

GUILHERME MONTEIRO VIANA

**Dificuldades na reciclagem de resíduos têxteis originários de confecções de
vestuário**

São Paulo

2022

GUILHERME MONTEIRO VIANA

**Dificuldades na reciclagem de resíduos têxteis originários de confecções de
vestuário**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia Metalúrgica e
de Materiais

Orientador: Prof. Dr. Helio Wiebeck Ok
Aprovado

Co-orientador: Prof. Dr. Fabio José Ésper



São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Versão final revisada pelo orientador

Prof. Dr. Hélio Wiebeck

Catalogação-na-publicação

Viana, Guilherme

Dificuldades na reciclagem de resíduos têxteis originários de confecções de vestuário / G. Viana -- São Paulo, 2022.

50 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

1.Reciclagem 2.Resíduos Têxteis 3.Indústria de Confecção
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais II.t.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, agradeço por sempre terem se dedicado de forma incondicional à minha educação e formação como uma pessoa disciplinada e persistente o suficiente para conseguir ter chegado até aqui. Eu não sinto que a conquista do tão desejado diploma da Poli seja individual, esta talvez tenha sido a nossa maior conquista em conjunto. Do dia que choramos juntos a minha aprovação, até os dias em que vocês me levantaram quando eu mesmo não sabiase conseguiria continuar. Obrigado.

Aos meus amigos Gabriel da Cunha Machado da Silva, Gianluca Crescenzi de Freitas e João Victor Cardoso Saraiva, agradeço a parceria nos últimos anos e pelas inúmeras ricas discussões que tivemos durante a realização dos nossos trabalhos. Nunca foi sorte. Aos meus amigos Thales Nunes, Mariana Nakamoto e Luiza de Munno, obrigado pela parceria, apoio e discussões dos últimos anos.

Aos membros da Liga de Empreendedorismo da Poli, agradeço pelo amor e dedicação ao grupo. O foco de vocês e a clara paixão que têm pelo tema me causa tranquilidade. Sei que poderei encerrar este ciclo como universitário despreocupado, porque tenho certeza de que vocês levarão o sonho de construir a maior comunidade de empreendedores polítécnicos adiante.

Aos membros da Rateria POLI-USP, obrigado pelo acolhimento e amizade nos últimos anos. Dos inúmeros dias que cheguei em casa tarde depois do ensaio até as infinitas festas e viagens que fizemos juntos. Se eu pudesse voltar no tempo faria tudo igual. Obrigado.

Aos meus orientadores Hélio Wiebeck e Fábio José Esper, agradeço o apoio e confiança ao longo dos semestres de produção deste trabalho.

Resumo

A indústria de confecção de vestuário no Brasil apresenta um valor de produção anual equivalente a R\$161 bilhões de reais em 2021, divididos entre 24,6 mil unidades produtivas (IEMI, 2021), e o país é a maior cadeia têxtil completa do Ocidente e está entre os 4 maiores produtores de malhas do mundo (ABIT, 2022). Porém, apesar da relevância econômica da indústria para o país, o setor de vestuário é responsável por uma produção anual de resíduos têxteis sólidos que supera o valor de 170 mil toneladas anuais (ZONATTI, 2017), das quais aproximadamente 80% (136 mil toneladas) acabam nos lixões do país (SEBRAE, 2014).

Esta produção em massa alinhada ao desperdício e má gestão dos resíduos não são fenômenos exclusivos ao Brasil, visto que o universo da moda está com tempos de vida cada vez mais curtos, resultando em um cenário global de produção de resíduos têxteis insustentável no longo prazo. Tal afirmação pode ser suportada pelo fato de que até 24 novas coleções são lançadas anualmente por grandes varejistas de roupa (Recovery Worldwide, 2019), e apenas o Brasil, com uma população próxima a 215 milhões de habitantes (IBGE, 2022) foi responsável pela produção de 7,93 bilhões de peças em 2020 (IEMI, 2021), sendo algodão e poliéster as principais matérias-primas utilizadas no setor (AMARAL, 2016).

Este trabalho, portanto, reúne informações de publicações recentes no campo da reciclagem de resíduos têxteis, com o objetivo de estudar as principais dificuldades no processo de reciclagem de resíduos têxteis originários de confecções de vestuários, partindo desde antes do início efetivo da reciclagem, como em etapas de separação e classificação de resíduos, e cobrindo ineficiências e faltas de avanços tecnológicos na ação efetiva de reciclar os resíduos seja por métodos mecânicos ou químicos.

Keywords: Reciclagem, Resíduos Têxteis, Indústria de Confecção, Vestuário, Gestão de Resíduos, Reciclagem Mecânica, Reciclagem Química, Fast-Fashion.

Abstract

The garment manufacturing industry in Brazil had an annual production value equivalent to R\$161 billion reais in 2021, divided between 24.600 production units (IEMI, 2021), the country is the largest complete textile chain in the West, and is among the 4 largest knitwear producers in the world (ABIT, 2022). However, despite the economic relevance of the industry for the country, the clothing sector is responsible for an annual production of solid textile waste that exceeds the value of 170 thousand tons per year (ZONATTI, 2017), of which approximately 80% (136 thousand tons) end up in landfills across the country (SEBRAE, 2014).

This mass production aligned with waste and poor waste management are not phenomena exclusive to Brazil, since the world of fashion has faced increasingly shorter life spans, resulting in a global scenario of textile waste production unsustainable to the long term. Such statement can be supported by the fact that up to 24 new collections are launched annually by large clothing retailers (Recovery Worldwide, 2019), and Brazil itself, with a population close to 215 million inhabitants (IBGE, 2022) was responsible for the production of 7.93 billion pieces in 2020 (IEMI, 2021), with cotton and polyester being the main raw materials used in the sector (AMARAL, 2016).

This work, therefore, brings together information from recent publications in the field of textile waste recycling, with the aim of studying the main difficulties in the process of recycling textile waste originating from garment manufacturing, starting before the effective start of recycling, as in stages of waste separation and classification, and covering inefficiencies and lack of technological advances in the effective action of recycling waste either by mechanical or chemical methods.

Keywords: Recycling, Textile Waste, Apparel Industry, Clothing, Waste Management, Mechanical Recycling, Chemical Recycling, Fast-Fashion.

Lista de Figuras

Figura 1. Retalhos gerados na confecção de produtos têxteis	10
Figura 2. Estrutura da cadeia produtiva têxtil e de confecção	12
Figura 3. Quadro de classificação das fibras têxteis.	13
Figura 4. Tosquia de Ovelha	14
Figura 5. Amianto em sua forma natural	16
Figura 6. Algodão bruto beneficiado na algodoeira	17
Figura 7. Tecido 100% de liocel	17
Figura 8. Tecido 100% de poliéster	18
Figura 9. Tecido Jeans	19
Figura 10. Descaroçamento do algodão	20
Figura 11. Fardos de algodão pós-colheita.	21
Figura 12. Rota 1 de produção de poliéster.	23
Figura 13. Rota 2 de produção de poliéster.	23
Figura 14. Peça de poliéster.	24
Figura 15. Rota de formação da viscose	25
Figura 16. Tecido 100% viscose.	25
Figura 17. Rota de produção do Nylon 6.	26
Figura 18. Rota de produção do Nylon 6.6.	26
Figura 19. Cordas de escalada feitas de Nylon.	27
Figura 20. Resíduos têxteis descartados em aterro.	28
Figura 21. Preparação para corte otimizado utilizando software.	29
Figura 22. Execução da etapa de corte.	30
Figura 23. Processo de reciclagem química do algodão.	31
Figura 24. Processo de reciclagem mecânica do algodão.	32
Figura 25. Exemplo de máquina cortadeira (“Starcut 500, Laroche, França).	33
Figura 26. Jeans desfibrado.	33
Figura 27. Processo de reciclagem química do Nylon.	34
Figura 28. Número de Publicações WOS com termos “ <i>textile</i> ” e “ <i>recycling</i> ”.	35
Figura 29. Retalhos de Jeans semanais na empresa You Jeans.	41
Figura 30. Retalhos de Jeans semanais na empresa You Jeans.	42
Figura 31. Retalhos de Jeans semanais na empresa You Jeans.	42

Sumário

1 Introdução	10
2 Panorama da Indústria Têxtil e de Confecção no Brasil	11
2.1 A Cadeia Têxtil e de Confecção	11
2.2 Estatísticas do Mercado	12
2.3 Classificações das matérias-primas utilizadas nas Confecções	14
2.4 Principais matérias-primas utilizadas nas Confecções	18
2.4.1 Algodão	19
2.4.2 Poliéster	22
2.4.3 Viscose	24
2.4.4 Poliamida	26
3 Os Resíduos têxteis	27
3.1 Classificação	27
3.2 Geração na cadeia produtiva	28
4 A Reciclagem	30
4.1 Importância	30
4.2 Métodos	31
4.2.1 Reciclagem Mecânica	32
4.2.2 Reciclagem Química	34
5 Discussão	34
6 Conclusão	37
7 Entrevistas	39
7.1 Presenciais	39
7.1.1 Empresa A	39
7.1.2 Empresa B	40
7.1.3 Empresa C	40
7.1.4 You Jeans	41
7.2 Por Mensagens	43
7.2.1 Empresa D	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 Introdução

Quando se observa o panorama geral da confecção têxtil mundial, é clara a influência do Brasil. Apresentando um valor de produção anual equivalente a R\$161 bilhões de reais em 2021, divididos entre 24,6 mil unidades produtivas (IEMI, 2021), o país é a maior cadeia têxtil completa do Ocidente e está entre os 4 maiores produtores de malhas do mundo (ABIT, 2022). Além disso, o setor de confecção têxtil no país é responsável por garantir 1,36 milhões de empregos diretos, e 8 milhões se forem adicionados os indiretos e os efeitos de renda (ABIT, 2022), números que superam 4% do número total de empregados com carteira assinada (IBGE, 2021).

