

**CENTRO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**ETEC CEL. FERNANDO FEBELIANO DA COSTA**  
**Curso Técnico em Meio Ambiente**

**Gabriela Gonsales**  
**Julia Felipe Assarice**  
**Leila Alves de Lima**

**BIOTECIDO: uma nova forma de utilizar o *Kombucha*.**

**Piracicaba-SP**  
**2023**

**Gabriela Gonsales**  
**Julia Felipe Assarice**  
**Leila Alves de Lima**

**BIOTECIDO: uma nova forma de utilizar o *kombucha***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso técnico de meio ambiente da Etec Cel. Fernando Febeliano, orientado pelo Prof. Rafael Souza, como requerimento parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente.

**Piracicaba-SP**  
**2023**

## Resumo

Neste projeto será proposto um material sustentável designado de biotecido. É fabricado a partir da celulose bacteriana, obtido do *SCOBY* (*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*), produzido a partir do *Kombucha*. O material em questão pode substituir o couro e materiais de plástico em determinadas situações. O kombucha é uma bebida produzida a partir da fermentação da planta *Camellia sinensis*, sendo fermentada pelo *SCOBY* (*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*), formado em maior parte pela bactéria *Gluconacetobacter xylinum*. Essa fermentação forma o biofilme de celulose bacteriana, o qual é passado por processo de secagem, formando o biotecido. Com este projeto, é visado uma mudança socioambiental em questão do consumo consciente de materiais têxteis, visando a adaptação da implementação deste material, o tornando mais acessível e de produção viável a partir de métodos desenvolvidos dentro de uma cozinha e de um laboratório escolar.

**Palavras-chave:** *Kombucha*, Biotecido, *SCOBY*, Indústria Têxtil, Moda.

## **Abstract**

The project above is a sustainable material called biofabric, which is made from bacterial cellulose, obtained from SCOBY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast), produced from Kombucha. The material mentioned can replace leather and plastic materials in certain situations. Kombucha is a drink produced by the fermentation of the *Camellia sinensis* using the SCOBY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast), mostly formed by the bacteria *Gluconacetobacter xylinum*. This fermentation forms the bacterial cellulose biofilm, which is passed through a drying process, forming biotissue. The main purpose with this project is to bring about a socio-environmental change in terms of the conscious consumption of textile materials, aiming to adapt the implementation of this material, making it more accessible and viable in production using methods developed within a kitchen and a school laboratory.

**Keywords:** Kombucha, Bbotissue, SCOBY, textile industry, fashion, sustainability.

## Lista de figuras

**Figura 1:** A) Adicionando açúcar ao chá. B) Mexendo até dissolver. C) Chá sendo coado. D) Adicionando vinagre ao soro. Fonte: Própria (2023).

**Figura 2:** Soro já fermentado. Fonte: Própria (2023).

**Figura 3:** A) Processo de separação do soro em bandejas. B) Soro já separado e vedado. C) Camada de Scoby após 14 dias. Fonte: Própria (2023).

**Figura 4:** A) Biotecido sendo espremido com rolo de massa de plástico. B) Primeira amostra na estufa antes da secagem. C e D) Amostra já seca. Fonte: Própria (2023).

**Figura 5:** A) Amostra com corante retirado da cúrcuma. B) Amostra com corante retirado da batata roxa. C) Amostra com corante retirado da beterraba. D) Amostra com corante retirado do hibisco. Fonte: Própria (2023).

**Figura 6:** A) Todas as amostras secas. B) Amostra com duas camadas de óleo de linha e com aspecto gorduroso. Fonte: Própria (2023).

**Figura 7:** A) Cera de carnaúba cortada em pedaços pequenos e óleo de cravo sendo adicionado. B) Amostra com uma cama de cera de carnaúba pronta para ser retirada. C) Teste de impermeabilidade com duas camadas de óleo de linhaça e uma de cera de carnaúba. Fonte: Própria (2023).

**Figura 8:** A) Costurando o biotecido. B) Detalhe da costura.

**Figura 9:** A) Carteira pronta com o biotecido colorido com hibisco. B) Porta-cartão feito com biotecido colorido com batata roxa. C) Carteira costurada feita de biotecido colorido com açafrão. D) Produtos finais, três carteiras e um porta-cartão. Fonte: Própria (2023).

**Figura 10:** Celulose bacteriana de primeira fermentação seca aumentada 40 vezes. Fonte: Própria (2023).

**Figura 11:** A) Celulose bacteriana com selante aumentada 40 vezes B) Duas amostras submergidas em água. Ao lado esquerdo, a amostra sem selante, ao lado direito, a amostra com selante final. Fonte: Própria (2023).

**Figura 12:** Celulose bacteriana tingida com hibisco e selante aumentada 40 vezes. Fonte: Própria (2023).

**Figura 13:** Gráfico de perfil de compra dos participantes. Fonte: própria (2023).

**Figura 14:** Gráfico mostrando a porcentagem do material da carteira ou bolsa dos participantes. Fonte: própria (2023).

**Figura 15:** Gráfico de probabilidade de substituição de carteiras convencionais por carteiras de biotecido. Fonte: própria (2023).

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Gerais.....	3
2.2. Específicos.....	3
3. JUSTIFICATIVA.....	4
4. DESENVOLVIMENTO.....	5
4.1. Fundamentação teórica.....	5
4.2. Metodologia.....	6
4.3. Resultados.....	13
5. CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

## 1. INTRODUÇÃO

As roupas desempenham um papel fundamental nos dias de hoje. De acordo com Monteiro (1997) “a simbologia das roupas varia de cultura para cultura. Para o homem moderno, então, representa uma espécie de espelho de si mesmo”. As peças de roupa em si não são apenas para fins de proteção e conforto, elas desempenham certa importância na sociedade moderna. A moda é uma forma do homem demonstrar que pertence a determinada classe social ou grupo (MONTEIRO, 1997). Entretanto, a indústria têxtil é um dos processos industriais que possui maior geração de poluentes (AZEVEDO, 2009), contribuindo significativamente com a degradação do meio ambiente em todas suas formas, sendo elas a poluição aquática, poluição do solo e também do ar. Muitas das vezes os resíduos produzidos por essas indústrias não são tratados de maneira correta, contaminando toda a fauna e flora do ambiente ao redor. De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), 8% dos gases tóxicos que contribuem para o efeito estufa são produzidos pela indústria têxtil, a qual é a segunda indústria mais poluidora do mundo (GROUP, 2022).

