

Estudo de biomateriais alternativos ao couro e polímeros plásticos na indústria da moda

*Cecilia Rodrigues Monteiro
Heloisa Nazaré dos Santos*

RESUMO

Em uma economia fundamentada no uso de produtos de origem animal e plástica (sintéticos plásticos) para itens de moda, o estudo de biomateriais alternativos se faz necessário em razão dos impactos negativos para o meio ambiente causados pelos processos vigentes. O uso de materiais como couro e polímeros plásticos se mostra cada vez mais desenfreado devido aos métodos de consumo praticados no país hoje. Além do âmbito da moda, o Brasil tem grande impacto na indústria alimentícia, com quantidades significativas de seus produtos desperdiçados durante sua manufatura, entre eles o café, sendo essa uma oportunidade para práticas como a reutilização e a reciclagem desses itens. O presente trabalho defende a importância do uso de biomateriais exploratórios na indústria da moda, com o objetivo de viabilizar a produção desses materiais em maior quantidade em território nacional, proporcionando um custo financeiro acessível e possibilitando seu descarte adequado, acompanhando parâmetros idealizados pelo processo de economia circular.

Palavras-chave: biomateriais; eco-design; experimentações.

STUDY OF ALTERNATIVE BIOMATERIALS TO LEATHER AND PLASTIC POLYMERS IN THE FASHION INDUSTRY

Abstract

In an economy based on the use of animal and plastic products (plastic synthetics) for fashion items, the study of alternative biomaterials is necessary due to the negative impacts on the environment caused by current processes. The use of materials such as leather and plastic polymers is increasingly rampant due to the consumption methods practiced in the country today. In addition to the fashion industry, Brazil has a major impact on the food industry, with significant quantities of its products being wasted during their manufacture, including coffee, which is an opportunity for practices such as the reuse and recycling of these items. This paper defends the importance of using exploratory biomaterials in the fashion industry, with the aim of enabling the production of these materials in greater quantities in the country, providing an affordable financial cost and enabling their proper disposal, following parameters idealized by the circular economy process.

Keywords: biomaterials; eco-design; experiments.

ESTUDIO DE BIOMATERIALES ALTERNATIVOS AL CUERO Y POLÍMEROS PLÁSTICOS EN LA INDUSTRIA DE LA MODA

Resumen

En una economía basada en el uso de productos animales y plásticos (plásticos sintéticos) para artículos de moda, el estudio de biomateriales alternativos es necesario debido a los impactos negativos sobre el medio ambiente que provocan los procesos actuales. El uso de materiales como el cuero y los polímeros plásticos está cada vez más extendido debido a los métodos de consumo que se practican actualmente en el país. Además de la moda, Brasil tiene un impacto importante en la industria alimentaria, con cantidades significativas de sus productos desperdiciados durante la fabricación, incluido el café, lo que brinda una oportunidad para prácticas como la reutilización y el reciclaje de estos artículos. Este trabajo defiende la importancia del uso de biomateriales exploratorios en la industria de la moda, con el objetivo de posibilitar la producción de estos materiales en mayores cantidades en el territorio nacional, proporcionando un costo financiero asequible y permitiendo su adecuada disposición, siguiendo parámetros idealizados por el proceso económico. circular.

Palabras-clave: biomateriales; ecodiseño; experimentos.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade tem por base o uso de materiais naturais desde o início da humanidade. Ao longo do tempo, o uso de insumos tornou-se objeto de desejo, incentivando o consumo em larga escala, como conhecemos hoje. A pele animal tem grande impacto

no mercado em razão da qualidade e longevidade dos produtos desenvolvidos a partir dela. Considerada um subproduto derivado da indústria da carne, a previsão é que até 2025 a participação do couro no mercado atinja cerca de US\$ 360 bilhões (A. Gac, et al., 2014). O uso exacerbado tem apresentado impactos significativos com a irresponsabilidade social e ecológica, além de afetar normas ambientais.

