

TESTAGEM DE EFICÁCIA DE BIOMATERIAIS PARA FORMULAÇÃO DE PRODUTOS NO BIODESIGN

EFFICACY TESTING OF BIOMATERIALS FOR PRODUCT FORMULATION IN BIODESIGN

Geovanna Queiroz Silva^{*1}
Rafael Paulino Ferreira²

*Autor para correspondência: queiroz.geovanna@discente.ufg.br

Resumo: O destaque das produções têxteis na atualidade vem se tornando um problema ambiental gravíssimo. Nesse cenário, surgem novos elementos para amenizar as crises ecológicas provocadas por essa indústria, sendo alguns deles: *patchwork*, materiais sintéticos (tecidos “rPet” e “couros”) e biomateriais como plásticos e têxteis de origem vegetal e animal. Nesse último caso, entretanto, a pesquisa sobre a qualidade e a eficácia do material é escassa (principalmente em escala nacional e regional). Com foco no atual cenário, a presente pesquisa objetiva o levantamento de estudos relacionados a produção, testagem e experimentação de possibilidades de tecidos/couros, com base em descartes da borra de café. Como metodologia de *design*, o trabalho fundamenta-se no sistema proposto por Ambrose e Harris (2010), utilizando-se das etapas definir, pesquisar, idealizar, prototipar, selecionar, implementar e aprender, empregando assim todas as etapas do método do *design thinking* para a concepção da pesquisa visando a um produto biodegradável e de cunho sustentável. Como resultado, chegou-se a uma formulação que teve os melhores resultados esperados aplicados a um produto físico com a mistura-base de amido (60 g), água (60 mL), glicerina (5 mL), café (15 g), óleo de coco (5 mL) e ágar-ágar (15 g) assinalada no texto como produção (D). Concluiu-se efetivamente o estudo com um modelo-base de mistura para futuras experimentações e buscando melhorias do material.

Palavras-chave: biodegradabilidade; café; biomaterial.

Abstract: The prominence of textile productions today has become a very serious environmental problem. Thinking about this scenario, new elements emerge to mitigate the ecological crises caused by this industry, some of them being: *patchwork*, synthetic materials (“rPet” fabrics and “leathers”) and biomaterials such as plastics and textiles of plant and animal origin in the world. However, in the latter case, research on the quality and feasibility of the material is scarce (especially

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG) – Goiânia (GO), Brasil.

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) – Bauru (SP), Brasil.

on a national and regional scale), focusing on this current scenario, the present research aims to survey studies related to the production, testing and experimentation of possibilities of fabrics/leathers based on coffee grounds discarded. As a design methodology, it is based on the system proposed by Ambrose and Harris (2010) using the steps of defining, researching, idealizing, prototyping, selecting, implementing and learning for the formulation of research aiming at a biodegradable product. In addition, it arrives in a formulation that had the best expected results applied to a physical product with the base mixture indicated by tapioca (60g), water (60mL), glycerin (5mL), coffee or orange (15g), coconut oil (5mL) and agar-agar (15g) marked as production (D). Effectively concluding the study with a base model and planning improvements for possible future tests.

Keywords: biodegradable; coffee; biomaterial.

INTRODUÇÃO

Em um mundo constituído pelos efeitos da globalização, projetar e produzir são as principais palavras para definir a indústria. Trata-se de uma estrutura que sempre precisa estar em atividade para conseguir suprir a liquidez de tendências que surgem na sociedade. A indústria têxtil é o exemplo claro desse cenário, pois sempre busca produzir em larga escala para vender e para prover as necessidades dos consumidores da “moda consumista”. A fabricação exagerada, contudo, faz com que a indústria seja tóxica ambientalmente, dolosa em seus processos produtivos e alheia ao descarte coerente do produto.

Por outro lado, percebe-se o surgimento de alternativas para diminuir o impacto dessa produção no meio ambiente. Nesse quesito podem-se citar os trabalhos em *patchwork*, materiais sintéticos (peles e tecidos sintéticos) e biomateriais que se inter-relacionam com o desenvolvimento de produtos e serviços visando à sustentabilidade. Cada alternativa possui singularidades, sendo necessário perceber as suas características e evidenciar as possibilidades acerca da produção de têxteis (Barauna, 2021).