Além da própria indústria causar toda essa poluição, se for contabilizado todo o processo, desde o campo até a lavagem das roupas prontas, o prejuízo é muito maior. A produção de algodão é responsável por 10% do total de pesticidas utilizados no Brasil, sendo a quarta cultura que mais consome agrotóxicos, com aplicação média de 28 litros por hectare (RAMOS, 2021). Durante o ciclo de vida, todos os produtos têxteis têm a possibilidade de liberar fibras microplásticas que podem se desprender durante o uso ou lavagem, seja na água, no solo ou no ar (MESACASA, *et. Al.*, 2022). Portanto, pode causar diversos danos nos seres vivos, tanto físicos quanto tóxicos, apresentando grande capacidade de absorção de compostos de alta toxicidade, como metais pesados (mercúrio, cádmio, etc) (DIAS, 2023).

Como a demanda de produtos novos está cada vez maior, o presente Trabalho de Conclusão visa adaptar e acessibilizar a ideia de substituir os tecidos comuns e acrescentar um material mais sustentável e biodegradável para a indústria têxtil.

A produção do biotecido se tornou mais popular com a pesquisa de Suzanne Lee, levando a público a ideia de usar a celulose bacteriana como principal matéria

prima para este material (LEE, 2022). A maneira encontrada para a extração da celulose bacteriana<sup>1</sup> foi o SCOBY<sup>2</sup>(*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*), produzido a partir do *Kombucha*<sup>3</sup>.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Gerais**

Desenvolver, de uma maneira sustentável, um substituto biodegradável para o tecido e materiais de couro utilizando o *SCOBY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast)*. Esse material será utilizado para a fabricação de uma carteira.

### **2.2. Específicos**

- 1) Desenvolver um material resistente a partir do *SCOBY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast)*;
- 2) Produzir um substituto sustentável e biodegradável para o tecido comum;
- 3) Sugerir uma mudança socioambiental para o consumo consciente de produtos têxteis;
- 4) Desenvolver uma maneira mais simples para se produzir esse material caseiramente.

### 3. JUSTIFICATIVA

Os recursos naturais do meio ambiente não são infinitos, mas ainda assim, as indústrias continuam fazendo uso deles como se não fossem se esgotar (DIAS,2020), assim, a decisão de começar esse projeto vem através da ótica do mundo atual, o qual se encontra completamente destruído e à beira do colapso ambiental, sendo a indústria têxtil e o consumo desenfreado de roupas dos principais contribuintes para tal resultado.

A exploração desse setor gera muitos impactos diretos e indiretos no meio ambiente, entre eles estão as doenças decorrentes do alto uso de agrotóxicos em monoculturas de algodão; o consumo excessivo de água; o aumento no efeito estufa devido à fonte de energia utilizada resultar na emissão de gás carbônico dispensado na atmosfera e a poluição ocasionada pelo descarte inapropriado de resíduos sólidos (DIAS, 2023). Além disso, de acordo com Fernanda Paúl do BBC NEWS, há em média 40 mil toneladas de roupas não vendidas que acabam indo parar em ilhas de descarte no meio do deserto do Atacama, no Chile. Esses tecidos, dispostos a chuvas e sol durante muitos anos, soltam fibras microplásticas e toxinas por toda a região. Mesmo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável se tratando justamente da busca pelo equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e sustentável, não é alcançado em nenhuma das partes, haja visto que, de acordo com Gabriela de Moraes Dias (2020), o trabalho escravo contemporâneo vem sendo realizado por diversas indústrias da moda, inclusive por marcas populares e de renome.

Portanto, a produção do couro de *kombucha*, também conhecido como biotecido, visa mitigar os problemas citados acima, além de demonstrar uma possibilidade da economia ser construída por um viés sustentável. Sendo um material biodegradável e compostável, o possível tempo de deterioração poderá ser significativamente menor que qualquer outro tecido, tanto a base de algodão, quanto sintético. Agregando materiais naturais na produção de um item comum e indispensável, como a roupa, pode-se suprir uma necessidade da sociedade moderna, a qual moda sustentável tornou-se popular, satisfazendo as obrigações morais e éticas que levam os indivíduos a fazer escolhas de consumo que reduzem o impacto ambiental (FLORIANO, 2022).

## 4. DESENVOLVIMENTO

### 4.1. Fundamentação teórica

*Kombucha* é uma bebida produzida a partir da fermentação da planta *Camellia sinensis*, adicionada de açúcar e vinagre. Com sua origem na China, essa bebida trouxe tantos benefícios para a saúde humana quanto progresso para a ciência (SANTOS, 2020). A fermentação ocorre com a participação do SCOBY (*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*), sendo sua maior parte a bactéria *Gluconacetobacter xylinum* (LEE, 2022). Essa fermentação produz uma grande quantidade de celulose, dando origem a um tipo de filme acima do chá em estado de fermentação. De acordo com Clementina Dulce de Carvalho Delgado (2022), mestranda do curso de artes cênicas na Escola Superior de Música e Artes do Espetáculo Politécnico do Porto, o material em questão é de fácil aquisição, produção e baixo custo, além de apresentar inúmeras possibilidades de produção.

A fermentação da *kombucha* é uma combinação de três vias: alcoólica, láctica e acética. Isso se deve ao fato de que no líquido simbiótico coexistem diferentes bactérias e leveduras que geram diferentes produtos, portanto qualquer mudança nas condições de fermentação pode alterar o produto (MARTINI, 2022). Portanto, o processo de produção requer alguns cuidados para que não haja a contaminação e ocorra o desenvolvimento esperado.