Dados recentes mostram que a indústria têxtil no Brasil foi responsável pela produção de 7,93 bilhões de peças em 2020, volume que representou 1,91 milhões de toneladas no mesmo ano (IEMI, 2021). Porém, apesar da geração de empregos e produção de produtos com altos índices de qualidade, há um destaque negativo gerado por esta indústria para o meio ambiente, visto que a produção anual de resíduos têxteis sólidos supera o valor de 170 mil toneladas anuais no Brasil (ZONATTI, 2017), das quais aproximadamente 80% (136 mil) acabam empiladas nos lixões do país, como mostra a Figura 1 (SEBRAE, 2014).

Figura 1. Retalhos gerados na confecção de produtos têxteis



Fonte: Homelt, 2022.

Os resíduos sólidos gerados pela indústria têxtil podem ser classificados de duas formas principais: pré-consumo, que são aqueles gerados em qualquer ponto da linha de produção têxtil antes de o produto chegar ao mercado consumidor; e pós-consumo, que consiste de produtos têxteis descartados após tornarem-se obsoletos e/ou inúteis.

Estudos apontam que independente do estágio de geração do resíduo têxtil, a reciclagem se mostra um processo efetivo para diminuição do seu impacto ambiental. Sendo uma forma de recuperar materiais residuais e processá-los em produtos, materiais ou substâncias para os fins originais ou outros (PIRABAUER, BARTL, 2019), a reciclagem de resíduos têxteis atua não apenas como uma forma de ressignificação de um produto considerado inútil ou obsoleto, mas também diminuindo significativamente o impacto ambiental que este teria caso fosse descartado de maneira inadequada, como em resíduos ou aterros (MUTHU, 2012).

Dessa forma, este trabalho foi pensado como uma forma de analisar aspectos relevantes da cadeia de produção têxteis, e expor alguns desafios dentro do processo de reciclagem, que atuam como consideráveis fricções para que este seja mais difundido na indústria têxtil brasileira. Tendo em vista a falta de conhecimento produzido e documentado a respeito do tema, neste trabalho é feita uma revisão bibliográfica que reúne os principais pontos de conhecimento até a atualidade sobre o processo de reciclagem e suas dificuldades.

2 Panorama da Indústria Têxtil e de Confecção no Brasil

2.1 A Cadeia Têxtil e de Confecção

Para o entendimento da geração de resíduos têxteis pré-consumo, uma etapa importante é a descrição do funcionamento da estrutura da cadeia têxtil e de confecção no Brasil. Dessa forma, a figura 2 representa o fluxograma de processos que parte da origem das Fibras e Filamentos, e chega até a etapa de consumo:

Figura 2. Estrutura da cadeia produtiva têxtil e de confecção



Fonte: Senai, 2015.

As matérias-primas das fibras e filamentos, que podem ser naturais ou químicas, são introduzidas na cadeia têxtil e de confecção através do processo de fiação. Seguindo a fiação há então os processos de tecelagem ou malharia, nas quais o fio é transformado, passa por acabamento, e então é enviado para a confecção. Nesta os produtos são efetivamente produzidos e podem seguir para diversas linhas antes de chegar ao consumidor, sendo algumas dessas a Linha Lar, Vestuário ou Técnicos (Senai, 2015).

2.2 Estatísticas do Mercado

Com um valor anual equivalente a R\$161 bilhões de reais em 2021 (IEMI, 2021), a produção na cadeia têxtil brasileira representa aproximadamente 3% do valor comercial do mercado têxtil global, estimado em US\$993.6 (GVR, 2021) e 5% do valor total da produção da indústria de transformação (IEMI, 2021). Sendo ainda a maior cadeia têxtil completa do Ocidente (ABIT, 2022). Vale destacar que o setor de confecção têxtil no país é responsável por garantir 1,36 milhões de empregos

diretos (IEMI, 2021), número que supera 4% do número total de empregados com carteira assinada (IBGE, 2021), e representa aproximadamente 20% do total de trabalhadores alocados na produção industrial do país (IEMI, 2021).

No entendimento de estrutura da cadeia têxtil e de confecção no Brasil, os 3 elos seguintes são considerados como principais (IEMI, 2021):

1. Produção de fibras e filamentos químicos;
2. Produção de têxteis básicos (que incluem fios têxteis, tecidos planos, tecidos de malha e não tecidos);
3. Produção de artigos confeccionados (que abrangem vestuários, artigos da linha lar e artigos técnico-industriais).

Dessa forma, para compor a dimensão total de produção na cadeia têxtil nacional, destaca-se a existência de um impacto crescente em valor de produção e pessoal ocupado conforme se avança para o elo final da cadeia (mais próximo do consumidor final). Tal observação pode ser feita com auxílio da Tabela 1:

Tabela 1. Números por elo do segmento têxtil e de confecção em 2020

Fibras/Filamentos	Têxteis	Confecções
16 unidades	2.582 unidades	22.020 unidades
4,7 mil empregos	240 mil empregos	1 milhão de empregos
225 mil ton./ano	2 milhões de ton./ano	1,4 milhões de ton./ano
R\$3,4 bi - valor prod.	R\$53,6 bi - valor prod.	R\$155,4 bi - valor prod.

Fonte: IEMI, 2021.

Assim como se observa com o valor de produção e pessoal ocupado, a geração de resíduos também é crescente com o avanço no processo produtivo da indústria têxtil. Dessa forma, a etapa de confecção possui participação significativa

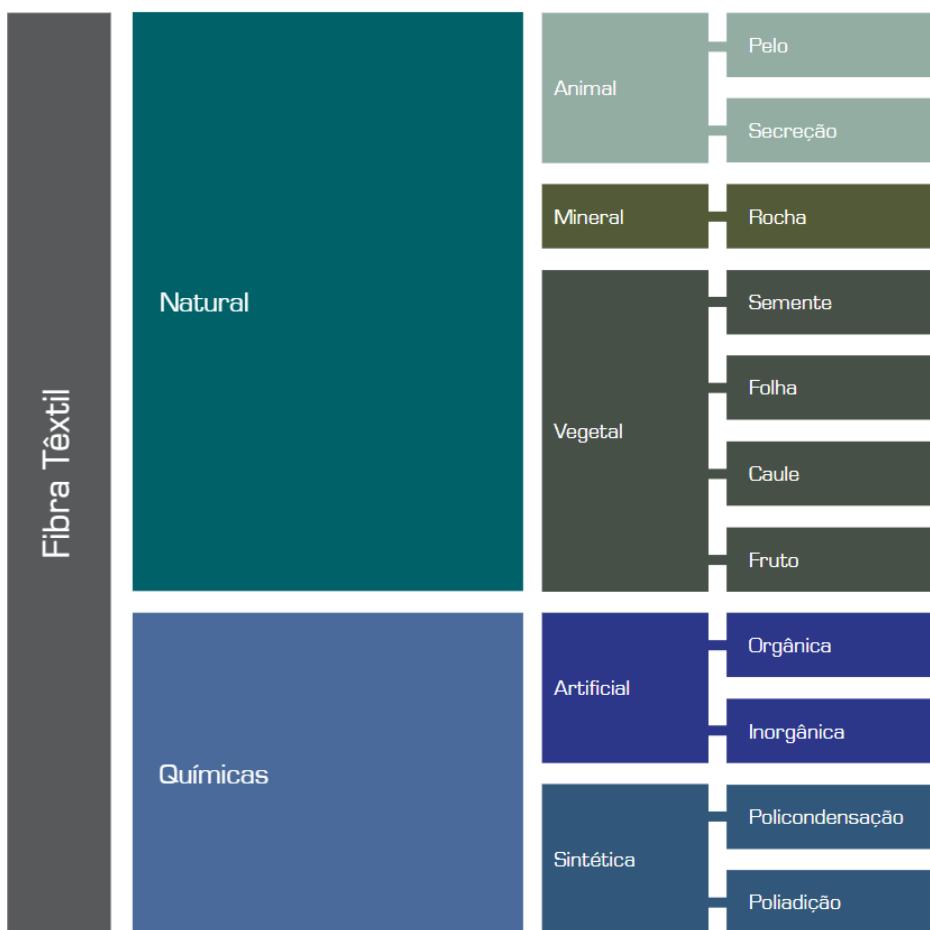
no volume de resíduos têxteis gerados ao longo da cadeia, sendo que o maior volume gerado dentro desta etapa se dá no setor de corte, e pode ser consequência de diversas causas, sendo a principal delas a falta de planejamento no setor de criação (ALBUQUERQUE et al, 2021).

2.3 Classificações das matérias-primas utilizadas nas Confecções

Nos Regulamentos Técnicos Metrológicos e de Avaliação da Conformidade, fibras têxteis ou filamentos têxteis são definidos como toda matéria natural, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que, pela alta relação entre seu comprimento e seu diâmetro, e, ainda, por suas características de flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência, tenacidade e finura, está apta às aplicações têxteis - Portaria Inmetro n. 118, de 11.03.2021 (BRASIL, 2021). Assim, é claro afirmar que a importância da fibra têxtil se dá por ser a matéria-prima base da produção de artigos têxteis, como tecidos e fios, que após transformação resultarão nos produtos a serem vendidos para o mercado do consumidor.

Destaca-se que as fibras têxteis podem ser obtidas de diversas fontes, naturais ou químicas, sendo este um critério comumente usado para sua classificação, o que pode ser observado pela figura 3:

Figura 3. Quadro de classificação das fibras têxteis.



Fonte: Senai, 2015.

Sendo inicialmente divididas entre fibras têxteis naturais - obtidas e fornecidas ao ser humano pela natureza sob forma que as torna aptas para o processamento têxtil; e químicas - produzidas por processos industriais através de artifícios ou sínteses químicas (SENAI, 2015). Há, em seguida uma classificação com um nível de granularidade abaixo, sendo ela em:

- Fibra têxtil animal: provenientes da tosquia de pelos (Figura 4) ou da secreção de insetos. Exemplos: lã, cashmere, seda.

Figura 4. Tosquia de Ovelha.



Fonte: Cursos CPT, 2021.

- Fibra têxtil mineral: provenientes de rochas com estruturas fibrosas (Figura 5), econstituídas principalmente por silicatos. Exemplo: amianto.

Figura 5. Amianto em sua forma natural



Fonte: Infoescola, 2019.

- Fibra têxtil vegetal: extraídas de sementes, folhas, caules ou frutos. Exemplos: algodão (Figura 6), linho, juta, rami.

