

Design de calçados: perspectivas, abordagens e métodos projetuais com foco na sustentabilidade

Footwear design: perspectives, approaches and methods focus on sustainability

Palloma Renny Beserra Fernandes¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4486-2919>

Cyntia Santos Malaguti de Sousa ²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-587X>

DOI: <https://doi.org/10.26563/dobras.v18i45.1853>

[resumo] A evidência de impactos ambientais negativos ocasionados pelo setor de calçados tem levado à proposição e desenvolvimento de soluções projetuais que atendam às demandas existentes, com respostas que abordem o problema com ênfase na prevenção e na viabilidade de implementação. Estudos teóricos têm elevado as discussões conceituais; muitas vezes, porém, se distanciam de possibilidades concretas e contextualizadas de aplicação no sistema produtivo. Em busca de orientações objetivas e direcionadas à viabilização de práticas projetuais que enfatizem a sustentabilidade no setor calçadista, este estudo investigou, por meio de uma revisão sistemática da literatura, quais têm sido os principais balizadores deste percurso. Os resultados apontaram para: economia verde, regulamentações e políticas ambientais, design para sustentabilidade, ecodesign, avaliação do ciclo de vida, fechamento do ciclo de vida e seleção de materiais de baixo impacto ambiental. Tomando como base a proposição de Van Boeijen, Daalhuizen e Zijlstra (2020), os aspectos considerados pelos autores das publicações analisadas foram categorizados em perspectivas, abordagens/estratégias e métodos/ferramentas, para melhor entendimento do papel desempenhado por cada aspecto no processo projetual e para facilitar a identificação de eventuais correlações entre eles. Espera-se assim, facilitar futuras investigações e práticas sobre o design de calçados para a sustentabilidade.

[palavras-chave] Design. Moda. Calçados. sustentabilidade.

¹ Doutoranda em Design (FAU-USP). Professora no departamento de Design de Moda (SENAC-SP). palloma_renny@hotmail.com. <http://lattes.cnpq.br/1607532553046708>.

² Doutora em Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP) 2. Professora no departamento de Design (FAU-USP). cyntiamalaguti@usp.br. <http://lattes.cnpq.br/2565400330040398>.

[abstract] The evidence of negative environmental impacts caused by the footwear sector has led to the proposal and development of design solutions that meet existing demands, with responses that address the problem with an emphasis on prevention and feasibility of implementation. Theoretical studies elevate conceptual discussions; however, they often distance themselves from concrete and contextualized application possibilities in the production system. In search of objective guidelines directed at enabling design practices that emphasize sustainability in the footwear sector, this study investigated, through a systematic literature review, what have been the main benchmarks of this journey. The results pointed to green economy, environmental regulations and policies, design for sustainability, ecodesign, life cycle assessment, life cycle closure, and selection of materials with low environmental impact. Based on the proposition by Van Boeijen, Daalhuizen, and Zijlstra (2020), the aspects considered by the authors of the analyzed publications were categorized into perspectives, approaches/strategies, and methods/tools. A better understanding of the role played by each aspect in the design process facilitated the identification of possible correlations between them. It is hoped that this will facilitate future investigations and practices on sustainable footwear design.

[keywords] **Design. Fashion. Footwear. Sustainability.**

Recebido em: 01-07-2024.

Aprovado em: 31-07-2025.

Introdução

A produção e comercialização de calçados constitui uma parcela significativa do mercado global. Apenas em 2022, a produção mundial de calçados teve um crescimento de 7,6%, que resultou em 23,9 bilhões de pares produzidos. A Ásia concentra a maior parte da produção global, representando 87% dos calçados fabricados no mundo (APICCAPS, 2023). Apesar do domínio dos países asiáticos, o Brasil se posiciona também como um grande produtor no setor, fabricando todos os insumos da sua cadeia, e destacando-se pelo domínio técnico da produção e pelo investimento em tecnologia (Ferreira, 2012). A produção brasileira foi de 848,6 milhões de pares em 2022, com a utilização de 71,5% da sua capacidade de produção instalada. O Brasil também se destaca como quarto maior consumidor mundial de calçados, ficando atrás dos Estados Unidos, Índia e China (Abicalçados, 2023).

Considerando a relevância do setor calçadista na moda, ao se tratar dos impactos ambientais, dados levantados nos Estados Unidos apontam que 300 milhões de pares de calçados são descartados no pós consumo e vão parar em aterros sanitários todos os anos

(DiNapoli, 2024). Como o consumo de calçados no Brasil é de aproximadamente um terço (719 milhões em 2021) em relação aos Estados Unidos (2.198 milhões em 2021) (Abicalçados, 2023), é possível estimar que o descarte de calçados no Brasil é de 100 milhões de pares por ano, gerando impactos ambientais negativos, sobretudo no solo e subsolo. Além disso, DiNapoli (2024) destaca que os resíduos das fábricas do setor (pré consumo) também são descartados em lixões domésticos e redes de esgoto. Assim, tanto os resíduos pré como pós consumo, gerados pelo setor, acabam contaminando os solos com produtos químicos e metais pesados presentes em sua composição. Portanto, grande parte dos impactos ambientais vêm do processamento das matérias-primas e da fabricação dos calçados (Chrobot *et al.*, 2018). As evidências de tal problema têm gerado medidas regulatórias de órgãos governamentais, além de diretrizes, orientações e selos de conformidade como suporte à cadeia calçadista, na redução dos impactos ambientais negativos provenientes dos processos produtivos utilizados, tanto em âmbito internacional (CEC, [s. d.]) quanto nacional (Ferrari *et al.*, 2015; Reichert; Schmidt, 2006; SENAI/RS, 2007) em articulação com diversos estudos científicos nessa direção (Fernandes, 2023). Pelo viés proativo e preventivo, que trata da redução dos impactos na fonte, existem duas vias principais que podem ser adotadas pela indústria calçadista: (1) melhorias no design e (2) melhorias nos materiais (Staikos, 2007).

Muitas são as abordagens que direcionam o processo do design para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. No entanto, apesar de diversas iniciativas já serem encontradas em todo o mundo, elas são limitadas a alguns nichos específicos e restritos no mercado. Em economias em desenvolvimento, como no Brasil, é essencial um apoio técnico mais imediato para viabilizar a inserção do conceito de design para a sustentabilidade (UNEP; TUDelft, 2009). Apesar de diversas iniciativas terem sido conduzidas por órgãos de apoio à indústria calçadista nacional como o SEBRAE e o SENAI, e mesmo por associações empresariais do setor, o mercado calçadista ainda é predominantemente tradicional e os designers reproduzem o sistema vigente, sendo uma das maiores dificuldades a falta de conhecimento e acesso a informações (Guarienti, 2018). Além disso, os cursos de formação em Design de Moda no Brasil raramente contemplam o setor específico de calçados, o que limita ainda mais as discussões sobre aprimoramentos direcionados a sustentabilidade no design de calçados.