Em condições estáticas, a fermentação de *kombucha* forma um biofilme, o qual é constituído de fibras de celulose sintetizadas por bactérias, geralmente descrito como um “tapete” fúngico (MARTINI, 2022). Essa camada superior é composta pela celulose bacteriana. A celulose bacteriana é um polímero com a mesma estrutura da celulose vegetal, apresentando características interessantes como: alta resistência (mecânica e à tração), biocompatibilidade, alta capacidade de absorção de água e a possibilidade de ser moldada. A biossíntese da celulose bacteriana acontece por meio da inserção do micro-organismo em um meio de cultura favorável ao seu crescimento (PINTO, 2021). O gênero mais comum de bactéria estudado para a produção de celulose bacteriana é a *Acetobacter* do tipo *Gluconacetobacter xylinum*, devido a sua capacidade de produzir em diferentes fontes de carbono/nitrogênio (LEE *et al.*, 2022).

Unidades de glicose, interligadas de determinada maneira constituem a celulose que é um polímero. Os polímeros são macromoléculas formadas a partir de

unidades estruturais menores (os monómeros). Os monómeros são moléculas de baixa massa molecular os quais, a partir das reações de polimerização, vem gerar uma macro molécula polimérica. A celulose bacteriana é um polímero natural e de fácil decomposição, ou seja, é considerado um biopolímero. Os biopolímeros são uma das principais alternativas aos materiais plásticos derivados do petróleo, em condições favoráveis (DELGADO, 2022).

Utilizando-se das características da celulose bacteriana, é possível trabalhar com este material, entretanto com sua alta capacidade de absorção de água é preciso passar por um processo de desidratação. Desidratar é o processo de retirar a água do produto, podendo ser causado pela falta de reposição de água ou pela remoção desta. O processo pode ser de forma forçada ou espontânea (DELGADO, 2022). As maneiras mais comuns de desidratação são por calor solar, ventilação, resistências ou estufas. O *SCOPY* é sensível às temperaturas do processo de secagem utilizado para a produção têxtil, e as baixas temperaturas tornam o tecido quebradiço (MARTINI, 2022). Portanto há temperaturas ideais para a secagem, ao ar livre e ao sol de maneira natural pode ser a melhor alternativa.

De acordo com Vieira (2020), o melhor método de secagem foi utilizando o micro-ondas, por ser rápido e ter promovido uma maior redução do teor de água do biomaterial. Entretanto, para diferentes texturas e resultados foi testada a secagem ao sol e na estufa a 60° Célsius. Os resultados da estufa, permanecendo a 60° C por 4 horas, foi parecido com o do micro-ondas, perdendo cerca de 18% de sua massa. Ao sol, permaneceu o total de 4 horas, perdendo 14% de sua massa. Os resultados do micro-ondas, permanecendo 1 minuto e 20 segundos, foram de perda de 20% de sua massa (VIEIRA, 2020).

Após as primeiras amostras serem secas, é necessário o processo de testes para impermeabilização das amostras com óleo de linhaça, sendo um material também biodegradável. O ideal indicado, de acordo com VASQUES *et. Al.* (2020) foi de 3 camadas desse óleo para uma impermeabilização completa. Porém, devido ao aspecto oleoso dos selantes utilizados nos testes, as amostras apresentaram aspecto gorduroso e de grande viscosidade.

## **4.2. Metodologia**

Para o início da produção, foi necessário seguir uma receita para obter melhores resultados, sendo utilizada para fabricar um composto para alimentar o

SCOBY, designado como soro. A receita se deu com esta proporção: 1 litro de água para 50 gramas de açúcar, 5 gramas de chá preto (*Camellia sinensis*) e 200 mililitros de vinagre.

O primeiro passo foi aquecer a água em 100°C (ponto de ebulição) para a extração esperada das propriedades da planta *Camellia sinensis* oxidada (URZEDO, 2020). Logo após, ocorreu a junção do chá em folhas com a água e o açúcar, todos previamente pesados e foi deixado infundir por 1 (uma) hora. Depois de resfriado à temperatura ambiente, coou-se e adicionou-se o vinagre. No total foram feitos 5 (cinco) litros de soro no primeiro dia, os quais foram colocados em um balde de 18 litros (Figura 1).



Figura 1: A) Adicionando açúcar ao chá. B) Mexendo até dissolver. C) Chá sendo coado. D) Adicionando vinagre ao soro. Fonte: Própria (2023)

No soro já frio, foi acrescentado o SCOBY “mãe”, o qual veio de uma colônia estabelecida com o propósito de produzir *Kombucha* para consumo humano, não sendo tóxico ou contaminado com outras substâncias comprometedoras. Esse SCOBY teve como função fermentar todo o soro feito e dar origem a outro tapete fúngico. Em uma temperatura ambiente de média 21°C, foi deixado fermentar por

uma semana (7 dias) e obteve-se resultados melhores do que esperado (Figura 2), agilizando o processo da segunda fermentação.



Figura 2: A) Soro já fermentado. B) Camada de celulose bacteriana. Fonte: Própria (2023)

Após esses 7 dias, o líquido foi dividido em 3 bandejas (Figura 3 - A) de tamanhos iguais a 43,5 cm x 29,6 cm x 7,5 cm, com capacidade máxima de 7,5 litros, e deixado no mesmo ambiente para a segunda fermentação por mais 14 dias (Figura 3 - B) até que se criou uma camada espessa de aproximadamente 5 milímetros de espessura (Figura 3 - C).



Figura 3: A) Processo de separação do soro em bandejas. B) Soro já separado e vedado. C) Camada de SCOBY após 14 dias. Fonte: Própria (2023).

Esse “tapete” formado na segunda fermentação foi submetido a secagem. Antes, ele foi lavado em água corrente e espremido com rolo de massa de plástico até perder boa parte de sua água (Figura 4 - A). A secagem foi feita na estufa durante 10 dias com períodos de aquecimento a 60°C e 45°C, intercalando entre essas temperaturas (Figura 4).



Figura 4: A) Biotecido sendo espremido com rolo de massa de plástico. B) Primeira amostra na estufa antes da secagem. C e D) Amostra já seca. Fonte: Própria (2023).

