

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

JÚLIA FURBINO SCAPOLATEMPORE

ESTUDO DE CASO DOS PRODUTOS FABRICADOS A PARTIR DA RECICLAGEM
TÊXTIL NO BRASIL

BELO HORIZONTE
2020

JÚLIA FURBINO SCAPOLATEMPORE

ESTUDO DE CASO DOS PRODUTOS FABRICADOS A PARTIR DA RECICLAGEM
TÊXTIL NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Graduação em Engenharia de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Materiais.

Orientador: Prof. Marcello Rosa Dumont

BELO HORIZONTE
2020

JÚLIA FURBINO SCAPOLATEMPORE

ESTUDO DE CASO DOS PRODUTOS FABRICADOS A PARTIR DA RECICLAGEM
TÊXTIL NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Graduação em Engenharia de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Materiais.

Aprovado em:

BANCA-EXAMINADORA:

Prof. Marcello Rosa Dumont

Prof. Dra. Roberta Viana Ferreira

Prof. Ernane Rodrigues

BELO HORIZONTE
2020

RESUMO

O Brasil hoje se encontra como um dos principais produtores mundiais de tecidos, com um setor têxtil que gera milhares de toneladas de resíduos têxteis anualmente. Resíduos como retalhos compostos por fibras de algodão, poliéster, poliamida, entre outros, são comumente dispostos em aterros sanitários ou até mesmo lixões, onde não são reaproveitados e apenas contribuem para o aumento de impactos ambientais. Embora já existam diversos processos para a reciclagem desses tecidos, eles ainda não são aplicados em larga escala no Brasil, o que impede o aproveitamento do elevado potencial que a reciclagem têxtil possui. Uma vez que se tem a disponibilidade desses resíduos e já existem processos para o seu reaproveitamento, faz-se necessário também buscar os produtos que podem ser fabricados a partir desses resíduos, de modo a visualizar de maneira completa o cenário da reciclagem têxtil no Brasil. Neste trabalho realizou-se um estudo de caso dos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil, com o objetivo de explorar o cenário reciclagem têxtil no Brasil. Utilizando uma metodologia de estudo de caso, foram explorados os universos industrial e acadêmico, por meio de entrevista com empresas da área e de uma revisão sistemática da literatura acerca do tema, respectivamente. Ao final do trabalho, foram encontrados os principais produtos fabricados, processos utilizados e fibras têxteis recicladas, para cada um dos universos analisados. Dessa forma, foi possível fazer uma análise comparativa entre eles, de modo a concluir que existem divergências quanto aos principais produtos fabricados em cada universo, porém havendo uma concordância entre os processos e fibras têxteis utilizadas. Para o universo acadêmico, foram encontrados os compósitos como produtos de maior destaque, enquanto para o universo industrial, os materiais têxteis reciclados, que retornam à cadeia têxtil, como fibras, fios e tecidos, foram os de maior destaque. Para ambos os universos o processo de reciclagem mecânica e as fibras de algodão tiveram maior adesão.

Palavras Chave: Reciclagem têxtil; resíduos de tecidos; sustentabilidade

ABSTRACT

Brazil today is one of the main textile manufacturers, with a textile sector that generates millions of tons of residues annually. Residues like scraps made from cotton, polyester, nylon and other fibers are commonly disposed in landfills or even dumping grounds, where there isn't any reuse or recycling, and just contribute to the increase in the environmental impacts. Although the processes for textile recycling already exist, they are not largely implemented in Brazil, and that prevents the exploitation of the full potential that textile recycling has. Once there is the availability of the residues, and there are already existing and functioning processes to their recycling, it's crucial that a research about the products manufactured by textile recycling is implemented, so that the whole picture of textile recycling in Brazil is explored. In this paper it was used a case study methodology in order to explore the industrial and academic universes. The industrial universe was approached by interviews with companies that work with textile recycling, as for the academic universe it was analyzed by a systematic literature review. At the end of the paper, the main products manufactured were found, and so were the main processes and textile fiber recycled, for each of the universes explored. Therefore, it was possible to make a comparative analysis between them, in order to identify whether there were divergences or agreement between them. For the academic universe, composites were found as the products that most stood out, as for the industrial universe, the recycled materials such as fibers, strings and fabrics, were the ones that most stood out. For both of the universes, the process of mechanical recycling and the cotton fibers were the ones most adopted.

Key-words: Textile recycling; textile residues; sustainability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção mundial de artigos têxteis e peças de vestuário em 2014, em toneladas.	13
Figura 2 - Produção do setor de vestuário ao longo dos anos, em milhões de peças.....	14
Figura 3 - Tipos de resíduo têxtil classificados conforme sua origem.	15
Figura 4 - Tipos de fibras têxteis conforme suas origens.	16
Figura 5 - Tipos de reciclagem aplicáveis aos resíduos têxteis, classificadas conforme o processo utilizado.	21
Figura 6 – Estágio inicial da reciclagem mecânica	22
Figura 7 - Etapas para a realização de um estudo de caso.....	26
Figura 8 - Fluxograma da metodologia utilizada para a construção de um estudo de caso. ...	27
Figura 9 - Fluxograma da metodologia utilizada para a condução de um estudo de caso aplicado à engenharia.....	28
Figura 10 - Fluxograma que descreve a metodologia utilizada para a condução do estudo de caso no presente trabalho.....	29
Figura 11 - Fluxograma que representa a metodologia de revisão sistemática da literatura...	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil encontrados nas publicações analisadas.....	38
Gráfico 2 - Percentual de publicações em que foram utilizados os processos de reciclagem mecânica, química e térmica	39
Gráfico 3 – Número de publicações em que foram utilizadas as fibras têxteis.....	39
Gráfico 4 – Status das empresas que potencialmente realizam a reciclagem têxtil	42
Gráfico 5 - Percentual das empresas pesquisadas localizadas em cada estado	43
Gráfico 6 – Percentual das empresas analisadas que fabricam os respectivos produtos.....	46
Gráfico 7 – Número de empresas que utilizam cada fibra têxtil, com relação ao universo de dez empresas	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de tecidos no Brasil, em toneladas, para os anos de 2012 a 2014.....	17
Tabela 2 - Valor de mercado dos resíduos têxteis conforme sua composição, para o ano de 2018.	17
Tabela 3 – Empresas que trabalham com a reciclagem têxtil no Brasil.....	19
Tabela 4 - Número de publicações encontradas para cada base de dados utilizada.....	34
Tabela 5 – Publicações selecionadas para a coleta de dados e os respectivos dados extraídos	36
Tabela 6 -Empresas entrevistadas e as respectivas respostas obtidas quanto à reciclagem têxtil dentro de suas indústrias.....	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral	12
2.2. Objetivos específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. Setor têxtil no Brasil	13
3.2. Resíduos Têxteis	15
3.2.1. Origem dos resíduos têxteis	15
3.2.2. Fibras têxteis	16
3.3. Reciclagem no Brasil	18
3.4. Reciclagem têxtil	21
3.4.1. Reciclagem Mecânica	21
3.4.2. Reciclagem Química	23
3.4.3. Reciclagem Térmica.....	24
3.5. Estudo de Caso.....	25
3.5.1. Definição	25
3.5.2. Estrutura	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1. Planejamento.....	29
4.2. Design do estudo.....	30
4.3.1. Referencial teórico	31
4.3.2. Referencial prático	32
4.4. Análise dos dados	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1. Coleta de dados	34
5.1. Referencial teórico	34
5.2. Referencial prático	35
5.2. Análise de dados	36
5.2.1. Referencial teórico	36
5.2.2. Referencial prático	41

5.2.3. Análise comparativa.....	48
6. CONCLUSÕES.....	49
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores mundiais do setor têxtil, de modo que em 2014 era o quarto maior produtor mundial de peças de vestuário, e ocupava a quinta posição quanto à produção de produtos têxteis como fios e tecidos (IEMI, 2015). O setor têxtil no país vem crescendo ao longo dos anos, e a previsão é que tal crescimento continue a acontecer, com uma produção prevista de 7,1 bilhões de peças de vestuário para 2022 (TEXTILA, 2018).

A produção em larga escala de artigos têxteis acarreta em uma elevada geração de resíduos sólidos por parte desse setor, como retalhos e trapos compostos por diferentes fibras têxteis. Esses resíduos ainda são, em sua grande maioria, destinados para aterros sanitários, tecnologias de incineração e até mesmo lixões, de modo que não é aproveitado o potencial existente para a reciclagem desse material (ZONATTI, 2016).

Os processos de reciclagem têxtil, para a transformação dos resíduos em produtos finais, já existem e podem ser classificados quanto ao método que utilizam, sendo os principais a reciclagem mecânica, a reciclagem química e a reciclagem térmica (JAMAL; RANI, 2017). Cada um desses processos pode ser aplicado aos resíduos têxteis conforme o tipo de fibra têxtil que os compõem, como fibras de algodão, poliéster e poliamida, e os resultados serão produtos distintos conforme o processo e o tipo de fibra utilizados.

Uma vez que os processos de reciclagem de resíduos de tecidos são conhecidos, bem como os tipos de materiais aos quais eles podem ser aplicados, é necessário também explorar os produtos obtidos por meio desses processos. O conhecimento acerca desses produtos é essencial para estimular a ampliação da reciclagem têxtil no Brasil e, dessa forma, diminuir os impactos ambientais causados pelo setor têxtil, bem como aproveitar o potencial dos resíduos de tecidos, que podem ser transformados em novos produtos a serem comercializados.

Para explorar o tema, foi realizado um estudo de caso com foco nos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil, utilizando como base as metodologias descritas por Miguel (2007), Noor (2008) e Yin (2009). Foram analisados os universos acadêmico e industrial, de modo a abranger essas duas frentes do conhecimento. Os resultados obtidos para cada universo foram

analisados e comparados, permitindo a formulação de conclusões e hipóteses. O objetivo do trabalho foi alcançado, de modo que o estudo de caso possibilitou explorar os produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil, contribuindo para o cenário da reciclagem têxtil no Brasil, e dessa forma podendo promover sua ampliação e aplicação em larga escala.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Explorar, por meio de um estudo de caso, o cenário da reciclagem têxtil no Brasil, tomando como foco os produtos fabricados a partir dos resíduos têxteis.

2.2. Objetivos específicos

- Definir os principais produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil;
- Encontrar e entrevistar as empresas que trabalham com a reciclagem têxtil no Brasil;
- Analisar as tendências dos universos acadêmico e industrial quanto à reciclagem de tecidos.

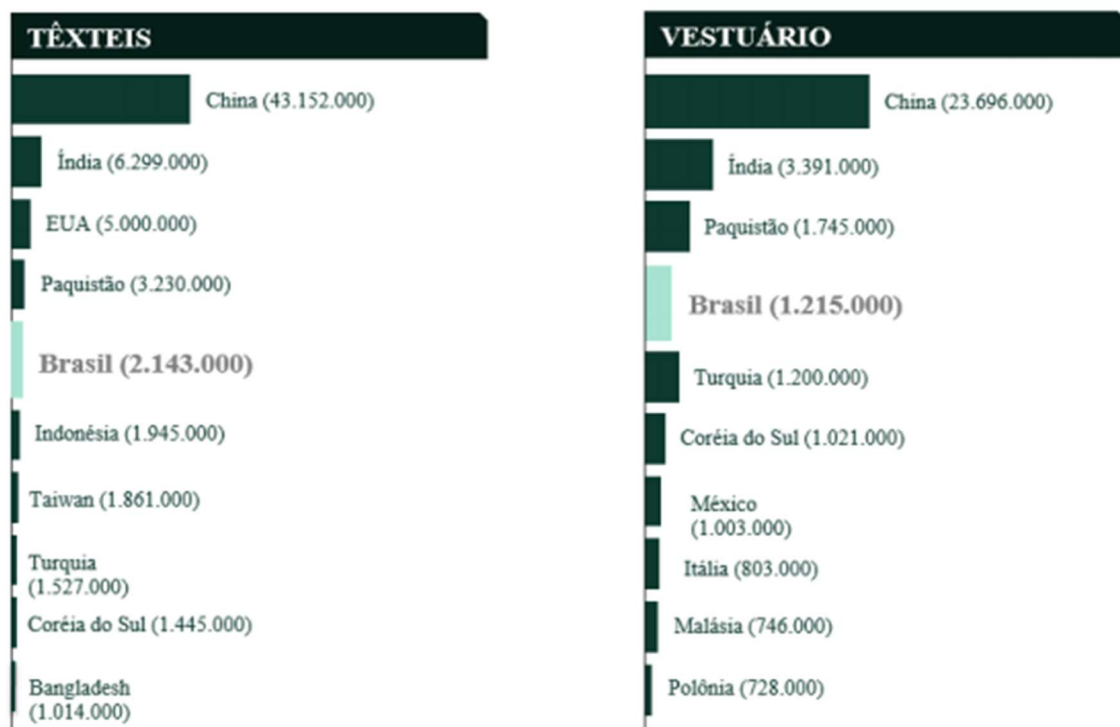
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Setor têxtil no Brasil

O setor têxtil no Brasil possui grande representatividade e importância na economia do país, uma vez que o faturamento da cadeia têxtil e de confecção em 2017 foi de US\$ 51,58 bilhões e de US\$ 42,94 bilhões em 2016. Ele é responsável por 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da indústria de transformação, gerando 1,5 milhão de empregados diretos e 8 milhões considerando os indiretos, dos quais 75% são de mão de obra feminina (ABIT, 2018).

De acordo com o Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI), em 2014 o Brasil ocupava a quarta posição entre os produtores mundiais de vestuário e a quinta posição na produção de produtos têxteis como fios e tecidos. A produção mundial de artigos têxteis e peças de vestuário, em 2014, é mostrada na Figura 1.

Figura 1 - Produção mundial de artigos têxteis e peças de vestuário em 2014, em toneladas.