Figura 6. Algodão bruto beneficiado na algodoeira



Fonte: Sou de Algodão.

- Fibra têxtil artificial: produzida pelo ser humano utilizando polímeros naturais orgânicos ou inorgânicos como matéria-prima. Exemplos: acetato, viscose, liocel (Figura 7), modal.

Figura 7. Tecido 100% de liocel



Fonte: Ol Tecidos.

- Fibra têxtil sintética: produzida pelo ser humano utilizando produtos da indústria petroquímica como matéria-prima. Exemplos: poliéster (Figura 8), poliamida, elastano.

Figura 8. Tecido 100% de poliéster



Fonte: JB Dublagem.

2.4 Principais matérias-primas utilizadas nas Confecções

O panorama geral sobre as matérias-primas dentro da cadeia têxtil brasileira pode ser observado na Tabela 2:

Tabela 2. Produção de tecidos no Brasil por natureza da fibra (em toneladas)

	2012	2013	2014
Algodão	752.879	772.213	752.908
Poliéster	269.009	308.015	310.384
Viscose	14.189	12.703	11.832
Poliamida	7.376	7.489	7.023

Fonte: AMARAL, 2016.

2.4.1 Algodão

Classificadas como fibras têxteis vegetais, as fibras de algodão são usadas de forma extensiva na produção de vestuário a nível mundial em diversos modelos, que vão de peças com tecido jeans, como o da Figura 9, até camisetas casuais. Em 2012, a produção mundial de fibras de algodão atingiu uma máxima de 113,8 milhões (USDA, 2012), e seus maiores produtores são a China, Índia, Estados Unidos, Paquistão e o Brasil, os quais produzem por volta de 80% do algodão mundial (RAIN, 2015).

Figura 9. Tecido Jeans



Fonte: Unsplash License, 2022.

Para seu processo de produção, após feita a colheita, a qual pode ser feita manualmente, ou com uma máquina de colheita, a fibra de algodão é separada da semente através de um processo chamado de descaroçamento de algodão (*ginning*), que utiliza máquinas como a da Figura 10:

Figura 10. Descaroçamento do algodão



Fonte: Ordnur, 2022.

Em seguida, a fibra passa por processos de abertura, mistura, limpeza, cardagem, fiação e coloração, até chegar na etapa final de tecelagem, que é feita de maneira específica para o uso que será dado àquela fibra e pode ir desde a produção de roupa de cama, até vestuário jeans (RAINHA, 2015).

Do ponto de vista funcional, as fibras de algodão são macias, frescas, conhecidas também por serem respiráveis e absorventes, suportando absorções de água equivalentes a 24-27 vezes o seu próprio peso. Inicialmente colhidas e adicionadas em fardos como os da Figura 11, o material obtido no fim do processo são fibras fortes, com facilidade de absorção de corantes e suportam usos abrasivos e altas temperaturas. Em uma palavra, algodão é confortável (RAVANDI, 2011).

Figura 11. Fardos de algodão pós-colheita.



Fonte: Embrapa, 2019.

Observando a Tabela 2 em 2.4., fica claro o destaque do algodão. A produção de fibra de algodão historicamente corresponde a 84% do total de 1.042 milhão de toneladas de fibras têxteis produzidas anualmente no país. Muito distante do segundo lugar, que são as fibras artificiais e sintéticas com 13% e do terceiro, que são as fibras naturais com 3% (AMARAL, 2016). Do ponto de vista de exportações, é nítido também o destaque do algodão nacional, visto que somando todos os seus produtos este é responsável por mais de 18% da exportação nacional de fios, tecidos, malhas e especialidades. Fato que pode ser observado pela Tabela 3:

Tabela 3. Exportação de fios, tecidos, malhas e especialidades (em toneladas).

Produtos / Products	2016	2017	2018	2019	2020
Fios / Yarns	16.833	10.004	9.655	13.289	9.505
Seda / Silk / S	536	532	453	428	304
Lã / Wool / WO	193	7	6	18	16
Algodão / Cotton / CO	6.815	1.990	3.847	6.800	2.672
Linho / Linen / CL	4	0	0	0	0
Juta / Jute / CJ	2	6	14	8	66
Artificiais e Sintéticos / Man made fibers	1.388	1.357	1.203	985	939
Outros / Other	7.895	6.111	4.132	5.049	5.507
Linhos de costura / Sewing thread	884	870	784	934	659
Algodão / Cotton / CO	38	30	26	30	16
Filamentos / Filaments	722	710	641	729	465
Fios fiados / Spun Yarn	125	131	118	175	178
Tecidos planos / Fabrics	31.647	26.294	25.922	26.090	19.564
Seda / Silk / S	1	0	0	0	0
Lã / Wool / WO	38	53	54	56	40
Algodão / Cotton / CO	24.747	18.767	19.149	19.573	12.985
Linho / Linen / CL	110	96	78	66	88
Juta / Jute / CJ	1	0	2	5	6
Artificiais e Sintéticos / Man made fibers	6.718	7.365	6.635	6.388	6.443
Outros / Other	33	14	4	4	2
Tecidos de malhas / Knits	5.927	5.856	5.390	6.645	6.530
Algodão / Cotton / CO	1.409	1.547	1.575	2.163	2.379
Artificiais e Sintéticos / Man made fibers	4.322	3.777	3.539	4.213	3.835
Outros / Others	195	532	276	268	316
Especialidades / Specialties	70.018	76.605	62.626	59.051	62.860
Total fios, tecidos, malhas e especialidades / Total yarn, fabrics and knits and specialities	125.309	119.628	104.377	106.008	99.119

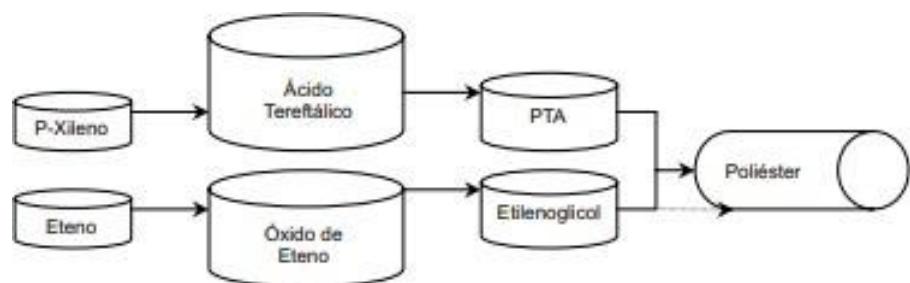
Fonte: IEMI, 2021

2.4.2 Poliéster

Classificadas como fibras têxteis sintéticas, ou seja, pertencente ao complexo têxtil-petroquímico, a sua cadeia de produção é iniciada já no refino do petróleo, com obtenção da nafta, que é futuramente transformada em matérias-primas para xileno e eteno pela centrais petroquímicas. Estes, em uma segunda geração são transformados respectivamente em ácido tereftálico (PTA) e monoetilenoglicol (MEG), os quais pelo processo de policondensação são transformados na resina

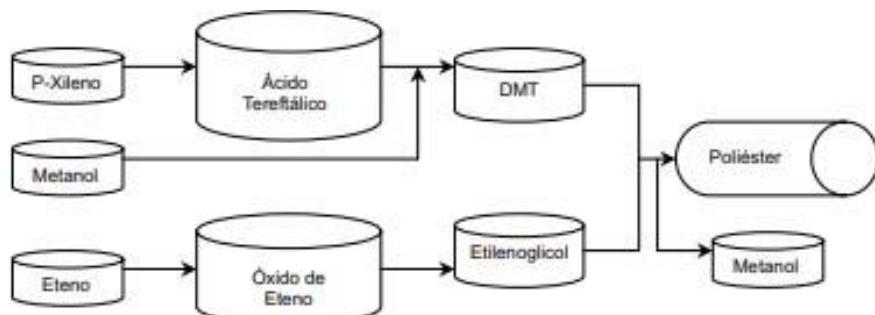
poliéster. Por fim, esta resina pode se destinar à produção de fibras e fios, ou ainda à produção de frascos, como garrafas PET (BNDES, 2004). As rotas 1 e 2 para produção de poliéster no Brasil podem ser observadas nas Figuras 12 e 13, respectivamente:

Figura 12. Rota 1 de produção de poliéster.



Fonte: BNDES, 2004.

Figura 13. Rota 2 de produção de poliéster.



Fonte: BNDES, 2004.

Do ponto de vista da aplicação, as fibras de poliéster podem ser utilizadas no seu estado puro, ou como uma mistura, seja com algodão (mais comum), viscose, nylon, linho ou lã nas mais variadas proporções. Sobre seu uso na indústria têxtil, existem dois fatores que contribuem de forma relevante para sua frequência, sendo estes os seus preços inferiores aos das demais fibras têxteis, e as suas características significativamente próximas às das fibras naturais, claro resultado do desenvolvimento tecnológico do setor.

Em relação às suas propriedades têxteis, as fibras de poliéster são reconhecidas por reduzirem a tendência a amassar do tecido confeccionado, além de possuírem uma significativa resistência química e à umidade, ser não-alergênica, e ainda apresentar elevada resistência à tração (BNDES, 2004). Assim, dadas as suas propriedades, quando adicionada ao algodão resulta em uma melhora global da resistência do fio, aumento na velocidade do processo têxtil, e consequentemente gera benefícios para a produtividade da indústria. Por fim, destaca-se que sua produção na indústria têxtil tem como destinos principais: tecidos como os da Figura 14, artigos de confecção, enchimento de agasalhos, edredons e usos industriais (BNDES, 2004).

Figura 14. Peça de poliéster.

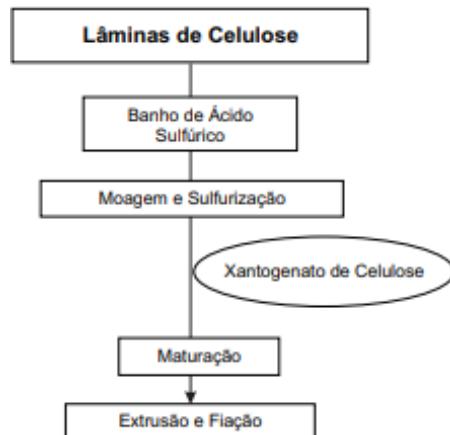


Fonte: Promobit, 2019.

