

ANÁLISE DE PERCEPÇÃO DO USUÁRIO À NOVOS MATERIAIS: como os usuários percebem os materiais miceliais em suas etapas iniciais de desenvolvimento

ANALYSIS OF USER PERCEPTION OF NEW MATERIALS: how users perceive mycelial materials in their initial stages of development

MARINHO, Brenna Melo; Mestre em Design; Universidade do Estado de Minas Gerais

brennammarinho@gmail.com

COSTA JÚNIOR, Paulo Sérgio Pedroso; Doutor em Microbiologia Agrícola; Universidade Federal de Viçosa

paulo.sergio.junior@ufv.br

BENATTI, Lia Paletta; Doutora em Design; Universidade Federal de Juiz de Fora

lia.paletta@ufjf.br

MARTIN, José Guilherme Prado; Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Universidade Federal de Viçosa

guilherme.martin@ufv.br

PAGNAN, Caroline Salvan; Doutora em Design; Universidade do Estado de Minas Gerais

caroline.pagnan@uemg.br

Resumo

Os materiais emergentes vêm tomando espaço como alternativa aos materiais tradicionais, geralmente responsáveis por impactos ambientais em toda a cadeia produtiva, desde a origem de insumos, processamento e consumo, até o fim do ciclo de vida, representando, em muitos casos, o descarte. O presente trabalho apresenta os resultados do projeto que integra design e biologia na criação de uma alternativa viável, empregando agentes biológicos para biofabricação de biomateriais. Pela correlação de áreas do conhecimento e olhares multifacetados, busca-se garantir a cobertura de diferentes aspectos que favoreçam o alinhamento da solução às demandas do mercado. Para verificação do potencial de aplicação de biomateriais produzidos a partir de filmes miceliais, sintetizados por diferentes espécies fúngicas, foram conduzidos testes de percepção mediante interação com usuários em potencial. Os resultados, nos quatro níveis de experiência, apontaram caminhos viáveis para a continuidade do desenvolvimento, destacando-se a sensação de conforto e a leveza dos biomateriais elaborados.

Palavras Chave: Análise de percepção do usuário; biomateriais; recepção de novos materiais.

Abstract

Emerging materials have been gaining ground as an alternative to traditional materials, generally responsible for environmental impacts throughout the production chain, from the origin of inputs, processing and consumption, to the end of the life cycle through disposal. This work presents the results of the project that integrates design and biology in the creation of a viable alternative, using biological agents for the biomanufacturing of biomaterials. By correlating areas of knowledge and multifaceted perspectives, the aim is to guarantee coverage of different aspects that favor the alignment of the solution with the real demands of the market. To verify the potential application of

biomaterials produced from mycelial films, synthesized by different fungal species, perception tests were conducted through interaction with potential users. The results, at the four levels of experience, pointed out viable paths for continued development, highlighting the feeling of comfort and lightness of the biomaterials created.

Keywords: *user perception analysis; biomaterials; reception of new materials*

1 Introdução

A materialidade encontra-se no centro das discussões do comportamento da sociedade contemporânea, onde a digitalização de produtos e serviços vem tomando espaço crescente. É notável, porém, que a interação inevitavelmente será mediada pela materialização, responsável pela tangibilização da experiência. Neste contexto, os materiais vêm não apenas sendo consumidos em maior volume, como também em maior diversidade (KARANA; HEKKERT; KANDACHAR, 2007). A variedade de fatores que compõem o entendimento dos materiais é ampla, passando por sua forma, textura, toque, cor, beleza e a satisfação que ele transmite a quem utiliza ou possui, sendo estes determinantes na seleção para aplicação em um projeto (ASHBY, 2012). Em decorrência disso, os materiais vêm sendo um ponto central da pesquisa e prática do design de produtos (KARANA *et. al.*, 2019).

Isso porque a realidade concreta é constituída por materiais. Eles desempenham um papel primordial no processo de concepção de produtos, viabilizando a concretização de ideais e conceitos. Ashby e Johnson (2011, p. 3) clarificam isso ao dizer que “Vivemos em um mundo de materiais. São os materiais que dão substância a tudo o que vemos e tocamos.”, corroborando sua relevância nos processos de design, por serem eles os responsáveis por conferir materialidade aos produtos (VEELAERT *et. al.*, 2020).

Em termos práticos, *material* pode ser entendido como “tudo o que se constitui de matéria, ou que por ela se manifesta, ou se exprime” (DIAS, 2009, p. 18). A conceituação do que de fato são os materiais vai, entretanto, muito além e passa por discussões que vão das ciências empíricas à filosofia. Todavia, o que se pode dizer é que são esses os responsáveis pelo nosso contato com o mundo físico, o que de forma geral se dá por intermédio dos produtos. Pode-se dizer então, que existe uma relação estreita entre materiais e produtos, onde, segundo Dias (2009, p. 35), “o primeiro dá forma ao segundo e este, por sua vez, confere ao primeiro, expressão e valor”.

Historicamente, materiais sempre tiveram relevância no desenvolvimento social. Foi por seu intermédio que o ser humano concretizou seus artefatos, colaborando para sua capacidade de sobrevivência (CALEGARI; OLIVEIRA, 2014). Nos primórdios, o homem utilizava os materiais *in natura*. Com o passar do tempo, a necessidade de superar adversidades, aliada à criatividade, possibilitou a transformação dos materiais para obtenção de novas características e propriedades. Nesse contexto, constituíram-se materiais de crescente complexidade: da clave de pedra aos machados que utilizavam madeira, couro e pedra; das cabanas de folhas às pirâmides e castelos (SALES; MOTTA; AGUILAR, 2016).

As propriedades iniciais se restringiam às características tangíveis dos materiais, de modo que a compreensão incompleta de determinadas propriedades e funções acarretava na dependência do repasse de geração para geração. A modificação de materiais ocorria lentamente,

consolidando, em muitos casos, a associação das características percebidas de um determinado material ao seu desempenho e propriedades mensuráveis. Ou seja, a identidade de um material se limitava a suas características intrínsecas (NAVARRO, 2006; SALES; MOTTA; AGUILAR, 2016).

No período industrial, com o surgimento do design, os materiais passam a ocupar novas funções. Cardoso (2008) elucida esses novos papéis ao narrar o processo de mudança de acesso aos bens de consumo ao longo da industrialização. Nesse contexto, uma série de produtos foi disponibilizada para aquisição e o consumo foi altamente estimulado. Produtos antes destinados a um número restrito de pessoas passaram a ser mais acessíveis a outros estratos da população. Isso se deu principalmente pela diversificação de materiais disponíveis em decorrência do avanço da tecnologia na indústria material, reduzindo custos de produção e favorecendo o surgimento de materiais alternativos. Este fenômeno tornou possível o alcance de propriedades antes só encontradas em materiais nobres naqueles de maior viabilidade econômica.

