

# BIOFABRICAÇÃO: CULTIVO DE CELULOSE BACTERIANA PARA A ÁREA DE MODA

*BIOFABRICATION: BACTERIAL CELLULOSE CULTIVATION FOR FASHION APPLICATION*

**BRUNA LUMMERTZ LIMA, Dra. | IFSC**

**ANDRESSA SCHNEIDER ALVES, Dra. | IFSC**

**GEANNINE CRISTTINA FERREIRA MARTINS, M.Sc. | IFSC**

## RESUMO:

A biotecnologia oferece oportunidades estimulantes em termos de alternativas mais sustentáveis para produtos de moda. Uma das abordagens mais promissoras é a fabricação de materiais têxteis a partir de organismos vivos, como fungos e bactérias. Este artigo apresenta uma análise de cinco pesquisas que tratam da produção de tecidos de celulose bacteriana (CB): Biocouture (LEE, 2011), Self-grown Fashion (NG; WANG, 2016), Bio-hacking Fashion (KAWASAKI; MIZZUNO, 2017), Tailor-shaped cultivation (CHAN; SHIN; IANG, 2018) e ZOA (MODERN MEADOWS, 2020). Para selecionar essas pesquisas, foram estudados 28 trabalhos que abordam a produção de celulose bacteriana, localizados predominantemente nas bases de dados Science Direct e na editora Taylor & Francis. Consideraram-se para a escolha: a relevância das pesquisas, o direcionamento para a área de moda e os resultados obtidos nos experimentos. Como resultado, apresenta-se uma tabela comparativa das variáveis do processo de produção de materiais de celulose bacteriana. Acredita-se que essas informações podem contribuir para o desenvolvimento de novos trabalhos, uma vez que a maioria das pesquisas não apresenta os dados de todas as variáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomateriais. Celulose bacteriana. Tecidos. Material têxtil. Moda.

## ABSTRACT:

*Biotechnology offers exciting opportunities as more sustainable alternatives to fashion products. One of the most promising approaches is the manufacture of textile materials from living organisms, such as fungi and bacteria. This article presents an analysis of five researches dealing with the production of bacterial cellulose (BC) fabrics: Biocouture (LEE, 2011), Self-grown Fashion (NG; WANG, 2016), Bio-hacking Fashion (KAWASAKI; MIZZUNO, 2017), Tailor-shaped cultivation (CHAN; SHIN; JIANG, 2018), ZOA (MODERN MEADOWS, 2020). To choose these researches, 28 studies were reviewed that deal with the production of bacterial cellulose, obtained predominantly in the Science Direct databases and in the Taylor & Francis publisher. For the choice, the relevance of the research, the direction to the fashion area and the results obtained in the experiments were considered. As a result, a comparative table of the variables of the production process of bacterial cellulose materials is presented. It is believed that this information can contribute to the development of new studies, since most researches do not present data for all variables.*

**KEYWORDS:** Biomaterials. Bacterial cellulose. Fabric. Textile material. Fashion.



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a moda alcançou uma importância econômica e social que impactou seu próprio sucesso. Ao mesmo tempo, a possibilidade de compra de produtos por um número cada vez maior de pessoas criou uma das indústrias mais poluentes. Concomitantemente, alcançou-se um estágio em que os consumidores estão cada vez mais conscientes e críticos quanto às repercussões no meio ambiente e aos recursos não renováveis utilizados na indústria têxtil. Anualmente, toda essa cadeia de moda utiliza 98 milhões de toneladas de insumos, que incluem petróleo, fertilizantes e produtos químicos, e 93 bilhões de metros cúbicos de água (FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, 2017).

Com a crescente preocupação com a degradação do meio ambiente e seus efeitos ecológicos e sociais, nos últimos anos, surgiram propostas alternativas de produção de vestuário, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais. Um exemplo é a moda circular, que pode ser definida como roupas, sapatos ou acessórios concebidos, produzidos e fornecidos com a intenção de serem usados e circularem de forma responsável e eficaz na sociedade durante o maior tempo possível (BRISMAR, 2017). Dentro desse contexto, também há exemplos pontuais, como tricô 3D, modelagens *zero waste*, tecidos de fibras recicladas e os tecidos obtidos por meio da biofabricação.

Entre as diferentes definições para o termo *biofabricação*, Lee et al. (2020) acreditam que a mais útil para a área de moda seja a fabricação de materiais por meio de organismos vivos.

Os tecidos provenientes da biofabricação já são uma realidade comercial, produzidos por empresas como a Bolt Threads, Faber Futures, MycoTEX, Modern Meadows e a brasileira Biotecam. No entanto, os produtos fabricados por essas empresas têm preço elevado, são destinados para um nicho específico do mercado de moda e permanecem inacessíveis para a maioria dos consumidores. Por outro lado, comprovam as reais possibilidades de, nos próximos anos, serem usados como materiais têxteis sustentáveis.

Dentro do espectro da biofabricação, abordam-se neste trabalho, especificamente, os tecidos de celulose bacteriana (tratados ao longo deste artigo por CB). A celulose produzida por bactérias é descrita como uma possibilidade em potencial para atender a nichos de mercado na fabricação de vestuário formados por pessoas mais preocupadas com o desenvolvimento sustentável. Como matéria-prima, apresenta um aspecto semelhante ao couro e pode ser empregada na produção de roupas e acessórios (JONES, 2020).

A CB pode ser definida como um carboidrato produzido a partir de microrganismos (KUMBHAR; RAJWADE; PAKNIKAR, 2015). Em relação à estrutura química, a CB difere da celulose vegetal apenas por conter fibras de polímero de tamanho nanométrico. A celulose vegetal pode ser obtida de uma multiplicidade de plantas para fabricação de têxteis; entre os exemplos mais conhecidos, estão o algodão e o linho (UDALE, 2009). Para o cultivo de CB, é necessária uma cepa bacteriana, dentre as diversas já identificadas para esse fim: a *Gluconacetobacter xylinus*, também citada em alguns artigos pelo nome de *Acetobacter xylinum*, e posteriormente denominada de *Komagataeibacter xylinus*, sendo conhecida por sua capacidade de produzir CB em escala comercial (PARTE et al., 2020).

