

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE BELAS ARTES  
CURSO DE DESIGN DE MODA**

Raphaella Alves Dias

**PROJETO BIOTÊXTIL: experimentação para  
desenvolvimento de produtos sustentáveis**

Belo Horizonte

2024

Raphaella Alves Dias

**PROJETO BIOTÊXTIL: experimentação para  
desenvolvimento de produtos sustentáveis**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação  
em Design de Moda, desenvolvido como  
requisito parcial para obtenção de título de grau  
em Bacharel em Design de Moda

Orientadora: Professora Dra. Angélica Adverse

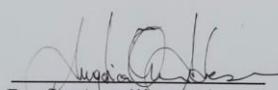
Belo Horizonte  
2024

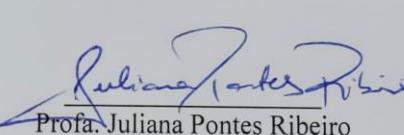
Raphaella Alves Dias

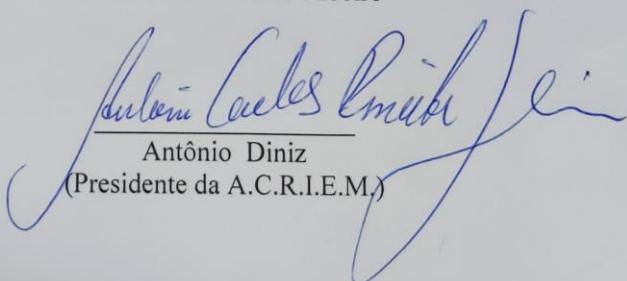
**PROJETO BIOTÊXTIL: experimentação para  
desenvolvimento de produtos sustentáveis**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Design de Moda da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção de título de grau em Bacharel em Design de Moda.

Data da Aprovação 06 / 02 / 2025

  
Prof. Angélica Adverse

  
Prof. Juliana Pontes Ribeiro

  
Antônio Diniz  
(Presidente da A.C.R.I.E.M.)

*Fazer e criar são atos de esperança, e, à medida  
que essa esperança cresce, os problemas do mundo  
deixam de nos oprimir.*  
Corita Kent

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e aos meus irmãos, especialmente à minha mãe, pelo constante incentivo e apoio.

À professora Angélica Adverse, pela orientação durante esse percurso.

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

## **RESUMO**

A busca por novos materiais inovadores ocorre em um cenário que precisa encontrar novas possibilidades para diminuir o impacto ambiental. O biodesign é uma alternativa.

Com uma abordagem sustentável, uma junção entre design, arte e moda, foram desenvolvidas nesta pesquisa, por meio de experimentação, novas propostas de materiais, celulose bacteriana e bioplástico (resíduos do chá utilizados para fermentação para formação da celulose bacteriana). Utilizou-se teste de cores com pigmentos naturais, resistência, característica ao toque, costura, formas e texturas.

Palavras-chave: Biodesign. Celulose bacteriana. Sustentabilidade. Biomateriais. Inovação.

## **ABSTRACT**

The search for innovative new materials takes place in a context that needs to find new possibilities to reduce environmental impact. Biodesign offers an alternative. With a sustainable approach, within the intersection of design, art, and fashion, this research has developed new material proposals through experimentation: bacterial cellulose and bioplastic (using tea residues for fermentation to grow bacteria). Tests were conducted on cores with natural pigments, resistance, tactile characteristics, and stitching, additional techniques, shapes, and textures.

Keywords: Biodesign. Bacterial cellulose. Sustainability. Biomaterials. Innovation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1- Emaranhado de ideias .....</b>	16
<b>Figura 2- BioBomber Jacket.....</b>	21
<b>Figura 3- Semente do Narciso.....</b>	22
<b>Figura 4- Semente do Narciso,.....</b>	23
<b>Figura 5- Vaso de Favo de Mel,.....</b>	24
<b>Figura 6- Entrelaçado .....</b>	25
<b>Figura 7- La manufacture.....</b>	26
<b>Figura 8- Christopher Esber, Primavera 2024 pronto a vestir, look 24/39.....</b>	28
<b>Figura 9- Botas de Cowboy Bohema feita de Couro de cacto Desserto.....</b>	29
<b>Figura 10- Kombucha recebida em 2023.....</b>	31
<b>Figura 11- Resultado da multiplicação e alteração nas cores.....</b>	32
<b>Figura 12- Resultado em outro formato .....</b>	32
<b>Figura 13 - Resultado do Processo de lavagem.....</b>	33
<b>Figura 14- Resultado do processo de secagem .....</b>	33
<b>Figura 15- Resultado da experimentação com resíduos do chá preto .....</b>	34
<b>Figura 16- Resultado da experimentação com resíduos do chá preto .....</b>	35
<b>Figura 17- Referências imagéticas .....</b>	36
<b>Figura 18- Método .....</b>	38
<b>Figura 19- Alginato de sódio com resíduos do chá preto .....</b>	39
<b>Figura 20- Celulose bacteriana desidratado .....</b>	39
<b>Figura 21- Ágar- ágar deformado .....</b>	40
<b>Figura 22- Resíduos do café e carvão vegetal.....</b>	40
<b>Figura 23- Construção do vestível com alginato de sódio.....</b>	42
<b>Figura 24- Processo de secagem e colagem -celulose bacteriana.....</b>	42
<b>Figura 25-Ilustrações.....</b>	43
<b>Figura 26- Ficha técnica do protótipo I.....</b>	44
<b>Figura 27- Ficha técnica protótipo II.....</b>	45
<b>Figura 28- Ficha técnica protótipo III .....</b>	46
<b>Figura 29- Projeto Experimental Biotêxtil.....</b>	47
<b>Figura 30- Lookbook I .....</b>	48
<b>Figura 31- Lookbook II.....</b>	49

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	8
<b>1 BIOLOGIA .....</b>	9
<b>1.1 Biodesign .....</b>	10
<b>1.2 Design, moda e arte: interdisciplinaridade e inovação .....</b>	11
<b>1.3 Efeitos dos polímeros na indústria têxtil e suas consequências .....</b>	12
<b>1.4 Hipótese .....</b>	14
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	15
<b>3 MANIPULAÇÃO DOS MATERIAIS .....</b>	17
<b>3.1 Biodesign, inovação e sustentabilidade .....</b>	17
<b>3.2 Biomateriais: futuro do design e moda .....</b>	19
<b>3.3 Estudo de casos: design, moda e arte .....</b>	20
<b>4 RELEVÂNCIA DA PESQUISA .....</b>	27
<b>4.1 Processos no design, na moda arte e o uso no mercado .....</b>	27
<b>4.2 Desenvolvimento do Projeto Experimental Biotêxtil .....</b>	29
<b>4.2.1 Experimento 1- Celulose bacteriana .....</b>	30
<b>4.2.2 Experimento 2- Bioplástico com ágar- ágar e resíduos do chá preto .....</b>	34
<b>4.2.3 Experimento 3- Bioplástico com alginato de sódio e resíduos do chá preto .....</b>	36
<b>5 RESULTADOS DO PROJETO EXPERIMENTAL .....</b>	39
<b>5.1 Observar .....</b>	36
<b>5.2 Adaptar .....</b>	37
<b>5.3 Inovar .....</b>	41
<b>5.2.1 Ilustrações e protótipo .....</b>	43
<b>5.2.2 Resultados e discussão .....</b>	50
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	51
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	52

## INTRODUÇÃO

A biologia é a ciência que investiga todas as características e processos necessários para o surgimento da vida. As investigações na área resultaram em diversos conhecimentos que propiciaram avanços significativos para a inovação tecnológica. A interdisciplinaridade entre a biologia e outras áreas têm contribuído para essa inovação. O biodesign é um estudo inovador que utiliza organismos vivos ou orgânicos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis (Antonelli, 2012 *apud* Abreu, 2015).

Grandes são os problemas causados pela indústria de petróleo e pela indústria têxtil que produz materiais de difícil decomposição, como o poliéster. Esses materiais contribuem para o aumento de resíduos como os microplásticos, que contaminam a cadeia ecológica dos oceanos e afetam a vida marinha (Mazhandu *et al.*, 2020 *apud* Loureiro, 2021). Isso acarretou a necessidade de se criar formas inovadoras, utilizando-se materiais vivos e orgânicos. Nesse sentido, esta pesquisa visa ampliar os conhecimentos teóricos e desenvolver uma experimentação com o uso da celulose bacteriana e outros biomateriais, segundo o conceito do biodesign. Uma vez que existe pouco material produzido com essa perspectiva, esta pesquisa experimental propõe contribuir para criação de novos produtos sustentáveis e inovadores.

Portanto, este trabalho visa explorar o biodesign e desenvolver novos materiais sustentáveis com ênfase em estudo de caso da bactéria envolvida na produção de celulose bacteriana proveniente dos resíduos do chá preto, empregando esses materiais de forma a promover alternativas para o campo do design de moda.

## 1. BIOLOGIA

Para entender o que é a vida, é necessário conhecer a biologia, que é a ciência fundamental para estudar o surgimento da vida e dos organismos vivos. De acordo com Soares (1997, p. 7), “Etimologicamente, o termo BIOLOGIA significa ‘estudo da vida’ (do *gr.* Bios, ‘vida’; *logos*, ‘estudo’)\”, ou seja, a união das palavras bio e estudo formam o termo biologia. Fica evidente que a biologia, envolve um conhecimento de características fundamentais e complexas que possibilitam o entendimento sobre o que é a vida. Trata-se de elementos que estão integrados em um sistema organizado. Quando compreendidos esses elementos, torna-se fácil esse entendimento (Soares, 1997).

Esse sistema de organização é o que representa o nível de complexidade estrutural e funcionalidade que são essenciais para a interação dos organismos com o meio ambiente.

As características do sistema são definidas de acordo com Soares (1997, p. 7) como

[...] Composição química complexa, a organização estrutural fundamentada da célula, o consumo de energia e renovação contínua da matéria, realizações vitais, a capacidade de reprodução e transmissão de caracteres hereditários, a adaptação e o relacionamento com o meio, a tendência para evolução, a individualidade que torna cada indivíduo diferente dos demais dentro da diversidade da própria espécie.

Essas circunstâncias específicas indicam viabilidade da execução das funções vitais dos organismos, as quais são fundamentais para a adaptação das espécies, o que contribui para o dinamismo no ambiente. Dessa forma, essas funções fundamentais para os seres humanos permitem que eles modifiquem o meio em que vivem, não apenas adaptando-se às condições existentes, mas também inovando e transformando o ambiente segundo as suas necessidades. Em cenários com poucos recursos tecnológicos, a importância da sobrevivência era evidente, o que levou o ser humano a se adaptar, observar e desenvolver materiais utilizando elementos da natureza, como material orgânico e vegetal (Cruz, 2012). Assim, seja por meio dos elementos vivos ou das formas da natureza, a utilização da biologia tem contribuído para inovação.

