

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAFAELA OLIVA

**CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS
DE NEGÓCIOS CIRCULARES NO SETOR *FASHION*: UM ESTUDO DE CASO DE
UMA MARCA BRASILEIRA**

MACAÉ

2022

RAFAELA OLIVA

**CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS
DE NEGÓCIOS CIRCULARES NO SETOR *FASHION*: UM ESTUDO DE CASO DE
UMA MARCA BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus
Macaé, como parte dos requisitos necessários à
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. D.Sc. Thiago Gomes de Lima

MACAÉ

2022

CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS DE
NEGÓCIOS CIRCULARES NO SETOR *FASHION*: UM ESTUDO DE CASO DE UMA
MARCA BRASILEIRA

Rafaela Oliva

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovação da banca examinadora:

Orientador: Prof. D.Sc. Thiago Gomes de Lima
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Professora Examinadora: Msc. Juliana Damaris
Candido
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Professora Examinadora: Msc. Luísa Lemos Vilaça
Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos

MACAÉ

2022

“Peguemos de volta o que nos foi tirado, mano. Ou você faz isso ou seria em vão o que os nossos ancestrais teriam sangrado.”

Djonga

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e ao anjo Gabriel, por toda força e abertura de caminhos para que esta conquista fosse alcançada. Agradeço imensamente a minha avó, Maria José Abreu Oliva, e a minha mãe, Flávia Oliva, que sempre me apoiaram, me incentivaram e nunca me permitiram desistir. Sem elas nada disso seria possível e esta vitória é nossa. Obrigada por todas as abdições que fizeram, para que meus sonhos se tornassem realidade.

Agradeço ao meu parceiro, Yan Simões, por ter me apoiado e sempre ter acreditado em mim, mesmo quando nem eu acreditava. Ao meu amigo, Gustavo Videira, por ser o melhor ouvinte e ter tornado esta caminhada mais leve e divertida. Ao meu cachorro, Zeus, por ficar ao meu lado em tantas noites de estudo.

A todo corpo docente de engenharia de produção da UFRJ Macaé que contribuíram para minha formação, não só com conhecimentos técnicos de grande qualidade, mas com um ensino humano e acolhedor.

Por último, mas não menos importante, quero me agradecer, por acreditar em mim, por fazer todo esse trabalho, por nunca desistir, por tentar fazer mais certo do que errado e principalmente, eu quero me agradecer por ser eu o tempo todo.

RESUMO

O mercado de moda contribui para a economia do país, além de ser um dos setores que mais emprega no mundo. O Brasil possui a maior cadeia têxtil completa do Ocidente, desde a produção das fibras até o varejo do vestuário. Porém é preocupante o grande impacto ambiental que o setor ocasiona. Este trabalho tem como objetivo analisar as contribuições da indústria 4.0 para implementação de modelos de negócios circulares no setor *fashion*, portanto, foi realizado um estudo de caso de uma marca brasileira. Através de uma abordagem qualitativa e exploratória, analisou-se 26 *cases* do setor globalmente que serviram de inspiração para propostas de aplicação em uma marca brasileira que preza pela sustentabilidade. Foi possível identificar que as iniciativas estão concentradas em maior parte na etapa “uso e fim dos produtos” do Ciclo de Valor da Moda (18 casos). O atributo de circularidade de maior recorrência foi o “geração de resíduos” (18 casos), seguido pelo de “uso eficiente dos recursos” (16 casos). Sobre as tecnologias habilitadoras, percebe-se que a maior parte do setor não faz uso de nenhuma delas (13 casos) e as mais adotadas foram “inteligência artificial, processamento de dados (big data) e computação em nuvem (cloud computing)” (7 casos) e “manufatura digital” (7 casos). Portanto, este trabalho apresenta 13 propostas de oportunidades com fins circulares, nas 5 etapas do Ciclo de Valor da Moda, considerando o uso das 6 tecnologias habilitadoras citadas neste trabalho, em especial o uso da tecnologia RFID, para garantir que todos os produtos sejam reconhecidos automaticamente em instalações de reciclagem.

Palavras-chave: moda, economia circular, indústria 4.0, sustentabilidade.

ABSTRACT

The fashion market contributes to the country's economy and is one of the sectors it employs most in the world. Brazil has the largest complete textile chain in the West, from fiber production to apparel retail. However, the major environmental impact the industry has on the industry is worrying. The objective of this work is to analyze industry 4.0 contributions to implementing circular business models in the fashion sector, therefore a case study of a Brazilian brand was conducted. A qualitative and exploratory approach analyzed 26 cases in the industry globally, which served as inspiration for proposals to apply to a Brazilian brand that values sustainability. It was possible to identify those initiatives are mostly concentrated in the “use and end of products” stage of the Fashion Value Cycle (18 cases). The most frequent circularity attribute was “waste generation” (18 cases), followed by “efficient use of resources” (16 cases). Regarding enabling technologies, most of the industry is not using any of them (13 cases), and the most adopted are “artificial intelligence, big data and cloud computing” (7 cases) and “digital manufacturing” (7 cases). Therefore, this work presents 13 proposed circular-purpose opportunities, in the 5 steps of the Fashion Value Cycle, considering the use of the 6 enabling technologies cited in this work, in particular the use of RFID technology, to ensure that all products are automatically recognized in recycling facilities.

Key words: fashion, circular economy, industry 4.0, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilares para um ambiente mais sustentável	13
Figura 2 - Princípios necessários para a transição entre a economia linear e a economia circular	16
Figura 3 - Elementos necessários para o sucesso de modelos de negócios circulares	17
Figura 4 - Meios de lucrar em modelos de negócios circulares	18
Figura 5 - Etapas do Ciclo de Valor da Moda e suas respectivas subetapas	20
Figura 6 - Etapas do Ciclo de Valor da Moda na versão circular.....	22
Figura 7 - Iniciativas para regeneração de terras agrícolas e florestais e preservação de espécies endêmicas naturais.....	24
Figura 8 - Princípios para projetar produtos circulares	28
Figura 9 - Possibilidades de fim de uso de um produto além do descarte.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descritivo das tecnologias habilitadoras	39
Quadro 2 - Correlação das tecnologias habilitadoras com o Ciclo de Valor da Moda.....	52
Quadro 3 - Iniciativas sustentáveis da AMARO e sua contribuição para a circularidade com o auxílio de tecnologias habilitadoras	54
Quadro 4 - Cases do setor da moda que abordam a circularidade e sua correlação com o Ciclo de Valor da Moda e tecnologias habilitadoras.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de novos modelos lançados pelas fast fashion no 1º trimestre de 2022...	11
Gráfico 2 - Distribuição geográfica de revenda, aluguel, reparo e reforma (2019 - 2030)	35
Gráfico 3 - Quantitativo dos estudos de caso por etapas do Ciclo de Valor da Moda	84
Gráfico 4 - Quantitativo dos estudos de caso por atributos de circularidade	85
Gráfico 5 - Quantitativo dos estudos de caso por tecnologias habilitadoras	85

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

EC: economia circular;

GEE: gases de efeito estufa;

GS: guide shop;

IA: inteligência artificial;

LR: logística reversa;

MP: matéria-prima;

RA: realidade aumentada;

RFID: radio frequency identification; e

RV: realidade virtual.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	1
1.2.	OBJETIVOS	4
1.2.1.	Objetivo geral	4
1.2.2.	Objetivos específicos	5
1.3.	JUSTIFICATIVA	5
1.4.	MOTIVAÇÃO	6
1.5.	ESTRUTURA DO TRABALHO	7
2.	MODA, CIRCULARIDADE E INDÚSTRIA 4.0	8
2.1.	A INDÚSTRIA DA MODA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS	8
2.1.1.	Impactos ambientais	8
2.1.2.	<i>Fast e slow Fashion (o consumo consciente)</i>	10
2.2.	ECONOMIA CIRCULAR	13
2.2.1.	Princípios e fundamentos	14
2.2.2.	Modelos de negócios circulares	15
2.2.3.	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	18
2.3.	CICLO DE VALOR DA MODA	19
2.3.1.	Produção de materiais	22
2.3.1.1.	Extração da matéria-prima	23
2.3.1.2.	Preparação do fio	24
2.3.2.	Preparação de tecidos	26
2.3.3.	Produção das peças de vestuário	27
2.3.3.1.	Design circular	28
2.3.3.2.	Corte e costura	29
2.3.4.	Atividades relacionadas ao varejo	31
2.3.4.1.	Transporte dos produtos - logística reversa	31
2.3.4.2.	Promoção e venda de produtos circulares	32
2.3.5.	Uso e fim dos produtos	33
2.3.5.1.	Upcycling	35
2.3.5.2.	Remanufatura	36
2.3.5.3.	Reciclagem	36

2.3.5.4. Descarte	37
2.4. INDÚSTRIA 4.0	37
2.4.1. Inteligência artificial, processamento de dados (<i>big data</i>) e computação em nuvem (<i>cloud computing</i>)	40
2.4.2. Internet das coisas (<i>Internet of Things</i> - IoT)	42
2.4.3. Manufatura aditiva	43
2.4.4. Manufatura digital	44
2.4.5. RFID (radio frequency identification)	46
2.4.6. Robótica avançada	47
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
4. ESTUDO DE CASO	49
4.1. Contextualização	49
4.2. RESULTADOS	51
4.2.1. Análise do setor globalmente	57
4.2.2. Propostas de oportunidades para a AMARO	86
5. DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO	88
6. CONCLUSÃO	91
6.1. Trabalhos Futuros	92
6.2. Limitações da Pesquisa	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

1. INTRODUÇÃO

Nesta seção será introduzido o tema, enaltecendo sua relevância e justificando a respectiva escolha. Além de destacar os objetivos gerais e específicos, e expondo a motivação.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Por mais que muitas pessoas considerem a moda como fútil e até mesmo desnecessária, é inegável o espaço que o setor *fashion* ocupa em todos os países. Geralmente as pessoas vão para uma entrevista, um encontro, uma reunião importante ou recebe uma visita, vestidos apropriadamente. Sabe-se que a imagem é capaz de falar antes do interlocutor e a partir dela, o espectador já pode criar uma percepção. Além disso, representa um conjunto de princípios e de valores, sendo uma chave fundamental da interpretação histórica. Em alguns países, como França e Inglaterra, é considerado patrimônio e possuem museus dedicados ao tema. A moda é caracterizada como um fenômeno econômico-cultural. (CALANCA, 2019; TONIOL, 2019).

De acordo com o estudo da plataforma público-privada da Holanda e da agência empresarial holandesa que é um órgão executivo do Ministério Holandês de assuntos econômicos e política climática, Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), as roupas têm o objetivo de nos manter quentes, frescos, confortáveis e de nos proteger (por exemplo, o uniforme de um bombeiro). Além disso, o impresso destaca a forte ligação cultural e emocional que a sociedade tem com as roupas, sendo elas capazes de refletir e comunicar nossa personalidade e visão. A organização europeia que representa a indústria têxtil e de vestuário, European Apparel and Textile Industry (2020), reforça a diversidade dos têxteis e suas propriedades funcionais especiais, como: retardamento de chama, resistência à água, antiestático ou antibacteriano, melhorando as propriedades dos materiais.

De acordo com Statista (2021), globalmente, o mercado de vestuário faturou US\$ 1,46 trilhão em 2020 e a expectativa é que este valor cresça em 50%, nos 5 anos subsequentes. Ainda segundo a empresa especializada em dados de mercado e consumidores, só os Estados Unidos empregaram 90,5 mil trabalhadores em fábricas de roupas.

Segundo dados da IEMI (2021), citada pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil e da Confecção (ABIT), no ano de 2020, o setor da cadeia têxtil no Brasil foi o 2º maior

empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas (juntos); empregou 1,36 milhão de trabalhadores diretos e 8 milhões indiretos, dos quais 60% são de mão de obra feminina, totalizando um faturamento de R\$ 161 bilhões; e produção têxtil de 1,91 milhão de toneladas, oriunda de 7,93 bilhões de peças, o equivalente, em média, a 37,3 peças/hab/ano.

Ainda de acordo com a ABIT, o Brasil é a última cadeia têxtil completa do Ocidente, ou seja, atua em todos os segmentos do setor, desde produção das fibras, fiações, tecelagens, beneficiadoras, confecções, forte varejo, até desfiles de moda.

Segundo a British Broadcasting Corporation - BBC (2020), o *fast fashion* (em português moda rápida) está levando a uma montanha de roupas sendo jogadas fora a cada ano e tem um grande impacto no meio ambiente. Ainda de acordo com a revista, globalmente, cerca de 92 milhões de toneladas de resíduos têxteis são criados a cada ano e o equivalente a um caminhão de lixo cheio de roupas termina em aterros sanitários a cada segundo.

O World Bank (2019) aponta que todos os anos, a indústria da moda usa 93bi m³ de água (necessidade de consumo de cinco milhões de pessoas); meio milhão de toneladas de microfibras plásticas são despejadas no oceano (equivalente a 50 bilhões de garrafas plásticas); 87% das fibras usadas para confeccionar roupas são incineradas ou descartadas em aterro; e é responsável por 10% das emissões globais anuais de carbono.

Por mais que exista muitas peças de vestuário que durem anos e anos, a sazonalidade do segmento faz com que a vida útil da peça seja encurtada, devido às novas tendências cada vez mais efêmeras.

De acordo com o estudo State of Fashion, conduzido pela consultoria Mckinsey & Company em parceria com o Business of Fashion (BoF) (2021), a pandemia do COVID-19 intensificou a mudança de mentalidade dos consumidores, e até dos investidores, recompensando as empresas que tratam seus trabalhadores e o meio ambiente com respeito, transparência e sustentabilidade em primeiro lugar. Além de acelerar uma crescente antipatia por modelos de negócios que geram resíduos e fazem ações sustentáveis apenas para autopromoção. A pandemia também trouxe consequências terríveis para o setor, como destaca a Mckinsey & Company (2020), como desemprego ou dificuldades financeiras para toda a cadeia de valor – desde aqueles que colhem as fibras usadas para fabricar têxteis até vendedores do produto final.

Dado a importância deste tema, muitos estudiosos estão desenvolvendo pesquisas acerca do setor da moda e a circularidade. Troiani, Sehnem e Carvalho (2022) discorrem sobre “Moda sustentável: uma análise sob a perspectiva do ensino de boas práticas de sustentabilidade e economia circular”, com o objetivo de analisarem a forma pela qual os cursos de bacharelado presencial em design de moda no Brasil estão inserindo premissas de sustentabilidade e economia circular. O trabalho consiste num levantamento com abordagem qualitativa e quantitativa, aplicados questionários a coordenadores, docentes e discentes dos cursos de design de moda. Os resultados evidenciaram que são ensinadas boas práticas de sustentabilidade e economia circular nesses cursos.

Mesacasa e Zanette (2021) apresentam a “Análise de uma empresa de moda segundo os princípios da economia circular”, a fim de conceituar as economias linear e circular, realizando uma comparação entre as duas e evidenciando a economia circular, caracterizada como uma nova forma de produzir e consumir. Como percurso metodológico, foram realizadas uma pesquisa bibliográfica e uma análise descritiva, verificando a ocorrência dos princípios da economia circular em uma empresa da área de moda. Constatou-se a importância desse modelo econômico, além da comprovação de que a empresa em questão cumpre os princípios fundamentais da economia circular.

Fernandes et al. (2019) em seu estudo exploraram a convergência e a divergência entre os modelos de negócios das economias circulares e colaborativas na indústria da moda e os benefícios para o desenvolvimento sustentável. Através de uma abordagem metodológica exploratória, por meio de revisão bibliográfica e estudo de caso de dois modelos de negócios. Segundo o estudo, os modelos de negócios de guarda-roupas têm um alto potencial de escalabilidade, pois podem ser replicados em qualquer lugar, não possuem estoque físico, pois os usuários possuem suas roupas. Assim, a economia circular é considerada holística e adaptativa, representando uma evolução da economia linear através da percepção e necessidade de uma nova estratégia sustentável em resposta à degradação ambiental causada pela economia linear tradicional.

Ki, Chong e Ha-Brookshire (2020) desenvolveram um estudo intitulado “*How fashion can achieve sustainable development through a circular economy and stakeholder engagement: A systematic literature review*” (Como a moda pode alcançar o desenvolvimento sustentável por meio de uma economia circular e engajamento de stakeholders: uma revisão sistemática da literatura). No artigo, observou-se que a literatura carece de uma compreensão contextualizada

sobre o que foi explorado versus o que tem sido pouco explorado na literatura atual. Através de uma revista sistemática da literatura sobre moda circular, integrou-se a perspectiva de uma parte interessada neste processo de revisão. Os resultados produziram uma estrutura conceitual que oferece uma compreensão integrada sobre como as empresas de moda podem instituir a verdadeira circularidade ao envolver as partes interessadas externas.

Visto a relevância da circularidade para a atualidade, pretende-se explorar sobre a transformação de um sistema linear para um sistema circular no setor da moda, tendo as tecnologias habilitadoras como auxiliadoras deste processo.

1.2. OBJETIVOS

Nessa seção serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos do estudo.

1.2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal analisar as contribuições da indústria 4.0 para implementação de modelos de negócios circulares no setor *fashion* no Brasil, portanto, pretende-se realizar um estudo de caso de uma marca brasileira. Para tanto, as análises serão divididas em três partes.

Na primeira parte pretende-se analisar o caso de uma marca brasileira, visando identificar, o Ciclo de Vida da Moda, suas subetapas, as iniciativas e por fim sua circularidade e tecnologia habilitadora.

Na segunda parte foram selecionadas empresas do setor da moda, através do banco de *cases* da Ellen MacArthur Foundation (2021), do relatório da Modefica (2020), do estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), e por fim *cases* conhecidos pela autora. Este levantamento visa identificar as boas práticas em relação a circularidade e as tecnologias habilitadoras.

Por fim, na terceira parte pretende-se apresentar *insights* que poderiam fortalecer as estratégias da empresa brasileira com intuito de alcançar um sistema circular, utilizando as tecnologias habilitadoras como apoiadoras.

1.2.2. Objetivos específicos

- I. Investigar o conceito de economia circular;
- II. Explorar a indústria da moda a partir dos seus impactos, tendências futuras e sustentabilidade;
- III. Expor as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 com maior aplicabilidade para os modelos de negócios circulares do setor *fashion* brasileiro;
- IV. Analisar as iniciativas sustentáveis de uma marca brasileira, através do Ciclo de Vida da Moda, identificando como estas contribuem para uma economia circular e como a tecnologia habilitadora está inserida;
- V. Identificar boas práticas realizadas globalmente no setor de moda que colaboram para um sistema circular; e
- VI. Apresentar propostas, inspiradas nos *cases* globais, à empresa brasileira, a fim de fornecer um caminho para a transformação circular auxiliada pelas tecnologias habilitadoras.

1.3. JUSTIFICATIVA

O setor *fashion* está presente na vida de todas as pessoas e contribui diretamente para o aumento da geração de resíduos e da emissão de gás carbônico, de acordo com a BBC (2020). Sendo inegável o impacto ambiental negativo que é acarretado. Consequentemente, isso vem ocasionando uma mudança na mentalidade dos compradores que estão mais preocupados em um consumo consciente, não só sobre comprar menos, mas como comprar de empresas que prezam pela sustentabilidade.

Além disso, como destacado pelo relatório Modifica (2020), a pandemia do COVID-19 alertou sobre as consequências que o atual modelo socioeconômico está pautado: relações predatórias do ser humano com a natureza e outros seres. Portanto, ainda segundo este relatório, a indústria da moda é composta por um sistema complexo que se conecta com diferentes outros

setores industriais e agrícolas. Sendo assim, modificações neste setor possuem efeito multiplicador, pois impactam outras indústrias e setores.

Desta forma, faz-se necessário repensar sobre o modelo econômico atual que é composto pela linearidade dos ciclos. Com o intuito não só de cessar ou evitar impactos negativos no sistema, mas sim também impulsionar impactos positivos, propõe-se a adoção da Economia Circular (EC). Os diferenciais da EC estão em, de acordo com o relatório *Circular Economy: opportunities and challenges for the brazilian industry* (2018), ampliar, diversificar e garantir maior longevidade e, de acordo com Suarez-Eiroa et al. (2019), sua capacidade de conectar estratégias de diferentes escolas de pensamento.

O relatório destaca que esta transição do modelo econômico linear para o circular, é baseada na inovação. Sendo assim, é de grande valor entender como a Indústria 4.0 pode auxiliar nessa transição, a fim de alavancar os impactos positivos da economia circular. Além disso, o conceito de Indústria 4.0, segundo o relatório *Desafios para Indústria 4.0 no Brasil* (2016), abrange todas as etapas da cadeia de valor: planejamento e desenvolvimento (P&D), design e desenvolvimento do produto; insumos; produção; marketing, venda e distribuição; e pós-venda (manutenção, reparo, etc.). Portanto sendo de grande valia o estudo da sua aplicabilidade.

1.4. MOTIVAÇÃO

A escolha do tema se deve ao grande interesse que a autora tem por moda desde criança e por tecnologia, interesse adquirido durante a graduação. A moda está no cotidiano de todas as pessoas, se fazendo presente em todas classes sociais, raças, religiões, nacionalidades e gêneros.

É de extrema importância trazer este universo para o mundo acadêmico com o intuito de cada vez enfraquecer mais o paradigma de futilidade sobre o tema. Considerou-se uma grande oportunidade não *glamourizar* este assunto, explorando os grandes impactos do setor, tanto positivos quanto negativos.

Além disso, é inquestionável o desgaste ambiental que é vivenciado hoje e a discussão sobre este assunto é de grande relevância. Em um mundo global, com mudanças constantes, a tecnologia se torna uma grande aliada nesta transição.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis partes. Na atual seção, introduz-se o tema, através da contextualização, justificativa, objetivos e motivação. Na segunda seção, discute-se a literatura sobre a indústria da moda, a economia circular, ciclo de valor da moda e a indústria 4.0. Na terceira seção são expostos os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo. Em sequência é apresentado o estudo de caso, através da contextualização, iniciativas da marca e *cases* globais. Na quinta seção, será apresentada as discussões sobre o estudo de caso. Finalizando com as conclusões do estudo, inclusive as limitações e possíveis trabalhos futuros.

2. MODA, CIRCULARIDADE E INDÚSTRIA 4.0

Essa seção pretende elucidar o impacto ambiental causado pelo setor da moda, os principais conceitos de economia circular e indústria 4.0, e a aplicação de ambos no Ciclo de Valor da Moda.

2.1. A INDÚSTRIA DA MODA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

Como muitos outros setores, o setor *fashion* também foi diretamente impactado negativamente pela pandemia, de acordo com Brydges, Heinze e Retamal (2021). Teve seu faturamento reduzido, demissões em massa, além de ter o consumismo desenfreado e a sustentabilidade discutidos fortemente. Mesmo com todos esses contras, é inegável à proporção que o setor ocupa.

2.1.1. Impactos ambientais

A COVID-19, segundo Brydges, Heinze e Retamal (2021), alertou a sociedade sobre questões relevantes, como por exemplo o impacto ambiental que o estilo de vida atual dos seres humanos tem causado. A organização de mídia independente, Modifica (2020), aponta que 97% das pessoas acreditam que a moda e o vestuário são responsáveis por alterações climáticas e têm impactos sobre o meio ambiente.

De acordo com a Modifica (2020), existem seis importantes categorias de impacto ambiental: mudanças climáticas (ou pegada de carbono), consumo de água, toxicidade (produtos químicos), uso da terra, depleção (esgotamento) de recursos fósseis e uso de energia.

Segundo Holland Circular Hotspot e Netherlands Enterprise Agency (2020), a indústria da moda é uma das mais dinâmicas, velozes e poluentes do mundo. Ainda de acordo com o impresso, a cadeia de valor têxtil abrange uma ampla gama de atividades por meio de um ciclo de vida longo e complicado.

O setor contribui fortemente na emissão de gases de efeito estufa. Segundo a United Nations Climate Change (2018), ele é responsável por cerca de 10% das emissões, consumindo

mais energia que as indústrias de aviação e navegação juntas. De acordo com o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil - CICB (2021), o Brasil exportou 171,6 milhões de metros quadrados de couros e peles. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) (2002) aponta que “a produção de couro começa na atividade pecuária, seguida pelo abate dos animais, o descarte nos abatedouros e a aplicação de conservantes”. A atividade pecuária, segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), em 2020 no Brasil, emitiu aproximadamente 530 milhões de toneladas de CO₂.

