

## **Experiência no cultivo de celulose bacteriana para criação de um biomaterial a partir da biodiversidade brasileira**

Palavras-chave: processos de criação, materiais, biodesign, resíduos de açaí.

**Lauro Arthur Farias Paiva Cohen;** UEMG; Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil;  
laurocohenn@gmail.com;

**Elena Raquel Amato Ellwanger;** UEMG; Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil;  
elenaraquelamato@gmail.com.

### **1. Introdução**

O conceito Biodesign engloba o objetivo principal de incorporar organismos vivos no Design, além de satisfazer as necessidades de novos padrões exigidos para sustentar as necessidades humanas e reavaliar métodos tradicionais do Design Industrial (Myers, 2018). Nesse contexto, destaca-se a técnica denominada por Biofabricação, na qual designers interferem nas formas de organismos para criar materiais alternativos. Pesquisadores guiam a evolução morfológica através da colaboração com organismos naturais, predominantemente bactérias, fungos ou algas. Conduzido em laboratórios para o controle de variáveis, a biofabricação posiciona os organismos como participantes ativos no processo de criação, marca um passo significativo em processos que promovam a coexistência entre múltiplas entidades, humana e não humanas (Collet, 2020).

A celulose bacteriana (CB), também conhecida como tapete de Kombucha ou SCOBY, é um material cultivado e amplamente adotado em comunidades de design devido à sua biodegradabilidade, acessibilidade produtiva e versatilidade (Groutars; Martins; Karana, 2025). As propriedades técnicas e perceptivas da matéria-prima podem variar dependendo da rota de tratamento e processamento adotada para produção. Após o processo de secagem, a CB pode assumir propriedades próximas do papel (Ellwanger, 2022). Seu potencial para aplicação inclui diferentes indústrias, como alimentícias, bens e consumo, biomédica e têxtil.

O cenário exposto impulsiona pesquisas com resíduos agroindustriais para substratos no cultivo de CB. Este processo oferece uma solução para o descarte de subprodutos agrícolas e abre caminhos para o desenvolvimento de biomateriais com propriedades personalizáveis, resultando em variações significativas de cores, texturas e formas (Urbina *et al.*, 2021). O Brasil, por ser uma potência agroindustrial, gera uma vasta quantidade de resíduos agrícolas com possibilidade de aproveitamento. Em vez de descartar esses materiais, há enormes oportunidades para transformá-los em produtos de valor agregado por meio da pesquisa em Design.

O aumento do consumo de açaí gera um volume significativo de resíduos, que muitas vezes são descartados de forma inadequada em áreas periféricas, conforme Imagem 1. Comunidades de baixa renda são desproporcionalmente impactadas por essa poluição, com a degradação ambiental e os riscos à saúde que a exposição a esses resíduos acarreta (Miranda *et al.*, 2022). A Amazônia, mesmo com a exploração ativa de seus recursos naturais e potencial econômico, não alcança o restante do país, inferindo que a exploração não traz as benesses esperadas em termo de qualidade de vida para a população (Aguiar *et al.*, 2021).



Imagem 1 – Resíduos de açaí descartados em contexto urbano na cidade de Belém (Pará – Brasil)  
Fonte: Autores (2025)

Através de uma atividade prática e experimental, os resultados buscam demonstrar a viabilidade técnica de biofabricação, contribuir para o cenário de pesquisa e inovação na Amazônia por meio da ressignificação de resíduos em novos materiais, e exemplificar a ação do design em atividades biológicas. Oferece um exemplo consistente

de Biodesign realizado em conexão com o território Amazônico, fornecendo referências para esforços de design prospectivos em contextos análogos e refletindo sobre potenciais melhorias para a experiência.

## 2. Materiais e Métodos

O método empregado no desenvolvimento de materiais é o experimental, com o propósito de testar novas combinações por meio de experimentos em laboratório e avaliar os resultados obtidos. Para a pesquisa em Design, o método experimental é utilizado como ferramenta para visualização de percepções e potenciais aplicações (BAK-ANDERSEN, 2021). Para a obtenção da Celulose Bacteriana (CB), foram preparados substratos nutritivos a partir de uma infusão de chá com açúcar, meio de cultura essencial para o desenvolvimento contínuo dos microrganismos. A formulação da solução envolveu precisamente 10ml de chá, 20g de açúcar e 50mL de kombucha.

Para avaliar o impacto de resíduos de açaí na produção da CB, foram estabelecidas quatro condições experimentais distintas (Imagem 2), uma amostra controle e outras três amostras suplementadas com resíduos de açaí em diferentes formatos: (i) 14g carço de açaí em pó; (ii) 5g carço de açaí inteiro; (iii) combinação de 5g carço de açaí com 14g pó de açaí. Após a preparação, os recipientes contendo as soluções foram devidamente cobertos com uma peça de papel absorvente e colocados em uma manta térmica, com temperatura média de 28 °C, por uma semana.

