

# Estudo sobre a potencialidade da celulose bacteriana, obtida na fermentação do Kombuchá, para o desenvolvimento de acessórios de moda: uma alternativa sustentável

*Jade Cristina da Silva Rosa Moura*

*Glenda Máira Silva Melo*

## RESUMO

A indústria da moda situa-se entre as mais poluidoras do mundo, descartando, anualmente, toneladas de resíduos têxteis e composto químicos no ambiente. Na busca por alternativas capazes de diminuir o impacto ecológico causado pelo setor, desenvolveu-se uma pesquisa de cunho experimental com o objetivo de prototipar acessórios de moda com a celulose bacteriana obtida através da fermentação do Kombuchá. A celulose bacteriana é um material biodegradável de fácil fabricação com aspecto semelhante ao couro animal. Durante os experimentos, foi necessário incorporar metodologias do campo da microbiologia à metodologia de projeto idealizada por Bruno Munari para realizar os ensaios de cultivo de microrganismos em meio líquido, higie-

nização do material, coloração da celulose, texturização da superfície e aderência de camadas. Até o presente momento, foram obtidas amostras tingidas com cúrcuma, hibisco e spirulina. As amostras coloridas com cúrcuma e hibisco foram utilizadas na prototipagem de dois porta-cartões. A celulose tingida adquiriu, no entanto, aspecto ressecado após a secagem e a aderência das superfícies com água teve pouca durabilidade. A costura à máquina foi considerada uma alternativa viável. Os resultados obtidos indicam, no entanto, a necessidade de ampliar a investigação sobre materiais capazes de atribuir melhor acabamento às peças.

**Palavras-chave:** Acessórios; Celulose bacteriana; Kombuchá.

### *STUDY ON THE POTENTIAL OF BACTERIAL CELLULOSE, OBTAINED FROM THE FERMENTATION OF KOMBUCHA, FOR THE DEVELOPMENT OF FASHION ACCESSORIES: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE*

#### *Abstract*

*The fashion industry is one of the most polluting in the world, dumping tons of textile waste and chemical compounds into the environment every year. In the search for alternatives capable of reducing the ecological impact caused by the sector, an experimental study was developed with the objective of prototyping fashion accessories with bacterial cellulose obtained through the fermentation of Kombucha. Bacterial cellulose is a biodegradable material that is easy to manufacture and has an appearance similar to animal leather. During the experiments, it was necessary to incorporate methodologies from the field of microbiology into the design methodology devised by Bruno Munari to carry out tests involving the cultivation of microorganisms in a liquid medium, material sanitization, cellulose coloring, surface texturing and layer adhesion. To date, samples dyed with turmeric, hibiscus and spirulina have been obtained. The samples colored with turmeric and hibiscus were used in the prototyping of two card holders. However, the dyed cellulose acquired a dry appearance after drying and the adhesion of the surfaces with water had little durability. Machine sewing was considered a viable alternative. The results obtained indicate, however, the need to expand research into materials capable of providing a better finish to pieces.*

**Keywords:** Accessories; Bacterial cellulose; Kombucha.

#### INTRODUÇÃO

De acordo com o *Global Fashion Agenda* (Carvalho, 2016), a indústria da Moda descartada, anualmente, toneladas de fibras sintéticas e componentes químicos que contaminam o solo, a água e o ar. O grande impacto causado ao meio ambiente tem influenciado designers de moda a desenvolverem produtos menos nocivos à natureza: A designer e pesquisadora espanhola Carmen Hijosa desenvolveu artigos de moda com biocouro produzido a partir de folhas de abacaxi, o qual foi patenteado como *Piñatex*. Já os mexicanos Adrián Lopez Velarde e Marte Cázarez desenvolveram a

marca *Desserto*, que utiliza um substituto para o couro animal produzido com o cacto nopal. Grifes internacionais como Stella McCartney, Hermès, Chanel e Hugo Boss também estão entre as marcas que desenvolveram produtos com materiais orgânicos e mais sustentáveis (Harris, *on line*, 2022).

