalagens encontradas não estão identificadas nem separadas de acordo com o tipo de material (metal, plástico, outros). A destinação deste tipo de embalagem é duvidosa, sendo que algumas permanecem para que sejam utilizadas para outras finalidades não relacionadas às funções para as quais foram concebidas (Figuras 36 e 37).

Figura 37 - Descarte de embalagens na urdideira



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 38 - Descarte de embalagens na tecelagem



Fonte: Próprio autor (2019)

As Figuras 38 e 39 evidenciam que além do descarte de embalagens metálicas, na tecelagem também foi identificada a presença de papelão, plásticos e estopas que estavam posicionados em diversos pontos do setor sem identificação e alguns misturados com outros tipos de materiais.

Figura 39 - Descarte de estopas e plásticos misturados



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 40 - Descarte de embalagens plásticas depositados em local inapropriado



Fonte: Próprio autor (2019)

Outro agravante identificado neste mesmo setor foi a presença de lâmpadas fluorescentes queimadas do tipo High Output (HO), conforme ilustrado na Figura 40, que não foram descartadas nos pontos presentes no município. Essas lâmpadas foram colocadas no chão, em local de pouco tráfego de pessoas; no entanto, esta forma de descarte não se enquadra nos requisitos da norma NBR 10.004:2004, que dispõe sobre a classificação dos resíduos e classifica as lâmpadas fluorescentes como resíduo classe I (perigoso) (ABNT, 2005).

Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, pela lei Nº 12.305/2010 cita:

Art.33 – São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

(...)

V – lâmpadas fluorescentes, e de vapor de sódio e mercúrio de luz mista; (BRASIL, 2010).

Figura 41 - Descarte de lâmpadas fluorescentes em local inadequado



Fonte: Próprio autor (2019)

Considerando a classificação segundo a NBR 10.004:2004, o descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes favorece a contaminação do meio ambiente onde este produto foi descartado. As lâmpadas fluorescentes em sua composição química possuem mercúrio, um metal pesado e prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana.

Para eliminar o risco de contaminação, uma opção é a utilização de lâmpadas do tipo Light Emitting Diodo – LED. Este tipo de lâmpada possui em sua composição alumínio, estanho, cobre e níquel, além de plástico, componentes eletrônicos, fenóis e vidro. Comparado com a lâmpada fluorescente, as lâmpadas tipo LED não possuem nenhum componente nocivo ao meio ambiente, possuem maior durabilidade e melhor custo benefício.

Na revisão e no acabamento, também se evidencia uma série de resíduos posicionados de forma dispersa e sem nenhuma identificação. As Figuras 41 e 42 ilustram essa situação, sendo que alguns se encontram misturados com outros materiais.

Figura 42 - Descarte de sacos plásticos e estopa misturados



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 43 - Mistura de sacos plásticos e tubetes de papelão



Fonte: Próprio autor (2019)

No setor de costura e estampagem, constatou-se o descarte de resíduos de forma misturada e sem qualquer identificação, conforme apresentado na Figura 43.

Figura 44 - Descarte impróprio de plástico como residual de tinta



Fonte: Próprio autor (2019)

O plástico proveniente da estamperia apresenta normalmente pigmentos residuais e pasta base, ambos solúveis em água. Porém, devem ser monitorados devido ao risco de ser nocivos (quando em doses elevadas) aos seres aquáticos, conforme a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos - FISPQ do produto Pasta Clear CL do fornecedor Plasticores. Além disso, na Figura 43 também se observa que o residual de plástico está misturado a restos de estopa de poliéster presentes no local onde há também o descarte de plásticos.

As embalagens de pigmento estão alocadas todas em um saco de ráfia (Figura 44) posicionada na estamperia, porém, sem uma identificação quanto ao tipo de material a ser descartado neste saco/local.

Figura 45 - Descarte impróprio de embalagens de pigmento e cola



Fonte: Próprio autor (2019)

Com base nos resultados listados acima, evidenciam-se diversos riscos e o não enquadramento da indústria estudada aos critérios presentes na NBR 14.001/2004 e na PNRS. O agravante maior, além do não enquadramento na legislação ambiental vigente, é o risco em que trabalhadores e a comunidade está exposta pelo descarte incorreto desses resíduos muitos nocivos à saúde.

Outro ponto importante evidenciado foi a falta de capacitação e orientação dos funcionários quanto à segregação correta dos resíduos na indústria pesquisada.

Para Schalch (2002), é consenso entre os especialistas na área a urgência em se adotar um sistema de manejo adequado dos resíduos, com uma política definida e uma gestão que garanta a melhoria na qualidade de vida, promovendo práticas recomendadas para a saúde pública e o saneamento ambiental. Além disso, o manejo dos resíduos sólidos depende de diversos fatores como a forma de geração, o acondicionamento na fonte geradora, a coleta, o transporte, o processamento, a recuperação e a disposição. Desta forma, é importante a criação de um sistema dirigido pelos princípios de engenharia e técnicas de projetos para possibilitar a construção de dispositivos capazes de propiciar a segurança sanitária nas comunidades contra os efeitos adversos dos resíduos sólidos.

Baseado no estudo do autor supracitado e nas informações obtidas durante o levantamento dos dados, é possível compreender a importância da participação de todos os setores da sociedade, bem como da indústria estudada. O atendimento aos requisitos legais da legislação vigente não apenas fará com que se evitem multas, mas, acima disso, proporcionarão melhor qualidade de vida para a comunidade que vive no entorno e também aos funcionários que atuam nesse local. Até o momento em que o levantamento foi realizado, não se identificou uma consonância o mínimo necessário para que se haja uma gestão de resíduos eficiente; entretanto, vislumbra-se uma oportunidade para a melhoria contínua e a aplicação de diversas ferramentas para elencar os riscos potenciais e seus efeitos e impactos gerados, para daí então tomar ações que venham a mitigar tais riscos.

4.4 Análise dos modos de falha e elaboração do FMEA

Após o levantamento dos riscos obtidos, foi elaborada uma Análise dos Modos de Falha e Efeito Potencial - FMEA. Para a utilização dessa ferramenta, obteve-se o TOP 3 de todos os riscos levantados. As legendas dos critérios de Severidade, Ocorrência e Detecção utilizadas para se orientar em relação aos dados do FMEA estão descritas, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – FMEA: Severidade.

