REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA
ISSN: 2178-1974
2022, Vol. 12, No. 24
DOI 10.23972/det2022iss24pp15-26

PGDESIGN
www.pgdesign.ufrgs.br

Percepção de consumidores sobre a possível utilização do biocouro de celulose bacteriana na produção de moda

Aline A. dos Santos[1], **Anantcha K. L. H. Cavalcanti**[3], **Cláudio J. G. da Silva Jr**[3]., **Maria Alice V. Rocha**[2,4], **Andréa F. S. Costa**[1,3]

1 *Núcleo de Design e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco/Centro Acadêmico do Agreste, Caruaru, Brasil*

2 *Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil*

3 *Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação, Recife, Brasil*

4 *Departamento de Ciências do Consumo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil*

RESUMO

A Celulose Bacteriana (CB) tem sido explorada como uma alternativa biotecnológica promissora para diversas aplicações industriais, especialmente no setor têxtil. Esse biomaterial apresenta uma estrutura nanofibrilar com propriedades mecânicas, térmicas e químicas notáveis, como alta cristalinidade, resistência a temperaturas elevadas, excelente capacidade de adsorção e afinidade com corantes naturais e sintéticos. Tais características tornam o biocouro derivado de CB um candidato atrativo para o design de moda sustentável, fomentando investigações interdisciplinares entre os campos do Design, da Moda e da Biotecnologia. O objetivo deste estudo foi avaliar a percepção dos consumidores em relação às propriedades estéticas do biocouro de CB. Para isso, foram elaborados painéis sensoriais que apresentaram o material em diferentes configurações, acompanhados de informações sobre possíveis aplicações, etapas de produção e inspirações para o design de artefatos. A análise sensorial foi conduzida com avaliadores não treinados, que relataram suas impressões a partir das características táteis, visuais e olfativas do biocouro. Esses relatos foram comparados a descrições de materiais amplamente utilizados no setor de vestuário e acessórios. Os resultados demonstraram uma diversidade de percepções sensoriais quanto à textura visual e tátil do biocouro, sendo recorrente a observação do odor característico da CB. As associações realizadas incluíram comparações com materiais como papel, couro natural e sintético, folhas, madeira, tecido, plástico e cerâmica. Os dados obtidos confirmam o potencial do biocouro de CB como um material nanotecnológico de ampla aplicabilidade industrial. Além de suas propriedades físico-químicas relevantes, destaca-se por sua produção sustentável e baixo impacto ambiental no descarte, configurando-se como uma alternativa promissora para o mercado de moda.

PALAVRAS-CHAVE

Celulose bacteriana, Biotêxtil, Biotecnologia, Moda sustentável, Design

Consumer perception about the possible use of bacterial cellulose bio leather in fashion production

ABSTRACT

Bacterial cellulose (BC) has been explored as a promising biotechnological alternative for various industrial applications, particularly in the textile sector. This biomaterial exhibits a nanofibrillar structure with remarkable mechanical, thermal, and chemical properties, including high crystallinity, resistance to elevated temperatures, excellent adsorption capacity, and affinity with both natural and synthetic dyes. These characteristics make BC-derived bioleather an attractive candidate for sustainable fashion design, fostering interdisciplinary research across the fields of design, fashion, and biotechnology. The objective of this study was to assess consumer perceptions regarding the aesthetic properties of BC bioleather. To this end, sensory panels were developed to present the material in different configurations, along with information on potential applications, production stages, and design inspirations. A sensory analysis was conducted with untrained evaluators, who reported their impressions based on the tactile, visual, and olfactory characteristics of the bioleather. These reports were then compared to descriptions of materials widely used in the apparel and accessories industry. The results revealed a diverse range of sensory perceptions concerning the visual and tactile textures of the bioleather, with frequent mention of the characteristic odor of BC. The associations made included comparisons with materials such as paper, natural and synthetic leather, leaves, wood, fabric, plastic, and ceramics. The data collected confirms the potential of BC bioleather as a nanotechnological material with broad industrial applicability. In addition to its relevant physicochemical properties, it stands out for its sustainable production and low environmental impact upon disposal, positioning it as a promising alternative for the fashion market.

KEYWORDS

Bacterial cellulose, Biotextile, Biotechnology, Sustainable fashion, Design

CONTATO: Andréa F. S. Costa – *andreafscosta@hotmail.com*

© 2025 – Revista Design & Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

A indústria da moda desempenha um papel significativo no desenvolvimento econômico e social de um país, configurando-se como um dos maiores setores industriais globalmente. No entanto, assim como ocorre em diversos setores de alcance mundial, muitos processos produtivos da moda mostram-se incompatíveis com os princípios da sustentabilidade (Costa et al., 2021).

No cenário tecnológico atual, a produção de artefatos na cadeia produtiva têxtil e do vestuário utiliza, de forma indiscriminada, fibras naturais e sintéticas, materiais têxteis, água, corantes e outros produtos químicos durante a confecção e o beneficiamento dos tecidos. Além disso, surgem diversos problemas ambientais, como a emissão de gases tóxicos, o acúmulo de lodo têxtil residual, o descarte inadequado de resíduos industriais e, ao final da cadeia, a destinação de peças de vestuário — novas ou usadas — a aterros sanitários ou a países em desenvolvimento. O acúmulo desses refugos têxteis acarreta sérios riscos à saúde humana, à fauna e à flora (Shafiea et al., 2021; McNeill et al., 2019).

Diante desse panorama, diversos atores sociais — como profissionais da indústria, membros da comunidade científica e consumidores conscientes — têm se empenhado em identificar estratégias para mitigar os impactos ambientais provocados pela cadeia produtiva da moda. Entre as abordagens mais exploradas destacam-se os estudos em novos materiais e na biotecnologia, voltados à busca por técnicas e insumos naturais, biocompatíveis, e inspirados na biomimética, com o objetivo de ampliar o leque de matérias-primas sustentáveis (Costa et al., 2021; Silva Jr. et al., 2022).

Nesse novo contexto, a celulose bacteriana (CB) destaca-se como um biomaterial que apresenta características sustentáveis e excelentes propriedades para aplicações na área têxtil (Silva Jr. et al., 2022). Pesquisas sobre biotecidos e biocouros têm apontado a CB como um possível substituto — ou complemento — de materiais usados em superfícies de revestimento para vestuário e acessórios. A escolha de matérias-primas que não causem danos significativos ao meio ambiente é fundamental, especialmente considerando o compromisso de longo prazo com a produção e a promoção de um desenvolvimento humano sustentável (Ferrari et al., 2022).

A produção de biomateriais é um processo complexo e inovador que se mostra viável para o desenvolvimento de produtos que aliem estética contemporânea e funcionalidade, permitindo que profissionais das áreas têxteis e do design de moda explorem novas possibilidades criativas (Souza et al., 2021; Galdino Jr. et al., 2019). Essa abordagem diferenciada não oferece apenas soluções para os desafios da geração atual, mas também considera as necessidades das futuras gerações. Dessa forma, é imprescindível que todas as fases do processo produtivo — inclusive as etapas de finalização — sejam avaliadas com critério, a fim de garantir impactos ambientais reduzidos e contribuir para uma indústria da moda mais sustentável (Costa et al., 2021).

Nesse cenário, o público consumidor também tem demonstrado crescente valorização por práticas de consumo consciente, o que reforça a importância de produtos que reflitam um estilo de vida responsável, com menor impacto ambiental e social (Costa et al., 2021; Silva Jr. et al., 2022). O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) identificou a moda sustentável como um setor com alto potencial de crescimento global, prevendo um aumento de mercado de 6,3 bilhões de dólares em 2019 para 8,2 bilhões em 2023. Esse crescimento é respaldado por um relatório da empresa de pesquisa Research and Markets, e corroborado pela Economist Intelligence Unit (EIU), que identificou um aumento de 71% nas buscas por produtos sustentáveis em plataformas de e-commerce nos últimos cinco anos (Moda, 2022). Esses dados apontam para a urgência de investimentos em pesquisa e desenvolvimento voltados à inovação de matérias-primas, produtos e processos, de forma a viabilizar uma moda menos impactante ambientalmente.

Assim, os designers desempenham um papel essencial na pesquisa e aprimoramento de técnicas de produção e beneficiamento de biotêxteis e biocouros derivados da celulose bacteriana, buscando aumentar sua usabilidade e desenvolver artefatos com valor simbólico e estético. Para a criação de produtos sustentáveis, é fundamental que as etapas sejam bem definidas desde o planejamento até a comercialização (Galdino Jr. et al., 2019).

A formação de equipes multidisciplinares é estratégica nesse contexto, reunindo profissionais de diferentes áreas responsáveis por selecionar matérias-primas, insumos, processos produtivos, estratégias de distribuição e métodos de descarte ao fim do ciclo de vida do produto. No setor de vestuário, o domínio sobre a origem e propriedades dos materiais, a produção de fios e filamentos, a tecelagem e o beneficiamento são determinantes para que uma peça tenha não apenas valor estético, mas também valor simbólico e sustentável (Silva Jr. et al., 2022; Costa et al., 2018).

A integração de conhecimentos e práticas sustentáveis na cadeia produtiva da moda é, portanto, essencial para garantir que as inovações atendam não só às demandas do mercado, mas também contribuam para um impacto positivo no meio ambiente e na sociedade. Ao priorizar a sustentabilidade, a indústria da moda se posiciona como agente transformador e lidera a transição para um futuro mais responsável.

