

## Design de wearable: interatividade e sistemas complexos

*Wearable design: interactivity and complex systems*

Agda Carvalho<sup>1</sup>  
Everaldo Pereira<sup>2</sup>  
Murilo Marcos Orefice<sup>3</sup>  
Guilherme Ikeda<sup>4</sup>  
Rodrigo Rezende<sup>5</sup>  
Viviane Tavares de Moraes<sup>6</sup>  
Ana Paula Mendonça Alves<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> Agda Carvalho, Artista Visual e Curadora. Pós Doutora em Humanidades Digitais-Media Lab – UFG. Pós-Doutora em Artes - Instituto de Artes da UNESP. Doutora em Ciências da Comunicação - Universidade de São Paulo. Mestre em Artes Visuais - Instituto de Artes da UNESP. Docente e Pesquisadora no Instituto Mauá de Tecnologia. Líder do grupo de pesquisa: LABDesign: processos criativos, experiência e Inovação..Coordena o projeto Design e Wearables inteligentes: interatividade e Sociabilidade no Instituto Mauá de Tecnologia.

<sup>2</sup> Doutor em Comunicação Social, Professor do Instituto Mauá de Tecnologia, membro do grupo de pesquisa “LabDesign”, da Mauá, pesquisador associado ao Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, com experiência nas áreas de Marketing, Design e Comunicação.

<sup>3</sup> Docente do Instituto Mauá de Tecnologia, na Faculdade Cásper Líbero e nas Faculdades Oswaldo Cruz. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais Do Instituto de Artes da UNESP e especialista em História da Arte e Cultura Contemporânea pelo Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita” – IA/UNESP. É designer e ilustrador e realiza projetos para livros, editorial, digital e publicidade.

<sup>4</sup> Guilherme Ikeda, mestrando no PPG Design da Universidade Anhembi Morumbi. Graduação em Engenharia de Controle e Automação pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2016). Gerente do Fab-Lab Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia.

<sup>5</sup> Rodrigo Rezende é mestrando em Artes Visuais na Unesp. Atua como Artista no Coletivo RE(C)organize e desenvolve pesquisas com software e hardware livres. Atua como multiplicador de conhecimento, através de oficinas nas áreas de multimídia, arte computacional e audiovisual, além de desenvolver sistemas interativos em tempo real para as artes e também frequenta espaços Makers, colaborando e compartilhando seus conhecimentos em tecnologias.

<sup>6</sup> Docente do Instituto Mauá de Tecnologia - Departamento de Engenharia Mecânica - Núcleo de Pesquisas de Ciências e Engenharia de Materiais. Pós doutora em Engenharia Química e em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Mestrado e Doutorado no Departamento de Engenharia Metalúrgica pela Universidade de São Paulo. Atua no grupo de pesquisa de Ciência e Engenharia de Materiais do Instituto Mauá de Tecnologia, no Departamento de Engenharia Mecânica, onde desenvolve pesquisa sobre nanomateriais.

<sup>7</sup> Docente do curso de Design de Moda do Centro Universitário SENAC SP. Especialista em Docência no Ensino Superior pelo Centro Universitário SENAC SP e Mestre em Design pelo PPG Design da Universidade Anhembi

Guilherme Menegasso<sup>8</sup>

### Resumo

O texto enfoca o complexo sistema pós-pandemia para pensar futuros que agora reconsidera a percepção de mundo com diferentes regras de sociabilidade. Com o enfoque no sistema da natureza, o projeto interdisciplinar e colaborativo está fundamentado no biomimetismo e no design especulativo para vislumbrar o equilíbrio entre humanos e não humanos. A pesquisa apresenta o projeto HIFA (Human+ Interface + Fungi + Accessory), um wearable inteligente que busca a potencialização dos atributos do corpo em articulação espacial, na situação que se reorganiza com o uso da tecnologia e os desafios da interatividade. O projeto surge para refletir como estávamos emaranhados no cotidiano digital e agora buscamos uma compreensão e ajustes nas relações interpessoais na complexidade contemporânea e sua constante adaptabilidade.