Apesar de já haver alternativas ao couro de origem animal como os materiais polímeros plásticos, as consequências de sua produção, e principalmente de seu descarte, tem consequências significativas para o meio ambiente, exigindo-se assim, a busca por novas soluções. Materiais sintéticos biodegradáveis já vêm sendo explorados e, a cada vez mais, se mostram como alternativas palpáveis dentro de grandes empresas (Kefale, Kebede, Birlie, 2023). Entretanto, no Brasil, seu uso ainda se mostra cauteloso com relação ao mercado exterior. De acordo com dados do Internacional Trade Center (ITC, 2022), o país ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de maiores países exportadores de couro no mundo, mesmo com a grande diversidade da flora nacional.

Dentre as commodities brasileiras, o café retém uma das maiores produções, consequentemente sendo uma grande fonte de economia do país. Entretanto, cerca de 80% de sua massa ao longo do processo produtivo não é aproveitada, se tornando resíduo, este muitas vezes descartado (Silva et al., 2021).

Os biomateriais alternativos ao couro têm o objetivo de trazer um processo de produção sustentável ambientalmente, atribuída ao descarte consciente da peça ao final de seu uso. O mercado global de couro está fortemente ligado à indústria de artigos de luxo, que faz uso desse material de forma a priorizar a extrema qualidade de seus produtos, como no caso de diversos outros itens de vestuário, calçados, cintos e bolsas (Valtin-Erwin, 2021).

Com o objetivo de estudar a viabilidade dos processos de fabricação dos materiais, o presente projeto consiste em um estudo que faz uso de contexto teóricos e se aprofunda no processo de desenvolvimento de produção de biomateriais alternativos ao couro, analisando seu potencial em questões de durabilidade, resistência, maleabilidade, entre outros. Portanto, o trabalho tem como foco o estudo aprofundado do desenvolvimento de materiais à base de borra de café, seguindo critérios da economia circular.

2. METODOLOGIA

Para a pesquisa, foi selecionada a “Metodologia para materiais”, desenvolvida por Michael Farries Ashby, professor e pesquisador do Centro de Projetos de Engenharia da Universidade de Cambridge (Maine; Ashby, 2002). A partir de seu parâmetro, os engenheiros Mohammad Hosein Fazel Zarandi, Saeid Mansour, Seid Ali Hosseinijou e Milad Avazbeigi ampliaram a metodologia, a chamada “Uma metodologia de seleção de materiais e sistema especialista para design de produto sustentável”.

O método se trata do aperfeiçoamento da teoria de Ashby, mas tendo como principal aliado os impactos dos produtos para o meio ambiente. A partir do desenvolvimento de materiais, as seguintes etapas são: Tradução, Triagem, Classificação e Documentação, analisando as alternativas e, por eliminação, é definido o melhor material focado na sustentabilidade de todo o processo produtivo. Ao ser aplicado no presente projeto, diferentes quantidades de ingredientes foram testadas para melhor aderência do café ao biomaterial.

3. A PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO COURO E DOS POLÍMEROS SINTÉTICOS

Nesta seção serão apresentados o couro e seus semelhantes sintéticos, como alternativa, visando entender sua aplicação, relevância e impactos para o meio ambiente.

3.1 Couro

Ao longo das eras, o couro se mostra um material vital, porém ambíguo. Sendo insumo para a confecção de peças de vestuário, mobiliário e outros objetos recorrentes do dia-a-dia, ele apresenta grande diversidade de funcionalidades. Além de ser flexível, sua elasticidade permite sua combinação com métodos de costura, corte e colagens. É extremamente resistente à tração e à dilatação. Sua suportabilidade permite que apesar de enfrentar os mais diversos processos sua estrutura mantenha qualidades como a respirabilidade (Kula; Ternaux, 2012).

Entretanto, apesar de suas vantagens como insumo, o couro carrega consigo o duro peso da crueldade animal. Ao questionar a relação entre os seres humanos e o meio ambiente, a harmonia entre espécies se mostra abalada ao se pensar que seres que também vivem são reprimidos para que se tornem peças cotidianas e acessíveis, abundantemente encontradas (Hakansson, et al. 2023).

Ainda assim, o couro é um subproduto da carne -com exceções-, o qual evita o descarte de partes não aproveitadas pela indústria alimentícia. Além disso, a redução da quantidade de água despendida ao longo de seu processo de tratamento e o aperfeiçoamento da composição química de taninos suprem às preocupações com a preservação do meio ambiente (Kula; Ternaux, 2012). A Figura 1 expõe os animais em vida e o uso de sua pele na indústria.