Com o sucesso dessas etapas acima, foi fabricado outra leva de soro, desta vez sendo produzido apenas 3 litros para fabricação do biotecido com corantes naturais. Após a primeira fermentação, seguindo a mesma receita do primeiro protótipo, foi deixado por 7 dias fermentando na temperatura ambiente de 21°C. Após esse período, foi adicionado o corante extraído a partir da fervura destes alimentos: cúrcuma (*Curcuma zanthorrhiza*), beterraba (*Beta vulgaris*), Batata doce roxa (*Ipomoea batatas*) e Hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) e deixado em bandejas menores (Figura 5).

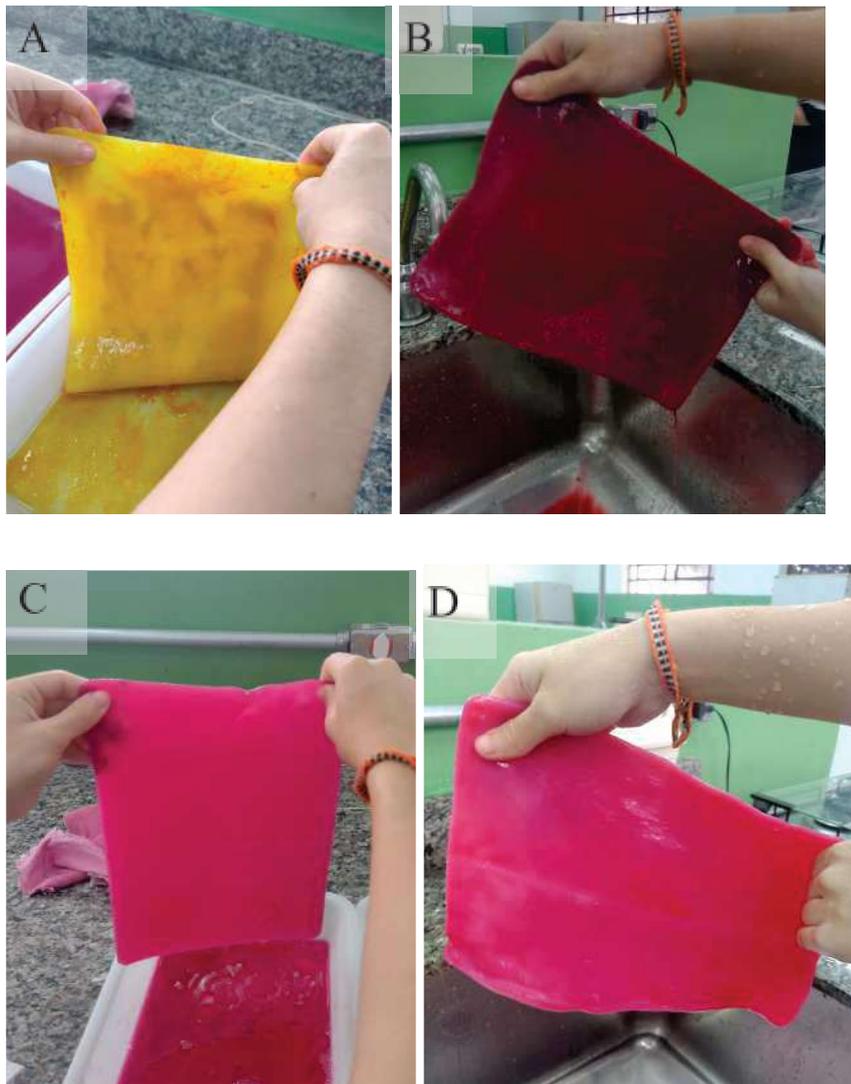


Figura 5: A) Amostra com corante retirado da cúrcuma. B) Amostra com corante retirado da batata roxa. C) Amostra com corante retirado da beterraba. D) Amostra com corante retirado do hibisco. Fonte: Própria (2023).

Essas amostras coloridas foram submetidas aos mesmos processos de secagem que a primeira amostra, deixando apenas por 24 horas a 60°C. Como parte do resultado proposto, foi testado um método de impermeabilização dos biotecidos (Figura 6): duas camadas de óleo de linhaça e uma camada de cera de carnaúba tipo 1, muito utilizada em indústrias cosméticas e também como verniz em produtos de marcenaria.



Figura 6: A) Todas as amostras secas. B) Amostra com duas camadas de óleo de linha e com aspecto gorduroso. Fonte Própria (2023).

O bloco de cera foi cortado, derretido e adicionado óleo essencial de cravo na proporção de 20% do óleo para a cera. Foi derretido 50 gramas de cera de carnaúba tipo 1 e colocado 10 ml de óleo essencial de cravo comprado já diluído em óleo carregador não identificado (Figura 7- A). Após derretimento completo, foi passado no biotecido seco com um pincel e retirado o excesso com a mão pressionando a cera contra o couro bacteriano (Figura 7 - B). Assim, obteve-se um resultado satisfatório (Figura 7 - C).

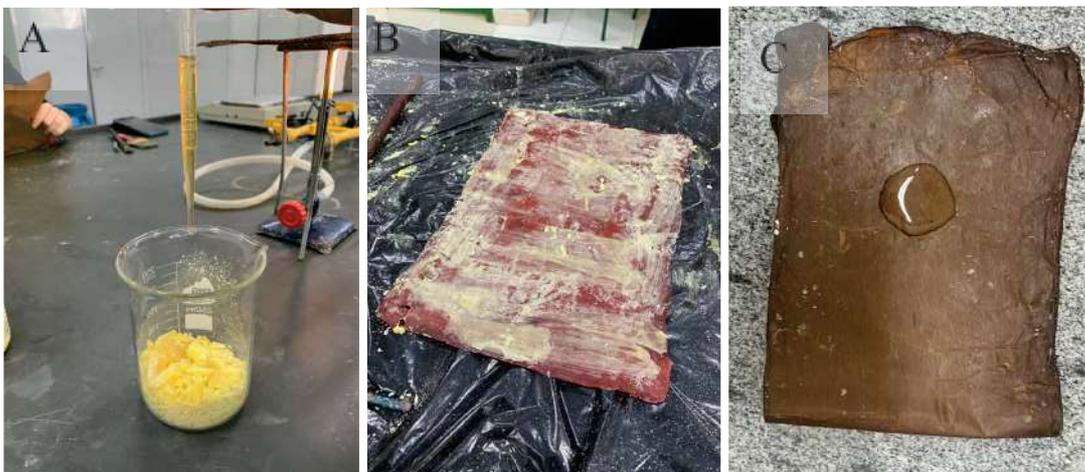


Figura 7: A) Cera de carnaúba cortada em pedaços pequenos e óleo de cravo sendo adicionado. B) Amostra com uma cama de cera de carnaúba pronta para ser retirada. C) Teste de impermeabilidade com duas camadas de óleo de linhaça e uma de cera de carnaúba. Fonte: Própria (2023).