Além das práticas produtivas, o comportamento dos consumidores exerce papel central na consolidação de uma moda mais ética. A atuação consciente dos consumidores pode estimular designers, fornecedores de matérias-primas, indústrias e varejistas a revisarem seu compromisso com a sustentabilidade (Salcedo, 2014; Deschamps, 2017).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a percepção dos consumidores em relação às propriedades estéticas do biomaterial produzido a partir de celulose bacteriana, considerando sua aplicação em artefatos com valor de moda como substitutivo de tecidos e couros habituais. Assim, análise da percepção dos usuários sobre esse biomaterial permite explorar seu potencial para integrar inovação, estética e sustentabilidade na criação de produtos alinhados aos princípios do design responsável.

2. CELULOSE BACTERIANA

Sob uma perspectiva voltada para soluções sustentáveis e menos convenientes, Sederavičiūtė (2019) e Amorim et al. (2020) destacam a celulose bacteriana (CB) como uma inovação de elevado potencial, descrita por ser uma matéria-prima ecológica e altamente renovável, com múltiplas aplicações industriais. Produzida por fontes orgânicas e por microrganismos não patógenos, a CB possui excelentes propriedades mecânicas, o que a torna uma alternativa viável para a substituição de tecidos e couros tradicionais. Além disso, devido à sua biocompatibilidade, pode ser considerada uma "segunda pele", uma vez que não causa reações adversárias quando em contato com o corpo humano. Essas características fazem da CB uma fonte de inspiração para diversos projetos de design e despertam grande interesse por suas aplicações na indústria de artefatos com valor de moda como matéria-prima de baixo impacto ambiental.

Vale destacar que há diferenças significativas entre a Celulose Vegetal (CV) e a Celulose Bacteriana (CB), especialmente em termos de aparência e capacidade de retenção de água nas fibras. Enquanto a CV possui uma

estrutura fibrosa mais desidratada, a CB se assemelha a um gel devido ao seu alto teor de água. No entanto, ambas as divisões têm a mesma composição química e os mesmos grupos funcionais (Costa et al., 2017).

A CV é bastante utilizada industrialmente, mas a produção e beneficiamento eleva os impactos ambientais nas etapas do plantio, colheita e beneficiamento, como por exemplo, nas fibras de algodão e de linho. Enquanto isso, a CB pode ser produzida por insumos químicos e resíduos agroindustriais, minimizando o custo de produção e os impactos ambientais (Mohamad et al. 2022; Lin et al. 2022). Esta está caracterizada por sua natureza de fibrilas nanométricas que apresenta propriedades superiores quando comparada à CV. Ademais, a CB pode vir a ser sintetizada em um espaço curto de tempo, a sua produção não depende de condições climáticas, e matérias-primas podem ser utilizadas como meio de fermentação. Além disso, a purificação da CB pode ocorrer por meio de processos simples, onde o biomaterial apresenta uma elevada pureza (Duarte et al., 2019).

A produção de CB acontece com a fermentação de uma cultura simbiótica de bactérias com leveduras em meio nutriente ácido com os monossacarídeos como glicose, frutose e glicerol (Costa et al., 2018; Camere et al., 2018; Iguchi et al., 2000).

São abordadas quatro categorias: a biologia aumentada, a ficção biodesign, a biofabricação digital e o design crescente que formam essa junção entre biologia e design. Os autores acima citados destacam ainda que, os designers fazem a união entre ferramentas biológicas com as tecnologias computacionais avançadas, em formato digital com condutas sobre biofabricação (Camere et al., 2018; Camere & Karana et al., 2017; Costa et al., 2017).

Considerando a crescente demanda por materiais que aliam resistência e sustentabilidade, a CB destaca-se como uma alternativa viável para substituir materiais tradicionais de alto impacto ambiental. Costa et al. (2017) enfatizam que a CB possui propriedades ideais para a indústria têxtil, destacando-se como uma matéria-prima viável para o desenvolvimento de produtos inovadores e sustentáveis em diversas áreas do conhecimento (Costa et al., 2021; Amorim et al., 2020). A Figura 1 ilustra as peculiaridades da CB, que é utilizada em áreas como embalagens, setor biomédico, cosméticos e produtos têxteis, destacando seu potencial inovador.

Essas propriedades tornam a CB uma alternativa voltada para a criação de biocouros e biotêxteis, atendendo às crescentes exigências do mercado por materiais que alinhem qualidade funcional e valor estético com um compromisso ambiental. Assim, a CB surge como uma resposta para os desafios da sustentabilidade na moda, integrando inovação e responsabilidade ambiental no desenvolvimento de produtos disruptivos.



Figura 1 Diferentes áreas e aplicações de exemplos industriais da CB (Fonte: Elaborado pelos autores).

3. BIOTÊXTIL

Os biotêxteis são materiais formados por uma rede de fibras naturais que resultam em uma superfície estruturada e resistente. Esses materiais podem ser produzidos como biocompósitos com matriz polimérica têxtil, muitas vezes incorporando suporte de outras fontes naturais para aprimorar suas propriedades e minimizar os impactos ambientais.

Os biotêxteis surgem como uma solução de inovação dentro da área têxtil, de vestuário e de moda, sendo produzidos a partir da síntese de celulose por microrganismos como bactérias, leveduras e fungos. Esses biomateriais, reconhecidos pela biotecnologia como os "tecidos do futuro" destacam-se pelo seu potencial sustentável e biotecnológico (Costa et al., 2017; Silva et al., 2022).

Os biomateriais de CB podem ser resultado de processos químicos e físicos de formação de blendas polimérica ou compósito com incorporação de metais, ligas metálicas, cerâmicas, tecidos, corantes, ativos farmacológicos e polímeros têxteis utilizando técnicas físico-químicas (Costa et al., 2017; Amorim et al., 2020).

Os métodos utilizados para a produção da CB podem ser conduzidos em condições de culturas agitadas e/ou estáticas, e a escolha de cada método influencia na sua aparência. Culturas estáticas possibilitam a formação de membranas de CB de superfície uniforme que tem aparência semelhante ao couro branco de origem animal, enquanto por agitação o resultado são massas irregulares com aspecto de esferas. A escolha para o método de produção depende da aplicação da CB, pois os produtos podem apresentar aspectos distintos quanto às características físicas, morfológicas e mecânicas. Algumas variáveis devem ser consideradas no processo de produção, são elas, nutrientes, a cepa bacteriana, o pH, o suprimento de oxigênio, a composição da cultura, os meios e o tempo de fermentação (Silva et al., 2021, Souza e Santos et al., 2021; Wang et al., 2019). A *Acetobacter xylinum* é o microrganismo que se destaca em pesquisas sobre o cultivo da CB utilizando meios de cultura contendo, 100% de compostos químicos sintéticos ou meios formulados com adição de resíduos agroindustriais para substituir algumas fontes de nutrientes de origem sintética.

A SCOBY (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast) de Kombucha é uma comunidade simbiótica de microrganismos utilizada na produção da CB em um meio de cultura formulado com água, sacarose, folhas processadas da *Camellia sinensis* (chá verde ou preto). A Kombucha é uma cultura bastante promissora pois, apresenta um excelente rendimento, conseguindo produzir películas de CB com tamanho determinado pelo recipiente com uma espessura entre 3 e 5 cm, em 10 dias de cultivo, além de apresentar resistência ao ataque de microrganismos oportunistas como os fungos. Essa produção rápida do biomaterial é bastante interessante para atender ao ritmo de produção da indústria da moda e a produção em artefatos com valor sustentável (Silva Jr et al. 2021; Mihaleva, 2020).

Vale destacar que os microrganismos despertam interesse na biofabricação, sendo a CB ressaltada como um potencial alternativo para a produção de biotêxteis e de biocouros, visando atender ao mercado na fabricação de vestuário com o foco em desenvolvimento sustentável. Comparando o volume menor de água para o cultivo e o processo de fabricação das fibras de origem natural e de origem celulósica e proteicas. A película de CB após as etapas de purificação e neutralização, apresenta semelhança com o couro de origem animal e pode ser usada na produção de acessórios e peças de vestuário (Jones, 2020). A película de CB é formada por nanofibras de celulose classificando-se como nanocelulose, que apresenta uma elevada pureza e cristalinidade. Na produção dos

filamentos ou fios, a nanocelulose pode servir como o elemento chave para filamentos de diâmetro submicrônico ou pode atuar como agente de reforço para estruturas de nanocompósitos com capacidade de resistência mecânica (Bierhalz et al., 2021).

No desenvolvimento de novos materiais biológicos que atendam o mercado e consumo na moda, a designer Suzanne Lee, pode ser considerada pioneira na temática por meio do projeto BioCouture no Reino Unido. Lee trabalhou com estudiosos das áreas de biotecnologia e nanotecnologia para desenvolver tecidos com a CB para seus experimentos. Foi utilizado Kombucha para produzir as películas que, após a interrupção do crescimento, foram lavadas com água e sabão e depois secas em temperatura ambiente sob uma superfície de madeira. Quando seco, o produto adquiriu uma textura fina como papel transparente ou como uma folha fina e flexível. A designer de moda já desenvolveu projetos de peças como jaquetas, sapatos, camisas e saias com o biomaterial. As cores observadas em suas peças foram resultado de tingimento, que utilizou corantes com substâncias naturais (Lima et al., 2021; Lee, 2020; Grushkin, 2015).