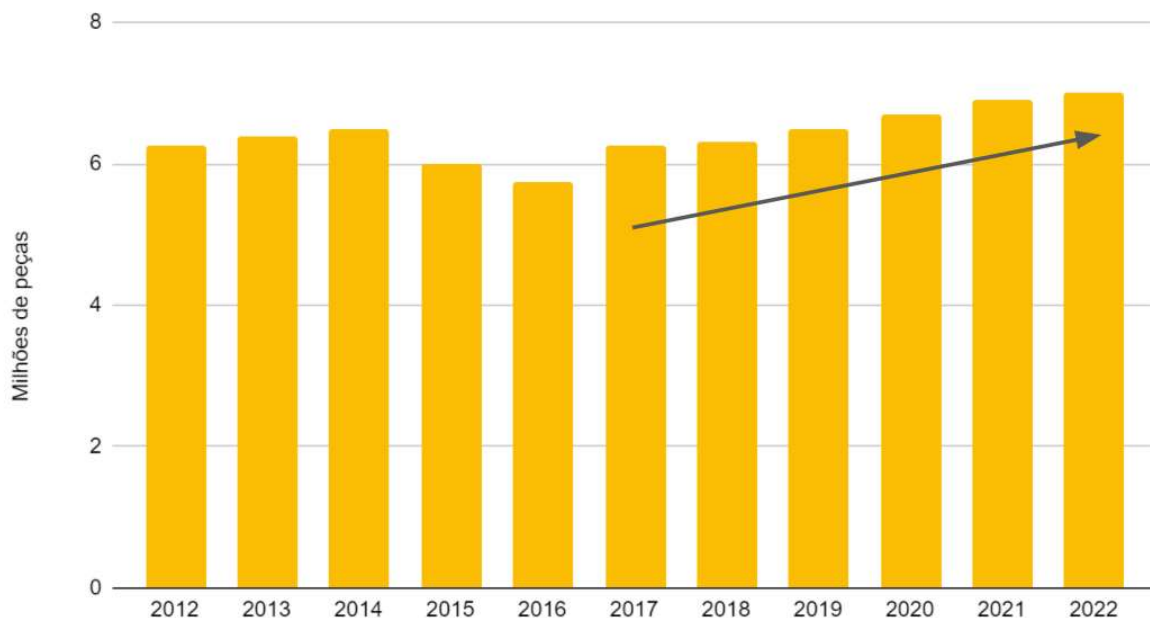


Fonte: IEMI, 2014

Dentro do Brasil, o Sudeste se destaca como principal região produtora de têxteis, concentrando também os maiores mercados consumidores e os principais centros de distribuição de atacado e varejo (IEMI, 2015).

Ainda de acordo com o IEMI, em 5 anos estima-se um crescimento de 11,5% no varejo de vestuário no Brasil, de modo a alcançar, em 2022, o maior volume já registrado, de 7,1 bilhões de peças. É mostrado na Figura 2 o crescimento do setor ao longo dos anos, baseado na quantidade de peças de vestuário comercializadas, ainda sem levar em conta a produção de fios e tecidos (IEMI, 2015).

Figura 2 - Produção do setor de vestuário ao longo dos anos, em milhões de peças.



Fonte: IEMI, 2015

Devido à larga escala do setor têxtil e sua elevada produção, há uma grande geração de resíduos sólidos oriundos dos processos industriais, confeccionistas e também do pós-consumo, em quantidades diretamente proporcionais às de produção (ZONATTI, 2016). Segundo o Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo (SINDITÊXTIL-SP), em 2012 eram produzidas 175 mil toneladas de aparas têxteis por ano, provenientes apenas dos cortes de tecidos das confecções no Brasil.

Apesar dessa elevada disponibilidade de resíduos têxteis, o mercado brasileiro que utiliza esse material ainda prefere a importação ao invés de usar os resíduos nacionais, devido

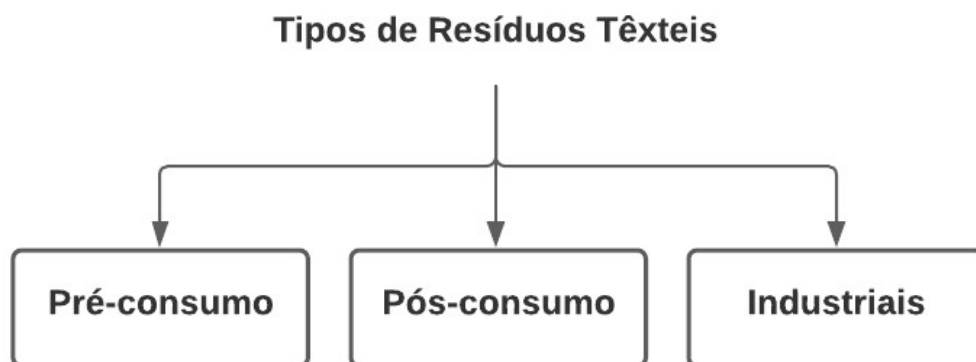
a fatores como a falta de separação adequada dos resíduos, contaminação por produtos químicos ou até mesmo sujeira e elevado custo para implementação da gestão correta desses resíduos. Em 2015 o Brasil importou aproximadamente 9 milhões de quilos de retalhos e trapos têxteis, a um custo de em média U\$ 6 milhões. Tem-se um volume de importação significativo de resíduos têxteis como seda, lã, algodão e outros materiais sintéticos e fibras artificiais, o que demonstra a existência de um mercado de resíduos têxteis a ser explorado (AMARAL *et al.*, 2018).

3.2. Resíduos Têxteis

3.2.1. Origem dos resíduos têxteis

Resíduos têxteis provém do descarte de tecidos que não serão mais utilizados em sua forma original, e são gerados por diversas indústrias como a de manufatura de roupas, a de fibras e a de tecidos, além da sua geração por consumidores e serviços comerciais (JAMAL; RANI, 2017). Classificando os tipos de resíduo têxtil gerados quanto a sua origem, têm-se os resíduos pré-consumo, pós-consumo e industrial, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Tipos de resíduo têxtil classificados conforme sua origem.



Fonte: adaptado de JAMAL; RANI, 2017

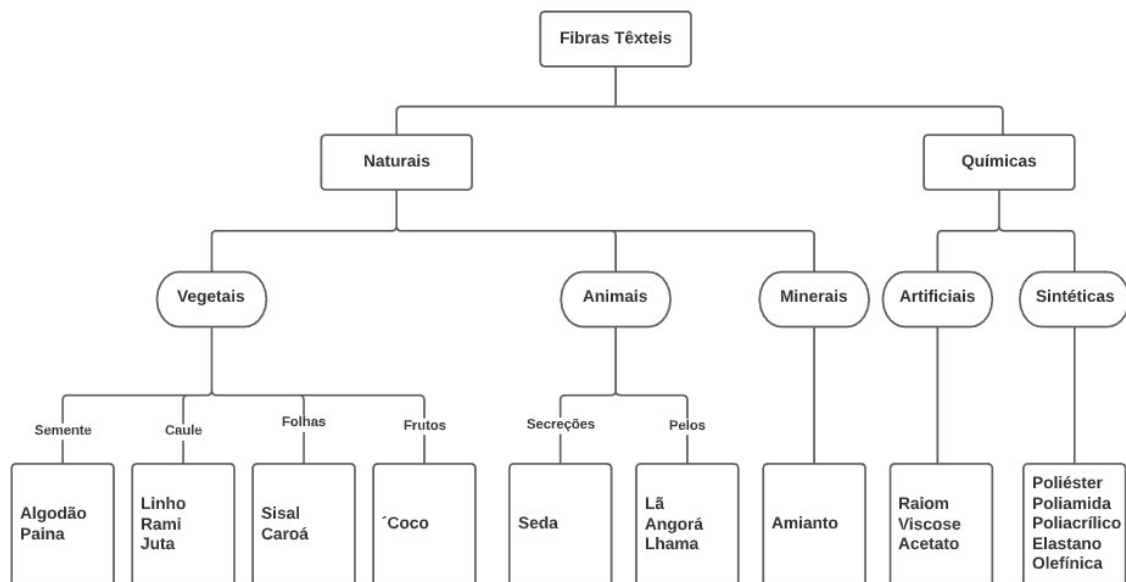
Os resíduos têxteis pré-consumo são resíduos de fabricação gerados pelo processamento de fibras e pela produção de tecidos acabados. Os resíduos pós-consumo, por sua vez, consistem em qualquer tipo de vestuário ou tecido utilizado em casa, que o consumidor não precise mais, seja por estarem danificados, desgastados ou não se aplicarem mais no seu dia a dia. Por fim, os resíduos têxteis industriais são aqueles gerados após utilizações comerciais e industriais,

incluindo itens como carpetes e cortinas. Esse tipo de resíduo se encontra, muitas vezes, contaminado e acaba sendo descartado em aterros sanitários (JAMAL; RANI, 2017).

3.2.2. Fibras têxteis

A classificação de produtos têxteis começa pelos diferentes tipos de fibras que serão submetidas a processos de fabricação, podendo ser transformadas em fios e utilizadas na confecção dos produtos têxteis. Na Figura 4 são exibidos os diferentes tipos de fibras têxteis e suas ramificações (BARBOSA et al, 2004).

Figura 4 - Tipos de fibras têxteis conforme suas origens.



Fonte: Adaptado de BARBOSA et al,2004

As fibras naturais, como o algodão e a lã, são encontradas na natureza, enquanto as fibras químicas, como o poliéster e a poliamida, são obtidas por meio de processos industriais. As fibras naturais, por sua vez, dividem-se em três categorias: vegetais, animais e minerais, já as fibras químicas podem ser artificiais - produzidas a partir de polímeros naturais como a celulose - ou sintéticas - produzidas a partir de polímeros sintetizados (BARBOSA et al, 2004).

No Brasil tem-se o algodão como a fibra natural mais utilizada para a produção de tecidos, no caso das fibras químicas o poliéster ocupa essa posição. Na Tabela 2 é exibida a

produção de tecidos no Brasil (em toneladas) conforme a natureza das fibras, no período de 2012 a 2014 (IEMI,2015).

Tabela 1 - Produção de tecidos no Brasil, em toneladas, para os anos de 2012 a 2014.

Fibra Têxtil	2012	2013	2014
Algodão	752.879	772.213	752.908
Poliéster	296.009	308.015	310.384
Viscose	14.189	12.703	11.832
Poliamida	7.376	7.489	7.203

Fonte: Adaptado de AMARAL, 2016

Além do consumo de algodão representar 84% do consumo total de fibras têxteis do país, o Brasil ocupa a posição de terceiro maior exportador de algodão, e quinto maior consumidor, localizando-se entre os cinco maiores produtores mundiais. O poliéster, por sua vez, supre mais de 50% da demanda total de fibras químicas, e pode ser encontrado em sua forma pura ou em mistura com algodão, poliamida, linho e lã, em proporções diversas (IEMI, 2015).

A poliamida apresenta elevada resistência mecânica, além de possuir baixa absorção de umidade e possibilidade de texturização, sendo assim a mais nobre das fibras sintéticas e amplamente utilizada em malha para artigos de moda praia, íntima e artigos esportivos. Tem-se dois tipos de poliamidas, a 6.6 e a 6, que se diferenciam quanto ao seu processo de síntese e quantidade de radicais amida, resultando em propriedades diferentes para cada produto (AMARAL, 2016).

Amaral e Rodrigues (2018) realizaram uma pesquisa de mercado com algumas empresas brasileiras acerca dos preços praticados por elas na compra de resíduos têxteis. Na Tabela 3 são exibidas as faixas dos valores praticados para os resíduos, de acordo com as fibras pelas quais esses resíduos são compostos.

Tabela 2 - Valor de mercado dos resíduos têxteis conforme sua composição, para o ano de 2018.

Composição do resíduo têxtil	Valor por quilograma (R\$)
Fibras mistas	0,05 a 0,10
Fibras de algodão	0,10 a 0,15
Fibras de poliamida	0,70 a 1,00
Fibras 100% algodão	1,20 a 1,70

Fonte: Adaptado de AMARAL; RODRIGUES, 2018.

3.3. Reciclagem no Brasil

“Reciclagem é o processo de transformação de resíduos que envolve a alteração de propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas e que dá origem a novos insumos ou novos produtos”. (ABRELPE, 2019, p. 49)

Em 2010, o Brasil perdia 8 bilhões de reais anualmente ao deixar de reciclar todos os resíduos recicláveis que são encaminhados para aterros sanitários e lixões, conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010). Nesse ano a geração de resíduos sólidos urbanos foi de aproximadamente 195 mil toneladas por dia (ABRELPE,2011). Em 2018 esse número chegou a aproximadamente 217 mil toneladas por dia, totalizando 79 milhões de toneladas no ano (ABRELPE, 2019), representando um potencial ainda maior para o ganho com a reciclagem de resíduos.

De 2008 a 2009, o Brasil importou mais de 223 mil toneladas de resíduos sólidos, com um custo de U\$257,9 milhões, simultaneamente perdendo U\$12 bilhões por não reciclar os próprios resíduos, durante o mesmo período. Tem-se que 78% de todos os resíduos sólidos gerados no país ainda não são reciclados devido à falta de coleta seletiva, de modo que a indústria que utiliza produtos recicláveis como matéria-prima tem a necessidade de importação. Tal indústria absorve uma quantidade de material reciclável maior do que o país atualmente coleta e recicla (AMARAL; RODRIGUES, 2018).

Embora alguns resíduos recicláveis como sucatas de alumínio e aço já tenham grande aplicação na reciclagem, com 82% e 95% não sendo destinados para aterros e lixões, respectivamente, outros resíduos como papel, papelão e plástico ainda precisam de atenção nesse sentido (IPEA, 2010). O plástico apresenta baixo valor agregado, sendo necessária uma

grande quantidade de resíduos para a obtenção de lucro, de forma similar ao papelão, de modo que sua reciclagem não é tão priorizada como a do alumínio por exemplo, que se mostra de elevada rentabilidade. Contudo, a reciclagem de todo o plástico descartado no Brasil ainda poderia gerar R\$ 5,7 bilhões para a economia, além de amenizar o elevado impacto ambiental causado por esse resíduo (AMARAL; RODRIGUES, 2018).