Diante desse contexto, a importância do tema está na possibilidade de desenvolver novos materiais e formas de fabricação, por isso a pesquisa apresenta um caráter exploratório e descritivo, caracterizando-se ao máximo como exploratória. Com isso, as considerações finais têm como objetivo evidenciar os impactos ambientais das indústrias têxteis, caracterizar as possibilidades de produção e principalmente desenvolver um estudo sobre biotecnologias, com enfoque na execução e testagem de tecidos/couros com base em resíduos de café.

Viu-se a importância de utilizar o café como matéria-prima principal no processo de experimentação por conta de seu consumo e sua cultura no Brasil, cultura essa importante para a economia do país, pela utilização de máquinas e implementos agrícolas, equipamentos industriais, geração de emprego e renda no campo e na cidade, exportações brasileiras, entre outros. Seu consumo, difundido como hábito desde o século XVI no Brasil, tem grande impacto na economia nacional, dinamizando o mercado e o consumo interno. Sendo assim, o país é um dos maiores consumidores de café do mundo (Siqueira, 2005).

O café brasileiro tem melhorado em termos tanto de qualidade quanto em variedades, além de ter promovido estudos e discussões sobre associações entre o café e a saúde (Siqueira, 2005). Pensar em consumo de café é interligar a experiência proporcionada em relação às necessidades e desejos dos indivíduos que o consomem. Elementos como aroma, suavidade, acidez, torra, entre outros, fazem parte da escolha quando se pensa na vivência de consumir café (Fernandes, 2021).

Uma pesquisa feita na Universidade do Havaí, em Manoa, publicada no periódico *Ecological Solutions and Evidence* por Rebecca Cole e Rakan Zahawi (2021), mostra que a borra de café, inserida em terrenos tomados pelo capim, o qual impossibilita que as florestas

tropicais nativas voltem a crescer, garante a recuperação de terras degradadas e favorece plantações já existentes. Assim, a escolha do tema do café neste trabalho deu-se por tratar-se de um produto que não tem grande reutilização atualmente, mas que apresenta possibilidade de favorecer o ambiente em relação a plantações posteriores, menos desperdício do grão e promoção da borra de café, que é descartada, mas pode se transformar em produto. A borra de café, além de ser uma matéria-prima que adiciona ainda mais resistência ao suposto produto final que será testado, é usada como elemento-base na produção do biomaterial, pois o pó do café é estável em baixas e altas temperaturas, o que ajuda a manter a eficácia do material caso seja submetido a oscilações térmicas.

O *biodesign* é introduzido nesta pesquisa a fim de promover a possibilidade de utilização de novos materiais por meio das biotecnologias. Um exemplo de empresa que empregou o *biodesign* em sua produção é a Ecovative Design, de Nova York, que elabora produtos com micélios, sendo todos biodegradáveis. Os resultados são couro vegetal, isopor sintético, entre outros.

Como metodologia deste projeto estão: estudo da indústria têxtil, do *biodesign* e de suas tecnologias, análise de materiais e métodos, observações e experimentos em laboratório, resultado projetual e melhorias. A técnica de investigação deu-se por meio de documentação e observação sistemática em laboratório e está representada ao longo dos tópicos sobre os experimentos executados.

DESENVOLVIMENTO

Materiais e métodos

A fim de estabelecer toda a linha projetual para a concepção do produto, estudaram-se autores que abordam modelos e técnicas de processos e projetos em *design*. A metodologia utilizada foi a de Ambrose e Harris (2010), a qual estabelece o modelo chamado “etapas do pensamento” (*stages of thinking*) e propõe que o *design* é um processo de transformação que resulta em um produto acabado ou na possível resolução de algum problema. Os autores declaram que a criação de um projeto precisa se basear em âmbitos econômicos e criativos, deixando clara a importância de aplicar o *design thinking* em todas as etapas propostas. As sete etapas deste desenvolvimento são divididas de acordo com Ambrose e Harris (2010): definir, pesquisar, idealizar, prototipar, selecionar, implementar e aprender.

