

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**PRÁTICAS EM DESENVOLVIMENTO**  
**SUSTENTÁVEL**

**DISSERTAÇÃO**

**ALTERAÇÕES NO PERFIL DAS EMISSÕES DE GASES**  
**DE EFEITO ESTUFA A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DE**  
**ESTRATÉGIAS CIRCULARES NO SETOR DA MODA**  
**FLUMINENSE**

**RENATA MENEZES ROCHA**

**2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**ALTERAÇÕES NO PERFIL DAS EMISSÕES DE GASES DE  
EFEITO ESTUFA A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DE  
ESTRATÉGIAS CIRCULARES NO SETOR DA MODA FLUMINENSE**

**RENATA MENEZES ROCHA**

*Sob orientação do Professor*

**Ednaldo Oliveira dos Santos, D.Sc.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro como último requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

**SEROPÉDICA, RJ  
JULHO, 2022**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RR  
672a Rocha, Renata Menezes, 1989-  
ALTERAÇÕES NO PERFIL DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO  
ESTUFA A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS  
CIRCULARES NO SETOR DA MODA FLUMINENSE / Renata  
Menezes Rocha. - Rio de Janeiro, 2022.  
76 f.: il.

Orientador: Ednaldo de Oliveira Santos.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em  
Práticas em Desenvolvimento Sustentável, 2022.

1. Economia Circular. 2. ACV. 3. Pegada de  
carbono. 4. Regenerativa. I. Santos, Ednaldo de  
Oliveira, 1969-, orient. II Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em  
Práticas em Desenvolvimento Sustentável III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL**

**RENATA MENEZES ROCHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre**.

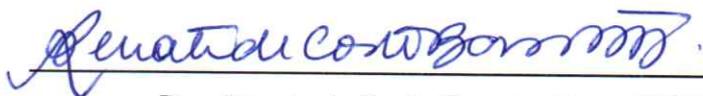
Dissertação aprovada em 29 de julho de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



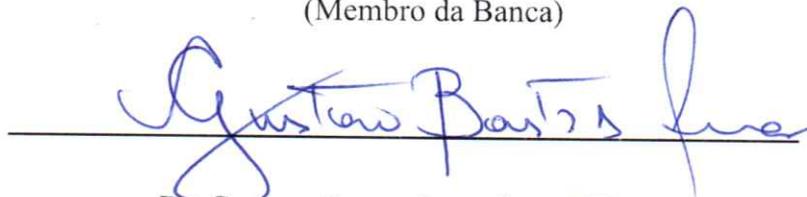
Prof. Ednaldo de Oliveira Santos, Prof. Dr. - UFRRJ

(Orientador)



Dra. Renata da Costa Barreto, Dra. - FBDS

(Membro da Banca)



Dr. Gustavo Bastos Lyra, Dr. - UFRRJ

(Membro da Banca)

**SEROPÉDICA - RJ**

**2022**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus amados pais, Gilmar Rocha e Wilma Meneze, pois é graças ao seus esforços de anos que hoje posso concluir mais esta etapa. Dedico também ao meu companheiro, Luiz Henrique Lolli, por todo apoio e incentivo durante esta minha jornada.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, mãe, pai, e irmão, e companheiro, minha base, parte fundamental da minha vida. Sem o apoio deles nada disso teria sido possível.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Ednaldo de Oliveira Santos por ter aceitado acompanhar-me neste projeto. Suas orientações foram essenciais para a execução e conclusão deste trabalho.

Um agradecimento muito especial para o aluno Lucas Andrade por todo o apoio que foi fundamental para a execução desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável (PPGPDS) que me forneceram todas as bases necessárias para a realização deste trabalho, agradeço com profunda admiração pelo vosso profissionalismo.

Aos meus colegas de sala da turma T10, que foram meus companheiros na jornada do mestrado, compartilhando sonhos, risos, lutas, dificuldades e vitórias.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1:</b> Lista das Seções da CNAE.	14
<b>Tabela 2:</b> Descrição dos critérios e detalhamento usados na revisão bibliográfica sistemática.	24
<b>Tabela 3:</b> Fontes de dados usados no estudo.	27
<b>Tabela 4:</b> Inventário do ciclo de vida (ICV) da Camisa 100% Algodão, na proposta <i>Business as Usual</i> .	28
<b>Tabela 5:</b> Inventário do ciclo de vida (ICV) da Camisa 100% Algodão 2, na proposta <i>da Economia Circular</i> .	30
<b>Tabela 6:</b> Identificação das Divisões, Grupos e Classes da CNAE que fazem parte do escopo do presente estudo.	34
<b>Tabela 7:</b> Tabela correlacionando o número de estabelecimentos de cada CNAE pesquisado do setor da moda do Estado do Rio de Janeiro.	39
<b>Tabela 8:</b> Detalhamento das diferentes classificações de reciclagem.	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema detalhando as etapas de ciclo de vida de um produto dentro da perspectiva da Economia Linear. Fonte: Elaboração própria	1
<b>Figura 2:</b> Esquema detalhando as etapas de ciclo de vida de um produto dentro da perspectiva da Economia Circular. Fonte: ideiacircular.com	2
<b>Figura 3:</b> ODS impactados diretamente pela execução do presente trabalho. Fonte: ONU (2015).	6
<b>Figura 4:</b> Interpretação da Estrutura dos Sistemas Sócio-Tecnológicos. Adaptado de Geels, 2004.	11
<b>Figura 5:</b> Diagrama esquemático da estrutura metodológica da pesquisa. Fonte: Elaboração própria.	16
<b>Figura 6.</b> Etapas de fabricação da pluma de algodão. Fonte: MODEFICA (2020).	18
<b>Figura 7.</b> Etapas de confecção de uma peça de algodão Fonte: MODEFICA (2020).	19
<b>Figura 8.</b> Etapas de uso de uma peça de vestuário. Fonte: MODEFICA (2020).	20
<b>Figura 9:</b> Fases da ACV e suas interações, segundo a ABNT NBR ISO 14040. Fonte: ABNT (2009a).	22
<b>Figura 10:</b> Total de estabelecimentos do setor da moda (incluindo indústria, serviço e comércio) por município do Estado do Rio de Janeiro. <b>Fonte:</b> Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.	33
<b>Figura 11:</b> Mapa do Estado do Rio de Janeiro com expressão de calor da concentração de estabelecimentos do setor da moda (incluindo indústria, serviço e comércio) por município. <b>Fonte:</b> Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.	37
<b>Figura 12:</b> Número de estabelecimentos por tamanho do setor da moda no Estado do Rio de Janeiro. <b>Fonte:</b> Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.	38
<b>Figura 13:</b> Número de estabelecimentos por cada Setor (seção do CNAE) do setor da moda do Estado do Rio de Janeiro. <b>Fonte:</b> Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.	38
<b>Figura 14:</b> Total de estabelecimentos industriais do setor da moda por município do Estado do Rio de Janeiro. <b>Fonte:</b> Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.	40

- Figura 15:** Mapa do Estado do Rio de Janeiro com expressão de calor da concentração de estabelecimentos industriais do setor da moda por município. **Fonte:** Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora. 41
- Figura 16:** Esquema demonstrando as estratégias da Economia Circular para construção de novo modelo econômico. **Fonte:** Elaboração própria. 42
- Figura 17:** Exemplo de uso de tecnologia digital para a estruturação de uma peça *zero waste*. **Fonte:** MCQUILLAN (2020). 44
- Figura 18:** Visão esquemática da hierarquia da gestão de resíduos sólidos. **Fonte:** Adaptado de Modifica (2020). 45
- Figura 19:** Exemplo de design de atualização e adaptabilidade, onde as peças crescem juntamente com o usuário prolongando seu tempo de uso. **Fonte:** Site PETIT PLI (2021). 51
- Figura 20:** Kit vendido pela MADE BY YOU. **Fonte:** MADE BY YOU (2021). 56
- Figura 21:** Kit de roupas infantis para alugar no tamanho recém-nascido da marca Circulô. **Fonte:** CIRCULÔ (2021). 57
- Figura 22:** Tecidos tingidos com o corante índigo de origem natural. **Fonte:** ETNOBOTANICA (2021). 59
- Figura 23:** Impacto de cada etapa do ciclo de vida da Camisa 1 (BAU) nas emissões de CO<sub>2</sub>eq. **Fonte:** Elaboração própria. 60
- Figura 24:** Gráfico com a percentagem de emissões de CO<sub>2</sub>eq em cada etapa do ciclo de vida da Camisa 1 (BAU), excluindo etapa de agricultura. **Fonte:** elaboração própria. 61
- Figura 25:** Gráfico com comparação entre as emissões de CO<sub>2</sub>eq entre as duas camisas analisadas, em percentagem. **Fonte:** elaboração própria. 62

## RESUMO

ROCHA, Renata Menezes. **Alterações no Perfil das Emissões de Gases de Efeito Estufa a partir da Implantação de Estratégias Circulares no Setor da Moda Fluminense**. 2022. 76p. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

O modelo econômico linear, no qual estamos inseridos, caracterizado pelo padrão de extração, produção, consumo e descarte, gera diversos impactos ambientais, dentre eles as mudanças climáticas. A Economia Circular se apresenta como uma alternativa a este modelo, ao buscar a redução do uso de matéria prima, a manutenção de valor agregado do produto no maior tempo possível, além de visar a eliminação de resíduos e a reciclagem. Os produtos de moda são uns dos mais consumidos mundialmente, e contribuem significativamente para mudanças climáticas. O setor da moda é relevante na economia global, brasileira e do estado do Rio de Janeiro, e gera empregos e renda. O presente estudo visou responder se a inclusão de estratégias da Economia Circular pode levar à redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) do setor da moda do Rio de Janeiro. O trabalho determinou o panorama da indústria da moda no estado do Rio de Janeiro, através da classificação do CNAE e pesquisa no site do DATASEBRAE, posteriormente, por meio de levantamento bibliográfico identificou as estratégias da Economia Circular mais adequadas ao setor da moda. Por fim, com uso de estudo de caso de uma Camisa 100% algodão, analisou as alterações do perfil de emissões de GEE comparando-se o antes e pós a introdução de estratégias da Economia Circular, com uso da ferramenta Análise do Ciclo de Vida (ACV), e *software* SIMAPRO. Como resultados, o estudo identificou que o setor da moda do Rio de Janeiro é composto por 93,51% de micro e pequenas empresas, sendo 80,24% empreendimentos comerciais, 16,35% de indústrias e 3,41% de serviços. Além disso, identificou quatro grupos principais de estratégias circulares aplicáveis ao Setor da Moda: fechar o ciclo; estreitar o ciclo; desacelerar o ciclo e regenerar o ciclo. Por meio do estudo de caso, constatou que a pegada de carbono do produto com estratégias circulares é menor que a da produção no modelo linear. Por fim, levantou as necessidades de desenvolvimento da cadeia de valor para implantação de estratégias circulares no setor de moda do Rio de Janeiro, como a implantação de indústria de reciclagem têxteis e necessidade de apoio aos pequenos empreendimentos para superar as barreiras à Economia Circular. Como conclusões pôde-se inferir que as estratégias circulares aplicadas à produtos da moda pode levar à redução de até 60% na pegada de carbono de produtos. A redução das emissões de GEE acontecem principalmente na etapa de produção da matéria-prima. Por fim, recomenda-se a realização de análises comparativas de ACV com outros tipos de produtos e matérias-primas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Economia Circular, ACV, Pegada de carbono, Regenerativa.

## ABSTRACT

ROCHA, Renata Menezes. **Changes in the Profile of Greenhouse Gas Emissions from the Implementation of Circular Strategies in Fluminense Fashion Sector**. 2022. 76p. Dissertation (Master in Practices in Sustainable Development). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

The linear economic model in which we operate, characterized by the pattern of extraction, production, consumption and disposal, generates several environmental impacts, including climate change. The Circular Economy presents itself as an alternative to this model, as it seeks to reduce the use of raw materials, maintain the added value of the product as long as possible, in addition to aiming at the elimination of waste and recycling. Fashion products are one of the most consumed worldwide, and contribute significantly to climate change. The fashion sector is relevant in the global economy, in Brazil and in the state of Rio de Janeiro, and generates jobs and income. The present study aimed to answer whether the inclusion of Circular Economy strategies can lead to a reduction in GHG emissions from the fashion sector in Rio de Janeiro. The work determined the panorama of the fashion industry in the state of Rio de Janeiro, through the classification of the CNAE and research on the DATASEBRAE website, later, through a bibliographic survey, it identified the most appropriate Circular Economy strategies for the fashion sector. Finally, using a case study of a 100% cotton shirt, it analyzed the changes in the profile of GHG emissions, comparing the before and after the introduction of Circular Economy strategies, using the Life Cycle Analysis tool (ACV), and SIMAPRO software. As a result, the study identified that the fashion sector in Rio de Janeiro is comprised of 93.51% of micro and small companies, 80.24% of which are commercial enterprises, 16.35% of industries and 3.41% of services. In addition, it identified four main groups of circular strategies applicable to the Fashion Sector: closing the loop; narrow the cycle; slow down the cycle and regenerate the cycle. Through the case study, it was found that the carbon footprint of the product with circular strategies is smaller than that of production in the linear model. Finally, it raised the need to develop the value chain for the implementation of circular strategies in the fashion sector in Rio de Janeiro, such as the implementation of a textile recycling industry and the need to support small businesses to overcome the barriers to the Circular Economy. As conclusions it could be inferred that circular strategies applied to fashion products can lead to a reduction of up to 60% in the carbon footprint of products. The reduction of GHG emissions occurs mainly in the raw material production stage. Finally, it is recommended to carry out comparative analyzes of LCA with other types of products and raw materials.

**KEYWORDS:** Circular Economy, LCA, Carbon Footprint, Regenerative.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Modelos econômicos: <i>Linear versus</i> Circular	1
1.2 Setor da Moda	3
1.3 Setor da Moda e Mudanças Climáticas	4
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
2.1 Geral	7
2.2 Específicos	7
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>8</b>
3.1 Conceito Economia Circular	8
3.2 Transição para Economia Circular	10
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>13</b>
4.1 Caracterização da Área de Estudo	13
4.2 Análise por CNAE	13
4.3 Estruturação de cenários das estratégias circulares	15
4.4 Atividades do Setor da moda e Ciclo de Vida de produto têxtil	16
4.5 Metodologia Avaliação do Ciclo de Vida - ABNT NBR ISO 14.040	21
4.6 Software de Avaliação do Ciclo de Vida	23
4.7 Avaliação do Ciclo de Vida – Estudo de Caso: Camisa 100% algodão	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
5.1 Panorama do Setor da Moda no Estado do Rio de Janeiro	33
5.2 Estratégias circulares para o Setor da Moda	41
5.3 Avaliação do Ciclo de Vida - Estudo de Caso	59
5.4 Necessidades de desenvolvimento da cadeia de valor para implantação de estratégias circulares no setor de moda têxtil do Rio de Janeiro	63
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>68</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Modelos Econômicos: Linear *versus* Circular

O modelo econômico atual, chamado de linear, dentro do qual vivemos desde o começo da Revolução Industrial, é caracterizado principalmente pelo padrão de “extrair – produzir – consumir – descartar” (Figura 1). Este modelo levou ao esgotamento dos recursos do Planeta e da sua capacidade de tratar os resíduos gerados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019). Esta situação foi impulsionada pela rápida industrialização e pelo consumo de massa vivenciados pelos países emergentes, principalmente, nas últimas décadas. De acordo com o estudo da Ellen MacArthur Foundation (2019) estima-se que em 2050, a população global deverá atingir 10 bilhões e que uma classe média emergente alcançará um terço do consumo global de bens e serviços, com um aumento equivalente à quatro vezes ao da economia mundial.



**Figura 1:** Esquema detalhando as etapas de ciclo de vida de um produto dentro da perspectiva da Economia Linear. Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, diversos países e empresas já identificaram as fragilidades que este sistema econômico impôs à segurança no que se refere ao abastecimento da cadeia de valor global de matérias primas e recursos, além da pressão provocada sobre os ecossistemas, citando dentre eles o desmatamento, perda da biodiversidade, e de forma global os impactos e consequências das mudanças climáticas, e, à vista disso, riscos aos negócios. Atualmente, usa-se demais, de maneira muito rápida e não se reutiliza o suficiente (PECK, RICH & DELANEY, 2019).

Contudo, cada vez mais se avalia novos modelos, alternativos ao modelo linear predominante, aonde seja possível gerar valor para a sociedade, visando a prosperidade econômica com menor quantidade do uso de materiais. Dentre os novos modelos estruturados, pode-se citar a Economia Circular. Esta apresenta-se como um meio para desacoplar o crescimento econômico dos impactos ambientais e objetiva a operação do modelo econômico respeitando os limites ecológicos do Planeta (GHISELLINI et al., 2016).

O termo Economia Circular foi usado pela primeira vez no final da década de 80 e início da 90, como uma proposta de modelo econômico no qual são aplicados os princípios das primeira e segunda leis da termodinâmica e a ideia de que “tudo serviria como entrada para

todo o resto” (PEARCE & TURNER, 1990). Desde a primeira aparição do termo, diferentes autores definiram o que é Economia Circular por meio de diferentes orientações e perspectivas (BRAUNGART, MCDONOUGH & BOLLINGER, 2006; PRESTON, 2012; RIZOS, TUOKKO & BEHRENS, 2017).

Para a Comissão Europeia (EUROPEAN COMISSION, 2015), Economia Circular é descrita como um modelo aonde o valor dos produtos, materiais e recursos são mantidos na economia pelo maior tempo possível, e a geração de resíduos é minimizado. De forma semelhante, a Ellen Macarthur Foundation (2013) define Economia Circular como um sistema industrial restaurativo ou regenerativo por *design*. Ou seja, é uma ideia inspirada nos ecossistemas, aonde os resíduos de um sistema servem de entrada para outro. Assim, a proposta é substituir o conceito de “fim de vida” por meio de ações e estratégias como redução de uso de insumos e matéria primas, reuso dos produtos e reciclagem dos materiais (Figura 2) (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; KIRCHHERR et al., 2018).



**Figura 2:** Esquema detalhando as etapas de ciclo de vida de um produto dentro da perspectiva da Economia Circular. Fonte: [ideiacircular.com](http://ideiacircular.com).

Segundo levantamento realizado por Geissdoerfert et al. (2018), estudos com o termo Economia Circular cresceram de maneira acentuada nos últimos 10 anos. No entanto, apesar disso, o tema está longe de estar saturado, ainda havendo muito espaço para debate, descobertas e aperfeiçoamento, incluindo aspectos conceituais e inter-relações com outros conceitos como sustentabilidade, ecoeficiência, entre outros.

## 1.2. Setor da Moda

Dentre os produtos indispensáveis para a humanidade por fazerem parte do nosso dia a dia se encontram as roupas e os tecidos, partes integrantes do setor da moda. Nos vestimos para estarmos aquecidos, bonitos, funcionais, profissionais ou para passarmos as mais diversas mensagens (desde pertencimento a determinados grupos ou a insatisfação com o atual regime político-social). Em seu aspecto sociocultural a moda é um meio de expressão criativa que nos auxilia a refletir sobre quem somos individualmente, ao mesmo tempo que nos conecta com grupos sociais, trazendo o sentimento de pertencimento e coletividade (FLETCHER & GROSE, 2011).

A Moda destaca-se pela sua importância sociológica tanto no nível da sociedade quanto no indivíduo. Os grupos de uma sociedade se comunicam a partir de valores e símbolos que compartilham ou não. É, portanto, uma ferramenta de expressão e interação entre indivíduos, e da sua inclusão na coletividade, gerando um sentimento de pertencimento e inclusão (DOS SANTOS, 2017). Assim a busca por uma Moda mais sustentável e responsável torna-se evidente.

O chamado setor da moda é composto por diferentes atividades econômicas, que vão desde a criação (*design*) até a produção das peças e acessórios propriamente ditos, incluindo a produção das matérias primas, como os tecidos, e dos aviamentos e peças de acabamento, como botões e zíperes (FINDES, 2020). O setor têxtil e de confecção (cadeia produtiva da moda) é relevante na economia global. Segundo dados do Programa de Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (UNEP, 2019), a indústria da moda vale cerca de U\$ 2,4 trilhões de dólares.

Mundialmente, a indústria da moda emprega mais de 300 milhões de pessoas ao longo de toda a sua cadeia produtiva (LEHMANN et al., 2020). Cabe ressaltar que o segmento têxtil compreende as indústrias de produção de fibras, fiação, tecelagem, malharia e aviamentos. Já as indústrias de confecção são aquelas que englobam o desenvolvimento do produto com a criação, modelagem, costura, beneficiamento e estamparia (FIRJAN, 2016).

Conseqüentemente, o setor da moda possui grande relevância socioeconômica para o Brasil e para o estado do Rio de Janeiro. Cabe ressaltar que a indústria têxtil no Brasil é fragmentada e com grande número de fornecedores, o que ocasiona maior dificuldade de rastreabilidade dos dados sobre impactos socioambientais dos processos produtivos (MODEFICA, 2021). O faturamento da cadeia têxtil de confecção brasileiro em 2019 (dados atualizados em dezembro de 2020), segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e Confecção (ABIT), foi de R\$ 185,7 bilhões, tendo sido confeccionadas 9,04 bilhões de peças

(entre vestuário e meias, acessórios e cama, mesa e banho). A moda brasileira está entre as cinco maiores das Semanas de Moda do Mundo, além de ser a maior Cadeia Têxtil completa no Ocidente, e é referência mundial em *design* de modapraia, jeanswear, fitness e lingerie (ABIT, 2021).

No estado do Rio de Janeiro o setor da moda está incluído entre os 7 mais estratégicos (SEBRAE, 2017). O estado é berço de empresas que tem alcançado relevância no cenário nacional e internacional (por exemplo, *Farm, Animale, Reserva, Osklen* entre outras). Segundo o último levantamento realizado pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) em 2016, o setor da moda no estado do Rio de Janeiro empregou 195.797 trabalhadores formais, representando 4,2% de todo o mercado fluminense. Além disso, os setores que compõe a cadeia de valor são responsáveis por alto índice de empregabilidade na indústria de transformação.

### **1.3. Setor da Moda e Mudanças Climáticas**

Nos últimos 15 anos, somente a cadeia de roupas dobrou sua produção, impulsionado pelo fenômeno da moda rápida (*fast fashion*, em inglês). Iniciado nos anos 2000, este fenômeno é caracterizado pelo alto volume de compra por impulso, inserido em senso de urgência e alta necessidade de novos produtos, o que gera alto volume de produção, associado a acentuado detrimento da qualidade e durabilidade, gerando alta descartabilidade e baixos preços, e, conseqüentemente, a intensificação dos impactos socioambientais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017; VAN RENSBURG, NKOMO & MKHIZE, 2019).

O Setor é alvo de diversas críticas por causa dos impactos socioambientais em toda a cadeia, em especial em países em desenvolvimento. Como exemplos dos impactos ambientais gerados anualmente, pode-se citar: o alto consumo de água, aproximadamente 79 trilhões de litros de água; a alta taxa de poluição da água derivada dos processos de tingimento e tratamento têxtil que chegam a 20% de toda poluição de água por fonte industrial; e o grande volume de resíduo têxtil (mais de 92 milhões de toneladas anuais) (NIINIMÄKI et al., 2020).

Além desses impactos, estudos demonstram que a Moda é uma das grandes contribuidoras para as mudanças climáticas devido ao seu tamanho na economia global e cadeia produtiva internacional. A estimativa é que o setor contribua anualmente com 8-10% das emissões globais de CO<sub>2</sub> (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017; NIINIMÄKI et al., 2020). Segundo Morten Lehmann et al. (2020) estima-se que, se nada for alterado, o setor poderá aumentar suas emissões em mais de 60% até 2030.

Aproximadamente 70% das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) da indústria da moda são resultados das atividades chamadas *upstream* (como produção dos materiais, preparação e processamento), enquanto os 30% restantes são associadas às atividades *downstream* (varejo, fase de uso e fim de vida) (MCKINSEY, 2020). Cerca de 21% do potencial de abatimento das emissões de GEE está relacionado a ações na fase de uso e fim de vida dos produtos, processo associado com o consumo consciente e novos modelos de negócio da indústria (FASHION ON CLIMATE, 2020).

Ressalta-se também que segundo relatório realizado pelo Fórum Econômico Mundial (*WORLD ECONOMIC FORUM*, 2020) as mudanças climáticas têm correlação com os cinco maiores riscos de longo prazo listados como mais importantes para a economia global, com alta probabilidade de ocorrência e gravidade no impacto na economia.

