



**Clara Peixoto Acioli**

**SIMPOIESES MICELIAIS:  
Fazer design com fungos**

**Dissertação de mestrado**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em Design.

Orientador: Carlo Franzato

Rio de Janeiro  
Março de 2024



**Clara Peixoto Acioli**

**SIMPOIESES MICELIAIS:  
Fazer design com fungos**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre pelo Programa  
de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio.  
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

**Prof. Dr. Carlo Franzato**

Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Prof. Dr. Claudio Freitas de Magalhães**

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Profa. Dra. Zoy Anastassakis**

Escola Superior de Desenho Industrial - UERJ

Rio de Janeiro, 25 de Fevereiro de 2025

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

## Clara Peixoto Acioli

Clara Acioli é mestranda em Design pela PUC-Rio; tem especialização em Fabricação Digital, Têxteis e Biologia pelo programa Fabricademy (São Paulo/Barcelona), e graduação em Design de Produto pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Além de designer, é artista e pesquisadora com interesse nas interseções do design e da arte com a biologia, com a experimentação material, e as relações multiespécies. Atualmente investiga e experimenta oportunidades de *simpoieses* - fazer-com - outros seres vivos, como fungos e bactérias. Seus trabalhos se desdobram em vídeo, fotografia, texto, artefatos e processos de design, instalações ou workshops. Clara teve seu projeto de graduação selecionado para participar do festival "Driving the Human" em Berlin, 2021 e participou de exposições coletivas no Tomie Ohtake (SP); Planetário do Ibirapuera (SP); SESC Av. Paulista (SP); MAST (RJ); Fábrica Bhering (RJ), Radialsystem (Berlin), Kunstgewerbemuseum (Berlin), entre outros. Hoje faz parte e pesquisa pelo Laboratório de design socioambiental Ecotopias na PUC-Rio e no Laboratório de Design e Antropologia (LADA) na Esdi-UERJ.

### Ficha Catalográfica

Acioli, Clara Peixoto

SIMPOIESES MICELIAIS: fazer design com fungos / Clara Peixoto Acioli ; orientador: Carlo Franzato. – 2025.

151 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2025.

Inclui bibliografia

1. Artes e Design – Teses. 2. Biodesign. 3. Fungos. 4. Simpoiese. 5. Antropoceno. 6. Reseach-through-design. I. Franzato, Carlo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço aos meus companheiros de projeto, *Pleurotus sp.*, *Pleurotus djamor*, *Ganoderma zonatum* e *Trametes villosa*, pelo tempo juntos, pelos desafios e pelo tanto que me ensinaram.

Agradeço ao meu orientador, Carlo Franzato, pela confiança, abertura, paciência e pelas longas conversas e divagações que nos ajudaram a dar forma à esse trabalho. Muito obrigada pela parceria e pela curiosidade.

Aos meus colegas do laboratório Ecotopias (PUC-Rio), agradeço pelos sonhos cultivados em coletivo, pelas trocas maravilhosas e todo conhecimento compartilhado. Aos meus colegas do Laboratório de Design e Antropologia (LADA - UERJ), agradeço pelas conversas estimulantes e as trocas de referência. Agradeço também ao meu antigo e eterno laboratório NANO (Núcleo de Artes e Novos Organismos - UFRJ), e aos coordenadores Guto Nóbrega e Malu Fragoso, que plantaram as sementes dessa pesquisa. Ao laboratório floresta-cidade (UFRJ), à Iazana Guizzo, à Yakuy Tupinambá e ao útero Zabelê, agradeço pela mais nova parceria e pela oportunidade de experimentar com os fungos em novos espaços e dimensões.

Muito obrigada aos professores Roosevelt Fideles e Marcelo Motta por me concederem um espaço físico no NIMA (Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente) PUC-Rio, possibilitando os testes *in loco* da pesquisa.

Muito obrigada ao professor Daniel Malaguti, por topar compartilhar a sala de aula na disciplina de materiais e processos durante o estágio em docência, obrigada pelo aprendizado e pelas trocas.

Agradeço à minha banca: Zoy Anastassakis e Claudio Magalhães, por aceitarem ler, criticar e colaborar com o projeto desde a qualificação até a defesa.

Obrigada Yasmine Ostendorf-Rodriguez, Nora Wilhelm, Jorge Ferreira, Junior Nelson e Pedro Pinto, que conversaram comigo sobre fungos. Obrigada também àqueles que me mandaram conteúdos do mundo dos fungos pelas redes sociais, isso pra mim é um sinal de que a curiosidade e o encantamento estão sendo semeados.

Muitíssimo obrigada às minhas amigas Ana Clara, Clara, Elisa, Isadora, Joja, Laís, Letícia, Malu, Rena, Syl e Tori, que me apoiam profundamente e estão sempre junto, eu amo vocês, obrigada pela companhia. E àquelas que compartilham interesse de pesquisa, um obrigado especial pelo espaço de aprendizado conjunto, leituras, dúvidas e desabafos.

Agradeço à Ludi, meu amor, pela companhia e parceria do dia a dia. Pelo afeto, pelo cuidado e pela paciência comigo e com meus companheiros fungos, que acabam por fazer parte da rotina e ocupam espaços inesperados pela casa.

Obrigada obrigada obrigada Pecan e Baru, meus amores felinos, meus filhotes carinhosos e amorosos que me fazem rir quase todos os dias e tiveram uma grande participação nesse texto digitando muitos “jdmefv//. Byg /” e afins que tive que meticulosamente apagar depois.

E por último, o *gran finale*, os que me permitem estar nesse mundo fazendo essa pesquisa. Agradeço demais à minha família, minha mãe Elisa, meu pai Jaime, meu irmão Bruno, minha avó Maria Lúcia, minha avó Alcileia, minha avó Maria Helena (*in memorian*), meu avô Maurício (*in memorian*), minha madrinha Eleonora, seu esposo e meu amigo André, minha afilhada Valentina, minhas tias e tios, primas e primos, muito obrigada pelo suporte, pelo amor, e pelo carinho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001; e com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) com a concessão da bolsa Mestrado Nota 10 (MSC-10). Muito obrigada às instituições de fomento e à PUC-Rio, por acreditarem na pesquisa.

## Resumo

Acioli, Clara Peixoto; Franzato, Carlo. **SIMPOIESES MICELIAIS: Fazer design com fungos**. Rio de Janeiro, 2025. 151p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Como uma imersão no subsolo das florestas tropicais, este trabalho é um emaranhado transdisciplinar tramado e nutrido pelos micélios. Em sua maior extensão tem cheiro fresco de terra e de decomposição, e sua tendência é virar composto. Reúne o design, a arte, a antropologia e a biologia para investigar e exercitar um design orientado a práticas de *simpoiese* por meio do cultivo dos fungos. Reconhecendo o micélio como metáfora e como matéria para moldar coisas, a pesquisa visa experimentar as possibilidades e meios de "fazer-design-com" os fungos, buscando perspectivas menos antropocêntricas do design, e mais alinhadas com uma lógica ecossistêmica. É fundamentada em conceitos como a *simpoiese* de Donna Haraway e as *imersões apaixonadas* de Thom Van Dooren *et al.*, e adota uma metodologia prático-teórica, seguindo o método da pesquisa através do design (do inglês *research through design*, RtD). Busca-se verificar como os processos de biodesign podem ser mais alinhados aos ideais de uma proposta biodiversa, multiespecífica, local e relacional, em contraste com os padrões do mercado a quem o design convencional costuma servir, que funciona na lógica de monoculturas. A pesquisa busca representar um caminho de aprendizado e aterramento para gerar e semear curiosidade, empatia, respeito, paciência e, quem sabe, ânimo para estar em um planeta de transformações intensas e colapsos sucessivos, incerto e inseguro, mas ainda assim repleto de vida.

## Palavras-chave

Biodesign; Fungos; Simpoiese; Compósito-de-Micélio; Antropoceno; Research-through-design

## Abstract

Acioli, Clara Peixoto; Franzato, Carlo (Advisor). **MYCELIAL SYMPOIESIS: Designing with fungi**. Rio de Janeiro, 2025. 151p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As an immersion into the underground of tropical forests, this work is a trans-disciplinary entanglement nurtured by mycelia. In its greatest extent, it carries the fresh scent of earth and decomposition, and its tendency is to become compost. It brings together design, art, anthropology, and biology to investigate and exercise a design oriented towards sympoietic practices through the cultivation of fungi. Recognizing mycelium both as a metaphor and as matter that you can shape things with, the research aims to experiment with the possibilities and means of "designing-with" fungi, seeking less anthropocentric design perspectives that are more aligned with an ecosystemic logic. It is grounded in concepts such as Donna Haraway's *sympoiesis* and the *passionate immersions* of Thom Van Dooren *et al.*, adopting a practice-theory methodology and following the research through design (RtD) method. The goal is to examine how biodesign processes can be more aligned with a biodiverse, multispecies, local, and relational approach, in contrast with the market standards to which conventional design usually caters – standards that follow the logic of monocultures. This research seeks to represent a path of learning and grounding, to generate and sow curiosity, empathy, respect, patience, and perhaps even encouragement to inhabit a planet of intense transformations and successive collapses — uncertain and insecure, yet still full of life.

## Keywords

Biodesign; Fungi; Sympoiesis; Mycelium-Composite; Anthropocene; Research-through-design

## Sumário

Introdução	13
1 Micélio permite mundos	29
1.1 Modo de vida dos fungos	31
1.2 Alianças Multiespécies: Formigas e Fungos	36
2 Fazer design no Antropoceno	40
2.1 Biomimética, Biodesign, Design multiespécies	50
2.2 Por um design simpoiético	60
3 Atlas Simpoiese	75
4 Simpoieses Miceliais	84
Pleurotus sp.   outono 2023	85
NIMA - PUC-Rio   Mata Atlântica   2024	90
Pleurotus djamor   outono 2024	100
Ganoderma tendas   inverno 2024	115
Ganoderma zonatum   inverno 2024	124
Trametes villosa   primavera 2024	130
Considerações finais	133
Bibliografia	145

## Lista de Figuras

Figura 1 - Tempo biológico em uma escala de 24H (Evert & Eichhorn, 2014 p. 10)	17
Figura 2 - Ilustração de Francisca Alvarez. Diários de natureza, 2020. Na ilustração, está escrito: “depois de uma explosão vulcânica os líquens são os primeiros a aparecer. Por ser uma simbiose entre uma alga e um fungo têm a capacidade de viver em territórios hostis e adversos a vida. São eles que preparam o território para abrigar novas e diversas espécies que regenerarão e criarão um novo ecossistema.” (Tradução da autora. Créditos: Francisca Alvarez)	18
Figura 3 - Cultivo de RUM_A com compósito de micélio, 2020 (Arquivo da autora)	24
Figura 4 - <i>Private Collection</i> , 2003 (Créditos: Sanna Kanisto, <a href="https://sannakannisto.com">https://sannakannisto.com</a> )	26
Figura 5 – Cultivo do micélio no solo (Créditos: Aléa Works, <a href="http://aleawork.com">http://aleawork.com</a> )	26
Figura 6 - Mapa dos dilemas. Mostrando que a divisão em dois caminhos é insuficiente, e que houve muitos desvios, atalhos, cortes bruscos, atravessamentos e oscilações no percurso da pesquisa (arquivo da autora)	27
Figura 7 - Crescimento micelial em <i>Boletus</i> , <i>Tricholoma</i> e <i>Amanita</i> (Sheldrake, 2021)	29
Figura 8 - Algumas representações fúngicas (arquivo da autora)	31
Figura 9 - Hifas septadas (Sheldrake, 2021, p. 71)	32
Figura 10 - (a) Câmara típica e jardim de fungos do ninho de <i>M. smithii</i> (b) Staphylae mostrando gongilídios no jardim de fungos de <i>M. smithii</i> (x8) (c) Estafilos de <i>M. smithii</i> (d) Gongilídios de <i>M. smithii</i> (x400) (Masiulionis, 2013, tradução pela autora)	37
Figura 11 - Passarelas de “papelão” construídas por formigas <i>Azteca brevis</i> , feitas com micélios e partículas orgânicas (Nepel <i>et al.</i> , 2014, tradução pela autora).	38
Figura 12 - Ninhos de papelão presos em árvores. Feitos por formigas <i>Crematogaster</i> , reforçados por fungos Chaetothyriales, de estrutura quebradiça. (Dejean <i>et al.</i> , 2023).	38
Figura 13 – Dois exemplos de Plastiglomerados (Créditos: Andy Hughes, à direita; Deccan Herald, à esquerda)	43
Figura 14 - Obras minerais na exposição "NEO MINERALIA", 2023. À esquerda, obra de Sae Ronda; à direita, obra de Agnieszka Kurant (Créditos: <a href="https://www.centerforcraft.org/exhibition/neo-mineralia">https://www.centerforcraft.org/exhibition/neo-mineralia</a> )	44
Figura 15 - Biosferanos na <i>Biosfera 2</i> , 1991. (Créditos: Peter Menzel)	46
Figura 16 - Projeto <i>The Line</i> (Créditos: NEOM, <a href="https://www.neom.com/en-us/regions/theline">https://www.neom.com/en-us/regions/theline</a> )	47
Figura 17 – Fungos <i>Ganoderma lucidum</i> se nutrindo de artefatos humanos, 2021 (Créditos: Valentina Biolab <a href="https://www.instagram.com/valentina.biolab/">https://www.instagram.com/valentina.biolab/</a> )	49
Figura 18 - Ilustração de Luigi Serafini em <i>Codex Seraphinianus</i> . (Serafini, 2013)	50
Figura 19 - Da esquerda para a direita: Embalagem para garrafa de vinho por Ecovative; Painel acústico por Mogu; Quinas para transporte por Radial. Todos feitos em micélio. (Créditos: <a href="https://www.ecovative.com">https://www.ecovative.com</a> ; <a href="https://mogu.bio">https://mogu.bio</a> ; <a href="https://www.instagram.com/radial.bio/">https://www.instagram.com/radial.bio/</a> )	52

Figura 20 - Representação gráfica do arcabouço conceitual que relaciona abordagens inspiradas pela natureza, de biodesign e perspectivas multiespécies. (Fonte: KEUNE, 2021, tradução da autora)	54
Figura 21 - À esquerda, Dirty Chair N.4 sprouting mushrooms, 2023. À direita, espaço para crescimento da cadeira. (Créditos: Aléa Works)	55
Figura 22 - MARS II, 2024 – em andamento. (MARS – Estrutura Modular de Coral Artificial. Tradução da autora) (Créditos: <a href="https://www.reefdesignlab.com">https://www.reefdesignlab.com</a> )	58
Figura 23 - MARS - Modular Artificial Reef Structure, 2018 – em andamento. (MARS – Estrutura Modular de Coral Artificial. Tradução da autora) (Créditos: <a href="https://www.reefdesignlab.com">https://www.reefdesignlab.com</a> )	59
Figura 24 – Ponte de raízes vivas em Meghalaya, Índia. (Créditos: Aliaksandr Mazurkevich)	66
Figura 25 – Construção das Jing Kieng Jri (Créditos: Prasenjeet Yadav)	67
Figura 26 - À esquerda, Glicéria fazendo o manto, 2021. À direita, Célia e Eru, 2021. (Créditos: Fernanda Liberti)	69
Figura 27 - Relação Manto / Território / Meio Ambiente. (Tupinambá, 2021a, p. 25)	70
Figura 28 - Përisi ( <i>Marasmius yanomami</i> ) (Créditos: Yanomami <i>et al.</i> , 2019)	72
Figura 29 - Cestaria feita com cipó, cipó tingido de urucum e Përisi. (Créditos: Yanomami <i>et al.</i> , 2019)	72
Figura 30 - Shimeji do supermercado e processo de clonagem (Arquivo da autora)	85
Figura 31 - Moldes em PETG e fungos moldados	86
Figura 32 - formato 1 – semiesfera (Arquivo da autora)	87
Figura 33 - formato 2 – cilindro perfurado (Arquivo da autora)	87
Figura 34 - formato 3 - cubo (Arquivo da autora)	87
Figura 35 - formato 4 - ameba (Arquivo da autora)	87
Figura 36 - formato 5 - curva (Arquivo da autora)	88
Figura 37 - formato 6 - escada (Arquivo da autora)	88
Figura 38 – Espaço no NIMA (Arquivo da autora)	91
Figura 39 - Sequência-Processo do buraco-incubadora (Arquivo da autora)	91
Figura 40 - Buraco-incubadora no solo (Arquivo da autora)	92
Figura 41 - Proteção das câmaras de cultivo com esteira de palha e folhas secas de Palmeira-leque (Arquivo da autora)	92
Figura 42 - Mixomicetos do gênero <i>Stemonitis</i> (Arquivo da autora)	97
Figura 43 - Mixomicetos do gênero <i>Physarum</i> (Arquivo da autora)	97
Figura 44 - (A) composteira do NIMA (Arquivo da autora)	98
Figura 45 - (B) pilha de bambus, perto das Tendras (Arquivo da autora)	98
Figura 46 - (C) espaço dos experimentos com fungos (Arquivo da autora)	99
Figura 47 – Resultado (A) composteira do NIMA (Arquivo da autora)	99
Figura 48 - Resultado (B) pilha de bambus, perto das Tendras (Arquivo da autora)	99
Figura 49 - Resultado (C) espaço dos experimentos com fungos (Arquivo da autora)	100
Figura 50 – Cogumelos de <i>Pleurotus djamor</i> em diferentes estágios de maturação (Arquivo da autora)	100
Figura 51 - Coletando cogumelos de <i>Pleurotus djamor</i> (Arquivo da autora)	101
Figura 52 - incubadora-buraco com experimentos em andamento. Dia 1 (Arquivo da autora)	102
Figura 53 – teste 1: cogumelos inteiros junto com folhas secas direto no solo. Dia 1 (Arquivo da autora)	102
Figura 54 – teste 2: cogumelos inteiros junto com folhas secas em recipiente. Dia 1 à esquerda e dia 5 à direita (Arquivo da autora)	102

Figura 55 – teste 3: cogumelos inteiros em meio de cultura preparado e esterilizado. Dia 1 à esquerda e dia 5 à direita (Arquivo da autora)	102
Figura 56 – teste 4: parte interna do cogumelo em meio de cultura preparado e esterilizado. Dia 1 à esquerda e dia 5 à direita (Arquivo da autora)	103
Figura 57 – <i>Pleurotus djamor</i> em decomposição, à esquerda, e rebrotado, à direita (Arquivo da autora)	104
Figura 58 - Artrópodes (miriápodes, besouros, formigas, etc) em cogumelos de <i>Pleurotus djamor</i> (Arquivo da autora)	105
Figura 59 - Processo de clonagem do <i>Pleurotus djamor</i> (Arquivo da autora)	105
Figura 60 – Meio de cultura, cogumelo <i>Pleurotus djamor</i> , bisturi e pinça no fluxo laminar do Biodesign Lab da PUC-Rio (Arquivo da autora)	105
Figura 61 - Laboratório adaptado com fluxo laminar e incubadora, na casa da autora (Arquivo da autora)	106
Figura 62 - Amostra contaminada com bactérias amarelas (Arquivo da autora)	107
Figura 63 - Amostras contaminadas com outros fungos (Arquivo da autora)	107
Figura 64 - Amostra contaminada e desenhos (Arquivo da autora)	107
Figura 65 - Separando o fragmento de <i>Pleurotus djamor</i> de seus contaminantes companheiros (Arquivo da autora)	109
Figura 66 - Crescimento do micélio de <i>Pleurotus djamor</i> e do bolor preto <i>Stachybotrys</i> . Dia 3 e dia 5 (Arquivo da autora)	109
Figura 67 – Dia 8 do desenvolvimento do <i>Pleurotus djamor</i> e do bolor preto <i>Stachybotrys</i> (Arquivo da autora)	109
Figura 68 - Transferência do substrato de resíduo de papel/papelão colonizado com fungos <i>Pleurotus sp.</i> para os moldes (Arquivo da autora)	111
Figura 69 - Moldes com <i>Pleurotus sp.</i> e papel reciclado na incubadora-buraco. Primeiro dia, 10 de maio de 2024, outono (Arquivo da autora)	112
Figura 70 - Dia seis, 16 de maio de 2024, outono (Arquivo da autora)	112
Figura 71 - Dia 19, 29 de maio de 2024, outono. Formas de papel na esquerda e no centro e de acetato, na direita (Arquivo da autora)	112
Figura 72 - Dia 29, 19 de junho de 2024, outono (Arquivo da autora)	113
Figura 73 - Formas fora dos moldes (Arquivo da autora)	113
Figura 74 - Espaço tomado pelas formigas (Arquivo da autora)	115
Figura 75 - <i>Ganoderma nima</i> à esquerda e <i>Ganoderma tendas</i> à direita (Arquivo da autora)	116
Figura 76 – Coleta do <i>Ganoderma nima</i> e <i>Ganoderma tendas</i> (Arquivo da autora)	116
Figura 77 - quatro amostras de <i>Ganoderma nima</i> contaminadas (Arquivo da autora)	117
Figura 78 – amostras de <i>Ganoderma tendas</i> . A amostra inferior direita com micélio desenvolvendo saudável (Arquivo da autora)	117
Figura 79 - Dia 5 (01/09) (Arquivo da autora)	118
Figura 80 - Dia 9 (05/09) (Arquivo da autora)	118
Figura 81 – Dia 9 (05/09). Preparação de <i>spaws</i> à esquerda e cultura líquida à direita (Arquivo da autora)	119
Figura 82 - Amostras com 22 dias (18/09), frente e verso (Arquivo da autora)	119
Figura 83 - 13º dia crescendo nos grãos (18/09) e transferência para substrato de serragem (Arquivo da autora)	120
Figura 84 - buracos na terra nos formatos: semiesfera e paralelepípedo (Arquivo da autora)	121

Figura 85 - Entremeios: da esquerda para a direita: molde plástico, papel toalha, tecido de algodão e direto no solo (Arquivo da autora)	121
Figura 86 - buracos-moldes preenchidos (Arquivo da autora)	121
Figura 87 - Evolução dos testes no solo, 18º dia (Arquivo da autora)	122
Figura 88 - <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> crescendo no laboratório (Arquivo da autora)	125
Figura 89 - Moldes preenchidos com serragem colonizada com <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> , foto à direita mostrando o crescimento do micélio com 3 dias dentro do molde (Arquivo da autora)	125
Figura 90 - <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> - cilindro perfurado e semiesfera, 3 dias fora do molde, dentro de uma caixa plástica para manter a umidade (Arquivo da autora)	125
Figura 91 - <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> - semiesfera, 23 dias fora do molde (Arquivo da autora)	126
Figura 92 - <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> - cilindro, 23 dias fora do molde (Arquivo da autora)	126
Figura 93 – Parte inferior do <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> - cilindro, 23 dias fora do molde (Arquivo da autora)	126
Figura 94 - Montagem da exposição "Micélio": visão da vitrine e detalhe do <i>Ganoderma tendas (zonatum)</i> – cubo (Arquivo da autora)	128
Figura 95 – Cogumelos e lentes na vitrine, à esquerda; visitantes no corredor olhando a vitrine, à direita (Arquivo da autora)	129
Figura 96 – Mesas de luz com placas de Petri e espécies variadas em meio de cultura BDA. Experimentos com formas geométricas em micélio vivo de <i>Trametes villosa</i> (Arquivo da autora)	129
Figura 97 - <i>Trametes villosa</i> crescendo no bambu morto, NIMA - PUC-Rio (Arquivo da autora)	131
Figura 98 – Clonagem do <i>Trametes villosa</i> (Arquivo da autora)	131
Figura 99 - <i>Trametes villosa</i> com 6 dias de crescimento. Taxa de sucesso 1/5 (Arquivo da autora)	132
Figura 100 - Etapas de cultivo com <i>Trametes villosa</i> (Arquivo da autora)	132

*O que você faz quando seu mundo começa a ruir?  
Eu saio para caminhar e, se tiver muita sorte, encontro cogumelos. Cogumelos me trazem de volta aos meus sentidos, não apenas por suas cores e cheiros exuberantes - como as flores - mas porque surgem inesperadamente, lembrando-me da sorte de estar ali.*

**Anna Tsing**

## Introdução

Este trabalho é um insistente esforço de enxergar, estar e aprender com os fungos, e com a maneira que constroem mundos. A forma como se relacionam e negociam com o entorno pode nos dar pistas para entender melhor o planeta, suas transformações e o descompasso das crises humanas no recém-nomeado Antropoceno. Além de servir de inspiração para repensar e propor novas formas de estar, se relacionar e construir mundos.

Aos designers, engenheiros, arquitetos, artistas, criadores e construtores no geral, muito lhes interessa (ou deveria interessar) as maneiras de construção de mundos, principalmente em um planeta que pende a situações climáticas extremas e mudanças drásticas nas condições de vida.

O design certamente tem grande participação nesta situação, sendo ao mesmo tempo causa, consequência e quicá caminho. O design possibilitou as grandes acelerações e facilita os processos de industrialização, maquinação e objetificação do mundo natural. Em nome da modernização, do desenvolvimento e do progresso, agrava-se a ideia do humano como separado da natureza, levando à desconexão e às tantas crises planetárias presentes – ecológicas, sociais, subjetivas e afetivas.

No entanto, o design também tem grande potencial para transformações nos modos de vida e de percepções de mundo. É ponte entre disciplinas, conhecimentos e pessoas, facilita adaptações, molda comportamentos, participa ativamente das transições de eras e traduz mundos entre si.

Por isso a insistência no design. E a vontade de colaboração para a iminente e urgente reconfiguração da disciplina, partindo de uma perspectiva mais ecológica, aterrada, integrada e comprometida com a continuidade dos ciclos de vida e morte. Reafirmando a importância de repensar nossos modos (humanos) de estar na Terra, e o modo como criamos as coisas que nos cercam. Considerando outros materiais, outros processos, outros objetivos, outras lógicas, outras parcerias de criação, e até mesmo outras ontologias.

Neste trabalho, buscamos<sup>1</sup> oportunidades de mudança de paradigma dentro do design. A partir do estudo das relações, ontologias e paisagens multiespécies (Haraway, 2023; Krenak, 2019; Margulis, 1998; Tsing, 2019; Van Dooren *et al.*, 2016) e de abordagens ecossistêmicas, passamos pelo biodesign (Collet, 2017; Karana *et al.*, 2018; Keune, 2021; Myers, 2018) e focamos na possibilidade de um design disposto a compartilhar processos e resultados com outros seres.

Para dar conta de comunicar essas outras possibilidades de relações e ontologias, pegamos emprestado termos e conceitos de autores que já estão especulando e construindo outros mundos pela linguagem. Aproveitamos a introdução para apresentar os principais e mais recorrentes termos usados ao longo do texto, como um glossário, buscando facilitar a leitura.

Começamos pela *simpoiese*, um conceito central no texto e presente no título. A *simpoiese* é emprestada de Donna Haraway, bióloga e filósofa, que diz:

*Simpoiese* é uma palavra simples, que significa "fazer-com". Nada se faz por si só; nada é realmente autopoietico ou auto-organizado. [...] os seres da Terra *nunca estão sós*. Esta é a implicação radical da *simpoiese*. *Simpoiese* é uma palavra apropriada para designar sistemas complexos, dinâmicos, responsivos, situados e históricos. Ela descreve a mundificação conjunta, em companhia. (Haraway, 2023, p. 111)

Como uma forma de delimitar o “fazer” que queremos tratar na pesquisa, usamos no texto o termo “fazer-design-com”. Parte do capítulo 3.2 é dedicada à *simpoiese*, onde aprofundaremos o conceito. Também de Haraway (2023), usamos a noção de *response-ability*, a qual traduzimos livremente por habilidade de resposta, que entendemos como o conjunto de práticas que se pode cultivar no fazer coletivo e multiespecífico para responder com habilidade às situações complexas mundanas, sem paralisar. Haraway (2023) brinca muito com as metáforas do solo: *composto*, *húmus*, ativando o que ela chama de criaturas ctônicas e tentaculares – habitantes das profundezas, que conferem uma resistência subterrânea aos esforços civilizatórios dos humanos da superfície.

---

<sup>1</sup> No texto, faço uso da primeira pessoa do plural para evidenciar o caráter coletivo que o trabalho busca operar. É pensado e feito com ajuda de muitas mentes, corpos e micélios, mas quando me refiro ao nós, estou trazendo principalmente os fungos com os quais compartilhei a pesquisa e meu orientador, Carlo Franzato. Não posso ignorar também a influência das autoras e autores que leio, e de outros pesquisadores com quem convivo nos grupos de pesquisa: Laboratório de Design Socioambiental Ecotopias (PUC-Rio) e LADA: Laboratório de Design e Antropologia (ESDI - UERJ).

No texto, no lugar dos tentaculares ou ctônicos, escolhemos nos referir aos **Terranos** como os seres aterrados, próximos à Terra, fazendo referência aos *Terrains* de Bruno Latour (2020). Para Latour, os Terranos são o que devemos vir a ser para ter espaço na guerra de Gaia; são a oposição aos “Modernos” e seus projetos de *humanidade* esterilizada e capitalizável, que extermina humanos e não-humanos, e que tem nos levado ao fim de um mundo habitável (Latour, 2020). Os Terranos podem ser humanos e não-humanos, que vivem e estão em guerra pela vida na Terra, superfície e subsolo. Nesse sentido, usamos o verbo **aterrar** e seus derivados para designar o movimento de aproximar-se da matéria da Terra (ibid.).

