



Práticas sustentáveis na indústria calçadista

Karla Mazzotti¹
Dusan Schreiber²

Recebido em: 20-11-2024

Aceito em: 15-02-2025

Resumo

A indústria de calçados, baseada no modelo linear de produção, é um dos setores que mais causam impacto ambiental, através da geração de resíduos sólidos e de reciclagem complexa. A fim de contribuir para a mitigação dos impactos e ampliar o debate sobre o tema, fez-se uma revisão sistemática de literatura acerca das práticas sustentáveis inseridas em tal indústria. A pesquisa, realizada entre os meses de agosto a novembro de 2024, fez uso da base de dados *Web of Science*, selecionando apenas as publicações dos últimos cinco anos (2019-2024). A partir dos pilares da economia circular, sustentados pelo modelo *slow fashion* de produção e consumo, os achados apontam para os desafios com relação a economia circular, ao *ecodesign*, ao descarte e ao reaproveitamento de materiais advindos deste setor. Espera-se que o presente estudo possa ampliar o debate sobre o tema, além de contribuir para a pesquisa acadêmica na área e o desenvolvimento do setor.

Palavras-chave: indústria calçadista; moda; sustentabilidade.

Sustainable practices in the footwear industry

Abstract

The footwear industry, based on the linear production model, is one of the sectors that causes the greatest environmental impact, through the generation of solid waste and complex recycling. In order to contribute to mitigating impacts and expanding the debate on the topic, a literature review was carried out on sustainable practices included in this industry. The research, made between August and November 2024, in the Web of Science database, selecting only publications from the last five years (2019-2024). Based on the pillars of the circular economy, supported by the slow fashion model of production and consumption, the findings point to the challenges in relation to ecodesign, the disposal and reuse of materials, and other sustainable actions arising from this industry. It is hoped that this study can contribute to academic research in the area, in addition to highlighting the importance of the topic for the sector.

Keywords: footwear industry; fashion; sustainability.

1 Introdução

O aumento massivo do consumo de produtos de moda nos últimos anos, resultado de ciclos mais curtos de produção de coleções no sistema *fast fashion*, ressalta a fácil substituição dos produtos e a obsolescência programada dos mesmos, além do impacto ambiental causado pelo setor: geração de resíduos a níveis alarmantes e desperdício de recursos virgens (Kozłowski *et al.*, 2012). São notórios os impactos ambientais de produção, consumo e descarte da indústria da moda, e o quanto carecem de mudança. Os padrões desta economia linear de produção, baseados no trinômio “obter-produzir-descartar”, caminham na contramão de um desenvolvimento sustentável para o setor (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

¹ Mestrado em Design e Comunicação de Moda, no Centro de Tecnologia e Engenharia Têxtil (Universidade do Minho, Portugal). Designer de Moda. E-mail: mazzottikarla@gmail.com <https://orcid.org/0009-0002-9843-4482>

² Doutorado em Administração (UFRGS). Professor dos Programas de Pós-Graduação em Administração e em Qualidade Ambiental, da Universidade Feevale. E-mail: dusan@feevale.br <https://orcid.org/0000-0003-4258-4780>

Neste contexto, a indústria da moda vem dando alguns passos em direção à adoção de práticas sustentáveis e éticas, fazendo uso de materiais de origem sustentável ou biodegradável, melhorando a vida útil dos produtos e adotando práticas de economia circular (Mishra *et al.*, 2021). O gerenciamento apropriado aos desafios de sustentabilidade ambiental desta indústria exige considerar tanto os processos e produtos internos, quanto os aspectos que concernem a toda a cadeia de fornecimento de insumos e matéria-prima (Rossi *et al.* 2021).

A indústria de calçados, atualmente inserida no sistema de produção e consumo de moda, representa um setor industrial importantíssimo para a economia (Plentz; Tocchetto, 2014) além de ser um dos setores que mais causam impactos de ordem ambiental, decorrentes, principalmente, da quantidade de resíduos poluentes gerados e pela falta de reaproveitamento dos materiais utilizados e do próprio produto fabricado, que são descartados em aterros sanitários e industriais (Vier *et al.*, 2022). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Calçados, o setor é um grande gerador de emprego e renda, tendo sido responsável por 266 mil empregos formais em 2022, gerados por 5,4 mil empresas fabricantes de calçados em território nacional. Neste mesmo ano o Brasil produziu 806,3 milhões de pares de calçados, distribuídos em 10 estados do país. Esse volume coloca o Brasil na quinta posição do ranking mundial dos principais produtores de calçado do mundo (ABICALÇADOS, 2023).

O objetivo deste estudo foi investigar pesquisas acadêmicas publicadas no período de 2019 a 2024, a fim de mapear quais práticas sustentáveis estão sendo aplicadas na indústria de calçados nos últimos tempos. Observou-se uma carência de estudos recentes voltados para a indústria calçadista, ao contrário da indústria têxtil e de vestuário, o que justifica a relevância do presente estudo. Após esta introdução, o estudo apresenta o referencial teórico, seguido da metodologia, análise e discussão dos resultados, e, por fim, são apresentadas as considerações finais.

2 Referencial Teórico

2.1 Indústria da Moda X Economia Circular

O modelo *fast fashion* de produção e consumo está associado a produções lineares, massificadas e de preços baixíssimos (De Aguiar *et al.*, 2021) e, portanto, pode-se dizer que os maiores problemas socioambientais gerados pela indústria da moda são majoritariamente causados por este tipo de modelo. Já o movimento *slow fashion*, que promove valores de

consumo local, utilização de materiais duráveis e produção em baixa escala, oferece ao sistema da moda uma alternativa de produção sustentável (Fletcher, 2011).

