

IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA TÊXTIL E DO VESTUÁRIO: BARREIRAS E OPORTUNIDADES

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.037-175>

Anna Carolina Moraes Figueiredo

Doutoranda em Sustentabilidade
Universidade de São Paulo
Endereço: São Paulo/SP - Brasil
E-mail: annafigueiredo@usp.br

Angélica Moraes

Mestre em Têxtil e Moda
Universidade de São Paulo

Francisca Dantas Mendes

Doutora em Engenharia de Produção, Profa. Dra. EACH-USP
Universidade de São Paulo
Endereço: São Paulo/SP - Brasil
E-mail: franciscadm.tita@usp.br

RESUMO

O modelo da economia circular (EC) vem sendo amplamente estudado pela comunidade científica como uma solução viável para conciliar crescimento econômico com sustentabilidade ambiental. O que existe hoje na área têxtil e do vestuário é um modelo que extrai, manufatura, usa e descarta incessantemente. Por meio da análise de diversos estudos recentes, este trabalho pretende analisar no que vem sendo produzido na literatura no sentido de apontar as barreiras que impedem a implementação da EC no campo têxtil, assim como as oportunidades para executá-la. Equívocos no processo de fabricação, fase de projeto, desconsideração da prolongação dos ciclos de vida dos produtos, bem como a necessidade da colaboração dos envolvidos na cadeia de suprimentos, bem como a demanda por rastreamento dos produtos, são alguns dos problemas diagnosticados. Como resultado, há a identificação de amostras dos enganos que vêm provocando desastres ambientais em todo o mundo. Afinal, roupas e têxteis acompanham praticamente todos os seres humanos planetariamente e seu mau descarte tem se mostrado devastador.

Palavras-chave: Economia Circular. Design sustentável. Indústria têxtil.

1 INTRODUÇÃO

Desde muitos anos, fios e fibras acompanham a vida do ser humano. Entretanto, esta companhia tem cobrado um preço exorbitante. Não são apenas resíduos que a produção têxtil provoca. O processo utilizado para sua fabricação traz sérias consequências ao meio ambiente, tais como uso excessivo de energia e água, além de causar poluição química, degradação do solo e emissões de gases nocivos (SHIRVANIMOGHADDAM et al., 2020; HUANG et. al, 2021; KAZANCOGLU et. al, 2020).

Quando ligada ao sistema linear de consumo, a preocupação com a geração abundante de resíduos se eleva diante do fato de termos recursos finitos no nosso planeta. O que se vê neste modelo é a fabricação de produtos que extraem recursos naturais, são manufaturados, pouco utilizados e descartados (FRANCO, 2017). Para isto, o capital ambiental é desconsiderado, priorizando consumo e geração de faturamento de forma a corresponder a desejos efêmeros.

Neste sentido, o *fast fashion* representa uma ameaça, uma vez que é responsável por cerca de 10% de todas as emissões globais de carbono (WEF, 2023). Produzindo peças em enorme quantidade, rapidamente e a um preço acessível (CHEN et al. 2021; IKRAM, 2022), contribui para que o consumidor acredite que está comprando produtos descartáveis (RATHINAMOORTHY, 2019). Isto faz com que roupas e produtos têxteis gerem uma incontrolável produção de lixo tóxico, indo parar em aterros ou sendo incinerados (FISCHER; PASCUCCI, 2017). Para exemplificar, empresas como a multinacional Zara lançam 24 coleções por ano (KOSZEWSKA, 2018).

Entretando, a literatura vem apresentando algo que parece ser capaz de pôr fim a este padrão. O modelo da Economia Circular (EC) vem sendo discutido amplamente como forma de eliminar estes problemas, por meio da cultura do lixo zero (SAHA; DEY; PAPAGIANNAKI, 2021; FISCHER; PASCUCCI, 2017; KAZANCOGLU et al., 2020; KAZANCOGLU et al., 2022; KOSZEWSKA, 2018). Este debate acompanha a necessidade de uma vida mais sustentável e ambientalmente equilibrada (KAZANCOGLU, 2020).