**Palavras-chave:** Sistema complexo, pós-pandemia, interatividade, design especulativo, biomimética

### Abstract

*The text focuses on the complex post-pandemic system for thinking about futures that now reconsiders the perception of the world with different rules of sociability. Focusing on the system of nature, the interdisciplinary and collaborative project is based on biomimicry and speculative design to envision the balance between humans and non-humans. The research presents the HIFA project (Human+ Interface + Fungi + Accessory), a smart wearable that seeks to enhance the attributes of the body in spatial articulation, in the situation that is reorganized with the use of technology and the challenges of interactivity. The project arises to reflect how we were entangled in the digital everyday and now we seek an understanding and adjustments in interpersonal relationships in contemporary complexity and its constant adaptability.*

**Keywords:** Complex system, post-pandemic, interactivity, speculative design, biomimetics

### Introdução

---

Morumbi (UAM)

<sup>8</sup> Mestrando em Design com a pesquisa em realidade aumentada e impressão 3D, pela Universidade Anhembi Morumbi. Graduação em Design pelo Instituto Mauá de Tecnologia. Especialidade em modelo físico, impressão 3D e projeto de Produto. Curso em UX e UI. Trabalha atualmente no Fab Lab Mauá como técnico em design, onde auxilia projetos dos alunos e professores do IMT

<sup>9</sup> Este texto é resultado do projeto Design e Wearables Inteligentes: sociabilidade e conectividade que tem o apoio do Instituto Mauá de Tecnologia (Edital 2022). Professora Responsável: Profa. Agda Carvalho. Professores participantes: Prof. Dr. Everaldo Pereira e Prof. Msc. Murilo Marcos Oréfice.

Diante das alterações de cenários na pós-pandemia e do impacto na diversidade de aspectos que integram o cotidiano, incluindo os que são invisíveis aos olhos, mas interferem fundamentalmente no sistema e na complexidade que se instala no mundo, a pesquisa observa a natureza para pensar um possível futuro em processo colaborativo e adaptativo às solicitações dos distintos microcenários e contextos.

As mudanças nas tonalidades subjetivas, bem como, nas nanoestruturas que nos circundam, adentram na organização e na dinâmica da adaptabilidade e colaboração entre os seres humanos e não humanos. Para tanto, observa-se os organismos e suas estruturas visíveis e não visíveis em articulação com o biomimetismo. Nesta proposta o design trata de *wearables* inteligentes e da experimentação prática e vivência em projeto multidisciplinar para dialogar com o sistema da natureza e propor perspectivas futuras ao discutir a interatividade e o crescimento exponencial tecnológico. Situação que gera uma inconstância dos sentidos pois ora nos deparamos com um esgotamento, uma exaustão, e ora uma esperança, uma energia e a potencialização das relações.

Pensar o design para wearable inteligentes reconsidera a percepção de mundo com diferentes regras de sociabilidade que estão se reorganizando no período pós pandêmico. O projeto HIFA: Human + Interface + Fungi + Accessory<sup>9</sup> é um wearable que trata das perspectivas que emergem com a transformação das relações interpessoais que se encontra na imprevisibilidade do mundo e das coisas, uma condição que elabora a complexidade do agora.

### **Design /Natureza/ Complexidade**

As experiências humanas estão conectadas com os tempos e suas especificidades, os períodos de instabilidades e turbulências acarretam rupturas nas relações sociais e uma certa desordem na percepção de mundo, nesta condição emerge a complexidade na sua profundidade, e desperta o sentido Intuitivo e experimental. (MALDONADO, 2022)

O design observa o sistema da natureza e suas infinitas formas para entender as relações com o mundo e os fenômenos, e assim, estabelece um diálogo com a desordem e ambientes distópicos para estratégias de futuro, perambula entre os sistemas complexos, apreende a natureza e suas possibilidades.

O biomimetismo, busca extrair morfologias da natureza que possam ser adaptadas para novas tecnologias. Nesse sentido, os mecanismos e as interações dos elementos da natureza com o meio são muitas vezes invisíveis a olho nu e, portanto, instrumentos como um microscópio óptico com capacidade de ampliação de até 1000x nos ajudam a observar e repensar o design a partir de formas surgidas com análises biológicas. No entanto, novas técnicas com melhor resolução de imagens e com ampliações ainda maiores que 1000x podem revelar um mundo até então desconhecido e trazer novos debates científicos sobre as conexões orgânicas que representam de forma indireta o biomimetismo.