A preocupação com a degradação ambiental junto à ideologia anti crueldade animal, também, tem influenciado os consumidores de moda a optarem por produtos veganos. O termo veganismo foi definido na década de 40 por Donald Watson e Elsie Shrigley, co-fundadores da *UK Vegan Society* (Sociedade Vegana do Reino Unido) para descrever um estilo de vida que se preocupa com questões éticas, ambientais e de saúde e, que se baseia em uma filosofia de exclusão total, ou quase total, do consumo de qualquer produto que utilize a exploração animal em sua produção. Os adeptos ao veganismo têm convicções éticas sobre os direitos dos animais, evitam causar danos à natureza e investigam a composição e a procedência dos produtos que consomem (Schulte, 2011).

A necessidade de produtos de moda ecologicamente corretos que atendam a demanda do público levou à elaboração do seguinte problema de pesquisa: Como reduzir o impacto ambiental causado por artigos de moda confeccionados com produtos sintéticos ou couro de origem animal?

O desenvolvimento de produtos a partir de celulose bacteriana tem se mostrado como uma alternativa mais sustentável e viável para substituir o uso de materiais derivados do petróleo e de origem animal (Costa; Eschiletti, 2018). A biofabricação é obtida pelo processo de fermentação realizado através de uma associação entre bactérias e leveduras imersa em uma infusão (chá) de *Camellia sinensis* (popularmente conhecida como chá preto) com açúcar. Duas semanas de fermentação são suficientes para formar uma camada gelatinosa (biofilme) sobre a superfície do chá. Após sua retirada, lavagem e secagem, o biofilme adquire aparência semelhante ao do couro bovino e, por isso, passou a ser conhecido como couro de kombuchá ou couro vegano (Santos Junior *et al.*, 2009).

A fácil reprodução dos métodos de cultivo, os aspectos biológicos, físicos e mecânicos da celulose bacteriana – grande resistência à tração, textura da superfície semelhante ao couro bovino e capacidade de biodegradação acelerada (Costa; Eschiletti, 2017) – foram considerados como fatores em potencial para o desenvolvimento de um projeto experimental na área do Design de Moda com o objetivo de prototipar acessórios de moda sustentáveis.

## A BIOFABRICAÇÃO DA CELULOSE BACTERIANA

O Kombuchá é um tipo de chá de gosto adocicado, levemente efervescente, de coloração amarelada e com leve teor alcóolico. Durante sua fermentação, forma-se, sobre a superfície do chá, um biofilme de celulose com aspecto gelatinoso. A origem do consumo do

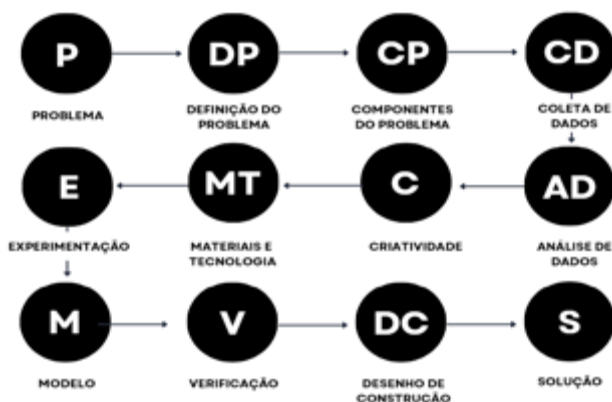
Kombuchá é data de 200 a.C e atribuída ao imperador chinês Qin Shi Huangdi que acreditava que o consumo da bebida o mantinha jovem. A crença do imperador ajudou a popularizar o Kombuchá como elixir da vida (Friedrich *et al.*, 2024).