Com a reciclagem têxtil o cenário permanece desfavorável, e a grande maioria dos resíduos ainda são destinados para aterros, lixões e tecnologias de incineração. Considerando-se apenas as peças confeccionadas, mais de 150 milhões de peças não têm destinação definida e acabam estocadas ou destruídas. Em média, as coleções vendem apenas de 50% a 75% da sua produção e o que não é vendido é depositado em aterros ou incinerado (ZONATTI, 2016).

De modo a aprofundar-se quanto ao cenário industrial da reciclagem têxtil no Brasil, Amaral (2018) realizou uma pesquisa por meio de uma busca online e listou 21 empresas brasileiras que realizam a reciclagem têxtil, exibidas na Tabela 1. Nela são listadas as 21 empresas encontradas, o estado federativo em que se encontram e as seguintes informações para cada uma delas:

- Material reciclado: classificado quanto à sua origem (pós-consumo ou pós industrial) e quanto à sua natureza (composto por fibras naturais ou químicas).
- Produto final: produto final obtido após a realização da reciclagem têxtil
- Website: website da empresa em questão

Tabela 3 – Empresas que trabalham com a reciclagem têxtil no Brasil

Empresa	Estado	Material reciclado	Produto final	Website
Adami Têxtil	SC	Fibras naturais e químicas	Fibras	http://www.adamitextil.com.br/
Benefibras	MG	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fibras	http://www.benefibras.com.br/
Benefios	SC	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios e cordas	http://www.benefios.com.br/
Cotan	PR	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios	http://www.cotan.com.br/
Ecofios	SP	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios	http://ecofios.com.br/

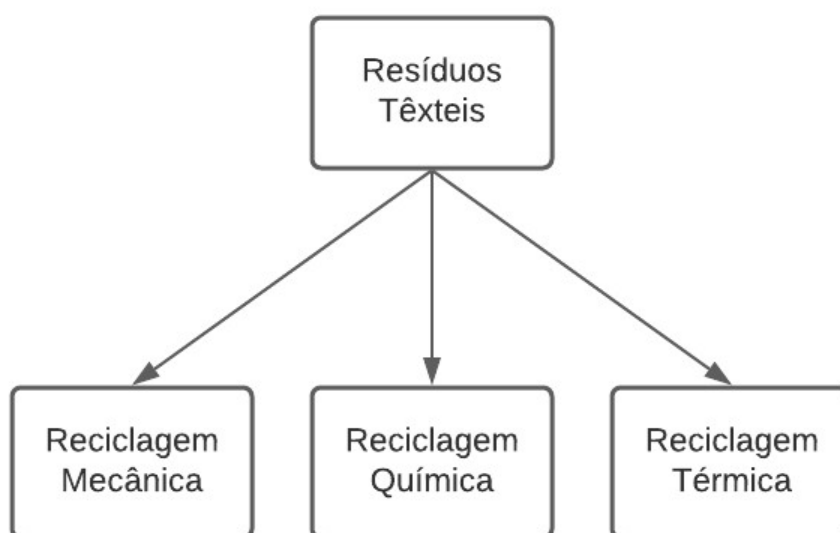
Ecosimple	SP	Resíduo pós-industrial de fibras naturais e químicas	Tecidos	https://ecosimple.com.br/
Eurofios	SC	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios e cordas	http://euroroma.com.br/
Fiação Patamuté	PB	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios	http://www.fiacaopatamute.com.br/
Flocos Fibra	SP	Resíduo pós-consumo de colete a prova de balas	Fibras	https://www.flocosfibra.com.br/
Grupo Wolf	SP	Resíduo pós-industrial de fibras químicas	Fibras	http://www.grupowolf.com.br/
H3 Polímeros	SP	Resíduo pós-industrial de fibras químicas e sintéticas	Flocos de poliamida e fibras de PET	http://www.h3polimeros.com.br/
JF Fibras	SP	Resíduo pós-industrial de fibras químicas e naturais	Fibras	https://www.jffibras.com.br/
Korea Têxtil	SP	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios	http://www.koreatextil.com.br/
Lonatex	MG	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Tecido	http://www.lonatex.com.br/
Maxitex	RS	Resíduo pós-industrial de fibras naturais e químicas	Tecidos e fios de roupas	https://www.maxitex.com.br/
Multicolor	EC	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios	http://www.multicolortextil.com.br/
Ober	SP	Resíduo pós-industrial de fibras naturais e químicas	Não tecidos	http://www.ober.com.br/
PG Fios	SC	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fios	http://www.pgfiros.com.br/
Sempre Verde	SP	Resíduo pós-consumo de carpetes	Não tecidos	http://www.sempreverdeambiental.com.br/
Superfios	PE	Resíduo pós-industrial de fibras naturais	Fibras	http://www.superfios.com.br/index.html
Virgflex	SP	Resíduo pós-industrial e pós-consumo	Fibras	Sem website, disponível em: http://oficialistas.com

Fonte: Adaptado de Amaral, 2018

3.4. Reciclagem têxtil

A reciclagem têxtil pode ser realizada por meio de diferentes processos, que envolvem técnicas específicas e resultam em produtos distintos. Esses processos podem ser classificados como mecânicos, químicos ou térmicos. (ZONATTI, 2016). Na Figura 5 são exibidos os tipos de reciclagem que podem ser realizadas a partir dos resíduos têxteis, classificados conforme tais processos.

Figura 5 - Tipos de reciclagem aplicáveis aos resíduos têxteis, classificadas conforme o processo utilizado.



Fonte: Adaptado de ZONATTI, 2016

3.4.1. Reciclagem Mecânica

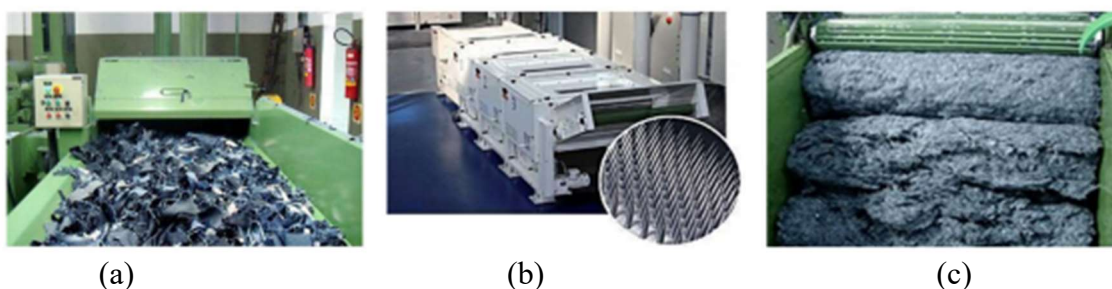
O processo de reciclagem mecânica envolve a desfibragem dos retalhos de tecidos, realizada por uma máquina denominada desfibradeira (Figura 6). Antes de passarem pela desfibradeira, os retalhos de tecidos devem ser uniformizados, de modo que fiquem do mesmo tamanho, e para isso são utilizadas máquinas de corte, que também possuem imãs capazes de remover eventuais empecilhos à desfibragem (AMARAL, 2016).

A máquina possui vários estágios, ao longo dos quais a desfibragem é realizada por meio de rolos de diâmetros variáveis. Os rolos possuem inúmeras agulhas em sua superfície,

que realizam o trabalho de rasgar e de fato desfibrar o tecido à medida que o rolo é rotacionado. (AMARAL, 2016) A cada estágio o número de agulhas aumenta, de modo que quanto maior o número de estágios melhor será a desfibragem, até a formação de uma massa desfibrada. (ZONATTI, 2016)

Na Figura 6 é exibido o estágio inicial da reciclagem mecânica (AMARAL et al., 2018)

Figura 6 – Estágio inicial da reciclagem mecânica



(a) Estágio inicial da desfibragem de retalhos de jeans; (b) Máquina de desfibragem; (c) Massa desfibrada.

Fonte: AMARAL, 2018

O produto resultante da reciclagem mecânica é a massa desfibrada, que pode ser utilizada para a fabricação de diferentes produtos finais, ou até mesmo comercializada em sua forma original, para que outras indústrias sejam responsáveis pelo processo de transformá-la em outros materiais (AMARAL, 2016).

A fabricação de não tecidos é uma das opções para a utilização da massa desfibrada. Os não tecidos são mantas de fibras ou filamentos orientados direccionalmente ou ao acaso, em contrapartida os tecidos são tecnicamente definidos como estruturas compostas pelo entrelaçamento de conjuntos de fios formando um ângulo de aproximadamente 90°. Esse material pode ser utilizado em diversas aplicações, as mais comuns sendo: isolamento térmico e acústico para o setor automobilístico e de construção civil, panos e objetos de limpeza para uso doméstico e por fim elementos filtrantes do setor industrial (MARONI, 1999).

Paz (2018), por exemplo, desenvolveu uma manta térmica para a construção civil, a partir de resíduos de polipropileno submetidos ao processo de reciclagem mecânica. A massa desfibrada passou por um processo de consolidação térmica, de modo a formar o não tecido a ser aplicado como manta térmica.

Também é possível utilizar as fibras contidas nessa massa desfibrada para a produção de compósitos. Finkler (2014) utilizou a reciclagem mecânica em resíduos têxteis de composição 50% algodão, e aplicou as fibras obtidas para a produção de compósitos de matriz polimérica, utilizando polietileno de alta densidade e um agente compatibilizante. Borsoi et al. (2011) também produziu compósitos a partir da desfibragem de resíduos têxteis, utilizando as fibras de algodão como reforço em um compósito de matriz de poliestireno.

Ao realizar a reciclagem mecânica, é importante atentar-se à composição dos resíduos para evitar resultados indesejados, uma vez que cada grupo de fibras têxteis possui características físico-químicas específicas, que irão influenciar diretamente no resultado do processo. No caso das fibras sintéticas é necessário um maior esforço para serem trituradas e desfibradas, dessa forma, uma mistura de tecidos em proporções erradas inserida no maquinário poderia causar atrito excessivo durante o processo, o que levaria a um aumento de temperatura, podendo até fundir as fibras plásticas envolvidas (ZONATTI, 2016).

3.4.2. Reciclagem Química

A reciclagem química envolve a conversão dos polímeros de elevado peso molecular em substâncias de baixo peso molecular, que podem ser utilizadas como reagentes para a preparação de outros produtos químicos ou polímeros (JAMAL; RANI, 2017).

Fibras químicas foram desenvolvidas com o objetivo de reproduzir e até melhorar as propriedades das fibras naturais, de modo a atenderem às necessidades de diversos setores da indústria e, dessa forma, se tornaram amplamente utilizadas. Essas fibras são produzidas a partir de resinas poliméricas derivadas do petróleo, sendo o poliéster, a poliamida (nylon), o acrílico, o polipropileno e o elastano as mais utilizadas. Dentre essas, o poliéster e a poliamida são fibras que podem ser recicladas por meio da regeneração química (AMARAL, 2016).

Existem pelo menos duas patentes de domínio público no site do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, que descrevem métodos químicos para a reciclagem de fibras têxteis. A patente PI/9301022-2-A, de 1994, descreve a separação da poliamida e do elastano a partir de tecidos oriundos de artigos de vestuário. O processo tem como resultado a poliamida em forma de uma massa, que pode ser reutilizada na indústria têxtil ou na indústria de plásticos (WOLFF, 1994).

Outra patente, PI/1104317-2-A2, concedida em 2016 e extinta em 2018, descreve acerca da reciclagem de poliamida 6 e 6.6, que se diferem em termos de síntese e quantidade de radicais amida, resultando em propriedades distintas como densidade, resistência ao desgaste e resistência a agentes químicos. Nesse processo, os tecidos devem ser adequadamente separados, manualmente ou por meio de equipamentos específicos, para evitar a presença de outras fibras como algodão, polipropileno e poliéster, que poderiam inviabilizar o processo. Tem-se como resultado a poliamida em um estado de pureza que permite sua reutilização da forma como foi concebido e gerado quimicamente (HEILBERG, 2011).

Navone et al. (2020) realizou a reciclagem química a partir de resíduos têxteis de poliéster, por meio da aplicação de um tratamento enzimático que promoveu a degradação do tecido. Como produto resultante desse processo, tem-se a recuperação das fibras de poliéster, que podem ser utilizadas na fabricação de novos tecidos e produtos derivados de poliéster, com as mesmas propriedades que as fibras virgens.

A reciclagem dessas fibras sintéticas se mostra de suma importância devido ao caráter não-biodegradável que possuem, permanecendo no meio ambiente por períodos extensos devido ao seu longo período de degradação (AMARAL, 2016).

3.4.3. Reciclagem Térmica

O processo de reciclagem térmica envolve a aplicação de calor para a transformação do resíduo têxtil no produto final, de modo que o processo de incineração não é considerado como tal, uma vez que não resulta em nenhum produto final (ZONATTI, 2016).

Esse processo pode ser aplicado aos resíduos de algodão para a produção de energia por combustão e também para a produção de biogás. A produção de energia por combustão utiliza aparas de tecidos 100% algodão juntamente a resíduos de madeira, em uma proporção de 80 para 20, respectivamente, e tem como produto um combustível que pode ser utilizado em caldeiras. No caso da produção de biogás, o tecido passa primeiramente por um processo de corte e trituração e, em seguida, é submetido à hidrólise. O material passa por uma etapa de filtragem e por fim é realizada a fermentação para a produção de biogás (ZONATTI, 2016).

Também é possível a aplicação de tal processo em resíduos de poliamida, como feito por Lv et al. (2020). O autor realiza a fusão de tecidos compostos por fibras de poliamida 6 e, ao final do processo, produz pellets poliméricos que poderão ser inseridos na indústria polimérica para a produção de plásticos reciclados.

3.5. Estudo de Caso

3.5.1. Definição

A metodologia de estudo de caso pode ser definida como:

"Uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o caso) com profundidade e dentro de seu contexto do mundo real" (YIN, 2014 apud HOLLWECK, 2015).