3.1.1 Processo de tratamento do couro

Como tudo na natureza, é impossível que haja um padrão de exatidão, onde os processos dependem da qualidade de vida do animal, de seu tamanho... e os resultados se baseiam na delicadeza atribuída pelo processo industrial. Nesse processo, a criação

de animais é comumente de mamíferos para o aproveitamento da carne, leite ou lã (Hakansson et al., 2023).

No método de abate, a pele do animal é delicadamente retirada de sua carcaça, evitando ao máximo que sejam causados danos à pele, sendo realizado de maneira manual ou mecânica. Após a separação a chamada pele verde, possui um lado coberto por pelos e o verso contendo partes de carne, gordura e sangue. Uma de suas características é a fácil deterioração, em razão da alta quantidade de água em sua composição, se fazendo necessário tratamentos para a preservação (Kula; Ternaux, 2012). Dentre eles, estão:

- Cura: também conhecida como salga, as peles são empilhadas durante algumas semanas desidratando com o auxílio de sal.
- Conserva ou salmoura: as peles são mergulhadas em uma solução salina saturada, desidratando ao longo de poucos dias.
- Secagem: a pele é esticada ao ar para a secagem, necessitando da garantia de rapidez, correndo o risco de se deteriorar. Essa técnica é usada principalmente onde o sal se faz escasso. A Figura 1 apresenta o funcionamento da cadeia produtiva do couro.



Figura 1 Cadeia de desenvolvimento do couro.

Fonte: Colletive Fashion Justice. Ilustrado por Inma Hortas, 2022. Traduzida pela autora (2024).

O longo processo de obtenção do couro resulta em um material versátil e resistente, porém que possui grandes impactos no meio ambiente. Os banhos em produtos químicos tóxicos, além de serem responsáveis por um uso exacerbado de água, seu descarte é responsável por gerar resíduos sólidos, líquidos e gasosos, prejudiciais aos recursos naturais (Hakansson et al., 2022).

As estações e tratamento de efluentes (ETE) são responsáveis por tratar e recuperar os efluentes advindos do curtimento, cumprindo com a legislação ambiental, entretanto, as ETEs não possuem efetividade necessária, em razão do alto nível de rejeitos (Etesco, 2021). Sendo assim, se faz urgente a busca por alternativas para além da redução de água e da substituição de produtos tóxicos em consequência dos impactos na produção do couro.

3.2 Materiais sintéticos semelhantes

Ampla é a gama de possibilidades advindas de polímeros - moléculas de monômeros unidas formando cadeias de moléculas de tamanho infinito. Esses são divididos entre os naturais (couro, borracha, lã, entre outros); e os sintéticos, geralmente produzidos através do petróleo, que tem como fundamento seu desenvolvimento em laboratórios, não sendo naturalmente extraídos da natureza (Kula; Ternaux, 2012).

No caso dos materiais sintéticos, sua estrutura pode apresentar características de dureza, elasticidade e resistência, sendo semelhante ao insumo animal. Com o objetivo de reduzir o custo de produção ou ser uma alternativa ao couro, o comércio faz uso da produção artificial, que com o objetivo de baratear o produto, desenvolveu o termo "couro sintético", segundo Atec Design (2008). Alguns polímeros passíveis dessas propriedades e nomenclatura são o poliuretano, o polipropileno e o álcool polivinílico.

- Sendo um derivado do petróleo, o poliuretano (PU) é um plástico maleável, aplicado em fibras, tintas e espumas. Resistente à água, pode ser mais caro, porém com menos durabilidade que a pele animal (Silva, 2024).
- O termoplástico - moldado por aquecimento-, polipropileno (PP) é um polímero caracterizado por sua resistência à solventes e à adesão de pigmentos.
- O álcool polivinílico (PVA, PVOH ou PVAL) é um polímero hidrossolúvel, com larga aplicação em produtos flexíveis e planos como saias, tecidos e semelhantes.

Apesar de se mostrarem como alternativa à pele animal, grande parte dos polímeros sintéticos não sofrem a desintegração do material na natureza, a chamada biodegradação, levando milhares de anos para se decompor. Com o consumo exacerbado e o alto nível de descarte, as grandes quantidades de lixo são nocivas ao meio ambiente e a sustentabilidade, se mostrando um problema global por sua permanência duradoura.