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO
1	Risco mínimo ou insignificante
2	Risco mínimo porém significativo
3	Risco mínimo com baixo impacto
4	Risco mínimo com alto impacto
5	Risco médio com baixo impacto
6	Risco médio com alto impacto
7	Risco grave com baixo impacto
8	Risco grave com alto impacto
9	Risco gravíssimo com aviso prévio
10	Risco gravíssimo sem aviso prévio

Fonte: Próprio autor (2019)

Tabela 2 – FMEA: Ocorrência.

OCORRÊNCIA	PROBABILIDADE
1	10%
2	20%
3	30%
4	40%
5	50%
6	60%
7	70%
8	80%
9	90%
10	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Tabela 3 – FMEA: Detecção.

DETECÇÃO	DESCRIÇÃO
1	Detectado imediatamente a olho nú
2	Detectado imediatamente com ajuda de instrumentos
3	Detectado imediatamente com ajuda de terceiros
4	Detectado gradualmente a olho nú
5	Detectado gradualmente com ajuda de instrumentos
6	Detectado gradualmente com ajuda de terceiros
7	Difícil detecção a olho nú
8	Difícil detecção com ajuda de instrumentos
9	Difícil detecção com ajuda de terceiros
10	Detecção quase impossível

Fonte: Próprio autor (2019)

Com as informações obtidas pelo levantamento dos riscos do descarte inadequado e por meio de discussões entre uma equipe multifuncional, elencaram-se diversos modos de

falha e seus efeitos potenciais. Dentre os principais modos de falha obtidos, foram identificados três que possuíam o maior NPR do FMEA e por meio dessa constatação, elaborou-se então um plano de ação para a contenção dos riscos identificados.

Os três principais modos de falha foram elencados na Tabela 4, utilizando-se o formulário da ferramenta FMEA, em que é possível identificar as potenciais causas e os efeitos desses modos de falha.

O modo de falha que se apresentou com maior risco potencial foi a presença de óleo no chão da seção de Tecelagem. A severidade deste risco é caracterizada como 9, isto é, risco gravíssimo com aviso prévio. A nota de ocorrência é 5, que significa que a chance de ocorrer é de 50%. Sua detecção é bastante complexa, havendo a necessidade de contratação de uma empresa terceirizada para realizar um relatório para a análise da detecção da presença desse óleo.

Para Simião (2011), os equipamentos industriais devem ser periodicamente limpos, pois nessas limpezas, há a remoção de lodos, lamas, escórias, poeiras, óleos e outros materiais que constituem os resíduos. Outra questão a se considerar é que líquidos que eventualmente vazaram ou derramaram precisam ser recolhidos, sendo que, em muitos casos, panos, estopas e outros materiais absorventes acabam fazendo parte do próprio resíduo. Os derramamentos e vazamentos devem ser, portanto, evitados. Além do desperdício, devido ao seu caráter poluidor, os resíduos devem ser gerenciados de maneira adequada pelas indústrias de forma a proteger, conservar e melhorar a qualidade do meio ambiente, contribuindo assim para a vida humana e assegurando também a utilização racional dos recursos naturais (SIMIÃO, 2011).

O Artigo 1º da Resolução Nº 362/2005 do CONAMA resolve que todo óleo lubrificante, seja ele usado ou contaminado deve ser recolhido, coletado e ter uma destinação. Essa destinação não deve afetar negativamente o meio ambiente e deve também propiciar a máxima recuperação dos constituintes nele contidos (BRASIL, 2005).

Por meio dessas informações elencadas, foi elaborado um plano de ação que consiste na instalação de bandejas de contenção com o objetivo de evitar o risco de contato deste óleo com o solo.

O segundo principal modo de falha corresponde às lâmpadas fluorescentes descartadas em locais inadequados. Esse descarte pode promover a contaminação do solo com metais pesados como o mercúrio, sendo extremamente prejudicial à saúde dos seres vivos, e com alto risco de contaminação. Desta forma, a severidade pontuada para este caso é 9, sendo caracterizada como risco gravíssimo com aviso prévio. A ocorrência deste modo de falha é

7, isto é, 70% de chance para que ocorra. Não foi evidenciada nenhuma forma de detectar se o descarte desse componente está sendo correto; entretanto sua detecção é mais fácil do que a da presença de óleo e, portanto, a nota para este quesito foi 4.

Jardim *et al.* (2012) esclarecem a necessidade de compreender que a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos engloba a logística reversa, mas que não é resumida apenas a esta responsabilidade. Há outras obrigações, como a responsabilidade de se fabricar produtos que gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível, abrangendo dos fabricantes aos comerciantes finais, e é importante que esses envolvidos também divulguem informações sobre como evitar, reciclar e eliminar os resíduos associados e seus produtos. Dentre essas obrigações, cumpre ressaltar a relevância da sua participação nas ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

Com isso, o plano de ação foi prover um local adequado para armazenamento temporário, além de gerenciar o descarte com destinação correta dessas lâmpadas em locais credenciados que recebem este tipo de produto.

O terceiro modo de falha corresponde aos aglomerados de algodão que atualmente estavam sendo descartados diretamente no solo sem nenhum tipo de controle, podendo gerar um grande passivo ambiental e risco de contaminação de lâminas d'água presentes próximos ao local de descarte. Para este caso a severidade é 10, ou seja, risco gravíssimo sem aviso prévio. Contudo, a ocorrência deste modo de falha é baixa, com uma probabilidade de 20%, e a nota para detecção é 6, sendo detectado gradualmente com ajuda de terceiros.

Os resíduos, por não apresentarem retorno econômico, são comumente tratados de forma inadequada, sendo manuseados por pessoal desqualificado que, em sua grande maioria, desconhece seu potencial de periculosidade. O correto manuseio dos resíduos, embora apresentem custos, não devem ser desconsiderados, pois o manuseio incorreto pode representar grave risco ao ser humano e ao meio ambiente. Portanto, o custo com o manuseio torna-se menos oneroso do que a recuperação dos recursos naturais contaminados (SENAI-RS, 2003).

De acordo com Simião (2011), os resíduos não eliminados no processo produtivo, devem ser manuseados para que não haja o comprometimento da saúde humana ou danos ao meio ambiente. Este processo deve envolver do treinamento dos funcionários até a disposição desses resíduos. Entre essas etapas os resíduos devem ser segregados, acondicionados, armazenados, coletados, transportados e, quando houver a necessidade, tratados.

O plano de ação estipulado para esse modo de falha é fiscalizar os funcionários para que os mesmos descartem em recipientes apropriados para posterior descarte em local apropriado.