## 1.1 Biodesign

De acordo com Jung (2004 *apud* Cerutti, 2007, p. 28), “Ciência (do latim “*scientia*”) é a atividade que propõe a aquisição sistemática de conhecimento sobre a natureza biológica, social e tecnológica com a finalidade da melhoria da qualidade de vida, intelectual ou material”. Portanto, a integração dos avanços científicos tem contribuído para o desenvolvimento tecnológico em diversas áreas da ciência, como a biotecnologia, design e engenharia. Assim, o conhecimento científico possibilita ao homem utilizar a tecnologia para modificação ao meio que ele vive. Os estudos científicos tiveram grande destaque em 1950, principalmente no que se refere à inovação biotecnológica, uma vez que proporcionou grandes descobertas, como modificação do DNA, o mapeamento das células, entre outras. (Dubberly, 2008 *apud* Abreu, 2015).

Bürdek (2010 *apud* Abreu, 2015 p. 24) “complementa dizendo que a junção entre pesquisa genética e informática, a bioinformática, criará novas demandas de design, da mesma forma que se criarião novos órgãos, onde o corpo humano passará a ser um objeto de design”.

Atualmente, essa junção da tecnologia e biologia na fabricação de produtos é chamada de biodesign. O biodesign se desenvolve por organismos vivos, como bactérias, fungos, plantas ou apenas observa a reintegração de forma natural através do ciclo da natureza (Antonelli, 2012 *apud* Abreu, 2015). Dessa forma, um produto fabricado por meio do biodesign é totalmente sustentável, pois segue um processo natural que não causa problemas ambientais.

Myers (2012 *apud* Abreu, 2015, p. 14) diz que

Recentemente o Design tem interagido cada vez mais com a Biologia, e foi nesse contexto que surgiu o termo Biodesign, utilizado para caracterizar projetos de Design que fazem uso de organismos vivos como parte constituinte de produtos e serviços, ou que os utilizam no processo produtivo, agregando a tecnologia de ponta da natureza à procura de soluções para a vida contemporânea.

Dessa forma, a interdisciplinaridade entre a biologia e o design se apresenta como uma alternativa útil para projetos sustentáveis, pois o cultivo de organismos vivos possibilita uma nova forma de obter produtos não convencionais que podem ser alternativas para diminuir as catástrofes ambientais provocadas pelas intervenções humanas.

## 1.2 Design, moda e arte: interdisciplinaridade e inovação

A obtenção de novos produtos está relacionada à capacidade de percepção do ser humano para transmutar as coisas, modificando o seu meio natural e, assim, fazendo surgir o objeto. Flusser (2007) afirma que a matéria é considerada transitória, pois, sendo moldável, pode ser transformada. A capacidade do ser humano de modificar o meio natural para obtenção de matéria prima é algo convidativo à experimentação e inovação para nova cultura.

Para entender o que chamamos de nova cultura, é necessário compreender que arte, técnica e o design são disciplinas interligadas que se complementam, na formação dessa nova cultura (Flusser, 2007).

E, segundo o autor,

[...] isso só possível porque essa palavra exprime a conexão interna entre técnica e arte. Por isso, design significa aproximadamente aquele lugar em que arte e técnica (e, consequentemente, pensamento, valorativos e científicos) caminham juntas, com pesos equivalentes, tornando possível uma nova cultura. (Flusser, 2007, p.183)

Portanto, arte está interligada com expressão criativa, que visa principalmente conectar o objeto e o receptor, despertando neste a imaginação e as mais variadas sensações, aguçando, assim, a percepção humana. Por outro lado, o design aplica os princípios básicos, aliando técnicas e habilidades que contribuem para o processo criativo dos objetos (Flusser, 2007). Para entender melhor essa aplicabilidade do propósito entre arte e design em matéria-forma, Flusser (2007) exemplifica que a matéria pode ser transformada, como no caso da madeira em relação à mesa, em que a madeira é algo amorfo que envolve o olhar contemplativo, enquanto a mesa está relacionada à função e forma com interesse pragmático utilitário.

Dessa forma, Flusser (2007, p. 181) definiu o design em algumas palavras, tais como “fraude, projetar, tramar algo, esquema maligno entre outros”. Os designers eram responsáveis pela forma e função utilizando suas habilidades técnicas para criar produtos de consumo atrativos. Durante a Revolução Industrial na Europa e Estados Unidos no século XVIII e XIX, ocorreram mudanças na manufatura, tecnologia e sociedade. A produção em massa possibilitou a fabricação de mercadorias mais acessíveis, e o design passou a estar associado a uma sociedade de consumo durável. Com a procura por mão de obra e aumento na produção de produtos de bens de consumo, houve uma demanda por designers com o intuito de melhorar o visual dos produtos, tornando -se atrativo para o consumismo (Cardoso, 2013). Nesse contexto, o design

exercia uma influência além da estética e funcionalidade do produto, transformando o produto em desejo e influenciava o comportamento de consumo na sociedade.

Nos dias de hoje, os designers buscam se reinventar em práticas sustentáveis, utilizando materiais inovadores e ecológicos. Essa nova alternativa de materiais que unem a biologia e a tecnologia, com organismos vivos, tem atraído pesquisadores para projetos que vão muito além da forma e função, trazendo uma nova percepção da junção do design e natureza (Collet, 2019).

Na opinião de Franklin e Till (2019, p. 9),

Precisamos de uma abordagem melhor, mais inteligente e mais cíclica, em contraste com a nossa atual relação linear de “retirar-fazer-descartar” com os materiais – e um novo futuro parece estar ao nosso alcance. Colocar ênfase na materialidade nos permite reconsiderar os blocos de construção do processo de design de baixo para cima. Graças a uma série de designers e criadores entusiasmados que estão a promover abordagens disruptivas, começamos a ver que são possíveis sistemas alternativos de produção e consumo, e reconhecemos que a inovação material será crucial para alcançar este objetivo.

A necessidade de integrar uso de materiais inovadores e sustentáveis para criação de projetos contemporâneos tem levado designers a explorar alternativas que incluem a utilização de organismo vivos, aproveitando as possibilidades oferecidas pelo biodesign. Essa abordagem visa não apenas à produção de produtos sustentáveis e experimentais, mas também posiciona os designers como agentes de mudança para enfrentar os desafios ambientais futuros (Antonelli, 2018).

### **1.3 Efeitos dos polímeros na indústria têxtil e suas consequências**

O impacto ambiental é dos grandes problemáticas no mundo. A indústria têxtil é classificada como a segunda maior poluidora mundial, superada apenas pela indústria petrolífera (Friedman, 2018 *apud* Barauna *et al.*, 2021). A descoberta dos combustíveis fósseis não renováveis possibilitou a sociedade avanços tecnológicos e econômicos. O petróleo, a matriz energética mais utilizada no mundo, é formado por matéria orgânica marinha. Utilizando-se da técnica de destilação, é possível produzir nafta por meio de processos físico-químicos e assim obter diversos tipos de produtos. Com esse combustível fóssil é produzido o plástico, um material de baixo custo e bastante utilizado no dia a dia em embalagens, sacolas, garrafas pet e tecido. Desde a sua descoberta em 1907, o plástico sintético é produzido de forma desenfreada causando vários problemas ambientais. O lixo gerado pelo plástico não se

decompõe completamente e gera microplásticos que afetam o solo, os mares, os seres humanos, entre outros (Mazhandu *et al.*, 2020 *apud* Loureiro, 2021).

A preocupação com os impactos ambientais dos materiais reflete-se na indústria têxtil. Todo material têxtil utilizado causa algum impacto ambiental. Isso ocorre pelo uso excessivo da água e o seu descarte inadequado, o que causa poluição, resíduos, entre outros efeitos negativos. Dessa forma, a diferença entre as fibras está na forma como estas se decompõem no ambiente, o que afeta a cadeia ecológica (Pereira; Romeiro Filho; Mendonça, 2021).

Na indústria têxtil, o poliéster desempenha um papel fundamental. Criado em 1940, no período conturbado do final da Segunda Guerra Mundial, o poliéster foi uma alternativa em substituição aos tecidos naturais, cuja produção era inviável devido à destruição da vegetação (Pereira; Romeiro Filho; Mendonça, 2021).

Com o uso acelerado, a produção de poliéster alcançou, em 2019, 58 milhões de toneladas. O produto é um grande poluidor, pois leva cerca de 400 anos para se decompor ao meio ambiente. Esse tecido sintético é bastante utilizado na indústria em razão da sua durabilidade. Ele proporciona uma maior secagem e resistência mínima à deformação durante o uso (Barauna; Renck; Santos; Tomé, 2021).

Além de ser um grande poluente, o poliéster é conhecido por causar grande desconforto térmico, pois dificulta a transpiração para quem o utiliza (Pereira; Romeiro Filho; Mendonça, 2021). A cada 6 quilos de lavagens, são liberados diversos resíduos, sendo a maioria microplásticos que acabam sendo direcionados aos oceanos. Esses fragmentos, que têm menos de 5mm, não conseguem ser filtrados pelas máquinas de tratamento de água e acabam afetando a vida marinha (Pereira; Romeiro Filho; Mendonça, 2021).

Manzini e Vezzoli (2011) se perguntam quando é que os seres humanos realizarão mudanças significativas para atingir a sustentabilidade, e se tais mudanças ocorrerão após a humanidade experimentar os efeitos dos impactos ambientais que podem resultar em grandes tragédias, afetando tanto a vida dos seres quanto os recursos materiais. Essa constatação poderia obrigar a sociedade a se reorganizar no que se refere a aspectos como produção e consumismo.

Assim, para se encontrar alternativas sustentáveis é necessário que os designers encontrem também novas possibilidades em suas experimentações e na produção de materiais têxteis que possam gerar menos impacto ambiental. Também precisam repensar novas maneiras de consumo, pois, segundo Valtonen, 2020 *apud* Shibata *et al.*, 2023,

O design sustentável é fundamental para minimizar o impacto ambiental e maximizar a eficiência de recursos, criando soluções que sejam socialmente responsáveis e

economicamente viáveis, além de funcionalmente eficientes e esteticamente atraentes. O design especulativo pode ser uma ferramenta poderosa para a imaginação de soluções inovadoras e disruptivas que possam impactar positivamente a sociedade e o meio ambiente (p. 173).

Nessa perspectiva, o design sustentável utiliza-se de estratégias do biodesign para produzir produtos de material biodegradável, de forma a não gerar impacto ambiental. Essas soluções inovadoras vão além da funcionalidade e podem contribuir para um futuro sustentável.

#### **1.4 Hipótese**

Este trabalho foi iniciado a partir do momento em que se deu início a observação dos problemas causados pelos resíduos sólidos, o que motivou a busca por formas de se integrar materiais à natureza em um ciclo contínuo de produção e descarte, seguindo os princípios do biodesign.

O uso desenfreado de produtos que utilizam materiais poliméricos, que são de lenta decomposição e difícil descarte, tem resultado em danos para o meio ambiente, como a poluição dos mares. Essa observação fez despertar o interesse em pesquisar materiais que fossem biodegradáveis e fáceis para a produção. A primeira pesquisa encontrada foi sobre biomateriais na produção de bioplásticos. Os biomateriais são uma alternativa para os polímeros, capazes de contribuir com a mitigação dos impactos ambientais.