O Projeto Hifa tem início com a busca por um fungo específico como referência para o biomimetismo, e posterior análise no MEV- Microscopia Eletrônica de Varredura<sup>10</sup>, que se deu de forma exploratória e experimental. Escolhemos a área verde do Instituto Mauá de Tecnologia como *locus* da busca pela conexão dos pesquisadores com o espaço, ou seja, o

---

<sup>10</sup> A FAPESP, Projeto Multiusuário, modalidade 2, Processo nº 2020/09163-3, vinculado ao RTI Processo nº 2019/25707-6, apoia pesquisas no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Instituto Mauá de Tecnologia.

reconhecimento do seu território, e encontramos justamente ao lado do laboratório de prototipagem rápida, o Fab Lab Mauá, um exemplar de fungo para nós até então desconhecido. O fungo encontrado (Figura 1) foi posteriormente identificado como um fungo comestível do filo *Basidiomycota*, da classe *Agaricomycetes*, da ordem *Boletales* e da família *Suillaceae*. especificamente o *Suillus bovinus*,

Figura 1 :Fungo coletado no IMT como referência para o Projeto



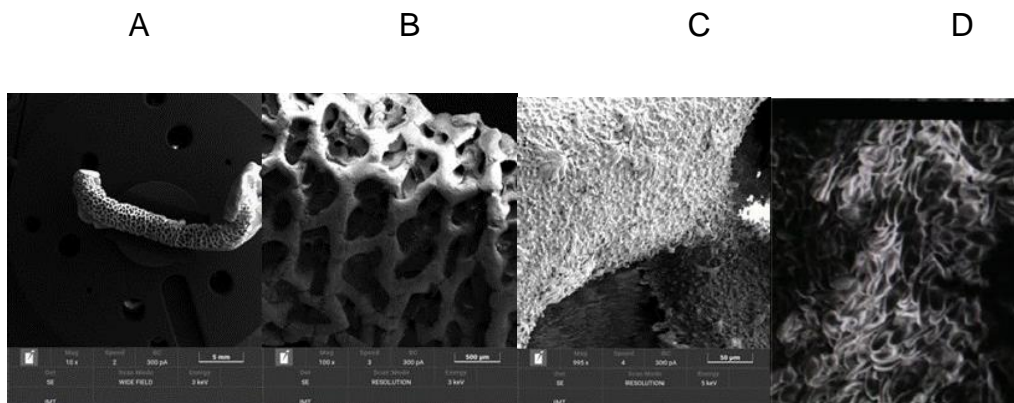
Fonte: Arquivo próprio

Nesses procedimentos, deve-se ter cuidado desde a coleta para a preparação das amostras e preservação da sua integridade morfológica e biológica. Até mesmo a coleta em campo pode danificar os organismos extraídos da natureza e inviabilizar o desvelamento das formas invisíveis e suas possíveis abordagens.

Para tanto, elaboramos uma sequência de procedimentos que garantem a preservação da integridade das amostras. Essa sequência envolve a coleta da amostra com luvas e bisturi e imediato supercongelamento; liofilização das amostras, evitando o colapso da membrana celular por meio da sublimação da água no processo de liofilização; metalização em baixo vácuo para garantir a condutividade da amostra no MEV; e, por fim, a análise no MEV.

A técnica que utilizamos nesse estudo é a microscopia eletrônica de varredura que utiliza um feixe de elétrons para gerar imagens que podem chegar a uma magnificação de 1 milhão de vezes. Contudo, uma análise de superfície, como a que realizamos, com rico detalhamento da morfologia das nossas amostras orgânicas do fungo, necessitou de preparação delicada, a fim de evitar a sua deformação por rompimento da membrana celular no momento em que o microscópio eletrônico de varredura (MEV) realiza um processo auto vácuo para análise.

Figura 2: Análise morfológica obtida por microscopia eletrônica de varredura com elétrons secundários Experimento 2. A) magnificação de 10 vezes; B) 100 vezes; C) 1.000 vezes e D) 2.000 vezes.2022.