Um dos marcadores da sociedade industrial moderna é o aumento do uso de materiais, não apenas em termos quantitativos, mas também, em diversidade. A quantidade necessária de materiais na última década é maior do que metade de todos os materiais já usados ao longo da história até os dias de hoje (KARANA; PAUL; PRABHU, 2008).

Ao final do século XX, existiam mais de 100 mil materiais disponíveis para aplicação, com cerca de 60 a 80 opções disponíveis em um mesmo grupo de características específicas (SALES, 2016). Em contraponto, com a maior acessibilidade de produtos para grande parte da população, a distinção de classe extrapola a esfera da posse e se adere aos produtos em si. A diferenciação entre produtos direcionados a públicos díspares se torna mais complexa e o ato de projetar requer novas ferramentas para comunicar essa diferenciação por meio dos objetos. Entre os elementos projetuais utilizados, a escolha do material e a construção simbólica sobre esse atuam como uma importante ferramenta de caracterização. Assim, os avanços na área de materiais refletiram do design industrial, gerando novos comportamentos e experiências (CARDOSO, 2008).

Os grandes progressos na criação de novos materiais muito se devem ao desenvolvimento da ciência e engenharia de materiais no século XX. Por meio da tecnologia, um mesmo material pode associar propriedades anteriormente inimagináveis de forma correlacionada, gerando novas perspectivas na percepção, podendo, inclusive, apresentar divergências à identidade percebida historicamente, por meio da manipulação simbólica (ASHBY & JOHNSON, 2011; SALES; MOTTA; AGUILAR, 2016).

Recentemente, a sustentabilidade, o bem-estar e a inovação estão dentre os termos mais correlacionados ao cenário dos materiais. O momento histórico atual exige materiais de baixo impacto ambiental, inteligentes, capazes de se modificar de acordo com o ambiente, dentre outras necessidades. Este contexto faz com que a inovação na indústria de materiais seja cada vez mais um objeto de estudo (TAMBORRINI, 2012; SALES, 2016).

Factualmente os materiais são associados a suas propriedades e desempenho, entretanto, o seu rápido desenvolvimento torna cada vez mais ampla e complexa a percepção e assimilação de suas características. A seleção de materiais torna-se um desafio multiforme na construção de projetos, passando por uma esfera associativa do tangível e do intangível de difícil delimitação. Com isso, há a intensificação da relevância do papel do designer na escolha de materiais e da associação simbólica desse a um projeto, reiterando a necessidade do amplo estudo perceptivo com objetivo de facilitar esse processo (SALES; MOTTA; AGUILAR, 2016).

A seleção de materiais é temática cara no campo do design, tendo o designer como um conector de distintas especialidades por meio da compreensão das peculiaridades projetuais, como as questões ambientais, processamentos, aplicações etc. Concomitantemente ao progressivo aumento do consumo, a responsabilidade quanto à escolha dos materiais em projetos é ampliada. O conhecimento sobre a origem, propriedades e processamentos torna-se ainda mais relevante nos processos de seleção dos materiais e desencadeamentos de sentido e podem ser úteis no projetar (GIORGI, 2012; ZINGALE, 2016).

O processo de seleção de materiais envolve uma complexa teia de conhecimentos que passa, sobretudo, pelo universo da compreensão da percepção do usuário para com a “coisa” percebida. Compreender o ato de perceber está, então, diretamente conectado com a função do designer de materiais. Isso porque o diferencial da figura do designer dentro do universo da ciência e engenharia de materiais estaria justamente associado ao conhecimento multidisciplinar de conectar aspectos físicos do material, passando pela compreensão de aplicação e uso das propriedades oferecidas, mas, principalmente, pela associação dessas características à aspectos sensoriais e simbólicos.

A interação do design na área dos materiais tem se aprofundado para além de sua seleção para aplicação, tornando-se membro importante em equipes de desenvolvimento de novos materiais. Nesse contexto, a compreensão da percepção dos usuários cumpre com o objetivo de compatibilização dos materiais desenvolvidos às necessidades do mercado e às expectativas estéticas e simbólicas. São importantes as propriedades técnicas como resistência mecânica, flexibilidade, translucidez, mas, além disso, as percepções sensoriais como o cheiro, a maciez, a temperatura percebida pelo tato, a lisura da superfície, a coloração e o conjunto de associações simbólicas provenientes dessas percepções são fundamentais para a determinação da aceitação ou rejeição à aplicação de um novo material em um mercado já consolidado.

2 A percepção como ferramenta de compreensão da recepção de novos materiais

Parte do processo de criação de novos materiais envolve compreender as expectativas técnicas e sensoriais do contexto ao qual se direciona a solução em desenvolvimento. Metodologias que integram o desenvolvimento de materiais às aplicações em projetos de design, a exemplo do Materials Driven Design (KARANA *et al.*, 2015), preveem cenários possíveis de projetos guiados pelo material: [i] quando o material é relativamente conhecido, buscando-se novas aplicações e novas construções de significado; [ii] quando o material é relativamente desconhecido e busca-se aplicações a partir das experiências mapeadas por meio da interação; e por fim, [iii] quando projeta-se com uma proposta de material, envolvendo o mapeamento das experiências percebidas de forma simultânea à modulação das propriedades do material em desenvolvimento na busca por sua compatibilização.

Um dos grandes desafios das pesquisas com enfoque no último cenário, quando é desenvolvido um novo material que altera de forma disruptiva a produção e o processamento convencionais, é sua efetiva implementação. A inserção de um novo material desenvolvido no mercado é tão importante quanto seu desenvolvimento. Isso porque mesmo com toda a preocupação durante o processo de desenvolvimento com as características físicas e com os processos produtivos limpos, o usuário pode rejeitar ou considerar o material inadequado para determinadas aplicações. Para além, o alto número de materiais disponíveis capazes de cumprir uma mesma característica de aplicação, tornam a competição no mercado de inserção de novos materiais um processo acirrado (KARANA; VAN KESTEREN 2008; CAROLINE, 2022).

Compreender como o usuário interage com o material permite entender a melhor forma de

apresentar novos materiais ao mercado, permitindo a avaliação de possíveis aplicações e públicos alvo. Nesse contexto, o avanço no estudo teórico e prático de como se dá a relação entre usuários e materiais torna-se cada vez mais necessário (DACLEU NDENGUE; JUGANARU-MATHIEU; FAUCHEU, 2017).

Desse modo, o avanço dos estudos acerca da percepção dos usuários sobre novos materiais pode se tornar uma importante ferramenta para a inserção de materiais no mercado. Isso porque, por meio do estudo e aplicação de testes com o público, é possível compreender se as expectativas dos desenvolvedores são compatíveis com a recepção perceptiva dos usuários, tornando possível uma estratégia mais acertada de inserção, ou mesmo a escolha de modulações de propriedades de volta a etapas de desenvolvimento.

Figura 1 - Guia para aplicação de teste Ma2E4.

EXPERIENTIAL CHARACTERIZATION MAP

This map aims to support you in understanding how people experience materials.