Com um problema predefinido decorrente das possíveis problemáticas referentes à indústria têxtil no Brasil, apurou-se a falta de pesquisas sobre a viabilidade de biomateriais na constituição de um produto, compreendendo imprescindivelmente a demanda e as limitações, para que a resolução seja mais efetiva e os requisitos sejam atendidos. Assim, fez-se necessário buscar informações. Na etapa das pesquisas, efetuaram-se investigações sobre o problema vinculadas à narrativa do *design* e ao levantamento de prováveis questões para a formulação do projeto. Nessa fase, tem-se todo o referencial teórico e histórico para a linha projetual.

Na pesquisa sobre a borra de café e suas possíveis aplicações no *design*, entendeu-se a importância de utilizar essa matéria-prima para a produção de um biomaterial que pudesse ser reproduzido e pertinente para a concepção de um produto final. Escolher um material que é terminantemente desperdiçado e/ou descartado é fruto de uma análise do dia a dia e da relação da manufatura com um material que pode ser utilizado em várias *performances* de produtos diários.

Na idealização, a borra de café foi o centro de análise da pesquisa, e suas características foram levantadas para a prototipagem e testes em laboratório. Realizaram-se os experimentos com a matéria-prima com o intuito de testar a eficácia para a função pretendida, bem como sua durabilidade em questões de proliferação de fungos, por ser algo úmido e reutilizado. A avaliação foi efetivada por observação a olho nu e registrada por meio fotográfico. Os testes

foram divididos em diferentes produções: Teste (A), (B), (C), (D) e (E), com diferentes processos e alternativas para que o material final fosse eficaz, e determinando outros tipos de testes aqui não explorados (O).

Após a finalização dessa etapa, executou-se uma seleção partindo do princípio de que os ajustes e soluções foram analisados e vinculados ao objetivo e à motivação inicial do projeto, com intenção de os testes serem filtrados. Na implementação, elaborou-se a execução do teste mais satisfatório e constituiu-se um produto para testar sua usabilidade. Por fim, houve aprendizado em consequência da comparação entre resultados esperados e atingidos, finalizando assim as possíveis melhorias do material.

Nível 1: A indústria têxtil como geratriz econômica

Para executar as abordagens que serão mostradas adiante, é necessário entender o setor da indústria têxtil, presente há séculos na sociedade. Como um dos principais pilares da economia nacional e mundial, essa magnitude setorial também transparece nos defeitos desse âmbito, visto que gera anualmente toneladas de resíduos e provoca cada vez mais impactos irreversíveis ao planeta. Os efeitos são gerados pelo processo de produção e seu pós-processo, ou seja, o descarte da peça de roupa já produzida e utilizada. Essa é considerada a segunda indústria mais poluente do mundo, perdendo somente para a produção de petróleo (Friedman, 2018).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit, 2022), o Brasil é a maior cadeia têxtil completa do Ocidente e produz desde fibras a desfiles de moda, que passam pelo processo de fiação, confecção, tecelagem e varejo. Assim, determina-se como um dos ramos mais bem investidos economicamente e grande gerador de empregos, com a segunda colocação na indústria. Por outro lado, a ausência de direitos trabalhistas, longas jornadas de trabalho e baixos salários fazem parte da atual situação no setor. Tais problemas estão presentes principalmente nas etapas de preparação, montagem e acabamento na indústria da moda (Nunes, 2006). Além disso, o ramo apresenta falhas que impactam direta e indiretamente o meio ambiente.

Para elucidar esse contexto, leva-se em conta a fabricação do *jeans*, um têxtil que corresponde a 11,3% do consumo de roupas no varejo nacional, tendo movimentado quase R\$22 bilhões em 2020 (Abit, 2021). O *jeans* é produzido por meio do denim, que vem do algodão e sofre diversas lavagens químicas para atingir uma qualidade de venda; na sequência, faz-se a aplicação do corante. Esse procedimento é a principal geratriz de poluição no processo de fabricação, já que o tingimento das peças é efetuado com componentes químicos e o descarte dessa água imprópria é feito em rios e mares sem um preparo ou refração de impactos. Após esse processo, passa-se para as etapas de secagem, corte e costura, ocasionando problemas de saúde nos indivíduos envolvidos na produção, por conta dos químicos e resíduos de retalhos.