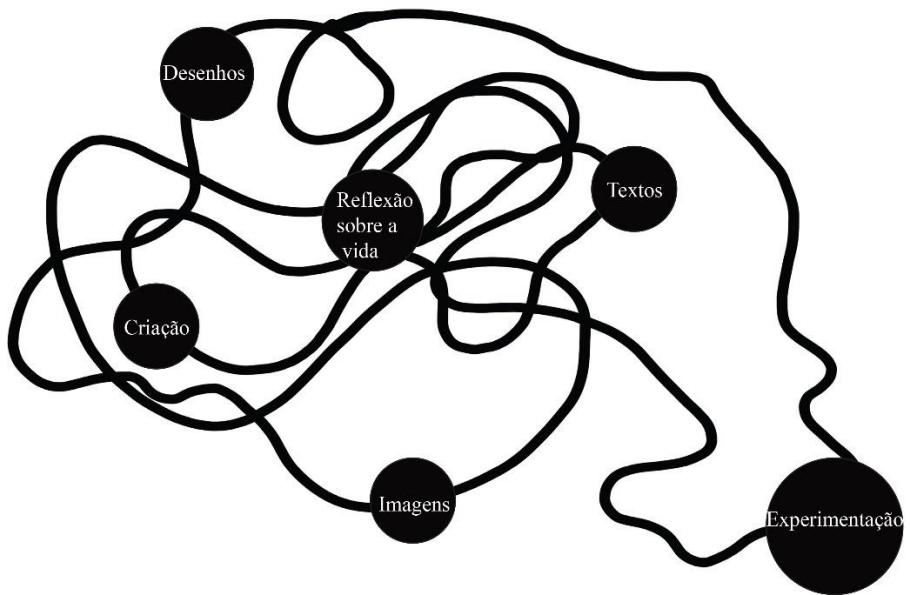
De acordo com Lee *et al.*, (2020 *apud* Barauna *et al.*, 2021) produção de biofilme por meio da junção de dois ou mais biomateriais têxteis biodegradáveis, como polissacarídeos, lipídeos, proteínas e organismos vivos, são uma alternativa aos tecidos que demoram a se decompor no meio ambiente. Ao integrar estudos sobre o biodesign, busca-se desenvolver soluções que sejam sustentáveis, alinhando processos com ciclo naturais e propondo alternativas por meio da experimentação de novos materiais.

## 2. METODOLOGIA

Para realização da pesquisa, foi necessário buscar livros, teses e artigos sobre o tema, fontes que foram imprescindíveis para a elaboração da fundamentação teórica deste trabalho. A interdisciplinaridade entre o design e áreas afins promove inovações e soluções sustentáveis por meio de processos naturais ou biológicos.

Optou-se, neste estudo, por explorar o biodesign, utilizando a técnica de cultivo biológico e integração de outros biomateriais no desenvolvimento. Na experimentação prática, foram realizados testes na celulose bacteriana, adquirida em 2023. A realização de trocas periódicas da bebida fermentada foi essencial para promover a formação contínua de novas películas de celulose bacteriana. Os resíduos do chá preto foram armazenados em outro recipiente para utilização na produção de bioplásticos. Além disso, foram realizados testes com corantes naturais na celulose bacteriana, explorando aspectos como resistência e costura. Também foram importantes os registros fotográficos detalhando as etapas da pesquisa, assim como a construção de um vestível com os dois materiais mencionados.

Por meio da experimentação, processo aqui sugerido, se embasa na percepção que envolve vários pontos de partida, de forma a não seguir um padrão linear ou fixo, mas por meio de uma estrutura fluida de ideias nos processos: reflexão sobre a vida, textos, fotografias, desenhos e experimentos. Esses processos fazem parte de um entrelaçamento de linhas, fios e caminhos (Figura 1) que se cruzam, moldados pela experimentação e adaptação. “O entrelaçamento dessa trajetória que sempre se estende, nos termos de Hagerstrand, compreende a textura do mundo- “a grande tapeçara da natureza que a história está tecendo” (Hagerstrand, 1976, p. 332 *apud* Ingold , p. 138).

**Figura 1- Emaranhado de ideias**

Fonte: Elaborado por Raphaella Dias.

A utilização de novos métodos possibilitou o desenvolvimento de novas propostas baseadas em conhecimento científico, o que contribuiu para o aprendizado na área do design correlacionado com outras disciplinas. Assim, pode-se afirmar que a utilização do biofilme não é apenas uma alternativa para a substituição de tecido, mas também uma forma de explorar a criatividade e provocar reflexões para utilização de novos materiais sustentáveis (Barauna; Renck; Santos; Tomé, 2021).

### 3. MANIPULAÇÃO DOS MATERIAIS

#### 3.1 Biodesign inovação e sustentabilidade

A simbiose entre a natureza e os seres humanos sempre foi fundamental para a construção da matéria-prima utilizando-se elementos do organismo. Esse processo sempre foi impulsionado pela necessidade de sobrevivência e inovação.

Manzini (1993 *apud* Callegari; Oliveira, 2013, p. 55) observa que

[...] no primeiro milhão de anos de sua existência, o homem utilizou essencialmente a madeira, pedra, ossos, chifres e couro para construir ferramentas e objetos. Em tempos recentes, surgiram diversos materiais, entre eles os metais, que, ao longo de 9.000 anos da história, foram os materiais mais empregados pela humanidade.

O homem sempre se apropriou dos recursos naturais para desenvolver os projetos tecnológicos e inovadores. Na seleção da matéria-prima para o desenvolvimento de produtos é fundamental optar pelo biodesign, lançando mão de biomateriais como folhas, resíduos de fruta ou outros organismos, que podem substituir os materiais sintéticos, como poliéster, por exemplo, de forma a obter alternativas de produtos sustentáveis.

Segundo Bell (2011 *apud* Barauna *et al.*, 2021), o desenvolvimento de materiais envolve a junção de diversos organismos biológicos diferentes. Para a produção de biomateriais, destacam os três principais componentes para produção de biofilmes: polissacarídeo, proteínas e lipídeo. De acordo com autores Cagri *et al.*, (2004 *apud* Barauna *et al.*, 2021, p. 354) “Alguns exemplos de polissacarídeos são os amidos, o alginato de sódio, as pectinas e os derivados da celulose; já as proteínas mais utilizadas são o colágeno, a zeína e a caseína. Por fim, os lipídios mais comuns são os acilgliceróis, as ceras e alguns ácidos graxos”. É bem comum o uso da gelatina, do alginato e amido para criação do biofilme. A gelatina é uma proteína derivada do colágeno, que tem a capacidade de formar géis que sofrem modificação dependendo da temperatura em que se encontram. Em altas temperaturas, por exemplo, esses géis podem derreter (UFRGS, 2021 *apud* Barauna *et al.*, 2021).

O alginato de sódio é derivado das algas e é formado por monômeros de ácidos que podem alterar o processo do biofilme (Damodaran; Parkin, 2019, *apud* Barauna *et al.*, 2021). Esses autores Damodaran e Parkin (2019, *apud* Barauna *et al.*, 2021, p. 355) observam que os segmentos formados somente por “b-D-manopiranosilurônico são chamados de blocos M, e os formados por b-D-gulopiranosilurônico são os blocos G”.

O polissacarídeo encontrado em vegetais desempenha um papel significativo nas pesquisas de biomateriais devido às suas propriedades. Quando o amido é aquecido em altas temperaturas, ele se torna termoplástico e, ao entrar em contato com a água, ele forma um biofilme, uma camada flexível e biodegradável (Maia, 2016 *apud* Barauna; Renck; Santos; Tomé, 2021). E para a formação dos três biofilmes citados, é necessário acrescentar um glicerol, capaz de aumentar a sua maleabilidade e durabilidade, alterando as suas propriedades ao se adicionar o plastificante (Follmann, 2009 *apud* Barauna *et al.*, 2021).

Os estudos sobre a utilização dos biomateriais no mercado como uma solução sustentável tem se tornado cada vez mais relevantes. Barauna e Razeza (2018 *apud* Barauna *et al.*, 2021), ao questionarem os materiais e processos que causam impactos ambientais – e que, por isso, levam os designers a buscar propostas inovadoras e criativas –, reforçam a ideia de que, por meio de uma abordagem de design estratégico, um modelo de planejamento e experimentação pode trazer soluções.

Biomaterial é um tema essencial para a construção de produtos sustentáveis, numa época em que convivemos com tantos problemas graves que afetam o meio ambiente. Considerando as pesquisas sobre os biopolímeros, é possível que, no futuro, os bioplásticos possam substituir os plásticos, uma vez que os polímeros são derivados de fontes não renováveis. É importante, pois, desenvolver produtos que sejam renováveis e biodegradáveis, propondo materiais que possam minimizar os impactos ambientais e sociais e, assim, mudar o cenário de consumo e produção.

Outro material importante utilizado nesta pesquisa é a Kombucha. A bactéria utilizada, a celulose bacteriana, é um material promissor que apresenta diversas características que chamam atenção no meio científico. Além de ser semelhante ao couro, tem potencial para impactar o campo biotecnológico e outras áreas devido à sua estrutura que pode ser moldada, flexível, resistente, entre outros (Gama; Gatenholm; Klemm, 2012; Lee *et al.*, 2014; Shah *et al.*, 2013; Shi *et al.*, 2014 *apud* Duarte *et al.*, 2019).

De acordo com Costa e Biz (2017), a Kombucha é uma bebida milenar chinesa à base de chá verde e açúcar. Essa mistura produz uma bebida adocicada, conhecida como vinagre. Nessa transformação química, ocorre a fermentação, na qual estão presentes microrganismos de fungo e a bactéria denominada *scoby* (cultura simbótica de bactéria e leveduras).

Costa e Biz (2017) dizem que

A Kombucha é conhecida por diferentes nomes a listar: Kombuchá, Kombucha Tha,

Kombucha Mushroom Tea, Kombucha Mushroom Infusion, Kombucha Chá, Algue de Tha, Champanhe da Vida, Champignon de la Charite, Champignon des Haros, Champignon de Longue Vie, Champignon Miracle, Fungo Japonicus, Dr. Sklenar Kombucha Mushroom Infusion, Kargasok Chá, Teekwass, Manchurian Fungo, Manchurian Mushroom Tea, Petite Mare Japonaise, Spumonto, T'chai do Mar, Tade Kombucha, Thade Kombuchá, Tschambucco.

Para que aconteça a fermentação é necessária uma celulose *scoby* já formada. E por meio desse processo, será gerada outra película da bactéria com nome científico: *Gluconacetobacter xylinus* (Costa; Biz, 2017). O líquido presente é denominado Kombucha. É necessário renovar a troca para repetir o ciclo a fim de desenvolver novas películas.

Rodrigues *et al.*, (2009 *apud* Costa; Biz, 2017) dizem que

A película de celulose é um polímero de cadeia longa composto apenas por moléculas de glicose. Em um líquido com sucrose (açúcar), o *scoby* quebra a sucrose em glicose e frutose e então em álcool e gás carbônico, em seguida a glicose é polimerizada e então se produz a celulose e a hemicelulose.