Próximos a essa linha de pensamento estão os *novos materialistas*, um campo da filosofia contemporânea do qual fazem parte Bruno Latour, Donna Haraway, Tim Ingold, e tantos com quem converso nessa pesquisa. Na dissertação, no entanto, não me arrisco a aprofundar em nenhuma corrente filosófica, tampouco discuti-las, aproveitando somente termos que nos ajudam a pensar a prática do design. Dos *novos materialistas*, pegamos a noção que desenvolvem de “**matéria**”, como forma de nos referirmos ao micélio, evitando reduzi-lo a material/recurso:

A motivação comum para esse "giro materialista" é a percepção de uma negligência ou diminuição da matéria na tradição euro-ocidental dominante como uma substância passiva e intrinsecamente desprovida de significação. No que se tornou uma espécie de lema de fato, os novos materialistas rotineiramente enfatizam como a matéria é "viva", "vívida", "vibrante", "dinâmica", "agente" e, portanto, *ativa* (Gamble *et al.*, 2021).

Também como forma de evitar a redução da matéria, no texto escolhemos usar “**coisa**” ao invés de “objeto”, em referência a Tim Ingold, que discursa sobre a agência das coisas e a importância de trazê-las de volta à vida (Ingold, 2012). Ele diz que, ao gerar formas, estamos seguindo e negociando com os fluxos e correntes dos materiais (Ingold, 2022). Ideia que introduz o conceito de *correspondência* (Ingold, 2016), e que será mais bem trabalhado no capítulo 3.2.

Esses termos nos ajudam a pensar e expressar as ideias do projeto. E funcionaram também como artifícios para nos ajudar a lidar com os desafios de escrever sobre “fazer-design-com”. Há uma necessidade de redefinição de si e da linguagem que acompanhe essas noções mais amplas da matéria viva, porosa e simpoiética no design, disciplina que naturalmente nos direciona à funcionalidade e ao utilitarismo. Esse é um exercício que ainda está em processo na pesquisa, então aproveito para

me desculpar por possíveis deslizos da linguagem ao escrevermos sobre design, estética, padrões métricos e propriedades estruturais e materiais.

A antropóloga Anna Tsing, que acompanha os cogumelos Matsutake, é outra grande referência para a dissertação, inspirando também na linguagem que usa para exprimir suas ideias. Alguns dos termos que pegamos emprestados são: a **coordenação**, que é a justaposição temporal que permite que espécies trabalhem juntas para criar condições de vida; as biológicas ou ecologias **ferais** (*feral*, no singular), que ela explica:

Em inglês, o termo “feral” (feral) se refere a animais que escaparam da domesticação. Ampliamos o termo para destacar como seres vivos e não vivos podem ganhar novos poderes ao se associarem aos projetos humanos modificadores da terra, da água e da atmosfera que chamamos de infraestruturas (Tsing, 2021, p. 177)

Ainda, a autora apresenta a ideia de **paisagens multiespécies**, ela diz que “a paisagem é um ponto de encontro para os atos humanos e não humanos, e um arquivo de atividades humanas e não humanas do passado” (Tsing, 2019). Esse termo foi um ponto de partida para entender as ideias de *worlding* (fazer mundos), e logo, *worlding-with* (fazer mundos com), termo bastante usado por Donna Haraway (2023) que foi traduzido como **mundificação/mundificar**. Ambos nos ajudam a entender melhor as práticas de fazer-design-com fungos, uma vez que os fungos são seres que crescem espacialmente, e criam lugares, paisagens e mundos.

Os fungos são excelentes parcerias para entender o ecossistema Terrestre, sendo eles os seres que tramam os pontos de interesse desta pesquisa. Eles evocam metáforas valiosas acerca das interdependências e da comunicação interespécies, trazem diferentes noções de tempo e espaço, e são agentes da decomposição, dos fins e novos inícios. Têm sido estudados por cientistas e designers como matriz de materiais compósitos, com muito potencial de aplicação na arquitetura e no design. Além disso, eles podem nos ajudar a diluir alguns conceitos que temos pré-estabelecidos sobre nossa própria vivência, como exemplo a noção de indivíduo, de competição, de permanência e até mesmo do que entendemos como humano, a fim de nos apresentar outras perspectivas.

Os fungos habitam a Terra há cerca de um bilhão de anos (Sheldrake, 2021), um número quatrocentas vezes maior que os primeiros representantes do gênero *Homo* – os *Homo Sapiens* que surgem mais de 2 milhões de anos depois. Um estudo

de Evert e Eichhorn (2014) traduz com êxito esses tempos de uma forma acessível para a temporalidade humana (Figura 1).

Os autores dividem o tempo biológico em uma escala de 24h, desde a formação da Terra até os dias de hoje. Nessa representação, vemos a marca de um bilhão de anos atrás entre 18h e 19h da tarde, quando surgiram os primeiros fungos; e o aparecimento da espécie *Homo* nos últimos 30 segundos de existência do planeta (Evert & Eichhorn, 2014).

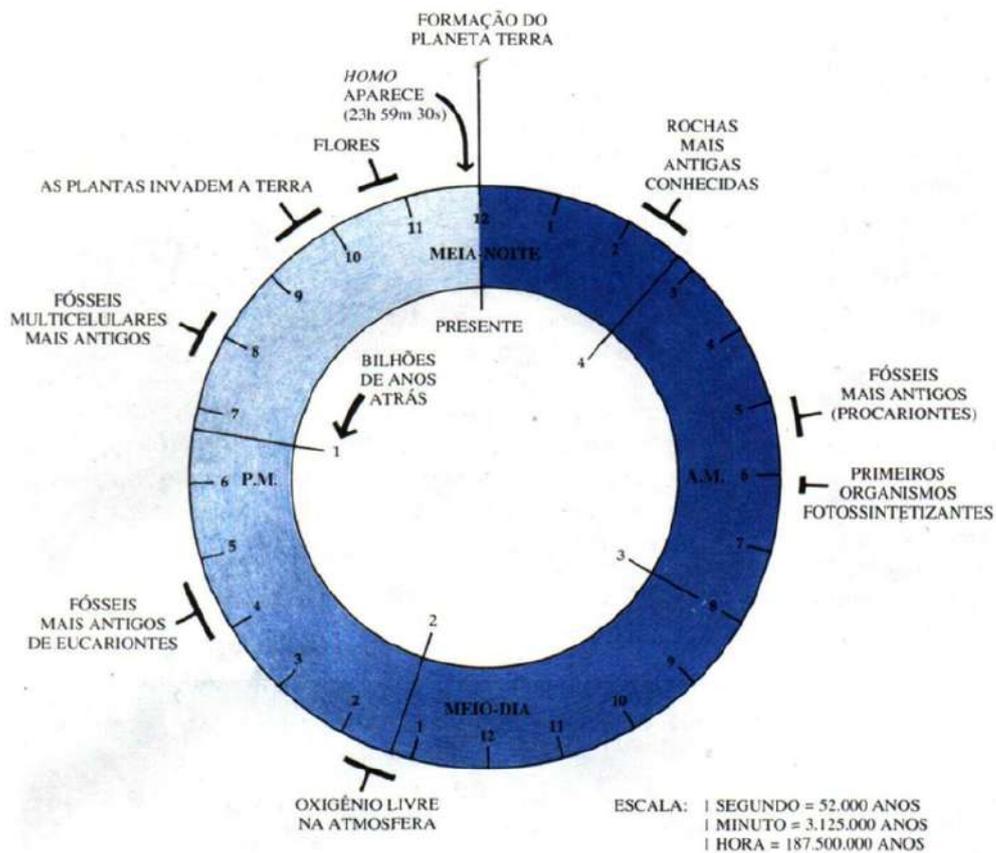


Figura 1 - Tempo biológico em uma escala de 24H (Evert & Eichhorn, 2014, p. 10)

Fungos e humanos são apenas dois dos milhões de seres – entre bióticos e abióticos - que coexistem na Terra e que fazem ela ser o que é, com as condições que asseguram a vida de seus habitantes. Recém-chegados, os humanos deveriam estar mais atentos às dinâmicas planetárias pré-existentes.

Os fungos, por exemplo, permitiram que os seres vivos, outrora aquáticos, começassem a habitar a terra firme. Esta mudança de habitat só foi possível graças à colaboração entre algas e fungos, que foram transformando o ambiente terrestre.

Os fungos disponibilizaram nutrientes das rochas e minerais e permitiram o transporte de água para as algas. Essa associação deu origem às plantas (Sheldrake, 2021; Lutzoni *et al.*, 2018). “O que chamamos de “plantas” são na verdade fungos que evoluíram para cultivar algas e algas que evoluíram para cultivar fungos” (Sheldrake, 2021, p. 145).

A parceria entre algas e fungos já rendeu muita vida. O líquen – também fruto desta associação, é figura marcante quando falamos de relações simbióticas (Figura 2). O resultado da colaboração entre dois reinos distintos possibilita existências em condições inimagináveis e desafia hipóteses científicas. Sheldrake pontua: “Até hoje, os líquens confundem nosso conceito de identidade e nos forçam a questionar onde um organismo termina e outro começa.” (Sheldrake, 2021, p. 83).

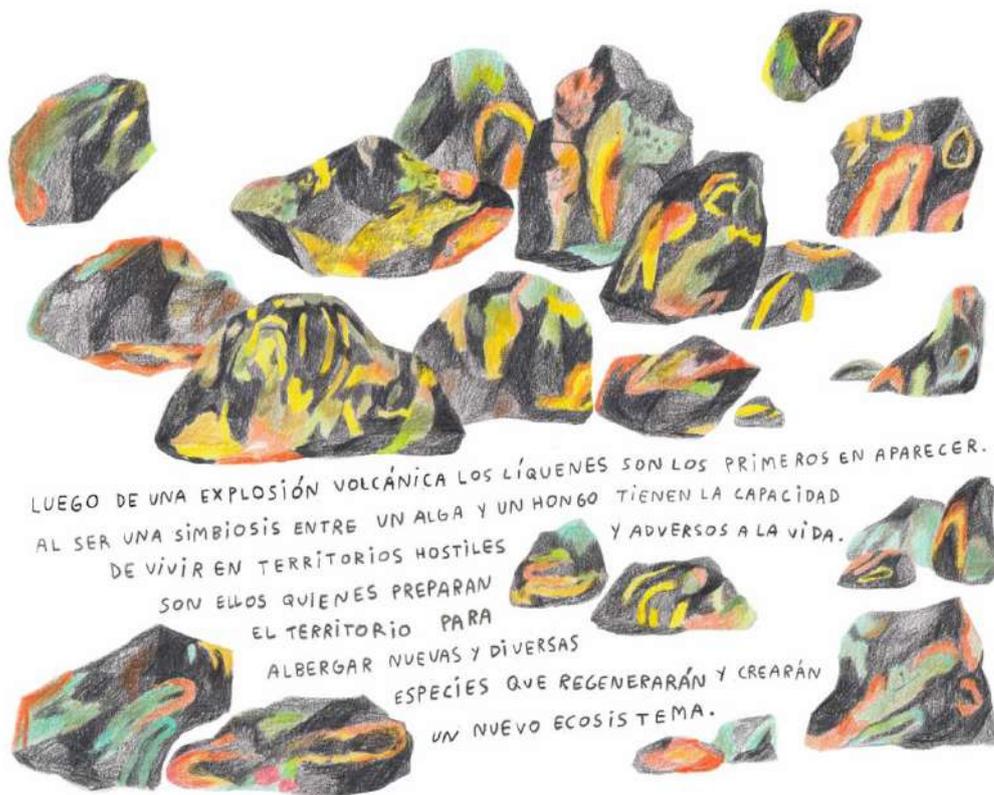


Figura 2 - Ilustração de Francisca Alvarez. Diarios de naturaleza, 2020. Na ilustração, está escrito: “depois de uma explosão vulcânica os líquens são os primeiros a aparecer. Por ser uma simbiose entre uma alga e um fungo têm a capacidade de viver em territórios hostis e adversos a vida. São eles que preparam o território para abrigar novas e diversas espécies que regenerarão e criarão um novo ecossistema.” (Tradução da autora. Créditos: Francisca Alvarez)

Estes exemplos e observações nos ajudam a pensar nas relações entre organismos, e na ideia de indivíduo. A simbiose é definida pela bióloga Lynn Margulis

como a intimidade entre organismos de diferentes espécies. “Os parceiros nas simbioses – os simbioses - habitam um mesmo espaço e tempo, tocando um ao outro ou até mesmo dentro um do outro” (Margulis, 1999, p. 2, tradução da autora).

Margulis (1999) acredita que o mundo é feito em simbioses, ela elaborou a teoria da endossimbiose, sugerindo que a evolução das espécies se dá em maior grau e escala pela colaboração do que pela competição. Todos os organismos dependem de relações simbióticas. Alguns exemplos das simbioses com os humanos são os ácaros nos cílios, as espiroquetas na gengiva, e as bactérias e fungos no intestino. Grande parte dessas relações são indispensáveis para nossa sobrevivência (Margulis, 2020).

Com seus dois gritos de guerra: “Somos todos líquens” e “Jamais fomos indivíduos”, Gilbert (2012) nos convida a repensar o corpo, e a existência como coletiva. Ele afirma que somos simbioses “em termos genéticos, evolutivos, anatômicos, fisiológicos, neurológicos e ecológicos” (Gilbert *et al.*, 2012, apud Haraway, 2023, p. 57).

Perceber nossa própria existência como intrincada e emaranhada em outros seres pode nos ajudar a entender como é impossível a separação do humano com o que chamamos “natureza”. Somos interdependentes com outros seres bióticos e abióticos, e do ecossistema no qual fazemos parte. Anna Tsing (2019) complementa o assunto com alguns questionamentos:

Quem somos nós? Noventa por cento das células em nossos corpos não têm uma assinatura genética; elas são bactéria. No entanto elas estão conosco, e nós precisamos delas. Nossos corpos vêm a ser através delas. Para além de nossos corpos, nós não podemos sobreviver sem paisagens multiespécies. Nós nos tornamos quem somos através de agregados multiespécies. Nós somos mais parecidos com fungos micorrízicos do que imaginamos. Isso faz uma enorme diferença para nossas teorias de ação "humana" no mundo. Como os humanos podem agir como uma força autônoma se o nosso "nós" inclui outras espécies que fazem de nós quem somos? [...] **O que pode significar para um agregado multiespécie atuar sobre o mundo?** (Tsing, 2019, p. 73, negrito da autora)

A partir destas reflexões, e dando seguimento às perguntas de Tsing, algumas questões foram formuladas para nos ajudar a pensar como os humanos têm construído mundos. E qual é a contribuição do design? Como temos agido conjuntamente com outras espécies? Que outros modos de fazer mundo já estão sendo praticados?

Há muitos modos de fazer mundos, mesmo entre humanos (Escobar, 2018; Krenak, 2019; De La Cadena & Blaser, 2018). O convite dessa investigação é prestar atenção nesses outros modos possíveis e exercitar novos hábitos dentro do design, pensando como agregado multiespécies simbiótico e considerando intercâmbios de ontologias e modos de vida de humanos e de outros-que-humanos.

Aprender a trabalhar e conviver consciente e dialogicamente com outros seres é uma oportunidade de encontrar e criar novos mundos dentro de um, expandindo capacidades, ampliando possibilidades e encontrando ânimo para “ficar com o problema” (Haraway, 2023, título) e encontrar “vida nas ruínas do capitalismo” (Tsing, 2022, subtítulo). Donna Haraway sugere que formemos “parentescos em linhas de conexão inventivas como uma prática para aprender a viver e morrer bem uns com os outros em um presente espesso” (Haraway, 2023, p. 1). Acreditamos que o trabalho criativo com os fungos apresenta um potencial de caminhos e encantamento (Simas & Rufino, 2020). Manusear os micélios, encontrá-los na mata ou no supermercado, oferecer-lhes nutrientes, vê-los crescendo, assistir à decomposição da matéria e o frutificar dos cogumelos, cada um à sua maneira, nos aproxima de um universo antes invisível, que nos abre à compreensão da vida multiespécies, do cuidado, e do movimento contínuo das transformações. O design pode ajudar a tornar visíveis outras formas de convivência.



A proposta de pesquisa é, finalmente, investigar e experimentar a *simpoièse* como prática de projeto, estando atenta aos dilemas e às oportunidades de fazer-design-com. Entendemos as práticas simpoiéticas até aqui como uma abertura às intimidades interespecíficas, de forma consciente, à vista de uma mentalidade da natureza como parceria de criação e convivência, não como recurso. Esta abordagem implica assumir outras temporalidades e imprevisibilidades nos processos de design, estando abertos a aprender formas de dialogar e negociar através da observação e do convívio.

A pesquisa é também um exercício de integração das ideias e especulações de autores anteriormente mencionados, como Donna Haraway, Anna Tsing, Bruno

Latour e Tim Ingold, ao campo do design. Partindo da problemática separação Cultura/Natureza e da ilusão da independência e hegemonia humana, observamos o design sendo utilizado como ferramenta de dominação, reforçando dicotomias e acelerando processos de descoordenação e desconexão.

Diante desse cenário, buscamos outras formas de fazer design que sejam coerentes com a preservação da habitabilidade do planeta. Identificamos no biodesign uma abertura e, assim, uma possibilidade para repensar as práticas projetuais. Para isso, nos inspiramos nos modos de fazer mundo de outros humanos e não humanos que já vêm praticando um fazer multiespecífico, emaranhado, situado e cuidadoso.

O objetivo geral da pesquisa é contribuir para um biodesign próximo da *simpoiese*, mais alinhado com uma perspectiva ecossistêmica e relacional, a partir das referências projetuais mapeadas e dos ensinamentos proporcionados pelos fungos durante as práticas experimentais.

Os objetivos específicos são:

- Transpor o conceito da *simpoiese* para práticas de fazer;
- Apresentar um panorama dos projetos que conversam com a *simpoiese*;
- Listar os dilemas e questões éticas da prática de cultivo com fungos;
- Conscientizar sobre a diversidade da funga da Mata Atlântica;
- Definir diretrizes iniciais para um design nos princípios da *simpoiese*.

Como fazer-com pode colaborar para um design mais consciente, aproximando-nos da realidade Terrana multiespécies, em vista de um mundo onde natureza e cultura não sejam antônimos? É possível fazer-com no design? Não sabemos, mas convidamos os fungos para tentar.

A metodologia do projeto é prático-teórica e segue o método de pesquisa *Research through Design* (RtD), além de contar com uma bibliografia interdisciplinar. Fundamenta-se em conceitos e termos como a *simpoiese*, e as *imersões apaixonadas*. As *imersões apaixonadas*, propostas nos estudos multiespécies de Van Dooren *et al.* (2016) sugerem um mergulho no universo de outros seres, buscando entender como criam e compartilham o mundo, atentos ao que importa a eles, e nos deixando ser afetados enquanto aprendemos a cuidar e coexistir. Na pesquisa, entendemos

essas imersões apaixonadas não só como um aprofundamento teórico, mas principalmente como metodologia, atenta na convivência para pesquisar-com.

Procuramos desse modo despertar a curiosidade sobre o universo fascinante dos fungos, defendendo que “uma pesquisa interessante é a pesquisa conduzida sob condições que tornam os seres interessantes” (Despret apud Haraway, 2023, p. 229). Procuramos usar a *simpoiese* de Haraway (2023) também como guia metodológico.

Para o embasamento teórico da pesquisa, selecionamos uma bibliografia interdisciplinar abrangendo temas de design, artes, tecnologia, filosofia, antropologia e biologia. Os autores que têm grande participação na pesquisa são: a bióloga e filósofa Donna Haraway, os antropólogos Anna Tsing, Bruno Latour e Tim Ingold; as designers/estúdios de design Svenja Keune, Carole Collet, Aléa Works, Pedro Biz *et al.*; as artesãs Yanomami e a comunidade Khasi, a artista Glicéria Tupinambá; as escritoras Yasmine Ostendorf-Rodriguez e Ursula K. Le Guin; o ativista e líder indígena Ailton Krenak, e os biólogos Merlin Sheldrake e Lynn Margulis.

Seguindo a proposta metodológica, foi feita uma imersão teórica no universo dos fungos, para conhecer e apresentar aos leitores esses seres, que são exímios construtores de ecossistemas simbióticos. Para isso, nos apoiamos em livros e artigos do campo da micologia, da botânica e de ecologia, e como resultado, escrevemos o primeiro capítulo da dissertação, intitulado: “O Micélio Permite Mundos”. Neste capítulo abordamos os fungos no sentido biológico e ecológico, atentos aos modos como vivem e criam seus espaços e relações. No subcapítulo “Alianças Multiespécies”, destacamos a relação íntima dos fungos com as formigas.

No segundo capítulo trabalhamos com a pergunta “como os humanos têm construído mundos?” Oferecendo um contexto do recém-nomeado Antropoceno e do design moderno, mostrando propostas de caminhos do design para a sustentabilidade. Aqui buscamos um aprofundamento teórico da bibliografia selecionada para o estudo e melhor entendimento da *simpoiese*, facilitando a transposição do termo para o design. Nos dois subcapítulos, aprofundamos os campos do design que trabalham com outros seres que não humanos, como o biodesign e o design multiespécies. Ao final, apresentamos a proposta de um design simpoiético, aproveitando o conceito de Haraway como adjetivo.

Como um dos objetivos da pesquisa é apresentar um panorama dos projetos simpoiéticos, fizemos um mapeamento dessas iniciativas, fichamos algumas, procurando entendê-las melhor, e montamos um atlas visual (CreaTures, 2020; Franzato *et al.*, 2024; FutureMaterialsBank, 2020; Meroni, 2007; Tsing, 2021; Warburg, 2009). Os projetos são escolhidos a partir da noção da simpoiese: se têm caráter multiespecífico, se são situados e se propõem uma tentativa de diálogo ou cultivam uma relação consciente com o ser vivo participante. Não determinamos restrições quanto à localização dos projetos, à disciplina que se inserem, ou aos seres envolvidos.

Essa etapa da metodologia foi muito importante para uma melhor compreensão da *simpoiese* na prática e como uma forma de divulgação e compartilhamento do estudo, uma vez que o atlas está disponível *online* na plataforma *hotglue.me*. O *atlas simpoiese*, como escolhemos chamar, pode ser acessado pelo *link*: <https://atlassimpoiese.hotglue.me>. A plataforma *hotglue.me* permite a composição de imagens, vídeos e gifs em uma página em branco, assemelhando-se a um processo de colagem digital. Cada imagem no atlas está vinculada a um vídeo, website, catálogo de exposição, álbum de música e outros conteúdos linkados à imagem do projeto referente.

As inspirações para este formato de pesquisa são o *Atlas Mnemosyne* do historiador de arte alemão Aby Warburg (2009), o *Feral Atlas* organizado por Anna Tsing *et al.* (2021), o website *CreaTures* (2020), o livro *Creative Communities. People Inventing Sustainable Ways of Living*, de Anna Meroni (2007), e a plataforma *Future Materials Bank* (2020), uma colaboração entre a universidade *Central Saint Martins* e o grupo *Green Art Lab Alliance*. O atlas está presente na dissertação no terceiro capítulo.

O quarto e último capítulo é um registro das experimentações práticas com os micélios, acompanhado de reflexões sobre “fazer-design-com fungos”.

Essa etapa dá continuidade às minhas práticas com o micélio, iniciadas em 2020. Como bolsista de iniciação científica do laboratório NANO - UFRJ (Núcleo de Artes e Novos Organismos), tive acesso e incentivo para iniciar minha pesquisa e prática com materiais biológicos e biodegradáveis, aprendendo e desenvolvendo técnicas adaptadas para a produção e cultivo de materiais, ganhando familiaridade

com o tema. Meu primeiro contato com os fungos foi em função do desenvolvimento do projeto final da graduação em Desenho Industrial na UFRJ, intitulado *RUMA: Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração* (Acioli, 2021). Naquele momento, fascinada com o mundo dos fungos, comecei a questionar as interações entre humanos e não humanos, e as relações que se formam durante os processos de manipulação dos micélios e na criação multiespécies (Figura 3).



Figura 3 - Cultivo de RUM\_A com compósito de micélio, 2020 (Arquivo da autora)

Assim, vejo essa parte da pesquisa como uma continuação da minha prática com fungos, dessa vez focada em aprimorar e experimentar um cultivo alinhado com os princípios da *simpoiense*, compreendendo o micélio como um participante ativo com quem devemos negociar para a formação de coisas. Permitindo-nos aprender com os fungos por meio da prática.

O método de pesquisa adotado, *Research through Design* (RtD) baseia-se em processos experimentais, práticos e reflexivos. Para compreendê-lo melhor, recorri aos textos de Frayling (1993) e à revisão de literatura sobre os aspectos da RtD elaborada por Godin e Zahedi (2014).

O RtD enfatiza o processo de design como uma forma de investigação, na qual os projetos são concebidos e desenvolvidos como experimentos para gerar conhecimento. Nessa abordagem, o design é um meio para explorar diferentes possibilidades e adquirir conhecimento por meio da prática e do processo, em interação com o ambiente, com o material e com os tantos elementos que envolvem um projeto. Conforme Godin e Zahedi, "o pesquisador aprende sobre seu objeto de pesquisa a partir da evolução constante do artefato, o que permite a criação de um diálogo com o material" (Godin, Zahedi, 2014, p. 6, tradução da autora).

Considero um bom exemplo de RtD a experiência “Hertzian Tales” desenvolvida por Antony Dunne e relatada no livro homônimo (2008). Trata-se de uma obra precursora na qual a experiência perpassa as diversas fases de uma RtD, com explorações empíricas a partir de premissas teóricas e intenções projetuais. Vale ressaltar, no entanto, que o autor não nomeia explicitamente a abordagem metodológica. A experiência de Dunne (2008) culmina em uma exposição, o que serviu de referência para a apresentação dos processos da pesquisa. Inspirados nesse modelo, realizamos a exposição *Micélio* durante a Semana de Design da PUC-Rio, em 2024, como parte do processo da dissertação.

A partir das considerações apresentadas em relação à metodologia, decidimos iniciar os experimentos tendo em mente as noções da *simpoiése* adquiridas ao longo da pesquisa. A atenção foi direcionada para gerar possibilidades de diálogo com os fungos e identificar as contradições que emergiam do processo. Dessas contradições, definimos dilemas. Essas contradições foram sistematizadas como dilemas, os quais orientaram as decisões e atitudes tomadas nos experimentos. Procuramos então mapear tais dilemas e questões éticas na prática de cultivo com fungos, para então formular diretrizes iniciais para uma atitude simpoiética no design. Apresento aqui os dilemas do processo experimental:

**Dilema 1:** Com tamanha diversidade no universo dos fungos, por que trabalhar sempre com as mesmas espécies?

**Dilema 2:** Qual é o campo mais propício para experimentar-com? É melhor optar pelo cultivo interno (laboratorial/casa) ou externo (no solo)?

**Dilema 3:** Devemos tirar o cogumelo do habitat natural e levar para o laboratório?

**Dilema 4:** Devemos intervir nas contaminações?

**Dilema 5:** Devemos experimentar o cultivo no solo com espécies que não foram coletadas no local?

**Dilema 6:** Com que espécies queremos fazer-design-com?

Os dilemas 1 e 2 orientaram escolhas fundamentais para o início da pesquisa, sendo o ponto de partida para as experimentações. A primeira decisão foi relacionada ao dilema 2: que iríamos experimentar o cultivo dos fungos diretamente no solo, *in loco*, indo até eles; buscando uma mudança de perspectiva do trabalho em

laboratório, onde extraímos as espécies de seus habitats naturais para crescê-las em ambientes artificiais. Dessa forma, tentariamos interferir o mínimo possível e poderíamos observar as simbioses e outros entrelaçamentos naturais com o ambiente no decorrer do fazer.

Para viabilizar essa abordagem, procuramos um pedaço de solo na universidade, que nos foi cedido pelo NIMA - PUC-Rio (Núcleo Integrado de Meio Ambiente). Essa prática do cultivo *in loco* foi inspirada nos trabalhos da fotógrafa Sanna Kanisto (Figura 4), que leva seu estúdio de fotografia para dentro da floresta, e no método de trabalho do coletivo *Aléa Works* (2021), que consiste em crescer o micélio no subsolo com moldes cavados na terra (Figura 5).



Figura 4 - *Private Collection*, 2003 (Créditos: Sanna Kanisto, <https://sannakannisto.com>)



Figura 5 - Cultivo do micélio no solo (Créditos: Aléa Works, <http://aleawork.com>)

A segunda decisão importante foi trabalhar apenas com espécies locais, encontradas no NIMA, que está inserido em território de Mata Atlântica. A partir do dilema 3, os fungos nos mostraram que os caminhos para fazer-com são complexos e imprevisíveis, envolvendo ajustes entre experimentações no solo e no laboratório, desafios relacionados às estações do ano e o encontro com um fungo patógeno (Figura 6). No capítulo quatro, os experimentos são relatados em ordem cronológica, organizados de acordo com as espécies e as épocas do ano, funcionando como um diário de campo. Trabalhamos com os fungos *Pleurotus sp.* no outono de 2023, *Pleurotus djamor* no outono de 2024, *Ganoderma zonatum* no inverno de 2024 e *Trametes villosa* na primavera de 2024. Os dilemas permeiam os experimentos, direcionando-os e atravessando-os.