Fonte: Arquivo próprio

As análises em laboratório, como descrevemos anteriormente, realizadas de forma colaborativa no MEV, apresentaram a estrutura morfológica do fungo, invisível aos olhos e por associações com este sistema, ocorreram estudos de biomimetismo para o desenvolvimento de superfícies por meio de desenhos, projetos digitais e a manipulação de materiais.

**Interatividade/ Tecnologia/ antropometria**

O projeto HIFA transita no domínio das relações interpessoais entre humanos e máquinas, desta forma perceber as amplitudes e limitações dos interatores (humanos ou máquinas) e determina a direção na concepção do dispositivo físico.

Segundo Machado (1997) "Se entendermos a consciência e a imaginação como processos de associação contínua e de reestruturação de imagens e conceitos selecionadas pela memória" (p.147), assim relacionamos a captura de informações dos interatores para processá-las e devolver a um segundo interator uma nova entrada de informação, que por sua vez, após o processamento no segundo interator gera uma nova saída de dados percebida pelo primeiro, assim realimentando todo o sistema.

Essa retroalimentação, também sofre interferências de estímulos captados a cada ciclo interativo, sendo que a relação entre interatores pode se tornar mais intensa ou mais dispersa considerando as reações corpóreas dos humanos interatores e do aprendizado do interator máquina. O interator humano responde a estímulos externos subjetivamente com os conceitos preestabelecidos e aprendidos durante sua vida, já os interatores máquinas interpretam os estímulos corporais e aprendem como responder a estes estímulos. Este aprendizado é um tanto do corpo humano em seus alcances físicos e subjetivos e um tanto da máquina com seus processos lógicos.

A partir das formas encontradas, foi iniciada a primeira fase do estudo para o desenvolvimento de padrões de superfície e estruturas para a modelagem, ambos foram desenvolvidos inicialmente em tecido com o corte a laser. A sobreposição de 3 camadas de tecido proporcionou a sensação de profundidade na percepção da superfície, que foi fixada sobre uma estrutura que envolve o corpo. Outras experiências foram feitas na continuidade do projeto com soluções em impressão 3D, a partir de projetos digitais que englobaram outras áreas para além da ideia de vestir um objeto.

Segundo Martins (2008), a vestimenta é como uma segunda pele do corpo, considerando a facilidade no manejo, por exemplo, como um dos aspectos principais ao vestir. A usabilidade

também consta como um dos pontos principais da ergonomia do vestuário, que Alves (2016, p.20) define como “a interação entre produto, usuário, objetivos almejados e contexto de uso”. A autora transpõe o termo usabilidade e o conceitua com o termo “vestibilidade”, aproximando particularidades do design de vestuário.

Para o design de vestuário, é fundamental que o profissional aplique seus conhecimentos sobre a mensuração do corpo, chamada antropometria (BOUERI, 2008), visto que a escala humana é o ponto de partida para a construção ou aprimoramento de uma peça, segundo Martins (2008).

HIFA é um acessório vestível com uma estrutura móvel, na qual encontra-se um compartimento para carregar objetos pessoais, além dos componentes técnicos. Em um compartimento maior, com áreas para ventilação distribuídas pela amplitude lateral, se encarrega de acomodar a estrutura robótica. Para além desse compartimento, foi necessária a aplicação de alças reguláveis internas, parafusadas na estrutura em acrílico, que atravessa o tecido e se ajusta sobre os ombros do usuário, reforçando a acomodação do *wearable* no corpo.

No processo de criação colaborativo do HIFA, foi desenvolvida uma superfície para impressão 3D, que teve como referência para o projeto, as amostras coletadas e analisadas no MEV.

Levando em consideração a morfologia identificada pelas imagens do MEV e os princípios do biomimetismo, foi selecionado o padrão voronoi como o ponto de partida da textura que é uma forma de divisão de uma dada superfície. Ele aparece repetidamente em animais, plantas e construções naturais como rochas. O voronoi é criado a partir da distribuição de pontos em uma superfície, então, cada região é agrupada pelo ponto mais próximo e dada uma cor distinta. Por ser facilmente escalonável e por seu caráter aleatório, o voronoi é uma base adequada para criação de texturas *seamless*, ou seja, onde não é fácil distinguir onde ela começa ou termina não tendo um limite claro.