Existem diferenças na produção do *scoby*, e isso pode afetar suas propriedades. Sem agitação, a celulose será mais resistente e forte; em processos com movimento contínuo ou mistura, a celulose bacteriana apresentará uma estrutura irregular e menor resistência comparada ao estado estático (Costa; Biz, 2017).

O cultivo de celulose bacteriana como prática sustentável é destacado por ser mais resistente, ter baixo custo, ser biodegradável e leve. Além disso, tem a capacidade de bloquear raios ultravioletas e suportar altas temperaturas, tornando-se uma alternativa viável para substituir materiais têxteis que causam impacto ambiental, como os derivados do petróleo e de origem animal (Costa; Biz, 2017).

### **3.2 Biomateriais: futuro do design e da moda**

Estamos diante de um novo cenário marcado por mudanças relacionadas ao design, em que merece destaque o desenvolvimento de matérias-primas com apelo sustentável. A inovação científica tem contribuído para novas abordagens no campo do design. Isso permite que o design promova mudanças significativas por meio de projetos que podem transformar o futuro (Franklin; Till, 2019).

De acordo com Adverse (2022), a importância de projetar é fundamental, pois permite a prospecção do futuro, evidenciando a importância da ética para transformações das coisas.

O ato de criar estaria relacionado aos espaços de experiências, e a experimentação de criar em espaços cotidianos se relaciona diretamente com a interação com os objetos. No entanto, essa experimentação não se destina a resolver problemas de alta demanda, mas criar produtos que estejam conectados ao contexto cultural dos usuários (Adverse, 2022).

Dessa forma, na práxis do projeto, é importante se adotar abordagens ecológicas que agucem as percepções sensíveis do designer, sempre com respeito ao meio ambiente. Isso porque os materiais utilizados seriam parte integrante do meio e

[...] não seriam estranhos à natureza porque a sua própria materialidade enquanto coisa estaria em conexão com a natureza e com o ambiente. A vida das coisas seria potencializada na medida em que sua essência revelasse a complexidade da vida. Nesse ponto, os objetos poderiam ser compostos como organismos vivos capazes de não se tornarem estranhos à natureza. (Ingold *apud* Adverse, 2022, p. 137).

Quando consideramos viva a relação entre o sujeito e a matéria, as questões ecológicas unificam esses elementos. O designer não relaciona apenas os problemas, mas molda os projetos de design como compatível com a matéria viva dentro do projeto (Papanek, 2002 *apud* Adverse, 2022).

### **3.3 Estudo de casos: design, moda e arte**

De acordo com Collet (2019) as gerações dos novos designers têm a responsabilidade de repensar novas formas de produção, adotando medidas mais inteligentes para descarte e explorando alternativas de um modelo cíclico. Também é responsável pela escolha de materiais e atribuição de novos significados na construção dos objetos. A busca por materiais inovadores é essencial para transformar a maneira como produzimos, destacando a sustentabilidade como desafio para diminuir os impactos ambientais.

O estudo constitui um experimento realizado pela designer Suzanne Lee, pioneira na utilização do biofilme. Ela iniciou o processo de estudos das bactérias durante seu período na Escola de Arte *Central Saint Martins*, em Londres, onde fundou o BioCouture com o apoio das pesquisas junto com biólogo David Hepworth. A pesquisa sobre a película bacteriana deu-se através de experimentos em busca de alternativas para materiais no campo da moda. Nesse processo percebeu-se que era possível transformar as leveduras em “couro” (Lima; Alves; Martins, 2021).

Assim, para a criação de biofilme utilizando-se microrganismo, é necessário armazenar

chá verde e açúcar em um recipiente com tampa para que ocorra a fermentação durante duas a quatro semanas, e, assim, obter o kombucha. Dessa forma, cria-se uma película flexível flutuante com a cor amarelada. Nesse processo, a cultura simbiótica de bactéria (*scoby*) é retirada do recipiente, lavada em água corrente e, depois de seca, forma o simulacro de couro desidratado (Lee, 2011; Grushkin, 2015 *apud* Lima; Alves; Martins, 2021).

Nesse experimento, Suzanne Lee conseguiu criar três jaquetas para sua coleção, alterando a cor original da bactéria por meio de pigmentos naturais e desenvolvimento de estampas no biocouro. Os resultados obtidos foram de forma caseira utilizando ingredientes de fácil acesso como vinagre, açúcar, chá verde e *scoby* (Lee, 2011 *apud* Lima; Alves; Martins, 2021). BioBomber Jacket (Figura 2) é uma jaqueta feita com o uso do material da celulose bacteriana.

**Figura 2- BioBomber Jacket**



Fonte: Fairs (2014)<sup>1</sup>.

Diante dos resultados mencionados, percebe-se que a utilização de microrganismo como materiais têxteis sustentáveis e biodegradável é uma alternativa, uma vez que as bactérias são capazes de decompor-se naturalmente minimizando os impactos ambientais causados pela indústria têxtil e, assim, promovendo a inovação.

Entre os estudos de caso escolhidos, citamos a obra Semente do Narciso, trabalho de

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.dezeen.com/2014/02/12/movie-biocouture-microbes-clothing-wearable-futures>. Acesso em 17 jun. 2024.

biodesign que envolve arte e natureza, do artista visual Tomas Libertiny. Essa obra é exemplo de produção natural conseguida pela ação das abelhas para criação de uma colmeia em volta do bulbo de vidro. O recipiente de vidro, após as modificações de temperatura, recebe uma cobertura prateada que se torna reflexiva. Quando as abelhas pousam no vidro, há o reflexo para produzir a colmeia, o que explica a relação do conceito da obra com o mito de Narciso. No entanto, a técnica que foi utilizada é um processo lento que depende das abelhas para ser concluído (Myers, 2018). Semente do Narciso (Figura 3) é obra de arte de colmeia detalhada.

**Figura 3- Semente do Narciso<sup>2</sup>**



Fonte: Libertiny (2011)<sup>3</sup>.

Trata-se de uma construção feita pela própria abelha, na qual é depositada a cera, num trabalho de formas irregulares que visivelmente enriquece a obra. Além disso, a produção do artista traz proximidade com o espectador, já que o material biológico demonstra a delicadeza e a durabilidade durante a criação da obra, sem interação física de quem assiste (Myers, 2018). A Semente de Narciso (Figura 4) é uma instalação da obra de colmeia.

<sup>2</sup> Tomas Libertiny, Cera de Abelha e Vidro, 950x400x400mm, Edição única, Museu Mudac de Lausanne feito em colaboração com Berengo Studios para Glasstress 2011

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.tomaslibertiny.com/seed/>. Acesso em 17 jun. 2024.

**Figura 4- Semente do Narciso<sup>4</sup>,**



Fonte: Libertiny (2011)<sup>5</sup>.

Outro trabalho de Tomaz que envolve abelhas é Vaso de Favo de Mel. Nesse projeto, o artista utilizou milhares de abelhas para produzir um vaso de forma orgânica dentro de uma caixa de madeira, ao longo de algumas semanas. Para que o processo de reprodução possa ter uma função, o objeto, que é uma colmeia, torna-se um vaso e realiza a função de polinização, facilitando a reprodução das plantas. No final, esse vaso feito de colmeia ( Figura 5) consegue atingir o mesmo objetivo a que se propõe um vaso normal e ainda contribui com a preservação do meio ambiente (Myers, 2018).

---

<sup>4</sup> Tomas Libertiny, Cera de Abelha e Vidro, 950x400x400mm, Edição única, Museu Mudac de Lausanne feito em colaboração com Berengo Studios para Glasstress 2011

<sup>5</sup> <https://www.tomaslibertiny.com/seed/>. Acesso em 17jun. 2024.

**Figura 5- Vaso de Favos de Mel<sup>6</sup>,**



Fonte: Libertiny (2005)<sup>7</sup>.

Outro trabalho de biodesign é a obra denominada Entrelaçamento, de Diana Scherer (Figura 6), que transforma raízes de plantas em padronagens geométricas. Para conseguir essas definições, a artista realiza testes extensivos em diversos tipos de plantas e estabelece uma padronagem. E, ao obter resultados significantes, as plantas são submetidas a um processo de corte. Em seguida, são tecidas naturalmente, criando formas irregulares e assimétricas, resultando em um trabalho único (Myers, 2018).

---

<sup>6</sup> 2005(realização 2006-2010), Tomas Libertiny Cera de Abelha, 16x16x22cm (pode variar), 3/7, coleção fotos do Museu de Arte Moderna

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.tomaslibertiny.com/the-honeycomb-vase-yellow/>. Acesso em 17 jun. 2024.

**Figura 6- Entrelaçado<sup>8</sup>**



Fonte: Scherer (2016)<sup>9</sup>.

A artista investiga uma nova etapa do seu trabalho, em que essas raízes são integradas ao vestuário, gerando, assim, peças funcionais e diferentes.

O trabalho de Scherer, segundo Myers (2018),

Inclui seu projeto Interwoven e colaborações com biólogos e ecologistas da Universidade Radboud em Nijmegen, na Holanda. Trabalhando principalmente com plantas de aveia e trigo, ela enterra modelos no solo que funcionam como moldes, canalizando o sistema radicular das plantas. As estruturas geométricas resultantes tornam-se belas peças de arte tecida que lembram tecidos ou tapeçarias e são fortes e resistentes. Scherer descobriu que, enquanto as raízes da aveia e do trigo crescem (p. 142).

Essa forma de criar estampas utilizando raízes é uma alternativa para o futuro na produção de peças de vestuários. Esse processo possibilita novas abordagens inovadoras e criativas por meio do biodesign, que conecta moda e natureza. Um exemplo é a obra *La Manufacture* (Figura 7) peça do vestuário feito com raízes das plantas.

---

<sup>8</sup> Exercícios de Domesticação do Sistema Radicular, Diana Scherer, 2016

<sup>9</sup> Disponível em: <https://dianascherer.nl/page/2/>. Acesso em 17 jun. 2024

**Figura 7- La manufacture<sup>10</sup>**



Fonte: Scherer (2020)<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Um Trabalho de Amor, Diana Scherer, 2020, Gare Saint Sauveur Lille

<sup>11</sup> Disponível em: <https://dianascherer.nl/photography/la-manufacture-a-labour-of-love/>. Acesso em 17 jun. 2024.

## 4. RELEVÂNCIA DA PESQUISA

A produção têxtil tornou-se dependente dos recursos naturais ou sintéticos, criando, assim, uma cadeia que gera muitos resíduos. No entanto, novas possibilidades estão surgindo por meio de materiais e experimentações que visam reduzir os impactos ambientais. Através do biodesign – biologia e tecnologia –, é possível transformar a história da indústria têxtil, do design e da moda.

A proposta deste trabalho é dar ênfase na experimentação de materiais poucos abordados em projetos de sustentabilidade. Embora os estudantes sejam sempre incentivados a trabalhar com moda sustentável, isso geralmente se limita à reutilização de tecidos, sem que se explorem alternativas que envolvem materiais experimentais e abordagens inovadoras.

A utilização de biomateriais na indústria é uma nova alternativa para o desenvolvimento de produtos que não agridem o meio ambiente e são capazes de promover a inovação, como, por exemplo, os biotêxteis.