4. BIOMATERIAIS

"Precisamos de uma revolução material, e precisamos dela agora."(Lee, 2019). Com o desenvolvimento da humanidade, e o progressivo aumento de produção e consumo de polímeros, se faz necessária a medida emergencial da busca por alternativas consideradas ecologicamente eficientes. Os biomateriais oriundos de organismos vivos,

providos de uma fonte biológica não específica, geralmente passam pelo processo de biofabricação, o qual entende a geração de materiais orgânicos e/ ou inorgânicos como um processo colaborativo entre o ser humano e a natureza (Groll, 2016).

Segundo a coautoria das empresas *Biofabricate and Fashion for Good*, foi produzido um relatório em formato de cartilha, onde os conceitos-chave para a denominação de materiais são apresentados. Entre as bases estão:

- Materiais de base biológica, ou *biobased*, são provenientes de biomassa, sendo ela vegetal ou animal. Esse composto pode vir a passar por tratamento vegetal ou animal, e com tratamento variando entre físico, químico ou biológico. Tem como exemplos os polímeros naturais, couros animais, as fibras naturais e as fibras artificiais.
- Materiais biofabricados, ou *biofabricated materials*, como aqueles produzidos por organismos vivos como bactérias, micélios e leveduras, são produzidos baseados em ingredientes a base de células vivas e microrganismos, que passam pelo processamento químico ou mecânico para garantir sua estrutura, não sendo necessário que os ingredientes de sua formação também sejam biofabricados.
- Materiais biossintéticos (*biosynthetic*) são produzidos à base de polímeros sintéticos a partir de insumos de origem biológica, como a biomassa e/ou processo que tenha sido gerado por um organismo vivo.

As fontes de base biológica podem ser organismos naturais, plantas, restos de alimentos, frutas, entre outros (Lee et al., 2020). O couro animal, apesar de sua cruel maneira de obtenção, é um produto de base biológica. Apesar da origem biológica, os processos de curtimento do couro contribuem para o impedimento da degradação da pele animal. Nesse contexto, ao analisar o ponto de vista da biodegradabilidade, capacidade de decomposição realizada por microrganismos, a prioridade é que os compostos sejam inofensivos para o meio ambiente (Smit&Zoon, 2022).

4.1 Biomateriais alternativos

Apesar de serem renováveis e desenvolvidos de maneira ambientalmente responsável, os materiais exploratórios apresentam limitações. Quando comparados com opções já existentes no mercado atual, os materiais alternativos podem apresentar um maior custo de fabricação, já que existe um tamanho limitado das indústrias para a produção, além das diferentes propriedades de maciez e absorção de tingimentos. Essas indústrias ainda existem em pequena escala ou estão passando por seu desenvolvimento (Johnson; Southard, 2023).

O comprometimento é outro fator fundamental para que viabilize economicamente a produção e o consumo de materiais alternativos, tanto por designers quanto por consumidores. Apesar das divergências quando comparados com outras matérias-pri-

mas, a saúde do solo e da natureza, o pouco ou nenhum produto químico usado em sua composição e a ausência de ingredientes à base de petróleo favorecem o uso de recursos alternativos e podendo ser aplicados no modelo de economia circular (Johnson; Southard, 2023).

A necessidade de alternativas sustentáveis ao impacto do couro vem do objetivo de se alcançar cada vez mais produtos de base biológica, oriundos de recursos renováveis, que sejam biodegradáveis e simultaneamente duráveis (Lee, 2020). Sendo assim, o crescimento do mercado se faz necessário para o aumento do padrão dos materiais disponíveis, para além de opções de origem animal e de polímeros plásticos, prezando pela biodegradabilidade e influenciando positivamente o mercado de moda (Johnson; Southard, 2023).

5. ECONOMIA CIRCULAR E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A economia circular se define pela transformação dos padrões de produção e crescimento econômicos, vistos como sistemas lineares - caracterizados pela sequência extração-produção-consumo-descarte. Esse processo visa evitar o descarte exacerbado e a poluição, garantindo a gestão estratégica de todo o ciclo de vida dos produtos (Bilitewski, 2012; Buchmann-Duck e Beazley, 2020; H. Wang et al., 2020). A Figura 2, a seguir, apresenta o ciclo de produção conforme a economia circular.