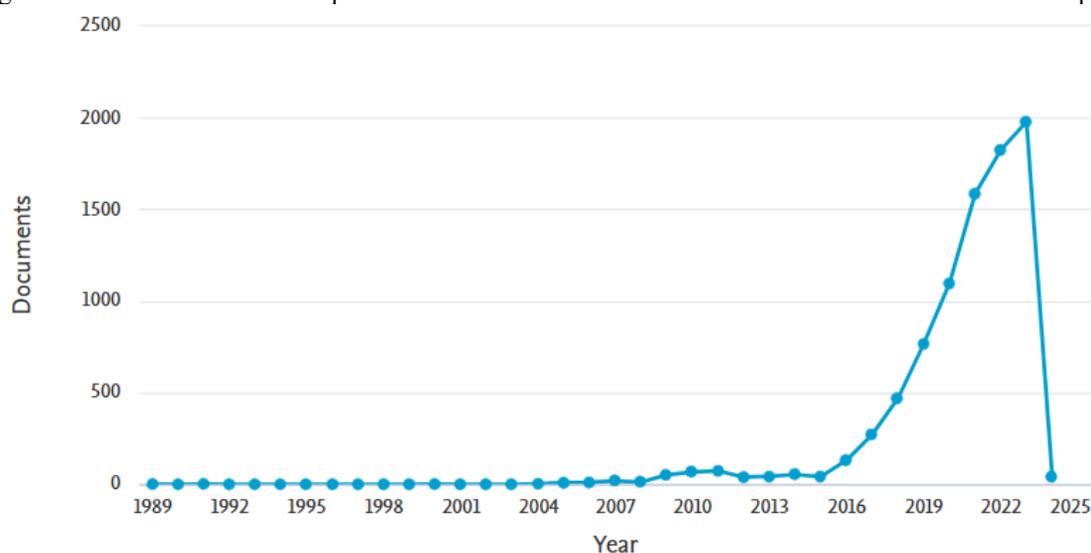
Kirchherr et al. (2023) analisaram 221 definições de EC para entender quais são os entendimentos atuais de seu conceito na comunidade científica. Concluíram que a EC é um sistema econômico de caráter regenerativo que deve substituir o conceito de fim de vida, dentre outras possibilidades, pela reutilização, com o objetivo de manter valor e desenvolvimento sustentável em benefício das gerações atuais e futuras. A EC é sinônimo de uma economia industrial regenerativa e sem o uso de matéria-prima virgem (FRANCO, 2017), dando significado ao lixo, que passa a se tornar um recurso (JIA et al. 2020). Diante disto, abandonar o modelo de consumo linear parece ser imprescindível.

2 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica pela emergência em encontrar elementos que tragam um resultado factível para um problema grave que tem afrontado o mundo como um todo. A implementação da EC pode representar uma esperança que traga força para a busca por uma vida num mundo mais perto da sustentabilidade. Para isto, ela deve ser escrutinada e, ninguém melhor que a comunidade científica, para compilar e processar criticamente trabalhos que foquem neste objetivo.

O estudo da EC tem atraído a atenção de pesquisadores em todo o mundo. Em consulta na plataforma Scopus no título de artigos, foram encontrados 8.583 documentos, 1.979 só em 2023.

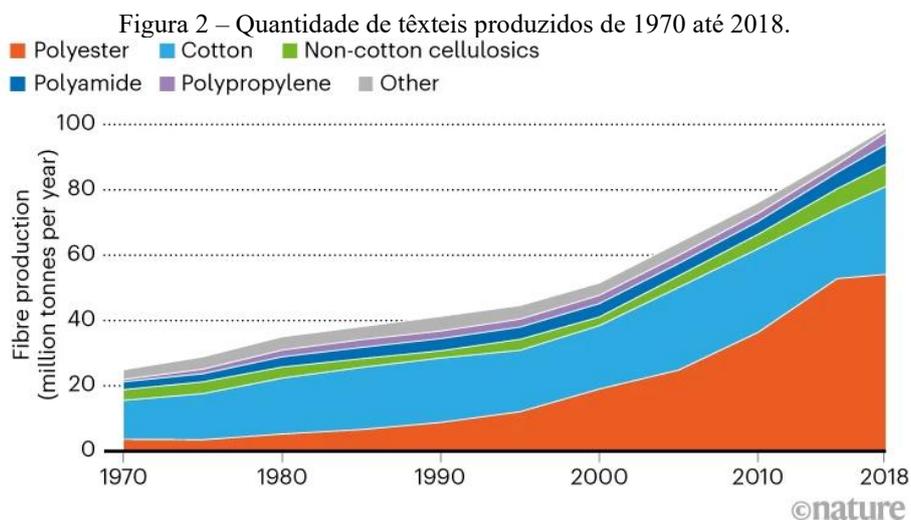
Figura 1 – Número de trabalhos que contém o termo Economia Circular no título na base de dados Scopus.



Fonte: SCOPUS, 2023.

Grande parte do valor do trabalho, está no fato de que nos últimos 20 anos, o uso de produtos têxteis cresceu de 7kg para 13kg por pessoa anualmente, representando um total de 100 milhões de toneladas por ano consumidas em todo o mundo. Entretanto, apesar destes números serem expressivos e, aparentemente, financeiramente positivos, eles contrastam com o fato de que mais de 60% dos resíduos têxteis são tratados como lixo e somente 15% é reciclado (SHIRVANIMOGHADDAM et.al, 2020). São cerca de 92 milhões de toneladas produzidas todos os anos que acabam em aterros ou incineradas, tratando-se de matéria-prima que poderia ser reutilizada (SAVAGE, 2022). Entre 2000 e 2015, a produção mundial de roupas duplicou, mas o número médio de vezes que as peças foram usadas antes de serem descartadas diminuiu 36% (NATURE, 2022; WEF, 2023). A indústria têxtil é considerada uma das mais poluidoras do mundo, junto com a construção civil, transportes e a indústria de alimentos (LEAL et al., 2019). Cerca de 35% dos microplásticos despejados nas águas vêm da indústria têxtil (EUROPEAN PARLIAMENT, 2023).

Globalmente, a produção de têxteis vem crescendo desde a década de 1970. A fibra que mais cresce é a do poliéster (SAVAGE, 2022).