No mercado, já existem muitos experimentos e produtos confeccionados com a utilização do biomaterial de amido, gelatina, alga, kombucha, entre outros. O estudo sobre biomaterial é, pois, essencial para a construção de produtos sustentáveis, quando se consideram os graves problemas que afetam o meio ambiente.

Considerando as pesquisas que estão sendo desenvolvidas sobre os biopolímeros, é provável que, no futuro, os bioplásticos possam substituir os plásticos derivados de fonte não renováveis. Mas para que isso seja possível, é importante desenvolver produtos que sejam renováveis e biodegradáveis, assim como materiais que minimizem os impactos ambientais e sociais com forma de mudar o cenário de consumo e produção.

### 4.1 Processos no design, moda e arte e o uso no mercado

De acordo com Abreu (2015), vivemos em uma época de globalização em que tudo é acelerado. Consumimos produtos cada vez mais rapidamente, o que demanda um aumento na produção de insumos. Isso gera mais resíduos durante o processo de fabricação. Portanto, é necessário reconsiderar o modelo econômico e o consumo para que se possa preservar recursos para as novas gerações.

A discussão sobre o modelo capitalista atual deve ser reavaliada nas próximas décadas. A sociedade precisa encontrar maneiras de reduzir o impacto ambiental para que a sociedade

possa viver com mais qualidade (Abreu, 2015).

A interdisciplinaridade entre biologia, tecnologia e design tem contribuído para o estudo e o desenvolvimento de métodos aplicáveis em projetos originais e inovadores. Essa abordagem não apenas promove criação de objetos sustentáveis, como também fomenta a pesquisa e o desenvolvimento de novos materiais e processos que podem minimizar o impacto ambiental.

No mercado, empresas estão investindo em inovações tecnológicas e propondo soluções sustentáveis que não atendem apenas às necessidades do mercado, mas também ajudam a proteger o meio ambiente por meio da utilização do Biodesign.

No Brasil, a empresa Nova Kaeru já desenvolve projetos de biodesign utilizando biocouro. Denominado de Beleaf, esse biocouro é feito utilizando-se a folha orelha de elefante, obtida em áreas de reflorestamento. A marca preserva a textura original das folhas adaptando-as para a utilização em produtos de vestuários (Figura 8), bolsas e móveis. Algumas marcas já estão utilizando os tecidos criados pela Nova Kaeru, como Misci, Christopher Esber, Furf, Christian Louboutin, entre outros.

**Figura 8- Christopher Esber, Primavera 2024 pronto a vestir, look 24/39**



Fonte: Vogue Runway<sup>12</sup>.

Outras marcas têm investido em fibras têxteis usando o biomaterial. A marca Desserto,

---

<sup>12</sup> Disponível em: <https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2024-ready-to-wear/christopher-esber/slideshow/collection#27>. Acesso em 17 jun. 2024.

por exemplo, utiliza o cacto para produção de matéria prima (Figura 9). Dessa forma, o cacto está sendo utilizado em acessórios, roupas e móveis. A marca de tecidos alega que a produção do cacto é totalmente sustentável, não utilizando produtos tóxicos, PVC (Policloreto de vinila), entre outros.

**Figura 9- Botas de Cowboy Bohema feita de Couro de cacto Desserto<sup>13</sup>.**



Fonte: Desserto.

Existe a possibilidade de, no futuro, os tecidos sintéticos serem substituídos pelo biofilme. Por ser uma novidade no mercado, a produção de biofilme em grande escala é uma realidade distante, uma vez que requer alto investimento financeiro.

#### **4.2 Desenvolvimento do Projeto Experimental Biotêxtil**

A experimentação em design faz parte da construção de conhecimentos e adaptação de novas abordagens para resolução de problemas. De acordo com Barauna *et al.*, (2021), a pesquisa relacionada ao design não precisa utilizar regras durante o projeto da criação do objeto,

---

<sup>13</sup> Disponível em <https://desserto.com.mx/news/f/peta-boots-up-beyonc%C3%A9-with-vegan-leather-footwear>. Acesso em 17 jun. 2024.

mas envolve uma combinação de métodos, técnicas, assim como experimentação científica e artística. Os métodos utilizados durante o processo promovem inovação e novos conhecimentos, resultando em soluções inovadoras no campo do design.

Para desenvolver esta pesquisa, valemo-nos de vários vídeos disponíveis na internet sobre a produção de bioplástico. Em 2021, foi encontrada a Receita da base do Bioplástico de Tapioca, no canal Adalab, da UFG. Trata-se de um projeto de extensão do departamento de Direção e Arte da UFG. Também recorremos ao artigo Experimentação em Design: Biomateriais como uma alternativa para a moda sustentável, em que os autores demostram o processo de criação de biofilme de forma caseira, descrevem os materiais utilizados durante o processo e os resultados do experimento. Outra fonte utilizada foi o site materiom.org/commons no qual as pessoas compartilham receitas e fotos do resultado. O curso Biomateriais: crie materiais a partir de resíduos orgânico disponibilizado na plataforma *Domestika*, com a pesquisadora Loana Flores, que desenvolve pesquisa biomateriais, também alimentou a pesquisa inicial.

Para o desenvolvimento da celulose bacteriana, valemo-nos de informações disponíveis na internet sobre o processo. Em 2023, foi encontrada uma doadora que forneceu algumas instruções sobre os cuidados com a celulose (Figura 10). Além disso, o professor Pedro Costa, doutor em Design e tecnologia, por meio do canal no You Tube, contribuiu para o entendimento do processo de criação do biocouro.

Com base em alguns trabalhos que mostram a experimentação de materiais biopolímeros e microrganismo vivos, é possível desenvolver métodos acessíveis sobre os materiais biodegradáveis. Nesse aspecto, a produção do biofilme precisa ser caseira e econômica, alinhando-se com o projeto de experimentação.

O material principal da pesquisa é a celulose bacteriana. No entanto, mesmo sendo um material biodegradável, a celulose produz resíduo na preparação da fermentação: o chá preto. Com o objetivo de aproveitar integralmente todos os materiais disponíveis durante a preparação, é necessário transformar o resíduo de chá preto em biopolímero. A seguir, serão descritos os experimentos realizados neste estudo.

#### **4.2.1 Experimento 1- Celulose bacteriana**

Em janeiro de 2023, a primeira kombucha foi recebida (Figura 10), e as orientações da doadora foram seguidas. Para evitar o uso do plástico, a bactéria foi cultivada em potes de vidro.

Um litro de chá preto foi colocado dentro de um recipiente de três litros, com adição de cinco colheres de açúcar e uma colher de chá preto obtido comercialmente da marca Bionatura e produtos naturais. Para acrescentar a kombucha, é necessário que o chá esteja frio, e os vidros estejam higienizados para não contaminar a colônia. As instruções da doadora do chá preto estão sendo seguidas. Na receita original é adicionado vinagre.

**Figura 10- Kombucha recebida em 2023**



Fonte: Acervo pessoal.

Em 2024, foi possível adquirir vários biofilmes por meio da fermentação (Figura 11) foi necessário adicionar outros vidros para fermentação do *scoby*.

**Figura 11- Resultado da multiplicação e alteração nas cores**



Fonte: Acervo Pessoal.

Observa-se que, à medida que o *scoby* se renova a cada fermentação, as kombuchas antigas adquirem um aspecto escuro, e as películas recentes ganham uma tonalidade mais clara, conforme figura 11.

**Figura 12- Resultado em outro formato**



Fonte: Acervo Pessoal.

Quando o *scoby* é colocado em recipientes de vidro com formatos diferentes, a celulose bacteriana cresce conforme o formato do recipiente. Por exemplo, quando o *scoby* foi colocado

em um recipiente de vidro que tem o formato de um losango, a película cresceu de acordo com formato mencionado (Figura 12).

Antes do processo de secagem, o *scoby* foi lavado em água corrente de acordo com a receita da Suzanne Lee (Figura 13).

**Figura 13 - Resultado do Processo de lavagem**



Fonte: Acervo Pessoal.

Durante a secagem, foi deixado ao sol por aproximadamente umas 4 horas. O *scoby* da esquerda, como se vê na figura 13 e 14, foi mantido na tonalidade original, enquanto o da direita foi modificado por meio de experimentação com casca de beterraba e casca e hibisco, ganhando, com isso, uma tonalidade específica.

**Figura 14- Resultado do processo de secagem**



Fonte: Acervo Pessoal.

O simulacro de couro formado pelo *scoby* mostrou-se bastante resistente, texturizado, maleável, entre outros. Para a obtenção de cores, foram utilizados corantes naturais, como beterraba e hibisco. Pretende-se testar outras com o uso de outros corantes naturais. O interessante é que não é necessário adicionar produtos químicos para a fixação das cores.

Observou-se também que, talvez, devido à exposição ao sol, o material apresentou algumas deformidades. Durante a costura, não suportou pontos menores da máquina e rasgou. No entanto, funcionou adequadamente em pontos maiores.

#### 4.2.2 Experimento 2- Bioplástico com ágar- ágar e resíduos do chá preto

Para formação do bioplástico, são utilizados os resíduos do chá preto usados para a preparação do *scoby*. A receita é disponibilizada pelo canal Adalab da UFG. Na figura 14, da esquerda para direita, a primeira imagem apresenta o resultado com algumas modificações: substitui-se a tapioca por uma colher de ágar-ágar, quatro colheres de água, uma colher de chá de glicerina e uma colher de vinagre, além da meia xícara de resíduos do chá preto. Os ingredientes foram misturados, submetidos ao fogo até se obter uma mistura viscosa que foi espalhada num pedaço de cerâmica. Para a formação do biofilme, o material foi deixado à sombra para secar, já que o ágar-ágar poderia derreter-se se exposto ao sol. O resultado foi a obtenção de um biofilme, resistente, maleável, lavado em água corrente durante aproximadamente um minuto sem se dissolver. Não foram testados outros pigmentos de coloração. O material resistiu bem à costura com pontos menores. Na segunda imagem da esquerda para direita (Figura 15), a receita foi alterada com adição de duas colheres de vinagre, duas colheres de glicerina e chá preto moído. O resultado foi similar à primeira imagem.

**Figura 15- Resultado da experimentação com resíduos do chá preto**



Fonte: Acervo Pessoal.

#### 4.2.3 Experimento 3- Bioplástico com alginato de sódio com resíduos do chá preto

No experimento três, para formação do bioplástico, foi utilizado o alginato de sódio com os resíduos do chá preto. A preparação foi baseada na pesquisa Experimentação em Design: Biomateriais como uma alternativa para a moda sustentável. De acordo com Barauna *et al* (2021, p. 358) “para a sua concepção, foram utilizados 12 g de alginato de sódio, 20 g de glicerina, 400 ml de água e 10 g de óleo de girassol.” Para produzir um biofilme maior, a receita foi dobrada, com acréscimo de uma xícara de resíduos de chá preto, deixando a mistura descansar de um dia para outro. Na receita original, pede-se que a mistura descanse por deixar 24 horas para retirada das bolhas de ar. No dia seguinte, essa mistura foi colocada numa forma de alumínio e borrifada com cloreto de cálcio na superfície para curar o biofilme.