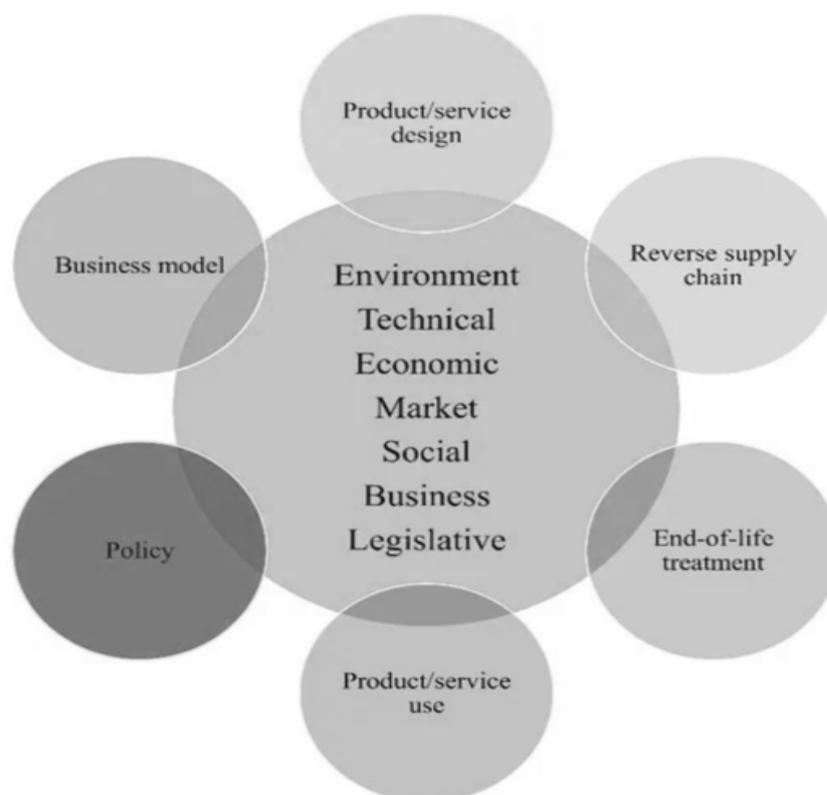
Arelado ao modelo *slow fashion*, a economia circular (EC) consiste em um sistema de produção e consumo que visa maximizar a utilização eficiente de recursos e resíduos através de uma abordagem de circuito fechado, evitando o consumo desnecessário de recursos naturais e geração de resíduos através da otimização de processos e troca de tecnologias (Islam *et al.*, 2022). A EC tem o propósito de aumentar a vida útil dos produtos, fazendo o reuso e reciclo de peças ou de materiais, a fim de reduzir os resíduos de produção (Jacometti, 2019). Este sistema pode ser definido como um modelo econômico sustentável no qual produtos e materiais são projetados para alguns “Rs”, como reduzir, repensar, reusar ou reciclar, rompendo com a lógica linear de obter-produzir-descartar (Hallgreen *et al.*, 2021).

Cada efeito ambiental é baseado na troca de substâncias entre a natureza e a produção-consumo. Logo, é necessário considerar o impacto dos produtos de entrada (*input*) – extraídos do meio ambiente – assim como os de saída (*output*) – liberados pelo meio ambiente (Vezzoli, 2023). O desenvolvimento de produtos de menor impacto ambiental exige uma mudança nas variáveis do produto, através da adoção de práticas de *design* para a sustentabilidade, como a substituição de matérias-primas e componentes poluentes (Manzini, 2008). Tais práticas, quando inseridas no decorrer de um processo produtivo, facultam a concepção de um produto mais sustentável, reduzindo o consumo de recursos e contribuindo para uma menor geração residual durante as etapas de produção (Jabbour; Jabbour, 2013).

Um modelo de negócios baseado na economia circular pode ser definido como aquele que amplia e intensifica os ciclos de materiais e energia, a fim de reduzir as entradas de recursos e gerenciar a saída dos mesmos: inclui medidas de reciclagem; extensão da fase de uso (ciclo de vida) de um produto; substituição de matérias primas não sustentáveis e soluções digitais (Geissdorfer *et al.*, 2018). O gerenciamento de tal modelo inclui planejar todo o ciclo de vida do produto, a fim de promover a recuperação do mesmo por meio da remanufatura. O conceito de economia circular não deve ser sinônimo de reciclagem já que não se relaciona com a gestão de resíduos, e sim, com a gestão de recursos (Peron; Zaccoli, 2017).

A figura 2 exemplifica os blocos de construção de uma EC: o círculo central representa os fatores essenciais a um plano eficaz; os círculos menores referem-se à implementação bem-sucedida dos princípios da EC entre *designers* de produto, formuladores de políticas públicas, pesquisadores e tomadores de decisão.

Figura 1 - Blocos da Economia Circular



Fonte: Os autores, com base em Islam *et al* (2022).

Manzini (2008, p.27) afirma que “a mudança deve acontecer como resultado de uma escolha positiva, e não como reação a eventos desastrosos ou imposições autoritárias”. Para tal, o autor sugere que governos, organizações e *designers* possam contribuir na forma de uma “organização estratégica”, definindo objetivos que combinem as necessidades e exigências de uma área com os critérios de sustentabilidade.

A transição do sistema de *fast fashion* em direção à EC encontra inúmeros desafios no sentido de explorar práticas comerciais circulares e na implementação do modelo de negócio nas empresas, podendo seguir padrões diversos. A exemplo, a EC na China seguiu uma abordagem *top-down* e resultou de uma estratégia política nacional e uma execução estruturada através de uma abordagem horizontal e vertical. Em contraste, a transição para a EC na Europa avança com uma abordagem ascendente, a partir do empenho de organizações ambientais e não governamentais (Mishra *et al.*, 2021).