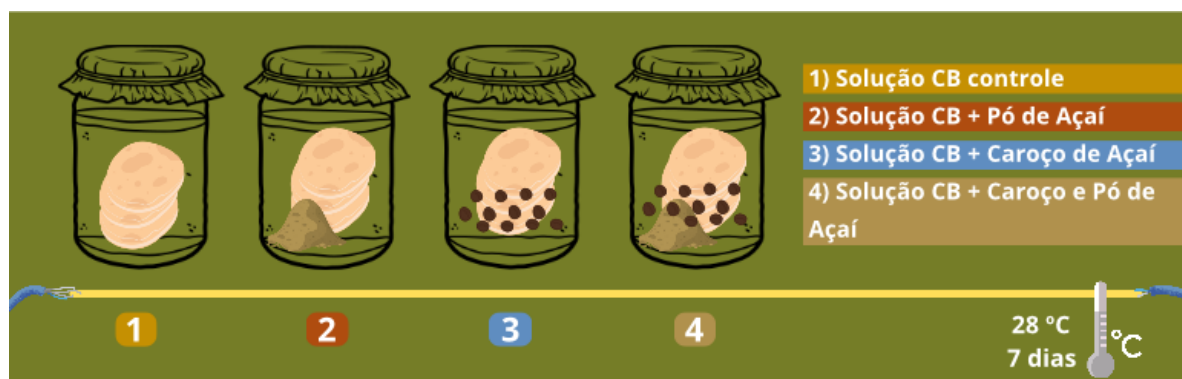


Imagem 2 – Condições para biofabricação dos materiais  
Fonte: Autores (2025)

Os resíduos de açaí foram coletados em sacas de material residual, encontradas nas ruas da cidade de Belém (Pará – Brasil), geradas pelos estabelecimentos comerciais de despulpamento. Para avaliar a variação de cor, foi realizada a caracterização por meio da colorimetria pelo sistema de coordenadas CIELab. Neste teste, a luminosidade ( $L^*$ ), as coordenadas cromáticas ( $a^*$  e  $b^*$ ) e a variação total da cor ( $\Delta E^*$ ) foram determinadas com espectrofotômetro Konica Minolta 600 D. As medidas foram realizadas em cinco pontos diferentes de cada amostra. Como resultado, são apresentados os valores das médias, com os respectivos desvios padrão exportados pelo software *Excel*. Para obter o valor da massa e a média entre os materiais, foi utilizada uma balança eletrônica digital.

### 3. Resultados e Discussões

O resultado do experimento padrão obteve resultado satisfatório, pois houve crescimento de CB. O material foi retirado sem que fosse fragmentado, apresentou sensação ao toque macia e formação consistente da sua superfície e tonalidade branca. O resultado do experimento com o pó do caroço foi satisfatório, porém não houveram mudanças aparente em comparação a primeira amostra (Imagem 2). O material foi retirado sem que fosse fragmentado, com características sensoriais similares a da amostra anterior. Tonalidade branca, levemente cinza.



Imagem 3 – Resultado dos experimentos para crescimento de CB padrão  
Fonte: Autores (2025)

O resultado mais satisfatório foi o do experimento com o caroço sem processamento, pois houve crescimento de CB e possível mudança (Imagem 4). Durante a retirada do frasco, a sensação ao toque é de que o material estava levemente duro na superfície em contato com o meio, mole na superfície em contato com a solução e tonalidade marrom. O resultado do experimento com o caroço e pó teve um resultado semelhante a solução que tinha somente o caroço, pois também houve crescimento de CB com aparente. O material foi retirado sem que fosse fragmentado, apresentou características sensoriais similares a da amostra anterior. Aparenta uma tonalidade marrom, em uma saturação mais baixa em relação a terceira amostra.



Imagem 4 - Resultado dos experimentos para crescimento de CB em solução de caroço e pó de açaí  
Fonte: Autores (2025)

A análise dos quatro experimentos de pesagem revelou uma variação nos valores obtidos, os pesos das matérias-primas foram registrados como 15,03 g [Amostra 1], 14,84 g [Amostra 2], 16,08 g [Amostra 3] e 15,70 g [Amostra 4]. Essa dispersão pode indicar pequenas flutuações nas condições experimentais, ou na precisão das medições. A média desses valores é de 15,41 g e representa o valor central sob as condições testadas.

A modificação no crescimento de celulose bacteriana com caroço de açaí não processado pode ser atribuída à preservação de componentes essenciais no caroço íntegro que são degradados ou inacessíveis no pó; à estrutura tridimensional do caroço que favorece a adesão bacteriana e formação de biofilmes; e à liberação gradual de

nutrientes do material não processado, otimizando o fornecimento para o metabolismo bacteriano (Urbina *et al.*, 2021). A composição química do caroço de açaí, rica em celulose, hemicelulose e, em menor proporção, lignina, provavelmente beneficiou o crescimento da celulose bacteriana. A celulose e a hemicelulose servem como fontes de carbono e energia para as bactérias (Bufalino *et al.*, 2018).