2.4.3 Viscose

Classificadas como fibras químicas artificiais, as fibras de viscose foram as primeiras químicas industrialmente produzidas. Sua produção parte do polímero natural celulose, que é então solubilizado e recomposto na forma de fibra através de processos físico-químicos. Os processos geram uma massa intermediária, denominada xantogenato de celulose, que após maturação, extrusão e estiramento, resulta em filamentos contínuos. Estes são purificados e secados, resultando finalmente nos fios contínuos de viscose, ou cabos multi filamentos de viscose (*tows*), que então são frisados e cortados para a produção das fibras descontínuas de viscose. O processo todo é ilustrado pela Figura 15:

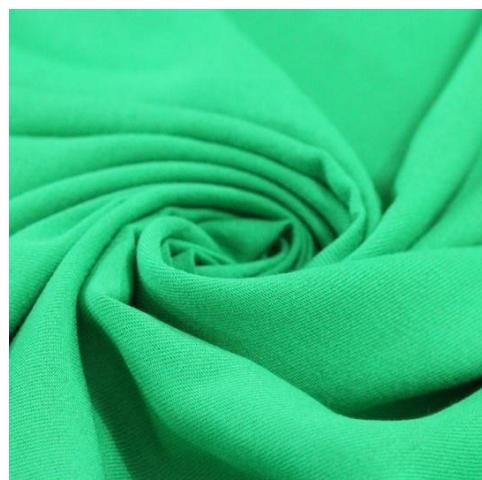
Figura 15. Rota de formação da viscose



Fonte: BNDES, 2004.

Sobre as suas propriedades têxteis, os fios e fibras de viscose como o da Figura 16, são semelhantes ao algodão em relação a absorção de umidade e resistência à tração, somado ao toque suave e macio. Assim como o poliéster, podem ser utilizadas no estado puro, ou em combinação com outras fibras, nas mais diversas proporções. Já em relação aos seus usos comerciais, é comum que os tecidos produzidos com viscose tenham aplicações diversas, desde usos em tecidos planos e malhas, até uso para produtos domésticos, como roupa de cama, mesa e banho (BNDES, 2004).

Figura 16. Tecido 100% viscose.

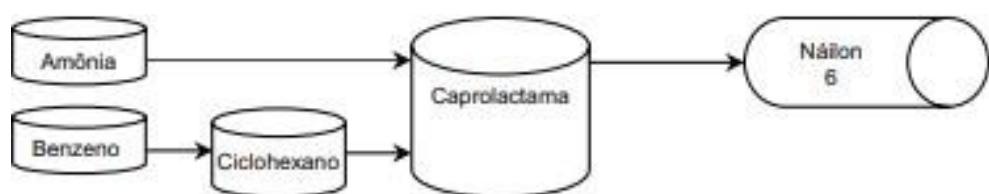


Fonte: Catex Tecidos, 2022.

2.4.4 Poliamida

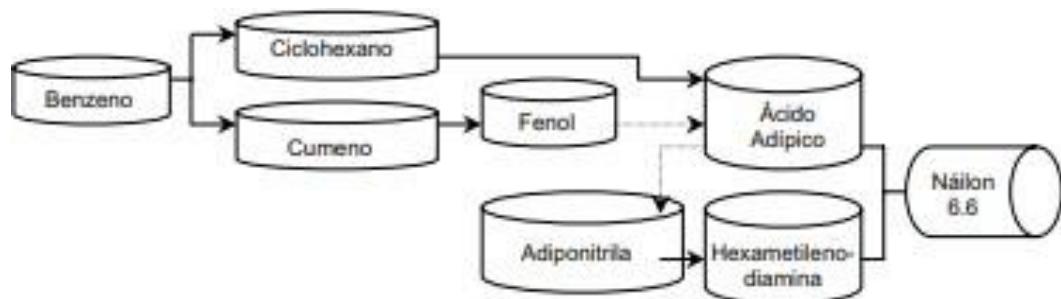
Classificadas como fibras sintéticas, as fibras de poliamida foram as primeiras sintéticas a serem produzidas industrialmente. São divididas em dois tipos, de acordo com o polímero que as originam. A poliamida 6 (conhecida comercialmente como nylon 6) é obtida a partir do benzeno, que por meio de duas rotas (através do cicloexano, ou fenol) forma a caprolactama, a qual forma o nylon 6 após a polimerização. A poliamida 6.6 (comercialmente como nylon 6.6), por sua vez, pode ser formada de diversas formas diferentes, visto que existe um número significativo de rotas possíveis para formação dos dois intermediários (ácido adípico e hexametilenodiamina) que formam o polímero. As rotas para produção das poliamidas 6 e 6.6 podem ser observadas nas figuras 17 e 18, respectivamente.

Figura 17. Rota de produção do Nylon 6.



Fonte: BNDES, 2004.

Figura 18. Rota de produção do Nylon 6.6.



Fonte: BNDES, 2004.

Sobre suas propriedades têxteis, as poliamidas são consideradas as mais nobres fibras sintéticas. Possuem elevada resistência mecânica (3,5 vezes maior que a do algodão), baixa absorção de umidade, possibilidade de texturização e boa aceitação de acabamentos têxteis. Já em relação aos seus usos comerciais, as fibras de poliamida são frequentemente encontradas em tecidos de malha, moda íntima, artigos esportivos, ou em produtos que exijam flexibilidade e resistência no geral, como cordas de escalada exemplificadas na Figura 19.

Figura 19. Cordas de escalada feitas de Nylon.



Fonte: Science Aq, 2022

3 Os Resíduos têxteis

3.1 Classificação

Os resíduos de fibras têxteis compostas de polímeros naturais e sintéticos podem ser categorizados em (1) resíduos têxteis pré-consumo, e (2) resíduos têxteis pós-consumo (ECHEVERRIA et al., 2019). Os do primeiro tipo, ou seja, pré-consumo, referem-se aos resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva, como nas etapas de corte e costura, tecelagem, e até peças que após confecção são consideradas irregulares para comercialização, por falhas ou defeitos. Dessa forma, estes têm grande potencial de reciclagem na própria indústria de vestuário, visto que

são matéria-prima de qualidade e sem uso antecedente (WANG, 2010) (ENEZ e KIPOZ, 2019). Os pós-consumo, por sua vez, são resíduos têxteis gerados após os produtos serem descartados, e podem ser reutilizados ou reciclados, mas a maioria destes resíduos sofre um processo de downcycling (GONÇALVES et al, 2021).

3.2 Geração na cadeia produtiva

Considerando a estrutura da cadeia têxtil brasileira, uma das etapas com maior destaque na geração de resíduos é a de confecção e corte, que é ainda intensificado quando não há um preparo técnico de encaixe de modelagem. Nesta etapa toneladas de retalhos são produzidas, e muitas vezes descartadas de modo displicente em aterros sanitários, o que é exemplificado pela Figura 20 abaixo (MENEGUCCI, 2015).

Figura 20. Resíduos têxteis descartados em aterro.



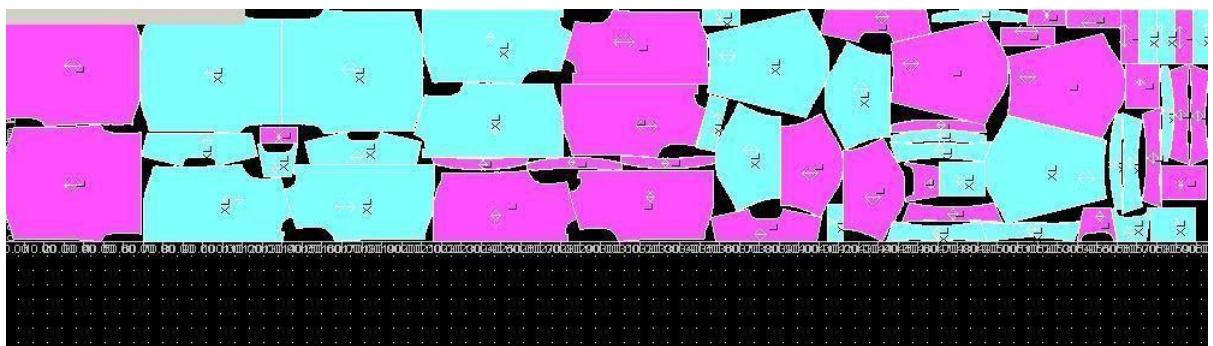
Fonte: The True Cost, 2015.

O processo de confecção é composto por uma sequência de operações e etapas, mas o destaque para geração de resíduos se dá nas etapas de corte, onde o maior volume pré-consumo é gerado (ARAÚJO, 1996).

De forma resumida, os processos envolvidos na confecção são: (1) risco, que consiste em fazer o encaixe dos moldes desenvolvidos, a fim de aproveitar o

máximo de tecido, e pode ser manual ou computadorizado; (2) enfesto, que consiste em empilhar as folhas de tecidos e alinhá-las para o corte de forma manual ou com auxílio de carros automáticos; (3) corte, etapa na qual as pilhas de folhas de tecido são cortadas conforme definido no risco. Por exigir bastante precisão, para o corte manual são utilizadas máquinas de corte elétricas com lâminas; (4) preparação para a costura, na qual é feita a conferência da quantidade de peças cortadas e aviamentos; (5) costura, que é feita utilizando diversas máquinas ou pessoas, variando de acordo com o item a ser confeccionado; (5) acabamento, que é a última etapa do processo, onde são realizadas operações como arremates da peça, corte de extremidades de linhas de costura, limpeza, aplicação de bordados e apliques, etiquetas, e outros aspectos para melhoria da qualidade do produto final (MARIANO, 2018 / ARAÚJO, 1996). Nas figuras 21, 22 é possível observar a preparação otimizada do tecido para corte utilizando um software, e o corte:

Figura 21. Preparação para corte otimizado utilizando software.



Fonte: Fashion Insiders, 2018.

Figura 22. Execução da etapa de corte.