Todos esses modos de falha, de uma forma geral impactam de forma profunda e negativa no ambiente do entorno desta indústria. Vazamento de óleo, contaminação por metais pesados e resíduos sólidos industriais foram os principais resíduos elencados e com maior potencial de contaminação. Os impactos negativos oriundos do manuseio e descarte incorreto desses resíduos são variados e estão diretamente relacionados ao meio afetado.

A contaminação do solo ou da água por metais pesados como o mercúrio, presente nas lâmpadas fluorescentes podem afetar diretamente os seres humanos que fazem uso desses recursos. O mercúrio é altamente tóxico para os seres humanos, atacando diretamente o Sistema Nervoso Central, gerando danos irreversíveis podendo chegar até mesmo a óbito.

O vazamento de óleo e o descarte de resíduos industriais também geram um impacto negativo, não apenas para o meio ambiente daquela região, mas também para aqueles que dele dependem. Portanto, são imprescindíveis o cuidado e a aplicação de técnicas e ferramentas que promovam a mitigação e preferencialmente a eliminação desses riscos apresentados.

Tabela 4 – Três principais modos de falha do FMEA

Process Failure Modes and Effects Analysis

Process Step	Input (X)	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	S E Y	Potential Causes	O C C	Current Controls	D E T	R P N	Actions Recommended	Owner	Due Date	Actions Taken	S E Y	O C C	D E T	R P N
Tecelagem	Presença de óleo lubrificante nas máquinas	Vazamento de óleo lubrificante no chão	Contaminação do solo/ lençol freático por óleo mineral Risco de queda (escorregamento)	9	Ausência de bandeja de retenção	5	Limpeza diária	8	360	Instalação de bandejas de contenção	Manutenção	10/06/2019					
Garagem	Descarte de lâmpadas fluorescentes	Descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes no meio ambiente	Contaminação do solo por mercúrio e outros metais pesados	9	Operacional não orientado ao descarte correto	7	Não há	4	252	Prover local para descarte com destinação correta das lâmpadas	Logística	12/06/2019					
Tecelagem	Aglomerado de Algodão + Óleos de máquina	Descarte de aglomerado de algodão + óleo de máquina no solo	Contaminação do lençol/lâmina d'água do entorno	10	Operacional não orientado corretamente	2	Auditoria escalonada pela gestão	6	120	Auditoria diária pelo líder de produção	Produção	14/06/2019					

Fonte: Próprio autor (2019)

Sabe-se que os três modos de falha elencados na Tabela 4 são nocivos e podem ocasionar danos ambientais e problemas legais para a indústria geradora destes resíduos. A utilização do FMEA permitiu, portanto, maior atenção ao nível de criticidade de cada modo de falha, bem como viabilizar a tomada de ações para que o modo de falha seja previamente identificado e minimizado.

4.5 Indicação de novos pontos de descarte e coleta seletiva e instalação em toda a planta

Os resultados foram relacionados no transcorrer dos dias de análise e o valor desses resultados foram consolidados nas Tabelas 5 a 15. Nessas tabelas estão elencadas características quantitativas e qualitativas dos resíduos e suas respectivas quantidades e proporções em cada setor da indústria.

A Tabela 5, corresponde à quantidade de resíduos descartados no Recebimento. Neste setor, mais de 60% do resíduo é proveniente do descarte de madeiras dos pallets que acabam se deteriorando e quebrando. Na sequência, resíduos plásticos perfazem pouco mais de 13% do total de resíduos gerados nesse setor.

Tabela 5 – Análise quantitativa do setor de recebimento/CQ.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
1	RECEBIMENTO	1º DIA	0,100	0,900	1,600	-	-	0,800	0,200	12,000	-	
	2º DIA	0,100	1,200	1,000	-	-	0,600	0,400	0,000	-		
	3º DIA	0,200	1,100	1,400	-	-	1,200	0,100	0,000	-		
	4º DIA	0,100	1,400	1,200	-	-	1,000	0,200	10,700	-		
MÉDIA			0,125	1,150	1,300	-	-	0,900	0,225	5,675	-	9,375
%			1,33%	12,27%	13,87%	0,00%	0,00%	9,60%	2,40%	60,53%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Os dados apresentados na Tabela 6 são o resultado dos resíduos obtidos no setor de Urdimento. As fibras naturais de algodão são 44,53% dos resíduos neste setor, resultado das perdas geradas durante o processo. Seguido das fibras de algodão tem-se o papelão (Figura 45) e os plásticos provenientes das embalagens dos fios com respectivamente 29,26% e 15,01%.

Tabela 6 – Análise quantitativa do setor de urdume.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
2	URDUME	1º DIA	0,100	3,000	1,500	-	-	3,800	1,700	-	-	
		2º DIA	0,100	2,700	1,700	-	-	4,000	1,000	-	-	
		3º DIA	0,100	2,000	1,100	-	-	4,700	1,200	-	-	
		4º DIA	0,200	3,800	1,600	-	-	5,000	0,000	-	-	
MÉDIA		0,125	2,875	1,475	-	-	4,375	0,975	-	-	9,825	
%		1,27%	29,26%	15,01%	0,00%	0,00%	44,53%	9,92%	0,00%	0,00%	100%	

Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 46 – Setor de urdimento: resíduo de papelão



Fonte: Próprio autor (2019)

No setor de Tecelagem, é possível evidenciar na Tabela 7 que pouco mais de 43% dos resíduos correspondem as fibras naturais, mais especificadamente de algodão apresentado na Figura 46. Na sequência observam-se, os resíduos metálicos com 29,52% sendo

provenientes de peças substituídas decorrente do desgaste comum dos teares durante o processo produtivo.

Tabela 7 – Análise quantitativa do setor de tecelagem.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
3	TECELAGEM	1º DIA	0,100	2,000	1,000	2,700	0,000	4,400	1,000	-	-	
		2º DIA	0,200	1,900	0,900	1,000	0,000	6,700	0,000	-	-	
		3º DIA	0,200	1,400	1,100	4,300	0,100	7,000	1,100	-	-	
		4º DIA	0,200	1,700	0,700	8,000	0,200	5,600	0,700	-	-	
MÉDIA			0,175	1,750	0,925	4,000	0,075	5,925	0,700	-	-	13,550
%			1,29%	12,92%	6,83%	29,52%	0,55%	43,73%	5,17%	0,00%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 47 – Setor tecelagem: fibra de algodão aglomerada



Fonte: Próprio autor (2019)

A Tabela 8 corresponde ao setor de Revisão, onde também se evidenciam como maior índice as fibras naturais, perfazendo 84,44% do total. Essas fibras são provenientes das

pontas de peças que, por sua vez, são cortadas e separadas para serem posteriormente descartadas.