Até que ponto as vias sugeridas, ou outros procedimentos do campo do design com foco em sustentabilidade têm sido recomendados ou aplicados especificamente ao design de calçados? Assim, o estado da arte em orientações projetuais para a sustentabilidade no design de calçados é o objeto deste estudo, que buscou elucidar os principais direcionamentos e suas aproximações às viabilidades de materialização, o que não se limitou aos resultados práticos dos estudos, já que se apresentaram escassos. Assim, foram considerados os direcionamentos norteadores apresentados especificamente para o setor.

Procedimentos metodológicos

Em meio a uma frenética disponibilidade de informações da era digital, uma Revisão Sistemática da Literatura oferece à comunidade científica uma via para a seleção de informações relevantes sobre uma temática. A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um método planejado de pesquisa que mapeia, encontra e avalia criticamente uma temática, resultando na consolidação de dados relevantes (Brizola; Fantin, 2016). O método objetiva responder a uma pergunta específica por meio de fontes secundárias, a partir de um protocolo rígido pré-determinado. As etapas do processo partem pela elaboração da pergunta da pesquisa, seguido pela busca e seleção dos estudos. Então, segue para a extração, análise e síntese dos dados e, por fim, a redação e divulgação dos resultados (Galvão; Pereira, 2014).

Este estudo buscou responder a seguinte pergunta: Que considerações projetuais norteiam à sustentabilidade no design de calçados? Assim, a RSL apresentou-se pertinente a esta pesquisa, por pretender identificar quais têm sido as considerações projetuais apontadas na literatura voltada à sustentabilidade no design de calçados, e constatar possíveis consensos, lacunas e controvérsias no estado da arte. O estudo contemplou trabalhos brasileiros, buscando teses e dissertações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. A busca abrangeu também artigos internacionais disponibilizados nos bancos de dados Web of Science e Scopus, onde foi delimitado o período de publicação dos últimos 10 anos e utilizado o idioma em inglês. Sendo assim, o protocolo da pesquisa foi dividido em dois: um para as teses e dissertações publicadas no país e outro para os artigos internacionais. Entretanto, as palavras-chave utilizadas para mapear os estudos foram as mesmas para as duas buscas, nos idiomas português e inglês: “design de calçados”, calçados AND design AND sustentab*, Footwear AND design AND sustainab*. Vale destacar que uma busca de periódicos nacionais foi feita pelo Portal de Periódicos da Capes, e que o resultado bruto apresentou ausência de artigos, motivando assim, o foco no mapeamento de teses e dissertações no Brasil. Assim, tais resultados motivaram a pesquisa a considerar diferentes categorias entre o estado da arte nacional e internacional. A plataforma Web of Science é considerada mais rigorosa com foco em estudo de maior impacto, já a Scopus possui cobertura mais ampla e diversificada. Assim, as duas plataformas foram consideradas para compreender diferentes perspectivas do campo científico.

Uma análise do conteúdo dos artigos selecionados foi feita a partir da leitura na íntegra, e então foi elaborada uma análise de convergência dos direcionamentos identificados.

A pesquisa bruta resultou em 37 teses e dissertações e 147 artigos. Primeiramente foram analisados os títulos; nesta etapa foi feita uma seleção dos estudos que tinham as palavras-chave design, calçados e alguma outra relacionada a sustentabilidade. Foram excluídos os estudos que não tinham relação com o objeto da pesquisa, como alguns que tratam de ergonomia e outros relacionados ao desenvolvimento de materiais. Posteriormente foram analisados os resumos e os estudos foram filtrados, resultando em sete dis-

sertações, uma tese e nove artigos, sendo que um artigo e uma dissertação não estavam disponíveis para leitura. Assim, a seleção final resultou em seis dissertações, uma tese e oito artigos a serem analisados.

Resultados e discussão

Para apresentar os direcionamentos norteadores especificamente ao setor de calçados, foram selecionadas proposições tanto teóricas quanto práticas. Apesar da investigação ser focada na aproximação da teoria com a prática, há uma escassez de estudos científicos dessa natureza.

Após a identificação dos termos mais associados ao design de calçados com foco na sustentabilidade, buscou-se uma forma de organizá-los em categorias, que pudessem auxiliar seu emprego em um processo de projeto. Tomou-se como base uma publicação recente da TU Delft (Van Boeijen; Daalhuizen; Zijlstra, 2020), voltada à orientação de processos criativos no design, que reuniu diversos procedimentos de pesquisa, definição de partido projetual, desenvolvimento e finalização, classificando-os em perspectivas, modelos, abordagens e métodos. De acordo com os autores, as perspectivas têm natureza descritiva, descrevem os efeitos e qualidades pretendidos e, muitas vezes, estão ligadas a abordagens e/ou métodos. As abordagens, por sua vez, são prescritivas, por especificarem atividades de design que podem abranger várias fases e estarem ligadas a um conjunto de métodos e ferramentas. Já os métodos compõem um processo específico, que ajudam no desenvolvimento da ideia ou de um conceito. Portanto, os métodos são procedimentos, técnicas e ferramentas que proporcionam objetividade ao projeto (Stoll, 1999). Estruturam a idealização desordenada em um percurso definido. Reúnem um conjunto de ações direcionadas a um objetivo, à solução de um problema (Bonsiepe, 2022). As perspectivas, abordagens e métodos direcionam e organizam as fases do escopo do projeto de design, que é composto por análise do problema, geração de alternativas, avaliação das alternativas e realização da solução (Löbach, 1976).

Embora a pesquisa junto às bases de dissertações e teses no Brasil não tenha um limite temporal definido para a busca, observou-se inicialmente a significativa quantidade de estudos publicados nos últimos 10 anos; apenas um estudo selecionado foi anterior a este período. Houve um pico de publicações no ano de 2020 e depois o fluxo se manteve na média de duas publicações por ano, entre teses, dissertações e artigos.

Dentre os estudos selecionados (1 tese e 6 dissertações), as áreas de concentração são design, têxtil e moda, qualidade ambiental e engenharia ambiental. Eles são provenientes de universidades do estado de São Paulo e da região sul: USP (Universidade de São Paulo), UNESP (Universidade Estadual Paulista), UFPR (Universidade Federal do Paraná), FEEVALE e UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) (tabela 1).

TABELA 1 - TESES E DISSERTAÇÕES SELECIONADAS PARA O ESTUDO

Ano	Título	Autor	Tipo	área	Instituição
2005	Um sistema informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no design de calçados	Everton Sidnei Amaral da Silva	Mestrado profissionalizante	Engenharia Ambiental	UFRGS
2014	Aplicabilidade da metodologia ecodesign à produção de calçados femininos	Flávio Cardoso Ventura	Dissertação	Design	UNESP
2018	O cenário calçadista ambientalmente orientado e as práticas de design que reduzem o impacto do fim de vida útil dos calçados	Gabriela Rorato Guarienti	Dissertação	Design	UFRGS
2019	Ecodesign no desenvolvimento de novos produtos: estudo de caso em uma empresa calçadista	Leandro Adriano Wallauer	Dissertação	Qualidade Ambiental	FEEVALE
2020	Sustentabilidade em calçados: panorama brasileiro, materiais e contribuição de material para solado	Lais Kohan	Dissertação	Têxtil e Moda	USP
2022	Design para a economia verde: aprendizagem reflexiva em organizações	Gabriela Garcez Duarte	Tese	Design	UFPR
2023	Design Circular: materiais biodegradáveis para a indústria calçadista	Palloma Renny Beserra Fernandes	Dissertação	Têxtil e Moda	USP

FONTE: Dados da pesquisa, elaborado pela autora 2024.