Nesse contexto, a Economia Circular aplicada no setor da moda, ao mudar a forma como os produtos são fabricados, mantidos e descartados, pode ser uma alternativa como um modelo de negócio mais sustentável, e, conseqüentemente, pode reduzir as emissões de GEE ao longo do ciclo de vida dos produtos (ELLEN MARCARTHUR FOUNDATION, 2019).

As estratégias circulares podem reduzir cerca de 143 milhões de toneladas de emissões de GEE até 2030, com cada ponto percentual de aumento na participação de mercado dessas estratégias gerando uma economia de cerca de 13 milhões de toneladas. Após 2030, a adoção de modelos de negócios circulares precisará continuar a crescer para que o setor permaneça no caminho de 1,5 grau de aquecimento médio global, em relação aos níveis pré-industriais (conforme meta estabelecida em acordos internacionais) (MCKINSEY & COMPANY, GLOBAL FASHION AGENDA, 2020).

Modelos de negócio circulares (como aluguel, re-uso, reparo e reforma) podem possibilitar a redução de 143 milhões de toneladas de GEE até 2030. Além disso, redução da lavagem e secagem das peças pode resultar na diminuição de até 186 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>equivalente (CO<sub>2</sub>eq), caso haja alteração do comportamento do consumidor durante a fase de uso. As estimativas é que com o aumento da coleta e reciclagem levariam a redução de aproximadamente 18 milhões de toneladas anuais (MCKINSEY & COMPANY, GLOBAL FASHION AGENDA, 2020).

Contudo, a alteração de um sistema econômico vigente a mais de 300 anos não é uma tarefa fácil e rápida, visto que serão necessárias grandes mudanças nos padrões não só de produção, mas também de consumo e de relação com produtos, além de desenvolvimento tecnológico (RIZOS, TUOKKO & BEHRENS, 2017). No entanto, para que seja possível alcançar as metas climáticas, será necessário a mudança na forma como a economia funciona e

gera valor (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019). Assim como, para atingir as metas estabelecidas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, será imprescindível mudar o modelo econômico para um menos impactante e mais inclusivo e justo.

A Agenda 2030 e os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável globais, que se desdobram em 169 metas, constitui-se em um plano de ação para os chamados 5 P's: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Parcerias e Paz. Os objetivos e metas visam estimular ações globais até 2030 levando em consideração áreas importantes para a humanidade e o planeta. A referida Agenda reconhece a dependência da gestão sustentável dos recursos naturais para o desenvolvimento econômico e social e, especificamente em seu parágrafo 28, afirma o compromisso de realizar “mudanças fundamentais na maneira como nossas sociedades produzem e consomem bens e serviços” (ONU, 2015).

Tomando como base os ODS, o presente estudo contribui de forma mais direta para o Objetivo 12: Consumo e Produção Responsáveis, que almeja assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis e o Objetivo 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima, que busca tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos (Figura 3).



**Figura 3:** ODS impactados diretamente pela execução do presente trabalho. Fonte: ONU (2015).

Em vista da problemática apresentada acima, a hipótese desta dissertação é: A inclusão de estratégias da Economia Circular levará à redução das emissões de GEE do setor da moda do Rio de Janeiro?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Analisar as alterações do perfil de emissões de carbono do setor da moda do estado do Rio de Janeiro comparando-se o antes e pós a introdução de estratégias da Economia Circular, usando a ferramenta Análise do Ciclo de Vida (ACV).

### **2.2 Específicos**

- a. Obter informações das características do setor da moda do Rio de Janeiro.
- b. Identificar as estratégias circulares para o setor da moda do Riode Janeiro.
- c. Identificar as emissões de GEE de um produto de estudo de caso (Camisa 100% algodão) da moda fluminense usando ACV.
- d. Identificar as emissões de GEE de um produto de estudo de caso (Camisa 100% algodão) da moda fluminense após a adoção de estratégias de negócio da Economia Circular.
- e. Identificar as necessidades de desenvolvimento da cadeia de valor para implantação deestratégias circulares no setor de moda do Rio de Janeiro.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Conceito de Economia Circular

As origens da Economia Circular estão enraizadas na Economia Ecológica e Ecologia Industrial. Percebe-se, portanto, que é um conceito derivado da corrente do ecologismo da ecoeficiência, muito trabalhada e difundida por economistas e engenheiros, na qual a ciência e tecnologia proverão, com seus avanços e inovações, grande parte das respostas para os desafios de sustentabilidade.

Para compreender melhor a base conceitual da Economia Circular e suas estratégias, vale esclarecer os conceitos de Economia Ecológica e Ecologia Industrial. O primeiro identifica três principais funções do meio ambiente que são: provisão de recursos; sistema de suporte a vida; e sumidouro para resíduos e emissões. A Economia Ecológica prega que as funções ecológicas e ambientais, assim como outra função econômica, deveriam ter seus preços estimados e incorporados na produção. O que não se observa no atual modelo econômico linear. Precificar serviços ambientais seria, portanto, um caminho para que a ideia de recursos inesgotáveis seja combatida, da mesma forma que o descarte desenfreado de bens seja reduzido ou contido (GHISELLINI et al, 2016).

Já a Ecologia Industrial nos traz a visão do sistema industrial ser percebido de maneira conjunta com o seu ambiente, como um grande ecossistema. O conceito promove a transformação de bens, que podem ser materiais e/ou energia, que estão no final de sua vida útil em recursos para outros e, dessa forma, fechar ciclos e minimizar desperdícios no processo.

Ressalta-se que a Economia Circular baseada na Ecologia Industrial tem por foco os benefícios físicos/ambientais e não o fluxo monetário dessas transações. A Ecologia Industrial tem por grande inspiração os ecossistemas naturais, com seus ciclos de geração e renovação de recursos. O conjunto dos sistemas de produção é muitas vezes referido como “Tecnosfera” (ou Ciclo Tecnológico), em contraponto da “Biosfera” (ou Ciclo Biológico) dos sistemas naturais.

A separação em Ciclo Tecnológico e Ciclo Biológico destaca o modo como os recursos se organizam. No Ciclo Biológico os materiais são regenerados de maneira natural (com influência humana ou não), ou seja, são os processos de recondução dos nutrientes dentro dos sistemas biológicos terrestres (ciclos biogeoquímicos).

Nesse aspecto entende-se a importância dada ao uso de matérias-primas que sejam de origem renovável e com potencial de regenerar ecossistemas, ao devolver nutrientes no processo de degradação. Por outro lado, o Ciclo Tecnológico é aquele no qual há intervenção humana para a recuperação dos materiais e regeneração de valor dos mesmos, com uso de energia e em

um tempo determinado. Nesse sentido, os materiais do ciclo tecnológico também podem ser otimizados e considerados “nutrientes técnicos” e tem o potencial de serem usados em ciclos fechados (com foco nos recursos não renováveis). Percebe-se que os materiais são trabalhados de maneira diferente dentro de cada um dos ciclos (GEJER & TENNENBAUM, 2017).

Outro ponto estrutural crítico do conceito de Economia Circular é a Teoria Gerais de Sistemas. Considera-se essa teoria relevante para as premissas da Economia Circular uma vez que promove e estimula o pensamento sistêmico e holístico, ao mesmo tempo em que ressalta a complexidade e o desenvolvimento dos recursos humanos. Através desse pensamento, pode-se expandir as responsabilidades para uma real mudança do modelo neoclássico de produção e consumo, indo para além do sistema produtivo (foco dos dois primeiros conceitos bases). Isto porque, com a percepção do cenário ampliado conseguimos vislumbrar todos os atores e frentes necessários para que a mudança possa ocorrer, como consumidores, pesquisa e inovação, economistas, ambientalistas e cientistas, *designers*, políticos, produtores, etc. Percebe-se, assim, a base da estrutura altamente interdisciplinar e colaborativa da Economia Circular (STAHEL, 2016).

Ghisellini et al. (2016) ressalta os “3R” como os princípios da Economia Circular, sendo eles: redução (correlacionado com a ecoeficiência); reuso (onde o produto é usado novamente para o mesmo propósito que foram concebidos); e reciclagem (processo de transformação para que o bem possa entrar novamente no ciclo de produção). Destaca-se que a reciclagem é a menos desejável dos princípios da Economia Circular por ser um processo limitado por natureza, devido à lei da entropia e por ser uma indústria própria, e, portanto, com necessidade de escala para otimização dos processos.

Assim, a Economia Circular é apresentada na literatura majoritariamente como um conceito holístico e interdisciplinar (GHISELLINI et al., 2016; STAHEL, 2016), e que tem como objetivo final reter o valor inerente dos produtos pelo maior tempo possível, dentro de *loops* (ciclos) mais curtos de circulação de material, ou seja, através da reutilização, do reparo e da remanufatura, para posterior reciclagem (Figura 2, anterior) (MILIOS, 2018).

Nesse contexto, Kirchherr et al. (2018) traz a seguinte definição de Economia Circular:

“... descreve um sistema econômico que é baseado em modelos de negócio que substituí o conceito de ‘fim de vida’ com redução, alternativas de reuso e reciclagem de materiais na produção/distribuição e processo de consumo, que objetiva conquistar o desenvolvimento sustentável, o qual busca criar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, para benefício das gerações futuras e atuais.” (Tradução de KIRCHHERR et al., 2018).

Já Geissdoerfert et al. (2018) define o conceito como um sistema regenerativo no qual

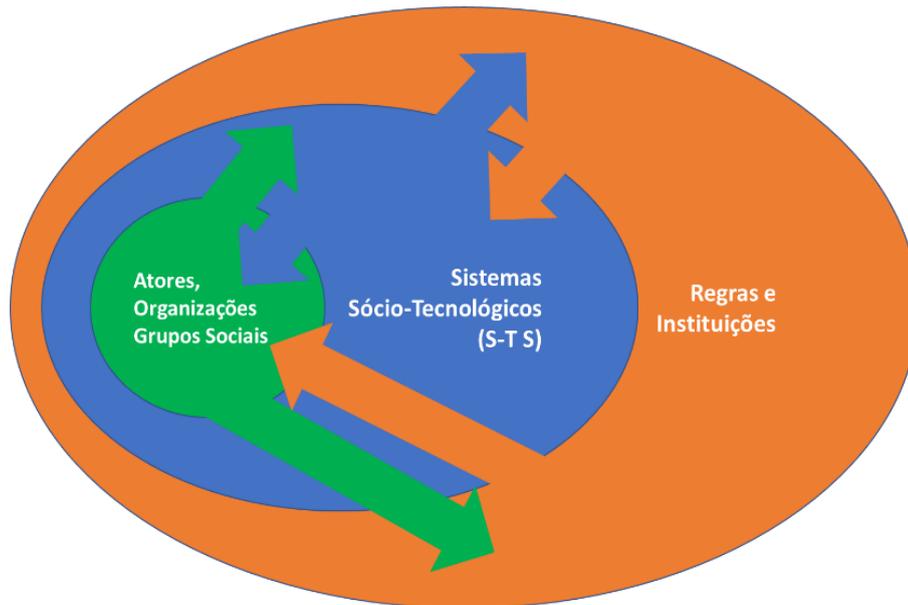
a entrada de recursos e a saída de resíduos, emissões e energia, são minimizados através de estratégias de desaceleração, fechamento e estreitamento dos ciclos dos produtos. Essa abordagem será a base para aprofundamento das estratégias a serem detalhadas ao longo do trabalho (item 5.2).

Portanto, a Economia Circular traz uma visão sistêmica e, por este motivo, pode ser aplicada a qualquer empresa, cidade, país ou blocos de países e até em nível mundial. Aplicada aos negócios, é uma abordagem que nos leva a refletir sobre nosso modelo atual de produção e consumo, e de que forma podemos introduzir novos valores e novas formas de nos relacionarmos com produtos, sejam eles considerados essenciais ou não.

### **3.2 Transição para Economia Circular**

A implementação da Economia Circular deve ser entendida como um processo de transição, ao necessitar mudanças em toda estrutura da sociedade, definido por Geels (2004) como Sistema Socio-Tecnológico (*Socio-Technical System, S-TS*). O autor propõe que as análises sobre inovações e tecnologias devem englobar, não só a produção, mas também o aspecto do consumidor, trazendo luz sobre o uso e a difusão dessas tecnologias. Percebe-se, portanto, que os grupos sociais são elementos fundamentais dos S-TS.

Um ponto relevante na discussão do trabalho é que alterações tecnológicas e de consumo precisam ser integradas pelos usuários a suas práticas. Por este motivo, a presença desse elemento na análise é tão importante. Isto porque Geels (2004) ressalta que a adoção de novas práticas não é um ato passivo ou automático, mas requer adaptações no contexto do usuário. Entretanto, ao mesmo tempo, os atores dos grupos sociais não estão inteiramente livres para agir como quiserem, pois, suas percepções e atividades são coordenadas por instituições e regras (Figura 4). Assim, por se tratar de um sistema interconectado e retroalimentado, é difícil mudar uma regra sem alterar outras. Assim segundo o autor, o alinhamento entre as regras é o que dá ao Regime (nome do grupo de regras conectadas e coerentes entre si) a sua estabilidade e força e, logo, sua resistência a mudança.



**Figura 4:** Interpretação da Estrutura dos Sistemas Sócio-Tecnológicos. Fonte: Adaptado de Geels (2004).

Contudo, o autor citado no parágrafo acima apresenta as formas de provocar mudanças nos Regimes, através justamente dos atores que os constituem. Isto porque, a própria estrutura do Regime funciona como uma contenção de mudanças, mas ao mesmo tempo é o que permite a ação ao promover coordenação e estabilidade. Os nichos nichos (e troca entre diferentes nichos) são importantes no processo de transformação, pois funcionariam como incubadores de ideias, ao possibilitarem o surgimento de desvios das regras (ao mesmo tempo que ainda permanecem nas regras do Regime em certos aspectos).

Kern, Sharp & Hachmann (2020) acrescentam às ideias de Geels que a Economia Circular não está vinculada com nenhum S-TS específico, mas envolve mudanças em todo o processo de fabricação e consumo. Esta mudança é denominada pelos autores como Transição Profunda (TP) visto que é uma série de transformações conectadas e sustentadas de uma grande S-TS em determinada direção.

Percebe-se, portanto, que essa transição não é fácil e muito menos rápida, pois estas mudanças envolvem atuação nos diferentes componentes dos S-ST (atores sociais, tecnologias, regras, instituições). O estudo de Kirchherr et al (2018) inicialmente destaca alguns pontos interessantes, dentre eles o de que o alto interesse na Economia Circular não necessariamente será transferido para a sua implementação, e que ela pode ainda estar restrito no nicho de profissionais de sustentabilidade. Além disso, afirmam também que a Economia Circular deve ser entendida como uma inovação fundamental sistêmica, ao invés de simples alteração no *status quo* (ou seja, algo como uma Transformação Profunda).

Ainda em Kirchherr et al (2018), o texto apresenta a identificação de quatro barreiras, sendo elas: 1. Tecnológica; 2. Mercadológica; 3. Regulatória, e 4. Cultural. Os autores ressaltam que as barreiras não são independentes, pelo contrário, são interconectadas e correlacionadas. Destacam também que essas interações entre as barreiras podem levar a vários efeitos interativos resultando no que chamaram de “reação em cadeia”. E essas reações devem ser acompanhadas com atenção pois podem se transformar em uma série de fracassos, mas ao mesmo tempo gerar ideias e informações sobre as causas dos fracassos nas tentativas de implementação da Economia Circular.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da Área de Estudo

As áreas de abrangência para este trabalho são aquelas que compreendem os empreendimentos do setor da moda no estado do Rio de Janeiro (latitudes 20° 45' e 23° 21' S; longitudes 40° 57' e 44° 53' W).

### 4.2 Análise por CNAE

A Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) é a identificação da atividade econômica oficial em cadastros e registros de pessoas jurídicas. Esta classificação é a adotada pelo Sistema Estatístico Nacional na produção de estatísticas por tipo de atividade econômica. As classificações das atividades econômicas passam por revisão periódica de modo que se mantenham atualizadas e refletindo as mudanças estruturais e na composição da economia.

A CNAE tem, portanto, como objetivo principal o fornecimento de uma classificação padronizada das atividades econômicas produtivas, de modo a fornecer categorias para serem usadas na coleta, tratamento e divulgação de estatísticas por tipo de atividade econômica. A atividade econômica, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007), pode ser definida: “pela criação de valor adicionado mediante a produção de bens e serviços, com a utilização de trabalho, de capital e de insumos (matérias-primas)”.

No nível mais elevado de classificação (Seção), a CNAE está separada em 21 classificações, conforme mostrado a seguir (Tabela 1). Dentro da proposta da pesquisa, setor da moda, as Seções selecionadas para análise foram:

- a. “C Indústria de transformação”, que é definida como as atividades que envolvem a transformação química, física e biológica de materiais, substâncias e componentes visando a obtenção de novos produtos;
- b. “G Comércio; Reparação de veículos automotores e motocicletas”, que compreende as atividades de compra e venda de mercadorias, sem transformação significativa, inclusive quando realizadas sob contrato;
- c. “N – Atividades administrativas e Serviços”, inclui uma variedade de atividades de apoio ao funcionamento de empresas e organizações, além de alguns tipos de serviços como locação e *leasing* operacional de equipamentos e máquinas, e aluguel de objetos pessoais e domésticos; e

- d. “S – Outras atividades de serviços”, que engloba diferentes serviços pessoais e de variadas organizações, incluindo atividades de manutenção e reparação de equipamentos de objetos pessoais e domésticos.

**Tabela 1:** Lista das Seções da CNAE.

<b>Seções da CNAE</b>	
<b>Seção</b>	<b>Denominação</b>
A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
B	Indústrias extrativas
C	Indústrias de transformação
D	Eletricidade e gás
E	Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação
F	Construção
G	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas
H	Transporte, armazenagem e correio
I	Alojamento e alimentação
J	Informação e comunicação
K	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados
L	Atividades imobiliárias
M	Atividades profissionais, científicas e técnicas
N	Atividades administrativas e serviços complementares
O	Administração pública, defesa e seguridade social
P	Educação
Q	Saúde humana e serviços sociais
R	Artes, cultura, esporte e recreação
S	Outras atividades de serviços
T	Serviços domésticos
U	Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais

Fonte: IBGE (2007).

A renovação e reconstituição de produtos, atividades alinhadas com a proposta da Economia Circular, são consideradas atividades da indústria, assim como alguns serviços de manutenção e reparação. Serviços industriais são considerados constituintes da cadeia de transformação dos bens, visto que exigem equipamentos, técnicas e habilidades que são específicas do processo industrial (como é o caso dos serviços de acabamento de produtos têxteis). Além disso, a montagem das partes que constituem produtos industriais (independentemente se de produção própria ou de terceiros) é considerada também como atividade industrial.

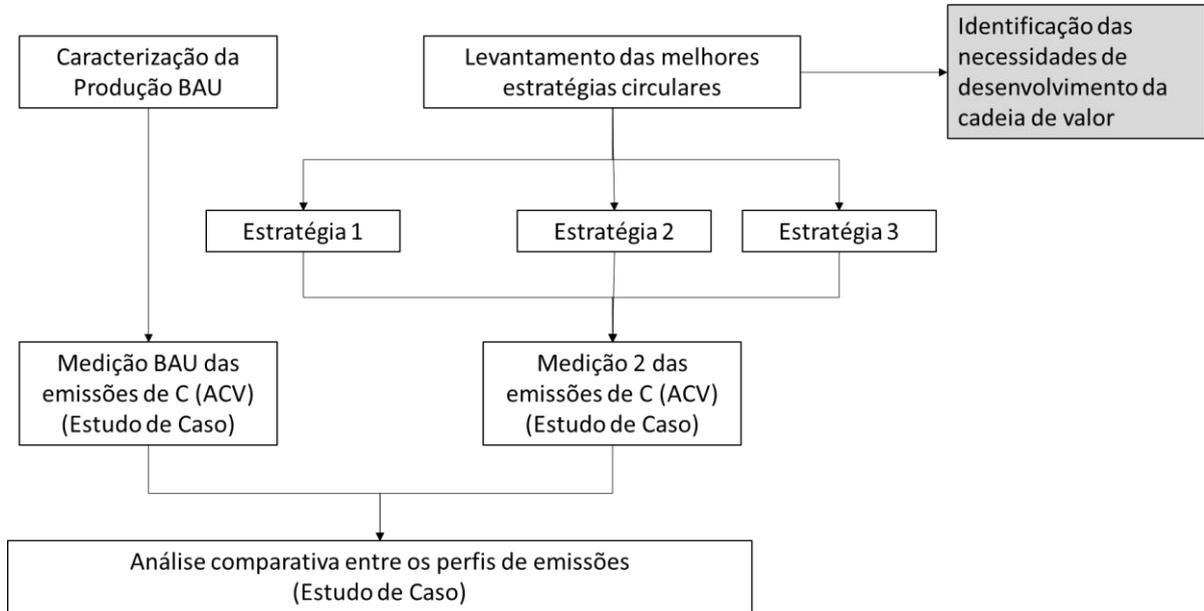
Após as identificações foi utilizado o site DATA SEBRAE (<https://datasebrae.com.br/>). O site é uma plataforma que compila banco de dados e informações sobre empreendedorismo nos municípios brasileiros. A plataforma permite a seleção dos dados por municípios e estados e por CNAE. O banco de dados é da Receita Federal e é atualizado diariamente com dados do dia anterior. A consulta foi realizada no dia 31 de outubro de 2021.

### **4.3 Estruturação de cenários das estratégias circulares**

Foi realizada a coleta de dados e informações para identificação de estratégias circulares e selecionadas as que mais se adequam ao setor da moda. Como fontes de pesquisa foram considerados livros, trabalhos acadêmicos, artigos científicos, relatórios técnicos, sites de Internet, entre outros. Esta etapa buscou, consolidar a escolha do tema e possibilitar o devido embasamento teórico na preparação do trabalho, além de estruturar os cenários alternativos de produção dentro da proposta da Economia Circular e possibilitar a comparação com o modelo de produção “padrão” (ou *Business as Usual* - BAU).

Assim, após a caracterização dos processos de fabricação e modo de uso de uma Camisa 100% algodão (estudo de caso) BAU, com base no levantamento das estratégias circulares, foram estabelecidas alterações no ciclo de vida da Camisa 100% algodão para estruturação da comparação entre as emissões.

Em síntese, as etapas do trabalho foram estruturadas da seguinte maneira: (i) realização da caracterização da produção do setor da moda, ou seja produção *Business as Usual* (BAU); (ii) realização de levantamento das melhores estratégias circulares para o setor, que forneceu subsídio para a identificação das necessidades de desenvolvimento da cadeia de valor do Setor no estado do Rio de Janeiro. Posteriormente, realizou-se as etapas: (iii) cálculo das emissões de carbono com uso de ferramenta de ACV para o produto estudo de caso, Camisa 100% Algodão no modelo BAU, e outro ACV para Camisa 100% Algodão modelo da Economia Circular (EC); (iv) por fim, foi realizado a comparação entre as pegadas de carbono dos produtos (Figura 5).



**Figura 5:** Diagrama esquemático da estrutura metodológica da pesquisa. Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.4 Atividades do Setor da Moda e Ciclo de vida produto têxtil

O chamado setor da moda engloba diversas etapas, processos, indústrias, serviços, produtos e atores, dentre os quais podemos citar o setor Têxtil. A história do setor Têxtil no Brasil relaciona-se como processo de industrialização e aos produtos manufaturados, tendo se consolidado a partir do século XIX. Inicialmente estabelecidas no Nordeste, as indústrias migraram para a região sudeste do país após a implantação da estrada de ferro que unia a região com o estado da Bahia. No Sudeste, as indústrias do setor se estabeleceram e prosperaram no século XX (FINDES, 2020).

Assim, com quase 200 anos, a indústria da moda brasileira é peculiar. Apresenta toda a rede produtiva dentro do seu próprio território (ou seja, desde a produção/plantio das fibras, passando pelos processos de fiação, tecelagem, beneficiamento, confecção, varejo, desfiles de moda). A indústria nacional é a principal fornecedora das peças consumidas no país, somente cerca de 15% dos itens consumidos são provenientes de importação (ABIT, 2017; COLERATO, 2019).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção – ABIT (2021) ao todo são 25,2 mil empresas dentro do ramo têxtil e de confecção do setor da moda no Brasil, sendo aproximadamente 96,8% constituído por micro e pequenas empresas (ABIT, 2017). Encontram-se na região sudeste a maioria dessas empresas, totalizando 47,8% do segmento têxtil e de confecção brasileiro. A região concentra também os maiores produtores

têxteis (MODEFICA, 2020).