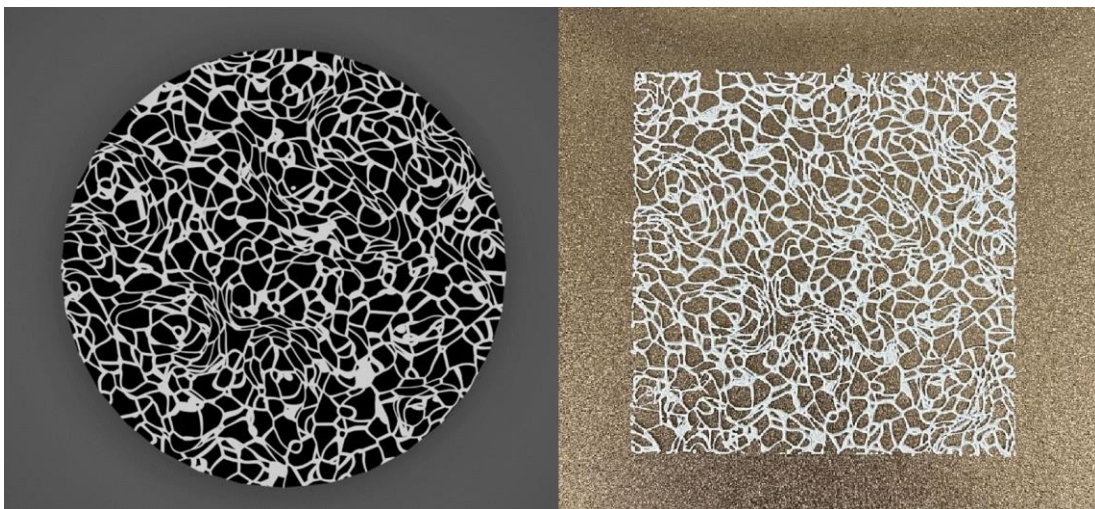
Utilizando o software aberto de modelagem, Blender, para o desenvolvimento da superfície. Destaca-se que o padrão voronoi tradicional, por suas retas e ângulos, é distante do padrão que encontramos nas imagens macro dos cogumelos, que são mais fluídas e orgânicas. Desta forma, o processo é subvertido por meio de uma textura *noise* (do inglês, ruído) para a aproximação das imagens fluidas e orgânicas do cogumelo com a distorção dos valores XYZ. Essa textura *noise* utiliza um tipo de Interferência criado por Ken Perin em 1983 para gerar variações em imagens criadas por computador.

Segundo Oxman (2015) uma mistura entre o gene (natural) e o formão (ferramenta), queríamos uma imprevisibilidade e pequenas imprecisões na textura. Essas imperfeições foram alcançadas no próprio processo de impressão 3D e a imprevisibilidade foi alcançada com a sobreposição da textura do voronoi com o noise (Figura 3A).

Figura 3: Imagem digital(A) de padrão de superfície e impressão 3D. (B)

A

B



Fonte: Arquivo próprio

Tendo a textura da forma desejada, demos início a modelagem da peça que seria impressa. Primeiro foi necessário subdividir o plano uma quantidade suficiente de vezes para que não fosse possível ver os planos individuais, evitando o "serrilhamento" da superfície. Vale a pena notar que o "serrilhamento" ainda estava presente na modelagem final, porém de forma quase imperceptível. Feita a subdivisão da superfície, é aplicado a geometria um modificador de *displacement* (do inglês, deslocamento). O modificador funciona como uma modificação falsa no modelo. A alteração causada por ele pode ser revertida facilmente, e não altera em nada a modelagem neste primeiro momento. Com esse modificador, é possível usar nossa textura modificada para projetar a geometria do plano de acordo com a nossa textura. Então as partes pretas da textura são movidas com um valor negativo, enquanto as partes brancas são projetadas com um valor positivo. Feito isso temos a textura do cogumelo com a espessura desejada.