Os artigos analisados têm origem na Europa (Espanha, Romênia, Portugal e França), América do Norte (Estados Unidos e Canadá), China e Brasil, como é mostrado na tabela 2. As áreas de concentração são materiais avançados, design, ergonomia, sistema computacional, químicas do couro e economia. É interessante observar que estão presentes os setores de materiais e design mencionados por Staikos e Rahimifard (2007c) como vias principais para tratar das questões de sustentabilidade na fonte do problema. O estudo na área de sistema computacional trata do desenvolvimento de software que auxilia o processo de design, e nos setores de economia e ergonomia o foco dos estudos também é design e materiais. Outro ponto que se destaca na análise é que 50% dos artigos são de congressos, os demais são publicações em revistas e capítulo de livro.

TABELA 2 - ARTIGOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO

Ano	Título	Autores	Revista	área	País
2015	A decision support system based on fuzzy reasoning and AHP-FPP for the ecodesign of products: Application to footwear as case study	Carlos García-Diéguez, Marta Herva, Enrique Roca	Elsevier	Soft Computing	Espanha
2015	Research on Slow Fashion Concept and Its Impact on Modern Footwear Eco-Design	Yugang Chen	ICETEM - Congresso	Educação Tecnológica e Administração Econômica	China
2018	Analysis of footwear development from the design perspective: Reduction in solid waste generation	Elisa Guerra Ashton	Strategic Design	Design	Brasil
2020	Innovative and sustainable models in the Ecodesign of green-vegan footwear	Raian Foiassi, Mirela Pantazi-Bajenaru	ICAMS - Congresso	Materiais e Sistemas Avançados	Romênia
2020	Life greenshoes4all – footwear environmental footprint	Maria José Ferreira, Vera V. Pinto, Patrícia Costa	ICAMS - Congresso	Materiais e Sistemas Avançados	Portugal
2020	The Importance of Ergonomics in the Development of Sustainable Materials Applied to Footwear Design	Ana Margarida Fernandes	Springer – Capítulo de livro	Ergonomia em Design	Estados Unidos
2022	Development of a formalized toolset for footwear product	Thierry PONCET Régis LETY	IULTCS - Congresso	Sociedades de Tecnólogos e Químicas do Couro	França
2023	On sustainable design and manufacturing for the footwear industry - Towards circular manufacturing	Chahine Ghimouz, Jean Pierre Kenné e Lucas A. Hof	Elsevier	Design e Materiais	Canadá

FONTE: Dados da pesquisa, elaborado pela autora 2024.

Observando as referências bibliográficas dos estudos selecionados, foram identificados os autores mais mencionados entre eles, assim como suas obras mais citadas, que podem ser vistas na tabela 3.

TABELA 3 – AUTORES MAIS CITADOS E SUAS RESPECTIVAS OBRAS

Autores	Obras	Referências
Ashton, Alisa Guerra	Analysis of footwear development from the design perspective: Reduction in solid waste Generation*	(Ashton, 2018)
Fletcher e Grase	Moda & Sustentabilidade, Design Para Mudança*	(Fletcher, K.; Grase, 2011)
Herva, Marta	Application of fuzzy logic for the integration of environmental criteria in ecodesign / An approach for the application of the Ecological Footprint as environmental indicator in the textile sector / Sustainable and safe design of footwear integrating ecological footprint and risk criteria*	(Herva et al, 2008, 2012; Herva; Álvarez; Roca, 2011)
Manzini, Ezio	Limites e Possibilidades do Ecodesign / O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis*	(Manzini; Vezzoli, 2002; Manzini, 1991)
Staikos e Rahimifard	A decision-making model for waste management in the footwear industry* / An end-of-life decision support tool for product recovery considerations in the footwear industry	(Staikos, T.; Rahimifard, 2007a, 2007b)
Vezzoli, Carlo	Design e sistema de inovação para a sustentabilidade. In: Moda, Sustentabilidade e Emergências / Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação” / O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis*	(Manzini; Vezzoli, 2002; Vezzoli, 2010, 2012)

* Obras mais citadas nos estudos selecionados na RSL

FONTE: Dados da pesquisa, elaborado pela autora 2024.

Uma análise refinada de cada estudo selecionado buscou identificar quais foram os principais aspectos relacionados à sustentabilidade, considerados do design de calçados. Destacaram-se principalmente: (i) economia verde, (ii) regulamentações e políticas (iii) design para sustentabilidade, (iv) ecodesign, (v) avaliação de ciclo de vida, (vi) fechamento de ciclo e (vii) seleção de materiais de menor impacto ambiental. Dessa forma, a seguir, cada um desses aspectos é analisado, em sua concepção e articulação com o design de calçados, do ponto de vista dos autores das publicações selecionadas.

Economia verde

O objetivo da economia verde é criar um paralelo entre crescimento econômico, qualidade ambiental e inclusão social. Busca incentivar inovações (que devem advir de políticas) mais eficientes na redução dos índices de degradação ambiental ao mesmo tempo que gera empregos e renda para a sociedade (Oliveira, 2017). Segundo o estudo de Duarte (2022), o conceito da economia verde parte da transição das ações reativas para as antecipatórias na preservação ambiental, na valorização da biodiversidade e no bem estar social. A autora considera a economia ambiental e a economia ecológica como duas direções possíveis dentro da economia verde. A economia ambiental considera o capital natural passível de regeneração, ou seja, trata os recursos naturais como inesgotáveis por serem renováveis. Esta perspectiva contempla a bioeconomia e as soluções de ecodesign pautadas na produção de *outputs* (todas as “saídas” do sistema industrial) limpos. Já a economia ecológica tem um sentido oposto, pois considera os recursos naturais limitados e chega a utilizar o termo decrescimento econômico por considerar o crescimento econômico insustentável (Duarte, 2022).

Partindo da perspectiva da economia verde, algumas estratégias de design em produtos e serviços foram apontadas, como re-desenhar produtos e sistemas para a redução do emprego de recursos, reciclar resíduos, introduzir tecnologias mais limpas para melhorar eficiência em processos e consumo de insumos e investir na eficiência de recursos. O estudo demonstra que a economia verde ocupa extensamente a dimensão econômica entre os três pilares da sustentabilidade, além de ressaltar que a dimensão econômica é a maior influenciadora na implementação do design para a sustentabilidade entre os interesses do mercado. Entretanto, para que o design seja considerado sustentável é imprescindível que ele atinja as dimensões social e ambiental (Duarte, 2022).