As leveduras presentes no chá adoçado utilizam o açúcar para sintetizar a celulose em meio líquido e as bactérias presentes na superfície do líquido continuam a síntese – o que leva à formação de camadas de películas sobrepostas, gerando um biofilme, composto por ácido láctico, ácido acético, bactérias e leveduras, denominado de SCOBY (sigla do inglês para *Symbiotic Culture of Bactéria and Yeasts*). A cada nova fermentação é criada uma nova camada de SCOBY (Villarreal-Soto *et al.*, 2018) que, após a lavagem e secagem, adquire textura semelhante ao couro de origem animal (Santos *et al.*, 2009).

A designer Suzanne Lee, pesquisadora e diretora do *The Bio Couture Research Project*, foi pioneira no cultivo da celulose bacteriana para a confecção de produtos de moda sustentáveis (TED, 2011). De acordo com Lee (*apud* Carvalhal, 2016), a celulose bacteriana atraiu sua atenção devido as características biodegradáveis do material. A película gelatinosa, no entanto, passou por diversos testes durante os processos de modelagem diretamente sobre o manequim, de costura, de corte a laser e de coloração com frutas. Lee acredita que o futuro da moda se dará por bactérias geneticamente modificadas para melhorar as propriedades da celulosa bacteriana.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, incorporou-se métodos de cultivo e higienização oriundas do campo da microbiologia à metodologia de projeto proposta por Munari (1981), a qual é composta por uma série de operações desencadeadas de forma lógica e ditadas pela experiência, que funcionam como instrumentos de trabalho nas mãos do projetista (Figura 1).



**Figura 1** Etapas da metodologia projetual desenvolvida por Bruno Munari.

Fonte: Adaptado de Munari (1981).

## Definição do problema e suas componentes

A partir da definição do problema oriunda de uma necessidade dos usuários de moda foi estabelecido o tipo de solução que se pretendia obter. Em seguida, os componentes do problema foram extraídos do problema principal para reduzir a complexidade do problema inicial (Munari, 1981).

## Coleta e análise de dados

A coleta de dados foi realizada a partir do levantamento de informações presentes em sites, livros, artigos científicos e canais da plataforma do *YouTube* sobre os danos ambientais causados pela indústria têxtil, as estratégias sustentáveis quem vêm sendo desenvolvidas no campo de design de moda para reduzir o descarte de resíduos no ambiente, a produção artesanal da celulose bacteriana através da fermentação do Kombuchá e sua aplicabilidade no campo do design de moda. Também, realizou-se um curso de capacitação de produção, tingimento e da secagem da celulose bacteriana.

As informações coletadas foram utilizadas na definição de possíveis metodologias de microcultivo, higienização, coloração, texturização e aderência de superfície para ser testadas na obtenção da celulose bacteriana e na prototipagem dos acessórios.

## Criatividade

Na etapa de criatividade, foi realizada uma coleta de dados imagético em meio digital para a elaboração de painéis que refletissem a busca por soluções sustentáveis para a produção de moda, os problemas ambientais gerados pela poluição e pecuária, os consumidores acessórios de moda adeptos ao veganismo e os processos de obtenção da celulose bacteriana. Os painéis imagéticos desenvolvidos foram utilizados para a seleção de cores, formas e texturas a serem utilizadas na prototipagem dos acessórios.

## Materiais e tecnologias

As informações obtidas sobre metodologias de microcultivo, higienização, coloração, texturização e aderência de superfície da celulose bacteriana foram somadas às cores, formas e texturas selecionadas na etapa de criatividade para serem usadas na produção da celulose e prototipagem dos acessórios.

## *Cultivo de microrganismo para a obtenção da celulose bacteriana*

500 ml de infusão foram preparados em uma chaleira adicionando-se 500 ml de água filtrada e 03 colheres de sopa (aproximadamente 15 g) de extrato seco de chá preto ou chá verde de *C. sinensis*. A solução foi aquecida até atingir a temperatura de ebulição e, em seguida, mantida em repouso por 15 minutos em temperatura ambiente. Após

o resfriamento, a infusão foi coada com uma peneira de inox e depositada em um recipiente de vidro ou polipropileno e adocicada com  $\frac{1}{2}$  xícara de chá de açúcar cristal (aproximadamente 100 g). O excesso de açúcar foi dissolvido com a ajuda de uma colher e a infusão mantida em temperatura ambiente. Após a infusão atingir a temperatura ambiente, adicionou-se uma unidade de biofilme com 5 cm de diâmetro, conforme protocolo adaptado de Góes (2020). O recipiente foi coberto com um tecido de algodão para permitir a passagem de ar e armazenado em local seco e com pouca incidência de luz por um período de 20 dias.