Dentro da economia circular, uma ação possível para mitigar os impactos ambientais é a chamada logística reversa. Esta operação consiste no retorno de partes usadas de um produto para as fases operacionais anteriores, dentro de um processo produtivo. Além da redução do consumo de recursos virgens, o benefício deste tipo de operação consiste na economia de

energia e na diminuição de gases emitidos (Almeida *et al.*, 2023). Lacerda (2009) conceitua o termo logística reversa como sendo o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque e produtos acabados, do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado.

Outra ação encontrada na literatura como um formato possível para fomentar a circularidade do setor é o chamado *Upcycle*, que trata de fazer uso de matérias primas previamente utilizadas – retalhos têxteis e sintéticos, partes de peças de roupas ou acessórios – para produzir novos modelos, economizando assim novos materiais e recursos (De Aguiar *et al.*, 2021). Já o *design* para desmontagem (Dp) pode ser uma solução interessante a ser aplicada ao *design* de calçado, visto que a sua estratégia consiste na desmontagem parcial dos componentes de um produto, possibilitando uma separação adequada das partes que compõem o mesmo, facilitando assim o descarte e a reciclagem das partes (Ramzan *et al.*, 2023).

O “Design para a Sustentabilidade” (Design for Sustainability, DFS), pode ser entendido como “o design estratégico capaz de colocar em ato descontinuidades locais promissoras, contribuindo para efetivas mudanças sistêmicas” (Manzini, 2008, p. 12). Tal abordagem sistêmica se faz necessária para encorajar os *designers* e demais envolvidos no planejamento, produção e execução de um produto até o seu descarte. O compromisso com os valores que permeiam as relações entre a cultura, o homem e a preservação do meio ambiente, deu origem ao termo *ecodesign*. Tal conceito surgiu da necessidade de se desenvolver produtos com novos materiais e processos de fabricação alternativos aos tradicionais, menos danosos ao ambiente, a fim de produzir de forma ecologicamente correta e economicamente viável (Mazza *et al.*, 2008).

Manzini (2008), afirma que ao realizar um projeto de *design* para a sustentabilidade algumas questões devem ser levadas em consideração: o planejamento de diferentes combinações de produtos, conhecimento e serviços, através das habilidades das organizações e dos *designers* envolvidos; a avaliação de soluções alternativas com base na conveniência econômica, social e ambiental através de um conjunto de critérios pré-definidos; e oportunizar uma convergência entre as organizações e os “atores sociais” envolvidos na realização de uma solução sustentável e conectá-los aos serviços, produtos e conhecimento que podem compor tal solução.

“É nessa altura que o *designer* se distingue, porque seu papel pode ser transversal, integrador e dinâmico, entre ecologia e concepção de produtos, inovações econômicas e tecnológicas, necessidades e novos hábitos.” (Kazazian, 2005, p. 27). O designer, quando inserido na indústria da moda, geralmente lidera o desenvolvimento de uma coleção, sendo o responsável

por decisões a serem tomadas durante o processo. Para tal, o designer que deseja desenvolver um produto, guiado pelos princípios da sustentabilidade, necessita levar em consideração a sociedade, a economia e o meio ambiente. Gerenciar esses aspectos de maneira responsável e adotar um pensamento multidisciplinar constituem um grande desafio (Camargo; Rùthschilling, 2016).

As tecnologias digitais (DTs), por outro lado, tem se mostrado essenciais para promover o desenvolvimento da economia circular no âmbito industrial. O uso das ferramentas adequadas, disponíveis no campo digital, pode ajudar na transição do modelo linear de produção para o modelo de economia circular (Neligan *et al.*, 2023). As DTs referem-se a ferramentas eletrônicas, sistemas automatizados e dispositivos que facilitam o manuseio, a comunicação e o armazenamento de conjuntos de dados (Wynn; Jones, 2022).

3 Metodologia

O presente estudo fez uso do método de revisão sistemática de literatura, o qual possibilita uma ampla visão dos estudos existentes em um campo científico específico e evidencia como novas pesquisas podem contribuir para o progresso do conhecimento (Knopf, 2006).

A pesquisa, realizada entre os meses de agosto a novembro de 2024, fez uso da base de dados *Web of Science*. As buscas incluíram os termos "sustainable footwear industry" e "sustainable footwear development" nos campos título, resumo e palavras-chave, selecionando apenas as publicações dos últimos cinco anos (2019-2024), conforme a tabela abaixo.

Figura 2 - Pesquisa nas bases de dados

PESQUISA	2019-2024	WEB OF SCIENCE
Título/abstract/keyword	Sustainable footwear industry	127
Título/abstract/keyword	Sustainable footwear development	123

Fonte: Os autores (2024).

Após a triagem inicial, feita a partir da exclusão dos trabalhos duplicados e dos que não faziam referência à temática escolhida, 29 estudos constituíram o corpus da pesquisa. Estes foram minuciosamente examinados com o intuito de identificar semelhanças e divergências nas

abordagens, assim como formas de agrupá-los em categorias de análise. Tal tipo de revisão tem o propósito de condensar o conhecimento na área e apontar para direções futuras de pesquisa, no entanto a pertinência em relação às unidades de análise e ao referencial teórico precisa ser avaliada criticamente nesta etapa para evitar vieses na revisão (Sauer; Seuring, 2023).

Com base nos estudos analisados, foram identificados dois temas distintos com foco em práticas sustentáveis na indústria calçadista, que são: (1) os desafios da economia circular no setor; (2) as barreiras de reciclagem e reuso de materiais, assim como novos materiais alternativos para fabricação de calçados. A próxima sessão apresenta os achados deste estudo, divididos nestas duas categorias de análise.