A economia verde foi aqui classificada como uma perspectiva abrangente, que contempla todas as outras perspectivas, abordagens e métodos identificados nos estudos e tratados na sequência.

Regulamentações e políticas ambientais

Em 2010 o Brasil promulgou a Lei nº 12.305/10, chamada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Ela exerce uma forte pressão legal que promove a gestão de resíduos sólidos através da logística reversa, da reciclagem e do desenvolvimento de produtos com menor impacto à qualidade ambiental e à saúde humana em seu ciclo de vida. Seus objetivos buscam a redução, ou mesmo a não geração de resíduos, além de sua reciclagem, reutilização e tratamento (Ashton, 2017b; Kohan, 2020). Alguns princípios como a responsabilidade compartilhada, a visão sistêmica da gestão e o princípio do poluidor-pagador são apresentadas na mesma lei (Kohan *et al.*, 2019).

O estudo de Kohan (2020) investigou também o processo de implementação do selo Origem Sustentável em algumas empresas. Trata-se de um selo específico do setor calçadista que busca aumentar o engajamento das empresas nos quesitos de sustentabilidade. São diversas as diretrizes exigidas para a aquisição do selo, como a exigência de maior transparência sobre a origem das matérias-primas. Entretanto, nenhuma das empresas entrevistadas no estudo apresentam melhorias proativas por meio do ecodesign; no quesito logística reversa também não foram apresentadas soluções concretas (Kohan, 2020).

Design para sustentabilidade

Embora o estudo de Duarte (2022) tenha apresentado o design para sustentabilidade com ênfase na dimensão econômica, o termo é considerado como uma evolução do conceito de ecodesign, com a inclusão das dimensões sociais e econômicas na produção de bens e serviços. Busca satisfazer as necessidades dos consumidores pelo viés da sustentabilidade de forma mais holística (Clark et al., 2009). O potencial do design para sustentabilidade está na sua capacidade de melhorar a eficiência, a qualidade dos produtos e as oportunidades do mercado, em paralelo ao melhoramento do desempenho ambiental. Para a implementação do conceito em economias em desenvolvimento, como o Brasil, é necessário um apoio técnico mais imediato e requer trabalho em parceria (Crul & Diehl, 2006). O desenvolvimento de novos produtos tem requerido cada vez mais uma abordagem pragmática associada a metodologias que garantam que os esforços de design abordem as necessidades sociais, ambientais e econômicas desde a origem dos materiais, da produção, uso e fim de vida útil do produto (Arnette; Brewer; Choal, 2014).

Sob o panorama mais amplo do design para a sustentabilidade, Duarte (2022) identificou princípios relativos à perspectiva da economia verde que contemplam uma composição sociotécnica, como o design BOP (para a base da pirâmide). A autora considera ainda as perspectivas da economia circular, da economia criativa, da economia compartilhada, da economia colaborativa, da economia distribuída e do comércio justo, como componentes da perspectiva da economia verde. Apresentou abordagens (objetivos, ênfases ou enfoques) mais vinculadas à dimensão econômica da sustentabilidade, as quais permitem um direcionamento mais preciso do projeto, tais como: promover a economia local; fortalecer e valorizar insumos e arranjos produtivos locais; promover organização em rede; valorizar a reciclabilidade e promover a redução de resíduos; respeitar e valorizar a cultura local e educar para a economia sustentável. Além disso, indicou estratégias (abordagens) sistêmicas como contrapartida social, cluster ecológico, desmaterialização, faça você mesmo (do it yourself – D.I.Y), design *open-source* e sistemas de produtos mais serviço sustentáveis (Duarte, 2022).

Ecodesign

Diversos estudos investigados na RSL se apoiam no conceito de ecodesign (Ashton, 2017b; Chen, 2015; Foiasi; Pantazi-Bajenaru, 2020; García-Diéguéz; Herva; Roca, 2015; Guarienti, 2018; Silva, 2005; Ventura, 2014; Wallauer, 2019). Trata-se de uma forma ecológica de desenvolver produtos. As questões ambientais passam a influir em todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde o projeto, a seleção dos materiais, a produção, o uso, o reuso, a reciclagem e o descarte final do produto (Silva, 2005). Wallauer (2019) e Silva (2005) apontam que o conceito de ecodesign nada mais é do que o desdobramento do design para o meio ambiente, o que reforça que o conceito de ecodesign está voltado à dimensão ambiental, apesar de poder proporcionar benefícios econômicos e sociais (Silva, 2016; Wallauer, 2019). A primeira definição de ecodesign foi estabelecida por Victor Papanek e, classificada como uma abordagem, posiciona as questões ambientais no mesmo nível de importância das demandas de mercado (Kazazian, 2005).

O ecodesign busca ecoeficiência em produtos e processos, propondo o aproveitamento de recursos para maximizar o uso de matérias-primas, a substituição de insumos e processos tóxicos e poluentes, e o aumento da vida útil dos produtos (Wallauer, 2019). Foram mencionadas algumas esferas para a atuação, consideradas pelos autores deste artigo como abordagens, tais como: design para montagem, design para desmontagem, design para o serviço e design para reciclagem (Silva, 2005; Ventura, 2014). Como critérios gerais (alguns aqui considerados como estratégias ou abordagens) do ecodesign, Ventura (2014) apresentou: redução no uso de recursos naturais e de energia, redução da geração de resíduos, aumento da durabilidade, projeto para o serviço, projeto para a reciclagem, projeto para a remanufatura, projeto para desmontagem e/ou montagem, projeto do final da vida útil, otimização da logística reversa e adoção de leis e normas (Ventura, 2014). O estudo de Ashton (2017) utilizou como ponto de vista a abordagem de ecodesign e analisou o design de calçados com ênfase na estratégia de redução de resíduos de couro a partir da abordagem de sua reutilização (Ashton, 2017a).

Entre os estudos destaca-se o de Chen (2015) que discute o conceito *slow fashion* incorporado às questões de ecodesign em calçados. O objetivo da *slow fashion* é desacelerar o sistema de moda vigente, otimizar recursos para prevenir o desperdício, incentivar a criatividade e o consumo desacelerado (Chen, 2015).

Duas normas técnicas internacionais são consideradas quando o enfoque é ecoinovação no design de calçados: a ABNT ISO/TR 14062, de 2004 e a ABNT NBR ISO 14006, de 2014. Ambas tratam da gestão ambiental e estão diretamente relacionadas com o design de produtos com o intuito de promover melhorias em seu desempenho e reduzir impactos ambientais no decorrer do seu ciclo de vida (Guarienti, 2018). A ISO 14006 (2014) trata das diretrizes para a implementação e gestão do ecodesign e a ISO TR14062 (2004) busca integrar aspectos ambientais no projeto de desenvolvimento de produtos. Além dessas 2 normas, outras 4 apontadas pelos estudos aqui analisados relacionam-se diretamente à avaliação de ciclo de vida, sendo, portanto, tratadas no item correspondente, a seguir.