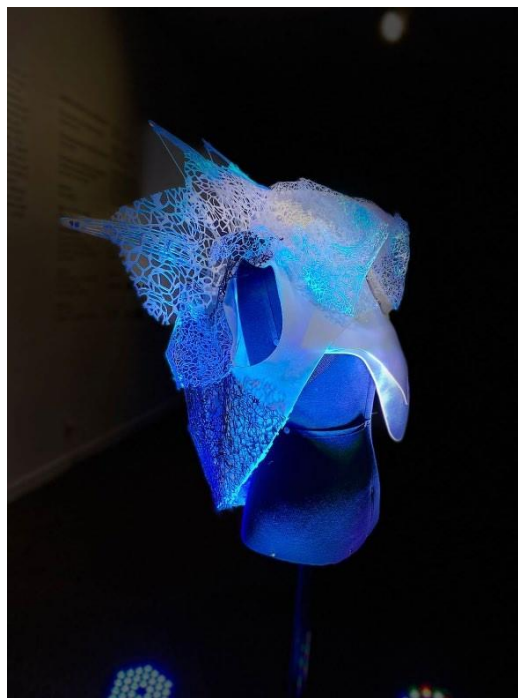
Precisamos então aplicar nosso modificador de deslocamento para confirmar nossas mudanças e depois aplicar um modificador de solidificação na nossa peça. Esse modificador garante uma grossura ao nosso plano que tem grossura zero até o momento. Este passo é necessário para que o software de impressão que usaremos para imprimir possa entender nossa peça como esses caminhos que criamos. Caso exportássemos a peça sem engrossá-la primeiro, por se tratar de uma superfície de espessura zero, o software não seria capaz de imprimi-la. Feito estes passos, nós passamos para o próximo estágio que é a impressão 3D.

Escolhemos um Filamento flexível (TPU)<sup>9</sup> para que pudesse se adequar as formas que seriam modeladas no HIFA. Cada impressão levava em torno de quatro horas e ao longo de um mês foram produzidas mais de vinte peças a serem utilizadas no *wearable* (Figura 3B)

---

<sup>9</sup> Poliuretano Termoplástico

Para a estrutura foi selecionado material têxtil para envolver o corpo e o material rígido em acrílico para acolher o mecanismo. A escolha de tons neutros foi feita para evidenciar as texturas e as projeções de luz e imagens. O material mais adequado para esse estudo foi a manta bojo, que é uma espuma fina dublada com malha de poliamida dos dois lados muito utilizada para estruturar roupa íntima feminina. Esse material possibilita uma carga de peso considerável sobre ele sem sofrer deformações, o que se confirmou com a peça confeccionada. O acrílico transparente permitiu a visualização do funcionamento e da pulsação do mecanismo do HIFA. Após os experimentos e testes realizados colaborativamente acontece a produção do primeiro protótipo do HIFA, com o entrelaçamento da teoria e prática<sup>10</sup>.



<sup>10</sup> HIFA- HUMAN + INTERFACE + FUNGI + ACCESSORY participa da exposição EmMeios#14 no 21. Art. Ficha Técnica: **Pesquisador Responsável:** Prof.<sup>ª</sup> Dra Agda Carvalho **Criação e Concepção:** Prof.<sup>ª</sup> Dra. Agda Carvalho (LABDESIGN/MAUÁ) Prof. Dr. Everaldo Pereira (LABDESIGN/MAUÁ), Prof. Msc. Murilo Marcos Orefice, (LABDESIGN/MAUÁ) Eng. Guilherme Ikeda (FABLAB/MAUÁ), Mestrando Rodrigo Rez (GIIP/UNESP), **Tecnologia e interatividade:** Mestrando Rodrigo Rez, (GIIP/UNESP). **Estudos ergonômicos e antropométricos:** Prof. Msc. Ana Paula Mendonça Alves (SENAC) **Edição de Vídeo:** Prof. Dr. Everaldo Pereira, Msc Murilo Marcos Orefice (LABDESIGN/MAUÁ) **Modelagem 3D:** Guilherme Menegasso e **Apoio Técnico:** Livia Garrido. Link da Obra: <https://www.youtube.com/watch?v=dkwq9rKks5U>

#### Figura 4

*Figura 4:* HIFA: Human+ Interface +Fungi + Accessory. Exposição EmMeios#14 no 21.ART. Museu Nacional da República, Brasília., 2022.  
Fonte: Arquivo próprio