Entre as principais características da CB, destacam-se: pureza química, rede tridimensional fibrosa em nanoescala, alto índice de cristalinidade, biocompatibilidade (GULLO et al., 2018), renovabilidade, biodegradabilidade, potencial para redução de energia e do consumo de água e abolição do uso de produtos químicos ao longo de todo o ciclo de vida.

O processo produtivo de CB, de maneira geral, é simples, porém, alterações nas variáveis podem modificar consideravelmente as características do produto final. A produção do material ocorre por meio de um processo de fermentação em um meio de cultivo (com a presença de uma bactéria e uma determinada fonte de carbono). Com a fermentação em um meio líquido, conhecido como HSM (*Herstrin Schramm Media*), o material cresce até o tamanho do recipiente em que é cultivado. Durante o processo de fermentação, gradualmente, forma-se uma camada flutuante e gelatinosa, que é uma película do material. Essa película deve ser retirada do recipiente e colocada em outra superfície para a etapa de secagem, última fase da produção. As variáveis do processo incluem: a bactéria, o meio de cultivo, a fonte de carbono, os dias de permanência na solução, os dias para secagem, o pH da solução, o controle da temperatura, a temperatura para secagem, a espessura antes da secagem e o modo de cultivo (estático ou submerso).

Neste artigo, apresentam-se cinco pesquisas que abordam a produção de tecidos de CB desenvolvidos para serem utilizados como matéria-prima de produtos de vestuário. Os artigos foram obtidos predominantemente nas bases de dados Science Direct e na editora Taylor & Francis. Além das palavras-chave para a busca citadas neste trabalho, utilizaram-se os termos *biofabricação* e *biotecidos*. Também foram pesquisados alguns artigos citados nos estudos mais atuais. Após a revisão

bibliográfica, foram selecionados para leitura 28 trabalhos que tratavam da produção de CB. Destes, chegou-se aos cinco que são analisados neste artigo, a partir dos critérios de refinamento: relevância da pesquisa, direcionamento para a área de moda e resultados obtidos nos experimentos. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar estudos sobre o cultivo de CB que têm contribuído para o desenvolvimento de tecidos provenientes da biofabricação com aplicação em moda.

Ao longo do artigo, prioriza-se evidenciar as principais características, diferenças e resultados entre as pesquisas selecionadas. Para isso, também foi feita uma análise e um comparativo das diferentes variáveis e de como elas foram tratadas em cada um dos estudos. Dessa forma, pretende-se contribuir para essa área interdisciplinar, em ampla ascensão, que abrange a moda, o design e a biologia. Considerando as cinco pesquisas em foco, inicia-se com o trabalho de Lee (2011), pioneiro na utilização da CB na produção de roupas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Biocouture

A Biocouture é uma consultoria de design criada por Suzanne Lee para acelerar o desenvolvimento e a adoção de novos materiais biológicos no mercado de moda. Lee iniciou seu trabalho com CB durante uma pesquisa na Escola de Arte Central Saint Martins, em Londres. Em parceria com o biólogo escocês David Hepworth, Lee começou um experimento de moda, utilizando as CB usadas para fermentar a bebida *kombucha*. As bactérias, adicionadas a uma mistura de chá verde e açúcar, alimentam-se dos açúcares naturais do *kombucha* e produzem uma substância semelhante a um filme, que se forma na superfície. Após três semanas, o material resultante é pesado e composto por 90% de água. O processo de crescimento é interrompido com a lavagem da folha de celulose em uma solução de água e sabão. Para drenar a água, o material é disposto em placas de madeira para secar. Depois de seco, o resultado é um produto de textura fina como papel transparente ou como a casca fina e flexível de um vegetal (LEE, 2011; GRUSHKIN, 2015). Da celulose microbiana resultante desse experimento, Lee criou uma coleção de jaquetas: uma jaqueta *bomber*, uma jaqueta jeans e uma jaqueta *biker*. Para dar um aspecto diferente do da cor da pele humana, Lee fez tingimentos com índigo, além de criar estampas e tingir com outras substâncias naturais (LEE, 2011).

Suzanne Lee realizou o experimento na cozinha de sua residência com os seguintes materiais e quantidades: 200 mililitros de vinagre de cidra orgânico; 200 gramas de açúcar

crystal; 1 cultura de *kombucha* viva (SCOBY) e dois saquinhos de chá verde (GRUSHKIN, 2015). Com relação ao modo de preparo, o procedimento é feito na seguinte ordem:

**Preparação do líquido:** fervem-se dois litros de água, e deixa-se o chá em infusão por 15 minutos. Retiram-se os saquinhos de chá, e acrescenta-se o açúcar, mexendo até dissolver.

**Preparação da cultura:** em um recipiente, despeja-se o líquido, que deve estar mais frio do que 30°C. Adicionam-se o vinagre de cidra e a cultura de *kombucha* (SCOBY), que é uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (DIMA et al., 2017). Posteriormente, cobre-se o recipiente com um pano.

**Descanso e crescimento:** enquanto cresce, a mistura deve ser mantida em temperatura ambiente. Primeiro, a cultura vai afundar. A fermentação inicia quando bolhas e uma camada transparente começam a formar-se na superfície. Com o tempo, a cultura sobe à superfície e acumula-se, ficando mais espessa. Quando a película atinge dois centímetros de espessura (cerca de três a quatro semanas), é retirada do recipiente e lavada delicadamente com água fria e sabão.

**Secagem do material:** coloca-se a folha plana sobre uma superfície de madeira. Quando não estiver mais molhada, pode-se cortar e costurar como qualquer outro tecido.

Segundo a autora, essa receita produzirá uma amostra de couro microbiano de até 17 x 15 centímetros e terá o formato do recipiente em que for colocada. Para a produção de uma folha maior ou menor, é necessário ajustar as proporções dos ingredientes da cultura de acordo com a necessidade (GRUSHKIN, 2015).

É interessante pontuar que, no Brasil, Costa e Biz (2017) replicaram essa receita, acrescentando cenoura e açúcar mascavo. Nesse experimento, os autores puderam comprovar que a utilização da cenoura tornava a mistura mais suscetível a contaminações por fungos. Já o açúcar mascavo ocasiona um tempo de formação maior, e a cultura acaba ficando mais escura. Porém, quando seco, o material tem considerável maleabilidade, permitindo a dobra.