Avaliação do ciclo de vida

Em maior ou menor grau, qualquer produto gera impacto ambiental. A melhora do desempenho ambiental está no estágio onde o designer estabelece grande parte dos atributos da concepção do produto, como a definição dos materiais e processos que reduzem impactos ambientais, custos e consumos. A avaliação detalhada que possibilita a identificação dos impactos dos produtos é o método da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (Silva, 2005).

É um processo de avaliação vinculado a um sistema de produtos e serviços que percorre o seu ciclo de vida para identificar quantitativamente os impactos ambientais de um fluxo de entradas e saídas. As entradas são, por exemplo, o emprego de matérias-primas e/ou consumo de energia, e as saídas são as emissões gasosas, os resíduos sólidos e os efluentes líquidos, entre outros (Poncet; Lety, 2022; Silva, 2005).

Está nos estágios de projeto e pré-produção dos calçados a possibilidade de pensar em prevenção de impactos ambientais, conforme avaliação das principais etapas que compõem o ciclo de vida dos produtos - extração e processamento da matéria-prima, fabricação, distribuição, uso, reciclagem e descarte final (Guarienti, 2018; Kohan, 2020; Wallauer, 2019). Vale destacar que a gestão do ciclo de vida pode reduzir também impactos socioeconômicos e maximizar valores sociais (Kohan, 2020).

Ao longo da vida útil, o calçado pode provocar diversos impactos ambientais negativos como: toxicidade, aquecimento global, poluição da atmosfera, destruição da camada de ozônio, acidificação, consumo de energia e esgotamento de combustíveis minerais e fósseis. Por isso, em alguns países da Europa, a avaliação do ciclo de vida está inclusa na legislação, de modo que sejam indicados em rótulos os impactos ambientais de alguns produtos, como o exemplo da indicação da pegada de carbono (Poncet; Lety, 2022). No Brasil, algumas normas estão relacionadas à avaliação do ciclo de vida de produtos, como a ABNT/ISO 14071 (2018), ABNT NBR ISO 14046 (2017), ABNT NBR ISO 14047 (2016) e ABNT NBR ISO 14040 (2014). Todas estão vinculadas a gestão ambiental, tratam de processos de análise crítica, competências do analista, pegada hídrica, exemplos ilustrativos, princípios, estruturas, requisitos e orientações para avaliação do ciclo de vida (Wallauer, 2019). Neste sentido, alguns estudos apresentaram ferramentas de avaliação de ciclo de vida para apoiar o ecodesign no calçado, oferecendo dados quantitativos de impactos gerados, a fim de garantir essas informações ao setor (García-Diéguez; Hervá; Roca, 2015; Poncet; Lety, 2022). Alguns dados apresentados indicaram a seleção de matéria-prima e o pré-processamento como as etapas mais relevantes do ciclo de vida do calçado e que os elementos que representam maior contribuição em peso, como exemplo os solados de tênis, são os principais contribuidores (Ferreira; Pinto; Costa, 2020).

Fechamento do ciclo de vida

A questão do final de vida útil do calçado foi abordada por vários estudos, com apoio de diversas outras perspectivas mais amplas e no âmbito do design, como: ecologia industrial, economia circular, *cradle to cradle*, design circular e design para o fechamento do ciclo (Fernandes, 2023; Ghimouz; Kenné; Hof, 2023; Guarienti, 2018; Ventura, 2014; Wallauer, 2019). A economia circular baseia-se no método dos 6R's (reutilizar, reciclar, redesenhar, remanufaturar, reduzir e recuperar) e busca transformar resíduos em matéria-prima para promover o fechamento do fluxo de materiais. Algumas estratégias são projetar para montagem ou desmontagem (visando melhorar a reciclabilidade e reutilização) ou para a simplificação do projeto (como a minimização de peças ou a concepção modular) de modo que o produto consiga ser inserido em um novo ciclo no final de sua vida útil (Fernandes, 2023; Ghimouz; Kenné; Hof, 2023). O objetivo é eliminar desperdícios e poluição, promover a regeneração da natureza e viabilizar produtos e materiais para a circularidade (FERNANDES, 2023). Da mesma forma, projetar o final da vida útil é o objetivo do conceito *cradle to cradle* que resume suas estratégias em reciclagem, reuso e remanufatura (3R's) (Wallauer, 2019). De fato, a própria Ellen Macarthur Foundation ([s.d.]) menciona que o conceito inspirou a proposta da economia circular. A ecologia industrial busca integrar o sistema industrial ao ambiental também através do fechamento do ciclo, considerando resíduos insumos para outro processo, o que precede um estudo do fluxo de recursos e a projeção para o final de vida útil (Fernandes, 2023). Por fim, design circular e design para o fechamento do ciclo são termos utilizados para disseminar estratégias de fechamento de ciclo, como apresentado em alguns estudos (Fernandes, 2023; Ventura, 2014).

A garantia de baixo impacto ambiental aborda o final do ciclo de vida como ponto chave no setor de calçados, assim como também é o ponto mais difícil de ser tratado (Guarienti, 2018). Este é o estágio que viabiliza a reciclagem e/ou o gerenciamento de resíduos (Fernandes, 2023).

Seleção de materiais de baixo impacto ambiental

Os materiais são influenciadores significativos no design de calçados. Um calçado pode utilizar até cerca de 40 tipos de materiais, entre os quais os principais são tecidos, couros, plásticos, borrachas e metais (Kohan, 2020). A seleção de materiais com baixo impacto ambiental é uma abordagem que envolve a possibilidade de recuperação de resíduos, maior durabilidade, não utilização de substâncias perigosas, prevenção de acidentes, redução das demandas de água e energia, entre outros (Wallauer, 2019). A seleção de materiais influencia significativamente na forma, função e percepção do produto (Fernandes, 2020). São inúmeros os fatores que devem ser considerados, o que pode basear-se em critérios que, muitas vezes, são conflitantes em relação à obtenção de satisfação simultânea. Neste cenário, ao prestar serviço para um cliente, o designer de produto se depara com o desafio de estabelecer, de forma ética, os fatores decisórios em um projeto, tendo ciência de que o econômico prevalece nas empresas (Silva, 2005).

Os critérios gerais de seleção de materiais estão relacionados à forma, peso, dimensão, resistência, variáveis operacionais, durabilidade, facilidade de fabricação, custo, disponibilidade, viabilidade de reciclagem, restrições, degradação e fatores de segurança. A correta seleção minimiza os erros de projeto pela intervenção do design, por vincular uma visão holística futura onde questões sociais, econômicas e ambientais tornam-se necessárias para atender as demandas atuais. Iniciativas como reciclagem, reaproveitamento e redução (3R's) buscam a economia do consumo de materiais e energia (Silva, 2005). A análise da aquisição da matéria-prima considera sua extração e processamento para prevenção em desenvolvimentos futuros de maneira estratégica (Fernandes, 2023; Kohan, 2020).