4 Análise dos Resultados

4.1 Economia circular na indústria de calçados

Em 2019, um total de 24,2 bilhões de pares de calçados foi produzido no mundo, dos quais a Ásia foi responsável por 86,2% (Mahmud *et al.*, 2021). Em Bangladesh, a indústria de calçados representa um setor crucial para a economia do país, assim como o setor do couro, que representa, no referido país, o maior setor individual em termos de receita de exportação (Moktadir *et al.*, 2021). A fim de mapear a economia circular (EC) na indústria de calçados, Dwivedi *et al.* (2022) relatam que a maioria das indústrias de calçado de Bangladesh permanece fixada a abordagens convencionais e métodos antigos de fabricação. No topo da lista de desafios encontram-se questões como: “benefícios econômicos incertos” e “falta de conscientização sobre EC”. Hsieh e Tsai (2023), ressaltam a importância de abordar questões relacionadas à custos fabris como uma alternativa viável a introdução de ações de economia circular no setor calçadista taiwanês, dada a falta de uma cultura organizacional que priorize ou incentive ações de caráter socioambiental.

Narwane *et al.* (2020) também apontam para a falta de apoio financeiro e o “medo do retorno de investimento” como barreiras significativas à introdução de práticas sustentáveis na indústria calçadista indiana, visto que a transição para uma economia circular requer investimentos em recursos, pessoas e processos. Por se tratar de um país em desenvolvimento, a Índia também encontra desafios no que concerne às questões de infra-estrutura atualizadas, uma vez que a transferência de recursos está diretamente ligada às tecnologias disponíveis e a colaboração entre o *stakeholders* do setor. “Falta de apoio das gerências de topo” aparece também como um entrave na implementação e manutenção de ações sustentáveis nas

empresas. Autonomia para tomadas de decisão, apoio e confiança mútua entre gestores e liderados reiteram a importância de que práticas sustentáveis devem estar alinhadas entre a equipe e como parte do processo de desenvolvimento de novos produtos (Narwane *et al.*, 2020).

A implantação da economia circular, nas indústrias de calçado, depende de uma cultura organizacional que apoie iniciativas ambientais e de mudança, gerando, conseqüentemente, profissionais engajados com as melhorias e a redução dos impactos ambientais (Vier *et al.*, 2022). Tal cenário destaca a necessidade de formação contínua dos profissionais do calçado: um novo modelo de negócio baseado em um produto de maior valor agregado gera a necessidade de mão de obra qualificada (Machado *et al.*, 2019). Contudo, os profissionais devem ser apoiados, e para tanto é necessário que o setor execute as ações planejadas, bem como promova os treinamentos com relação aos impactos ambientais, que possam refletir no desenvolvimento de ações sustentáveis (Vier *et al.*, 2022).

No que concerne ao desenvolvimento de produto, e baseado nas premissas do *design* para a desmontagem, Ghimouz *et al.* (2023), desenvolveram uma abordagem para a fabricação de calçados utilizando a estratégia de redução do número de peças do cabedal e do número de componentes da sola, através de impressão 3D. Para um reaproveitamento completo, também se faz necessária a eliminação do uso de cola química durante o processo de montagem das peças, facilitando assim a desmontagem e sua reciclagem individual. Neste estudo foi desenvolvido um método de montagem mecânica, onde foi feita a união das partes do calçado através de um sistema de pinos de alumínio (Guimouz *et al.*, 2023).

A marca de calçados *Allbirds*, a fim de promover o desenvolvimento sustentável, trouxe o uso de novos materiais e o desenvolvimento de uma nova arquitetura de cabedal, constituída de um corpo único sem costura. Tal produto consistiu num modelo de tênis e foi chamado de *Wool Runner* (Kwak *et al.*, 2023). A empresa focou na inovação sustentável, a partir do uso de novos materiais (lã merino) e do *design* de produto (cabedal de corpo único) por meio da colaboração com fornecedores do setor. O apoio de uma cadeia de suprimentos sustentável é, portanto, uma questão bastante relevante para as organizações empresariais que buscam atingir um nível sustentável no mercado global (Kumar *et al.*, 2019).

A fim de atender as necessidades de um público que busca por calçados de caráter sustentável, Bondar *et al* (2024) desenvolveram um modelo de calçado composto por uma parte superior removível (cabedal), fixada na parte inferior do calçado (sola) através de uma estrutura de fechamento de zíper. Para tal, os autores usaram mapas de pressão plantar e esquemas de otimização topológica para desenvolver solas de acordo com a pressão dos pés, mantendo o

desempenho biomecânico. A importância do trabalho se deu em termos de ajuste e conforto, além da redução do número de modelos a ser produzido, oferecendo assim, aos consumidores, um ajuste personalizado e uma forma sustentável de produção.

Com o intuito de resolver um problema de sobras de materiais, advindas do processo produtivo de empresas calçadistas, Specht *et al* (2024) desenvolveram um modelo de tênis onde foram utilizados tais materiais remanescentes. Os tecidos foram usados no cabedal de um modelo de tênis, gerando assim pares de tênis com cores e materiais aleatórios e diferentes entre si. A proposta resultou em uma prática sustentável, gerando uma possível solução para o problema do desperdício, a partir do reaproveitamento de matérias primas que seriam descartadas (Specht *et al.*, 2024).

A marca Tommy Hilfiger (2024) combina estratégias de re-comércio e remanufatura através do projeto *Tommy for Life*, por meio de duas linhas de produto - *Refreshed* e *Remixed* – provenientes de itens coletados através da devolução de clientes e de produtos danificados do varejo e do comércio eletrônico, que, de outra forma, não poderiam ser vendidos. Os consumidores podem trocar seus itens nas lojas da marca ou enviá-los pelo correio. Em parceria com a *The Renewal Workshop*, a empresa classifica, limpa e conserta todos os itens coletados. Aqueles que não puderem ser remixados serão reciclados em fios, reaproveitados ou doados por meio do braço filantrópico da marca, a *Tommy Cares*. Com metas para 2030, a abordagem da Tommy Hilfiger para a sustentabilidade ambiental e social se concentra na circularidade e na inclusão, a fim de reduzir os impactos ambientais do setor (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Hassan *et al.* (2024), conduziram um estudo que compreende os anos de 2018 a 2023 com o objetivo de mapear as principais DTs na indústria da moda, e os resultados apontaram para: plataformas digitais, identificadores de radiofrequência (RFIDs), tecnologias 3D e *blockchain* como as tecnologias digitais mais utilizadas nesta indústria rumo à circularidade. As plataformas digitais podem ajudar as empresas a lidarem com resíduos, permitindo-lhes encontrar facilmente instalações para reciclar ou reaproveitar os resíduos no final do seu ciclo de vida e ajudar aqueles envolvidos na reciclagem ou reutilização a encontrar fontes de materiais, construindo assim uma cadeia de abastecimento circular (Sandvik; Stubbs, 2019).