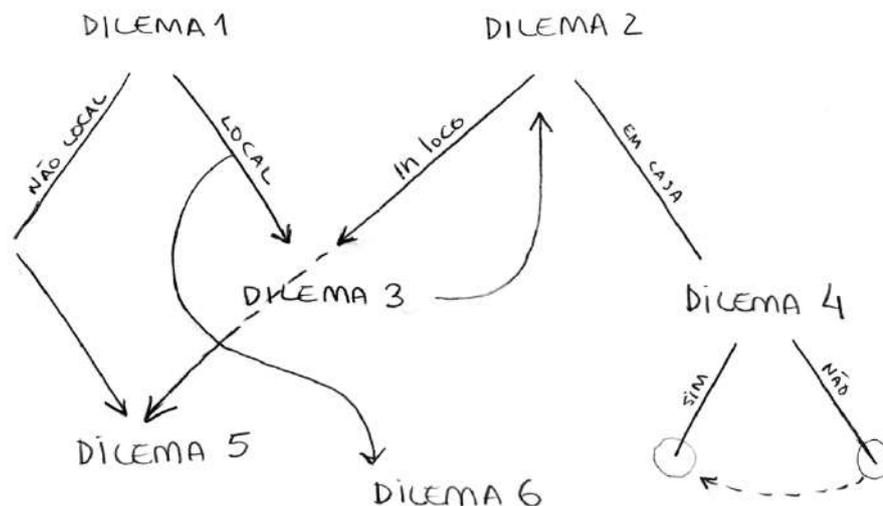


Figura 6 - Mapa dos dilemas. Mostrando que a divisão em dois caminhos é insuficiente, e que houve muitos desvios, atalhos, cortes bruscos, atravessamentos e oscilações no percurso da pesquisa (arquivo da autora)

As considerações finais trazem reflexões sobre o fazer-com fungos, a *simpoi-ese* no design e no biodesign, respondendo a algumas questões e formulando outras. Discutimos a possibilidade de estabelecer novas relações no processo de criação de produtos/materiais/coisas, assim como na pesquisa, diante dos desafios de *fazer mundos*, de viver e morrer bem uns com os outros.

A seção está organizada em quatro pontos, que são ponderações sobre os temas abordados na pesquisa, articuladas com as elucidações provindas da prática e da convivência com os fungos. São eles: o tempo e a presença; a importância e

beleza de se fazer design de forma situada, local e biodiversa; os desafios de lidar com o controle e o diálogo interespecífico; e, por fim, uma reflexão crítica e propositiva para o campo do biodesign, sugerindo sua aproximação cada vez maior com os princípios e ontologias simpoiéticos e Terranos, alinhados às práticas de mundialização multiespécies.

Nem os bichos nem as pessoas poderiam ter existido ou resistido se não pudessem contar uns com os outros por meio de práticas curiosas e contínuas. Vinculados a um passado ainda em curso, eles avançam juntos em presentes espessos e futuros ainda possíveis. (Haraway, 2023, p. 239)

## 1 Micélio permite mundos

O micélio é o corpo dos fungos multicelulares, estrutura viva e metabolicamente ativa que sustenta o crescimento, a nutrição, a reprodução e a interação desses organismos com o ambiente. O micélio é formado por uma intrincada rede de hifas – células filamentosas e tubulares – que permite que os corpos fúngicos sejam dinâmicos e adaptativos (Figura 7). Conforme Merlin Sheldrake, biólogo e ecólogo,

O micélio representa o mais comum dos hábitos dos fungos e pode ser mais bem entendido não como uma coisa, mas como um processo – uma tendência irregular e exploratória (Sheldrake, 2021, p. 14).

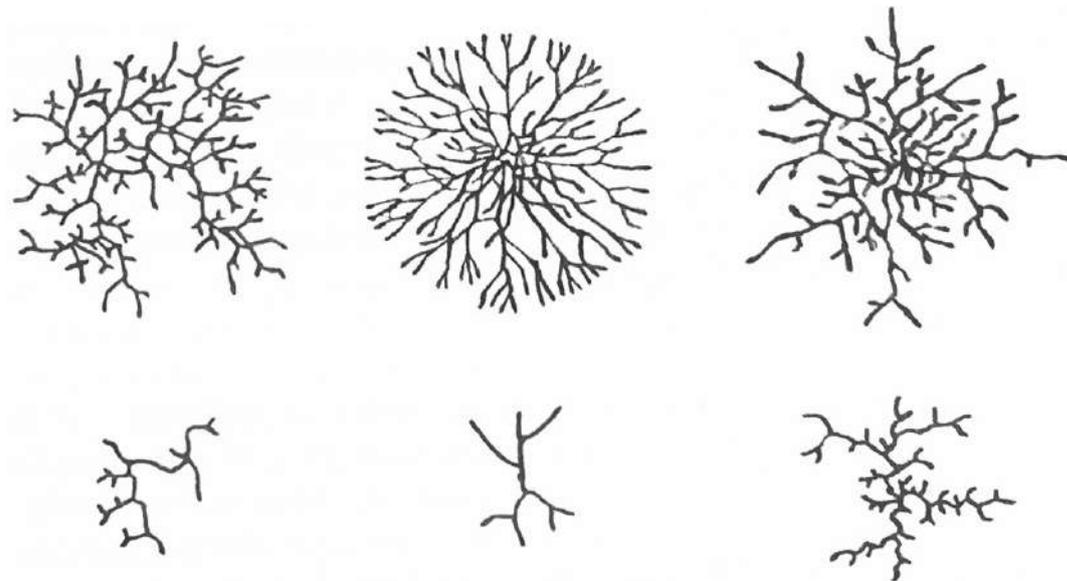


Figura 7 - Crescimento micelial em *Boletus*, *Tricholoma* e *Amanita* (Sheldrake, 2021, p. 62)

Ele complementa dizendo que os micélios são “um corpo sem contorno” (Sheldrake, 2021, p. 59), referindo-se à capacidade dos fungos de expandirem-se em múltiplas direções simultaneamente, e redesenharem-se a partir das condições do ambiente. Ainda, em contraste com os corpos dos animais – organizados em estruturas fixas – os fungos não se limitam a contornos preestabelecidos. E não têm um órgão definido como sendo o “controle central” como acredita-se ser o cérebro para os humanos. Segundo Sheldrake (2021, p. 60), “o controle é disperso: a coor-

denaço micelial ocorre em todos os lugares ao mesmo tempo e nenhum lugar específico”. Essa descriço destaca a complexidade, a liberdade e a inteligéncia dos corpos-micéios.

Para além de sua existência biológica, o micélio também pode inspirar outros modos de viver e pensar. A artista, curadora e escritora Yasmine Ostendorf-Rodriguez em seu livro *Let’s become fungal! Mycelium teachings and the arts* investiga como o modo de vida micelial pode inspirar caminhos para imaginarmos e nutrirmos outros modos de trabalhar, nos organizar e relacionar uns com os outros. Ostendorf-Rodriguez (2023) propõe que a estrutura do micélio oferece lições sobre colaboração, interdependência e adaptação. Em suas palavras, o micélio é

uma rede tramada como fios de fungos, que opera principalmente no subsolo, e consiste em hifas — plural de hifa, as membranas auto-adaptativas que ajudam a unificar diferentes ecossistemas por meio da troca de recursos (Ostendorf-Rodriguez, 2023, p. 6).

Ao trazer essa noção do micélio com o trabalho de Ostendorf-Rodriguez (2023), propomos um olhar ampliado sobre os fungos, considerando não apenas seu papel ecossistêmico, mas também sua dimensão filosófica e simbólica, como uma sabedoria ecossistêmica capaz de inspirar formas de resiliência em tempos de crise, e nos mostrar que há “possibilidade de vida nas ruínas” (Tsing, 2022).

A escolha do título deste capítulo – “O Micélio Permite Mundos” – reflete essa capacidade criativa e relacional dos fungos. Além de remarcar que nós, seres vivos, vivemos em terra firme graças às ações de parceria entre fungos e algas, pois antes somente os meios aquáticos eram habitáveis. Por meio do micélio, somos convidados a imaginar outras formas de existência e interação em diversos níveis, do ecológico ao “individual”.

A partir dessa introdução, continuaremos explorando o universo dos fungos: seus comportamentos, importâncias ecossistêmicas, curiosidades, relações com o ambiente e outros organismos, bem como os movimentos atuais pela conservação de sua biodiversidade. Assim, este capítulo busca não apenas informar, mas também inspirar novas percepções e formas de agir em um mundo de tramas multiespécies.

## 1.1 Modo de vida dos fungos

Fungos são organismos que fazem parte do reino Fungi (Figura 8). Eles se distinguem e assemelham em vários aspectos dos demais reinos de seres vivos: Plantae (plantas), Animalia (animais), Monera (bactérias) e Protista (protozoários). Os fungos são todos eucariotos (têm célula com núcleo definido e protegido por uma membrana), podem ser micro ou macroscópicos, unicelulares – como as bactérias e protozoários – ou multicelulares – como as plantas e os animais.

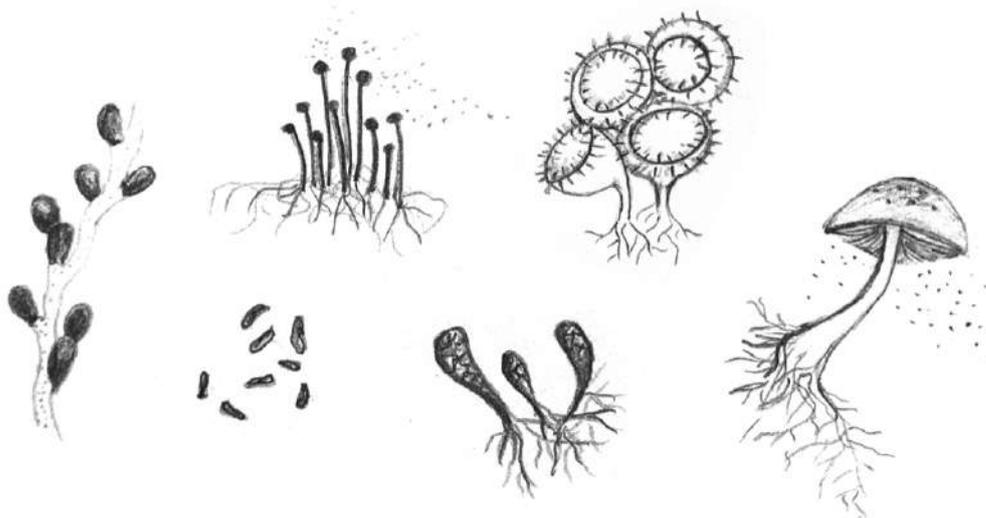


Figura 8 - Algumas representações fúngicas (arquivo da autora)

Por muito tempo, os fungos foram considerados como parte do reino Plantae, mas conforme os estudos no campo da biologia e microbiologia avançaram, esses seres com modo de vida particular ganharam um reino próprio. Das principais diferenças entre os dois reinos está a forma de aquisição da energia, sendo as plantas fotossintetizantes e os fungos decompositores. Além disso, a parede celular dos fungos é constituída principalmente de quitina, mesma substância encontrada nos exoesqueletos de insetos e crustáceos, o que os torna mais resistentes à degradação microbiana (Evert & Eichhorn, 2014).

O reino que mais se aproxima molecularmente do Fungi é o Animalia (Evert & Eichhorn, 2014) e “a diferença entre animais e fungos é simples: os animais colocam comida em seus corpos, enquanto os fungos colocam seus corpos na comida” (Sheldrake, 2021, p. 61), caracterizando-os como seres osmotróficos.

Todos os fungos são heterótrofos, ou seja, dependem de outros organismos para absorver os nutrientes e a energia necessária à sua sobrevivência. Eles secretam enzimas sobre a fonte de alimento para liberar moléculas, e então as absorvem ou disponibilizam para outros. Nesse sentido, existem três classificações que distinguem como adquirem seus nutrientes: os fungos que se alimentam de matéria orgânica morta disponível no ambiente são saprófitos; Os que se alimentam de matéria orgânica viva de forma predatória são parasitas; E os que convivem de maneira benéfica mútua com outros organismos vivos são chamados simbioses. (Evert & Eichhorn, 2014).

Os fungos são os principais agentes da decomposição e da transformação da matéria orgânica. Eles integram a microbiota do ambiente em que vivem e são elementares para o equilíbrio dos ecossistemas, pois fazem com que nutrientes essenciais voltem a fazer parte dos ciclos biogeoquímicos. No processo de decomposição, eles quebram as moléculas de carbono, nitrogênio e outros compostos do solo e do ar, possibilitando o reaproveitamento desses componentes por outros seres vivos (Evert & Eichhorn, 2014).

Quando multicelulares, os fungos apresentam o micélio. As células que compõem o micélio são as hifas, elas possuem estruturas tubulares, e são divididas por septos (Figura 9). Pelas hifas, os fungos transportam água, carbono, nutrientes, hormônios e informações, fazendo do micélio uma imensa rede de transações.

A ecóloga Suzanne Simard (2022) pesquisa essas redes miceliais subterrâneas nas florestas do Canadá, e descreve a ocorrência da comunicação entre espécies vegetais e alguns microrganismos, como os fungos. O ponto de contato entre as espécies são as micorrizas: órgão compartilhado formado por raízes finas de plantas e as hifas (Simard, 2022).

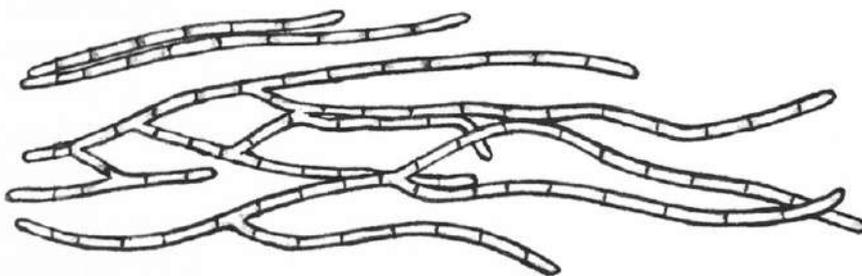


Figura 9 - Hifas septadas (Sheldrake, 2021, p. 71)

As hifas crescem pelas extremidades e se ramificam, compondo tramas que podem chegar a quilômetros de extensão e interligar florestas inteiras (Sheldrake, 2021). O fungo *Armillaria ostoyae* na floresta do Oregon é considerado o maior organismo vivo do mundo, com 75 hectares de extensão e estimativa de 2.500 anos de idade (Anderson *et al.* 2018). A velocidade do crescimento dos micélios varia de acordo com a espécie e o ambiente. Segundo Evert e Eichhorn (2014), alguns fungos podem produzir mais de 1km de micélio em apenas 24h, e às vezes o crescimento pode ser observado a olho nu (Sheldrake, 2021).

Embora estejam entre os seres mais antigos da Terra, a história evolutiva primitiva dos fungos permanece um mistério. Uma descoberta recente publicada na *Nature* (Loron *et al.*, 2019) sugere que um fóssil datado de 1 bilhão a 890 milhões de anos pode representar um fungo ou seu ancestral. Se confirmada, essa descoberta antecipa em meio bilhão de anos a origem dos fungos, remodelando nossa compreensão sobre seu papel na construção da biosfera.

Até hoje, pouco mais de 100 mil espécies de fungos foram descritas pela ciência (Evert & Eichhorn, 2014), mas estima-se que existam entre 2,2 a 3,8 milhões de espécies; isso significa que não conhecemos nem 90% dos fungos do planeta (Hawksworth & Lücking, 2017). Embora a maior parte dos fungos seja terrestre – habitantes do subterrâneo – conhecemos cerca de 500 espécies que vivem em ambientes marinhos e muitos outros que habitam águas doces (Evert & Eichhorn, 2014). A diversidade de espécies de fungos em um ambiente é influenciada pela época do ano, pela condição climática (umidade, temperatura), pela composição química e pH do solo, e pelas relações locais de fauna, flora e funga (Carvalho, 2012). A enorme variedade de fungos permite que eles estejam em muitos lugares.

A reprodução dos fungos ocorre majoritariamente por esporos – unidades de reprodução e dispersão – e pode ser sexuada ou assexuada. A reprodução sexuada caracteriza-se pela troca de material genético e ocorre a partir da produção de órgãos reprodutivos específicos – como os cogumelos –, a liberação de esporos, e a fusão das células de dois indivíduos distintos. Na reprodução assexuada, os esporos germinam sem a necessidade da mistura de material genético. Outras formas de reprodução assexuada são a fragmentação das hifas, e o brotamento, comum em leveduras (Evert & Eichhorn, 2014).

Os esporos, além de unidades de reprodução, são também essenciais para a dispersão dos fungos. Eles podem ser muito pequenos, leves e secos, sendo facilmente transportados pelo ar; ou úmidos e pegajosos, aproveitando a mobilidade de insetos e outros artrópodes para sua distribuição (Evert & Eichhorn, 2014). Uma curiosidade sobre os esporos é sua profusão na atmosfera, já que surpreendentes 50 milhões de toneladas são dispersados por ano (Hassett *et al.*, 2015). Essa abundância de esporos, como investigado por Hassett *et al.* (2015), não está relacionada somente à reprodução dos fungos, mas também a um papel no ciclo das águas, ajudando na condensação das nuvens, servindo de núcleo para formação de gotas de chuva (*ibid.*).

Por serem leves e minúsculos, os esporos podem viajar quilômetros pelo ar, tornando possível a dispersão de fungos entre continentes (Větrovský *et al.*, 2019), o que faz da distribuição geográfica dos fungos muito ampla e diversa. Eles estão presentes nas cidades, nas florestas tropicais, nos desertos, nos solos e mares congelados da Antártida e em tantos outros ambientes que se pode imaginar.

Essa ampla dispersão dificulta a classificação entre nativos, endêmicos<sup>2</sup> ou invasores e embaralha algumas concepções de limites geográficos. Na maior parte dos casos, o que define a presença das espécies em determinado local são características do solo, vegetação e clima, fazendo com que a diversidade e distribuição de fungos esteja diretamente relacionada às condições adequadas para que eles prosperem (Větrovský *et al.*, 2019). Os casos de endemismo em fungos ocorrem normalmente quando há uma limitação na dispersão de esporos (*ibid.*). Além disso, é comprovado que os humanos também têm grande participação no deslocamento geográfico dos fungos, uma vez que os transportam por interesses econômicos e comerciais (Evert & Eichhorn, 2014).

Os fungos são divididos em seis grandes grupos: Microsporídeos, Quitirídeos, Zigomicetos, Glomeromycota, Ascomycota e Basidiomycota. Os Microsporídios são unicelulares e vivem como parasitas dentro de outras células. Os Quitirídeos são predominantemente aquáticos, e possuem células móveis flageladas. Eles podem ser parasitas ou saprófitos. Os mofos e bolores que dão nos alimentos são

---

<sup>2</sup> Quando a espécie/organismo/população ocorre somente em uma região geográfica específica, dizemos que é endêmica.

exemplos clássicos dos Zigomicetos, eles se reproduzem por esporos. Os Glomeromycota são simbioses e vivem em associação com plantas, com as raízes formam as micorrizas (Evert & Eichhorn, 2014).

Os filos Ascomycota e Basidiomycota compreendem os fungos maiores, mais conhecidos e estudados. Ascomycota é o filo com a maior variedade de espécies e modos de vida, podendo ser uni ou multicelulares, reproduzir-se sexuada ou assexuadamente, e relacionarem-se como simbioses, parasitas ou saprófitos (Evert & Eichhorn, 2014). As leveduras representam os Ascomycota unicelulares, e têm grande importância na culinária, assim como muitos outros fungos que fazem parte desse filo, como as trufas, o Morel e o *Penicillium roqueforti* – responsável pela fermentação dos queijos Roquefort, Gorgonzola e Azul.

Os fungos do filo Basidiomycota são sempre multicelulares, com hifas septadas. São amplamente representados pelos cogumelos de chapéu (*Agaricus*, *Amanita*, *Lentinus*, *Pleurotus*, entre outros gêneros) e os orelha-de-pau (*Ganoderma*, *Trametes*). A parte experimental dessa pesquisa foi em conjunto com os fungos basidiomicetos *Pleurotus djamor*, *Ganoderma zonatum*, e *Trametes sp.*

Do ponto de vista humano, os fungos têm um papel notável em inúmeras áreas. Na alimentação, são responsáveis pela fermentação do pão, da cerveja, do vinho e de queijos. Na medicina, os fungos revolucionaram o tratamento de doenças com a descoberta da penicilina, derivada do fungo *Penicillium*. Eles também estão na vanguarda da inovação tecnológica e ambiental: na produção de combustíveis como o etanol, na degradação de material radioativo e nas alternativas ao agrotóxico. O micólogo e empreendedor Paul Stamets (2005) fala dos fungos como aliados na recuperação do solo com técnicas como a micoremediação, uma forma de descontaminação do solo usando micélio para degradar toxinas e poluentes, e os micopesticidas, uma alternativa aos pesticidas utilizados atualmente.

Outra possibilidade que os fungos oferecem é o micélio como matriz para compósitos, uma área de pesquisa que tem avançado significativamente nos últimos anos. Suas aplicações abrangem diversos setores, como a indústria de embalagens, interiores, mobiliário, têxtil e construção civil; além de experimentações artísticas, arquitetônicas e de design. O micélio apresenta-se como uma alternativa promissora aos materiais convencionais e industriais, oferecendo vantagens em relação à sus-

tentabilidade ambiental e adaptação climática, seguindo uma lógica de reaproveitamento de resíduos orgânicos, aliado a um baixo consumo energético e uma pegada de carbono neutra ou até negativa.

Além disso, ao final de sua vida “útil”, materiais feitos de micélio podem retornar à terra como nutrientes, sendo completamente biodegradáveis e digeridos por outros fungos e microrganismos. O micélio, ser vivo e dotado de agência, também nos abre horizontes de possibilidades para criações multiespécies e ecossistêmicas, promovendo novas formas de coexistência e colaboração dentro das áreas criativas, construtivas e projetuais.

## 1.2 Alianças Multiespécies: Formigas e Fungos

Os fungos são seres intrinsecamente simbióticos, cultivando relações íntimas com diversos organismos. São muitos os exemplos que poderíamos citar, como os líquens – resultado da associação entre fungos e algas –, as micorrizas – órgãos comuns entre plantas e fungos, e o uso de fungos rizomorfos por diversos pássaros, para a confecção de ninhos. Dentre tantas, escolhemos destacar a aliança entre formigas e fungos, pois ela ajuda a pensar nas possibilidades de *simpoiese*, um dos temas centrais dessa pesquisa e que será aprofundado adiante, no capítulo 3.2.

Gosto de dizer que me inspiro nas formigas para cultivar fungos. Elas são especialistas nisso, com pelo menos 50 milhões de anos de experiência (Cain *et al.*, 2017). A tribo de formigas *Attini* compreende um grupo de pelo menos 200 espécies conhecidas como formigas cultivadoras de fungos. Essas formigas desenvolveram uma relação simbiótica com algumas espécies de fungos, construindo câmaras subterrâneas próprias para o cultivo, os chamados “jardins de fungos”. Um formigueiro pode ter centenas dessas câmaras de cultivo, que variam em tamanho, mas podem chegar a um metro de comprimento (Cain *et al.*, 2017; Pallasmaa, 2024).

Para alimentar os fungos, elas coletam materiais orgânicos como: folhas, flores, sementes, frutas; depois maceram e processam, adicionando enzimas. Essas enzimas, provenientes de secreções globulares e fecais, ajudam a enriquecer o substrato e a prevenir a proliferação de bactérias e fungos invasores, que podem ameaçar o equilíbrio do formigueiro (De Fine Licht & Boomsma, 2010; Masiulionis, 2013).

Os fungos simbiotes, por sua vez, retribuem produzindo estruturas especializadas e nutritivas chamadas gongilídeas (Figura 10), que servem como principal fonte de alimento para as formigas desse grupo (*Attini*) (Cain 2017; Masiulionis, 2013).



Figura 10 - (a) Câmara típica e jardim de fungos do ninho de *M. smithii*; (b) Staphylae mostrando gongilídios no jardim de fungos de *M. smithii* (x8); (c) Estafilos de *M. smithii*; (d) Gongilídios de *M. smithii* (x400) (Masiulionis, 2013, tradução pela autora)

Um dos aspectos mais impressionantes dessa relação é a forma como as formigas garantem a perpetuação de seus fungos simbiotes. As saúvas (*Atta*) e as quenquém (*Acromyrmex*), por exemplo, cultivam um fungo específico (*Leucoagaricus gongylophorus*) que é passado de geração em geração pelas rainhas. Quando um ninho vai ser formado, a jovem rainha leva para a nova colônia um pedaço do fungo para reiniciar o cultivo da mesma linhagem da colônia mãe (Masiulionis, 2013).

Existem também formigas do grupo *Attini* que não se restringem aos fungos passados de geração em geração. Elas coletam alguns exemplares de Basidiomicetos da família Lepitaceae (ordem Agaricales) que crescem no solo (Masiulionis,

2013) e os cultivam. Outras formigas ainda, não necessariamente do grupo das *At-tini*, se alimentam de hifas de fungos selvagens que elas forrageiam, sem necessariamente coletar para cultivá-los.

A relação simbiótica entre formigas e fungos não se encerra na alimentação. Formigas dos gêneros *Lasius*, *Azteca* e *Crematogaster* criam hifas e micélios para construção (Dejean *et al.*, 2023, Mayer *et al.*, 2023). Os fungos do filo Ascomycota fortalecem as paredes e corredores dos formigueiros, além de auxiliarem na defesa e higiene do ninho, secretando compostos antibactericidas. Em troca, as formigas os alimentam com néctar e melado, e eliminam fungos competidores (Dejean *et al.*, 2023).

Essas formigas constroem com micélios algumas infraestruturas: as paredes dos ninhos, as galerias e corredores (Figura 11), e os ninhos conhecidos como *carton nests* (ninhos de papelão) (Figura 12). Essa relação mutualística ocorre principalmente com formigas que habitam árvores, seja em cavidades no interior do tronco ou mesmo na parte externa, onde os ninhos de papelão costumam ocorrer, presos a galhos e folhas.



Figura 11 - Passarelas de “papelão” construídas por formigas *Azteca brevis*, feitas com micélios e partículas orgânicas (Nepel *et al.*, 2014, tradução pela autora).



Figura 12 - Ninhos de papelão presos em árvores. Feitos por formigas *Crematogaster*, reforçados por fungos Chaetothyriales, de estrutura quebradiça. (Dejean *et al.*, 2023).

O substrato para o micélio é composto em sua maior parte por restos vegetais processados pelas formigas: madeira, folhas, e talos mastigados, além de resíduos do próprio formigueiro (Mayer *et al.*, 2023). As formigas do gênero *Lasius* misturam as partículas fibrosas com uma solução rica em açúcares, fazendo uma polpa que serve de base para as construções e como nutriente para o fungo (Pallasmaa, 2024).

Os fungos cultivados pelas formigas para fins estruturais são os Ascomicetos das ordens Capnodiales e Chaetothyriales, que crescem naturalmente nos formigueiros das formigas citadas (Mayer *et al.*, 2023, Pallasmaa, 2024). Esses fungos são parte dos “Black Fungi”, um grupo caracterizado pelas hifas melanizadas, capazes de suportar estresse físico do ambiente – pois ficam expostos, nas superfícies e não no interior/subterrâneo, como os fungos de micélio branco (Mayer *et al.*, 2023). Esses fungos são filamentosos e têm crescimento lento e apical. Enquanto crescem, as partes mais antigas e distantes dos ápices aos poucos envelhecem e morrem, mas mantêm suas propriedades estruturais, tendo a quitina como principal componente (Dejean *et al.*, 2023).

Uma observação interessante de pesquisadores da relação formigas-fungos (Dejean *et al.*, 2023, Mayer *et al.*, 2023) são as diferentes características do composto criado, variando de acordo com a espécie de formiga e qual o fungo com o qual ela trabalha. Alguns subgêneros de formigas *Crematogaster* constroem as paredes de papelão dos ninhos exclusivamente com os fungos Capnodiales, resultando em um composto muito firme e espesso. Já outros subgêneros das *Crematogaster* e a maioria das *Aztecacs*, cultivam fungos Chaetothyriales, e apresentam seus ninhos de papelão bem mais frágeis e quebradiços (Dejean *et al.*, 2023, Mayer *et al.*, 2023).

Um ponto interessante das relações simbióticas que envolvem o “cuidado” ou cultivo, é que, em certo momento, quando se questiona demais a relação, percebemos que é difícil distinguir quem está cultivando quem. São as formigas que cuidam dos fungos (dando abrigo e alimento) ou os fungos que cuidam das formigas (dando alimento e abrigo)?

A relação entre fungos e formigas é um exemplo claro de interdependência e coevolução, e uma inspiração para essa pesquisa, que procura entender essas formas de simbiose nos processos de criação e construção de coisas.