Fonte: Fashion Insiders, 2018.

4 A Reciclagem

4.1 Importância

Reuso e reciclagem de resíduos têxteis contribuem de forma significativa para uma indústria mais sustentável, visto que reduzem o impacto ambiental em comparação à incineração ou disposição em aterros e lixões. Feito um estudo de pegada ecológica em uma indústria de confecção, foi possível concluir que a categoria de recursos apresentou a maior pegada ecológica e energia consumida (HERVA, 2008). Assim, destaca-se que a recuperação de recursos pode promover ganhos ambientais significativos ao substituírem matérias-primas virgens. Um exemplo disso se dá na substituição de 1 kg de algodão ou poliéster virgens por suas versões recicladas, as quais empiricamente promovem uma redução de 65 kWh e 95 kWh, respectivamente.

Do ponto de vista da pegada de carbono, a medição do impacto de resíduos têxteis envolve analisar a quantidade de gases de efeito estufa produzidos ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, sendo que o principal efeito destes gases é o aquecimento global, o qual pode ser medido pelo “Global Warming Potential” (GWP) e tem o dióxido de carbono como gás de referência para comparação do GWP dos outros gases.

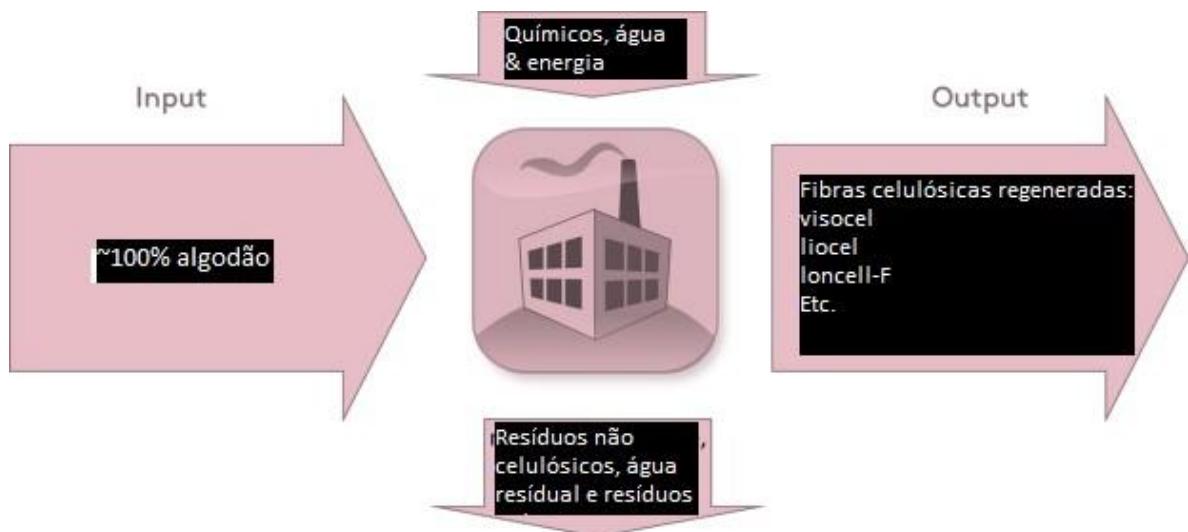
Para entender de forma quantitativa o impacto da reciclagem de resíduos têxteis, cientistas da Universidade Politécnica de Hong Kong simularam a fabricação

de 1 kg de algodão através do software “SIMAPRO 7.3 Version” para dois cenários diferentes: o primeiro no qual 0,288 kg de resíduo é gerado e não reciclado, e o segundo no qual 0,288 kg de resíduo é gerado e reciclado, obtém-se uma geração de 0,658 kg de CO₂ equivalente, contra 0,659 kg do primeiro. Diferença pequena, mas significativa se a produção for elevada a escala de toneladas (MUTHU, 2012).

4.2 Métodos

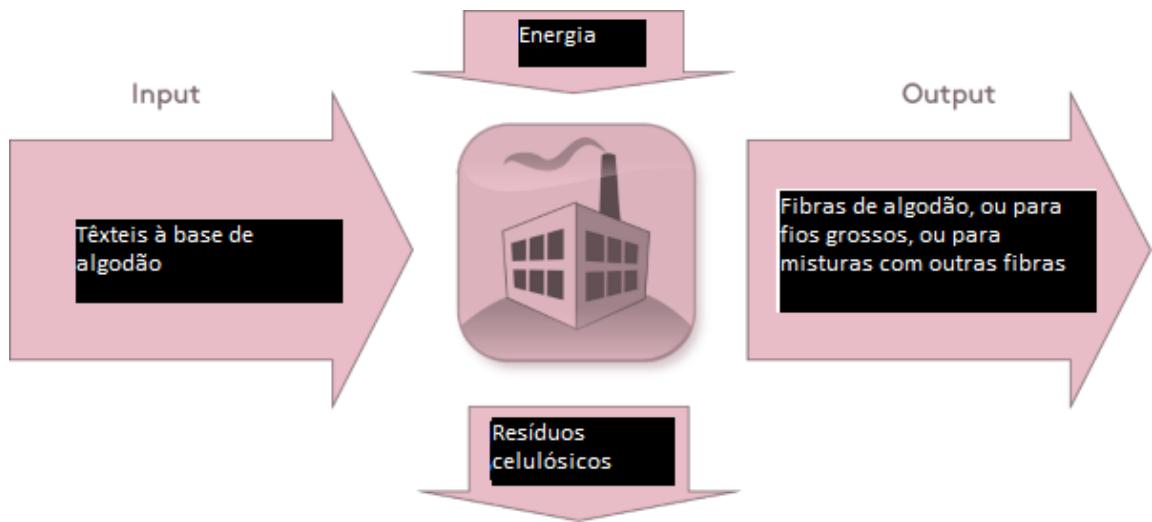
Atualmente as rotas mais utilizadas para reciclagem de resíduos têxteis são a reciclagem mecânica, que pode ser de fibra ou tecido; e química, a qual pode ser reciclagem de monômero, oligômero ou polímero. Um aspecto relevante para o método escolhido é que a partir de um mesmo material de entrada, processos de reciclagem diferentes podem resultar em produtos diferentes (Roos et al, 2019), observação que é suportada pelo caso do algodão nas figuras 23 e 24, onde se observa fluxogramas de reciclagem química e mecânica, respectivamente:

Figura 23. Processo de reciclagem química do algodão.



Fonte: Roos et al, 2019. Adaptado.

Figura 24. Processo de reciclagem mecânica do algodão.



Fonte: Roos et al, 2019. Adaptado

4.2.1 Reciclagem Mecânica

Reciclagem mecânica é a forma mais estabelecida para reciclagem de resíduos têxteis. Os processos mecânicos são escaláveis e os custos associados são inferiores aos da reciclagem química. Porém, é válido ressaltar que a reciclagem mecânica resulta em materiais mais baratos, com qualidade reduzida, o que resulta em uma diminuição do leque de oportunidades para sua aplicação em mercados têxteis de alto valor (Roos et al, 2019).

Do ponto de vista prático, a reciclagem mecânica em geral consiste de processos nos quais o tecido é desmantelado e a fibra é preservada (Rittfors, 2020). Tendo sido adotados para todos os tipos de materiais têxteis, os métodos de reciclagem mecânica mais comuns envolvem Trituração ou cortes em pedaços uniformes (WANG, 2006). Dessa forma, antes de serem triturados em partes menores, é necessário a retirada de aviamentos como zíperes e botões, o que frequentemente envolve intervenção humana (HAN, 2014), ou cortadeiras automáticas que fazem a separação do aviamento junto com a Trituração (WANG, 2006). A fibra triturada então é rasgada para produzir fibras soltas, as quais podem ser transformadas em fios (Roos et al, 2019). Na Figura 25 é possível observar uma cortadeira automática.

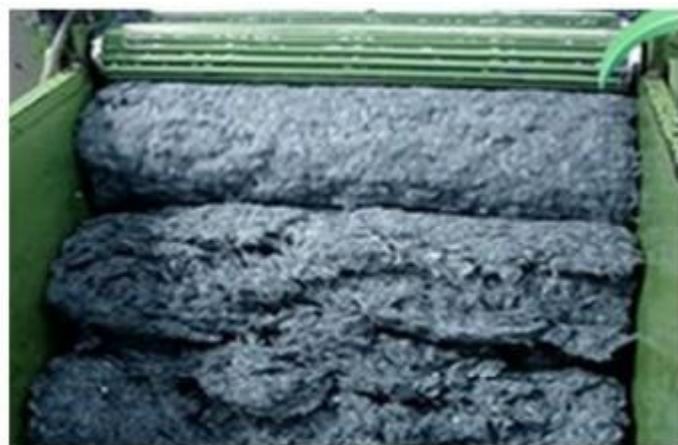
Uma das limitações da reciclagem mecânica é que as fibras geradas pelo processo de Trituração como as da Figura 26 são encurtadas, e, portanto, a produção de novos fios frequentemente necessita de uma mistura entre as fibras recicladas com fibras virgens, com o objetivo de se obter a força e qualidade necessária para aplicações (LE, 2018).

Figura 25. Exemplo de máquina cortadeira (“Starcut 500, Laroche, França).



Fonte: Laroche, 2014.

Figura 26. Jeans desfibrado.