### *Higienização da superfície*

A membrana celulósica foi retirada da mistura e submetida à uma lavagem com sabão de côco em barra e água corrente para a retirada do excesso de leveduras presos na parte inferior do material. Em seguida, biofilme foi armazenado em uma mistura de água e sabão por 24 horas para a eliminação do odor da fermentação e fervido por duas vezes em uma panela de metal para a retirada do líquido residual que possui cheiro ácido e cor amarelada.

### *Testes de coloração*

Na coloração, foram utilizados corantes naturais de cúrcuma, hibisco e spirulina em pó. Os corantes foram preparados em recipientes distintos adicionando-se água. Amostras de celulose bacteriana foram depositadas em cada recipiente e mantidas submersas por um período de 24h. Em seguida, as amostras foram lavadas com água corrente para a retirada do excesso do líquido colorido.

### *Ensaio de texturização*

Para atingir a texturização a celulose bacteriana foi colocada em descanso sob uma superfície até sua secagem total. Para obter uma superfície lisa a primeira amostra foi seca sobre uma vasilha de plástico polipropileno. Já segunda amostra foi seca sobre uma rede espuma de polietileno utilizada para a proteção de garrafas de vidro.

### *Ensaio de aderência das superfícies*

As amostras já pigmentadas e secas foram submetidas a colagem das superfícies com água e a costura em máquina de doméstica para a prototipagem de dois porta-cartões.

## RESULTADOS

### Painel do consumidor

O painel do público-alvo (Figura 2) foi desenvolvido a partir de imagens que representam o estilo de vida de quem consome moda sustentável – uma vertente da indústria da

moda que visa a produção e consumo de produtos de forma mais saudável, reduzindo assim o impacto ambiental da indústria da moda (Rissanen; Mcquillan, 2016).



**Figura 2** Painel do consumidor.

Fonte: Omitido para revisão cega.

### Painel de inspiração

O painel de inspiração (Figura 3) foi elaborado a partir de imagens dos principais problemas causados pela poluição e degradação ecológica, suas consequências e as possíveis soluções dadas pela indústria da moda.



**Figura 3** Painel de inspiração.

Fonte: Omitido para revisão cega.

No painel são apresentadas as principais espécies animais atingidas pelo descarte de plástico nos oceanos e pelo abate na pecuária. Algumas peças de bolsas de marcas veganas. *Ecobags*, sacolas plásticas e algumas matérias-primas naturais como a celulose bacteriana e o algodão.

## Cartela de cores

A cartela de cores (Figura 4) extraída do briefing visa adicionar cores vibrantes à tonalidade marrom natural dos biofilmes de celulose bacteriana.



**Figura 4** Paleta de cores desenvolvida.

Fonte: Omitido para revisão cega.

## Materiais

Os biofilmes obtidos variaram de tonalidade, textura e espessura, de acordo com o chá utilizado e a quantidade de leveduras e bactérias existentes na mistura. O chá preto de *C. sinensis* produziu uma película amarelada e lisa (Figura 5a) enquanto que a mistura com o chá verde de *C. sinensis* resultou em uma película esbranquiçada e com ondulações na superfície (Figura 5b).

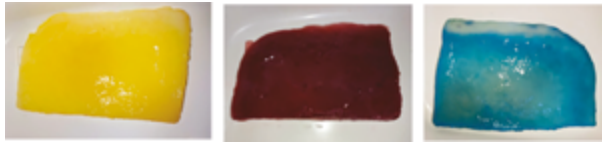


**Figura 5** Da esquerda para a direita: a) Celulose bacteriana proveniente de chá preto; b) Celulose bacteriana com coloração esbranquiçada, proveniente do chá verde.