Tabela 8 – Análise quantitativa do setor de revisão.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
4	REVISÃO	1º DIA	0,100	-	0,200	-	-	2,200	-	-	-	
		2º DIA	0,100	-	0,500	-	-	2,400	-	-	-	
		3º DIA	0,000	-	0,400	-	-	2,800	-	-	-	
		4º DIA	0,100	-	0,700	-	-	4,000	-	-	-	
MÉDIA			0,075	-	0,450	-	-	2,850	-	-	-	3,375
%			2,22%	0,00%	13,33%	0,00%	0,00%	84,44%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Na Tabela 9, o setor analisado é o de Acabamento. Os principais resíduos descartados neste setor são bem semelhantes aos da Tecelagem, sendo os dois maiores índices os resíduos metálicos e as fibras naturais respectivamente, 43,81% e 42,29%.

Tabela 9 – Análise quantitativa do setor de acabamento.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
5	ACABAMENTO	1º DIA	0,000	-	1,100	3,600	0,200	4,100	-	-	-	
		2º DIA	0,000	-	1,100	9,000	0,500	4,800	-	-	-	
		3º DIA	0,100	-	1,700	8,400	0,300	5,500	-	-	-	
		4º DIA	0,100	-	1,500	2,000	0,700	7,800	-	-	-	
MÉDIA			0,050	-	1,350	5,750	0,425	5,550	-	-	-	13,125
%			0,38%	0,00%	10,29%	43,81%	3,24%	42,29%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Os resíduos descritos na Tabela 10 são do setor de Corte, que tem como principal fonte geradora as fibras naturais, sucedido por tubetes de papelão, como apresentado na Figura 46.

Esses tubetes são utilizados para enrolar as peças acabadas provenientes do processo de beneficiamento.

Tabela 10 – Análise quantitativa do setor de corte.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
6	CORTE	1º DIA	0,200	2,000	-	-	-	3,800	-	-	-	
		2º DIA	0,100	2,200	-	-	-	4,700	-	-	-	
		3º DIA	0,300	1,200	-	-	-	5,200	-	-	-	
		4º DIA	0,000	2,100	-	-	-	3,000	-	-	-	
MÉDIA			0,150	1,875	-	-	-	4,175	-	-	-	6,200
%			2,42%	30,24%	0,00%	0,00%	0,00%	67,34%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 48 – Setor de corte: tubetes de papelão utilizados nos rolos de tecido



Fonte: Próprio autor (2019)

No setor de Costura e Estamparia, os dados são apresentados na Tabela 11. O maior índice de resíduos vem liderado pelo papelão proveniente das embalagens de pasta base para produção de tinta com 65,43%, e na sequência das fibras naturais, com 23,94%, e do plástico, correspondente aos restos de fitilhos utilizados para amarrar os fardos e pacotes de tecido, com 9,57%.

Tabela 11 – Análise quantitativa do setor de costura e estamparia.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
7	COSTURA ESTAMPARIA	1º DIA	0,000	3,000	0,600	-	-	1,200	-	-	-	
		2º DIA	0,000	3,200	0,500	-	-	1,000	-	-	-	
		3º DIA	0,100	3,100	0,500	-	-	0,800	-	-	-	
		4º DIA	0,100	3,000	0,200	-	-	1,500	-	-	-	
MÉDIA			0,050	3,075	0,450	-	-	1,125	-	-	-	4,700
%			1,06%	65,43%	9,57%	0,00%	0,00%	23,94%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

A Tabela 12 apresenta os resíduos descartados no setor de estocagem. Neste setor, o principal resíduo gerado é o plástico, perfazendo mais de 90% da proporção de todo o resíduo gerado ali gerado.

Tabela 12 – Análise quantitativa do setor de estoque.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
8	ESTOQUE	1º DIA	0,200	-	1,000	-	-	-	-	-	-	
		2º DIA	0,100	-	1,400	-	-	-	-	-	-	
		3º DIA	0,000	-	1,400	-	-	-	-	-	-	
		4º DIA	0,100	-	1,300	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA			0,100	-	1,275	-	-	-	-	-	-	1,375
%			7,27%	0,00%	92,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

No escritório da indústria, a principal fonte de resíduos corresponde aos resíduos orgânicos com 56,92%, como apresentado na Tabela 13. Na sequência, tem-se papeis com 26,15% e plásticos com 16,92%.

Tabela 13 – Análise quantitativa do escritório.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
9	ESCRITÓRIO	1º DIA	0,400	-	0,200	-	-	-	-	-	0,800	
		2º DIA	0,500	-	0,300	-	-	-	-	-	0,500	
		3º DIA	0,300	-	0,300	-	-	-	-	-	1,100	
		4º DIA	0,500	-	0,300	-	-	-	-	-	1,300	
MÉDIA			0,425	-	0,275	-	-	-	-	-	0,925	1,625
%			26,15%	0,00%	16,92%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	56,92%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Na Garagem, há uma maior distribuição na proporção de resíduos como apresentado na Tabela 14. Neste setor, é possível observar que a madeira proveniente de *pallets* quebrados presentes em toda a fábrica é finalmente descartada naquele local para posterior descarte. Na sequência, tem-se o papelão e os resíduos metálicos, resultado das peças quebradas que são posteriormente encaminhadas ao local para então serem descartadas.

Tabela 14 – Análise quantitativa da garagem.

LOCAL	RESÍDUO	PESO DOS MATERIAIS (KG)										
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO	TOTAL	
10	GARAGEM	1º DIA	0,000	2,000	0,500	2,200	0,000	-	-	0,000	0,700	
		2º DIA	0,000	4,700	0,400	1,700	0,000	-	-	15,400	1,200	
		3º DIA	0,200	6,300	0,200	1,800	0,300	-	-	11,500	1,100	
		4º DIA	0,100	3,800	0,100	3,100	0,100	-	-	12,900	1,900	
MÉDIA			0,075	4,200	0,300	2,200	0,100	-	-	9,950	1,225	18,050
%			0,42%	23,27%	1,66%	12,19%	0,55%	0,00%	0,00%	55,12%	6,79%	100%

Fonte: Próprio autor (2019)

Na Tabela 15, os dados de todos os setores analisados foram consolidados de forma qualitativa. O objetivo dessa tabulação é identificar quais tipos de resíduos estão presentes em cada setor da indústria. Por meio dessa informação, torna-se mais fácil a realocação e instalação de novos pontos de descarte mediante os tipos de materiais presentes nesses setores.