## 2 Fazer design no Antropoceno

Como os humanos têm construído mundos?

Contextualizando o Antropoceno/ Plantationceno/ Capitaloceno, etceteraceno

Existem milhares de formas de se fazer mundos. Os humanos experimentam fazer mundos há mais ou menos 200.000 anos, e desde então, uma variedade de organizações sociais e estruturais formaram distintos modos de se habitar o planeta. Muitos historiadores e arqueólogos se dedicam a identificar evidências de civilizações urbanas antigas e de povos nômades, cada um com sua crença, arquitetura, forma de comunicação, política e cultura alimentar.

Os mesopotâmios, passando pelos hindus, gregos, maias, a civilização na Amazônia equatoriana e muitos outros – alguns dos quais jamais conheceremos por não deixarem rastros – todos viveram em um período que, até agora, conhecíamos como Holoceno, um período de ressurgimentos que sucede os períodos glaciais conhecidos como Era do Gelo (Pleistoceno).

Entretanto, o modo de vida de alguns grupos de humanos tem levantado questionamentos sobre a continuidade do Holoceno e a possível transição para uma nova era geológica. Contaminação e depredação de áreas naturais, aumento do gás carbônico na atmosfera, extinções em massa, superação da massa biológica pela massa artificial e elevação da temperatura média do planeta, são alguns dos desequilíbrios que temos presenciado, ações que marcam negativamente a biosfera Terrestre.

Por volta dos anos 2000, alguns geólogos começaram a debater sobre a proposição de uma nova época geológica, o Antropoceno, que marcaria a presença humana na crosta Terrestre (Crutzen & Stoermer, 2000). Crutzen e Stoermer defendem a proposta, explicitando os impactos das atividades humanas em diversos níveis, atmosféricos e geológicos, e escalas, inclusive globais.

O termo gera muito debate e coleciona críticas, deixando mais clara a disputa de narrativas pela qual estamos passando. Se tornou assunto recorrente em encontros, não só de geologia, mas de antropologia, filosofia, história e, logo, também nas artes e no design. Em meio às discussões, novos termos foram levantados, como

*Capitaloceno* (Malm, 2016; Moore, 2017), *Plantationceno* (Haraway *et al.*, 2016), *Chthuluceno* (Haraway, 2015), entre outros.

Tsing (2020) chama atenção para o cuidado que se deve ter para não confundir o período com a confirmação da capacidade do humano de dominação sobre a natureza e do triunfo das ideias de progresso, afirmando que “a chave do termo é nos fazer perceber o quanto não estamos no controle” (Tsing, 2020, s. p.).

Malm (2016) e Moore (2017) questionam a amplitude do termo, argumentando que generalizar o *anthropos* torna o termo inexato. Eles procuram então situar o nome em relação ao tempo histórico e político, propondo o *Capitaloceno*, na tentativa de direcionar a responsabilidade. Débora Danowski e Eduardo Viveiros de Castro (2015) são mais diretos, e dão nomes aos responsáveis imediatos que estariam na linha de frente da “Guerra de Gaia”<sup>3</sup>. Eles fazem uma lista das companhias responsáveis por grande parte das emissões de gases de efeito-estufa na atmosfera, os bancos, corporações e governos que estimulam a extração de combustíveis minerais e o desmatamento; pondo em xeque a noção do *anthropos* como sujeito universal, “capaz de agir como um só *povo*” (Danowski & Viveiros de Castro, 2015, p. 121).

Em *Anthropologists are talking - about the Anthropocene*, Haraway (2016) argumenta que centralizar uma nova época geológica somente no “*Anthropos*”, como espécie humana isolada, não contempla os modos de vida contemporâneos, intrincados com outros seres, na agricultura, na medicina, e de tantas outras formas. Tsing (2021) propõe o “Antropoceno mais-que-humano”, chamando atenção para o papel de diversos seres vivos e não vivos na destruição da habitabilidade da Terra ao se unirem em projetos industriais e imperialistas humanos. Para ela, o Antropoceno marca uma era de quebra das coordenações – justaposições temporais multi-espécies que permitem a habitabilidade do planeta (Tsing, 2019).

Scott Gilbert (Haraway *et al.*, 2016) propõe que o Antropoceno está mais próximo de um período de transição do que uma época geológica, como foram outros

---

<sup>3</sup> “A guerra de Gaia é uma guerra de mundos, e não um conflito sobre o estado presente e futuro do mundo, porque não estamos discutindo se há ou não aquecimento global, ou um colapso ambiental em curso (...). Trata-se, em suma, de decidir *em que mundo nos queremos viver*” (Danowski, Viveiros de Castro, 2015, p.122)

períodos de extinção em massa na Terra<sup>4</sup>. Em concordância com Gilbert, Haraway complementa:

Penso que o nosso trabalho é fazer com que o Antropoceno seja o mais curto/enxuto possível. Devemos cultivar conjuntamente, de todas as maneiras imagináveis, épocas por vir que possam reconstruir refúgios (Haraway, 2023, p. 181)

Apesar das críticas contundentes, é inegável o efeito reflexivo e gerativo que o Antropoceno como termo já proporcionou até então nas culturas ocidentais (Haraway *et al.*, 2016; Latour, 2020; Tsing, 2020). O termo, com seus dilemas e controvérsias, motiva um pensamento crítico que, para além do nome, busca compreender o período que estamos vivendo, as relações, modos, causas e consequências, provocando debates entre diferentes áreas das ciências, encorajando “pesquisas interdisciplinares como uma resposta urgente aos desafios contemporâneos no mundo e nas ciências” (Bubandt *in* Haraway *et al.*, 2016, p. 538, tradução da autora).

Um debate acirrado acerca da nova época geológica é sua data de início, que envolve noções da história, sociologia e antropologia, mas também uma questão geológica física que seria a assinatura humana nos estratos Terrestres, o marco que determinaria o fim do Holoceno, a chamada “cavilha de ouro”.

As especulações acerca da duração do Antropoceno vão desde a origem da espécie humana, com a descoberta e uso do fogo (Glikson, 2013); passando pelo início da agricultura (Foley, 2013); o início do sistema capitalista que coincide com as explorações coloniais e o crescimento do continente europeu, por volta de 1450 (Moore, 2017); o encontro entre o novo e o velho mundo, com a colonização das Américas, a partir do ano 1610 (Lewis, Maslin, 2015; Menezes, Souza, 2023); e a era das industrializações – a revolução industrial, no século XVIII (Crutzen & Stoermer, 2000; Malm, 2016).

A proposta de data mais recente seria a “Grande Aceleração” dos anos 1950, que acompanha o fim da Segunda Guerra Mundial, com a explosão das bombas nucleares em Hiroshima e Nagasaki e o consequente aumento da radioatividade atmosférica (Lewis & Maslin, 2015). A “Grande Aceleração” é marcada por “um crescimento significativo da população humana, grandes mudanças nas dinâmicas

---

<sup>4</sup> Segundo Elizabeth Kolbert (2015), estamos é um período de extinção em massa, pela sexta vez na história da Terra um grande número de espécies têm desaparecido em velocidade incomum.

naturais, e o desenvolvimento de novos materiais que vão de minerais a plásticos, de poluentes orgânicos persistentes a compostos inorgânicos” (Lewis & Maslin, 2015, p. 176).

É interessante observar como as propostas de “cavilha de ouro” parecem uma busca pelo momento em que os humanos (alguns deles) iniciaram sua tentativa de dominação e descolamento com a “Natureza”. Principalmente as datas mais recentes, coincidem com as noções do “Homem Moderno”, de Bruno Latour (1991). Segundo ele, essa separação entre natureza e sociedade não existe, nem nunca existiu realmente, e se sustenta por uma relação de poder e hierarquização entre os homens com promessas de desenvolvimento, industrialização, e modernização, que os diferenciaria dos humanos “selvagens” (Latour, 1991).

A noção de Antropoceno, no entanto, traz em si conflitos para os “Modernos”, uma vez que, sabendo da marca humana na geologia Terrestre, a separação Natureza – Humano se torna ainda mais irreal. “As forças geo-históricas não são *mais as mesmas* que as forças geológicas desde o momento em que se fundiram, em vários pontos, com a ação humana” (Latour, 2020, p. 194).

Um exemplo que expõe essa fusão são os “plastiglomerados”. Minerais-plásticos formados pela união de polímeros com rocha vulcânica, areia, conchas, e/ou outros sedimentos minerais (Figura 13). A geóloga Patricia Corcoran e o oceanógrafo Charles Moore, pioneiros na descrição do novo mineral, acreditam que o “estudo apresenta o primeiro tipo de rocha composto parcialmente por material plástico que tem forte potencial para atuar como marco global do Antropoceno” (Corcoran & Moore, 2014, p. 7).



Figura 13 - Dois exemplos de Plastiglomerados (Créditos: Andy Hughes, à direita; Decan Herald, à esquerda)

A arte logo responde aos estímulos planetários e científicos, propondo a experimentação e especulação para debater questões planetárias. Como exemplo, a exposição NEO MINERALIA (2023) contribui para a visualização das forças geológico-humanas, apresentando peças híbridas de formações “pós-minerais” com mesclas de elementos minerais e sintéticos (Figura 14). As especulações e experimentações dos artistas a respeito dos novos minerais tencionam e colaboram com o discurso das interferências antropogênicas e incorporações minerais, nos fazendo refletir sobre as dicotomias cultura/natureza, artificial/natural, sujeito/objeto.



Figura 14 - Obras minerais na exposição "NEO MINERALIA", 2023. À esquerda, obra de Sae Ronda; à direita, obra de Agnieszka Kurant (Créditos: <https://www.centerfor-craft.org/exhibition/neo-mineralia>)

Entender as histórias humanas como inseparáveis das histórias naturais-geológicas, pode nos ajudar a fazer histórias menos antropocêntricas, e aprimorar a sensibilidade para perceber e responder às consequências das ações antrópicas e das ruínas do capitalismo (Tsing, 2022). Haraway (2023, p. 65) chama isso de cultivar “respons-habilidade”, ou habilidade de resposta.

Haraway (2023) e Tsing (2022) nos chamam para resistir às falsas promessas de salvação do progresso moderno e reforçam a necessidade de formar parcerias para além das humanas, de modo a cultivar uma ecologia de práticas com atenção às dinâmicas Terranas. Nos convidam a nos vermos como parte intrincada e ativa das transformações e colapsos nesses tempos que temos chamado, entre tantos nomes, de Antropoceno (Tsing, 2022; Haraway, 2023).



Diante de tais questões, como o design tem respondido às turbulências do Antropoceno e das novas configurações climáticas? Como o design tem procurado ativar seus sensores Terranos? Como podemos ajudar a construir mundos por vir?

Escobar (2016) nos adianta que ao desenharmos o mundo, o mundo nos desenha de volta, e o que as culturas ocidentais modernas e desenvolvimentistas têm nos levado a desenhar são mundos simplificados de relações simplificadas, baseados nos dualismos. O design como conhecemos até então, e como ainda é praticado em sua grande maioria, auxilia na continuidade da alienação, focado na movimentação econômica e industrial, em nome do progresso e do desenvolvimento.

No entanto, algumas vertentes do design estão atentas ao Antropoceno e às questões climáticas, pensando e propondo diferentes caminhos para lidar com as transformações em curso. Alguns apostam na manutenção da habitabilidade do planeta por um viés mais holístico e integrado às tecnologias ancestrais e da terra, outros apontam para caminhos tecnológicos de soluções através de maquinários extraordinários, da inteligência artificial, ou da colonização de outros planetas, onde poderiam erguer novas biosferas.

O experimento *Biosfera 2* exemplifica bem uma tentativa de construção de um mundo pelos humanos. Em 1991, no Arizona, EUA, oito pessoas se fecharam dentro de um domo de oito andares com cinco biomas reproduzidos na parte interna (Figura 15). O objetivo era que os biosferanos ficassem dentro desse ambiente construído e segregado do meio por dois anos, como um protótipo para colônias espaciais, uma “solução” para o já anunciado desastre climático. Mas antes de completar metade do tempo previsto, os níveis de gás carbônico se elevaram e os habitantes – humanos e não-humanos –, foram surpreendidos pela falta de oxigênio e desnutrição (Spaceship..., 2020).



Figura 15 - Biosferanos na *Biosfera 2*, 1991. (Créditos: Peter Menzel)

O laboratório ambiental continuou até completar dois anos, com algumas alterações no plano e no protocolo, como, por exemplo, a injeção de oxigênio e abastecimento de comida. Do ponto de vista científico foi um fracasso, consideremos, no entanto, o valor do experimento para reafirmar a importância de cuidar do planeta em que estamos, que funciona.

*Biosfera 2* nos ajudou a entender o absurdo da separação entre o mundo natural e o humano. Não desconsiderando ou minimizando as tecnologias e os feitos da humanidade modernizada – precisaremos de muitas vias para lidar com os desafios do Antropoceno, e a tecnologia será de grande ajuda –, mas é importante enfatizar a complexidade da fé cega nos tecnosolucionismos.

A prepotência em acreditar que a solução seria uma reconstrução e reprodução das dinâmicas Terrestres, mostra o quão a ingênuos somos e quão pouco sabemos sobre as tais dinâmicas, feitas de incontáveis processos e seres, bióticos e abióticos ao longo de bilhões de anos. A hipótese de Gaia, formulada por James Lovelock e Lynn Margulis, defende a Terra como um superorganismo vivo que possui seu próprio funcionamento composto de processos que se interferem, se influenciam e se autorregulam (Lovelock, 1979). Entendendo a terra como um ser, tudo que a compõe colabora para a manutenção e mutação das existências, dos modos de vida e dos fenômenos.

A ideia de um mundo inteiramente novo, podendo ser construído do zero, é muito tentadora, mas insustentável. Diante do temor climático e das alterações no modo de vida, mais tentativas de isolamento virão, como as pesquisas bilionárias

de migração para outros planetas, e projetos como o da cidade sustentável *The Line*, na região de Tabuk na Arábia Saudita (Figura 16).

A cidade inteligente está sendo construída às margens do Mar Vermelho. Terá 170 quilômetros de extensão e 500 metros de altura, como um gigantesco prédio horizontal e espelhado atravessando o deserto. Sua finalização está prevista para 2030, sendo capaz de abrigar 9 milhões de pessoas. Seus investidores e projetistas promovem *The Line* como uma solução sustentável para a vida urbana, pois será alimentada 100% por energia renovável e terá emissão zero de carbono.

A maior parte do dinheiro para a construção do *The Line* vem do Fundo de Investimento Público da Arábia Saudita. E, enquanto o governo encaminha parte de seus investimentos para o megaprojeto “sustentável”, continua a financiar a extração de petróleo, sem previsão de redução. Além disso, a realidade das construções e as tecnologias disponíveis para sua realização não condizem com as expectativas, envolvendo conflitos com a população local, com casos de remoção forçada (BBC News, 2022).



Figura 16 - Projeto *The Line* (Créditos: NEOM, <https://www.neom.com/en-us/regions/the-line>)

Algumas dessas ideias vão de encontro às do grupo autointitulado “Ecomodernista”. Eles defendem o desacoplamento (“decoupling”) humano da natureza como solução para os impactos ambientais e questões climáticas. Eles acreditam que os humanos não devem depender tanto dos sistemas naturais para seu bem-estar

e para suprir suas necessidades. No lugar disso, devem “intensificar as atividades humanas — particularmente as atividades agrícolas, a extração de energia, a silvicultura e os aglomerados urbanos – de forma a ocupar menos áreas e interferir menos no mundo natural” (Asafu-Adjaye *et al.*, 2015, p. 7). Acreditam que o progresso tecnológico, econômico e humano pode nos levar a um “Bom, senão Ótimo Antropoceno” (Asafu-Adjaye *et al.*, 2015, p. 6).

*Biosfera 2* e *The Line* são projetos de design sustentável. Buckminster Fuller (1969) foi uma grande inspiração para a *Biosfera 2*. O projeto da cidade futurista no deserto envolve muitos designers para um planejamento do habitar do “futuro” e entrega uma estética futurista tecnológica. Humanos modernos sentem frenesi pela ideia e estética de futuro, e o design, inclusive o design sustentável, tem grande participação nisso. No documentário sobre a *Biosfera 2* (*Spaceship Earth*), a biosferana Jane Poynter diz ao entrar no domo: “Este é um momento incrível, o futuro chegou” (Spaceship..., 2020).

Ailton Krenak, ativista ambiental e líder indígena, alerta para os vícios na modernidade e nas mercadorias. “A maior parte das invenções é uma tentativa de nós, humanos, nos projetarmos em matéria para além de nossos corpos. Isso nos dá a sensação de poder, de permanência, a ilusão de que vamos continuar existindo” (Krenak, 2020, p. 13). O design colabora para a criação desses vícios, na ideia e na matéria.

A vertente do design sustentável que corrobora com uma visão de superação do humano em relação à natureza e que segue cegamente a lógica das mercadorias é preocupante, “o capitalismo quer nos vender até a ideia de que nós podemos reproduzir a vida. [...] A gente acaba com tudo e depois faz outro.” (Krenak, 2020, p. 46). Nessa lógica, continuamos criando objetos de desejo, renunciando uma coisa e trocando por outra mais nova e “sustentável” (Krenak, 2020), colaborando para as estratégias do *greenwashing*<sup>5</sup>. Krenak diz que “temos que parar de nos desenvolver e começar a nos envolver” (Krenak, 2020, p. 17).

No ocidente e em regiões modernizadas, estamos cada vez mais distantes das visões ecossistêmicas. Segundo Krenak (2019), nosso tempo se especializou em

---

<sup>5</sup> O termo em inglês pode ser traduzido como “maquiagem verde”, e é uma estratégia de marketing utilizada por empresas para desviar a atenção do público ou camuflar os reais impactos ambientais que a empresa causa.

criar ausências, nos apegamos a uma ideia de humanidade que é excludente e desconsidera outras realidades. Criamos uma visão da Terra como paisagem, um plano de fundo, onde tentamos controlar o cenário. Acontece que, com a crescente aceleração das transformações planetárias, percebemos cada vez mais que os humanos não estão no controle e que as paisagens são mais ativas do que imaginávamos.

Com algumas centenas de anos, a ciência moderna foi capaz de identificar, explicar, reproduzir, classificar e encaixotar milhares de espécies, leis físicas, reações químicas, biomas, fenômenos naturais e sociais. Mas ainda assim, pouco é conhecido sobre os efeitos das ações humanas sobre o globo Terrestre, e estamos apenas começando a vivê-las, com o aumento da temperatura e a acidificação dos oceanos, o acúmulo de lixo, as ilhas de plástico e os microplásticos na corrente sanguínea, as intoxicações por agrotóxicos, as pandemias e a perda de nutrientes do solo, dentre muitos outros que ainda vamos vir a conhecer.

Perante tal período de incertezas, alguns acreditam que o grande desafio do design é reestruturar-se para integrar-se a uma lógica ecossistêmica e Terrana, em maior harmonia com os sistemas naturais, compreendendo os humanos como parte integrante das paisagens multiespécies. Uma tendência daqueles que situam o design no Antropoceno é almejar um fim para tal época geológica, mirando em diferentes relações com o planeta, repensando o lugar do humano no pós-Antropoceno (Figura 17).



Figura 17 - Fungos *Ganoderma lucidum* se nutrindo de artefatos humanos, 2021 (Créditos: Valentina Biolab <https://www.instagram.com/valentina.biolab/>)

A partir deste posicionamento, o que é/será/seria um design que supera o antropocentrismo da “época dos humanos”? Um design em parcerias outras-que-humanas? Como fazer design com muitas espécies?

Um campo do design que está crescendo rapidamente devido às suas promessas de soluções sustentáveis e novas possibilidades de inovação é justamente o que une projetos humanos a outros sistemas biológicos. No entanto, os métodos pelos quais essa integração é realizada variam consideravelmente e, é importante estarmos atentos ao fato de que a inclusão de não-humanos nos projetos não é garantia para modos de projetar responsáveis e colaborativos. O próximo subcapítulo será dedicado à discussão sobre o design com seres vivos.

## 2.1 Biomimética, Biodesign, Design multiespécies

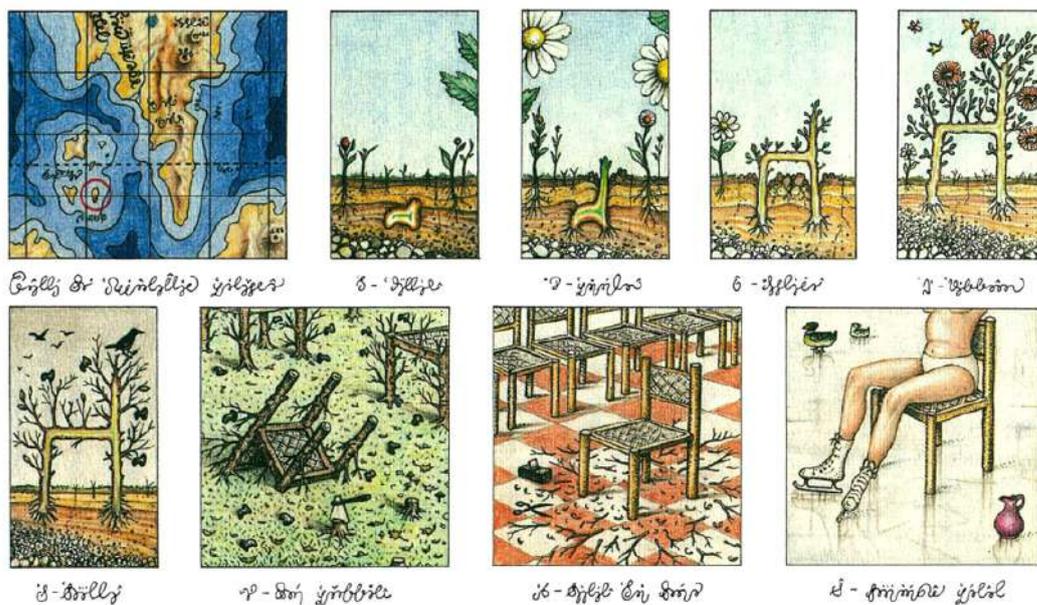


Figura 18 - Ilustração de Luigi Serafini em Codex Seraphinianus. (Serafini, 2013)

A interseção com a biologia está presente na história do design de várias formas. Na aplicação de materiais naturais com tecnologias de construção milenares, e em práticas que depois foram sendo nomeadas pela ciência ocidental moderna do século XX e XXI – como a biomimética e o biodesign. Na biomimética, os bio e ecossistemas são inspiração para soluções projetuais. O biodesign, por sua vez, incorpora e faz uso de sistemas vivos como parte do projeto.

A proposta de Janine Benyus, uma das pioneiras da biomimética, é que devemos estar mais atentos e aprender com a natureza. Segundo ela, "enfrentamos nosso dilema atual não porque as respostas não existam, mas porque simplesmente não estivemos procurando nos lugares certos" (Benyus, 2002, p. 17, tradução da autora). Ela descreve três maneiras com que devemos estar atentos à natureza: como modelo, como medida – ou parâmetro para validação de inovações –, e como mentora. De acordo com a autora, de fato, “uma vez que vemos a natureza como mentora, nossa relação com o mundo vivo muda” (Benyus, 2002, p. 17, tradução da autora).

A autora do livro *Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza* acredita que ver a natureza como exemplo a ser seguido e admitir sua inteligência, é uma forma de incentivar o respeito e relações mais coerentes com os sistemas vivos. Ela diz:

Não viemos aprender sobre a natureza para que possamos contorná-la ou controlá-la, mas para aprender com a natureza, para que possamos nos encaixar, finalmente e de forma permanente, na Terra de onde viemos (Benyus, 2002, p. 17, tradução da autora)

O biodesign difere da biomimética por necessariamente incluir organismos vivos como elementos integrantes do projeto de design e da fabricação de produtos. William Myers, autor do livro *Biodesign: Nature + Science + Creativity*, afirma que o biodesign vai além da inspiração na biologia, referindo-se à

Incorporação de organismos vivos ou ecossistemas como componentes essenciais, aprimorando o desempenho da obra final. Estende-se além da mimética para a integração, dissolvendo as fronteiras entre os ambientes natural e construído e sintetizando novos tipos híbridos (Myers, 2018, p. 8, tradução da autora)

Um exemplo de biodesign é o uso do micélio dos fungos como matriz de compósitos para a aplicação em produtos como embalagens, materiais de construção e painéis acústicos (Figura 19). O micélio é descrito pela biologia como um emaranhado de hifas que cresce e absorve nutrientes em um padrão semelhante a redes. Quando disponibilizamos os nutrientes em um formato específico, o micélio dos fungos cresce, se expande ao longo da matéria orgânica, colonizando-a e decompondo-a enquanto se estrutura. Se o fungo é interrompido no processo de colonização do substrato pelo calor, ele se estabiliza e esse conjunto ganha propriedades tanto do substrato quanto do micélio (Meyer, 2020; Alemu; Tafesse; Mondal, 2022).

O resultado é um material leve, biodegradável, atóxico, impermeável, isolante térmico e acústico. Pensando neste comportamento e propriedades, pesquisadores de diversas áreas, como do design, da arquitetura, engenharia e biotecnologia vêm estudando jeitos de dar forma e crescer produtos de uso humano junto a essa tecnologia micelial (Meyer, 2020; Alemu; Tafesse; Mondal, 2022).

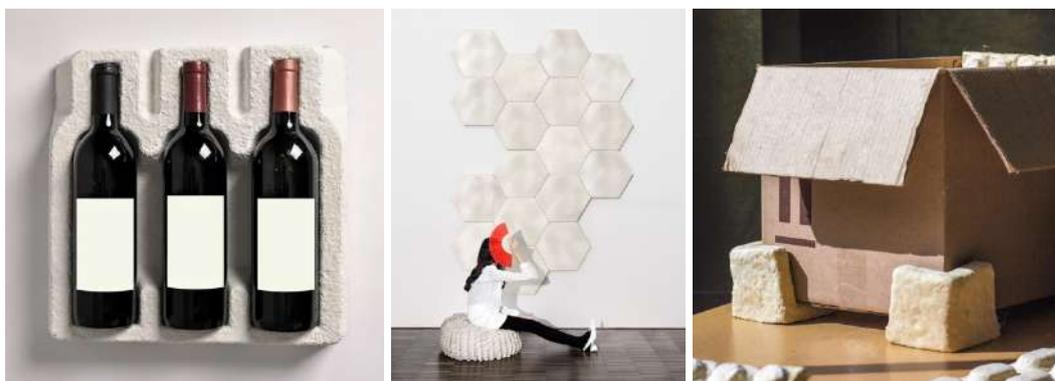


Figura 19 - Da esquerda para a direita: Embalagem para garrafa de vinho por Ecovative; Painel acústico por Mogu; Quinas para transporte por Radial. Todos feitos em micélio. (Créditos: <https://www.ecovative.com>; <https://mogu.bio>; <https://www.instagram.com/radial.bio/>)

Os produtos das imagens acima são exemplos de aplicações das tecnologias de biofabricação com o compósito de micélio, feitos por empresas que têm investido na escalabilidade dessas técnicas. Os ambientes em que os materiais vivos são cultivados para comercialização em média e larga escala são bem diferentes das manufaturas industriais convencionais, parecendo mais com laboratórios ou indústrias do setor alimentício (Vandelook *et al.*, 2021).

O uso de fungos como componentes materiais e os processos que envolvem crescê-los estão dentro do escopo do biodesign. Diante da urgência por novas soluções e mudanças de atitude frente às alterações climáticas, cresce a busca por novos modos de produção. Nesse sentido, o biodesign oferece diversas oportunidades no que concerne à transformação dos modelos de produção e consumo, da escolha e uso de matérias-primas, e dos paradigmas estéticos.

Segundo Myers, a “propagação do biodesign promete ser muito semelhante à mecanização no século XX” (Myers, 2018, p. 17, tradução da autora), indicando um amplo crescimento e mudanças drásticas nos modelos de produção vigentes. Em momentos como estes é crucial a atenção e a cautela para uma transição real,

consciente, reflexiva e respeitosa, especialmente quando envolvemos intencionalmente outros seres vivos nos processos produtivos.

Myers (2018) alerta então para o “desastre que se aproxima se novas invenções biológicas simplesmente acelerarem os ciclos atuais de design e construção ambientalmente destrutivos na busca implacável por ganhos de curto prazo” (p. 17, tradução da autora). Em vista do aviso de Myers, consideramos essencial atentar às atitudes e intenções projetuais, reavaliando a priorização da questão econômica sobre as questões socioambientais, principalmente no que concerne aos modelos industriais que alimentam padrões de consumo contraditórios com as crises globais.

Ao pensar a atenção e o cuidado nas atitudes projetuais, esbarramos no debate ético que afeta os processos e produtos que envolvem seres vivos. Como se estabelece a relação entre o ser humano, as alteridades não humanas e as tecnologias nos processos de design? Existem diversas abordagens para a incorporação de sistemas vivos, mas é essencial considerar como essas relações são construídas. Quando o foco principal está apenas no bem-estar humano e nas exigências das organizações e economias humanas, tende-se a hierarquizar os sistemas, criando uma dinâmica de aproveitamento funcional e exploração dos outros organismos envolvidos no projeto. O limiar entre o uso e a colaboração é delicado, complexo e, muitas vezes, controverso.