O processo de produção conta com diversos estágios, como lavagens químicas, aplicação de substâncias tóxicas para tingimento, resíduos de retalhos, descarte impróprio, queima e liberação de gases poluentes. Para que se consiga reverter alguns problemas ambientais gerados, alternativas são desejáveis, como os materiais sintéticos (desenvolvidos em laboratórios e feitos artificialmente), *patchwork* (composição com retalhos têxteis) e biotecnologias, os quais já se transformaram em uma forte tendência para a substituição de materiais não sustentáveis e alternativa a eles (Bell, 2011).

Na comercialização do produto têxtil, chegamos à fase de pós-processo, ou seja, o que vem após a produção e a venda: o descarte de peças de roupas. Este, em sua grande maioria, gera resíduos que não são efetivamente produzidos para serem reciclados e, quando descartados, são manejados de maneira irregular, potencializando a poluição. Um grande exemplo global dessa problemática é o Deserto do Atacama, localizado no norte do Chile. Nele se construiu um lixão de roupas descartadas, as quais a princípio foram enviadas ao país para serem recomercializadas após o descarte nos territórios de origem (principalmente

Estados Unidos, Europa e Ásia). Constatou-se que 59 mil toneladas de tecidos são enviadas por navios ao Atacama, mas cerca de 40 mil toneladas não são vendidas e acabam se juntando ao grande amontoado de resíduos (Paúl, 2022).

Nível 2: Biotecnologias no *design* circular

No *design*, utilizar biotecnologias é entender a falta de novidade de pesquisas e testes na área, visto que a maioria das aplicações não é de nível nacional ou regional. O *biodesign* na presente pesquisa destina-se a mesclar o processo de desenvolvimento de um produto a organismos vivos e fontes biológicas, podendo ser: plantas, restos de alimentos, organismos naturais, entre outros. Assim, esse processo de concepção por meio da prática em que *designers* colaboram com a natureza para constituir produtos e serviços utiliza-se do processo produtivo complementado com tecnologias da natureza para solucionar quesitos da vida contemporânea (Miyers, 2012), levando à elaboração de produtos viáveis ambientalmente.

Entre as subdivisões desse contexto de biotecnologias aplicadas no *design*, existem os termos “biobase” (provenientes de biomassa), “biofabricados” (derivados de bactérias), “biossintéticos” (formados por polímeros sintéticos) e “biomontados” (derivados diretamente de organismos vivos). Pela carência de referências sobre o assunto, fez-se necessário utilizar um referencial único para a formulação do projeto, direcionado por uma “receita-base” de biomassa presente no trabalho “*Making bioplastic from orange peel*”, da Fab Lab Barcelona (2021).

A biomassa analisada nesta pesquisa teve a função de produzir um material orgânico, vegetal e biodegradável. No meio de propostas com esse cunho, atualmente há diversas empresas constituídas na área de biotecnologias, como a Orange Fiber, criada por Enrica Arena, que fabrica produtos com resíduos de laranja, e a Ananas-Anam, de Carmen Hijosa, que elabora produtos com folhas do abacaxi. Nesta investigação, emprega-se a borra de café como principal matéria-prima para a composição do biomaterial, já que é um resíduo desperdiçado e/ou descartado, mas que tem potencial para utilização no desenvolvimento de produtos (Tereza, 2022).

A ideia de criar um produto para ser ambientalmente favorável vem da necessidade de uma economia aplicada ao *design* circular, em que o produto começa no final de sua cadeia, o descarte, reutilizando o que seria descartado. Para fins de produção, utiliza-se a borra coletada de maneira caseira ou em locais que façam seu despojo, como cafeterias, lanchonetes, padarias etc. Os outros materiais empregados na pesquisa são facilmente encontrados e foram utilizados com a intenção de não agravar o ciclo de produção desse biomaterial, bem como a formulação de um produto subsequente. Assim, este trabalho busca fazer experimentações na área do *design*, construindo conhecimento, investigando e inovando metodologicamente (Mainsah; Morrison, 2013). O biomaterial foi feito com base nos resultados conquistados no processo de testes até satisfazer a textura e a forma pretendida.