### 2.2 Self-grown Fashion

Self-grown Fashion é uma pesquisa realizada por Ng e Wang (2016). As autoras dividem-na em duas etapas: pré-material e pós-material. No estágio pré-material, foram testados diferentes meios de cultura: vinho tinto, cerveja, leite, chá preto, chá verde e água de coco. Meios de cultura distintos são estudados por diversos autores (GUZEL; AKPINAR, 2020; KUMBHAR; RAJWADE; PAKNIKAR, 2015; LIN et al., 2014). Parte et al. (2020) apontam o benefício econômico do emprego de frutas não adequadas para o consumo e de subprodutos da indústria do vinho, tanto para produtores de CB, quanto para agricultores.

As amostras produzidas pelos diferentes meios de cultura foram classificadas por Ng e Wang (2016) em termos de suavidade, rigidez, flexibilidade, resistência à tração, tempo de crescimento, viscosidade e estabilidade. Com base nesses critérios, a película de CB produzida com chá verde foi identificada como a mais adequada para uso como material têxtil. Seis amostras de CB produzidas com chá verde, mas com diferentes concentrações e tempos de cultivo, foram avaliadas para se chegar ao melhor resultado possível, considerando-se os fatores de maleabilidade, flexibilidade e respirabilidade. As autoras obtiveram um material semelhante ao couro, liso, translúcido e flexível. As definições das variáveis usadas para a produção desse material são apresentadas na Tabela 1.

Na fase pós-material, Ng e Wang (2016) testaram diferentes técnicas, com o objetivo de manipular a textura e a aparência do material e conseguir criar a estrutura tridimensional de uma roupa. Entre os diferentes experimentos, destacam-se: desenvolvimento de uma superfície bidimensional de CB, cortada e costurada; película de CB, ainda úmida, colocada sobre um manequim tridimensional para secar, sendo que, após a secagem, a película manteve a forma do manequim; processo semelhante ao anterior, com a diferença de a película úmida ter sido colocada granulada; cultivo da película e inserção de um manequim tridimensional na superfície da cultura, tendo a CB crescido após rotação do manequim, criando um filme envoltório semelhante a uma roupa, mas sem costura. As autoras também experimentaram alterações para modificar a textura da CB: inserção de malha na solução de cultivo; adição de fios com texturas e cores diferentes; e imersão de fios de lã perpendiculares à solução de cultivo. Em todos os experimentos realizados, as pesquisadoras obtiveram diferentes materiais que podem ser empregados na confecção de roupas.

Ng e Wang (2016) apontam, no final da pesquisa, que o desenvolvimento da CB tem o potencial de reduzir alguns dos custos envolvidos nas etapas para produção de vestuário: fiação, tecelagem, modelagem, corte e costura.

### 2.3 Bio-hacking Fashion

Os autores Kawasaki e Mizuno (2017) realizaram três experimentos para o desenvolvimento de materiais a partir da CB. O primeiro foi baseado no cultivo do material; o segundo, em tecnologia de fabricação digital; e o terceiro buscou estudar um método para tingimento com pigmentos vivos, utilizando a *Janthinobacterium lividum*.

Para o desenvolvimento de materiais, no primeiro experimento, os autores criaram um meio de incubação que consistia em uma caixa de plástico, cujas dimensões eram

800 mm X 600 mm X 200 mm. O meio utilizado para cultivo da CB era uma mistura de vinagre orgânico, açúcar e chá verde, em quantidades não descritas no artigo.

A incubação foi realizada durante 14 dias, em ambiente residencial, na cidade de Tóquio, com monitoramento de temperatura e umidade por meio de termômetro infravermelho. Após 12 dias de experimento, a espessura do material atingiu 25mm, o que configurou um aumento de medida. Depois disso, o material foi retirado do tanque, lavado e secado.

Para o segundo experimento, os autores estudaram o uso do material para construir roupas tridimensionais, com o intuito de minimizar o desperdício de tecido, buscando aprimorar o processo de corte. Nesse experimento, os autores basearam-se na ideia de que o SCOBY se adapta à superfície em que é colocado. Os autores colocaram o SCOBY sobre um manequim projetado por meio de fabricação digital e impresso em uma impressora 3D que pode gerar objetos em escala humana e modelar biomateriais. O processo detalhado é apresentado a seguir:

Construção de manga base, seguida de colocação de gesso para o desenvolvimento tridimensional do molde do mesmo material. Digitalização da base e edição de dados para impressão em 3D. Foram preparados tamanhos diferentes, como S, M, L e XL.

Materialização da manga em impressora 3D, especializada em grande escala.

Secagem dos biomateriais sobre a base impressa, moldando a superfície em curva. O material foi colocado inteiro e, posteriormente, amarrado para aderir à forma do manequim com auxílio de fitas adesivas.

Costura do material.

Os autores consideraram que a metodologia do experimento é compatível com a moda sustentável. Os resíduos de tecido podem ser potencialmente zero. Isso porque os moldes também tendem a ter mais lados com formato reto do que formas orgânicas, o que influencia na diminuição do desperdício. A partir dessa análise, esse método sugere uma possível fusão entre modelagem bidimensional e tridimensional para modelar uma peça de roupa. Por outro lado, há dificuldade de projetar sobre um corpo curvado, pois o método não permite uma curva 3D que se ajuste à forma do corpo humano. No entanto, segundo os autores, é possível que designers criem uma forma mais "natural" do que o padrão bidimensional convencional por encaixe, tendo como base um corpo feminino, por exemplo.

O terceiro experimento foi projetado pelos autores para um desenvolvimento alternativo, utilizando um tipo de corante a partir de bactérias para conferir cor aos

materiais têxteis. Para incubação, foi usada a bactéria *Janthinobacterium lividum*, fornecida pela Waag Society. Os autores conduziram os experimentos em um laboratório com ambiente e utensílios esterilizados. A bactéria foi incubada com temperatura controlada a 30°C. Para o experimento, os autores cortaram algodão, cânhamo e seda em quadrados de 80mm. Os resultados do experimento não foram descritos no artigo. As variáveis dos três experimentos são apresentadas de forma detalhada na Tabela 1.