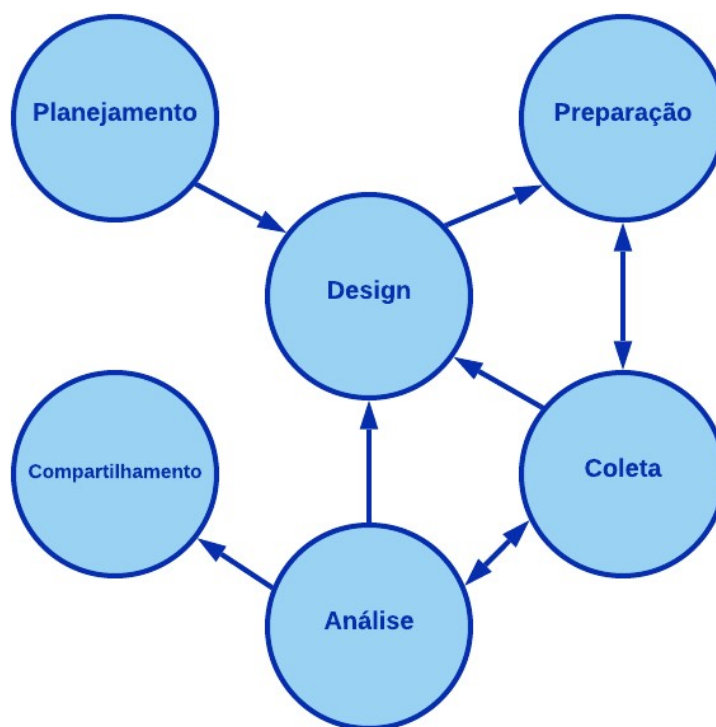
Ela tem como principal objetivo o aprofundamento acerca de um problema que ainda não foi totalmente definido, de modo a desenvolver hipóteses, conclusões e, portanto, propor soluções para o tema. Além disso, comumente tem-se a tentativa de esclarecer os motivos pelos quais um conjunto de decisões foi tomado, bem como mostrar os resultados obtidos (MIGUEL, 2007).

O "caso" é o objeto de estudo, e deve ser escolhido de modo que seja uma unidade complexa e funcional a ser investigada dentro de seu contexto, por meio de diversos métodos, além de ser um fenômeno contemporâneo (JOHANSSON, 2003).

3.5.2. Estrutura

A metodologia para a realização de um estudo de caso ainda não é pautada por nenhuma norma ou padronização, embora seja utilizada e descrita em diversos trabalhos acadêmicos. Sua estruturação pode ser realizada de diversas formas, porém a maioria dos trabalhos acaba seguindo o mesmo padrão em larga escala, diferenciando-se nas etapas menores. De acordo com Baskarada (2014), um dos processos mais aceitos universalmente tem como base o trabalho de Yin (2009), que descreve a construção de um estudo de caso de seis etapas: planejamento, design, preparação, coleta, análise e compartilhamento. Na Figura 7 são exibidas essas etapas e a forma como se relacionam.

Figura 7 - Etapas para a realização de um estudo de caso.

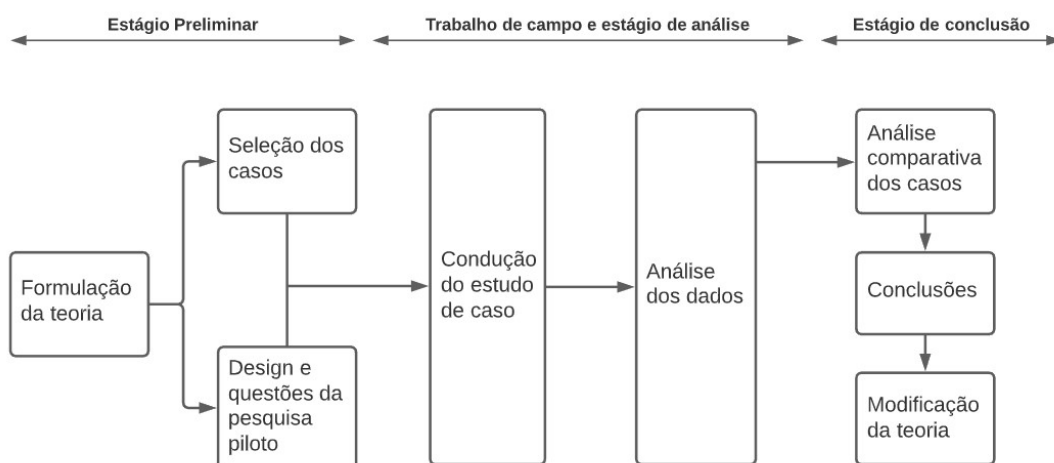


Fonte: Baskarada, 2014

Nesse processo a etapa de planejamento tem como objetivo levantar as perguntas e questões acerca do tema, por meio de extensa revisão da literatura. Em seguida, na etapa de design, o escopo do estudo é definido e faz-se a seleção dos casos a serem estudados. Na etapa de preparação tem-se o mapeamento das eventuais limitações e empecilhos ao estudo, de modo a tentar conduzir o estudo da melhor maneira possível e, dessa forma, obter resultados coerentes e condizentes com a realidade. A etapa de coleta consiste na utilização de ferramentas e fontes de evidência para a obtenção de dados e respostas para as questões propostas. É recomendada a utilização de múltiplas fontes para ampliar o alcance do estudo. Com as informações necessárias coletadas, é iniciada a etapa de análise, na qual todos os dados são compilados e analisados de modo a obter-se conclusões e hipóteses acerca do tema. Por fim, durante a etapa de compartilhamento, as conclusões obtidas previamente são reunidas em um relatório ou apresentação, que também deve explicitar os métodos utilizados e os resultados obtidos (Baskarada, 2014 apud Yin, 2009).

Noor (2008), por sua vez, descreve a estrutura para a elaboração de um estudo de caso em estágios, que por sua vez se dividem em etapas (Figura 8). O estágio preliminar consiste na formulação da teoria por meio de revisão literária extensa e também engloba a seleção dos casos e o design do estudo. Em seguida, na etapa de condução e análise, o estudo é efetivamente realizado, por meio dos métodos definidos durante a etapa de design, e os resultados obtidos são submetidos à análise. Por fim, no estágio de conclusão, faz-se a comparação entre os resultados obtidos e análises realizadas, de modo a obter-se uma conclusão acerca da teoria proposta.

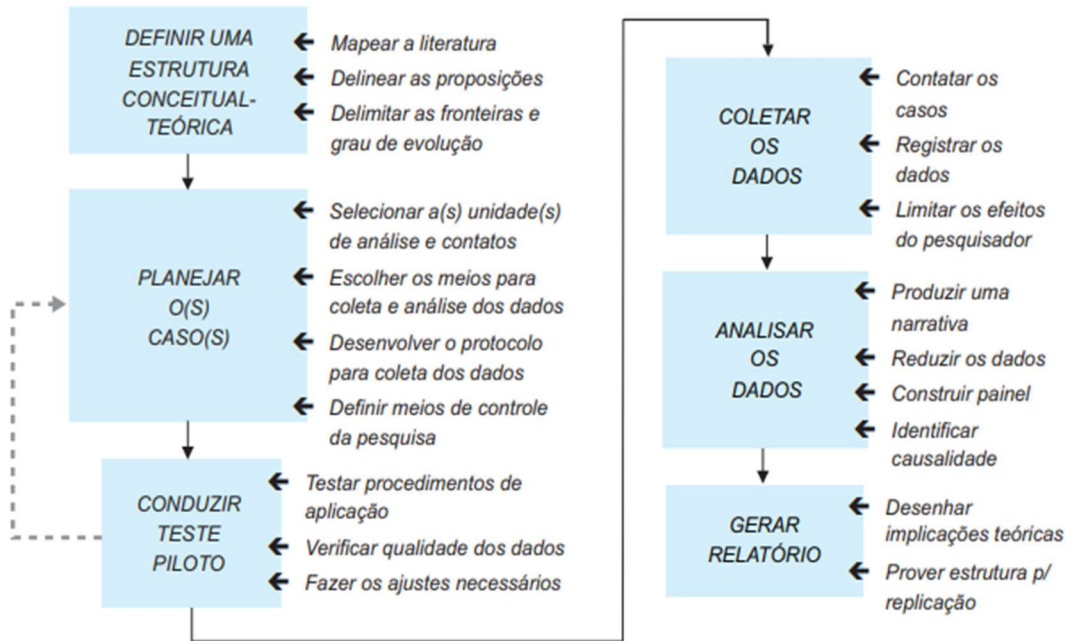
Figura 8 - Fluxograma da metodologia utilizada para a construção de um estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Noor, 2008

Aplicando a metodologia de estudo de caso à engenharia, Miguel (2007) descreve a abordagem demonstrada na Figura 9, a qual sugere ser a mais adequada para a condução de um estudo de caso nessa área.

Figura 9 - Fluxograma da metodologia utilizada para a condução de um estudo de caso aplicado à engenharia.



Fonte: Miguel, 2007

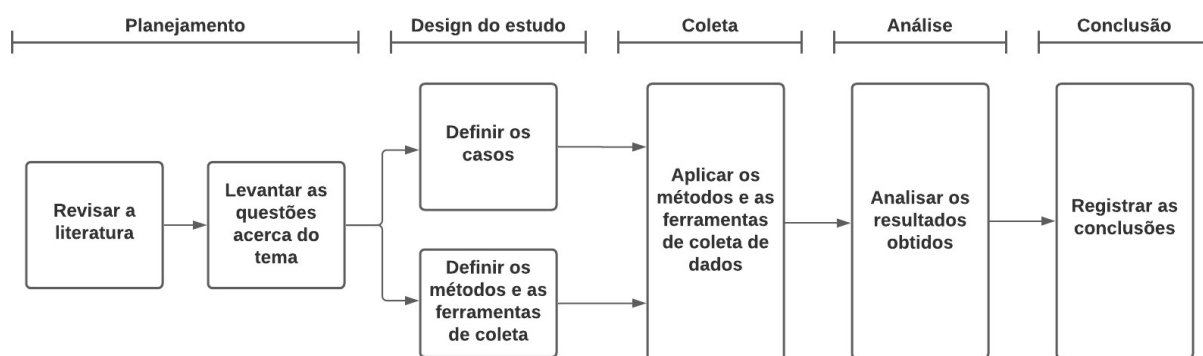
Essa metodologia também se inicia a partir de uma revisão da literatura, de modo a mapear o estado da arte acerca do tema que será discutido. Em seguida faz-se um planejamento do estudo de caso, incluindo os métodos de pesquisa a serem aplicados e os casos a serem analisados. Antes de realizar o estudo propriamente dito, Miguel (2007) propõe uma etapa para a realização de um teste piloto, na qual os métodos serão testados e eventuais ajustes serão realizados. Por fim, tem-se as três etapas finais, que envolvem a coleta e análise dos dados, além da geração de um relatório, no qual as devidas conclusões serão tomadas a partir dos resultados obtidos (Miguel, 2007).

Tendo em vista o cenário da reciclagem de tecidos no Brasil, apresentado ao longo dessa revisão, será realizado neste trabalho um estudo de caso dos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil. Tem-se o objetivo de explorar esse cenário e ampliar os conhecimentos acerca do tema, de modo a possibilitar a futura ampliação da reciclagem têxtil no país.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizando como base as metodologias para a elaboração de um estudo de caso descritas por Miguel (2007), Noor (2008) e Yin (2009), e visando alcançar os objetivos definidos, considerando o cenário atual, foi elaborado o fluxograma exibido na Figura 10, que descreve o processo utilizado para a condução do estudo de caso descrito neste trabalho.

Figura 10 - Fluxograma que descreve a metodologia utilizada para a condução do estudo de caso no presente trabalho.



Fonte: Própria autora.

A metodologia foi construída a partir das cinco etapas: planejamento, design do estudo, coleta, análise e conclusão, que por sua vez são compostas por ações que levam à construção do estudo.

4.1. Planejamento

Visando explorar o cenário atual da reciclagem têxtil no Brasil, foi realizada a revisão bibliográfica, apresentada no início deste trabalho, por meio de pesquisa em fontes variadas como artigos, teses, revistas, jornais, reportagens, relatórios, entre outros. Por meio dessa pesquisa foram encontradas lacunas de informações a serem preenchidas, a partir das quais foram levantadas as questões que são respondidas por meio desse estudo de caso. Nesse estudo foram abordados, majoritariamente, resíduos têxteis pré-consumo.

Para cada caso analisado foram propostas as seguintes questões:

- Quais fibras têxteis são recicladas?
- Quais processos de reciclagem têxtil são utilizados?
- Quais os produtos finais são obtidos?
- Para qual fim ou indústria tais produtos são comercializados?

Por meio das perguntas propostas e com base nos casos analisados, foi possível conhecer os produtos fabricados através da reciclagem têxtil e explorar as tendências que envolvem os universos de estudo.

4.2. Design do estudo

A partir das questões levantadas durante a etapa de planejamento, foram definidos os casos a serem estudados. De modo a abranger os universos acadêmico e industrial, foram definidos casos em ambos os contextos, configurando duas fontes de informações, que aqui são referidas como: referencial teórico e referencial prático, respectivamente. Foram abordados casos encontrados na literatura, em publicações, teses, patentes e projetos, e também casos práticos, envolvendo empresas que ativamente trabalham com a reciclagem têxtil no Brasil e que aplicam tais processos em escala industrial.

Para a coleta dos dados a partir da literatura existente, foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- Periódicos Capes;
- Google Scholar;
- Science Direct.

Para a coleta dos dados a partir do referencial prático, houve uma busca das empresas brasileiras que trabalham com a reciclagem têxtil. Em ambos os universos o objetivo é responder às perguntas iniciais do estudo, seja pela extração dos dados diretamente das publicações encontradas, ou por meio do contato direto com as empresas selecionadas.