De modo geral, biomateriais são uma alternativa positiva para a substituição de têxteis e possuem uma execução mais didática que os materiais comuns observados no dia a dia. O intuito desta pesquisa feita em 2022 é que essa biomassa fosse utilizada para testes e elaboração de produtos com viés biodegradável, já que pode ser descartada em composteiras, na própria natureza ou retornar a sua linha de produção.

RESULTADOS

Para a idealização do produto e aplicação da borra de café foram feitas as seguintes observações e experimentos:

Produção (A): 250 ml de água, 50 g de ágar-ágar, 50 ml de glicerina, 12 ml de óleo de coco, 50 g de resíduo em pó (a borra de café devidamente seca para que fosse utilizado o pó seco) + 10 g de algodão + cloreto de cálcio.

Figura 1 – Resultado das produções A1 e A2 com material em recipiente plástico e de madeira: mofado, com a presença de umidade e tapagem



Fonte: Primária

A1 – No teste A1 foi usada a receita-base, porém com borra seca em 7 dias e depois torrada no forno. O material ficou mofado em 7 dias de repouso com tapagem em papel. O teste foi feito em época de chuva.

A2 – No teste A2 foi utilizada também a receita-base, porém o recipiente do material foi vazado na parte inferior, o café foi torrado de imediato no forno, ficou em contato com o papel-manteiga, e não foi usado o cloreto de cálcio. Esse material foi o que mais apresentou seca e menos mofo inicialmente. Em 9 dias de repouso, mofou completamente. O teste foi feito em época de chuva.

Produção (B): 60 g de amido, 60 ml de água, 50 ml de glicerina, 15 g de borra de café, 5 ml de vinagre; além disso, optou-se por colocar um outro tipo de fibra para reforçar a estrutura – juta (T9) de 5 x 20 cm.

Figura 2 – Resultado da produção B: material aplicado em juta, sem aderência total e sem presença de mofo



Fonte: Primária

B – A produção B foi despejada e misturada na superfície da juta. A secagem aconteceu em 7 dias e resultou em um material maleável e gelatinoso, o que não era o desejado. Não apresentou mofo, mas não houve a possibilidade de utilizá-lo para fins têxteis.

- Produção (C): amido (60 g), água (60 ml), glicerina (5 ml), borra de café (15 g), óleo de coco (5 ml) e ágar-ágar (15 g).

Figura 3 – Resultado da produção C: com material seco, sem presença de mofo e com aparência preliminar de corino



Fonte: Primária

C – Com base nos primeiros testes, pensou-se uma maneira diferente de produção, sem adição de vinagre, para que a fibra ficasse mais firme e tivesse um resultado mais resistente. Esse material foi virado 3 dias após feito para que a secagem ocorresse dos dois lados. O resultado foi um produto maleável e com textura parecida com a do couro comum. Depois de alguns dias, seco, percebeu-se uma rachadura na parte mais fina, mas não apresentou fungos. Foi feita uma seleção para teste, com maior eficácia e filtragem do melhor material. Com isso, a produção foi utilizada como base para os próximos testes, visando a sua melhor eficácia.

- Produção (D): pensando na implementação do material em um produto físico, produziu-se uma placa de 80 x 20 cm do material com a mistura-base multiplicada nove vezes: tapioca (60 g), água (60 ml), glicerina (5 ml), borra de café (15 g), óleo de coco (5 ml) e ágar-ágar (15 g). A secagem durou 7 dias e resultou em um biomaterial de 2 mm.

Figura 4 – Resultado da produção D com material de 80 x 20 cm: seco, sem presença de mofo, com textura de couro



Fonte: Primária

Com essa placa foi idealizada uma bolsa simples de 30 x 15 cm. A bolsa teria a finalidade de testar corte e costura à mão e à máquina para fins de produção em maior escala, além de colagem e suas aplicações no *design* de produtos.

Figura 5 – Bolsa articulada



Fonte: Primária

Seguindo a ideia de aplicação em produto, pensou-se na possibilidade de ser algo mais firme e menor. Dessa forma, foi feita a produção (E) utilizando a mesma receita-base (D) multiplicada cinco vezes, porém com alterações de diminuição de óleo de coco, para obter um material mais seco.

Figura 6 – Produção E: material com menor quantidade de óleo de coco



Fonte: Primária

O aproveitamento das partes mais resistentes teve o corte de 8 x 6 cm, e realizou-se a costura delas para aplicação em um porta-cartão simples. O biomaterial não apresentou fungos.

Figura 7 – Porta-cartão

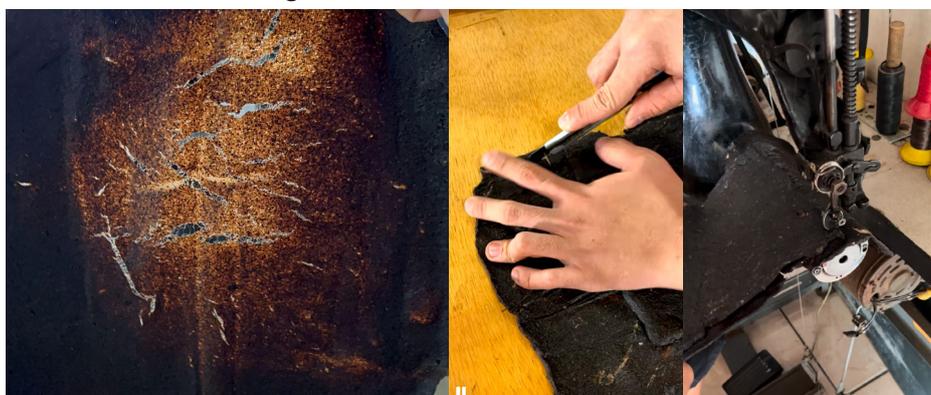


Fonte: Primária

Alguns testes caseiros essenciais foram realizados para determinar a eficácia do material e, assim, ter a possibilidade de uso e aplicação em produtos no *design*: testagem de textura (figura 8 – feita na produção (E) com auxílio de materiais de planificação, criação de textura, corte a lâmina, teste de costura à mão e à máquina própria para couros), resistência a corte e costura (figura 9 – teste de impermeabilidade e inflamabilidade, colocação ao molho, resistência ao fogo e marcação para criação de *slogan*).

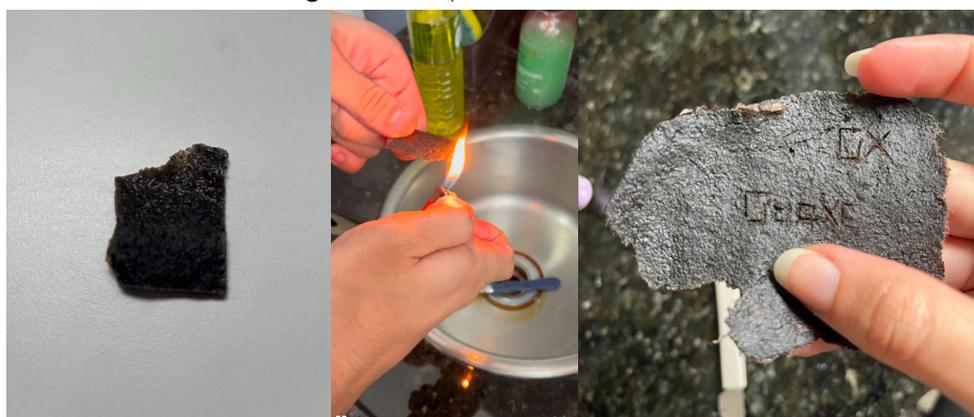
Para aprendizado, destacou-se a comparação entre resultados esperados e atingidos. Com isso, fez-se o levantamento de possíveis melhorias, como: diminuição da oleosidade do material, melhor durabilidade compositora e maior resistência em toda a base do material.