Nem mesmo as fibras naturais vêm desacompanhadas de efeitos nocivos ao meio ambiente. Para dar um exemplo prático, para fazer uma única camiseta de algodão são necessários 2.700 litros de água, o suficiente para suprir as necessidades de uma pessoa por dois anos e meio (EUROPEAN PARLIAMENT, 2023). Já o uso de pesticidas, herbicidas e fertilizantes no cultivo de fibras naturais é grande (FRANCO, 2017; PATTI; CICALA; ACIERNO, 2021). Além disto, segundo Giacomini, Soares e Pacca (2022), a cada 1 milhão de dólares demandados em produtos têxteis, há uma emissão global de 643,6 tCO₂e.

Portanto, gerar mais e mais produto têxtil se mostra incompatível com uma vida saudável. O mundo precisa estar atento ao fato de que o consumo linear precisa chegar ao fim, sendo elementar e urgente fechar o circuito do consumo. O tema vem sendo pesquisado em diversas revistas científicas renomadas pelo mundo, conforme tabela abaixo. Daí a necessidade de trazer esta possibilidade para mais perto da nossa realidade por meio dos estudos já existentes e acompanhar o desenrolar da literatura mundial.

3 SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

As fibras têxteis podem ser divididas em duas categorias principais. De um lado, as naturais, como algodão, lã, sisal e seda, dentre outras. Do outro lado, estão as fibras sintéticas, como poliéster, *nylon* ou acrílico, para exemplificar. Estas últimas, não são biodegradáveis e, como têm tamanho muito pequeno, são mais prejudiciais que os plásticos, podendo despejar microplásticos em cursos d'água (IKRAM, 2022). Além disto, fibras sintéticas são extraídas de fontes não renováveis e utilizam combustíveis fósseis. Elas representam mais de 68% das fibras atuais (CHEN et al., 2021).

Indo além, parece haver uma falta de comprometimento no sentido de fomentar iniciativas que questionem a fabricação de produtos têxteis. Para citar um caso prático desta desconsideração, atualmente é fácil encontrar no mercado têxteis feitos com fibras mistas. Entretanto, a mistura delas

pode ser danosa. Fibras baseadas em poliéster, um termo genérico para materiais derivados do petróleo (SAVAGE, 2022), comumente, vêm misturadas com fibras naturais. Isto faz com que o processo de reciclagem seja dificultado, de maneira a manter a qualidade destes resíduos pós-consumo (FRANCO, 2017; JIA et al., 2020; SANDVIK; STUBBS, 2019; PATTI; CICALA; ACIERNO, 2021; LEAL et al., 2019; KAZANCOGLU et al., 2022; KOSZEWSKA, 2018).

No caso da mistura de fibras sintéticas isoladas, é possível fazer sua reciclagem por meio de um processo que as quebra quimicamente. Após isto, elas são fundidas em novas fibras com propriedades exatamente semelhantes às fibras virgens. Entretanto, este processo é caro e, então, as fibras recicladas terão preço maior que as originais (CHEN et al., 2021; DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). Importante ressaltar que fibras sintéticas são mais poluentes, despejando três vezes mais dióxido de carbono na atmosfera que as fibras naturais (RATHINAMOORTHY, 2019; IKRAM, 2022).

O projeto das fibras tem papel essencial, uma vez que é responsável por seu destino. Comumente, se um produto é gerado com características de baixa qualidade, ele perde valor agregado quando reciclado e tem que ser utilizado em bens de menor preço, como elementos usados no isolamento térmico e acústico, enchimento de almofadas, na produção de tijolos (SHIRVANIMOGHADDAM et al., 2020; SANDVIK; STUBBS, 2019; DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021), enchimento para ursos de pelúcia, palmilhas de sapato, para a base de carpetes (LEAL et al., 2019), enchimento de colchões (CHEN et al., 2021) ou panos para limpeza (WEF, 2023).

Quando os tecidos têm qualidade em sua primeira vida, maior a possibilidade deles serem usados para fazer novos tecidos de maior valor (FISCHER; PASCUCCI, 2017). Assim sendo, pensar em criar bens duráveis e prolongar ciclos de vida deve ser um objetivo desde o início da concepção de um produto têxtil (FISCHER.; PASCUCCI. 2017; SHIRVANIMOGHADDAM et al., 2020; SANDVIK; STUBBS, 2019; FRANCO, 2017; CHEN et al., 2021, RATHINAMOORTHY, 2019; DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). Criar artigos feitos para serem reutilizados tem que ser uma função do *designer* desde a concepção de um bem (GOLÇALVES-DIAS; YUMNA; CIPRIANO), já que cerca de 80% do impacto ambiental de um produto é determinado em sua etapa de projeto (DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). A facilidade ou dificuldade que os parceiros responsáveis pela reciclagem encontrarão será determinada desde a escolha dos materiais, ditando sua possibilidade de separação, por exemplo (FRANCO, 2017; KAZANCOGLU et al., 2022; KOSZEWSKA, 2018).