1. PERFORMATIVE LEVEL What does the material make you do?

How do you touch the material?

- pressing
- rubbing
- grazing
- compressing
- poking
- caressing
- fiddling
- pounding
- pushing
-

How do you move the material?

- folding
- lifting
- weighing
- bending
- flexing
- picking
- squeezing
- smelling

How do you hold the material?

- holding
- seizing
- pinching
- grabbing
- grasping
-

2. SENSORIAL LEVEL How would you describe the material?

2 1 0 1 2

- hard
- smooth
- matte
- not reflective
- cold
- not elastic
- opaque
- tough
- strong
- light
- regular texture
- fibred
- soft
- rough
- glassy
- reflective
- warm
- elastic
- transparent
- ductile
- weak
- heavy
- irregular texture
- not-fibred

4. INTERPRETIVE LEVEL What do you associate with the material?

How would you describe it?

meaning 1 meaning 2 meaning 3

↓ 3 (sketch the map and open drawings)

3. AFFECTIVE LEVEL What emotions does the material elicit?

intense

pleasant unpleasant

5. FINAL REFLECTIONS Why do you think the material is...?

What is the most pleasant quality of the material?

What is the most disturbing quality of the material?

What is the most unique quality of the material?

Fonte: Materials experience lab (2022).

Considerando que os materiais têm, simultaneamente, um papel técnico e experiencial, Camere e Karana (2018), em seu kit de ferramentas Ma2E4 (figura 1) (*Materials-to-Experiences at four levels*), possibilitam a caracterização experiencial de materiais, e por meio deste é possível compreender a experiência do usuário em quatro níveis experienciais:

- Sensorial - nosso encontro com os materiais ocorre em nível sensorial, através do tato, visão, cheiro, som e sabor;

- Interpretativo - diz respeito a como interpretamos e julgamos os materiais, ou seja, os significados que atribuímos a eles após o encontro sensorial inicial;
- Afetivo - podemos ficar fascinados ou desapontados com as qualidades de um material incorporado em um produto específico. Tais descrições, como fascinantes, surpreendentes, que dizem respeito às emoções eliciadas pelos materiais, se enquadram no nível afetivo;
- Performativo - enfatiza o papel ativo dos materiais na formação de nossas formas de utilizá-los. Descreve as performances e ações elucidadas por materiais.

Através da ferramenta Ma2E4 de Camere e Karana (2018), instrumentaliza-se a análise perceptiva da experiência do usuário, tornando possível ao designer compreender melhor a relação do usuário com o material de forma mais objetiva e completa, sendo um conhecimento necessário desde o início de seu desenvolvimento, até sua pós análise, servindo de suporte em todas as etapas, da ideação à vinculação de um novo material.

3 Análise perceptiva

A realização desse teste objetivou verificar o modo como o usuário percebe as distintas amostras do novo biomaterial, permitindo compreender a viabilidade e as possibilidades de aplicação do material produzido. Utilizou-se como base a ferramenta para avaliação de percepção do usuário Ma2E4 (*Materials-to-Experiences at four levels*) de Camere e Karana (2018) que se baseia nos parâmetros sensorial, interpretativo, afetivo e performativo.

A ferramenta foi utilizada para o desenvolvimento de um questionário e de folhas de guia utilizadas, adaptadas à língua local. Participaram da análise oito estudantes de design voluntários atuantes em distintas áreas dentro do design, na faixa etária de 20 a 30 anos. A escolha do público teve como objetivo a compreensão perceptiva das amostras de forma ampla dentro do universo do design.

Para a análise, foram selecionadas as quatro amostras que correspondiam às características esperadas durante o desenvolvimento do trabalho - amostras capazes de gerar materiais substitutos ao couro. Essas amostras correspondiam aos filmes obtidos a partir do crescimento de *Pleurotus ostreatus* (shimeji) (figura 2 [1]), *Hericium erinaceus* (juba de leão) (figura 2 [2]), *Ganoderma lucidum* (reishi) (figura 2 [3]) e *Pholiota adiposa* (cogumelo castanha) (figura 2 [4]) em caldo de batata dextrose (BD).

Figura 2 - Amostras utilizadas no teste de percepção.



(1) *Pleurotus ostreatus* (shimeji), (2) *Hericium erinaceus* (juba de leão), (3) *Ganoderma lucidum* (reishi), (4) *Pholiota adiposa* (cogumelo castanha) crescidos em caldo BD.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As quatro amostras de materiais selecionadas para utilização durante o teste foram dispostas conforme o quadro 1 e disponibilizadas aos participantes em ordem crescente. A distribuição das amostras de forma numérica foi feita de forma aleatória, não existindo uma intencionalidade na avaliação sequencial das amostras do modo disposto.

Quadro 1 - Correspondência entre as amostras e o micélio das quais são compostas.

| Número da amostra | Correspondência |
|-------------------|--------------------------------------------------------|
| Amostra 1 | Micélio de <i>Pleurotus ostreatus</i> - shimeji |
| Amostra 2 | Micélio de <i>Hericium erinaceus</i> - juba de leão |
| Amostra 3 | Micélio de <i>Ganoderma lucidum</i> - reishi |
| Amostra 4 | Micélio de <i>Pholiota adiposa</i> - cogumelo castanha |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.1 Resultados

As quatro amostras de materiais selecionadas para utilização durante o teste foram submetidas à análise dos participantes em quatro níveis - performático, sensorial, afetivo e interpretativo - tendo como objetivo a compreensão holística das características instigadas pelos materiais.

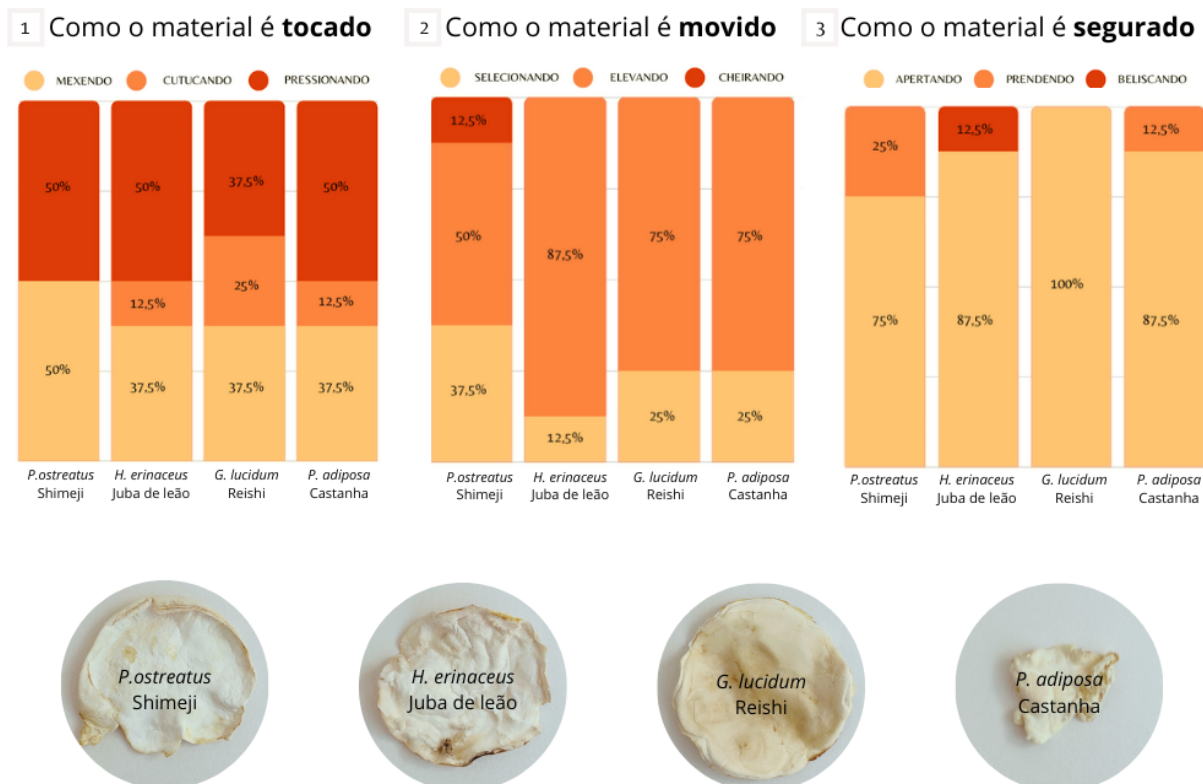
3.1.1 Nível performativo

No nível performativo, a análise aborda como o material é naturalmente percebido em termos de usabilidade. Trata do papel ativo dos materiais na construção da sua forma de utilização, descrevendo, assim, as performances e ações por ele elucidadas.

Os participantes foram avaliados pelo modo como tocaram, moveram e seguraram as amostras (figura 3). Os materiais foram tocados: mexendo, cutucando ou pressionando (figura 3 [1]), sendo pela maior parte dos entrevistados, tocados pressionando (46,8%), seguidos pelos que manipulam o material mexendo (40,7%) e por fim, os que tocam o material cutucando (12,5%). Foram movidos selecionando (25%), elevando (71,8%) ou cheirando (3,2%), sendo elevando o modo predominante (figura 3 [2]). Foram segurados apertando, prendendo ou beliscando (figura 3 [3]). Os participantes do estudo seguraram o material majoritariamente apertando (87,5%), seguidos por aqueles que seguraram prendendo (9,4%) e por fim os que seguraram beliscando (3,1%).

Os três modos de manipulação presentes em cada uma das variáveis estão diretamente associados ao tipo de material. Por ser uma película fina e frágil, algumas possibilidades de manipulação contidas no questionário eram incompatíveis com a natureza do material.

Figura 3 - Análise perceptiva em nível performativo.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Na análise realizada para cada um dos fungos pode-se perceber que o shimeji teve uma distribuição proporcional entre as pessoas que tocaram o material “mexendo” ou “pressionando”. Ao ser movido, a maior parte das pessoas “elevaram” o material. Entretanto, o fungo também foi movido “cheirando” e, ainda que esse modo de manipulação apareça somente uma vez e tenha na entrevista ocorrido em conjunto com outros tipos de manipulação, a escolha do realce a esse movimento teve como objetivo destacar possibilidades distintas de manipulação. A presença dessa variável apenas no fungo shimeji pode estar associada à sequencialidade do teste, onde shimeji é o primeiro fungo apresentado, sendo manipulado com mais curiosidade. Por fim, assim como os demais fungos, foi predominantemente segurado “apertando”.

O fungo juba de leão foi predominantemente tocado “pressionando”, movido “elevando” e segurado “apertando”, aparecendo como variável, entretanto, unicamente nesse fungo o modo de segurar “beliscando”. O aparecimento desse fator divergente em relação às demais espécies pode estar associado a posição do fungo no teste, sendo o segundo a ser ofertado para manipulação. Ainda que tenha características visuais que se assemelham ao fungo anterior, na segunda rodada de manipulação é possível perceber maior confiança dos participantes na manipulação, permitindo que outros modos apareçam.

O reishi foi o fungo que mais foi tocado sendo cutucado, o que pode indicar algum nível de desconfiança na análise visual, devido a sua aparência dura, aparentando poder quebrar dependendo da forma de manipulação. Assim como os demais, foi predominantemente elevado. Foi segurado por todos os participantes “apertando”. O que também pode estar associado ao aspecto duro da amostra, incitando a curiosidade quanto a relação entre a dureza apresentada e

uma possível fragilidade. Isso é elucidado durante a entrevista onde grande parte dos entrevistados pergunta se pode pressionar devido a grande curiosidade quanto a essa variável.

Por ser o último fungo na sequência de manipulação, o cogumelo castanha não apresentou peculiaridades no nível performativo, sendo predominantemente tocado “pressionando”, movido “elevando” e segurado “apertando”.

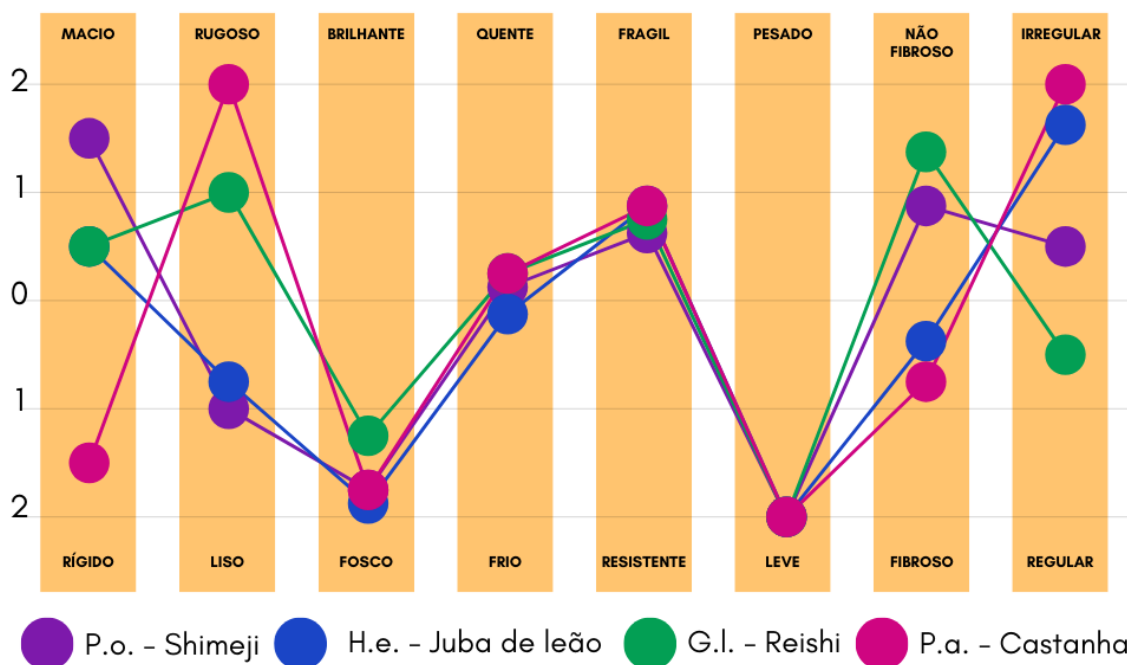
3.1.2 Nível sensorial

As quatro amostras utilizadas no teste foram avaliadas em oito níveis sensoriais. Os participantes posicionaram as amostras em cinco níveis de intensidade, nas categorias rigidez, rugosidade, reflexibilidade, temperatura, resistência, peso, fibrosidade e regularidade de textura. Nos critérios de intensidade o “2” representa a presença elevada de uma característica, o “1” representa presença e o “0” representa neutralidade entre os dois extremos.

Os dados foram analisados de forma compilada, desse modo, os resultados (figura 4) contém as médias ponderadas de todas as amostras, mostrando a tendência da avaliação de cada amostra nas respectivas variáveis.

A análise dos fatores sensoriais averiguados permite não só uma compreensão ampla de como cada material é percebido, como também a diferença de percepção entre as amostras. Os fatores de convergência foram reflexibilidade, temperatura, resistência e peso, de modo que, todos os materiais foram considerados muito foscos, de temperatura neutra, frágeis e muito leves.

Figura 4 - Distribuição da percepção sensorial entre os níveis analisados.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A amostra 1, gerada a partir do micélio de shimeji, foi compreendida como muito macia, lisa, muito fosca, de temperatura neutra, frágil, muito leve, não fibrosa e de textura irregular. Dentre essas características, com exceção à fragilidade e a irregularidade de texturas, há uma correspondência de identidade perceptiva em relação aos materiais compreendidos como couro,

principalmente no posicionamento como muito macia e lisa. Outros aspectos compreendidos podem ser percebidos de forma favorável mesmo não mimetizando o aspecto contido no couro como por exemplo a leveza. Por outro lado, algumas características como fosca ou brilhante e fibrosidade não carecem comparação com as características esperadas. Isso porque podem ser moduladas em processamentos e acabamentos, ainda não contempladas neste projeto. A modularidade do material permite que diferentes técnicas de biofabricação gerem distintos materiais que podem corresponder a várias necessidades, sendo possível moldar um material a um objetivo esperado.

A amostra 2, gerada a partir do micélio do fungo juba de leão, foi compreendida como macia, lisa, muito fosca, de temperatura neutra, frágil, muito leve, fibrosa e de textura irregular. Esse material teve uma performance semelhante à de shimeji, sendo considerado apenas mais fibroso e menos macio que a espécie anterior.

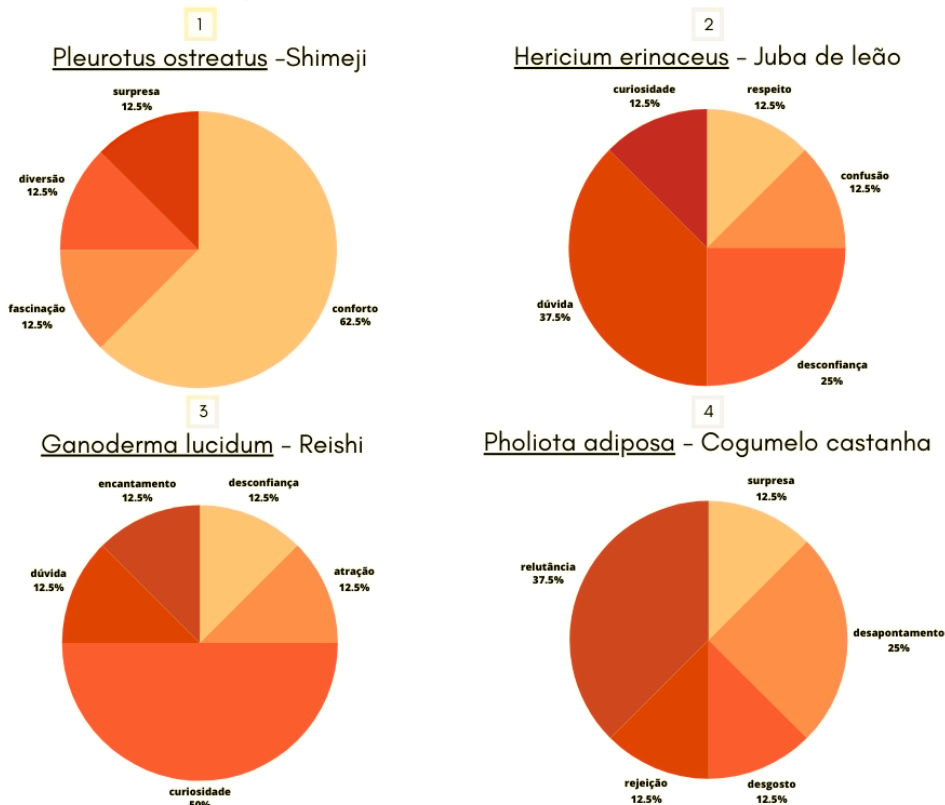
A amostra 3, gerada a partir do micélio do fungo reishi, foi entendida como macia, rugosa, fosca, de temperatura neutra, frágil, muito leve, nada fibrosa e de textura regular. Essa amostra apresentou maior divergência em relação às amostras anteriores, sendo mais rugosa, menos fibrosa e de textura mais regular. Apesar da rugosidade mais elevada ser um fator indesejado para o uso preterido, a menor fibrosidade e maior regularidade de textura se apresenta com um fator de interesse para o objetivo esperado.

A amostra 4, gerada a partir do micélio do cogumelo castanha, apresentou a maior discrepância na percepção sensorial entre as amostras. Foi considerada muito rígida, muito rugosa, muito fosca, de temperatura neutra, frágil, muito leve, fibrosa e muito irregular. Grande parte dessas características discrepantes em relação aos outros materiais analisados se apresenta como pontos negativos em relação ao objetivo almejado, no caso, gerar materiais substitutos ao couro. A atribuição desse resultado se dá principalmente ao nível de enrugamento da amostra após o período de secagem. Esse tipo de processo pode, entretanto, ser modulado por meio da investigação de diferentes variáveis em experimentos futuros. Assim sendo, é interessante manter a espécie como fonte de interesse para o desenvolvimento de biomateriais orientados à produção de substitutos ao couro, modificando, entretanto, os meios de processamento.

3.1.3 Nível afetivo

Durante o teste afetivo os participantes da análise perceptiva foram convidados a relatar qual o sentimento predominantemente incitado no contato com as amostras (figura 5). Os sentimentos predominantes foram de “curiosidade” (15,6%), “conforto” (15,6%) e “dúvida” (12,5%). A performance afetiva dos materiais como um todo se mostra predominantemente positiva, demonstrando, entretanto, que ainda há um sentimento de insegurança (dúvida) na interação com o material.