O estudo de Ventura (2014) menciona a substituição de materiais tradicionais por outros de menor impacto ambiental no calçado, como a utilização de materiais naturais renováveis, no lugar dos de origem petroquímica. Algumas empresas de calçados entrevistadas por Guarienti (2018) disseram utilizar materiais recicláveis, biodegradáveis, naturais, atóxicos e reutilizáveis.

Aspectos relacionados à sustentabilidade no design de calçados – uma proposta de classificação

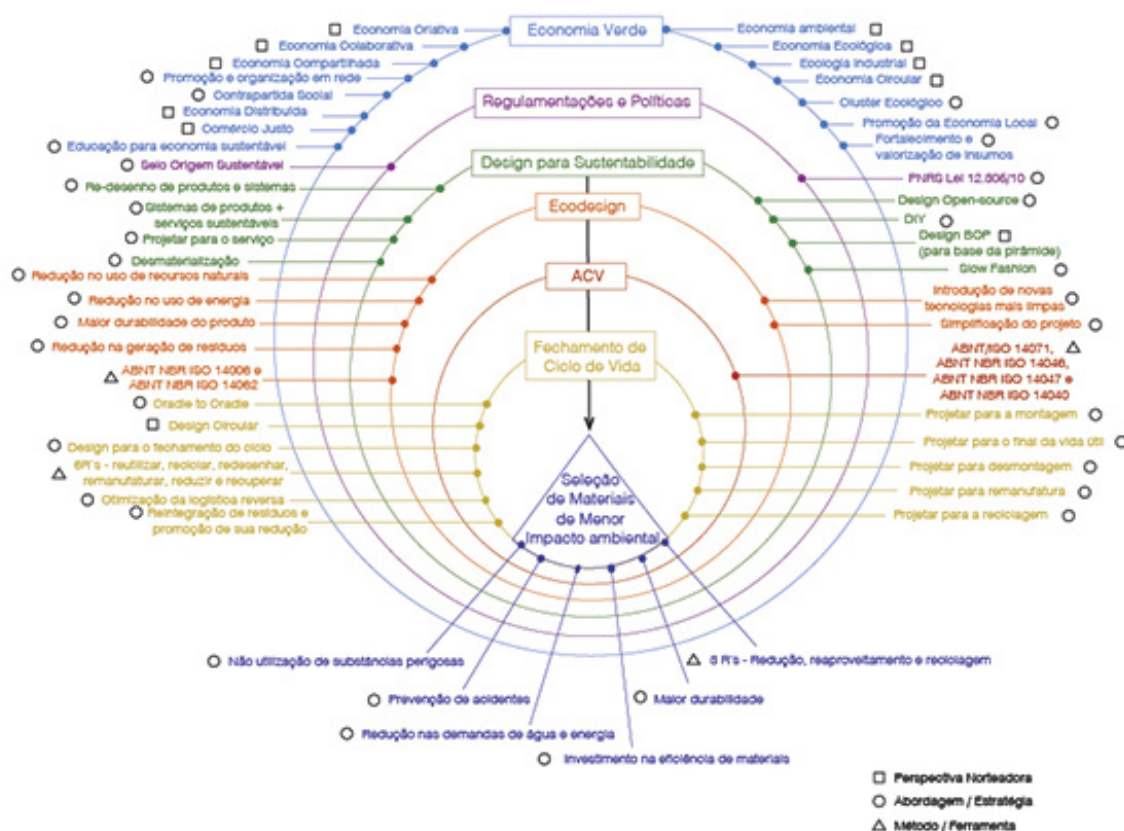
Na figura 1, apresentada a seguir, procurou-se ordenar os aspectos - considerados mais relevantes pelos autores das publicações analisadas no design de calçados para sustentabilidade - em uma hierarquia, de acordo com a abrangência do campo de sua aplicação, e com a fase em que seriam considerados no processo de projeto. Entre os principais termos identificados no estudo no âmbito da sustentabilidade no design de calçados, os autores das publicações analisadas consideram que o mais abrangente é economia verde, junto ao qual os demais termos se articulam e foram posicionados pelos autores deste artigo, na seguinte sequência: regulamentações e políticas ambientais, design para sustentabilidade, ecodesign, ACV, fechamento de ciclo de vida e seleção de materiais de menor impacto ambiental.

Além disso, a partir das categorias propostas por Van Boeijen, Daalhuizen e Zijlstra (2020) ao organizarem o “Delft Design Guide”, procurou-se classificar todos os aspectos em perspectivas norteadoras, abordagens/estratégias e métodos/ferramentas, com o intuito de

melhor entender o papel desempenhado por cada um no processo projetual e suas eventuais correlações. Os termos estratégias e ferramentas foram acrescentados às categorias originais, de modo a compatibilizar com a terminologia adotada por alguns autores.

As perspectivas descrevem qualidades e efeitos pretendidos (Van Boeijen; Daalhuizen; Zijlstra, 2020). No dicionário, a definição diz respeito aos aspectos vistos com uma certa distância (Ferreira, 2004). Nesta revisão sistemática foram identificados termos categorizados como perspectivas, sejam elas diretamente associadas ao design, como design para a sustentabilidade ou a âmbitos mais abrangentes, como economia verde, regulamentações e políticas ambientais. Na figura 1 é possível observar que a perspectiva da economia verde, de acordo com os autores analisados pela RSL, abarca outras perspectivas que podem ser agrupadas entre as com ênfase ambiental (economia ambiental, economia ecológica, ecologia industrial e economia circular) e as com ênfase social e cultural (economia criativa, economia colaborativa, economia compartilhada, economia distribuída e comércio justo). Algumas destas perspectivas, tratadas hoje como “novas economias”, foram associadas por Duarte (2022) em sua tese de doutorado, à economia verde.

FIGURA 1 – PERSPECTIVAS NORTEADORAS, ABORDAGENS E MÉTODOS PERTINENTES A SUSTENTABILIDADE NO DESIGN DE CALÇADOS IDENTIFICADOS NA RSL



FONTE: Dados da pesquisa, elaborado pela autora 2024.

Foi possível também associar a estas perspectivas algumas abordagens como promoção e organização em rede, contrapartida social, educação para economia sustentável, cluster ecológico, promoção da economia local e fortalecimento e valorização de insumos. Já na perspectiva das regulamentações e políticas foram contempladas as abordagens do selo origem sustentável e a PNRS Lei 12.305/10.