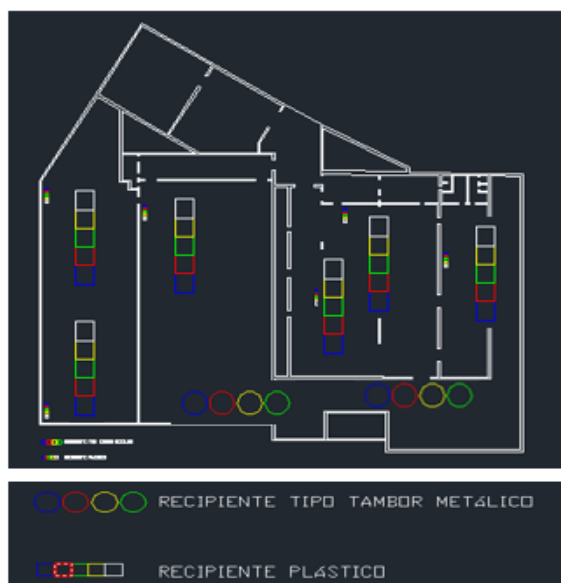
Tabela 15 – Análise qualitativa.

LOCAL		PESO DOS MATERIAIS (KG)								
		PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO	METAL	VIDRO	FIBRAS NATURAIS (ALGODÃO)	FIBRAS SINTÉTICAS (POLIESTER)	MADEIRA	ORGÂNICO
1	RECEBIMENTO CQ	X	X				X	X	X	
2	URDUME	X	X	X			X	X		
3	TECELAGEM	X	X	X	X		X	X		
4	REVISÃO	X		X			X			
5	ACABAMENTO	X		X	X	X	X			
6	CORTE	X	X				X			
7	COSTURA ESTAMPARIA	X	X	X			X			
8	ESTOQUE	X		X						
9	ESCRITÓRIO	X		X						X
10	GARAGEM		X	X	X	X		X	X	X

Fonte: Próprio autor (2019)

O layout da disposição das lixeiras está demonstrado na Figura 48, que detalha o tipo de recipiente nos respectivos pontos de descarte.

Figura 49 - Novos pontos de descarte



Fonte: Próprio autor (2019)

A expectativa com a implantação desses recipientes é de se obter uma melhor eficiência no que se refere à destinação correta dos resíduos, além do atendimento à legislação vigente.

A NBR 10.004:2004 (ABNT, 2005) descreve que:

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagem de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem (ABNT, 2004).

Com o levantamento dos resíduos realizado anteriormente, foi possível mapear todos os tipos de resíduos e seus respectivos locais de descarte em toda a fábrica. Por meio das informações extraídas desse levantamento, foi realizada a atualização do *layout*, com a instalação de lixeiras que atendessem aos requisitos de coleta seletiva e à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Desta maneira, realizou-se a instalação de recipientes de plástico e tambores metálicos em locais previamente determinados, como demonstrado nas Figuras 49 a 52.

Em alguns locais, posicionaram-se também placas indicativas que instruem os funcionários quanto ao correto descarte dos resíduos em seus respectivos locais. O objetivo da instalação desses recipientes é de que se obtenha uma melhor organização dos resíduos e se faça com que os funcionários realizem o descarte correto dos resíduos em locais devidamente identificados.

Figura 50 - Recipientes – tecelagem



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 51 - Lixeiras plástica - acabamento



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 52 - Lixeiras plásticas para papel e plástico - recebimento



Fonte: Próprio autor (2019)

Figura 53 - Descarte de papelão e plástico – área externa (garagem)



Fonte: Próprio autor (2019)

A reestruturação do sistema de coleta e a implantação da coleta seletiva tende a gerar impactos positivos beneficiam uma série de envolvidos neste processo. A correta gestão dos resíduos traz uma série de benefícios para aqueles que deles utilizam e descartam corretamente, evitando a contaminação da fauna e da flora ao entorno da indústria, gerando renda para aqueles que fazem da coleta seletiva uma forma de trabalho. Portanto, o processo de gestão e coleta seletiva favorecem a uma série de benefícios que não estão apenas vinculados ao meio ambiente, mas também ao meio social e econômico da região em que esta é empregada.

4.6 Elaboração de cartilha sobre o descarte correto dos resíduos e os impactos gerados;

A elaboração de um conteúdo didático tem por objetivo possibilitar que todos os funcionários realizem o descarte adequadamente dos resíduos e também possam compreender os impactos gerados pelo descarte incorreto. A utilização de um conteúdo didático aplicado na educação ambiental pode fornecer uma melhor compreensão por parte

dos indivíduos que fazem parte da indústria, fazendo com que esse conhecimento venha a atingir todos os níveis hierárquicos desta indústria.

Para Schalch *et al.* (2002), a educação ambiental requer uma comunicação cuidadosa e clara para qualquer programa de coleta seletiva. Havendo um processo de planejamento para estimular a participação pública no programa de reciclagem, a comunidade, segundo o autor, terá uma boa recepção e adesão. Em todos os programas de reciclagem, a educação ambiental tem se apresentado como chave fundamental para o sucesso, pois proporciona a aprendizagem do cidadão sobre o seu papel como gerador de resíduos (DIAS, 2018).

Em seu estudo, Dias (2018) argumenta que a utilização de cartilhas educativas na educação ambiental é uma proposta para obtenção de melhores resultados que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem dos leitores. As cartilhas são capazes de promover o pensamento crítico dos leitores e levam consigo uma a possibilidade de mostrar diversas realidades que, com isso, tendem a sensibilizar o leitor sobre a relação entre a sociedade e a natureza. Além disso, o autor aponta que as cartilhas atuam com ferramentas educacionais, isto é, que fazem o uso de mídias na educação e auxiliam no processo de democratização de informações.

O formato proposto para a elaboração do conteúdo para orientação sobre como realizar corretamente a coleta seletiva foi o de cartilha. Para sua elaboração, foi realizada uma busca por ilustrações na Internet, com o objetivo de promover uma linguagem mais simples e de fácil compreensão sobre a forma de descarte da coleta seletiva, expressando-se o que se deve ou não descartar nos recipientes.

Além da distribuição da cartilha, também foi realizado um Diálogo Diário, cujo tema é o descarte de resíduos em local apropriado. O objetivo é garantir que todos os funcionários compreendam o descarte correto dos resíduos e transformem esse conhecimento em ações em seu dia a dia. A Figura 53 apresenta uma parte da cartilha elaborada.