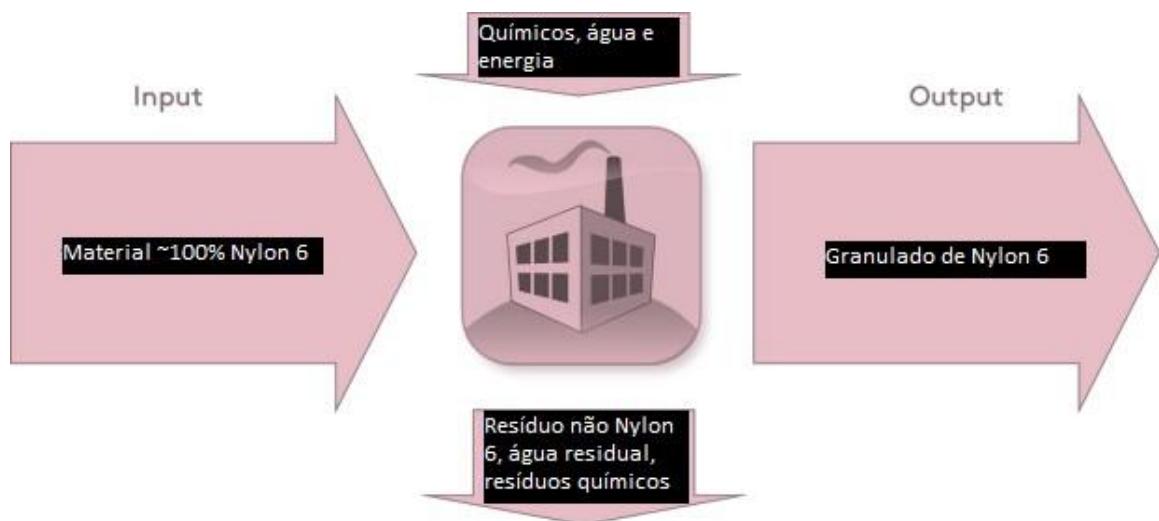


Fonte: Laroche, 2015

4.2.2 Reciclagem Química

A reciclagem química, por sua vez, ainda não conseguiu atingir o nível de escala industrial (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Ainda assim, destaca-se a existência de dois tipos de processos químicos comuns para a reciclagem têxtil: (1) reciclagem de monômeros, que conseguem transformar materiais no fim da vida, para materiais tão bons quanto virgens (Guo et al, 2021) e consistem da quebra da cadeia polimérica para obtenção de monômeros intactos; e (2) reciclagem de polímeros, na qual a fibra é quebrada utilizando processos mecânicos (como tritura), seguidos de dissolução em solventes específicos e frequentemente perigosos. Para este caso, os aviamentos e pedaços com corante precisam ser retirados previamente para este processo (M. Ribul et al., 2021). A figura 27 ilustra o processo de reciclagem química de Nylon 6, em granulado de nylon, que tem as mesmas propriedades do Nylon 6 virgem.

Figura 27. Processo de reciclagem química do Nylon.



Fonte: Roos et al, 2019. Adaptado

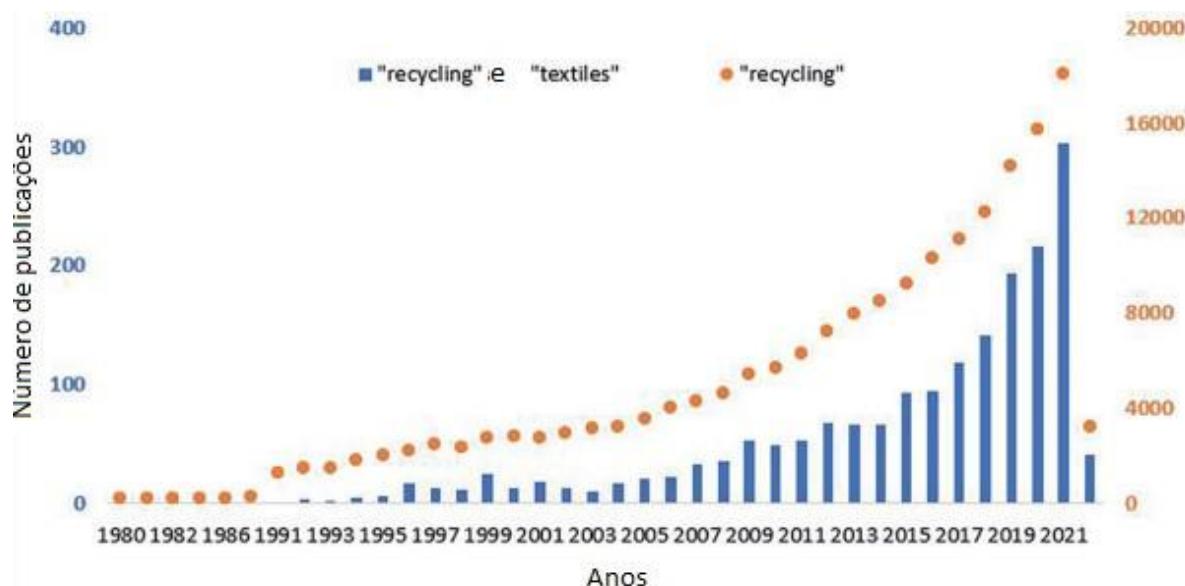
5 Discussão

O universo da moda está com tempos de vida cada vez mais curtos, e nitidamente o cenário global de produção de resíduos têxteis é insustentável no longo prazo. Tal afirmação pode ser suportada pelo fato de que até 24 novas coleções são lançadas anualmente por grandes varejistas de roupa (Recovery Worldwide, 2019), e apenas o Brasil foi responsável pela produção de 7,93 bilhões

de peças em 2020 (IEMI, 2021), tendo uma produção anual de resíduos têxteis que supera 170 mil toneladas (ZONATTI, 2017), da qual aproximadamente 80% têm como destino os lixões e aterros sanitários do país (SEBRAE, 2014).

Apesar de ainda existir uma lacuna de pesquisa no campo da tecnologia de reciclagem têxtil (CELEP, 2022), o crescimento exponencial no volume de artigos de vestuário produzidos têm como consequência a intensificação dos estudos sobre esta área tanto para artigos pré-consumo, quanto pós-consumo, fato que pode ser observado na figura 28, pelo crescimento ano a ano do número de publicações envolvendo os termos “textile” e “recycling” no Web of Science:

Figura 28. Número de Publicações WOS com termos “textile” e “recycling”.



Fonte: CELEP, 2022.

O crescente número de publicações no campo da reciclagem de resíduos têxteis aponta que as etapas de separação e classificação dos resíduos são grandes fricções para o acontecimento do processo em escala. Consideradas desde um grande problema para o processo de reciclagem (CELEP, 2022), até um dilema na área para alguns autores (DAMAYANTI, 2021), as etapas de separação e classificação envolvem a identificação dos materiais que compõem determinado resíduo têxtil, o que se mostra bastante trabalhoso, visto que a maior parte dos resíduos apresenta misturas de fibras têxteis em sua composição, e frequentemente estão misturados com botões, zíperes, e outros aviamentos.

Atualmente existem alguns métodos que podem ser utilizados para analisar diferentes materiais em resíduos têxteis na etapa de classificação. Duas possibilidades envolvem utilizar Espectroscopia de Infravermelho próximo (NIR) ou Ressonância Magnética Nuclear (RMN) (DAMAYANTI, 2021). Porém, nenhum dos métodos utilizados já possuem escala e consenso global, de forma que a busca por métodos eficientes e precisos para estas etapas são considerados de caráter urgente (MANGANI, 2019).

Após a separação e classificação do resíduo, as próximas dificuldades relevantes acontecem dentro da etapa de reciclagem. Atualmente as duas formas mais comuns para reciclagem de resíduos têxteis são de natureza mecânica e química, sendo a primeira mais estabelecida e barata (CELEP, 2022).

Apesar de mais escalável, estabelecida e barata, a reciclagem mecânica de resíduos têxteis apresenta uma série de dificuldades e limitações. Além das limitações gerais na etapa de separação e classificação dos resíduos, a reciclagem mecânica apresenta como produto final materiais com qualidade reduzida e fibras encurtadas, o que diminui o leque de aplicações para os resíduos reciclados (Rooset al, 2019), e resulta na necessidade do uso de fibras virgens em adição às recicladas para produção de um produto final da reciclagem com uma qualidade superior (CELEP, 2022).

A reciclagem química, por sua vez, é mais eficaz em produzir materiais finais com qualidade superior à mecânica, porém ainda não conseguiu atingir o nível de escala industrial (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Dentre alguns motivos para isso, destaca-se que o processo de reciclagem química do algodão, que é a matéria-prima mais relevante para produção de artigos de confecção no cenário global, ainda envolve o uso de muitos produtos químicos perigosos. O que faz a sua reciclagem química atualmente ser em muitos casos mais prejudicial à natureza e ao consumidor do que sua disposição em aterros sanitários (SWABY, 2020). Além disso, a vasta maioria dos produtos produzidos com algodão são tingidos com cores artificiais, o que dificulta o trabalho de reciclagem de resíduos com este material, visto que há necessidade de separação de resíduos deste material por cor (RENGEL A.).

Tendo em vista as dificuldades citadas anteriormente surge uma hipótese de que as dificuldades atuais para o processo de reciclagem de resíduos têxteis podem atuar como fricções para que as confecções de vestuário realizem o processo dentro das suas instalações. Assim, para comprovar esta hipótese o autor realizou 5 entrevistas investigativas com marcas de roupas presentes no bairro Brás (um dos maiores polos têxteis do país), cuja produção mensal conjunta supera 1 milhão de peças. O resultado das entrevistas comprova que existe uma preocupação com sustentabilidade e reciclagem entre todas as marcas, mas em todos os casos não existiu uma comprovação da reciclagem dos resíduos gerados, visto que em duas das entrevistas o responsável pela marca não soube informar o que era feito com os resíduos, e nas outras três afirmou-se que uma empresa terceirizada era responsável por recolher o resíduo e supostamente reciclar ou reutilizar.

Por fim, ainda que um destino coerente para resíduos têxteis sejam empresas terceirizadas de reciclagem, uma grande limitação atual é a existência de apenas 21 (vinte e uma) empresas no Brasil que estão concentradas nas regiões Sul e Sudeste (85%) e são capazes de realizar o processo de reciclagem mecânico de desfibragem ou químico através da regeneração de fibras têxteis (AMARAL, 2016).

6 Conclusão

A indústria de confecção de vestuário no Brasil apresenta um valor de produção anual equivalente a R\$161 bilhões de reais em 2021, divididos entre 24,6 mil unidades produtivas (IEMI, 2021), e o país é a maior cadeia têxtil completa do Ocidente e está entre os 4 maiores produtores de malhas do mundo (ABIT, 2022). Porém, apesar da relevância econômica da indústria para o país, o setor de vestuário é responsável por uma produção anual de resíduos têxteis sólidos que supera o valor de 170 mil toneladas anuais (ZONATTI, 2017), das quais aproximadamente 80% (136 mil) acabam nos lixões do país (SEBRAE, 2014).