Figura 8 – Textura, corte e costura



Fonte: Primária

Figura 9 – Impermeabilidade e resistência



Fonte: Primária

Outros testes foram feitos a fim de sanar dúvidas e expectativas (figura 10), nomeados (O). Entre eles, coube expor apenas os que mais apresentaram bons e reparáveis resultados, porém nenhum foi usado para fins de elaboração de um produto. Seguem alguns exemplos:

Figura 10 – Produção O



Fonte: Primária

CONCLUSÃO

A expectativa é que o biomaterial produzido se comporte como possível substituto do couro animal, em aspectos de textura e tom, e conseqüentemente busque executar as funções deste. Portanto, pretende-se aplicá-lo em âmbitos da moda (roupas, acessórios, sapatos, carteiras e bolsas), bem como do *design* moveleiro (estofados, acessórios para casa, luminárias), entre outros.

O projeto aqui explorado e executado fez o teste das possibilidades de utilização desse biomaterial, com foco em conseguir êxito na possível e futura coleta, separação e reutilização da borra de café, conseqüentemente conduzindo uma produção de maneira a chegar aos resultados pretendidos, com a verificação de condições de uso. O trabalho explorou diversas combinações e testagens para a eficácia do material e chegou a uma formulação para futuras pesquisas empregando apenas itens naturais e de fácil acesso, com destaque para a borra de café. O melhor resultado esperado aplicado a um produto físico com a mistura-base indicada foi amido (60 g), água (60 ml), glicerina (5 ml), café ou laranja (15 g), óleo de coco (5 ml) e ágar-ágar (15 g), assinalado como (D) no presente estudo.

Em melhoria ao produto, destaca-se a necessidade de pesquisar alternativas para deixá-lo mais adaptável a máquinas e resistente a esforço, além de ajustar a quantidade de óleo

utilizado e buscar outras fibras, resinas ou mesmo outras testagens para tornar o produto viável para uso geral.

REFERÊNCIAS

ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. **Perfil do setor 2022**. Disponível em: www.abit.org.br. Acesso em: 2022.

AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul. **Design thinking**. New York: Bloomsbury Publishing, 2010.

BARAUNA, Debora. **Experimentação em design**: biomateriais como uma alternativa para a moda sustentável. *Conference paper*. In: SIMPÓSIO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

BELL, Barbara. **Material intelligence**: an overview of new materials for manufacturers. Canadá: PF Innovation, 2011.

COLE, Rebecca; ZAHAWI, Rakan. Coffee pulp accelerates early tropical forest succession on old fields. **Ecological Solutions and Evidence**, University of Hawai'i at Manoa, mar. 2021.

FERNANDES, Matheus Ferreira. O consumo e produção do café brasileiro. In: FATECLOG, 12., 2021. **Anais** [...]. São Paulo: Fatec, 2021.

FRIEDMAN, Vanessa. The biggest fake news in fashion: untangling the origins of a myth repeated so often that no one thought to question it. **The New York Times**, New York, 2018.

MAINSAH, Henry; MORRISON, Andrew. Towards a manifest for methodological experimentation in design research. In: NORDIC DESIGN RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings** [...]. Copenhagen-Malmö, 2013.

MAKING bioplastic from orange peel. Barcelona, 2021. Publicado pelo canal Fab Lab Barcelona. Disponível em: <https://youtu.be/SB9D6yHGI7E>. Acesso em: dez. 2024.

MIYERS, William. **BioDesign**. London: Thames & Hudson, 2012.

NUNES, Jordão. **Precarização, trabalho doméstico e trabalho domiciliar no setor de confecções em Goiânia**. Goiânia: Anpocs, 2006.

PAÚL, Fernanda. “Lixo do mundo”: o gigantesco cemitério de roupa usada no Deserto do Atacama. **BBC News Brasil**, 27 jan. 2022.

SIQUEIRA, Tagore William de. A cultura do café. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 205-270, 2005.

TEREZA, Gabriela. **Tecidos sustentáveis**: guia de materiais alternativos. Projeto de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

Registro de contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org>)

GQS. Metodologia, Investigação, Redação – revisão e edição, Redação – original, Visualização, Conceitualização, Curadoria de dados, Análise formal, Gestão de projetos, Insumos, Supervisão, Validação.

RPF. Conceitualização, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Gestão de projetos, Insumos, Validação, Visualização, Redação – revisão e edição, Redação – original.

Declaração de conflito: nada foi declarado.