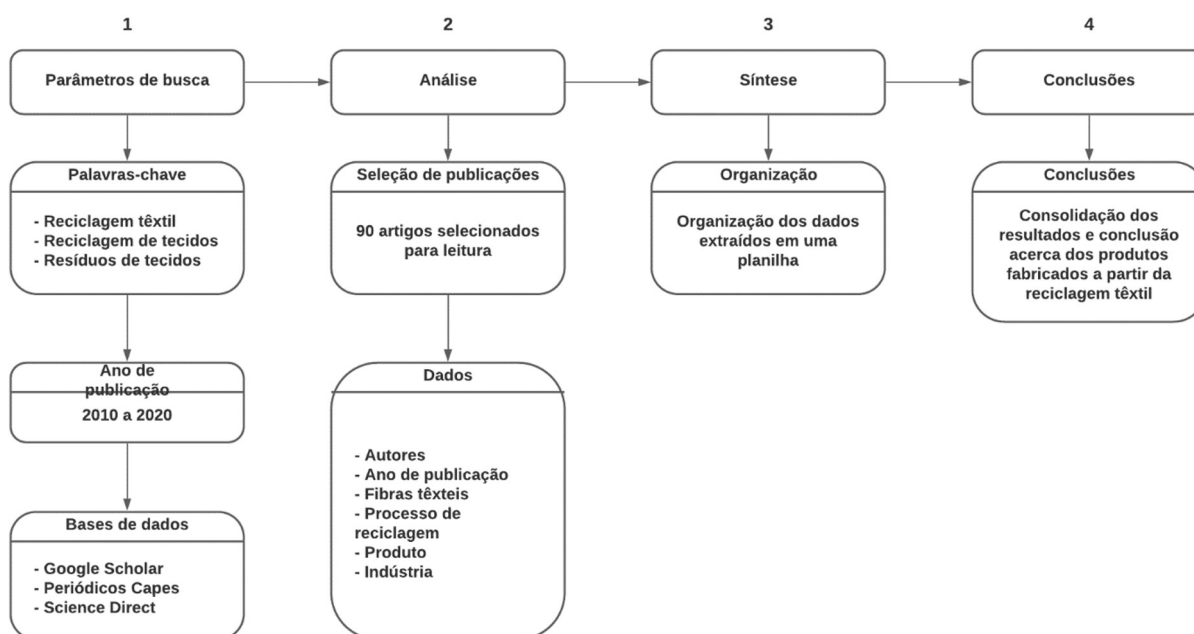
Os dados coletados foram submetidos à etapa de análise, com a utilização de um software para a formulação de gráficos. Por fim, a análise e a comparação dos resultados obtidos permitiram a elaboração de conclusões e hipóteses acerca do tema.

4.3. Coleta de dados

4.3.1. Referencial teórico

Para a coleta de dados presentes na literatura, a metodologia de revisão sistemática da literatura, adotada por SILVESTRO e GLEIZE (2020), foi utilizada. Tal metodologia pode ser representada pelo fluxograma exibido na Figura 11.

Figura 11 - Fluxograma que representa a metodologia de revisão sistemática da literatura.



Fonte: adaptado de SILVESTRO e GLEIZE (2020)

Utilizando as bases de dados Google Scholar, Periódicos Capes e Science Direct, que disponibilizam publicações científicas, realizou-se a busca acerca do tema reciclagem têxtil. Foi delimitado o período de 2010 a 2020 para as publicações, de modo a encontrar publicações relativamente recentes, e foram utilizadas combinações das palavras-chaves: “reciclagem têxtil”, “reciclagem de tecidos”, “resíduos têxteis” e “resíduos de tecidos”. As ferramentas Google Scholar e Periódicos Capes foram utilizadas para encontrar publicações nacionais, enquanto a ferramenta Science Direct foi utilizada para a busca em fontes internacionais.

4.3.1.1. Periódicos Capes

Para a realização da busca por meio da ferramenta Periódicos Capes, é possível escolher duas palavras-chaves por busca, além de definir se os resultados precisam incluir ambas (AND), pelo menos uma (OR), ou até mesmo excluir alguma (NOT). Para tal busca, foram escolhidas as palavras-chave “reciclagem têxtil” e “reciclagem de resíduos têxteis”, e foram aplicados os seguintes filtros:

- Data da publicação: 01/01/2010 a 31/12/2020;
- Tópicos: Gerenciamento de Resíduos, Indústria Têxtil, Waste Management, Resíduos Sólidos Industriais, Industrial Solid Waste, Sustainable Development, Recycling, Sustainability remover Engineering, Environmental Management, Sciences (General), Reciclagem, Environmental Sciences.

4.3.1.2. Google Scholar

Para a utilização do Google Scholar, foram utilizadas mais palavras-chaves, uma vez que o alcance da busca e o número de resultados é consideravelmente maior, de modo que é necessário aumentar o filtro aplicado, a fim de encontrar as publicações relevantes sobre o tema. Foram utilizadas as palavras-chave: “reciclagem têxtil”, “reciclagem de tecidos”, “resíduos têxteis” e “resíduos de tecidos”, e aplicado o filtro de data para obter-se resultados com data de publicação entre 2010 e 2020.

4.3.1.3. Science Direct

A ferramenta Science Direct foi utilizada na busca por fontes internacionais acerca do tema. Foram utilizadas as palavras chave “textile recycling”, “textile waste” e “textile fiber recycling”, e filtrado o período de 2010 a 2020

4.3.2. Referencial prático

Com o auxílio dos dados encontrados por meio do referencial teórico, foram encontradas algumas empresas que supostamente realizam a reciclagem têxtil no Brasil. Buscou-se o contato com essas empresas a fim de conseguir respostas para as questões do

estudo e, dessa forma, aprofundar-se no conhecimento sobre os produtos obtidos por meio da reciclagem têxtil.

Em uma primeira tentativa de contato, foi enviado um e-mail comunicando o tema deste trabalho, bem como o interesse em saber mais sobre os processos de reciclagem têxtil e seus respectivos produtos. No e-mail foi incluído um formulário com quatro perguntas descritas abaixo, de modo a tentar responder às questões iniciais propostas para este estudo de caso.

- Quais fibras têxteis conseguem absorver para a reciclagem?
- Quais processos de reciclagem têxtil são utilizados?
- Quais os produtos finais são obtidos?
- Para qual fim tais produtos são comercializados?

Em um segundo momento, para as empresas que não retornaram o primeiro contato, foi realizada uma tentativa de contato por telefone, também comunicando o tema e objetivo deste trabalho, e buscando obter as informações desejadas. A tentativa de contato por telefone foi mantida ao longo de 3 semanas até a obtenção de todos os dados desejados. Apenas uma das empresas contatadas não foi capaz de fornecer as informações necessárias.

4.4. Análise dos dados

Os resultados obtidos na etapa de coleta foram submetidos a uma análise, com o auxílio de gráficos e tabelas para sumarizar e comparar os dados. Foram realizadas análises individuais para os referenciais teórico e prático, de modo a obter-se conclusões acerca de cada um dos universos. Em um segundo momento, foi realizada uma comparação entre os dois universos, possibilitando a formulação de conclusões e hipóteses acerca da coerência entre a pesquisa acadêmica e a prática industrial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa de planejamento do estudo de caso permitiu a identificação de uma lacuna de informação quanto aos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil. Foi observado que as publicações mais abrangentes acerca do tema, isto é, que contemplam os diferentes processos de reciclagem têxtil, suas aplicações no Brasil, e também as fibras têxteis utilizadas, não se aprofundam nos produtos finais obtidos, como em Amaral (2016), Amaral (2018) e Zonatti (2016).

Dessa forma, durante a etapa de design do estudo de caso foram definidos os produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil como os casos a serem estudados. Esses casos foram buscados nos universos acadêmico e industrial de modo a abranger essas duas frentes do conhecimento.

5.1. Coleta de dados

5.1. Referencial teórico

A busca por publicações acerca do tema, mediante à aplicação dos filtros mencionados, levou aos resultados apresentados na Tabela 4, em que é mostrado o número total de publicações encontradas para cada base de dados utilizada. Para o Google Scholar foram encontradas 2080 publicações, mediante aos filtros e palavras-chaves aplicados, enquanto nos Periódicos Capes foram obtidos apenas 258 resultados. Da mesma forma, para o Science Direct foram encontradas 9371 publicações que atenderam aos critérios aplicados.

Tabela 4 - Número de publicações encontradas para cada base de dados utilizada

Ferramenta	Número de publicações
Google Scholar	2080
Periódicos Capes	258
Science Direct	9371

Fonte: Própria autora

A partir desses resultados foram selecionadas as 30 publicações mais relevantes em cada base de dados, resultando em um total de 90 fontes para a coleta de dados. Com base na leitura

dessas 90 publicações, foi feita uma seleção para encontrar aquelas que abordam, de fato, algum processo de reciclagem têxtil, e contém, pelo menos, uma menção de um produto fabricado a partir de um resíduo têxtil.

Além das publicações selecionadas, foram encontrados resultados expressivos em número acerca do tema, mas que não se encaixam no foco deste trabalho, sendo eles: LEVAR PRA CIMA

- Publicações sobre a reutilização ou o reaproveitamento de resíduos têxteis, comumente nos setores de moda e design, como feito por Ferreira (2015) e Mesacasa e Cunha (2019)
- Publicações sobre o gerenciamento de resíduos têxteis, comumente nos setores de logística e gestão, como feito por Faloppa (2017) e Menegucci (2015).
- Publicações sobre a reciclagem de garrafas PET, que são transformadas em tecidos, como feito por Duarte (2013) e Majumdar (2020).

Embora contribuam com dados acerca da diminuição dos impactos ambientais gerados pela indústria têxtil, essas publicações não foram consideradas para a coleta e análise de dados aqui descrita, uma vez que não descrevem nenhum processo de reciclagem de tecidos propriamente dito. Dessa forma, não contribuem para as informações acerca dos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil.

Dessa forma foi obtido um número final de 12 publicações, que representam o universo acadêmico abordado neste estudo de caso. A busca realizada indica a necessidade da ampliação das pesquisas e do conhecimento acerca da reciclagem de tecidos, uma vez que o total de 12 publicações é considerado pequeno em comparação ao número de publicações existentes nas bases de dados pesquisadas.

5.2. Referencial prático

Por meio dos contatos realizados com as empresas selecionadas, foi possível obter as respostas para as perguntas propostas. Essas respostas foram registradas em uma planilha para posterior análise dos resultados.

5.2. Análise de dados

5.2.1. Referencial teórico

A partir das 12 publicações selecionadas na etapa de coleta dos dados, foi realizada a extração das informações, procurando responder às perguntas iniciais do estudo a partir de cada publicação. Para isso, foi elaborada a Tabela 5 com as informações extraídas a partir das publicações, sendo elas:

- Autor e ano de publicação;
- Fibras têxteis: composição dos resíduos têxteis aos quais são aplicados os processos de reciclagem. Podem ser classificadas quanto ao tipo da fibra, como algodão, poliéster e poliamida, e também podem ser mistas, no caso de não haver a separação dos resíduos têxteis;
- Processo: processo de reciclagem têxtil aplicado, classificado como mecânico, químico ou térmico;
- Produto: produto fabricado por meio do processo de reciclagem têxtil;
- Indústria/Utilização: indústria que irá usufruir do produto fabricado, ou utilização para a qual aquele produto será direcionado.

Tabela 5 – Publicações selecionadas para a coleta de dados e os respectivos dados extraídos

Autor e ano de publicação	Fibras Têxteis	Processo	Produto	Indústria/Utilização
ZONATTI, 2013	100% Algodão	Reciclagem Mecânica	Compósito	Acessórios
FINKLER, 2014	50% Algodão	Reciclagem Mecânica	Compósito	Indústria Moveleira
PAZ, 2018	Polipropileno	Reciclagem Mecânica	Não tecido	Isolamento térmico
BORSOI et al., 2011	100% Algodão	Reciclagem Mecânica	Compósito	Não mencionado
AMARAL, 2016	100% Algodão	Reciclagem Mecânica	Não tecido	Isolamento térmico
AMARAL, 2016	100% Algodão	Reciclagem Mecânica	Fios reciclados	Indústria Têxtil
NAVONE et al., 2020	Lã e poliéster	Reciclagem Química	Fibras recicladas	Indústria Têxtil
GUO et al., 2020	Lã	Reciclagem Química	Fios reciclados	Indústrias Têxtil e Polimérica
DROCHYTKA et al., 2020	Poliéster	Reciclagem Mecânica	Não tecido	Isolamento térmico

ECHEVERRIA et al., 2019	Poliéster	Reciclagem Mecânica	Compósito	Construção Civil
MUTHURAJ et al., 2019	Mistas	Reciclagem Mecânica	Compósito	Isolamento Térmico
LV et al., 2020	100% Algodão	Reciclagem Térmica	Pellets poliméricos	Indústria Polimérica

Fonte: Própria autora.

Os diferentes produtos obtidos a partir da reciclagem têxtil foram agrupados nas seguintes categorias, definidas a partir dos padrões identificados nas publicações:

- Compósitos;
- Não tecidos;
- Fios reciclados;
- Fibras recicladas;
- Pellets poliméricos.

Nas publicações analisadas foram encontrados registros de diferentes compósitos - materiais multifásicos fabricados artificialmente, com fases separadas por meio de uma interface distinta (CALLISTER, 2002) - de matriz polimérica reforçados com fibras têxteis, que por sua vez foram obtidas a partir de resíduos de tecidos.

Os não tecidos fabricados a partir da reciclagem têxtil foram utilizados para isolamento térmico em todas as publicações em que esse produto foi mencionado, como feito por Drochytka et al.(2020) que utilizou fibras têxteis oriundas da desfibragem de resíduos têxteis de poliéster para a fabricação de não tecidos a serem utilizados como painéis de isolamento térmico e acústico. Paz (2018) também obteve um não tecido como produto final, a partir de resíduos têxteis desfibrados de polipropileno, que foram transformados por meio de uma consolidação térmica. Foi produzida uma manta térmica, a ser utilizada na construção civil para promover isolamento e conforto térmico a estruturas e edificações.