Figura 54 - Cartilha de coleta seletiva

LIXEIRA AMARELA: METAL



- Latas de bebidas e alimentos
- Ferragens, esquadrias
- Fios elétricos
- Arames e chaves
- Panelas e bandejas
- Descartáveis de alumínio
- Objetos de metal em geral (alumínio; cobre; aço)

Não pode ser reciclado: esponjas e palhas de aço, latas de aerossóis, latas de produtos tóxicos (tintas, inseticidas, pesticidas, etc), cliques e grampos.

LIXEIRA VERDE: VIDRO



- Garrafas
- Frascos e potes (alimentos, remédios, perfumes, etc)
- Recipientes (copos, jarras, etc)
- Fragmentos e cacos dos itens já citados

Não pode ser reciclado: Lâmpadas, espelhos, ampolas de medicamentos, vidros temperados, louças, vidros refratários, cerâmicas, porcelanas, lentes dos óculos, cristais, tubo de televisão e válvulas.

LIXEIRA VERMELHA: PLÁSTICO



- Embalagens em geral
- Garrafas PET (refrigerantes)
- Canos e tubos de PVC
- Sacos e sacolas
- Brinquedos quebrados
- Copos descartáveis
- Utensílios domésticos
- Isopor

Não pode ser reciclado: adesivos, placas de raio X, acrílico, espuma, embalagens plásticas metalizadas (salgadinhos e bolachas), embalagens plásticas misturadas com papel, papel filme e similares, cabos de panela.

LIXEIRA AZUL: PAPEL



- Papel e papelão
- Jornais e revistas
- Impressos em geral
- Caixas de papelão
- Cartolinas
- Envelopes e sacos de papel
- Cadernos e rascunhos
- Aparas

Não pode ser reciclado: Etiquetas e fitas adesivas, fotografias, papéis sanitários usados, bitucas de cigarro; papéis metalizados (de bolachas e salgadinhos), papéis plastificados, papéis encerados ou impermeáveis (fax, carbono etc), papel vegetal.

Fonte: Gibiosfera (2018)

4.7 Avaliação do consumo de energia elétrica.

Morales (2007) afirma que, independentemente do ramo de atividade, no processo de gestão da energia elétrica, diversos aspectos devem ser levados em consideração para sustentar decisões e ações no que diz respeito ao uso eficiente. Desta forma, é imprescindível o conhecimento das instalações e os processos que fazem o uso de energia elétrica. O

conhecimento prévio vai desde os equipamentos até os contratos firmados com as concessionárias, permissionárias ou comercializadoras de energia.

Os dados analisados restringiram-se apenas ao levantamento do histórico do consumo de energia elétrica de fevereiro/2018 a abril/2019. O principal objetivo foi identificar soluções alternativas para reduzir o consumo e, conseqüentemente, o custo de energia elétrica. Por esse motivo, foram analisados os valores pagos do mês de fevereiro/2018 até abril/2019, que estão devidamente descritos na Tabela 16.

Tabela 16 - Consumo energia elétrica

MÊS	CONSUMO (R\$)
abr/19	R\$ 7.354,46
mar/19	R\$ 7.224,36
fev/19	R\$ 6.241,64
jan/19	R\$ 6.118,44
dez/18	R\$ 6.726,91
nov/18	R\$ 7.200,24
out/18	R\$ 7.015,78
set/18	R\$ 6.914,25
ago/18	R\$ 6.180,14
jul/18	R\$ 5.957,30
jun/18	R\$ 6.088,37
mai/18	R\$ 6.851,36
abr/18	R\$ 6.375,40
mar/18	R\$ 6.254,25
fev/18	R\$ 5.788,00

Fonte: Próprio autor (2019)

Logo, o resultado de consumo calculado foi descrito nas equações 3 e 4.

$$\text{Consumo Lâmpada HO} = 60W \times 10h \times 20 \text{ dias trabalhados} \quad (3)$$

$$\text{Consumo Lâmpada HO} = 12 \text{ kWh/lâmpada} \times 120 \text{ lâmpadas} \sim 1.440 \text{ kWh} \quad (4)$$

Considerando-se uma tarifa básica de R\$ 0,56 / kWh da empresa concessionária (conforme contrato), a equação 5 irá resultar no valor da economia obtida.

$$\text{Economia: } 1.440 \text{ kWh} \times 0,56 \sim \text{R\$ } 806,40/\text{mês} \rightarrow \text{R\$ } 9.676,80/\text{ano} \quad (5)$$

O investimento realizado foi de R\$ 750,00 e o retorno é calculado pela equação 5.

$$ROI = 750 / 806,40 \rightarrow 0,93 \text{ mês} \sim 27 \text{ dias (6)}$$

Sabe-se que o gasto com energia elétrica mensal da empresa é, em média R\$ 12.500,00 correspondente a 7% do gasto geral de energia elétrica da empresa. Com isso, é possível prever que essa modificação gerará uma economia em torno de R\$ 10.000,00 ao ano.

Com isso, deixará de se manter 120 lâmpadas fluorescentes HO 60W ligadas. Na Figura 54 é possível observar como ficou o ambiente após a colocação das telhas translúcidas.

Figura 55 - Vista do telhado da tecelagem com telhas translúcidas



Fonte: Próprio autor (2019)

Algumas ferramentas de apoio são necessárias para que os gestores tomem o conhecimento do comportamento e dos hábitos do uso da energia. Uma das ferramentas corresponde à de gestão de faturas e monitoramento do consumo, que cria um histórico das unidades e fundamenta as decisões e estimativas dos responsáveis pela gestão. Outra ferramenta importante são os indicadores de consumo, que podem ser obtidos por meio de dados históricos ou a partir da classificação da unidade e seus usos finais (MORALES, 2007).

Após o estudo realizado e as ações implementadas, o acompanhamento desse histórico tornou-se também um indicador de monitoramento ambiental na indústria estudada.

5 CONCLUSÃO

A elaboração deste trabalho permitiu a identificação dos principais métodos para implantação e gerenciamento dos resíduos sólidos como coleta de dados, fluxograma do processo produtivo, identificação de locais de descarte, levantamento de riscos ambientais, análise de modos de falha, indicação de pontos de descarte, elaboração de conteúdo orientativo e avaliação do consumo de energia elétrica. Por meio do uso das ferramentas de gestão e técnicas para priorização de dados foi possível visualizar os potenciais riscos provenientes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, como também identificar oportunidades de melhorias e otimização dos processos de gestão contribuindo com a mitigação dos riscos e impactos ambientais.

A utilização de fluxograma para melhor identificação de toda cadeia produtiva mostrou-se uma ferramenta bastante útil que favoreceu a compreensão e simplificou o entendimento do processo produtivo estudado. O uso de *softwares* de desenho auxiliado por computador permitiu a elaboração de fluxograma com maior facilidade e agilidade.