As abordagens e estratégias, por sua vez, prescrevem atividades de design que podem ter fases ou conjuntos de métodos (Van Boeijen; Daalhuizen; Zijlstra, 2020) como é o caso do ecodesign, do fechamento do ciclo de vida e da seleção de materiais de baixo impacto ambiental. Esta última é uma estratégia que integra os aspectos que devem ser considerados no processo de design com foco na redução dos impactos ambientais (design para a sustentabilidade e ecodesign) e se relaciona com o método de avaliação e fechamento de ciclo de vida. A não utilização de substâncias perigosas, prevenção de acidentes, redução nas demandas de água e energia, investimento na eficiência dos materiais e maior durabilidade são abordagens dentro do escopo da seleção de materiais de baixo impacto ambiental, assim como relacionadas ao método dos 3R's (redução, reaproveitamento e reciclagem). Associadas ao ecodesign estão abordagens como a introdução de novas tecnologias mais limpas, simplificação do projeto, redução do uso de recursos naturais e energia, maior durabilidade do produto, redução na geração de resíduos, bem como os métodos detalhados nas normas ABNT NBR ISO 14006 e ABNT NBR ISO 14062. Já junto ao fechamento de ciclo de vida estão as abordagens *cradle to cradle*, design para o fechamento do ciclo, otimização da logística reversa, reintegração de resíduos e promoção de sua redução e projetar para a montagem, desmontagem, remanufatura, reciclagem e final de vida útil. Além destas, foram relacionadas a perspectiva do design circular e a ferramenta dos 6'Rs (reutilizar, reciclar, redesenhar, remanufaturar, reduzir e recuperar).

Os métodos, finalmente, abrangem as ferramentas, procedimentos e técnicas para o desenvolvimento do conceito (Van Boeijen; Daalhuizen; Zijlstra, 2020). A avaliação do ciclo de vida é o principal método apresentado, detalhado nas normas ABNT/ISO 14071, ABNT NBR ISO 14046, ABNT NBR 14047 e ABNT ISO 14040. Apesar dos métodos serem a maior aproximação da aplicação dos conceitos ao processo de desenvolvimento de produtos, é importante compreender as abordagens e perspectivas associadas a eles.

Conclusão

Os artigos aqui analisados têm origem na Europa (Espanha, Romênia, Portugal e França), América do Norte (Estados Unidos e Canadá), China e Brasil. Já entre as dissertações e teses brasileiras, as áreas de concentração identificadas foram design, têxtil e moda, qualidade ambiental e engenharia ambiental. Numa etapa inicial foi observada a quantidade de estudos publicados nos últimos 10 anos. Houve um pico de publicações no ano de 2020 e depois o fluxo se manteve na média de duas publicações por ano, entre teses, dissertações e artigos. É interessante verificar que o design e, especificamente a seleção de materiais, como parte do processo de design são considerados como os principais aspectos a serem tratados com vistas à sustentabilidade, de forma preventiva, ou seja, na origem do problema.

As perspectivas como economia verde e design para sustentabilidade são apontadas como uma evolução do ecodesign, por apresentarem uma visão mais abrangente do tema.

Porém, percebe-se que faltam ainda ações práticas mais efetivas, viáveis e replicáveis, que estimulem o setor industrial a adotá-las. Portanto, é muito relevante discutir como as perspectivas mais abrangentes podem ser exploradas, visando a implementação de abordagens e métodos sistematizados, que ofereçam ferramentas para melhor adequação dos produtos, no sentido da minimização dos impactos ambientais provocados pelo setor calçadista. Entre os estudos analisados foi identificada uma maior quantidade de abordagens, que foram posicionadas entre os principais aspectos de sustentabilidade no design de calçados; a avaliação do ciclo de vida, por sua vez, é o principal método apresentado, e que se relaciona diretamente com a etapa de seleção de materiais.

De modo geral os estudos analisados apontam, entretanto, para a carência de métodos e ferramentas mais direcionados aos perfis, contextos e particularidades específicos da indústria calçadista, sobretudo brasileira. Sugerem ainda a necessidade de futuros trabalhos de pesquisa aplicados, e de estudos de caso e projetos-piloto desenvolvidos em parceria entre universidades e setor produtivo. As soluções atuais apresentadas ainda são muito pontuais e limitadas. Não contemplam as principais implicações pré e pós consumo dos impactos ambientais do setor apontadas pelos estudos, o que destaca a perspectiva do design circular para futuras investigações e propostas sistêmicas de soluções; considerando viabilidade industrial, adesão dos consumidores e redução efetiva de impactos ambientais que contemplem também a dimensão social, ainda que a econômica tenha demonstrado ser a matriz de qualquer projeto de design que alimenta o sistema capitalista.

Referências

ABICALÇADOS. **Relatório Setorial: Indústria de Calçados do Brasil**. Novo Hamburgo: [s. n.], 2023.

APICCAPS. Produção mundial de calçados aumenta 7,3% - reshoring não passa de um mito. **APICCAPS**, Porto, 2023.

ARNETTE, Andrew N.; BREWER, Barry L.; CHOAL, Tyler. Design for sustainability (DFS): the intersection of supply chain and environment. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 83, p. 374–390, 2014.

ASHTON, Elisa Guerra. Analysis of footwear development from the design perspective: Reduction in solid waste generation. **Strategic Design Research Journal**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 2–8, 2018.

ASHTON, Elisa Guerra. **Design, Inovação e Sustentabilidade: Estudo da Reciclagem de Produtos Multi-materiais Poliméricos sem Separação Prévia**. 2017a. 1–124 f. Tese - UFRS - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ASHTON, Elisa Guerra. **Design, Inovação e Sustentabilidade: Estudo de Reciclagem de Produtos Multi-materiais Poliméricos sem Separação Prévia**. 2017b. 1–124 f. Tese - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BONSIEPE, Gui. **The Disobedience of Design**. [S. l.]: Bloomsbury, 2022.

BRIZOLA, Jairo; FANTIN, Nádia. Revisão da Literatura e Revisão Sistemática da Literatura. **Revista de Educação do Vale de Arinos**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 23–39, 2016. Disponível em: https://www.apicccaps.pt/library/media_uploads/jornalapicccaps-310.pdf. Acesso em: 21 fev. 2024.

CEC. **Confederation Européenne de l'Industrie de la Chaussure. Environmental Policy**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://cec-footwearindustry.eu/policies/environmental-policy/>. Acesso em: 29 abr. 2024.

CHEN, Yugang. Research on Slow Fashion Concept and Its Impact on Modern Footwear Eco-Design. *In:* , 2015. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2015.

CHROBOT, P. *et al.* Measuring Fashion: Insights from the Environmental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries study. **Quantis**, [s. l.], p. 1–65, 2018. Disponível em: <https://quantis-intl.com/measuring-fashion-report-2018/>.

CLARK, Garrette *et al.* Design for Sustainability: Current Trends in Sustainable Product Design and Development. **Sustainability**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 409–424, 2009.

CRUL, M. R. M.; DIEHL, Jan Carel. **Design for Sustainability: a practical approach for developing economies**. [S. l.: s. n.], 2006.

DINAPOLI, Tess. Global Shoes Waste: the environmental impact of shoes. **Unsustainable Magazine**, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://www.unsustainablemagazine.com/global-shoe-waste/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

DUARTE, Gabriela Garcez. **Design para a Economia Verde: aprendizagem reflexiva em organizações**. 2022. Design - Universidade Federal de Curitiba, Curitiba, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **The circular economy in detail. Schools of thought**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive#:~:text=Cradle%20to%20Cradle's%20three%20principles,and%20again%20at%20high%20quality>. Acesso em: 29 abr. 2024.