Já a prototipagem e a impressão 3D podem minimizar o impacto ambiental desde o início do ciclo de vida de um produto. Aplicações como a reciclagem de polímeros residuais e a utilização de materiais reciclados na impressão 3D trazem a fusão dos princípios da EC com a economia digital (Islam *et al.*, 2022). As técnicas de tricô 3D (*3D knitting*) e customização reduzem o desperdício e respondem à uma demanda por roupas em tempo real: a marca Adidas (2017)

testou tal tecnologia de produção em lojas físicas, criando produtos personalizados para os clientes em poucas horas.

Por outro lado, a cadeia de abastecimento e os *stakeholders* do setor podem utilizar a *blockchain*, como uma plataforma descentralizada e confiável para confirmar com segurança os detalhes do produto e da cadeia de abastecimento ao longo de todo o ciclo de vida do mesmo (Alves *et al.*, 2022). A tecnologia *blockchain* permite transações transparentes, automatiza processos, garante a rastreabilidade dos produtos e fornece aos consumidores informações detalhadas sobre a produção e fabricantes das matérias-primas e insumos (Hassan *et al.*, 2024).

4. 2 Materiais: reuso, reciclagem e novas abordagens

A complexa mistura de produtos químicos e insumos como borracha, couro e laminados sintéticos, usados na produção de calçados, reitera a importância de avaliar o ciclo de vida destes materiais diversos. Chrobot *et al.* (2018) afirmam que, embora os sapatos em couro representem apenas um quarto da produção total de calçados, estima-se que eles contribuam entre 30% a 80% nos impactos globais. Há indícios de que tal efeito se deve a questões de processamento da matéria-prima associadas à fase de produção do couro. Ao analisar uma cadeia de suprimentos de calçados de couro, o ônus ambiental deve-se aos processos de abate e curtimento e ao uso de produtos químicos ecologicamente insustentáveis (Bodoga *et al.*, 2024). Mais especificamente, o matadouro representa a fase de maior impacto para o transporte de animais de vários países, localizados geralmente a longas distâncias e, devido ao fato, o meio de transporte mais comum usado são os caminhões. Existe uma ligação consolidada tanto entre o transporte rodoviário e a poluição atmosférica quanto para a correlação do processo de curtimento e dos efeitos ambientais negativos (Rossi *et al.*, 2021).

Calçados produzidos a partir de materiais de origem sintética, por sua vez, representam entre 12% e 54% dos impactos ambientais do setor, tendo a maior implicação no esgotamento de recursos, que pode ser atribuído à extração de petróleo usado para produzir poliéster e polietileno. Os calçados têxteis, no entanto, constituem entre 6% e 21% do impacto global da indústria de calçados (Van Rensburg *et al.*, 2020). No que se refere ao uso de têxteis no calçado, a maior repercussão se dá na utilização de cabedais e cadarços de algodão, visto que tal matéria-prima requer grandes quantidades de água nas fases de cultivo e processamento, além do elevado uso de reagentes químicos e pigmentos na fase de produção (Rossi *et al.*, 2021).

Um desafio significativo dentro da indústria calçadista é desenvolver um processo de reciclagem que forneça a viabilidade técnica necessária para processar os vários materiais usados na fabricação de calçados. Um único sapato pode ser composto de vários materiais diferentes, que podem variar de couro (sem cromo ou curtido com cromo) a têxteis naturais ou sintéticos e vários polímeros. Tal dificuldade no processo de reciclagem pode ser uma das principais razões pelas quais o custo de estabelecer esse tipo de abordagem para reciclagem de calçados é frequentemente maior do que o custo dos métodos convencionais de gerenciamento de resíduos, como o descarte em aterros sanitários (Van Rensburg *et al.*, 2020).

Islam *et al* (2022) afirmam que, devido a falta de aparato tecnológico a maioria das empresas consideram um desafio desenvolver iniciativas internas de reciclagem. Por outro lado, o alto custo de um processo de reciclagem também pode tornar a ideia comercialmente inviável. Os custos de um sistema de tecnologia atrelado a falta de eficiência na separação das matérias-primas, a falta de estrutura de apoio à recolha das peças (roupas e acessórios) para reciclar são algumas das barreiras existentes no setor. Considera-se que, até certo ponto, a redução do consumo de energia, a redução dos resíduos advindos das embalagens, a utilização de materiais reciclados na produção (ou seja, a melhoria da utilização de recursos através de operações sustentáveis na cadeia de abastecimento) e o aumento da conscientização verde, por parte dos consumidores, são as medidas de mitigação do impacto ambiental mais usadas na indústria da moda (De Aguiar *et al.*, 2021).

Pode ser bastante desafiador para uma empresa de moda alcançar a circularidade independentemente. A economia circular requer a associação das empresas com outros parceiros da cadeia de abastecimento, com fornecedores interessados em sustentabilidade e circularidade. A colaboração e a comunicação entre as partes interessadas em cada etapa do fluxo de materiais, produção e do reciclo é essencial (Caniels *et al.*, 2013). A implementação de uma economia circular, requer uma estrutura organizada por parte do ecossistema industrial.