**Figura 16- Resultado da experimentação com resíduos do chá preto**



Fonte: Acervo Pessoal.

O resultado foi a obtenção de um biofilme maleável, resistente com algumas deformações. E para formação de biofios, utilizei uma seringa e um recipiente com alginato de cálcio para criar os fios. O resultado foram fios sensíveis e um pouco quebradiços.

## 5 RESULTADOS DO PROJETO EXPERIMENTAL

### 5.1 Observar

Partindo do princípio da observação, este trabalho experimental foi desenvolvido a partir da ideia de uma estrutura fluída com entrelaçamento através da metodologia.

Esse processo é resultado de um trabalho fundamentado nas vivências e reflexões que abrem espaços para investigação através do biodesign, interdisciplinaridade da arte, moda e design que colaborou para a fundamentação da pesquisa e possibilitou a utilização de materiais biodegradáveis celulose bacteriana e os resíduos do chá preto. O emaranhado de ideias reúne fotografias da natureza que é uma fonte inesgotável de inspiração, como cores, texturas, linhas formas.

As referências imagéticas (Figura 17) foram construídas ao longo do tempo e com o objetivo de conectar as imagens à construção da pesquisa experimental.

**Figura 17- Referências imagéticas**



Fonte: Acervo Pessoal.

A partir das imagens desenvolvidas ao longo do processo criativo, foram extraídas diversas formas que, inspiradas pelos elementos visuais, serviram como base para a ilustração e a criação do vestível.

## 5.2 Adaptar

Podemos transformar o ambiente, adaptando e integrando materiais inovadores para criação de projetos experimentais. E aproveitando as possibilidades do Biodesign.

O encontro da interdisciplinaridade da arte, moda e design. Possibilita a moda construir um estilo, enquanto o design desenvolve processos para conceitualizar ideias.

Dieffenbacher (2020, p. 8) diz,

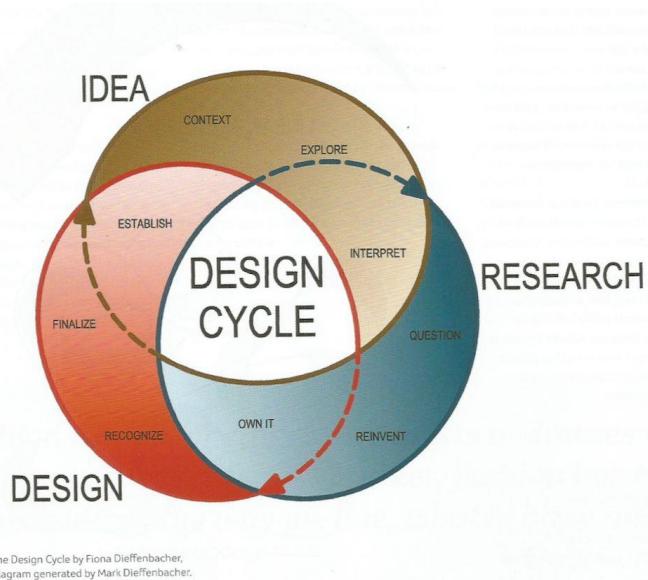
O pensamento de moda envolve aproveitar a vasta gama de habilidades à disposição do designer, ao mesmo tempo em abraça o processo em si. Isso pode incluir derrubar abordagens tradicionais para descobrir novas maneiras de criar e fazer roupas. Não existe uma maneira “certa” de abordar o design; não existem voltas “erradas”. Tudo importa.

A partir da unificação da construção do estilo e conceito, entende-se que o processo experimental explora as descobertas para erros e acertos que devem ser encarados como parte do processo de aprendizagem. Além disso, os materiais ressignificam sua funcionalidade através da experiência prática.

De acordo Dieffenbacher (2020), o design passa por etapas durante o processo de construção da ideia do projeto: observar, pesquisar e design. E quando o design passa por esse processo, vai obter resultados diferentes. Dessa forma como diz Dieffenbacher (2020, p. 11): “Um designer experiente passa pelo processo institutivamente muitas vezes sem perceber que está fazendo isso porque o processo deve ser aprendido”.

Dieffenbacher (2020), também destaca que os estudantes têm dificuldade para compreender e refletir como o trabalho foi construído, e explica a importância do método guarda-chuva como uma abordagem para desmembrar e detalhar o trabalho.

**Figura 18- Método**



Fonte: Dieffenbacher, 2020.

Na construção do trabalho, a pesquisa teórica foi de extrema relevância, uma vez que facilitou o desenvolvimento dos experimentos com biomateriais e a produção do vestível idealizado. Nesse estudo, um biofilme foi criado utilizando alginato de sódio com resíduos do chá preto. Durante o processo, uma forma de madeira foi utilizada, o que facilitou o desenvolvimento do biofilme (Figura 19).

Na produção do biolfime de celulose bacteriana, optou-se por manter a coloração original do *scoby*. Durante o processo de desidratação, observou-se a formação de gramaturas finas e grossas.

Conforme registrado nas referências fotográficas, percebeu- se que cada *scoby* tem comportamentos diferentes em relação as formas, texturas e cores (Figura 20).

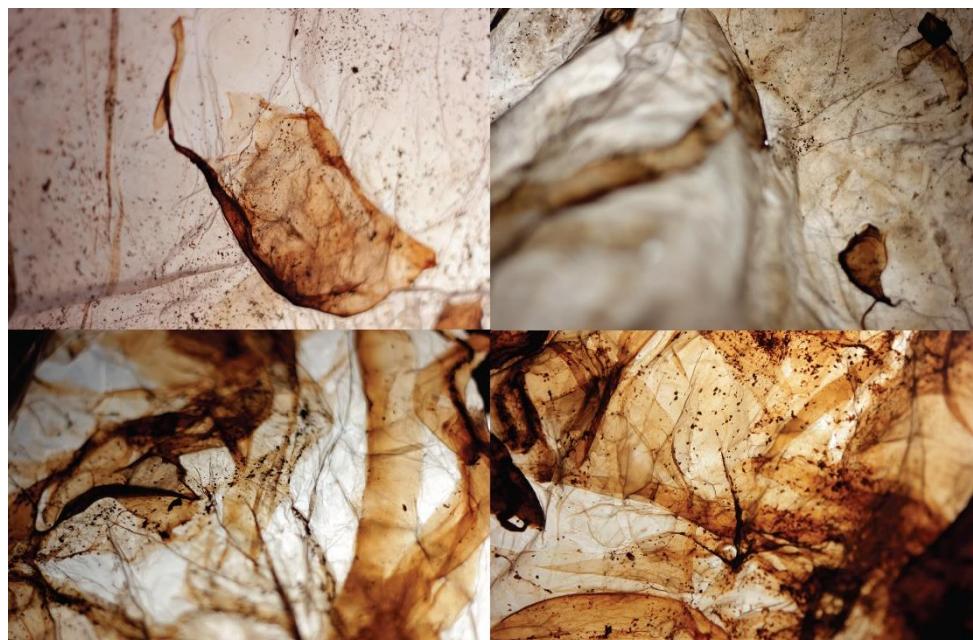
Além disso, foram realizados testes com ágar- ágar, um material que necessita de mais experimentação, pois houve dificuldade para retirá-lo uma vez que houve deformações (Figura 21). Outros materiais também foram testados com alginato de sódio, como resíduos do café e o carvão vegetal (Figura 22).

**Figura 19- Alginato de sódio com resíduos do chá preto**



Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 20- Celulose bacteriana desidratado**



Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 21- Ágar- ágar deformado**



Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 22- Resíduos do café e carvão vegetal**



Fonte: Acervo Pessoal.

### 5.3 Inovar

A materialização do biotecido foi feita com alginato de sódio e resíduos com tamanho de 1,50 m x 42 cm com algumas variações de gramatura e tonalidade. Houve pouco de dificuldade para costurar gramaturas mais finas, sendo necessário acrescentar outra camada utilizando alginato de sódio com carvão vegetal e resíduos. Foi desenvolvido um vestível tamanho 42 e criado um molde base modificado para cobrir a cabeça, com mangas estilo morcego. Para a confecção do vestível, foi necessário produzir quatro biotecidos de alginato de sódio, que foram posteriormente costurados (Figura 23).

A princípio, a celulose bacteriana foi lavada em água corrente com sabão e ficando para secar à sombra por um período de 3 a 4 dias. Optou-se por utilizar goma arábica, um polissacarídeo, para colar os pedaços de celulose bacteriana, uma vez que esses foram produzidos em recipientes diferentes, com as costuras nas laterais feitas de forma manual. No caso do molde com celulose bacteriana, como a fermentação é lenta, foram obtidos poucos *scoby*. Assim, optou-se por criar um vestido simples, de costas nuas, com tiras de barbante Barroco MaxColor nº 6 (200 g, cor 7625 - Castanha), no tamanho 38 (Figura 24).

De modo geral, o projeto experimental é destinado a um público alvo interessado em materiais sustentáveis, orgânicos e acompanha estudos sobre biodesign e produtos inovadores.

Para elaboração de temas que envolvem relação com a natureza, projetos que envolvem os conceitos Observar, Adaptar e Inovar são denominados transmutar.

De acordo com dicionário SM Edições Didáticos por Definição (2009, pág. 784), transmutar é “converter (uma coisa) ou converte-se [em outra]”. O trabalho apresentado envolve transformar algo orgânico ou biológico em objeto vestível.

De acordo com a pesquisa e as experimentações realizada, observou-se que é possível desenvolver produtos a partir do material. No entanto, foram encontradas algumas dificuldades para costurar, mesmo após a realização de testes prévios. Como o projeto é experimental e feito artesanalmente é possível que a gramatura tenha interferido na fragilidade do material. Além disso, foram percebidas mudanças na coloração, o que fez com que cada tecido criado apresentasse uma coloração própria.

Apesar da pouca quantidade de material, o biodesign produzido ao longo desse trabalho, contribuiu para a criação de novos produtos sustentáveis, sendo assim uma nova alternativa para substituir materiais poliméricos.

**Figura 23- Construção do vestível com alginato de sódio**



Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 24- Processo de secagem e colagem -celulose bacteriana**



Fonte: Acervo Pessoal.

### 5.2.1 Ilustrações e protótipo

A partir da experimentação, foram desenvolvidos desenhos de possíveis peças a serem confeccionadas com celulose bacteriana, explorando as cores naturais da bactéria. O objetivo foi criar um produto sustentável, aproveitando as características únicas do material. A escolha das formas foi inspirada pelo processo orgânico do cultivo, buscando enfatizar a conexão com bodesign (Figura 25).

**Figura 25-Ilustrações**



Fonte: Acervo Pessoal.

O desenvolvimento dos protótipos I e II foi realizado com resíduos de chá preto, sendo que o protótipo II contém, além dos resíduos, carvão vegetal.

Para produzir as biojoias (protótipo I), foi necessária a sobreposição de camadas coladas com gelatina e goma arábica. A parte superior das biojoias foi confeccionada com o mesmo material, utilizando biofios e técnicas de tapeçaria (Figura 26).

