

Bolsa produzida a partir da casca do melão Amarelo tratada por via biotecnológica

Vitor Kenzo Shibata

Mestrando, Universidade de São Paulo / shibata@usp.br
Orcid: 0000-0002-2598-1015/ [Lattes](#)

Annie Alexandra Cerón Sánchez

Doutora, Universidade de São Paulo / aacerons@usp.br
Orcid: 0000-0002-6628-5729/ [Lattes](#)

Sirlene Maria da Costa

Livre-docente, Universidade de São Paulo / sirlene@usp.br
Orcid: 0000-0003-0522-0611/ [Lattes](#)

Silgia Aparecida da Costa

Livre-docente, Universidade de São Paulo/ silgia@usp.br
Orcid: 0000-0001-8331-538X/ <http://lattes.cnpq.br/8121489511788009>

Enviado: 27/04/2023 // Aceito: 30/05/2023

Bolsa produzida a partir das cascas do melão Amarelo tratada por via biotecnológica.

RESUMO

Devido às grandes quantidades de descarte originadas pela agroindústria e às pressões por mudanças nas cadeias da indústria da moda, a oportunidade de desenvolver novos materiais está em constante expansão. O presente estudo objetiva o desenvolvimento de uma bolsa a partir das cascas do melão Amarelo (*Cucumis melo var. inodorus*), tratadas por via biotecnológica. Também discorre sobre os novos materiais do futuro e a importância de suas identidades e posicionamentos. As cascas foram tratadas com enzima celulase e posteriormente foram submetidas a testes de costuras. O projeto de design foi desenvolvido especificamente para a construção da bolsa utilizando o material tratado. Os resultados enzimáticos apresentaram características de maleabilidade e resistência e o projeto enquadrou-se nas especificidades para a costura mais eficiente do material. O protótipo da bolsa resultou em um produto que amplia a capacidade do material e contribui para o desenvolvimento de novos materiais na indústria da moda.

Palavras-chave: Bolsa. melão. novos materiais.

Bag produced from Canary melon rind treated through biotechnological means

ABSTRACT

*Due to the large amounts of waste generated by the agro-industry and the pressures for changes in the fashion industry supply chains, the opportunity to develop new materials is constantly expanding. The present study aims to develop a handbag using Canary melon rind (*Cucumis melo var. inodorus*) treated via biotechnological methods. Additionally, it discusses the importance of identity and positioning for new materials of the future. The rinds were treated with cellulase enzyme and subsequently subjected to sewing tests. The design project was specifically developed for constructing the bag using the treated material. Enzymatic results showed characteristics of malleability and resistance. The design project was aligned with the specific requirements for the most efficient sewing of the material. The bag prototype resulted in a product that enhances the material's capacity and contributes to the development of new materials in the fashion industry.*

Keywords: Bag. melon. new materials.

Bolsa producida a partir de la cáscara delmelón Amarillo tratada por vía biotecnológica.

RESUMEN

*Debido a las grandes cantidades de desechos generados por la agroindustria y las presiones por cambios en las cadenas de suministro de la industria de la moda, la oportunidad de desarrollar nuevos materiales está en constante expansión. El presente estudio tiene como objetivo el desarrollo de una bolsa a partir de las cáscaras del melón amarillo (*Cucumis melo* var. *inodorus*), tratadas por vía biotecnológica. Además, se discute sobre los nuevos materiales del futuro y la importancia de sus identidades y posicionamientos. Las cáscaras fueron tratadas con enzima celulasa y posteriormente sometidas a pruebas de costura. El proyecto de diseño fue desarrollado específicamente para la construcción de la bolsa utilizando el material tratado. Los resultados enzimáticos presentaron características de maleabilidad y resistencia. El proyecto se ajustó a las especificidades para la costura más eficiente del material. El prototipo de la bolsa dio como resultado un producto que amplía la capacidad del material y contribuye al desarrollo de nuevos materiales en la industria de la moda.*

Palabras clave: Bolsa. melón. nuevos materiales.

1. INTRODUÇÃO

A rápida industrialização, globalização e urbanização contribuem para a geração de grandes quantidades de resíduos líquidos e sólidos, um exemplo de grande destaque é o setor da agroindústria (MOZHARASI *et al.*, 2021). No entanto, esses resíduos podem ser aproveitados como bio recursos para produção de produtos químicos, combustíveis e novos materiais (MORAES *et al.*, 2017; PROVIN *et al.*, 2021). A gestão de resíduos é um problema global, se estende em setores como a indústria do couro, que gera quantidades significativas de águas residuais, resíduos sólidos e emissões gasosas (MURAD; MIA; RAHMAN, 2018). Para reduzir o impacto ambiental desses setores, tem surgido opções de produtos com matérias-primas naturais e inovadoras (SHAKIR *et al.*, 2012; SANDIN; PETERS, 2018).

O investimento no desenvolvimento de materiais sustentáveis tem aumentado consideravelmente no cenário mundial. Desde 2015, já foram investidos mais de US\$ 2,3 bilhões nesse setor, e as estimativas apontam que o mercado global chegará a US\$ 2,2 bilhões até 2026 (SLU, 2021).

Em decorrência disso, o presente estudo propõe o desenvolvimento de uma bolsa utilizando os resíduos das cascas de melões, que foram tratados por via biotecnológica a fim de promover uma contribuição aos novos materiais da indústria da moda e discutir sobre suas identidades, posicionamentos e potenciais de uso comercial.

2. NOVOS MATERIAIS

Os novos materiais podem ser agrupados conforme a origem: algas, bactérias, leveduras, micélios e plantas. As algas para a indústria da moda majoritariamente são utilizadas na criação de fios e em corantes vegetais. A maioria dos materiais produzidos a base de celulose utiliza como fonte para obtenção do polímero cepas de bactérias, como por exemplo as bactérias *Acetobacter*, que apresentam propriedades favoráveis para aplicações em produtos de moda. Enquanto materiais produzidos a partir de levedura, utilizam como principal tecnologia subjacente a

biologia sintética (programação de organismos para produzir em maior quantidade ou produzir algo que não produzem naturalmente). Para o cultivo do micélio é necessário um molde para dar a forma desejada, pode ser combinado com resíduos de origem vegetal. Por fim, os de origem de plantas dependem do cultivo e de seus subprodutos. Embora possa propor alternativas mais sustentáveis, é de primazia visar o uso da terra e sistemas alimentares (ROGNOLI *et al.*, 2022).

Um exemplo de origem de plantas é representado pelo Piñatex, um dos primeiros e mais conhecidos materiais, criado pela Dra. Carmen Hijosa. Ele surgiu como uma alternativa para o couro animal e sintético (conforme ilustrado na Figura 1), e é produzido a partir das fibras das folhas do abacaxi, por meio de um processo chamado decorticação, que é realizado pela comunidade agrícola local. É importante notar que, apesar de ser um material vegetal, ele não é completamente biodegradável, pois é misturado com ácido polilático e resina à base de petróleo (PIÑATEX, 2017). Na Figura 1, é possível ver um exemplo de um produto criado pela marca Marici, utilizando o Piñatex como matéria-prima.

Figura 1. *Piñatex*, couro de abacaxi/ Bolsa da marca Marici



Fonte: Ananas-anam; houseofmarici

Já o Desserto Leather é de origem mexicana, criado por Adrian Lopez e Marte Cazarez, que surge como uma nova alternativa ao couro convencional. Esse material é desenvolvido a partir do cacto Nopal, abundante em

diversas regiões do mundo, principalmente na América Latina. O material é descrito como orgânico, altamente sustentável e ecológico. Além disso, ele é produzido em diversas cores, espessuras e texturas, e pode ser utilizado em indústrias como a moveleira, automotiva e de moda. Muitas marcas de moda renovadas já utilizaram o material em suas criações como a The North Face, Karl Lagerfeld e Givenchy (DESSERTO, 2021).

Todos esses novos materiais estimulam as novas gerações de designers a se aprofundarem em práticas experimentais. Eles acabam envolvidos com estudos de materiais que se tornam foco de seus projetos, podem até mesmo tornar-se o próprio propósito (ROGNOLI *et al.*, 2022).

2.1 Design e investigações

A escolha dos materiais e tecnologias de produção podem influenciar significativamente no impacto ambiental de um produto durante todo o seu ciclo de vida, desde a extração de recursos naturais, fabricação, uso e disposição final. É importante considerar não apenas a eficiência energética dos processos de produção, mas também o impacto ambiental dos materiais utilizados, bem como a possibilidade de reutilização e reciclagem dos componentes (FLETCHER; GROSE, 2019).

O design sustentável é fundamental para minimizar o impacto ambiental e maximizar a eficiência de recursos, criando soluções que sejam socialmente responsáveis e economicamente viáveis, além de funcionalmente eficientes e esteticamente atraentes (FRANCO, 2019). O design especulativo pode ser uma ferramenta poderosa para a imaginação de soluções inovadoras e disruptivas que possam impactar positivamente a sociedade e o meio ambiente (VALTONEN, 2020).

Essas experimentações sucedem de estudos inspiracionais, como a natureza, que tem sido fonte de influência para designers há séculos. A biomimética é uma abordagem de design que tem como objetivo imitar a natureza para criar soluções para problemas de design e tecnologia. Por meio dessa abordagem que os designers observam os padrões de

funcionamento de sistemas biológicos, como a estrutura das asas de juma ave, textura da pele de animais aquáticos, entre outros. Com base nesse estudo, há a possibilidade de criar soluções inovadoras e sustentáveis para problemas de design e tecnologia (BIOMIMICRY/ BIOPROSPECTING, 2018; SHARMA; SINGH, 2021).