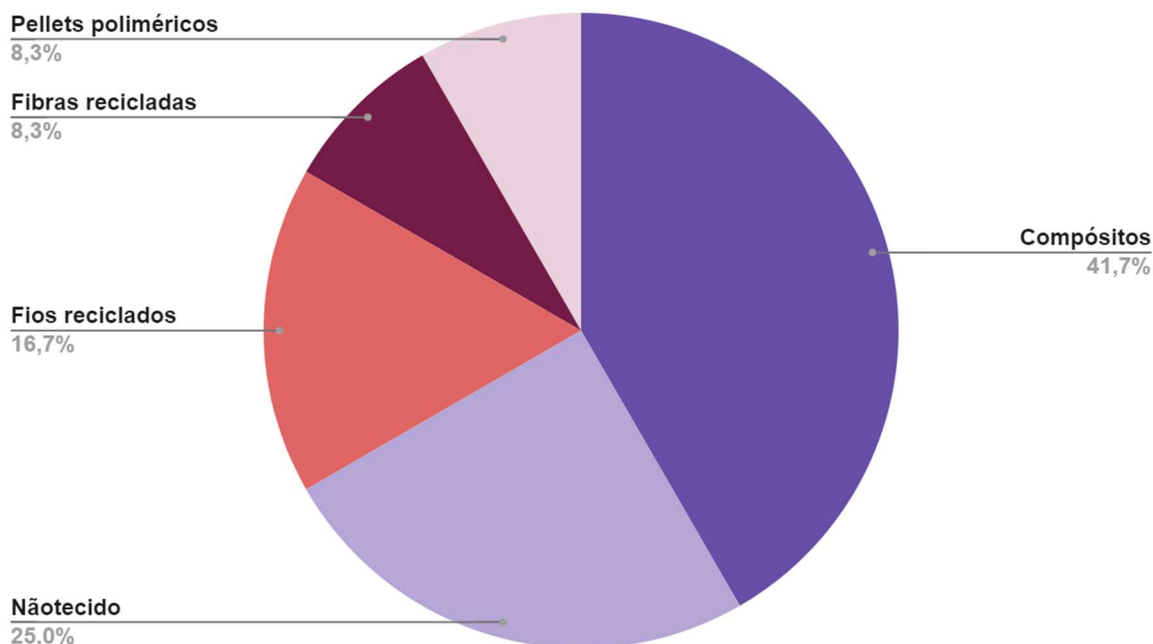
Em relação aos fios reciclados e fibras recicladas, ambos podem ser inseridos novamente na indústria têxtil, configurando um retorno do material à cadeia produtiva, como feito por Navone et al. (2020). A autora aplicou a reciclagem química a partir de resíduos têxteis de poliéster, por meio da degradação enzimática do resíduo, resultando na recuperação das

fibras de poliéster. Além disso, as fibras recicladas também podem, eventualmente, serem utilizadas como reforço na produção de compósitos.

Por fim, os pellets poliméricos produzidos podem ser inseridos diretamente na indústria polimérica, onde passarão por todas as etapas de processamento de polímeros, de modo a constituírem um produto final polimérico.

Com a realização de uma análise estatística dos dados obtidos, tem-se o resultado exibido no Gráfico 1, no qual são exibidos os percentuais de publicações nas quais foram encontrados os respectivos produtos, com relação ao universo de 12 publicações. Tem-se que a maioria dos produtos são compósitos, ocupando 38,5% do total, seguidos dos não tecidos, com 23,1%. Fios reciclados e pellets poliméricos ambos alcançaram um valor de 15,4%, enquanto as fibras recicladas foram as menos comuns, com apenas 7,7% do total.

Gráfico 1 - Produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil encontrados nas publicações analisadas

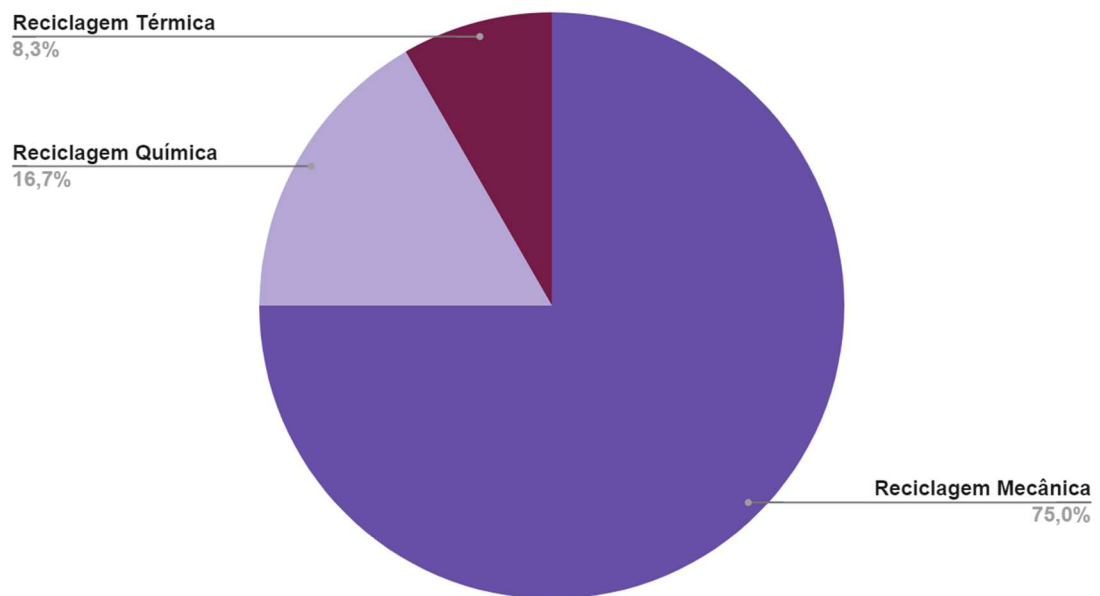


Fonte: Própria autora.

Outras análises foram realizadas quanto aos processos de reciclagem têxtil utilizados e quanto às fibras têxteis recicladas. Tem-se como resultado o Gráfico 2, no qual são exibidos os percentuais de publicações em que foram utilizados os respectivos processos de reciclagem, e

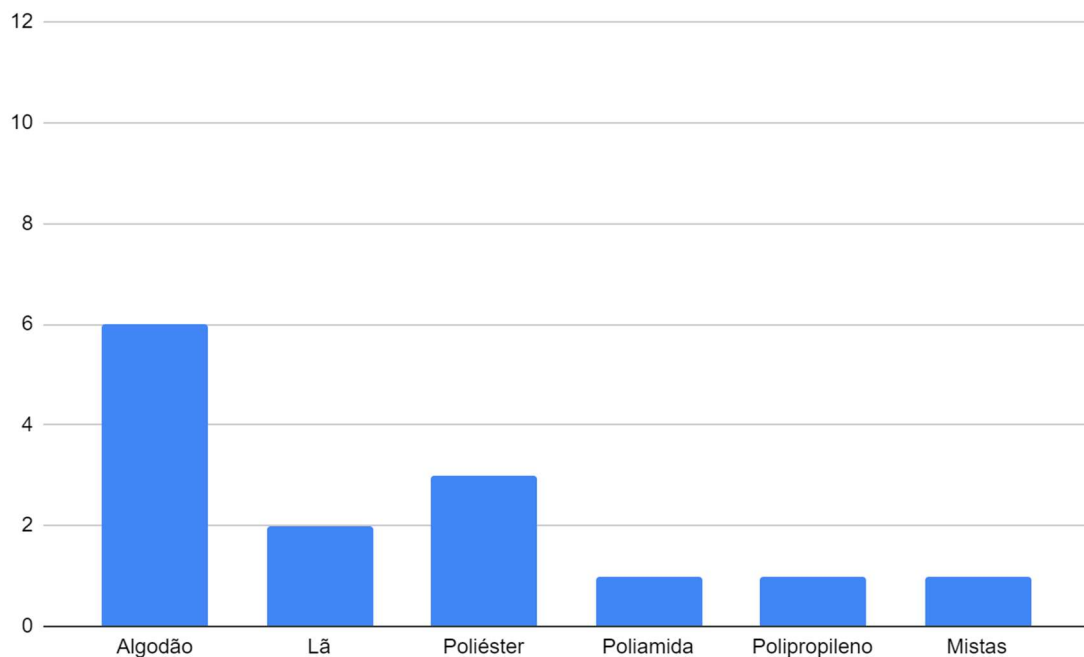
o Gráfico 3, no qual é exibido o número de publicações em que foram utilizados os resíduos de tecidos compostos pelas respectivas fibras têxteis.

Gráfico 2 - Percentual de publicações em que foram utilizados os processos de reciclagem mecânica, química e térmica



Fonte: Própria autora.

Gráfico 3 – Número de publicações em que foram utilizadas as fibras têxteis



Fonte: Própria autora.

A partir do Gráfico 2 é possível observar que o processo de reciclagem têxtil mais utilizado no universo acadêmico é a reciclagem mecânica, sendo encontrado em quase 70% das publicações analisadas. Em seguida tem-se a reciclagem química, aplicada em 23% das publicações, e por fim a reciclagem térmica, que aparece em apenas 7,7% das publicações. O único registro encontrado da realização da reciclagem térmica foi feito por Lv et al. (2020), que realiza a fusão de tecidos compostos por fibras de poliamida 6 e, ao final do processo, produz pellets poliméricos, que poderão ser inseridos na indústria polimérica para a produção de plásticos reciclados. O resultado evidencia que os processos químico e térmico ainda não são aplicados de forma ampla, possivelmente devido à sua maior complexidade e necessidade de outras matérias-primas, como agentes compatibilizantes e estabilizadores térmicos. A reciclagem mecânica é um processo mais simples e que envolve menos fatores para sua realização, o que poderia explicar a sua elevada adesão.

Com relação às fibras têxteis, isto é, a composição dos resíduos têxteis aos quais são aplicados os respectivos processos de reciclagem, a partir do Gráfico 3 é possível observar-se uma adesão maior com relação ao algodão, de modo que 50% das publicações utilizaram tecidos compostos por esse tipo de fibra para a realização da reciclagem. Essa predominância pode ser explicada pela larga produção de tecidos de algodão no Brasil, que se posiciona como um dos cinco maiores produtores mundiais desse material (IEMI, 2015). Também é possível correlacionar a predominância do algodão como fibra têxtil com a utilização da reciclagem mecânica, uma vez que esse processo é comumente aplicado aos tecidos de algodão.

Dessa forma, os resultados indicam que a rota de reciclagem dos resíduos têxteis compostos por fibras de algodão, reciclados por meio da reciclagem mecânica, é a mais praticada atualmente no universo acadêmico. Finkler (2014), por exemplo, utilizou a reciclagem mecânica em resíduos têxteis de composição 50% algodão, e aplicou as fibras obtidas para a produção de compósitos de matriz polimérica, utilizando polietileno de alta densidade e um agente compatibilizante. Borsoi et al. (2011) também produziu compósitos a partir da desfibragem de resíduos têxteis, utilizando as fibras de algodão como reforço em um compósito de matriz de poliestireno. Ambos os autores utilizaram a principal rota encontrada para produzir o produto de maior destaque.

5.2.2. Referencial prático

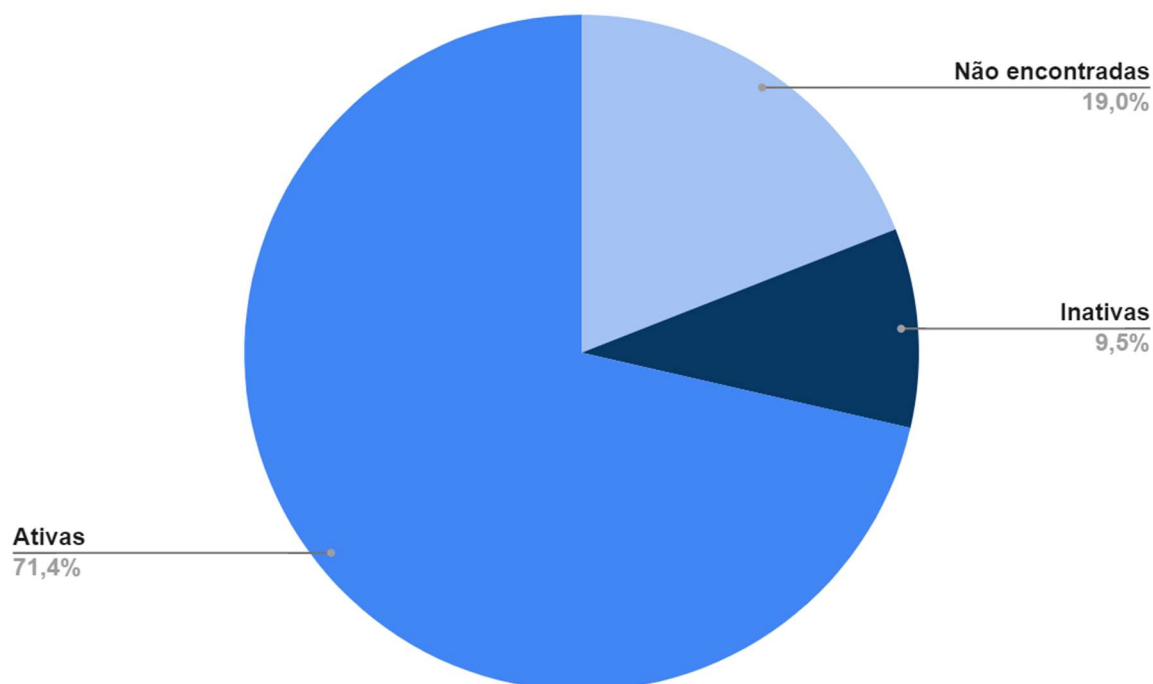
A partir do referencial teórico também foi possível realizar uma preparação para a coleta de dados no referencial prático.

Foi realizada uma análise das 21 empresas listadas por Amaral (2018), que potencialmente trabalham com a reciclagem têxtil no Brasil e utilizam resíduos têxteis em seu processo industrial para a fabricação de um novo produto. O objetivo foi confirmar a existência das empresas citadas, confirmar se de fato realizam a reciclagem têxtil e, por fim, entrevistá-las a fim de responder às perguntas do estudo acerca dos produtos que fabricam.