Esta produção em massa alinhada ao desperdício e má gestão dos resíduos não são fenômenos exclusivos ao Brasil, visto que o universo da moda está com tempos de vida cada vez mais curtos, e o cenário global de produção de resíduos têxteis nos níveis atuais se mostra insustentável no longo prazo. Tal afirmação pode ser suportada pelo fato de que até 24 novas coleções são lançadas anualmente por grandes varejistas de roupa (Recovery Worldwide, 2019), e apenas o Brasil, com

uma população atual próxima a 215 milhões de habitantes (IBGE, 2022) foi responsável pela produção de 7,93 bilhões de peças em 2020 (IEMI, 2021).

O crescente número de publicações no campo da reciclagem de resíduos têxteis na média aponta um consenso de que as etapas de separação e classificação dos resíduos são grandes fricções para o acontecimento do processo em escala. Consideradas desde um grande problema para o processo de reciclagem(CELEP, 2022), ou até um dilema na área para alguns autores (DAMAYANTI, 2021),as etapas de separação e classificação envolvem a identificação dos materiais que compõem determinado resíduo têxtil, o que se mostra bastante trabalhoso, visto que a maior parte dos resíduos apresenta misturas de fibras têxteis em sua composição, e frequentemente estão misturados com botões, zíperes, e outros aviamentos.

Ainda que superadas as dificuldades na etapa de separação e classificação de resíduos, o processo de reciclagem de resíduos têxteis atualmente conta com diversas ineficiências práticas e necessidades de avanços tecnológicos para acontecer em larga escala. Entre as duas rotas mais comuns para o processo, que são a reciclagem mecânica e química, alguns dos problemas enfrentados são a baixa qualidade do produto final, e até a necessidade de produtos químicos mais prejudiciais ao meio ambiente do que o próprio descarte do resíduo em aterros.

Assim, através de entrevistas autorais e pesquisas bibliográficas fica claro o crescimento da preocupação crescente com o meio ambiente dentro do segmento de vestuário, especialmente em relação à necessidade de reciclagem dos resíduos, porém, existe uma série de avanços que ainda são necessários para o segmento como um todo se aproximar da sustentabilidade.

7 Entrevistas

As entrevistas foram realizadas por múltiplos canais (presencialmente, telefone, mensagens) em julho de 2022. Um número significativo de empresas optou por não serem identificadas e, portanto, foram denominadas de empresa “A”, “B”, “C”, “D”. As empresas cujos nomes são citados autorizaram sua divulgação. Em todos os casos houve a permissão da divulgação dos seguintes dados:

7.1 Presenciais

7.1.1 Empresa A

Fundada em 1992, iniciou sua operação como uma malharia, produzindo malhas em rolo e vendendo para empresas que executavam confecção das suas próprias linhas de roupas. Desde 1998 passaram a atuar também no elo de confecção através de uma fábrica própria localizada em Santa Catarina, e hoje produzem na faixa de 180 a 200 mil peças por mês, sendo que seus principais produtos são malharia de parte superior, como camisetas, camisas polos e camisetas dry fit da linha esportiva. Tendo hoje 115 funcionários diretos e mais de 500 se forem contados os representantes e faccionistas, hoje são capazes de atender a América Latina como um todo, com destaque para suas vendas no Brasil, Paraguai, Uruguai, Chile e Equador.

Em relação à produção de resíduos têxteis, mensalmente lidam com dois tipos principais: sobras de rolos de malha, os quais são em grande parte revendidos e reaproveitados por confecções menores para produção de roupas; e resíduos de malha pós corte, que não pode ser reaproveitado para criação de peças, então é vendido para uma empresa terceira que coleta, recicla e revende. Ainda neste contexto, é válido destacar que um projeto recente da área de sustentabilidade da confecção visa ter uma linha de produtos utilizando fios reciclados após a desfibragem dos resíduos pós corte.

7.1.2 Empresa B

Fundada em 1995, iniciou sua operação exclusivamente como uma confecção de meias, e 8 anos atrás iniciou uma expansão para fabricação de sapatilhas de neoprene e kits maternidade (touca, meia e luva). Localizada na cidade de Birigui, no estado de São Paulo, tem 180 funcionários diretos e uma produção mensal de

500 mil pares de meias, as quais variam entre meias esportivas, casuais, de compressão, infantil, infanto-juvenil e adultos. Hoje atende todo o território nacional tanto com produtos personalizados com a marca do cliente, quanto com sua própria coleção de meias, as quais são desenvolvidas pela empresa, seguindo as tendências das estações e moda. Sustentabilidade é um dos pilares da empresa, e sua missão é produzir meias com excelência em qualidade, por meio de processos sustentáveis, matérias-primas certificadas e tecnologias modernas, para oferecer ao cliente conforto e plena satisfação. Não souberam informar qual o destino dos resíduos têxteis produzidos pelas fábricas.

7.1.3 Empresa C

Fundada em 1996, a empresa tem como foco o mercado de jeans masculino e hoje atinge todo o mercado nacional. Nos últimos anos tem se especializado em tendências mundiais, com o objetivo de manter o mercado da moda nacional atualizado com a moda global. Para isso, hoje contam com modelagens exclusivas, desenvolvidas com mão de obra especializada e alta tecnologia tanto nos tecidos, quanto no maquinário.

Com 230 funcionários na equipe e uma produção mensal entre 80 e 100 mil peças, tem a missão de atender seus clientes dedicando esforços e valores ao mercado atacadista, com peças modernas, confortáveis e de alta qualidade, buscando sempre o aprimoramento dos seus produtos e serviços, garantindo entregas semanais de novos produtos ao mercado.

No que diz respeito aos resíduos, não sabiam informar, pois eles ficavam dentro de uma facção terceirizada, porém uma parte com certeza é reutilizada para a confecção de brindes e itens pequenos.

7.1.4 You Jeans

A You Jeans é uma marca jovem, moderna e faz parte do grupo Confecções Abrahão, que é pioneiro no jeans por atacado nacional e tem mais de 60 anos de tradição na região do Brás, em São Paulo. Contando com 37 funcionários diretos e 500 indiretos, seus produtos são desenvolvidos por profissionais antenados às principais tendências da moda no mercado jeans, e são pensados para sempre valorizar o corpo com qualidade e conforto.

A marca tem como missão produzir e fornecer produtos modernos, com qualidade e conforto, visando a plena satisfação dos clientes, e busca sempre manter viva a tradição, valorizando pessoas, trabalho em equipe, ética, respeito, honestidade e integridade. Com uma produção média de 115 mil peças por mês, tema visão de estar entre as empresas líderes no setor de produtos em jeans, ao ser moderna e inovadora na produção de produtos de qualidade e rentáveis.

A entrevista foi realizada com Priscila Leite da Silva, a qual nos informou que semanalmente uma empresa terceirizada compra e coleta os resíduos têxteis na loja, para que sejam reciclados ou reutilizados. Mais tarde naquele mesmo dia, Priscila enviou fotos de retalhos semanais, que podem ser vistos nas Figuras 29, 30 e 31.

Figura 29. Retalhos de Jeans semanais na empresa You Jeans.



Fonte: acervo do autor, 2022.

Figura 30. Retalhos de Jeans semanais na empresa You Jeans.



Fonte: acervo do autor, 2022.

Figura 31. Retalhos de Jeans semanais na empresa You Jeans.



Fonte: acervo do autor, 2022.

7.2 Por Mensagens

7.2.1 Empresa D

Iniciando sua trajetória em 1989 com o compromisso de fornecer aos seus clientes um produto com qualidade, contemporâneo e com bom preço, a equipe busca, desde então, trazer ao mercado de moda um produto que seja de extrema qualidade e bom gosto, visando a satisfação dos clientes em primeiro lugar.

Hoje com 600 colaboradores diretos, a empresa tem uma produção mensal de 140 mil peças (equivalente a 280 toneladas), com seus principais produtos sendo jeans e sarja. Quanto à produção de resíduos mensais, informam totalizar 30 toneladas, sendo que parte retorna para o processo e o resto é comercializado para a desfibragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

Amaral, Mariana Correa do. **Reaproveitamento e Reciclagem Têxtil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores.** 2016. 123 p. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Versão corrigida

Abit - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

ALBUQUERQUE, S. F. DE; SANTOS, M. DO S. F. DOS; MOITA NETO, J. M. **Pre-consumption textile waste management in the clothing industry in Teresina/PI. Sustentabilidade em Debate**, v. 12, n. 3, p. 27–50, 2021.

AMARAL, M. C. DO et al. **Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy.** Gestão & produção, 2018.

AUDACES. **Como atuam os diferentes fornecedores na cadeia produtiva de moda.** Disponível em: <<https://audaces.com/como-atuam-os-diferentes-fornecedores-na-cadeia-produtiva-de-moda>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CARDOSO, M. Amianto. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/materiais/amianto>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

Christina Dean interview. Disponível em: <<https://truecostmovie.com/christina-dean-interview>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

Como fazer tosquia profissional em ovelhas. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-ovinos/artigos/como-fazer-tosquia-profissional-em-ovelhas>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CUC, S.; VIDOVIC, M. Environmental sustainability through clothing recycling. **Operations and Supply Chain Management An International Journal**, p. 108–115, 2014.

Cutting system “starcut 500”. Disponível em: <<https://www.laroche.fr/en/cutting-system-starcut-500.html>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

DE ARAÚJO, M. **Tecnologia do Vestuário.** 04–1996. ed. [s.l.] Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

Diferença entre Nylon 6 e Nylon 66. Disponível em: <<http://pt.scienceeq.com/Chemistry/100416279.html>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

ECHEVERRIA, C. A. 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, 2019.

ENES, E.; KIPÖZ, Ş. Türkiye Moda Endüstrisinin Kesim Atık Problemi ve Atık Yönetimi Stratejileri. **Tekstil ve mühendis**, v. 26, n. 113, p. 97–103, 2019.