Depois de 7 dias de descanso para absorção da cera e ser impermeabilizado, iniciou-se a sua costura. Foi utilizado linha comum de algodão e agulhas para malha n°90/40 para tecidos elásticos (Figura 8). Por ser um tecido maleável e resistente, foi optado pelo uso de uma máquina de costura Singer Scarlet 6660, facilitando o procedimento e melhorando o resultado final.

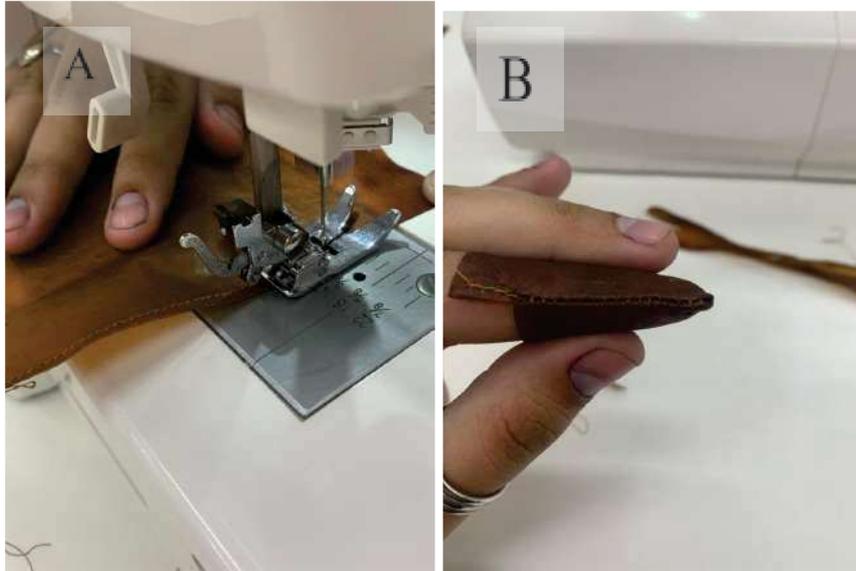


Figura 8: A) Costurando o biotecido. B) Detalhe da costura.

### 4.3. Resultados

Os resultados apresentados na figura 9 mostram todo o material produzido, totalizando 3 carteiras e um porta-cartão. No total foram fabricados 5 metros quadrados do biotecido com 8 litros de água usados no formato do chá fermentado.



Figura 9: A) Carteira pronta com o biotecido colorido com hibisco. B) Porta-cartão feito com biotecido colorido com batata roxa. C) Carteira costurada feita de biotecido colorido com açafrão. D) Produtos finais, três carteiras e um porta-cartão. Fonte: Própria (2023).

Para comparações finais, parte das amostras foram colocadas no microscópio e observou-se as seguintes situações: a formação da celulose bacteriana e as camadas de selante aplicadas. Na figura 10 Pode-se ver o biopolímero formado pela bactéria sintetizante e sua estrutura aumentada 40 vezes.

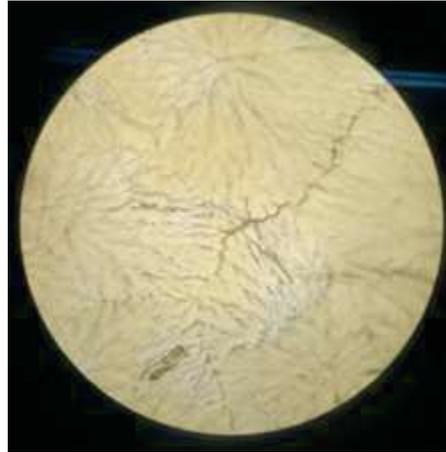


Figura 10: Celulose bacteriana de primeira fermentação seca aumentada 40 vezes. Fonte: Própria (2023).

Já na Figura 11, observa-se as camadas de selante, a cera de carnaúba, também aumentado 40 vezes. Com essa aplicação foi possível obter o resultado comparado onde foi feito o teste pingando uma gota de água na amostra sem qualquer tipo de selante e uma gota a amostra com selante já aplicado (Figura 11 -B).

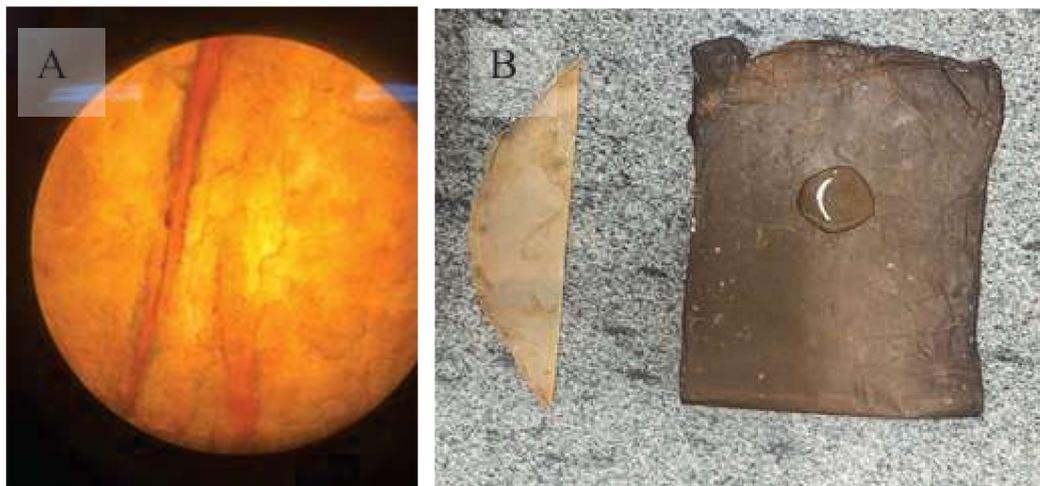


Figura 11: A) Celulose bacteriana com selante aumentada 40 vezes. B) Duas amostras submergidas em água. Ao lado esquerdo, a amostra sem selante, ao lado direito, a amostra com selante final. Fonte: Própria (2023).