Figura 5 - Atribuições afetivas dos materiais.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Na amostra 1, referente ao micélio de shimeji, o sentimento predominante incitado foi de conforto (62,5%), seguido nas mesmas proporções (12,5%) pelos sentimentos de surpresa, diversão e fascinação. O material teve apenas aspectos afetivos positivos em sua atribuição, sendo o principal deles o conforto, o que está em alinhamento com as características esperadas para um material que tenha como objetivo a substituição do couro. Além disso, com base na literatura, o fungo *Pleurotus ostreatus* vem sendo a espécie mais utilizada para o desenvolvimento desse tipo de material, sendo continuamente reforçado como uma espécie propícia para esse fim, o que corresponde com os resultados obtidos (CAMERE; KARANA, 2017; HANNEF *et al.*, 2017; ANTINORI; CONTARDI; SUARATO *et al.*, 2021).

Na amostra 2, composta pelo micélio de juba de leão, o sentimento predominante incitado foi o de dúvida (37,5%), seguida pelo sentimento de desconfiança (25%) e proporcionalmente (12,5%) pelos sentimentos de curiosidade, respeito e confusão. Apesar da maior semelhança atribuída no nível sensorial pelos materiais das amostras 1 (shimeji) e 2 (juba de leão), é notada uma significativa diferença afetiva entre elas. Isso pode estar associado à ordem de análise das amostras, onde a amostra 2 acabou sendo inevitavelmente comparada com a amostra 1, como relatado pelos próprios participantes.

A amostra 3, composta pelo micélio de reishi, foi predominantemente associada ao sentimento de curiosidade (50%), seguido nas mesmas proporções (12,5%) por dúvida, encantamento, desconfiança e atração. Apesar de ter sido associado a sentimentos negativos como desconfiança e dúvida, a maior parte das características atribuídas às amostras foram positivas mostrando um bom índice de aceitação. As características atribuídas ao material estão de acordo

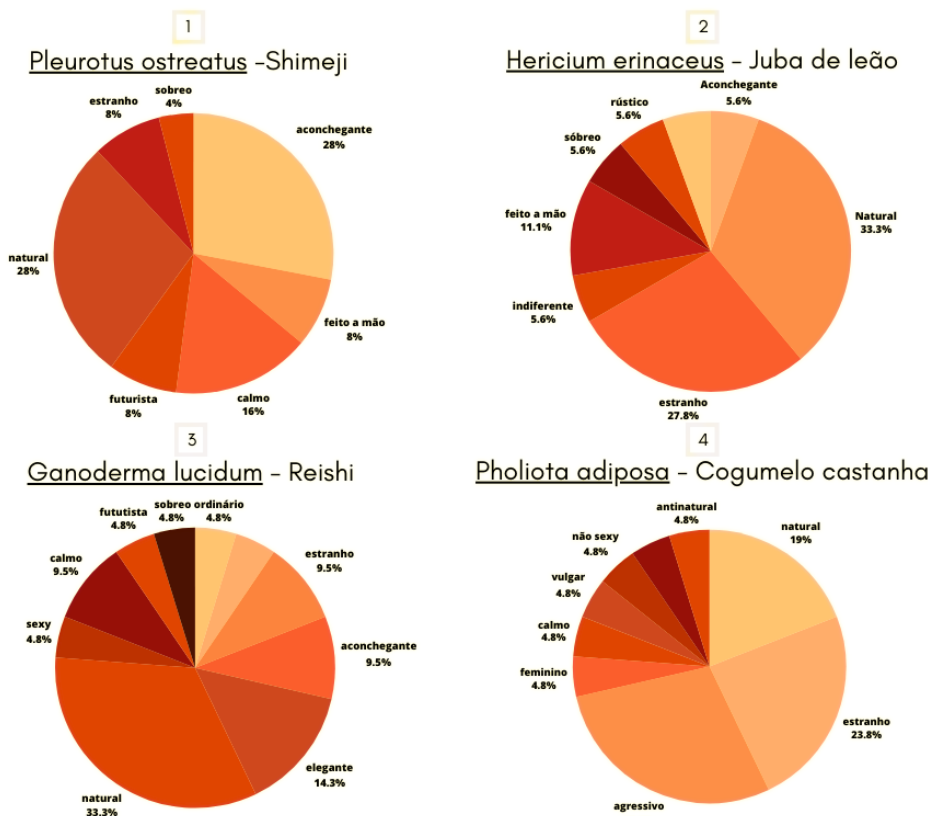
com o esperado pela literatura, já que a espécie utilizada se encontra, assim como *Pleurotus ostreatus*, entre as mais padronizadas para crescimentos com o intuito preterido (HANEED *et al.*, 2017; ANTINORI; CONTARDI; SUARATO *et al.*, 2021).

A amostra 4, correspondente ao micélio do cogumelo castanha, carregou o maior número de atribuições afetivas desfavoráveis entre os materiais analisados. O sentimento de rejeição atribuído ao fungo está em acordo com as características anteriormente analisadas, já que a rugosidade da amostra após a etapa de processamento foi recebida de forma adversa pelo público em todos os fatores do nível sensorial. O sentimento majoritário conferido à amostra foi o de relutância com 37,5% das atribuições, seguido por desapontamento (25%), e posteriormente de forma proporcional (12,5%) por desgosto, rejeição e surpresa. Esse resultado pode indicar maior valorização na uniformidade e retitude do material pelo público analisado. Isso pode também direcionar o caminho de perspectivas futuras, de modo que novas amostras sejam moldadas em busca dessas características.

3.1.4 Nível interpretativo

Durante a análise interpretativa os participantes do teste puderam atribuir significados ilimitados às amostras de acordo com as atribuições determinadas na folha de guia. As significações mais representativas foram “natural” e “aconchegante” (figura 6). Essas atribuições representam bons indicativos quanto a percepção do material e a percepção esperada para função desejada. Isso porque, tanto “natural” quanto “aconchegante” são adjetivos que se encontram nas atribuições associadas ao couro.

Figura 6 - Significados atribuídos aos materiais.



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

A amostra 1, constituída por micélio de shimeji, foi associada majoritariamente, e na mesma proporção (28%), como “natural” e “aconchegante”, atribuições favoráveis ao intuito pretendido, sendo características esperadas de um material análogo ao couro. O segundo adjetivo mais atribuído foi “calmo” (16%) seguido na mesma proporção (8%) pelos adjetivos “feito a mão”, “futurista” e “estranho” e, em menor proporção (4%), por “sóbrio”. Ainda que esses intérpretes se apresentem, de forma geral, como favoráveis à aplicação desejada, o aparecimento de “estranho” como atribuição pode demonstrar uma resistência na aceitação de um futuro material. Isso torna necessário uma investigação perceptiva mais profunda a respeito das origens associativas do adjetivo à amostra a fim de compreender melhor as manipulações simbólicas e funcionais necessárias para melhor aceitação do material.

A amostra 2 foi majoritariamente percebida como “natural” (33,3%), seguida por “estranha” (27,8%), “feito a mão” (11,1%) e na mesma proporção (5,6%) por “rustico”, “sóbrio”, “aconchegante”, “indiferente” e “ordinário”. Assim como dissertado anteriormente, a amostra 2, composta pelo micélio de juba de leão, apresenta semelhança visual com a amostra 1. Entretanto, como relatado por alguns participantes durante a realização da análise, a ordenação das amostras contribuiu para uma percepção comparativa entre elas. Alguns participantes relataram avaliar pior a amostra 2 pois seria “injusto” com a amostra 1 atribuir coisas muito positivas, ainda que houvesse similaridade entre ambas.

A amostra 3 teve o maior número de atribuições distintas (10) sendo a mais significativa “natural” (33,3%). O aparecimento de natural pode ser interpretado como algo positivo, tendo em vista que é um material orientado à sustentabilidade. A segunda maior atribuição foi “elegante” (14,3%), seguida por “aconchegante”, “estranho” e “calmo”, na mesma proporção (9,5%). A atribuição “elegante” aparece unicamente associada a essa amostra, o que permite interligar isso às características divergentes atribuídas à amostra no nível sensorial como “nada fibroso” e “regular”. Essa associação é relevante para compreensão do planejamento modular das amostras, pois permite com o avanço dos estudos determinar a construção correta de material para cada finalidade desejada. Por fim, as atribuições “sexy”, “futurista”, “sóbrio”, “ordinário” e “antinatural” tiveram menor proporção (4,8%), sendo citadas apenas uma vez e representam a amplitude de interpretação do material, o que pode estar associado a amostra ser a mais diferente entre as analisadas.

A amostra 4 deteve, como esperado com base nas atribuições sensoriais e afetivas, os piores adjetivos atribuídos. O significado predominante atribuído a amostra foi agressivo (28,6%), seguido por “estranho” (23,8%) e “natural” (19%). Os outros 6 significados escolhidos tiveram a proporção de 4,8%, representando uma associação para cada, sendo “antinatural”, “ordinário”, “não sexy”, “vulgar”, “calmo” e “feminino”. A significação da amostra reforça a alta rejeição associada ao grande enrugamento, orientando a necessidade de modulação de materiais no sentido oposto.

Grande parte das amostras apresentou significações compatíveis com as esperadas para o uso pretendido, tendo como destaque os significados “natural”, “aconchegante”, “calmo”, “feito à mão”, “elegante” e “sóbrio”. O aparecimento desses interpretantes positivos, mesmo em uma fase sem processamento das amostras, pode indicar uma futura recepção positiva ao material após processamentos.

Em adendo, é importante ressaltar que, embora ao longo da análise decorrida tenha sido elucidada a preferência por algumas amostras em relação a outras, no momento de significar o material com objetivos múltiplos, todas as amostras, em algum nível, foram percebidas como

estranhas. Isso pode demonstrar algum nível de resistência na aceitação do material, fazendo com que sejam necessários mais estudos que busquem compreender a fundo os elementos que dão origem a essa atribuição, possibilitando a ressignificação do sentimento.

A somatória de fatores analisados ao longo do teste perceptivo permite compreender não só as atribuições funcionais - em níveis performativos e sensoriais - dadas ao material em seu estado bruto, como também os atributos simbólicos associados ao material por meio da análise sensorial e afetiva.

Ainda que funcionalmente, principalmente em nível performativo, os materiais gerados colaboram com a hipótese pretendida durante o desenvolvimento do trabalho. Os aspectos imateriais atribuídos mostram a complexidade na inserção de novos materiais no mercado e a importância da manipulação simbólica durante esse processo.

Em termos simbólicos é possível compreender que ainda há resistência na aceitação de materiais de origem biológica, principalmente nos de origem fúngica. Os fungos possuem caminhos perceptivos que podem gerar interpretantes associados a signos negativos como doenças, risco à saúde, sujeira, decomposição, etc. Muito disso está associado à natureza do contato que as pessoas experienciam com o organismo. Ainda que haja aumento no consumo de fungos como fonte alimentícia, esse é um hábito ainda pouco disseminado na cultura local e não está bem inserido no imaginário coletivo como principais atribuições do filo. Também não fazem parte do imaginário coletivo local a concepção medicinal do uso desses organismos, estando essa muito mais restrita às culturas orientais.

Ainda que no processo de escolha tenha existido um cuidado para utilização de espécies conhecidas como alimentícias ou medicinais, com intuito de promover a biossegurança e associação simbólica positiva, falta ao receptor a compreensão necessária para fazer a associação pretendida. Esses fatores reforçam a necessidade da manipulação simbólica e ressignificação dos símbolos atribuídos para uma inserção mercadológica mais acertada.

3.2 Aplicação do teste de percepção em grupos

Em uma segunda etapa de análise, uma abordagem alternativa foi implementada. O teste de percepção foi aplicado em grupos, com um perfil de público distinto da etapa anterior de análise. Além disso, amostras foram produzidas por outros agentes de biofabricação, a exemplo da celulose bacteriana decorrente da produção de Kombucha, e em outros formatos, com blocos tridimensionais de compósitos de micélio fúngico utilizando o bagaço da cana de açúcar como meio de crescimento, além dos filmes miceliais já testados. O intuito de realizar distintos meios de aplicação é compreender a maneira mais efetiva de aplicação para distintos contextos. A aplicação coletiva ocorreu durante o X Congresso Brasileiro de Micologia (CBMIC), durante o minicurso intitulado “Design de produtos a partir de biomateriais”.

Os objetivos desta etapa, diferentemente da anterior, foram de uma compreensão mais ampla da interação dos participantes com materiais decorrentes da biofabricação. Devido à realização em um evento científico de micologia, com público majoritariamente formado por biólogos, o repertório dos participantes variou em relação àqueles da primeira etapa, composto majoritariamente por designers. Na primeira etapa, os desafios envolveram compreender a capacidade de profissionais habituados à seleção de materiais em projetos reconhecerem, nos biomateriais, características que se aproximassem às expectativas de aplicação em projetos. Enquanto isso, na segunda etapa, buscou-se mapear a capacidade de profissionais habituados aos

agentes biológicos e as amostras decorrentes de seu crescimento os perceberem como biomateriais passíveis de aplicação em produtos.

A etapa buscou responder ao questionamento se estes dois perfis profissionais, em duas pontas de uma cadeia, formados por um conjunto distinto de conteúdos teóricos e práticos, apresentam convergências na compreensão sensorial, interpretativa, afetiva e performativa dos biomateriais produzidos por fungos e bactérias.

Figura 7 - Manipulação das amostras pelos usuários durante a aplicação dos testes.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Através da análise de como os participantes sentiram, manipularam e significaram os materiais e suas aplicações (figura 7) foi possível compreender, como já esperado, como distintos públicos se relacionam de forma distintas com os objetos. Os alunos do curso se mostram muito mais receptivos e interessados em manipular as amostras, não demonstrando medo, desgosto ou desconforto durante esse processo. Essa informação pode ser valiosa na inserção de um novo material no mercado. Isso porque é possível relacionar o conhecimento mais profundo sobre os organismos biológicos responsáveis por gerar os biomateriais, a segurança de manipulação.

Tal informação demonstra um possível caminho para manipulação simbólica sob os adjetivos negativos atribuídos às amostras dos testes individuais. Ainda que possa parecer intuitivo, esse experimento deu base material para confirmar que o conhecimento sobre as espécies biológicas é um bom caminho para melhorar a relação de estranheza que o público possa vir a ter em suas interações com biomateriais.

4 Conclusão

O presente trabalho demonstrou a relevância das análises perceptivas na investigação da viabilidade da vinculação de novos materiais no mercado, com enfoque nos biomateriais, que possuem alto potencial de gerar materiais orientados para a sustentabilidade. As amplas possibilidades de desenvolvimento de distintas estruturas são vastas e abrem espaço para novos panoramas de mercado, colaborando para criação de métodos de produção mais limpos. Além disso, a biofabricação consolidou-se como uma solução promissora para a crise de recursos devido à finitude do capital energético, principalmente de origem petroquímica.

Concomitantemente ao surgimento de novas tecnologias, a investigação do melhor modo de seu vínculo tecnologias ao mercado é imprescindível. As ferramentas de análise de percepção permitem, de forma prática, compreender a experiência que o usuário tem num primeiro contato com um novo material. Compreendendo melhor o público alvo, as possíveis aplicações e o melhor modo de apresentação de um novo material, pode-se também atestar o modo mais assertivo de apresentação ao consumidor.

A utilização de distintos públicos com diferentes bagagens torna ainda mais amplo o entendimento sobre a recepção de um novo material, clarificando os caminhos necessários para sua vinculação, como demonstrado no teste realizado durante o minicurso “Design de produtos a partir de biomateriais”.

As análises de percepção com as películas miceliais apresentou resultados promissores, mesmo sendo realizada com o material *in natura*, evidenciando que os usuários associam os materiais a vários signos esperados para a finalidade desejada, nesse caso, uma alternativa ao couro. Em trabalhos futuros, onde os materiais tenham alcançado níveis maiores de processamento, pode ser interessante a ampliação das variáveis analisadas de forma, como por exemplo a análise comparativa com materiais já estabelecidos no mercado e compreendidos como couro.

Desse modo, compreendeu-se a importância do desenvolvimento de técnicas de processamento que permitam ao material alcançar uma significação ainda mais próxima dos materiais disponíveis no mercado, podendo ser feito por meio de processamentos mais avançados como por exemplo coloração e prensagem térmica de textura.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq, à UEMG, à UFV e à UFJF pelo suporte e fomento na realização do projeto.

6 Referências

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e Design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2011. 350 p.

ASHBY, Michael. **Seleção de Materiais no Projeto Mecânico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. DE. **Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design**. *ARCOS DESIGN*, 8, 1–19, 2014. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign>. Acesso em: 20 out. 2017.

CAMERE, Serena; KARANA, Elvin. Experiential Characterization of Materials: toward a toolkit. **Drs2018: Catalyst**, Limerick, p. 1685-1705, 28 jun. 2018. Design Research Society. <http://dx.doi.org/10.21606/drs.2018.508>.

CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do design**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2008. 277 p.

CAROLINE, Kassya. Substituição de Materiais na Indústria. **Blucher Engineering Proceedings**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-7, set. 2022. Editora Blucher. <http://dx.doi.org/10.5151/simea2022-pap33>.

DACLEU NDENGUE, J.; JUGANARU-MATHIEU, M.; FAUCHEU, J.: Material perception and material identification in product design. In: **Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17)**, Vol. 8: Human Behaviour in Design, Vancouver, Canada, 21.-25.08.2017.

DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatius**. 2009. 360f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - PPGEGC, UFSC, Florianópolis, 2009.

GIORGI, Claudia de. Materiais para design: inovação em pesquisa e didática no politecnico di torino. **Cadernos de Estudos Avançados em Design: Inovação**, [s. l], v. 6, n. 1, p. 37-52, jun. 2012.

HANEEF, M. *et al.* Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Sci*, 2017, *Rep.* 7, 41292; doi: 10.1038/srep41292

KARANA, Elvin; HEKKERT, Paul; KANDACHAR, Prabhu. Material considerations in product design: a survey on crucial material aspects used by product designers. **Materials & Design**, [S.L.], v. 29, n. 6, p. 1081-1089, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2007.06.002>.

KARANA, Elvin; VAN KESTEREN, Ilse. Materials affect: the role of materials in product experience. In: DESMET, Pieter M.A.; VAN ERP, Jeroen; KARLSSON, Marianne (ed.). **Design and Emotion Moves**. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2008. p. 221-245.

KARANA, Elvin; BARATI, Bahareh; ROGNOLI, Valentina; VAN DER LAAN, Anouk Zeeuw. Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. **International Journal of Design**, 9, 2015, p. 35-54.

KARANA, Elvin; NIMKULRAT, Nithikul; GIACCARDI, Elisa; NIEDDERER, Kristina; FAN, Jeng-Neng. Alive. Active. Adaptive: experiential knowledge and emerging materials.. **International Journal Of Design: International Journal of Design**. Taiwan, p. 1-5. jun. 2019.

NAVARRO, R. F.. A Evolução dos Materiais. Parte 1: da pré-história ao início da era moderna. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 1-11, nov. 2006.

SALES, Rosemary Bom Conselho; MOTTA, Sílvio Romero Fonseca; AGUILAR, Maria Teresa Paulino. O papel da seleção de materiais na criação da identidade do produto pelo design. **Cadernos de Estudos Avançados em Design: Identidade**, Barbacena, v. 14, n. 14, p. 99-111, jan. 2016.

TAMBORRINI, Paolo. Design de inovação: do design ao design de sistemas, objetos, relações e comportamentos. **Cadernos de Estudos Avançados em Design: Inovação**, Barbacena, v. 6, n. 1, p. 53-64, jun. 2012.

VEELAERT, Lore *et al.* Experiential characterization of materials in product design: a literature review. **Materials & Design**, [S.L.], v. 190, p. 1-16, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2020.108543>.

VOGT, Carlos. Finalmente Peirce. **Revista de Administração de Empresas**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 27-36, jun. 1973. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-75901973000200002>.

ZINGALE, Salvatore. Qual semiótica para o design?: a via pragmatista e a construção de uma semiótica do projeto. **Cadernos de Estudos Avançados em Design: Semiótica**, Barbacena, v. 1, p. 13-27, 2016.