O campo do biodesign, em particular, enfrenta esse desafio ético. Embora ofereça oportunidades para a integração de processos ecológicos, biotecnológicos e de design, também apresenta o risco de reduzir os seres vivos a recursos ou ferramentas para os objetivos humanos, ignorando o fato de que o bem-estar humano está profundamente atrelado ao bem-estar ecossistêmico. Estar atento a essas questões com sensibilidade e responsabilidade tende a práticas de projeto coerentes com um design que colabora para a mitigação dos efeitos antropogênicos na biosfera.

Nessa direção, torna-se necessário elaborar e praticar abordagens mais críticas e reflexivas. Na intenção de tornar mais clara a distinção entre o uso de organismos vivos no design, e a proposta de colaboração com outras espécies, novas sugestões de nomes emergiram. Alguns exemplos que apresentaremos em seguida são o *Designing and Living with Organisms (DLO)* proposto por Keune (2021); o design micelial de Biz *et al.* (2018); e o design multiespécies de Metcalfe (2015). Todos procuram entender essas relações com maior cuidado.

Para ajudar a diferenciar conceitualmente os campos do design que estão trabalhando com organismos vivos, e seus níveis de disponibilidade para interação, a designer Svenja Keune (2021) faz uma representação gráfica (Figura 20) diferenciando os níveis por cores.

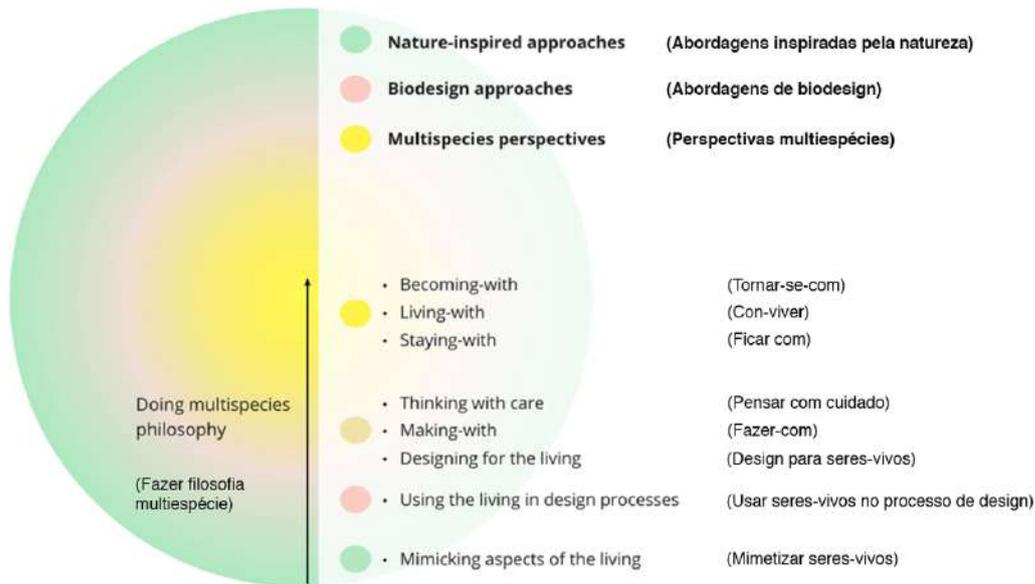


Figura 20 - Representação gráfica do arcabouço conceitual que relaciona abordagens inspiradas pela natureza, de biodesign e perspectivas multiespécies. (Fonte: KEUNE, 2021, tradução da autora)

A parte externa, em verde, indica as abordagens inspiradas pela natureza, como a biomimética; A área rosa, do meio, é onde estaria o biodesign, no qual os seres estão mais próximos do projeto, mas muitas vezes em uma relação de uso. Entre a área rosa e a central (amarela), há uma zona de transição (bege), onde a autora posiciona os verbos: *designing for* (design para); *making-with* (fazer-com) e *thinking with care* (pensar com cuidado). Essa zona de transição é um caminho para relações mais éticas que consideram as perspectivas multiespécies e fazem “Filosofia Multiespécies” (Keune, 2021). A zona amarela é a idealização das Perspectivas Multiespécies. Os termos *becoming-with* (tornar-se-com), *living-with* (con-viver), e *staying-with* (ficar com), estão no centro da discussão de Keune (2021), que propõe a tecelagem de mundos multiespécies emaranhados por meio do design e da convivência.

Keune (2021) argumenta que, em muitos processos de biodesign, o organismo vivo é visto como uma força de trabalho, que realiza uma tarefa imposta pelo

designer a partir de seu metabolismo, e que, nesse processo, perde-se a oportunidade de conhecer as habilidades criativas do organismo em questão. Ela diz: “os potenciais dos organismos vivos são limitados à intenção e imaginação do designer” (Keune, 2021, p. 5, tradução da autora).

Outro aspecto que diferencia o biodesign das perspectivas multiespécies, é o ambiente de trabalho e a distância emocional e física que se estabelece em relação ao ser vivo com que se está trabalhando. Nos processos de biofabricação, muitas vezes evita-se o contato direto com o microrganismo para não haver contaminação, procurando manter o espaço de trabalho o mais limpo, estéril, e seguro possível, afastando o organismo de seu ambiente e relações habituais (Keune, 2021).

Na contramão desses procedimentos estéreis, o estúdio de design Aléa Work propõe o crescimento do micélio direto do solo, buscando formas mais integradas de se trabalhar com os fungos. Essa metodologia elas descrevem como “bio-inclusiva” – um conceito emprestado da filósofa ambiental Freya Mathews (Aléa, 2024). No projeto “back to dirt” (Figura 21) as designers Miriam Josi e Stella Lee Prowse propõem trabalhar com o micélio *in loco*, incorporando as inter-relações que existem no processo de crescimento do micélio em seu ambiente natural. Elas experimentam novas maneiras de fazer design que podem beneficiar também as paisagens multiespécies (Aléa, 2024).



Figura 21 - À esquerda, Dirty Chair N.4 sprouting mushrooms, 2023. À direita, espaço para crescimento da cadeira. (Créditos: Aléa Works)

De acordo com a designer e pesquisadora Carole Collet (2017), mesclar as habilidades do designer com as do organismo vivo é um princípio para a colabora-

ção e o compartilhamento do processo de design. O designer se encarrega de projetar um ambiente e condições para que se possa negociar com os seres vivos com quem quer trabalhar. O organismo vivo, então, corresponde ou não às condições oferecidas pelo projetista humano e ambos se ajustam e se envolvem na transformação de coisas/artefatos (Keune, 2021; Collet, 2017).

Envolver-se com outros seres vivos gera sensibilidade e empatia, assim como diferentes reflexões, pensamentos, pontos de vista e formas de engajamento antes não experimentadas, que só são possíveis com o envolvimento prático de uns com os outros. Além disso, trabalhar junto nessa proposta implica em relações de cuidado que são particulares a esses modos de praticar o design, desencadeando maior atenção e responsabilidade (Keune, 2021, Mattern, 2018).

O design micelial descrito pelos designers Pedro Biz, Diego Costa, Pedro Themoteo, Flávia Soares, Bárbara Szaniecki e Zoy Anastassakis é uma “especulação sobre a possibilidade de um design em conjunto com todas as formas de vida” (Biz *et al.*, 2021, p. 6). É um estudo que une o co-design e o design sustentável para pensar a agricultura urbana e o biodesign. O micélio é usado pelos autores como metáfora por ser um “emaranhado de vida simbiótica” (Biz *et al.*, 2018, p. 6). Eles descrevem-no como “um emaranhado de hifas que se espalham por um substrato e entram em simbiose com vegetais, bactérias e outros fungos” (ibid.).

Os autores se apoiam no conceito da *simpoiese* de Donna Haraway (2016) e de *correspondência* de Tim Ingold (2016) para conceituar os processos compartilhados e não lineares com resultados inacabados, sempre em transformação e ação coletiva com o ambiente. Nesse contexto, “o design é mais um fio em uma trama em fluxo, operando no tempo em que os nós se enlaçam” (Biz *et al.*, 2021, p. 8). De acordo com os autores, “tanto Haraway quanto Ingold defendem uma relação horizontal entre seres em que o fazer é compartilhado, entrelaçado, atento, responsivo e responsável” (Themoteo *et al.*, 2017, p. 6 apud Biz *et al.*, 2021, p. 8).

Biz *et al.* observam no design micelial uma quebra de expectativa quanto à forma desenhada e imaginada pelo designer, pois diversos agentes interferem no percurso de projeto. Eles dizem que, nesse caso, os designers

Estão mais próximos dos artesãos, que chegam ao resultado trabalhando a partir de processos de negociação direta com os materiais. Só que esses materiais estão vivos e trabalham junto com os artesãos sobre o que é projetado (Biz *et al.*, 2018, p. 14).

Os autores concordam com a necessidade de “uma mudança de postura ética sobre o fazer do design que amplia o escopo de um design centrado no humano para um design em relação ao ambiente e todas as formas de vida.” (Biz *et al.*, 2018, p. 16). A mudança de foco do design centrado no humano para um design atento à multiplicidade da vida é abordada por Daniel Metcalfe (2015). Ele propõe um design atento às necessidades de espécies animais não humanas, e trabalha para beneficiá-las:

Ao invés de focar apenas na mitigação dos efeitos negativos que o design tem sobre outras espécies (e o planeta em geral), esta tese examina a possibilidade de abordar intencionalmente, dentro de um contexto de design, as necessidades das espécies não humanas, promovendo e melhorando sua integração em habitats dominados pelo humano. (Metcalfe, 2015, p. 3, tradução da autora)

Metcalfe (2015) escreveu sua tese de doutorado sobre o *Design Multiespécies*, e, apesar do nome amplo, o tema trata especificamente de amparar e melhorar a qualidade de vida de animais outros-que-humanos em habitats dominados pelos humanos.

O autor reúne algumas perguntas que ajudam a entender melhor a proposta do design multiespécies: “Qual é o papel do design em facilitar a transição para habitats humanos mais biodiversos?” E “Que ferramentas conceituais e práticas são necessárias para desenvolver o campo nessa direção?” (Metcalfe, 2015, p. 8, tradução da autora).

Metcalfe (2015) parte da perspectiva de um design e de uma arquitetura voltados exclusivamente para o desenvolvimento e melhora da vida humana no mundo. Nessas condições, ambas as disciplinas têm sido usadas como ferramenta para domesticar e impor limites a outras espécies não-humanas. O autor questiona então a possibilidade do uso do design para uma reconciliação interespecífica e propõe considerarmos as necessidades de outras espécies desde a fase de planejamento nos projetos de arquitetura e design (Metcalfe, 2015).

Biz *et al.* (2018) e Metcalfe (2015) compartilham da experiência da imprevisibilidade ao projetar com outras espécies (plantas, bactérias, animais não humanos e humanos). Sobre isso, Metcalfe diz:

Ao projetar para animais selvagens, esperamos que os animais modifiquem e personalizem o artefato conforme interagem com ele. Esse processo borra não apenas as

linhas entre designer e cliente, mas também entre processo e resultado (Metcalf, 2015, p. 130)

O autor então questiona a viabilidade de designers adotarem e cultivarem qualidades como a evolução constante e as “imperfeições” provocadas pelas interferências multiespécies no projeto de design (Metcalf, 2015). Essas interferências podem ser tanto de outros organismos vivos, como animais e bactérias, quanto de entidades abióticas como a chuva, o vento, o tempo, e condições climáticas. Estariam os designers dispostos a incorporar de forma consciente no projeto situações que estão fora de seu alcance e controle?

Sobre esse aspecto, podemos trazer Anna Tsing (2022) para nos ensinar a ver beleza nas perturbações. Ou oferecer um exemplo de projeto que está no escopo do design multiespécies e que prevê modificações e interferências extremamente vivazes e estéticas em sua forma original: *MARS, Modular Artificial Reef Structure* da empresa Reef Design Lab (Figura 22, Figura 23).



Figura 22 - *MARS II*, 2024 – em andamento. (MARS – Estrutura Modular de Coral Artificial. Tradução da autora) (Créditos: <https://www.reefdesignlab.com>)



Figura 23 - MARS - *Modular Artificial Reef Structure*, 2018 – em andamento. (MARS – Estrutura Modular de Coral Artificial. Tradução da autora) (Créditos: <https://www.reefdesignlab.com>)

Os módulos do MARS são impressos em 3D e moldados com materiais cerâmicos biocompatíveis e porosos, reforçados com aço, que favorecem o transplante e desenvolvimento de corais. Sendo modular, MARS possibilita a construção de sistemas marinhos de acordo com as especificidades dos ambientes e dos objetivos de restauração (Reef Design Lab, 2024).

A criação das estruturas tem como objetivo a manutenção e recuperação da biodiversidade de ecologias marinhas. O projeto prevê e torce pelas modificações feitas pelos animais, algas e outros organismos dos ecossistemas aquáticos que ocupam e usam os sistemas.

Sobre as práticas multiespécies, Metcalfe (2015) assegura que

A mudança nas práticas de design para incluir mais atenção às espécies animais selvagens representa uma maneira tanto de promover a biodiversidade dentro de habitats dominados pelo humano quanto de **criar mais oportunidades para os humanos interagirem com outras espécies de forma significativa e respeitosa** dentro de ambientes dominados pelo ser humano. (Metcalfe, 2015, p. 4, tradução e negrito da autora)



Diante da complexidade e das transformações que o campo do design vem enfrentando, torna-se evidente a necessidade de abordagens mais conscientes em relação às interações e paisagens multiespécies. Os conceitos de biomimética, bio-design, design micelial, *designing and living with organisms*, e design multiespécies trazem insights relevantes onde destacam-se as tentativas de romper com a visão antropocêntrica ocidental predominante e de reconhecer a importância das relações simbióticas em direção a um design ético e integrado com os ecossistemas.

O conceito da *simpoiese* de Donna Haraway (2023) consegue reunir vários dos termos apresentados no texto. Emprestado para o design, ele sugere uma mudança radical na maneira como concebemos o fazer e a relação com o mundo vivo. A *simpoiese*, ou "fazer(-se)-com", será mais aprofundada no subcapítulo seguinte, buscando entendê-la como metodologia e identificando possíveis premissas para aplicação no projeto.

Ao estudar a *simpoiese*, somos desafiados a repensar não apenas os produtos do design, mas também as práticas e éticas subjacentes, buscando um ambiente de harmonia e respeito entre as formas de vida envolvidas no projeto. Assim, ao adentrar no estudo deste termo usado por Donna Haraway, mergulhamos em uma jornada de reflexão profunda sobre o papel do design na construção de um mundo mais interligado, colaborativo, responsivo e diverso.

## 2.2 Por um design simpoiético

Praticar o design nos princípios da *simpoiese* é uma questão central desta pesquisa. A *simpoiese* é um termo que vem sendo usado em diversas áreas de estudo, e.g. filosofia, economia e nas práticas criativas, como no design. Procuo delinear aqui o que estamos entendendo por *simpoiese* e como o termo pode nos ajudar a pensar em atualizações das práticas projetuais e criativas. É importante dizer que, com essa pesquisa, não pretendemos propor uma nova abordagem projetual metodologicamente consistente, mas sim qualificar uma modalidade de fazer design coerente com a perspectiva bio e ecológica.

De forma muito simplificada, o termo diz de um fazer ou criar (*poiesis*) intrincado, íntimo e coletivo (*Sim* – de simbiose). A *simpoiese* é usada pela bióloga e

filósofa Donna Haraway (2023) como um conceito que atualiza e amplia a noção de *autopoiese* (Varela & Maturana, 1974). Ela aciona a *simpoiese* para falar das dinâmicas Terranas, dos sistemas vivos e dos seres que ela nomeia como tentaculares:

Seres tentaculares fazem vinculações e desligamentos, fazem cortes e nós, fazem a diferença. Eles tecem caminhos e consequências, mas não determinismos; são simultaneamente abertos e intrincados, de algumas maneiras e não de outras (Haraway, 2023, p. 60)

A *simpoiese* fala de sistemas dinâmicos, abertos, complexos e responsivos. Beth Dempster (1998) foi a primeira a falar do termo, ela dedicou sua dissertação em estudos ambientais à diferenciação dos sistemas poiéticos, definindo os sistemas simpoiéticos como

Sistemas produzidos coletivamente que não têm limites espaciais ou temporais autodefinidos. A informação e o controle são distribuídos entre os componentes. Os sistemas são evolutivos e têm potencial para mudanças surpreendentes. (Dempster, 1998, apud Haraway, 2023, p. 64)

Esta definição nos ajuda a compreender a crítica das autoras à *autopoiese*, termo cunhado pelos biólogos e filósofos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela (1974, 2003). A *autopoiese*, simplificando, diz da criação ou fazer (*poiesis*) de si próprio (auto). Os autores formularam a teoria para chegar a uma condição comum da organização de sistemas vivos. Um sistema vivo para Maturana e Varela é autopoietico: possui uma organização em unidades com limites definidos e componentes identificáveis que são autossuficientes para as transformações e relações necessárias para a própria unidade, são autorreferenciados e perpetuam a auto-organização e a autogeração de seus componentes e conseqüentemente de si (Varela & Maturana, 1974).

Essas unidades podem ser extremamente complexas e multiníveis, mas possuem limites definidos e resultam em si mesmas. Haraway (2023) critica a nitidez científica que diz ser possível separar unidades dos sistemas vivos; para a autora, os limites são mais turvos, lamacentos, e agrupados com outros. Por isso, ela escolhe a *simpoiese* para ajudá-la a conceber o mundo. Ela continua a descrever os seres tentaculares:

Os seres tentaculares são também redes e interconexões, [...] a tentacularidade tem a ver com uma vida vivida ao longo de linhas – e há tamanha riqueza nas linhas -, não em pontos, tampouco em esferas. (Haraway, 2023, p. 61).

Para Haraway (2023), a *autopoiese* seria insuficiente para os modelos vivos de trocas e associações emaranhadas que ocorrem em todo o fazer (*poiesis*); definir unidades iniciais e unidades consecutivas limitadas reforça o individualismo e uma ilusão da viabilidade de seres isolados e independentes (que não precisam de associações com outros). De acordo com a autora,

Mundos mortais (Terra, Gaia, Chtulu e os incontáveis nomes e poderes que não são nada gregos, latinos ou indo-europeus) não fazem a si próprios, não importa quão complexos e multiníveis sejam os sistemas, não importa quanta ordem seja produzida a partir da desordem, em colapsos e reativações autopoieticas e gerativas dos sistemas em níveis de ordem mais altos. (Haraway, 2023, p. 62)

Haraway (2023) sugere então a mudança do prefixo *auto* pelo *sim*. Ela afirma: “A *poiesis* é sinctônica, simpoiética, sempre associada em todo percurso, sem uma “unidade” inicial nem unidades interativas subsequentes” (Haraway, 2023, p. 63). A autora sugere então a *simpoiese* como um desdobramento e expansão do termo, não negando a relevância da *autopoiese*, mas deixando clara a distinção dos conceitos. Ela escreve:

Desde que a *autopoiese* não signifique autoprodução autossuficiente, a *autopoiese* e a *simpoiese* colocam em primeiro ou em segundo plano diferentes aspectos da complexidade sistêmica, operando em fricção ou envolvimento gerativos, e não em oposição (Haraway, 2023, p. 115)

Com esse trecho, entendemos que a questão da troca de prefixos é essencial para um enfoque em diferentes aspectos da *poiesis* e dos sistemas complexos. Na *simpoiese* o que está em destaque para o funcionamento e organização dos sistemas são as trocas e interdependências, e na *autopoiese* é a capacidade de autonomia dos sistemas e a definição de unidades singulares. Ambos os termos abraçam as complexidades dos sistemas vivos.

Apesar de escolher usar a *simpoiese* na pesquisa e abraçar o termo nas propostas de design, gostaria de deixar registrada também a importância da teoria de Maturana e Varela (1974) para movimentar mudanças metodológicas e de paradigmas científicos, sendo considerada parte de uma revolução epistemológica na segunda metade do século XX. A teoria da *autopoiese* de Maturana e Varela (2003)

é uma aposta interessante para a sensibilização e complexificação não reducionista da ciência. Eles apresentam as estruturas vivas mais como dinâmicas e processuais, pensando nos seres vivos integralmente e não reduzindo-os às suas funções e componentes isolados.

Percebi que o ser vivo não é um conjunto de moléculas, mas uma dinâmica molecular, um processo que ocorre como unidade discreta e singular como resultado da operação e do funcionamento das diferentes classes de moléculas que o compõem, em um jogo de interações e relações de proximidade que o especificam e o realizam como uma rede fechada de mudanças e sínteses moleculares [...] (Maturana & Varela, 2003, p. 15, tradução da autora)

A *autopoiese* foi revolucionária também quando começou a ser aplicada em teorias das ciências sociais e filosofia, saindo do campo da biologia (Haraway, 2023; Maturana & Varela, 2003; 1974). Dentro do design, pode ser usada de maneira muito frutífera, como demonstrado por Arturo Escobar (2016), e Raquel Noronha e Marcella Abreu (2021), realçando a autonomia dos projetos e das comunidades em relação a sistemas operacionais dominantes. Mas quando queremos chamar atenção ao caráter entranhado, dinâmico e aberto de se fazer design, quando a proposta é fazer e pensar junto de outros, humanos e não-humanos, aí não temos outra escolha senão trabalhar com a *simpoiese* e seu caráter simbiótico.



Uma outra maneira de conhecer a *simpoiese* é a partir da etimologia da palavra. Como mencionado anteriormente, o prefixo *sim* vem de simbiose, a vida em conjunto. Define-se uma relação simbiótica quando organismos de diferentes espécies compartilham um mesmo espaço e tempo, compartilhando processos, vivendo juntos (Margulis, 1999). Todos os organismos dependem de relações simbióticas, e nem todas as relações simbióticas são positivas, com benefícios e transações simétricas. A simbiose é uma dinâmica conjunta que permite a vida, tornando os organismos capazes de aprender a estar no mundo e com o mundo.

*Poiesis* significa “fazer” ou “criar”. Aqui, o “fazer” é entendido como movimento e ato de dar forma, trazer coisas à vida, praticar e experimentar, tornar visível o que está para ser. Tim Ingold (2022), antropólogo britânico, trabalha o conceito

ao longo de seu livro “fazer” como uma ação de *correspondência* entre partes, materiais, pessoas, condições ambientais, coisas que se encontram – e correspondem – para dar forma a algo.

Em seu texto sobre o trabalho de um relojoeiro, Ingold escreve:

A tarefa do fabricante é levar as peças a um envolvimento harmonioso umas com as outras, até que possam começar - como eu diria - a se corresponder. Observando através dos seus óculos, o relojoeiro habita um domínio que reside mais entre as peças, do que sobre ou além delas, ajustando cada uma em relação às outras, e servindo como uma espécie de intermediário em sua correspondência. (Ingold, 2022, p. 99)

Ao assumir o fazedor/fabricante/designer como um meio para materializar algo que já estava para acontecer, e que vai acontecendo ao longo do processo em decisões feitas a partir das situações, condições e alteridades envolvidas, Ingold (2022) distribui as agências no processo de criação. Material, designer e aise correspondem para trazer coisas à vida (Ingold, 2022; 2012).

Ao trazer a *simpoiese* para o escopo do design, propondo-a como um adjetivo, consideramos a *poiесе* dentro das noções de “fazer” de Ingold (2022; 2012): presente, junto à matéria, experimental e sensível, não limitada ao planejamento, mas permeável às necessidades materiais e ambientais continuamente correspondentes.

Um design fundamentado nos princípios da *simpoiese*, então, diz da atenção cuidadosa ao fazer, envolvendo corpo, mente e matéria. Nos ensina a aprender a fazer-mundo-com (Margulis, 1999; Haraway, 2023). Isso requer uma atenção especial às oportunidades de parceria e o entendimento de que os projetos não se encerram quando o designer deixa de atuar sobre eles. A vida segue adiante, continuando a corresponder com/no mundo (Ingold, 2022; Metcalfe, 2015; Haraway, 2023; Keune, 2021).

Nesse contexto, uma atitude projetual simpoiética opta por envolver os outros – sejam eles vivos, não vivos, humanos ou não-humanos – nos projetos e no cotidiano, aceitando interferências e influências como parte do percurso, ou até mesmo considerando-as bem-vindas. Essa atitude atribui vida e complexidade aos processos e projetos, ao mesmo tempo que nos ensina sobre a *response-hability* – a capacidade dinâmica de perguntar e responder com/em um mundo de transformações simultaneamente globais e microscópicas (Haraway, 2023).



Outros designers e autores das áreas criativas também têm adotado a *simpoi-ese* para pensar projetos e metodologias. Os designers Pedro Biz *et al.* (2018) no texto “design micelial: uma proposta para agricultura urbana a partir dos projetos do Laboratório Espaços Verdes da ESDI/UERJ” dizem:

A partir dos conceitos de *simpoiesis*, formulado pela filósofa e bióloga Donna Haraway (2007), e de correspondência, proposto pelo antropólogo Tim Ingold (2016), buscamos um design mais empático a todas as formas de vida, que se organize em torno de um fazer para e com todos e que não tenha os designers como protagonistas, e sim como colaboradores em projetos sempre em desenvolvimento. [...] Segundo Haraway, o caminho para entrarmos nessa era [Chtuluceno] envolveria o reconhecimento de que já somos todos seres simpoiéticos, ou seja, seres que fazem com outros seres, sempre juntos e nunca sozinhos. (Biz *et al.*, 2018, p. 7)

Para a designer e pesquisadora de imagens e imaginários do Antropoceno, Barbara Szaniecki, “A simpoiética se revela, pois, como um “fazer com” que é também um viver e lutar com os outros. O “fazer com” nos leva a pensar em um “design com” (Szaniecki *et al.*, 2019, p. 3). Ela explica:

Um design simpoiético vai além da mera aplicação de modelos colaborativos formulados em contextos diferentes e requer cautelosos experimentos de campo. Um design simpoiético pode levar contribuições ao que se entende tradicionalmente por inovação social e sustentabilidade no campo do design (Manzini, 2008) mas são os **ressurgimentos advindos da responsa-habilidade enquanto capacidade de responder aos desafios do momento** que nos interessam em particular. [...] Pensar em formas mais sensíveis de captar e fazer mundo na complexidade do tecido das relações entre humanos, não humanos, coisas, é um desafio para quem pretende fazer do design uma ferramenta de transformação rumo à sustentabilidade (Szaniecki *et al.*, 2019, p. 4 e 8, negrito da autora)

Reune Frankjaer (2019), outra designer, se apoia no conceito da simpoiese para pensar seus processos de pesquisa e design. Ela pesquisa no campo do design e das tecnologias de interação, experimentando com humanos, não-humanos e máquinas. Frankjaer acredita que

Os processos simpoiéticos são imprevisíveis, pois encontram sua forma na resposta aos encontros com os vários elementos em um determinado ambiente, ou seja, podem vagar e se mover em direções não previsíveis. [...] Na simpoiese, todas as partes são consideradas parceiras ativas no processo criativo. Humanos, não humanos - sejam orgânicos ou inorgânicos, físicos ou virtuais - os mortos e os vivos, todos se reúnem em arranjos multifacetados de interações complexas, das quais algo novo pode emergir (Frankjaer, 2019, p. 4, tradução da autora)

As explicitações abstratas e teóricas de outros pesquisadores em design nos ajudam a entender uma visão geral do termo e seus usos no campo de estudo. Exemplos projetuais, por sua vez, trazem um corpo mais sólido ao conceito, e ajudam a desenhar os princípios que guiam a *simpoiese* como vias de design, junto com as práticas experimentais em campo.

Antecipamos aqui três projetos do *atlas simpoiese* que merecem mais espaço na dissertação: As Jing Kieng Jri (pontes de raízes vivas), em Meghalaya, Índia (Figura 24); o Assojaba Tupinambá (manto Tupinambá), recriado pela artista Glécéria Tupinambá; e o trabalho de cestaria das mulheres Yanomami da região de Maturacá, Amazônia.



Figura 24 - Ponte de raízes vivas em Meghalaya, Índia. (Créditos: Aliaksandr Mazurkevich)

As pontes de raízes vivas estão espalhadas por toda a região de Meghalaya, no Nordeste da Índia, e fazem parte da cultura de vilarejos povoados pelas comunidades Khasi, Garo e Jaintia. Árvores Jri Bamon (*Ficus elastica* Roxb. ex Hornem.) são plantadas nas margens dos rios e entrelaçadas umas com as outras, formando caminhos por cima e através dos rios e vales. Essas pontes possibilitam o trânsito das pessoas entre os vilarejos, as roças e os centros comerciais, especialmente no período das monções, que trazem chuvas intensas e fazem subir o volume de água dos rios (Maurya *et al.*, 2023).

As pontes são feitas com as raízes aéreas da Figueira-indiana-da-borracha, chamada de Jri Bamon no idioma Khasi e *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem na linguagem científica. O tempo para que uma ponte esteja com as raízes fortes o suficiente para que seja atravessada é de 40 a 70 anos e depende das condições ambientais, do solo, da saúde da árvore e dos humanos que guiam, enroscam e amarram as raízes. Ou seja, as pontes são construídas para as próximas gerações, em uma lógica generosa à serviço da comunidade, do meio ambiente e da continuidade das tradições (Maurya *et al.*, 2023; Índia, 2022).