Na figura 12 podemos observar que a cor da amostra tingida com a batata doce roxa ficou mais escura, isso acontece pois a celulose bacteriana é formada pela síntese dos carboidratos e glicídios, ou seja, a batata roxa tem a maior concentração de carboidratos o que possibilitou o tom mais forte em comparação com as outras amostra de coloração.



Figura 12: Celulose bacteriana tingida com hibisco e selante aumentada 40 vezes. Fonte: Própria (2023).

Para averiguar a viabilidade do produto em questão, foi feita uma pesquisa via google forms. a pesquisa contava com 10 perguntas a fim de formular um perfil e questionar os participantes sobre o novo material proposto durante este projeto. O questionário ficou em aberto durante 3 dias inteiros e foi obtido 121 respostas (participantes) e a divulgação deu-se via grupos de whatsapp dos autores e de seus familiares. Com isso foi possível formular um perfil dos entrevistados, sendo eles 16,5% com até 18 anos, 10% entre 26 e 35 anos, 63,6% entre 36 e 55 anos, e 8,3% com mais de 56 anos. Em sua maioria obteve-se respostas de engenheiros agrônomos e professores, além de ocupações como empreendedores, estudantes e desempregados.

Outro perfil foi feito a partir do modo de compra dos participantes, o qual se deu com 62% compram em lojas grandes produções (fast fashion); 45% compram entre brechó, bazares e produtores locais e 28% em lojas de marcas famosas. Sendo que, 55% compram ou priorizam produtos ecológicos e sustentáveis ( Figura 13). Perguntou-se também quais eram os questionamentos sobre os materiais ecologicamente corretos no mercado atual. As principais respostas foram sobre o valor e durabilidade, sendo muito caros e pouco resistentes. Interrogou-se também sobre qual o material das carteiras/bolsas dos participantes, obtendo-se a maior parte das respostas entre os materiais couro sintético (47,1%) e couro animal (24,8%) (Figura 14).

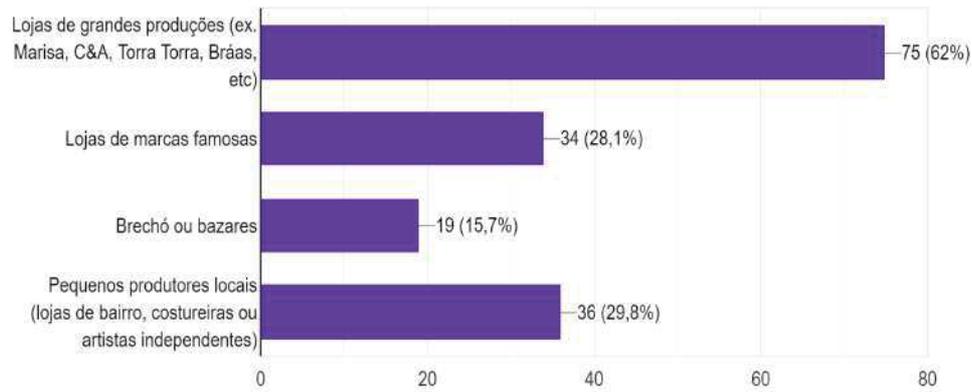


Figura 13: Gráfico de perfil de compra dos participantes. Fonte: própria (2023).

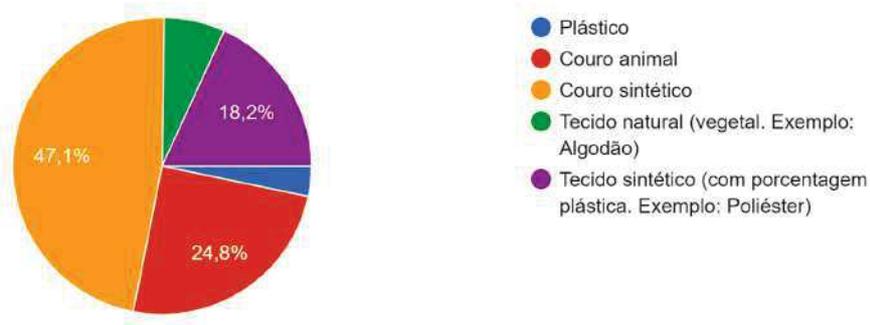


Figura 14: Gráfico mostrando a porcentagem do material da carteira ou bolsa dos participantes. Fonte: própria (2023).

Ao final do questionário, os entrevistados responderam se usariam ou não carteiras produzidas com o couro de kombucha (Figura 15) e compartilharam suas opiniões sobre a substituição dos materiais comuns utilizados atualmente pelo couro feito com kombucha.

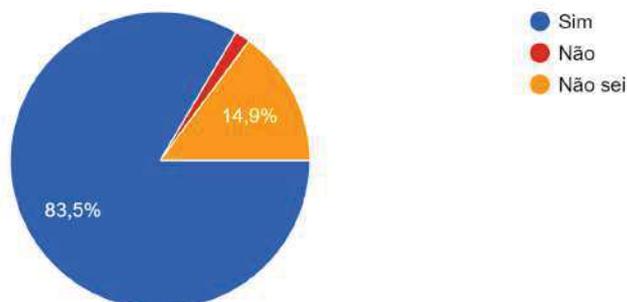


Figura 15: Gráfico de probabilidade de substituição de carteiras convencionais por carteiras de biotecido. Fonte: própria (2023).

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados conquistados durante o trabalho são satisfatórios. Obteve-se um material resistente a partir de uma solução de chá preto (*Camellia sinensis*), água, açúcar, vinagre e uma cultura simbiótica de fungos e bactérias, sem gerar resíduos significativos e sendo compostável. Ao decorrer das pesquisas realizadas, notou-se que o tempo de fermentação poderia ser consideravelmente maior do que o observado nos testes ocorridos durante o desenvolvimento do projeto. A fermentação depende principalmente de fatores ambientais, quanto mais quente o clima estiver, ela pode ocorrer mais rapidamente. Portanto, verificou-se que, com a temperatura média de 21°C, a bactéria acética (*Komagataeibacter rhaeticus*, *K. xylinus* e *K. hansenii*) e leveduras (*Brettanomyces bruxellensis* e *Zygosaccharomyces bisporus*) (LEONARSKI, 2020) conseguem se desenvolver e sintetizar os açúcares em celulose bacteriana de maneira mais rápida do que em temperaturas médias de 18° C (temperatura média da cidade do Porto, em Portugal, onde foi desenvolvido o biotecido da monografia de DELGADO (2022)). O tempo de fermentação diminuiu em 5 dias da primeira fermentação e 5 dias da segunda fermentação.

Entretanto, a secagem chegou a demorar mais tempo devido às baixas temperaturas alcançadas na estufa utilizada. O tempo de secagem depende da umidade relativa do ar e da temperatura a que o material foi submetido. Durante as pesquisas foi constatado que a utilização do sol como meio de secagem poderia ser a melhor, porém, nos dias de fabricação na cidade de Piracicaba em São Paulo, Brasil, não houve sol suficiente para a secagem ao ar livre, além a umidade relativa do ar ser alta nos meses de abril e maio (período de secagem do atual trabalho). Além disso, a temperatura máxima alcançada pela estufa foi de 60°C, não sendo suficiente para a espessura alcançada durante as fermentações, a qual houve variação entre 5 milímetros a 1 centímetro.

Em quesito de coloração, o resultado obtido foi eficaz para permanecer tingido após a secagem, perdendo um pouco de seu tom vibrante mas ainda assim, com cores diferentes da cor original do biotecido sem a coloração de base natural. Verifica-se também que a textura após a secagem dessas amostras tingidas ficou mais resistente de acordo com a quantidade de carboidrato e açúcares contida em cada um dos materiais usados. Os corantes a base de beterraba, batata roxa e

hibisco ficaram mais densos e, então, mais resistentes. Já o de açafreão ficou mais ralo em textura e, depois da secagem, mais maleável e menos resistente à tração.

No processo de impermeabilização constatou-se que o nível de absorção do óleo de linhaça utilizado foi baixa, levando 14 dias para absorver uma de três camadas propostas nas pesquisas. Essa demora ao absorver levou a optar pelo uso de apenas 2 camadas do óleo, tendo em vista que o material será utilizado para a fabricação de uma carteira, a qual não necessita de lavagens constantes. Não obtendo um resultado satisfatório, buscou-se outras maneiras biodegradáveis para tal ato, utilizando a cera de carnaúba tipo 1. Felizmente, conseguiu-se uma boa solução para tornar o biotecido parcialmente hidrofóbico.

Assim como o couro animal não é completamente impermeável, a solução bacteriana para esse material também não é totalmente impermeável. Contudo, o material em questão ficou mais resistente à água do que antes das camadas de selante. Através da cera e do óleo de cravo, o mal cheiro causado pela fermentação e pelo ácido acético foi minimizado, sendo esse um fator decisivo para a viabilidade do produto final.

Existem vantagens e desvantagens em relação a usabilidade do produto confeccionado durante esse trabalho de conclusão de curso. Vantagens como a sua sustentabilidade desde a produção até o pós consumo, sendo reutilizável e compostável, além de ser versátil e moderno, deixando espaço para expressão de personalidade através da produção caseira e própria. As desvantagens observadas durante o processo foram a demora para secagem, levando mais que a metade de todo o período disposto da produção, além do cheiro extremamente forte de ácido acético volatilizado na secagem em estufa. Na impermeabilização também ocorreram imprevistos, sendo necessário adaptações futuras, porém obteve-se resultado satisfatório em comparação a outros artigos lidos como fundamentação teórica.

A discussão gerada com a aplicação do questionário foi interessante para visualização da real viabilidade do produto no mercado atual de produtos sustentáveis. Com os resultados foi possível identificar os problemas dos itens ecologicamente corretos no mercado são principalmente o valor alto, baixa durabilidade e a veracidade dos produtos vendidos, assim contata-se que uma das principais causas é o chamado *greenwashing*, um termo em inglês que pode ser

traduzido como “lavagem verde” (AMARO,2021) e é aplicado por algumas empresas que vendem seus produtos como sustentáveis porém ainda prejudicam o meio ambiente com seu meio de produção. Constata-se que o biotecido é verdadeiramente sustentável e não prejudica de maneira significativa o meio ambiente além de ter baixo custo para produção, tornando assim um substituto promissor e que irá atender algumas das necessidades dos consumidores de acordo com a pesquisa aplicada.

Em suma, conclui-se que o couro utilizando o *SCOBY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast)* é sim uma solução viável para substituição do tecido comum. Consta-se que a sua produção leva tempo e espaço para ser feita, além das desvantagens já citadas. Contudo, há uma grande quantidade de fatores favoráveis para seu uso, e sendo assim, uma proposta viável para a mitigação dos problemas ambientais causados pela indústria têxtil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, Mariana. **Greenwashing: o que é e por que essa palavra pode impactar seus investimentos e suas compras**. 2021. Newsletter InfoMoney. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/economia/greenwashing-o-que-e-e-por-que-essa-palavra-pode-impactar-seus-investimentos-e-suas-compras/>>. Acesso em 10 dez 2023.

AZEVEDO, João. **Poluição pela Indústria Têxtil**. 2009. 2 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima - Ipvic, Ponte de Lima, 2010.