A identificação dos locais de descarte de resíduos à época do estudo fez-se necessária para uma melhor verificação da condição atual em que o descarte desses resíduos se encontrava, considerando-se as respectivas quantidades e qualidades de resíduos sólidos de cada departamento. Sem a identificação prévia dos locais de descarte de resíduos, tornar-se-ia mais difícil e abstrata a distribuição e revisão dos pontos de descarte de resíduos sólidos.

Os riscos levantados durante a análise dos modos de falha possibilitaram refletir quanto aos impactos ambientais oriundos desses riscos. A utilização de ferramentas da qualidade como FMEA permitiram, de uma forma organizada, compreender e ponderar sobre os riscos identificados durante o levantamento. Sem o uso desta ferramenta, haveria uma maior dificuldade na ponderação desses riscos e identificação das prioridades para mitigação dos problemas encontrados.

A distribuição de novos pontos de descarte para os resíduos sólidos permitiu a implantação da coleta seletiva na empresa, fazendo com que houvesse uma melhor gestão e também o correto enquadramento da indústria na legislação pertinente. Houve também, conseqüentemente, uma redução da destinação incorreta desses resíduos e a geração de renda para aqueles que fazem uso dos resíduos sólidos recicláveis, outrora descartados de forma incorreta.

Considera-se positivo o uso da educação ambiental para fazer com que funcionários e envolvidos possam compreender de forma mais veemente os riscos e impactos ambientais

gerados por suas ações, o que pode contribuir para um melhor aproveitamento e engajamento desse grupo frente às questões ambientais. Com isso, não apenas foi possível evidenciar uma mudança nos procedimentos da empresa, como também no comportamento dos funcionários frente as possibilidades de impactos e riscos ambientais oriundos do processo produtivo. Este fato é importante, pois permite também influenciar os familiares desses funcionários, incentivando-os a utilizar as boas práticas abordadas na cartilha de orientação ambiental.

O estudo do consumo de energia elétrica possibilitou evidenciar que pequenas melhorias podem impactar positivamente não somente o meio ambiente, mas também os recursos financeiros, sendo a economia gerada consequência de ações que envolvem melhorias ambientais.

A relevância desse estudo está relacionada principalmente a análise de impactos ambientais para o solo e para os recursos hídricos, em indústrias do segmento têxtil de pequeno porte. Vislumbra-se a possibilidade de que os impactos ambientais identificados neste trabalho possam ser impactos recorrentes em outras indústrias. Portanto, a sistemática utilizada para identificação dos problemas e a forma com que esses problemas foram tratados podem ser replicadas em outras indústrias similares. Espera-se que com isso possa ser obtido resultado positivos assim como os resultados obtidos neste trabalho.

Com as informações obtidas neste trabalho há a oportunidade do desenvolvimento de trabalhos futuros relacionados à economia circular aplicada ao reaproveitamento dos resíduos estudados.

Em suma, observa-se que com este trabalho houve uma série de impactos positivos. Aplicando as ferramentas de gestão e gerenciamento estudadas, é evidenciado o favorecimento da melhoria contínua do processo produtivo, permitindo gerar impactos positivos diretos tanto aos recursos ambientais como também em termos econômicos e sociais diretamente vinculados à indústria estudada.

É evidente que as ferramentas utilizadas neste trabalho não podem ser consideradas como a única alternativa para o estudo do gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria têxtil. Há uma série de outras ferramentas não citadas neste trabalho, que permitem a realização do estudo de gerenciamento. A pesquisa limitou-se na abordagem de algumas ferramentas que possibilitaram os resultados supracitados.

Considera-se também que esta pesquisa pode contribuir com outros estudos, e para a disseminação do conhecimento seja no espectro ambiental ou organizacional de uma indústria têxtil.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ABIT. (2019). *Associação Brasileira da Indústria Têxtil*. Fonte: ABIT: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>
- 2) ABNT. (2004). *NBR 10.004*. Rio de Janeiro.
- 3) ABNT. (2015). *ISO 14.001*. Rio de Janeiro
- 4) ABNT. (2017). *NBR 13370*.
- 5) AMARAL, M. C. (2016). *Reaproveitamento e Reciclagem Têxtil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores*.
- 6) BARROS, R. M. (2012). *Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade*. Rio de Janeiro, RJ: Editora Interciência Ltda.
- 7) BRASIL. (1986). *Resolução CONAMA n° 001*. Brasília.
- 8) BRASIL. (2005). *Resolução CONAMA n° 362 de 23 de Junho de 2005*. Brasília.
- 9) BRASIL. (2010). *Lei n° 12.305 de 02 de Agosto de 2010*. Acesso em Junho de 2020, disponível em PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- 10) CARDOSO, P. M. (2012). *Avaliação da gestão e do gerenciamento dos resíduos sólidos têxteis numa fiação na cidade de Marigná - Paraná*. Maringá: UEM.
- 11) CELERI, M. J. (2012). *A Política Nacional de Resíduos Sólidos: Proposta de adequação para a gestão e o gerenciamento dos consórcios intermunicipais*. Rio Claro: UNESP.
- 12) CRUZ, J. M. (2014). *Gestão Integrada de Resíduos Industriais: Análise comparativa entre o Estado de São Paulo e Portugal*. São Carlos: USP.
- 13) DIAS, I. G. (2018). *O uso de cartilha como ferramenta para promover a educação ambiental no ensino de ciências*.
- 14) DUARTE, P. G. (2006). *Método quantitativo para a avaliação de impactos ambientais aplicados à indústria têxtil*.
- 15) FIEMG, & FEAM. (2014). *Guia técnico ambiental da indústria têxtil*.
- 16) GAMBOA, C. M. (2005). *Proposta de indicadores de desempenho ambiental aplicados à Indústria Têxtil de fibras sintéticas*. (UERJ, Ed.)
- 17) GERBER, W. (1999). *Impacto ambiental: resíduos sólidos e reciclagem*. Pelotas: UCPEL.
- 18) GROUPE CTT – CENTRE MULTISERVICES POUR L’INDUSTRIE TEXTILE e ITS – INSTITUTE OF TEXTILE SCIENCE (2014). *Textile Recycling: An Overview on Technologies and Tendencies Applications*. Fonte: <https://textilescience.ca/>
- 19) GULICH, B. (2006) *Designing textile products that are easy to recycle*. Cambridge (England).
- 20) JARDIM, A., YOSHIDA, C., & FILHO, J. V. (2012). *Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. Barueri: Editora Manole Ltda.