A fim de se quantificar as emissões (assim como outros impactos) ao longo do ciclo de vida de um determinado produto, faz-se necessário identificar as etapas e os processos que compõe a sua fabricação, distribuição, uso e descarte, o que está descrito a seguir.

#### **4.4.1 Produção peça de vestuário**

A etapa inicial de uma peça de vestuário (têxtil) é a produção da fibra, matéria prima principal de sua confecção. As fibras podem ser divididas em origem natural (como algodão e lã), ou fibras sintéticas (que podem ser obtidas de polímeros naturais -celulose, ou sintéticos – petróleo). No Brasil, as principais fibras utilizadas são o algodão e o poliéster (AMARAL, et al, 2018). A seguir detalha-se as etapas de produção de uma camisa de algodão, que será usada como estudo de caso (capítulo 5.3).

O processo de fabricação da fibra de algodão se inicia com o preparo do solo, plantio, cuidados e tratos culturais e colheita (que é mecanizada). Após a colheita, ocorre a separação da pluma, caroço e línter, por descaroçadeiras (MODEFICA, 2020). A pluma é beneficiada e transformada em fibras, que são enviadas para as próximas etapas da produção (Figura 6).

No cultivo do algodão ocorrem emissões significativas no momento da aplicação de fertilizantes no cultivo (que é realizado por maquinário).

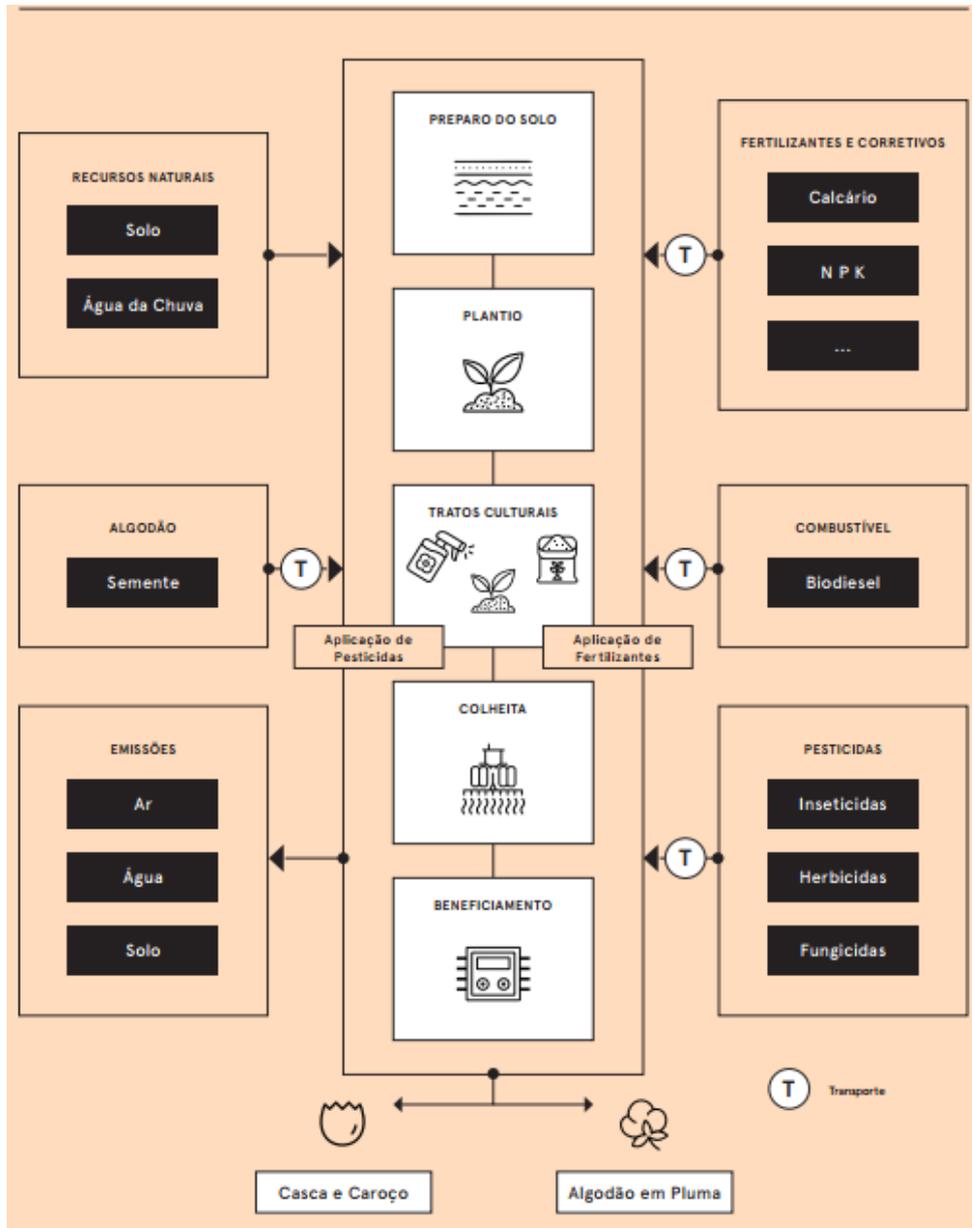
O Brasil possui plantações de algodão certificado pelo Better Cotton Initiative (BCI), produzindo 30% do volume de algodão desta certificação (TEXTILE EXCHANGE, 2019; BCI, 2020). A produção média da sagra de 2018/2019 foi de 4,3 t/ha, e rendimento de pluma de 40% (CONAB, 2020).

As fibras geradas são, então, encaminhados para fiação nas fábricas. Os fios formados são tramados para construção de tecidos, que passam então para processos de beneficiamento que incluem tingimento, lavagem, estamparia e acabamento. Por fim, os tecidos prontos são encaminhados para confecção (Figura 7).

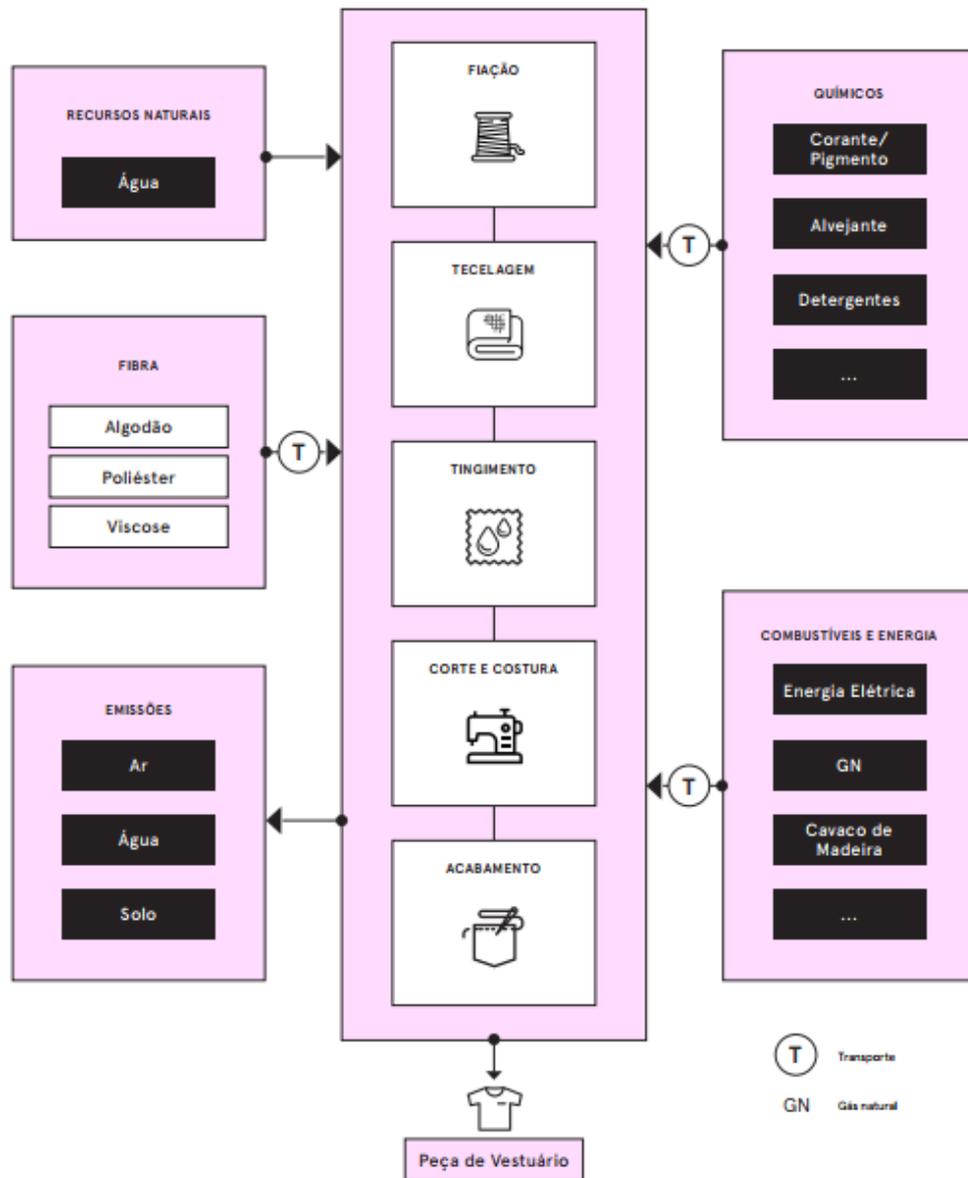
É na etapa de confecção que acontece os cortes e costuras das peças, gerando, assim, o produto acabado. Este por sua vez é transportado para o comércio e, assim, chega na mão do consumidor.

Destaca-se nessa etapa o consumo de energia elétrica e, devido os processos de tingimento, geram efluentes. Ademais, aproximadamente 20% do total dos tecidos é perdido, gerando resíduos sólidos (Figura 8) (MODEFICA, 2020).

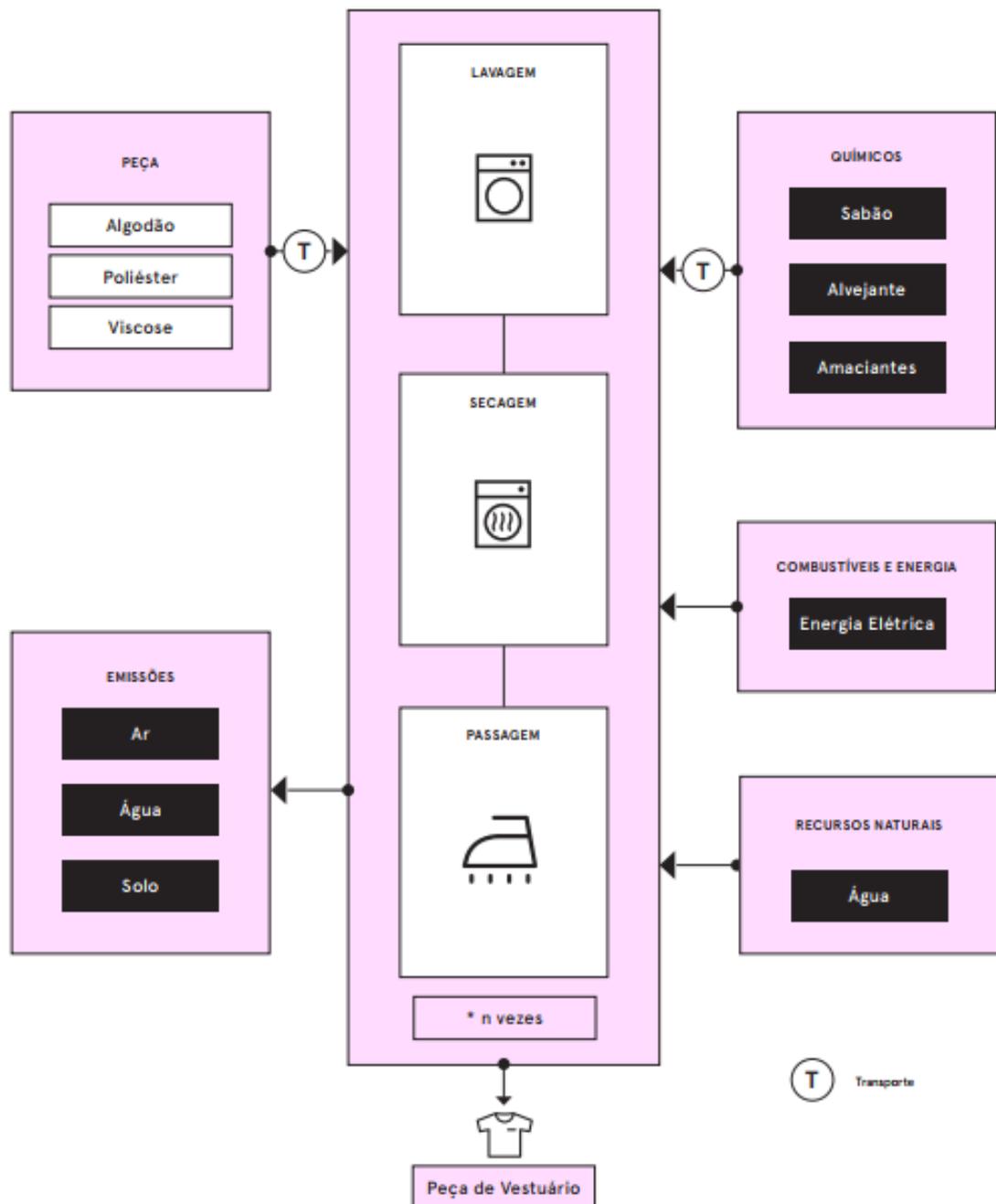
No ciclo de vida de peças de algodão, ocorre emissões de gases de efeito estufa de maneira significativa no transporte da matéria-prima até as unidades de tecelagem. O algodão é produzido, principalmente na região Nordeste e Centro-Oeste, e as unidades de tecelagem encontram-se no Sudeste (ESTEVE-TURRILHAS, GUARDIA, 2017).



**Figura 6:** Etapas de fabricação da pluma de algodão. Fonte: MODEFICA (2020).



**Figura 7:** Etapas de confecção de uma peça de algodão. Fonte: MODEFICA (2020).



**Figura 8:** Etapas de uso de uma peça de vestuário. Fonte: MODEFICA (2020).

O consumidor faz uso da peça de vestuário e realiza os ciclos “lavar, secar e passar”, diversas vezes até finalmente descartá-la (MODEFICA, 2020). Os impactos ambientais gerados nesta etapa de uso vão depender dos hábitos do consumidor, do tipo de peça e do material da mesma. A frequência, os equipamentos e produtos utilizados, para realizar os processos de “lavar, secar e passar” influenciarão nos impactos ambientais.

O fim da vida de uma peça de roupa pode seguir duas etapas: 1. descarte no lixo; ou 2. reciclada. No primeiro caso, as roupas acabam no aterro sanitário e se decompõem e no caso do algodão as emissões de carbono são do tipo biogênicas.

A outra alternativa consiste em levá-las a pontos de reciclagem. Porém, menos de 1% das peças de vestuário são recicladas em outras roupas. Isto porque a reciclagem é um processo que encontra diversos desafios, como “falta de tecnologias de separação de fibras mistas, falta de incentivo, logística, falta de pontos de coleta e hábitos da população” (MODEFICA, 2020).

Os impactos dos produtos têxteis no meio ambiente, incluindo as etapas de fiação, tecelagem, corte e costura são elevados, devido a quantidade de energia elétrica e de vapor necessária, o que leva a um aumento das emissões de GEE (KHAN et al., 2018).

Outra etapa com significativa emissão de GEE é a degradação de adubos nitrogenados no solo, que emite  $N_2O$ , gás com potencial de aquecimento global de até 265 vezes o do gás carbônico (IPCC, 2014; ESTEVE-TURRILHAS, GUARDIA, 2017).

A fase de uso dos produtos é intensiva em emissões de GEE, muito em função da energia elétrica necessária para lavar, secar e passar as peças (JONER et al., 2016; PERIYASAMY, WIENER & MILITKY, 2017).

#### **4.5 Metodologia Avaliação do Ciclo de Vida – ABNT NBR ISO 14.040**

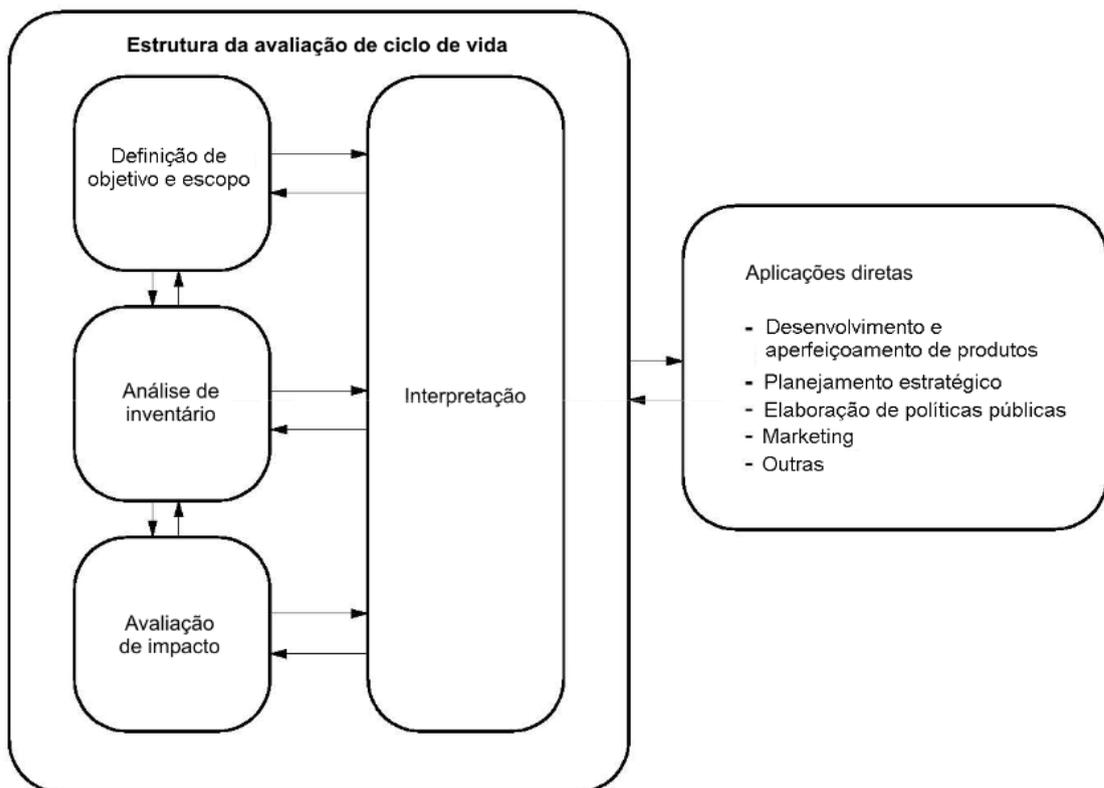
A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta metodológica de compilação e avaliação dos insumos e materiais e dos respectivos impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida. A ACV ajuda a analisar se uma estratégia produtiva é mais vantajosa ambientalmente que outra.

A combinação da ACV com os princípios da Economia Circular (reduzir, reusar e reciclar) possibilita a obtenção de uma abordagem holística que promove inovações nos modelos de negócio das empresas (VALENCIA, 2017). De acordo com Peña et al (2020), a ACV é uma ferramenta que pode fornecer suporte técnico para as decisões sobre Economia Circular, ao avaliar diferentes indicadores de impacto ambiental, como as mudanças climáticas, e que também pode ser utilizada para avaliar as estratégias mais promissoras dentre as propostas neste novo modelo econômico. A ACV apresenta-se também como uma metodologia importante para mensuração de possíveis “efeitos rebotes” e/ou indiretos nas estratégias circulares (HAUPT & ZSCHOKKE, 2017; PEÑA et al., 2020).

A ACV será realizada baseada nas normas ABNT NBR ISO 14.040 e 14.044 (ABNT, 2009a, 2009b). Para tanto, serão analisados estudos que usam a ferramenta de ACV para auxiliar melhor na discussão dos resultados obtidos neste trabalho.

Nos estudos de ACV de produto ou serviço, são calculadas todas as extrações de recursos e emissões para o ambiente (aspectos e os impactos ambientais potenciais) ao longo de todo o ciclo de vida (chamado do berço ao túmulo) de modo quantitativo. No entanto, no presente estudo será analisado somente uma categoria de impacto que é a “mudanças climáticas”, por meio da quantificação das emissões de gases de efeito estufa. Esta abordagem também é conhecida como Pegada de Carbono (*Carbon Footprint*, em inglês).

O processo da metodologia de ACV com base nas normas referenciadas é composta de quatro etapas (Figura 9), apresentadas a seguir.



**Figura 9:** Fases da ACV e suas interações, segundo a ABNT NBR ISO 14040. Fonte: ABNT (2009a).

**a. Definição do objetivo e escopo.** Esta primeira etapa é importante, pois é através do objeto e do uso pretendido para o estudo que será possível determinar a delimitação e o nível de aprofundamento que será realizado.

Ressalta-se que, dentro da metodologia de ACV, é importante considerar o tratamento dos

dados. Por esse motivo, as fronteiras devem estar bem delineadas de modo a não gerar interpretações equivocadas dos resultados.

**b. Análise de Inventário de Ciclo de Vida (ICV):** É nesta etapa que acontece a quantificação das entradas e saídas. Trata-se de uma etapa interativa, pois conforme a coleta e maior conhecimento dos dados e do sistema, novos requisitos e limitações são identificados e mudanças podem ser necessárias, incluindo revisão dos objetivos e escopos adotados inicialmente.

**c. Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV):** Essa terceira etapa tem como objetivo buscar aprofundamento do entendimento da significância ambiental dos resultados, ou seja, avaliar a intensidade das alterações sobre o meio ambiente, obtidos no ICV com o uso de informações adicionais.

**d. Interpretação dos Resultados:** Deve ser feita de acordo com o objetivo e escopo definidos para o estudo. É a fase final, aonde os resultados da avaliação são estruturados, sumarizados e apresentados.

É importante destacar que a comparação entre resultados de diferentes ACV, conforme proposto no presente estudo, só se torna possível nos casos em que os pressupostos e o contexto de cada estudo forem equiparáveis. Somente assim as informações poderão ser usadas como parte de um processo decisório mais abrangente.

#### **4.6 Software de Avaliação do Ciclo de Vida**

Conforme visto anteriormente, a realização de uma ACV envolve etapas bem delimitadas e que devem ser seguidas. O processo caracterizado como mais trabalhoso é o levantamento dos dados acerca dos fluxos de matéria e energia ao longo do ciclo de vida de determinado produto e sua correlação com os impactos ambientais. De modo a facilitar o processo é comumente utilizado auxílio de ferramentas computacionais.

Os *softwares* foram desenvolvidos para facilitar o tratamento dos dados, fase dependente da metodologia a ser utilizada para interpretação deles. Estes programas de computador auxiliam na execução do estudo ao processar dados de maneira mais ágil e fácil e ao garantir maior confiança nos cálculos. Neste trabalho será utilizado o *software* de ACV SIMAPRO para facilitar e tornar mais eficiente os cálculos das emissões de gases de efeito estufa no produto estudo de caso.

O SIMAPRO é um programa computacional desenvolvido na Holanda pela *Pré-Consultants* e que segue o definido nas normas ISO 14.040 e ISO 14.044. A ferramenta possui banco de dados gratuitos e permite carregar outros bancos de dados comerciais, além de possibilitar a criação de *datasets* próprios.

#### 4.6.1 Categoria de impacto

Como o presente estudo tem por objetivo a análise do impacto nas mudanças climáticas, esta foi a categoria de impacto selecionada.

#### 4.6.2 Base de Dados

A fim de se avaliar o estado da arte do conhecimento acerca do perfil de emissões e estudos referente a emissões de gases de efeito estufa (GEE) aplicados a produtos do setor da moda, foi realizado um levantamento do cenário *Business as Usual* – BAU, por meio do método de revisão bibliográfica.

Foram selecionadas duas plataformas de divulgação científica, onde utilizou-se palavras-chaves (detalhadas na Tabela 2 a seguir). Utilizou-se aspas nos termos para que as palavras fossem localizadas na ordem indicada, contribuindo para resultados mais assertivos. Após a realização das buscas com as palavras-chaves selecionadas, os resumos são analisados criticamente e verificado se os trabalhos apresentavam aderência com ACV, ICV e emissões de GEE (pegada de carbono) aplicado à produto da moda, com foco em camisas e algodão.