De acordo com a Forbes, em 2015, o setor de vestuário e a indústria têxtil consumiram 79 bilhões de metros cúbicos de água, configurando estes setores como um dos principais responsáveis pela crise hídrica. A Organização das Nações Unidas (ONU), citada pela Forbes (2020), estima que 80-90% das águas residuais são devolvidas ao meio ambiente sem tratamento. Para ilustrar a destinação de água, segundo o canal de notícias Cable News Network - CNN (2020), a cada uma 1 tonelada de tecido tingido são necessárias 200 toneladas de água.

Muitos produtos químicos sintéticos são usados na indústria da moda. Esses químicos apresentam riscos à saúde das pessoas, pois muitos acabam em sistemas de água doce. Por exemplo, a produção de algodão faz uso intenso de fertilizantes, pesticidas e inseticidas. No tingimento, beneficiamento e acabamento de produtos são utilizados produtos altamente tóxicos. Cerca de 60-70% dos corantes de tecidos são do tipo AZO, que liberam substâncias químicas quando o tecido entra em contato com a pele. (COMMON OBJECTIVE, 2021).

Outro grave problema ambiental que todos os continentes sofrem é a poluição causada por plásticos. O uso do plástico ganhou grandes proporções devido a seu baixo custo e sua alta maleabilidade. Porém é um material que tem seu tempo de decomposição tão elevado, que é incerto. Este impacto ambiental também está presente no setor têxtil, no formato de microplásticos, mais especificamente fibras de tecidos sintéticos ou microfibras.

Os microplásticos, segundo Law e Thompson (2014), são as partículas com diâmetro menor que 5 mm e constituem os itens de entulho mais abundantes hoje no oceano. De acordo com o New York Times (2021), roupas e outros têxteis eliminam microplásticos em forma de fibra. Essas microfibras são removidas no processo de lavagem das roupas na máquina de lavar e, por fim, acabam no meio ambiente.

Um estudo conduzido por Lant et al. (2020) mostra que um casaco de lã de poliéster libera 1 milhão de fibras a cada lavagem. O New York Times (2021) ainda reforça que cientistas

estimam que os têxteis produzem 35% da poluição micro plástica nos oceanos, tornando os têxteis a maior fonte de poluição de microplástico do mundo, o que representa 2,2 milhões de toneladas de microfibras.

Quando se trata do solo, o impacto também é direto. Um estudo conduzido por Bharti et al. (2013), concluiu que os efluentes têxteis, em sua maior parte de tinturarias, estão deteriorando a qualidade das águas subterrâneas e do solo com metais pesados nas proximidades da área industrial da Panipat. O estudo mostra que os metais são acumulados nos níveis tróficos próximos, o que pode afetar as vegetações das plantas cultivadas, causar sérios danos à saúde do gado e até mesmo dos seres humanos, pelo consumo direto ou pela absorção de produtos alimentícios originados pelo gado ou vegetações.

Dados da BBC (2020), mostram que anualmente, no mundo todo, são produzidos 92 milhões de toneladas de resíduos têxteis, o que seria o mesmo que um caminhão de lixo cheio de roupas, a cada segundo destinado a aterros sanitários. O jornal ainda salienta que a expectativa para 2030 é um aumento de quase 50% na produção de resíduos têxteis. Restringindo para a perspectiva nacional, de acordo com a Modifica (2020), somente na região do Brás, polo têxtil na capital paulista, são coletadas 45 toneladas de resíduo têxtil/dia, o equivalente a 16 caminhões de lixo/dia com destino aos aterros sanitários. Neste sentido, os dados reforçam a importância de um consumo consciente.

2.1.2. *Fast e slow Fashion* (o consumo consciente)

Hoje em dia muito se ouve falar sobre lojas *fast fashion*, mas é importante entender de fato sua definição e o seu surgimento, pois os impactos na atual sociedade são intrínsecos a estes. De acordo com Delgado (2008), o termo originou através da mídia, que o usava para caracterizar a sazonalidade cada vez maior das vitrines de algumas marcas, como Zara e H&M.

Bick, Halsey e Ekenge (2018) definem *fast fashion* como a moda atual, rapidamente disponível e barata. Os autores afirmam que a globalização e o crescimento de uma economia global, impulsionaram as cadeias de suprimentos internacionais. Também salientam que a produção de roupas baratas é estimulada pelo aumento do consumo que sempre busca por preços cada vez mais baixos, que só é possível manter com a terceirização da produção em países subdesenvolvidos.

O surgimento do *fast fashion*, é consequência da Revolução Industrial. As preferências dos consumidores britânicos mudaram, pois os mesmos não queriam mais fazer suas próprias roupas, já que não tinham mais tanto tempo livre, pois trabalhavam nas fábricas. A demanda por roupas prontas começou com as chamadas *slop shop*, lojas de roupas de segunda mão, localizadas em áreas urbanas, onde havia uma alta concentração de pessoas da classe trabalhadora. (LINDEN, 2016).

De acordo com Linden (2016), a moda era exclusividade da elite rica, mas esse cenário mudou devido ao aumento na oferta de algodão e de novas tecnologias, barateando custos e abrindo portas para um novo mercado. Mas é importante salientar que o barateamento dos custos, também envolveu a mão de obra. A autora destaca que do advento da redução do custo de produção do algodão, surgiu a necessidade de mais trabalhadores, resultando no dobro dos números de escravos sendo comercializados, principalmente no sul dos Estados Unidos e no Brasil.

Ainda sobre o entendimento do modelo do *fast fashion*, a plataforma FFW Fashion Forward (2022) afirma que o modelo foi criado para atender uma demanda de uma vida acelerada, onde o consumidor quer estar sempre na moda e não quer esperar. Para exemplificar essa demanda acelerada, o Gráfico 1 representa o número de novos modelos lançados pelas maiores *fast fashion* da atualidade, apenas no primeiro trimestre de 2022.

Gráfico 1 - Número de novos modelos lançados pelas fast fashion no 1º trimestre de 2022



Fonte: Elaborado pela autora com base em FFW Fashion Forward, 2022.

Dois pilares são importantes para as as empresas de *fast fashion*: alto consumo dos compradores e baixo custo produtivo. O segundo ponto, pode ser desmembrado em outros dois, pois para manter o baixo custo produtivo tem-se matéria-prima barata com baixa qualidade e

mão de obra barata. Como apresentado na seção 2.1, a matéria prima e o processo produtivo impactam diretamente e negativamente o meio ambiente. Enquanto a mão de obra barata, acarreta problemas sociais, como o trabalho análogo à escravidão e conseqüentemente o aumento da desigualdade social.

Atualmente, segundo Holland Circular Hotspot e Netherlands Enterprise Agency (2020), partes significativas da produção de vestuário estão predominantemente na Ásia, devido a mão de obra barata, baixas normas e regulamentações ambientais e sociais.

A prova concreta dos problemas mencionados é o desmoronamento da confecção Rana Plaza, situada em Bangladesh, no ano de 2013, matando mais de 1100 trabalhadores. O prédio possuía 8 andares, mais de 3 mil trabalhadores e contava com 3 andares de creche para as crianças de seus funcionários. A fábrica funcionava 24h por dia, tendo como clientes grandes marcas, como Benetton e Monsoon. A terceirização da confecção, o que ocorre desde a Revolução Industrial, aparece como uma forma das empresas não se responsabilizarem, com o argumento de que não possuem conhecimento sobre as condições impostas pelos terceirizados. (THE TELEGRAPH, 2013)

Infelizmente o problema do trabalho análogo à escravidão, não se restringe ao setor de produção em países asiáticos. A falta de direitos humanos em toda a cadeia de valor não se aplica apenas ao trabalhador de vestuário de Bangladesh, como afirma Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), mas também ao vendedor de uma loja de fast fashion em grandes capitais pelo mundo.

De acordo com Holland Circular Hotspot e Netherlands Enterprise Agency (2020), os *fast fashion* promovem o consumo excessivo, pois alimentam o consumismo através de constantes novas coleções de roupas. Conseqüentemente, segundo o relatório, essas roupas novas não permanecem nas araras por mais de algumas semanas, incentivando a compra por algo novo, ou seja, tendências curtas.

O alto consumo, que também é um dos pilares que sustenta o setor *fast fashion*, também vem sendo muito discutido. Os consumidores têm questionado mais sobre a necessidade do consumo desenfreado, sobre a sustentabilidade de toda cadeia produtiva e valorizando produtos que zelem por estes princípios. Neste contexto, pode-se mencionar que o movimento que atende estes consumidores é o *slow fashion*.

Muito além de apenas ir contra ou ser só o oposto do *fast fashion*, o *slow fashion* tem sua origem em outro movimento, o *slow food*, de acordo com Clark (2008) e Holt (2009), citados por Pookulangara e Shephard (2013). Os autores dizem que o movimento que se iniciou em solo italiano, era uma reação ao crescente estilo de vida dos famosos *fast food*.

De acordo com Pookulangara e Shephard (2013), a moda é sinônimo de velocidade e tendência, enquanto o *slow fashion* parece ser o contrário. Porém apesar do *slow* retomar o lento, o movimento é além disso. Os autores citam Fletcher (2010), que resume sobre o que se trata esse movimento: “que tipo de sistema de moda atenderia melhor a todas nossas necessidades?”. Por “todas necessidades” podemos entender tanto para os consumidores, quanto para fabricantes, vendedores, distribuidores e o meio ambiente como um todo. Na Figura 1 estão representados os pilares a fim de obter um ambiente mais sustentável.

Figura 1 - Pilares para um ambiente mais sustentável



Fonte: Elaborada pela autora com base em Clark (2008) *apud* Pookulangara e Shephard, 2013.

2.2. ECONOMIA CIRCULAR

Na natureza, os descartes são reutilizados para outras finalidades. Por exemplo, a cabaça é o fruto de uma árvore conhecida como Cabaceiro ou Árvore de Cuia que chega a ter 15 metros de altura. Quando a cabaça está madura, despenca da árvore, se espatifando no chão e consequentemente, espalhando as sementes pela floresta. A casca, mesmo quebrada, é bem resistente e passa a ser o ecossistema para microrganismos e insetos, e até de abrigo ou

esconderijo para animais de pequeno porte. Depois de um tempo a cabaça entra em decomposição e devolve ao solo nutrientes importantes para o desenvolvimento das sementes. Ou seja, os descartes não são de fato rejeitados. Diferentemente, os seres humanos são adeptos do lema “fazer, usar e descartar”. Este lema adotado pelas pessoas e organizações, é prejudicial ao sistema como um todo, pois como destacam Calvão *et al.* (1999) a natureza leva milhares de anos para produzir determinados recursos, enquanto o ser humano destrói em décadas.

De acordo com Reike *et al.* (2018), o primeiro artigo sobre o tema foi registrado em 2007, porém o pensamento sistêmico e a circularidade em sistemas ecológicos e econômicos estão enraizados na literatura, que data do século XVIII.

Segundo Stahel (2016), entende-se por “economia circular” (EC) a transformação de bens que estão no final de sua vida útil em recursos para outros, ou seja, fechando ciclos nos ecossistemas industriais e minimizando o desperdício. Ele propõe que o lema adotado pela sociedade seja modificado para os 3 Rs exclusivos em ordem: reaproveitar o que se pode ou reciclar o que não ou refabricar caso não seja possível os anteriores. A transição da economia atual para uma economia circular reduzirá as emissões de gases de efeito estufa de cada nação em até 70% e aumentará a economia de baixo carbono final.

2.2.1. Princípios e fundamentos

De acordo com Velenturf e Purnell (2021), há diversas definições sobre a economia circular, mas todas são baseadas no esforço para fazer melhor uso dos recursos, embora “melhor” seja discutível. Também reforçam o declínio dos recursos naturais, o aumento da emissão de carbono e o aumento da produção de lixo, sendo necessário que a economia circular atue sobre estes aspectos. Ou seja, eles afirmam que a economia circular deve se esforçar para restaurar e regenerar o meio ambiente.

Suarez-Eiroa *et al.* (2019), apontam que existem três estratégias teóricas comuns sobre a economia circular: minimizar entradas de matérias-primas e saídas de resíduos; manter o valor do recurso o maior tempo possível dentro do sistema; e reintegrar produtos no sistema quando atingem o fim de vida.

Segundo Yong (2007) e Yuan *et al.* (2008), citados por Barreiro-Gen e Lozano (2020), as atividades referentes a EC possuem três níveis: macro, meso e micro. O primeiro nível tem

foco em regiões, cidades, municípios ou províncias. Já o nível intermediário foca em redes onde os resíduos de uma empresa passam a ser matéria-prima de outra. E por fim, o último nível micro, refere-se à melhoria do desempenho ambiental de uma determinada companhia.

2.2.2. Modelos de negócios circulares

De acordo com Geissdoerfer et al. (2020), o conceito de modelo de negócios iniciou para comunicar ideias de negócios complexas, para investidores em potencial, dentro de um curto espaço de tempo. Os autores também afirmam que um modelo de negócio evoluiu para uma ferramenta de análise sistêmica, planejamento e comunicação, sendo um ativo estratégico para vantagem competitiva e de desempenho.

Na literatura é possível localizar diferentes definições sobre modelo de negócio, todas se complementando. Mentink (2014), utiliza a definição de Osterwalder and Pigneur (2010), em que afirma que um modelo de negócios é a base de como uma organização cria, entrega e captura valor.

Mentink (2014) baseado em Frank Boons & Lüdeke-Freund (2012) e Heikkilä & Heikkilä (2013), divide o conceito em quatro pilares, sendo eles: proposta de valor (empresa cria para seu produto/serviço); gestão da infraestrutura (incluindo gestão de relacionamentos *upstream*); interface com o cliente (entrega de valor); e modelo financeiro (custos e benefícios).

Tratando-se de circularidade, Mentink (2014) define um modelo de negócio circular como “a base lógica de como uma organização cria, entrega e captura valor entre e dentro de ciclos fechados de material”.

Rashid et al. (2013) apontaram o modelo de negócio circular como uma resposta para incentivar o alinhamento de questões que explicam a lenta absorção de tecnologias de rápido avanço que possibilitariam a reciclagem de uma ampla gama de produtos e materiais.

Segundo Geissdoerfer et al. (2020), as quatro estratégias de modelos de negócios circulares são: reciclagem, ampliação e intensificação das fases de uso, e a substituição da utilidade do produto (desmaterialização).

A transição para modelos circulares, segundo a Confederação Nacional da Indústria – (CNI) (2018), é apoiada por viabilizadores da economia circular, como políticas públicas, educação, infraestrutura, tecnologias e inovação. Sendo uma decisão estratégica com impacto

em toda sua cadeia de valor. Além disso, a confederação destaca premissas necessárias para uma transição efetiva e benéfica para todo o sistema.

Os princípios necessários para essa transição entre a economia linear e a economia circular estão reproduzidos na Figura 2.

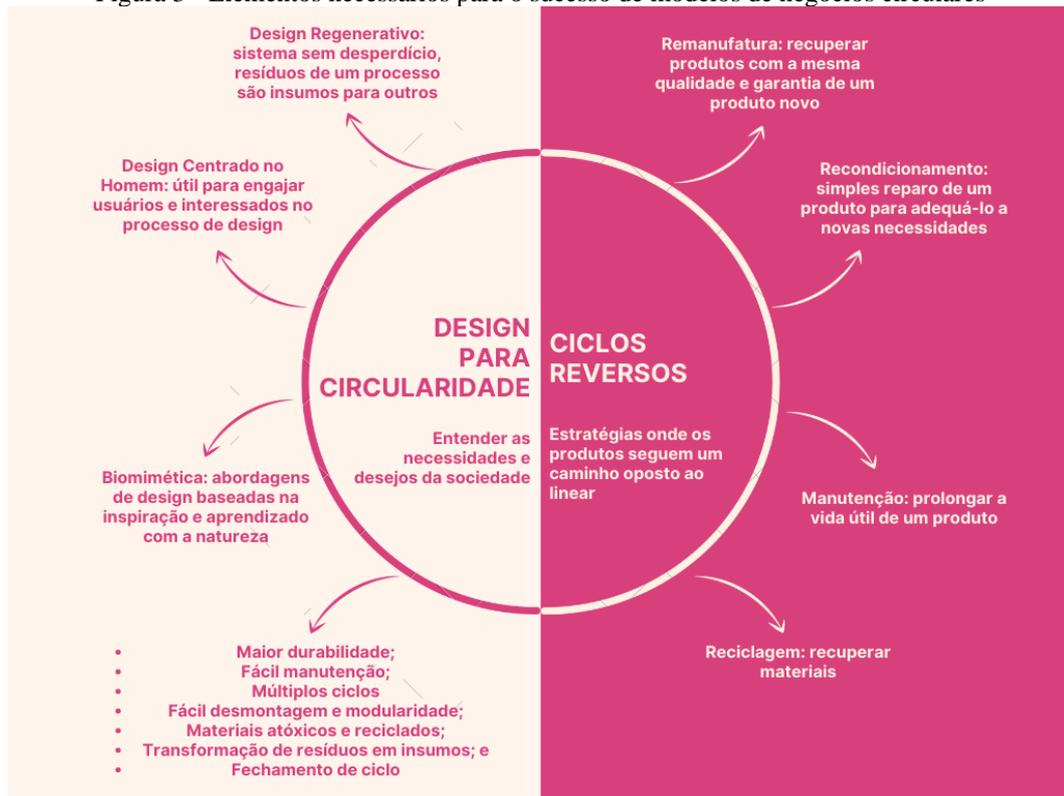
Figura 2 - Princípios necessários para a transição entre a economia linear e a economia circular



Fonte: Elaborada pela autora com base em Confederação Nacional da Indústria – CNI, 2018.

Ainda de acordo a confederação, existem três elementos necessários para o sucesso de modelos de negócios circulares: design para circularidade (inserir a discussão nesta etapa, garante a eficácia sistêmica, junto à uma equipe interdisciplinar e uma abordagem *design thinking*); ciclos reversos (quanto mais tempo o produto for usado, maior será o valor do produto); e proposta de valor (envolvidos na cadeia contribuem para agregar ou recuperar valor, como por exemplo: fluxos de materiais de uma empresa âncora servem como insumos e beneficiam outras empresas). A exemplificação do que são designs circulares e ciclos reversos estão representados na Figura 3.

Figura 3 - Elementos necessários para o sucesso de modelos de negócios circulares



Fonte: Elaborada pela autora com base em Confederação Nacional da Indústria – CNI, 2018.

Porém é inegável que o pensamento mais rápido que se tem sobre o consumo consciente é a perda de receita para as indústrias e vendedores. Contrapondo essa ideia, a Ellen MacArthur Foundation (2021) explora como os modelos de negócios circulares oferecem um potencial significativo para maior receita, representados na Figura 4.

Figura 4 - Meios de lucrar em modelos de negócios circulares



Fonte: Elaborada pela autora com base em Ellen MacArthur Foundation, 2021.

Segundo a fundação, é necessária a reformulação das métricas de desempenho, para que o sucesso seja mensurado efetivamente, senão, eles podem não reduzir a produção e o uso de recursos ou não alcançar os resultados ambientais positivos desejados.

Por fim, a fundação garante que os modelos de negócios circulares se dividem em três categorias, podendo ser projetados para cobrir uma ou todas as categorias: mais uso por usuário; mais usuários por produto; e além dos produtos físicos (produtos e/ou serviços digitais, substituindo os físicos).

2.2.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Na última década, de acordo com Suarez-Eiroa et al. (2019), a EC despertou o interesse dos órgãos regulatórios e legislativos. Os autores pontuam que na Europa, o pacote referente a Economia Circular foi iniciado com a Diretiva 2008/98/CE. Enquanto isso, na China, desde 2008 possuem um modelo de desenvolvimento nacional, tendência que se estende por outras tantas nações.

No Brasil, não foi diferente. Em 2 de agosto de 2010 foi instituída a Lei nº 12.305, referente a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Segundo Pereira e Souza (2017), foi a primeira legislação federal que regulamentou os resíduos sólidos no país.

A PNRS, segundo Brasil (2010), atuará sobre:

“...pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.”

Porém os rejeitos radioativos não estão inclusos nessa lei, pois estes são regulados por legislação específica. O objetivo macro da PNRS (2010), de acordo com Brasil (2010), é criar uma gestão integrada, ambiental e adequada aos resíduos sólidos. Como micro objetivos podemos destacar: não geração e reutilização dos resíduos sólidos; estímulo de padrões sustentáveis (produção e consumo) e avaliação do ciclo de vida do produto; articulação entre esferas do poder público e setor empresarial; incentivo a melhoria dos processos produtivos; entre outros.

A PNRS é obrigatória para a indústria têxtil, de acordo com a Modifica (2020), principalmente na etapa de corte, se os resíduos gerados forem classificados como industriais.

2.3. CICLO DE VALOR DA MODA

De acordo com relatório conduzido pela empresa de consultoria empresarial americana e a organização sem fins lucrativos que promove a colaboração da indústria em sustentabilidade na moda para acelerar o impacto, Mckinsey & Company e Global Fashion Agenda (2020), a indústria da moda é composta por um complexo ecossistema de processos, produtos e serviços. Classificam esse sistema como “Ciclo de Valor da Moda” que está representado na Figura 5 conjuntamente com as suas respectivas subetapas e em seguida a descrição de cada etapa.

Figura 5 - Etapas do Ciclo de Valor da Moda e suas respectivas subetapas



Fonte: Elaborada pela autora com base em Mckinsey & Company e Global Fashion Agenda, 2020; Modefica, 2020.

- **Produção de materiais:** extração da matéria-prima (sintética, vegetal e de origem animal) e preparação do fio a partir de inúmeros processos que transformam a fibra crua em fios e linhas;
- **Preparação de tecidos:** os métodos mais usuais para transformar o fio em tecido são tecelagem ou tricô, mas não só. Para dar características específicas aos produtos, podem ser adotados, por exemplo, o tingimento (um processo que depende de altos volumes de água), a impressão, o revestimento, entre outros;
- **Produção das peças de vestuário:** etapa dividida em três partes, sendo a primeira o corte dos tecidos no formato e modelagem desejados. Em seguida a confecção em si e por fim, acabamento e identificação visual da marca;
- **Atividades relacionadas ao varejo:** transporte dos produtos e venda dos mesmos;
- **Uso dos produtos:** o próprio uso em si, processo de lavagem, secagem e passagem (à ferro, por exemplo); e
- **Atividades de fim de uso:** o consumidor pode optar por reparar ou customizar a peça, ou ainda compartilhar com outras pessoas e até mesmo revender. Destacando também o fim indesejado que é o descarte.

A sustentabilidade na moda pode e deve estar presente em todas estas etapas, zelando por minimizar o impacto ambiental e social sobre o setor. Hoje em dia, muito se tem falado sobre as soluções para esse tema, como a reciclagem e os modelos de negócios circulares, que podem ou não incluírem a reciclagem.

O relatório Modefica (2020) apud revista Elle (2021), define o conceito de moda circular como:

“Intimamente relacionado com um sistema de produção e consumo de ciclo fechado, que tem como base a reciclagem, reparação e reutilização dos materiais e insumos utilizados durante todo o processo produtivo por diversas vezes.”

Os brasileiros estão acostumados a verem os famosos “catadores de latinhas” pelas ruas, as cooperativas ou até mesmo os caminhões de coleta seletiva que algumas prefeituras disponibilizam. Porém o relatório Modifica (2020) ressalta um dado interessante, apesar da reciclagem ser comum no país, 49.9% das pessoas entrevistadas, nunca ouviram falar sobre reciclagem de roupas no Brasil.

Claramente todos os envolvidos no ciclo de valor da moda podem contribuir para redução do impacto negativo do setor ao meio ambiente. Segundo o relatório da McKinsey & Company e da Global Fashion Agenda (2020), as marcas podem contribuir desde o desenho dos projetistas até a escolha de parceiros e estratégias de fim de uso. Já os consumidores podem favorecer a sustentabilidade, se prolongarem a longevidade das peças. E por fim, o relatório também destaca a responsabilidade dos investidores e reguladores em promoverem mudanças que incentivem e acelerem os esforços de todos os players.

Contudo, o estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), discorre sobre a diferença entre a economia circular e a sustentabilidade. A sustentabilidade procura “consertar” as falhas do sistema atual, enquanto a circularidade quer fazer as coisas bem desde o início ao longo de toda a cadeia de valor.

De acordo com Jacometti (2019), o conceito de economia circular aplicado no setor da moda, visa minimizar o desperdício, trazendo uma visão circular que envolve a promoção do prolongamento do fim de vida dos produtos, seja através da reciclagem e/ou reutilização e a utilização de matérias-primas ecológicas e sustentáveis.

Entretanto, segundo a Modifica (2020), a redução do consumo depende do tempo desse não ser mais rápido que a regeneração dos materiais e de novas perspectivas e estratégias. Além de afirmar que o desperdício não é o único foco. Apontando cinco atributos e indicadores para avaliação do potencial de circularidade: geração de resíduos; potencial de reciclagem; potencial de reutilização; toxicidade; e uso eficiente de recursos. Sendo o último atributo categorizado em relação ao consumo de água, ao uso da terra, ao uso de energia e indiretamente pela categoria de mudanças climáticas.

Estes impactos foram citados na seção 2.1.1 “Impactos ambientais”. Além desses atributos relacionados ao impacto ambiental, também define três atributos sociais de circularidade: apoio à economia local; criação de emprego; e promoção da justiça social.

Como apresentado abundantes vezes durante este trabalho, se faz necessário repensar sobre o sistema atual, a fim de promover a transformação do sistema *fashion*. Portanto, é necessária uma mudança estrutural nos modelos de negócio, para esta transição. Segundo Niinimäki (2018), o intuito é diminuir o fluxo de material dentro do sistema, além de lidar com o problema final dos resíduos têxteis. Sendo assim, pretende-se nesta seção, analisar como a circularidade está presente em todo o “Ciclo de Valor da Moda”. O mesmo ciclo na versão circular está representado na Figura 6.

Figura 6 - Etapas do Ciclo de Valor da Moda na versão circular



Fonte: Elaborada pela autora com base em Mckinsey & Company e Global Fashion Agenda, 2020; Modifica, 2020.

2.3.1. Produção de materiais

Como citado no início desta seção, o objetivo desta é expor como a EC está presente em cada uma das etapas do “Ciclo de Valor da Moda”, apresentado pela Mckinsey & Company e pela Global Fashion Agenda (2020). A etapa de “produção de materiais” abrange dois pilares: extração da matéria-prima e preparação do fio. Por isso, estes serão tratados separadamente.

2.3.1.1.Extração da matéria-prima

A primeira etapa do Ciclo de Valor da Moda muitas vezes não é sequer lembrada pelo consumidor final. Porém, todos os estágios são cruciais para o produto chegar de fato a ele e ser utilizado. Portanto, com este estágio não seria diferente.

A indústria têxtil utiliza diversos tipos de fibras, segundo Oliveira (1997), classificadas como naturais e químicas, sendo as químicas subclassificadas como artificiais e sintéticas. A autora aponta que as fibras naturais podem ser de origem vegetal ou animal, já as químicas são de origem vegetal ou petroquímica.

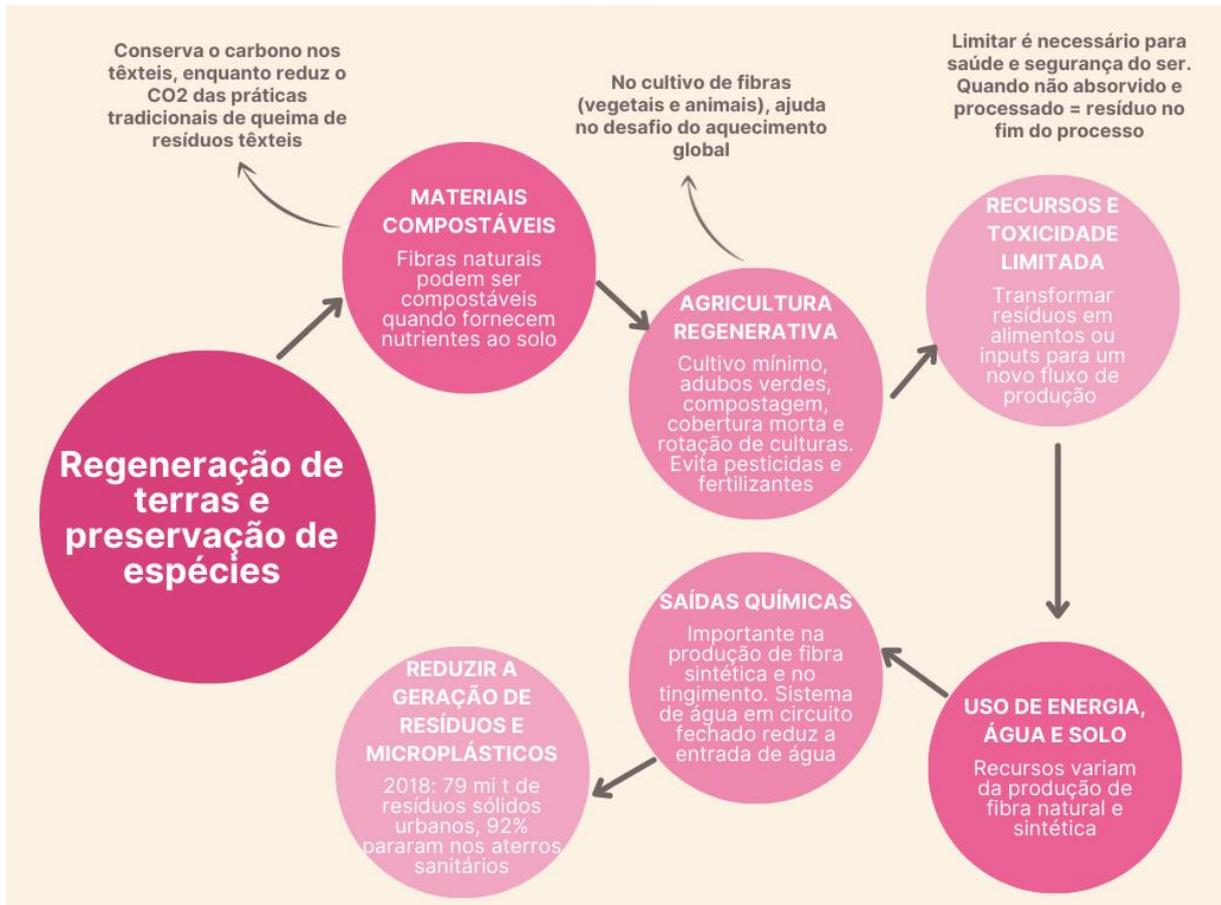
De acordo com o Lenzing (um grande produtor de fibras têxteis da União Europeia), citado pelo estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), quase dois terços de todas as fibras têxteis produzidas globalmente são derivadas de produtos petroquímicos; um quarto é dominado pelo algodão, uma cultura de uso intensivo de água que requer uso intensivo de pesticidas.

O impresso da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020) afirma que o aumento da reutilização e reciclagem de têxteis pode reduzir a produção de fibras têxteis virgens, limitando seu impacto ambiental.

Dentro da abordagem circular na indústria têxtil, segundo a Modifica (2020), esta etapa deve focar os esforços para regeneração de terras agrícolas e florestais, além de preservar as espécies endêmicas naturais. De acordo com o jornal ambiental ((o))eco (2015), espécies endêmicas naturais são aquelas animais ou vegetais que se manifestam apenas em uma determinada área ou região geográfica.

A organização Modifica (2020), aponta também que a adoção de duas iniciativas pode colaborar para alcançar com êxito este objetivo, representadas na Figura 7. Sendo elas: o uso de materiais compostáveis e a adoção de práticas de agricultura regenerativa. Além de salientar a importância da limitação de recursos e toxicidade; uso de energia, água e solo; saídas químicas; e geração de resíduos e microplásticos.

Figura 7 - Iniciativas para regeneração de terras agrícolas e florestais e preservação de espécies endêmicas naturais



Fonte: Elaborada pela autora com base em Modifica, 2020.

Segundo a Euratex (2020) e a Modifica (2020), é importante salientar que no setor têxtil, diferentes tipos de matérias-primas têm seus próprios impactos ambientais e sociais.

2.3.1.2. Preparação do fio

Na fase de preparação do fio existem inúmeros processos que transformam a fibra crua em fios e linhas.

Segundo o estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), o processo de fabricação do fio é chamado de fiação e este consiste no enrolamento das fibras ou filamentos individuais, sendo que este processo pode ser feito de forma manual ou em máquina. O impresso destaca que os problemas ambientais envolvidos nesta etapa são: o consumo de energia, os resíduos de fiação, o óleo de fuso e a poeira.

O processo de fiação pode realmente mudar o status de um possível resíduo em um novo produto intermediário na cadeia de suprimentos. Quando não for possível evitar o resíduo, este deve ser utilizado como uma nova matéria-prima. Como as fibras curtas, que não podem ser fiadas novamente em fios, mas podem ser reaproveitados nos *nonwovens* (não tecidos, como o feltro, que não é tecido e nem trabalhado, como as malhas). A fiação têxtil de fibras recicladas precisa de tecidos e materiais idealmente rastreáveis, classificados com base na cor e no tipo, possibilitando que as fiações forneçam estruturas com foco em soluções circulares. (EURATEX, 2020).

De acordo com Chen et al. (2021), ainda sobre a reciclabilidade, no nível da fibra e do fio, a classificação é um dos principais desafios, e as *solvent technologies*, tecnologias de solventes podem ser empregadas. Segundo a Solar Impulse Foundation (2019), *Solvent Technology* é um sistema solar térmico para aplicações de secagem e aquecimento em processos industriais e agrícolas. Chen et al. (2021) afirmam que é uma abordagem sustentável e essencial para a economia circular, mas ainda é desafio ampliar essas tecnologias.

O tingimento pode acontecer nesta etapa ou nas etapas seguintes de “preparação de tecidos” e de “produção das peças de vestuários”. O tingimento dos fios antes das etapas de malharia e de tecelagem, proporciona uma maior qualidade ao produto final. É possível tingir a massa da fibra, a fim de obter uma variedade de tons mesclados nos fios, ou o próprio fio, para efeitos multicoloridos nos tecidos. Para garantir uma melhor dispersão do tingimento, é necessário um gasto maior de água e de energia para aquecê-la e de tempo de máquina. Por fim, no processo de tingimento, também deve ser levado em consideração os corantes Estes são os responsáveis pelo tingimento e são classificados conforme sua composição química, tendo sua escolha condicionada ao tipo de fibra. (IGNACIO e PEREIRA, 2014).

Portanto, no contexto de uma economia circular, é necessário se pensar em alternativas de tingimento que usem menos quantidade de água e energia, além de corantes com baixa ou nenhuma toxina, para que estas não retornem ao meio ambiente e não sejam prejudiciais em nenhuma etapa posterior do processo.

2.3.2. Preparação de tecidos

Para formação do tecido, os métodos mais usuais são tecelagem ou tricô. A tecelagem é o que mantém o tecido unido e este processo envolve o entrelaçamento de fios vertical e horizontalmente em ângulos retos para gerar um tecido. Utiliza-se diversas maneiras de tecimento dos fios para que sejam criadas inúmeras aparências têxteis. Os fios ainda podem ser tricotados, formando laços simétricos. Ou ainda trançados em cordas, redes ou bordados em rendas. (EURATEX, 2020; MCKINSEY & COMPANY E GLOBAL FASHION AGENDA, 2020; HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020).

Para dar características específicas aos produtos, os tecidos passam por processos de beneficiamento, sendo eles: primário (condicionam os têxteis para os beneficiamentos seguintes, como alveamento e desengomagem); secundário (tingimento e estampagem); e terciário (acabamentos para torná-los mais adequados para suas aplicações, como amaciamento, estabilização, termofixação, etc). Porém nem sempre realizados nessa sequência. (MCKINSEY & COMPANY E GLOBAL FASHION AGENDA, 2020; MODEFICA, 2020; ARAÚJO E CASTRO, 1987 apud OLIVEIRA, 2017).

O processo de desengomagem é realizado, pois a existência de ingredientes de colagem no tecido dificulta os processos seguintes, por exemplo, devido a presença de amido. Em geral, cerca de 50% da poluição hídrica deve-se às águas residuais deste processo, que possuem uma alta DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) que a inutiliza. O problema pode ser mitigado usando enzimas que degradam o amido em etanol e este recuperado por destilação para uso como solvente ou combustível. (BABU et al., 2007).

O tingimento nesta etapa é o mais comum, segundo Ignacio e Pereira (2014), devido aos custos do processo e da reprodutibilidade das cores. De acordo com Holland Circular Hotspot e Netherlands Enterprise Agency (2020), existem muitos tipos de tingimento e na indústria têxtil, até 200 mil toneladas de corantes são perdidas em efluentes todos os anos, devido à ineficiência do processo de tingimento e infelizmente, a maioria desses corantes persistem no meio ambiente.

A purificação do material, desde a remoção de impurezas e das cores, garante o sucesso da reciclabilidade nas próximas fases do processo. Pode ser mais fácil tentar remover a cor do

que tentar retê-la quando se pretende um processo de regeneração química da fibra. A remoção de corantes de tecidos coloridos, pode ser realizada com redução, oxidação ou com uma combinação desses métodos, a depender do corante utilizado. Sendo esta mais fácil quando o tingimento é realizado com cores diretas. (MÄÄTTÄNEN et al., 2019).

Segundo a Euratex (2020), alguns processos de acabamento são importantes para a circularidade, pois melhoram as propriedades mecânicas, aumentam a longevidade e a facilidade de uso das fibras naturais (por exemplo, redução da energia de secagem e necessidade de passar a ferro) e podem ser usados em fibras virgens e recicladas.

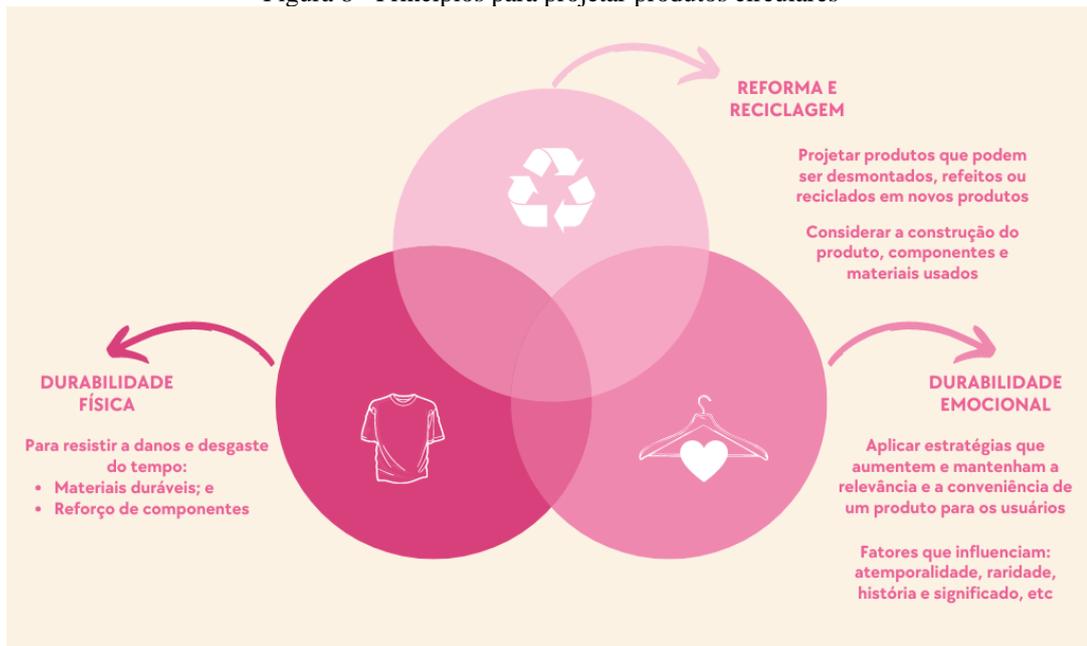
Ainda a respeito da reciclabilidade dos materiais têxteis, a seleção dos fios é importante. Os monomateriais são fortemente preferidos para operações de reciclagem, além da produção de tiragens mais longas de um produto em tecelagem e malharia. Os fios de materiais reciclados são mais difíceis de processar devido às maiores variações de resistência e elasticidade e sua irregularidade. (EURATEX, 2020).

2.3.3. Produção das peças de vestuário

Os tecidos acabados são destinados às redes de confecção que realizam o corte e costura, conforme o design desenvolvido. É importante salientar que, segundo Ignacio e Pereira (2014), o tingimento também pode acontecer nesta etapa, para se obter versatilidade de cores e efeitos e produtividade para pequenos lotes. Porém, como o tingimento já foi abordado nas duas etapas anteriores, não será abordado novamente nesta.

Para maximizar o potencial econômico e ambiental dos modelos de negócios circulares, de acordo com a Ellen MacArthur Foundation (2021), é necessário que os produtos sejam projetados de forma que sejam fisicamente e emocionalmente duráveis, e que possam ser refeitos e/ou reciclados ao final de seu uso, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Princípios para projetar produtos circulares



Fonte: Elaborada pela autora com base em Ellen MacArthur Foundation, 2021.

2.3.3.1. Design circular

O primeiro passo essencial para o sucesso da circularidade é o design. Holland Circular Hotspot e Netherlands Enterprise Agency (2020) apontam que em média, 80% do impacto ambiental de um produto é determinado na fase de projeto. Ou seja, o impresso afirma que os designers devem mudar o foco da estética e preço, para as necessidades do usuário, a função e o fim da vida útil do produto. De acordo com a organização Modifica (2020), na economia circular a perspectiva é que os produtos são projetados considerando o sistema que o produto vai habitar.

O impresso ainda destaca os cinco princípios que o design precisa seguir para ter sucesso na circularidade:

- I. Design com propósito: funcional que satisfaz as necessidades dos clientes;
- II. Design para longevidade: atemporal e de alta qualidade;
- III. Design para eficiência de recursos: materiais renováveis, produzidos de forma sustentável e justa, com o mínimo de energia (fóssil);
- IV. Design para biodegradabilidade: materiais biodegradáveis ou compostáveis dentro de um prazo razoável; e
- V. Design para reciclabilidade: resíduos têxteis em novos designs.

Estendendo sobre o ponto de reciclabilidade, é importante garantir alguns pontos para o sucesso desta. Como citado anteriormente, o uso de monomateriais é preferível. Porém, segundo a Modifica (2020), se não for possível o uso deste material, o produto deve ser apto a separação, para que individualmente suas partes sejam recicladas.

2.3.3.2.Corte e costura

Para um eficaz gerenciamento de resíduos, segundo Rapsikevičienė, Gurauskienė e Jučienė (2019), a formação de restos de tecido deve ser reduzida na fase de design. Os autores avaliam que, ao cortar e costurar tecidos, aproximadamente 15% deste é descartado em aterros, mas poderiam ser reutilizados.

O processo de costura compreende na orientação do tecido em direção à agulha de costura, a costura da borda do tecido e a rotação do tecido ao redor da agulha, o que requer um alto nível de habilidade e mão de obra experiente. Neste processo pode acontecer alguns defeitos, como: formação de laços alargados, deslocamento do padrão, formação de vincos, quebra de fio que não pode ser processado posteriormente devido a defeitos incorrigíveis, costuras assimétricas, pontos saltados, entre outros. Estes defeitos são causa frequente de sérios prejuízos econômicos para os confeccionadores. (KADNIKOVA et al., 2016); CHOUDHARY, SIKKA e BANSAL, 2018).

Além do prejuízo econômico, pode-se destacar a geração energia e de resíduos ao meio ambiente. Supondo que seja possível o desfibramento do fio, este demanda tempo adicional, pois em seguida ainda é necessário rebobinar o fio em uma estrutura de bobinagem. (KADNIKOVA et al., 2016); CHOUDHARY, SIKKA e BANSAL, 2018).

São fatores que influenciam a costura, de acordo com Choudhary, Sikka e Bansal (2018):

- Qualidade da linha: resistência e alongamento na ruptura, vivacidade, direção da torção, taxa de lubrificação, tipo de cera aplicada e dobra da linha;
- Tamanho, forma da agulha e força de penetração;
- Configuração da máquina;
- Deformação do tecido;
- Pressão no pé de pressão;

- Tensão na zona de costura;
- Velocidade da máquina de costura e outras peças; e
- Aplicação de vários acabamentos no tecido devido ao resultado do atrito entre a agulha e o tecido.

Os autores também afirmam que o conhecimento do tipo de fibra, proporção de mistura, fibra, fio, construção e estrutura do tecido, linha de costura e máquina de costura auxiliam para projetar medidas corretivas para este estágio.

Kadnikova et al. (2016) destacam que o pó gerado neste processo, é prejudicial à saúde, pois este é composto por muitos componentes, sendo eles: impurezas de ervas em pó, cabelos, fibras, bactérias, fungos, pesticidas, partículas de solo e outras impurezas.

No setor de corte são gerados grandes desperdícios, principalmente retalhos e aparas, que na maioria das vezes são descartados sem nenhum reaproveitamento. Se faz necessário um controle muito preciso, pois senão podem ocorrer perdas devido ao cálculo de gasto ineficiente; ao número excessivo de defeitos no tecido; a deficiência no corte; e a falta de planejamento do encaixe dos moldes. As perdas de tecidos nas fábricas podem chegar a 20% do total manipulado, sendo que a etapa com maior perda é a confecção (corte e costura) – responsável por 25% em todos os casos. (CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS, 2017 apud LEITE, 2017; ARAÚJO, 1996 apud LEITE, 2017; VASCONCELOS et al., 2012 apud MODEFICA, 2020).

Como o corte gera um grande resíduo têxtil, é importante destacar um ponto, levantado pela Modifica (2020), a respeito da reciclagem têxtil em solo brasileiro. Não existem incentivos fiscais para que a mesma seja realizada, visto que os fornecedores pagam entre R\$0,30 e R\$0,60/kg aos catadores, mas não há cobrança de taxa para destinação dos resíduos para aterros. Logo, financeiramente é mais interessante enviar para aterros do que pagar por um gerenciamento adequado. A organização também salienta, citando Amaral (2018), que para algumas empresas é mais lucrativo importar resíduos têxteis mais baratos e já separados por cor e mistura de fibras.

Outro ponto que a organização destaca é que não basta uma fibra ser biodegradável ou compostável, pois não necessariamente a roupa também será. Isso se deve ao fato dos aterros sanitários e lixões não propiciarem as condições necessárias para os materiais se decomporem, sem gerar impacto ou melhorarem a qualidade do solo. Por fim, a organização reforça o debate

sobre a falta de clareza nas leis brasileiras, sobre o que realmente são produtos biodegradáveis e compostáveis. Pois as roupas geralmente contêm resíduos de outros produtos químicos e raramente são totalmente produzidas com monomaterial.

2.3.4. Atividades relacionadas ao varejo

Como citado no início desta seção, o objetivo desta é expor como a EC está presente em cada uma das etapas do “Ciclo de Valor da Moda”, apresentado pelo relatório conduzido pela McKinsey & Company e pela Global Fashion Agenda (2020). A etapa de “atividades relacionadas ao varejo” abrange dois pilares: transporte dos produtos e venda dos mesmos. Por isso, estes serão tratados separadamente.

2.3.4.1. Transporte dos produtos - logística reversa

Apesar de só ser debatido nesta subseção, é válido pontuar que o transporte está presente em todas as etapas do “Ciclo de Valor da Moda”. A Ellen MacArthur Foundation (2021) reforça a importância da logística reversa, pois a tecnologia da cadeia logística hoje na indústria da moda é otimizada para uma produção previsível e unidirecional concentrada em países específicos, podendo ser uma barreira para manter os produtos em circulação. Ou seja, é preciso transformá-las em redes de suprimentos capazes de circular produtos local e globalmente.

Rogers e Tibben-Lembke (1998) definem a logística reversa (LR) como:

“Processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem para fins de recaptura de valor ou de descarte adequado”.

Já Mishra e Napier (2014), citados por de Campos et al. (2017), afirmam que LR é responsável pelo fluxo reverso de materiais com a finalidade de serem recolocados no mercado por meio de sua transformação em novos produtos. Os autores de Campos et al. (2017) ainda destacam que a logística reversa deve ser pensada na concepção do produto, já que tardiamente pode não ser economicamente viável.

De acordo com Sellitto (2018), o objetivo das atividades de LR é recuperar parte do valor restante ou destinar corretamente os materiais usados. O autor destaca que os benefícios da adoção da LR são: recuperação do valor econômico (redução de custos, criação de uma imagem positiva, cumprimento de legislação); ambiental (redução do uso de materiais virgens e de aterros) e social (geração de empregos e renda). Sellitto (2018) também salienta que a LR usa quatro canais: reciclagem, reutilização, remanufatura e descarte.

Aplicado ao setor fashion, a logística precisa ser econômica e tecnicamente viável para manter os produtos em circulação. Isso só será possível através de canais de comunicação multidirecionais, com a colaboração efetiva de todos os atores do setor. Um exemplo é de uma empresa que conecta as solicitações de transporte a veículos com espaço vazio que já estão indo na mesma direção, aumentando a eficiência. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020).

Os ciclos reversos abrangem desde a coleta de sobras de têxteis da produção até as roupas usadas pelos usuários. Reduzindo o desperdício têxtil em aterros sanitários, gerando novos fluxos de receita e estreitando relacionamentos com os clientes. As operações necessárias são: tratamento de devoluções de comércio e fluxos de entrada para revenda e reparo, manuseio, classificação e embalagem/redistribuição. A infraestrutura para estas precisa existir em diferentes locais e podem ser compartilhadas entre os participantes do setor, a fim de capturar economia de escala. Tal transformação implica avançar para uma rede diversificada e altamente conectada entre todos os atores do sistema. (MODEFICA, 2020; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

Como já mencionado anteriormente, nesta etapa também existe o impacto negativo se o sistema não for eficiente para coletar, identificar, rastrear na medida do possível, classificar e entregar esses materiais, segundo a Euratex (2020), comprometendo a escalabilidade.

2.3.4.2. Promoção e venda de produtos circulares

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2021), o acesso à moda por meio de modelos de negócios circulares deve ser tão fácil e comum quanto os modelos tradicionais. Ou seja, é importante pensar em formas de tornar o uso fácil ao cliente, poupando seus esforços, a fim de diminuir sua resistência em fazer parte daquilo.

Dito isso, é importante elevar a experiência do cliente, de acordo com a fundação, tornando-o mais desejável por meio de uma melhor experiência do usuário em comparação com a compra de novos produtos. Recompensar intencionalmente e explicitamente os clientes que optam por se envolver em modelos de negócios circulares em vez de lineares.

Algumas formas de alcançar isso, como a fundação destaca:

- Projetar programas de fidelidade que recompensem os clientes por acessar a moda por meio de modelos de negócios circulares;
- Oferecer apenas determinados produtos por meio de modelos de negócios circulares (como por exemplo, acesso ao produto só por locação);
- Entrega conveniente (como por exemplo, logística reversa);
- Serviço personalizado (como por exemplo, enviar um kit de “limpeza” para produtos de segunda mão, logística reversa, autenticação de produtos); e
- Desvencilhar o consumidor de preconceitos, através de campanhas de marketing que retratam a circularidade como algo atual e legal.

Porém, muito impulsionado pela crise da COVID-19, atualmente é vivenciado um aumento no e-commerce, e conseqüentemente em embalagens e transporte. Ou seja, as marcas devem considerar os impactos que estes também ocasionam. O primeiro passo para a circularidade é a redução e a reutilização de material de embalagem.

Aproximadamente 180 bilhões de sacos plásticos são produzidos todos os anos para armazenar, transportar e proteger roupas, calçados e acessórios e menos de 15% são coletados para reciclagem. Quando não for possível reduzir e reutilizar as embalagens, é fundamental informar os consumidores sobre as opções de reciclagem da embalagem utilizada. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020).

2.3.5. Uso e fim dos produtos

O uso e o fim dos produtos estão diretamente conectados, pois dependendo de como o produto for utilizado, serão as possibilidades para o seu fim. Uma peça de vestuário usada e lavada várias vezes na semana, não terá a mesma qualidade e nem o mesmo fim que uma peça usada ocasionalmente.

A porcentagem do impacto ambiental de uma peça de vestuário é determinada em sua fase de uso e esta fase pode representar 30% do total do impacto, sendo que a escolha das fibras tem uma grande influência neste processo. O número de lavagens deve ser limitado às necessidades reais, pois esta danifica o material, reduzindo sua vida útil. A redução da frequência de lavagem colabora para a redução da quantidade de água e detergente. O tipo de detergente também é importante, porque a maioria usa fósforo que contribui para a poluição da água. Além disso, a temperatura de lavagem pode ser outro problema, já que por razões de higiene, podem ser necessárias temperaturas elevadas (60-75°C). Estima-se que aproximadamente dois terços da energia da fase de uso sejam usados durante a lavagem (incluindo água de aquecimento) e um terço para secagem em tambor. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; EURATEX, 2020).

Um outro impacto que a lavagem ocasiona ao meio ambiente e que muitos consumidores não têm consciência. A lavagem de uma peça com uma carga moderada de fibras sintéticas, libera em média 20 milhões de microfibras na água do esgoto, os famosos microplásticos. Por serem muito pequenas, acabam no ar, no pó doméstico e na água, entrando na cadeia alimentar e no corpo humano. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020).

Como exposto na seção 2.2.1, um dos objetivos da economia circular é fazer com que o produto permaneça dentro do ciclo pelo maior tempo possível, sendo assim, por mais que o produto deixe de satisfazer a necessidade do seu comprador, deve-se pensar em alternativas. Dito isso, de acordo com a Ellen MacArthur Foundation (2021), existem quatro possibilidades de fim de uso, que vão além do descarte. Estas estão representadas na Figura 9.

Figura 9 - Possibilidades de fim de uso de um produto além do descarte

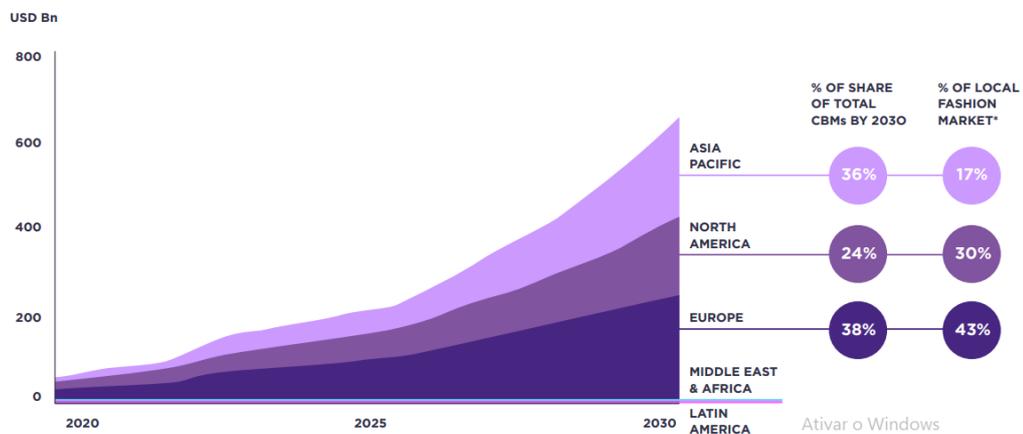


Fonte: Elaborada pela autora com base em Ellen MacArthur Foundation, 2021.

Estes quatro mercados cresceram nos últimos anos e juntos faturaram globalmente US\$73 bilhões em 2019. Apesar de ser intuitivo pressupor que apenas as classes mais baixas são adeptas destes serviços, o segmento de mercado de luxo representou 20% deste total. A revenda tem a maior proporção por receita, representando 63% desses modelos de negócios; seguido pelo aluguel, com cerca de 20%. Além disso, espera-se um crescimento de 23% para esses modelos de negócios. 85% da fidelidade à uma marca vem dos serviços de pós-venda e não do marketing antes das vendas. (BOF AND MCKINSEY & COMPANY, 2021 apud ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

Porém, um dado importante impressiona negativamente. Conforme a Gráfico 2, a América Latina está em último lugar e quase não é vista nestes mercados. Este fato é devido à baixa consciência que a população ainda tem sobre o tema, além de preconceitos. Apesar disso, este é um cenário que está mudando, mesmo que lentamente. Sendo assim, reforça-se a importância que desde a concepção do produto, a circularidade esteja presente.

Gráfico 2 - Distribuição geográfica de revenda, aluguel, reparo e reforma (2019 - 2030)



Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2021).

2.3.5.1. Upcycling

Dentro do mercado de reforma, também se destaca o *upcycling*. O termo *upcycling*, reutilização em português, foi criado por Reiner Pilz da Pilz GmbH em 1994, com o intuito de nomear o conceito de agregar valor aos produtos antigos ou usados. Já em 2002, o termo foi usado por William McDonough e Michael Braungart no livro: “*Cradle to Cradle: Remaking*

the Way We Make Things”. (SARAVANAN, RAM e SUGANYA, 2017; LUCIETTI et al., 2018).

Pode-se dizer que este conceito se opõe à reciclagem, pois a ideia que se tem sobre esta é a redução do valor dos produtos. Normalmente, este conceito cria algo novo e melhor a partir dos itens antigos, usados ou descartados. Os benefícios são a redução do consumo de novas matérias-primas durante a criação de novos produtos, do consumo de energia, poluição do ar e da água e emissões de gases de efeito estufa. (SARAVANAN, RAM e SUGANYA, 2017; LUCIETTI et al., 2018).

O processo de *upcycling* requer uma mistura de fatores como consciência ambiental, criatividade, inovação e trabalho duro. O visa o desenvolvimento de produtos verdadeiramente sustentáveis, acessíveis, inovadores e criativos. (SARAVANAN, RAM e SUGANYA, 2017).

2.3.5.2. Remanufatura

De acordo com Bernard (2011), a remanufatura é um tipo específico de reciclagem, onde os bens usados são reparados em novos. A autora destaca que diferente da reciclagem, a remanufatura preserva a maior parte do valor agregado, pois gera um novo produto que geralmente tem uma redução no uso de energia, pois este elimina algumas etapas de produção.

Kurilova-Palisaitiene, Sundin e Poksinska (2018) definem a remanufatura como um elemento crítico para a economia circular, composta por uma série de etapas de fabricação aplicadas a um produto em sua vida final, com o objetivo de transformá-lo em um novo ou em um de melhor desempenho. Destacam ainda que ela é complexa e difícil de gerenciar, devido às inúmeras incertezas internas e externas. Sendo as internas do processo e do sistema interno do fabricante, já as externas dependem de legislações e regulamentos, das preferências dos consumidores e das mudanças tecnológicas.

2.3.5.3. Reciclagem

É simplista afirmar que as roupas são fáceis de reciclar, pois este é um processo muito complexo. Durante esta atividade, a qualidade das fibras é prejudicadas e apenas 1% das fibras

recicladas podem ser reutilizadas em roupas. A maioria é usada em outras funções, como panos de limpeza, tapetes, enchimento de colchões e funções relacionadas.

Outro grande problema é a triagem, porque as roupas geralmente são feitas de misturas (fibras naturais e sintéticas ou fibras sintéticas e sintéticas), que conseqüentemente possuem propriedades diferentes, dificultando sua separação para quebrar as fibras individuais em seus blocos de construção químicos. Ainda sobre a triagem, os produtos têxteis descartados juntamente com os resíduos sólidos urbanos ficam molhados e sujos e não podem ser reutilizados (ao contrário de plásticos e papel). (CHEN et al., 2021; EURATEX, 2020).

Por fim, os resíduos têxteis serão uma matéria-prima valiosa para as empresas num futuro próximo. No entanto, para que isso aconteça, há necessidade de ampliar as iniciativas e os incentivos fiscais para o sucesso. A indústria de reciclagem têxtil precisará de volumes consistentes/estáveis de resíduos têxteis para poder classificá-los em frações consistentes e reprodutíveis. (EURATEX, 2020).

2.3.5.4.Descarte

De acordo com Rapsikevičienė, Gurauskienė e Jučienė (2019), apenas os resíduos têxteis impróprios para reciclagem ou incineração podem ser depositados em aterro e esta quantidade pode ser reduzida.

Já a Euratex (2020), alerta que a eficiência do descarte de têxteis depende dos consumidores levarem itens danificados ou em boas condições, sendo que estes devem estar limpos e secos. A organização também destaca que o comportamento dos consumidores deve ser considerado, pois pesquisas sugerem que os motivos para não entregar roupas e tecidos usados podem ser complexos e incluir fatores desconhecidos, como por exemplo a localização do depósito.

2.4. INDÚSTRIA 4.0

O SENAI-SP (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2018) aponta a Indústria 4.0 como um conjunto de tecnologias, que integradas, reduzem as barreiras entre os mundos

virtual e real, permitindo o trabalho colaborativo entre máquinas e seres humanos. O mesmo órgão salienta que o termo foi usado pela primeira vez na Alemanha, na maior feira de automação do mundo, em 2011. Essa feira consistiu em um projeto estratégico, para promover a manufatura, tendo como intuito o impulsionamento de exportações.

Com o objetivo de se analisar as tecnologias úteis e pertinentes para que o setor fashion alavanque a economia circular em território brasileiro, se faz necessário a definição, o histórico e o entendimento de alguns conceitos que serão abordados no decorrer do presente trabalho.

Azevedo (2017) cita que os pilares da transformação digital são as tecnologias habilitadoras (enabling technologies), que segundo a comissão europeia, formalizou-as como KETs (Key Enabling Technologies – Tecnologias Habilitadoras Chave). O SENAI-SP (2018) destaca diversos benefícios dessas tecnologias, sendo eles:

- linhas de produção ágeis, obtendo a customização em massa, com custos semelhantes aos dos produtos não customizados e com prazo de entrega relativamente curto;
- a rastreabilidade possibilita acompanhar o produto desde a fabricação até a análise de comportamento do consumidor durante o uso do produto e automaticamente implementar melhorias;
- usando a inteligência artificial é possível tomar decisões e modificações dos processos produtivos em tempo real;
- através da virtualização se identifica gargalos, encontrando a solução de possíveis problemas;
- sistemas cyber-físicos geram decisões mais assertivas e seguras;
- a modularidade da produção, ou seja, cada parte do processo é um módulo independente, mas com total interação com o restante; e
- a Internet das Coisas (IoT) possibilitando a comunicação entre os sistemas cyber-físicos, produtos, sensores, humanos, M2M (machine to machine).

Consequentemente, todos esses fatores, de acordo com o SENAI-SP (2018), afetam diretamente a credibilidade da empresa. Não existe uma definição formal sobre quais tecnologias chaves compõem a indústria 4.0, então este trabalho destaca as que considera mais pertinentes para impulsionar e colaborar com a circularidade no setor *fashion* brasileiro.

As tecnologias habilitadoras, selecionadas para o presente trabalho, estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Descritivo das tecnologias habilitadoras

Tecnologia habilitadora	Descrição
Computação em nuvem (<i>cloud computing</i>)	Tecnologia que permite acesso remoto a softwares, armazenamento de arquivos e processamento de dados por meio da internet. Possível acessar dados importantes de qualquer computador, em qualquer lugar. (SALES FORCE, 2022)
Inteligência artificial	Sistemas ou máquinas que imitam a inteligência humana para executar tarefas e podem se aprimorar iterativamente com base nas informações que coletam. (ORACLE, 2022)
Internet das coisas (<i>internet of things - IoT</i>)	Descreve a rede de objetos físicos incorporados a sensores, software e outras tecnologias com o objetivo de conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas pela internet. (ORACLE, 2022)
Manufatura aditiva	Fabricação de objetos físicos através de fontes de dados criadas em sistemas de projetos computacionais. Entretanto, estes equipamentos não se restringem simplesmente à produção de modelos, mas também à manufatura final de produtos. (SANTOS e BELÉM, 2018)
Manufatura digital	Uso de um sistema integrado, baseado em computador, que consiste em simulação, visualização 3D, análises e ferramentas de colaboração para criar definições de processos de manufatura e produto simultaneamente. (SENAI-SP, 2018)
Processamento de dados (<i>big data</i>)	Dados com maior variedade que chegam em volumes crescentes e com velocidade cada vez maior. Conjunto de dados maior e mais complexo, especialmente de novas fontes de dados. (ORACLE, 2022)
RFID (<i>radio frequency identification</i>)	Utiliza a frequência de rádio para captura automática de dados, para identificação de objetos com dispositivos eletrônicos. (GTA UFRJ, 2022)
Robótica avançada	Dispositivos que agem em grande parte, ou parcialmente, de forma autônoma, interagindo fisicamente com as pessoas ou seu ambiente, capazes de modificar seu comportamento com base em dados de sensores. (SENAI-SP, 2018)

Fonte: Elaborada pela própria autora.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria - CNI (2016), o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve diversos desafios: investimentos nas tecnologias, adaptação de layouts, processos e cultura, criação de novas especialidades, desenvolvimento de competências, entre outras.

De acordo com a Euratex (2020), a indústria é responsável por tornar a produção o mais eficiente possível, utilizando as técnicas mais eficientes, em inglês *most efficient techniques* (BAT), e fazendo uso das melhores tecnologias disponíveis. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD (2020) classifica as BAT como técnicas avançadas e comprovadas para a prevenção e controle das emissões industriais e do impacto ambiental causado pelas instalações industriais. As BAT também são usadas na economia circular para o desenvolvimento sustentável.

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2021), o uso de tecnologias permite uma comunicação multidirecional, o rastreamento e a rastreabilidade dos produtos, possibilitando trocas entre empresas e gerenciadores de processos (coletores, limpadores, reparadores e distribuidores), necessários para fazer os modelos de negócios circulares funcionarem. A fundação também manifesta que alavancar as tecnologias agrega valor aos consumidores, fornecendo dados destes para as empresas e assim, as marcas podem projetar mais assertivamente.

2.4.1. Inteligência artificial, processamento de dados (*big data*) e computação em nuvem (*cloud computing*)

Como comentado na seção 1.1, a pandemia do COVID-19 impulsionou ainda mais um mercado que já era crescente, o do *e-commerce*. Investigar as preferências do cliente sobre vestuário tornou-se de grande interesse para a indústria por tornar promissora a oportunidade de compras on-line, através de recomendação de roupas e publicidade de lojas.

Tudo isso é possível devido à inteligência artificial, que sinaliza o que os consumidores estão buscando e demandando para criar cada vez mais peças propensas à compra. Um exemplo é a *fast fashion* chinesa Shein, que usa o modelo “testa-e-repete” em que apenas 6% de seus produtos ficam no estoque após 90 dias. (THE GUARDIAN apud FFW FASHION FORWARD, 2022).

Porém, a base da inteligência artificial são os dados. No entendimento dos autores Xie et al. (2015), o *big data* pode se tornar ativos valiosos para clientes e empresas, através da co-criação de valor entre ambos. Salientam também que transformar recursos digitais em ativos de valor requer a aplicação de bases de recursos heterogêneas e capacidades cooperativas de ambos

os atores. Ou seja, para o sucesso dessa tecnologia é necessário muito estudo sobre o cliente, ou seja, o foco deve ser totalmente o cliente para ele ser decifrado. Para tornar esses dados em ativos de valor ou em dados inteligentes, faz-se necessário o uso da Inteligência Artificial.

Por meio da Inteligência Artificial, como trazem Fernandes et al. (2018), pode-se desenvolver um estilo pessoal individual, orientando os usuários em suas escolhas, de acordo com seus hábitos e necessidades. Sendo mais assertivo no direcionamento ao cliente, oferecendo o que ele deseja e o que supre a sua necessidade, seja de um produto ou serviço, evitando a compra sem sentido.

A IA está presente em todo o Ciclo de Valor da Moda, pois ajuda em novas maneiras de organizar processos industriais e cadeias de suprimentos globais. De acordo com Nishant, Kennedy e Corbett (2020), visa reduzir os insumos de água, energia e terra associados à produção, enquanto reduz contribuições líquidas para as emissões de carbono.

A IA também é usado em outros estudos, como por exemplo no artigo “*Study the effect of operating parameters and intrinsic features of yarn and fabric on thermal conductivity of stretch knitted fabrics using artificial intelligence system*”, publicado em 2014 (Estudar o efeito de parâmetros operacionais e características intrínsecas do fio e do tecido na condutividade térmica de tecidos de malha elástica usando o sistema de inteligência artificial) escrito pelos autores Faten Fayala, Hamza Alibi, Abdelmajid Jemni e Xianyi Zeng. Aplicado a circularidade, pode promover o prolongamento do uso da peça, além da produção mais eficiente.

De uma maneira geral, na transição para um sistema *fashion* circular, os dados devem ser usados para avaliar o desempenho real dos produtos e coletar feedback. Com posse desses dados (que dizem sobre os hábitos e preocupações dos consumidores) e de testes de laboratório específicos (para simular o envelhecimento em uso real) é possível desenvolver produtos mais duráveis. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

A inteligência artificial também facilita uma rede de fornecimento distribuída, enquanto a computação em nuvem facilita o compartilhamento das informações, ambas a fim de colaborarem para a circulação de produtos e uso efetivo dos dados, para operar em tempo real e sob demanda. A tecnologia proporciona parcerias mutuamente benéficas, entre fábricas e empresas de moda, com uma comunicação mais rápida e eficaz. Além de maximizar suas rotas de transporte e veículos de modo a ficar o mais próximo possível de emissões zero. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

2.4.2. Internet das coisas (*Internet of Things* - IoT)

As tecnologias de IoT podem auxiliar no gerenciamento do fluxo de recursos restaurativos e regenerativos, através da coleta de dados gerados a partir de vários sensores inteligentes por toda a cadeia de valor. Auxilia na transformação de um sistema circular, pois a partir dos dados coletados é possível melhorar as estratégias. A implementação da IoT acelera a interação entre dispositivos e a interatividade humano-dispositivo de uma maneira mais confiável e rápida. (CARLOS e MATTOS, 2021; GHOREISHIA, HAPPONENB e PYNNÖNENC, 2020).

Está presente em todas as etapas do Ciclo de Valor da Moda. Na primeira etapa, de extração da matéria-prima, de acordo com Ribeiro, Marinho e Espinosa (2018), no âmbito da agricultura, as tecnologias habilitadoras auxiliam na capacidade de coletar mais dados e medição sobre a produção: qualidade do solo, níveis de irrigação, clima, presença de insetos e pragas. Sendo os dados obtidos a partir de sensores implantados em tratores e implementados diretamente no campo e no solo ou com o uso de drones ou imagens de satélite. As tecnologias mencionadas são possíveis graças à IoT.

Na questão fabril, pode estar presente no monitoramento automatizado e controle das operações, na manutenção do equipamento e na eficiência das máquinas (por exemplo, de tecelagem e bordados, através dos dados relativos à produção). Também colabora para a prototipagem rápida e amostragem, tornando a quantidade de produção mais precisa, evitando o excesso de produção. (GHOREISHIA, HAPPONENB e PYNNÖNENC, 2020; ALVES et al, 2021).

Pode contribuir no design e desenvolvimento de produtos inteligentes, por meio de sensores, que analisam e rastreiam o ciclo de vida dos produtos. Com estes dados é possível entender melhor como o consumidor faz uso do produto e realizar o desenvolvimento de um planejamento para: reciclagem; materiais (quais comprar, quais estão prontamente disponíveis nos produtos em fim de vida); logística; e redução de resíduos. Também está presente na impressão digital, uma alternativa aos processos de tingimento que gastam alta volumetria de água. (GHOREISHIA, HAPPONENB e PYNNÖNENC, 2020; ALVES et al, 2021; AWAN, 2021 apud CARLOS e MATTOS, 2021).

Impacta diretamente na experiência do cliente, pois ajuda na comunicação, na rastreabilidade dos pedidos, acelera a logística (reversa, principalmente) e no processo de venda guiada (amostras virtuais de produtos substituindo a exibição física). (GHOREISHIA, HAPPONENB e PYNNÖNENC, 2020; ALVES et al, 2021).

Ainda existe um subcampo relacionado ao mundo fashion: Wearable IoT (WIoT). Hiremath, Yang e Mankodiya (2014) apontam que se trata da criação de um tecido inteligente que possui sensores que se comunicam entre si e com a internet. Os autores afirmam que através desse tecido é possível monitorar fatores humanos, como saúde, bem-estar e comportamentos. Estes contribuem para a circularidade, no setor de saúde, pois haverá menos necessidade de deslocamento de idosos ou doentes para check-ups ou visitas a médicos, no entendimento de Ghoreishia, Happonenb e Pynnönenc (2020).

2.4.3. Manufatura aditiva

A manufatura aditiva é uma grande aliada no setor de confecção no Brasil. Como citado pelo SENAI-SP (2018), ela é capaz de produzir geometrias complexas, além de peças mais leves e possuir boa resistência mecânica. E tudo isso, segundo o órgão, com um número de ferramentas e dispositivos reduzidos. Ou seja, deixando de lado custos com diversos equipamentos e estoques.

Atualmente as pessoas querem ter o que todos têm, mas com exclusividade, em outras palavras: customização em massa. Segundo Kotler e Keller (2013), a pioneira em customização em massa no ramo de confecção foi a marca Levi's no segmento de jeans. E a manufatura aditiva permite essa flexibilidade de mudanças no produto a cada peça produzida, sem deixar de lado a agilidade.

A impressão 3D está presente nos tecidos, de acordo com Spahiu et al. (2016). A fim de alcançar novas propriedades é combinado tecidos têxteis com itens impressos em 3D. Ainda de acordo com os autores, é possível produzir manequins de moda com base no tamanho de uma pessoa real.

Essa tecnologia habilitadora traz benefícios tanto às roupas, como aos sapatos. Benefícios na produção de objetos complexos e minimização de custos. Além de ser uma tecnologia que não gera resíduos desnecessários, contribuindo para a circularidade.

2.4.4. Manufatura digital

A manufatura digital é uma tecnologia habilitadora que beneficia tanto a indústria quanto o cliente, simulando desde processos de fabricação até a peça final no corpo do cliente. Pode-se dizer que existe um espaço virtual voltado ao vestuário.

De acordo com Kim e Cheeyong (2015), scanners e programas de simulação tridimensional de roupas virtuais foram desenvolvidos, digitalizando a indústria da moda, a fim de automatizar os processos de trabalho, aumentando a produtividade e reduzindo custos. Os autores afirmam que graças ao desenvolvimento do software de simulação de vestuário virtual, é possível adaptar virtualmente o trabalho de design 2D ao trabalho de design 3D.

Liu et al. (2016) reforçam que essa tecnologia de realidade virtual 3D apresenta vantagens como menor custo, economia de tempo, maior eficiência, facilidade de acesso e maior precisão. Segundo os autores, é composto de três módulos principais, que juntos constituem um sistema que permite a simulação do processo de confecção real de peças de vestuário:

- Manequim paramétrico 3D: modela um corpo humano com as dimensões reais;
- Propriedades de tecido: ajusta o tecido virtual com as propriedades reais do tecido; e
- Costura de padrão virtual: monta padrões juntos.

Sendo assim, a tecnologia serve efetivamente, segundo Liu et al. (2016), para otimizar os padrões de roupas, medir a pressão do vestuário em condições estáticas e dinâmicas e o conforto de uso dos padrões otimizados. Com informações tão assertivas, tanto sobre o tecido, a costura e o consumidor, faz com os erros destes processos tendam a zero, colaborando diretamente com a circularidade, evitando o desperdício e a geração de resíduos.

No entendimento de Kim e Cheeyong (2015), os métodos de produção de roupas podem ser divididos em três:

- Analógicos: técnicas convencionais de design de moda e fabricação de roupas, usando a produção de padrões para produzir roupas, cortando e costurando-os;
- Semi-digitais: o design de moda é realizado com um *software* CAD de design e a produção de padrões é obtida com o *software* CAD padrão; e
- Digitais: combinam uma técnica de reprodução 3D com o método semi-digital, os problemas são identificados antes do processo de fabricação, tendo as correções feitas nos padrões.

O estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020) ainda destaca três benefícios do uso de *softwares* de design 3D. Um deles é o processo de amostragem, que pode ser feito digitalmente, reduzindo o desperdício e o CO2. O outro é animação de campanhas de marketing, em substituição às tradicionais sessões de fotos e desfiles. E por último, a digitalização da moda cria oportunidades para o “*fashion-on-demand*”, em tradução: vestuário sob demanda, evitando o excesso de estoque e permitindo a personalização.

Essa tecnologia possibilita sistemas informatizados em modelagem, gradação e encaixe que fornecem grande precisão e agilidade para graduar e riscar, aumentando drasticamente a produtividade e diminuindo os erros. Com os moldes digitalizados, não é preciso se preocupar com a perda ou o dano do físico, além de proporcionar novas combinações e alterações sem a criação de um novo molde físico e conseqüentemente, um novo resíduo. Além disso, os sistemas inteligentes identificam qual o melhor local para corte, com o intuito de aproveitar o tecido como um todo, evitando desperdícios. (LEITE, 2017).

Vale destacar que através da manufatura digital, atualmente existem *softwares* de demandas mais precisos, colaborando para uma produção com menos desperdícios de produtos produzidos e não vendidos.

As famosas realidades aumentada (AR) e realidade virtual (VR) também colaboram para a circularidade, pois através delas é possível os consumidores experimentarem as peças virtualmente antes de comprá-lo, garantindo assim que ele seja usado pelo comprador e não desperdiçado após a compra. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

A manufatura digital proporciona a redução das emissões de GEE, pois modelos que vão além dos produtos físicos eliminam o desperdício de material e diminuem o uso de água e transporte. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

2.4.5. RFID (radio frequency identification)

Comumente conhecida como etiqueta inteligente, pode ser uma grande aliada na indústria da moda. Ngai et al. (2008) apontam que algumas empresas adotaram a tecnologia de RFID a fim de obterem vantagem competitiva. Hoje em dia, essa tecnologia vai além de servir como um sistema antirroubo.

De acordo com a Haco, uma empresa brasileira especializada em etiquetas, o sistema de etiquetas RFID traz benefícios não só gerenciais para a indústria, como também para o cliente. Esse sistema, de acordo com a empresa, facilita a rastreabilidade e consulta da disponibilidade de um produto por todo o processo produtivo, auxiliando na prevenção e antecipação de problemas. O sistema também é um ótimo aliado em dificultar a falsificação de produtos, mais voltado para o mercado de luxo. Sendo assim, ele afeta desde a produção até a venda do produto.

É possível ter agilidade e melhor acuracidade no controle de estoque e inventário, já que tem a capacidade de ler vários itens de uma só vez, além dos itens em movimento. Este ponto contribui para a circularidade em muitos aspectos. Inicialmente, ao rastrear qual cliente compra qual produto e em que momento, o RFID ajuda a prever a demanda de cada estoque. Sendo assim, colabora para o aumento da precisão do estoque, não sendo necessário a compra ou produção de peças que podem acabar no lixo. Além disso, contribui para a menor emissão de gases de efeito estufa (GEE), além da redução da produção desnecessária, o transporte deste estoque e de clientes que não precisam fazer várias viagens à loja, em busca de um determinado item. (HACO; DENUWARA, MAIJALA e HAKOVIRTA, 2019).

Conforme Chen et al. (2021) manifestam, estas etiquetas também são capazes de se comunicar com máquinas de lavar inteligentes para configurações de lavagem ideais, colaborando para a eficiência do uso de energia e água durante o uso.

Uma outra aplicação das etiquetas de identificação por radiofrequência, como trazem Chen et al. (2021), é no empregado destas para classificar as roupas no nível do tecido. Adicionadas às bainhas do tecido, são capazes de permanecer ativas durante todo o processo de uso da roupa e auxiliam na triagem para o processo de reciclagem. Na obra de Denuwara, Maijala e Hakovirta (2019) é destacado que esta classificação no retorno, ajuda a reduzir o

tempo de processamento de fibras, aumentando a eficiência do trabalho e a qualidade do serviço do centro de distribuição, economizando custos e melhorando o atendimento logístico aos clientes.

Por fim, outro benefício levantado por Denuwara, Maijala e Hakovirta (2019), é a visibilidade total da cadeia de suprimentos, permitindo que empresas e consumidores tomem decisões ambientalmente e socialmente informadas, pois os atores estão reunidos em um só lugar.

2.4.6. Robótica avançada

Zoumponos e Aspragathos (2010) apontam que a indústria do vestuário tem uma história muito longa, mas a automação ainda não está presente em muitas partes das linhas de produção. Segundo os autores, quando uma organização decide adotar processos automotivos em suas plantas, as principais metas devem ser: flexibilidade, confiabilidade, facilidade de uso, baixo investimento e custo operacional. Ou seja, os autores dizem que a automação ao substituir as tarefas manuais, liberam os trabalhadores para que estes atuem na supervisão do processo e reduzam significativamente o custo de produção.

Existem desafiadoras dificuldades relacionadas a confecção de peças através da automatização, citadas por Koustoumpardis e Aspragathos (2012), como: a baixa resistência à flexão do tecido, grandes deformações, comportamento imprevisível, natureza anisotrópica, não linearidade e heterogeneidade de seus materiais. Isso se deve, de acordo com os autores, a grande variedade de tecidos, as dificuldades na modelagem para aplicações em tempo real e a força tensional aplicada que depende das propriedades dos tecidos, da composição, da estrutura e da direção da costura. Eles também alertam que os tecidos devem ser mantidos esticados quando forem alimentados na máquina de costura.

Um exemplo de aplicação é o uso de braços robóticos para medição do tônus muscular unido a inteligência artificial, para decidir automaticamente se é necessário apertar ou alargar uma calça. Impedindo a geração de resíduos no corte, na costura e até mesmo o descarte total da peça.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa científica consiste no “resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos”.

A presente pesquisa tem a abordagem qualitativa, não se preocupando com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de uma organização. Quanto a sua natureza é exploratória, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema e torná-lo mais explícito. Em relação ao procedimento foi utilizado o de estudo de caso. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

O estudo de caso foi utilizado como uma estratégia de pesquisa, pois as questões da pesquisa são do tipo “como” e “porque”, ou seja, de caráter explanatório. Esta metodologia investiga um fenômeno contemporâneo através da observação direta. Este método foi selecionado, devido a sua abrangência completa. (YIN, 2001).

Portanto, inicialmente pretende-se explorar o *case* da marca brasileira AMARO, contextualizando-a desde seu início até os dias atuais. Em seguida, aprofundar-se-á em todas suas iniciativas sustentáveis que colaboram para uma economia circular. Para isso, com o intuito de tornar o estudo mais assertivo, as iniciativas foram agrupadas pelas subetapas do Ciclo de Valor da Moda, discutindo-as individualmente sobre a circularidade da mesma e como as tecnologias habilitadoras auxiliam nesta transição entre um sistema linear para um sistema circular.

Em seguida, a fim de entender como o setor da moda está estruturado sobre o tema, propõe-se analisar práticas de 26 empresas situadas em diferentes países. Estes *cases* foram selecionados a partir do banco de *cases* da Ellen MacArthur Foundation (2021), do relatório da Modifica (2020), do estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020), e por fim *cases* conhecidos pela autora. Os resultados serão apresentados individualmente, analisando a iniciativa, em qual etapa do Ciclo de Valor da Moda está inserida, contribuição para qual atributo da circularidade e qual tecnologia habilitadora está envolvida.

Por fim, a utilizar-se-á os múltiplos *cases* como inspiração para apresentar possibilidades para a primeira empresa brasileira analisada se tornar circular.

4. ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso pretende analisar a importância da economia circular e como a indústria 4.0 pode colaborar com a implementação de modelos de negócios circulares no setor *fashion* no Brasil. Inicialmente, será analisado o caso de uma marca brasileira, a AMARO, com sua contextualização na seção 4.1.

Na seção seguinte, serão apresentadas como as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, apresentadas na seção 2.4, estão inseridas no Ciclo de Valor da Moda, apresentado na seção 2.3. Além de abordar como as iniciativas de sustentabilidade da AMARO e suas tecnologias habilitadoras auxiliam a companhia na transição para um sistema circular. Os dados e informações utilizados estão disponíveis no site e nas redes sociais oficiais da empresa.

Também na seção 4.2, serão estudadas práticas de diversas empresas com o intuito de levantar as boas práticas em relação a circularidade e as tecnologias habilitadoras. Este levantamento tem o objetivo de inspirar para apresentar *insights* que poderiam fortalecer as estratégias da empresa brasileira rumo a circularidade, apoiada por tecnologias habilitadoras.

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A AMARO é uma marca de *lifestyle* que oferece produtos de moda, beleza, bem-estar e casa. Vendem e entregam produtos próprios e uma seleção de mais de 100 marcas parceiras diretamente ao consumidor final, através de um site, app e 18 *guide shops* espalhadas por 10 cidades do Brasil. Lançada oficialmente em 2013 pelos sócios Dominique Oliver, Lodovico Brioschi e Roberto Thiele, hoje possui mais de 700 funcionários, 3 milhões de usuários e é avaliada em 380 bilhões de reais. Tem como investidores o fundo europeu de *commerce tech*, Farfetch, e family offices. (AMARO, 2022; TELA AZUL EMPIRICUS, 2021; STARTSE PODCASTS, 2021; LIKE A BOSS, 2020).

Começaram como uma marca de moda 100% digital com o intuito de vender diretamente para o cliente e transformaram-se em uma *RetailTech* de *lifestyle* em meio à pandemia. Com uma forte presença digital e física, aliada à experiência de compra AMARO reconhecida pelos consumidores, tem o objetivo de venda com propósito, um potencial de

recompra de 95% e ticket médio de 300 reais. (OLIVER, 2021; TELA AZUL EMPIRICUS, 2021; STARTSE PODCASTS, 2021; LIKE A BOSS, 2020).

As marcas parceiras, vendidas pela empresa, são escolhidas por meio de um processo de curadoria baseado em critérios que fazem parte do DNA da empresa: qualidade, inovação, relevância cultural, sustentabilidade e diversidade. (OLIVER, 2021).

A venda direta acaba com a ineficiência do *markup* (diferença de custo entre o preço de venda e o preço de custo do produto), pois diminui o número de intermediários sendo pagos dentro da cadeia (fábrica, distribuidor, representante, multimarca), além de melhorar a experiência para os clientes. (AMARO, 2022; TELA AZUL EMPIRICUS, 2021; STARTSE PODCASTS, 2021; LIKE A BOSS, 2020).

O primeiro *guide shop* (GD) foi inaugurado em 2015 e atualmente, este canal representa 20% do faturamento da companhia. Um *guide shop* pode chegar a ocupar 1500 metros quadrados em grandes *shoppings* brasileiros. Consiste em um espaço físico onde é possível comprar em um dos computadores disponíveis, com a ajuda dos *Guide Shop Influencers*, similar a um vendedor. O consumidor pode experimentar na loja e já levar para casa ou receber em casa, no mesmo dia. Também é possível fazer retiradas e devoluções de compras feitas no app. (AMARO, 2022; TELA AZUL EMPIRICUS, 2021; STARTSE PODCASTS, 2021; LIKE A BOSS, 2020).

A estratégia dos GS é muito bem pensada pela companhia. As análises da empresa mostram que as regiões que receberam os GS, tiveram um aumento no seu faturamento. Outro critério é não buscar pelo faturamento da loja e sim pelo faturamento do bairro/cidade, para conseguir de fato mensurar os ganhos indiretos deste canal. Além disso, os GS auxiliam como um centro de distribuição. (TELA AZUL EMPIRICUS, 2021; STARTSE PODCASTS, 2021; LIKE A BOSS, 2020).

O intuito da marca sempre foi prezar pela qualidade e não pela quantidade, oferecendo um alto conteúdo de moda com preços justos. Por mais que o brasileiro foque muito em preço, a AMARO tem a proposta de mudar essa mentalidade e foca em levar ao consumidor boas imagens e boas descrições dos produtos nos canais online, e espaços físicos inspiracionais e *instagramáveis*. Estimulando a compra com prazer. E para manter o nível de entrega, é responsável por cuidar de toda logística, fotos e descrições das marcas parceiras. (AMARO, 2022; TELA AZUL EMPIRICUS, 2021; STARTSE PODCASTS, 2021; LIKE A BOSS, 2020).

Reconhecida por seus esforços sustentáveis, não só neutraliza o que emite de carbono, mas deixa um saldo positivo para o planeta. É possível realizar uma navegação filtrada por produto sustentável e encontrar o impacto de cada produto. Isso é possível graças ao mapeamento do impacto ambiental de todos os produtos que a organização realizou, desde a matéria-prima à fabricação, logística e entrega. Foi feito o mapeamento das emissões de CO₂ por subcategoria, o que permite reduzir as emissões. (AMARO, 2022; STARTSE PODCASTS, 2021).

4.2. RESULTADOS

Nesta seção, os resultados serão apresentados em quadros, sempre correlacionando três aspectos: etapas do Ciclo de Valor da Moda, atributos da circularidade e tecnologias habilitadoras.

As etapas do Ciclo de Valor da Moda utilizadas nas análises, estão na seção 2.3. Sendo elas: produção de materiais; preparação de tecidos; produção das peças de vestuário; atividades relacionadas ao varejo; e uso e fim dos produtos.

Os atributos da circularidade são usados para avaliar o potencial de circularidade e são apresentados pela Modifica (2020), presente na seção 2.3. Sendo os atributos: geração de resíduos; potencial de reciclagem; potencial de reutilização; toxicidade; e uso eficiente de recursos. O último é categorizado em relação ao consumo de água, ao uso da terra, ao uso de energia e indiretamente pela categoria de mudanças climáticas.

Por fim, as tecnologias habilitadoras, estão na seção 2.4. Apesar de existirem outras tecnologias que incorporam a indústria 4.0, selecionou-se apenas as que mais têm potencial para o setor e o objetivo da circularidade. São elas: inteligência artificial, internet das coisas, manufatura aditiva, manufatura digital, RFID e robótica avançada.

No Quadro 2, encontra-se em qual etapa do Ciclo de Valor da Moda as tecnologias habilitadoras selecionadas para este trabalho, estão inseridas. O quadro foi construído a partir do estudo da literatura apresentada nas seções 2.3 e 2.4.

Quadro 2 - Correlação das tecnologias habilitadoras com o Ciclo de Valor da Moda

Tecnologia habilitadora/ Etapa do Ciclo Valor da Moda	Produção de materiais	Preparação de tecidos	Produção das peças de vestuário	Transporte dos produtos	Promoção e venda de produtos	Uso e fim dos produtos
Computação em nuvem (cloud computing)	x	x	x	x	x	x
Inteligência artificial	x	x	x	x	x	x
Internet das coisas (internet of things - IoT)	x	x	x	x	x	x
Manufatura aditiva		x	x			
Manufatura digital	x	x	x	x	x	x
Processamento de dados (big data)	x	x	x	x	x	x
RFID (radio frequency identification)				x	x	x
Robótica avançada	x	x	x			

Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 3 analisa-se a empresa central do estudo, a AMARO. Discorrendo sobre todos as ações sustentáveis que a mesma tem, em qual etapa e subetapa do Ciclo de Valor da Moda estas ações estão inseridas, como contribuem para a circularidade, exceto os pontos sociais, e como as tecnologias habilitadoras auxiliam nesta transição do linear para o circular.

Quadro 3 - Iniciativas sustentáveis da AMARO e sua contribuição para a circularidade com o auxílio de tecnologias habilitadoras

Ciclo de Valor da Moda	Subetapa	Iniciativa	Circularidade e tecnologia
Produção das peças de vestuário	Design Circular	Os poucos elementos de plástico são provenientes de plásticos reciclados dos litorais do Brasil, ou seja, nenhum plástico virgem.	Não faz uso de materiais virgens, não sendo necessária nova produção de matéria-prima e ainda reuso de resíduos que seriam descartes.
	Confecção	Linha fitness proveniente de uma poliamida biodegradável.	Poliamida biodegradável que se decompõe em 3 anos. Para se ter noção, a poliamida comum demora dezessete vezes mais, em torno de 50 anos.
		Todos os óculos de sol são confeccionados a partir de acetato reciclado ou aço inoxidável.	Não faz uso de materiais virgens, não sendo necessária nova produção de matéria-prima e ainda reuso de resíduos que seriam descartes. Já o aço inoxidável é o material mais reciclável que existe.
		75% dos efeitos de jeans (denim) à laser.	Um dos processos que mais gasta água no Ciclo de Valor da Moda, é o tingimento, este processo economiza 50% de água na produção.
		Toda a produção de jeans é feita no Brasil.	Contribui para um melhor rastreamento de iniciativas circulares e promove uma colaboração maior entre os players. Um dos pilares da economia circular é a colaboração a fim de se obter o benefício mútuo e a AMARO realiza o tratamento e a reutilização da água dos fornecedores.
		A linha de jeans sustentável faz uso de energia solar na produção.	Em oposição às energias de fontes não renováveis, ou seja, não contribui para a depleção de recursos fósseis e ainda contribui para a redução de GEE.

Ciclo de Valor da Moda	Subetapa	Iniciativa	Circularidade e tecnologia
Produção das peças de vestuário	Confecção	Todo resíduo de algodão da linha de jeans sustentável se transforma em novos tecidos.	O resíduo é reciclado e reutilizado em novos tecidos, sendo assim, estes resíduos não param em aterros sanitários.
		Na produção da linha de jeans sustentável, 90% menos produtos químicos.	Como preza a circularidade, a limitação do uso de recursos tóxicos.
		40% dos fornecedores da linha de jeans sustentável possuem iniciativas para diminuir o impacto de CO2 nas áreas de energia e descarte.	Redução de GEE, um dos princípios da circularidade.
		A empresa usa as informações coletadas das redes sociais e das transações digitais em todos os seus processos como insumo para a produção planejada.	A partir dos dados (big data) de compras e interesses na plataforma, é feita uma análise preditiva através da inteligência artificial, de quais peças serão mais vendidas. Este mapeamento é feito a partir de 150 variáveis (cor, preço, tecido, caimento específico). A produção é toda planejada em cima destes dados, promovendo a circularidade, por não produzir estoques excessivos.
		Estamparia digital em viscose	Uso da manufatura digital contribui para a circularidade, pois o processo de tingimento desperdiça muito litros de água.
Atividades relacionadas ao varejo	Transporte dos produtos	Todos os sapatos e óculos são enviados em caixas de papel kraft certificado pela FSC.	O papel kraft é 100% reciclável, tem fácil degradação quando descartado no meio ambiente e ainda pode servir de adubo quando misturado com outros itens orgânicos.

Ciclo de Valor da Moda	Subetapa	Iniciativa	Circularidade e tecnologia
		Os adesivos vinílicos foram substituídos por fitas de kraft recicláveis. Em substituição ao plástico bolha, a empresa adotou o WrapPak®, que consiste no papel kraft expandido em uma estrutura de favo de mel 3D.	Material biodegradável e reciclável, além de eliminar a fita adesiva e o corte, ou seja, eliminando o uso de mais materiais e resíduos. Contribui para redução de emissão de GEE, pois as dimensões reduzidas da embalagem, o mesmo transporte carrega mais embalagens. (RANPAK, 2022)
		Entregas feitas em caixas de papelão 100% reciclado	O papelão reciclado também faz uso de material não-virgem, ou seja, não é necessária a extração de uma nova matéria-prima, além de reutilizar resíduos que seriam descartes.
Atividades relacionadas ao varejo	Transporte dos produtos	Entregas de encomendas pequenas, substituição da caixa de papelão por envelopes de papel certificado pela FSC.	A adoção de encomendas em envelopes, ocasionou um aumento de 4 vezes o número de itens em um caminhão ou moto, colaborando para a diminuição do número de rotas, pois ocupam menos espaço nos veículos de transporte, reduzindo emissões de GEE.
		Na capital paulista, os <i>deliverys</i> por bicicletas representam 8% do total de delivery e pretende-se elevar esse número.	O uso de bicicletas contribui para a redução da emissão de GEE, que seria ocasionada por outros meios (carros, caminhões, aviões, etc.).
Promoção e venda de produtos	Pagamento	Pagamento online nos <i>guide shops</i>	Apesar de estar em uma loja física, todo o processo de pagamento é online, por meio de computadores e <i>iPads</i> , processo garantido graças à internet das coisas.

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do Quadro 3, observa-se que em todas as etapas que a AMARO atua diretamente, existem iniciativas que contribuem para a circularidade. Aquelas que ela não atua diretamente, como “produção de materiais” e “preparação de tecidos”, existem esforços para incentivar que os fornecedores sejam mais sustentáveis. Estes esforços vão desde a escolha por melhores fornecedores, como ações diretas de coleta de dados para mensuração de impacto. Mesmo a empresa não mencionando nada sobre a circularidade, apenas sobre a sustentabilidade, ela atua fortemente para promover a circularidade dos seus produtos.

4.2.1. Análise do setor globalmente

Além disso, a fim de analisar o mercado como um todo, sob diferentes perspectivas do Ciclo de Valor da Moda e diferentes tecnologias habilitadoras, analisar-se-á diferentes empresas do setor. As empresas selecionadas foram localizadas na Ellen MacArthur Foundation (2021), do relatório da Modifica (2020), do estudo da Holland Circular Hotspot e da Netherlands Enterprise Agency (2020) e por fim *cases* conhecidos pela autora.

Estas empresas variam entre plataforma de multimarcas de luxo, *fast fashion*, vestuário para uso diário, de *sportwear*, de luxo, lingerie e de roupas orgânicas. Além disso, também estão presentes empresas de locação e venda de peças de segunda mão. Também conta com marcas que só vendem peças exclusivas e de *upcycling*. Com um olhar mais inovador, tem exemplos de moda digital. Não se restringindo só as peças prontas, encontra-se companhias de tecidos sustentáveis, de dados, de tingimento têxtil, de embalagens, de reciclagem, *app* de guarda-roupa digitalizado e de limpeza de vestuário.

Após a seleção das empresas, foi realizada uma classificação considerando o Ciclo de Valor da Moda no qual está dividido entre as etapas: produção de materiais, preparação de tecidos, produção das peças de vestuário, atividades relacionadas ao varejo e uso e fim dos produtos; atributos de circularidade, no qual são: geração de resíduos, potencial de reciclagem, potencial de reutilização, toxicidade (produtos químicos), uso eficiente de recursos e atributos sociais; e por fim as tecnologias habilitadoras: inteligência artificial, *big data* e nuvem, internet das coisas (IoT), manufatura aditiva, manufatura digital, RFID e robótica avançada.

Essas informações estão ordenadas de forma alfabética no Quadro 4. O intuito dessas análises é identificar possíveis novas ações que a AMARO pode adotar, se inspirando em outros *cases* de sucesso do setor.

Quadro 4 - Cases do setor da moda que abordam a circularidade e sua correlação com o Ciclo de Valor da Moda e tecnologias habilitadoras

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 1: Um calçado criado a partir de dados do começo ao fim, esse é o tênis FUTURECRAFT.STRUNG da Adidas. Os dados foram capturados através de sensores, a partir dos movimentos de dois corredores. O cabedal oferece um casulo leve e sem costuras ao redor do pé, com o mínimo possível de excesso de materiais. Um processo de criação que permite inserir dados de atletas no posicionamento preciso de cada segmento, em qualquer direção que se escolha. Possibilita construir e testar diferentes estruturas no software antes de enviar o projeto escolhido para o robô STRUNG, que coloca cada fio em um único composto com zonas e propriedades específicas de desempenho. Para acelerar o processo, o desenvolvimento foi em colaboração com o parceiro Kram/Weisshaar, um estúdio pioneiro de design digital. Contribui para a circularidade reduzindo a geração de resíduos. (ADIDAS, 2020).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input checked="" type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input checked="" type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 2: Lingerie confortável e delicada, feita à mão por encomenda, inspirada na ciência, essa é a holandesa Arí van Twillert. Se autodenominam como uma <i>slow fashion</i>, sem estoque, sem lixo. Para criar o melhor sutiã que se encaixa tão perfeitamente com precisão de 0,1 mm, são necessárias 20.000 medidas do corpo. Cada sutiã é personalizado usando a digitalização corporal 3D de alta definição do cliente. Essa digitalização é uma aplicação de várias tecnologias que são possíveis graças aos sensores da IoT. A confecção é feita por uma impressora 3D especializada, os cortes a laser e a estamparia é digital e com bordados. Os materiais são sustentáveis e de origem sustentável. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; ARÍ VAN TWILLERT, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input checked="" type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input checked="" type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 3: By Rotation é uma rede social para alugar, emprestar e comprar peças de grife. Ao contrário de outros modelos de aluguel, eles não compram estoque, evitando adicionar mais itens à circulação. Colaboram para tornar a moda mais acessível, ao fornecerem um serviço de empréstimo e aluguel de produtos que possuem um alto valor aquisitivo para venda. Os credores são os responsáveis pela limpeza e para facilitar o processo, a By Rotation fez uma parceria com a BLANC, a fim de incentivar a limpeza e reparos ecologicamente corretos para prolongar o ciclo de vida do produto. Estimulam que a entrega dos produtos seja feita pessoalmente, quando não possível, têm parceria com o serviço de correio sob demanda Peyk, que opera principalmente com bicicletas (disponível apenas em Londres). Por fim, pesquisam o impacto ambiental de diferentes itens, para que os usuários possam fazer uma escolha empoderada na hora de consumir moda. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; BY ROTATION, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 4: Circularity.ID®, protocolo digital que contém os dados essenciais de produtos e materiais (materiais, origem, autenticidade, preço, estilo e instruções de reciclagem) e toda sua história. Permite um fluxo transparente, acessível e consistente de informações entre fornecedor de materiais, marca de moda, consumidor e reciclador. Garante que os dados do produto sejam reconhecidos automaticamente nas instalações. A reciclabilidade é definida através da circularidade do material. Hoje a classificação é principalmente manual, o que torna o processo moroso, portanto o objetivo é otimizá-lo. As tecnologias de identificação são códigos ópticos (QR ou Data Matrix Codes) e etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID), a escolha depende da necessidade. As estações de trabalho são equipadas com scanners montados abaixo da mesa e uma tela acima. Ao mover uma peça de vestuário sobre a mesa no fluxo de trabalho, a tela exibe informações cruciais para apoiar a tomada de decisão de classificação, como revenda, locação e reciclagem. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; CIRCULAR.FASHION, 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input checked="" type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input checked="" type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 5: A Cotton Move é uma empresa brasileira que desenvolve tecidos sustentáveis a partir da reciclagem. Atualmente possui recursos para reciclagem de tecidos jeans e sarja, pois tem uma grande produção de resíduos e, até o momento, não há soluções para minar esse número. A produção é sob demanda, portanto não tem estoque e não gera resíduos. Os benefícios da reciclagem são: economia de energia e emissão dos gases de efeito estufa, evita a contaminação do solo, além de ser possível reciclar os produtos pós consumo. (MODEFICA, 2020; COTTON MOVE, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 6: A DressX é uma varejista multímarcas de moda digital, que oferece aos usuários roupas digitais que podem ser compradas para serem usadas digitalmente, no mesmo instante, no metaverso, em jogos, em fotos e vídeos no feed, streams, ligações. O consumidor pode comprar peças de coleções exclusivas e até mesmo revendê-las depois, graças a realidade aumentada. Com o lema de “não compre menos, compre moda digital”, entendem que a quantidade de roupas produzidas hoje é muito maior do que a humanidade precisa, mostrando que algumas peças podem existir apenas digitalmente. A produção de uma roupa digital emite 97% menos CO2 do que a produção de uma roupa física, além da não utilização de água. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; DRESSX, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 7: DyeCoo é uma empresa holandesa de tingimento têxtil, que usa uma tecnologia patenteada baseada em CO₂, em vez de água. Utiliza o CO₂ recuperado de processos industriais existentes, reciclando 95% dele em um sistema de circuito fechado. Não precisa de produtos químicos para dissolver os corantes, pois faz uso de corantes 100% puros e com mais de 98% de absorção, não desperdiçando nada. É um processo a seco, eliminando a necessidade de evaporar a água. Sem produtos químicos, sem água, sem águas residuais e, portanto, nenhum tratamento de águas residuais é necessário. Liberdade geográfica, independente da disponibilidade de água limpa. Os resultados são em escala industrial. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; DYECO, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 8: O e-commerce brasileiro Enjoei nasceu em 2009, da criação de um blog que permitia que pessoas comprassem e vendessem roupas usadas. Funciona como um “brechó online” e permite que cada usuário crie sua lojinha virtual, na qual serão expostos seus itens de toda a gama de produtos que envolvem o vestuário. A venda é feita diretamente pela plataforma, e o vendedor é cobrado de uma taxa de comissão que varia de acordo com o valor dos itens. Possui lojinhas de famosos a anônimos, de marcas de luxo a marcas populares. Como toda plataforma nos dias de hoje, faz uso dos dados e da inteligência artificial para oferecer produtos mais assertivos aos clientes. (ENJOEI, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input checked="" type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 9: A Enschede Textielstad é uma tecelagem sustentável que produz tecidos para a indústria da moda e interiores utilizando fios naturais e reciclados. As matérias-primas para isso incluem denim reciclado, algodão reciclado (tanto resíduos pós-industriais quanto material pós-consumo), PET reciclado, cânhamo e linho. Com o intuito de produzir o mais localmente possível e fornecer às marcas que já trabalham a sustentabilidade e/ou <i>reshoring</i> (retomada dos processos industriais em caráter nacional). Todos os tecidos são tecidos na própria fábrica em teares de lançadeira ou de pinças. Possuem uma pequena coleção básica, mas produzem sob demanda. Não desenvolve apenas um tecido sustentável, mas um tecido que dura muito tempo e se encaixa perfeitamente no design e na aplicação que o cliente deseja. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; ENSCHEDE TEXTIELSTAD, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 10: A Fabricant é uma plataforma onde qualquer pessoa, em qualquer lugar, pode se tornar um criador de moda digital. Promete ser o futuro da moda, vestindo milhões de pessoas no metaverso, sempre digital, nunca físico. Sem desperdiçar nada, usando só dados, realidade virtual e imaginação. Já colaborou com marcas físicas como Tommy Hilfiger, onde realizou a digitalização das campanhas de marketing e coleções, portanto os produtos não precisaram ser feitos. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; FABRICANT, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 11: A Farfetch, líder mundial no mercado <i>on-line</i> de moda de luxo, incentiva a experimentar diferentes formas de acesso à moda, contribuindo para a circularidade dos produtos. FARFETCH Donate: parceria com a Thrift+, facilitador de compra e venda de roupas de segunda mão, serviço de doação inovador. O cliente doa uma peça para revenda, escolhe qual instituição de caridade será beneficiada e ganha créditos no <i>e-commerce</i>. FARFETCH Second Life: revenda de bolsas de grife usadas. FARFETCH Pre-owned: compra de usados permite que os clientes comprem itens exclusivos (<i>vintage</i>), além de prolongar a vida útil dos produtos. Fashion Footprint Tool: é possível ver os benefícios ambientais de comprar usados. FARFETCH Fix: restauração de produtos de luxo em parceria com a The Restory, que faz reparos sob medida para deixar as peças como novas. Em parceria com a Wannaby, oferecem a prova virtual, possível graças à realidade aumentada, contribuindo para a circularidade por reduzir retornos e, portanto, transporte e emissão de GEE. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; FARFETCH, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 12: Com o lema de disponibilizar moda 100% reciclável em um sistema de desperdício zero para todos, a For Days é a primeira marca de moda circular. Tudo é orgânico, não tóxico e pode ser reciclado em um novo tecido. Desde o início planeja para o fim da vida útil do produto, garantindo que as devoluções possam ser usadas em produtos futuros. As roupas são fabricadas com fibras 100% celulósicas para que possam ser facilmente refeitas ou recicladas. Os consumidores devolvem à empresa as peças antigas, incluindo peças de outras marcas, e em troca ganham crédito para compras futuras na For Days. Além disso, possuem iniciativas sociais como a construção de uma escola que ofereça cursos adicionais gratuitos para os filhos dos colaboradores da fábrica e em parceria com a Beam, 1% de cada compra é doado para uma organização sem fins lucrativos de escolha do cliente. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; FOR DAYS, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 13: A empresa multinacional sueca de moda, H&M, está presente em 74 países e possui mais de 5000 lojas. Com diversas iniciativas voltadas para a circularidade, criou o Loop, o primeiro sistema de reciclagem presente em loja que transforma roupas velhas em novas. A tecnologia foi desenvolvida, sem fins lucrativos, pelo Instituto de Pesquisa de Têxteis e Vestuário de Hong Kong (HKRITA) em colaboração com a Fundação H&M. O objetivo é que a tecnologia seja licenciada para ajudar toda a indústria a se tornar mais circular. O Loop desfia a roupa velha e tricota uma nova com as fibras velhas. Este processo é feito sem água e sem corante, apenas algum material de origem sustentável é inserido, para que o fio seja fortalecido e a durabilidade da peça seja maior. A reciclagem contribui para a circularidade pela redução de resíduos que poderiam parar em aterros e o não uso de materiais virgens. Essa tecnologia é possível graças à robótica avançada, sem a necessidade de intervenção humana. (H&M, 2020)</p>	<input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos	<input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais	<input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input checked="" type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 14: Através da estratégia ‘Durable Elegance’, a Lacoste conduziu uma revisão ambiental de todas as suas atividades em todo o mundo, sendo a durabilidade o centro do projeto. Sem comprometer a demanda por qualidade, oferta produtos atemporais concebidos para durar, com duas coleções por ano. Para dar vida aos princípios da moda circular, têm a ambição de aumentar a vida útil dos produtos, reduzindo o impacto na fabricação. Para mensurar os impactos, unificou-se os dados de diversos sistemas de informação em uma única solução de software, DECK, que possibilita a rastreabilidade completa da cadeia de suprimentos, a partir de estudos de Análise de Ciclo de Vida. A intenção é fornecer ao sistema principalmente dados primários, permitindo coletar os indicadores de desempenho mais relevantes sobre as atividades de todos os fornecedores. Terá a capacidade de produzir análises de ciclo de vida em qualquer produto têxtil das coleções. O objetivo é informar as escolhas dos clientes no curto prazo, fornecendo-lhes informações objetivas sobre a pegada ambiental de todos os produtos. (LACOSTE, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 15: A Loop-a-life começa o seu processo de produção com roupas descartadas no lixo. Ela compra este material pós-consumo de recicladores têxteis locais. As peças que não podem ser revendidas são recicladas pela própria empresa em novos fios e produtos finais, por meio de reciclagem mecânica, sem o uso de água e produtos químicos. Ao reciclar, economiza-se milhares de litros de água. Anterior a reciclagem, existe a classificação por cor, material e composição. Com a ajuda da máquina inteligente Fibersort do parceiro Textile2Textiles, este processo é automatizado através da tecnologia de robótica avançada. A partir da mistura das fibras é possível desenvolver novas cores, sem tinta, água ou produtos químicos. Preza por designs atemporais que durem mais de uma temporada, mantendo as peças em coleções regulares por mais tempo. As peças são tricotadas, o que evita resíduos industriais. A coleção é projetada na Holanda, a fim de estimular o emprego local, minimizar as distâncias percorridas pelo transporte. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; LOOP-A-LIFE, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input checked="" type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 16: A Looptworks reaproveita e recicla materiais abandonados, pré e pós-consumo em produtos de edição limitada com a missão de usar apenas o que já existe. Este processo de transformar os materiais excedentes em novos produtos é conhecido como <i>upcycling</i>. A diferença do <i>upcycling</i> e da reciclagem é que o primeiro agrega valor aos materiais, enquanto o outro diminui. Os benefícios são: conservação de recursos, economia de recursos, energia, água e espaço em aterros sanitários. Um exemplo de parceria foi com a NBA, em que transformaram camisetas usadas em mochilas e bolsas crossbody. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; LOOPTWORKS, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 17: MycoTEX. A empresa cultiva raízes de cogumelos compostáveis em casa e outros biomateriais, para a produção de vestidos biodegradáveis. Não produz resíduos têxteis, pois não há necessidade de cortar e costurar, já que são produzidos em impressão 3D. Como são peças personalizadas, também não ocorre o risco da produção ultrapassar a demanda. No fim do uso, a roupa pode ser enterrada no solo para se decompor naturalmente. ((ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; MYCOTEX, 2022))</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 18: A tecnologia Flyknit, da marca de <i>sportswear</i> Nike, permite design e funcionalidade aprimorados, gerando 60% menos resíduos do que o método tradicional de corte e costura. As peças cortadas são inspecionadas, antes de fato serem costuradas. Os pedaços de tecido cortados são então passados em maços para a linha de costura, onde cada um dos bilhetes dos maços é digitalizado e os detalhes registrados no sistema. (MANICKAM E DURAISAMY, 2019; NIKE, 2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 19: Uma solução ao desperdício de estoque é permitir que os clientes encomendem a peça antes de iniciar a produção. Uma vez atingido o número mínimo de itens, o processo de produção pode ser iniciado. A marca londrina Paynter, projeta e produz jaquetas de edição limitada em 4 lotes por ano. Os clientes têm que pré-encomendar a jaqueta, que tende a esgotar em poucos minutos. Hoje em dia os consumidores estão cada vez mais em busca de exclusividade e este modelo atrai mais clientes. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; PAYNTER, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input checked="" type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 20: O produto da Renewcell, Circulose®, é feito 100% com resíduos têxteis com alto teor celulósico, como algodão ou viscose. As marcas o utilizam para substituir matérias-primas de alto impacto. Estes resíduos são transformados em uma 'polpa dissolvente' pura. É um processo eficiente que reaproveita produtos químicos. Se um quilo de roupa é reciclado em vez de ser produzido a partir de algodão virgem, óleo ou madeira, economiza milhares de litros de água e diminui o uso da terra, o desperdício, a poluição plástica e as emissões de CO2 e produtos químicos. Na Renewcell 1, primeira planta em escala industrial, empregou cerca de cem pessoas que costumavam executar uma enorme linha de produção de papel exatamente no mesmo local. Muitos deles perderam seus empregos quando a fábrica de papel foi fechada. A fábrica funciona com energia renovável. A H&M utiliza este tecido na coleção Conscious Exclusive 2020. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; RENEWCELL, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input checked="" type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 21: A RePack, com sede na Finlândia, comercializa embalagem de entrega reutilizável e retornável. É feita de material reciclado e projetada para pelo menos 40 ciclos de uso. Facilidade de devolução da embalagem vazia, os usuários dobram e colocam a embalagem em uma caixa postal, em qualquer lugar do mundo. A empresa recolhe, verifica, limpa e redistribui para reutilização. O envio tem uma pegada de carbono de 36 gramas de CO2 por remessa - o equivalente a um e-mail com um anexo grande. A cada embalagem devolvida, elimina a necessidade de fabricar uma nova embalagem e a necessidade de gerir os seus resíduos. Solução simples que reduz as emissões de GEE e a geração de lixo. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; REPACK, 2022)</p>	<input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos	<input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais	<input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada
<p>Caso 22: O Repassa vem fazendo história na Moda Circular, estimulando o consumo consciente e gerando impacto socioambiental positivo. Desde o início já tinham o diferencial de ter ONGs parceiras que poderiam</p>	<input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário	<input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização	<input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input checked="" type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>receber uma porcentagem do valor da venda dos clientes. O cliente solicita a Sacola do Bem, recebe em casa e enche com peças que não usa mais. Envia para a empresa que faz todo o trabalho (curadoria, limpeza e fotos). Assim as peças têm mais ciclos de vida. O cliente recebe 60% do valor das vendas e usa o saldo em compras com 10% de desconto, apoiando a causa de sua escolha ou transferindo o valor para a sua conta bancária. Da mesma forma, faz uso dos dados e da inteligência artificial para oferecer produtos mais assertivos aos clientes. (REPASSA, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada
<p>Caso 23: A Roupateca é o primeiro guarda-roupa compartilhado do Brasil, com o entendimento de que o consumo passa longe da posse e perto do acesso. Funciona por modelos de assinaturas de locação de roupas, onde o assinante fica com a seleção por 1, mas caso o cliente queira trocar a troca pode ser quinzenal dentre um acervo de mais de 1500 peças. O consumidor não precisa se preocupar com lavagem, pois a higienização é responsabilidade da empresa. (ROUPATECA, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 24: Compre menos, mas melhor com seu guarda-roupa digitalizado sem esforço, esse é o lema do Save Your Wardrobe que promete reconectar o consumidor com o conteúdo do próprio guarda-roupa, consequentemente, incentivando-o a comprar menos e melhor. É um aplicativo gratuito de gerenciamento de guarda-roupa que armazena as peças do consumidor a partir de recibos on-line encontrados em e-mails e contas de compras on-line. Além disso, também é possível enviar manualmente fotos de itens que serão marcados automaticamente usando visão computacional. Tudo isso é suportado por tecnologia de ponta em todas as etapas, como a IA, visão computacional e mecanismo de recomendação para criar uma experiência perfeita. O app fornece insights e recomendações personalizadas aos usuários com base no estilo de vida, calendário e clima. Com um ecossistema completo de serviços com o apoio de parceiros, é possível escolher entre eco lavagem a seco, reparos, doações e compras responsáveis. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; SAVE YOUR WARDROBE, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input checked="" type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input checked="" type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input checked="" type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 25: A SaXcell, uma abreviatura de celulose Saxion, é uma fibra têxtil virgem regenerada feita a partir de resíduos de algodão doméstico. A coleta de têxteis já é significativa, para comercializar essa tecnologia é necessário aumentar a produção para volumes industriais. A fiação pode ser feita com poucos ajustes nas configurações das máquinas em instalações existentes no mundo. A fibra pode ser cortada em comprimentos especificados, fiada em fios e tecida ou tricotada em tecidos. A coloração pode ocorrer na fibra, fio ou tecido. O que a torna única é o fato de sua qualidade ser melhor do que a do material de entrada, ou seja, a fibra de algodão. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; SAXCELL, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

Exemplo	Ciclo de Valor da Moda	Atributo de Circularidade	Tecnologia Habilitadora
<p>Caso 26: A Seepje é uma empresa holandesa que produz detergentes naturais para a roupa e produtos de limpeza multiusos à base do Himalayan Sapindus Mukorossi. Uma fruta que cresce em abundância em árvores na Índia e no Nepal. Assim que as cascas da fruta entram em contato com a água, elas liberam uma forma natural de sabão. Todos os produtos são feitos com pelo menos 99% de ingredientes naturais. Os ingredientes naturais têm um impacto significativamente menor no sistema de esgoto. Os produtos são embalados em papelão reciclável e os frascos são feitos de plástico HDPE reciclado. A importação para a Holanda é feita de barco, a fim de causar o menor impacto possível no meio ambiente. Atuam socialmente contribuindo para melhorar as condições de trabalho dos agricultores, com esforços para colaborar com uma renda sustentável para eles e dando oportunidade para que pessoas com deficiência montem e embalem os produtos. (HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2020; SEEPJE, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Produção de materiais <input type="checkbox"/> Preparação de tecidos <input type="checkbox"/> Produção das peças de vestuário <input type="checkbox"/> Atividades relacionadas ao varejo <input checked="" type="checkbox"/> Uso e fim dos produtos 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geração de resíduos <input type="checkbox"/> Potencial de reciclagem <input type="checkbox"/> Potencial de reutilização <input checked="" type="checkbox"/> Toxicidade (produtos químicos) <input checked="" type="checkbox"/> Uso eficiente de recursos <input checked="" type="checkbox"/> Atributos sociais 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> IA, <i>big data</i> e nuvem <input type="checkbox"/> Internet das coisas (IoT) <input type="checkbox"/> Manufatura aditiva <input type="checkbox"/> Manufatura digital <input type="checkbox"/> RFID <input type="checkbox"/> Robótica avançada

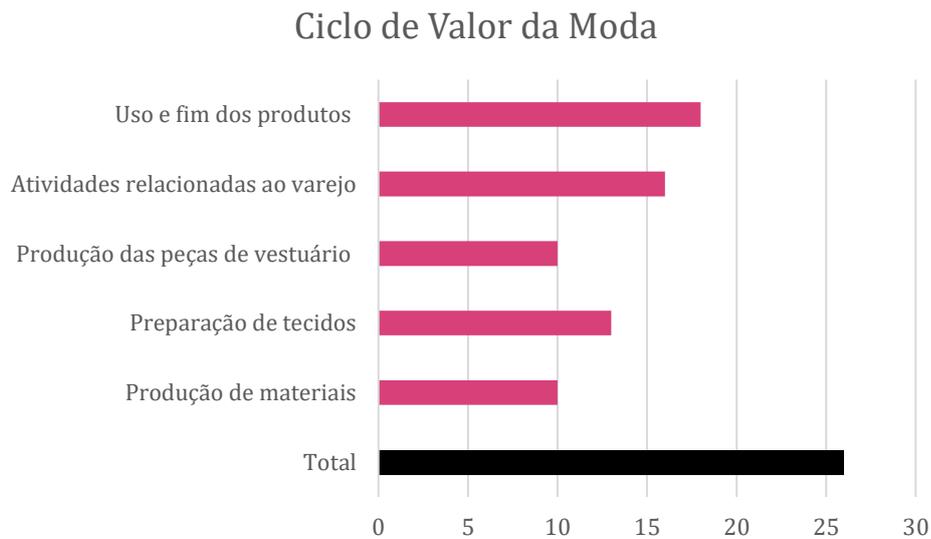
Fonte: Elaborada pela autora.

A análise quantitativa dos 26 casos apresentados no Quadro 4 é dada por: em relação ao “Ciclo de Valor da Moda”, Gráfico 3, contabilizaram-se 10 casos na etapa de “produção de materiais”, 13 em “preparação de tecidos”, 10 em “produção das peças de vestuário”, 16 em “atividades relacionadas ao varejo” e 18 em “uso e fim dos produtos”.

Sobre os “atributos de circularidade”, Gráfico 4, estabeleceram-se 18 empresas com iniciativas que contribuíram para a redução da “geração de resíduos”, 9 para o “potencial de reciclagem”, 15 para o “potencial de reutilização”, 10 para a “toxicidade (produtos químicos)”, 16 para o “uso eficiente de recursos” e 8 para os “atributos sociais”.

Por fim, sobre as tecnologias habilitadoras, Gráfico 5, 7 casos utilizaram as “IA, big data e nuvem”, 5 a “internet das coisas (IoT)”, 2 a “manufatura aditiva”, 7 a “manufatura digital”, 1 o “RFID”, 3 a “robótica avançada” e 13 casos não possuíram nenhuma destas tecnologias habilitadoras envolvidas.

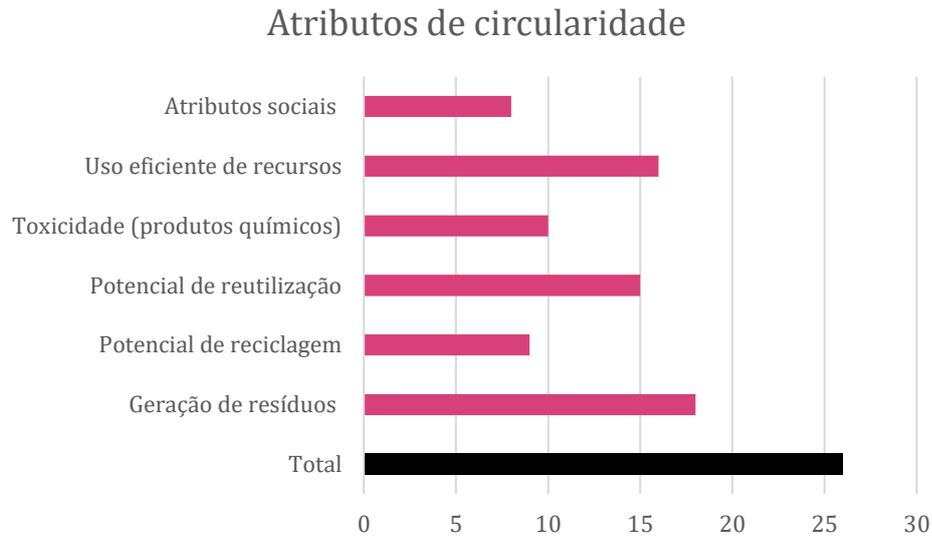
Gráfico 3 - Quantitativo dos estudos de caso por etapas do Ciclo de Valor da Moda



Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 4 e o Gráfico 3 mostram que as etapas de “atividades relacionadas ao varejo” e “uso e fim dos produtos” apareceram juntas na maior parte dos *cases*, visto que a promoção dos produtos influencia diretamente no uso. Observa-se que as empresas que já promovem o produto com princípios da circularidade, tem maior sucesso com os consumidores prolongando o ciclo de vida do produto ou destinando a um fim mais adequado.

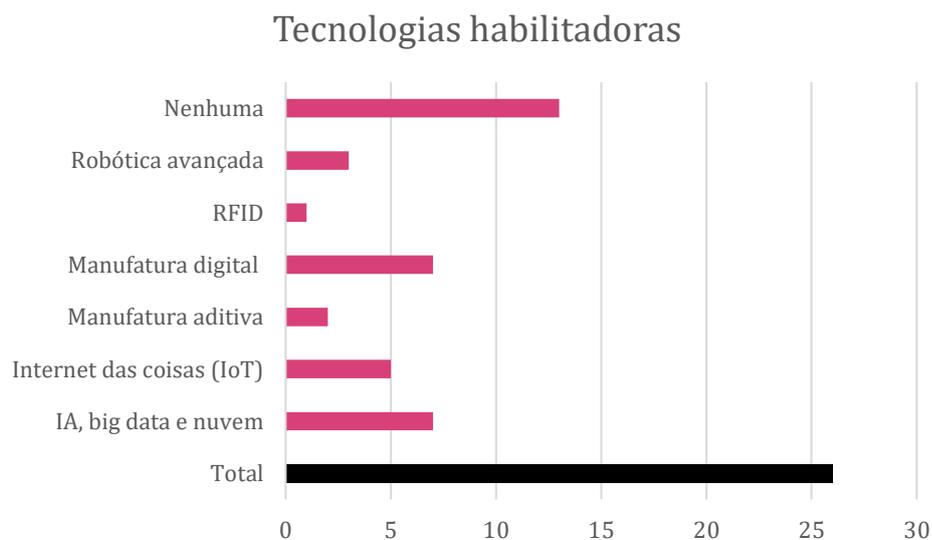
Gráfico 4 - Quantitativo dos estudos de caso por atributos de circularidade



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do Quadro 3 e do Gráfico 4 percebe-se que as iniciativas das empresas têm contribuído mais no quesito geração de resíduos, seguido pelo uso eficiente dos recursos. É importante destacar que apesar do atributo social estar presente em menos *cases*, não se pode afirmar que este é o atributo que as empresas menos colaboram. Pois aspectos sociais não são o foco do presente trabalho, sendo assim, a empresa pode contribuir socialmente para a circularidade, mas apenas a iniciativa citada não contribuiu para este quesito.

Gráfico 5 - Quantitativo dos estudos de caso por tecnologias habilitadoras



Fonte: Elaborado pela autora.

Enfim, o Quadro 4 e o Gráfico 5 retratam o esperado. A maior parte dos casos estudados (50%) não fazem uso de tecnologias habilitadoras. De modo geral, percebe-se que a inteligência artificial, a big data e a nuvem são as tecnologias habilitadoras mais utilizadas, presente em todo o Ciclo de Valor da Moda. A partir dos dados, as empresas podem realizar diversos estudos, melhorando suas estratégias.

Comparando os Quadros 3 e 4, observa-se que a AMARO já realiza muitas ações similares ao que o mercado pratica. A empresa utiliza plásticos reciclados, como a empresa holandesa Seepje (Caso 26), que produz detergentes naturais que podem ser usados nas peças de roupas, e também utiliza plásticos reciclados em seus frascos. Faz uso de uma poliamida biodegradável, como a MycoTEX (Caso 17), que produz vestidos biodegradáveis, porém a partir de raízes de cogumelos compostáveis e outros biomateriais. Outro exemplo é o uso de cortes e tingimento à laser e estampa digital, como também faz a empresa de lingerie holandesa Arí van Twillert (Caso 2). A reciclagem dos resíduos de algodão da linha de jeans sustentável também é vista na tecelegame sustentável Enschede Textielstad (Caso 9), que produz tecidos para a indústria da moda e interiores utilizando fios naturais e reciclados.

4.2.2. Propostas de oportunidades para a AMARO

Mesmo com todas as iniciativas que a a companhia já realiza e colaboram para a circularidade, é inegável a oportunidade que AMARO tem de se inspirar no setor, como nos casos apresentados no Quadro 4, e replicar internamente. Portanto, propõe-se alguns caminhos que a empresa pode adotar no Brasil para promover ainda mais a circularidade.

Poderia utilizar o tingimento têxtil DyeCoo (Caso 7), que utiliza uma tecnologia patenteada baseada em CO₂ recuperado de processos industriais existentes, em vez de água. Através da tecnologia RFID, a companhia poderia adotar o protocolo digital Circularity.ID® (Caso 4) para todos os seus produtos e garantir que os dados destes sejam reconhecidos automaticamente em instalações de reciclagem. Com o objetivo de inovar, poderia realizar coleções em impressão 3D (manufatura aditiva), como a empresa de lingerie Arí van Twillert (Caso 2), onde não se tem desperdício de materiais.

No intuito de se tornar ainda mais sustentável, inspirados na For Days (Caso 12), primeira marca de moda circular, poderiam propor que os consumidores devolvessem peças antigas, incluindo peças de outras marcas, e em troca ganhassem crédito para compras futuras na AMARO. Este processo poderia ser feito em parceria com o Repassa (Caso 22) que já possui

o serviço de Sacola do Bem. Após a curadoria do Repassa, peças que não estão mais em condição de uso, poderiam ser enviadas para a empresa brasileira Cotton Move (Caso 5), para servirem de insumo para a produção de tecidos reciclados. Ou ainda, poderiam ser transformadas em novos produtos através do processo de *upcycling*, como faz a Looptworks (caso 16) que cria edições limitadas.

Antecipando a necessidade do consumidor brasileiro, poderia ingressar na moda digital, como a DressX (Caso 6) e oferecer roupas digitais que podem ser compradas para serem usadas digitalmente. Ou ainda investir fortemente em tecnologia, proporcionando uma disrupção no mercado de moda no Brasil atualmente, replicando Loop, o primeiro sistema de reciclagem presente em loja que transforma roupas velhas em novas, da empresa multinacional sueca de moda, H&M (Caso 13).

A AMARO é uma empresa de tecnologia e muito provavelmente faz uso de muitas outras tecnologias habilitadoras que não foram mencionadas neste trabalho, mas destaca-se as oportunidades que outras aplicações trariam para a empresa.

Propõe-se o uso da realidade aumentada, tanto na experiência física como na online. Na experiência online, os benefícios seriam o cliente comprar mais assertivamente, pois experimentando digitalmente o produto, como propõe a Fabricant (Caso 10), as chances de que a peça tivesse poucos usos ou fosse logo descartada, seria baixa. Nos *guide shops* poderiam existir totens onde fosse possível o consumidor visualizar o produto no corpo e através de uma robótica avançada, um braço mecânico poderia mensurar o tônus muscular do cliente e oferecer o produto no tamanho ideal. Novamente, colaborando para que a peça tenha seu tempo de uso prolongado. Também é importante destacar que a compra mais assertiva contribui para a redução de GEE, pois evita que o cliente (ou apenas o produto) se desloque para uma possível troca.

Pouco se pode dizer sobre as tecnologias habilitadoras que a organização faz uso em seus processos de confecção e logística, a partir das informações disponíveis nos canais oficiais da organização. Porém, propõe-se o uso da manufatura digital em todo o processo de confecção: moldes em CAD, sem necessidade de peça piloto ou criação de um molde para cada tamanho; análise do melhor local para o corte no tecido, aproveitando mais o tecido; cortes a laser, evitando erros e rebarbas. Tudo isso a fim de tornar o processo mais eficiente, gerando menos resíduos. E no campo da logística, através da internet das coisas, a empresa poderia se inspirar na Amazon nos EUA e estudar sobre entregas via drone.

5. DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo teve como objetivo ser o mais abrangente o possível, evitando repetir empresas do mesmo segmento ou que possuíam as mesmas soluções e/ou usavam as mesmas tecnologias habilitadoras.

De acordo com a Modifica (2020), a produção brasileira é mais fragmentada, ou seja, um grande número de fornecedores na produção de um produto, dificultando a rastreabilidade dos impactos socioambientais do processo produtivo. Como a AMARO participa do processo desde a confecção das peças até a entrega, ou seja, sem intermediários, ela consegue promover iniciativas ainda mais assertivas.

Um dos princípios para que se alcance uma economia circular é a colaboração entre todos os participantes da cadeia de valor, a fim de se obter o beneficiamento mútuo. Através das iniciativas conjuntas que a empresa tem com seus fornecedores e parceiros, percebe-se que já existe esta colaboração que no futuro pode contribuir ainda mais para a circularidade. Como por exemplo, usar resíduos de fornecedores como insumo. A AMARO mostra que é possível ser sustentável, ser reconhecida como “cool” e ainda assim ser uma companhia que lucra.

Não foi muito discutido sobre a etapa de “produção de materiais”, visto que muitas vezes essa etapa não é feita por *players* do setor e sim pelo setor agropecuário, ou seja, é uma fase que é feita por um fornecedor, dificultando a rastreabilidade. Porém existem exceções quando há a utilização de “novos” tecidos, como apresentado no Caso 17.

Como observado na literatura, iniciativas que colaboram para a circularidade na fase de “atividades relacionadas ao varejo” são voltadas para mudança de cultura do consumidor, como por exemplo não deixar disponível o produto o ano todo, apenas em uma determinada data, como mostra o Caso 19.

Na produção circular, é possível que as etapas de “preparação de tecidos” e “produção das peças de vestuário” estejam interligadas, como por exemplo, as peças são produzidas a partir de impressão 3D (Casos 2 e 17).

Como apresentado na seção 2.2.1, pelos autores Suarez-Eiroa et al. (2019), um dos princípios da economia circular é reintegrar produtos no sistema quando estes atingem o fim de vida. Percebe-se que este ponto é alcançado de diversas maneiras na moda, através da venda deste produto ou doação. Após a doação, os produtos passam por uma curadoria. Se este se encontrar em boas condições de uso, pode ser revendido ou doado a outra pessoa. Caso não esteja, ele pode passar pelo processo de *upcycling* (Caso 16) ou de reciclagem (Caso 5, 9, 13,

15, 20 e 25). Percebe-se uma alta concentração de iniciativas na etapa de “uso e fim dos produtos”.

A inteligência artificial, o processamento de dados e a computação em nuvem estão presentes significativamente no setor *fashion*, como visto na literatura, em todo o Ciclo de Valor da Moda, e contribuem diretamente para uma economia circular. Isto é possível pois fornecem os insumos necessários para a assertividade no direcionamento ao cliente, ou seja, se usado para fins circulares, pode evitar a compra sem sentido. Exemplificando com o tênis da Adidas (Caso 1), onde os dados serviram de insumo para criar um tênis que atendesse exatamente a necessidade que os corredores tinham.

Enquanto a robótica avançada, como citado na seção 2.4.6. por Zoumponos e Aspragathos (2010) ainda não está presente em muitas partes das linhas de produção, portanto também não está presente em muitas iniciativas circulares. Mas mesmo assim, pode contribuir, como visto nos Casos 2 e 13.

Como citado no presente trabalho, o Brasil é a última cadeia têxtil completa do Ocidente, ou seja, atua em todos os segmentos do setor. Sendo uma vantagem na transição de um sistema linear para um circular, visto que o país tem domínio sobre todas as etapas. No entanto, a cadeia de valor da moda é muito complexa e é preciso ser proativo na verificação das empresas.

Os dados mostram que o setor *fashion* está bem longe de se tornar circular, ainda mais no Brasil. Para tanto, são necessárias mudanças de mentalidade em todos os *stakeholders*. Em países europeus o prolongamento do uso de um produto já é muito mais discutido do que no Brasil, por exemplo, o que faz muitas empresas questionarem os benefícios de se pensar em circularidade. Porém em um mercado globalizado, onde existem muitos concorrentes, principalmente no setor da moda, os participantes precisam de um diferencial. Sendo um bom diferencial a antecipação de necessidades. Apesar do brasileiro não ser o público mais preocupado com questões ambientais e sociais, o cenário tende a mudar drasticamente, como já vem mudando.

Para a circularidade se faz necessário repensar os indicadores da organização. Não faz sentido mensurar o sucesso a partir do número de produtos vendidos. Neste novo sistema, é possível gerar receita de inúmeras outras formas. Oferecendo novos serviços pós-venda é a principal delas, além desta prática fidelizar o consumidor. Também é importante mencionar que negócios circulares têm sua marca destacada pela sua boa reputação.

Vale salientar que a renda média mensal do brasileiro atingiu o menor patamar desde 2012, R\$2.447, de acordo com o IBGE (2022). Com a alta dos preços de alimentação e

habitação, o aumento do número de desempregados e as incertezas do país, é inviável acreditar que toda população tem condições financeiras de gastar um ticket médio maior com produtos circulares. Porque hoje, infelizmente, produtos sustentáveis possuem um preço mais elevado.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal analisar as contribuições da indústria 4.0 para implementação de modelos de negócios circulares no setor *fashion* brasileiro. Para tanto, as análises foram divididas em três partes. Primeiramente foi realizada a pesquisa do estudo de caso de uma marca brasileira, visando identificar o Ciclo de Vida da Moda, suas subetapas, as iniciativas e pôr fim a contribuição destas para a circularidade, além das tecnologias habilitadoras utilizadas. A partir deste estudo foi possível identificar que apesar da AMARO não mencionar em nenhum momento sobre circularidade, apenas sobre sustentabilidade, suas iniciativas contribuem para alcançar uma economia cada vez mais circular.

Posteriormente, foram selecionadas empresas do setor da moda, a fim de identificar as boas práticas em relação a circularidade e as tecnologias habilitadoras utilizadas globalmente. O estudo das práticas de casos múltiplo nos mostra que países mais desenvolvidos já debatem mais sobre o tema de economia circular e as iniciativas já possuem um tempo de maturação maior, sendo possível já observar os resultados.

Sendo assim, foi possível identificar que as iniciativas estão concentradas em maior parte na etapa “uso e fim dos produtos” do Ciclo de Valor da Moda (18 casos). O atributo de circularidade de maior recorrência foi o “geração de resíduos” (18 casos), seguido pelo de “uso eficiente dos recursos” (16 casos). Sobre as tecnologias habilitadoras, percebe-se que a maior parte do setor não faz uso de nenhuma delas (13 casos) e as mais adotadas foram “inteligência artificial, processamento de dados (big data) e computação em nuvem (cloud computing)” (7 casos) e “manufatura digital (7 casos).

Finalmente, na terceira parte pretendeu-se apresentar oportunidades que poderiam fortalecer as estratégias da empresa brasileira com intuito de alcançar um sistema circular, utilizando as tecnologias habilitadoras como apoiadoras. Embora a empresa AMARO já conte com iniciativas similares a de outras consolidadas empresas internacionais, existem grandes oportunidades, principalmente com o uso das tecnologias habilitadoras.

Portanto, este trabalho apresenta 13 propostas de oportunidades com fins circulares, nas todas 5 etapas do Ciclo de Valor da Moda, considerando o uso das 6 tecnologias habilitadoras citadas neste trabalho, em especial o uso da tecnologia RFID, para garantir que todos os produtos sejam reconhecidos automaticamente em instalações de reciclagem.

É inegável o impacto direto que o setor causa e iniciativas sustentáveis são urgentes. A tecnologia proveniente da indústria 4.0 vem como uma auxiliadora neste processo, por exemplo

contribuindo para o ganho de escala. Seus benefícios estão presentes desde a primeira etapa do Ciclo de Valor da Moda, ou seja, desde o cultivo e extração da matéria-prima até o fim do produto. Mas em um setor composto em sua maior parte por pequenas empresas e processos manuais, é necessário oferecer condições favoráveis em termos de inovação para o desenvolvimento e crescimento de sistemas de negócios circulares e tecnológicos. O desenvolvimento e a adoção da indústria 4.0 deverá variar de indústria para indústria, dependendo do nível de maturidade de cada uma, as estratégias e os objetivos.

Porém questões sociais também emergem sobre o tema. Em um setor onde a maioria da sua força de trabalho é do gênero feminino, temas de circularidade e tecnologia questionam sobre o destino dessas mulheres. A transição para a circularidade faz com que decaia o número de trabalhadores e estes sejam substituídos para cargos mais voltados a tecnologia, de predominância masculina. É responsabilidade tanto dos governos, quanto das empresas, servirem como apoiadores, incentivadores e incluírem esta mão-de-obra na transição, fornecendo cursos qualificatórios a todos.

Por fim, para o longo prazo, espera-se que só haverá roupas novas para serem feitas, caso as pessoas devolvam suas roupas velhas ao sistema.

6.1. TRABALHOS FUTUROS

O estudo de caso pode ser aprofundado, através de pesquisas de campo, entrevistas com colaboradores da empresa e fornecedores, a fim de identificar todas as iniciativas necessárias para a transformação circular. Análises ambientais quantitativas também podem ser realizadas dentro da empresa estudada, a fim de mensurar o nível de maturidade que está se encontra dentro da circularidade.

6.2. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente trabalho abordou principalmente o escopo ambiental, mas é importante destacar que a economia circular é completa e engloba os seguintes escopos: cultural, social, político e econômico. Todos os escopos se complementam e são necessários para de fato alcançar a circularidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIDAS. **Futurecraft.Strung**. Novembro, 2020. Disponível em: <https://www.adidas.com.br/blog/562694-futurecraftstrung>. Acesso em: 7 jun. 2022.

ALVES, L. **Towards circular economy in the textiles and clothing value chain through blockchain technology and IoT: a review**. Waste Management & Research, 2022; 40(1):3-23. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734242X211052858>. Acesso em: 29 mai. 2022.

AMARO. **Sustentabilidade**. Disponível em: <https://amaro.com/br/pt/sustentabilidade>. Acesso em: 30 mai. 2022.

ARI VAN TWILLERT. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.arivantwillert.com/creating-vocal-embodiment/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO (ABIT). **Perfil do Setor**. Fevereiro de 2022. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ASSUNÇÃO, L. **Por que o crescimento vertiginoso da Shein não é uma boa notícia**. FFW, 13 de abril de 2022. Disponível em: <https://ffw.uol.com.br/noticias/moda/por-que-o-crescimento-vertiginoso-da-shein-nao-e-uma-boa-noticia/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

AZEVEDO, M. T. de. **Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil**. Tese de doutorado da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.3.2017.tde-28062017-110639>. Acesso em: 16 abr. 2022.

BARREIRO-GEN, M.; LOZANO, R. **How circular is the circular economy? Analysing the implementation of circular economy in organisations**. Bus Strat Env. 2020; 29: 3484– 3494. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.2590>. Acesso em: 17 nov. 2021.

BEALL, A. **Why clothes are so hard to recycle**. British Broadcasting Corporation – BBC, Future, 12 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/future/article/20200710-why-clothes-are-so-hard-to-recycle>. Acesso em: 8 dez. 2021.

BERGMAN, D.; BLAIR, D. **Bangladesh: Rana Plaza architect says building was never meant for factories**. The Telegraph, 3 de maio de 2013. Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/bangladesh/10036546/Bangladesh-Rana-Plaza-architect-says-building-was-never-meant-for-factories.html>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BERNARD, S. **Remanufacturing**. Journal of Environmental Economics and Management, volume 62, issue 3, 2011, pages 337-351, ISSN 0095-0696. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2011.05.005>. Acesso em: 20 Nov. 2021.

BHARTI, P. K.; KUMAR, P.; SINGH, V. **Impact of industrial effluents on ground water and soil quality in the vicinity of industrial area of Panipat city, India.** Journal of Applied and Natural Science, 5(1), 132–136, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.31018/jans.v5i1.294>. Acesso em: 25 mai. 2022.

BICK, R.; HALSEY, E.; EKENGA, C.C. **The global environmental injustice of fast fashion.** Environ Health 17, 92 (2018). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0433-7>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRYDGES, T.; HEINZE, L.; RETAMAL, M. **Changing geographies of fashion during COVID-19: the Australian case.** Geographical Research, 59: 206– 216, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12460>. Acesso em: 2 jun. 2022.

BY ROTATION. **Sustainability.** Disponível em: <https://byrotation.com/sustainability>. Acesso em: 16 jun. 2022.

CALVÃO, A. M.; *et al.* **O Lixo Computacional na Sociedade Contemporânea.** I ENINED - Encontro Nacional de Informática e Educação, ISSN:2175-5876, 2009. Disponível em: <http://www.inf.unioeste.br/enined/2009/anais/enined/A29.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

CALANCA, D. **Moda e patrimônio cultural entre imaginários sociais e práticas coletivas na contemporaneidade.** Dossiê Moda e História, Revista de História (São Paulo), 178, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9141.rh.2019.139720>. Acesso em: 16 ago. 2022.

CAMPOS, E.A.R. de *et al.* **Reverse logistics for the end-of-life and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review.** Supply Chain Management, Vol. 22 No. 4, pp. 375-392, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2017-0040>. Acesso em: 22 nov. 2021.

CARLOS, R. L.; MATTOS, C. A. **O impacto da Internet das Coisas como facilitadora para práticas de Economia Circular.** XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Paraná, Brasil, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357353006_O_impacto_da_Internet_das_Coisas_como_facilitadora_para_praticas_de_Economia_Circular. Acesso em: 29 mai. 2022.

CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **Exportando valor agregado.** 2021. Disponível em: <https://cicb.org.br/cicb/dados-do-setor>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CHEN, X. *et al.* **Circular Economy and Sustainability of the Clothing and Textile Industry.** Mater Circ Econ 3, 12 (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00026-2>. Acesso em: 26 mai. 2022.

CHOUDHARY, A. K.; SIKKA, M. P.; BANSAL, P. **The study of sewing damage and defects in garments**. Research Journal of Textile and Apparel, vol. 22, no. 2, pp. 109-125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/RJTA-08-2017-0041>. Acesso em: 28 mai. 2022.

CIRCULAR.FASHION. **The transformation to data-driven circularity in fashion**. 13 de dezembro de 2019. Disponível em: https://circularity.id/static/circular.fashion_circularityID_white_paper_2021.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

COMMON OBJECTIVE. **The issues: chemicals**. 24 de novembro de 2021. Disponível em: <https://www.commonobjective.co/article/the-issues-chemicals>. Acesso em: 2 jun. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para indústria 4.0 no Brasil**. Brasília, 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em: 11 mai. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Circular economy: opportunities and challenges for the brazilian industry**. Brasília, 2018. 68 p. ISBN 978-85-7957-171-8. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/70/ef/70efcf44-703c-4ce3-bbe6-63647b66e491/circular_economy_opportunities_and_challenges_for_the_brazilian_industry.pdf. Acesso em: 11 mai. 2022.

COTTON MOVE. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.cottonmove.com.br/quem-sou>. Acesso em: 16 jun. 2022.

DELGADO, D. **Fast fashion: estratégia para conquista do mercado globalizado**. ModaPalavra e-periódico, núm. 2, agosto-diciembre, 2008, pp. 3-10. Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514051713003>. Acesso em: 14 dez. 2021.

DENUWARA, N.; MAIJALA, J.; HAKOVIRTA, M. **Sustainability benefits of RFID technology in the apparel Industry**. Sustainability 11, no. 22: 6477, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11226477>. Acesso em: 29 mai. 2022.

DRESSX. **Sustainability**. Disponível em: <https://dressx.com/pages/sustainability>. Acesso em: 15 jun. 2022.

DYECOO. **CO2 Dyeing**. Disponível em: <https://dyecoo.com/co2-dyeing/>. Acesso em: 5 jun. 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circular business models: Redefining growth for a thriving fashion industry**. 2021. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/fashion-business-models/overview>. Acesso em: 2 fev. 2022.

ENJOEI. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.enjoei.com.br/>. Acesso em: 8 jun. 2022.

ENSCHEDÉ TEXTIELSTAD. [Site institucional]. Disponível em: <https://en.enschedetextielstad.nl/about-us/>. Acesso em: 5 jun. 2022.

EURATEX. **Circular Textiles: prospering in the circular economy**. 2020. Disponível em: <https://euratex.eu/wp-content/uploads/EURATEX-Prospering-in-the-Circular-Economy-2020.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2022.

FARFETCH. **Positively Farfetch: the platform for good in luxury fashion**. Disponível em: <https://aboutfarfetch.com/sustainability/>. Acesso em: 8 jun. 2022.

Fashion's impact in numbers. Cable News Network (CNN), 2020. Disponível em: <https://edition.cnn.com/interactive/2020/09/style/fashion-in-numbers-sept/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

FAST FASHION. *In*: Cambridge Dictionary. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/fast-fashion>. Acesso em: 14 dez. 2021.

FAYALA, F.; *et al.* **Study the effect of operating parameters and intrinsic features of yarn and fabric on thermal conductivity of stretch knitted fabrics using artificial intelligence system**. *Fibers Polym* 15, 855–864, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12221-014-0855-y>. Acesso em: 29 mai. 2022.

FERNANDES, S. **Circular and collaborative economies as a propulsion of environmental sustainability in the new fashion business models**. *Innovation, Engineering and Entrepreneurship, Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 505. Springer, Cham, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91334-6_127. Acesso em: 29 mai. 2022.

FLETCHER, K. **Slow Fashion: An Invitation for Systems Change**. *Fashion Practice*, 2:2, 259-265, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.2752/175693810X12774625387594>. Acesso em: 15 dez. 2021.

FOR DAYS. [Site institucional]. Disponível em: <https://fordays.com/pages/about-us>. Acesso em: 15 jun. 2022.

GEISSDOERFER, M.; PIERONI, M.; PIGOSSO, D.; SOUFANI, K. **Circular Business models. Journal of Cleaner Production: A review**. *Journal of Cleaner Production*, volume 277, 2020, 123741, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>. Acesso em: 17 Nov. 2021.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **MÉTODOS DE PESQUISA**. 1. ed. Rio Grande do sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 30 Mai. 2022.

GRUPO DE TELEINFORMÁTICA E AUTOMAÇÃO (GTA UFRJ). O que é RFID? [20--]. Disponível em: https://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/o%20que%20e.htm. Acesso em: 29 mai. 2022.

HACO ETIQUETAS. **RFID: identificação por rádio frequência**. [ca. 2021]. Disponível em: <https://www.haco.com.br/rfid/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

H&M. **From old to new with Loop**. 8 de outubro de 2020. Disponível em: https://www2.hm.com/en_gb/life/culture/inside-h-m/meet-the-machine-turning-old-into-new.html. Acesso em: 16 jun. 2022.

HOLLAND CIRCULAR HOTSPOT E NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY. **From Linear to Circular in the Textile and Apparel Industries**. Netherlands, 2020. Disponível em: https://hollandcircularhotspot.nl/wp-content/uploads/2020/10/100120_Brochure-Circular-Economy-and-textile_KG2.pdf. Acesso em: 18 mai. 2022.

IGNACIO, J. A.; PEREIRA, M. A. **Tingimento de fios space dyeing**. Revista Tecnológica da Fatec Americana, v.2 n.2 p. 53-70, set.2014/mar.2015. Disponível em: http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/100/1/tingimento_fios_space_dyeing.pdf. Acesso em: 26 mai. 2022.

JACOMETTI, V. **Circular Economy and Waste in the Fashion Industry**. Publicado em Laws, MDPI, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/laws8040027>. Acesso em: 26 set. 2021.

KADNIKOVA, O; *et al.* **Improving the Technology of Processing Sewing and Knitwear Production Waste**. Energy Procedia, volume 113, 2017, pages 488-493, ISSN 1876-6102. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.04.047>. Acesso em: 28 mai. 2022.

KI, C-W.; CHONG, S. M.; HA-BROOKSHIRE, J. E. **How fashion can achieve sustainable development through a circular economy and stakeholder engagement: a systematic literature review**. Corporate Social Responsibility Environmental Management, 27: 2401–2424, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/csr.1970>. Acesso em: 2 jun. 2022.

KIM, M.; CHEEYONG, K. **Augmented reality fashion apparel simulation using a magic mirror**. International Journal of Smart Home, vol. 9, pages 169-178, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14257/ijsh.2015.9.2.16>. Acesso em: 29 mai. 2022.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de Marketing**. Pearson Universidades, 15ª edição, 2019.

KOUSTOUMPARDIS, P. N.; ASPRAGATHOS, N. A. **Intelligent hierarchical robot control for sewing fabrics**. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, volume 30, issue 1, pages 34-46, 2014. ISSN 0736-5845. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2013.08.001>. Acesso em: 29 mai. 2022.

KURILOVA-PALISAITIENEERIK, J.; SUNDIN, E.; POKSINKA, B. **Remanufacturing challenges and possible lean improvements**. Journal of Cleaner Production, volume 172, 2018, pages 3225-3236, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.023>. Acesso em: 20 Nov. 2021.

LACOSTE. **Towards durable elegance: sustainable development report**. 2020. Disponível em: <https://corporate.lacoste.com/home-sustainable-developpment-report/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

LANT, N. J.; *et al.* **Microfiber release from real soiled consumer laundry and the impact of fabric care products and washing conditions**. Plos One, 15(6): e0233332, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233332>. Acesso em: 2 jun. 2022.

LAW, K.L; THOMPSON, R.C. **Microplastics in the seas**. Science, 11 jul 2014, vol 345, issue 6193, pp. 144-145. Disponível em: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.1254065>. Acesso em: 9 dez. 2021.

LEITE, L. P. **Controle de matéria prima no setor de corte para redução de desperdício em uma confecção**. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de bacharel em Engenharia Têxtil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5702/1/AP_COENT_2018_1_05.pdf. Acesso em: 28 mai. 2022.

LIKE A BOSS. **Dominique Oliver, CEO da Amaro. O futuro do varejo e uma nova jornada do cliente**. Entrevistado: Dominique Oliver. Entrevistadores: Paulo Silveira e Rodrigo Dantas. Março, 2020. Podcast. Disponível em: <https://open.spotify.com/episode/4avT1gn6lHd5LFAA4SHZFg?si=9do5bXIJRGeQy7tRm42tzQ&nd=1>. Acesso em: 30 mai. 2022.

LINDEN, A. R. **An Analysis of the Fast Fashion Industry**. Senior Projects Fall 2016. Disponível em: http://digitalcommons.bard.edu/senproj_f2016/30. Acesso em: 13 dez. 2021.

LOOP-A-LIFE. **Our truly circular process**. Disponível em: <https://loopalife.com/over-ons-circulaire-productieproces/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

LOOPTWORKS. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.looptworks.com/pages/about>. Acesso em: 15 jun. 2022.

LUCIETTI, T. J.; *et al.* **O upcycling como alternativa para uma moda sustentável**. 7th International Workshop, Advances in Cleaner Production – Academic Work, 2018. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/6A/3/lucietti_tj_et_al_academic.pdf. Acesso em: 28 mai. 2022.

MÄÄTTÄNEN, M.; ASIKAINEN, S.; KAMPPURI, T.; ILEN, E.; NIINIMÄKI, K.; TANTTU, M.; HARLIN, A. **Colour management in circular economy: decolourization of cotton**

waste. Research Journal of Textile and Apparel, Vol. 23 No. 2, pp. 134-152, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/RJTA-10-2018-0058>. Acesso em: 26 mai. 2022.

MANKODIYA, K. **Wearable Internet of Things: concept, architectural components and promises for person-centered care.** EAI 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth). Athens, Greece, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4108/icst.mobihealth.2014.257440>. Acesso em: 29 mai. 2022.

MANICKAM, P.; DURAISAMY, G. **4 - 3Rs and circular economy.** Editor(s): Subramanian Senthilkannan Muthu, In The Textile Institute Book Series, Circular Economy in Textiles and Apparel, Woodhead Publishing, 2019, Pages 77-93, ISBN 9780081026304. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102630-4.00004-2>. Acesso em: 28 mai. 2022.

MCKINSEY & COMPANY. **The State of Fashion 2020 - Coronavirus update.** Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/its%20time%20to%20rewire%20the%20fashion%20system%20state%20of%20fashion%20coronavirus%20Update/the-state-of-fashion-2020-coronavirus-update-final.pdf>. Acesso em 16 ago. 2022.

MENTINK, B. **Circular Business Model Innovation: A process framework and a tool for business model innovation in a circular economy.** Orientadores: PECK, D.P.; TUKKER, A. (mentor). Para o grau de Mestrado em Ecologia Industrial na Delft University of Technology & Leiden University, 2014. Disponível em: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:c2554c91-8aaf-4fdd-91b7-4ca08e8ea621>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MESACASA, A.; ZANETTE, Y. **Análise de uma empresa de moda segundo os princípios da economia circular.** Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 6, n. 3, 2021. Disponível em: <http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/475>. Acesso em: 2 jun. 2022.

MODEFICA; FGVces; REGENERATE. **Fios da Moda: Perspectiva Sistêmica Para Circularidade.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://reports.modefica.com.br/fios-da-moda/library/downloads/modefica-report-FIBRAS-TEXTEIS-2021.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

MYCOTEX. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.mycotex.nl/>. Acesso em: 5 jun. 2022.

NGAI, E.W.T; *et al.* RFID research: an academic literature review (1995-2005) and future research directions. International Journal of Production Economics, 112, (2), 510-520, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.004>. Acesso em: 29 mai. 2022.

NIINIMÄKI, K. **Fashion in a circular economy.** In: Sustainability in fashion. Palgrave Macmillan, Cham, 2017. p. 151-169. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-51253-2_8. Acesso em: 10 mai. 2022.

NIKE. **Nike FlyKnit.** Disponível em: <https://www.nike.com/flyknit>. Acesso em: 7 jun. 2022.

NISHANT, R.; KENNEDY, M.; CORBETT, J. **Artificial intelligence for sustainability: challenges, opportunities, and a research agenda**. International Journal of Information Management, volume 53, 2020. ISSN 0268-4012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102104>. Acesso em: 29 mai. 2022.

OECD. **Best available techniques (BAT) for preventing and controlling industrial pollution**. Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BATAssociated Environmental Performance Levels and BAT-Based Permit Conditions, Environment, Health and Safety, Environment Directorate, 2020. Disponível em: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/guidance-document-on-determining-best-available-techniques.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2022.

((O))ECO. **O que é uma Espécie Endêmica**. 9 de janeiro de 2015. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28867-o-que-e-uma-especie-endemica/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

OKAMOTO, K. **Your laundry sheds harmful microfibers: here's what you can do about it**. The New York Times, 5 de Agosto de 2021. Disponível em: <https://www.nytimes.com/wirecutter/blog/reduce-laundry-microfiber-pollution/>. Acesso em: 9 dez. 2021.

OLIVER, Dominique. **Como transformamos a AMARO em uma RetailTech de lifestyle em meio à pandemia**. LinkedIn. 23 de março de 2021. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/como-transformamos-amaro-em-uma-retailtech-de-lifestyle-oliver/>. Acesso em: 30 mai. 2022.

OLIVEIRA, M. H. de. **Principais matérias-primas utilizadas na indústria têxtil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 5, p. [71]-109, mar. 1997. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/7153>. Acesso em: 24 mai. 2022.

OLIVEIRA, R. M. de. **O setor de manutenção de uma indústria de beneficiamento têxtil: análise e sugestão de melhorias**. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de bacharel em Engenharia Têxtil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5738/1/AP_COENT_2017_2_06.pdf. Acesso em: 28 mai. 2022.

ORACLE. **O que é inteligência artificial (IA)? Saiba mais sobre Inteligência Artificial**. [20--]. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

ORACLE. **O que é IoT?** [20--]. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

ORACLE. **O que é Big Data?** [20--]. Disponível em: [https://www.oracle.com/br/big-](https://www.oracle.com/br/big-data/what-is-big-)

[data/#:~:text=A%20defini%C3%A7%C3%A3o%20de%20big%20data,de%20novas%20fontes%20de%20dados](#). Acesso em: 29 mai. 2022.

PAYNTER. [Site institucional]. Disponível em: <https://paynterjacket.com/collections/archive>. Acesso em: 6 jun. 2022.

PEREIRA, M.P.; SOUZA, K.S. **Política Nacional De Resíduos Sólidos (PNRS): Avanços ambientais e viés social nos municípios de pequeno porte**. Ciências Sociais Aplicadas em Revista - UNIOESTE/MCR - v.17 - n. 32 - 1º sem. 2017 - p 189 a 210 - ISSN 1982-3037. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/csaemrevista/article/view/17509/11671>. Acesso em: 22 nov. 2021.

POERNER, B. **Relatório traz dados inéditos sobre os impactos da indústria têxtil nacional**. Elle, 10 de Fevereiro de 2021. Disponível em: <https://elle.com.br/moda/relatorio-traz-dados-ineditos-sobre-os-impactos-da-industria-textil-nacional>. Acesso em: 2 fev. 2022.

POOKULANGARA, S.; SHEPHARD, A. **Slow fashion movement: understanding consumer perceptions - an exploratory study**. Journal of Retailing and Consumer Services, volume 20, issue 2, 2013, pages 200-206, ISSN 0969-6989. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2012.12.002>. Acesso em: 15 dez. 2021.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0: entenda seus conceitos e fundamentos**. [20--]. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

RAMESH BABU, B.; *et al.* **Cotton Textile Processing: Waste Generation and Effluent Treatment**. The Journal of Cotton Science, 11:141–153, 2007. Disponível em: <https://www.cotton.org/journal/2007-11/3/upload/jcs11-141.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2022.

RANPAK. **Empacotamento: Geami WrapPak® M**. Disponível em: <https://www.ranpak.com/br/products/geami-wrappak-m/>. Acesso em: 31 mai. 2022.

RAPSIKEVIČIENĖ, J.; GURAUŠKIENĖ, I.; JUČIENĖ, A. **Model of Industrial Textile Waste Management**. Environmental Research, Engineering and Management (EREM), vol. 75, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.erem.ktu.lt/index.php/erem/article/view/21703>. Acesso em: 28 mai. 2022.

REIKE, D.; VERMEULEN, J.V.; WITJES, S. **The circular economy: new or refurbished as CE 3.0? – Exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. resources, conservation & recycling**. Elsevier, v.135, 2018. - Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302756>. Acesso em: 26 set. 2021.

RENEWCELL. **Our technology**. Disponível em: <https://www.renewcell.com/en/section/our-technology/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

REPACK. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.repack.com/impact/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

REPASSA. **Trajatória Repassa: de startup a maior brechó on-line do Brasil**. Disponível em: <https://blog.repassa.com.br/portfolio/trajetoria-repassa-de-startup-a-maior-brecho-on-line-do-brasil/>. Acesso em: 8 jun. 2022.

RIBEIRO, J. G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. W. M. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. Simpósio de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Goiás, 2018. Disponível em: <https://doutoragro.com/agtechhub/wp-content/uploads/2020/07/UFG-Agricultura-4.0.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2022.

SALESFORCE. **Cloud Computing: o que é e para que serve?** [20--]. Disponível em: <https://www.salesforce.com/br/cloud-computing/#:~:text=De%20uma%20forma%20simples%2C%20cloud,qualquer%20computador%2C%20em%20qualquer%20lugar>. Acesso em: 29 mai. 2022.

SANTOS, A.M.M.M. **Panorama do setor de couro no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. 57-84, set. 2002. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2743/1/BS%2016%20Panorama%20do%20Setor%20de%20couro%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em: 9 dez. 2021.

SANTOS, C. M.; BELÉM, J. de F. **Indústria 4.0 e manufatura aditiva: um estudo de caso com os consumidores de calçados produzidos nas indústrias de calçados de Juazeiro do Norte**. Id Online Revista Multidisciplinar e Psicologia, v. 12, n. 42, p. 1059-1072, 2018. ISSN 1981-1179. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1392/1989>. Acesso em: 29 mai. 2022.

SAVE YOUR WARDROBE. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.saveyourwardrobe.com/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SAXCELL. **Regenerated ‘virgin’ cellulose fiber from cotton waste**. Disponível em: <https://saxcell.com/newfibre>. Acesso em: 6 jun. 2022.

SEEPJE. [Site institucional]. Disponível em: <https://www.seepje.com/faq/>. Acesso em: 16 jun. 2022.

SELLITTO, M.A. **Reverse logistics activities in three companies of the process industry**. Journal of Cleaner Production. v. 187. Elsevier, 2018. - Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618309430>. Acesso em: 21 Nov. 2021.

SCOTT, M. **Out of Fashion - The hidden cost of clothing is a water pollution crisis**. Forbes, 19 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/mikescott/2020/09/19/out-of-fashionthe-hidden-cost-of-clothing-is-a-water-pollution-crisis/?sh=118bccb5589c>. Acesso em: 8 dez. 2021.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI-SP). **Desvendando a indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <https://online.sp.senai.br/curso/86817/483/desvendando-a-industria-40>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Emissions by sector: agropecuária**. 1990-2020. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>. Acesso em: 9 dez. 2021.

SOLAR IMPULSE FOUNDATION. **Solvent Technology is a solar thermal system for drying and heating applications in industry and agriculture processes**. Switzerland, setembro de 2019. Disponível em: <https://solarimpulse.com/solutions-explorer/solvent-technology#:~:text=Solvent%20Technology%20is%20a%20solar,bound%20to%20a%20specific%20location>. Acesso em: 26 mai. 2022.

SPAHIU, T.; GRIMMELSMANN, N.; EHRMANN, A. **On the possible use of 3D printing for clothing and shoe manufacture**. 7th International Conference of Textile. Tirana, Albania, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/310156927_On_the_possible_use_of_3D_printing_for_clothing_and_shoe_manufacture. Acesso em: 29 mai. 2022.

STAHEL, W. **The circular economy**. Nature 531, 435–438 (2016). Disponível em: <https://doi.org/10.1038/531435a>. Acesso em: 26 set. 2021.

STARTSE PODCASTS. **MVP #19 – Amaro: A DNVB que une o varejo online ao presencial**. Entrevistado: Dominique Oliver. Entrevistadoras: Tainá Freitas e Sabrina Bezerra. Maio, 2021. Podcast. Disponível em: <https://open.spotify.com/episode/03k3wooljwfcL7yAon4bGx?si=MYp4k5A-TQ6bpR0RqogXjA&nd=1>. Acesso em: 30 mai. 2022.

STATISTA. **Global apparel market - statistics & facts**. Global revenue of the apparel market 2013-2026, 2021. Disponível em: <https://www.statista.com/topics/5091/apparel-market-worldwide/#dossierKeyfigures>. Acesso em: 6 dez. 2021.

SUÁREZ-EIROA, B.; FERNÁNDEZ, E.; MENDÉZ-MARTÍNEZ, G.; SOTO-OÑATE, D. **Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice**. Journal of Cleaner Production, volume 214, 2019, pages 952-961, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>. Acesso em: 15 Nov. 2021.

TELA AZUL EMPIRICUS. **#34 | Amaro: tech no varejo de moda, M&As, ecommerce e influenciadores**. Entrevistado: Dominique Oliver. Entrevistadores: André Franco e Richard Camargo. Maio, 2021. Podcast. Disponível em: <https://open.spotify.com/episode/1yhXDr1e0jii3iR6NSVodT?si=f2LCjIJWQ5GL1pt6hoa87w&nd=1>. Acesso em: 30 mai. 2022.

THE BUSINESS OF FASHION; MCKINSEY & COMPANY. **The State of Fashion: In search of promise in perilous times**, 2021. Disponível em:

<https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/state-of-fashion>. Acesso em: 1 Ago. 2021.

THE FABRICANT. **Sustainability report**. Disponível em: <https://www.thefabricant.com/sustainability>. Acesso em: 15 jun. 2022.

THE WORLD BANK. **How Much Do Our Wardrobes Cost to the Environment?** 2019. Disponível em <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/09/23/costo-moda-medio-ambiente>. Acesso em: 1 Ago. 2021.

TIBBEN-LEMBKE, R.S. **The impact of reverse logistics on the total cost of ownership**. Journal of Marketing Theory and Practice, 6:4, 51-60, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10696679.1998.11501810>. Acesso em: 22 nov. 2021.

TONIOL, A. P. N. **Moda e globalização**. 7ª Conferência Internacional de História Econômica e IX Encontro de Pós Graduação em História Econômica, 2019. Disponível em: <https://www.abphe.org.br/arquivos/toniol.%20MODA%20E%20GLOBALIZA%C3%87%C3%83O>. Acesso em: 16 ago. 2022.

TROIANI, L.; SEHNEM, S.; CARVALHO, L. **Moda sustentável: uma análise sob a perspectiva do ensino de boas práticas de sustentabilidade e economia circular**. Cadernos EBAPÉ.BR [online], v. 20, n. 1, pp. 62-76, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1679-395120200214>. Acesso em: 2 jun. 2022.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. **UN Helps Fashion Industry Shift to Low Carbon**. 6 de setembro de 2022. Disponível em: <https://unfccc.int/news/un-helps-fashion-industry-shift-to-low-carbon>. Acesso em: 9 dez. 2021.

VADICHERLA, T.; *et al.* **Fashion Renovation via Upcycling**. Textiles and Clothing Sustainability. Springer, Singapore, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-2146-6_1. Acesso em: 28 mai. 2022.

VALENCIA, E. **Why circular economy business models need LCA**. PRé, 16 de maio de 2017. Disponível em: <https://pre-sustainability.com/articles/why-circular-economy-business-models-need-lca/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

VALENTURF, A.; PURNELL, P. **Principles for a sustainable circular economy**. Sustainable Production and Consumption, volume 27, 2021, pages 1437-1457, ISSN 2352-5509. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018>. Acesso em: 15 nov. 2021.

XING, E. P.; *et al.* **Petuum: a new platform for distributed machine learning on big data**. IEEE Transactions on Big Data, vol. 1, no. 2, pp. 49-67, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TBDDATA.2015.2472014>. Acesso em: 29 mai. 2022.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 2.ed. -Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHI-CHAO, L.; *et al.* **Sustainability of 3D printing: a critical review and recommendations.** 1th International Manufacturing Science and Engineering Conference. Blacksburg, Virginia, USA, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1115/MSEC2016-8618>. Acesso em: 29 mai. 2022.

ZOUMPONOS, G. T.; ASPRAGATHOS, N. A. **A fuzzy strategy for the robotic folding of fabrics with machine vision feedback.** *Industrial Robot*, vol. 37, n. 3, pp. 302-308, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/01439911011037712>. Acesso em: 29 mai. 2022.