- 21) JULIANO, L. N., & PACHECO, S. M. (2009). *Estamparia e Beneficiamento Têxtil*. Araranguá: CEFET/SC.
- 22) LEAL, M. F. (2017). *Um estudo de caso no setor do corte da Cia. Hering*. Apucarana / PR: UTFPR.
- 23) LEAL, M. F. (s.d.). A.
- 24) LOPES, L. (2006). *Gestão e gerenciamento integrados dos resíduos sólidos urbanos*. São Paulo: USP.
- 25) MICHAELIS. (2020). *Dicionário de Língua Portuguesa*. Melhoramentos.
- 26) METIDIARI, E. N. (2019). Relatório de Estágio Supervisionado. *Projeto “Ces-Limp” – Adequação de uma indústria na nova Política Nacional de Resíduos Sólidos e a busca por melhorias na redução de consumo das fontes de energia no processo produtivo*.
- 27) MOURA, M. (2015). Iluminação: Análise de cenários utilizando a tecnologia LED. p.208
- 28) MORALES, C. (2007). Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramenta de apoio à gestão: *Classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo*, p. 114.
- 29) NOGUEIRA, A. C., PERES, A. D., & CARVALHO, E. M. (2011). Avaliação do risco ambiental utilizando FMEA em um laticínio na região de Lavras - MG. p. 16.
- 30) OLIVEIRA, M. F. (2011). *METODOLOGIA CIENTÍFICA: um manual para a realização de pesquisas em administração*. Catalão: UFG.
- 31) PALADY, P. (1997). *FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos*. São Paulo: Instituto IMAM.
- 32) PEREIRA, G. D. (2009). *Introdução à Tecnologia Têxtil*. Araranguá: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina.
- 33) Portal G1. (04 de 02 de 2013). *Portal G1 - TV TEM*. Fonte: <http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2013/02/prefeitura-de-aracariguama-sp-abre-vagas-para-curso-gratuito-de-costura.html>
- 34) PORTELA, C. S. (2017). Qualidade na tecnologia do vestuário: Análise de pequenas e médias empresas no estado do Piauí.
- 35) PRECISA, I. (20 de 08 de 2013). <https://pprecisa.blogspot.com/2013/09/pnrs-e-gestao-de-residuos-solidos.html>.
- 36) PROLLABOR. (2020). Classificação NBR 14.004:2004. Acesso em 03 de 2020 de 2020, disponível em <https://prollabor.com.br/plano-de-gerenciamento-de-residuos-solidos/>
- 37) PUGLIERI, F. N. (2010). Revisão e análise ambiental e operacional de métodos de ecodesign baseados em QFD e FMEA.
- 38) RIBEIRO, L. G. (1984). *Introdução à Tecnologia Têxtil - Volume II*. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT.

- 39) SANTOS, S. (1997). Impacto ambiental causado pela Indústria Têxtil.
- 40) SANTOS, J. N., FERREIRA, M. C., BIZARRIAS, F. S., & DA SILVA, J. G. (2013). Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. *Atitude e intenção na compra de produto sustentável*, p. 16.
- 41) SENAI-RS. Questões Ambientais e Produção mais Limpa. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, CNTL SENAI – RS, 2003b. 126p. (Série Manuais de Proteção mais Limpa).
- 42) SCHALCH, V., LEITE, W. C., JÚNIOR, J. F., & CASTRO, M. A. (2002). Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. p. 97.
- 43) SILVA, A. (2013). Proposta e implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos em indústria do setor metal mecânico. Porto Alegre: UFRGS.
- 44) SILVEIRA, A. L., BERTÉ, R., & PELANDA, A. M. (2018). *Gestão de resíduos sólidos: cenários e mudanças de paradigma*. Curitiba, PR: Editora Intersaberes.
- 45) SIMIÃO, J. (2011). *Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa*. São Carlos: USP.
- 46) SINDITÊXTIL. (07 de 2012). *Sinditêxtil em notícia*. Fonte: https://www.sinditextilsp.org.br/jornal/sindi_25.pdf
- 47) SINDITÊXTIL. *Projeto de Lei dá incentivo fiscal ao fabricante têxtil que usar reciclados*. Fonte: <http://www.sinditextilsp.org.br/index.php/materias/item/1150-projeto-de-lei-d%C3%A1-incentivo-fiscal-ao-fabricante-t%C3%AAtil-que-usar-reciclados>
- 48) SOUZA, R. B. (2012). Aplicação do método FMEA para priorização de ações de melhoria em fluxos de processos.
- 49) STEFANI, C. R. (2015). *Resíduos sólidos na sociedade consumerista pós-moderna e as políticas públicas municipais: os desafios para o desenvolvimento sustentável*. Caxias do Sul: UCS.
- 50) TUTIA, R., & MENDES, F. D. (2015). RESÍDUOS SÓLIDOS TÊXTEIS E OS PROCESSOS DE RECICLAGEM NA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. *UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA*, p. 18.
- 51) VEIGA, F. G. (2016). Avaliação dos aspectos e impactos ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina. (UFTPR, Ed.)
- 52) ZONATTI, W. F. (2013). *Estudo interdisciplinar entre reciclagem têxtil e o design: avaliação de compósitos produzidos com fibras de algodão*. 177 p. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda). Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. São Paulo/SP.
- 53) ZONATTI, W. F. (2016). Geração de resíduos sólidos da indústria brasileira têxtil e de confecção: materiais e processos para reuso e reciclagem.
- 54) YIN, R. K. (2001). *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- PRODANOV, C. C., & FREITAS, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico*. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE.

7 BIBLIOGRAFIA

- 1) FIOBRAS *Processo de abertura*. Disponível em <https://www.fiobras.com.br/fiacao>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- 2) FIOBRAS *Processo de limpeza*. Disponível em <https://www.fiobras.com.br/fiacao>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- 3) DIRECT *Tear Toyota*. Disponível em <https://www.directindustry.com/pt/prod/toyota-textile-machinery/>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- 4) DELMAQ *Máquina de Corte*. Disponível em <https://www.delmaq.com.br/maqcorte.htm>. Acesso em: 10 jul. 2020
- 5) TRICOMAQ *Máquina de costura reta industrial*. Disponível em <https://www.tricomaq.com.br/>. Acesso em: 10 jul. 2020
- 6) LIPPEL *Triturador de tecidos*. Disponível em <https://www.lippel.com.br/triturador-de-tecidos/triturador-de-tecidos-industrial-tpt-600/>. Acesso em: 04 out. 2020.