Fonte: Omitido para revisão cega.

## Testes de coloração

A amostra tingida com o pó de cúrcuma atingiu uma coloração próxima a cor E8B621 da cartela de cores (Figura 6a). Já a amostra tingida com hibisco em pó atingiu uma tonalidade mais escura (Figura 6b) do que a cor BF5SSA e a amostra tingida com spirulina (Figura 6c) resultou em uma coloração muito próxima a cor 03A09E, mas irregular.



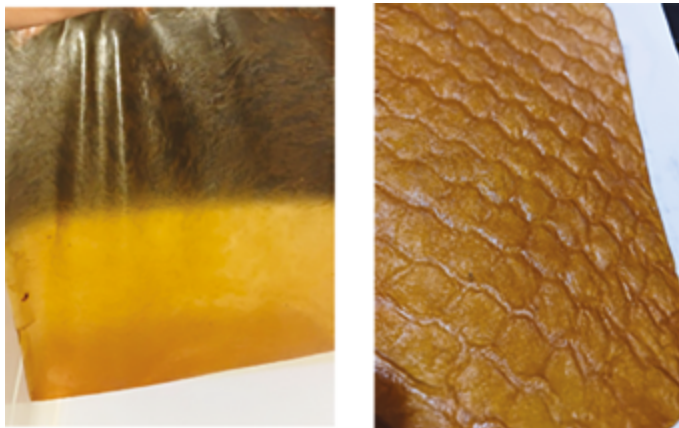
**Figura 6** Da direita para esquerda: a) Celulose bacteriana tingida com cúrcuma em pó; b) Celulose bacteriana tingida com hibisco em pó; c) Celulose bacteriana tingida com spirulina em pó.

Fonte: Omitido para revisão cega.

Todas as amostras, no entanto, adquiriram aspecto ressecado após a completa secagem.

### Ensaio de texturização

A textura lisa obtida com a secagem da celulose sob uma superfície plana de material de plástico (Figura 7a) foi considerada com ideal, mas o período secagem de cada amostra variou conforme as mudanças na temperatura do ambiente. A textura em relevo obtida através do contato direto com a rede espuma de polietileno (Figura 7b), também, foi considerada como ideal e altamente eficaz, pois a água da celulose pode escoar mais facilmente através dos vãos da rede; o que permitiu uma secagem rápida.



**Figura 7** Da direita para a esquerda: a) Celulose bacteriana após secagem sobre superfície plástica lisa; b) Celulose bacteriana após secagem sob rede espuma.

Fonte: Omitido para revisão cega.

### Ensaio de aderência das superfícies

A união de duas camadas de biofilme com pontos de costura feitos com máquina doméstica foi bem-sucedida assim como a costura à máquina da camada de biofilme

com tecido de algodão. Para a costura das regiões da borda é necessário, no entanto, que um espaçamento mínimo de 3 mm seja mantido para que o tecido de algodão não desfie e se solte da costura.

Já união das camadas de celulose com água – antes e depois da completa secagem da celulose – foi considerada, inicialmente, como bem-sucedida, mas demonstrou redução na capacidade de aderência com o passar dos dias nos dois casos.

## Modelo

Na primeira tentativa de confecção de um porta-cartões, a celulose bacteriana colorida com cúrcuma foi costurada a um tecido de algodão (Figura 8). O protótipo suportou bem a costura e a adesão entre celulose bacteriana e tecido de algodão tornou a peça mais resistente



**Figura 8** Protótipo de porta cartão com costurado à máquina.

Fonte: Omitido para revisão cega.

O segundo protótipo foi confeccionado apenas com celulose bacteriana tingida com pós de hibisco (Figura 9). As camadas coladas com água após a secagem completa do biofilme começaram a se despregar após uma semana.