As Jing Kieng Jri, como são chamadas as pontes em Khasi, chegam a ter centenas de anos, com estimativa de 700 anos para as mais antigas. E sua feitura começa com o plantio da árvore e confecção de uma estrutura em bambu, onde as raízes das árvores se entrelaçam e são entrelaçadas (Figura 25). É importante que todos os materiais utilizados para a estrutura sejam orgânicos e se decomponham com o tempo, pois a estrutura em dado momento é totalmente consumida, restando somente as raízes, que por estarem vivas, se fortalecem e criam cada vez mais resistência com o passar do tempo (Maurya *et al.*, 2023; Índia, 2022).



Figura 25 - Construção das Jing Kieng Jri (Créditos: Prasenjeet Yadav)

Segundo Morningstar Khongthaw, um ativista Khasi e fundador da “Living Bridges Foundation”:

Enquanto as árvores estiverem saudáveis, as raízes crescem e se fortalecem naturalmente, e raízes antigas são substituídas por novas. Se cuidarmos bem, elas podem durar para sempre. A maioria das pontes desta região existem há séculos. (Conserving the living root bridges of Meghalaya, [s. d.]

O processo de fazer ou fazer(-se)-com a árvore é anual, durante as estações de chuva, quando as raízes estão mais flexíveis e podem ser guiadas pelas mãos dos mais velhos, mas também das crianças, que são incentivadas a aprender e perpetuar a tradição. A manutenção do cuidado e atenção com as árvores são nutridas pelos mais antigos, que transmitem os conhecimentos técnicos e afetivos para os mais novos. O aprendizado das técnicas de amarração das raízes, a convivência com as árvores, e o cuidado com o meio ambiente, garantem a saúde e integridade das árvores, da cultura e do território das comunidades de Meghalaya (Índia, 2022).

Assim como as pontes vivas, outro projeto que acredito colaborar para a discussão dos fazeres simpoiéticos é a recriação do manto Tupinambá pela artista Glicéria Tupinambá. Muitas camadas podem ser encontradas na narrativa de Glicéria sobre o processo de feitura do manto.

O Assojaba é uma veste ritualística ancestral que faz parte da vivência Tupinambá, e sempre esteve presente nos cantos e na memória desse povo. Mas assim como Glicéria, várias gerações de indígenas Tupinambás nunca haviam tido a oportunidade de tocar ou vestir um. Até 2006 – ano do primeiro manto feito por Glicéria – todos os mantos existentes estavam em museus no continente europeu.

Em 2000, uma exposição em São Paulo trouxe um manto Tupinambá da Dinamarca. Neste ano começou uma mobilização dos Tupinambá acerca do manto, e do reconhecimento de territórios e tradições. Em 2006, a artista Glicéria Tupinambá, sem nunca ter visto um manto ao vivo, decide fazer um manto para presentear os Encantados – entidades sagradas Tupinambás.

Sem o conhecimento das técnicas de tecelagem e da feitura de nós, a artista busca em fotografias e na comunicação com os Encantados através dos sonhos, os caminhos para concretizar o presente. “Chamo todo esse processo de feitura do manto através das fotografias e dos sonhos de uma cosmotécnica” (Tupinambá, 2021b, s. p.).

Um manto que cobre o corpo e a cabeça tem por volta de dez mil penas de pássaros e uma complexa rede de nós, onde as penas são amarradas. Os materiais

para os fios são o algodão artesanal e as linhas de tucum, que são enceradas com cera de abelha nativa. O primeiro manto foi feito sem esses conhecimentos, em 2006. Glicéria sequer sabia do ponto que era utilizado para fazer a malha e o fez a partir de uma fotografia trazida por uma antropóloga à aldeia (Tupinambá, 2021a; 2021b).

Mais de dez anos do primeiro manto feito e na promessa de mais três mantos aos Encantados, Glicéria pôde finalmente encontrar-se ao vivo com um manto Tupinambá, na França. A artista relembra de seu encontro com o manto:

Se eu fechasse os olhos naquele momento, via as mulheres sentadas, as pessoas com penas ao redor. Vi alguém fazendo a malha do manto. O que mais me chamou a atenção é que eram mulheres. Eu estava naquele lugar, mas, ao mesmo tempo, em outro, uma confusão. Eu estava numa cosmoagonia. Meu corpo sentia cócegas, e, quando fechava os olhos, eu voltava para aquele tempo. Me vinham três imagens: uma da mulher na aldeia, sentada, confeccionando o manto; outra do manto no navio; e uma terceira do manto saindo da embarcação, passando pelo cais e caminhando em direção a uma viela, e, nessa rua escura, ele sumia, desaparecia. [...] Foi muito bom estar com o manto. Fiquei com ele por quase uma hora. [...] Vieram todas essas informações e fui percebendo que esses materiais se achavam na minha comunidade, que essa linha tinha essa durabilidade porque fora encerada com a cera das abelhas jataí, tiúba, uruçú. (Tupinambá, 2021b, s. p.)



Figura 26 - À esquerda, Glicéria fazendo o manto, 2021. À direita, Célia e Eru, 2021. (Créditos: Fernanda Liberti)

Quando voltou para casa, retomou o feitiço dos três mantos que ainda devia à Tupinambá, e a partir de então, os ensinamentos foram chegando à artista das mais

diversas maneiras: fotos detalhadas dos pontos de mantos antigos, conversas com o manto em sonhos, e as penas e pássaros que iam chegando à ela, trazidas pelas crianças da comunidade e pelos gatos que caçavam os passarinhos (Figura 26). “Para fazer o manto, não é preciso destruir ou matar, a gente colhe as penas no período de troca. Se não estiverem maduras, não servem” (Tupinambá, 2021b, s. p.).

O projeto, além das mãos e sonhos de Glicéria, reúne toda uma comunidade multiespécies empenhada em fazer(-se)-com o manto: as penas das aves, as fibras das árvores, a cera das abelhas nativas, as crianças, os mais velhos, os Encantados, todos formam uma ecologia de práticas ao entorno do manto (Figura 27). Ela complementa:

E depois, há uma comunidade que se estabelece ao redor do fazer do manto, que junta de novo as partes do pote quebrado. São os meninos da aldeia que vão redescobrir como extrair o mel e a cera das abelhas na mata para poder encerar a linha. É o retorno das aves nas matas e a possibilidade de capturá-las, nomeá-las e delas tirar as penas quando maduras. São os saberes dos mais velhos, das avós, das madrinhas, dos sábios que voltam a ser escutados, observados e colocados em obra. É a retomada das falas, das palavras antigas que surgem ao redor do manto e que reencontram a língua do povo. É um território sendo retomado e plenamente vivenciado com o retorno das matas e a força dos Encantados. (Tupinambá, 2021a, p. 23)



Figura 27 - Relação Manto / Território / Meio Ambiente. (Tupinambá, 2021a, p. 25)

Quando perguntam à Glicéria sobre a autoria do trabalho, ela responde “que foi uma coisa coletiva, cosmológica, da comunidade. Fui o instrumento, as mãos necessárias para que o manto voltasse a existir.” (Tupinambá, 2021b, s. p.).

O Assojaba Tupinambá é um projeto de recuperação de práticas ancestrais e de aprendizado através do corpo inteiro. A atenção de Glicéria Tupinambá à formação de um ecossistema ao entorno do manto e o reconhecimento de sua feitura coletiva e multiespécies, nos oferece pistas para pensar nas práticas simpoiéticas. O dinamismo de seu percurso e a intimidade que estabelece com o artefato revelam maneiras de fazer cuidadosas e que permitem sua continuidade, seja pela transmissão de saberes, ou pelas novas relações que se estabelecem no fazer(-se)-com, coberto de penas, como é a pele dos pássaros.

Vamos trazer outra visão para o manto, as cores da terra, da natureza, das folhas, e ele vai estar no meio ambiente. Vamos trazer o manto em movimento, não o manto na cor do guará que está lá adormecido [no museu dinamarquês]. Vamos trazer um manto vivo, com essa nova roupagem, investido desse olhar político, vestígio de algo que não acabou. (Tupinambá, 2021b, s. p.)

Além do design simpoiético, percebemos que há outra dimensão sendo tratada na pesquisa, mais específica às questões miceliais, e mais próxima do que estamos querendo dizer com “fazer-design-com fungos”. São aspectos que claro, como cada simbiose, variam pela natureza da relação e dos participantes. A dimensão fazer-design-com fungos será mais bem apresentada e sentida no capítulo 5, com as experimentações miceliais, mas pode ser adiantada pelo projeto de cestaria das mulheres Yanomami com os fungos Përisi (*Marasmius yanomami*), que se apresenta como um bom exemplo de práticas de cuidado, convivência e fazer-com.

Apesar de não envolver um crescimento como nos moldes do biodesign, existe uma prática de cuidado junto à floresta, que permite o crescimento, a saúde e a continuidade dos ciclos dos fungos que elas usam para os trançados (Figura 28).

A partir de um conhecimento das preferências territoriais, climáticas e de interações simbióticas, as mulheres Yanomami, detentoras do saber sobre os Përisi, têm clara noção de onde, quando e em que condições coletar sua matéria-prima para não afetar a disponibilidade e bem-estar do fungo. As mulheres Yanomami afirmam: “nunca tiramos todos os fios de Përisi e também deixamos os fios novos para continuarem crescendo” (Yanomami *et al.*, 2019, p. 38).



Figura 28 - Përisi (*Marasmius yanomami*) (Créditos: Yanomami *et al.*, 2019)

A coleta de Përisi na floresta é acompanhada pela coleta de alimentos, e as cestas usadas são as mesmas feitas pelas mulheres com o cipó e os rizomorfos do Përisi (Figura 29). Essa relação intrincada entre o fazer, o viver e o comer, nos remete à ideia de Keune (2021) em *Designing and Living with Organisms*, e a ideia de Haraway (2016) de que as espécies companheiras comem juntas à mesa, em uma metáfora de cuidado, mas também de horizontalidade das relações. É uma prática que ultrapassa a utilização do fungo como matéria-prima, sendo ele parte do dia a dia das artesãs.



Figura 29 - Cestaria feita com cipó, cipó tingido de urucum e Përisi. (Créditos: Yanomami *et al.*, 2019)

O interesse e respeito pelo ser que se trabalha junto é demonstrado também no conhecimento de suas parcerias e simbioses, com quem os Përisi se relacionam para viver e morrer bem uns com os outros (Haraway, 2023).

Quando andamos na mata, nós identificamos outras espécies que indicam onde podemos encontrar o Përisi. As principais espécies indicadoras são a mãe do Përisi, florzinhas pequenas e brancas, que também crescem nos paus podres, e vários tipos de cogumelos que não comemos (peripo), especialmente uns que parecem tacinhas de cor laranja (*Cookeina* spp.) [...] quando está cheio de peripo e florzinha, é porque a mata está cheia de Përisi. (Yanomami *et al.*, 2019, p. 32)

Ainda, para os Yanomami, a relação de respeito e a responsabilidade com o que se usa na floresta vai além de um conhecimento das dinâmicas naturais, envolve também o plano espiritual de entidades protetoras:

Para nós Yanomami existe a protetora da floresta, cujo cabelo é o cipó too 73lás e o Përisi são seus pelos pubianos, sendo que os insetos, aranhas e cobras que vivem na serapilheira são seus piolhos. Ela protege os recursos da floresta e por isso, quando nós arrancamos seus cabelos e seus pelos, precisamos fazer com cuidado e aproveitar o máximo possível, sem deixar os fios do Përisi estragarem. [...] Para não ofender a protetora, nós fazemos um rodízio das áreas onde coletamos o Përisi. [...] Fazemos o mesmo com o cipó. Desse jeito o Përisi e o cipó não acabam e a protetora não fica brava. (Yanomami *et al.*, 2019, p. 23)

Há um respeito pelo território que é espiritual, ultrapassa o plano material. Pelos relatos, entendemos ainda que a protetora das matas tem um corpo, é a própria mata. E isso muda completamente a relação que se cria com aquele espaço. É um respeito às florestas e suas dinâmicas naturais, mas também àquela entidade que protege, cuida e mantém a floresta. Acima de tudo, a protetora não deve ser incomodada.

A academia frequentemente busca desenvolver e aprimorar conceitos e metodologias para conseguir alcançar práticas que, de forma natural, são exercidas em comunidades tradicionais; como o exemplo do trabalho de cestaria das mulheres Yanomami com os fios rizomorfos do Përisi. A integração com o ambiente e o respeito pelas entidades protetoras da floresta, são cultivados por essas comunidades e transmitidos às gerações seguintes, que crescem imbuídas dessa sabedoria e sensibilidade para ouvir e coexistir com os seres ao seu redor, sem deixar de produzir seus artefatos (Krenak, 2019; Yanomami *et al.*, 2019; Kopenawa; Albers, 2015; Bispo dos Santos; Pereira, 2023).

Reconhecer, respeitar, e ainda se inspirar nesses modos de vida é fundamental para dentro da academia fortalecer o pensamento ecológico e a importância de outras perspectivas e ontologias. No Brasil, Ailton Krenak (2019, 2020, 2022) e Nego Bispo (2023) têm conquistado um espaço essencial no discurso popular e científico que força a abertura dos horizontes para a consideração das várias ciências existentes.

Os três projetos citados destacam-se por evidenciar modos de vida que diferem dos padrões ocidentais modernos. Apresentam fazeres de comunidades que mantêm uma relação consciente de interdependência com seus ambientes, seja na Amazônia, na Mata Atlântica, ou em Meghalay, na Índia. São vivências que nos convidam à escuta, abrindo-nos ao aprendizado de suas ciências, tecnologias e sabedorias.

As pontes vivas de Meghalaya, resultado da relação entre comunidades humanas e árvores ao longo de séculos; o manto Tupinambá, resgatado pela artista Glicéria Tupinambá, sua comunidade e os Encantados; e as cestarias que entrelaçam o dia a dia das mulheres Yanomami com o dos fungos *Perisi*, nos mostram como os modos de vida influenciam e são influenciados pelo fazer, como estão intrinsecamente relacionados, voltando mais uma vez à ideia da convivência, do viver e fazer-mundo-com. São exemplos empíricos que ajudam a ilustrar abordagens projetuais dentro do contexto simpoiético.

### 3 Atlas Simpoiense

Os projetos anteriormente descritos demonstram como as referências projetuais são importantes nessa pesquisa. Para organizar e ajudar a criar relação entre essas referências, construímos um atlas, uma coleção de projetos que consideramos simpoiéticos, dispostos em uma página *online*: *atlas simpoiense*. Ele foi criado para ajudar a transpor o conceito da *simpoiense* para o plano material, reunindo essas referências projetuais e processuais dentro do campo do design, das artes e da arquitetura, com foco nos modos de fazer-com e criar-com.

No projeto, entendemos os atlas como uma metodologia de revisão projetual. Acreditamos que a justaposição imagética desses projetos nos ajude a pensar, estabelecer relações, e entender a dimensão e força de um possível movimento rumo a um design simpoiético, ecossistêmico, multiespécies ou qualquer nome que porventura queira usar.

Para construir o *atlas simpoiense* nos apoiamos em Aby Warburg com o *Atlas Mnemosyne* (Warburg, 2009), em Anna Tsing, com o *Feral Atlas*<sup>6</sup> (Tsing *et al.*, 2021), no website CreaTures<sup>7</sup> (2020), no livro *Creative Communities. People Inventing Sustainable Ways of Living* de Anna Meroni (2007), e na plataforma de coleção de materiais *Future Materials Bank*<sup>8</sup> (2020).

O *Atlas Mnemosyne* é pioneiro no pensamento visual ante ao pensamento textual para a pesquisa em história da arte. Os painéis eram móveis e as imagens tampouco estavam fixas, de forma que poderiam ser reorganizadas favorecendo uma recomposição dos painéis de acordo com as interpretações e novos entendimentos do conjunto de figuras (Warburg, 2009).

O *Feral Atlas: The More-Than-Human Anthropocene* (Tsing *et al.*, 2021) colabora com a visualização e o entendimento de um atlas *online*, onde pode-se criar extensões e *links* que levam a outras páginas. Além disso, contribui com a temática da pesquisa, já que nesse atlas a autora reúne as intervenções *ferais* multiespécies

---

<sup>6</sup> Endereço para acesso: <https://feralatlas.supdigital.org/>

<sup>7</sup> Endereço para acesso: <https://creatures-eu.org/>

<sup>8</sup> Endereço para acesso: <https://www.futurematerialsbank.com/>

– quando ações humanas se unem a ações de outros seres, ganhando escala e gerando efeitos planetários.

O *atlas simpoiese* foi feito na plataforma *hotglue.me*, uma ferramenta simples para criação de páginas *web* que permite a aplicação de imagens, textos, vídeos e *gifs* de forma livre, remetendo à um processo de colagem. Na plataforma, é possível a incorporação de *links*. Para conhecer o *atlas simpoiese* acesse: <https://atlassimpoiese.hotglue.me>.

Na próxima página anexamos um *print* do *atlas simpoiese*. É importante informar que o atlas *online* é mutável, e pode estar diferente do apresentado nesse documento. De toda forma julgamos importante apresentar uma imagem do *atlas simpoiese* como ele estava no momento da entrega deste documento.

Para complementar o atlas, e ajudar a pensar na *simpoiese*, comendo nosso entendimento do conceito, fizemos fichas de alguns dos projetos do atlas. Nessas fichas, resumimos os projetos em três tópicos:

- Ecossistema: informando o local onde o projeto acontece;
- Seres-entes: falando dos seres envolvidos no projeto, como participam e o tipo de relação;
- Noções simpoiéticas: elaborando *insights* do projeto para o entendimento da *simpoiese*.

# ATLAS SIMPOIESE

(fazer-com)

referências para a criação do atlas ^

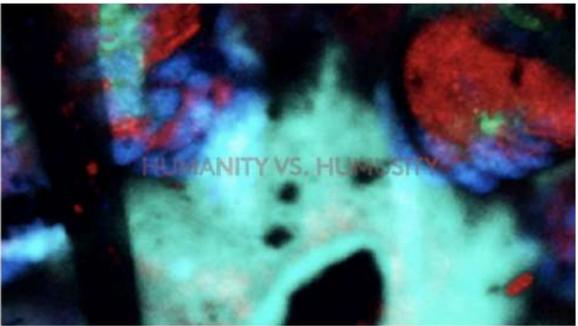


Feral atlas



Atlas mnemosyne

página dedicada à coleção de referências projetuais para a pesquisa em design - Simpoieses miceliais -



# Assojaba I Kunhãwara

O Manto é Feminino

Glicéria Tupinambá, aves e Encantados

2006 - 2021

As pessoas perguntam se sou a artista, e respondo que foi uma coisa coletiva, cosmológica, da comunidade. Fui o instrumento, as mãos necessárias para que o manto voltasse a existir.

(Tupinambá, 2021b, s.p.)



## Ecossistema

O Assojaba (manto) Tupinambá é um objeto ritualístico ancestral que faz parte da vivência dos indígenas da etnia Tupinambá. Apesar do manto estar presente nos cantos e na memória, há muitas gerações que o manto não circulava fisicamente nas aldeias. Foi no território Tupinambá da **Serra do Padeiro, Bahia, Brasil**, onde o manto resurgiu, pelas mãos de Glicéria Tupinambá, e colaboração de toda a comunidade, o território, os encantados, fotografias e sonhos.

## Noções simpoiéticas

“Cosmotécnica” é o nome que Glicéria Tupinambá dá ao processo de fazer com a ajuda de sonhos e fotografias. A atenção da artista à formação de um ecossistema ao entorno do manto e o reconhecimento de sua feitura coletiva e multiespécies, nos ajudam a pensar a simpoiese. Seu percurso é dinâmico e íntimo, revelando maneiras de fazer que são cuidadosas e contínuas, pela transmissão de saberes e pelas relações que se estabelecem no fazer(-se)-com o manto.

## Seres-entes

“há uma comunidade que se estabelece ao redor do fazer do manto” (Tupinambá, 2021a, p.23). As crianças, as aves, as abelhas, as galinhas, o algodão e o tucum, os mais velhos e as madrinhas, os Encantados nos sonhos; o manto possibilitou e foi possibilitado pela retomada da vivacidade do território.



(Tupinambá, 2021a, 2021b)

# Designing and Living with Organisms (DLO)

Fazendo Design e Vivendo com Organismos

Svenja Keune, insetos

2020 - 2023

O designer é desafiado a assumir fluidamente as perspectivas de todos os atores envolvidos, o que posteriormente transforma o design de produtos e serviços em um design de eco-sistemas.

(Keune, 2021, p.19, tradução da autora)



## Ecossistema

Nesse projeto, Keune se propõe a conviver de forma consciente com outros seres mais-que-humanos que visitavam sua casa. Nos anos do projeto ela viveu em **Hvalsø, uma área rural da Dinamarca**, que virou lar também para insetos e visitantes multiespécies que iam se proteger nos habitats têxteis que ela preparava como forma de cuidado e recreação para esses seres. As técnicas utilizadas foram crochê, impressão 3d em cerâmica e fibras têxteis embebidas em cerâmica, formando diversas texturas, superfícies e microclimas.

## Seres-entes

Artrópodes, plantas, pássaros, fungos e outros microrganismos são convidados a frequentar os espaços têxteis preparados pela designer. No artigo sobre o projeto, Keune (2021) conta três histórias de convivência multiespécies: com bichos-lixeiros, com uma lagarta e com um rato.

## Noções simpoiéticas

Em *Designing and Living with Organisms*, Keune vê os encontros e eventos não planejados como uma oportunidade de aprender a lidar com o imprevisível – buscando manter uma mentalidade aberta e curiosa, experimentando maneiras de ficar com o problema e fazer-mundo junto. O projeto colabora ainda para a reflexão sobre os diferentes níveis de cuidado que o envolvimento com seres vivos exige, e a sensibilidade que podemos desenvolver ao nos emaranharmos em relações multiespécies.



# Jing Kieng Jri

Ponte de raízes vivas

**Comunidades Khasi, Garo, Jaintia e árvore Jri Bamon**

- em andamento

Enquanto as árvores estiverem saudáveis, as raízes crescem e se fortalecem naturalmente, e raízes antigas são substituídas por novas. Se cuidarmos bem, elas podem durar para sempre. A maioria das pontes desta região existem há séculos.

(Morningstar Khongthaw, tradução da autora)



## Ecossistema

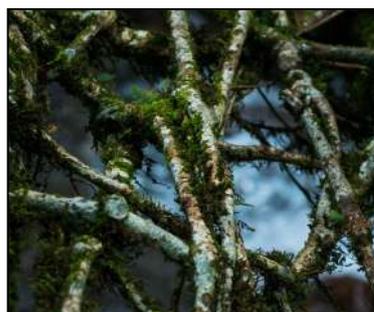
As pontes de raízes vivas estão espalhadas por toda a região de **Meghalaya, no Nordeste da Índia**, e fazem parte da cultura das comunidades indígenas Khasi, Garo e Jaintia. As pontes são essenciais para o deslocamento da população, interligando vilarejos por entre as colinas, cruzando vales e rios. Meghalaya, que em português seria “Morada das nuvens”, é um dos lugares mais úmidos do mundo, frequentemente atingida por chuvas intensas e fortes correntezas, principalmente durante as Monsões.

## Seres-entes

Jri Bamon é o nome da *Ficus elastica* na língua Khasi. A árvore tem raízes aéreas que são muito resistentes, vigorosas, e flexíveis, possibilitando a arteficialidade das pontes que, uma vez saudáveis, resistem às piores tempestades e correntezas. Essas pontes possibilitam o fluxo de humanos e muitos outros seres.

## Noções simpoiéticas

As Jing Kieng Jri são resultado da relação entre comunidades humanas e árvores ao longo de séculos. A manutenção do cuidado e atenção com as árvores são nutridos pelos mais antigos, que transmitem os conhecimentos técnicos e afetivos para os mais novos. O aprendizado das técnicas de amarração das raízes, a convivência com as árvores, e o cuidado com o meio ambiente, garantem a saúde e integridade das árvores, da cultura e do território das comunidades de Meghalaya.



# MARS - Modular Artificial Reef Structure

MARS – Estrutura Modular de Coral Artificial

Reef Design Lab, ecólogos marinhos, corais

2013 - em andamento

Cada unidade tem uma geometria especialmente projetada para incentivar o restabelecimento natural de corais jovens e facilitar a fixação dos corais transplantados. [...] também atua como proteção do habitat para outras espécies.

(Reef Design Lab, 2024, tradução da autora)



## Ecossistema

O estúdio de design “Reef Design Lab” fica em Melbourn, Austrália, mas o projeto atua nos **ambientes marinhos**. Principalmente onde a vida marinha está em risco pelas ações antrópicas e mudanças climáticas, com o aumento da temperatura dos oceanos, as pescas predatórias e inserção de espécies invasivas. A qualidade modular do projeto visa atender a diversos ecossistemas e suas particularidades. MARS já foi instalado no Oceano Índico - nas ilhas Maldivas, e uma nova versão está sendo testada no Mar de Celebes, na Malásia.

## Seres-entes

O eixo do projeto são os corais, animais marinhos com exoesqueleto calcário, o que faz com que pareçam rochas. Esses seres são fixos e formam os recifes de corais, ambientes multiespécies e simbióticos, habitat de um quarto das espécies marinhas.

## Noções simpoiéticas

MARS provoca um deslocamento do design convencional, centrado no humano ao praticar um design em função do cuidado de uma espécie outra-que-humana. Esse tipo de projeto nos faz imergir em outros modos de vida, e projetar para o bem estar de corais e peixes. Esse deslocamento de perspectiva nos ajuda a ver por lentes menos antropocêntricas. Também é simpoiético o caráter multidisciplinar do projeto, onde designers, oceanógrafos, biólogos e ecólogos marinhos trabalham juntos para incentivar e proteger ecossistemas multiespécies.



# Përisi: Përisiyoma pë wãha oni

Marasmius yanomami: o fungo que as mulheres yanomami usam na cestaria

## Mulheres Yanomami e fungo Përisi

1970 - em andamento

Para nós Yanomami existe a protetora da floresta, cujo cabelo é o cipó too toto e o **Përisi** são seus pelos pubianos. [...] Para não ofender a protetora, nós fazemos um rodízio das áreas onde coletamos o **Përisi**.

(Yanomami et al., 2019, p.23)



### Ecossistema

Coletar perisi (*Marasmius yanomami*) é parte da rotina das mulheres Yanomami na região de Maturacá na **Floresta Amazônica, Brasil**. As *wayumi* – incursões na floresta – são para coletar alimentos e matéria-prima para as cestarias: o cipó too toto e o perisi. Para encontrar os fios do perisi, as coletoras, além de conhecer as regiões preferidas dos fungos, olham para outras espécies que vivem junto: a florzinha pequena e branca, a mãe do perisi (*Polyporus sp.*), e outros cogumelos.

### Noções simpoiéticas

A relação entre as coletoras Yanomami e esses fungos parece ser de parceria, respeito e admiração. Apesar de no livro que escrevem sobre os perisi referirem-se à eles como matéria-prima, não há dúvidas que o tratam como ser vivo, com o devido cuidado para mantê-los saudáveis e por perto. A coleta dos fios exige respeito; sempre alternando os locais, coletando apenas os fios crescidos e grandes, e nunca todos que veem e nem a mais do que precisam. Notamos ainda que os perisi crescem sempre junto de outras espécies específicas.

### Seres-entes

Os perisi são fungos rizomorfos que crescem no chão, rasteiros. São mais fortes em matas densas com solo úmido, e se alimentam dos muitos troncos, folhas e galhos caídos. Seus cogumelos são pequenos e seus rizomorfos são longos, pretos e brilhantes.



# RUM\_A: Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

Clara Acioli, abelhas, fungos e onze-horas

2019-2021

Todos temos potência de ação, humanos e não humanos, e devemos repensar o jeito que nos relacionamos com o mundo a nossa volta, [...] conscientes das existências e diversidades. RUM\_A intenciona a abertura de diálogos.

(Acioli, 2021, p.274)



## Ecossistema

O projeto foi concebido na **Mata Atlântica**, acolhendo seus dilemas territoriais como floresta infestada de cidade. Com a primeira e a terceira maiores florestas urbanas do mundo – Parque Estadual da Pedra branca e Floresta da Tijuca – o **Rio de Janeiro** – segunda maior metrópole do **Brasil** – se apresenta como ecossistema frutífero para o tensionamento das relações urbanas e florestais, por onde circulam seis milhões de pessoas, e inúmeros bichos, insetos, esporos, pólenes, micélios e raízes.

## Noções simpoiéticas

RUM\_A se apresenta como um projeto aberto aos encontros e acasos, e principalmente ao diálogo com o imprevisível, tanto nos termos de se criar formas com seres vivos e com agência – os fungos –, quanto de ser um espaço oco, convite-abrigo à insetos. Esse exercício de projetar com fungos para abelhas revela um desafio nos modos de fazer design, propondo um mergulho em dois modos de existência distantes do humano, e buscando assim uma abordagem menos antropocêntrica do design.