A questão “abrasadora” é, portanto a seguinte: antigamente (desde Platão, ou mesmo antes dele) o que importava era configurar a matéria existente para torná-la visível, mas agora o que está em jogo é preencher com matéria uma torrente de formas que brotam a partir de uma perspectiva teórica e de novos equipamentos técnicos, com finalidade de “materializar” essas formas. (FLUSSER,2007, p. 31)

#### Considerações finais

Considera-se a natureza como medida para as decisões, as ações e o fazer em processo colaborativo e multidisciplinar. Após a realização de pesquisas bibliográfica e de imagens, percebeu-se como são variadas e visualmente apropriadas para os experimentos do projeto, as formas dos micélios e de outras partes desses organismos, porque trazem a ideia de fios multiconectados que se estendem por longas distâncias em todas as direções.

Este aspecto da conexão presente no fungo despertou a relação com a proposta de compreensão das relações interpessoais no contexto pós pandêmico, pois a ampliação do uso da tecnologia impactou na intensificação da conectividade. Identifica-se com a retomada, a importância das conexões presenciais, o que enfatiza a importância da reflexão que fundamenta esta pesquisa do wearable, pois as relações presenciais estão enfrentando a mudança da percepção dos atributos sensoriais tátil, sonoro e visual, ou seja, o comportamento cotidiano tem uma carga de complexidade ao dialogar com a dinâmica e da adaptação às regras de sociabilidade.

O trajeto da pesquisa também permitiu perceber nas possibilidades visuais, a diversidade de estruturas e superfícies possíveis existentes no sistema da natureza que desperta com o biomimetismo um campo relevante para uma proposta multidisciplinar e colaborativa. Deste modo, HIFA – Human + Interface + Fungi + Accessory vislumbra conectar-se com o outro e

com o mundo, por meio de experimentos com os materiais e dispositivos que podem potencializar a interatividade e facultarão a análise das conexões físicas e das possibilidades futuras da experiência ocasionada nas relações sociais por meio da mediação tecnológica.

## Referências

- Alegria, R. (2005, August 18). *The Appreciative Perspective of the Future*. Journal of Futures Studies. <https://ifsdigital.org/articles-and-essays/2005-2/vol-10-no-1-aug/essays/the-appreciative-perspective-of-the-future/>
- Alves, R. P. (2016). *Vestibilidade do sutiã por mulheres ativas no mercado de trabalho* [Tese de Doutorado]. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/23541>
- Baio, C., & Solomon, L. H. (2018). "CULTURAS DEGENERATIVAS": EXPERIMENTAÇÕES EM TORNO DE UMA REDE "BIOHÍBRIDA." *Revista Científica/FAP*, 19(2). <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/revistacientifica/article/view/2433>
- Benyus, J. M. (2003). *Biomimética: Inovação inspirada pela natureza*. Cultrix.
- Boueri, J. J. (2008). Sob Medida: Antropometria, projeto e modelagem. In *Design de Moda: Olhares diversos*. Estação das Letras e Cores.
- Dunne, A., & Raby, F. (2013). *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming*. Mit Press.
- Flusser, V. (2007). *O Mundo Codificado Por Uma Filosofia Do Design e Da Comunicação*. Ubu Editora.
- Laurel, B., & S Joy Mountford. (1990). *The Art of human-computer interface design* (1st ed., Vol. 1). Addison-Wesley Pub. Co.
- Machado, A. (1997). Hipermissão: o labirinto como metáfora. In *A arte no século XXI: a humanização das tecnologias*. Editora Unesp.
- Maldonado, C. E. (2022). La complejidad humana consiste en un entramado de tiempos. *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 73, 14–23. <https://cintademoebio.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/66683>
- Martins, S. B. (2008). Ergonomia e Moda: Repensando a segunda pele. In *Design de Moda: Olhares diversos*. Estação das Letras e Cores.
- Neri Oxman. (2015). Design at the intersection of technology and biology [Ted.com]. In *TED*.

# ēn tro pia

SIIMI/2022

IX Simposio Internacional de Innovación en Medios Interactivos

#21.ART

21. Encuentro Internacional de Arte y Tecnología

9th Balance-Unbalance

art + science x technology = environment / responsibility

[https://www.ted.com/talks/neri\\_oxman\\_design\\_at\\_the\\_intersection\\_of\\_technology\\_and\\_biology](https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology)