

# Mudanças Ambientais na Moda: Integração de Bioplásticos e Biodesign na Nova Era Geológica

*Environmental Changes in Fashion: Integration of Bioplastics and Biodesign in the New Geological Era*

LACERDA, Rafaella; Mestranda; Universidade de Brasília

rafaella.c.lacerda@gmail.com

ABREU, Breno; Doutor; Universidade de Brasília

abreubrenodesign@gmail.com

## Resumo

Este artigo evidencia a transformação emergente na indústria da moda através da integração de bioplásticos e biodesign, ressaltando a necessidade de práticas mais sustentáveis diante dos desafios impostos pela nova Era Geológica. A pesquisa baseia-se em uma pesquisa bibliográfica e segue uma metodologia experimental rigorosa, utilizando alginato de sódio como principal material alternativo ao couro animal ou sintético. Além disso, aborda a importância de educar a comunidade sobre práticas de produção e uso sustentável de roupas, propondo uma nova aliança entre design e natureza. A análise destaca os potenciais benefícios dos biomateriais para mitigar os impactos do uso dos materiais sintéticos na indústria da moda. Conclui-se que, embora existam desafios técnicos e econômicos, a continuidade na pesquisa e a inovação em biomateriais são fundamentais para promover um futuro mais sustentável e equitativo na moda.

**Palavras Chave:** Sustentabilidade; Biodesign; Moda.

## Abstract

*This article highlights the emerging transformation in the fashion industry through the integration of bioplastics and biodesign, emphasizing the need for more sustainable practices in the face of challenges imposed by the new Geological Era. The research is based on a literature review and follows a rigorous experimental methodology, using sodium alginate as the primary alternative material to animal or synthetic leather. Additionally, it addresses the importance of educating the community about sustainable clothing production and usage practices, proposing a new alliance between design and nature. The analysis underscores the potential benefits of biomaterials in mitigating the impacts of synthetic materials in the fashion industry. It concludes that, despite technical and economic challenges, ongoing research and innovation in biomaterials are essential for promoting a more sustainable and equitable future in fashion.*

**Keywords:** Sustainability; Biodesign; Fashion.

## 1 Introdução

A pesquisa apresentada fundamenta-se em uma metodologia orientada por um referencial bibliográfico que enfatiza os impactos e definições da nova Era Geofísica e Geológica da Terra. Este estudo aborda as mudanças climáticas e a influência do material do antropoceno, com um enfoque particular na indústria da moda. Além de destacar a necessidade de práticas sustentáveis no design de moda, a pesquisa também busca identificar novos materiais que possam substituir os couros convencionais e em materiais sintéticos. Seguindo os princípios dos modelos de sustentabilidade ambiental, foi possível realizar um procedimento experimental que analisa o desempenho de diferentes materiais.

A investigação foi conduzida por meio de fontes bibliográficas, documentais e experimentais, visando orientar e inspirar o estudo. As referências principais incluem os trabalhos das professoras Kate Fletcher e Sandy Black, que esclarecem sobre as nomenclaturas da nova era geofísica, bem como definições sobre moda e sustentabilidade. Também são destacados os estudos das pesquisadoras Elvim Karana e Valentina Rognoli no campo da ciência dos materiais e do biodesign, que serviram de base para a experimentação e desenvolvimento de novos materiais.

Após a realização de uma extensa revisão bibliográfica, constatou-se que os biomateriais apresentam um potencial promissor como substitutos dos materiais sintéticos usados na indústria da moda. Para investigar mais detalhadamente essas possibilidades, foram conduzidos diversos experimentos utilizando polímeros de origem natural, tais como gelatina, ágar, fécula de batata e alginato de sódio. Durante o processo experimental, verificou-se que o alginato de sódio apresentou resultados particularmente satisfatórios. Em virtude de seu desempenho superior, o alginato de sódio foi selecionado como o polímero base para esta pesquisa.

A análise deste conteúdo revela que o principal foco do procedimento experimental foi a utilização do alginato de sódio. Através de receitas e métodos experimentais, a pesquisa explorou a criação de materiais alternativos, utilizando ingredientes naturais e biodegradáveis reforçando a viabilidade de práticas sustentáveis no design de moda.

A metodologia adotada no projeto incluiu a criação de procedimentos laboratoriais específicos, além da realização de procedimentos experimentais que permitiram análises qualitativas e comparativas. Os experimentos foram realizados entre julho de 2023 e junho de 2024, utilizando equipamentos domésticos e incorporando ingredientes adicionais à composição, como a fibra da lã de ovelha, para explorar o potencial dos bioplásticos em combinação com a lã na indústria da moda.

Nos próximos anos, espera-se que a paisagem material do mundo sofra transformações profundas, impulsionadas pelas mudanças climáticas. Com o uso excessivo e insustentável das matérias-primas atuais, a redução do consumo global é inevitável, apesar da contínua demanda por materiais que nos nutrem, vestem, confortam e sustentam, com o uso excessivo e insustentável, o consumo global é inevitável. Essa necessidade pressiona a busca por novas ideias, colaboração internacional e esforços diligentes para substituir os sistemas materiais e hábitos de consumo por alternativas mais sustentáveis. Materiais de base biológica surgem como a melhor alternativa aos de origem fóssil, exigindo um interesse genuíno pela composição e origem dos produtos, além de conhecimento e transparência em todas as fases dos processos de produção.

A sustentabilidade, definida como um sistema ecológico capaz de manter o equilíbrio, é um conceito central no design de moda sustentável. Este termo, no entanto, carece de uma definição padrão e é frequentemente usado de forma intercambiável com palavras como "eco", "verde" e

"orgânico". A falta de padrões ambientais claros na indústria da moda contribui para a confusão e debates. A indústria, guiada por um ciclo de mudança rápida de estilo, enfrenta o paradoxo de buscar sustentabilidade em um sistema fundamentado na obsolescência planejada. A moda sustentável, embora necessária, deve lidar com compensações entre moda, estilo, materiais disponíveis, custos e restrições de tempo.

Projetos experimentais de materiais emergem como uma tendência crescente entre os designers de moda, que utilizam sua criatividade para transformar fluxos de resíduos ou criar novos materiais a partir de fontes mais naturais possíveis. Esses projetos não apenas desenvolvem materiais, mas também instigam questionamentos e incentivam atitudes conscientes sobre a sustentabilidade. Ao lidar com materiais novos, os designers devem compreender suas propriedades por meio de experimentação prática, uma abordagem que pode resultar em outras descobertas, não só materiais como também formais e produtivas.

O processo experimental desta pesquisa obteve resultados satisfatórios desde o início, graças à mentoria de Ângela Barbour e suas experiências nos *bootcamps* da Fabricademy. Os experimentos iniciais com alginato de sódio e extrato de Crajiru, seguidos por amostras de agar e lã cardada, mostraram o potencial do alginato em comparação com outros materiais. Posteriormente, foram testadas amostras de gelatina com lã, bioespuma de sabonete líquido e fécula de batata com pó de mica. A pesquisa destacou a importância de ajustar as receitas e condições de secagem para obter resultados consistentes, evidenciando a viabilidade de escalonamento e sistematização da produção do material.

A indústria da moda sustentável enfrenta desafios significativos no futuro, requerendo adaptações importantes. A pesquisa com bioplásticos necessita abordar questões de usabilidade, aplicabilidade, resistência e relação com o usuário. Embora os processos de produção mais lentos dos bioplásticos possam limitar seu crescimento no mercado, a necessidade de combater as mudanças climáticas e reduzir a dependência de combustíveis fósseis impulsiona a demanda por esses materiais. O potencial dos biomateriais na indústria têxtil é significativo, mas ainda incerto, exigindo estudos mais aprofundados. O biodesign, com sua capacidade de repensar o desperdício e promover práticas colaborativas, apresenta uma forte contribuição para a sustentabilidade na moda.

## 2 A nova Era Geológica da Terra

Nos próximos anos, a paisagem natural de nosso mundo sofrerá transformações profundas. Com as mudanças climáticas, nossos estilos de vida também terão que se adaptar. O uso excessivo de matérias-primas atuais é insustentável, e o consumo global precisará ser reduzido. No entanto, nossa demanda por materiais persistirá: no futuro, eles continuarão a nos nutrir, vestir, confortar e sustentar. Isso significa que precisamos de um influxo de novas ideias, colaboração transfronteiriça e esforço diligente para substituir nossos sistemas materiais e hábitos de consumo por alternativas mais sustentáveis. Em muitos casos, os materiais de base biológica são considerados a melhor alternativa aos materiais dominantes de origem fóssil. Para facilitar essa transição, devemos cultivar uma curiosidade genuína sobre a composição e a origem dos produtos que utilizamos. Conhecimento e transparência são urgentemente necessários em todas as fases dos processos de produção. (Kääriäinen, 2020).

O declínio da biodiversidade é outra evidência crucial do Antropoceno. Relatórios indicam uma redução drástica de 52% na população de animais vertebrados nos últimos 40 anos, enquanto

a população humana dobrou no mesmo período. Esta tendência alarmante sugere a iminência de uma sexta extinção em massa, similar às cinco grandes extinções que ocorreram nos últimos 540 milhões de anos. A perda acelerada de espécies destaca a profunda influência humana sobre os ecossistemas e a necessidade urgente de medidas de conservação eficazes (Gordon, Farley, Hill, 2015).

O conceito de Antropoceno emergiu para delinear uma era geológica caracterizada pelos impactos profundos e abrangentes das atividades humanas na Terra nos últimos dois séculos. Estes impactos substanciais justificam a definição de uma nova época geológica, atualmente sob exame pela Comissão Internacional sobre Estratigrafia (ICS). Embora ainda não oficialmente reconhecido, o termo Antropoceno tem sido amplamente adotado e utilizado por diversos especialistas e acadêmicos para descrever as transformações antropogênicas no planeta (Charter, Pan, Black, 2023).

Desde o início do século XIX, evidências do Antropoceno têm se acumulado significativamente, manifestando-se através de mudanças geológicas e a introdução de novos elementos na Terra. Os impactos atmosféricos e climáticos do Antropoceno também são notáveis. A emissão exacerbada de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono, tem provocado mudanças climáticas drásticas, manifestando-se no aquecimento global, no derretimento das calotas polares e na acidificação dos oceanos. Esses fenômenos têm consequências devastadoras para os ecossistemas e para a estabilidade climática global, indicando uma alteração sem precedentes na história geológica recente do planeta (Fletcher, Pierre, Tham, 2019).

A história geológica da Terra é tradicionalmente segmentada em escalas de tempo distintas, e a proposição do termo Antropoceno foi introduzida pelo químico Paul J. Crutzen em 2000, sublinhando as mudanças significativas iniciadas pelas atividades humanas desde o início do século XIX. As evidências dessas mudanças são numerosas e incluem a criação e proliferação de materiais artificiais como plásticos, concreto e fibras de carbono. Além disso, as atividades humanas têm provocado alterações atmosféricas e biosféricas consideráveis, manifestadas nas emissões exacerbadas de gases de efeito estufa e em atividades predatórias que têm transformado radicalmente os ecossistemas naturais (Fletcher, Pierre, Tham, 2019).

As modificações introduzidas durante o Antropoceno são de tal magnitude que reconfiguram significativamente os sistemas geológicos e ecológicos da Terra, posicionando esta era como um marco crucial na história do planeta, merecendo um reconhecimento formal na cronologia geológica (Davis, 2022).

O conceito de Antropoceno entrelaça temas complexos como o crescimento populacional, econômico e tecnológico, além da dominação humana sobre a biosfera. No entanto, Donna Haraway, uma crítica do termo Antropoceno, introduz o conceito de Capitaloceno para enfatizar a responsabilidade do sistema capitalista nas mudanças ambientais. Haraway propõe que o Capitaloceno destaca como o capitalismo impulsiona a exploração intensiva dos recursos naturais e a degradação ambiental. Paralelamente, Haraway sugere o Cthulhuceno, inspirado na mitologia de H.P. Lovecraft, para evocar a continuidade do mundo terreno e a necessidade de enfrentar os problemas ambientais com novas narrativas e pensamentos. Haraway sublinha a importância da relação e interdependência entre os seres, desafiando a percepção do homem como um ente separado do restante do planeta (Klebis, 2014.)

O conceito de Capitaloceno desloca o foco da responsabilidade pelas mudanças ambientais das ações humanas em geral para o sistema capitalista. Haraway argumenta que o capitalismo, com suas práticas econômicas e industriais, é o principal motor das mudanças climáticas e da

destruição ambiental. No Capitaloceno, é evidente que a lógica do crescimento infinito e a exploração desenfreada dos recursos naturais são os principais responsáveis pela crise ecológica (Fletcher, Pierre, Tham, 2019). Este termo enfatiza a necessidade de reestruturar o sistema econômico global, promovendo uma crítica profunda às estruturas de poder que sustentam o capitalismo e incentiva mudanças sistêmicas em vez de ajustes tecnológicos superficiais (Vetlesen, 2019).

O Cthulhuceno, também cunhado por Donna Haraway, é uma proposta ainda mais radical que busca desestabilizar as narrativas tradicionais sobre o impacto humano na Terra. Este termo evoca a interconexão profunda e complexa entre humanos e outras formas de vida. A ideia central do Cthulhuceno é que a realidade não pode ser plenamente compreendida pelas mentes humanas, devendo ser vista como uma tapeçaria interligada de seres e ecossistemas. Haraway utiliza esta narrativa para promover uma visão de mundo onde a humanidade não é o centro, mas parte integrante de um sistema de vida mais vasto e interdependente. Este conceito desafia a percepção antropocêntrica e propõe uma ética de convivência e co-evolução com todas as formas de vida (Fletcher, Pierre, Tham, 2019).

Ao explorar e adotar essas perspectivas, a humanidade pode tentar encontrar novas maneiras de viver em harmonia com o planeta, promovendo uma era de sustentabilidade e respeito mútuo.

Os conceitos de Capitaloceno e Cthulhuceno podem coexistir com o Antropoceno, embora cada um traga uma perspectiva única que enriquece e completa a compreensão das crises ambientais contemporâneas. O Antropoceno destaca o impacto maciço das atividades humanas no planeta, reconhecendo a responsabilidade coletiva da humanidade nas mudanças geológicas e climáticas. Já, o Capitaloceno refina essa narrativa ao focar nas dinâmicas específicas do capitalismo que impulsionam a degradação ambiental, oferecendo uma crítica mais direcionada às práticas econômicas e sociais que exacerbam a crise ecológica. Por sua vez, o Cthulhuceno propõe uma visão relacional e interconectada, subvertendo a centralidade humana e promovendo uma ética de convivência com todas as formas de vida. A coexistência desses conceitos com o Antropoceno é justificável, pois cada um adiciona camadas de análise e compreensão que são essenciais para abordar a complexidade da crise ambiental. Juntos, eles proporcionam uma estrutura multidimensional que abrange desde a crítica estrutural do capitalismo até uma reconfiguração das relações ecológicas, criando um quadro mais robusto para a promoção de um futuro sustentável e equitativo.

### 3 Moda e Sustentabilidade

É quase impossível para a indústria da moda ser verdadeiramente sustentável. A moda é guiada por um ciclo de mudança de estilo, no qual o antigo é rapidamente substituído pelo novo. Alguns teóricos do design, portanto, sentem que a moda sustentável é inerentemente paradoxal, pois a sustentabilidade não se encaixa facilmente em um sistema de obsolescência planejada. Como Sandy Black, autora de *Eco-Chic: The Fashion Paradox*, observa: "em todas as etapas do design e na tomada de decisões de produção, há compensações a serem feitas, conciliando moda e estilo com materiais disponíveis, custos e restrições de tempo" (Black, 2011, p.46).

O impacto humano no meio ambiente tem sido objeto de intenso debate e preocupação emocional por quase cinco décadas. À medida que a poluição se dissemina e os recursos naturais se esgotam, um número crescente de pessoas torna-se cada vez mais consciente dos efeitos

adversos sobre sua saúde e bem-estar. As iniciativas contemporâneas de diversas indústrias para interromper, mitigar e reparar os danos ambientais não são apenas conscientes - são absolutamente essenciais (Holroyd, Hill, Twigger, 2023).

Embora existam diversos obstáculos para a implementação de práticas ecologicamente corretas, a conscientização sobre as maneiras como a moda pode ser produzida, disseminada e descartada capacita designers, fabricantes e consumidores a tomarem decisões mais informadas e responsáveis (Gordon, Hill, 2015).

A indústria da moda tem sido alvo de críticas substanciais devido às suas práticas ambientalmente destrutivas. Cada etapa do ciclo de produção de roupas – desde o cultivo e manufatura das fibras até a distribuição das peças confeccionadas às lojas – acarreta consequências prejudiciais, e o ritmo acelerado do ciclo da moda exacerba ainda mais esses problemas. Além disso, o valor atribuído às roupas mudou e conforme argumentam os defensores da moda sustentável, não para melhor. O que antes era uma mercadoria reverenciada, agora é frequentemente vista como descartável (Fletcher, Tham, 2019).

A indústria da moda emprega mais de quarenta milhões de pessoas, tornando-a uma das maiores indústrias do mundo - e também uma das mais poluidoras. À medida que as consequências do impacto humano no meio ambiente continuam a causar paixões e controvérsias, a indústria da moda está sendo submetida a um escrutínio cada vez mais intenso (Gordon, Hill, 2015). Portanto, a moda sustentável é um tema de crescente interesse para uma ampla gama de pessoas, incluindo ambientalistas, ativistas, profissionais e estudantes de moda, e consumidores conscientes.

A velocidade crescente do ciclo da moda está transformando significativamente a forma como as roupas são valorizadas. Por exemplo, devido à prevalência da tendência de "moda rápida" descartável, muitas peças baratas são descartadas após serem usadas apenas algumas vezes. O ciclo da moda rápida tornou-se tão enraizado que muitos questionam se é possível mudar os padrões de consumo de maneira fundamental. Em contraste, a "moda lenta" pode oferecer consideráveis benefícios ambientais como por exemplo, mudanças na forma de consumir e escolher melhor as matérias primas usadas nas peças de vestuário (Gordon, Hill, 2015).

A maior parte do impacto ambiental dos têxteis ocorre na fase de matéria-prima. A reciclagem de têxteis mistos é problemática, e é essencial desenvolver infraestrutura para prolongar a vida das fibras. Novas fibras, como biopolímeros e couros veganos, estão surgindo, mas exigem mais pesquisa sobre impactos ambientais. A biotecnologia oferece oportunidades, mas também desafios relacionados ao uso da terra e resíduos. Questões sobre desenvolvimento de biofibras, laboratórios de biofabricação e financiamento precisam ser abordadas.

Para que mudanças significativas ocorram, é essencial explorar novos relacionamentos entre design e natureza. Esses vínculos podem celebrar a diversidade, a abundância, as histórias ricas e a criatividade do mundo que os humanos compartilham com suas co-espécies, assegurando a sobrevivência e continuidade de toda essa vida. Este artigo se fundamenta nas ideias do livro "*Design and Nature*" da pesquisadora Kate Fletcher, propondo uma nova orientação para o design. Historicamente, no Norte Global, o design tem sido alinhado com o progresso, a indústria, o capitalismo e a modernidade. No entanto, é possível argumentar que existe uma aliança alternativa para o design: uma verdadeira parceria com a natureza (Fletcher, Pierre, Tham, 2019).

Nos últimos anos, corantes sustentáveis, têxteis inovadores e uma nova abordagem à sustentabilidade têm ganhado destaque. Um exemplo é o biodesign, que utiliza organismos vivos

como componentes essenciais em suas funções ou produtos, representando uma das tecnologias com potencial transformador para a indústria da moda. No entanto, ainda há uma escassez de pesquisas sobre os fatores sociológicos que podem impulsionar e sustentar o papel do biodesign nessa nova onda de inovação (Wissinger, 2021).

#### 4 Materiais e Métodos

Projetos experimentais de materiais e design estão emergindo como uma tendência cada vez mais proeminente entre os designers de moda, ampliando os horizontes da profissão. Designers empregam sua imaginação e habilidades para utilizar fluxos de resíduos ou criar novos materiais a partir de fontes inusitadas. Além de projetos focados no desenvolvimento de materiais, alguns profissionais recorrem ao design especulativo e à ficção de design para apresentar futuros alternativos dos materiais, visando aumentar a conscientização sobre a necessidade imperiosa de sustentabilidade. Em vez de fornecer soluções prontas, esses projetos instigam questionamentos e incentivam o público a reagir e tomar atitudes (Pedgley, Rognoli, Karana, 2021).

Ao se deparar com um material novo, um designer de moda deve compreender suas propriedades e comportamento para determinar como ele pode ser aplicado de forma eficaz. Embora bibliotecas de materiais forneçam dados sobre as propriedades de materiais comerciais e experimentais, ao trabalhar com elementos completamente novos, esse conhecimento muitas vezes precisa ser adquirido por meio de experimentação prática (Pedgley, Rognoli, Karana, 2021).

Uma abordagem típica de um designer ao lidar com um novo material envolve processá-lo de diversas maneiras e analisar os resultados, bem como suas qualidades físicas e sensoriais, antes de iniciar o próximo ciclo de experimentos. Muitas vezes, falhas ou comportamentos inesperados abrem perspectivas inteiramente novas para os processos de desenvolvimento de materiais. Essa abordagem iterativa constroi novos conhecimentos sobre o material e pode resultar em descobertas surpreendentes. No entanto, esse método requer quantidades suficientes de material físico para experimentação, o que pode ser um desafio no estágio inicial de desenvolvimento, quando apenas pequenas quantidades do material podem estar disponíveis para o pesquisador (Pedgley, Rognoli, Karana, 2021).

O uso estratégico de métodos e ferramentas de design pode acelerar projetos de desenvolvimento de materiais e, no melhor dos casos, fornecer novos – e até radicais – conceitos e aplicações. Infelizmente, os designers às vezes falham em documentar adequadamente seus processos de trabalho, o que pode prejudicar o desenvolvimento subsequente e causar problemas na comercialização, especialmente em relação aos direitos de propriedade intelectual.

A experimentação em design representa uma abordagem de pesquisa que transcende métodos analíticos tradicionais e o rigor científico, incorporando elementos técnicos, artísticos e científicos. De acordo com a literatura especializada, a experimentação em design constitui uma combinação de experimentação científica e artística, adaptando-se ao contexto em que é aplicada. O método experimental consiste em submeter os objetos de estudo a diferentes variáveis em condições controladas para observar os efeitos produzidos. Esse tipo de experimentação envolve a construção do conhecimento, diversas formas de investigação e inovação metodológica, sendo conduzida de forma transdisciplinar para promover processos criativos, dialógicos e de aprendizagem social (Baraúna, 2021).

Como o sistema da moda pode evoluir para integrar o biodesign? Essa abordagem exige uma atenção minuciosa às ideias, artefatos de design e demais objetos materiais utilizados pelos

designers em suas práticas, bem como aos espaços e ambientes onde atuam (Wissinger, 2021). O manifesto da Design Research Network, por exemplo, defende que a prática do design deve "evitar reproduzir desigualdades estruturais e opressões," que resultam em "benefícios e encargos desiguais." Exemplos disso incluem a "lista suspensa de gênero binário durante a criação do perfil da conta," que "nega aspectos da identidade de uma pessoa," ou, neste caso, as escolhas dos designers que influenciam materiais, processos e produção dentro do sistema da moda, culminando em destruição ambiental (Wissinger, 2021).

Por fim, uma análise dos estudos culturais dos valores na prática da moda bio desenhada destaca a necessidade de educação pública para transformar as compreensões enraizadas em torno da produção e uso de roupas, não apenas pelos consumidores, mas em todos os níveis do sistema da moda. O biodesign, prática de design que integra organismos vivos em seus processos, é elucidado pelo pioneiro William Myers como a incorporação de processos biológicos no design (Pedgley, Rognoli, Karana, 2021). Distinguindo-se da biomimética, que apenas imita a natureza por meio de processos artificiais, o biodesign ajusta e integra esses processos de maneira intrínseca à funcionalidade do design. A cocriação resultante utiliza funções biológicas em vez de meramente imitá-las. Esta abordagem tem o potencial de revolucionar a indústria da moda de maneira mais profunda do que as práticas tradicionais de reciclagem e redução de resíduos (Wissinger, 2021).

A história de longa data associada a um interesse recente por parte dos designers resultou em uma diversidade de materiais à base de biomassa e bio fabricados atualmente. Esses materiais possuem qualidades e características distintas que ainda estão sendo exploradas, compreendidas e definidas. As percepções emergentes sobre esses materiais inovadores são influenciadas por suas aplicações e comunicações, as quais moldam o espaço social que eles ocuparão. Dado que muitos desses materiais ainda são nichos e estão distantes do público em geral, é crucial examiná-los mais detalhadamente por meio de estudos de caso para destacar oportunidades e desafios para a ampla adoção (Wissinger, 2021).

A bio-fabricação e a biotecnologia estão revolucionando a produção de tecidos sustentáveis, promovendo tingimentos que demandam menos água e produtos químicos, e até mesmo possibilitando a criação de alternativas éticas ao couro animal (Rognoli *et al*, 2022). Os principais materiais empregados atualmente na criação de biomateriais incluem alginato de sódio, gelatina, amidos, agar, micélio, bactérias celulósicas, bactérias produtoras de pigmentos, couro de peixe, entre outros.

Em relação à criação das amostras testadas para esta pesquisa feitas com alginato de sódio, agar, gelatina, fécula de batata com enchimento de lã cardada e pó de mica, a experimentação foi realizada em ambiente não laboratorial, utilizando os seguintes utensílios de cozinha: panela antiaderente pequena; espátula com ponta de silicone; colheres medidas; termômetro de cozimento; balança doméstica; misturador tipo mixer e funil. Os materiais utilizados foram classificados nas seguintes categorias: polímeros, solventes, plastificantes e aditivos. Após esses primeiros experimentos não laboratoriais, foram realizados experimentos em um laboratório do Centro Universitário IESB, equipado com pias, fogões e mesas grandes, o que possibilitou a manufatura de metragens maiores e uma maior perspectiva de padronização do material.

Os procedimentos e regras laboratoriais foram desenvolvidos após essa experiência no Centro Universitário IESB, permitindo a formatação de um laboratório para projetos úmidos no Texturas Ateliê, na Asa Sul em Brasília. Os procedimentos foram criados com base nas experiências vivenciadas e também seguindo algumas sugestões do manual "*The Chemarts Cookbook*".

A abordagem metodológica deste projeto envolveu a experimentação com base em referências bibliográficas relevantes e utilizando uma variedade de materiais e técnicas, visando à compreensão das características e propriedades dos biomateriais obtidos.

## 5 Resultado e Discussão

É de grande relevância salientar que o processo obteve resultados satisfatórios desde o princípio, em grande parte devido à mentoria sobre biomateriais conduzida por Ângela Barbour. Barbour, que participou de diversas experiências em *fablabs* ao redor do mundo nos *bootcamps*<sup>1</sup> da *Fabricademy*<sup>2</sup>, atualmente representa a *Fabricademy* no Brasil. As receitas foram meticulosamente ajustadas, assim como os materiais utilizados ao longo do processo.

Os primeiros experimentos foram conduzidos utilizando alginato de sódio e extrato de Crajiru, um pigmento natural da região amazônica do Brasil. No mesmo dia, duas amostras adicionais foram preparadas com agar em vez de alginato, utilizando o mesmo extrato de Crajiru. Em uma dessas amostras de agar, a lã cardada foi incorporada, revelando o potencial da lã como carga de enchimento para os compósitos investigados durante o processo de mestrado. No entanto, o ágar apresentou resultados insatisfatórios em comparação com o alginato, que demonstrou maior consistência e resistência, sem apresentar rupturas como o ágar. Consequentemente, a pesquisa foi direcionada para o uso do alginato. Além disso, um bio glitter de agar foi incorporado à formulação para aprimorar a estética e a aparência do material.

Nos dias seguintes, foram produzidas amostras de polímeros de gelatina com carga de enchimento de lã e amostras com sabonete líquido para confecção de uma bioespuma. A gelatina apresentou resultados satisfatórios, porém o alginato se destacou em termos de textura, flexibilidade e plasticidade. Nesse mesmo dia, testou-se o polímero de fécula de batata enxertada com lã e pó de mica, que passou a ser utilizado em experimentos subsequentes.

No terceiro teste, foi inserido carvão ativado como carga de enchimento para conferir maior resistência, sendo que o processo de secagem das amostras foi feito em uma tela de serigrafia. Esta superfície não foi tão eficiente quanto o tecido embebido em cloreto de cálcio, sendo que a melhor superfície testada até o momento foi a têxtil. O carvão ressecou o material, exigindo uma alteração nas quantidades de glicerina para os próximos experimentos com carvão.

Foi conduzido um quarto teste utilizando carvão ativado, pó de mica e gelatina, o qual produziu resultados bastante promissores. Contudo, a pesquisa foi direcionada para explorar e compreender mais profundamente as propriedades das matrizes de alginato combinadas com diversas cargas de lã, visando desenvolver um material resistente, durável e comparável ao couro animal ou sintético. Dessa forma, o alginato foi destacado como o principal polímero para os

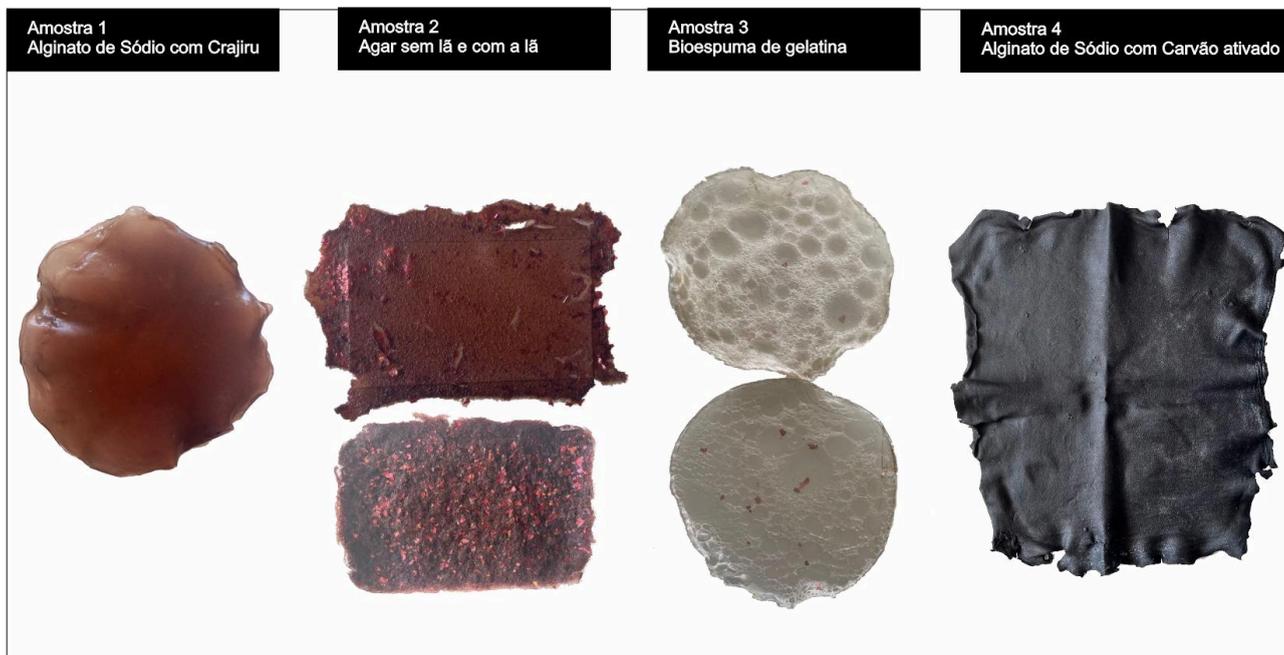
<sup>1</sup> Bootcamp significa campo de treinamento/ acampamento, em sua tradução literal porém é o nome dado a um pré-evento de imersão que tem como finalidade calibrar os participantes ao mindset modelo mental de um desafio proposto.

(<https://g4educacao.com/glossario/significado-bootcamp#:~:text=%E2%80%8DBootcamp%20significa%20campo%20de%20treinamento.mental%20de%20um%20desafio%20proposto.>)

<sup>2</sup> A Academia *Fabricademy*, Têxtil e Tecnologia é um programa intensivo multidisciplinar de 6 meses na interseção de fabricação digital, têxteis e biologia. O programa explora a inter-relação humano-tecnologia-ambiente através das noções de incorporação, materialidade, ecodesign, biodesign, desempenho, têxteis inteligentes e fabricação digital. (<https://textile-academy.org/about/>).

experimentos subsequentes. Na Figura 1 podemos visualizar a evolução dos processos citados acima.

Figura 1 - Da esquerda para direita: Primeiros experimentos - Amostra 1: Alginato com Crajiru; Amostra 2: Agar sem lã acima e agar com a lã abaixo; Amostra 3: Bioespuma de gelatina; Amostra 4: Alginato de sódio com carvão ativado em peça maior



Fonte: Rafaella Lacerda (2024)

Através de uma série de testes, foi possível desenvolver uma fórmula bem equilibrada entre polímeros de alginato e lã, com quantidades balanceadas de glicerina e água. Essas adaptações das receitas permitiram o aprimoramento do material, visando uma padronização em relação aos tamanhos esperados e às quantidades de materiais utilizados. Esses resultados indicam a viabilidade de escalonamento e sistematização da produção do material.

As primeiras experiências de desenvolvimento voltadas para a extensão do material em relação ao seu tamanho e dimensão não foram satisfatórias devido à proporção inadequada de lã em relação ao alginato (quantidade excessiva de lã em relação ao polímero). Isso resultou em um material descascando, indicando a necessidade de o alginato cobrir completamente a lã para evitar áreas secas e assegurar a concentração uniforme do material nas fibras da lã. Na segunda tentativa de produção com maiores proporções, houve maior sucesso, com o alginato cobrindo totalmente a lã. Contudo, a largura e o comprimento das amostras foram menores do que o esperado, o que levou à criação de um bastidor para padronizar as dimensões das amostras, considerando os processos de secagem e encolhimento.

A partir dos resultados um pouco mais elaborados encontrados no alginato de sódio com adição de lã, foi estabelecido contato com o SENAI/CETIQT, centro de referência em desenvolvimento e inovação têxtil no Brasil, que aceitou realizar ensaios laboratoriais no material. Esses ensaios, embora não sigam os ISOS específicos para tecidos e indústria têxtil, são acreditados. O material avaliado foi produzido com cerca de 1,50 m de comprimento por 50 cm de largura, não é considerado têxtil por não haver entrelaçamento de fios de urdume e trama, porém

foram testadas a tração de ambos os sentidos de trama de urdume. Na figura 2 mostra o documento com os ensaios feitos pelo SENAI/CETIQT.

Figura 2 -Da esquerda para direita: Ensaios feitos pelo SENAI/CETIQT, envio da amostra na caixa, amostra de 1,50 m de comprimento por 50 cm de largura inteira sobre uma mesa.

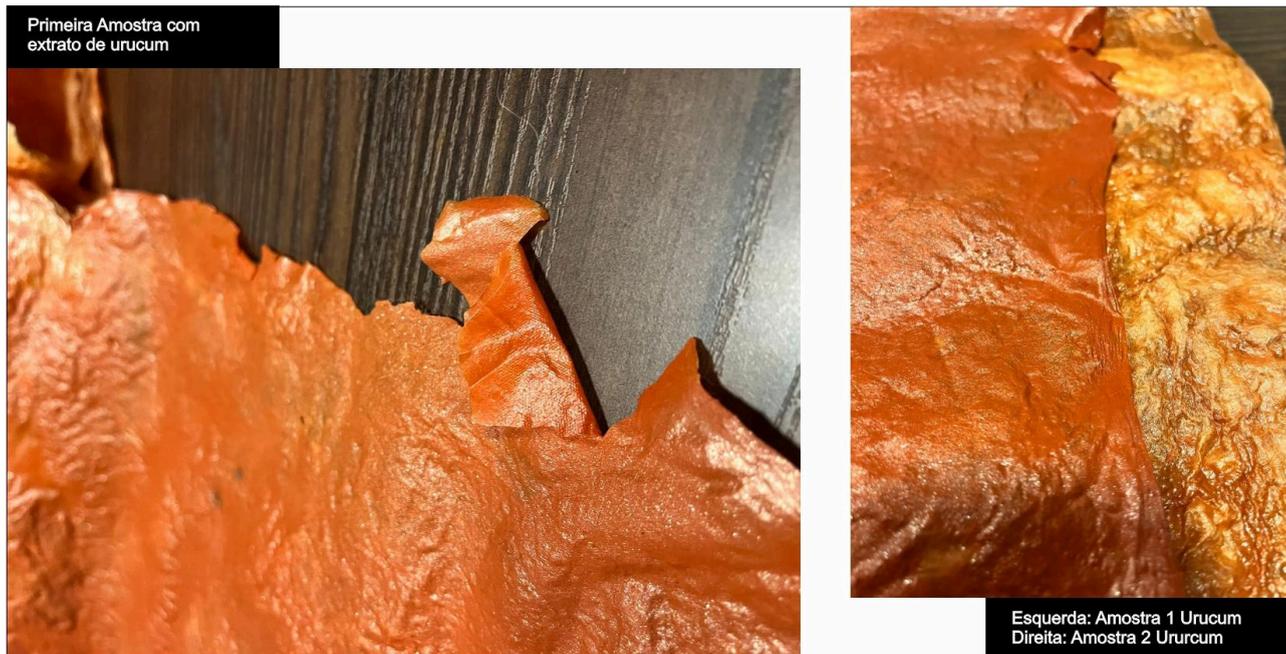
Ensaios realizados no SENAI CETIQT						
Amostra	Descrição do item fornecida pelo cliente: Biomaterial que tem uma estética similar ao couro animal, porém são utilizados polímeros naturais do Alginato de sódio reforçados com lãs de ovelhas e carneiros. O material é colorido com pó de mica mineral misturado com corante alimentício		Código	1415/24-01	Coleta em	--
Ensaio	Resultado	Unidade	Método	Data do Ensaio		
Resistência à tração	Urdume = 99,38 Trama = 87,53 Descritivo a seguir	N	ISO 13934-1:2013	15/05/24 - 15/05/24		
Alongamento	Urdume = 30,11 Trama = 40,70	%	ISO 13934-1:2013	15/05/24 - 15/05/24		
Resistência à penetração de água - Pressão hidrostática	1ª bolha = 197,33 2ª bolha = 197,67 3ª bolha = 197,33 Descritivo a seguir	cmH <sub>2</sub> O	ISO 811:2018	15/05/24 - 15/05/24		
Resistência à abrasão - método martindale	≥ 50000 Descritivo a seguir	Ciclos	ISO 12947-2:2016	17/05/24 - 17/05/24		




Fonte: Rafaella Lacerda (2024)

Amostras de maior dimensão foram preparadas utilizando extrato de urucum, obtido pela fricção das sementes em água com sabão neutro. Observou-se que o extrato ressecou o material, levando à preparação de uma nova amostra com menor quantidade de extrato e maior proporção de glicerina para testar a maleabilidade. As amostras apresentaram variações em termos de textura, cor, largura e comprimento. A segunda amostra, apesar do aumento de glicerina, sofreu rasgos ao ser retirada da base, possivelmente devido à aplicação inadequada do spray de cloreto de cálcio, que não alcançou uniformemente o material. Durante o processo de secagem, constatou-se que o material não estava pronto para ser desenformado. A Figura 3 ilustra os resultados visuais das amostras finais dos processos descritos acima.

Figura 3 - Da esquerda para direita: A primeira amostra feita como extrato de urucum mais concentrado e em seguida a amostra com o extrato de urucum diluído ao lado da primeira amostra de urucum.



Fonte: Rafaella Lacerda (2024)

Em suma, a pesquisa evidenciou a importância do ajuste preciso das receitas e das condições de secagem para alcançar resultados consistentes e satisfatórios, apontando para a viabilidade de produção em escala.

Baseando-se nos resultados obtidos durante o processo de pesquisa e experimentação, a viabilidade de substituir couros e materiais sintéticos na indústria da moda com biocompósitos constituídos por alginato de sódio torna-se evidente. Essa viabilidade se deve a diversas características do alginato de sódio, como sua resistência à água, lavabilidade, resistência à queima e costurabilidade, características essas que são muito semelhantes às do couro tradicional.

Em conclusão, os desafios e oportunidades apresentados pelos bioplásticos na indústria da moda exigem uma abordagem multifacetada que considere não apenas os aspectos técnicos e econômicos, mas também as dimensões emocionais e culturais da durabilidade e resiliência dos materiais. A promoção de práticas sustentáveis e a inovação contínua na pesquisa de biomateriais são fundamentais para enfrentar os obstáculos e capitalizar as oportunidades que surgem no horizonte da moda sustentável.

## 6 Considerações finais

Considerando os conceitos supramencionados, a indústria sustentável de moda e vestuário enfrentará desafios prementes no futuro, requerendo adaptações significativas. A intenção de trabalhar com bioplásticos emerge de questionamentos pertinentes sobre sua usabilidade, aplicabilidade, vestibilidade, resistência e a relação com o usuário. Através de experimentos e observação meticulosa, essas questões podem ser resolvidas, abrindo caminho para novas aplicações no design de moda e na indústria do vestuário.

Os bioplásticos na indústria da moda enfrentam desafios significativos devido aos seus processos de produção mais lentos, o que pode limitar seu crescimento no mercado. Embora sejam mais sustentáveis em termos energéticos e contribuam para a redução da dependência do

petróleo, as despesas globais de produção acabam tornando esses materiais mais caros. Esse fator constitui um obstáculo substancial para pequenas empresas, que possuem poucos incentivos para investir em pesquisa e desenvolvimento de biomateriais personalizados. Todavia, a crescente demanda por bioplásticos é impulsionada pela necessidade premente de combater as mudanças climáticas, diminuir a dependência de combustíveis fósseis e do plástico, bem como reduzir a acumulação de resíduos plásticos.

Existe um potencial significativo para os biomateriais na indústria têxtil, tanto em relação aos produtos quanto às suas embalagens. No entanto, muitos aspectos ainda são incertos, sobretudo devido à escassez de estudos que investigaram a aplicação desses materiais em roupas até o momento. Por outro lado, estudos sobre embalagens de biomateriais são mais frequentes, ainda que sem referência direta aos têxteis e, na maioria das vezes, voltados para produtos alimentícios. Portanto, considera-se que a aplicação de biomateriais na indústria da moda ainda está em estágio incipiente, demandando estudos mais aprofundados e interligados a outras áreas do conhecimento.

Se esses obstáculos podem ser superados ainda está por ser visto, mas os futuros possíveis do biodesign permitem apresentar um ajuste necessário às práticas atuais da moda, por mais longo prazo que sua chegada possa ser. Reconceber o desperdício como material potencial, aumentar a possibilidade de que esses materiais possam ser retornados ao meio ambiente para biodegradar de maneira amigável à Terra, e projetar de maneiras mais colaborativas, prometem uma forte contribuição para o objetivo contínuo da sustentabilidade de incorporar práticas na produção de moda que sejam menos prejudiciais para as pessoas e o meio ambiente. O desenvolvimento das inovações do biodesign em materiais poderia mover a moda em direção a esses objetivos. Em vez de descartá-lo como inviável, o potencial do biodesign deve ser explorado e envolvido. Apenas levando a possibilidade do biodesign a sério, seu potencial para alterar as práticas de moda, para que possam proteger, em vez de pilhar, o planeta, pode eventualmente ser realizado.

## 7 Referências

BARAUNA, DEBORA et al. EXPERIMENTAÇÃO EM DESIGN: BIOMATERIAIS COMO UMA ALTERNATIVA PARA A MODA SUSTENTÁVEL. In: VIII Simpósio de Design Sustentável/Symposium on Sustainable Design. 2021.

BLACK, Sandy et al. Sustainable design strategies: eco chic the fashion paradox. **Text: Journal of The Textile Society**, v. 38, p. 24-30, 2011.

CHARTER, Martin; PAN, Bernice; BLACK, Sandy (Ed.). **Accelerating sustainability in fashion, clothing and textiles**. Routledge, 2023.

DAVIS, Heather. **Plastic matter**. Duke University Press, 2022.

FLETCHER, Kate; PIERRE, Louise St; THAM, Mathilda (Ed.). **Design and nature: A partnership**. Routledge, 2019.

FLETCHER, Kate; THAM, Mathilda. **Earth logic: Fashion action research plan**. JJ Charitable Trust, 2019.

GORDON, Jennifer Farley; FARLEY, Jennifer; HILL, Colleen. **Sustainable fashion: Past, present and future**. Bloomsbury Publishing, 2015.

HOLROYD, Amy Twigger; GORDON, Jennifer Farley; HILL, Colleen. **Historical Perspectives on Sustainable Fashion: Inspiration for Change**. Bloomsbury Publishing, 2023.

KÄÄRIÄINEN, Pirjo et al. **The CHEMARTS cookbook**. Aalto University, 2020.

KLEBIS, Daniela. Antropoceno, capitaloceno, cthuluceno: o que caracteriza uma nova época. **Campinas: Laboratório de Estudos Avançados**, v. 1, p. 101-103, 2014.

PEDGLEY, Owain; ROGNOLI, Valentina; KARANA, Elvin (Ed.). **Materials experience 2: expanding territories of materials and design**. Butterworth-Heinemann, 2021.

ROGNOLI, Valentina et al. 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.

SPERLING, Joy. Sustainable Fashion: Past, Present, and Future, Jennifer Farley Gordon and Colleen Hill (2015). **Clothing Cultures**, v. 2, n. 3, p. 323-327, 2015.

VETLESEN, Arne Johan. **Cosmologies of the Anthropocene: panpsychism, animism, and the limits of posthumanism**. Routledge, 2019.

WISSINGER, Elizabeth. **Can biodesign fix fashion**, Biodesigned, 2021. ( <https://www.biodesigned.org/elizabeth-wissinger/cumulus> ) acesso em 11/05/2024.





---

---

---

---