Figura 2 Ciclo de estratégia da economia circular.

Fonte: Ideia Circular (2021).

Em razão da urgente necessidade de mudanças comportamentais, o conceito ganha popularidade entre meios políticos, levando ao lançamento de estratégias nacionais,

ainda que de forma tardia. Em março de 2024, o Plenário do Senado brasileiro aprovou um projeto de lei (PL n. 1.874/2022) que cria a chamada Política Nacional da Economia Circular, que tem por objetivo o estímulo mais consciente de recursos e prioriza produtos mais duráveis, renováveis e que sejam passíveis de reciclagem. De acordo com o projeto, o objetivo é “conservar o valor dos recursos extraídos e produzidos, mantendo-os em circulação por meio de cadeias produtivas integradas” (Agência Senado, 2024).

Com o veloz crescimento populacional, o intensivo uso de recursos é um dos responsáveis pela necessidade da mudança da economia linear para uma economia circular. Para isso, a valorização dos resíduos por meio da reciclagem de fluxos agroalimentares é um importante aliado, tendo em vista que o desperdício de alimentos é um dos principais desafios da economia circular (Campalani et al., 2020; Teigiserova et al., 2020).

Como forma de desempenhar um papel significativo na transição para uma economia circular, é imprescindível que a pesquisa sobre o uso de alimentos desperdiçados seja incentivada – tanto aqueles usados em indústrias como os desperdícios domésticos – para tornar plausíveis trabalhos institucionais e educacionais que mudem os pilares normativos e cognitivo-culturais das instituições (Narvänen et al., 2020).

5.1 Possibilidades de reúso de resíduos de café na indústria da moda

Sendo um dos produtos mais apreciados e consumidos do mundo, o café é a segunda commodity mais negociada, perdendo apenas para o petróleo (Fletcher, 2021). Sendo uma manufatura que passa por um longo processo de produção para chegar no ponto em que os grãos estão aptos para o consumo (Cruz et al., 2012), nessa cadeia, as etapas deixam resíduos independentemente do método abordado.

A borra do café está entre os resíduos mais complexos, tendo em vista que é rico em compostos orgânicos, uma boa fonte de nutrientes e óleos, que quando descartado indevidamente, pode trazer danos significativos para o solo (Ferreira, 2011).

6. PROCESSO DE BIOMATERIAL ALTERNATIVO À BASE DE CAFÉ

Para o desenvolvimento deste estudo, foram adquiridas 200 gramas de café usado, coado e peneirado misturado a 400 gramas de gelatina incolor. Em seguida, foram acrescidos 2,5 litros de água e levado para derreter em fogo baixo. Durante o cozimento, foram adicionados 1 litro de glicerina vegetal e 500 mL de vinagre de álcool, que foram misturados até se tornar uma mistura homogênea com a temperatura de 50 °C. Por fim, a mescla foi colocada sobre a forma de madeira já untada com óleo de coco. A forma possui 1.200 mm por 650 mm de área. A Tabela 1, a seguir, representa o primeiro experimento realizado, considerando as quantidades e os resultados, intitulados como

“notas” para ajustes futuros. Já a Figura 3 demonstra os resultados alcançados nos respectivos testes.

Tabela 1 Catálogo de receita de biomaterial à base de café estudado

Biomaterial à base de	Polímero	Plastificante	Aditivo	Solvente	Propriedades	Notas
Café (teste 1)	Gelatina 400g	Glicerina 1L	Café moído 200g	Água 2,5L	500ml de vinagre dissolvido em água	Material pesado. reduzir quantidade de glicerina. Peneirar mais o café.
Café (teste 2)	Gelatina 400g	Glicerina 250mL	Café triturado e peneirado 200g	Água 2,5L	Vinagre 500ml	Material resistente com bom acabamento.

Fonte: acervo dos autores (2024).