**Figura 9** Protótipo de porta-cartões colado com água.

Fonte: Autores (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de obtenção da celulose bacteriana proveniente do Kombuchá foi considerado uma alternativa viável para a produção de artigos de moda, pois a prototipagem apresentou fácil reprodução e baixo custo apesar de ter levado cerca de um mês para ser concluída (duas semanas para o cultivo do biofilme, dois dias para lavagem, um dia para a pigmentação, três dias a uma semana para a secagem).

O tingimento com a corantes naturais, por outro lado, foi considerado inviável devido ao aspecto ressecado conferido às amostras pigmentadas depois de secas.

Também, considerou-se importante rever as formas de aderência das camadas de celulose para conferir maior durabilidade e qualidade de acabamento às peças.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHAL, A. *A moda com propósito: manifesto pela grande virada*. São Paulo: Paralela, 2016.
- COSTA, P. Z. R. da; ESCHILETTI, P. B. Cultivando materiais: o uso da celulose bacteriana no design de produtos. In: *Anais do SPGD 2017*. Anais... Rio de Janeiro (RJ) PPDESDI, 2018. Disponível em: [https://www.even3.com.br/anais/SPGD\\_2017/61907-CULTIVANDO-MATERIAIS---O-USO-DA-CELULOSE-BACTERIANA-NO-DESIGN-DE-PRODUTOS](https://www.even3.com.br/anais/SPGD_2017/61907-CULTIVANDO-MATERIAIS---O-USO-DA-CELULOSE-BACTERIANA-NO-DESIGN-DE-PRODUTOS). Acesso em: 5 abr. 2024.
- FRIEDRICH, G. C.; FANTIN, A. D. C.; BRUNIERA, B. B.; KOVACIC, C. V.; FORALOSSO, F. B. Elaboração da Kombucha. In: Feira de Ciências, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense do Campus Concórdia, 2024, Concórdia. *Anais...* Concórdia: Campus Concórdia, 2024. p. 54. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/feci-tac/article/view/3433/2773>. Acesso em: 15 maio 2024.
- GÓES, Thaís Soares de. *Obtenção de nanocelulose bacteriana de kombuchá*. 2020, 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Materiais). Campus Sorocaba, Universidade Federal de São Carlos, 2020.
- HARRIS, L. *O futuro do couro: como folhas de abacaxi, cactos e micélio estão revolucionando a indústria*. 7 de julho de 2022. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/future-leather-pineapple-leaves-cacti-mycelium/>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- MUNARI, B. *Das coisas nascem coisas*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1981.
- RISSANEN, T.; MCQUILLAN, H. *Zero Waste Fashion Design*. London: Bloomsbury, 2016.
- SANTOS JUNIOR, R. J.; BATISTA, R. A.; RODRIGUES, S. A.; XAVIER FILHO, L.; LIMA, Á. S. Antimicrobial Activity of Broth Fermented with Kombucha Colonies, *Journal of Microbial & Biochemical Technology*, v. 1, n. 1, 2009, p. 72-78. Disponível em: <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/antimicrobial-activity-of-broth-fermented-with-kombucha-colonies-1948-5948.1000014.pdf>. Acesso em: 5 out. 2024. DOI: :10.4172/1948-5948.1000014.

- SCHULTE, N. K. Contribuições da ética ambiental biocêntrica e do veganismo para o design do vestuário sustentável. 2011. 12 f. Tese (Doutorado) – Curso de Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- TED. Cultive suas próprias roupas. Palestrante: Suzana Lee. Vídeo. 6 min. TED, 2011. Disponível em: [https://www.ted.com/talks/suzanne\\_lee\\_grow\\_your\\_own\\_clothes#t-203747](https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes#t-203747). Acesso em: 28 set. 2023.
- VILLAREAL-SOTO, S. A.; BEAUFORT, S.; BOUJILA, J.; SOUCHARD, J. P.; TAILLANDIER, P. *Understanding kombucha tea fermentation: a review*. Concise Reviews & Hypotheses in Food Science, 2018.