Primeiramente, por meio de uma pesquisa online foi possível classificar as empresas listadas conforme os seguintes status:

- Ativa: a empresa foi encontrada por meio de seu website, telefone ou e-mail, e está em funcionamento;
- Inativa: a empresa encerrou suas atividades;
- Não encontrada: a empresa não foi encontrada. Não foram encontrados meios de contato para comprovar a existência da empresa e realização da reciclagem têxtil.

Os resultados são apresentados no Gráfico 4. Das 21 empresas pesquisadas, apenas quinze foram classificadas como ativas (71,4%), enquanto duas empresas foram constatadas como inativas (9,5%), com suas atividades já encerradas. Para quatro empresas (19%), não foram encontradas evidências suficientes de sua existência e trabalho com a reciclagem de tecidos.

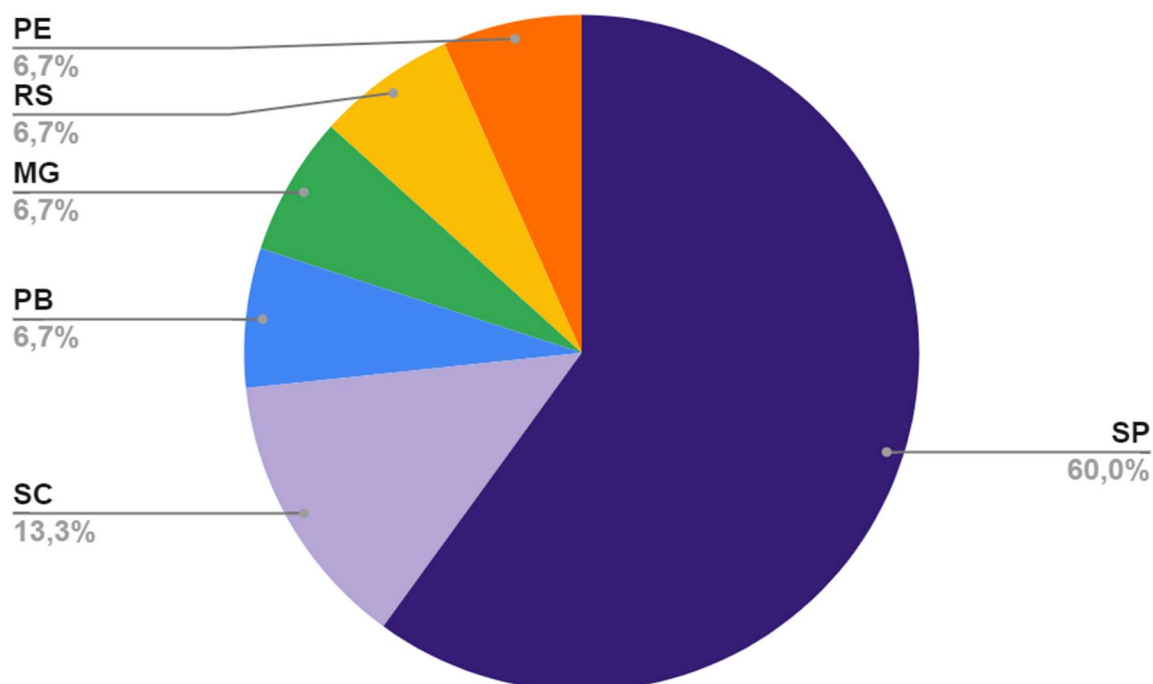
Gráfico 4 – Status das empresas que potencialmente realizam a reciclagem têxtil

Fonte: Própria autora

Dessa forma, como também não foram encontradas mais empresas além das 21 listadas na lista elaborada por Amaral (2018), tem-se um total de apenas 15 empresas no Brasil trabalhando com a reciclagem têxtil atualmente, um número pequeno para o tamanho do país e também para a larga escala do setor têxtil, descrita anteriormente.

Ademais, tem-se que 60% dessas 15 empresas se encontram no estado de São Paulo, conforme exibido no Gráfico 5, de modo que na extensão de todo o resto do país tem-se apenas 6 empresas que realizam a reciclagem de resíduos têxteis. Tal resultado indica que, além da escassez de empresas trabalhando com a reciclagem têxtil no Brasil, a maioria está concentrada em apenas um estado, tornando difícil atender à geração de resíduos têxteis do país.

Gráfico 5 - Percentual das empresas pesquisadas localizadas em cada estado



Fonte: Própria autora

A partir desses resultados, o contato com as 15 empresas encontradas foi realizado de modo a responder às perguntas iniciais propostas neste estudo de caso. Tem-se como resultado os dados exibidos na Tabela 5, onde são exibidas, de forma sumarizada, as respostas obtidas por meio do formulário enviado e dos contatos realizados por e-mail e telefone. As empresas foram nomeadas de A até O, de modo a não identificá-las por meio de seu nome comercial.

Tabela 6 -Empresas entrevistadas e as respectivas respostas obtidas quanto à reciclagem têxtil dentro de suas indústrias

Empresa	Fibras	Processo	Produto	Indústria/Utilização
Empresa A	Algodão	Reciclagem mecânica	Fios reciclados	Indústria têxtil
Empresa B	-	-	-	-
Empresa C	Algodão	Reciclagem mecânica	Fios reciclados	Indústria têxtil

Empresa D	Algodão e algodão com poliéster	Reciclagem mecânica	Fios reciclados	Indústria têxtil
Empresa E	Algodão, poliéster, poliamida	Reciclagem mecânica	Fibras recicladas	Carga em elastômeros
Empresa F	Poliamida	Reciclagem térmica	Pellets poliméricos	Indústria polimérica
Empresa G	-	-	-	-
Empresa H	Algodão e sintéticas mistas	Reciclagem mecânica	Massa desfibrada	Fiação; não tecidos; enchimento de colchões e travesseiros
Empresa I	-	-	-	-
Empresa J	Algodão	Reciclagem mecânica	Tecido reciclado	Indústria têxtil
Empresa K	Algodão e sintéticas mistas	Reciclagem mecânica	Fios reciclados	Indústria têxtil
Empresa L	-	-	-	-
Empresa M	Algodão	Reciclagem mecânica	Feltros	Indústria automobilística
Empresa N	-	-	-	-
Empresa O	Algodão, poliéster e polipropileno	Reciclagem mecânica	Massa desfibrada	Fiação; não tecidos; enchimento de colchões e travesseiros

Fonte: Própria autora.

Dentre as 15 empresas contatadas, não foi possível obter informações sobre apenas uma delas (Empresa N), as demais empresas responderam às perguntas e forneceram as informações necessárias ao estudo de caso.

As empresas B, G, I, e L informaram que não realizam nenhum tipo de reciclagem têxtil, com as seguintes explicações:

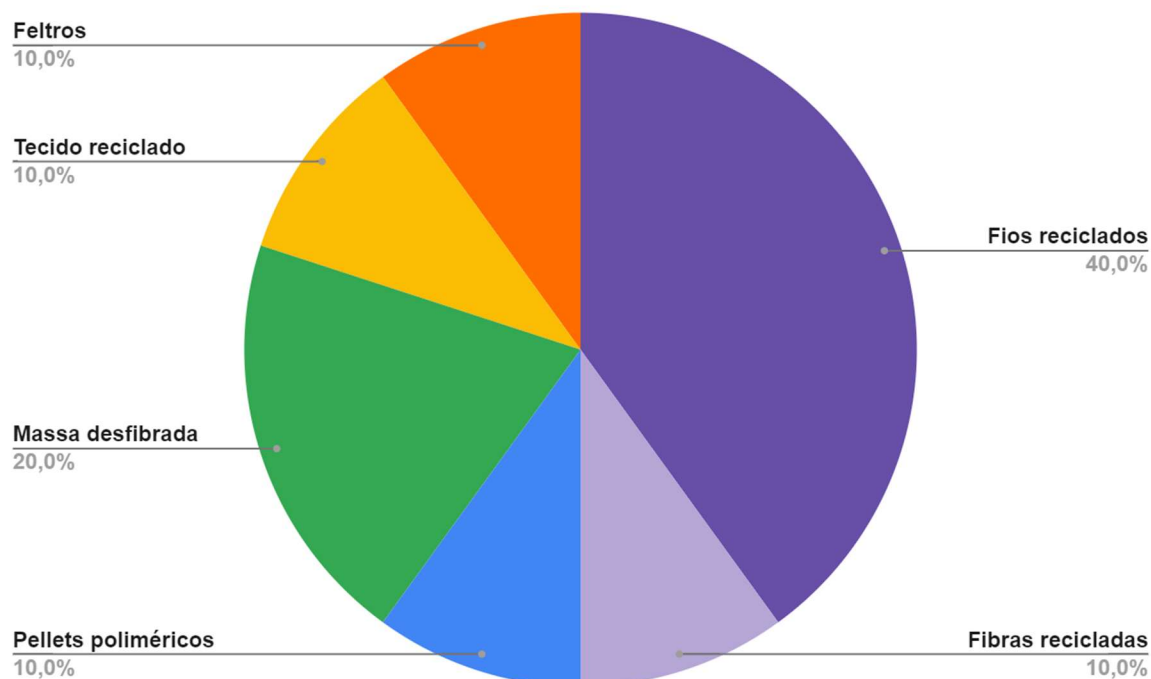
- Empresa B: não realiza a reciclagem têxtil, apenas utiliza fios reciclados para a confecção de seus produtos de vestuário. Não foram fornecidas informações quanto ao fornecedor deste tecido reciclado;
- Empresa G: encerrou os trabalhos com reciclagem têxtil em 2015, devido a uma crise econômica na empresa. Hoje realiza importação de matéria-prima para sua produção;
- Empresa I: encerrou os trabalhos com reciclagem têxtil pois a qualidade do material produzido não estava sendo equivalente à qualidade do material virgem;
- Empresa L: não realiza a reciclagem têxtil. Trabalha com beneficiamento têxtil (acabamento e tintura).

Os produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil, pelas empresas citadas, foram agrupados nas seguintes categorias:

- Fios reciclados;
- Fibras recicladas;
- Tecido reciclado;
- Pellets poliméricos;
- Massa desfibrada;
- Outros.

Na categoria “outros” foram inseridos os feltros, utilizados na fabricação de elementos filtrantes, que por sua vez podem ser utilizados em aparelhos de ar-condicionado.

No Gráfico 6 é exibido o percentual de empresas que fabricam cada um desses produtos, conforme as categorias definidas.

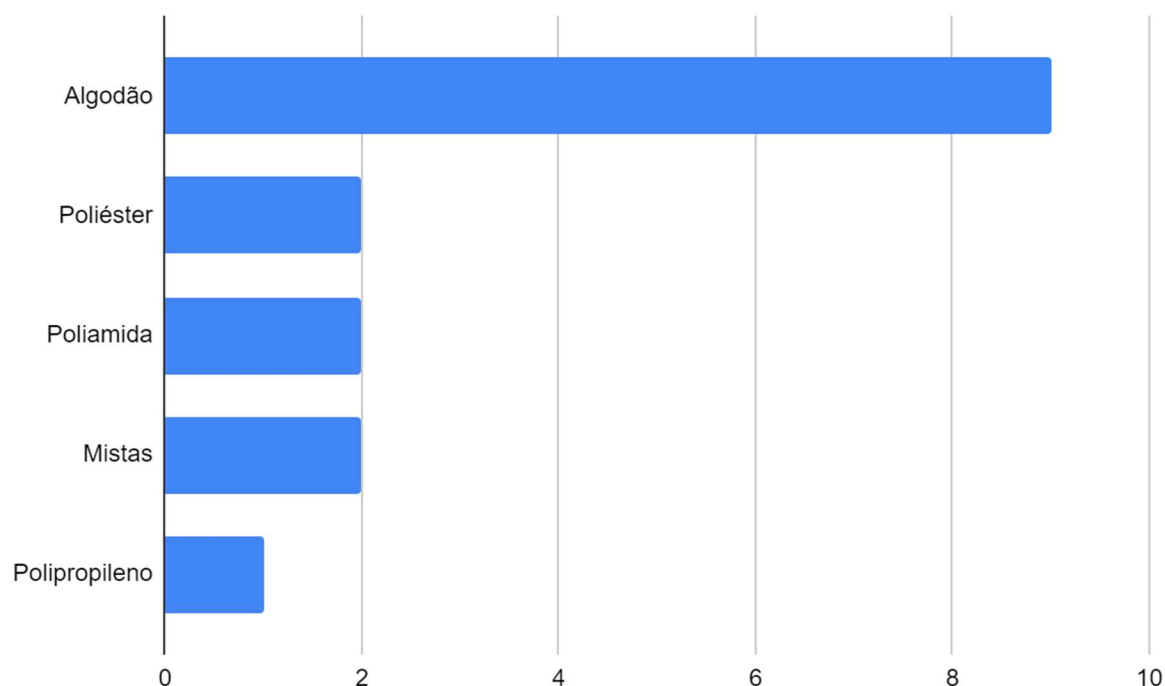
Gráfico 6 – Percentual das empresas analisadas que fabricam os respectivos produtos

Fonte: Própria autora.

Tem-se que 40% dos produtos fabricados pelas empresas analisadas são fios reciclados, além dos 10% correspondentes às fibras recicladas e dos 10% dos tecidos reciclados. O resultado indica que no cenário industrial, a maioria dos produtos obtidos com a reciclagem têxtil são inseridos novamente no ciclo de vida dos tecidos, por meio de seu direcionamento à indústria têxtil. Aparentemente, é mais vantajoso comercialmente reciclar os resíduos têxteis de modo a fabricar produtos que sejam inseridos novamente na indústria têxtil, ao invés de transformá-los em produtos que sejam utilizados e comercializados por outros setores.

Dentre as dez empresas que ativamente trabalham com a reciclagem têxtil atualmente, tem-se um total de 5 tipos de fibras têxteis que compõem os resíduos de tecidos utilizados nos processos. Dessas dez empresas, nove têm a fibra de algodão como uma das que utiliza no processo de reciclagem, enquanto apenas duas utilizam a fibra de poliamida. As fibras mistas, isto é, que possuem em sua composição uma mistura das demais fibras, como 85% algodão e 15% poliéster, também são aplicadas ao processo por duas empresas. Esses resultados, junto aos resultados para as outras fibras mencionadas, são exibidos no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Número de empresas que utilizam cada fibra têxtil, com relação ao universo de dez empresas



Fonte: Própria autora.