## Seres-entes

São convidados a participar de RUMA: abelhas nativas sem ferrão, fungos com comportamento micelial estruturante, plantas nativas da Mata Atlântica, e humanos urbanos. Sem a garantia de que serão esses os participantes do aglomerado.



## 4 Simpoieses Miceliais

Processos experimentais

Fazer-com os fungos

Experimentar com os fungos

Conviver com os fungos

Cuidar de fungos

Ser cuidada por fungos

As experimentações com micélios estiveram em curso ao longo de toda a pesquisa e dão continuidade a um estudo anterior. Nesse capítulo, procuro mostrar as espécies com as quais trabalhei e convivi e os meios pelos quais escolhi guiar essas relações, tentando entendê-las. Exponho aqui os principais dilemas que me atravessaram nessa convivência-trabalho-criação, apresentando algumas das contradições latentes das tentativas de fazer-com fungos. Dessas contradições foram feitas escolhas que definiram os caminhos da pesquisa, em busca da possibilidade da *simpoiese*.

A questão da bioética e do respeito à outras espécies vivas tem sido cada vez mais frequente quando tratamos de biomateriais com fungos, principalmente em ambientes educativos. “Estou usando ou colaborando?” É um dos primeiros questionamentos entre aqueles que fazem experimentos com o micélio, junto do impasse de definir o fim da vida do organismo com a secagem por calor. As intervenções no ecossistema local, a interferência nas contaminações e as espécies que escolhemos para trabalhar, foram outras questões observadas, tratadas aqui como dilemas, que guiaram os passos da pesquisa.

Quando comecei a cultivar fungos, em 2020, dois gêneros do filo Basidiomycota sobressaíam nas pesquisas *online* com relação às práticas artísticas, de design ou arquitetura: *Ganoderma* e *Pleurotus*, especialmente as espécies *Ganoderma lucidum* e *Pleurotus ostreatus*. (Alaneme *et al.*, 2023; Alemu *et al.* 2022; Jones *et al.*, 2018; Tacer-Caba *et al.*, 2020). Considerando que existem entre 2,2 a 3,8 milhões de espécies de fungos no mundo (Hawksworth; Lücking, 2017), a escolha de duas espécies parece bastante limitante.

Ainda assim, no primeiro semestre do mestrado (2023.1), quem me acompanhava nos experimentos era um *Pleurotus sp.* das prateleiras de um supermercado. E a partir de 2024, começamos a pesquisar com as lentes biodiversas da Mata Atlântica, trabalhando com espécies coletadas nessa região, no Rio de Janeiro, dando preferência ao espaço do NIMA (Núcleo Integrado de Meio Ambiente), um espaço de floresta dentro da PUC-Rio. Os experimentos aqui são relatados em ordem cronológica, a partir das espécies, com um intervalo para descrever o ambiente de pesquisa (NIMA): *Pleurotus sp.*, NIMA, *Pleurotus djamor*, *Ganoderma zonatum* e *Trametes villosa*.

No final da relação de cada experimento, são pontuados os dilemas que caracterizam a atividade, bem como os movimentos investigativos subsequentes.

### ***Pleurotus sp.* | outono 2023 |**

Em 2023 – primeiro ano de mestrado – o micélio de um *Pleurotus sp.*<sup>9</sup>, me acompanhava nas experimentações. Conhecido popularmente como Shimeji, seus cogumelos são muito apreciados na culinária e facilmente encontrados no supermercado, onde foram comprados e perpetuados pelo processo de clonagem – reprodução assexuada (Figura 30). Com ele, comecei a estudar algumas questões formais, dentro do contexto da disciplina “Design, Inovação e Tecnologia”.



Figura 30 - Shimeji do supermercado e processo de clonagem (Arquivo da autora)

O objetivo desses primeiros testes era verificar se havia preferência dos fungos em relação ao espaço tridimensional oferecido: às formas mais orgânicas ou

---

<sup>9</sup> A abreviação "sp." é utilizada para indicar uma espécie não identificada. Usamos "spp." para indicar duas ou mais espécies, no plural.

geométricas, com quinas vivas, ou arredondadas (Figura 31). A proposta das geometrias objetiva a observação das modificações provocadas pelos fungos a partir de formas reconhecíveis pela maioria das pessoas: cubo, esfera, pirâmide e outros. Inspira-se nas oficinas de design básico que referenciam a Bauhaus (Itten, 1975) e ainda são praticadas em muitas escolas de design e desenho industrial no Brasil, incluindo a Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde concluí a graduação.



Figura 31 - Moldes em PETG e fungos moldados

O material utilizado para fazer os moldes foi o PETG no processo de termoformagem à vácuo. Todas as fôrmas possuíam o mesmo volume,  $50\text{cm}^3$ , possibilitando a comparação do crescimento de acordo com os formatos. O micélio cresceu em todas as figuras, tomando conta do espaço oferecido, alimentando-se da polpa de papel reciclado, farinha e água utilizada como substrato. Apenas o formato curvo longilíneo (Figura 36) demorou mais a crescer e apresentou maior fragilidade em relação às outras figuras.

Prestamos atenção especialmente ao movimento dessas geometrias vivas depois que tiramos seus contornos plásticos (Figura 32 a Figura 37). Todas criaram protuberâncias de início de frutificação e, em seguida, desenvolveram cogumelos, normalmente nas quinas. Os testes não foram conclusivos em relação à preferência de formato para crescimento dos fungos, pois ocuparam de maneira semelhante todas as figuras.



Figura 32 - Formato 1 – semiesfera (Arquivo da autora)



Figura 33 - Formato 2 – cilindro perfurado (Arquivo da autora)



Figura 34 - Formato 3 - cubo (Arquivo da autora)



Figura 35 - Formato 4 - ameba (Arquivo da autora)



Figura 36 - Formato 5 - curva (Arquivo da autora)



Figura 37 - Formato 6 - escada (Arquivo da autora)

Desses experimentos iniciais, feitos com o acompanhamento dos professores Claudio Magalhães e Jorge Lopes da disciplina de “Design, Inovação e Tecnologia”, tiramos algumas considerações para a continuação dos experimentos. A expressão dos fungos através do cogumelo, seu órgão reprodutivo que garante a reprodução sexuada e a dispersão de esporos, pode ser um sinal de que ali já não cabe mais o desenvolvimento dos micélios, quando procuram outros meios para se difundir no ambiente – uma resposta à limitação de nutrientes, ou um momento apropriado para a dispersão dos esporos<sup>10</sup>.

Em termos de design, a frutificação pode ser um fator estético ou de desobediência dos formatos inicialmente propostos. Esse desvio da forma original pode, para alguns designers, ser um impeditivo para trabalhar com esses seres, uma vez que as “imperfeições” surgem, e é muito difícil garantir um padrão de produção. Por outro lado, pode ser um fator que adiciona interesse ao projeto e processo, e uma oportunidade de aprender a lidar com o espontâneo, a adquirir uma inteligência de fazer-com os imprevistos.

---

<sup>10</sup> Os fungos normalmente desenvolvem corpos frutíferos de acordo com fatores ambientais e condições climáticas, como presença da luz solar (chegou à superfície) e a umidade do ar elevada, possibilitando a formação desses corpos frutíferos, que tem muita água em sua composição.

Os cogumelos são por onde conseguimos identificar a espécie do fungo, por ser o momento em que a maioria deles exprimem características específicas, como cor e forma. Nesse caso, a frutificação em objetos de arte e design pode funcionar também como um fator de divulgação científica e valorização da biodiversidade da funga, particularmente quando trabalhamos com espécies nativas e naturais das regiões em que estão inseridas. Essa função de divulgação científica pode ser interessante se alinhada com interesses da biologia e de políticas de conservação, para trazer à público espécies ameaçadas, os fatores de ameaça, consequências e ações para a preservação.

Sobre a diversidade de espécies, é interessante pensar além dos potenciais materiais – que acontecem somente no final da vida daquele ser –, e aproveitar as qualidades ecológicas – que acontecem ao longo da vida daquele ser. Pensar em fazer-design-com fungos em solos degradados para projeto de recuperação e micoremediação, por exemplo, aproveitando a biodiversidade de fungos e suas diferentes atuações ecossistêmicas. São algumas das ideias que buscaremos manter em mente, aprendizados do percurso.

Com esse primeiro experimento, percebemos que os dilemas éticos que surgem no processo de manipulação e estudo dos fungos podem ser uma boa forma de guiar os experimentos. O primeiro dilema que escolhemos tratar foi sobre as espécies escolhidas para a pesquisa, chamando atenção para a dominância do *Ganoderma lucidum* e do *Pleurotus ostreatus* nos estudos de materiais, design e arquitetura. Essas espécies têm massa micelial densa e boa adaptação à diferentes substratos.

Acreditamos, no entanto, que outras espécies guardam características e propriedades diversas, e que ao diversificar as espécies estudadas no campo do bio-design, podemos colaborar para a manutenção e promoção da biodiversidade dos ecossistemas em que a pesquisa está inserida. Uma vantagem para os fungos nesses processos de cultivo e pesquisa é a oportunidade para dispersão de micélio e esporos. Por isso, para não colaborar com um desequilíbrio ecológico, devemos cuidar para não introduzir espécies potencialmente invasoras e patogênicas no ambiente.

**Dilema 1:** Com tamanha diversidade no universo dos fungos, por que trabalhar sempre com as mesmas espécies?

**Movimento:** Buscar espécies locais coletadas em território de Mata Atlântica para experimentar-com.

**Dilema 2:** Qual é o campo mais propício para experimentar-com? É melhor optar pelo cultivo interno (laboratorial/casa) ou externo (no solo)?

**Movimento:** Encontrar um espaço físico externo para experimentar o cultivo no solo.

## **NIMA - PUC-Rio | Mata Atlântica | 2024 |**

Após a qualificação, iniciamos uma nova fase dos experimentos, entre março e abril de 2024, final do verão e início do outono na cidade do Rio de Janeiro. A temperatura neste período de transição de estação ainda é quente e a umidade alta – temperaturas amenas a altas com chuva e sol são a combinação perfeita para o surgimento de cogumelos.

A primeira etapa do estudo foi o reconhecimento do espaço de trabalho concedido pelo Núcleo Integrado de Meio Ambiente (NIMA) - PUC-Rio e a identificação das espécies do entorno. O NIMA é coordenado pelos professores Marcelo Motta e Roosevelt Fideles, e conta com um espaço de pesquisa de área verde, como um microsistema florestal onde são realizados estudos relacionados ao meio ambiente. A Estação Ambiental, como chamam esse espaço, está localizada no bairro da Gávea, Rio de Janeiro.

Em abril de 2024, escolhemos um local de trabalho dentro do território do NIMA e o demarcamos, para identificar que ali era um espaço ativo de pesquisa (Figura 38). O terreno era plano, tinha sombra e incidência indireta do sol, com uma camada generosa de serrapilheira, e cogumelos no entorno.

O objetivo era cultivar os fungos próximos à área onde foram encontrados, com a menor interferência possível, mas de forma que se poderia acompanhar o desenvolvimento dos micélios, oferecer nutrientes e um espaço protegido da luz, aproveitando a capacidade do solo de regulação da temperatura. Inspirada nas formigas Attini e suas câmaras subterrâneas para cultivo, abri o buraco-incubadora no local escolhido. Uma raiz de jamelão revelada na escavação serviu de divisória, configurando, afinal, dois espaços distintos. (Figura 39 e Figura 40).



Figura 38 - Espaço no NIMA (Arquivo da autora)



Figura 39 - Sequência-Processo do buraco-incubadora (Arquivo da autora)



Figura 40 - Buraco-incubadora no solo (Arquivo da autora)



Figura 41 - Proteção das câmaras de cultivo com esteira de palha e folhas secas de Palmeira-leque (Arquivo da autora)

A atividade de reconhecimento dos fungos locais se prolongou por todo o ano de 2024. Já no primeiro momento encontramos uma diversidade de espécies que estavam com cogumelos aparentes. Algumas foram identificadas com a ajuda do aplicativo *PictureMushrom*, que identifica espécies por comparação das fotografias enviadas com uma base de dados pré-existente. A base de dados, no entanto, consta com fungos em sua maioria do norte global, não sendo muito precisa para identificação de fungos tropicais. O aplicativo auxilia no mapeamento de possibilidades, e às vezes com a identificação do gênero, mas é muito raro que consiga acertar a identificação da espécie.

Depois da busca no aplicativo, se o resultado não é satisfatório, costumo consultar os biólogos, micólogos e micófilos do grupo de *WhatsApp* “Estudo dos Macrofungos”. O grupo é muito ativo, envolve amadores e profissionais que publicam imagens, dúvidas e novas descobertas do mundo dos fungos. É uma excelente maneira de conhecer os fungos nacionais e suas ocorrências, uma vez que, quando

colocamos fotos de cogumelos, devemos informar a localização. Esse grupo foi de grande ajuda durante a pesquisa.

Apresentamos aqui uma seleção dos fungos encontrados ao longo do ano de 2024 no espaço do NIMA, organizados cronologicamente pelas estações do ano em ordem: verão, outono, inverno e primavera. São identificados para cada espécie, o nome científico, o comportamento (saprófito, parasitário ou simbiote), a estação do ano e pelo menos uma imagem. Algumas espécies têm comentários adicionais.

Na nomenclatura científica, o primeiro nome é o gênero, e o segundo, a espécie. Quando a espécie não foi identificada, usamos “sp.” depois do gênero. Usamos “spp.” quando no plural.

### **Oudemansiella canarii**

[Comportamento: saprófito;

Estação: verão e primavera;

É comestível.]



### **Auricularia sp.**

[Comportamento: saprófito;

Estação: verão e primavera]



**Pleurotus sp.**

[Comportamento: saprófito;

Estação: verão e primavera]



**Neofavolus sp.**

[Comportamento: saprófito;

Estação: outono]



**Pleurotus djamor**

[Comportamento: saprófito;

Estação: outono;

É comestível]



**Crepidotus spp.**

[Comportamento: saprófito;

Estação: outono e inverno]



**Coprinellus disseminatus**

[Comportamento: saprófito;

Estação: outono e primavera]



**Earliella scabrosa**

[Comportamento: saprófito;

Estação: outono e primavera]



**Trametes villosa**

[Comportamento: saprófito;

Estação: outono e primavera]



**Ganoderma spp.**

[Comportamento: saprófito e parasitário;

Estação: ano todo;

Encontradas diferentes espécies, difíceis de identificar. Podem ser: Ganoderma zonatum, Ganoderma lobatum, Ganoderma australe, e/ou Ganoderma applanatum]



Além das espécies de fungos, observamos também os animais, plantas e microrganismos que ali habitavam. Um encontro interessante foi com os Mixomicetos, organismos do reino Protista que se alimentam de fungos e bactérias e são encontrados em matéria orgânica em decomposição (Cunha, 2022) (Figura 42, Figura 43).



Figura 42 - Mixomicetos do gênero *Stemmonitis* (Arquivo da autora)



Figura 43 - Mixomicetos do gênero *Physarum* (Arquivo da autora)

Algumas espécies de plantas que percebemos no entorno foram: Jacatirão (*Miconia cinnamomifolia*) com muitas mudas jovens e algumas árvores crescidas, duas enormes árvores de Jamelão (*Syzygium cumini*), um Ipê-amarelo (*Handroanthus albus*), uma Embaúba (*Cecropia angustifolia*), uma Bananeira (*Musa sp.*), algumas Jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus*), Areca-bambu (*Dyopsis lutescens*), Palmeira-leque (*Livistona chinensis*), Palmeira-jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia seguine*) para todo lado, e sobre as árvores, muitas epífitas e trepadeiras de vários tipos: bromélias (*Bromelia spp.*), orquídeas (Orchidaceae), samambaias, jiboias (*Epipremnum spp.*), etc. Essas espécies foram

identificadas com a ajuda do professor Roosevelt Fideles, gerente de projetos ambientais do NIMA.

Os encontros com animais eram bastante frequentes. Todos os dias era possível encontrar muitos artrópodes como mosquitos, moscas, aranhas, formigas, larvas diversas, centopeias, besouros, entre outros. Minhocas (anelídeos) apareciam com frequência ao remexer o solo e nos dias mais chuvosos, víamos lesmas e caramujos (moluscos). Dos mamíferos, além dos muitos humanos estudantes e professores (*Homo sapiens*), circulavam por ali muitos gatos (*Felis catus*), saguis (*Callithrix penicillata*) e gambás (*Didelphis aurita*).

Para poder observar os microrganismos do ambiente e verificar a diversidade de bactérias e fungos presentes no solo, preparamos iscas de arroz – arroz branco cozido e frio, em um pote de plástico entreaberto, posto em um saco com tela de microtule, por onde o ar e os microrganismos podem passar, mas não seres maiores. Escolhemos três lugares para posicionar os potes com arroz: na composteira do NIMA (A); ao lado de uma pilha de bambus, perto das Tendás (salas de aula do curso de design da PUC-Rio) (B); e no espaço determinado para os experimentos com fungos, dentro do NIMA (C).



Figura 44 - (A) composteira do NIMA (Arquivo da autora)



Figura 45 - (B) pilha de bambus, perto das Tendás (Arquivo da autora)



Figura 46 - (C) espaço dos experimentos com fungos (Arquivo da autora)

Seis dias depois, já era possível observar a variedade de microrganismos presentes e sua diversidade de cores e texturas (Figura 47, Figura 48, Figura 49):



Figura 47 - Resultado (A) composteira do NIMA (Arquivo da autora)



Figura 48 - Resultado (B) pilha de bambus, perto das Tendas (Arquivo da autora)



Figura 49 - Resultado (C) espaço dos experimentos com fungos (Arquivo da autora)

O resultado (C) apresentou micélio bem firme, homogêneo e consistente, o que nos deu uma nova ideia para processos futuros. Poderíamos coletar o micélio no grão direto na terra e passar para uma fôrma, tornando o processo mais direto e aterrado. Em razão do tempo de pesquisa, essa prática não foi continuada.

### ***Pleurotus djamor* | outono 2024 |**



Figura 50 - Cogumelos de *Pleurotus djamor* em diferentes estágios de maturação (Arquivo da autora)

Das tantas espécies encontradas nos arredores do NIMA entre abril e maio, *Pleurotus djamor*, conhecida popularmente como Shimeji Salmão, foi escolhida para iniciar os testes *in loco* (Figura 50). Um dos motivos da predileção foi por ser uma espécie nativa da Mata Atlântica, comestível, e possuir o comportamento saprófito, ou seja, se alimenta de matéria orgânica morta, não predando espécies arbóreas vivas. Além disso, ela faz parte do grupo dos *Pleurotus*, com o qual eu já

estava habituada a lidar, e acreditava conhecer as preferências de substratos e condições de temperatura e umidade.

Neste momento, já havíamos preparado a câmara de cultivo no solo, permitindo que os experimentos com *P. djamor* começassem direto em ambiente externo (Figura 52). A abundância de cogumelos de *P. djamor* (Figura 51) naquele momento possibilitou alguns testes diferentes:

1. Cogumelos inteiros junto com folhas secas posicionados na câmara menor da incubadora-buraco. Sem molde, sem recipiente, substrato local, sem esterilização ou higienização (Figura 53).

2. Cogumelos inteiros junto com folhas secas dentro de um recipiente de papel encerado, posicionado dentro da câmara maior da incubadora-buraco. Sem molde, com recipiente, substrato local, sem esterilização ou higienização (Figura 54).

3. Cogumelos inteiros em meio de cultura de Batata, Dextrose e Agar (BDA) preparado e esterilizado. Sem molde, com recipiente, substrato preparado não-local, com esterilização, sem higienização dos cogumelos ou instrumentos (Figura 55).

4. Parte interna do cogumelo em meio de cultura BDA preparado e esterilizado. Sem molde, com recipiente, substrato preparado não-local, com esterilização, com higienização dos cogumelos e instrumentos, mas em área aberta, com alta probabilidade de presença de outros microrganismos (Figura 56).



Figura 51 - Coletando cogumelos de *Pleurotus djamor* (Arquivo da autora)



Figura 52 - Incubadora-buraco com experimentos em andamento. Dia 1 (Arquivo da autora)



Figura 53 - Teste 1: cogumelos inteiros junto com folhas secas direto no solo. Dia 1 (Arquivo da autora)



Figura 54 - Teste 2: cogumelos inteiros junto com folhas secas em recipiente. Dia 1 à esquerda e dia 5 à direita (Arquivo da autora)



Figura 55 - Teste 3: cogumelos inteiros em meio de cultura preparado e esterilizado. Dia 1 à esquerda e dia 5 à direita (Arquivo da autora)



Figura 56 - Teste 4: parte interna do cogumelo em meio de cultura preparado e esterilizado. Dia 1 à esquerda e dia 5 à direita (Arquivo da autora)

Os resultados dos experimentos iniciais podem ser vistos na Figura 54, Figura 55 e Figura 56. Nos testes 1, 2 e 3, os cogumelos inteiros entraram em processo de decomposição, ao invés do desenvolvimento do micélio, como esperado. No teste 4, além do *P. djamor*, micélios de outras espécies começaram a se desenvolver na amostra, não sendo possível distinguir qual fungo estaríamos cultivando. Como o objetivo no momento era estudar o *P. djamor*, decidimos seguir para novos testes, dessa vez considerando a etapa inicial no laboratório.

**Dilema 3:** Devemos tirar o cogumelo do habitat natural e levar para o laboratório?

**Movimento:** Decidimos que sim, que iniciariamos o desenvolvimento do novo micélio em ambiente controlado. Retornariamos ao NIMA quando o fungo estivesse em um estágio mais avançado de desenvolvimento, no meio do processo, com maior força para prevalecer no caso de competição por espaço e nutriente no ambiente externo.

Ao cultivar fungos em um ambiente de laboratório, é preciso oferecer os nutrientes e as condições de temperatura adequadas para que cresçam. A primeira etapa é fazer o meio de cultura: um ambiente nutritivo e controlado para o desenvolvimento de microrganismos. Fizemos o meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Agar) e esterilizamos<sup>11</sup> para garantir que todos os seres microbianos fossem eliminados, diminuindo as chances de contaminação.

---

<sup>11</sup> A esterilização convencional é realizada em autoclave, um equipamento projetado especificamente para esse propósito. No entanto, em casa, utilizamos uma panela de pressão, contando 15 minutos após atingir a pressão e permitindo que o resfriamento ocorra naturalmente, sem forçá-lo, para evitar o risco de estourarem as vidrarias devido à mudança brusca de temperatura e pressão.

A etapa seguinte é coletar os cogumelos para a clonagem. Ao buscar por mais exemplares de *P. djamor*, reparamos que, em apenas cinco dias, muitos deles já haviam murchado. Estavam sendo consumidos por outros fungos, por pequenos artrópodes e pelo mixomiceto *Physarum*. Para o processo de clonagem de fungos, o ideal é que os cogumelos estejam jovens, e por isso tivemos que aguardar até que rebrotassem novamente, caso o fizessem.

Após sete dias, eles rebrotaram (Figura 57). É interessante lembrar que os cogumelos são manifestações efêmeras dos fungos, e aparecem para nós em momentos muito específicos e em condições propícias, às vezes durando somente algumas horas, porém, por mais que muitas vezes não consigamos vê-los, eles estão ali, vivos, crescendo e transformando a matéria.



Figura 57 - *Pleurotus djamor* em decomposição, à esquerda, e rebrotado, à direita (Arquivo da autora)

Coletamos alguns exemplares dos cogumelos novos para levar para o laboratório e continuar a pesquisa. Na coleta, pudemos observar muitos outros organismos vivos em volta e às vezes no próprio cogumelo, usando-o como abrigo ou alimento (Figura 58). Essa observação expõe a vida multiespécies pulsante ao entorno dos fungos, mas nos alerta também para a alta probabilidade de contaminação das amostras com cogumelos coletados *in natura*. Por isso, fizemos dez amostras dos *Pleurotus djamor*.



Figura 58 - Artrópodes (miriápodes, besouros, formigas etc.) em cogumelos de *Pleurotus djamor* (Arquivo da autora)

Com os cogumelos em mãos, podemos realizar a clonagem: pegar um fragmento de dentro do cogumelo e colocar no meio de cultura para que o micélio se desenvolva (Figura 59). Essa movimentação deve ser feita em ambiente limpo para, de novo, evitar a contaminação. Para isso, usamos o fluxo laminar, um equipamento laboratorial que cria um fluxo de ar filtrado (Figura 60).



Figura 59 - Processo de clonagem do *Pleurotus djamor* (Arquivo da autora)



Figura 60 - Meio de cultura, cogumelo *Pleurotus djamor*, bisturi e pinça no fluxo laminar do Biodesign Lab da PUC-Rio (Arquivo da autora)

Outro equipamento importante é a incubadora, onde a temperatura e umidade do ar podem ser controladas, e os micélios se mantêm em desenvolvimento longe da luz solar. Quando comecei a cultivar fungos, logo aprendi a necessidade desses dois equipamentos e montei um fluxo laminar com uma caixa plástica, ventoinhas e um filtro de ar; e uma incubadora, com uma caixa de isopor e um termostato, para compor um laboratório caseiro (Figura 61).



Figura 61 - Laboratório adaptado com fluxo laminar e incubadora, na casa da autora (Arquivo da autora)

Ter um laboratório em casa é uma forma de aproximar esse cultivo do cotidiano. Ao estar fisicamente mais próxima dos fungos, conseguimos acompanhar cada etapa de desenvolvimento. Compartilhamos fogão, geladeira, sala de estar e área de serviço, cada parte da casa tendo a presença marcada com amostras, equipamentos e a rotina de alimentação dos fungos, tornando o cuidado com esses seres parte do meu dia a dia. Convivemos e, contraditoriamente, domesticamos. Como cuidar e viver-com sem domesticar? Enquanto não conseguimos responder à pergunta, seguimos experimentando e observando.

Das dez amostras preparadas, todas contaminaram.



Figura 62 - Amostra contaminada com bactérias amarelas (Arquivo da autora)



Figura 63 - Amostras contaminadas com outros fungos (Arquivo da autora)



Figura 64 - Amostra contaminada e desenhos (Arquivo da autora)

Apesar da frustração de nenhuma amostra parecer ter dado certo, que nesse caso seria o micélio do *P. djamor* crescer saudável, não posso negar meu entusiasmo com a diversidade de cores e formas que as contaminações fazem surgir nas placas que dias antes estavam visivelmente desabitadas. Anna Tsing nos oferece outros argumentos para ver valor nas contaminações, recontando estórias de diversidade contaminada e lembrando que nós, seres multicelulares, só existimos graças a múltiplas contaminações entre bactérias (Tsing, 2022). Ela argumenta que aprender a adaptar-se às circunstâncias (e contaminações) é o que nos faz estar vivos.

Ao mesmo tempo em que a contaminação transforma projetos de criação de mundos, outros mundos compartilhados - e novas direções - podem surgir. Todos nós carregamos uma história de contaminação; a pureza não é uma opção. [...] Colaboração significa trabalhar por meio das diferenças, o que leva à contaminação. (Tsing, 2022, p. 73)

Na práxis, isso poderia ser a contaminação cruzada entre mim e os fungos, o que pode ser visível no meio de cultura ou no meu corpo, mas também pode aproximar-se da ideia de devir – do tornar-se-com. Aqui encontramos outro dilema no cultivo dos fungos para crescer coisas. Queremos criar mundos compartilhados e de colaboração multiespécies, mas para fazer-design-com os fungos cultivando materialidades, precisamos que o micélio abrace todo o substrato. Para isso, uma única espécie deve ocupar o espaço oferecido, ou as espécies presentes precisam conviver intimamente e harmoniosamente, unindo seus micélios, o que é possível, mas raro.

**Dilema 4:** Devemos intervir nas contaminações?

**Movimento:** Decidimos intervir até certo ponto e observar.

Ainda que a decisão de intervir seja contraditória à naturalidade das contaminações e à idealização de manter as relações simbióticas naturais dos fungos em seu habitat, utilizo outra desculpa para manter minha decisão. Em certos casos, podemos escolher com quem queremos viver-com, e, inspirada nas formigas *Lasius* e *Crematogaster*, decidi separar os “invasores” e alimentar aqueles com quem estava interessada em trabalhar (Figura 65).



Figura 65 - Separando o fragmento de *Pleurotus djamor* de seus contaminantes companheiros (Arquivo da autora)

Isolado, o *P. djamor* retomou o desenvolvimento, alastrando novos micélios e protuberâncias que pareciam procurar por algo ou entender melhor o ambiente em que estava. Em poucos dias, porém, novas contaminações também cresceram, e como o micélio de *P. djamor* parecia forte, resolvi não intervir para ver o que sucederia (Figura 66, Figura 67).



Figura 66 - Crescimento do micélio de *Pleurotus djamor* e do bolor preto *Stachybotrys*. Dia 3 e dia 5 (Arquivo da autora)



Figura 67 - Dia 8 do desenvolvimento do *Pleurotus djamor* e do bolor preto *Stachybotrys* (Arquivo da autora)

Com o tempo, e a demora para decidir se deveríamos ou não continuar as interferências, outras contaminações chegaram e os “braços” de micélio do *P. djamor* perderam força e secaram. Era a única amostra de *Pleurotus djamor* e nos arrependemos de não ter intervindo novamente, até que estivesse livre de contaminações, ou pelo menos mais forte que as contaminações, para ter a validação de Tsing (2022, p. 73), uma vez que “a pureza não é uma opção”.