Como forma de verificar a variação de cor de maneira técnica, foi feita a caracterização por meio da colorimetria. De acordo com a Tabela 1, o  $\Delta E^*$  aumenta quando a solução é cultivada sem a adição de nenhum resíduo. Nota-se que apesar da diminuição do percentual com a adição do caroço, o pó é um indicativo que tende a deixar o material mais claro.

	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
(1) CB controle	-83,81	1,93	12,74	<b>79,29 (mais claro)</b>
(2) CB + Pó de Açaí	-78,80	0,66	15,09	<b>70,27 (mais claro)</b>
(3) CB + Caroço de Açaí	-51,94	15,85	31,84	<b>49,30 (mais escuro)</b>
(4) CB + Caroço e Pó de Açaí	-49,52	14,84	29,25	<b>43,53 (mais escuro)</b>

Tabela 1 – Coordenadas CIELab e valores de  $\Delta E^*$  das amostras  
Fonte: Autores (2025)

As coordenadas CIELab obtidas para a celulose bacteriana cultivada com resíduos de açaí mostraram similaridade com resultados de uma pesquisa que utilizou o pigmento bacteriano produzido por *Serratia plymuthica*, para colorir a celulose (Amorim; Fangueiro; Gouveia, 2022). Outra investigação demonstrou que culturas de celulose bacteriana desenvolveram um tom esverdeado quando cultivadas com resíduo cervejeiro (Ellwanger, 2022), indicando a capacidade da celulose bacteriana de incorporar colorações diversas a partir de diferentes substratos e pigmentos.

O monitoramento contínuo do processo de biofabricação forneceu aos pesquisadores insights cruciais para a delimitação de próximas etapas experimentais, com foco na otimização da celulose bacteriana para soluções de design inovadoras. É crucial realizar testes de impermeabilização para entender e otimizar a resistência da CB à água, expandindo seus potenciais aplicações. Paralelamente, a mistura da CB ainda úmida com

outros resíduos, como o pó do caroço ou as fibras de açaí, para a criação de materiais compósitos, pode gerar produtos com propriedades aprimoradas.

Posteriormente, uma avaliação do desenvolvimento de protótipos de produtos permitirá testar a funcionalidade e o desempenho da CB em aplicações reais. Por fim, a realização de testes de percepção com potenciais usuários será fundamental para verificar a aceitação do material e dos produtos desenvolvidos, orientando futuras otimizações e estratégias de mercado.

#### **4. Considerações Finais**

A pesquisa por materiais e processos produtivos alternativos torna-se cada vez mais relevante frente às demandas por opções sustentáveis de consumo. A possibilidade de integrar diferentes áreas do conhecimento permite que a Biofabricação e o Biodesign ofereçam oportunidades inovadoras para o desenvolvimento de matérias-primas com resíduos e organismos vivos, como fungos e bactérias. O estudo destaca a coexistência como forma de buscar alternativas aos meios tradicionais de Design, suas oportunidades e limitações. Essa realidade sublinha a necessidade de soluções sustentáveis para o descarte e aproveitamento dos resíduos do açaí, que também garantam justiça social e ambiental para as populações mais vulneráveis.

#### **REFERÊNCIAS**

AGUIAR, E. S.; RIBEIRO, M. M.; VIANA, J. H.; PONTES, A. N. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 13, e20190263, 2021.

AMORIM, L. F.; FANGUEIRO, R.; GOUVEIA, I. C. Characterization of bioactive colored materials produced from bacterial cellulose and bacterial pigments. **Materials**, v. 15, n. 6, p. 2069, 2022.

BAK-ANDERSEN, M. **Reintroducing materials for sustainable design: Design process and educational practice**. Routledge, 2021.

BUFALINO, L. et al. Local Variability for Yield and Physical Properties of Açaí Waste and Improvement of its Energetic Attributes by Separation of Lignocellulosic Fibers and Seeds. **Journal of Renewable and Sustainable Energy**, v. 10, 2018.

COLLET, C. Designing our future bio-materiality. **AI and Society**, [S. l.], 2020.

# V COLÓQUIO DE PESQUISA EM DESIGN E ARTES

5, 6 e 7 de novembro 2025

ELLWANGER, E. R. A. **Produção de filme de celulose bacteriana com resíduo cervejeiro para aplicação em embalagens de alimentos.** Monografia (Mestrado em Design) – Escola de Design, Universidade do Estado de Minas. Belo Horizonte, 2022.

GROUTARS, E. G.; MARTINS, J.; KARANA, E. On the Habitabilities of Bacterial Cellulose for Living Artefacts. In: **Proceedings of the 2025 ACM Designing Interactive Systems Conference.** 2025. p. 1516-1529.

MIRANDA, L. V. A. et al. Descarte e destino final de caroços de açaí na Amazônia Oriental-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.

MYERS, William. **Biodesign: Nature, Science, Creativity.** London: Thames & Hudson, 2018.

URBINA, L. et al. A review of bacterial cellulose: sustainable production from agricultural waste and applications in various fields. **Cellulose**, v. 28, n. 13, p. 8229-8253, 2021.