Para o presente estudo, a cuia foi uma fonte inspiracional, o porongo (*Lagenaria siceraria*) é um fruto pertencente à família das cucurbitáceas. O processo de secagem do fruto pode demorar mais de seis meses, sendo necessário secar lentamente na sombra. A epiderme da cor verde esmaece e perde 90% do peso. O endocarpo com as sementes fica seco e os frutos tornam-se ocos. O mesocarpo se assemelha a madeira e o exocarpo fica liso, fino e impermeável. O fruto disseminou-se no estado do Rio Grande do Sul, ao tornar-se matéria-prima para a produção de cuias para o chimarrão, bebida típica da região (NEJELISKI; LAGO; DUARTE, 2020).

3. MELÃO

O melão (*Cucumis melo*) é uma fruta muito apreciada por sua doçura e suculência. Pertencente à família *Cucurbitaceae*, a qual também inclui outras frutas e vegetais como abóboras, buchas, cabaças e melancias, o melão está presente em cerca de 118 gêneros e 825 espécies (OYERINDE *et al.*, 2020).

Em termos mundiais, o melão e a melancia são frutas de grande importância comercial, tendo atingido uma produção de 131 milhões de toneladas em 2018 (FAO, 2020). No Brasil, a região Nordeste é a principal produtora de melão, respondendo por mais de 90% da produção nacional. Os estados de Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia, Pernambuco e Piauí são os principais produtores, e as variedades mais cultivadas são os "Valencianos", como as seleções Amarelo, Amarelo CAC e Eldorado 300. Também estão em ascensão a produção de diversos híbridos, chamados de melões nobres, como o Cantaloupe, Gália e Orange Flesh (GAZZOLA; GRÜNDLING; ARAGÃO, 2020).

O melão é uma baga carnosa e suculenta, que pode variar em tamanho desde pequenos frutos com peso inferior a 500 gramas até frutos com mais de 4 kg (OLIVEIRA, 2017). A indústria de processamento mínimo é uma atividade econômica que consiste na transformação de frutas, legumes e

verduras em alimentos minimamente processados, como cubos, fatias e bolinhas, com o objetivo de prolongar a vida útil e facilitar o consumo. No entanto, essa indústria está diretamente relacionada com a geração de resíduos orgânicos (CENCI, 2011). No Brasil, no processamento mínimo do melão é estimado que ocorra um descarte de 58 a 62% no processamento da fruta, sendo de 38 a 42% apenas da polpa. Isso significa que mais da metade da fruta é descartada durante o processo produtivo. Esses resíduos são as cascas, as sementes e as sobras dos cortes (MIGUEL *et al.*, 2018).

3.1 Tratamento com enzimas

Este estudo utilizou a enzima celulase no tratamento dos resíduos das cucurbitáceas para promover a degradação parcial do material lignocelulósico, que é o principal componente da casca do fruto. Com isso, foi possível melhorar a maleabilidade do material, facilitando o seu manuseio e posteriormente a prototipação (NUNES, 2018).

As enzimas são proteínas solúveis produzidas por células vivas que aumentam a velocidade de reações químicas. Elas são altamente específicas devido ao arranjo dos aminoácidos no sítio ativo, catalisando apenas determinados substratos (NELSON; COX, 2014; KERMASHA; ESKIN, 2021). Os fatores que afetam a atividade enzimática incluem a estabilidade da proteína, faixa de pH e temperatura. (VOET D; VOET J; PRATT, 2014; BHATIA, 2018). As enzimas são usadas em processos biológicos e industriais e possuem muitos benefícios associados às práticas de química verde (YUSUF, 2021).

As celulasas são um tipo de enzima que hidrolisam materiais celulósicos e são classificadas de acordo com a faixa de pH em que são mais eficazes (MOJOV, 2012; NUNES, 2018). Elas podem ser sintetizadas por uma variedade de organismos, mas são obtidas industrialmente a partir de fungos e bactérias específicas (SHARMA *et al.*, 2019).

3.2 Processo de tratamento

Os melões Amarelos utilizados neste estudo foram adquiridos de fontes comerciais, foram lavados com auxílio de uma esponja. Em seguida, foram divididos ao meio verticalmente com precisão no centro do pedúnculo da fruta. A polpa foi retirada e reservada para consumo, enquanto as cascas foram raspadas manualmente, deixando aproximadamente 1,5 cm de entrecasca e lavadas com água destilada. A Figura 2 mostra a casca sendo raspada com auxílio de uma colher.

Figura 2. Casca do melão Amarelo sendo raspada

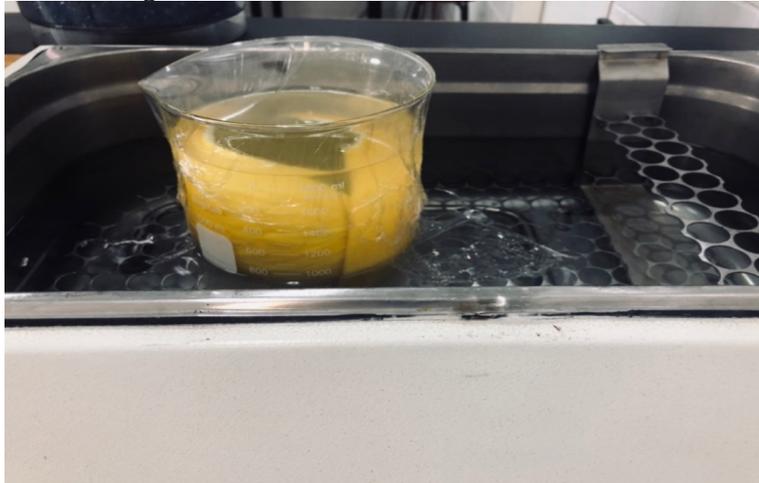


Fonte: Autores (2023).

As cascas foram submetidas a um tratamento enzimático com celulase, na concentração de 0,5% (v/v), em banho-maria a 40°C e pH 5, durante 75 minutos (Figura 3). Foram testados diferentes tempos de tratamento (15, 30, 45, 60 e 75 minutos), e posteriormente, a enzima celulase foi desativada. As cascas foram submersas em água destilada e aquecidas a 70°C por 10 minutos. Após a desativação em água destilada, as cascas foram secas com papel toalha e o glicerol foi aplicado em toda a superfície. As cascas foram então mantidas na estufa por 20 horas a uma temperatura de 40°C. Em seguida, foram manualmente viradas, expondo a

parte interna para fora e mantidas na estufa por mais 5 horas.

Figura 3. Cascas em tratamento no banho-maria



Fonte: Autores (2023).

3.2 Semântica

Segundo Fletcher e Grose (2019), os indivíduos utilizam os artefatos como forma de expressão física de suas individualidades e idiosincrasias, com o objetivo de se identificar com um determinado produto e pertencer a um grupo. Cada objeto tem uma linguagem visual que pode comunicar valores como aspirações, identidade, inspirações e status, criando relações sociais e acentuando as mudanças conforme os fluxos constantes de evolução social.

Vários fatores, como referências culturais, contexto, duração, experiências, moda, personalização e proveniência, influenciam a percepção de um produto. Esses fatores contribuem para a criação de objetos duradouros, que possuem valores simbólicos agregados, diferentemente dos objetos duráveis, que possuem valores materiais. Os materiais podem ser divididos em dois tipos: os que se degradam e os que amadurecem. Materiais naturais, são frequentemente valorizados por sua capacidade de amadurecer em cores, aromas e texturas, criando uma essência emocional de antiguidade e raridade. Já os materiais sintéticos remetem ao desgaste

e podem ser associados a sentimentos de repulsa (LILEY *et al.*, 2019).

Para a indústria da moda, os novos materiais normalmente são criados e posicionados para substituir ou imitar características de materiais já existentes, como o foco na criação de alternativas para o couro animal. É um desafio atual posicionar os novos materiais em suas qualidades únicas. O fato de ainda não possuírem uma identidade definida faz com que a experiência do material seja limitada. A identidade do material está relacionada a sua aceitação, podendo cativar designers, indústrias e usuários finais (ROGNOLI *et al.*, 2022).

Ao denominar esses novos materiais como "couro", acabam atrelando ao material características como status e valores. São equiparados aos couros sintéticos que podem ser analisados como simulacros. Segundo Deleuze (1969), o simulacro é a imagem sem semelhança. Implica em questões abissais que o observador não entende, assim, ele experimenta uma impressão dessa semelhança. O observador faz parte do simulacro, que muda de acordo com o ponto de vista. Simulacro não é apenas uma cópia degradada, ele nega tanto o original quanto a cópia.

A pesquisa de Araújo e Nascimento (2017), indica importantes perspectivas em relação ao uso de alternativas veganas em roupas e acessórios. Para alguns usuários, essas alternativas podem substituir as características negativas associadas ao uso de materiais de origem animal. No entanto, para outros, o uso é considerado antiético, consideram que vários dos simulacros são muito fidedignos, não são facilmente distinguíveis de materiais derivados de animais, assim, o uso desses materiais pode indiretamente encorajar o uso de materiais de origem animal.

Por tanto, o material vegetal de melão Amarelo está posicionado como material feito de plantas, inserto no design especulativo que entende o adereço visto como uma ficção física, uma sinédoque física, que não tem a intenção de imitar a realidade nem de se encaixar em padrões pré-definidos. Em vez disso, o adereço permite que o seu portador tenha uma perspectiva única da sua própria identidade, explorando novas possibilidades e expressando aspectos de si mesmo que podem estar escondidos ou subdesenvolvidos. Essa abordagem do design especulativo incentiva a experimentação e a exploração de ideias inovadoras, abrindo novos caminhos para a criatividade e a expressão pessoal. (DUNNE; RABY, 2013).