Bierhalz et al. (2021) destacam o avanço expressivo das pesquisas competitivas voltadas à aplicação da nanotecnologia na indústria têxtil e da moda. Nanomateriais como óxidos metálicos e nanotubos de carbono têm sido utilizados em substratos têxteis convencionais para conferir propriedades funcionais, como atividade antimicrobiana, proteção contra radiação ultravioleta, retardância à chama e efeito autolimpante. Além dessas funcionalidades, a nanotecnologia tem se mostrado promissora na modificação e aprimoramento das características físico-químicas de fibras, tecidos e revestimentos, podendo atuar em associação ou substituição a materiais derivados do cupramônio — complexo divalente de cobre com amônia, largamente conhecido como fibra de Rayon ou cupro — e de polímeros plásticos. Essa abordagem visa melhorar parâmetros como resistência mecânica, maciez ao toque, capacidade de tingimento, solidez à cor, durabilidade e até mesmo a degradabilidade dos materiais.

Nesse contexto, a nanocelulose, especialmente a CB, destaca-se como um recurso versátil, aplicável tanto como material isolado quanto em composições híbridas, como blendas e compósitos poliméricos. A CB apresenta desempenho superior em propriedades mecânicas, evidenciando elevada resistência à tração, elasticidade, capacidade de alongamento e módulo de Young, mesmo apresentando baixa densidade. Essa combinação resulta em uma elevada relação força/massa, o que confere ao material maior resistência a desgastes e fraturas (Galdino Jr. et al., 2019; Silva Jr. et al., 2022). As nanofibras que compõem sua estrutura tridimensional proporcionam uma matriz robusta e adaptável, tornando o biomaterial de CB altamente promissor para aplicações tecnológicas avançadas no setor têxtil e de moda.

Em contraponto, as principais dificuldades para a produção de CB estão relacionadas ao alto custo para o meio de cultivo utilizando compostos sintéticos e produtividade em escala industrial. Por isso, estudos relevantes realizando a manipulação genética de cepas de microrganismos produtores da biocelulose visam aumentar a produtividade (Pereira, 2019; Costa et al., 2017).

Em relação à versatilidade do biopolímero, quando misturado com agentes biodegradáveis e não poluentes como os corantes vegetais, apresentam-se chances de fornecer produtos que sejam sustentáveis e ambientalmente amigáveis, qualificados e capazes de atender às demandas do mercado e necessidades em escala mundial (Nascimento, 2022; Costa et al., 2019).

Conforme destacam Amorim et al. (2020) toda CB se torna nanocelulose, uma vez que as bactérias produzem fibrilas de nano escala. Além disso, diversas propriedades são observadas na nanocelulose, onde se nota um potencial altíssimo para a preparação de compósitos poliméricos, por apresentar aspectos positivos como a baixa densidade, não ser tóxico e apresentar um custo baixo quando comparado a outros polímeros sintéticos. Porém ainda existem desvantagens, tais como, a ligação interfacial carente e uma elevada retenção de água.

Fibras de celulose estão sendo utilizadas como reforço na produção de compósitos. Entretanto, procedimentos de extração e etapas de modificação dos biopolímeros derivados da celulose e nanocelulose estão sendo aprimorados para que estes sejam utilizados como material composto por vários polímeros (Amorim et al., 2020; Sharma et al., 2019). Tais modificações, requerem regulações na química da nanocelulose ou devem ser reguladas por certos grupos funcionais em sua superfície, sendo essas adaptações capazes de transformar moléculas simplificadas em misturas com polímeros complexos ou compósitos. Ajustes por meio de grupos de hidroxila são capazes de aumentar o potencial para grandes aplicações, onde o objetivo principal é melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos (Amorim et al*.,* 2020; Abu Shammala Mao et al., 2019).

Os biomateriais apresentam um forte potencial dentro do universo tecnológico com concepções avançadas, onde seus materiais cada vez mais são apresentados ao mercado (Bell, 2011). A indústria da moda tem um histórico de exploração de recursos não renováveis, e esses atos geram grandes consequências prejudiciais ao meio ambiente. Os danos provocados passam na grande maioria das vezes despercebidos diariamente pelas pessoas, mas os impactos não deixam de ser intensos e, em vista disso, novas marcas visam reduzir o impacto (Lopes, 2019). Desta forma, a produção de nanocelulose por ação microbiana visa uma produção voltada para a sustentabilidade com potencial de ganha destaque e notoriedade.

Assim, como ressalta Mihaleva (2020), a utilização de biomateriais decorrentes de bactérias vivas causa impacto biotecnológico e abre possibilidades de explorações únicas para o futuro dos têxteis biodegradáveis. Seguindo esta linha de pensamento, a CB apresenta propriedades físicas e mecânicas (tração, alongamento, rigidez, flexibilidade) singulares que não aparecem em outros biomateriais. A produção das redes de nanofibras de CB possibilita uma visão microscópica com variações de cristalinidade e na porosidade, tendo em vista que a estrutura geométrica do arranjo fibroso é única para cada película (Amorim et al., 2020; Stumpf et al., 2018).

Com base nessa perspectiva de redução de impactos, a nanocelulose é um material inovador e biodegradável, pesquisadores têm explorado suas possibilidades de desenvolvimento e processos de produção, e empresas cogitam se tornarem produtoras de biomateriais de nanocelulose, por acreditarem que seja o material do futuro (Cunha, 2017; Costa et al., 2007).

Ademais, a CB, devido às suas características nanométricas, elevada porosidade e alto grau de cristalinidade, apresentam excelente capacidade de incorporação de corantes, sejam eles de origem sintética ou natural. Estudos com técnicas de microscopia e difração de raios X confirmam a ancoragem dos corantes tanto na superfície quanto no interior das nanofibras, evidenciando a eficiência do processo de tingimento. A fixação dos corantes ocorre por meio de interações físico-químicas específicas, as quais garantem a

uniformidade, tonalidade e estabilidade das cores no biomaterial.

Um dos principais diferenciais desse processo é seu reduzido impacto ambiental. A aplicação de corantes em películas de CB requer volumes significativamente menores de água e insumos químicos em comparação aos métodos convencionais utilizados na indústria têxtil, resultando em uma menor carga poluente nos efluentes gerados (Costa et al., 2019; Silva Jr. et al., 2022; Bierhalz, 2021; Aragão et al., 2020).

A Figura 2, a seguir, apresenta um conjunto de palavras-chave extraídas de publicações científicas, que evidenciam as linhas de pesquisa e potenciais aplicações da CB em diferentes segmentos industriais, destacando sua versatilidade como biomaterial funcional.

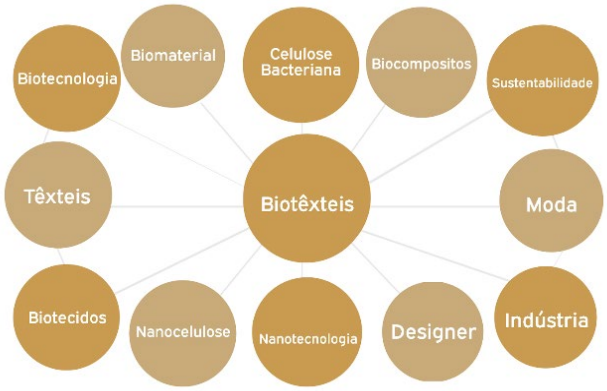


Figura 2 Painel com palavras-chave para facilitar os processos da CB (Fonte: Elaborado pelos autores, 2023).

Assim, a CB se apresenta como um material sustentável de elevado valor estético e simbólico dentre as superfícies de cobrimento para o mercado de artefatos com valor de moda.

4. BIOCOURO

Superfícies de cobertura como plásticos, peles e couros são amplamente empregadas como matérias-primas na produção de roupas e acessórios de moda. Os plásticos, que são obtidos sinteticamente, são fabricados a partir de processos físicos e químicos que utilizam polímeros derivados do petróleo como matéria-prima. As peles referem-se às superfícies de cobertura obtidas de animais após a morte, sendo compostas por pele e pelos. Por outro lado, o couro é a derme do animal, caracterizada por sua estrutura robusta resultante do arranjo de fibras elásticas que confere durabilidade e resistência (Udale, 2015; Costa et al., 2018).

Couros de origem animal são utilizados na produção de diversos produtos de vestuário e acessórios com valor de moda. As peles e os couros podem ser obtidos de diversas espécies, incluindo bovinos, caprinos, suínos, répteis e aves (Ferreira, 2015). A indústria do couro realiza muitos processos durante as etapas de beneficiamento do mesmo, nos quais são utilizados grandes volumes de água e produtos químicos. Esses insumos são essenciais para aprimorar as características do couro, adequando-o às exigências do setor de moda. A flexibilidade, impermeabilidade e maleabilidade são propriedades otimizadas para garantir a usabilidade e o apelo estético dos artefatos destinados ao consumo de moda (Braga, 2007; Câmara, 2007). Diante disso, é perceptível que as etapas de produção do couro geram grandes impactos ambientais, desde o consumo de água, materiais, produtos químicos e energia. Com isso, esse processamento do couro produz uma elevada carga poluente, pois muitos resíduos tóxicos são lançados no meio ambiente (Brito, 2013).

A criação e a redução de milhões de animais para abastecer a indústria de peles e couro representam práticas ineficientes e cruéis, além de gerarem um impacto ambiental significativo. Garcia e Prieto (2018) apontam que, para produzir um único par de botas de couro, são necessários 50,2 m² de terra e 25.000 litros de água. Diante dessa realidade, as discussões sobre moda sustentável e ecológica têm se tornado cada vez mais relevantes em diversas áreas de pesquisa, especialmente no que tange à identificação de materiais que possam substituir o couro convencional. Nesse contexto, os biocouros se destacam como uma alternativa ecológica promissora e *eco friendly* (Albuquerque et al., 2020, Silva Jr. et al., 2022). Gupta (2021) e Hyunjin (2022) destacam o biocouro de CB como uma alternativa viável ao abate excessivo de rebanhos para a obtenção de couro. Esse biomaterial é produzido a partir de fontes naturais e renováveis, priorizando a sustentabilidade na seleção de matérias-primas, processos de produção e beneficiamento (Costa et al., 2010; Silva et al., 2020). Além de ser fundamentado em práticas sustentáveis, os biocouros apresentam a vantagem de ser biodegradável, contribuindo para a redução do desperdício de resíduos têxteis (Garcia e Prieto, 2018). Entre as fontes de biocouro atualmente mais conhecidas, destacam-se o abacaxi, o cogumelo, a água-viva, a cortiça e a biocouro de CB (Kim et al., 2021; Costa et al., 2019; Mestre et al., 2011).

5. MODA E SUSTENTABILIDADE

A moda com atitude sustentável ou ética surge como uma resposta promissora à devastação ambiental e social resultante da utilização de métodos tradicionais de produção em vestuário e acessórios (Mukherjee et al., 2015). A escolha de matérias-primas e materiais que apresentam um impacto ambiental reduzido e que geram menos substâncias destaca-se como uma abordagem fundamental para a produção de vestuário, calçados e acessórios, orientada para o futuro do planeta e das próximas gerações na busca por uma prática sustentável (Costa et al., 2021; Shafiea et al., 2021; Deschamps et al. 2017). Nesse contexto, Mukherjee et al. (2015) enfatizam a importância da moda ética, que depende intrinsecamente do consumo consciente por parte dos consumidores/usuários.

A moda ética desempenha um papel fundamental quando se estuda sustentabilidade para a área têxtil, pois, promove modelos de responsabilidade social empresarial e práticas ambientais em toda a cadeia de suprimentos. Mukherjee (2015) observa que a indústria têxtil é abastecida por fibras que podem ser de origem natural ou química, incluindo opções artificiais e sintéticas. No entanto, é importante considerar que nem todos os tecidos feitos de fibras naturais são, de fato, sustentáveis. Um exemplo notório é o algodão convencional, que se destaca como um dos produtos mais poluentes do mundo e frequentemente associado a práticas de trabalho escravo. Nesse contexto, Mäby Dutra, fundadora da empresa DaCosta Verde, enfatiza que o algodão orgânico certificado, especialmente aquele que possui o selo Global Organic Textile Standard (GOTS), representa uma alternativa viável. Segundo a Global (2022), as fibras orgânicas são matérias-primas que protegem tanto os agricultores quanto a biodiversidade, podendo ter origem vegetal ou animal. Eles seguem os princípios da agricultura orgânica, promovendo a saúde dos ecossistemas, dos solos e das pessoas, sem a utilização de pesticidas.

Atualmente, muitas roupas são produzidas com tecido de composição mista (fibras naturais e químicas). As fibras sintéticas como poliéster, poliamida e elastano se destacam na produção de produtos têxteis por apresentarem um custo baixo em relação às fibras naturais, elevada durabilidade, resistência e são de fácil manutenção, se tornando uma solução

atrativa para confeccionistas e consumidores. No entanto, a produção de fibras químicas ainda gera muita poluição e dificuldade para serem recicladas (Mukherjee et al., 2015; Luz et al. 2007).

A grande quantidade de produtos fabricados e descartados pela cadeia têxtil e de confecções precisa ser avaliada, pois o seu impacto ao meio ambiente está sendo pesquisado em publicações sobre a Análise do Ciclo de Vida (ACV) que elenca todas as etapas, materiais e produtos envolvidos nas fases de produção, distribuição, uso e descarte do produto (Aragão et al., 2020). Os estudos sobre ciclo de vida avaliam os impactos sobre o ambiente natural e o social tendo em vista que, o processo de produção envolve a exploração desses dois ambientes (Costa et al., 2021).

A reflexão sobre a moda ética deve centrar-se na colaboração entre designers, fabricantes e consumidores, com o compromisso de atender às necessidades e desejos dos últimos em relação ao conforto, qualidade, valor, estética e significado simbólico do vestuário, ao mesmo tempo em que se busca a minimização dos impactos ambientais. É imperativo que os fabricantes reavaliem seus processos produtivos, adotando práticas que priorizem a sustentabilidade. Por sua vez, os consumidores precisam reconsiderar seus padrões de consumo, certificando-se de que a utilização de vestuário pode influenciar tanto os ambientes quanto às culturas (Salcedo, 2014; Gwilt, 2014). De acordo com Deschamps (2017) e McNeil e Moore (2015), a produção de roupas de forma sustentável não apenas reduz os efeitos negativos ao meio ambiente, mas também oferece oportunidade de pensar sobre o consumo consciente.

6. DESIGN E BIOMATERIAIS

O Design é um processo estratégico de resolução de problemas que busca a inovação como meio para desenvolver produtos e serviços voltados à melhoria da qualidade de vida dos usuários, levando em consideração suas experiências individuais e coletivas (World Design Organization, 2015). Neste contexto, a interdisciplinaridade do Design se destaca ao possibilitar conexões com diversas áreas do conhecimento. Essa integração favorece a criação de soluções inovadoras por meio da combinação entre criatividade, sensibilidade estética e competências técnicas, contribuindo para a abordagem de problemas complexos de forma mais eficaz.

Embora o Design e a Biologia sejam áreas tradicionalmente distintas, suas inter-relações têm se intensificado por meio de abordagens como o Growing Design, que propõe a convergência entre princípios biológicos e estratégias projetuais. Essa perspectiva resulta no desenvolvimento de produtos ecologicamente responsáveis, utilizando materiais obtidos a partir de organismos vivos. Assim, ampliam-se as possibilidades para a criação de projetos que não apenas atendem aos critérios estéticos e funcionais do design contemporâneo, mas que também incorporam práticas ecofriendly em sua essência (Amorim et al., 2020).

Na busca por soluções sustentáveis, os designers vêm explorando a autoprodução de materiais com uma abordagem criativa e inovadora, seja por meio de práticas do tipo faça você mesmo (DIY), seja pela utilização de técnicas que variam da biotecnologia a métodos artesanais, desenvolvendo materiais autorais que expressam visões estéticas singulares e favorecem a sustentabilidade na cadeia produtiva da moda. A interseção entre design e biotecnologia transforma os processos de criação e fabricação, promovendo práticas mais éticas, conscientes e ambientalmente responsáveis (Camere et al., 2018; Rognoli et al., 2015; Costa et al., 2021; Silva Jr. et al., 2021).

Pesquisadores de diversas áreas, incluindo Design, vêm aprimorando as técnicas de produção e beneficiamento das películas de celulose bacteriana (CB) para que esse biomaterial atenda aos requisitos técnicos exigidos pela indústria da moda e do vestuário. No entanto, ainda são necessários estudos voltados à avaliação de diferentes dimensões do conforto — psicológico, ergonômico, sensorial e funcional — a fim de garantir que o biocouro de CB satisfaça as expectativas dos consumidores quanto à usabilidade e à experiência de uso (Broega e Cabeço, 2020). Algumas investigações já resultaram na criação de protótipos de produtos de moda utilizando biomateriais, cujas superfícies apresentam semelhanças com materiais tradicionalmente utilizados, como couro animal, pelica, camurça e couro sintético, demonstrando seu potencial estético e funcional (Costa et al., 2018; Myers, 2012).

Além do notável trabalho da designer britânica Suzanne Lee, que desde a década de 2000 pesquisa o uso de biotecidos produzidos com celulose bacteriana, desenvolvendo peças conceituais — jaquetas, saias, camisas e calçados , no Brasil, destaca-se a iniciativa da startup Biotcam (2019), que desenvolve roupas a partir do SCOBY da Kombucha. A produção foi realizada nos laboratórios da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), utilizando recursos naturais como açúcar e água. Os experimentos confirmaram que, para a obtenção de um material com propriedades semelhantes às do couro, o volume de água necessário é significativamente inferior ao utilizado na produção têxtil convencional. No entanto, um dos principais desafios associados ao uso do biocouro permanece sendo a garantia de reprodutibilidade e a escalabilidade dos processos produtivos. Atualmente, os biocouros já são aplicáveis à criação de acessórios e peças exclusivas de vestuário, embora a produção em larga escala ainda dependa de maiores investimentos e avanços em pesquisa (Inspira Mais, 2020; Costa et al., 2018).

7. MATERIAIS E MÉTODOS

No sentido da realização desta investigação, cabe destacar que a pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como uma abordagem voltada à compreensão detalhada dos significados e das características situacionais dos fenômenos estudados (Richardson, 2015). Para este estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico em fontes como artigos, livros, monografias, dissertações e teses, que embasaram teoricamente a discussão sobre a integração entre moda e biotecnologia.

Tendo como objetivo avaliar a percepção estética de consumidores frente ao biocouro de celulose bacteriana (CB), o desenvolvimento metodológico foi dividido em sete etapas. Essas etapas contemplaram desde a obtenção do material e sua caracterização inicial, até a realização de análises sensoriais e a interpretação dos dados coletados, garantindo a coerência entre o percurso metodológico e os objetivos propostos.

Etapa 1 – O biomaterial de CB utilizado na pesquisa foi doado pelo Grupo de Pesquisa em Celulose Bacteriana do Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI), localizado em Recife, Pernambuco, Brasil.

Etapa 2 – Foi elaborado um mapa mental sobre o biomaterial, com base em um processo de brainstorming, abordando características técnicas e sensoriais, além de possíveis aplicações nos campos do design, moda e têxteis.

Etapa 3 – Foram identificados produtos com valor de moda já desenvolvidos de forma empírica, ou seja, sem fundamentação científica formal, mas utilizando o biomaterial de CB a partir de percepções táteis e visuais (textura e cor).

Etapa 4 – Organizou-se um painel com materiais similares ao biocouro de CB, selecionados com base em aproximação de

textura e toque, como referência comparativa para análise posterior.

Etapa 5 – Foi apresentado um painel de inspiração contendo materiais que, embora similares ao biocouro de CB, foram desenvolvidos com fundamentos técnicos sólidos, incluindo propriedades físicas, químicas e estéticas compatíveis com a proposta de moda sustentável.

Etapa 6 – A análise sensorial foi conduzida com base na metodologia descrita por Broega e Cabeço (2020) e adaptada por Queiroz et al. (2021), utilizando fichas de avaliação estruturadas em formato de questionário. A análise sensorial, segundo a Norma Portuguesa 4263 (1994), consiste no "exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos", sendo as propriedades organolépticas aquelas perceptíveis por meio dos sentidos humanos.

Foram utilizadas 17 amostras de biocouro de CB, com dimensões aproximadas de 10 × 15 cm (Figura 3), doadas pelo IATI. Essas amostras apresentaram variações em textura e coloração. As amostras 1, 8, 12 e 13 estavam na cor natural, com diferenças táteis e visuais distintas entre si. Já as amostras 2, 4, 5, 7 e 10 foram tingidas com corantes sintéticos, enquanto as demais foram tingidas com extratos vegetais. As variações de textura e cor foram intencionalmente exploradas para ampliar a gama de estímulos sensoriais.

As amostras foram apresentadas a 20 avaliadores não treinados, sendo 80% do sexo feminino e 20% do sexo masculino, com idades entre 18 e 49 anos e níveis de escolaridade entre o ensino fundamental incompleto e o ensino superior incompleto, todos residentes em municípios do interior de Pernambuco. A escolha por avaliadores não treinados justifica-se pelo interesse em captar percepções espontâneas e autênticas, representativas do público-alvo da moda sustentável, o que é comum em pesquisas de caráter exploratório.

Durante a análise, os participantes tiveram os olhos vendados para avaliar as propriedades táteis e olfativas do biocouro. Posteriormente, com a venda removida, realizaram uma segunda rodada de avaliações, dessa vez considerando também as características visuais das amostras.

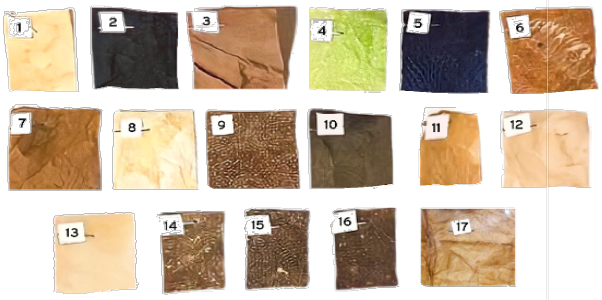


Figura 3 Amostras de biocouro de CB, naturais e tingidas, utilizadas na análise sensorial (Fonte: Elaborado pelos autores, 2023).

Etapa 7 – Os dados coletados por meio das fichas de avaliação sensorial foram sistematizados e analisados qualitativamente. As percepções relatadas pelos avaliadores foram agrupadas em categorias temáticas — como associações visuais, impressões táteis, odores percebidos e relação com materiais convencionais — e comparadas com os conceitos discutidos na revisão de literatura. Esse cruzamento permitiu verificar a correspondência entre as propriedades percebidas no biocouro de CB e os critérios estéticos e simbólicos valorizados na moda contemporânea.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos sobre biocouros revelaram um avanço significativo na busca por materiais alternativos que possam substituir as matérias-primas utilizadas na produção de produtos de moda. Conforme destacado por Brito (2013), a indústria do couro libera resíduos tóxicos que causam destruição do ecossistema e danos à saúde humana.

As investigações realizadas enfatizam não apenas a necessidade de inovações sustentáveis, mas também o potencial dos biocouros em atender às demandas estéticas e funcionais dos consumidores. Os resultados demonstram que esses novos materiais não são apenas controlados pelos efeitos adversos da produção convencional, mas também apresentam características sensoriais que podem ser aprimoradas para garantir conforto, durabilidade e apelo visual.

Assim, a análise sensorial dos biocouros se configura como uma etapa fundamental para garantir sua acessibilidade no mercado, contribuindo para a transformação da indústria da moda em direção a práticas sustentáveis.

O biocouro surge como uma alternativa promissora segundo Garcia e Prieto (2018), que o registram como um biomaterial sustentável com grande potencial para a produção de diversos produtos, incluindo roupas, calçados e outras aplicações. Essa inovação não apenas confere valor ético e funcional aos artesãos, mas também reflete um compromisso com práticas mais responsáveis na indústria da moda. Assim, o biocouro representa uma oportunidade significativa de alinhar design, sustentabilidade e ética na produção. Observando a Figura 4, são apresentadas peças de vestuário criadas por designers de moda que estão explorando a concepção de artefatos inovadores. Essas peças são elaboradas a partir do biocouro de CB, desenvolvidos empiricamente por meio do uso de SCOBY de Kombucha e resíduos de fabricação de vinho.

As peças de vestuário apresentadas não apenas refletem as características do biocouro, mas também exemplificam a inovação no design sustentável ao converter subprodutos em materiais valiosos para a indústria da moda. Dessa forma, a utilização do biocouro expande as possibilidades criativas, destacando um compromisso com a redução de resíduos e a incorporação de novos materiais.

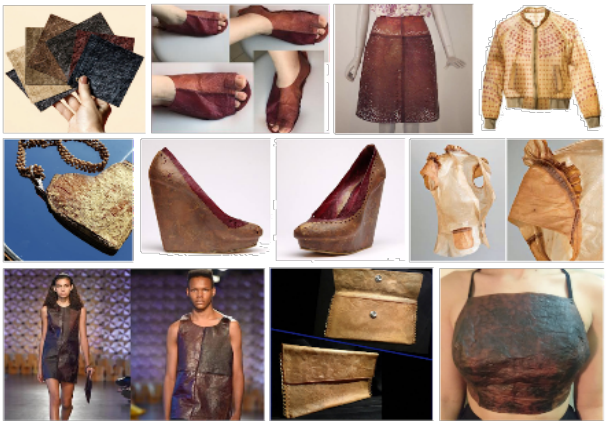


Figura 4 Artefatos produzidos com a película de CB (biocouro) em diferentes aplicações em produtos com valor de moda (Fonte: Elaborado pelos autores).

Um painel de materiais similares foi desenvolvido, considerando que o biocouro de CB é um material promissor para aplicação na área têxtil e acessórios de moda, além de ser utilizada como matéria-prima para o desenvolvimento de uma vasta gama de produtos e diferentes áreas de atuação (Costa, et al., 2021; Jones, 2020). Na Figura 5, são comparadas as características visuais e táteis do plástico e do couro sintético com artefatos confeccionados a partir do filme de CB, evidenciando as semelhanças.



Figura 5 Materiais similares ao biocouro, nos aspectos, textura e toque da película de CB (Fonte: Elaborado pelos autores).

Os resultados das pesquisas científicas e dos estudos empíricos indicam que é viável, embora complexa, pensar numa moda que se aproxime da sustentabilidade (Costa et al., 2021; Silva Jr. et al., 2022). O mapa mental (Figura 6) apresenta as possibilidades de produção de vestuário com responsabilidade ambiental e social, destacando o biocouro de CB como uma matéria-prima sustentável.

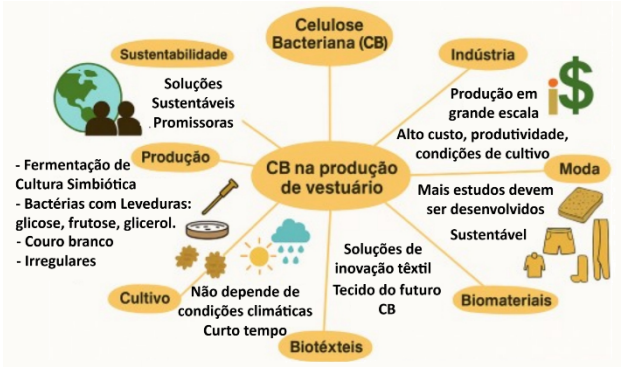


Figura 6 Mapa mental da produção e aplicação da CB na indústria (Fonte: Elaborado pelos autores).

Na análise sensorial realizada com avaliadores não treinados, inicialmente com os olhos vendados, as amostras 4, 6, 9, 11 e 13 foram as mais bem avaliadas em termos de textura tátil, sendo descritas como agradáveis ao toque. Em contraste, as amostras 7 e 17 receberam avaliações negativas nesse mesmo aspecto. Após a retirada das vendas, os participantes repetiram a avaliação com base também na percepção visual. A maioria confirmou as impressões táteis iniciais, demonstrando uma integração perceptiva entre o toque e a aparência visual do material.

Em relação à textura visual (cor e superfície), 90% dos avaliadores indicaram que as amostras 5, 9 e 11 apresentavam um aspecto visual mais atrativo, enquanto as amostras 15, 16 e 17 foram apontadas como visualmente menos agradáveis.

O Quadro 1 sintetiza as associações realizadas entre as amostras de biocouro de CB e os materiais convencionais mencionados pelos avaliadores, com base em seu repertório sensorial e experiências prévias.

Quanto à textura tátil, as amostras 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16 e 17 foram classificadas como rugosas ou ásperas. Por outro lado, as amostras 4, 6, 9, 12 e 13 foram descritas como suaves, lisas ou flexíveis.

Em relação ao brilho, destacaram-se positivamente as amostras 4, 9, 11, 12 e 13, consideradas brilhantes, enquanto as demais — 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15 e 16 — foram avaliadas como opacas.

A transparência também foi um atributo estético identificado como relevante por parte dos avaliadores, sendo percebida de forma mais evidente nas amostras 4, 6, 8, 12 e 13.

Outro fator destacado foi a espessura das amostras, aspecto que influenciou diretamente na percepção tátil. As amostras 2, 14 e 16, por apresentarem maior densidade, chamaram a atenção por transmitirem maior robustez. Já as amostras 4, 9, 12 e 13 foram percebidas como mais leves e finas, o que também foi considerado um valor estético positivo para aplicações específicas.

Essas observações demonstram que os atributos sensoriais do biocouro de CB — textura, brilho, transparência e espessura — são decisivos na construção da percepção do usuário e podem influenciar diretamente a aceitação do material no mercado da moda.

Em relação à percepção olfativa, 100% dos avaliadores relataram que as amostras 16 e 17 apresentavam um odor desagradável, frequentemente associado a frutas em processo de fermentação ácida. Essa característica levou à associação espontânea com elementos naturais como plantas e cascas. Além disso, foram mencionados odores específicos: fumo (amostra 1), goma de mascar (amostra 2), chocolate (amostra 5), e chás ou folhas secas (amostras 3, 6, 9 e 12). As demais amostras não foram citadas quanto a aspectos olfativos.

Ao serem questionados sobre possíveis aplicações dos materiais apresentados, todos os participantes (100%) consideraram o biocouro de CB adequado para a confecção de acessórios de moda, como calçados, cintos e bolsas. Um grupo menor, correspondente a 20% dos avaliadores, também indicou a viabilidade de utilização do material em peças de vestuário. Essa percepção está alinhada com o apontamento de Silva Jr. et al. (2022), que destacam o biocouro de CB como um material inovador com amplo potencial de aplicação por profissionais das áreas de design e moda.

Quadro 1 Percepção Tátil, Visual e Olfativa dos avaliadores durante a análise sensorial das amostras de CB

	Associação encontrada	Amostras de CB
Percepção tátil (espessura, textura)	Agradáveis ao toque	4, 6, 9, 11 e 13
	Desagradáveis ao toque	7 e 17
	Rugosas ou ásperas	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16 e 17
	Suaves, lisas ou flexíveis	4, 6, 9, 12 e 13
	Maior robustez	2, 14 e 16
	Maior leveza	4, 9, 12 e 13
Percepção visual (brilho, transparência)	Visual atrativo	5, 9 e 11
	Visual desagradável	15, 16 e 17
Percepção olfativa (odor, aroma)	Fumo	1
	Goma de mascar	2
	Chocolate	5
	Chá ou folhas secas	3, 6, 9 e 12
	Cheiro desagradável	16 e 17

(Fonte: Elaborado pelos autores, 2023)

As sensações relatadas nas etapas com e sem o uso de vendas nos olhos evidenciam que a interação sensorial entre os sentidos — tato, visão e olfato — é decisiva na construção da percepção dos materiais, como pode ser observado no Quadro 2. Essa experiência reforça a importância de uma abordagem multissensorial para a escolha de insumos na criação de produtos com valor de moda.

Quadro 2 Materiais relacionados pelos avaliadores durante a análise sensorial das amostras de CB com os olhos vendados (1) e sem a venda nos olhos (2) para percepção tátil

Materiais relacionados	Amostras de CB	
	Olhos vendados (1)	Olhos abertos (2)
papelão/papel	1, 3, 7 e 10	1, 3, 6, 9, 10, 11
couro natural/couro sintético	2, 6, 9 e 15	2, 7 e 14
folha/casca e madeira	8, 11, 12, 16	13 e 17
Tecido	5 e 14	5 e 8
Plástico	4 e 13	4, 10, 12
piso cerâmico	17	15 e 16

(Fonte: Elaborado pelos autores, 2023)

Assim, e diante do crescente protagonismo da sustentabilidade como eixo estruturante da economia global, a indústria da moda passa por uma reconfiguração de paradigmas. Nesse contexto, conforme apontado por Silva et al. (2023), a celulose bacteriana apresenta-se como um biomaterial promissor para a produção de compósitos na área têxtil, podendo ser utilizada tanto como matriz quanto como reforço estrutural em diferentes aplicações.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ante as crescentes demandas por soluções sustentáveis no mercado de moda, a CB tem se destacado como um biomaterial inovador com potencial para transformar práticas produtivas e ampliar as possibilidades criativas no setor têxtil. Produzida por microrganismos, a CB apresenta características como biodegradabilidade, versatilidade de aplicação e baixo custo de produção, fatores que vêm atraindo o interesse de pesquisadores de diferentes áreas, especialmente do design.

Este estudo analisou a percepção sensorial de usuários em relação ao biocouro de CB, considerando aspectos táteis, visuais e olfativos, com o objetivo de verificar sua aplicabilidade em produtos de moda. Os resultados obtidos evidenciam que o material pode atender a critérios estéticos e funcionais importantes, despertando interesse entre os avaliadores, especialmente no que diz respeito à sua textura, aparência visual e possibilidade de uso em acessórios. O biocouro de CB demonstrou potencial tanto em termos de inovação quanto de sustentabilidade, reforçando seu valor como alternativa viável às matérias-primas convencionais da indústria da moda.

A análise sensorial, aliada ao repertório perceptivo dos avaliadores, revelou que a interação multissensorial é um fator crucial na aceitação de novos materiais, sobretudo quando se busca alinhar funcionalidade, conforto e estética. A adoção de metodologias do design da informação e da neurociência pode aprofundar a compreensão das relações entre usuário e material, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais assertivos do ponto de vista da experiência de uso.

Contudo, para que o biocouro de CB alcance maturidade tecnológica e possa ser escalado industrialmente, ainda são necessários estudos complementares que aprimorem sua resistência, durabilidade e estabilidade, bem como estratégias para padronização do processo produtivo.

Espera-se que esta pesquisa contribua para ampliar o interesse da comunidade acadêmica, de designers e de profissionais da moda na exploração de biomateriais inovadores. Além disso, sugere-se que futuras investigações aprofundem a análise da relação entre percepção sensorial e valor simbólico dos materiais, promovendo abordagens transversais entre design, ciência dos materiais, sustentabilidade e comportamento do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. ABUSHAMMALA H, Mao J. A review of the surface Modification of cellulose and nanocellulose using aliphatic and aromatic monoand di-isocyanates. Molecules 24:2782., 2019. https ://doi.org/10.3390/molec ules2 41527 82.
2. ALBUQUERQUE, Rodrigo M B., MEIRA, Hugo M, SILVA, Ivo D L., SILVA, Claudio José G, ALMEIDA, Fabíola Carolina G, AMORIM, Julia DP Amorim, VINHAS, Gloria M Vinhas, COSTA, Andrea Fernanda S, SARUBBO, Leonie A. Production of a bacterial cellulose/ poly(3-hydroxybutyrate) blend activated with clove essential oil for food packaging. 2020. Article reuse guidelines: sagepub.com/journals-permissions DOI: 10.1177/0967391120912098.
3. AMORIM, Julia Didier Pedrosa de, SOUZA Karina Carvalho de, DUARTE Cybelle Rodrigues, DUARTE Isarelle da Silva, RIBEIRO Francisco de Assis Sales, SILVA, Girlaine Santos, FARIAS Patrícia Maria Albuquerque de, STING L Andreas, COSTA Andrea Fernanda Santana, VINHAS Glória Maria, SARUBBO, Leonie Asfora, (2020) Plant and bacterial nanocellulose: production, properties and applications in medicine, food, cosmetics, electronics and engineering. A review. Environ Chem Lett 18:851–869. https://doi.org/ 10.1007/s10311-02000989-9.
4. ARAGÃO, José V.S, COSTA, Andréa F.S, SILVA, Gilson L., SILVA, Sidney M, MACÊDO, Jacqueline S, GALDINO JR, Claudio J.S, MILANEZA, Victória F. A, SARUBBO, Leonie A. Analysis of the Environmental Life Cycle of Bacterial Cellulose Production. Guest Editors, Copyright ©, 2020. AIDIC Servizi S.r.l. ISBN 978-88-95608-77-8; ISSN 2283-9216 DOI: 10.3303/CET2079075.
5. BELL, B. Material intelligence: an overview of new materials for manufacturers. PFInnovation, Canadá, 2011.
6. BIOTECAM. Biotecam no G1 – Biotecido TEXTICEL. Março de 2019. Disponível em https://g1.globo.com/economia/ pme/pequenas-empresas-grandes-negocios/noticia/2018/ 12/02/startup-de-biotecnologia-produz-tecido-para-roupa s-feito-a-partir-de-bacterias.ghtml Acesso: em 27 de outubro de 2021.
7. BIERHALZ, Andrea Cristiane Krause, Cellulose Nanomaterials in textile applications, Department of Textile Engineering, Federal University of Santa Catarina – Campus Blumenau, Rua João Pessoa 2740, 89036-256, Blumenau, SC, Brazil, August 1, 2021.
8. BRAGA, João. História da Moda: uma narrativa. São Paulo: Anhembi Morumbi, 2007.
9. BRITO, Georgya Almeida. IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS CURTUMES, Professora do Curso de Design de Moda da Faculdade Católica do Ceará, 9° Colóquio de Moda – Fortaleza (CE) - 2013. Disponível em: http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de %20Moda%20-%202013/ARTIGOS-DE-GT/Artigo-GT-Moda -e-Sustentabilidade/Impactos-ambientais-gerados-pelos-curtumes.pdf Acesso em: 28 de outubro de 2021.
10. BROEGA, Ana Cristina, SILVA, Maria Elisabete Cabeço. O Conforto Total do Vestuário: Design para os Cinco Sentidos. Universidade do Minho, Campus Azurém. 2020.

11. CÂMARA, Renata Paes de Barro; GONÇALVES FILHO, Eduardo Vila. Análise dos custos ambientais da indústria de couro sob a ótica da ecoeficiência. Custos e @gronegócio on-line, n.1, p. 87-100, Jan./Jun.2007. Disponível em: http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v3/custos%20ambientais.pdf. Acesso em: 28 de outubro de 2021.
12. CAMERE, Serena, KARANA, Elvin. Fabricating materials from living organisms: an emerging design practice authors. Department of Design Engineering, Delft University of Technology, Landbergstraat 15, 2628CE Delft ZH, 2018.
13. CAMERE, S., & KARANA, E. Growing materials for product design. In Karana, E., Giaccardi, E., Nimkulrat, N., Niedderer, K., Camere, S. (2017). Alive Active Adaptive: Proceedings of EKSIG2017, International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials (pp. 101-115). June 19-20, Delft, The Netherlands. 2017.
14. COSTA, Andréa Fernanda de Santana, ROCHA, Maria Alice Vasconcelos, SARUBBO, Leonie Asfora, REVIEW - BACTERIAL CELLULOSE: AN ECOFRIENDLY BIOTEXTILE, International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT), Vol. 7, Issue 1, Feb 2017, 11-2. © TJPRC Pvt. Ltd.
15. COSTA, Andréa Fernanda S, ALBUQUERQUE, Clarissa Daisy C, SALGUEIRO, Alexandra A, SARUBBO, Leonie A. Color removal from industrial dyeing and laundry effluent by microbial consortium and coagulant agents. Contents lists available at ScienceDirect Process Safety and Environmental Protection journal. Process Safety and Environmental Protection 118. 2018, 203–210.
16. COSTA AFS, de AMORIM JDP, ALMEIDA FCG, de LIMA ID, de PAIVA SC, Rocha MAV, et al. Dyeing of bacterial cellulose films using plant-based natural dyes. Int J Biol Macromol. 2019. 121: 580–587. https:// doi.org/10.1016/j.ijbiomac. 2018.10.066 PMID: 30336235
17. COSTA, Andréa Fernanda De Santana, ROCHA, Maria Alice Vasconcelos, FERNANDES Laura Maria Abdon, QUEIROZ, Julia Atroch, AGRA, Ana Carolina Monteiro Gonçalves, AMORIM, Julia Didier Pedrosa. SARUBBO, Leonie Asfora. Bacterial cellulose: characterization of a biomaterial for apparel products application. Research Journal of Textile and Apparel. 2021. DOI 10.1108/RJTA-04-2021-0048.
18. CUNHA, Renato (2017) Nanocelulose é um inovador material extraído de plantas que revolucionará a ciência e a tecnologia—Stylo Urbano. Disponivel em: https://www.stylourbano.com.br/nanocelulose-e-um-inovador-material-extraido-de-plantas-que-revolucionara-a-ciencia-e-a-tecnologia. Acesso em: 28 de outubro de 2021.
19. DESCHAMPS, T. C., CARNIE, B., & MAO, N. Public consciousness and willingness to embrace ethical consumption of textile products in Mexico. Textiles and Clothing Sustainability, 2(1). https://doi.org/10.1186/s40689-016-0017-2. 2017.
20. DUARTE, Éden Batista, ANDRADE, Fábia Karine, LIMA, Helder Levi Silva, NASCIMENTO, Eligenes Sampaio, CARNEIRO, Maria José Magalhães, BORGES, Maria de Fatima, LUZ, GOMES, Erika Patrícia Chagas, CHAGAS, Bruna Santana das, ROSA, Morsyleide de Freitas. Celulose Bacteriana propriedades, Meios Fermentativos e Aplicações, Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza, CE, março, 2019.
21. FERRARI, Francesca, STRIANI, Raffaella, FICO, Daniela, ALAM, Mohammad Mahbubul, GRECO, Antonio, CORCIONE, Carola Esposito. An Overview on Wood Waste Valorization as Biopolymers and Biocomposites: Definition, Classification, Production, Properties and Applications. Polymers, v. 14, p. 1-37, 2022. DOI: 10.3390/polym14245519.
22. FERREIRA, Cinttia Karenn Alves, SILVA, Wagner Rogério da Silva, INTERVENÇÃO NO COURO APLICADO A MODA, Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Curso de Design de Moda da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Apucarana como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Design de Moda. APUCARANA 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5869/4/AP_CODEM_2015_2_05.pdf acesso em: 27 de outubro de 2021.
23. GALDINO JR, Claudio José S, MAIA, Alexandre D, MEIRA, Hugo M, SOUZA, Thais C, AMORIM, Julia D. P., ALMEIDA, Fabiola C.G, COSTA, Andréa F.S, SARUBBO, Leonie A. Use of a bacterial cellulose filter for the removal of oil from wastewater. 2019. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.12.02
24. GARCIA, Concha, PRIETO, Maria Auxiliadora. Bacterial cellulose as a potential bioleather substitute for the footwear industry. Microb Biotechnol. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1751-7915.13306. Acesso em: 06 de janeiro.
25. GLOBAL ORGANIC TEXTILE STANDARD - ECOLOGY & SOCIAL RESPONSIBILITY, 2022. Disponível em:<https://global-standard.org/faces>. Acesso em: 21/nov/2022>.
26. 26. GRUSHKIN, Daniel. Cultured Couture: Suzanne Lee wa- nts to grow clothing in a lab. Popular Science, v. 286, n. 3, p. 48–51, 2015. Disponível em: https://www.pop-sci.com/meet-woman-who-wants-growing-clothing- -lab/. Acesso em: 20 out. 2021.
27. GUPTA, Richa, DAVE, Dushyant Dr. Biomaterial: A sustainable alternative to animal leather and synthetic material. Ann Romanian Soc Cell Biol. 2021. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8947145/. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.
28. GWILT, Alison. Moda sustentável: um guia prático. Traduzido por: LONGARÇO, M. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.
29. HYUNJIN KimID, HYE Rim KimID. Production of coffee-dyed bacterial cellulose as a bio-leather and using it as a dye adsorbent Department of Clothing and Textiles, Sook. PLOS ONE | March 24, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265743. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.
30. INSPIRA MAIS, BIOTECIDOS PRODUZIDOS A PARTIR DE MICRORGANISMOS DESPERTAM O INTERESSE DO UNIVERSO DA MODA, 2020. Disponível em: https://www.inspiramais.com.br/conteudo/2474/biotecidos-produzidos-a-partir-de-microrganismos-despertam-o-interesse-do-universo-da-moda Acesso em 28 de outubro de 2021.
31. IGUCHI, M., YAMANAKA, S., & BUDHIONO, A. Bacterial cellulose—a masterpiece of nature 's Arts. Journal of Materials Science, 35(2), 261-270. 2000.
32. JONES, Frances. Roupas feitas por bactérias: biotecidos produzidos a partir de microrganismos despertam o interesse do universo da moda. Pesquisa Fapesp, São Paulo,

n. 291, maio de 2020. Disponível em: https://revista pesquisa.fapesp.br/roupas-feitas-por-bacterias/. Acesso em: 20 out. 2021.

33. KIM H, SONG JE, KIM HR. Comparative study on the physical entrapment of soy and mushroom proteins on the durability of bacterial cellulose bio-leather. Cellulose. 2021. Disponível em: https://doi.org/10. 1007/s10570-021-03705-0. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.

34. LAMB, C. W., HAIR, J. F.; MCDANIEL, C. Marketing. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

35. LEE, Suzanne; CONGDON, Amy; PARKER, Georgia; BORST, Charlotte. Understanding "bio" material innovations: a primer for the fashion industry. Amsterdã: Biofabricate/ Fashion For Good, 2020. Disponível em: https://fashionforgood.com/wp-content/uploads/2020/12/Understanding-Bio-Material-Innovations-Report.pdf. Acesso em: 24 de outubro de 2021.

36. LIMA, Bruna Lummertz, ALVES, Andressa Schneider,MARTINS, Geannine Cristtina Ferreira, Biofabricaçâo: cultivo de celulose bacteriana para a área de moda biofabrication: bacterial cellulose cultivation for fashion application, http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n3.153-164,ISSN:2447-0899(IMPRESSA), 2447-3073 (ONLINE), Mix Sustentável, Florianópolis, v.7, n.3, p.153-164, ago. , 2021.

37. LIN, Xue Lin, SONG, Zeming, JIANG, Huanyuan, HAO, Yaofei, HU, Xiaoping, LIU, Sixin, LI, Congfa. Production of Bacterial Cellulose in the Medium with Yeasts Pre-Fermented Coconut Water or with Addition of Selected Amino Acids. Foods, 2022, v. 11, p. 1-14. DOI: 10.3390/foods11223627.

38. LOPES, Betina Sehn, ROSSI Beatriz KINTSCHNER, Moda sustentável e consumo consciente: desconstruindo padrões, universidade do vale do taquari - Univates curso de design de moda, Lajeado, junho de 2019. Disponível em: https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2602/6/2019BetinaSehnLopes.pdf acesso em: 27 de outubro, 2021.

39. LUZ, Claudio, "Waste couture: Environmental impact of the clothing industry". Environmental Health Perspectives, 2007.

40. MCNEILL, L., & MOORE, R. Sustainable fashion consumption and the fast-fashion conundrum: fashionable consumers and attitudes to sustainability in clothing choice. International Journal of Consumer Studies, 39, 212–222. 2015.

41. MCNEILL, L., & VENTER, B. Identify, self-concept and young women's engagement with collaborative, sustainable fashion consumption models. International Journal of Consumer Studies, 1–33, 2019.

42. MESACASA, A., CUNHA, M. A. A.. Avaliação Sensorial de Produtos de Moda Ambientalmente Amigáveis: uma Metodologia para Análise Pré-Consumo. Design & Tecnologia 09, Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS c Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Campus Pato Branco, Paraná, Brasil, (2015).

43. MESTRE A, GIL L. Cork for sustainable product design. Cienc Tecnol dos Mater. 2011.

44. MIHALEVA, Galina. Bio matter in creative practises for fashion and design. Received: 14 April 2019 / Accepted: 26 February 2020 © Springer-Verlag London Ltd., part of Springer Nature,2020. Disponível em: < https://doi.org/10.1007/s00146-020-00957-5> acesso em: 26 de outubro de 2021.

45. MYERS, W. (2012). BioDesign. Nature, Science, Creativity. High Holborn, UK: Thames & Hudson. Nakagaki, T., Yamada, H., & Tóth, Á. (2000). Intelligence: Maze-solving by an amoeboid Organism. Nature, 407(6803), 470-470.

46. MUKHERJEE, Sudeshna, Environmental and Social Impact of Fashion: Towards an Eco-friendly, Ethical Fashion. International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies (IJIMS), Vol 2, No.3, 22 -35. 22. Centre for Women‟s Studies, Bangalore University. Bangalore, India, 2015.

47. MODA, Sustentável. 2022. Disponível em:< https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/moda-sustentavel,b88cbe00ca0be710VgnVCM100000d701210aRCRD> Acesso: em 03/nov/ 2022.

48. MOHAMAD, Shahril; ABDULLAH; Luqman Chuah; JAMARI, Saidatul Shima; EDRUS, Syeed Saifulazry Osman Al; AUNG, Min Min; MOHAMAD, Sharifah Fathiyah Sy. Production and Characterization of Bacterial Cellulose Nanofiber by Acetobacter Xylinum 0416 Using Only Oil Palm Frond Juice as Fermentation Medium. Journal of Natural Fibers, , v. 19:17, p. 2022. 16005-16016, DOI: 10.1080/15440478. 2022.2140243.

49. NASCIMENTO, Helenise. Almeida do, AMORIM, Júlia. Didier Pedrosa, SILVA JÚNIOR, Claudio José Galdino da MEDEIROS, A. D'Lamare Maia de, COSTA, Andréa Fernanda de Santana, D. Carla Napoleão, VINHAS, Glória Maria Vinhas, SARUBBO, Leonie Asfora. Influence of gamma irradiation on the properties of bacterial cellulose produced with concord grape and red cabbage extracts, Current Research in Biotechnology, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crbiot. 2022.02.001

50. PEREIRA, André Luís Souza, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Estudo é capaz de baratear produção da celulose bacteriana, Embrapa, DF Brasília, 02/07/2019. A-CESSO: Pesquisas mostram crescente interesse do consumidor por moda sustentável. Disponível em <https://tatianacesso.com/pesquisas-mostram-crescente-interesse-do-consumidor-por-moda-sustentavel/>. Acesso em: 21/nov/2022.

51. Pr NP 4263:1994. Análise Sensorial- Vocabulário. IPQ, Lisboa.

52. QUEIROZ, Júlia Atroch de, COSTA, Andréa Fernanda de Santana, ROCHA, Maria Alice. ANÁLISE DA PERCEPÇÃO SENSORIAL DOS DIFERENTES LADOS DE TECIDOS. VIII Colóquio de Moda, 5ºCongresso Internacional, Rio de Janeiro, 2012.

53. RENCK, Giovanna Eggers, BAURANA, Debora, UNISINOS, Sustentabilidade na cadeia da moda e o design de biomateriais têxteis Sustainability in the fashion chain and the design of textile biomaterials, (2021) Disponivel em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228981/VOLUME%20IV%20-187-198.pdf?sequence=1&isAllowed=y VOLUME IV -187-198.pdf VOLUME IV -187-198.pdf. Acesso em 28 de outubro de 2021.

54. RICHARDSON, Roberto Jarry, Pesquisa Social: métodos e técnicas. 3 ed.rev e ampliada, São Paulo: Editora Atlas S.A., 2015.

55. ROGNOLI, V., BIANCHINI, M., MAFFEI, S., KARANA, E. (2015). DIY materials. Materials & Design, 86, 692-702. 2015.

56. SALCEDO, Elena. Moda ética para um futuro sustentável. Editorial Gustavo Gili, 2014.

57. SEDERAVICIUTE, F, BEKAMPIENE, P, DOMSKIENE, J. Effect of pretreatment procedure on properties of Kombucha fermented bacterial cellulose membrane. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.105941, (2019). Elsevier Ltd. All rights reserved.

58. SHAFIEA, Sharifah, KAMISB, Arasinah, RAMLIC, Muhamad Firdaus, BERDOD, Sarima Abu, PUADE, Farah Najwa Ahmad. Fashion Sustainability: Benefits of Using Sustainable Practices in Producing Sustainable Fashion Designs. Faculty of Technical and Vocational, Sultan Idris Education University, Malaysia. International Business Education Journal, Vol. 14 No.1, 2021.

59. SILVA JR, Claudio José Galdino da, MEDEIROS, Alexandre D'Lamare Maia de, AMORIM, Julia Didier Pedrosa de, NASCIMENTO, Helenise Almeida do, CONVERTI, Attilio, COSTA, Andrea Fernanda Santana, SARUBBO, Leonie Asfora. Bacterial cellulose biotextiles for the future of sustainable fashion: a review. Springer Nature Switzerland AG, 2021.Environmental Chemistry Letters https://doi.org/10.1007/s10311-021-01214-x.

60. SILVA JR, Claudio José Galdino da, AMORIM, Julia Didier Pedrosa de, MEDEIROS, Alexandre D'Lamare Maia de, CAVALCANTI, Anantcha Karla Lafaiete de Holanda, NASCIMENTO, Helenise Almeida do, HENRIQUE, Mariana Alves, MARANHÃO, Leonardo José Costa do Nascimento, VINHAS, Glória Maria, SILVA, Késia Karina de Oliveira Souto, COSTA, Andréa Fernanda de Santana, SARUBBO, Leonie Asfora Sarubbo. Design of a Naturally Dyed and Waterproof Biotechnological Leather from Reconstituted Cellulose. Journal of Functional Biomaterials. J. Funct. Biomater. 2022, 13, 49. https://doi.org/10.3390/jfb13020049.

61. SILVA, Maria Dayonara de Almeida, MACÊDO, Jacqueline da Silva, LIMA, Clécio José de Lacerda, SILVA, Sidney Manoel da, MARINS, Síntique Sanny de Macêdo, Silva Júnior, Cláudio José Galdino da, SARUBBO, Leonie Asfora, COSTA, Andréa Fernanda de Santana. Compósito têxtil produzido através de resíduos têxteis, celulose vegetal e microbiana. Brazilian Journal of Development. 2023. DOI:10.34117/bjdv10n1-062

62. SOUZA, Rebecca Vanessa Bandeira Rodrigues. A roupa da casa. Um estudo da percepção sensorial dos indivíduos quanto aos materiais têxteis aplicados aos ambientes internos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco | UFPE Centro de Artes e Comunicação Departamento de Design Programa de Pós-graduação em Design, 2021.

63. SOUZA, Karina C de, SANTOS, Gabriela R dos, TRINDADE, Felipe C S, COSTA, Andrea Fernanda de S, ALMEIDA, Yeda MB de, SARUBBO, Leonie A, VINHAS, Glória M. Production of bacterial cellulose biopolymers in media containing rice and corn hydrolysate as carbon sources, Polymers and Polymer Composites, 2021. Vol. 29(9S) S1466–S1474. DOI: 10.1177/09673911211059706.

64. SHARMA A, THAKUR M, BHATTACHARYA M, MANDAL T, GOSWAMI S (2019). Commercial application of cellulose nano-composites—a review.Biotechnol Rep 21:e00316. https ://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e0031 6.

65. STUMPF, Taisa Regina, YANG, Xiuying, ZHANG, Jingchang, CAO, Xudong. In situ and ex situ modifications of bacterial cellulose for applications in tissue engineering. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl, 2018. Jan 1;82:372-383. doi: 10.1016/j.msec.2016.11.121. Epub 2016 Nov 30.

66. UDALE. Jenny. Tecidos e Moda. Explorando a integração entre o design têxtil e o design de moda. Tradução: Laura Martins. – 2ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015. P. 50,51.

67. WANG, J.; TAVAKOLI, J.; TANG, Y. Bacterial cellulose production, properties and applications with different culture methods–A review. Carbohydr. Polym. 2019, 219, 63-76. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.05.008.

68. WORLD Design Organization (WDO). 2015. Coreia do Sul. Disponível em: < http://wdo.org/about/definition/>. Acesso em: 26 abril. 2022.