**Tabela 2:** Descrição dos critérios e detalhamento usados na revisão bibliográfica sistemática.

<b>Critérios</b>	<b>Detalhamento</b>
Palavras-chave	ACV e Moda; ACV e têxtil; ACV e Algodão <i>LCA and Fashion LCA and Textile; LCA and Fiber; Cotton</i>
Plataforma	Google acadêmico Science Direct
Período temporal	2015 – atual (2021)
Tipos de publicação	Artigos publicados em periódicos, Artigos de congressos, relatórios técnicos e trabalhos acadêmicos (dissertações de mestrado e doutorado).

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.7 Avaliação do Ciclo de Vida – Estudo de Caso: Camisa 100% algodão

A fim de realizar uma estimativa de quanto o setor poderia ter de redução de emissões com a implantação de estratégias da Economia Circular (descritas no capítulo 5.2), foi realizado um estudo de caso de uma Camisa 100% algodão. Os impactos na categoria de mudanças climáticas foram calculadas com base na ferramenta de Avaliação de Ciclo de Vida com uso do *software* SIMAPRO versão 8.5.2.0, método IPCC 2013 GWP 100a versão 1.03, e banco de dados Ecoinvent versão 3.4 (abril 2018).

A seleção da camisa 100% algodão se justifica pelo algodão ser a principal fibra produzida no país e o mais utilizado na indústria da moda brasileira (MODEFICA, 2020). Além disso, durante a pesquisa bibliográfica, foi encontrado maiores informações acerca do inventário do ciclo de vida do produto camisa modelo t-shirt de algodão.

Conforme detalhado no próprio SIMAPRO, o modelo da metodologia do *Ecoinvent* é baseado na abordagem de que a produção primária de materiais é sempre alocada para o usuário de um material. Se um material é reciclado, o produtor primário não recebe nenhum crédito pelo fornecimento do material recicláveis. Os materiais secundários (ou seja, reciclados) suportam apenas os impactos dos processos de reciclagem. No caso dos produtos de resíduos, não recebem nenhum crédito pela reciclagem ou reutilização de produtos resultantes de qualquer tratamento de resíduos. A abordagem descrita é a mesma da usada no *Ecoinvent* v1 e v2.

##### a) Definição do objetivo

Este estudo de ACV teve como objetivo avaliar e comparar o desempenho ambiental na categoria de mudanças climáticas entre duas camisas 100% algodão, sendo: uma Camisa 100% algodão 1 (BAU), produzida no modelo tradicional (*Business as Usual*); e outra Camisa 100% algodão 2 (EC), produzida com algumas das estratégias da Economia Circular, de modo a possibilitar uma comparação entre os modelos de produção.

##### b) Função e unidade funcional

O produto de estudo é uma Camisa 100% algodão cuja função é servir como item de vestimenta. A unidade funcional é Camisa 100% algodão tamanho M de 0,1315 Kg, usada até o seu fim de vida, totalizando 164 ciclos de uso, lavagem e secagem. O valor de 164 ciclos de

uso foi uma estimativa de duplicar a vida útil da peça, uma vez que um ciclo padrão é de 82 (usos, lavagens e secagens) (FGV EAESP, 2015).

Com base nas estratégias levantadas da Economia Circular, nos dados obtidos pela literatura e do banco de dados disponível, foram adotados, para a análise da Camisa 2 (EC), as seguintes alterações: uso de matéria prima reciclada (estratégia de fechar o ciclo), uso por mais tempo possível da peça de vestuário (estratégia de prolongamento do ciclo de vida), e envio para reciclagem no final de vida útil (estratégia de fechar o ciclo).

Assim, para a Camisa 1 (BAU) foi entendido que para cumprir a função seriam necessárias 2 camisas (já que o modelo BAU do ciclo de uso é de 82 vezes). E para a Camisa 2 (EC) foi entendido que somente 1 camisa (com maior tempo de vida) iria atender à função pretendida. Dessa forma foram realizados os ajustes necessários no inventário de ciclo de vida, de modo a possibilitar a comparação entre os itens.

#### **c) Sistema de produto e fronteiras do sistema**

O sistema de produto foi delimitado de acordo com o esquema apresentado no item 3.3.1 anteriormente. A fronteira do sistema é a do tipo *cradle-to-grave* (berço ao túmulo) (camisa no BAU) e *cradle-to-cradle* (berço ao berço) (camisa na Economia Circular), considerando as etapas desde o cultivo do algodão até a disposição final/ reciclagem da peça. Foram considerados a produção de combustíveis e energia elétrica. Não foram incluídos no estudo a fabricação de maquinários e das infraestruturas utilizados, produção dos materiais das embalagens e o transporte. Além disso, foi excluída a etapa de venda dos produtos, pois entendeu-se que ambos compartilham o mesmo canal de venda (online ou física).

#### **d) Fonte de dados e requisitos de qualidade**

Os dados utilizados no inventário são de origem secundária (ou seja, resultado do levantamento bibliográfico). Os estudos utilizados foram obtidos conforme levantamento detalhado na metodologia e estão listados na Tabela 6 abaixo. Para maior assertividade com a realidade brasileira, sempre que possível buscou-se priorizar estudos nacionais.

#### **e) Alocação**

Como o estudo foi realizado por meio de dados secundários, respeitou-se as análises e

alocações realizadas nos estudos, sendo que todos utilizaram a alocação por massa para distribuição das cargas ambientais.

#### f) Inventário do Ciclo de Vida

Nas tabelas a seguir encontram-se os dados da origem dos dados e dos inventários do Ciclo de Vida para cada uma das Camisas (Tabelas 3, 4 e 5).

**Tabela 3:** Fontes de dados usados no estudo.

<b>CAMISA 100% ALGODÃO</b>		
<b>Etapa: Produção Fibra algodão</b>		
Tecnologia: Plantio direto não irrigado (representa 99% do algodão cultivado no Brasil)		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
Mercial, 2018	Embrapa, 2016	Mato Grosso, Brasil
<b>Etapa: Fiação</b>		
Tecnologia: Método convencional		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
Mercial, 2018	Dados primários de empresa	Paraná, Brasil
<b>Etapa: Tecelagem/Malharia</b>		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
Mercial, 2018	Dados primários de empresa	Paraná, Brasil
<b>Etapa: Beneficiamento da malha</b>		
Tecnologia: Preparação, tingimento e acabamento.		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
Mercial, 2018	Dados primários de indústria, 2016	Paraná, Brasil
<b>Etapa: Confeção</b>		
Tecnologia: Corte e costura, padronização de modelo e otimização no encaixe do tecido.		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
Mercial, 2018	Dados primários de indústria, 2016	Paraná, Brasil
<b>Etapa: Fase de uso</b>		
Tecnologia: Ciclo de lavagem completa (lavar, secar, passar). Lavagem: máquina de lavar roupas no ciclo de água fria/ Secagem: varal, ou seja, ao ar livre/ Passagem: Ferro elétrico.		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
FGV EAESP, 2015	Estimativas de uso e dos maquinários com base em INMETRO, 2013	Brasil

<b>Etapa: Disposição final</b>		
Tecnologia: Aterro Sanitário		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
FGV EAESP, 2015	Dados primários.	Brasil
Tecnologia: Reciclagem		
<b>Autor</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Local</b>
Bertram, Chi, 2018 <i>apud</i> MUNASINGHE, DRUCKMAN, DISSANAYAKE, 2021	Dados secundários da literatura.	EUA

Fonte: Própria autora.

**Tabela 4:** Inventário do ciclo de vida (ICV) da Camisa 100% Algodão 1, na proposta *Business as Usual*.

<b>CAMISA 1 (BAU)</b>				
<b>INVENTÁRIO PRODUÇÃO FIBRAS DE ALGODÃO CONVENCIONAL</b>				
Fator de correção da UF: 2				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
<b>Inputs</b>				
semente algodão	0,0217	kg	Embrapa, 2016	0,0434
Fosfato monoamônico (A)	0,1741	kg		0,3482
Uréia (A)	0,1741	kg		0,3482
Pendimethalin (PRE)(H)	0,0033	Kg		0,0066
Glifosato (H)	0,0102	Kg		0,0204
S-metolachlor POS Over (H)	0,0013	Kg		0,0026
2,4 – D (H)	0,0082	Kg		0,0164
Malathion ( I )	0,0052	Kg		0,0104
B-ciflutrina ( I )	0,0001	Kg		0,0002
Água	2,23	Litros		4,46
Químicos Orgânicos	0,0038	Kg		0,0076
Energia Elétrica	0,536	kWh		1,072
Semente algodão	0,0217	Kg		0,0434
Colheitadeira	7,27	m2		14,54
<b>Outputs</b>				
<b>Emissões para o ar</b>				
Amônia	0,014	kg	Arduin, 2013	0,028
Glifosato	0,001	kg		0,002
Malathion	0,011	kg		0,022
<b>Emissões para a água</b>				
Fosfato	2,90E-05	kg	Arduin, 2013	0,000058
Glifosato	6,20E-03	kg		0,0124
Malathion	2,50E-08	kg		0,00000005
<b>Emissões para o solo</b>				
Fosfato	0,01	kg	Arduin, 2013	0,02

Glifosato	1,80E-04	kg		0,00036
( A ) adubos ( H ) herbicida ( I ) inseticida				
<b>INVENTÁRIO DA FIAÇÃO</b>				
			Fator de correção da UF	2
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
<b>Inputs</b>				
Matéria-prima (algodão em pluma)	1,193	kg	Mercial, 2018	2,386
Energia Elétrica	3,39	kWh		6,78
Água	0,000237	m <sup>3</sup>		0,000474
<b>Outputs</b>				
Resíduos	0,127	kg	Mercial, 2018	0,254
Fio de algodão	1,066	Kg		2,132
<b>INVENTÁRIO DA MALHARIA</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
<b>Inputs</b>				
Matéria-prima (fio)	1,066	kg	Mercial, 2018	2,132
Energia Elétrica	0,344	kWh		0,688
<b>Outputs</b>				
Resíduos (reaproveitado)	0,01	kg	Mercial, 2018	0,02
Produto (Malha)	1,055	Kg		2,11
<b>INVENTÁRIO DO BENEFICIAMENTO DA MALHA</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
<b>Inputs</b>				
Matéria-prima (malha crua)	1,056	kg	Mercial, 2018	2,112
Água	93,58	Litros		187,16
Peróxido de hidrogênio	0,0109	Kg		0,0218
Cloreto de sódio	0,27	Kg		0,54
Hidróxido de sódio	0,021	Kg		0,042
Químicos orgânicos	0,052	kg		0,104
Energia elétrica	0,64	kWh		1,28
<b>Outputs</b>				
DQO	4758	mg	Mercial, 2018	9516
DBO	1808	mg		3616
O2 (oxigênio)	14,2	%		28,4
CO (monóxido de carbono)	894	ppm		1788
Resíduos	0,056	kg		0,112
Produto (Malha acabada)	1	Kg		2
<b>INVENTÁRIO CONFECCÃO</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
<b>Inputs</b>				

Matéria-prima (malha acabada)	1	kg	Mercial, 2018	2
Energia elétrica	0,019	kWh		0,038
Transporte	0,15	Tkm		0,3
<b>Outputs</b>				
Resíduos (reaproveitado)	0,221	Kg	Mercial, 2018	0,442
Produto (1 Camisa algodão M)	0,1315	Kg		0,263
Coprodutos (+4 Camisas M e 1 camisa tamanho 6)	0,6575	Kg		1,315
* Aproveitamento do encaixe de 78,9%				
<b>INVENTÁRIO LAVAGEM</b>				
/por camiseta/por uso			<b>Fator de correção:</b>	164
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
Energia Elétrica	4,1	Wh	INMETRO, 2013	672,4
Água	1,8	litros		295,2
Sabão em pó	3,86	ml		633,04
<b>INVENTÁRIO SECAGEM</b>				
ao ar livre, portanto, sem uso de energia elétrica				
<b>INVENTÁRIO PASSAR</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
Energia Elétrica	46,6	Wh	GVCes, 2015	7642,4
<b>INVENTÁRIO FIM DE VIDA - ATERRO</b>				
Tecnologia: aterro sanitário com tecnologia de captura e queima de gás metano.				
Considerado, conforme FGV EAESP (2015), que o carbono contido no algodão foi sequestrado durante a fotossíntese será emitido na forma de CO <sub>2</sub> na atmosfera.				

Fonte: Própria autora.

**Tabela 5:** Inventário do ciclo de vida (ICV) da Camisa 100% Algodão 2, na proposta da Economia Circular.

<b>CAMISA 2 (Economia Circular)</b>				
<b>INVENTÁRIO DA MALHARIA</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	
<b>Inputs</b>				
Matéria-prima (fio reciclado)	1,066	kg	Mercial, 2018	
Energia Elétrica	0,344	kWh		
<b>Outputs</b>				
Resíduos (reaproveitado)	0,01	kg	Mercial, 2018	
Produto (Malha)	1,055	Kg		

<b>INVENTÁRIO DO BENEFICIAMENTO DA MALHA</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	
<b>Inputs</b>				
MALHA ALGODÃO RECICLADO	1,055	kg	Mercial, 2018	
Água	93,58	Litros		
Peróxido de hidrogênio	0,0109	Kg		
Cloreto de sódio	0,27	Kg		
Hidróxido de sódio	0,021	Kg		
Químicos orgânicos	0,052	kg		
Energia elétrica	0,64	kWh		
Energia térmica	97,39	MJ		
<b>Outputs</b>				
DQO	4758	mg	Mercial, 2018	
DBO	1808	mg		
O2 (oxigênio)	14,2	%		
CO (monóxido de carbono)	894	ppm		
Resíduos	0,056	kg		
Produto (Malha acabada)	1	Kg		
<b>INVENTÁRIO CONFECÇÃO</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	
<b>Inputs</b>				
Malha reciclada acabada	1	kg	Mercial, 2018	
Energia elétrica	0,019	kWh		
<b>Outputs</b>				
Resíduos (reaproveitado)	0,221	Kg	Mercial, 2018	
Produto (1 Camisa algodão M)	0,1315	Kg		
Coprodutos (+4 Camisas M e 1 camisa tamanho 6)	0,6575	Kg		
* Aproveitamento do encaixe de 78,9%				
<b>INVENTÁRIO LAVAGEM</b>				
/por camiseta/por uso			<b>Fator de correção:</b>	164
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
Energia Elétrica	4,1	Wh	INMETRO, 2013(a,b,c,d)	2,42064
Água	1,8	litros		
Sabão	3,86	ml		
<b>INVENTÁRIO SECAGEM</b>				
ao ar livre, portanto, sem uso de energia elétrica				
<b>INVENTÁRIO PASSAR</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
Energia Elétrica	46,6	Wh	GVCes, 2015	27,512 64

<b>INVENTÁRIO FIM DE VIDA - RECICLAGEM</b>				
<b>Itens avaliados</b>	<b>Quant</b>	<b>Unid.</b>	<b>Fonte</b>	<b>Calculado</b>
Produto (1 Camisa algodão M)	0,1315	Kg	Mercial, 2018	-
Energia Elétrica	73,7	MJ/kg	Bertram and Chi (2018)	9,69155
Água	0,00021	L/kg	<i>apud</i> MUNASINGHE, DRUCKMAN, DISSANAYAKE, 2021	0,000027615
<b>Outputs</b>				
Fibra reciclada	0,11835	Kg		

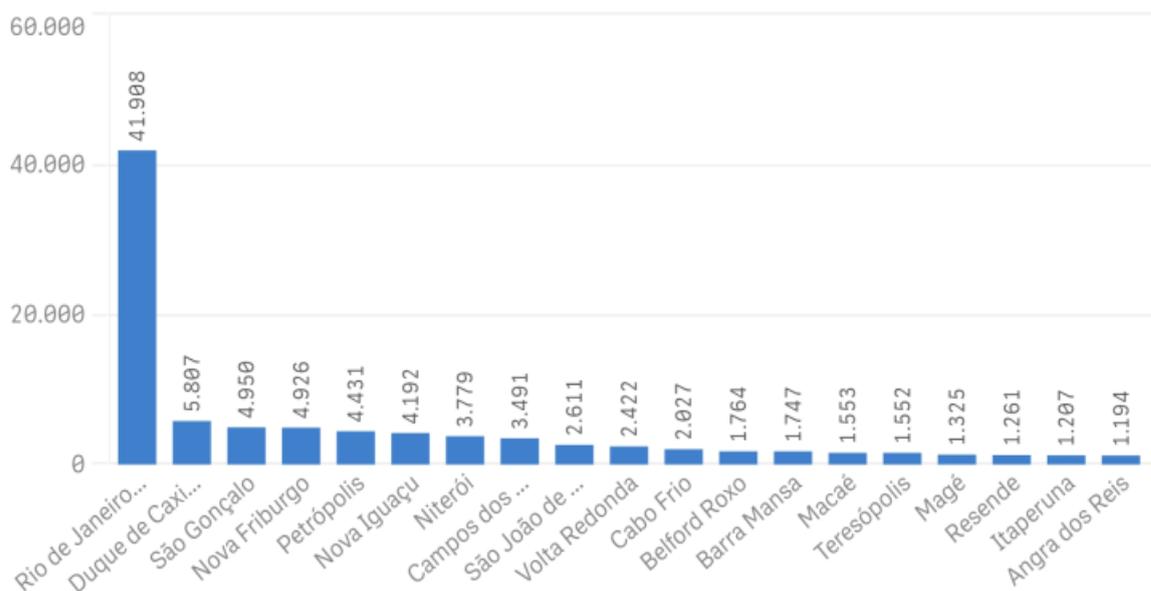
Fonte: Própria autora.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Panorama Setor da Moda no Estado do Rio de Janeiro

Com base na análise da CNAE, identificou-se as Divisões e, posteriormente, os Grupos e Classes que tem correlação com o escopo do estudo. Essas identificações estão listadas na Tabela 6. Não foram incluídos no escopo indústria, comércio e serviços vinculados exclusivamente com produtos têxteis de cama, mesa e banho, além de acessórios como joias e bijuterias, por entender que tem processos de fabricação, perfil de consumo e propostas de trabalho dentro da Economia Circular diferentes do delimitado neste estudo.

Em todo estado do Rio de Janeiro, há 114.612 estabelecimentos (considerando matrizes e filiais) do setor da moda, incluídos os setores industriais, comerciais e de prestação de serviços, elencados nos CNAEs. Nas Figuras 10 e 11, a seguir, estão destacados os 19 municípios em ordem decrescente de números de estabelecimentos e a visão no mapa do estado. Ressalta-se que só estão contempladas nos resultados, as pessoas jurídicas ativas com atividades econômica com fins lucrativos.



**Figura 10:** Total de estabelecimentos do setor da moda (incluindo indústria, serviço e comércio) por município do estado do Rio de Janeiro. Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.

**Tabela 6:** Identificação das Divisões, Grupos e Classes da CNAE que fazem parte do escopo do presente estudo.

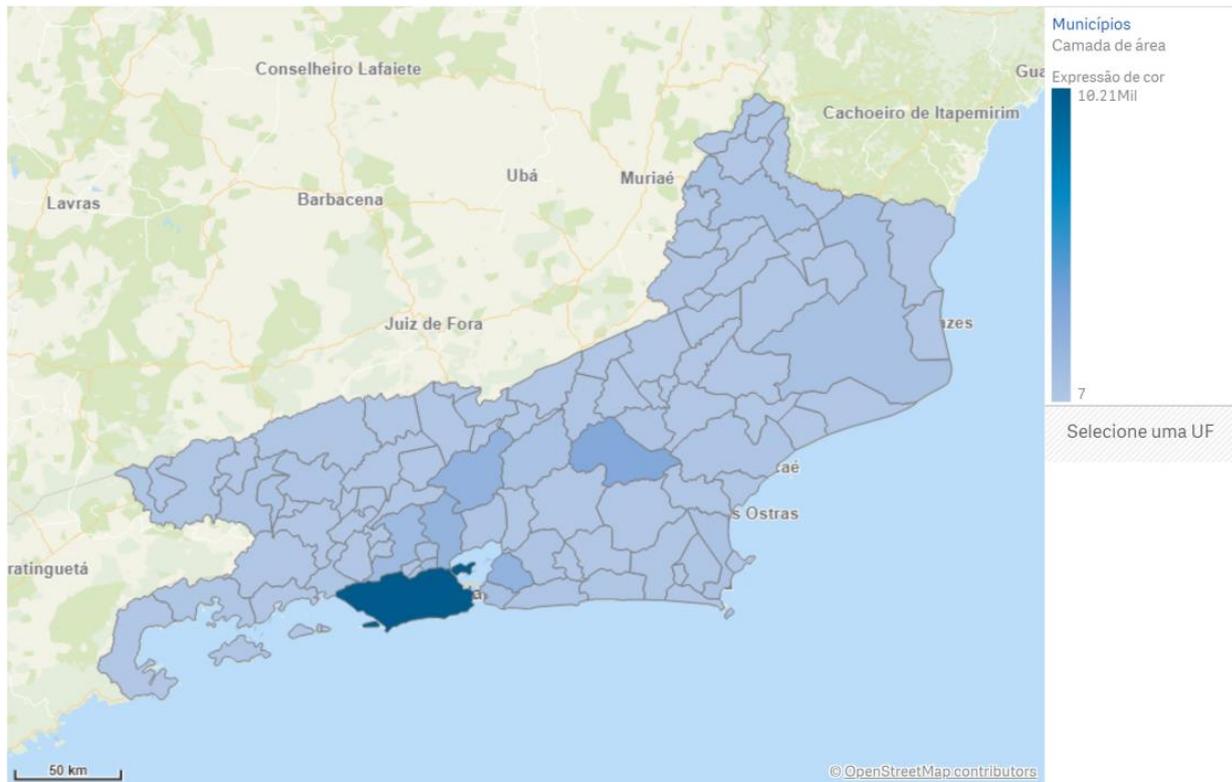
Seção	Divisão	Grupo		Classe		
				Classe	Descrição	
C - INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	13 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	13.1	PREPARAÇÃO E FIAÇÃO DE FIBRAS TÊXTEIS	13.1.11	Preparação e fiação de fibras de algodão	
				13.1.20	Preparação e fiação de fibras têxteis naturais, exceto algodão	
				13.1.38	Fiação de fibras artificiais e sintéticas	
				13.1.46	Fabricação de linhas para costurar e bordar	
		13.2	TECELAGEM, EXCETO MALHA	13.2.19	Tecelagem de fios de algodão	
				13.2.27	Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais, exceto algodão	
				13.2.35	Tecelagem de fios de fibras artificiais e sintéticas	
		13.3	FABRICAÇÃO DE TECIDOS DE MALHA	13.3.08	Fabricação de tecidos de malha	
		13.4	ACABAMEN-TOS EM FIOS, TECIDOS E ARTEFATOS TÊXTEIS	13.4.05	Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	
		14 - CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	14.1	CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	14.1.18	Confecção de roupas íntimas
					14.1.26	Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas
					14.1.34	Confecção de roupas profissionais
	14.1.42				Fabricação de acessórios do vestuário, exceto para segurança e proteção	
	14.2		FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE MALHARIA E TRICOTAGEM	14.2.15	Fabricação de meias	
				14.2.23	Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotagens, exceto meias	
	15 - PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS	15.1	CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO	15.1.06	Curtimento e outras preparações de couro	
				15.3	FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	15.3.19
		15.3.27	Fabricação de tênis de qualquer material			
		15.3.35	Fabricação de calçados de material			

					sintético
				15.3.94	Fabricação de calçados de materiais não especificados anteriormente
		15.4	FABRICAÇÃO DE PARTES PARA CALÇADOS, DE QUALQUER MATERIAL	15.4.08	Fabricação de partes para calçados, de qualquer material
G -COMÉRCIO; REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E MOTOCICLETAS	46 - COMÉRCIO POR ATACADO, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES E MOTOCICLETAS	46.1	REPRESENTANTES COMERCIAIS E AGENTES DO COMÉRCIO, EXCETO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E MOTOCICLETAS	46.1.68	Representantes comerciais e agentes do comércio de têxteis, vestuário, calçados e artigos de viagem
		46.4	COMÉRCIO ATACADISTA DE PRODUTOS DE CONSUMO NÃO-ALIMENTAR	46.4.27	Comércio atacadista de artigos do vestuário e acessórios
	46.4.35			Comércio atacadista de calçados e artigos de viagem	
	47 - COMÉRCIO VAREJISTA	47.8	COMÉRCIO VAREJISTA DE PRODUTOS NOVOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE E DE PRODUTOS USADOS	47.8.14	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios
				47.8.22	Comércio varejista de calçados e artigos de viagem
N - ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	77 - ALUGUÉIS NÃO-IMOBILIÁRIOS E GESTÃO DE ATIVOS INTANGÍVEIS NÃO-FINANCEIROS	77.2	ALUGUEL DE OBJETOS PESSOAIS E DOMÉSTICOS	77.2.33	Aluguel de objetos do vestuário, jóias e acessórios

S - OUTRAS ATIVIDADES DE SERVIÇOS	95 - REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA E COMUNICAÇÃO E DE OBJETOS PESSOAIS E DOMÉSTICOS	95.2	REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE OBJETOS E EQUIPAMENTOS PESSOAIS E DOMÉSTICOS	95.2.91	Reparação e manutenção de objetos e equipamentos pessoais e domésticos não especificados anteriormente
	96 - OUTRAS ATIVIDADES DE SERVIÇOS PESSOAIS	96.0	OUTRAS ATIVIDADES DE SERVIÇOS PESSOAIS	96.0.17	Lavanderias, tinturarias e toalheiros

Fonte: Elaborado pela autora baseado no IBGE (2021) e SEBRAE (2021).

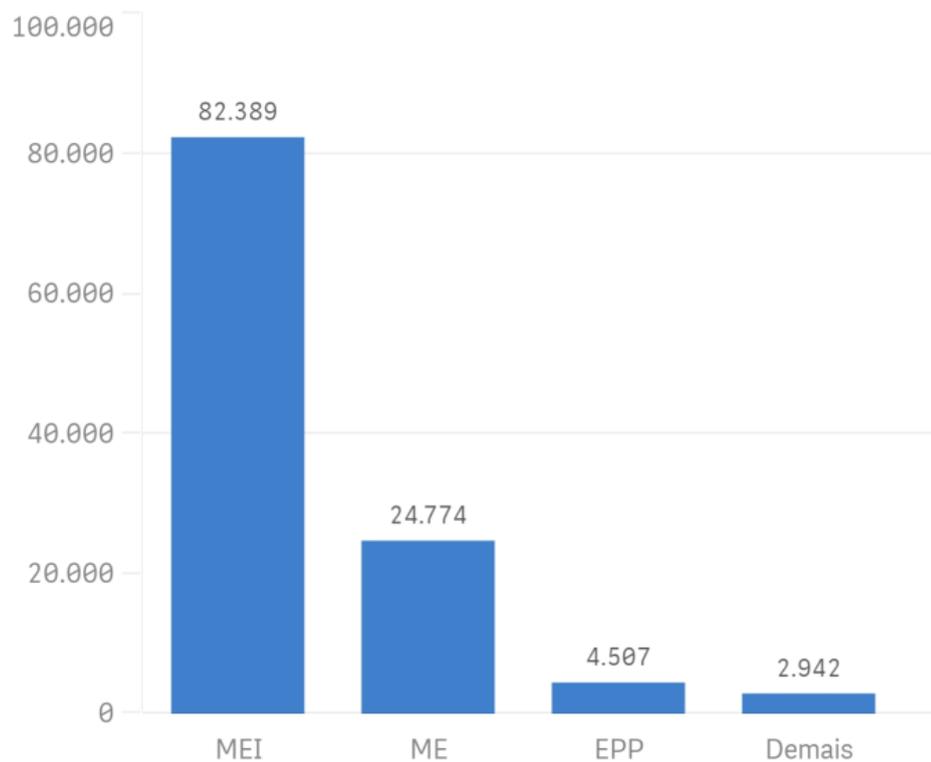
Os dados demonstram uma significativa concentração de estabelecimentos no município do Rio de Janeiro. Mas destacam-se também, Duque de Caxias, São Gonçalo, Nova Friburgo, Petrópolis e Nova Iguaçu.



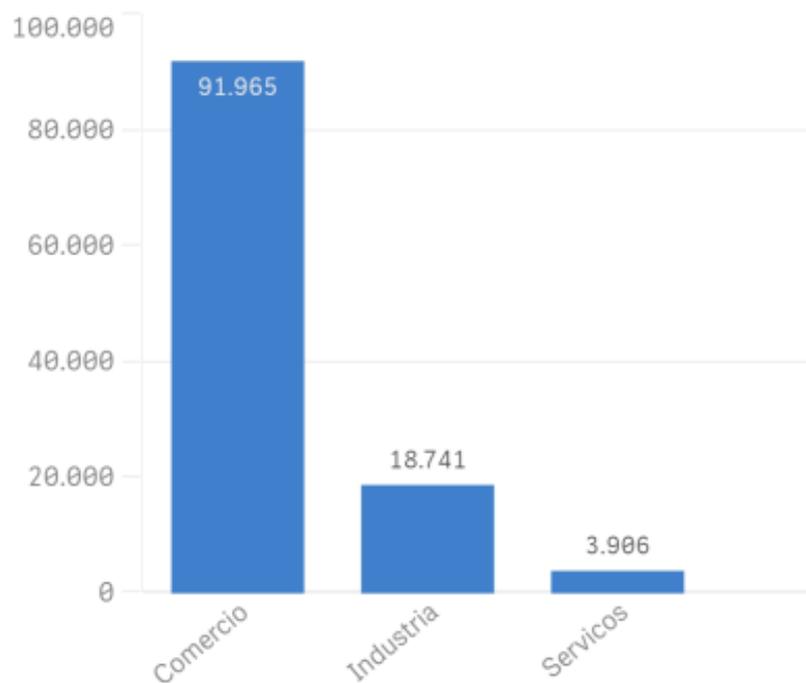
**Figura 11:** Mapa do estado do Rio de Janeiro com expressão de calor da concentração de estabelecimentos do setor da moda (incluindo indústria, serviço e comércio) por município. Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.

Conforme já detalhado na bibliografia (ABIT, 2017; FINDES, 2020; MODEFICA, 2020), o Setor é composto, em sua grande maioria, por Micro e Pequenas Empresas (Figura 12). Em todo o estado, os estabelecimentos classificados como MicroEmpreendedor Individual (MEI) correspondem a 71,89%, enquanto que as Micro Empresas (ME) (rendimento bruto anual de até R\$360 mil), 21,61% e as Empresas de Pequeno Porte (EPP) (negócio que possui uma receita bruta anual entre R\$ 360 mil e R\$ 3,6 milhões), correspondem a 3,93%. Sendo as demais tipologias correspondem a 2,57% do total dos estabelecimentos.

Ao verificarmos os resultados obtidos quanto ao número de estabelecimentos por setor produtivo, de serviço ou comercial, conforme ilustrado na Figura 13, é possível observar que o comércio é o que apresenta maior representatividade, respondendo por 80,24%, seguido pela indústria com 16,35% dos estabelecimentos, e serviços com 3,41%.



**Figura 12:** Número de estabelecimentos por tamanho do setor da moda no estado do Rio de Janeiro. Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.



**Figura 13:** Número de estabelecimentos por Seção do CNAE do setor da moda do estado do Rio de Janeiro. Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.

A seguir é apresentada a lista dos estabelecimentos por cada classe de CNAE selecionado (Tabela 7). É possível observar que a grande maioria é classificado como Comércio

varejista de artigos do vestuário e acessórios.

**Tabela 7:** Tabela correlacionando o número de estabelecimentos de cada CNAE pesquisado do setor da moda do estado do Rio de Janeiro.

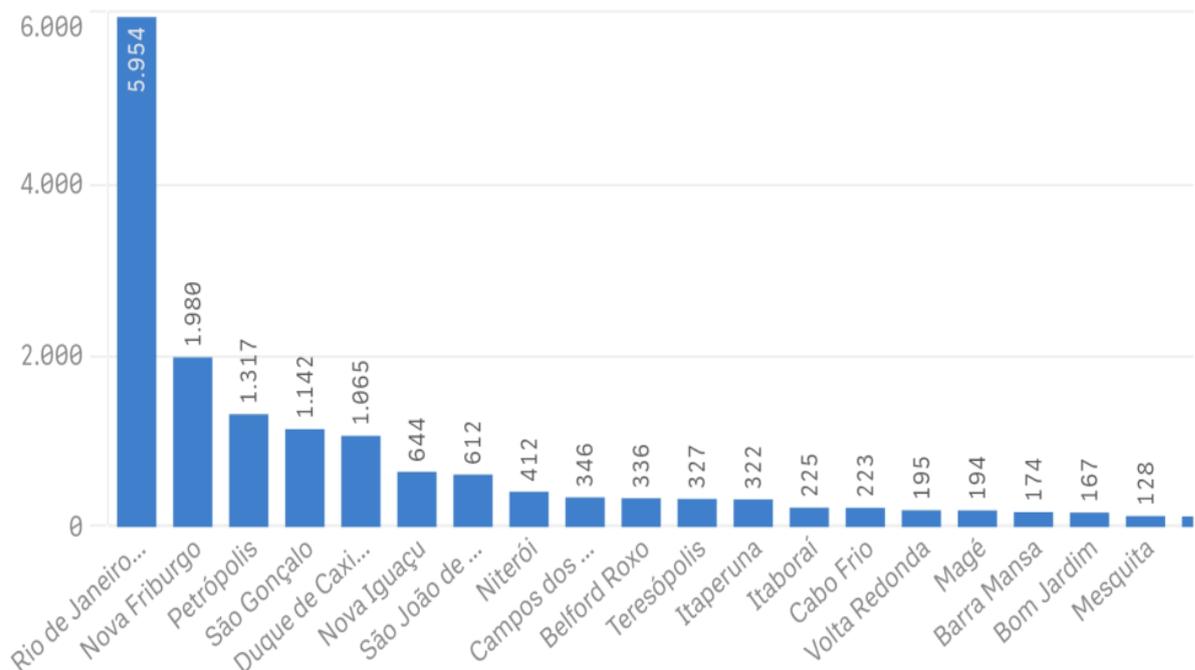
<b>CNAE</b>	<b>Estabelecimentos (Matriz + Filial)</b>
Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	84.581
Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida	13.145
Comércio varejista de calçados	5.911
Confecção de roupas íntimas	2.187
Lavanderias	1.642
Outros serviços de acabamento em fios, tecidos, artefatos têxteis e peças do vestuário	1.527
Reparação e manutenção de outros objetos e equipamentos pessoais e domésticos não especificados anteriormente	1.261
Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotasagens, exceto meias	862
Aluguel de objetos do vestuário, jóias e acessórios	805
Representantes comerciais e agentes do comércio de têxteis, vestuário, calçados e artigos de viagem	723
Comércio atacadista de artigos do vestuário e acessórios, exceto profissionais e de segurança	677
Confecção de roupas profissionais, exceto sob medida	322
Fabricação de calçados de materiais não especificados anteriormente	226
Toalheiros	166
Confecção, sob medida, de roupas profissionais	107
Fabricação de calçados de couro	98
Comércio atacadista de calçados	73
Fabricação de tecidos de malha	66
Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais, exceto algodão	50
Preparação e fiação de fibras de algodão	32
Tinturarias	32
Fabricação de partes para calçados, de qualquer material	23
Tecelagem de fios de algodão	22
Curtimento e outras preparações de couro	19
Tecelagem de fios de fibras artificiais e sintéticas	18
Preparação e fiação de fibras têxteis naturais, exceto algodão	14
Fabricação de calçados de material sintético	8
Fabricação de meias	6
Fiação de fibras artificiais e sintéticas	5
Fabricação de linhas para costurar e bordar	3
Fabricação de tênis de qualquer material	1

Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.

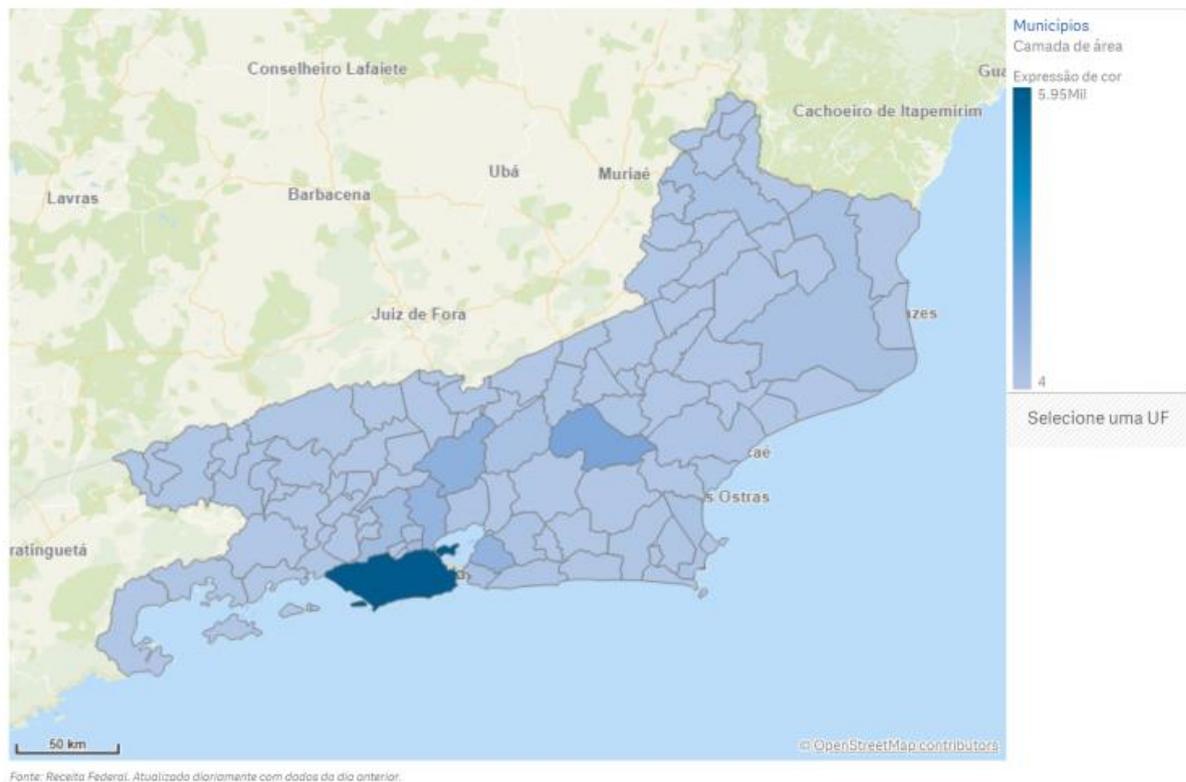
A fim de se ter uma visão somente do setor produtivo da moda, o mesmo banco de dados (DataSebrae) foi empregado, utilizando-se os CNAES industriais (conforme Tabela 3anterior). A análise foi considerada relevante para a proposta do estudo, uma vez que este visa identificar as oportunidades da Economia Circular associadas com os estabelecimentos de produção de produtos da moda. Conforme será detalhado no próximo capítulo, as estratégias da Economia Circular estão muito atreladas com os processos de produção e gestão da cadeia de valor, etapa de responsabilidade do setor produtivo.

De acordo com o IBGE (2007), as atividades industriais de transformação são desenvolvidas em plantas industriais e fábricas, usando equipamentos de manipulação de matérias primas e insumos. Também é considerada como atividade industrial a produção manual e artesanal, mesmo que desenvolvida em domicílios, bem como a venda direta ao consumidor de produtos de produção própria, como é o caso, por exemplo, dos ateliês de costura. O recorte dos dados analisados é apresentado a seguir.

Em todo o estado do Rio de Janeiro há 18.741 estabelecimentos industriais do setor da moda. As Figuras 14 e 15, a seguir, destacam-se os 19 municípios em ordem decrescente de números de estabelecimentos industriais e a distribuição por município no mapa estadual.



**Figura 14:** Total de estabelecimentos industriais do setor da moda por município do estado do Rio de Janeiro. Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.



**Figura 15:** Mapa do estado do Rio de Janeiro com expressão de calor da concentração de estabelecimentos industriais do setor da moda por município. Fonte: Data Sebrae (2021), com dados trabalhados pela autora.

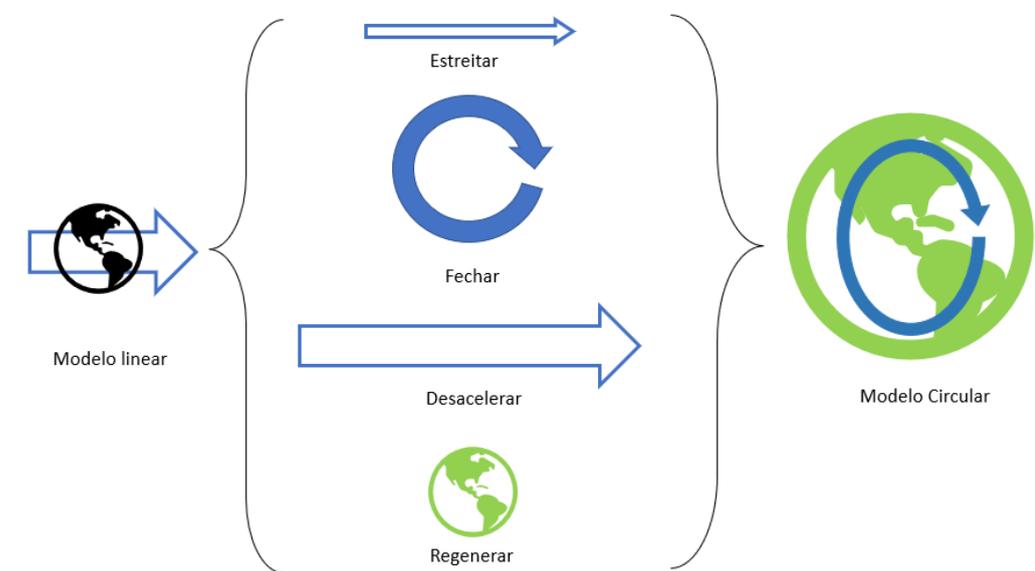
## 5.2 Estratégias circulares para o setor da moda

No fluxo da economia linear, os produtos e bens são desenhados para serem usados somente uma vez durante a sua vida útil e posteriormente descartados e dispostos em um local final, que em geral são aterros sanitários, ou no pior dos casos, lixões. O setor produtivo, até pouco tempo, entendia que sua responsabilidade pelos seus produtos ia até estes saírem das fábricas e chegarem nos consumidores (SENAI-SP, 2020). Da mesma forma, o consumidor entendia que a sua responsabilidade era encerrada quando o produto era descartado.

O termo "circular" implica que as estratégias projetadas para apoiar a transição para a Economia Circular e as mudanças associadas nos fluxos de materiais são, até certo ponto, diferentes dos modelos de negócios, valores, estratégias que entregam ofertas e que resultam em fluxos de materiais lineares (NUßHOLZ, 2017).

Dessa forma, o conceito de Moda Circular tem como proposta a produção e consumo em um ciclo fechado, baseado na, reparação, reuso e reutilização de materiais e reciclagem, e é implementado através de novos modelos de negócios, que utilizam menos matérias-primas e insumos e prolonguem a vida útil dos produtos. O uso eficiente de recursos, a eliminação de substâncias tóxicas, foco nos fluxos de renováveis, a reutilização e reciclagem, o aumento da vida útil dos produtos e a redução na geração de resíduos e externalidades negativas no geral, são estratégias fundamentais para o avanço da Economia Circular (MODEFICA, 2020; SENAI-SP, 2020).

Segundo Bocken et al. (2016), as chamadas estratégias de circularidade podem ser divididas em 3 pilares principais: estreitar o ciclo, desacelerar o ciclo e fechar o ciclo, que serão detalhados a seguir. No presente trabalho será incluído um 4º pilar, o da regeneração. Isto porque considera-se relevante medidas que foquem não só na regeneração dos materiais ou de seu valor associado, mas em ações e meios de produção que possam auxiliar também ecossistemas naturais a se regenerarem (Figura 16). A ênfase na regeneração também é necessária para trabalharmos o desenvolvimento de sistemas de apoio comunitário e novos comportamentos (SENAI-SP, 2020).



**Figura 16:** Esquema demonstrando as estratégias da Economia Circular para construção de novo modelo econômico. Fonte: Elaboração própria.

No caso do setor da moda, pode-se citar como exemplo os métodos alternativos de cultivo de matérias primas de origem renovável, como por exemplo, o algodão, que promovem a restauração de solos e ecossistemas. Além de se trabalhar novas formas de relação entre os consumidores e suas peças de roupa.

Para a aplicação das estratégias, há duas possíveis linhas de atuação: design de produtos e modelos de negócio. A seguir essas duas abordagens serão aprofundadas. Mas ressalta-se que as duas estão conectadas, visto que o desenvolvimento de produtos circulares tem possibilitado o desenvolvimento de novas propostas de negócio e de entrega de valor aos consumidores e a construção de produtos inovadores (ALHAWARI et al., 2019).

### 5.2.1 Estratégias Circulares

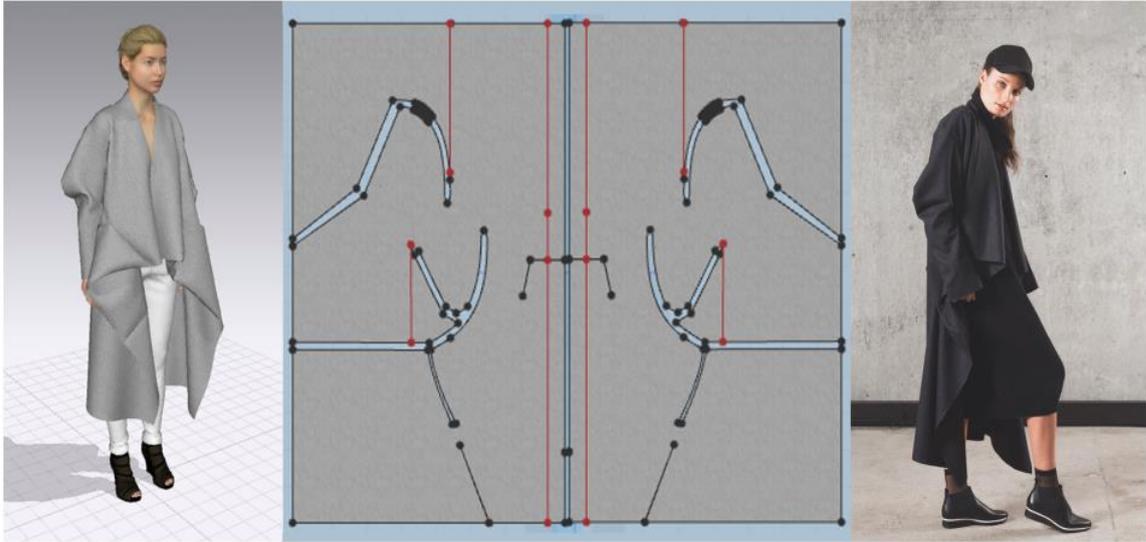
#### a. Estratégias para estreitar o ciclo ou Estratégias para conservar recursos

A máxima desta estratégia é a ecoeficiência (que como falado anteriormente, é um dos conceitos bases da Economia Circular), que objetiva usar menos recursos para produzir o mesmo produto. Pode-se definir ecoeficiência como a produção de bens e serviços que satisfaçam necessidades humanas a um preço competitivo promovendo qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduz de forma progressiva os impactos ambientais e a intensidade de uso de recursos ao longo do ciclo de vida, mantendo-os dentro das capacidades de suporte do planeta (WBCSD, 1992, *apud* CAIADO et al., 2017).

A ecoeficiência já vem sendo utilizada com sucesso no modelo linear (VAN RENSBURG et al., 2020). Ações de ecoeficiência, ou de estreitamento do ciclo, são importantes no setor da moda. Isto porque, as estimativas apontam que as perdas de tecidos nos processos de fabricação podem chegar a 25%, sendo a etapa confecção (corte e costura) a maior responsável, devido a modelagem e encaixe das peças (MCQUILLAN, 2020; MODEFICA, 2020).

Um exemplo de técnica que promove a ecoeficiência é o “zero waste” (ou resíduo zero). É uma técnica de *design* que busca desenhar e modelar peças de modo que todoo tecido seja aproveitado, ou seja, nenhum pedaço ou retalho é descartado, não havendo geração de resíduos, conforme exemplo apresentado abaixo. Mcquillan (2020) vinculou o uso de ferramentas computacionais de modelagem em 3D com novos potenciais para implementação do “zero waste” na indústria têxtil (Figura 17).

No entanto, uma das críticas ao conceito da ecoeficiência dentro da economia linear é que não aborda a dimensão temporal e alterações mais sistêmicas nas formas de produção e consumo. A não observância da dimensão temporal pode gerar a aceleração dos fluxos de demanda e uso de recursos lineares, resultando no que na economia ambiental é chamado “efeito rebote”, onde há aumento da produção e da venda, resultando em pouca ou nenhuma redução de impacto no geral (BOCKEN et al., 2016).