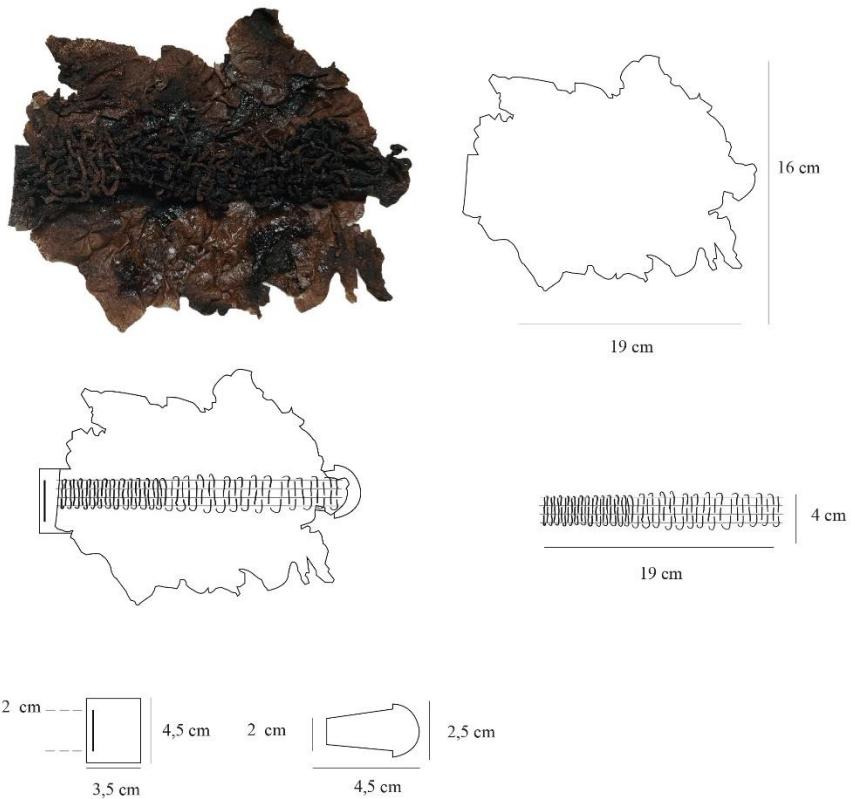
O protótipo II, uma blusa com capuz, foi confeccionado com costuras e zíper nas laterais (Figura 27).

No protótipo III, é um vestido feito com celulose bacteriana. Optou-se por utilizar goma arábica, para colar os pedaços de celulose bacteriana. As costuras nas laterais foram feitas manualmente, e contém alças de barbante de algodão e zíper na saia das costas.

### Figura 26- Ficha técnica do protótipo I

Ficha Técnica	Proposta: Projeto Biotêxtil: Experimentação para desenvolvimento de produtos sustetáveis	Data: 08/08/2024
Universidade Federal de Minas Gerais	Escola de Belas Artes- Curso de Design de Moda	
Aluno: Raphaella Alves Dias	Orientadora: Angélica Adverse	
Peça: Acessório- Pulseira Biojoia	Composição: Peça feita de resíduos de chá preto misturado com alginato de sódio, colada com gelatina incolor e goma arábica.	
Material: Resíduos chá preto	Observação: Pequenas variações nas medidas podem ocorrer devido ao processo de fabricação dos biomateriais.	

Descrição: A camadas são sobrepostas umas às outras, com encaixes nas laterais para o fechamento da pulseira. Na parte superior, são aplicados biofios feitos de tapeçaria.

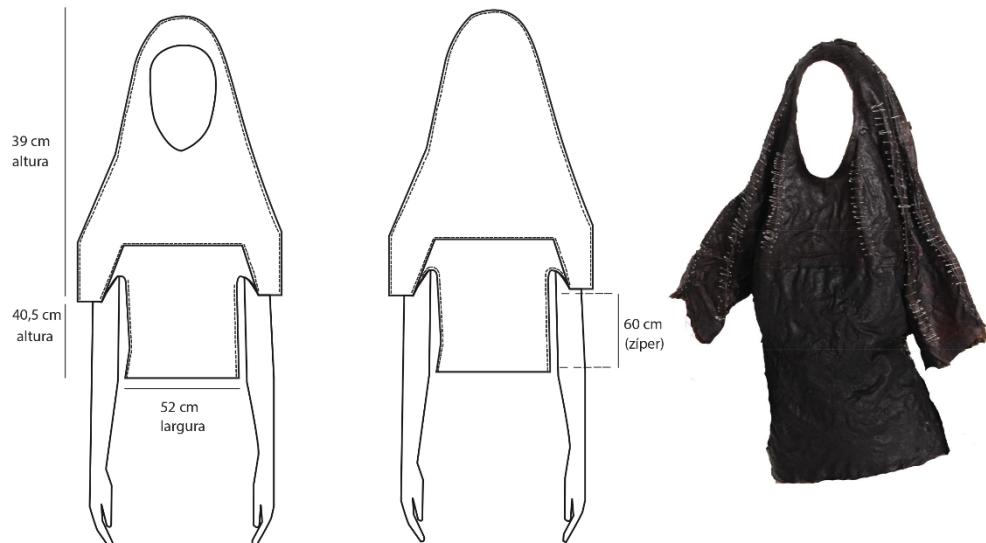


Fonte: Acervo Pessoal.

### Figura 27- Ficha técnica protótipo II

Ficha Técnica	Proposta: Projeto Biotêxtil: Experimentação para desenvolvimento de produtos sustentáveis	Data: 13/01/25
Universidade Federal de Minas Gerais	Escola de Belas Artes- Curso de Design de Moda	
Aluno: Raphaella Alves Dias	Orientadora: Angélica Adverse	
Peça: Blusa capuz com zíper nas laterais	Composição: Peça feita com Resíduos do chá preto e carvão vegetal	Tamanho: 42

Descrição: Tecido feito com resíduos do chá preto e carvão vegetal. Com zíperes nas laterais.

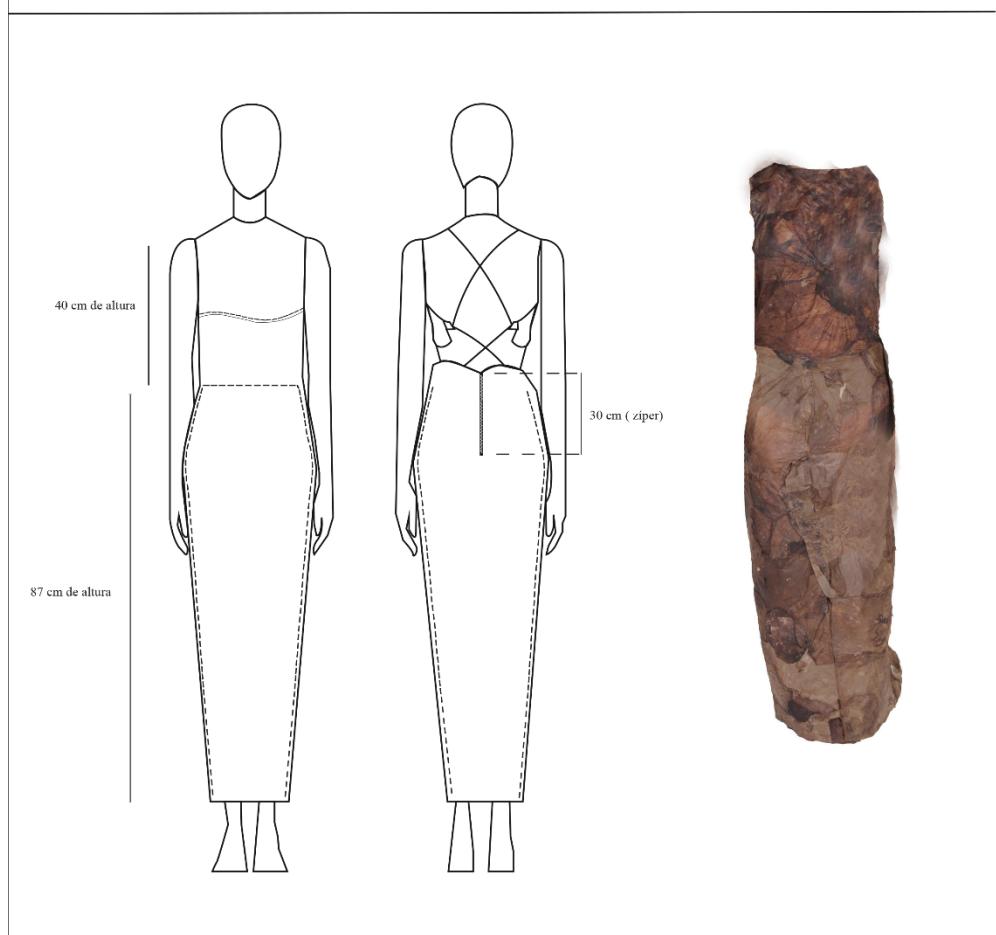


Fonte: Acervo Pessoal.

### Figura 28- Ficha técnica protótipo III

Ficha Técnica	Proposta: Projeto Biotéxtil: Experimentação para desenvolvimento de produtos sustentáveis	Data: 13/01/25
Universidade Federal de Minas Gerais   Escola de Belas Artes- Curso de Design de Moda		
Aluno: Raphaella Alves Dias	Orientadora: Angélica Adverse	
Peça: Vestido com costas nua zíper nas costas	Composição: Peça feita com Celulose Bacteriana	Tamanho: 38
Material: Celulose Bacteriana	Observação: Pequenas variações nas medidas podem ocorrer devido ao processo de fabricação dos biomateriais.	

Descrição: As camadas são sobrepostas, com tiras de celulose bacteriana cruzadas com material de algodão na parte posterior e com zíper nas costas.



Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 29- Projeto Experimental Biotêxtil**



Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 30- Lookbook I**

Fonte: Acervo Pessoal.

**Figura 31- Lookbook II**



Fonte: Acervo Pessoal.

### 5.2.2 Resultados e discussão

No primeiro momento, a intenção deste trabalho foi experimentar novas possibilidades de materiais, criando alternativas para desenvolver projetos utilizando celulose bacteriana e o bioplástico. Como o trabalho é experimental, os resultados dependeram do processo da fermentação do *scoby*. A proposta foi explorar o potencial desses materiais sustentáveis para aplicações inovadoras no design e na moda.

O biodesign, como vimos, é um tema essencial para a construção de produtos sustentáveis que podem evitar os atuais problemas graves que afetam o meio ambiente. Com o desenvolvimento de estudos sobre os biopolímeros, é possível que, no futuro, os bioplásticos possam substituir os plásticos. Considerando que os polímeros são derivados de fontes não renováveis, é importante o desenvolvimento de produtos que sejam renováveis e biodegradáveis. Afinal, propor materiais que minimizam os impactos ambientais e sociais é uma forma de mudar o cenário de consumo e produção.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme proposta inicial, este trabalho teve como objetivo explorar o biodesign e desenvolver novas matérias sustentáveis com ênfase em estudo de caso da bactéria envolvida na produção de celulose bacteriana e os resíduos. Com base nos resultados encontrados, foi desenvolvido um simulacro de couro utilizando celulose bacteriana, na qual é possível utilizar corantes naturais, manipulação têxtil. Os resíduos do chá preto também apresentaram bons resultados mesmo com alteração da receita original.