Esses resultados indicam que os tecidos compostos pelas fibras de algodão são os mais utilizados atualmente na indústria brasileira para a realização da reciclagem têxtil. Em seguida tem-se os tecidos a base de fibras de poliéster, poliamida e fibras mistas como os mais utilizados.

Com relação aos processos de reciclagem utilizados, apenas uma das dez empresas utiliza o processo de reciclagem térmica, enquanto todas as outras nove trabalham com a reciclagem mecânica. O resultado indica novamente uma maior adesão ao processo de reciclagem mecânica, em detrimento dos processos térmico e químico, confirmando a tendência indicada pelo universo acadêmico.

Para o universo industrial, também tem-se como principal rota de reciclagem de resíduos têxteis a reciclagem mecânica a partir dos tecidos compostos por fibras de algodão.

5.2.3. Análise comparativa

Após a obtenção dos resultados para os universos industrial e acadêmico, faz-se necessária uma comparação entre eles, buscando encontrar similaridades e divergências quanto aos principais produtos fabricados, processos utilizados, e tecidos reciclados.

Com relação aos produtos fabricados, foi encontrada uma divergência entre os dois universos, uma vez que os para o referencial teórico tem-se um destaque na produção de compósitos e não tecidos, enquanto os fios, fibras e tecidos reciclados são predominantes na produção industrial.

Embora esse seja o cenário para os produtos finais, o mesmo não se repete para os processos e fibras têxteis utilizados. Em ambos os universos pesquisados foi encontrada uma predominância da aplicação da reciclagem têxtil a tecidos compostos por fibras de algodão, o que condiz com a realidade do Brasil, uma vez que essa é a fibra têxtil mais consumida no país. Tal coerência faz sentido devido à elevada disponibilidade desses resíduos têxteis, fator importante tanto para o cenário acadêmico quanto industrial.

O mesmo acontece para os processos de reciclagem aplicados, de modo que tanto nas publicações quanto nas empresas entrevistadas, o processo de reciclagem mecânica teve a maior adesão em relação aos demais. A menor complexidade desse processo pode explicar sua maior adesão, além de ser comumente aplicado às fibras de algodão, isto é, as fibras mais utilizadas no Brasil e também as mais recicladas.

6. CONCLUSÕES

A realização do estudo de caso dos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil no Brasil levantou questões acerca do tema que foram solucionadas pelo próprio estudo e, dessa forma, permitiram que os objetivos do trabalho fossem atingidos.

Foram encontradas as empresas que, de fato, transformam os resíduos de tecidos em produtos finais. Essas empresas foram entrevistadas buscando descobrir mais sobre os materiais produzidos, bem como sobre os processos utilizados. Também foi possível adquirir conhecimento acerca dos tipos de resíduos têxteis reciclados atualmente, conforme as fibras têxteis que os compõem. Para esse universo, os produtos de maior destaque foram as fibras, fios e tecidos reciclados, que são novamente inseridos na indústria têxtil.

Também foi possível analisar o universo acadêmico quanto às mesmas questões, buscando encontrar similaridades e divergências entre os dois. Nesse caso, os compósitos se destacaram como principais produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil, sendo utilizados em aplicações diversas.

A metodologia de estudo de caso possibilitou a obtenção das informações para os dois universos, de modo que foram analisadas as tendências quanto aos principais produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil e também quanto aos principais processos e tipos de resíduos utilizados. Tal divergência indica que, para o tema em questão, as pesquisas acadêmicas não estão alinhadas com o cenário industrial e podem não estar contribuindo tanto para a ampliação da reciclagem têxtil no Brasil. É possível que estejam faltando considerações de mercado, custos de produção e aplicabilidade dos processos em larga escala ao se realizarem trabalhos acadêmicos com foco na reciclagem de tecidos. Outro motivo possível seria a defasagem do setor industrial com relação ao acadêmico, de modo que a tendência seria um alinhamento dos dois universos, futuramente.

Por fim, os principais produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil foram definidos e o cenário da reciclagem têxtil no Brasil pôde ser mais aprofundado, contribuindo para a realização de trabalhos futuros, que podem vir a complementar os resultados e conclusões obtidas a partir deste trabalho.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista a divergência encontrada entre os universos acadêmico e industrial quanto aos principais produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil, propõem-se algumas sugestões de trabalhos futuros:

- Avaliação dos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil quanto à sua estrutura, composição, processamento e propriedades, em comparação com os produtos fabricados a partir de matéria-prima virgem;
- Análise dos produtos fabricados a partir da reciclagem têxtil quanto à absorção pelo mercado, avaliando parâmetros como custo de fabricação e preço de comercialização;
- Análise das empresas que trabalham com a reciclagem têxtil quanto à quantidade de resíduos que conseguem absorver, de modo a concluir acerca do potencial de mercado para a entrada de outras empresas similares, mediante à disponibilidade dos resíduos têxteis;
- Complementar o trabalho realizado por meio da busca em patentes, que representam um intermediário entre os universos acadêmico e industrial

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e Confecção. **Perfil do Setor**. 2018. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor#sthash.Dqb2QtO9.dpuf>> Acesso em: 12 set. 2019.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

AMARAL, Daniela Soares; RODRIGUES, Elisangela Ronconi. **Reciclagem No Brasil: Panorama atual e desafios para o futuro**. 2018. Disponível em <<https://portal.fmu.br/reciclagem-no-brasil-panorama-atual-e-desafios-para-o-futuro/>> Acesso em 07 set. 2019.

AMARAL, Mariana Correa do et al. **Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy**. Gest. Prod., São Carlos, v. 25, n. 3, p. 431-443, set. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2018000300431&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22 set. 2019. Epub Apr 16, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x3305>.

AMARAL, Mariana Correa do. **Reaproveitamento e reciclagem têxtil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores**. 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-11112016-104321/pt-br.php>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

BARBOSA, Marcelo Celani et al. Setor de fibras sintéticas e suprimento de **intermediários petroquímicos**. BNDES. set. 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2493/3/BS%2020%20O%20setor%20de%20fibras%20sint%20c3%a9ticas_P.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2020.

BASKARADA, Sasa. **Qualitative case study guidelines**. The Qualitative Report, Camberra, AU, 6 out. 2014. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2559424>. Acesso em: 04 nov. 2020.

BORSOI, Cleide et al. **Obtenção e caracterização de compósitos utilizando poliestireno como matriz e resíduos de fibras de algodão da indústria têxtil como reforço**. Polímeros, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 271-279, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282011000400006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 out. 2020.

CALLISTER, W. D., Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. John Wiley & Sons, Inc., 2002.

DROCHYTKA, Rostislav et al. **Performance Evaluation and Research of Alternative Thermal Insulation Based on Waste Polyester Fibers**. *Procedia Engineering*, v.195, p. 236-243, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.549>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

DUARTE, Luciana dos Santos. **Estudo comparativo do impacto ambiental do jeans CO/PET convencional e de jeans reciclado**. 2013. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9BPFBD>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ECHEVERRIA et al. **Cascading use of textile waste for the advancement of fibre reinforced composites for building applications**. *Journal of Cleaner Production*, v. 208, p. 1524-1536, jan. 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.227>>. Acesso em: 05 out. 2020.

FALOPPA, Mônica Araújo. **Proposta de procedimento de redução de resíduos têxteis no setor de corte em empresas de venda direta**. 2017. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-29112018-164854/en.php>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

FANGVING, Lv et al. **Recycling of waste nylon 6/spandex blended fabrics by melt processing**. *Composites Part B: Engineering*, v. 77, p. 232-237, ago. 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.03.038>>. Acesso em: 23 ago. 2020.

FERREIRA, M. L. D.; COSTA, T. N.; TEIXEIRA, F. G.; CATTANI, A.; JACQUES, J. J. DE. **Redução de resíduos têxteis por meio de projeto de produto de moda**. *Design e Tecnologia*, v. 5, n. 10, p. 38-44, 30 dez. 2015. DOI: 10.23972/det2015iss10pp38-44. Disponível em: < <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/283> >. Acesso em: 10 ago. 2020.

FINKLER, Maira. **Desenvolvimento de compósitos com base em rejeito de tecidos de algodão e acrílico em matriz de polietileno de alta densidade**. 2014.106 f. Dissertação (Mestrado em Materiais) - Programa de Mestrado em Materiais, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/147> >. Acesso em: 07 set. 2020.

GUO, Z. **Circular recycling of polyester textile waste using a sustainable catalyst**. *Journal of Cleaner Production*, out. 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124579>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

HEILBERG, Ronaldo Daniel. **Processo de reciclagem de nylon contido em tecidos**. Depositante: Ronaldo Daniel Heilberg. BR n. PI/1104317-2-A2. Depósito: 31 mar. 2010. Concessão: 10 fev. 2016. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 30 out. 2020.

HOLLWECK, Trista. **Robert K. Yin. (2014). Case Study Research Design and Methods (5th ed.). Thousand Oaks, CA: sage. 282 pages**. *The Canadian Journal Of Program Evaluation*, [S.L.], 1 mar. 2016. University of Toronto Press Inc. (UTPress). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308385754_Robert_K_Yin_2014_Case_Study_Re>

search_Design_and_Methods_5th_ed_Thousand_Oaks_CA_Sage_282_pages>. Acesso em: 04 nov. 2020.

IEMI. Instituto de Estudos e Marketing Industrial. **Press Release: IEMI lança Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira.** 2015. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br/press-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-textil-brasileira-2/>> Acesso em 08 set. 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Relatório de pesquisa: pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos.** 2010. 65 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100514_relatsau.pdf> Acesso em: 10 set. 2019.

MARONI, Laerte Guião et al. **Classificação, identificação e aplicação de nãotecidos.** ABINT. São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.abint.org.br/pdf/Manual_ntecidos.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2020.

MENEGUCCI, Franciele et al. Resíduos têxteis: **Análise sobre descarte e reaproveitamento nas indústrias de confecção.** In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11, 2015, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_325.pdf>. Acesso em: 12 out. 2020.

MESACASA, A.; DA CUNHA, M. A. A. **Desenvolvimento de produtos de moda a partir de resíduos têxteis: um estudo na cidade de Pato Branco - PR.** DAPesquisa, [S. l.], v. 14, n. 23, p. 066-087, 2019. DOI: 10.5965/1808312914232019066. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/1808312914232019066>. Acesso em: 10 ago. 2020.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** Production, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 216-229, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132007000100015>>. Acesso em: 04 nov. 2020.

MUTHURAJ, Rajendran et al. **Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husk, wheat husk, wood fibers and textile waste fibers: Elaboration and performances evaluation.** Industrial Crops and Products, v.135, p. 238-2451, set. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.053>>. Acesso em: 10 set. 2020.

NAVONE, Laura et al. **Closing the textile loop: Enzymatic fibre separation and recycling of wool/polyester fabric blends.** Waste Management, v. 102, p. 149-160, fev. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.026>>. Acesso em: 07 ago. 2020.

NOOR, Khairul Baharein Moh. **Case Study: a strategic research methodology.** American Journal Of Applied Sciences, [S.L.], v. 5, n. 11, p. 1602-1604, 1 nov. 2008. Science Publications. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26517241_Case_Study_A_Strategic_Research_Methodology>. Acesso em: 04 nov. 2020.

PAZ, Mayara Fernanda da. **Desenvolvimento de uma manta térmica para construção civil utilizando resíduos de polipropileno.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em

Engenharia Têxtil) – Engenharia Têxtil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2018. Disponível em: < <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16215>>. Acesso em 08 set. 2020.

RANI, Sushma.; ZEBBA Jamal. **Recycling of textiles waste for environmental protection.** International journal of home Science, v. 4, p. 164-168, dez. 2017. Disponível em: < <https://www.homesciencejournal.com/archives/2018/vol4issue1/PartC/4-1-32-981.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

MAJUMDAR, Abhijit. **Circular fashion: Properties of fabrics made from mechanically recycled poly-ethylene terephthalate (PET) bottles.** Resources, Conservation and Recycling, v. 161, out. 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104915>>. Acesso em: 10 ago. 2020

SIEBJE, Klaus; SIEBJE, Thomas. **Processo de reciclagem e beneficiamento de poliéster.** Depositante: Thomas Siebje. BR n. PI/9202682-A. Depósito: 06 jul. 1992. Publicação: 24 nov. 1992. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 30 out. 2020.

SILVESTRO, Laura; GLEIZE, Philippe Jean Paul. **Effect of carbon nanotubes on compressive, flexural and tensile strengths of Portland cement-based materials: a systematic literature review.** Construction And Building Materials, [S.L.], v. 264, p. 120237-120250, jul. 2020. Elsevier BV. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182032242X?via%3Dihub>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

TEXTILA. O maior conteúdo da cadeia têxtil. **Abit e IEMI apresentam balanço da cadeia têxtil e vestuário.** 2018. Disponível em: <http://www.textilia.net/materias/ler/textil/mercado/abit_e_iemi_apresentam_balanco_da_cadeia_textil_e_vestuario> Acesso em 08 set. 2019.

WOLFF, Daniel. **Processo de separação do nylon e da lycra em meias finas, tecidos, rendas e fitas elásticas de lycra.** Depositante: Daniel Wolff. BR n. PI 9301022-2 A2. Depósito: 28 abr. 1993. Publicação: 22 nov. 1994. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 30 out. 2020.

ZONATTI, Welton Fernando. **Geração de resíduos sólidos da indústria brasileira têxtil e de confecção: materiais e processos para reuso e reciclagem.** 2016. 250 f. Tese (Doutorado em Sustentabilidade) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100136/tde-26042016-192347/pt-br.php>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ZONATTI, Welton Fernando. **Estudo interdisciplinar entre reciclagem têxtil e o design: avaliação de compósitos produzidos com fibras de algodão.** 2013. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.100.2013.tde-13032013-015305. Acesso em: 22 out. 2020.