**Figura 17:** Exemplo de uso de tecnologia digital para a estruturação de uma peça *zero waste*.  
Fonte: MCQUILLAN (2020).

Ao se implantar medidas de ecoeficiência, o custo de fabricação e, conseqüentemente, o custo de venda do produto tende a ser reduzido. Scheepens et al. (2016), afirmam que “as pessoas tendem a gastar o que ganham”. Desse modo, quando consumidores economizam dinheiro, eles tendem a gastar o restante ainda assim. Alguns exemplos do “efeito rebote” são: carros mais eficientes no uso de combustível (ou seja, percorrem mais quilômetros por litro de combustível) que leva às pessoas a dirigirem mais; ou lâmpadas mais eficientes energeticamente que leva à aplicação de luzes em mais locais da casa (como jardins ou quintais).

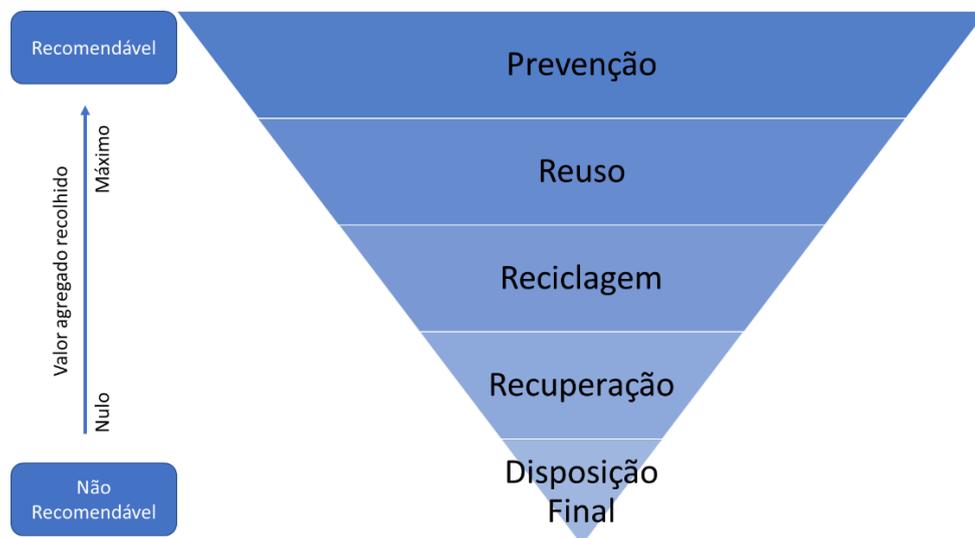
De acordo com Van Rensburg et al. (2020), os ganhos ambientais provenientes de aumento da eficiência no uso de materiais e na eliminação de algumas substâncias tóxicas no setor de calçados, nos últimos 20 anos, foram prejudicados pelo crescimento do consumo de calçados a nível mundial.

Assim, a ecoeficiência dentro da perspectiva da circularidade visa obtenção de mudanças mais holísticas e que vão além das fronteiras de atuação das empresas, ao contrário da abordagem linear na qual as alterações são mais pontuais e restritas ao próprios processos e cadeia de valor (NUßHOLZ, 2017). Essa complexidade da proposta torna importante a implantação dessa estratégia conjuntamente com outras, em especial com as de desacelerar o ciclo.

## b. Estratégias para fechar o ciclo

As estratégias para fechar o ciclo, ou estratégias de “ciclabilidade”, são todas aquelas estruturadas visando a recuperação de valor agregado nos produtos após o final do seu tempo de uso. Dentre os processos que se enquadram nesta estratégia, pode-se citar: a recuperação e a reciclagem. Ambos contribuem para a gestão e conservação de recursos virgens e de materiais que seriam, de outra forma, descartados, e leva a redução da demanda de exploração de novos recursos naturais, necessários para a produção de novos produtos (BOCKEN et al., 2016; AMARAL et al., 2018).

Apesar de a Economia Circular não focar somente nos resíduos, é importante ter em mente que suas estratégias devem ser alinhadas com a hierarquia da gestão de resíduos sólidos. A União Europeia define hierarquia da gestão de resíduos como a ordem prioritária de operação e ações, sendo elas: prevenção, reuso, reciclagem, outros tipos de recuperação (incluindo a recuperação energética) e, finalmente a disposição final (Figura 18) (PIRES & MARTINO, 2019). Prevenção pode ser definida como “medidas tomadas antes de uma substância, material ou produto se tornar resíduo”. Já reuso/reutilização é: “qualquer operação pela qual produtos ou componentes que não sejam resíduos são usados novamente para o mesmo fim para o qual foram concebidos” (DEN HOLLANDER, BAKKER & HULTNIK, 2017).



**Figura 18:** Visão esquemática da hierarquia da gestão de resíduos sólidos. Fonte: Adaptado de Modifica (2020).

Segundo Piribauer & Bartl (2019) recuperação é qualquer operação na qual o resíduo serve para um propósito útil, e que promove a substituição de outros materiais que teriam sido usados para cumprir uma determinada função. Nessa definição, a reciclagem se enquadra como

um tipo de recuperação, mas nem todo processo de recuperação é reciclagem, como é o que acontece por exemplo com a recuperação energética.

A reciclagem pode ser definida como as operações de recuperação através das quais os resíduos passam por reprocessamento e se tornam produtos, materiais ou substâncias que podem ser usados para o mesmo ou para outros fins. Estão incluídos nesta classificação os materiais orgânicos que passam por reprocessamento, no entanto, não está incluído o processo de recuperação energética e o reprocessamento de materiais que serão usados como combustível. A reciclagem têxtil se refere a reprocessamento de resíduos têxteis pré ou pós-consumo para uso em novo produto (que pode ser têxtil ou não) (SANDIN & PETERS, 2018; PIRIBAUER & BARTL, 2019).

Atualmente, recicla-se menos de 1% do total de têxteis produzidos para roupas. Em valores monetários essa prática leva a perda de mais de 100 bilhões de dólares anualmente, além dos custos dos processos de aterramento e incineração (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Há diferentes formas de se classificar os processos de reciclagem. Estas classificações são na realidade uma forma de simplificação e categorização da realidade, uma vez que as rotas de reciclagem são muitas vezes uma combinação de diferentes processos e métodos (Tabela 8).

**Tabela 8:** Detalhamento das diferentes classificações de reciclagem.

Classificação Reciclagem		Detalhamento	Exemplos no Setor da Moda
Grau de processamento	Nível Produto	Não há alteração das características físicas e químicas	Desfibramento
	Nível Materiais	Há alteração das características físicas, mas não das químicas	Extrusão térmica de fios sintéticos (como poliéster)
	Nível Matéria Prima	Há alteração das características físicas e químicas	Despolimerização de fibras sintéticas
Valor agregado	<i>Downcycling</i>	Possui valor menor que o produto original	Uso das fibras do processo de desfibramento para recheio de bancos de automóveis
	<i>Upcycling</i>	Possui valor igual ou maior que o original	Uso das fibras sintéticas do processo de desfibramento para fabricação de novas peças de roupas

Fonte: Elaborado pela autora.

Uma dessas classificações é através do grau de processamento que ocorre na operação. No caso da reciclagem no nível de produto, que também podemos chamar de reciclagem das fibras, a composição física e química do resíduo não é alterada, ou seja, os tecidos são desfeitos, mas as fibras originais têm suas características preservadas (como por exemplo o caso de uso de fibras para material de enchimento de estofados de veículos). Para o caso de reciclagem nível de materiais, ou reciclagem de polímeros/oligômeros, as características físicas do material são alteradas, mas não as químicas, isto é, as fibras não são preservadas, mas os polímeros ou oligômeros são preservados (um exemplo é o derretimento dos tecidos de poliéster e posterior refilamento em nova fibra). Por fim, a reciclagem nível de matéria prima, ou reciclagem de monômero, ambas as características físicas e químicas são alteradas, uma vez que há quebra dos polímeros/oligômeros (como acontece no processo de despolimerização de fibras sintéticas, como poliéster, em monômeros que passam por nova polimerização para nova aplicação em fibras) (SANDIN & PETERS, 2018; PIRIBAUER & BARTL, 2019).

Outra forma de classificação de rotas de reciclagem que vale destacar, devido a sua relevância e abrangência de uso no setor da moda, refere-se ao valor agregado do material. Nessa classificação é possível distinguir dois processos, sendo: a. *downcycling*, referente ao material reciclado que possui valor (ou qualidade) menor que o produto original, e b. *upcycling*, no qual os produtos de material reciclado possuem valor (ou qualidade) igual ou maior que o original (SANDIN & PETERS, 2018).

Para citar alguns exemplos de marcas que estão buscando formas inovadoras de “fechar o ciclo”, a marca de tênis esportivos Nike, desde 2010, já reciclou mais de 3 bilhões de garrafas plásticas que estariam dispostas em aterros para fabricação de tênis. *Wool and the Gang* e *Katie Jones* são duas marcas do Reino Unido que usam resíduos têxteis de algodão (provenientes de camisetas descartadas) como matéria prima para produção de fios de lã e desenvolvimento de novas malhas (MOORHOUSE & MOORHOUSE, 2017).

As estratégias para fechar o ciclo também devem avaliar as questões dos fluxos de materiais dentro e entre a Tecnosfera e a Biosfera. Nesse aspecto retomamos a necessidade da abordagem sistêmica da Economia Circular, justamente para auxiliar na identificação dessas oportunidades de ciclabilidade dentro dos Ciclos Biológicos, restaurando materiais na biosfera e atuando na reconstrução do capital natural, e Ciclos Técnicos, atuando na redução da dependência de materiais virgens e restaurando produtos, componentes e materiais para novo ciclo de uso (VALENCIA, 2017). O *design* pensado para a ciclabilidade dentro de cada uma das esferas necessita de desenvolvimento de cadeias específicas (LUDEKE-FREUND, GOLD & BOCKEN, 2018). As soluções dentro do Ciclo Técnico focam em um nível de inovação

incremental, a curto, médio e até longo prazo. Enquanto as soluções focadas no Ciclo Biológico apresentam-se muito inspiradas em soluções da própria natureza, baseadas na metodologia da biomimética<sup>1</sup> (MESTRE & COOPER, 2017).

O diferencial da abordagem da reciclagem na Economia Circular é a ideia que não seja tratada somente como uma solução de um passivo ambiental, mas como criação de uma nova cadeia de valor promovendo valorização de produtos desvalorizados (SENAI-SP, 2020). Isto porque a reciclagem por si só não influencia na velocidade ou na quantidade de usos de um produto ao longo das etapas do ciclo de vida. Isso é importante pois caso não sejam observados outros pontos da circularidade e não seja analisada sobre uma perspectiva holística, a reciclagem por si só, pode resultar em uma soma de ganho nulo. Um exemplo é o caso das fibras de poliéster que são produzidas a partir de garrafas PET (*Politereftalato de etileno*) recicladas, uma vez que gera uma demanda permanente de entrada de garrafas PET (ou seja, em um fluxo linear) (MODEFICA, 2020).

#### **a. Estratégias para desacelerar o ciclo**

As estratégias para desacelerar o ciclo são todas aquelas que promovem a extensão de vida útil dos produtos, mantendo o valor agregado dele pelo maior tempo possível. Estas estratégias atuam na redução de demanda do sistema de reposição dos produtos (BOCKEN et al., 2016).

Em uma economia aonde a busca por “vender mais e vender rápido” é a lei, esta proposta de reduzir a renovação de produtos aparece como a mais disruptiva. A estratégia de “viver com menos que duram mais” é focada no desenvolvimento de produtos de qualidade, longa duração e alinhado com oferta de serviços de reparo e manutenção. Modelos de negócios mais associados com entrega de performance e prestação de serviço do que do produto em si são mais alinhados com essa estratégia, como será discutido mais adiante (BOCKEN & RITALA, 2021).

As propostas desenvolvidas dentro da visão de desacelerar o ciclo são as que mais dependem de uma nova mentalidade não só do setor produtivo, mas do consumidor também. A mudança de relação com os objetivos, produtos e coisas também envolve a consciência de que posso não ser dono, mas mero usufruidor dele.

---

<sup>1</sup> Segundo o site do Biomimicry Institute Biomimétrica é “uma prática que aprende e imita as estratégias encontradas na natureza para resolver os desafios do *design* humano - e encontra esperança ao longo do caminho” (BIOMIMICRY INSTITUTE, 2021).

No caso da Moda, os sapateiros enquadram-se bem nessa proposta. Ao reparar e recuperar calçados que apresentam algum tipo de “falha” (salto quebrado, solado descolado, fivela quebrada), os produtos ganham nova vida e seu valor é retido por mais tempo.

Nesse sentido, observa-se que as três estratégias apresentadas (estreitar, fechar e desacelerar o ciclo) não são mutualmente excludentes, pelo contrário, são compatíveis e complementares. Idealmente todas elas devem ser pensadas ao estruturar um produto, ou seja, produzir usando processos mais limpos e mais eficientes, com materiais de fontes recicladas e pensado para ser facilmente reciclado e de um modo que seja durável e que possa ser associado a um serviço que possibilite uma vida útil mais longa.

### 5.2.2 *Design*

É na etapa inicial de desenvolvimento de um produto, chamado fase de *design*, que há maior liberdade e possibilidade de inovação. Assim, a inclusão dos princípios da Economia Circular nessa etapa é essencial, isto porque após a constituição da especificação do produto, as possibilidades de alterações ficam limitadas (BOCKEN et al., 2016).

O *design* é um processo praticado na economia linear e modelado pelas indústrias para ser limitado no tempo e vida útil (seja por aspectos tecnológicos/mecânicos, seja por aspectos de “ser desejáveis”). No período da Grande Depressão nos Estados Unidos, iniciada em 1929 e que durou ao longo da década de 1930, a obsolescência programada foi estruturada visando estimular a compra e o mercado e possibilitar a recuperação econômica por meio do consumo. Portanto, a ideia era que os produtos se tornassem obsoletos e fossem continuamente substituídos (MORENO et al., 2016; SENAI-SP, 2020).

Percebe-se que a obsolescência não está só relacionada com funcionamento, integridade ou eficiência, pois, produtos que ainda funcionam e/ou cumprem sua função perfeitamente ainda são descartados. É possível identificar alguns tipos de obsolescência ou motivos que levam produtos a serem descartados, como: obsolescência estética (o produto deixa de ser desejável), obsolescência social (produtos que se tornaram proibidos, por exemplo), obsolescência tecnológica, entre outras (DEN HOLLANDER, BAKKER & HULTNIK, 2017).

Os primeiros movimentos de integração da sustentabilidade nos processos de *design* foram baseados no uso de ferramentas de ACV para entender os impactos ambientais em cada etapa do ciclo de vida dos produtos e promover melhores escolhas. O *design* passou, então, a incorporar essas preocupações ambientais e nessa abordagem ficou conhecido como “*design* sustentável” ou “*eco-design*”. No momento seguinte novos aspectos foram incorporados no

*design* sustentável, que passou a considerar questões sociais, uso socialmente responsável, cadeia de valor e *design* visando suprir necessidades humanas (MORENO et al., 2016).

De acordo com Sassanelli et al. (2020), a finalidade do uso do *design* sustentável para promover a circularidade é a melhoria no desenho/projeto de produtos, serviços e sistemas abordando uma perspectiva circular, incorporando as estratégias apresentadas anteriormente.

Há diversas formas de se nomear, classificar e organizar as estratégias de *design* circulares na literatura (BOCKEN et al., 2016; MORENO et al., 2016; DEN HOLLANDER, BAKKER & HULTNIK, 2017; LUDEKE-FREUND, GOLD & BOCKEN, 2018; SENAI-SP, 2020). Optou-se por organizar e estruturar as tipologias focando em 3 níveis, que serão detalhadas a seguir: (a) *design* de processo ou cadeias de valor; (b) *design* de produto ou componentes; e (c) *design* de materiais.

#### **a. *Design* de processo ou cadeias de valor**

Esta tipologia está atrelada às estratégias tanto de estreitar o ciclo e “cuidar” do ciclo. São os processos de eficiência de processos e de introdução de materiais e energia renováveis, reciclados ou biodegradáveis. São as decisões e escolhas realizadas acerca das matérias primas e recursos que irão compor o produto e a forma como estes recursos irão o constituir.

#### **b. *Design* de produto ou componentes**

Neste nível busca-se prevenir a obsolescência de diferentes maneiras, assim, está alinhada com a estratégia de prolongar ou estender o ciclo.

##### **b.1 *Design* para durabilidade (física ou emocional)**

O desenho de produtos de qualidade com materiais resistentes e adequados a usabilidade do produto, o torna muito mais durável, aumento o número de vezes que é utilizado. No entanto, conforme comentado, a obsolescência também está relacionada com questões sociais e emocionais. Desenvolver produtos que sejam mais atemporais e “clássicos” possibilitam seu uso por mais tempo no aspecto estético. Outra abordagem que pode ser utilizada é o apego sentimental que o consumidor pode desenvolver com um produto de modo que não se sinta compelido a descartá-lo.

## b.2 *Design* para manutenção e reparo

De maneira tradicional o reparo é visto como um negócio a parte da fabricação do produto. A inclusão de pedaços de tecidos em locais de maior desgaste (como região do cotovelo de um casaco) pode ilustrar esta estratégia, uma vez que facilita o reparo da peça ao trocar somente uma parte desta (FLETCHER & GROSE, 2011).

## b.3 *Design* para atualização e adaptabilidade

O foco desta proposta é incorporar a possibilidade de mudança em um produto. O *design* deve ser estruturado com o olhar para o futuro e na sua contínua mudança.

Como um exemplo de *design* de atualização e promoção de longevidade da peça, podemos citar a Petit Pli. A empresa foi fundada em 2017, e objetiva resolver problemas para indivíduos, empresas e o planeta, na cadeia têxtil. A marca desenvolve roupas infantis que “crescem” visando acompanhar o crescimento das crianças e que possibilita o seu uso por muito mais tempo. Uma única peça de roupa do fabricante corresponde a 7 tamanhos, ou seja, 1 peça se compara a 7 peças tradicionais (Figura 19). De acordo com o site da empresa, o conceito do Petit Pli é baseado no uso de materiais de forma sustentável. O *design* das peças é realizado de modo a reduzir a geração de resíduos e emissões de gases de efeito estufa, além de serem construídos de monofibras de modo a possibilitar a reciclagem no final de sua vida útil (PETIT PLI, 2021).



**Figura 19:** Exemplo de *design* de atualização e adaptabilidade, onde as peças crescem juntamente com o usuário prolongando seu tempo de uso. Fonte: Site PETIT PLI (2021).

### c. *Design de materiais*

O foco desta tipologia é a reciclagem e retorno dos materiais aos ciclos biológicos e está, portanto, associada à estratégia de fechar o ciclo. O objetivo é a recuperação com o máximo possível de integridade. Nesse sentido, desenhar produtos que facilitam o fechamento dos ciclos, dentro da perspectiva da Economia Circular, é pensar em ***design monomaterial*** e ***design para fácil separação*** visando à reciclagem.

Segundo Ræbil & Hasling (2018) monomaterial é “o produto composto de um único tipo de material ou um produto com componentes em que cada um é feito de um único tipo de material”.

No *design* de fácil separação é importante que seja estruturada a facilitação da separação dos componentes do produto, e que esta separação tenha como resultados monomateriais. Assim, os produtos são mais facilmente recuperados na reciclagem mecânica.

Para o caso dos produtos provenientes do setor da moda, como os têxteis, o final de vida geralmente consiste em peças compostas de multimateriais, ou multifibras que torna a reciclagem mais complexa, isto porque as fibras necessitam ser separadas. Além disso, somente algumas misturas de fibras podem ser recicladas, por exemplo, misturas com o algodão podem ter risco de incêndio durante o processo (MODEFICA, 2020).

### 5.2.3 Modelos de Negócio

No trabalho de Wirtz et al. (2016), os autores citam a importância atribuída aos Modelos de Negócio (MdN) por serem ferramentas de gerenciamento consideradas relevantes para o sucesso das organizações. Vale ressaltar a diferenciação entre estratégia e modelo de negócio. A primeira envolve a visão da organização, ou seja, é a ideia de qual direção tomar. Já modelo de negócio é um resultado direto da estratégia, é um meio para uma implementação coerente da estratégia. Assim, modelo de negócio pode ser definido como a estrutura organizacional e financeira, e que define que como uma determinada organização converte recursos em valor econômico (NUßHOLZ, 2017).

Ressalta-se que esta estrutura apresenta uma perspectiva dinâmica, pelas características representativas das atividades da empresa, é vinculado à estratégia, aos clientes e mercado e apresenta como foco a competitividade (WIRTZ et al., 2016; LAASCH, 2018).

Um modelo de negócio deve ser considerado criticamente de uma perspectiva dinâmica, portanto, dentro da consciência de que pode haver necessidade de evolução ou inovação dele, devido à mudanças internas ou externas ao longo do tempo. Além disso, o modelo de negócio deve representar um arcabouço conceitual para organizar a criação de valor de uma empresa, de modo a garantir a sustentabilidade, a rentabilidade e/ou a circularidade. Assim, percebe-se a relevância de ter uma definição bem delimitada e sua relevância na proposição de valor das empresas.

A proposta de valor da Economia Circular representa uma série de decisões desenhadas para preservar no sistema o valor ambiental e econômico embutido em um produto ou serviço. Conforme observado acima, os fatores internos e externos devem ser considerados para apresentar uma imagem holística. Para além das implicações gerais da estratégia empresarial, devem ser tidos em consideração os clientes e o mercado (fatores externos), por um lado, e as condições de prestação do serviço / criação de valor (fatores internos), por outro.

Propostas de valor novas alinhadas com os princípios da sustentabilidade, associadas ao uso de tecnologia e envolvimento da Alta Direção das organizações, podem gerar modelos de negócio novos e circulares e trazer inovações, de modo que os negócios passem a contribuir na promoção da Economia Circular.

Neste sentido, Nußholz (2017) nos traz a seguinte definição de modelo de negócio circular:

“Um modelo de negócios circular é como uma empresa cria, captura e entrega valor com a lógica de criação de valor projetada para melhorar a eficiência dos recursos, contribuindo para estender a vida útil de produtos e peças (por exemplo, por meio de *design* de longa vida, reparo e remanufatura) e fechamento loops de material”. (traduzido de Nußholz, 2017)

Nessa perspectiva de inovação de MdN e o vínculo com outros atores, como potencializador da proposta de circularidade, a reconfiguração pode ocorrer em 3 dimensões entre a organização, a cadeia de valor e os clientes: 1. Conteúdo (ou seja, adicionar novas atividades); 2. Estrutura (correlação e conexão entre as atividades); ou 3. Governança (o controle pela atividade) (NUßHOLZ, 2017).

Dentre os componentes que os autores Wirtz et al. (2016) citam como constituintes dos modelos de negócio, que tem grande correlação com a Economia Circular: os recursos materiais e imateriais, a visão orientada para rede e os modelos de oferta de mercado. Isso fica claro ao

comparar com o artigo de Centobelliet al. (2020) que nos diz que a plena exploração do benefício estratégico, analítico e comunicacional dos modelos de negócios para uma transição da Economia Circular requer três dimensões adicionais: 1. a criação de valor sustentável; 2. a gestão proativa e a ampliação da rede de partes interessadas; e 3. uma visão de perspectiva de longo prazo. Os autores apresentam 3 principais dimensões dos modelos de negócio circulares:

1. **Criação de valor** – associada à manutenção de produtos e processos, à combinação de recursos e materiais e à compra de resíduos reciclados, a reciclagem total de recursos, a desmaterialização de produtos, e processos de produção sob demanda;
2. **Transferência de valor** – elementos relacionados à segmentação do cliente e relacionamento com o cliente; e
3. **Captura de valor** – obtida pela capitalização de fontes de receitas adicionais, reduzindo custos e mudando sua estrutura, enquanto preserva o valor, os recursos naturais e o bem-estar. Essas dimensões podem ser combinadas de modo a gerar maiores benefícios.

Os Modelos de Negócio Circulares são, portanto, uma importante ferramenta de mudança sistêmica para as indústrias caminharem em direção a um caminho mais sustentável. Uma grande mudança de mentalidade é necessária, onde o foco deixa de ser a produção e passa a ser as necessidades do consumidor, desassociando a criação de valor com consumo de recursos (SENAI-SP, 2020).

A literatura acerca das tipologias e identificações de Modelo de Negócios Circulares também é vasta (BOKEN et al., 2016; NUBHOLZ, 2017; PIERONI et al., 2019; ROSA et al., 2019; SENAI-SP, 2020; BOCKEN et al., 2021). Com base em diferentes referências, foram elencados 5 modelos aderentes ao setor da moda para serem detalhados a seguir. Os arquétipos de modelos de negócio que se beneficiam e são estruturados com base em produtos com ciclo de vida maior.

São cinco as filosofias principais das propostas: aumentar a colaboração, pagar pela performance (ao invés de posse), operacionalizar logística reversa e a visão integrada com a responsabilidade com o meio ambiente, descritos a seguir.

### **a. Regenerativo**

Neste modelo de negócio o foco é dado ao uso de energia e materiais renováveis, restauração de ecossistemas e/ou retorno do recurso natural ao ciclo biológico. Posteriormente será mais bem detalhado as práticas regenerativas.

### **b. Compartilhamento**

As ações têm como objetivo o compartilhamento de produtos, como plataformas de troca e compartilhamento e os produtos de segunda mão. Esse modelo cria oportunidades para consumidores, empresas (de todos os tamanhos) que trocam, emprestam e compartilham seus bens ociosos, aumentando as taxas de uso de produtos e assim diluindo os impactos ambientais que ocorreram na sua produção por um tempo de vida maior.

No Brasil podemos citar a iniciativa da Roupateca, uma iniciativa de guarda-roupa compartilhado. A empresa disponibiliza no site diferentes planos de assinatura (de mensal, até anual) onde o cliente leva a peça selecionada para casa por um período de até um mês. Após o tempo determinado, a peça é retornada e pode-se escolher novas peças por mais um tempo determinado. A empresa é responsável pela entrega e recolhimento e pela higienização das peças (ROUPATECA, 2021).

### **c. Vida útil longa**

São os negócios que focam em entregar produtos de alta qualidade e duráveis. A durabilidade está associada não só às questões físicas, mas também a percepção de valor atrelado aquele produto. Assim, o vínculo emocional também pode ser uma das estratégias usadas nesse modelo de negócio.

Nesse sentido, a marca *MADE BY YOU* aposta no vínculo emocional dos seus clientes pelas peças que são desenvolvidas pelas suas próprias mãos (Figura 20). A empresa disponibiliza box contendo linhas, agulhas de crochê ou tricô, manual de instruções para que o próprio cliente em sua casa produza a peça. (MADE BY YOU, 2021).



**Figura 20:** Kit vendido pela MADE BY YOU. Fonte: MADE BY YOU (2021).

#### **d. Acesso ou performance (Produto como Serviço - PSS)**

O negócio é focado em prover a satisfação da demanda do cliente sem que haja necessidade de pertencimento de um produto físico. A proposta é os consumidores pagarem pelo uso de um produto sem o possuírem. Ele é visto somente como um meio para atendimento das necessidades do consumidor.

No Brasil temos o exemplo da Circulô. A marca nos questiona se precisamos mesmo comprar as peças que terão uma vida curta, visto que os bebês crescem rapidamente e muito rapidamente perdem suas peças. Dessa forma, por que não alugar esses itens? Assim, a Circulô propõe o aluguel de um guarda-roupa cápsula, com peças sustentáveis e sem gênero, produzidas localmente e com algodão orgânico. Segundo a própria empresa, que descreve no site, a proposta do modelo de negócio é circular as roupas, de modo que sejam usadas não apenas por um ou dois bebês, mas por vários. Conforme o bebê cresce há a possibilidade de retornar as peças e trocá-las por outras do próximo tamanho (Figura 21) (CIRCULÔ, 2021).



recursos hídricos, do ar e regeneração dos ecossistemas naturais, ou seja, não é somente conservar os recursos e habitats naturais, mas melhorá-los ao longo do tempo (SENAI-SP, 2020). Quando pensamos em sistemas regenerativos voltados para a questão das emissões de GEE, a ideia não é só reduzir essas emissões, mas gerar ações de sequestro líquido de carbono (ERIKSSON BG, 2017 *apud* MODEFICA, 2020).

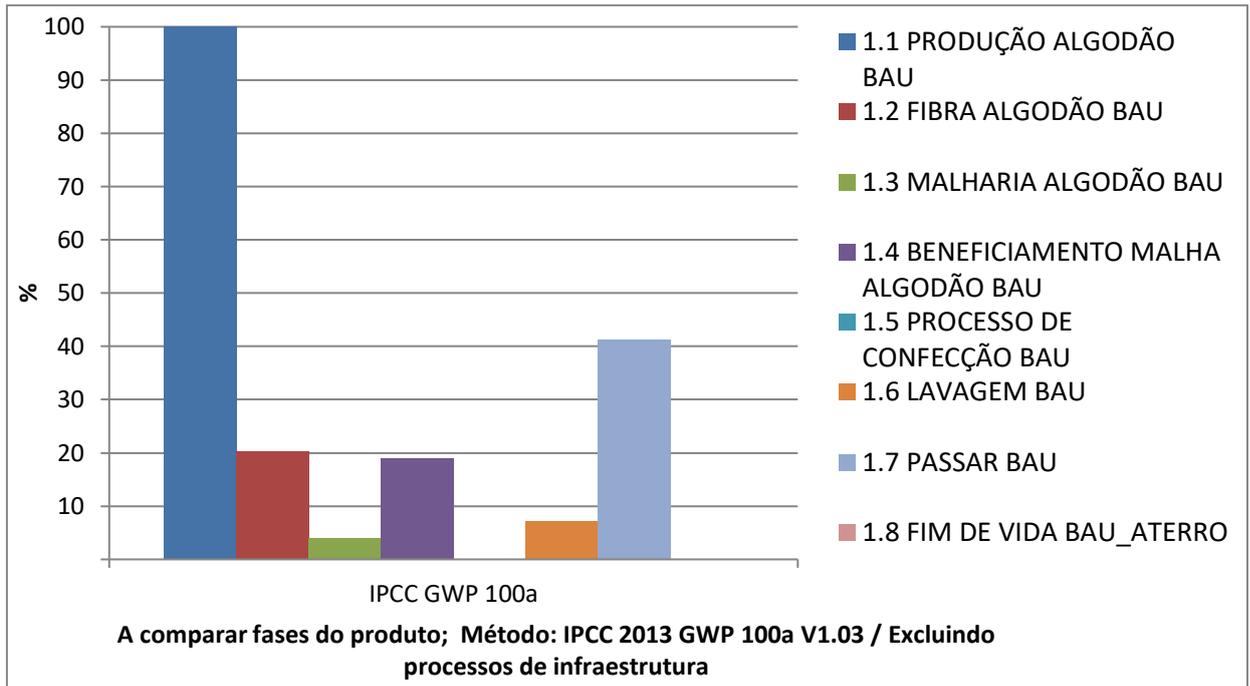
As práticas regenerativas estão correlacionadas com estratégias focadas no Ciclo Biológico. Dessa forma, o uso de materiais compostáveis se enquadram nessas práticas. As fibras naturais, como algodão, quando expostas a condições ambientais para tal, se biodegradam e retornando o ciclo de nutrientes ao solo. Assim é importante que este material esteja livre de compostos tóxicos que contaminam o solo e os recursos hídricos (MODEFICA, 2020).

Outro exemplo de medidas que podem auxiliar na regeneração dos sistemas naturais é a agricultura regenerativa, como a agroecologia ou sistemas agroflorestais. A agricultura regenerativa se foca na criação de relações entre os componentes ecológicos, sociais, culturais e espirituais das comunidades de modo a promover o crescimento das diferentes formas de capital. As práticas regenerativas na agricultura promovem aumento da fertilidade dos solos, melhoria na quantidade e qualidade dos recursos hídricos, capturam carbono e aumentam a resiliência de ecossistemas, ao mesmo tempo que apoiam culturas tradicionais e economias locais (GIBBONS, 2020).

No Brasil há a espécie *Indigofera suffruticosa*, conhecida como anileira, da família *Fabaceae*, que é usada como matéria prima natural para produção do pigmento anil. O pigmento não é obtido da planta viva, mas após um processo de fermentação das folhas das anileiras em água. A planta, como outras da família das *Leguminosae*, atuam na correção e recuperação do solo, auxiliando na fixação de nutrientes, como o nitrogênio. É uma espécie de fácil manutenção e que estimula a fertilidade do solo. O pigmento anil gerado sai como pequenas pedras de giz ou em pó, em um tom de azul intenso e tem aplicação, dentre outras, na indústria têxtil, de tintas e cosmética (Figura 22) (ETNO BOTÂNICA, 2021; STUNGINSKI, 2021).

Como a Economia Circular é baseada na abordagem do pensamento sistêmico, há estratégias tão diferentes e que podem ser complementares ou até mesmo concorrentes. Isso é importante pois as ações de circularidade não devem ser pensadas e estruturadas somente com base no produto em si, ou somente no usuário, mas também o sistema em que o produto irá habitar (ser produzido, consumido, descartado e recuperado) (MODEFICA, 2020).





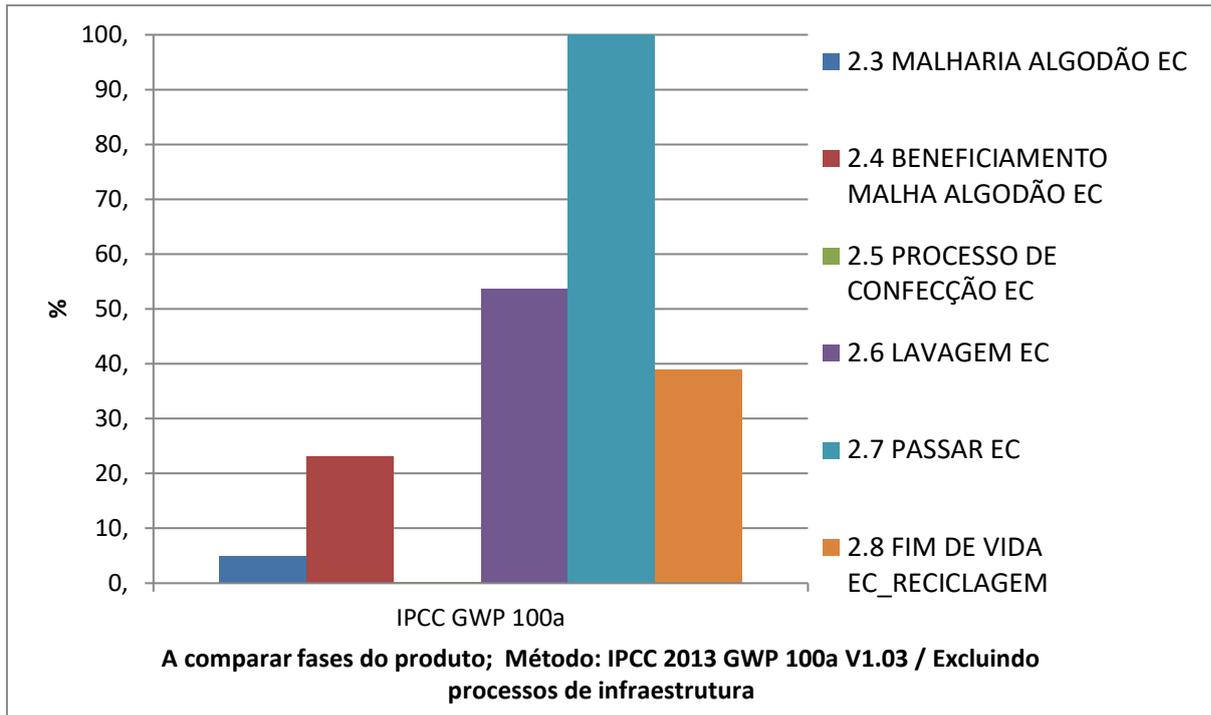
**Figura 23:** Impacto de cada etapa do ciclo de vida da Camisa 1 (BAU) nas emissões de CO<sub>2</sub>eq. Fonte: Elaborado pela autora.

Destaca-se que a etapa de agricultura não ocorre no estado do Rio de Janeiro. Contudo, conforme a metodologia de pegada de carbono e a fronteira utilizada para o estudo (berço ao túmulo), essas emissões devem ser contabilizada e incluídas no cálculo.

A segunda etapa do ciclo de vida que tem maior influencia na pegada de carbono do produto é “Passar”, momento que está relacionado com a fase de uso. Essa constatação está aderente com a literatura, que aponta a fase de uso dos produtos como intensiva em emissões de GEE devido à necessidade de energia elétrica para lavar, secar e passar (JONER et al., 2016; PERIYASAMY, WIENER & MILITKY, 2017). Assim os processos associados com o consumo e uso consciente dos produtos tem relevante impacto na pegada de carbono do produto.

## b. Camisa 2 (EC)

A Camisa 2 (EC) apresenta uma pegada de carbono de 2,94 kg CO<sub>2</sub>eq (para a função pretendida). No caso da Camisa 2 (EC), uma vez que não há etapa da agricultura do algodão, a etapa de maior impacto na categoria de mudanças climáticas é a de passar e lavar, respectivamente. A figura abaixo apresenta os dados de modo comparativo, com os valores das percentagens do total de cada etapa do ciclo de vida.



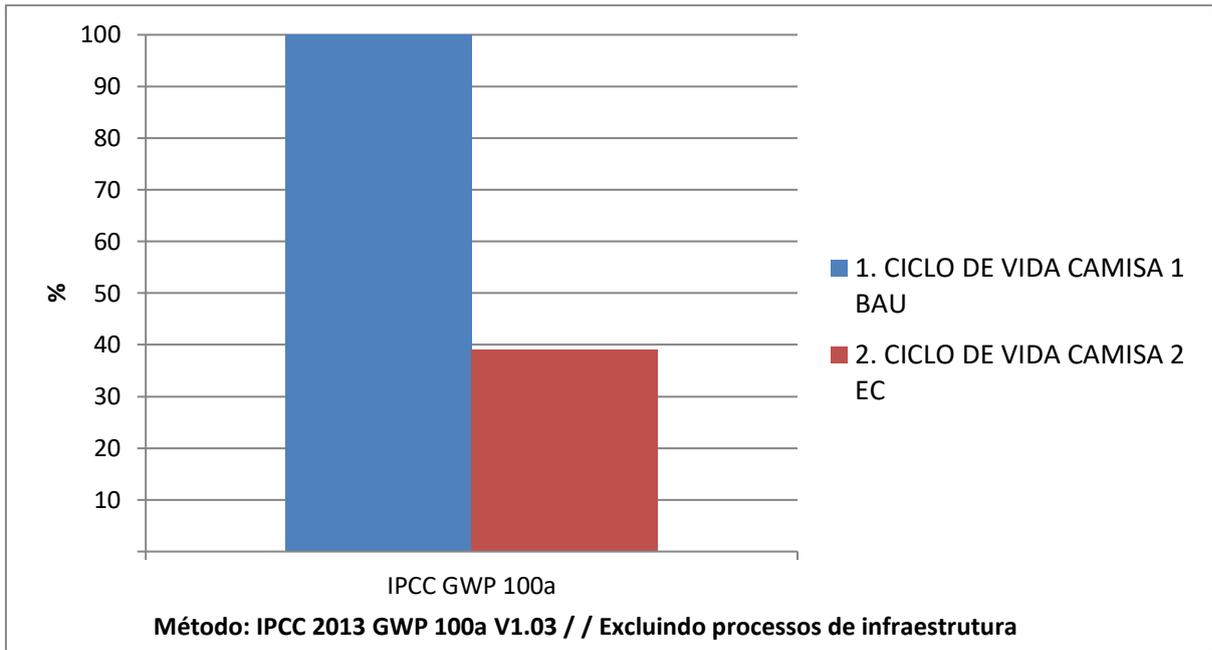
**Figura 24:** Gráfico com a percentagem de emissões de CO<sub>2</sub>eq em cada etapa do ciclo de vida da Camisa 1 (BAU), excluindo etapa de agricultura. Fonte: Elaborado pela autora.

### c. Comparação Camisa 1 (BAU) e Camisa 2 (EC)

Quando realizamos a comparação dos resultados da pegada de carbono das camisas é possível observar que a Camisa 1 (BAU) apresenta emissão de GEE superior à Camisa 2 (EC) (Figura 25). Como a etapa da Agricultura é que apresenta maior emissão de GEE na Camisa 1 (BAU), o fato da estratégia da Economia Circular eliminar esta etapa, uma vez que sua matéria-prima seria proveniente da reciclagem (fechar o ciclo), faz com que a Camisa 2 (EC) já tenha menor impacto na categoria de mudanças climáticas.

Uma vez que a indústria nacional é a principal fornecedora das peças consumidas no país, e que em toda a cadeia têxtil e de confecção brasileiro foram confeccionadas 9,04 bilhões de peças (entre vestuário e meias, acessórios e cama, mesa e banho) (COLERATO, 2019; ABIT, 2021). Percebe-se que as estratégias da Economia Circular tem grande potencial de auxiliar nas reduções das emissões de GEE do setor, do estado do Rio de Janeiro e do país.

É importante destacar que nem todas as estratégias da Economia Circular foram incluídas na modelagem da Camisa 2 (EC), como por exemplo, a maior eficiência no processo de corte e costura (estreitar o ciclo). Assim, outras variações de proposta de cálculo podem acontecer.



**Figura 25:** Gráfico com comparação entre as emissões de CO<sub>2</sub>eq entre as duas camisas analisadas, em percentagem. Fonte: Elaborado pela autora.

Adicionalmente, sabe-se que algumas ações que faz com que a peça de vestuário dure mais envolve o cuidado durante o ciclo de “uso, lavagem, secagem e passar”, ou seja, momento em que a responsabilidade é do consumidor. Isso significa que, por mais que o uso da máquina de lavar em sua capacidade total seja favorável no quesito de eficiência energética do equipamento, essa atitude é mais danosa para as fibras do tecido. Isto porque, máquina com mais peças de roupas, há maior atrito e, conseqüentemente, maior desgaste das fibras.

O impacto da etapa de “secagem” devido ao uso de energia elétrica por parte do ferro de passar não há alteração entre as camisas, pois a premissa usada foi que seriam iguais para ambas as camisas. Nesse sentido voltamos a questão mais sistêmica da Economia Circular e nos perguntaríamos, como, por meio de *design* ou uso de outro tipo de material, seria possível atuar para redução dos impactos ambientais nessa fase do produto? Por análises e observações como esta que é importante o entendimento não só do produto em si, mas aonde ele irá habitar, quem irá consumi-lo e saber quais são as práticas associadas a este consumo e de que maneira isso pode ser influenciado de modo a gerar menos impactos ambientais.

Outro ponto de destaque é que, conforme apresentado no inventário do ciclo de vida do produto, a eficiência do processo de reciclagem das fibras é de 90%, ou seja, há perda de 10% do material. Isso poderia significar ainda uma demanda por parte de matéria-prima virgem no setor de modo geral.

### **5.3.2 Limitações e oportunidades de melhoria**

Uma das limitações do estudo foi justamente a necessidade de uso de dados secundários. Em especial os dados de reciclagem que não são de origem nacional, o que traz uma incerteza maior ao cálculo. Adicionalmente os dados secundários do banco de dados do *Ecoinvent* foram relativos (quando não havia dados brasileiros) à uma representatividade média global, como por exemplo, a produção de insumos químicos.

Percebe-se que o inventário para algumas etapas é mais completo que para outras. Isso destaca-se principalmente para os “outputs” (ou seja, as saídas) dos processos, como é possível observar na etapa de beneficiamento da malha.

O próprio banco de dados também apresenta algumas lacunas de informações, em especial, para processos e produtos têxteis. Algumas das entradas dos processos precisaram ser agrupadas de maneira mais genérica em função dessas limitações da ferramenta, incluindo produtos químicos como pesticidas, inseticidas e outros, que podem ter relevância nos impactos da categoria de mudanças climáticas.

### **5.4 Necessidades de desenvolvimento da cadeia de valor para implantação de estratégias circulares no setor da moda do Rio de Janeiro**

Com base nos dados das CNAEs levantados, identificando o perfil dos atores do setor da moda textil fluminense, e sobrepondo com o levantamento das estratégias da Economia Circular é possível observar algumas necessidades de desenvolvimento. Destaca-se que as análises foram realizadas com base nos dados oficiais, não levando em consideração os atores informais nas cadeias, que podem ser significativos. Além disso, a consulta realizada só levou em consideração os CNAEs principais das pessoas jurídicas, isto é, aquele descreve a atividades econômica principal, considerada de maior receita auferida ou esperada. No entanto, é possível haver CNAEs secundários, que engloba outras atividades.

Podemos dizer também o setor na área de estudo apresenta atualmente poucos representantes que se enquadram nas estratégias de modelo de negócio da Economia Circular, como os casos de “Extensão de valor do produto por meio de reparo e manutenção” e “Compartilhamento”. Conforme foi observado na Tabela 4 anterior, do total dos estabelecimentos levantados, 1.261 se enquadram como “reparação e manutenção de outros objetos e equipamentos pessoais e domésticos não especificados anteriormente”, que representa aproximadamente 6,9% dos estabelecimentos sem levar em consideração o

comércio. Ressalta-se que este número dentro do setor têxtil é ainda mais reduzido, uma vez que outras atividades de reparo estão incluídas no mesmo CNAE. Nesse mesmo sentido, os estabelecimentos que estão enquadrados como “Aluguel de objetos de vestuário, joias, acessórios” totalizam 805 no estado do Rio de Janeiro, que corresponde a 4,4% dos estabelecimentos, novamente sem considerar o comércio.

Assim, o que esses valores nos mostram é o potencial de desenvolvimento desses modelos de negócio no estado do Rio de Janeiro. A estruturação de novos modelos com foco em compartilhamento e extensão de vida útil de produtos pode ser atrativo especialmente para os consumidores que são mais engajados e conscientes nas questões ambientais. Adicionalmente, conforme já comentado inúmeras vezes ao longo do trabalho, a necessidade de uma abordagem sistêmica da circularidade nos leva a refletir no impacto da alteração proveniente dessa alteração dos modelos de negócios em outras cadeias, como os próprios serviços. Um aumento nos negócios de aluguel de roupas poderia levar, por exemplo, a um aumento da necessidade de serviços de lavagem e secagem de roupas.

Outro ponto a se observar é a composição do setor da moda no estado do Rio de Janeiro acerca do porte das empresas. Como é composto, em sua grande maioria, por micro e pequenas empresas que correspondem a 93,51% dos estabelecimentos legalmente estruturados. Isto pode ser um dificultador para a implantação de estratégias da Economia Circular, uma vez que estas apresentam menor fluxo de caixa e menor poder de influência na cadeia, menos mão de obra e até tempo para promoção de inovações em modelos já pré-existentes. O que muitas vezes observa-se é que os micro e pequenos negócios circulares já nascem com esta proposta de valor, e mais dificilmente observa-se uma mudança no modelo de negócio de uma empresa já existente. Isto porque a reestruturação de um modelo de negócio é dependente de decisões estratégicas, que demandam tempo, conhecimento e tempo de retorno e risco de retorno incerto.

Nesse sentido, a necessidade de construção de condições econômicas para a transição recebe destaque. Uma série de oportunidades só serão possíveis de se tornarem realidade, como inovação, estruturação de mercados secundários, infraestrutura física, digital e capacitação, caso haja condições econômicas para isto, seja por meio de financiamento, estímulos e parcerias.

A “falta de apoio da cadeia de valor” foi uma das barreiras identificadas no estudo de Rizos et al (2016) para a transição de Pequenas e Médias Empresas para a Economia Circular. No presente estudo, do Rio de Janeiro, é possível observar essa barreira quanto à presença de determinado elo da cadeia que possibilite o retorno dos materiais para nova valorização. Isto por que, não foram identificadas empresas que atuam com reciclagem têxtil no estado do Rio

de Janeiro, como também foi observado na pesquisa de Lobo et al (2017). O que foi possível identificar foram ações mais pontuais de aproveitamento desse tipo de resíduo com o foco artesanal e de educação ambiental localizado. Esse tipo de atividade, por mais interessante que seja, não pode ser considerado relevante na análise visto que a proposta da Economia Circular é a geração de valor e a promoção da mudança a nível mais estrutural nas formas de produção, consumo e valoração de materiais.

Assim, torna-se importante o desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem. E adicionalmente a atração de recicladores têxteis visando agregar valor para este material, com foco nos municípios de maior concentração de confecção, conhecidos como os “pólos de moda”, como Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São Gonçalo, Nova Friburgo, Petrópolis e Nova Iguaçu (Figura 11, página 37). Ações nesse sentido iriam “atacar” as barreiras Tecnológica e Mercadológica identificadas por Kirzherr et al (2018) e apresentadas anteriormente no capítulo de Referencial Teórico.

Neste contexto, o foco nos pólos de moda traria diferentes vantagens. Primeiramente a maior possibilidade de recuperação de materiais proveniente dos próprios processos de produção que, como falado, pode chegar a até 30% dos tecidos. Em segundo, a vantagem da proximidade da oferta (recicladoras) com a demanda (confecções). Além disso, essa ação é relevante, pois, conforme identificado no presente estudo, a reciclagem têxtil tem um papel importante na redução da pegada de carbono de peças de vestuário.

Como já comentado, a busca por uma economia mais circular deve se estender também à cadeia de valor, com foco na gestão dos fornecedores. Dessa forma, os atores industriais cariocas podem estimular as práticas circulares/regenerativas de seus fornecedores, fazendo uma gestão mais ativa e demandando matérias produzidas de maneira mais sustentável, responsável e transparente, ao mesmo tempo em que utilizam menos insumos químicos e tóxicos e otimizam seus processos, gerando menos desperdícios de recursos no geral. Além disso, a vantagem competitiva do Brasil, por possuir todas as etapas do ciclo de produção em território nacional, é uma oportunidade de estímulo à produção local, promoção de uma melhora na gestão, governança e transparência, e estimulando o desenvolvimento socioeconômico brasileiro e reduzindo impactos ambientais significativos no transporte das matérias primas internacionalmente.

Ao realizar o levantamento das estratégias da Economia Circular aplicáveis ao setor da moda é possível observar que algumas das iniciativas são bem complexas e de difícil execução. Em especial as que demandam maior aderência e responsabilidade dos consumidores e de toda a cadeia de valor do produto, além de profunda mudança no sistema sócio-cultural e relação

com os produtos e seu significados sociais.

Dessa forma, estudos que avaliem o nível de engajamento, disponibilidade de alterações de hábitos e consciência dos consumidores quanto às questões de sustentabilidade são importantes. O perfil e a disposição dos consumidores em participar de ações propostas na Economia Circular é relevante para a melhor estruturação de cenários e melhor possibilidade de avaliação das alterações dos impactos ambientais dos produtos do setor da moda.

Percebe-se, portanto, que o caminho em direção à circularidade da economia é complexo e gradual. Assim, entendendo o perfil dos empreendimentos do setor da moda no estado, que é predominantemente composto por Micro e Pequenas Empresas, pode-se sugerir o uso de algumas ferramentas (conforme identificadas e listadas no capítulo 5.2) que podem iniciar o processo na circularidade das ações, focando nos quatro pilares da Economia Circular identificados.

Inicialmente, implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (como os da ABNT ISO 14001:2015) (ABNT, 2015a) para realizar a identificação dos impactos ambientais e definição de políticas é um primeiro passo importante, para que seja possível entender o empreendimento e estabelecer metas para onde quer chegar. Após, a adoção de ferramenta de otimização de processo, como o Produção Mais Limpa (P+L), é uma etapa em direção ao estreitamento do ciclo, ou seja, da estratégia de produzir com menos matérias primas e gerando menos impacto.

Com o foco na estratégia de “prolongamento do ciclo”, ou estratégias para aumentar a vida útil dos produtos, uma ferramenta inicial interessante para as MPEs é o Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) (ABNT NBR ISO 9001:2015) (ABNT, 2015b). Nele é possível ter um controle maior da qualidade dos materiais usados, do produto gerado e um acompanhamento do atendimento da satisfação do cliente. Um SGQ bem estruturado e implantado pode gerar dados importantes sobre “pontos fracos” dos produtos ou sobre necessidades não atendidas dos clientes.

Para a estratégia de “fechar o ciclo”, é um dos processos mais complexos e possivelmente mais custosos para as MPEs. Um caminho para essa estratégia é justamente a necessidade de migrar o pensamento de um sistema unicamente de cadeia de valor para um de rede de valor. Dessa forma, entender que a solução pode vir de uma outra empresa e/ou startups, como é o caso do aplicativo “Cotton Move”, uma plataforma que visa unir os produtores, indústria, comércio, varejistas e consumidores (FEBRATEX GROUP, 2022). Além disso, as grandes empresas e marcas podem ter um papel importante nessa visão de rede de valor, auxiliando as MPEs e aumentando assim a geração de valor para os seus próprios produtos.

## 6. CONCLUSÃO

Através do presente estudo foi possível concluir que a Camisa 100% Algodão com estratégias da Economia Circular, de “fechar o ciclo” e “estreitar o ciclo”, apresenta menor impacto (60% menor) na categoria de mudanças climáticas, ou seja, emite menos CO<sub>2</sub>eq ao se comparar com uma Camisa 100% Algodão que não tenha implementado as estratégias da Economia Circular. Assim, usando esse estudo de caso foi possível inferir que as estratégias circulares no setor da moda do Rio de Janeiro podem auxiliar na redução das emissões de gases de efeito estufa dos produtos.

A redução das emissões acontece principalmente na etapa de produção da matéria-prima. No caso analisado, a etapa inicial é a produção de algodão que tem um impacto significativo na pegada de carbono do produto. Além disso, a estratégia de “estreitar o ciclo”, através do uso por mais tempo do produto, também reduz as emissões de GEE, uma vez que há somente uma etapa de beneficiamento da malha e confecção. Durante a fase de uso as emissões se equalizam, uma vez que o ciclo de uso, lavagem e secagem foi considerado igual para ambas as camisas. Ações de consumo e uso consciente são importantes para que as emissões dessa etapa sejam reduzidas.

Além disso, ressalta-se que é recomendado realizar a análise comparativa com outros tipos de produtos, matérias-primas e com outras estratégias da Economia Circular, de modo a gerar mais conteúdo e possibilitar identificação de “hotspots” de atuação para circularidade, além de permitir a avaliação de melhores estratégias para diferentes tipos de materiais (não necessariamente todos os materiais terão as mesmas respostas às estratégias de circularidade). Adicionalmente, estudos que considerem os aspectos antropológicos, sociais, culturais e econômicos da moda, como questões de gênero e classes sociais, e sua correlação com a circularidade também são importantes.

Por fim, é importante a realização de estudo com base em outras categorias de impacto que também são relevantes para produtos do setor da moda como Consumo de água, Toxicidade humana, entre outras.

O presente estudo, portanto, contribuiu para a aproximação do conhecimento gerado pela academia do setor produtivo. Também para a discussão de modelos de produção e consumo mais sustentáveis e com menores impactos de emissões de gases de efeito estufa no setor da moda. A busca de novos modelos de negócio e forma de valorizar e interagir com os produtos é um passo importante no caminho de uma economia com menos emissões de gases de efeito estufa e um mundo mais sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Relatório de atividades Abit 2017. 2017. Disponível em <https://www.abit.org.br/cont/relatorioabit2017>. Acessado em 11 de novembro de 2021.
- ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil, 2021. Perfil do Setor - **Dados gerais do setor referentes a 2019 (atualizados em agosto de 2021)**. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 07 de novembro de 2021.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14040, **Gestão Ambiental – Avaliação de ciclo de vida** – Princípios e estrutura. ABNT, 2009a.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14044, **Gestão Ambiental – Avaliação de ciclo de vida** – Requisitos e orientações. ABNT, 2009b.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001, **Sistemas de Gestão Ambiental** — Requisitos com orientações para uso. ABNT, 2015a.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9001, **Sistemas de Gestão de Qualidade** — Requisitos com orientações para uso. ABNT, 2015b.
- ALHAWARI ET AL, 2019. Insights from Circular Economy Literature: A Review of Extant Definitions and Unravelling Paths to Future Research.
- AMARAL, M. C., et al. Reciclagem industrial e reuso têxtil no Brasil: estudo de caso e considerações referentes à economia circular. **Gest. Prod.** [online]. 2018, vol.25, n.3, pp.431-443.
- ARDUIN, Rachel Horta. Avaliação do ciclo de vida de produtos têxteis: implicações da alocação. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade Federal de São Paulo. 2013.
- BCI. Where is Better Cotton Grown? - Brazil. 2020. Disponível em: <<https://bettercotton.org/where-is-better-cotton-grown/brazil>>. Acessado em 11 de novembro de 2021.
- BERTRAM, R.F., CHI, T., 2018. A study of companies’ business responses to fashion ecommerce’s environmental impact. *Int. J. Fash. Des. Technol. Educ.* 11, 254–264. <<https://doi.org/10.1080/17543266.2017.1406541>> *apud* MUNASINGHE, Prabod, DRUCKMAN, Angela, DISSANAYAKE, D.G.K. A systematic review of the life cycle inventory of clothing. **Journal of Cleaner Production**, 320, 128852. 2021.

- BIOMIMICRY INSTITUTE, 2021. What is Biomimicry? Disponível em: <<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>>. Acessado em 20 de novembro de 2021.
- BOCKEN, DE PAUW, BAKKER, VAN DER GRITEN. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, Vol. 33, No. 5, 308–320. 2016.
- BOCKEN, Nancy, RITALA, Paavo. Six ways to build circular business models. Emerald Publishing Limited, ISSN 0275-6668j **Journal Of Business Strategy**. DOI 10.1108/JBS-11-2020-0258. 2021
- BRAUNGART, Michael; MCDONOUGH, William; BOLLINGER. Andrew. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of Cleaner Production**, Vol. 15, p. 1337-1348. 2006.
- CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmao; Raquel de Freitas Dias; Lisiane Veiga Mattos, Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas; Waler Leal Filho. Towards sustainable development through the perspective of ecoefficiency - A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, V. 165. 2017.
- CENTOBELLI, P, CERCHIONE, R, CHIARONI, D, DEL VECCHIO, P, URBINATI, A. Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. **Bus Strat Env**. 2020; 29: 1734– 1749.
- CIRCULÔ, 2021. Online, Disponível em <<https://www.usecirculo.com.br/>> Acessado em 27 de outubro de 2021.
- COLERATO, Marina. A Indústria da Moda Brasileira e Seus Principais Desafios Para Sustentabilidade Publicada em: 5 . jul . 2019. Disponível em: <<https://www.modifica.com.br/panorama-industria-moda-sustentavel-brasileira/#.YU-MgrhKjIU>>. Acessado em 11 de novembro de 2021.
- CONAB. Perspectivas para a agropecuária – Safra 2019 / 2020. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em 11 de novembro de 2021.
- DEN HOLLANDER, Marcel C., BAKKER, Conny A, HULTINK, Erik Jan. Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. **Journal of Industrial Ecology**, Volume 21, Number 3. 2017.
- DOS SANTOS, WANDERSON BARBOSA, A Sociologia da Moda de Georg Simmel: indivíduo, massa e diferenciação social. **Revista Textos Graduados** – Número 1, Volume3, Dezembro 2017.

- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future.** 2017. 150 p.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Completando a Figura: Como a economia circular ajuda a enfrentar as mudanças climáticas.** V.3. 2019. 62 p.
- ETNO BOTÂNICA, 2021. **Índigo Natural – O Azul de Origem Vegetal.** Disponível em: <<https://etnobotanica.com.br/indigonatural>>. Acessado em: 03 de novembro de 2021.
- ESTEVE-TURRILAS, F.A., DE LA GUARDIA, M. 2017. Environmental impact of Recover cotton in textile industry. **Resources, Conservation and Recycling** Volume 116 (2017), p. 107– 115.
- EUROPEAN COMMISSION. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. **Communication from The Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee And The Committee Of The Regions.** COM (2015) 614 final. 2015. 21 p.
- FEBRATEX GROUP. 2022. Plataforma Circular Cotton Move: aplicativo inédito promove reciclagem de roupas e moda circular. Online. Disponível em: <<https://agrestetex.com.br/plataforma-circular-cotton-move-aplicativo-inedito-promove-reciclagem-de-roupas-e-moda-circular/#:~:text=e%20moda%20circular-,Plataforma%20Circular%20Cotton%20Move%3A%20aplicativo%20in%C3%A9dit,o%20promove,de%20roupas%20e%20moda%20circular&text=O%20aplicativo%20Plataforma%20Circular%20Cotton,do%20QR%20Code%20do%20projeto>>. Acessado em: 10 de maio de 2022.
- FGV EAESP – Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Sustentabilidade. Iniciativa Compras Sustentáveis & Grandes Eventos. Estudo de Pegada de Carbono: Camiseta 100% Algodão. Janeiro, 2015. p. 55.
- FINDES, Federação das Indústrias do Espírito Santo. **O setor de confecção têxtil e calçado no Espírito Santo.** – Vitória. Ed. Instituto de Desenvolvimento Educacional e Industrial do Espírito Santo. 2020. p. 41.
- FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda & Sustentabilidade: Design para a mudança.** 1ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011. 192 p.
- GEELS, 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, Volume 33, Issues 6–7, 2004, Pages 897-920.
- GEISSDOERFER Martin; SAVAGETA, Paulo, BOCKEN, Nancy, HULTINK, Erik Jan. 2018. The Circular Economy - A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner**

- Production.** Volume 143, 1, Pages 757-768 Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- GEJER, L.; TENNENBAUM, C. **Os três princípios do design circular Cradle to Cradle.** São Paulo: **Ideia Circular**, 2017. E-book. Disponível em: <https://ideiacircular.com/os-tresprincipios-do-design-circular-cradle-to-cradle/>. Acessado em: 11 abr. 2017
- GHISELLINI et al. 2016. A review on Circular Economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production.** Volume 114, pag. 11-32
- GIBBONS, LEAH V. Regenerative—The New Sustainable? **Sustainability.** Volume 12. doi:10.3390/su12135483
- HAUPT, Melanie; ZSCHOKKE, Mischa. How can LCA support the circular economy? — 63rd discussion forum on life cycle assessment, Zurich, Switzerland, November 30, 2016. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, p. 832–837, 2017.
- INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL **Programa Brasileiro de Etiquetagem.** Eficiência Energética -lavadoras de roupa e secadora automáticas com abertura frontal (lava e seca). Edição 109 de 15/05/2013. 2013a.
- INMETRO -INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL **Programa Brasileiro de Etiquetagem.** Eficiência Energética- lavadoras de roupa automáticas com abertura superior (top load lava & seca). Edição 109 de 15/05/2013. 2013b.
- INMETRO -INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL **Programa Brasileiro de Etiquetagem.** Eficiência Energética -lavadoras de roupa automáticas com abertura frontal (front load). Edição 111 de 15/06/2013. 2013d
- INMETRO- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL **Programa Brasileiro de Etiquetagem.** Eficiência Energética -lavadoras de roupa automáticas com abertura superior (top load). Edição 111 de 15/06/2013. 2013c.
- IPCC, 2014. Fifth Assessment Report. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> . Acessado em 21 de novembro de 2021.
- JONER, S. et al. 2016. **Pegada de carbono de uma calça jeans produzida no Brasil e a influência dos cenários da etapa de uso.** V Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo

- deVida. Anais. Fortaleza: 2016.
- KERN, Florian, SHARP, Helen, HACHMANN, Samyra. Governing the second deep transition towards a circular economy: How rules emerge, align and diffuse. **Environmental Innovation and Societal Transitions**. Volume 37, Pages 171-186, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.08.008>
- KHAN, ET AL. 2018. Lifecycle Analysis (LCA) of a White Cotton Tshirt and Investigation of Sustainability HotSpots: A Case Study. **London Journal of Research in Science: Natural and Formal**. Volume 18, Issue 3, Compilation 1.0
- KIRCHHERR et al (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU)
- LAASCH. 2018. Beyond the purely commercial business model: Organizational value logics and the heterogeneity of sustainability business models.
- LEHMANN, M.; ARICI, G.; ROBINSON, F.; KRUSE, E. et al. **Global Fashion Agenda**. 2020. Disponível em: <<https://globalfashionagenda.com/#>>. Acessado em: 29 de abril de 2020.
- LOBO, Cicero, MOREIRA, Julliano dos Santos, GODINHO, Christina Viana, DA CONCEIÇÃO, Roberta Dalvo Pereira. Economia Circular: Análise sobre a destinação de resíduos têxteis de Pequenas empresas do setor de confecção no interior do estado do Rio de Janeiro. ISSN: 2359-1048. 2017.
- LUDEKE-FREUND, F., GOLD, S., BOCKEN, N. M. P. A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. **Journal of Industrial Ecology**. Volume 23, Number 1. 2018
- MADE BY YOU, 2021. Site oficial. Disponível em: <<https://www.madebyyoustore.com/>>. Acessado em: 03 de novembro de 2021.
- MCKINSEY & COMPANY, GLOBAL FASHION AGENDA. 2020. Fashion on Climate – How the Fashion Industry can urgently act to reduce its Greenhouse Gas Emissions. 57 p.
- MCQUILLAN, HOLLY. Digital 3D design as a tool for augmenting zerowaste fashion design practice. **International Journal of Fashion Design, Technology and Education**, 13:1,89-100. 2020.
- MERCIAL, Elaine Regina Brito Maia. Avaliação do Impacto Ambiental na produção de artigos de malha de algodão. Tese de Doutorado Engenharia Têxtil. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. 2018.
- MESTRE, COOPER. Circular Product Design. A Multiple Loops Life Cycle Design

- Approach for the Circular Economy, **The Design Journal**, 20. 2017.
- MODEFICA. FGVces, REGENERATE. **Fios da Moda: Perspectiva Sistêmica Para Circularidade**. São Paulo, 2020.
- MOORHOUSE, DEBBIE, MOORHOUSE, DANIELLE. Sustainable Design: Circular Economy in Fashion and Textiles. **The Design Journal** ISSN: 1460-6925 (Print) 1756-3062 (Online) Journal homepage: <<https://www.tandfonline.com/loi/rfdj20>>. 2017.
- MOREIRA, F.P. 2018. **Avaliação do ciclo de vida do modelo de sapato “men’s golf cool” produzido na ECCO’let Portugal**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- MORENO, Mariale, DE LOS RIOS, Carolina, ROWE, Zoe, CHARNLEY, Fiona. A Conceptual Framework for Circular Design. *Sustainability* 2016, 8, 937; doi:10.3390/su8090937
- MUNASINGHE, Prabod, DRUCKMAN, Angela, DISSANAYAKE, D.G.K. A systematic review of the life cycle inventory of clothing. **Journal of Cleaner Production**, 320, 128852. 2021.
- NIINIMÄKI, Kirsi, PETERS, Greg, DAHLBO, Helena, PERRY, Patsy. The environmental price of fast fashion. **Nature Reviews Earth & Environment**. 1(4):189-200. 2020. DOI:10.1038/s43017-020-0039-9
- NUßHOLZ, JULIA L. K. Circular Business Models: Defining a Concept and Framing an Emerging Research Field. **Sustainability** 2017, 9, 1810; doi:10.3390/su9101810
- ONU, 2015. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), última edição em 13 de outubro de 2015. 49 p.
- PEARCE, D. W. and TURNER, R. K. *Economics of natural resources and the environment*, New York, London, Harvester Wheatsheaf. 1990
- PECK, P.; RICHTER, J. L.; DELANEY, K. **Circular Economy – Sustainable Materials Management**. A compendium by The International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE)/Lund University, Lund/Sweden, 2019. Disponível em: <<https://www.iiiee.lu.se/moocs/circular-economy-sustainable-materials-management>>. Acesso em: 30 de abr. de 2020.
- PEÑA, Claudia, CIVIT, Bárbara, SCHMID, Alejandro Gallego, DRUCKMAN, Angela. Using Life Cycle Assessment to achieve a circular economy. (SHORT VERSION). Position Paper of the Life Cycle Initiative, July 2020.

- PERIYASAMY, A. P.; WIENER, J.; MILITKY, J. 2017. **Life-cycle assessment of denim**. Elsevier Ltd., pg. 83-110. ISBN 9780081020449.
- PIERONI, M.; McAlone, Tim, PIGOSSO, D. Business model innovation for circular economy and sustainability. A review of approaches. **Journal of Cleaner Production** 215, p. 196-216. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>
- PIRES, MARTINO. Waste hierarchy index for circular economy in waste management. **Waste Management** 95 298-305. 2019.
- PIRIBAUER, B., BARTL, A. Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. **Waste Management & Research**. 2019, Vol. 37(2) 112–119
- PRESTON, F. **A Global Redesign? Shaping the Circular Economy**. Briefing Paper, London:Chatham House. Energy, Environment and Resource Governance. Março, 2012.
- RÆBILD, U.; HASLING, K.M. Sustainable Design Cards: A Learning Tool for Supporting Sustainable Design Strategies (Ed.) Sustainable Fashion in a Circular Economy. Helsinki, 2018. Disponível em: . Acessado em: 11 de novembro de 2021.
- RIZOS, V., ET AL. 2016. Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. **Sustainability**, 8, 1212.
- RIZOS, V.; TUOKKO, K.; BEHRENS, A. 2017. The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts. **CEPS Research Reports**. No. 2017/08. April, 2017.
- ROSA, P. SASSANELLI, C. TERZI, S. Towards Circular Business Models: A systematic literature review on classification frameworks and archetypes. **Journal of Cleaner Production** 236. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117696>
- ROUPATECA, online. Disponível em: [https://www.flaviaaranha.com/pages/roupateca?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoUEJ1gO0vZH\\_uiLmmH\\_r7ZFw57tdnNpiAU-t9ByW\\_zp\\_WwLQNSVpwAaAkYVEALw\\_wcB](https://www.flaviaaranha.com/pages/roupateca?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoUEJ1gO0vZH_uiLmmH_r7ZFw57tdnNpiAU-t9ByW_zp_WwLQNSVpwAaAkYVEALw_wcB). Acessado em 11 de novembro de 2021.
- SANDIN, GUSTA; PETERS, V GREG M.. Environmental impact of textile reuse and recycling - A review. **Journal of Cleaner Production**. Volume 184, p 353-365

- SCHEEPENS, A.E., VOGTLANDER, J.G., BREZET, J.C. Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable. **Journal of Cleaner Production** 114 (2016) 257e268
- SEBRAE. Observatório Sebrae/RJ. Os pequenos negócios do Rio de Janeiro e os setores estratégicos do SEBRAE/RJ. Nota Temática, nº 47. Julho de 2017.
- SENAI-SP – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Design e economia circular. Diseño y economia circular. São Paulo: SENAI-SP, Editora, 2020.
- STAHEL. Circular Economy. 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/news/the-circular-economy-1.19594> . Acessado em 18 de fevereiro de 2021.
- STEGMANN, LONDO, JUNGINGER. **The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters**. Resources, Conservation & Recycling: X, V. 6. 2020.
- STUNGINSKI, M. Cor-de-Planta: Cor Infinita. In: ARTUSO, E. e SIMON, F., (Orgs.). **Revolução da Moda – Jornadas para Sustentabilidade**. 1ª ed. São Paulo: Editora Reviver, 2021. Cap. 12.
- TEXTILE EXCHANGE. Preferred Fiber & Materials Market Report 2019. 2019. p. 88.
- UNEP - Programa de Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (UNEP). **UN Alliance For Sustainable Fashion addresses damage of ‘fast fashion’**. Press Release. Cities and Lifestyles. 2019. Disponível em <<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/un-alliance-sustainable-fashion-addresses-damage-fast-fashion#:~:text=The%20fashion%20industry%20is%20valued,landfill%20before%20ever%20being%20sold.>>. Acessado em: 10 de janeiro de 2020.
- VALENCIA, 2017 **Why circular economy business models need LCA (part 2): Seven steps to conduct a circular economy and LCA study**. Disponível em <https://simapro.com/2017/7-steps-to-a-combined-circular-economy-lca-study-in-simapro/> . Acessado em 03 de junho de 2021.
- VAN RENSBURG, NKOMO AND MKHIZE. Life cycle and End-of-Life management options in the footwear industry: A review. **Waste Management & Research**. Vol. 38(6)599–613. 2020.
- VAN RENSBURG, NKOMO, MKHIZE. Life cycle and End-of-Life management options in the footwear industry: A review. **Waste Management & Research**. Vol. 38(6) 599-613. 2020.

- WBCSD, 1992. Changing Course: A global business perspective on development and the environment. April 1992 | 373 p. | ISBN 0-262-69153-1 *apud* CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmao; Raquel de Freitas Dias; Lisiane Veiga Mattos, Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas; Waler Leal Filho. Towards sustainable development through the perspective of ecoefficiency - A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, V. 165. 2017.
- WIRTZ et al. (2016). Business Models: Origin, Development and Future Research. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.04.001>. Acessado em 25 de março de 2021.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Risks Report 2020**. 15<sup>th</sup> Edition. 2020. p.102