DELGADO, Clementina Dulce de Carvalho. **Probiótico para Usar**. 2022. 105 f. Tese (Mestrado) - Curso de Artes Cênicas, Figurino, Escola Superior de Música e Artes do Espetáculo Politécnico do Porto, Porto, 2022.

DIAS, Diogo Lopes. **Microplásticos**. Uol: Mundo Educação, Goiânia. Disponível em: [https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/microplasticos.htm#:~:text=Al%C3%A9m%20dos%20anos%20f%C3%ADsticos%2C%20os,merc%C3%B1rio%2C%20c%C3%A1dio%2C%20etc\)..](https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/microplasticos.htm#:~:text=Al%C3%A9m%20dos%20anos%20f%C3%ADsticos%2C%20os,merc%C3%B1rio%2C%20c%C3%A1dio%2C%20etc)..) Acesso em: 23 mar. 2023.

DIAS, Gabriela de Moraes. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável instituídos pela ONU e a tributação ambiental na indústria têxtil**. Brasília, 2020. disponível em <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/14676/1/21607432%20Gabriela%20Dias.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2023.

FLORIANO, M. D. P.; MATOS, C. A. DE .. **Understanding Brazilians' Intentions in Consuming Sustainable Fashion**. Brazilian Business Review, v. 19, n. 5, p. 525–545, set. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.15728/bbr.2022.19.5.4.en>> Acesso em 25 jul. 2023.

GROUP, Febratex. **O que a indústria da moda ainda não entendeu sobre: sustentabilidade.** Agreste Tex, São Paulo, 13 de maio de 2022. Disponível em: <https://agrestetex.com.br/o-que-a-industria-da-moda-ainda-nao-entendeu-sobre-sustentabilidade/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LEE, Kyu Ri *et. al.* **Kombucha fermentation using commercial kombucha pellicle and culture broth as starter.** Food Science and Technology, 2022 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/fst.70020>>. Acesso em: 27 mar. 2023

LEONARSKI, Eduardo *et. al.* **Produção de bebida tipo kombucha e celulose bacteriana utilizando subproduto da acerola como matéria-prima.** 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/220480/PEAL0385-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LIMA, Bruna Lummertz; ALVES, Andressa Schneider; MARTINS, Geannine Cristina Ferreira. **Biotecidos: Cultivo De Celulose Bacteriana Para A Área De Moda.** MIX Sustentável, p. 153-164, ago. 2021. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: 09 mar 2023.

MESACASA, Andréia; DEMINSKI, Carla Carolina Deola. **FIBRAS TÊXTEIS SINTÉTICAS E A LIBERAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS: UMA REVISÃO.** 2022. 11 f. Tese (Doutorado) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <<file:///C:/Users/Lamp/Downloads/5434-Texto%20do%20artigo-20857-1-10-20221221.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2023

MARTINI, Giulia Valar. **PERSPECTIVAS DE REAPROVEITAMENTO DE CELULOSE BACTERIANA DE KOMBUCHA POR HIDRÓLISE ENZIMÁTICA PARA OBTENÇÃO DE AÇÚCARES.** 2022. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Engenharia Química e Engenharia de Alimentos Curso Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,

2022. Disponível em: <  
[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/234045/TCC\\_Giulia\\_Martini.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/234045/TCC_Giulia_Martini.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MONTEIRO, Gilson. **A metalinguagem das roupas**. 1997. Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, Amazonas. Disponível em: <<http://bocc.ufp.pt/pag/monteiro-gilson-roupas.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2023.

PINTO, Dayane Rodrigues. **CELULOSE BACTERIANA: BIODISSÍNTese E APLICAÇÕES**. 2021. Curso de Química, Mackenzie, Higienópolis, 2021. Disponível em: <<file:///C:/Users/Atendimento/Downloads/Dayane%20Rodrigues%20Pinto%20-%20protegido.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2023.

RAMOS, Mariana Franco. **Algodão é responsável por 10% do total de pesticidas usados no Brasil, diz relatório**. De Olho nos Ruralistas, Brasil, 17 fev. 2021. Disponível em: <<https://deolhonosruralistas.com.br/2021/02/17/algodao-e-responsavel-por-10-do-total-de-pesticidas-usado-no-brasil-diz-relatorio/>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SANTOS, Amanda Rafaela. **AVALIAÇÃO CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO DE CHÁ DE ERVA-MATE TOSTADA POR SCOPY DE KOMBUCHA**. 2022. 48 f. TCC (graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218819/TCC\\_%20Amanda%20Rafaela%20dos%20Santos\\_Reposit%C3%B3rioUFSC.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218819/TCC_%20Amanda%20Rafaela%20dos%20Santos_Reposit%C3%B3rioUFSC.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 16 mar. 23.

URZEDO, Nayane Duarte Ribeiro. **O chá verde e suas propriedades: uma breve revisão bibliográfica abrangendo os anos de 2000 a 2020**. Uberlândia, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30879/5/Ch%C3%A1VerdePropriedades.pdf>>. Acesso em 05 dez. 2023.

VASQUES, Ronaldo Salvador *et. al.* **Estudos e resultados finais do grupo de pesquisa do CNPq em moda, história e têxtil-GEMOTEX (2019-2020)**, 2021.

Disponível

em:<

[https://www.researchgate.net/publication/371905507\\_GRUPO\\_DE\\_PESQUISA\\_EM\\_MODALIDADE\\_HISTORIA\\_E\\_TEXTIL\\_GEMOTEX\\_UEM\\_CIANORTECURSO\\_DE\\_MODALIDADE\\_RESULTADOS\\_FINALIS](https://www.researchgate.net/publication/371905507_GRUPO_DE_PESQUISA_EM_MODALIDADE_HISTORIA_E_TEXTIL_GEMOTEX_UEM_CIANORTECURSO_DE_MODALIDADE_RESULTADOS_FINALIS)>. Acesso em 18 mar. 23.

VIEIRA, Halana Barboza. **CURVA DE SECAGEM DA BIOCELULOSE PRODUZIDA DURANTE A FERMENTAÇÃO DO CHÁ DE *Camellia sinensis***. 2020. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1444>>. Acesso em: 25 mar. 2023.