## 2.4 Tailor-shaped cultivation

Chan, Shin e Jiang (2018) apresentam uma técnica de produção de tecidos de CB denominada *tailor-shaped cultivation*. Os autores utilizaram a capacidade da CB de ser cultivada e crescer em qualquer formato para construir uma roupa sem resíduos têxteis e adequada às necessidades de produção de peças do vestuário.

Os autores sugerem dois métodos diferentes: cultivo em forma de molde e bloqueio da superfície de contato. No primeiro, Chan, Shin e Jiang (2018) propõem a utilização de um recipiente de poliestireno com o formato de um molde, como a parte da frente de uma camisa. A lateral do recipiente é escalonada; assim, em um mesmo recipiente, é possível produzir os tamanhos P, M e G, dependendo da altura em que a superfície de CB é criada. Os autores recomendam essa técnica para itens básicos da moda, como camisas, camisetas e calças.

No segundo método – bloqueio da superfície de contato –, usa-se um material flutuante impermeável ou semipermeável ao ar para evitar a troca de oxigênio em uma área específica e criar uma película no formato de um molde. Nas áreas bloqueadas, nenhuma película de CB cresce, já que a colônia de bactérias necessita de uma superfície de cultivo rica em oxigênio. Sobre a importância do oxigênio, Wu e Li (2015) defendem que a absorção de oxigênio para a formação de CB pode ser um fator mais determinante do que os nutrientes do meio de cultivo. Chan, Shin e Jiang (2018) testaram diferentes materiais, e a cortiça apresentou-se como a melhor opção para o bloqueio de oxigênio.

Os autores utilizaram os dois métodos de cultivo de CB para construir uma camisa masculina que demonstrasse a viabilidade da CB como matéria-prima têxtil, com aplicação de entretela, fixação de bolso e bainha. Apesar dos esforços para criar um produto mais sustentável, a camisa foi forrada com tecido de matéria-prima convencional. Os autores acreditam que a CB não causa danos aos seres humanos e ao meio ambiente porque é natural. Apesar de Chan, Shin e Jiang (2018) defenderem a BC sem questionar possíveis impactos futuros, percebem uma série de

limitações na pesquisa: a produção em massa, o cultivo em recipientes específicos e o descarte dos recipientes e da cortiça no fim de seus ciclos de vida.

## 2.5 Zoa

Na seção sobre a Biocouture neste artigo, é descrito o projeto pioneiro de Suzanne Lee. Desde 2014, Suzanne é diretora de criação da Modern Meadow, empresa de biotecnologia que produz materiais para marcas de luxo, dentre os quais, destaca-se o Zoa (CHIEZA et al., 2019).

O Zoa é um material biofabricado similar ao couro. É produzido a partir de proteína de colágeno proveniente de plantas cultivadas em laboratório. O processo começa com a edição do DNA das células de levedura para adicionar duas enzimas que permitem que a levedura produza uma proteína de colágeno semelhante à da pele bovina (colágeno tipo III) (QUA, 2019). Nesse estágio, a tecnologia de fermentação é usada para produzir proteínas sem necessitar do uso de animais e pode ser feita de forma escalonada (CAMERE; KARANA, 2018; QUA, 2019; MODERN MEADOWS, 2020). A proteína de colágeno então é incubada para formar uma rede de fibrilas. Nessa fase de reticulação, as células cultivadas podem ser customizadas por meio do controle e/ou da alteração de diferentes aspectos da receita. Após o período de incubação, o colágeno purificado encontra-se na forma líquida e pode ser estabilizado por conta própria, ou em uma forma e espessura desejadas. O último estágio é semelhante ao curtimento do couro, porém, sem os métodos agressivos ao meio ambiente usados no couro animal. Todo o processo de fabricação do Zoa tem duração de duas semanas (QUA, 2019; MODERN MEADOWS, 2020).

No Zoa, as células cultivadas podem ser customizadas; com isso, conforme for projetada a levedura, elas podem produzir resultados específicos, feitos sob medida. Esse resultado possibilita a criação de materiais semelhantes à pele de diferentes animais em sua composição e estrutura, com maciez, resistência, porosidade, flexibilidade, durabilidade e densidade ajustadas às necessidades específicas de cada produto e/ou cliente (QUA, 2019; MODERN MEADOWS, 2020). O material produzido com essas novas propriedades funcionais desenvolvidas por meio da combinação de proteínas no processo de biofabricação do Zoa foi denominado de Bio-Alloy pela Modern Meadows (2020).

Sobre os aspectos sustentáveis do cultivo da CB, Camere e Karana (2018) consideram que este é potencialmente interessante, uma vez que a celulose de origem animal ou vegetal tem 40-60% de seu conteúdo de celulose, mas também outros elementos, como a lignina, que

são difíceis de processar e consomem grande quantidade de energia na fabricação. Segundo o site da Modern Meadow (2020), o Zoa é um produto biológico e sustentável que integra uma gama de tecnologias de biofabricação, sendo capaz de oferecer desempenho e sustentabilidade de materiais, em comparação com materiais tradicionais, como o couro. Um exemplo é o processo de tingimento. O Zoa é tingido no estado líquido, limitando o uso de corantes à quantidade exata que se ligará ao material, o que elimina qualquer escoamento de corante da fabricação e do acabamento do material (MODERN MEADOWS, 2020).

Qua (2019) destaca que a principal vantagem desse tipo de produto biotecnológico em relação à produção de couro animal é que os substratos podem ser personalizados durante os estágios iniciais do processo. No entanto, ele também aponta que o que diferenciará esses produtos pode ser a eficiência de custo da customização, se esta for uma necessidade real do mercado que outros materiais não podem atender. Collet (2018) observa que, historicamente, as empresas de bioengenharia nunca foram associadas a conceitos de sustentabilidade, mas que agora se vive um paradoxo, pois a maioria das empresas utiliza uma narrativa sustentável ao comercializar seus novos materiais geneticamente programáveis.

### 3. ANÁLISE COMPARATIVA DOS EXPERIMENTOS

A partir dos trabalhos de Chan, Shin e Jiang (2018), Kawasaki e Mizuno (2017), Ng e Wang (2016), Grushkin (2015) e Qua (2019), foram elencadas nove variáveis para realizar a análise comparativa dos experimentos, sendo elas: i) Bactéria; ii) Dias de cultivo/secagem; iii) pH; iv) Temperatura; v) Fonte de carbono; vi) Meio de cultivo; vii) Quantidade do meio de cultivo; viii) Espessura antes da secagem e ix) Modo de cultivo. Após essa primeira determinação, foram procuradas, nas referidas pesquisas, informações sobre as variáveis. A partir da identificação, criou-se a Tabela 1 (apresentada nos anexos), realizando-se, então, a análise textual, como se mostra a seguir. Nas linhas, apresentam-se os cinco autores; nas colunas, as nove variáveis consideradas.

De acordo com o estudo inicial, entendeu-se que a constituição de um biotecido se deve, especialmente, à presença de algum tipo de bactéria. Nas pesquisas apresentadas, foi possível identificar três tipos de bactérias. *Acetobacter xylinum*, presente em dois estudos, é um gênero de bactérias do grupo de ácido acético. Posteriormente, aparecem as bactérias

*Zygosaccharomyces sp*, *Janthinobacterium lividum*, cultura de kombucha e proteína de colágeno, aparecendo cada uma em um estudo, respectivamente.

Com relação aos dias de cultivo (tempo de fermentação), foi identificado em Chan, Shin e Jiang (2018), bem como em Kawasaki e Mizuno (2017), uma média de 14 dias, enquanto que, em Qua (2019), todo o ciclo leva 15 dias, da seleção da levedura até o produto final acabado. Já no estudo de Ng e Wang (2016), o período foi menor: seis dias para o cultivo, e de três a cinco dias para a secagem. Em contraponto, o estudo de Grushkin (2015) revela que o experimento da Biocouture levou entre 21 e 30 dias. Apesar de os estudos citados utilizarem bactérias com características distintas, o estudo 1 de Kawasaki e Mizuno (2017), realizado em um ambiente residencial, apresentou o maior crescimento do biotecido, com 25 mm de espessura.

Outra variável considerada nesta análise diz respeito ao pH, visto que, durante a síntese de CB, ele tem sido um item amplamente estudado. Tido como fundamental, o pH interfere no crescimento das células e também no rendimento do processo. O estudo de Grushkin (2015) foi o único que trouxe essa mensuração, apontando que o biotecido produzido por Suzanne Lee tinha um pH superior a 3, mas sem apresentar precisão para tal medida. Sabe-se que o pH menor que 7 é ácido e considerado ideal para o gênero de *Komagataeibacter*. Por outro lado, o valor do pH diminui gradualmente durante a fermentação e frequentemente cai abaixo do pH ideal para a síntese de CB (PARTE et al., 2020).

Outro dado importante obtido na pesquisa foi sobre a temperatura dos experimentos. Kawasaki e Mizuno (2017), como mencionado, relataram em seu estudo a realização de três experimentos. Em dois deles, a média da temperatura ficou em 28,5°C, muito similar à do estudo de Ng e Wang (2016), que foi de 28°C, e à da pesquisa de Grushkin (2015), com temperatura próxima de 30°C. Tais informações demonstram que o crescimento dos tecidos estudados está relacionado com temperaturas mais altas e constantes, dado que alguns experimentos foram realizados em ambientes controlados de laboratório, a exemplo do experimento 2 de Kawasaki e Mizuno (2017). Os ambientes controlados permitem que o crescimento do biotecido seja mais bem monitorado, mas não invalidam a realização de experimentos sem esse tipo de controle, nem os bons resultados que estes podem gerar, como é caso do experimento 1 apresentado no mesmo artigo.

No que tange à fonte de carbono, importante para o desenvolvimento do elemento biológico, somente dois estudos trouxeram essa informação. No estudo de Chan, Shin

e Jiang (2018), é usada a proporção de uma medida de sacarose para sete de chá, enquanto que Grushkin (2015) aponta a quantidade de 200 gramas de açúcar para 200 ml de vinagre de cidra orgânico. Ao analisarem-se os resultados obtidos nessas duas pesquisas, observam-se duas questões importantes. O primeiro estudo usou mais chá em relação à quantidade de açúcar, mas isolou a superfície de contato e foi realizado em menos tempo. Já o experimento do Biocouture foi o mais longo dos analisados, apresentando mais dias em incubação. No entanto, o modelo de Suzanne Lee incentiva as pessoas a replicarem experimentos desse tipo de forma caseira, sem isolamento de superfície e com os equipamentos que o indivíduo tiver em casa.

Quanto à quantidade necessária dos ingredientes para a solução do meio de cultivo, três estudos apresentaram essa informação. Grushkin (2015) apontou a utilização de dois saquinhos de 200 ml de chá verde, enquanto Chan, Shin e Jiang (2018) trazem a proporção de sete medidas de chá para uma de açúcar. Por outro lado, Ng e Wang (2016) testaram três proporções de chá e água: a) 5 gramas para 1 litro, b) 10 gramas para 1 litro e c) 15 gramas para 1 litro. Vale ressaltar que a última proporção apresentou os melhores resultados, considerando-se o crescimento e a aplicabilidade da matéria-prima na produção de produtos do vestuário.

Como meio de cultivo, quatro trabalhos utilizaram o chá verde e dois usaram o vinagre orgânico e meios diversificados, como vinho tinto, cerveja, leite, chá preto e água de coco. Esse dado demonstra que o cultivo de biotecido segue um procedimento similar ao da bebida fermentada *kombucha*. Nos experimentos realizados por Ng e Wang (2016), é possível identificar um período menor de incubação e a ausência de mensuração dos resultados. Já nos estudos de Ng e Wang (2016), Chan, Shin e Jiang (2018) e Kawasaki e Mizuno (2017), o chá verde é utilizado, e os resultados mensurados mostram o crescimento do material biológico, evidenciando que esse meio de cultivo é eficiente. Nesse sentido, Ng e Wang (2016) apontam o chá verde como o meio mais adequado para uso em materiais têxteis.