Mishra *et al* (2021) ressaltam para a importância de parques ecoindustriais, compostos por comunidades de empresas de manufatura e serviços, a fim de buscar um melhor desempenho ambiental e econômico por meio da colaboração e do gerenciamento de recursos. Tais ecossistemas industriais devem concentrar-se na minimização das ineficiências e na quantidade de resíduos gerados. Tal processo colaborativo, com base na troca de experiências entre as empresas pode facilitar o entendimento de EC, além de auxiliar nos projetos individuais de cada empresa, contribuindo para o fechamento de ciclos e aumentando o uso eficiente de recursos em toda a cadeia do setor.

No que diz respeito a novas matérias primas, como alternativas ao couro bovino tradicional e aos laminados sintéticos, avanços recentes de pesquisa têm mostrado o potencial de transformar fibras vegetais, como resíduos de frutas, na produção de novas matérias-primas. Um exemplo é a *Orange Fiber*, uma empresa italiana que usa mais de 700 milhões de toneladas de resíduos de laranja, provenientes da indústria de suco de laranja da Sicília, para produzir fibras sustentáveis, que dão origem a tecidos (Ngwabebhoh *et. al.*, 2021). Outro exemplo é um material desenvolvido a partir do uso de folhas residuais de abacaxi, resultantes da pós-colheita agrícola nas Filipinas, pela empresa espanhola Pinatex® e indicado para a fabricação de calçados e outros artigos de moda (Dan; Mez, 2019).

Fatores como a flexibilidade do material, a durabilidade, o conforto e a capacidade de lavagem são considerados parâmetros essenciais para a produção de calçados. Porém, algumas destas propriedades são incorporadas através de acabamento químico, o que geralmente afeta o meio ambiente e diminui a sustentabilidade de novos materiais. No caso dos materiais não tecidos de origem natural, provenientes de fibras de frutas ou obtidos através de processamento microbiano, destaca-se que eles ainda possuem um alto custo de produção e uma limitação com relação a escalabilidade industrial. Também é preciso trabalhar na comunicação destes novos materiais, visto que os consumidores ainda não estão convencidos da superioridade de tais produtos, sobre os produtos convencionais já existentes no mercado (Ngwabebhoh *et. al.*, 2021).

5 Considerações finais

São inúmeros os desafios com relação a reciclagem dos resíduos gerados pela indústria calçadista. Notou-se uma nítida preocupação com tal questão, porém, até o presente estudo, poucos foram os meios encontrados para a destinação correta destes resíduos, que na maioria das vezes são compostos por uma mistura de materiais de origem diversa e, portanto, de complexa separação. Os materiais alternativos, por sua vez, mostram um caminho promissor no desenvolvimento de calçados sustentáveis, no entanto ainda se faz necessário um aperfeiçoamento em relação à qualidade desses materiais, principalmente se comparada ao custo dos mesmos.

Pode-se observar, no que diz respeito a economia circular, que a maioria das empresas aplicam os conceitos e as práticas de forma fragmentada, muitas vezes considerando apenas o que é exigido por lei. Práticas sustentáveis que trazem benefícios econômicos são as que

mostram ter maior adesão por parte das empresas. Por outro lado, práticas que podem onerar em custos fabris são facilmente ignoradas pelas empresas.

O *ecodesign*, por sua vez, revelou-se como uma alternativa viável: ao fazer uso de materiais parados da própria indústria calçadista ou de sobras de insumos do setor, a proposta parece agradar ao empresariado. Também fica claro que a mudança rumo à diminuição dos impactos ambientais está estritamente vinculada à cultura organizacional, ressaltando a necessidade de gestores de estarem engajados na causa.

A carência de estudos abordando a indústria calçadista, inserida no sistema da moda e, portanto, responsável por grande parte do impacto ambiental causado pelo setor, reitera a importância do presente estudo. É notória a necessidade de uma maior conscientização, por parte das organizações, dos *designers* e dos tomadores de decisão no geral, para que se vincule a sustentabilidade ao *design* e às etapas iniciais do processo de desenvolvimento de um produto, a fim de auxiliar na introdução de mudanças com relação à longevidade e a durabilidade dos modelos de calçado desenvolvidos.

Acredita-se que os resultados encontrados nesta pesquisa poderão servir para avançar nessa discussão, reiterar a importância do desenvolvimento sustentável no setor, assim como, propor novos estudos sobre o tema a fim de contribuir para a pesquisa acadêmica.

Referências

ABICALÇADOS (2023). **Relatório Setorial da Indústria de Calçados**, 2023. Disponível em: <https://www.abicalcados.com.br/publicacoes>

ADIDAS (2017). *Adidas knit for you*. Disponível em: <https://www.designboom.com/technology/adidas-knit-for-you-03-22-2017/> . Acesso em: nov. 2024.

ALVES, L., CRUZ, E. F., LOPES, S. I., FARIA, P. M., DA CRUZ, A. M. R. *Towards circular economy in the textiles and clothing value chain through blockchain technology and IoT: A review*. In *Waste management and research*, 40 (1) pp. 3–23, 2022. Disponível em: <https://doi.org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.1177/0734242X211052858> Acesso em: nov. 2024.

ALMEIDA, I. T. G. et al. *Circular Economy and Reverse Logistics: a Systematic Review*. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 18, n. 3, p. 41 - 49, 2023. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/4146> . Acesso em: 1 ago. 2024.

BODOGA, A.; NISTORAC, A.; LOGHIN, M.C.; ISOPESCU, D.N. *Environmental Impact of Footwear Using Life Cycle Assessment—Case Study of Professional Footwear*. **Sustainability** 16, 6094, 2024. DOI <https://doi.org/10.3390/su16146094> . Acesso em: 03 set. 2024.