Os resultados indicam que é possível produzir biomaterial por meio do biodesign, de forma a contribuir com o desenvolvimento de biopolímeros, material biodegradável que não causa impacto ambiental e promove a sustentabilidade. Algumas limitações encontradas no desenvolvimento da pesquisa servem para justificar a sugestão de um laboratório mais apropriado para o desenvolvimento em grande escala de projetos maiores.

É importante destacar que os resultados aqui apresentados não são conclusivos, mas, sim, experimentais. Vale lembrar também que outros tipos de materiais que não foram utilizados neste estudo, como o fungo, podem vir a ser promissores e inovadores para experimentos afins. Além disso, o estudo da celulose bacteriana e dos bioplásticos precisa ser mais aprofundado no que diz respeito à durabilidade dos produtos derivados desses componentes.

O que se pode concluir com esta experiência é que a utilização de novos materiais contribui para a inovação e para o desenvolvimento de um design mais consciente, assim como possibilita aprimorar forma e a função.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Breno Tenório Ramalho de. **BioStudio**: do tecido plano ao cultivo de tecidos vivos. 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Instituto de Artes, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/613697>. Acesso em: 7 abr. 2024.

ADALAB UFG. Bioplástico de Tapioca. [S.I.:s. n], 2019. 1 vídeo (5 min 01s ) Publicado pelo canal Adalab UFG. Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=fM\\_CtZC7bg8](https://www.youtube.com/watch?v=fM_CtZC7bg8). Acesso em: 25 abr. 2024.

ADVERSE, Angélica. A crise do objeto: antiprojeto & parafuncionalidade das roupas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM DESIGN DE MODA**, 8., 2022, Rio de Janeiro. *Anais* [...]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Estudos e Pesquisas em Moda (Abepen), 2022. Disponível em: [https://anais.abepem.org/getTrabalhos?chave=crise+do+objeto&search\\_column=titulo](https://anais.abepem.org/getTrabalhos?chave=crise+do+objeto&search_column=titulo). Acesso em: 15 abr. 2024.

ADVERSE, Angelica. **Cuando la vida se convierte en proyecto**: diseño de existencia y praxis creativa. Cuadernos Del Centro De Estudios De Diseño Y Comunicación. Cuaderno 203 | Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (2023/2024). p. 135-143. Disponível em: <https://doi.org/10.18682/cdc.vi203.9760>. Acesso em: 25 abr. 2024.

ANTONELLI, Paola. Beyond Biomimicry. In: MYERS, William; ANTONELLI, Paola (org). **Bio Design: Nature, Science, Creativity**. London: Thames & Hudson, 2018.

BARAUNA, Debora; RENCK, Giovanna Eggers; SANTOS, Pedro Marostega; TOMÉ, Vitória Parchen Dreon. Experimentação em design: biomateriais como uma alternativa para a moda sustentável. In: **SIMPÓSIO DE DESIGN SUSTENTÁVEL/SYMPORIUM ON SUSTAINABLE DESIGN**, 8., 2021, Curitiba. *Anais* [...]. Curitiba, UFPR, 2021. p. 353 -362. CALEGARI, Eliana Paula; OLIVEIRA, Branca Freitas. Um estudo focado na relação entre design e materiais. Projética, Londrina, v.4, n.1, p. 49-64, jan./jun. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/2236-2207.2013v4n1p49>. Acesso em: 7 de maio 2024.

CARDOSO, Rafael. Do “mundo real” ao mundo complexo. In: Cardoso, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2013. Disponível em: <https://www.academia.edu/34354076/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

CERUTTI, Diolete Marcante Lati. **Livros Didáticos CTS – Ciência, tecnologia e sociedade**. Ponta Grossa: UEPG/NUTEAD, 2017. Ebook. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/176344>. Acesso em: 15 jul. 2024.

COLLET, Carole. Design is dead. Long live design. In: FRANKLIN, Kate; TILL, Caroline (org). **Radical Matter: Rethinking Materials for a Sustainable Future**. London: Thames Et Hudson, 2019.

COSTA, Pedro; BIZ, Pedro. Cultivando materiais: o uso da celulose bacteriana no design de produtos. In: **SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN DA ESDI**, 3., 2017, Rio

de Janeiro. Rio de Janeiro: Escola Superior de Desenho Industrial da UERJ (ESDI), 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/350546167\\_Cultivando\\_materiais\\_o\\_uso\\_da\\_celulose\\_bacteriana\\_no\\_design\\_de\\_produtos\\_Grownning\\_materiais\\_the\\_use\\_of\\_bacterial\\_cellulose\\_in\\_product\\_design](https://www.researchgate.net/publication/350546167_Cultivando_materiais_o_uso_da_celulose_bacteriana_no_design_de_produtos_Grownning_materiais_the_use_of_bacterial_cellulose_in_product_design). Acesso em: 25 abr. 2024.

CRUZ, André João Abrunhosa Barata. **Arquitectura Biológica:** uma análise da obra de Frei Otto. 2012. Tese (Mestrado em Arquitetura) - Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologia-Universidade de Coimbra. Coimbra, 2012. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10316/20803>. Acesso em: 1 maio 2024.

DESSERTO. Desempenho, sustentabilidade e inovação. Disponivel em: <https://desserto.com.mx/desserto%C2%AE>. Acesso 17 jun. 2024.

DICIONARIO SM DIDÁTICOS POR DEFINIÇÃO. **Dicionário didáticos** 3.ed.. São Paulo: Edições SM, 2009.

DIEFFENBACHER, Fiona. An introduction to procees. In: DIEFFENBACHER, Fiona **Fashion Thinking:** creative approaches to the design process. New York: Bloomsnurry Publishing Plc, 2020.

DIEFFENBACHER, Fiona. The design cycle. In: DIEFFENBACHER, Fiona **Fashion Thinking:** creative approaches to the design process. New York: Bloomsnurry Publishing Plc, 2020.

DUARTE, Eden Batista; ANDRADE, Fabia Karine; LIMA, Helder Levi Silva *et al.* **Celulose bacteriana:** propriedades meias fermentativas e aplicações. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1109174/celulose-bacteriana-propriedades-meios-fermentativos-e-aplicacoes>. Acesso em: 27 abr. 2024.

FLUSSER, Vilém. Forma e material. In: FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação.** São Paulo: Cosac Naify, 2007. Disponível em: <https://filosofiaepatrimonio.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/06/vilc3a9m-flusser-mundo-codificado-ocr.pdf>. Acesso: 3 abr. 2024.

FLUSSER, Vilém. Sobre a palavra design. In: FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação.** São Paulo: Cosac Naify, 2007. Disponível em: <https://filosofiaepatrimonio.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/06/vilc3a9m-flusser-mundo-codificado-ocr.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2024.

FRANKLIN, Kate; TILL, Caroline. Rethinking Materials. In: Franklin, Kate; Till, Caroline. **Radical Matter: Rethinking Materials for a Sustainable Future.** London: Thames Et Hudson, 2019.

INGOLD, Tim. Ponto, linha contra ponto: do meio ambiente ao espaço fluído. In: INGOLD, Tim. **Estar vivo:** ensaios sobre movimento, conhecimento e descrição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

LIMA, Bruna Lummertz; ALVES, Andressa Schneider; MARTINS, Geannine Cristtina

Ferreira. Bi fabricação: cultivo de celulose bacteriana para a área de moda. **MIX Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 153-164. ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.mix2021.v7.n3.153-164>. Acesso em: 25 abr. 2024.

LOANA FLORES. **Biomateriais**: crie materiais a partir de resíduos orgânicos. Domestika, 2024. Disponível em: <https://www.domestika.org/pt/courses/4856-biomateriais-crie-materiais-a-partir-de-residuo-organico>. Acesso em 26 de mar. de 2024

LOUREIRO, Amanda Oriani. **Bioplásticos e plásticos biodegradáveis**: revisão bibliográfica dos principais materiais e seus impactos ambientais. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15259>. Acesso em: 5 jun 2024.

MANZINI, Ezio; VEZZOLLI, Carlo. A sociedade sustentável: uma hipótese de cenário. In: Manzini, Ezio; Vezzolli, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1. 3. ed., São Paulo: Edusp, 2011.

MARTINS, Filipe Miguel Moreira de Sousa. **Design de Produto em Biopolímeros**: Objectos Emergentes. 2011. Dissertação (Dissertação mestre em design de produto) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/3307>. Acesso em: 19 abr. 2024.

MYERS, William. The hybrid frontier. In: MYERS, Willian; ANTONELLI, Paola (org). Bio Design: Nature, Science, Creativity. London: Thames & Hudson, 2018.

MYERS, Willian. Dynamic Beauty. In: MYERS, Willian. Bio Design: Nature, Science, Creativity. London: Thames & Hudson, 2018.

MYERS, Willian. Ecological Object Engineering. In: MYERS, Willian. Bio Design: Nature, Science, Creativity. London: Thames & Hudson, 2018.

MYERS, Willian. Experimental Functions. In: MYERS, Willian. Bio Design: Nature, Science, Creativity. London: Thames & Hudson, 2018.

NOVA KAERU. **Nova Kaeru**: treasured fragments of nature. Disponível em: <https://www.novakaeru.com.br/pt>. Acesso em: 17 jun. 2024.

PEDRO ZÖHRER. **Kombucha**: Receita especial de chá de hibisco na primeira Fermentação. [S.l.:s. n.], 2021. 1 vídeo (11 min 29 s). Publicado por Pedro Zohrer. Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=PmwLSFgB2fM&list=PLjGnyJSowZwLUn5LZffygH-qC19QB2yxS](https://www.youtube.com/watch?v=PmwLSFgB2fM&list=PLjGnyJSowZwLUn5LZffygH-qC19QB2yxS). Acesso em 26 de mar. 2024

PEREIRA, Sandra Maia Rodrigues; ROMEIRO FILHO, Eduardo; MENDONÇA, Rosangela Miriam Lemos Oliveira. Da moda para os oceanos. **Modapalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 14, n. 34, p. 137–160, 2021. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/19826>. Acesso em: 25 abr. 2024.

SHIBATA, Vitor Kenzo; CERÓN SÁNCHEZ, Annie Alexandra; COSTA, Sirlene Maria da; COSTA, Silvia Aparecida. Bolsa produzida a partir da casca do melão Amarelo tratada por via biotecnológica. **Moda palavra e-periódico**, Florianópolis, v. 16, n. 40, p. 167–215, 2023. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/23673>. Acesso em: 5 jun. 2024.

SOARES, José Luís. Introdução ao estudo da Biologia. In: SOARES, José Luís. **Biologia**. 9<sup>a</sup> ed. São Paulo: Scipione, 1997.

WE BELEAF. BeLEAF pelo mundo. Disponível em: <https://webleaf.com.br/beleaf-pelo-mundo/>. Acesso em: 17 jun 2024.