No que concerne à espessura antes da secagem, três pesquisas trazem esse dado. Em Chan, Shin e Jiang (2018), o biotecido alcançou 10 mm de espessura, enquanto o experimento 1 de Kawasaki e Mizuno (2017) apresentou 25 mm, e Grushkin (2015) obteve 20mm. É interessante notar que as maiores espessuras mencionadas foram obtidas em experimentos realizados em ambientes residenciais, sem controle de temperatura, contrariando estudos que utilizam estufas, por exemplo.

Por fim, o processo de fermentação das cinco pesquisas abordadas neste trabalho ocorreu de forma estática. Os experimentos apresentados desenvolveram-se de forma individualizada, abrindo margem para questionamentos quanto à replicação desses modelos em escala industrial, o que, no âmbito da moda, seria o caminho natural. Parte et al. (2020) defendem que, diferentemente da fermentação estática, o processo fermentativo submerso, que pode ser realizado em um biorreator, é mais adequado para produção em escala, já que permite um maior controle da temperatura, fazendo com que um determinado microrganismo cresça de forma satisfatória, por exemplo. Além disso, pH e pressão, entre outros fatores, são mais bem monitorados por meio desse processo.

No mesmo estudo, Parte et al. (2020) observam que a cultura estática revela deficiências. Em comparação, a fermentação submersa tem maior produtividade, mas também apresenta alguns problemas, como o desenvolvimento de cepas não produtoras de celulose, produção de grânulos de CB de forma irregular e a modificação das propriedades físicas da CB. Dentre os materiais de CB apresentados, o Zoa é o único biotecido resultante de uma pesquisa desenvolvida por uma empresa e com fins comerciais; acredita-se que, por esse motivo, não foram encontrados detalhes técnicos do processo de fabricação no site da fabricante, nem em artigos científicos. Porém, optou-se por apresentá-lo neste trabalho por estar, de certa maneira, relacionado à pesquisa pioneira de Suzanne Lee e para comprovar o potencial comercial dos tecidos de CB, mesmo para um segmento de mercado específico, constituído por usuários com maior preocupação ambiental.

#### 4. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma análise sobre tecidos provenientes de biofabricação – Biocouture, Self-grown Fashion, Bio-hacking Fashion, Tailor-shaped Cultivation e ZOA –, criados como uma potencial alternativa no desenvolvimento sustentável da moda. Essa interseção da biologia, do design e da moda demonstra o papel de destaque que podem assumir na definição do desenvolvimento de novos materiais.

Lee (2011) fez uma coleção de moda usando tecido biodegradável; Ng e Wang (2016) testaram formas de cultura de tecidos biológicos para melhor aplicação no vestuário; Kawasaki e Mizuno (2017) aliaram o cultivo da CB com tecnologia 3D, a fim de melhorar o processo de corte de tecido; Chan, Shin e Jiang (2018) tentaram construir roupas sem resíduos com tecidos biológicos, utilizando recipientes no formato dos moldes e materiais bloqueadores

durante o processo de fermentação; o Zoa é um produto mercadológico tratado como um substituto do couro animal e indica a possibilidade de customização do produto (imitação de diferentes tipos de peles animais). Dentre os cinco materiais estudados, percebeu-se um propósito em comum: o de dar suporte cada vez maior à criação de matérias-primas ou produtos de moda que tenham um ciclo de vida mais longo, que não sejam poluentes no processo de fabricação ou que gerem pouco ou nenhum desperdício. Um exemplo é o dos três estudos que trabalham com a ideia de fazer produtos que, no processo de fermentação, saiam moldados ao corpo, implicando resíduo zero.

Da análise comparativa dos experimentos, um dos principais destaques é que todos os tecidos apresentados têm características muito semelhantes às do couro animal. Para se chegar a esse resultado, é necessária a celulose bacteriana cultivada em um líquido, como chá verde, suco, vinagre ou outros, combinado a uma fonte de carbono, como frutose ou sacarose, para promover a fermentação. Nos casos estudados, entendeu-se que os ambientes controlados permitiram regular melhor o crescimento da CB, o que não invalida experimentos sem esse tipo de monitoramento, como exemplificado pelos estudos de Lee (2011) e de Kawasaki e Mizuno (2017). Lee, inclusive, incentiva as pessoas a reproduzirem sua experiência de modo caseiro, sem isolamento de superfície e com os equipamentos que o indivíduo tiver à disposição em casa (GRUSHKIN, 2015).

Salienta-se que este artigo apresenta uma quantidade significativa de dados sobre as variáveis necessárias para o cultivo da CB. Tais informações compiladas são difíceis de ser encontradas e servem de referência para estudos futuros e novas descobertas nesse campo.

Observou-se também que quatro dos cinco estudos ocorreram de forma individualizada, o que abre margem para questionamentos quanto à possibilidade de replicação desses modelos em escala industrial. No entanto, o próprio Zoa é um produto comercial, e, na introdução deste artigo, são citados outros exemplos de fabricantes de produtos têxteis desse segmento. Além disso, recentemente, foram lançados produtos biológicos de edição limitada para o mercado da moda de luxo pela Modern Meadow e pela grife Stela McCartney. Contudo, o fator limitante é o alto custo, que ainda torna esses produtos inacessíveis ao consumidor médio (STENTON, 2018).

O motivador dos experimentos e artigos analisados foi a busca por desenvolver produtos têxteis sustentáveis e biodegradáveis. Stenton (2018) chama a atenção também para o fato de a compostabilidade ser um dos atrativos

para a adoção desses materiais na fabricação de produtos de moda. Compreende-se, então, ser esse o ponto central de aproximação entre os tecidos obtidos por meio da biofabricação e a circularidade na moda, visto que assim se torna possível o fechamento do ciclo de vida do produto – algo necessário, tendo em vista os elevados números relacionados ao descarte têxtil.

Para finalizar, como também citado por Ginsberg e Chieza, (2018), entende-se que, embora essas novas tecnologias de fabricação, originárias da biotecnologia, estejam se estabelecendo como uma alternativa promissora para uma produção mais limpa, ainda existem questões a serem levantadas e discutidas no que diz respeito à ética nesses procedimentos, como alterações não previstas e prejudiciais ao ecossistema e a possibilidade de, no futuro, se reproduzirem os mesmos problemas ecológicos e sociais conhecidos atualmente.

## REFERÊNCIAS

- BRISMAR, Anna. **Origin and definition of circular fashion**. Stockholm, 2017. Elaborado para Green Strategy. Disponível em: <https://www.greenstrategy.se/circular-fashion-definition/>. Acesso em: 28 set. 2020.
- CAMERE, Serena; KARANA, Elvin. Fabricating materials from living organisms: an emerging design practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 570–584, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618307388?via%3Dihub>. Acesso em: 6 out 2020.
- CHAN, Chun Kit; SHIN, Jooyoung; JIANG, Shou Xiang Kinor. Development of tailor-shaped bacterial cellulose textile cultivation techniques for zero-waste design. **Clothing and Textiles Research Journal**, Nova York, p. 33-44, jan. 2018. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0887302X17737177>. Acesso em: 23 set. 2020.
- CHIEZA, Natsai; GINSBERG, Alexandra Daisy; LEE, Suzanne; AGAPAKIS, Christina; VILUTIS, Justinas. **Design with science**, 01 fev. 2019. Disponível em: <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/issue4-agapakis-lee/release/1>. Acesso em: 01 out. 2020.
- COLLET, Carole. Biotextiles: evolving textile design practices for the bioeconomy and the emerging organism industry. In: SOFT Landing. Helsinki, Finlândia: Aalto University School of Arts, Design and Architecture, 2018. p. 87-99. Disponível em: [https://ual-researchonline.arts.ac.uk/id/eprint/12602/1/Chapter\\_carole\\_collet\\_cumulus\\_soft\\_landing\\_2018.pdf](https://ual-researchonline.arts.ac.uk/id/eprint/12602/1/Chapter_carole_collet_cumulus_soft_landing_2018.pdf). Acesso

em: 6 out 2020.

COSTA, Pedro Zöhrer Rodrigues da; BIZ, Pedro. Cultivando materiais: o uso da celulose bacteriana no design de produtos. In: SPGD, 2017, Rio de Janeiro. **Anais**[...] Rio de Janeiro (RJ): PPDESDI, 2018. Disponível em: [https://www.even3.com.br/anais/SPGD\\_2017/61907-CULTIVANDO-MATERIAIS---O-USO-DA-CELULOSE-BACTERIANA-NO-DESIGN-DE-PRODUTOS](https://www.even3.com.br/anais/SPGD_2017/61907-CULTIVANDO-MATERIAIS---O-USO-DA-CELULOSE-BACTERIANA-NO-DESIGN-DE-PRODUTOS). Acesso em: 12 maio 2021.

DIMA, Stefan-Ovidiu; PANAITESCU, Denis-Mihaela; ORBAN, Csongor; GHIUREA, Marius; DONCEA, Sanda-Maria; FIERASCU, Radu; NISTOR, Cristina; ALEXANDRESCU, Elvira; NICOLAE, Cristian-Andi; TRICĂ, Bogdan. Bacterial nanocellulose from side-streams of kombucha beverages production: preparation and physical-chemical properties. **Polymers**, [S.l.], v. 9, n. 12, p. 5-10, 18 ago. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/polym9080374>. Acesso em: 30 ago. 2020. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **A new textiles economy: redesigning fashion's future**. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: 26 set. 2020.

GINSBERG, Alexandra Daisy; CHIEZA, Natsai. Editorial: other biological futures. **Journal Of Design And Science**, [S.l.], 12 set. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21428/566868b5>. Disponível em: <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/issue4-ginsberg-chieza/release/5>. Acesso em: 05 ago. 2020.

GRUSHKIN, Daniel. Cultured Couture: Suzanne Lee wants to grow clothing in a lab. **Popular Science**, v. 286, n. 3, p. 48-51, 2015. Disponível em: <https://www.popsci.com/meet-woman-who-wants-growing-clothing-lab/>. Acesso em: 11 out. 2020.

GULLO, M.; LA CHINA, S.; FALCONE, P. M.; GIUDICI, P. Biotechnological production of cellulose by acetic acid bacteria: current state and perspectives. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, n. 16, p. 6885-6898, 2018. Doi: 10.1007/s00253-018-9164-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29926141/>. Acesso em: 6 out 2020.

GÜZEL, Melih; AKPĐNAR, Özlem. Preparation and characterization of bacterial cellulose produced from fruit and vegetable peels by *Komagataeibacter hansenii* GA2016. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.l.], v. 162, p. 1597-1604, nov. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.049>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813020341374>. Acesso em: 10 ago. 2020.

JONES, Frances. Roupas feitas por bactérias: bioteci-dos produzidos a partir de microrganismos despertam o interesse do universo da moda. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 291, maio 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/roupas-feitas-por-bacterias/>. Acesso em: 01 out. 2020.

KAWASAKI, Kazuya; MIZUNO, Daijiro. Bio-hacking Fashion: study on 2.5 dimensional fashion pattern cutting and bacterial dyes. In: BIENNIAL RESEARCH THROUGH DESIGN CONFERENCE, 3., 2017, Edinburgh. **Proceedings** [...] Uk: Fligshare, 2017. p. 308-322. Disponível em: [https://figshare.com/articles/journal\\_contribution/Bio-hacking\\_Fashion\\_A\\_Study\\_on\\_2\\_5\\_Dimensional\\_Fashion\\_Pattern\\_Cutting\\_and\\_Bacterial\\_Dyes/4746991](https://figshare.com/articles/journal_contribution/Bio-hacking_Fashion_A_Study_on_2_5_Dimensional_Fashion_Pattern_Cutting_and_Bacterial_Dyes/4746991). Acesso em: 23 set. 2020. KUMBHAR, Jyoti Vasant; RAJWADE, Jyutika Milind; PAKNIKAR, Kishore Madhukar. Fruit peels support higher yield and superior quality bacterial cellulose production. **Applied Microbiology And Biotechnology**, [S.l.], v. 99, n. 16, p. 6677-6691, 9 maio 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-015-6644-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-015-6644-8>. Acesso em: 08 ago. 2020.

LEE, Suzanne. **Grow your own clothes**. [S.l.]: Ted: Ideas Worth Spreading, 2011. 1 vídeo (6 min.), digital, son., color. Legendado. Disponível em: [https://www.ted.com/talks/suzanne\\_lee\\_grow\\_your\\_own\\_clothes/transcript](https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes/transcript). Acesso em: 14 out. 2020.

LEE, Suzanne; CONGDON, Amy; PARKER, Georgia; BORST, Charlotte. **Understanding "bio" material innovations: a primer for the fashion industry**. Amsterdã: Biofabricate/Fashion For Good, 2020. Disponível em: <https://fashionforgood.com/wp-content/uploads/2020/12/Understanding-Bio-Material-Innovations-Report.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

LIN, Dehuin; LOPEZ-SANCHEZ, Patricia; LI, Rui; LI, Zhixi. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source. *Science Direct: Bioresource Technology*. p. 113-119. 01 jan. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.052>. Acesso em: 09 ago. 2020.

MEADOW, Modern. **ZOA: our world of biofabricated materials**. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.modernmeadow.com/zoa>. Acesso em: 13 out. 2020.

NG, Frankie M.C.; WANG, Phoebe W.. Natural self-grown fashion from bacterial cellulose: a paradigm shift design approach in fashion creation. **The Design Journal**, [S.l.], v. 19, n. 6, p. 837-855, 8 ago. 2016.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14606925.2016.1208388>. Acesso em: 10 ago. 2020.

PARTE, Francisco German Blanco; SANTOSO, Shella Permatasari; CHOU, Chih-Chan; VERMA, Vivek; WANG, Hsueh-Ting; ISMADJI, Suryadi; CHENG, Kuan-Chen. Current progress on the production, modification, and applications of bacterial cellulose. **Critical Reviews In Biotechnology**, [S.l.], v. 40, n. 3, p. 397-414, 14 jan. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07388551.2020.1713721>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07388551.2020.1713721?journalCode=ibty20>. Acesso em: 10 ago. 2020.

QUA, Frances Jillian S. **(Im)Material: a qualitative study on sustainable materials for design through a comparative review of leather and its modern alternatives**. 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia e Administração) - Massachusetts Institute of Technology (MIT), [S.l.], 2019. Disponível em: <https://>

[dspace.mit.edu/handle/1721.1/122335](https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/122335). Acesso em: 6 out 2020.

STENTON, Marie. **Cultivated Fashion: exploring the commercial viability of bioengineered fashion and textile products**. Leeds UK: Leeds Arts University, 2018. p. 62–71. Disponível em: <https://lau.repository.guldh.ac.uk/17576/>.

UDALE, Jenny. **Fundamentos do Design de moda: tecidos e moda**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

WU, Sheng-Chi; LI, Meng-Hsun. Production of bacterial cellulose membranes in a modified airlift bio-reactor by *Gluconacetobacter xylinus*. **Journal Of Bioscience And Bioengineering**, [S.l.], v. 120, n. 4, p. 444-449, out. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2015.02.018>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389172315000961>. Acesso em: 10 ago. 2020.

## ANEXO

Artigo	Bactéria	Período de cultivo / secagem	pH	Temperatura	Fonte de carbono	Meio de cultivo	Quantidade do meio de cultivo	Espessura antes da secagem	Estático ou submerso
<i>Biocouture</i>	Cultura de Kombucha	21 a 30 dias	acima de 3	inferior a 30°C	200 g	Chá verde, vinagre orgânico	2 saquinhos de 200ml	20mm	Estático
<i>Self-grown Fashion</i>	-	6 dias para cultivo / 3 a 5 para secagem	-	28°C	-	Chá verde, vinho tinto, cerveja, leite, chá preto e água de coco.	5g/L (chá/água) 10g/L (chá/água) 15g/L (chá/água)	-	Estático
<i>Bio-hacking Fashion</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> sp e <i>Acetobacter xylinum</i>	14 dias	-	média de 27 °C	-	Chá, vinagre orgânico	-	25 mm	Estático
<i>Bio-hacking Fashion</i>	<i>Janthinobacterium lividum</i>	-	-	30 °C	-	-	-	-	Estático
<i>Taylor-shaped Cultivation</i>	<i>Acetobacter xylinum</i>	15 a 20 dias	-	-	Proporção de 1 sacarose : 7 chá	Chá	Proporção de 1 sacarose : 7 chá	10 mm	Estático
<i>Zoa</i>	Proteína de colágeno	15 dias	-	-	-	-	-	-	-

**Tabela 1** :Variáveis utilizadas para produção do material  
**Fonte:** as autoras (2021).

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5135-8270>

**BRUNA LUMMERTZ LIMA, Dra.** | Professora da área de Vestuário- Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar SC – Brasil | Correspondência para: Rua: Paraíba, 147/1006. Bairro Victor Konder- Blumenau/SC- CEP: 89012-130/ Email: [bruna.lummertz@ifsc.edu.br](mailto:bruna.lummertz@ifsc.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8137-9371>

**ANDRESSA SCHNEIDER ALVES, Dra.** | Professora da área de Vestuário- Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar SC – Brasil | Correspondência para: Rua Jacó Brueckheimer, 122/301, Bairro Velha, Blumenau, SC, CEP 89036-250/ Email: [andressa.schneider@ifsc.edu.br](mailto:andressa.schneider@ifsc.edu.br)

ORCID: 0000-0002-5669-5206

**GEANNINE CRISTINA FERREIRA MARTINS, M.Sc.** | Professora da área de Vestuário- Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar SC – Brasil | Correspondência para: R: Santos Dumont, 70, ap 102, Bairro: Vila Nova, Blumenau - SC, (88035-240) | E-mail: [geannine.martins@ifsc.edu.br](mailto:geannine.martins@ifsc.edu.br)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

LIMA, Bruna Lummertz; ALVES, Andressa Schneider; MARTINS, Geannine Cristtina Ferreira. Biotecidos: Cultivo De Celulose Bacteriana Para A Área De Moda. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 153-164, ago. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n3.153-164>.

**DATA DE ENVIO:** 16/02/2021

**DATA DE ACEITE:** 09/06/2021