- BONDAR, O.; CHERTENKO, L.; SPAHIU, T.; SHEHI, E. *Shoe customization in a mass-production mode. Journal of Engineered Fibers and Fabric*, volume 19, 2024. DOI <https://doi.org/10.1177/15589250241239247> Acesso em: 06 set. 2024.
- CAMARGO, C.; RÜTHSCHILLING, E. Procedimentos metodológicos para projeto de moda sustentável em ambiente acadêmico. *ModaPalavra e-periódico*, Florianópolis, v. 9, n. 17, p. 299–312, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5965/1982615x09172016299> . Acesso em: 7 ago. 2024.
- CHROBOT P.; FAIST, M.; GUSTAVUS, L. *et al. Measuring fashion: Environmental impact of the global apparel and footwear industries study. Full report and methodological considerations*, 2018. Disponível em: https://quantis-intl.com/wp-content/uploads/2018/03/measuringfashion_globalimpactstudy_full-report_quantis_cwf_2018a.pdf Acesso em: 29 julho de 2024.
- CANIELS, M.C.J., GEHRSTZ, M., SEMEIJN, J. *Participation of suppliers in greening supply chains: an empirical analysis of german automotive suppliers, Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 19 No. 3, pp. 134-143, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.02.005> . Acesso em: nov. 2024.
- COELHO, Luiz Antonio L. (Org.). **Conceitos chave em design**. Rio de Janeiro: PUC-Rio/Novas Ideias, 2008.
- DAN e MEZ (2019) *Pineapple Leather – The Leather Fabric Of The Future*. Disponível em: <https://danandmez.com/blog/pinatex/>
- DE AGUIAR, H. A.; NADAE, J.; LIMA, R. *Can fashion be circular? A literature review on circular economy barriers, drivers, and practices in the fashion industry’s productive chain. Sustainability*, v. 13, n. 21, p. 12246, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132112246> . Acesso em: 01 ago. 2024.
- DWIVEDI A.; MOKTADIR A.; JABBOUR, C.C.; CARVALHO, D. E. *Integrating the circular economy and industry 4.0 for sustainable development: Implications for responsible footwear production in a big data-driven world. Technological Forecasting and Social Change*, volume 175, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121335> . Acesso em: 04 set. 2024.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2015). **Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition**, 2015. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> . Acesso em: set. 2024.
- ELLEN MCARTHUR FOUNDATION (2021). Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/exemplos-circulares/tommy-hilfiger> . Acesso em: nov. 2024.
- FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda. **Moda & sustentabilidade: design para mudança**. São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2011.
- FRINGS, G. S. **Moda: do conceito ao consumidor**. 9. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2012.
- GEISSDOERFER, M.; VLADIMIROVA, D.; EVANS, S. *Sustainable business model innovation: A review. Journal of Cleaner Production*, 198, pp. 401–416, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240> . Acesso em: nov. 2024.
- GHIMOUZ, C.; KENNÉ, J.P.; HOF, L. A. *On sustainable design and manufacturing for the footwear industry – Towards circular manufacturing. Materials and Design*, volume 233, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127523006391?via%3Dihub> . Acesso em: 03 set. 2024.

HASSAN, R., ACERBI, F., ROSA, P., TERZI, S. *The role of digital technologies in the circular transition of the textile sector. The Journal of The Textile Institute*, pp. 1–14, 2024. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.1080/00405000.2024.2414162> Acesso em: nov. 2024.

HALLGREN, S. C. D. *et al. New economics for sustainable development: circular economy*. 2021. Disponível em: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/circular_economy_14_march.pdf . Acesso em: 01 ago. 2024.

HSIEH, C.L.; TSAI, W.H. *Sustainable Decision Model for Circular Economy towards Net Zero Emissions under Industry 4.0. Processes*, Volume 11, dez. 2023. DOI <https://doi.org/10.3390/pr11123412> . Acesso em: 05 set. 2024.

ISLAM, M. T., IYER-RANIGA, U., TREWICK, S. *Recycling perspectives of circular business models: A review. Recycling*, 7 (5), p.79, 2022. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.3390/recycling7050079> Acesso em: nov. 2024.

JABBOUR, A. B. L. DE S.; JABBOUR, C. J. C. **Gestão ambiental nas organizações: fundamentos e tendências**. São Paulo, SP: Atlas, 2013.

JACOMETTI, V. *Circular economy and waste in the fashion industry. Laws*, v. 8, n. 4, p. 27, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-471X/8/4/27> . Acesso em: 01 ago. 2024.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a Idade das Coisas Leves: Design e Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Senac, 2005.

KNOFF, Jeffrey, W. *Doing a Literature Review. PS: Political Science & Politics*, Volume 39/1, p. 127 – 132, 2006. DOI <https://doi.org/10.1017/S1049096506060264> . Acesso em: 01 ago. 2024.

KWAK, K.; KIM, D.; HEO, C. *Sustainable innovation in a low- and medium-tech sector: Evidence from an SME in the footwear industry. Journal of Cleaner Production*, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623005577> . Acesso em: 30 ago. 2024.

KOZLOWSKI, A., BARDECKI, M., SEARCY, C. *Environmental impacts in the fashion industry, Journal of Corporate Citizenship*, V. 45, pp. 16-36, 2012. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/jcorpcti.45.17> . Acesso em: nov. 2024.

LACERDA, L. **Logística Reversa – Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Sargas, 2009.

MACHADO, C. P.; MORANDI, M. I. W.; SELLITO, M. *System Dynamics and Learning Scenarios for Process Improvement and Regional Resilience: A Study in The Footwear Industry of Southern Brazil. Systemic Practice and Action Research*, volume 32, p. 663-686, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11213-019-9480-4> . Acesso em: 02 set. 2024

MANZINI, Ezio. **Design Para a Inovação Social e Sustentabilidade: Comunidades Criativas, Organizações Colaborativas e Novas Redes Projetuais**. Cadernos Do Grupo de Altos Estudos 1. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MAHMUD, Y.; RASHED-UL-ISLAM, M.; ISLAM, M.; MOIN, T.S.; RAHMAN, K.T. *Assessment of the Carbon Footprint and VOCs Emissions Caused by the Manufacturing Process of the Footwear Industry in Bangladesh. Textile Leather Review*, volume 4, p.23-29, 2021. Disponível em: <https://www.tlr-journal.com/tlr-4-1-2021-mahmud/> . Acesso em: 06 set. 2024

MAZZA, A. C.; FORTES, V. C.; MORAES, M. E. O *Ecodesign* como Estratégia para Aumentar a Competitividade das Microempresas de Confecção em Fortaleza. **FFBusiness: revista do curso de administração** / Faculdade Farias Brito, Fortaleza, n.5, p. 23-35, dez., 2008.

MISHRA, S., JAIN, S. MALHOTRA, G. *The anatomy of circular economy transition in the fashion industry*", **Social Responsibility Journal**, V. 17 (4), pp. 524-542, 2021. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.1108/SRJ-06-2019-0216> . Acesso em: nov. 2024.

MOKTADIR, A.; MAHMUD, Y.; BANAITIS, A.; SARDER, T.; KHAN, R. M. *Key performance indicators for adopting sustainability practices in footwear supply chains*. **E & M ekonomie a management**, Volume 24, p. 197-213, 2021. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Audrius-Banaitis/publication/350111420_Key_Performance_Indicators_for_Adopting_Sustainability_Practices_in_Footwear_Supply_Chains/links/6053384da6fdccbfeaebd3e4/Key-Performance-Indicators-for-Adopting-Sustainability-Practices-in-Footwear-Supply-Chains.pdf?sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&rtd=e30%3D . Acesso em: 02 set. 2024.

NELIGAN, A., BAUMGARTNER, R. J., GEISSDOERFER, M., SCHÖGGL, J. *Circular disruption: Digitalisation as a driver of circular economy business models*. **Business Strategy and the Environment**, 32(3), pp. 1175–1188, 2023. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.1002/bse.3100> . Acesso em: nov. 2024.

NGWABEBHOH, F. A.; SAHA, N.; SAHA, T.; SAHA, P. *Bio-innovation of new-generation nonwoven natural fibrous materials for the footwear industry: Current state-of-the-art and sustainability panorama*. **Journal of Natural Fibers**, 19(13), p. 4897–4907, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1870635> . Acesso em: 10 set. 2024.

NARWANE, V. S., RAUT, R. D., YADAV, V. S., SINGH, A. R. *Barriers in sustainable industry 4.0: a case study of the footwear industry*. **International Journal of Sustainable Engineering**, 14(3), 175–189, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.1080/19397038.2020.1836065> . Acesso em: nov. 2024.

PERON, J; ZOCCOLI. *Economia Circular, uma evolução industrial*. In.: *Economia Circular – Holanda – Brasil – Da teoria à Prática*. 1 ed. Organização Beatriz Luz; Rio de Janeiro, Exchange 4 Change Brasil. p. 29. 2017

PLENTZ, N. D.; TOCCHETTO, M. L. *Ecodesign in the Footwear Industry: proposal for a transforming market*. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, 18(3), p. 1022–1036, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236117013830> . Acesso em 07 ago. 2024.

RAMZAN, M. B., HABIB, M. S., OMAIR, M., NAEEM, J., MUSTAFA, H., IQBAL, M. W., MALIK, A. I. *Role of Design for Disassembly in Educating Consumers for Circular Behavior*. **Sustainability**, 15(21), 15505, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su152115505>. Acesso em: nov. 2024.

ROSSI, M.; PAPETTI, A.; MARCONI, M.; GERMANI.; M. *Life cycle assessment of a leather shoe supply chain*. **International Journal of Sustainable Engineering**, 14:4, p. 686-703, 2021. DOI: 10.1080/19397038.2021.1920643 Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19397038.2021.1920643> . Acesso em 20 ago. 2024.

SANDVIK, I. M., STUBBS, W. *Circular fashion supply chain through textile-to-textile recycling*. **Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal**, 23(3), pp.

366–381, 2019. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.1108/JFMM-04-2018-0058> . Acesso em: nov. 2024.

SAUER, P.C., SEURING, S. *How to conduct systematic literature reviews in management research: a guide in 6 steps and 14 decisions*. **Review of Managerial Science**, 17, 1899–1933, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00668-3> . Acesso em: nov. 2024.

SPECHT, I.; FROEHLICH, C.; BONDAN, J.; NODARI, C. H. *Frugal Innovation and Sustainability in the Footwear Sector*. **RAC-Revista de Administração Contemporânea**, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/bc49DHR46Lw43FZcVYz9zMj/?lang=pt> . Acesso em: 02 set. 2024.

TOMMY HILFIGER (2024). Disponível em: <https://responsibility.pvh.com/tommy/circular-business-models/> Acesso em: nov. 2024

VAN RENSBURG, M. L.; NKOMO, S. L.; MKHIZE, N. M. *Life cycle and End-of-Life management options in the footwear industry*. **Waste Management & Research**, Vol. 38(6) p. 599–613, 2020. DOI <https://doi.org/10.1177/0734242X20908938> . Acesso em: 08 set. 2024.

VEZZOLI, Carlo. **Design para a sustentabilidade ambiental: o design do ciclo de vida dos produtos**. 1. ed. São Paulo, SP: Blucher, 2023.

VIER, M., SCHREIBER, D., FROEHLICH, C., JAHNO, V. Análise das práticas na produção de calçados sob a perspectiva de princípios estruturantes da economia circular. **REA: Revista Eletrônica de Administração**, 2022. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/rea/article/view/2090> . Acesso em: 22 de ago de 2024.

WYNN, M., JONES, P. *Digital technology deployment and the circular economy*. **Sustainability**, 14(15), p. 9077, 2022. Disponível em: <https://doi-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/10.3390/su14159077> . Acesso em: nov. 2024.