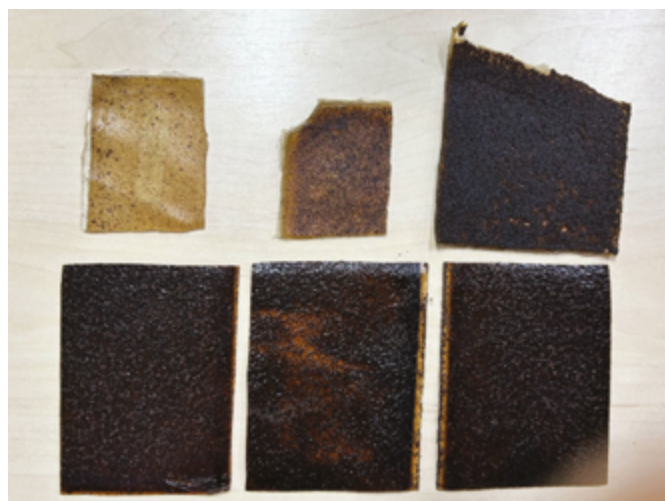


Figura 3 Resultados dos testes 1 e 2 de biomaterial à base de café, respectivamente, por linha.

Fonte: acervo dos autores (2024).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos estudos obtidos, o projeto explana a necessidade de alternativas naturais de impacto ambiental reduzido, tendo em vista as consequências das crises ambientais. Através da análise de possibilidades, a produção de biomateriais alternativos é viável no contexto da indústria nacional, em razão da grande disponibilidade de matérias-primas, advindas do descarte de alimentos, por meio da implementação da economia circular. Dessa forma é incentivado o design autoral de materiais e produtos no cenário da moda brasileiro, sendo possível a ampliação desse estudo no contexto do país a partir de novos insumos.

REFERÊNCIAS

- ATEC DESIGN. Couro sintético é mesmo ecológico? 2020. Disponível em: <https://www.atec.com.br/blog/sustentabilidade/couro-sinteico/>. Acesso em: 7 maio 2024.
- BILITEWSKI, Bodo. The circular economy and its risks. *Waste Management*, [S.l.], v. 32, n. 1, p. 1-2, jan. 2012.
- CAMPALANI, C. et al. Supercritical CO₂ as a green solvent for the circular economy: extraction of fatty acids from fruit pomace. *Journal of CO₂ Utilization*, [S.l.], v. 41, 2020.
- CRUZ, R.; CARDOSO, M. M.; FERNANDES, L.; OLIVEIRA, M.; MENDES, E.; BAPTISTA, P.; MORAIS, S.; CASAL, S. Espresso coffee residues: a valuable source of unextracted compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60 [s.l.].
- ETESCO. ETE: Entenda como funciona uma estação de tratamento de esgoto. Disponível em: <https://etesco.com.br/ete-entenda-como-funciona-uma-estacao-de-tratamento-de-esgoto>. Acesso em: 15 maio 2021.
- FERREIRA, A. D. Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa L.*). 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2011.
- FLETCHER, I. A. *An effective approach for the management of waste coffee grounds*. [S.l.]: [s.n.], [s.d.].
- HAKANSSON, Emma; HALLIDAY, Carly; MAY, Danielle; LABARBERA, Natalie. *Under their skin: a report series on leather. Leather's impact on animals*. Collective Fashion Justice, 2023.
- JOHNSON, Rosie; SOUTHARD, Cailey. *Explorative materials & sustainable fashion in the fashion industry*. Missouri: University of Missouri, Department of Textiles & Apparel Management, 2023.
- KULA, Daniel; TERNAUX, Élodie. *Materiologia: o guia criativo de materiais e tecnologias*. São Paulo: Senac, 2012. p. 29-34.
- LEE, S.; CONGDON, A.; PARKER, G.; BORST, C. *Understanding "Bio" Material Innovations: a primer for the fashion industry*. Biofabricate e Fashion for Good. Dez. 2020.
- NÄRVÄNEN, E.; MATILLA, M.; MESIRANTA, N. *Institutional work in food waste reduction: start-ups' role in moving towards a circular economy*. *Industrial Marketing Management*, [S.l.], v. 90, ago. 2020.
- SENADO NOTÍCIAS. Senado aprova Política Nacional de Economia Circular; texto vai à Câmara. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/03/19/senado-aprova-politica-nacional-de-economia-circular-texto-vai-a-camara>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- SMIT & ZOON. Is leather biodegradable? 2022. Disponível em: <https://www.smitzoon.com/en/knowledge/is-leather-biodegradable/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