No momento de criação do produto, o *designer* deve ter em mente que suas escolhas poderão incluir sua obra na possibilidade ou impossibilidade de fazer parte de um sistema circular. A escolha de matéria-prima ambientalmente compatível com reciclagem e descarte não perigoso, seleção de

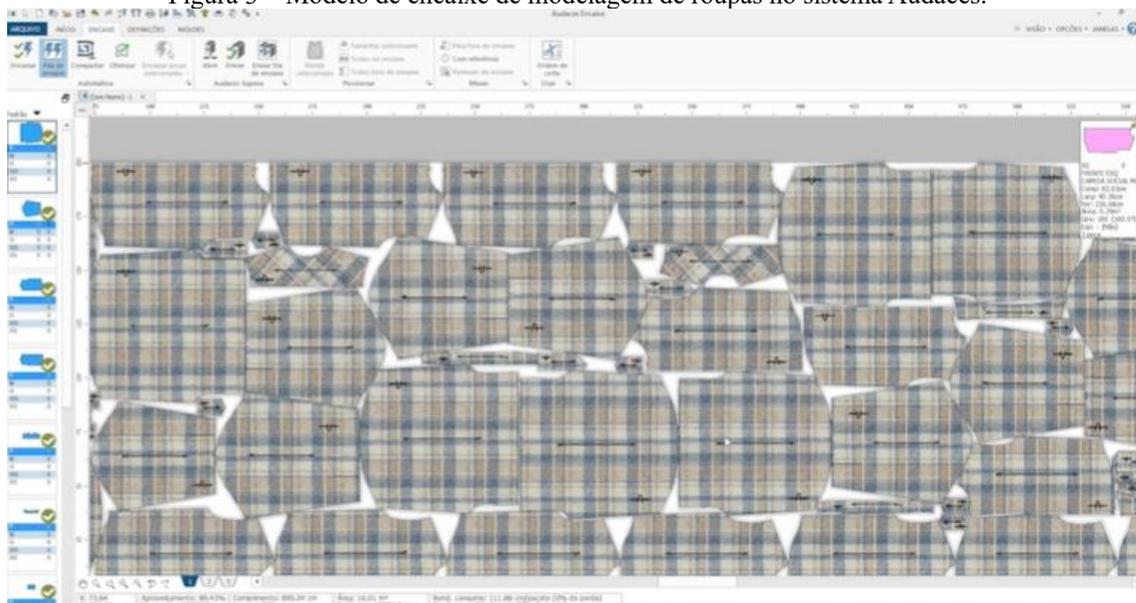
corantes, solventes e acabamentos serão determinantes para definir todo seu ciclo de vida, podendo tornar menos provável que eles acabem em aterros (KOSZEWSKA, 2018; JIA et al., 2020). Negócios têm que ser pensados, desde o início, para serem circulares (NATURE, 2022 – autor não informado). Entretanto, o *design* para uma vida estendida ou para uma segunda vida, raramente é levado em conta (LEAL et al., 2019). Portanto, os componentes de uma mercadoria são decisivos, afetando variedade de novos bens que podem ser desenvolvidos com seus recursos já existentes (JIA et al., 2020). É projetar pensando em desmontar (DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021).

Seguindo esta lógica, quanto mais componentes um produto tem, mais desafiador será seu processo de circularidade (KAZANCOGLU et al., 2020). Afinal, além do tecido, roupas podem carregar aviamentos, zíperes e etiquetas de difícil reciclagem (SANDVIK; STUBBS, 2019). Trata-se de uma mistura complexa de materiais, não apenas diferentes fibras naturais e sintéticas, mas também corantes e revestimentos químicos, que devem ser separados (SAVAGE, 2022). Um sutiã possui barbatanas, tecidos de composições diversas, bojo de espuma e argolas, por exemplo (FRANCO, 2017). Desta forma, a necessidade de treinar pessoal especializado também é essencial. Para Kazancoglu et al. (2022) o processo de reciclagem de têxteis requer um conhecimento significativo no sentido de lidar com diferentes componentes e materiais existentes neste processo.

Neste caso, estão sendo considerados apenas os elementos contidos após a produção do produto. Antes disto, o processo de tingimento polui o solo, a água e a atmosfera devido à grande quantidade de resíduos tóxicos utilizados (LEAL et al., 2019). Há, ainda, fases de produção das fibras, produção de fios, pré-tratamento, impressão e acabamento. Novamente, durante elas, podem estar presentes elementos químicos tóxicos, uso excessivo de água, emissões atmosféricas ou consumo de energia abundante. Além disto, muitas vezes, empresas produtoras de materiais têxteis estão localizadas em países longe dos consumidores. Para que eles cheguem ao seu destino final, são usados combustíveis fósseis, garantindo mais poluição. Para piorar, é comum que os produtos venham embalados em sacos plásticos não biodegradáveis (PATTI; CICALA; ACIERNO, 2021).

Indo além, o encaixe da modelagem também tem papel fundamental. Um processo elementar na fabricação de uma peça de roupa pode ser responsável por cerca de 15% do descarte de tecido (DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). *Softwares* de encaixe de modelagem como o Audaces Encaixe (AUDACES, 2023) podem diminuir este desperdício.

Figura 3 – Modelo de encaixe de modelagem de roupas no sistema Audaces.



FONTE: Audaces, 2023.

Além de pensar da fabricação concreta de um tecido, para alcançar a circularidade, deve haver colaboração entre a cadeia de suprimentos (CS) e os parceiros envolvidos nela, no sentido de criar materiais inovadores (JIA et al., 2020). Para isto, novos modelos de negócios também devem ser concebidos (FRANCO, 2017; LEAL et al. 2019; KAZANCOGLU et al., 2022; KOSZEWSKA, 2018; EUROPEAN PARLIAMENT, 2023; DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). Para adotarem um modelo circular, empresas devem estabelecer uma relação entre si, reformulando direitos de propriedade e leis, identificando, conjuntamente, soluções sustentáveis (FISCHER.; PASCUCCI. 2017), além de promover o surgimento de padrões industriais, tecnológicos e de classificação comum a todas elas (LEAL et al., 2019). Para que isto ocorra, o papel governamental também pode ser decisivo, criando leis que estimulem padronização para alcançar práticas sustentáveis (DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021).

A CS têxtil é longa e envolve diferentes participantes. São *designers*, fornecedores de matéria-prima, confeccionistas, proprietários de marcas, comerciantes e varejistas. As melhorias que levam à EC exigem que todos os envolvidos, direta ou indiretamente, estejam integrados em termos de padronização, colaboração, comunicação e coordenação, evitando perda de controle ou confiança entre eles (KAZANCOGLU et al., 2022).

No sentido de criar padrões, iniciativas como a Cradle to Cradle (C2C) são bem-vindas. O C2C é um programa de certificação conferido pela organização sem fins lucrativos Cradle to Cradle Products Innovation Institute para produtores que pretendem implementar a EC. Desde, 2005, quando iniciado, o programa já concedeu mais de 400 certificações para materiais, produtos e sistemas das áreas de construção civil, *design* de interiores, papéis e têxteis, dentre outros, para aqueles que

pretendem otimizar seus materiais e o *design* de seus produtos (FRANCO, 2017; FISCHER.; PASCUCCI, 2017).

Saha, Dey e Papagiannaki (2021) destacam que, além das dificuldades técnicas e tecnológicas que desestimulam a implementação da EC, o foco excessivo em tornar-se financeiramente viável intimida o investidor. Muitas vezes, a fabricação de baixo custo vem acompanhada de mão de obra barata em grande quantidade, em países que priorizam performance econômica em lugar de compromisso ambiental. Para Dissanayke e Weerasinghe (2021), muitos empresários não encaram o resíduo como recurso, uma vez que, muitas vezes, reciclar é mais caro que comprar matéria-prima nova.

Com uma CS globalizada, complexa e extremamente fragmentada, com vários *stakeholders*, o setor têxtil precisa de comunicação, engajamento e compromisso entre os interessados (DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). Afinal, há muitos casos em que um mesmo produto têxtil é produzido em países diferentes, sujeitos a leis diferentes, o que faz necessário ter um registro dos processos que acompanharam sua concepção. Por exemplo, um componente químico pode ser permitido em um país e proibido em outro.

Neste sentido, o rastreamento dos produtos também é uma necessidade. O uso da tecnologia pode facilitar este processo de maneira a permitir que seja viável saber a localização ou condição de um bem, possibilitando sua logística reversa, aonde quer que esteja (FRANCO, 2017; DISSANAYAKE; WEERASINGHE; 2021). Isto pode ser feito pela colocação de códigos de barra e identificadores por radiofrequência (FRANCO, 2017) de forma que, ao final do ciclo, seja possível saber a composição do material utilizado e demais condições de fabricação (JIA et al., 2020; KAZANCOGLU et al., 2022). A transparência permitida pela digitalização faz com que sejam criados padrões de identificação dos produtos para o momento em que forem ser reciclados (SANDVIK; STUBBS, 2019).

Em casos como este, a tecnologia do *Blockchain* pode ser uma ferramenta capaz de conferir rastreabilidade e transparência para a CS (IKRAM, 2022). Ela permite registrar, de forma auditável e segura, informações como origem, quais materiais contém ou certificações conferidas àquele produto. O *Blockchain* é capaz de conferir *compliance*, transparência, rastreabilidade, redução de erros, dentre outras vantagens como arquivar informações importantes por toda a CS (LEAL et al., 2019).

O que parece ser um problema, na verdade, é uma grande oportunidade. Para a Comissão Europeia, a reutilização de resíduos por meio da EC pode representar, inclusive, uma vantagem financeira. Para ela, a reutilização de resíduos e a “implementação de medidas adicionais para aumentar a produtividade dos recursos em 30% até 2030 poderá aumentar o PIB em cerca de 1%, criando, simultaneamente, mais de 2 milhões de postos de trabalho” (COMISSÃO EUROPEIA, 2023).

Por todo o exposto, fica claro que é fundamental encarar a realidade atual do descarte têxtil e as possibilidades de mitigar os prejuízos e conhecer oportunidades que ele acarreta. Estudos acadêmicos sobre o tema vêm sendo produzidos mundialmente, oferecendo a oportunidade de pesquisar este cenário dentro da academia com informações atuais.

4 OBJETIVOS

O principal objetivo do projeto é responder à seguinte pergunta: quais são as barreiras e oportunidades para a implementação da EC pela indústria têxtil? Desta forma, este estudo pretende esmiuçar a literatura e estudos focados nesta finalidade, apresentando componentes para encontrar a resposta a tal questão norteadora.

Afinal, não há mais tempo para aprender com o erro. Do contrário, as consequências podem ser desastrosas. Não há mais tempo para errar. O planeta terra tem recursos limitados e ele tem respondido, na prática, às agressões que vem sofrendo. As mudanças climáticas são uma resposta a toda a ofensa ao meio ambiente. O resultado são as constantes enchentes, a seca ou calor excessivo, por exemplo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi feita revisão sistemática e a revisão preliminar apontou trabalhos, majoritariamente, em língua inglesa, todos buscando esquematizar os problemas e recursos disponíveis para a implementação da EC na área têxtil. O objetivo geral foi mapear o que vem sendo trabalhado sobre a EC no campo têxtil mundialmente, uma vez que, para encontrar a solução, é necessário, antes de tudo, fazer o diagnóstico desta lesão que tem afetado todo o mundo de maneira tão resistente. Para isto, é essencial estabelecer caminhos possíveis para o consumo de forma a não provocar degradação ambiental. Os objetivos específicos são reconhecer as características gerais do campo pesquisado, o cenário têxtil mundial, demonstrar o potencial agressivo ao meio ambiente da área têxtil, definir brevemente e EC, bem como contextualizar quantitativamente o consumo de têxteis no mundo.

Diante disto, o projeto, de natureza exploratória descritiva, adotou método de revisão sistemática de literatura. Este tipo de pesquisa permite realizar uma análise abrangente, transparente e com interpretação reflexiva (OKOLI; SCHABRAM, 2010). O foco não foi o de esgotar a análise bibliométrica sobre o tema, mas conhecer as características gerais do problema, conforme orienta Silva (2017).

Para a revisão sistemática da literatura, foram usadas as bases de dados Web of Science e Scopus. A escolha por estas plataformas está no fato de elas conterem um vasto número de periódicos, todos revisados por pares, publicados continuamente, e capazes de alcançar uma audiência internacional. Os critérios de inclusão e exclusão seguiram a tabela abaixo:

Tabela 3 – Critérios para Revisão Sistemática de Literatura do projeto.

CAMPOS PESQUISADOS	<i>Abstract</i> e título
STRING DE BUSCA	<i>Circular AND economy AND textile</i>
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	Artigos revisados por pares, que tratavam da área têxtil, de acesso aberto ou disponíveis com o uso do uso do VPN, e que foram citados por mais de 50 vezes.
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	Artigos da área de materiais.

Fonte: elaborada pelas autoras, 2023.

Como resultado após a revisão sistemática foram encontrados 11 artigos, publicados entre 2017 e 2022.

Tabela 4 – Referências e quantidade de citações de cada artigo constante da Revisão Sistemática de Literatura.

BASE DE DADOS	AUTORES	TÍTULO	NÚMERO DE CITAÇÕES
Scopus	SAHA, K; DEY, P;	Implementing circular economy in the textile and clothing industry	55
WoS	PAPAGIANNAKI, E. (2021)		58
WoS	KOSZEWSKA, M. (2018)	Circular economy – challenges for the textile and clothing industry	107
Scopus			132
WoS	SHIRVANIMOGHADDAM, K; MOTAMED, B.; RAMAKRISHNA, S.; MINOO, N. (2020)	Death by waste: Fashion and textile circular economy case	152
WoS	FISCHER, A.; PASCUCCI S. (2017)	Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry	175
Scopus			218
WoS	FRANCO, M. (2017)	Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry	196
Scopus			246
WoS	SANDVIK, I; STUBBS, W. (2019)	Circular fashion supply chain through textile-to-textile recycling	107
Scopus			128
Scopus	PATTI, A.; CICALA, G.; ACIERNO, D. (2021)	Eco-sustainability of the textile production: Waste recovery and current recycling in the composites world	63
WoS	KAZANCOGLU, I.; KAZANCOGLU, Y.; KAHRAMAN A.; YARIMOGLU, E.; SONI, G. (2022)	Investigating barriers to circular supply chain in the textile industry from Stakeholders' perspective	52
WoS	KAZANCOGLU, I.; KAZANCOGLU, Y.; YARIMOGLU, E.; KAHRAMAN A. (2020)	A conceptual framework for barriers of circular supply chains for sustainability in the textile industry	60
Scopus			72
Scopus	JIA, F.; YIN, SY.; CHEN, L.; CHEN, X. (2020)	The circular economy in the textile and apparel industry: A systematic literature review	254
WoS	LEAL, W.; ELLAMS, D.; HAN, S.; TYLER, D.; BOITEN, VJ.; PACO, A.; MOORA, H.; BALOGUN, AL. (2019)	A review of the socio-economic advantages of textile recycling	135
Scopus			166

Fonte: elaborada pelas autoras, 2023.

As autoras decidiram não utilizar estatísticas e números fornecidos pelos autores sistematizados antes de 2020, uma vez que o ano de publicação dos artigos poderia comprometer sua fidedignidade temporal. Para isto, foi colhido material em fontes de literatura cinzenta reconhecidos mundialmente, como o Parlamento Europeu, Fórum Econômico Mundial e Comissão Europeia, todos de 2022 a 2023.

Importante ressaltar que a data de publicação dos artigos analisados é bastante recente, mostrando a atualidade do tema.

Tabela 1 – Trabalhos estudados neste projeto, bem como ano e revista de publicação.

JOURNAL	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nature						2	
Resources, Conservation and Recycling							1
Circular Economy and Sustainability					1		
Journal of Cleaner Production	2		1	1			
Green and Sustainable Chemistry						1	
Sustainable Development					1		
International Journal of Logistics-Research and Application						1	
Materials Circular Economy					1	1	
<i>Autex Research Journal</i>		1					
Polymers					1		
Circular Economy in Textiles and Apparel			1				
Business Strategy and the Environment					1		
Journal of Fashion, Marketing and Management			1				
Science of Total Environment				1			

Fonte: elaborada pelas autoras, 2023.

6 CONCLUSÃO

O consumo linear desconsidera o capital ambiental, de forma que extrai recursos naturais, os manufatura e descarta. Entretanto, é essencial substituir este modelo pela EC, que permite conciliar crescimento econômico e desenvolvimento sustentável, uma vez que uma mudança de lógica básica passa a ser primordial: lixo deve se transformar em recurso. O atual sistema têxtil representa um enorme fardo para todo o mundo.

Globalmente, desde a década de 1970, o consumo de têxteis quase quintuplicou (SAVAGE, 2022). O resultado é uma geração gigantesca de resíduos não reciclados, contaminação dos mares por microplásticos e por produtos químicos agressivos. De acordo com o Fórum Econômico Mundial, a indústria têxtil e do vestuário é responsável por 4% a 10% das emissões globais de carbono, que podem subir para 26% até 2050 (2023). O desarranjo, desrespeito ou desconhecimento do mercado produtor faz com que fibras naturais sejam misturadas às sintéticas, de forma a praticamente impossibilitar a reciclagem. Bens de baixa qualidade são criados ilimitadamente, resultando em produtos que, no fim do primeiro ciclo de vida, já estão fadados, na melhor das hipóteses, a serem reciclados em forma de objetos de menor valor, como enchimento de almofadas, por exemplo.



A grande contribuição do artigo é questionar novas formas de produzir, mas, para isto, são necessárias informação e dados concretos. Por exemplo, o momento do *design*, conforme demonstrado, é decisivo. A etapa do projeto é definitiva para decidir a história de um objeto, se seu fim será renascer em forma de um novo artigo ou se será despejado num aterro. Ciclos de vida de produtos podem ser prolongados e isto depende daqueles que os criam. No entanto, pouco se estuda sobre o assunto. A necessidade da colaboração dos envolvidos na cadeia de suprimentos, além da demanda por rastreamento dos produtos, são alguns dos problemas diagnosticados. Gerar menos resíduo é possível usando tecnologia, capital humano treinado, elaborando modelos de negócios que permitam o reuso ou reciclagem por meio de ferramentas que forneçam informação sobre o item a ser remanufaturado, como, por exemplo, o *blockchain*.

Os objetivos gerais e específicos foram cumpridos, resultando num panorama assustador. Por desleixo ou falta de conhecimento ou, pior, pela união dos dois, o capital ambiental está sendo desprezado num campo que é praticamente onipresente em todo o mundo. Roupas e têxteis estão incorporados a cada ser humano. Portanto, é preciso encarar de frente esta realidade de maneira a encontrar saídas para um problema que é planetário. O que tem ocorrido, até agora, é a indiferença, como se um produto têxtil ou uma roupa fossem algo supérfluo, mas não são.

Por fim, é importante considerar o crescente aumento da conscientização dos consumidores sobre aquilo que compram. A indústria é responsável pela fabricação, mas a escolha e demanda são geradas pelos clientes. Desta forma, a transparência no compartilhamento de dados sobre a CS entre ambos parece ser essencial (GIACOMIN; PACCA, 2021).



REFERÊNCIAS

AUDACES. Encaixes perfeitos com máximo aproveitamento do tecido. 2023. Disponível em: file:///C:/Users/Anna%20Figueiredo/Dropbox/a_doutorado/metodologia%202023/literatura%20mais%20citados/google%20academico/Chen_83.pdf. Acesso em: 4 nov. 2023.

CHEN, X.; MEMON, H.; WANG, Y.; MARRIAM, I.; TEBYETEKERWA, M. Circular Economy and Sustainability of the Clothing and Textile Industry. *Materials Circular Economy*, 2021. Disponível em: <https://audaces.com/pt-br/solucoes/encaixe>. Acesso em: 4 nov. 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. A economia circular: Interligação, criação e conservação de valor. 2023. Disponível em: file:///C:/Users/Anna%20Figueiredo/Downloads/a%20economia%20circular-gp_eudor_WEB_KH0414408PTC_002.pdf. Acesso em: 19 jun. 2023.

DISSANAYAKE, W.; WEERASINGHE, P. Towards Circular Economy in Fashion: Review of Strategies, Barriers and Enablers. *Circular Economy and Sustainability*, 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/Anna%20Figueiredo/Downloads/s43615-021-00090-5%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Anna%20Figueiredo/Downloads/s43615-021-00090-5%20(2).pdf). Acesso em: 4 nov. 2023.

EDITORIAL NATURE. To get serious on the circular economy, upend how global business works. *Nature*, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-04330-y>. Acesso em: 14 dez. 2023.

EUROPEAN PARLIAMENT. The impact of textile production and waste on the environment (infographics). 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20201208STO93327/the-impact-of-textile-production-and-waste-on-the-environment-infographics>. Acesso em: 01 nov. 2023.

FISCHER, A.; PASCUCCI, S. Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 155, p. 17-32, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.038. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000402348400003>. Acesso em: 31 out. 2023.

FRANCO, M. Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 168, p. 833-845, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.09.056. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000414817700077>. Acesso em: 31 out. 2023.

GIACOMIN, A.; SOARES, J.; PACCA, S. A contribuição dos resíduos na emissão de gases do efeito estufa da cadeia de produtos têxteis consumidos no Brasil. 6º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2023. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2023/I-004.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

GIACOMIN, A.; PACCA, S. Environmental and socioeconomic assessment of textile products consumption in Brazil - relationships with international trade. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, p. 29-43, 2021. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/3b2f68eefd34b0b18f4c1930c331a9be490a754e>. Acesso em: 18 dez. 2023.

IKRAM, M. Transition toward green economy: Technological Innovation's role in the fashion industry. *Green and Sustainable Chemistry*, v. 37, 2022. DOI: 10.1016/j.cogsc.2022.100657. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452223622000694>. Acesso em: 4 nov. 2023.

JIA, F.; YIN, S.Y.; CHEN, L.; CHEN, X. The circular economy in the textile and apparel industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 259, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120728. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000530378500003>. Acesso em: 31 out. 2023.

KAZANCOGLU, I.; KAZANCOGLU, Y.; YARIMOGLU, E.; KAHRAMAN, A. A conceptual framework for barriers of circular supply chains for sustainability in the textile industry. *Sustainable Development*, v. 28, n. 5, p. 1477-1492, 2020. DOI: 10.1002/sd.2100. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000551087300001>. Acesso em: 31 out. 2023.

KAZANCOGLU, I.; KAZANCOGLU, Y.; KAHRAMAN, A.; YARIMOGLU, E.; SONI, G. Investigating barriers to circular supply chain in the textile industry from stakeholders' perspective. *International Journal of Logistics-Research and Application*, v. 25, n. 4-5, p. 521-548, 2022. DOI: 10.1080/13675567.2020.1846694. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000590092200001>. Acesso em: 31 out. 2023.

KIRCHHERR, J.; YANG, N.; SCHULZE-SPUNTRUP, F.; HEERINK, M.; HARTLEY, K. Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 2023. DOI: 10.1016/j.resconrec.2023.107001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>. Acesso em: 10 dez. 2023.

KOSZEWSKA, M. Circular Economy - Challenges for the Textile and Clothing Industry. *Autex Research Journal*, v. 18, n. 4, p. 337-347, 2018. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000452553300003>. Acesso em: 31 out. 2023.

LEAL, W.; ELLAMS, D.; HAN, S.; TYLER, D.; BOITEN, V.J.; PACO, A.; MOORA, H.; BALOGUN, A.L. A review of the socio-economic advantages of textile recycling. *Journal of Cleaner Production*, v. 218, p. 10-20, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.01.210. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000462110400002>. Acesso em: 31 out. 2023.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. A guide to conducting a Systematic Literature Review of Information System Research. *Sprouts: Working Paper on Information Systems*, v. 10, n. 26, 2010.

PATTI, A.; CICALA, G.; ACIERNO, D. Eco-sustainability of the textile production: Waste recovery and current recycling in the composites world. *Polymers*, v. 13, n. 1, p. 1-221, 2021. DOI: 10.3390/polym13010134. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85098883370&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=c22edbd54c1f6133bbfb16dd7af15264&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Eco-sustainability+of+the+textile+production%3A+Waste+recovery+and+current+recycling+in+the+composites+world%29&sl=116&sessionSearchId=c22edbd54c1f6133bbfb16dd7af15264>. Acesso em: 31 out. 2023.

RATHINAMOORTHY, R. Circular Economy. *Circular Economy in Textiles and Apparel: Processing, Manufacturing, and Design*, The Textile Institute Book Series, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081026304000029>. Acesso em: 4 nov. 2023.

SAHA, K.; DEY, P.; PAPAGIANNAKI, E. Implementing circular economy in the textile and clothing industry. *Business Strategy and the Environment*, 2021. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:00060737670000>. Acesso em: 31 out. 2023.



SANDVIK, I.; STUBBS, W. Circular fashion supply chain through textile-to-textile recycling. *Journal of Fashion, Marketing and Management*, v. 23, n. 3, p. 366-381, 2019. DOI: 10.1108/JFMM-04-2018-0058. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000480301900005>. Acesso em: 31 out. 2023.

SAVAGE, N. How to fit clothing into the circular economy. *Nature*, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-03651-2>. Acesso em: 14 dez. 2023.

SHIRVANIMOGHADDAM, K.; MOTAMED, B.; RAMAKRISHNA, S.; MINOO, N. Death by waste: Fashion and textile circular economy case. *Science of Total Environment*, v. 718, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137317. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000526029000036>. Acesso em: 31 out. 2023.

SILVA, T. O decrescimento: leituras a partir do Sul global. Mestrado em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2017. 115 p.

WORLD ECONOMIC FORUM. Climate and Nature: How to make textile and garment production more sustainable. 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2023/11/textile-garment-industry-sustainability-policy-measures/>. Acesso em: 18 dez. 2023.