Entenda sobre o poliéster: uma fibra muito interessante (e controversa!) do mundo dos tecidos. Disponível em: <<https://jbdblilagem.com.br/blog/entenda-sobre-o-poliester-uma-fibra-muito-interessante-e-controversa-do-mundo-dos-tecidos/>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

Fardos de algodão - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/3948001/fardos-de-algodao>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

FB.COM/SEBRAE. **Retalhos de tecidos: no lugar do desperdício, negócios sustentáveis.** Disponível em: <<https://respostas.sebrae.com.br/retalhos-de-tecidos-no-lugar-do-desperdicio-negocios-sustentaveis/>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

Global textile market size & share report, 2022-2030. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/textile-market>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

GONÇALVES, N.; REBELO, L. **Um estudo sobre reciclagem e reutilização de resíduos têxteis descartados da indústria de vestuário A study of solid waste recycling and reuse from the textile manufacturing industry.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228922/VOLUME%20II%20-471-483.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

GUO, Z. et al. Circular recycling of polyester textile waste using a sustainable catalyst. **Journal of cleaner production**, v. 283, n. 124579, p. 124579, 2021.

HAN, S. Technologies for sorting end of life textiles A technical and economic evaluation of the options applicable to clothing and household textiles. 2016.

HERVA, M. et al. An approach for the application of the Ecological Footprint as environmental indicator in the textile sector. **Journal of hazardous materials**, v. 156, n. 1–3, p. 478–487, 2008.

HOSSEINI RAVANDI, S. A.; VALIZADEH, M. Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort. Em: **Improving Comfort in Clothing**. [s.l.] Elsevier, 2011. p. 61–78.

IBGE: emprego com carteira assinada na área privada têm alta de 4,4%. Disponível em:

<<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-11/ibge-emprego-com-carteira-assinada-na-area-privada-tem-alta-de-44>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

JUANGA-LABAYEN, J. P.; LABAYEN, I. V.; YUAN, Q. A review on textile recycling practices and challenges. **Textiles**, v. 2, n. 1, p. 174–188, 2022.

LAMAS, L. **O que é poliéster: a fibra do mundo dos tecidos?** Disponível em: <<https://www.promobit.com.br/blog/o-que-e-poliester-a-fibra-do-mundo-dos-tecidos/>> . Acesso em: 09 jul. 2022.

Manual técnico têxtil e Vestuário - Nº 02 - fios têxteis. Disponível em: <https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual2_fios/4>. Acesso em: 09 jul. 2022.

MENEGUCCI, F.; MARTELI, L. **Resíduos têxteis: Análise sobre descarte e reaproveitamento nas indústrias de confecção Área temática: Gestão Ambiental e Sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_325.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2022.

MICHELI, F. **De dinheiro a maionese: conheça os impensáveis produtos feitos com algodão - Sou de Algodão.** Disponível em: <<https://soudealgodao.com.br/de-dinheiro-a-maionese-conheca-os-impensaveis-produtos-feitos-com-algodao/>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

MISSING-VALUE, M.-V. Carding. Em: **Handbook on Cotton Spinning Industry**. [s.l.] WPI Publishing, 2016. p. 79–90.

MUTHU, S. S. et al. Carbon footprint reduction in the textile process chain: Recycling of textile materials. **Fibers and polymers**, v. 13, n. 8, p. 1065–1070, 2012.

SANDRA ROOS, GUSTAV SANDIN, GREG PETERS, BJÖRN SPAK, LISA SCHWARZ BOUR, ERIK PERZON & CHRISTINA JÖNSSON. **White paper on textile recycling**. [s.l: s.n.]. 2019.

O que é fibra têxtil ou filamento têxtil e quais as denominações aceitas? Disponível em: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/avaliacao-da-conformidade/produtos-texteis/o-que-e-fibra-textil-ou-filamento-textil-e-quais-as-denominacoes-aceitas>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

OMOTOSO, M. **How cutting fabric for production can bring you savings.** Disponível em: <<https://fashioninsiders.co/toolkit/how-to/cutting-fabric-for-production-versus-sampling>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

PIRIBAUER, B.; BARTL, A. Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. **Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA**, v. 37, n. 2, p. 112–119, 2019.

PLOTAG. Plotter de impressão preço. Disponível em: <<https://www.plotag.com.br/plotter-impressao-preco>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

RAINAS, M. A.; GLOY, Y. S.; GRIES, T. Weaving technologies for manufacturing denim. Em: **Denim**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 159–187.

Recycling of 25 % of all textile waste by 2025. Disponível em: <<https://www.textiletechnology.net/technology/news/china-recycling-of-25--of-all-textile-waste-by-2025-32004>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

Resíduos têxteis: a prática de descarte nas indústrias de confecção do vestuário. Disponível em: <<https://www.fashionrevolution.org/brazil-blog/residuos-texteis-a-pratica-de-descarte-nas-industrias-de-confeccao-do-vestuario>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

RIBUL, M. et al. Mechanical, chemical, biological: Moving towards closed-loop bio-based recycling in a circular economy of sustainable textiles. **Journal of cleaner production**, v. 326, n. 129325, p. 129325, 2021.

JOSE, F. **Retalhos-1Com.brHomeIT**, , 3 maio 2022. Disponível em: <<https://www.homeit.com.br/web-stories/5-ideias-com-retalhos-que-voce-vai-amar/retalhos-1/>>. Acesso em: 09 jul. 2022

RITTFORS, J. Thermochemical textile recycling: Investigation of pyrolysis and gasification of cotton and polyester. 2020.

SANDIN, G.; PETERS, G. M. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. **Journal of cleaner production**, v. 184, p. 353–365, 2018.

SHAIKAT, N. M. **Ginning: Cotton ginning, process, types, and objectives.** Disponível em: <<https://ordnur.com/spinning/ginning-process-of-cotton>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

SHERWOOD, J. Closed-Loop Recycling of Polymers Using Solvents: Remaking plastics for a circular economy. **Johnson Matthey technology review**, v. 64, n. 1, p. 4–15, 2020.

Tecido liocel laranja. Disponível em: <<https://oltecidos.com.br/produto/tecido-liocel-laranja>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

Tecido Viscose Lisa Sarjada Premium - Verde Citron - 100% Viscose - Largura 1,45m. Disponível em: <<https://www.catecidos.com.br/viscose/tecido-viscose-lisa-sarjada-premium-verde-citron-100-viscose-largura-1-45m>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

Le, K., 2018. **Textile Recycling Technologies, Colouring and Finishing Methods.** Solid Waste Services. Vancouver, pp. 23–50. Disponível em: <<https://sustain.ubc.ca/sites/sust>

ain.ubc.ca/files/Sustainability%20Scholars/2018_Sustainability_Scholars/Reports/2018-25%20Textile%20Recycling%20Technologies%2C%20Colouring%20and%20Finishing%20Methods_Le.pdf

UNSPASH. Photo by Divazus Fabric Store on unsplash. Disponível em: <<https://unsplash.com/photos/TrLYrjC5lmc>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

WANG, Y. (ED.). **Recycling in Textiles**. Cambridge, England: Woodhead Publishing, 2006.

WANG, Y. Fiber and textile waste utilization. **Waste and biomass valorization**, v. 1, n. 1, p. 135–143, 2010.

What is Cotton Fabric: Properties, How its Made and Where. Disponível em: <<https://sewport.com/fabrics-directory/cotton-fabric>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

WOOLRIDGE, A. C. et al. Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective. **Resources, conservation, and recycling**, v. 46, n. 1, p. 94–103, 2006.

ZONATTI, W. F. et al. SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: REUSO DOS DESCARTES TÊXTEIS EM PROJETOS SOCIAIS. **5º CONTEXMOD**, v. 1, n. 5, p. 516–527, 2017.

Disponível em:
<https://static1.squarespace.com/static/582d0d16440243165eb756db/t/5848d42646c3c4dd7a9cbda4/1481167928596/LEARN_Zero-waste_ENG_2014_May-27.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022a.

Disponível em: <<https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2493/3/BS>>. Acesso em: 10 jul. 2022b.

Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/70608641.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2022c.

Disponível em:
<https://sustain.ubc.ca/sites/default/files/2018-25%20Textile%20Recycling%20Technologies%2C%20Colouring%20and%20Finishing%20Methods_Le.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2022d.

The limitations of textile recycling. Disponível em:
<https://www.recovery-worldwide.com/en/artikel/the-limitations-of-textile-recycling_3411757.html>. Acesso em: 16 nov. 2022.

BEALL, A. **Why clothes are so hard to recycle.** BBC, [s.d.].

CELEP, G.; D. TETIK, G.; YILMAZ, F. **Limitations of textile recycling: The reason behind the development of alternative sustainable fibers.** Em: Next-Generation Textiles [Working Title]. [s.l.] IntechOpen, 2022.

DAMAYANTI, D. et al. **Possibility routes for textile recycling technology.** Polymers, v. 13, n. 21, p. 3834, 2021.

Disadvantages of Recycled Polyester and How to solve It- SAYA. Disponível em: <<https://sayarenew.com/knowledge-base/are-there-disadvantages-of-recycled-polyester>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

Textile recycling: Drivers & challenges. Disponível em: <<https://afry.com/en/insight/textile-recycling-drivers-challenges>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

MANGLANI, H.; HODGE, G. L.; OXENHAM, W. **Application of the Internet of Things in the textile industry.** Textile progress, v. 51, n. 3, p. 225–297, 2019.

SWABY, Z. **Green Recycling of Cotton Muslin: First steps of treatment and characterization.** [s.l.] Stony Brook University, 2020.

RENGEL, A. **Recycled Textile Fibres and Textile Recycling.** [s.l: s.n.].

IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projacao/index.html>>. Acesso em: 16 nov. 2022.

**Apêndice A - Roteiro para entrevistas com empresas de confecção de artigos
de vestuário e acessórios A, B, C, D**

1. Quantos funcionários trabalham direta ou indiretamente na empresa?
2. Qual a produção mensal média? Em peças, quilos ou toneladas.
3. Quais os principais produtos da confecção? Exemplos: Jeans, Tricot, Sportwear, etc.
4. Qual a produção mensal de resíduos têxteis? Em peças, quilos ou toneladas.
5. O que é feito com os resíduos têxteis gerados na confecção?