FERNANDES, Palloma Renny Beserra Fernandes. **Design Circular: materiais biodegradáveis para a indústria calçadista**. 2023. Têxtil e Moda - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

FERNANDES, Ana Margarida. The Importance of Ergonomics in the Development of Sustainable Materials Applied to Footwear Design. *In:* [S. l.: s. n.], 2020. p. 485–493.

FERRARI, Walter Alves *et al.* **Guia técnico ambiental de curtumes**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/camaras-ambientais/wp-content/uploads/sites/21/2013/12/Guia-T%C3%A9cnico-Ambiental-de-Curtumes-v2015.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Míni Aurélio: o dicionário da língua portuguesa**. 6. ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FERREIRA, Natalie Rodrigues Alves. O Design de Moda e o Desenvolvimento dos Calçados Femininos do Polo de Franca. **Educação Gráfica**, [s. l.], v. 16, n. 2, 2012.

FERREIRA, Maria Jose; PINTO, Vera V.; COSTA, Patricia. LIFE GREENSHOES4ALL - Footwear environmental footprint. *In: , 2020. **Proceedings of the 8th International Conference on Advanced Materials and Systems**. [S. l.]: INCDTP - Leather and Footwear Research Institute (ICPI), Bucharest, Romania, 2020. p. 379–384.*

FLETCHER, K.; GRASE, L. **Moda & Sustentabilidade, Design Para Mudança**. São Paulo: Senac, 2011.

FOIASI, Traian; PANTAZI-BAJENARU, Mirela. Innovative and sustainable models in the ecodesign of green-vegan footwear. *In: , 2020. **Proceedings of the 8th International Conference on Advanced Materials and Systems**. [S. l.]: INCDTP - Leather and Footwear Research Institute (ICPI), Bucharest, Romania, 2020. p. 489–494.*

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Mauricio Gomes. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014.

GARCÍA-DIÉGUEZ, Carlos; HERVA, Marta; ROCA, Enrique. A decision support system based on fuzzy reasoning and AHP–FPP for the ecodesign of products: Application to footwear as case study. **Applied Soft Computing**, [s. l.], v. 26, p. 224–234, 2015.

GHIMOUZ, Chahine; KENNÉ, Jean Pierre; HOF, Lucas A. On sustainable design and manufacturing for the footwear industry – Towards circular manufacturing. **Materials & Design**, [s. l.], v. 233, p. 112224, 2023.

GUARIENTI, G. R. **O Cenário Calçadista Ambientalmente Orientado e as Práticas de Design que Reduzem o Impacto do Fim de Vida Útil dos Calçados**. 2018. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2018.

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

HERVA, Marta *et al.* Application of fuzzy logic for the integration of environmental criteria in ecodesign. **Expert Systems with Applications**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 4427–4431, 2012.

HERVA, Marta; ÁLVAREZ, Antonio; ROCA, Enrique. Sustainable and safe design of footwear integrating ecological footprint and risk criteria. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 192, n. 3, p. 1876–1881, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.07.028>.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

KOHAN, L. *et al.* Panorama of natural fibers applied in Brazilian footwear: materials and market. **SN Applied Sciences**, [s. l.], v. 1, n. 8, 2019.

KOHAN, Lais. **Sustentabilidade em Calçados: panorama brasileiro, materiais e contribuição de material para solado**. 2020. Têxtil e Moda - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. [S. l.]: Blucher, 1976.

MANZINI, Ezio. Limites e Possibilidades do Ecodesign. Trad. Anita Regina di Marco. **Rev. Design & Interiores**, [s. l.], 1991.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C.; **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2002.

OLIVEIRA, Evandro De. Economia verde, economia ecológica e economia ambiental: uma revisão. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 13, n. 6, 2017.

PONCET, Thierry; LETY, Régis. Development of a Formalized Toolset for Footwear Product. *In:* , 2022. **International Union of Leather Technologists and Chemists Societies**. [S. l.: s. n.], 2022.

REICHERT, Iara Krause; SCHMIDT, Mauri Rubem. **Aplicação do conceito de ecodesign em calçados**. Bento Gonçalves, RS: [s. n.], 2006. Disponível em: <https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/aplicao-do-conceito-de-ecodesign-em-calados-pdf.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SENAI/RS. **Avaliação de aspectos e impactos ambientais, legislação ambiental e gerenciamento de resíduos na indústria calçadista**. Brasília, DF: [s. n.], 2007.

SILVA, A. H. D. Avaliação ambiental do setor calçadista sob a ótica da gestão de resíduos sólidos. [s. l.], p. 147, 2016.

SILVA, Everton Sidnei Amaral da. **Um Sistema Informacional e Perceptivo de Seleção de Materiais com Enfoque no Design de Calçados**. 2005. Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

STAIKOS, Theodoros. **The realisation of end-of-life product recovery to support a zero waste to landfill approach in footwear industry**. 2007. - Loughborough University, [s. l.], 2007.

STAIKOS, T.; RAHIMIFARD, S. A decision-making model for waste management in the footwear industry. **International Journal of Production Research**, [s. l.], v. 45, n. 18-19, p. 4403-4422, 2007a.

STAIKOS, T.; RAHIMIFARD, S. An end-of-life decision support tool for product recovery considerations in the footwear industry. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 602-615, 2007b.

STAIKOS, Theodoros; RAHIMIFARD, Shahin. End-of-Life Management Considerations in the Footwear Industry. **Global Footwear Industry and Emerging Trends**, [s. l.], p. 16, 2007. Disponível em: https://www.centreforsmart.co.uk/system/publications/attachments/000/000/082/original/EoL_in_Footwear_Book_Chapter.pdf.

STOLL, Henry W. **Product Design Methods and Practices**. [S. l.]: Marcel Dekker, 1999.

UNEP; TUDELFT. **Design for Sustainability a step-by-step approach**. [S. l.]: United Nations Environment Programme, 2009.

VAN BOEIJEN, Annemiek; DAALHUIZEN, Jaap; ZIJLSTRA, Jelle. **Delft Design Guide: perspectives, models, approaches, methods**. [S. l.]: Bis Publishers, 2020.

VENTURA, Flávio Cardoso. **Aplicabilidade da Metodologia Ecodesign à Produção de Calçados Femininos**. 2014. 90 f. Design - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014.

VEZZOLI, Carlos. **Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”**. Salvador: Edufba, 2010.

VEZZOLI, Carlos. Design e sistema de inovação para a sustentabilidade. In: DE CARLI, Mery Sehbe; VENZO, Bernadete Lenita Suzin (org.). **Moda, Sustentabilidade e Emergências**. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.

WALLAUER, Leandro Adriano. **Ecodesign no Desenvolvimento de Novos Produtos: estudo de caso de uma empresa calçadista**. 2019. Mestrado - Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2019.

Revisora - Ana Cláudia Sanches Baptista, Doutoranda em Mudança Social e Participação Política na USP - anasanchesb@usp.br

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.