3.3 Público

Na moda, a sustentabilidade está se tornando um reflexo da demanda dos consumidores conscientes que estão cientes das questões ambientais. Esses consumidores buscam produtos mais éticos, justos e menos prejudiciais ao meio ambiente, além de designs esteticamente agradáveis, dinâmicos e flexíveis ou inovações em design sustentável. Os comportamentos de consumo sustentável incluem a compra de produtos ecológicos e orgânicos, a reutilização de recursos e a reciclagem de produtos para prolongar sua vida útil (WAGNER *et al.*, 2019).

De acordo com Dong (2020), os comportamentos de consumo sustentável incluem a compra de produtos verdes, ecológicos e orgânicos, a reutilização para economizar recursos e energia e a reciclagem de produtos para prolongar sua vida útil.

Os consumidores, o público-alvo, podem ser divididos em pessoas verdes e cinzas: os verdes, se envolvem com comportamentos pró-ambientais, e os cinzas, os refutam. No entanto, mesmo os consumidores mais conscientes são suscetíveis à tentação do consumo cinza e à obsolescência planejada da moda (WEST; SAUNDERS; WILLET, 2021). Um dos obstáculos é o estigma associado aos produtos de moda sustentável, que muitas vezes são considerados fora de moda e inadequados às necessidades atuais (WAGNER *et al.*, 2019).

3.4 Costura do material

Com o intuito de explorar as possibilidades de costura e encontrar os métodos mais eficazes sem comprometer a estrutura do material, foram realizados testes em pedaços tratados do material, tanto para as costuras iniciais quanto para simular as condições do projeto de design em proporções maiores. Foram realizadas costuras à mão com agulha seleiro nº 1=2 e fio encerado nº 4 com um tecido preto de 435 g/m². Também foram utilizadas duas máquinas diferentes: a máquina industrial reta com regulagem de ponto 4, agulha nº 19 e linha 100% poliamida, e a máquina

de braço transporte triplo com regulagem de ponto 3,5, agulha nº 19 e linha 100% poliamida. As costuras realizadas foram a direito com direito (união das partes externas da casca) e a sobreposta (parte externa da casca em cima de uma outra parte externa).

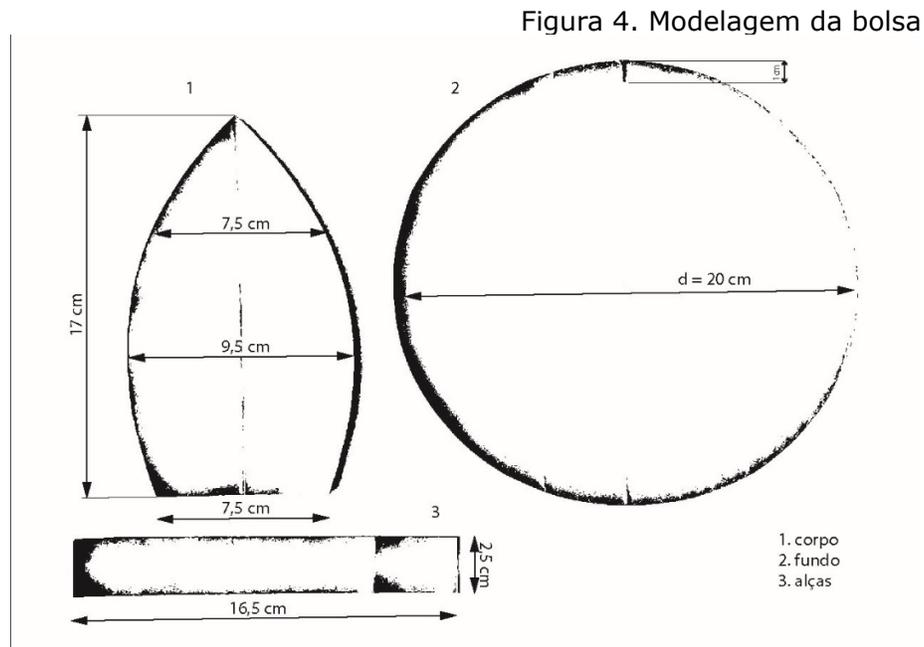
No primeiro teste de construção de estrutura básica, foram utilizadas partes do material do melão Amarelo tratado com a costura de maior tensão na máquina reta, costurando lado direito com lado direito e com auxílio de um papel de seda embaixo do material para proporcionar melhor deslizamento. No segundo teste, foram utilizadas duas partes do material e realizada a costura de menor tensão, sobreposta, com os devidos acabamentos na máquina de braço transporte triplo.

3.5 Processo e desenvolvimento do produto

O desenvolvimento da alternativa para o protótipo da bolsa foi baseado em formas, cores, detalhes e acabamentos que representasse a organicidade. O design foi planejado levando em consideração as especificações da matéria-prima e a necessidade de maximizar o uso de materiais sustentáveis. O objetivo principal do projeto era utilizar a maior parte da casca e, portanto, o design apresentou menos recortes e um fechamento que não compromettesse a estrutura do material. Foi apropriado a própria forma das cascas ao imitar pétalas para a estrutura da bolsa. O estudo também considerou as possíveis estruturações de cada casca em relação ao todo. Além disso, foi investigado como fazer o fechamento da bolsa sem prejudicar sua forma e garantir um produto mais próximo de modelo passível de desejo comercial.

A bolsa de melão Amarelo é irregular em tamanho, mas tem aproximadamente 20 cm de altura e 55 cm em toda a volta da base, com uma base de 20 cm de diâmetro. Para criar a bolsa, ela foi dividida em três partes: fundo, corpo e alça. O fundo foi cortado uma vez em material e forro (tecido), e uma vez em viés de 55 cm x 4 cm, enquanto o corpo foi cortado seis vezes em material e no forro, e doze vezes em viés de 21 cm x 4 cm e as alças duas vezes no material. O corpo da bolsa foi criado com

cascas de melão Amarelo do mesmo tamanho e com as cascas espelhadas para criar uma imagem harmônica (Figura 4).



Fonte: Autores (2023).

A bolsa foi forrada com aproximadamente um metro do tecido sustentável *Cotton Wood Recycle BR*. A costura foi feita em uma máquina de braço de transporte triplo com linha de poliamida e pontos de costura 3,5. A bolsa foi finalizada com ilhoses de metal nas pontas e um cordão de algodão trançado com linhas de bordado em tons de amarelo para imitar a textura do material da bolsa. A alça tem um revestimento de casca de melão Amarelo nas extremidades e um acabamento em borda italiana amarela nas laterais. A alça tem um comprimento total de 120 cm.

Figura 5. Fluxograma do processo e desenvolvimento do produto



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 5 ilustra o fluxograma que representa o processo de desenvolvimento do produto, percorrendo as seguintes etapas: Material, Projeto, Testes e Confeção. No estágio de obtenção da casca do melão Amarelo tratado (1), é realizado um estudo detalhado do material (2) considerando suas especificidades. Em seguida, é iniciado o processo de projeto de design (3), que inclui estudos de estruturação e fechamento (4). Posteriormente, são realizadas as etapas de modelagem (5) e costura (6) do material com o tecido, seguidas pela aplicação de todos os componentes metálicos (7). O fechamento da bolsa é realizado com o cordão (8) e, por fim, os acabamentos nas extremidades do material são feitos com borda italiana (9).

3.6 Resultados

Para desenvolver o protótipo de bolsa, realizou-se um tratamento enzimático nas cascas com o objetivo de conferir características como maleabilidade e costurabilidade, sem afetar a cor ou danificar o material. Para isso, aplicou-se a enzima celulase na concentração de 0,5% (v/v) por 75 minutos, após testar diferentes períodos de 15, 30, 45 e 60 minutos. Concluiu-se que um tempo maior de tratamento resultou em maior maleabilidade das cascas. O processo de desativação da enzima foi feito com água destilada a 70 °C por 10 minutos, preservando a cor, maleabilidade e resistência das cascas. O tempo médio de secagem em estufa foi de 25 horas, podendo variar conforme o tamanho e espessura das cascas, com perda estimada de 90% de umidade.

A Figura 6 representa o material após a secagem, o qual manteve a coloração da fruta, mas com a saturação mais baixa.

Figura 6. Casca do melão Amarelo tratado

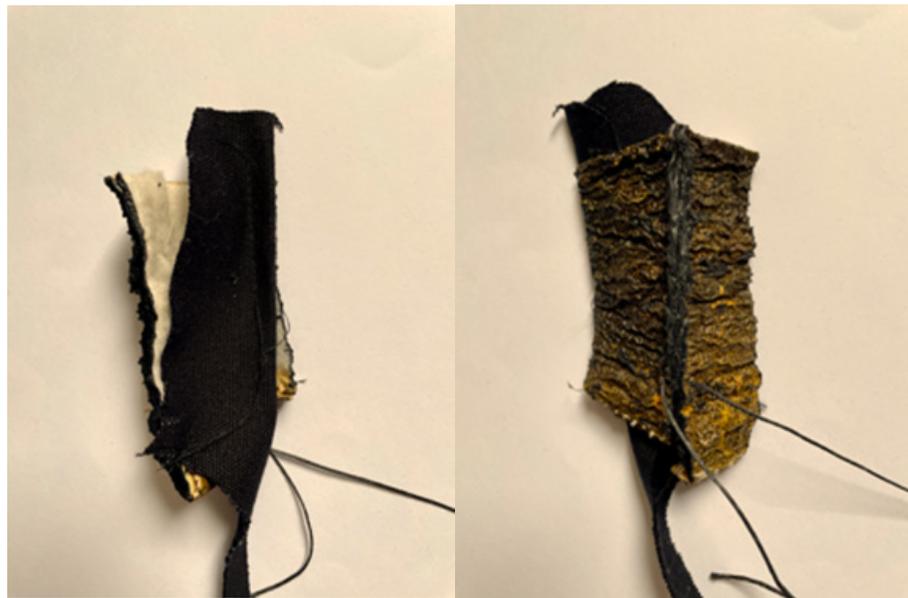


Fonte: Autores (2023).

Para desenvolver o protótipo, foi necessário determinar quais procedimentos de costura eram mais eficazes, considerando a imprevisibilidade do material durante a costura. Foi importante utilizar máquinas de costura especializadas e ter cuidado durante todo o processo, especialmente ao trabalhar com materiais delicados, cuja costura é altamente sensível ao padrão e ao ponto, podendo enfraquecer e deixar buracos visíveis se ocorrer um erro (SAAD, 2015).

Durante o teste de costura manual, foi percebido a necessidade de aplicar maior força para promover a junção das duas partes da casca com o forro (Figura 7). Concluiu-se que a melhor recomendação para realizar uma costura manual é ter uma matéria-prima com uma espessura mais fina, assim como um forro com gramatura abaixo de 435 g/m². Um melhor resultado pode ser desempenhado em um tecido com gramatura na faixa de 200 g/m².

Figura 7. Teste de costura à mão



Fonte: Autores (2023).

Já o teste de costura inicial na máquina industrial reta com

espaçamento de ponto 4, foi observado que o material rugoso teve um deslizamento comprometido, resultando em pontos mais juntos. Para superar esse problema, foi essencial usar papel de seda como auxílio para a costura (Figura 8).

Figura 8. Resultado da costura na máquina industrial reta



Fonte: Autores (2023).

Embora a costura direito com direito tenha produzido resultados satisfatórios ao toque e à análise visual dos furos, a resistência física foi comprometida devido à tensão da forma em um curto espaço. Concluiu-se que pontos de costura mais próximos causam um rasgamento prévio, impossibilitando a realização da costura sobreposta devido à espessura da união do material. Portanto, as costuras na máquina industrial reta não atenderam às exigências de resistência e conformidade da estrutura. A melhor opção para união das partes do material e a costura de menor tensão, sobreposta, na máquina de braço transporte triplo (Figura 9).

Figura 9. Resultado da costura direito sobre direito na máquina de braço



Fonte: Autores (2023).

As diferentes etapas de desenvolvimento do material, incluindo o tratamento das cascas, testes e prototipagem, culminaram no primeiro protótipo de bolsa feita a partir da casca do melão Amarelo. A intenção do projeto era criar uma bolsa com formato mais arredondado, que remetesse à forma orgânica como de uma flor. A união das partes do material resultou em uma forma com texturas e colorações que indaga e questiona o material, como pode ser observado na Figura 10 do projeto finalizado.

As costuras foram escolhidas para se adequarem à ergonomia do produto, utilizando costuras sobrepostas para áreas de sustentação. O fechamento da bolsa foi feito por enforcamento, não afetando a estrutura do material. Todos os metais permaneceram fixos no produto.

De maneira geral, a criação da bolsa a partir da casca do melão Amarelo é parte de um novo ativismo no design, que reconhece a forma como produtos são projetados, realizados e utilizados, criando uma narrativa positiva de mudanças ambientais, econômicas, institucionais e sociais (LANGE, 2019). As diferentes etapas do processo, desde a especulação da ideia até a construção do produto, envolveram a utilização de descartes, elaboração de subprodutos com processos

sustentáveis e a contribuição para uma nova proposta de material sustentável para a indústria, resultando em um produto que desperta desejo e curiosidade (MAZZARELLA; STOREY; WILLIAMS, 2019).

Figura 10. Projeto da bolsa finalizado



Fonte: Autores (2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto descrito neste trabalho consistiu no desenvolvimento de uma bolsa utilizando resíduos da agroindústria do melão. Para isso, foram utilizadas as cascas de melões Amarelo que passaram por um tratamento enzimático com celulase, resultando em um material maleável e resistente adequado para o desenvolvimento de um produto.

O estudo também objetivou criar um design que explorasse e evidenciasse o material de forma eficiente e sustentável, posicionando-o como material vegetal de melão. Percebeu-se esta proposta como uma alternativa inovadora e sustentável para o desenvolvimento de novas materialidades. Apesar das limitações, o estudo buscou superá-las ao desenvolver uma materialidade aplicável em um produto passível de desejo comercial.

O material vegetal de melão poderá ocupar nichos como da moda em bolsas e acessórios, de peças decorativas, de artesanatos e até mesmo de produtos de revestimento mobiliário.

Para perspectivas futuras, é interessante realizar testes de tratamento de superfície para melhorar o acabamento do material, incluindo impermeabilização e proteção contra fungos e insetos. Também, avaliar o ciclo de vida do material para compreender seus aspectos sustentáveis. Por fim, é importante discutir a identidade e o posicionamento desses novos materiais, a fim de evitar que sejam meras imitações.

AGRADECIMENTOS

À empresa Golden Química pelo fornecimento de insumos para realização do projeto.

À **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo suporte da bolsa.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. R. S.; NASCIMENTO, L. C. P. Constrangimento social associado ao uso de simulacros de materiais de origem animal em vestuários de usuários veganos. In: COLÓQUIO DE MODA, 13., 2017, Bauru. **Anais eletrônicos** [...]. Bauru: UNESP, 2017. p. 1-17. Disponível em: http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202017/GT/gt_14/gt_14_CONSTRANGIMENTO_SOCIAL_ASSOCIADO.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.

BHATIA, S. Introduction to enzymes and their applications. In: _____. (org.). **Introduction to Pharmaceutical Biotechnology**. Gurgaon: Iopscience, 2018. v. 2, p. 1-29.

BIOMIMICRY/BIOPROSPECTING. Oregon: Elsevier, 2018. v.3, p. 429-434.

CENCI, S. A. (ed.). **Processamento mínimo de frutas e hortaliças:** Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011.

DELEUZE, G. (1969). **Lógica do Sentido.** São Paulo: Ed. Perspectiva, 1975.

DESSERTO. **Desserto**, 2021. Sobre nós; Por que Desserto? Disponível em: <https://desserto.com.mx/home>. Acesso em: 16 ago. 2021.

DONG, X.; LIU, S.; LI, H.; YANG, Z.; LIANG, S.; DENG, N. Love of nature to achieve sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 118451, 2020.

DUNNE, A.; RABY, F. **Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming.** Massachusetts: The Mit Press, 2013.

FAO. Fruit and vegetables – your dietary essentials. **The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper.** Rome, 2020.

FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda & Sustentabilidade:** Design para Mudança. São Paulo: Editora Senac, 2019.

FRANCO, M. A. A system dynamics approach to product design and business model strategies for the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 118327, 2019.

GAZZOLA, R.; GRÜNDLING, R. D. P.; ARAGÃO, A. A. Melão: Taxas de Crescimento da Produção, Exportação e Importação. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 10, p. 75-80, 2020.

LANGE, S. Craft as a fashion activist practice. **Scope: (Art & Design)**, v. 17, p. 32-40, 2019.

LILEY, D.; BRIDGENS, B.; DAVIES, A.; e HOLSTOV, A. Ageing (dis)gracefully: Enabling designers to understand material change. **Journal of Cleaner Production**, p. 417-430, 2019.

MAZZARELLA, F.; STOREY, H.; WILLIAMS, D. Counter-narratives Towards Sustainability in Fashion. Scoping an Academic Discourse on Fashion Activism Through a Case Study on the Centre for Sustainable Fashion. **The Design Journal**, p. 821-833, 2019.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G.F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 733 – 737, 2018.

MOJSOV, K. Microbial cellulases and their applications in textile processing. **International Journal of Marketing and Technology**, v. 2, p. 12-29, 2012.

MORAES, S. L.; MASSOLA, C. P.; SACCOCCIO, E. M.; SILVA, D. P.; GUIMARÃES, Y.B.T. Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. **Revista IPT Tecnologia e inovação**, v. 1, p. 58-73, 2017.

MOZHARASI, V.M.; KRISHNA, B.B.; NAGABALAJI, V; SRINIVASAN, S. V.; BHASKAR, T.; SUTHANTHARARAJAN, R. Leather industry waste based

biorefinery. In: BHASKAR, T.; VARJANI, S.; PANDEY, A.; RENE, E.R. (ed.). **Waste Biorefinery**. Elsevier, 2021. p. 267-304.

MURAD, A. B. M. W.; MIA, A. S.; RAHMAN, A. Studies on the Waste Management System of a Tannery: An overview, **International Journal of Science**, v. 7, n. 4, 2018.

NEJELISKI, D. M.; LAGO, T. E. R.; DUARTE, L. C. Design, tecnologia e matérias-primas locais: uso da microtomografia na caracterização da microestrutura do porongo (*Lagenaria siceraria*). **Revista Design e Tecnologia**, v. 10, n. 21, p. 33- 42, 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Artmed, Porto Alegre, 2014.

NUNES, C.S. Chapter 6 - Depolymerizing enzymes—cellulases. **Enzymes in Human and Animal Nutrition: Principles and Perspectives**. Versailles: Elsevier Inc., p. 107-132, 2018.

OLIVEIRA, F. I. C. de; NUNES, A. C.; SILVA, F. D.; SILVA, G. T. M. A.; ARAGAO, F. A. S. de. **A Cultura do Melão**. Brasília: Embrapa, 2017.

OYERINDE, A. S.; OLADIMEJI, S. T.; AKINYELE, O. A.; EZENWOGENE, R. C.; FADELE, N. T.; ATE, J. T. Physical Properties of the Selected Varieties of Melon (*Citrullus lanatus*). **New York Science Journal**, p. 59-65, 2020.

PIÑATEX. **Ananas Anam**, 2017. Sobre. Disponível em: <https://www.ananas-anam.com/about-us/>. Acesso em: 07 fev. 2021.

ROGNOLI, V.; PETRECA, B.; POLLINI, B.; SAITO, C. Materials biography as a tool for designers' exploration of bio-based and bio-fabricated materials for the sustainable fashion industry. **Sustainability: Science, Practice and Policy**, v. 18, n.1, p. 749-772, 2022.

SAAD, E. R. Effect of sewing machine and thread type on the quality of leather garments. **International Design Journal**, v. 5, n. 2, p. 367-373, 2015.

SANDIN, G.; PETERS, M. G. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 353–365, 2018.

SHAKIR, L.; EJAZ, S.; ASHRAF, M.; QURESHI, N. A.; ANJUM A. A.; ILTAF, I.; JAVEED, A. Ecotoxicological risks associated with tannery effluent wastewater. **Environmental Toxicology Pharmacology**, v. 34, p. 180–191, 2012.

SHARMA, A.; CHOUDHARY, J.; SINGH, S.; SINGH, B.; KUHAD, R. C.; KUMAR, A.; NAIN, L. Chapter 2 - Cellulose as Potential Feedstock for Cellulase Enzyme Production: Versatility and Properties of Various Cellulosic Biomasses. In: SRIVASTANA, N.; SRIVASTAVA, M.; MISHRA, P. K.; RAMTEKE, P.W.; SINGH, R. L. (ed.). **New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: From Cellulose to Cellulase: Strategies to Improve Biofuel Production**. New Delhi: Elsevier, 2019. p. 11-27.

SHARMA, V.; SINGH, P. K. Protecting humanity by providing sustainable solution for mimicking the nature in construction field. **Materialstoday: Proceedings**, v.

45, p. 3226-3230, 2021.

SLU, E. Material Innovation Initiative. **2021 state of the industry report: Next-Gen Materials**. Napa: Material Innovation Initiative, 2021. 48 p.

VALTONEN, A. Approaching Change with and in Design. **She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation**, v. 6, p. 505-529, 2020.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Artmed, São Paulo, 2014.

WAGNER, M.; CURTEZA, A.; HONG, Y.; CHEN, Y.; THOMASSEY, S.; ZENG, X. A design analysis for eco-fashion style using sensory evaluation tools: Consumer perceptions of product appearance. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v.51, p. 253-262, 2019.

WEST, J.; SAUNDERS, C.; WILLET, J. A Bottom Up Approach to Slowing Fashion: Tailored Solutions for Consumers. **Journal of Cleaner Production**, p. 126387, 2021.

YUSUF, M. Current and future perspectives of enzyme treatments for cellulosic fibers: a review. In: IBRAHIM, N.; HUSSAIN, C. M. (Ed.). **Green Chemistry for Sustainable Textiles: Modern Design and Approaches**. Manchester: Elsevier, 2021. p. 69-76.

Bag produced from Canary melon rind treated through biotechnological means

Vitor Kenzo Shibata

Mastering, Universidade de São Paulo / shibata@usp.br
Orcid: 0000-0002-2598-1015/ <http://lattes.cnpq.br/7700698279071337>

Annie Alexandra Cerón Sánchez

Doctor, Universidade de São Paulo / aacerons@usp.br
Orcid: 0000-0002-6628-5729/ <http://lattes.cnpq.br/3529150947968510>

Sirlene Maria da Costa

Associate Professor, Universidade de São Paulo / sirlene@usp.br
Orcid: 0000-0003-0522-0611/ <http://lattes.cnpq.br/3653275277718256>

Silgia Aparecida da Costa

Associate Professor, Universidade de São Paulo / silgia@usp.br
Orcid: 0000-0001-8331-538X/ <http://lattes.cnpq.br/8121489511788009>

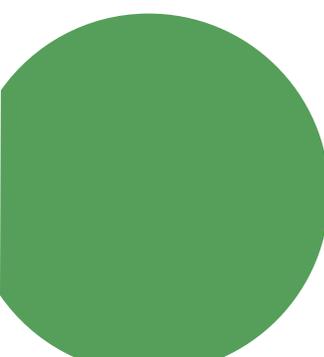
Submission: 04/27/2023 // Accepted: 05/30/2023

Bag produced from Canary melon rind treated through biotechnological means

ABSTRACT

Due to the large amounts of waste generated by the agro-industry and the pressures for changes in the fashion industry supply chains, the opportunity to develop new materials is constantly expanding. The present study aims to develop a handbag using Canary melon rind (*Cucumis melo* var. *inodorus*) treated via biotechnological methods. Additionally, it discusses the importance of identity and positioning for new materials of the future. The rinds were treated with cellulase enzyme and subsequently subjected to sewing tests. The design project was specifically developed for constructing the bag using the treated material. Enzymatic results showed characteristics of malleability and resistance. The design project was aligned with the specific requirements for the most efficient sewing of the material. The bag prototype resulted in a product that enhances the material's capacity and contributes to the development of new materials in the fashion industry.

Keywords: Bag. melon. new materials.



Bolsa produzida a partir das cascas do melão Amarelo tratada por via biotecnológica.

RESUMO

Devido às grandes quantidades de descarte originadas pela agroindústria e às pressões por mudanças nas cadeias da indústria da moda, a oportunidade de desenvolver novos materiais está em constante expansão. O presente estudo objetiva o desenvolvimento de uma bolsa a partir das cascas do melão Amarelo (*Cucumis melo var. inodorus*), tratadas por via biotecnológica. Também discorre sobre os novos materiais do futuro e a importância de suas identidades e posicionamentos. As cascas foram tratadas com enzima celulase e posteriormente foram submetidas a testes de costuras. O projeto de design foi desenvolvido especificamente para a construção da bolsa utilizando o material tratado. Os resultados enzimáticos apresentaram características de maleabilidade e resistência e o projeto enquadrou-se nas especificidades para a costura mais eficiente do material. O protótipo da bolsa resultou em um produto que amplia a capacidade do material e contribui para o desenvolvimento de novos materiais na indústria da moda.

Palavras-chave: Bolsa. melão. novos materiais.

Bolsa producida a partir de la cáscara delmelón Amarillo tratada por vía biotecnológica.

RESUMEN

*Debido a las grandes cantidades de desechos generados por la agroindustria y las presiones por cambios en las cadenas de suministro de la industria de la moda, la oportunidad de desarrollar nuevos materiales está en constante expansión. El presente estudio tiene como objetivo el desarrollo de una bolsa a partir de las cáscaras del melón amarillo (*Cucumis melo* var. *inodorus*), tratadas por vía biotecnológica. Además, se discute sobre los nuevos materiales del futuro y la importancia de sus identidades y posicionamientos. Las cáscaras fueron tratadas con enzima celulasa y posteriormente sometidas a pruebas de costura. El proyecto de diseño fue desarrollado específicamente para la construcción de la bolsa utilizando el material tratado. Los resultados enzimáticos presentaron características de maleabilidad y resistencia. El proyecto se ajustó a las especificidades para la costura más eficiente del material. El prototipo de la bolsa dio como resultado un producto que amplía la capacidad del material y contribuye al desarrollo de nuevos materiales en la industria de la moda.*

Palabras clave: Bolsa. melón. nuevos materiales.

1. INTRODUCTION

Rapid industrialization, globalization, and urbanization contribute to the generation of large quantities of liquid and solid waste, with the agro-industry sector being a prominent example (MOZHIARASI et al., 2021). However, these waste materials can be utilized as bioresources for the production of chemicals, fuels, and new materials (MORAES et al., 2017; PROVIN et al., 2021). Waste management is a global problem that extends to sectors such as the leather industry, which generates significant water waste, solid waste, and gas emissions (MURAD; MIA; RAHMAN, 2018). To reduce the environmental impact of these sectors, options for products with natural and innovative raw materials have emerged (SHAKIR et al., 2012; SANDIN; PETERS, 2018).

Globally, investment in the development of sustainable materials has significantly increased. Since 2015, over \$2.3 billion has been invested in this sector, and the estimates indicate that the global market will reach \$2.2 billion by 2026 (SLU, 2021).

As a result, this study proposes the development of a handbag using waste melon rinds, which have been treated through biotechnological means to contribute to the new materials in the fashion industry and discuss their identities, positions, and potential for commercial use.

2. NEW MATERIALS

New materials can be categorized according to their origin: algae, bacteria, yeast, mycelium, and plants. Algae are predominantly used in the fashion industry to produce fibers and natural dyes. Most cellulose-based materials derive their polymer source from bacterial strains, such as *Acetobacter* bacteria, which exhibit favorable properties for fashion product applications. Materials from yeast rely on synthetic biology as the underlying technology (programming organisms to produce in larger quantities or produce something they do not naturally produce). Cultivating mycelium requires a mold to give it the desired shape, which can be

combined with plant-based residues. Lastly, materials derived from plants depend on cultivation and their byproducts. While these materials offer more sustainable alternatives, it is crucial to prioritize land use and food systems (ROGNOLI et al., 2022).

An example of a plant-based material is Piñatex, one of the first and most well-known materials developed by Dr. Carmen Hijosa. It emerged as an alternative to animal and synthetic leather (as illustrated in Figure 1) and is produced from pineapple leaf fibers through a process called decortication carried out by the local agricultural community. It is important to note that, despite being a plant-based material, it is not fully biodegradable as it is mixed with polylactic acid and petroleum-based resin (PIÑATEX, 2017). Figure 1 depicts an example of a product created by the brand Marici using Piñatex as a raw material.



Fonte: Ananas-anam; houseofmarici

Desserto Leather, on the other hand, is of Mexican origin and was created by Adrian Lopez and Marte Cazarez, offering a new alternative to conventional leather. This material is developed from the Nopal cactus, which is abundant in various regions of the world, particularly in Latin America. The material is described as organic, highly sustainable, and eco-friendly. Furthermore, it is produced in several colors, thicknesses, and textures and can be utilized in furniture, automotive, and fashion industries. Many renowned fashion brands, including The North Face, Karl Lagerfeld, and Givenchy, have

already incorporated this material into their creations (DESSERTO, 2021).

These new materials stimulate the new generation of designers to delve into experimental practices. They become engaged in material studies that become their projects' focus, even their purpose (ROGNOLI et al., 2022).

2.1 Design e investigations

The choice of materials and production technologies can significantly influence the environmental impact of a product throughout its life cycle, from the extraction of natural resources to manufacture, use, and final disposal. It is important to consider not only the energy efficiency of production processes but also the environmental impact of the materials used, as well as the potential for reuse and recycling of components (FLETCHER; GROSE, 2019).

Sustainable design is crucial to minimizing environmental impact and maximizing resource efficiency, creating socially responsible, economically viable solutions, functionally efficient and aesthetically appealing (FRANCO, 2019). Speculative design can be a powerful tool for imagining innovative and disruptive solutions that can positively impact society and the environment (VALTONEN, 2020).

These explorations are often inspired by nature, which has been a source of influence for designers for centuries. Biomimicry is a design approach that aims to mimic nature to create solutions for design and technology problems. Through this approach, designers observe the functioning patterns of biological systems, such as the structure of bird wings or the texture of aquatic animal skin, among others. Based on these studies, it is possible to create innovative and sustainable solutions for design and technology problems (BIOMIMICRY/BIOPROSPECTING, 2018; SHARMA; SINGH, 2021).

For the present study, the cuia gourd was a source of inspiration. The cuia gourd (*Lagenaria siceraria*) is a fruit belonging to the cucurbitaceae family. The fruit drying process can take over six months and requires slow drying in the shade. The green skin fades, losing 90% of its weight. The endocarp with the seeds becomes dry, and the fruits become hollow. The

mesocarp resembles wood, while the exocarp becomes smooth, thin, and impermeable. The fruit is widely found in the state of Rio Grande do Sul, where it is used as raw material for the production of cuia gourds for the traditional chimarrão beverage in the region (NEJELISKI; LAGO; DUARTE, 2020).

3. MELON

The melon (*Cucumis melo*) is a fruit highly valued for its sweetness and juiciness. Belonging to the Cucurbitaceae family, which also includes other fruits and vegetables such as pumpkins, gourds, calabashes, and watermelons, melon is found in approximately 118 genera and 825 species (OYERINDE et al., 2020).

Globally, melon and watermelon are commercially essential fruits, producing 131 million tonnes in 2018 (FAO, 2020). In Brazil, the Northeast region is the main melon producer, accounting for over 90% of the national production. The states of Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia, Pernambuco, and Piauí are the major producers, and the most cultivated varieties are the "Valencianos," such as the Amarelo, Amarelo CAC, and Eldorado 300 selections. The production of various hybrids, known as high-quality melons, such as Cantaloupe, Gália, and Orange Flesh, is also increasing (GAZZOLA; GRÜNDLING; ARAGÃO, 2020).

Melon is a fleshy and juicy berry that can vary in size from small fruits weighing less than 500 grams to fruits weighing over 4 kg (OLIVEIRA, 2017). The minimal processing industry is an economic activity that involves transforming fruits, vegetables, and greens into minimally processed foods, such as cubes, slices, and balls, with the aim of extending shelf life and facilitating consumption. However, this industry is directly related to the generation of organic waste (CENCI, 2011). In Brazil, it is estimated that 58 to 62% of melon is discarded during minimal processing, with 38 to 42% of the waste consisting of pulp alone. This means that over half of the fruit is discarded during the production process. These residues include rinds, seeds, and leftover cuts (MIGUEL et al., 2018).

3.1 Treatment with enzymes

This study used the enzyme cellulase in the treatment of cucurbitaceae waste to promote the partial degradation of lignocellulosic material, which is the main component of the fruit rind. This improved the malleability of the material, facilitating its handling and subsequent prototyping (NUNES, 2018).

Enzymes are soluble proteins produced by living cells that increase the speed of chemical reactions. They are highly specific due to the arrangement of amino acids in the active site, catalyzing only specific substrates (NELSON; COX, 2014; KERMASHA; ESKIN, 2021). Factors that affect enzymatic activity include protein stability, pH range, and temperature (VOET D; VOET J; PRATT, 2014; BHATIA, 2018). Enzymes are used in biological and industrial processes and have many benefits associated with green chemistry practices (YUSUF, 2021).

Cellulases are a type of enzyme that hydrolyze cellulose materials and are classified according to the pH range in which they are most effective (MOJOV, 2012; NUNES, 2018). They can be synthesized by a variety of organisms but are industrially obtained from specific fungi and bacteria (SHARMA et al., 2019).

3.2 Treatment Process

The Canary melons used in this study were acquired from commercial sources and were washed using a sponge. They were then vertically halved precisely at the center of the fruit's peduncle. The pulp was removed and set aside for consumption, while the rinds were manually scraped, leaving approximately 1.5 cm of the rind, and washed with distilled water. Figure 2 shows the rind being scraped using a spoon.

Figure 2. Scraping of Canary melon rind



Source: Authors (2023).

The rinds were subjected to enzymatic treatment with cellulase at a concentration of 0.5% (v/v), in a water bath at 40°C and pH 5, for 75 minutes (Figure 3). Different treatment times (15, 30, 45, 60 and 75 minutes) were tested, and subsequently, the cellulase enzyme was deactivated. The rinds were submerged in distilled water and heated at 70°C for 10 minutes. After deactivation in distilled water, the rinds were dried with paper towels, and glycerol was applied to the entire surface. The rinds were then placed in an oven for 20 hours at a temperature of 40°C. They were manually flipped, exposing the inner part outward, and kept in the oven for an additional 5 hours.

Figure 3. Rinds undergoing treatment in the water bath



Source: Authors (2023).

3.2 Semantics

According to Fletcher and Grose (2019), individuals use artifacts as a physical expression of their individualities and idiosyncrasies, aiming to identify with a particular product and belong to a group. Each object has a visual language that can communicate values such as aspirations, identity, inspirations, and status, creating social relationships and accentuating changes in accordance with the constant flows of social evolution.

Various factors, such as cultural references, context, duration, experiences, fashion, customization, and provenance, influence the perception of a product. These factors contribute to the creation of enduring objects that possess symbolic values, unlike durable objects that have material values. Materials can be divided into two types: those that degrade and those that mature. Natural materials are often valued for their ability to mature in terms of colors, aromas, and textures, creating an emotional essence of antiquity and rarity. On the other hand, synthetic materials evoke wear and can be associated with feelings of repulsion (LILEY et al., 2019).

For the fashion industry, new materials are usually created and positioned to replace or imitate characteristics of existing materials, such as the focus on creating alternatives to animal leather. It is currently challenging to position new materials based on their unique qualities. The lack of a defined identity for these materials limits the material experience. The material's identity is related to its acceptance and can captivate designers, industries, and end-users (ROGNOLI et al., 2022).

By labeling these new materials as "leather", they become associated with characteristics such as status and values. Synthetic leathers can be seen as simulacra. Deleuze (1969) states that a simulacrum is an image without resemblance. It implies abyssal questions that the observer does not understand; thus, they experience an impression of that resemblance. The observer becomes part of the simulacrum, which changes according to the viewpoint. Simulacrum is not merely a degraded copy; it denies both the original and the copy.

The research by Araújo and Nascimento (2017) indicates important perspectives regarding the use of vegan alternatives in clothing

and accessories. For some users, these alternatives can replace the negative characteristics associated with the use of materials of animal origin. However, for others, their use is considered unethical as many simulacra are highly faithful and not easily distinguishable from materials derived from animals. Therefore, the use of these materials may indirectly encourage the use of animal-derived materials.

Thus, the melon's vegetal material is positioned as a material made from plants, inserted into a speculative design that understands the adornment as a physical fiction, a physical synecdoche that does not intend to imitate reality or fit into predefined patterns. Instead, the adornment allows its wearer to have a unique perspective on their own identity, exploring new possibilities and expressing aspects of themselves that may be hidden or underdeveloped. This approach to speculative design encourages experimentation and the exploration of innovative ideas, opening new paths for creativity and personal expression (DUNNE; RABY, 2013).

3.3 Target

In the fashion industry, sustainability is becoming a reflection of the demand from conscious consumers who are aware of environmental issues. These consumers seek more ethical, fair, and environmentally friendly products, along with aesthetically pleasing, dynamic, and flexible designs or innovations in sustainable design. Sustainable consumption behaviors include purchasing eco-friendly and organic products, reusing resources, and recycling products to extend their lifespan (WAGNER et al., 2019).

According to Dong (2020), sustainable consumption behaviors include the purchase of green, eco-friendly, and organic products, reusing to save resources and energy, and recycling products to extend their lifespan.

Consumers, the target audience, can be divided into green and gray individuals: the green ones engage in pro-environmental behaviors, while the gray ones refute them. However, even the most conscious consumers are susceptible to the temptation of gray consumption and the planned obsolescence of fashion (WEST, SAUNDERS; WILLET, 2021). One of the

obstacles is the stigma associated with sustainable fashion products, which are often considered unfashionable and inadequate for current needs (WAGNER et al., 2019).

3.4 Sewing of the material

In order to explore the sewing possibilities and find the most effective methods without compromising the structure of the material, tests were conducted on treated pieces of the material, both for initial stitches and to simulate the conditions of the design project on a larger scale. Hand stitches were made using a saddler needle size 1=2 and waxed thread size 4, along with a black fabric weighing 435 g/m². Two different machines were also used: a single needle lock stitch machine with a stitch setting of 4, needle size 19, and 100% polyamide thread, and a cylinder-bed sewing machine with a stitch setting of 3.5, needle size 19, and 100% polyamide thread. The stitches performed included the right sides together (joining the outer parts of the rind) and the overlapping stitch (one outer part of the rind placed on top of another).

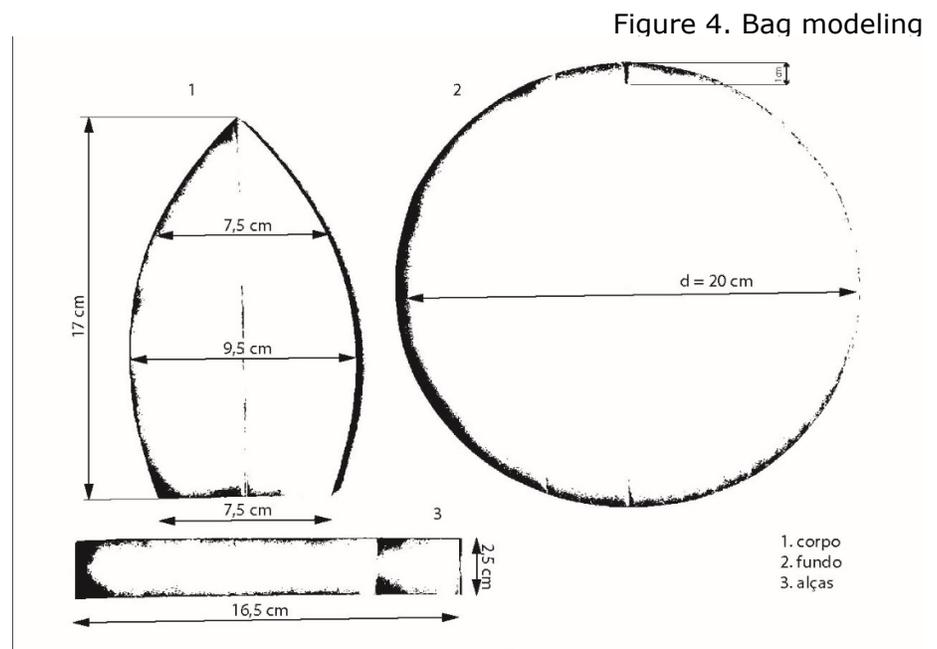
In the first test of basic structure construction, pieces of the melon material treated with the highest tension stitch were used on the single needle lock stitch machine, sewing right sides together with the assistance of tissue paper underneath the material to provide better sliding. In the second test, two pieces of the material were used, and the lower tension overlapping stitch was performed, with appropriate finishing on the cylinder-bed sewing machine.

3.5 Process and product development

The development of the alternative for the bag prototype was based on shapes, colors, details, and finishes that represented organic elements. The design was planned, taking into consideration the specifications of the raw material and the need to maximize the use of sustainable

materials. The main objective of the project was to utilize the majority of the rind, and therefore, the design featured fewer cutouts and a closure that did not compromise the material’s structure. The shape of the rinds themselves was appropriated to mimic petals for the bag’s structure. The study also considered the potential structures of each rind in relation to the whole. Additionally, research was conducted on how to close the bag without compromising its shape and ensuring a product that is closer to a commercially desirable model.

The Canary melon bag is irregular in size but has approximately 20 cm in height and 55 cm in circumference at the base, with a diameter of 20 cm. To create the bag, it was divided into three parts: the base, body, and handle. The base was cut once in material and lining (fabric) and once in bias tape measuring 55 cm x 4 cm, while the body was cut six times in material and lining and twelve times in bias tape measuring 21 cm x 4 cm. The handles were cut twice in the material. The body of the bag was created using melon rinds of the same size and mirrored rinds to create a harmonious image (Figure 4).



Source: Authors (2023).

The bag was lined with approximately one meter of the sustainable fabric Cotton Wood Recycle BR. The sewing was done on a cylinder-bed sewing machine using polyamide thread and stitch setting 3.5. The bag was finished with metal eyelets at the ends and a braided cotton cord with embroidery threads in shades of yellow to mimic the texture of the bag's material. The handle has a melon rind coating at the ends and a yellow edge paint finish on the sides. The handle has a total length of 120 cm. Figure 5 shows the flowchart of the product development process.

Figure 5. Fluchart of the process and product development



Source: Prepared by the authors (2023).

Figure 5 illustrates the flowchart that represents the product development process, going through the following stages: Material, Design, Testing, and Manufacturing. In the stage of obtaining the treated Canary melon rind (1), a detailed study of the material (2) is conducted considering its specificities. Then, the design process (3) is initiated, which includes studies of structuring and closure (4). Subsequently, the steps of modeling (5) and sewing (6) of the material with the fabric are carried out, followed by the application of all metal components (7). The bag is closed with a cord (8), and finally, the finishing touches on the material's edges are done with edge paint (9).

3.6 Results

To develop the prototype of the bag, an enzymatic treatment was carried out on the rinds with the objective of conferring characteristics such as malleability and sewability without affecting the color or damaging the material. For this purpose, cellulase enzyme was applied at a concentration of 0.5% (v/v) for 75 minutes after testing different periods of 15, 30, 45 and 60 minutes. It was concluded that a longer treatment time resulted in greater malleability of the rinds. The enzyme deactivation process was performed using distilled water at 70°C for 10 minutes, preserving the color, malleability, and strength of the rinds. The average drying time in the oven was 25 hours, which could vary depending on the size and thickness of the rinds, with an estimated loss of 90% moisture. Figure 6 represents the material after drying, which maintained the fruit's coloration but with lower saturation.

Figure 6. Treated Canary melon Rind

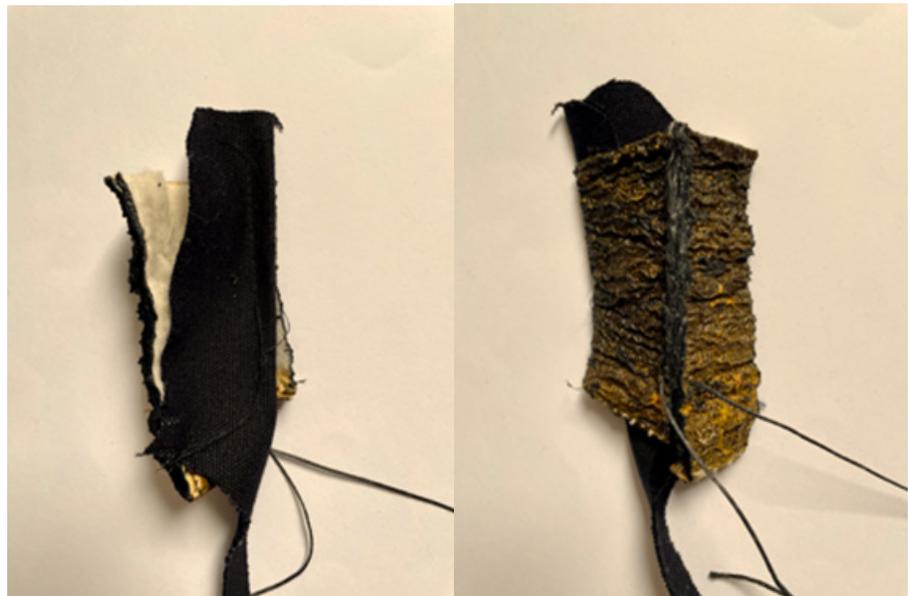


Source: Authors (2023).

To develop the prototype, it was necessary to determine which sewing procedures were most effective, considering the unpredictability of the material during sewing. It was important to use specialized sewing machines and be careful throughout the process, especially when working with delicate materials, as their sewing is highly sensitive to the pattern and stitch, which can weaken and leave visible holes if an error occurs (SAAD, 2015).

During the manual sewing test, it was noticed that greater force was needed to join the two parts of the rind with the lining (Figure 7). It was concluded that the best recommendation for performing manual sewing is to have a raw material with a thinner thickness, as well as a lining with a base weight below 435 g/m². A better result can be achieved with a fabric with a basis weight in the range of 200 g/m².

Figure 7. Hand-sewing teste



Source: Authors (2023).

Regarding the initial sewing test on the single needle lock stitch machine with a stitch spacing of 4, it was observed that the rough material

had compromised slippage, resulting in closer stitches. To overcome this problem, it was essential to use tissue paper as an aid for sewing (Figure 8).

Figure 8. Results of sewing on the single needle lock stitch machine



Source: Authors (2023).

Although sewing the right sides together produced satisfactory results in terms of touch and visual analysis of the holes, the physical strength was compromised due to the tension of shaping in a confined space. It was concluded that closer stitches cause premature tearing, making it impossible to perform overlapping stitching due to the thickness of the material joint. Therefore, the single needle lock stitch machine seams did not meet the strength and structural conformity requirements. The best option for joining the material parts is low-tension, overlapping stitching on the cylinder-bed sewing machine (Figure 9).

Figure 9. Result of the right sides together sewing on the cylinder-bed sewing machine



Source: Authors (2023).

The different stages of material development, including rind treatment, testing, and prototyping, culminated in the first prototype of a bag made from Canary melon rind. The intention of the project was to create a bag with a more rounded shape that evoked the organic form of a flower. The joining of the material parts resulted in a form with textures and colorations that provoke and question the material, as can be observed in Figure 10 of the finalized project.

The seams were chosen to fit the product's ergonomics, using overlapping stitches for areas of support. The bag closure was made by hanging, not affecting the structure of the material. All the metal components remained fixed in the product.

In general, the creation of the bag from Canary melon rind is part of a new activism in design that recognizes how products are designed, produced, and used, creating a positive narrative of environmental, economic, institutional, and social changes (LANGE, 2019). The different stages of the process, from the speculation of the idea to the construction of the product, involved the use of waste, the development of byproducts through sustainable processes, and the contribution to a new proposal for

a sustainable material for the industry, resulting in a product that arouses desire and curiosity (MAZZARELLA; STOREY; WILLIAMS, 2019).

Figure 10. Finalized bag design



Source: Authors (2023).

4. FINAL REMARKS

The project described in this study consists of developing a bag using melon agro-industry waste. For this purpose, Canary melon rinds were used and underwent enzymatic treatment with cellulase, resulting in a malleable and resistant material suitable for product development.

The study also aimed to create a design that efficiently and sustainably explores and highlights the material, positioning it as a melon plant-based

material.

This project presented an innovative and sustainable alternative for the development of new materialities. Despite its limitations, the study sought to overcome them by developing a materiality that can be applied to a commercially desirable product.

The melon plant-based material can find its place in various niches, such as fashion in bags and accessories, decorative pieces, crafts, and even furniture coatings.

From future perspectives, it would be interesting to conduct surface treatment tests to improve the material's finish, including waterproofing and protection against fungi and insects. It is also important to evaluate the durability and decomposition capacity of the material to understand its sustainable aspects. Lastly, discussing the identity and positioning of these new materials is crucial to avoid them becoming mere imitations.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our gratitude to Golden Química for providing the necessary materials for the execution of this project.

Additionally, we extend our appreciation to CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brazil (CAPES) - Financing Code 001 for the financial support provided through the scholarship.

REFERENCES

ARAUJO, G. R. S.; NASCIMENTO, L. C. P. Constrangimento social associado ao uso de simulacros de materiais de origem animal em vestuários de usuários veganos. *In: COLÓQUIO DE MODA*, 13., 2017, Bauru. **Anais eletrônicos** [...]. Bauru: UNESP, 2017. p. 1-17. Disponível em: http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202017/GT/gt_14/gt_14_CONSTRANGIMENTO_SOCIAL_ASSOCIADO.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.

BHATIA, S. Introduction to enzymes and their applications. In:_____. (org.). **Introduction to Pharmaceutical Biotechnology**. Gurgaon: Iopscience, 2018. v. 2, p. 1-29.

BIOMIMICRY/BIOPROSPECTING. Oregon: Elsevier, 2018. v.3, p. 429-434.

CENCI, S. A. (ed.). **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**:

Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011.

DELEUZE, G. (1969). **Lógica do Sentido**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1975.

DESSERTO. **Desserto**, 2021. Sobre nós; Por que Desserto? Disponível em: <https://desserto.com.mx/home>. Acesso em: 16 ago. 2021.

DONG, X.; LIU, S.; LI, H.; YANG, Z.; LIANG, S.; DENG, N. Love of nature to achieve sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 118451, 2020.

DUNNE, A.; RABY, F. **Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming**. Massachusetts: The Mit Press, 2013.

FAO. Fruit and vegetables – your dietary essentials. **The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper**. Rome, 2020.

FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda & Sustentabilidade**: Design para Mudança. São Paulo: Editora Senac, 2019.

FRANCO, M. A. A system dynamics approach to product design and business model strategies for the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 118327, 2019.

GAZZOLA, R.; GRÜNDLING, R. D. P.; ARAGÃO, A. A. Melão: Taxas de Crescimento da Produção, Exportação e Importação. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 10, p. 75-80, 2020.

LANGE, S. Craft as a fashion activist practice. **Scope: (Art & Design)**, v. 17, p. 32-40, 2019.

LILEY, D.; BRIDGENS, B.; DAVIES, A.; e HOLSTOV, A. Ageing (dis)gracefully: Enabling designers to understand material change. **Journal of Cleaner Production**, p. 417-430, 2019.

MAZZARELLA, F.; STOREY, H.; WILLIAMS, D. Counter-narratives Towards Sustainability in Fashion. Scoping an Academic Discourse on Fashion Activism Through a Case Study on the Centre for Sustainable Fashion. **The Design Journal**, p. 821-833, 2019.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G.F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 733 – 737, 2018.

MOJSOV, K. Microbial cellulases and their applications in textile processing. **International Journal of Marketing and Technology**, v. 2, p. 12-29, 2012.

MORAES, S. L.; MASSOLA, C. P.; SACCOCCIO, E. M.; SILVA, D. P.; GUIMARÃES, Y.B.T. Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. **Revista IPT Tecnologia e inovação**, v. 1, p. 58-73, 2017.

MOZHIARASI, V.M.; KRISHNA, B.B.; NAGABALAJI, V; SRINIVASAN, S. V.; BHASKAR, T.; SUTHANTHARARAJAN, R. Leather industry waste based biorefinery. In: BHASKAR, T.; VARJANI, S.; PANDEY, A.; RENE, E.R. (ed.). **Waste Biorefinery**. Elsevier, 2021. p. 267-304.

MURAD, A. B. M. W.; MIA, A. S.; RAHMAN, A. Studies on the Waste Management System of a Tannery: An overview, **International Journal of Science**, v. 7, n. 4, 2018.

NEJELISKI, D. M.; LAGO, T. E. R.; DUARTE, L. C. Design, tecnologia e matérias-primas locais: uso da microtomografia na caracterização da microestrutura do porongo (*Lagenaria siceraria*). **Revista Design e Tecnologia**, v. 10, n. 21, p. 33- 42, 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Artmed, Porto Alegre, 2014.

NUNES, C.S. Chapter 6 - Depolymerizing enzymes—cellulases. **Enzymes in Human and Animal Nutrition: Principles and Perspectives**. Versailles: Elsevier Inc., p. 107-132, 2018.

OLIVEIRA, F. I. C. de; NUNES, A. C.; SILVA, F. D.; SILVA, G. T. M. A.; ARAGAO, F. A. S. de. **A Cultura do Melão**. Brasília: Embrapa, 2017.

OYERINDE, A. S.; OLADIMEJI, S. T.; AKINYELE, O. A.; EZENWOGENE, R. C.; FADELE, N. T.; ATE, J. T. Physical Properties of the Selected Varieties of Melon (*Citrullus lanatus*). **New York Science Journal**, p. 59-65, 2020.

PIÑATEX. **Ananas Anam**, 2017. Sobre. Disponível em: <https://www.ananas-anam.com/about-us/>. Acesso em: 07 fev. 2021.

ROGNOLI, V.; PETRECA, B.; POLLINI, B.; SAITO, C. Materials biography as a tool for designers' exploration of bio-based and bio-fabricated materials for the sustainable fashion industry. **Sustainability: Science, Practice and Policy**, v. 18, n.1, p. 749-772, 2022.

SAAD, E. R. Effect of sewing machine and thread type on the quality of leather garments. **International Design Journal**, v. 5, n. 2, p. 367-373, 2015.

SANDIN, G.; PETERS, M. G. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 353-365, 2018.

SHAKIR, L.; EJAZ, S.; ASHRAF, M.; QURESHI, N. A.; ANJUM A. A.; ILTAF, I.; JAVEED, A. Ecotoxicological risks associated with tannery effluent wastewater. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 34, p. 180-191, 2012.

SHARMA, A.; CHOUDHARY, J.; SINGH, S.; SINGH, B.; KUHAD, R. C.; KUMAR, A.; NAIN, L. Chapter 2 - Cellulose as Potential Feedstock for Cellulase Enzyme Production: Versatility and Properties of Various Cellulosic Biomasses. In: SRIVASTANA, N.; SRIVASTAVA, M.; MISHRA, P. K.; RAMTEKE, P.W.; SINGH, R. L. (ed.). **New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: From Cellulose to Cellulase: Strategies to Improve Biofuel Production**. New Delhi: Elsevier, 2019. p. 11-27.

SHARMA, V.; SINGH, P. K. Protecting humanity by providing sustainable solution for mimicking the nature in construction field. **Materialstoday: Proceedings**, v. 45, p. 3226-3230, 2021.

SLU, E. Material Innovation Initiative. **2021 state of the industry report:**

Next-Gen Materials. Napa: Material Innovation Initiative, 2021. 48 p.

VALTONEN, A. Approaching Change with and in Design. **She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation**, v. 6, p. 505-529, 2020.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica.** Artmed, São Paulo, 2014.

WAGNER, M.; CURTEZA, A.; HONG, Y.; CHEN, Y.; THOMASSEY, S.; ZENG, X. A design analysis for eco-fashion style using sensory evaluation tools: Consumer perceptions of product appearance. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v.51, p. 253-262, 2019.

WEST, J.; SAUNDERS, C.; WILLET, J. A Bottom Up Approach to Slowing Fashion: Tailored Solutions for Consumers. **Journal of Cleaner Production**, p. 126387, 2021.

YUSUF, M. Current and future perspectives of enzyme treatments for cellulosic fibers: a review. In: IBRAHIM, N.; HUSSAIN, C. M. (Ed.). **Green Chemistry for Sustainable Textiles: Modern Design and Approaches.** Manchester: Elsevier, 2021. p. 69-76.