Entendemos com o dilema 4 e a consequente movimentação, que as ações precisam corresponder às situações apresentadas. Apesar de os tempos serem diferentes para cada ser e os sinais incertos, os movimentos precisam estar coordenados, usamos aqui o sentido de *coordenação* de Anna Tsing (2019), uma justaposição temporal que permite que espécies trabalhem juntas para criar condições de vida. A coordenação nos ajuda a lidar com múltiplas temporalidades, e aprender a coordenar as ações – minhas, dos fungos e do ambiente – é um dos grandes desafios dessa pesquisa.

Essa dinâmica também nos convida a estar abertos às frustrações e aos erros, encarando-os como parte dos processos complexos. As frustrações não precisam ser paralisantes ou impeditivas, mas podem se tornar curvas que revelam novas possibilidades. Em momentos de adaptação e transformação nos modos de vida, como os que vivemos atualmente, as frustrações continuarão a surgir, mas também podem nos ensinar a navegar pelos desafios com criatividade e flexibilidade.



Enquanto os experimentos com o *Pleurotus djamor* aconteciam no laboratório de casa sem muito sucesso, a vontade de adiantar os testes com formas tridimensionais no solo encadeou novas ações. Neste momento, os *Pleurotus sp.* coletados no supermercado cresciam saudáveis na incubadora, e nos questionamos sobre experimentar com eles no solo, enquanto as tentativas com espécies locais não evoluíam. O *Pleurotus sp.* é um fungo comum, com cogumelos comestíveis, sem características invasivas. Por ser comprado no supermercado, provavelmente é uma espécie híbrida, uma mistura de espécies do gênero *Pleurotus*, para fins comerciais – aumentar a produção de cogumelos e adaptar-se ao clima.

**Dilema 5:** Devemos experimentar o cultivo no solo com espécies que não foram coletadas no local?

**Movimento:** Decidimos fazer os testes no solo com o *Pleurotus sp.*

O objetivo dos testes era observar o desenvolvimento dos fungos dentro do buraco-incubadora, com moldes feitos em dois materiais diferentes: papel/papelão – poroso, respirável e permeável, podendo ser atravessado pelos fungos; e acetato/PLA – maior vedação, com abertura somente para a passagem do ar (fita microporosa). O substrato de resíduos de papel e papelão (50% água, 45% papel reciclado e 5% farinha de arroz) foi alimento dos *Pleurotus sp.* durante uma semana antes do momento da transferência para os moldes (Figura 68). As formas geométricas escolhidas para o teste foram: cubo, pirâmide e cilindro, facilmente reconhecíveis.



Figura 68 - Transferência do substrato de resíduo de papel/papelão colonizado com fungos *Pleurotus sp.* para os moldes (Arquivo da autora)

A etapa seguinte foi levá-los ao NIMA, onde continuariam o desenvolvimento no buraco-incubadora, sob observação (Figura 69 a Figura 72). No caso dos experimentos em área externa, estávamos atentos também ao clima e às estações do ano. Esses experimentos ocorreram entre maio e julho de 2024, na passagem do outono para o inverno.



Figura 69 - Moldes com *Pleurotus sp.* e papel reciclado na incubadora-buraco. Primeiro dia, 10 de maio de 2024, outono (Arquivo da autora)



Figura 70 - Dia seis, 16 de maio de 2024, outono (Arquivo da autora)



Figura 71 - Dia 19, 29 de maio de 2024, outono. Formas de papel na esquerda e no centro e de acetato, na direita (Arquivo da autora)

No dia 29 de maio de 2024, 19º dia de experimento (Figura 71) o micélio estava visível em algumas partes das formas, e parecia saudável, apesar do crescimento mais lento se comparado com micélios acompanhados em condições controladas no laboratório. O molde de acetato pareceu reter mais umidade em comparação com os moldes de papel, o que representou uma vantagem para o crescimento do micélio. Dez dias depois, no dia 19 de junho, o micélio visível não havia crescido mais e parecia ressecado. Decidimos então tirar as formas dos moldes (Figura 72, Figura 73).



Figura 72 - Dia 29, 19 de junho de 2024, outono (Arquivo da autora)



Figura 73 - Formas fora dos moldes (Arquivo da autora)

Quando tiramos os invólucros de papel e papelão, percebemos que havia mais micélio neles do que no substrato preparado. O substrato nas formas geométricas estava seco e pouco ocupado pelos micélios, tampouco havia contaminações aparentes. Nesse período do ano, o clima estava seco, o que pode ter afetado negativamente a evolução do micélio, uma vez que são exigentes quanto à disponibilidade de água no ambiente.

Os experimentos ganharam a forma do molde não pela ação de união dos fungos, mas pelo aspecto de “polpa” do substrato de papel. Os materiais preparados com celulose reciclada, como o *papel machê* e a polpa prensada, são muito resistentes, mas da forma como foi feito, para alimentar os fungos, pode ser facilmente rompido se não tem a ação do micélio.

Identificamos alguns fatores que podem explicar o crescimento lento e a aparente inatividade do *Pleurotus sp.* na incubadora-buraco: o clima seco, com baixa precipitação; a insistência em uma espécie não local, habituada a ambientes controlados; o substrato pouco atraente em relação à disponibilidade de matéria orgânica do entorno; e a própria vontade do fungo, um aspecto complexo e difícil de avaliar.

Como resultado desse experimento, decidimos não mais introduzir espécies que não tenham sido coletadas no local, salvo em casos justificados por razões ecossistêmicas. Um exemplo seriam as espécies nativas que tenham um papel de equilíbrio ecossistêmico relevante, coletadas em outras regiões de Mata Atlântica.

Outra observação do dia 19 de junho foi a presença de formigas dentro da câmara. Na Figura 72 (última imagem à direita), podemos ver a construção de túneis, o que identificamos como o primeiro indício do que viria a acontecer. Quando retornamos ao local no dia 27 de junho, encontramos os experimentos exatamente como os havíamos deixado; contudo, mais túneis haviam sido construídos, e a circulação das formigas era visivelmente mais intensa.

No mês de julho, não voltamos lá, o clima seco não favorecia o rebrotamento dos micélios na incubadora ou o surgimento de cogumelos para novos testes. Essa pausa, motivada pela inatividade dos fungos, revelou-se valiosa para repensar o planejamento da pesquisa. Trabalhar com seres vivos requer uma organização alinhada às estações do ano e aos ciclos naturais dos organismos envolvidos, além de uma *coordenação* com as múltiplas temporalidades da natureza. Os períodos de seca se mostraram oportunos para a pausa reflexiva, permitindo o amadurecimento das ideias.

Ao retornar no dia 05 de agosto de 2024, encontramos o espaço tomado pelas formigas, que haviam incorporado a incubadora como parte do formigueiro. Os experimentos estavam secos e sem micélio aparente, e com alguns sendo aproveitados

como parte estrutural do formigueiro. Apesar da situação inesperada, senti-me honrada pela ocupação do espaço por esses insetos, que tanto sabem sobre fungos. Talvez a ideia de cultivar fungos em câmaras subterrâneas estivesse no caminho certo. As formigas, assim como os fungos, tornaram-se mestras nesse processo de aprendizado.

Sem saber o que fazer com o espaço naquele momento, recoloquei a esteira e as folhas sobre o buraco-formigueiro, deixando tudo como estava. No meio de agosto, constatei que as formigas haviam abandonado o local.



Figura 74 - Espaço tomado pelas formigas (Arquivo da autora)

### ***Ganoderma tendas* | inverno 2024 |**

No final do inverno, depois de um tempo de intervalo, voltamos a buscar cogumelos no NIMA para continuar os experimentos. O clima ainda estava seco, mas os prazos apertados do mestrado não me permitiram pausa maior. Os cogumelos do gênero *Ganoderma* crescem lentamente na madeira, atravessando as estações, e são uma boa opção de cultivo para estudos em design.

O fungo mais pesquisado para aplicação em produtos é o *Ganoderma lucidum*, um fungo asiático com micélio denso e resistente. Sabendo da diversidade de espécies de *Ganoderma* sul-americanos, busquei os que cresciam espontaneamente no NIMA, encontrando dois exemplares que estavam frescos, prontos para coleta e ensaios de replicação.

Como não tínhamos o conhecimento das espécies, somente do gênero, apelidamos cada um pelos locais de coleta: *Ganoderma nima*, encontrado no NIMA, em

uma árvore viva; e *Ganoderma tendas*, encontrado nas tendas (ao lado do NIMA), em uma árvore morta (Figura 75).



Figura 75 - *Ganoderma nima* à esquerda e *Ganoderma tendas* à direita (Arquivo da autora)

Para iniciar o processo de clonagem, preparamos oito recipientes com meio de cultura BDA (Batata, Dextrose, Agar), quatro para cada uma das duas espécies de *Ganoderma*. Coletamos um pedaço de cada cogumelo com a ajuda de uma faca devido à rigidez desses corpos frutíferos, bem diferentes dos *Pleurotus spp.* experimentados anteriormente, que possuíam as fibras macias e podiam ser partidos com as mãos (Figura 76). Para os experimentos com *Ganoderma spp.*, decidimos começar no laboratório e retornar para o solo quando estivessem mais fortes e o clima mais úmido.



Figura 76 - Coleta do *Ganoderma nima* e *Ganoderma tendas* (Arquivo da autora)

Dessa vez, além de esterilizar o meio de cultura, higienizamos o tecido externo dos cogumelos coletados com água oxigenada volume 10. Em seguida, repetimos o procedimento feito com o *Pleurotus djamor* para a clonagem, utilizando o fluxo laminar para manter o ar limpo durante a manipulação dos micélios.

Depois de sete dias no meio de cultura, todas as quatro amostras de *Ganoderma nima* haviam contaminado (Figura 77). Felizmente, em uma das amostras do *Ganoderma tendas*, o fragmento extraído do cogumelo começou a desenvolver o micélio, e mesmo com parte da amostra contaminada, conseguimos recuperá-la e replicá-la (Figura 78). Os *Ganoderma* são fungos de decomposição branca e, para identificar um micélio saudável, podemos prestar atenção em sua cor: branca e o crescimento radial.



Figura 77 - Quatro amostras de *Ganoderma nima* contaminadas (Arquivo da autora)



Figura 78 - Amostras de *Ganoderma tendas*. A amostra inferior direita com micélio desenvolvendo saudável (Arquivo da autora)

A partir dessa única amostra bem-sucedida, fizemos outras nove, procurando isolar o micélio do *Ganoderma tendas* das contaminações. Para nossa surpresa, todas as nove amostras deram certo. Ainda que com o passar dos dias fossem surgindo pequenos pontos de contaminação, esses não comprometeram as amostras (Figura 79, Figura 80).

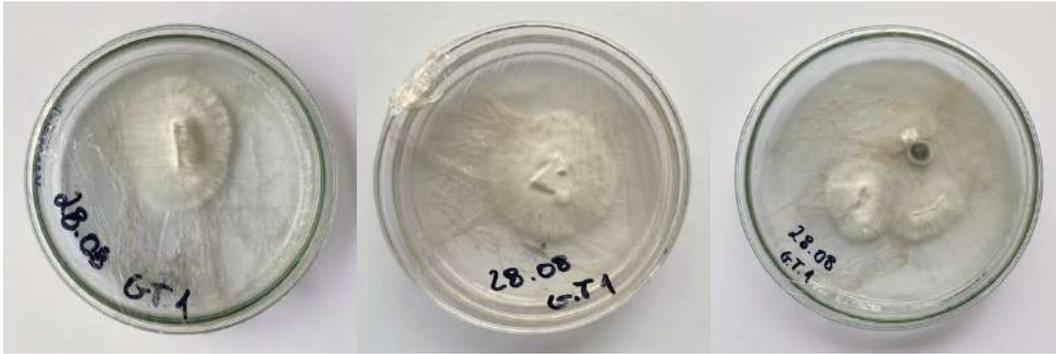


Figura 79 - Dia 5 (01/09) (Arquivo da autora)



Figura 80 - Dia 9 (05/09) (Arquivo da autora)

No 9º dia, quando o micélio de *Ganoderma tendas* preencheu as placas de Petri, realizamos três ações:

1. Repetir o processo anterior, isolando o micélio saudável em uma nova placa com meio de cultura esterilizado;
2. Preparar uma cultura líquida – um meio nutritivo que pode ser armazenado por um período prolongado (até um ano);
3. Preparar as sementeiras, ou *spawns*, uma etapa do cultivo que visa aumentar o volume do micélio e sua resistência às contaminações, preparando-o para a etapa seguinte – substrato.

Para as sementeiras, transferimos uma parte do micélio cultivado no meio de cultura para grãos cozidos e esterilizados. Alguns exemplos de grãos utilizados incluem trigo, arroz, milho e cevada; eles fornecem nutrientes suficientes para fortalecer o micélio. Neste experimento, utilizamos grãos de trigo e de arroz. A cultura líquida foi preparada com uma solução de água mineral e dextrose (10%), esterilizada antes de receber uma amostra do micélio de *Ganoderma tendas* (Figura 81).



Figura 81 - Dia 9 (05/09). Preparação de *spaws* à esquerda e cultura líquida à direita (Arquivo da autora)

Para fins de observação da interação entre o *Ganoderma tendas* e contaminações, acompanhamos o desenvolvimento de algumas placas de Petri. Nas figuras seguintes, podemos ver a frente e o verso de cada placa, permitindo identificar com maior precisão as contaminações e as margens criadas pelo micélio, que apresentavam manchas de cores mais escuras, interpretadas como um possível sistema de defesa (Figura 82).



Figura 82 - Amostras com 22 dias (18/09), frente e verso (Arquivo da autora)

Quando os grãos foram completamente colonizados pelo micélio (13 dias), transferimos parte deles para três tipos de substratos diferentes: serragem de eucalipto, serragem de bambu e serragem de uma árvore desconhecida do NIMA. Os substratos foram preparados com uma proporção de 40% de material seco (35% de serragem e 5% de farinha de arroz) e 60% de água. O objetivo desse teste era verificar se o *Ganoderma tendas* apresentava preferência por diferentes fontes de celulose (Figura 83).



Figura 83 - 13º dia crescendo nos grãos (18/09) e transferência para substrato de serragem (Arquivo da autora)

O micélio do *Ganoderma tendas* havia crescido bem nos grãos de arroz, e decidimos iniciar os experimentos no solo, de volta ao NIMA. Cavamos buracos no formato de semiesfera e paralelepípedo, localizados ao lado do buraco-incubadora (Figura 84).

Para testar os entremeios entre o solo e o substrato com micélio, colocamos diferentes materiais como intermediários: plástico, papel e algodão (Figura 85). Também realizamos um teste sem nenhuma dessas películas, permitindo o contato direto entre o substrato e o solo. O objetivo era entender como o solo influenciava o crescimento do micélio em termos de contaminação, atravessamento do molde, retenção de umidade e intervenção de outros organismos do solo. Cada buraco foi preenchido com a mistura de grãos de arroz colonizados pelo micélio de *Ganoderma tendas* e o substrato preparado de eucalipto, cobertos posteriormente com serrapilheira (Figura 86).



Figura 84 - Buracos na terra nos formatos: semiesfera e paralelepípedo (Arquivo da autora)



Figura 85 - Entremeios: da esquerda para a direita: molde plástico, papel toalha, tecido de algodão e direto no solo (Arquivo da autora)



Figura 86 - Buracos-moldes preenchidos (Arquivo da autora)

O local foi visitado semanalmente após o início dos testes. Durante as duas semanas seguintes, o clima permaneceu seco, sem chuvas, e não foi possível observar nenhuma evolução do micélio. A chuva caiu no 15º dia das amostras no solo. Três dias após essa chuva verificamos poucos sinais de micélio e alguns indícios de contaminações (Figura 87). Os testes com *Ganoderma tendas* cultivados *in loco* não apresentaram evoluções significativas quanto à expectativa de estruturar formas no solo. Em contraste, o *Ganoderma tendas* cultivado em condições controladas em casa continuou crescendo, com mais esterilização e menos vida multiespécies.



Figura 87 - Evolução dos testes no solo, 18º dia (Arquivo da autora)

Enquanto os testes aconteciam, dediquei-me a pesquisar mais sobre as espécies de *Ganoderma* que ocorrem na Mata Atlântica, buscando conhecer melhor meu companheiro de projeto e experimentos. Com base nas características físicas e na área de ocorrência, chegamos a alguns nomes possíveis: *Ganoderma applanatum*, *Ganoderma australe*, *Ganoderma lobatum* e *Ganoderma zonatum* (Gugliotta *et al.*, 2011; Maia & Carvalho, 2010). Entre essas espécies, o *Ganoderma zonatum* chamou atenção pelo local onde foi encontrado: o tronco de uma palmeira que estava morta. Esse fungo é conhecido por ser patógeno de palmeiras, causando uma doença chamada "butt rot", que as leva à morte.

Quando percebemos que o *Ganoderma tendas* provavelmente pertence à espécie *Ganoderma zonatum*, os testes *in loco* já estavam em andamento. Decidimos então interromper os experimentos externos com o *Ganoderma tendas* (*zonatum*) e continuar apenas com o cultivo em condições controladas no laboratório. A Mata Atlântica é lar para diversas espécies endêmicas de palmeiras, algumas já em risco de extinção. Justificando assim a descontinuidade da pesquisa no solo, uma vez que buscamos encontrar caminhos de cultivo que colaborem para a saúde e regeneração do ecossistema no entorno, evitando as espécies patogênicas estrangeiras (o *Ganoderma zonatum* é originário da América do Norte).

**Dilema 6:** Com que espécies queremos fazer-design-com?

**Movimento:** Interromper os testes com o *Ganoderma tendas* no solo, e focar no cultivo em laboratório, onde há maior controle sobre a disseminação. Pesquisar cuidadosamente as espécies antes de iniciar novos experimentos e escolher, de forma consciente, com quais espécies queremos estabelecer parcerias em projetos que busquem abordagens simpoiéticas.

É essencial compreender com quem estamos lidando, a espécie e seu papel ecológico antes de contribuir para a disseminação de micélios e esporos no ambiente. No contexto dessa pesquisa, buscamos priorizar espécies que promovam relações ecológicas benéficas para o ambiente como um todo — uma abordagem ecossistêmica em vez de especificista.

Por essa razão, e considerando a reflexão trazida pelo dilema 6, decidimos evitar fungos que mantenham relações parasitárias ou dominantes. De forma alguma buscamos impedir que cresçam, mas optamos por não contribuir para sua propagação. Essas espécies podem ocupar os espaços de outras e competir por recursos, comprometendo o equilíbrio ecológico. Tal abordagem reflete uma responsabilização ética enquanto designers que dialogam com a biologia e, inevitavelmente, influenciam ecossistemas naturais.

Embora os fungos se reproduzam eficientemente por esporos dispersos pelo ar e pela água, as atividades humanas também têm um papel determinante nessa disseminação. Esse comportamento já foi documentado com espécies do gênero *Ganoderma* (Karunarathna *et al.*, 2024), reforçando a necessidade de escolher com cuidado as espécies com as quais desejamos colaborar, fazer-design-com e apoiar a propagação.

## ***Ganoderma zonatum* | inverno 2024 |**

Os testes continuaram no laboratório, desta vez com um objetivo mais específico: compor a exposição “micélios” na Semana de Design da PUC-Rio, planejada para coincidir com a primeira edição do Corredor Cultural da Gávea do Rio em 2024. Essa foi uma oportunidade de mostrar a pesquisa à comunidade da universidade, bem como a um público mais amplo, já que o evento foi aberto ao público.

O micélio de *Ganoderma tendas (zonatum)* crescia bem na incubadora e decidimos avançar para os experimentos utilizando moldes em formas geométricas. Dessa vez escolhemos trabalhar com semiesfera, cilindro perfurado, cubo e pirâmide triangular (Figura 88, Figura 89). Os moldes foram adaptados e feitos às pressas para que os fungos tivessem tempo suficiente de crescer antes da exposição. As dimensões eram: cubo com 15x15cm; pirâmide triangular com 15cm de aresta; e cilindro perfurado com 14cm de diâmetro total, 7cm de diâmetro do furo interno, 7cm de altura. Esses moldes foram feitos com papelão, planificados e montados, depois revestidos com plástico laminado (PVC autoadesivo). A semiesfera, com 15 cm de diâmetro e 9 cm de altura, foi confeccionada com papel alumínio em um molde esférico e revestida com fita adesiva.

O substrato mais eficaz no teste anterior — composto por serragem de eucalipto (35%), farinha de arroz (5%) e água (60%) — foi mantido. O micélio cresceu rapidamente colonizando todo o substrato (5 dias dentro do molde), então escolhemos duas formas – semiesfera e cilindro perfurado – para remover dos moldes, e observar a expansão do micélio na superfície, deixá-los criar texturas e volumes. Uma das características mais fascinantes do *Ganoderma* são as texturas que ele desenvolve, com tons variados e um aspecto escurecido que recobre toda a superfície (Figura 90 a Figura 93). As formas cubo e pirâmide triangular permaneceram dentro dos moldes, crescendo até o momento da exposição, para que essa mudança de textura pudesse ser observada pelos visitantes.



Figura 88 - *Ganoderma tendas (zonatum)* crescendo no laboratório (Arquivo da autora)



Figura 89 - Moldes preenchidos com serragem colonizada com *Ganoderma tendas (zonatum)*, foto à direita mostrando o crescimento do micélio com 3 dias dentro do molde (Arquivo da autora)



Figura 90 - *Ganoderma tendas (zonatum)* - cilindro perfurado e semiesfera, 3 dias fora do molde, dentro de uma caixa plástica para manter a umidade (Arquivo da autora)



Figura 91 - *Ganoderma tendas (zonatum)* - semiesfera, 23 dias fora do molde (Arquivo da autora)



Figura 92 - *Ganoderma tendas (zonatum)* - cilindro, 23 dias fora do molde (Arquivo da autora)

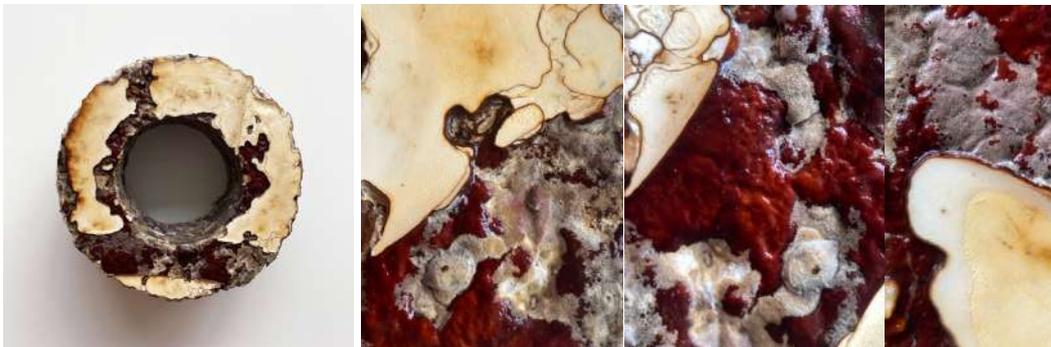


Figura 93 - Parte inferior do *Ganoderma tendas (zonatum)* - cilindro, 23 dias fora do molde (Arquivo da autora)

Para montar a exposição "Micélio", foi disponibilizada uma sala ampla, com uma janela de vidro voltada para o corredor, funcionando como uma vitrine. A condição para utilizar o espaço era que os visitantes não poderiam entrar, apenas observar pela vitrine, pois ironicamente a sala estava com um cheiro forte de mofo.

A proposta da exposição era apresentar o micélio como uma possibilidade estruturante para a criação de produtos, ao mesmo tempo provocando reflexões es-

peculativas sobre a possibilidade de fazer mundos em colaboração com fungos, mobilizando noções de *simpoiese* e do fazer-com. Para isso, criamos um ambiente ambíguo que combinava elementos de um laboratório de biologia – com placas de Petri, pinças e bisturis – com o solo de floresta – escuro, úmido, coberto com serapilheira e imagens de fungos crescendo.

O chão da sala foi coberto por folhas secas, e os tecidos pendurados delimitavam e escureciam o espaço. Em destaque, uma mesa de laboratório exibia três peças do micélio do *Ganoderma tendas (zonatum)* vivo: semiesfera, cubo e pirâmide, cada uma iluminada por um foco de luz. Durante a semana, observamos como as peças reagiam às novas condições. Por estarem vivos, criei uma rotina de cuidados que incluía borrifar água no ambiente pelo menos duas vezes ao dia.

Para a exposição, cogumelos de diferentes tipos foram coletados no entorno da PUC-Rio, com o objetivo de mostrar a diversidade e a proximidade desses seres ao contexto da universidade, e da vida no geral. Fixos no vidro da vitrine, esses cogumelos eram ampliados por lentes de aumento, criando um efeito visual e estimulando a curiosidade dos visitantes. Eles também entraram na rotina de cuidado, e retornaram ao solo após a exposição.

Montamos também uma mesa de luz, onde posicionamos placas de Petri com amostras de micélio. Uma dessas placas continha micélio em formas geométricas 2D (triângulo, círculo e quadrado), que gradualmente perderam seus contornos enquanto o micélio crescia. Ao final da semana, quase não era possível reconhecer as figuras originais. Sob a mesa, uma tela exibia vídeos dos procedimentos com os fungos, filmados de cima. O uso de bisturi e pinças remetia a imagens de uma cirurgia, sugerindo um aspecto visualmente invasivo nos processos realizados com os fungos.

No fundo da sala, uma projeção exibia vídeos em *time-lapse* de cogumelos crescendo e se decompondo, os micélios e hifas pareciam explorar o espaço da sala. A trilha sonora que adicionava uma dimensão etérea ao ambiente, provém do show de improviso “Micelius” pelos músicos Alberto Continentino, Dora Morelembaum, Joana Queiroz e Thomas Harres.

As imagens no vídeo eram atravessadas por perguntas que traziam algumas reflexões da pesquisa para exposição:

Qual o som dos fungos fazendo mundo?

Como temos construído mundos com parcerias outras-que-humanas?

{Pausa}

O que acontece quando incluímos consciente e ativamente outros seres vivos em processos de design?

É possível criar junto?

Podemos chamar de co-criação?

{Pausa}

De que forma os fungos interferem no processo criativo?

Como conciliar diferentes ritmos, processos e formas?

{Pausa}

Fazer-com os fungos pode nos ajudar a vislumbrar outras formas de habitar a terra?

Entre os dias 04 e 08 de novembro de 2024, estudantes, professores e outros visitantes passaram pela exposição, permitindo o diálogo sobre a pesquisa, oferecendo a oportunidade de aprimorar a narrativa do projeto em conversas empolgadas e cheias de questionamentos, imaginação e especulação.



Figura 94 - Montagem da exposição "Micélio": visão da vitrine e detalhe do *Ganoderma tendas (zonatum)* – cubo (Arquivo da autora)



Figura 95 - Cogumelos e lentes na vitrine, à esquerda; visitantes no corredor olhando a exposição, à direita (Arquivo da autora)



Figura 96 - Mesas de luz com placas de Petri e espécies variadas em meio de cultura BDA. Experimentos com formas geométricas em micélio vivo de *Trametes villosa* (Arquivo da autora)

Ao final da exposição, devolvemos os cogumelos coletados ao solo, e levamos para casa os *Ganoderma*. Eles não haviam se desenvolvido bem ao longo da semana, provavelmente por conta do espaço aberto que facilitava a perda de umidade. Decidimos então terminar de desidratá-los. A última etapa para produzir o composto de micélio é a desidratação, onde você mata o organismo pelo tratamento de temperatura (calor).

Aqui poderíamos acrescentar mais um dilema, e esse é um que costuma provocar questionamentos e debates interessantes sobre a imposição e o poder sobre a vida do organismo, mas é o que menos me preocupa dos que foram surgindo ao

longo da pesquisa. Os fungos não possuem uma organização corporal como a nossa e costumam dizer que “estamos matando somente um dedo desse fungo, um dedo que pode crescer de volta”. A noção de morte para os fungos é também muito diferente, e nesse sentido procuro me guiar pelos ensinamentos de Haraway (2023) para aprendermos a “viver e morrer bem uns com os outros” (p. 1).

### ***Trametes villosa* | primavera 2024 |**

Em outubro, com a volta da chuva e o aumento da temperatura, os cogumelos voltaram a surgir. Pelo cronograma original da pesquisa, já era tempo de encerrar os experimentos, mas não resisti aos novos seres que emergiam dos troncos. Além disso, aproveitar a época do ano propícia para o crescimento dos cogumelos e coordenar os movimentos da pesquisa com os ciclos desses organismos foi um aprendizado fundamental do processo. Com o *Trametes*, buscamos nos guiar pelas conclusões e diretrizes dos dilemas anteriores.

Um cogumelo que crescia na divisória de bambu do canteiro do NIMA chamou minha atenção (Figura 97). Na PUC-Rio, o bambu é amplamente utilizado pelas turmas de design, arquitetura e pelo próprio NIMA, gerando uma quantidade significativa de serragem que poderia ser aproveitada como material para substrato. Coletei um exemplar desse fungo identificado pelo aplicativo “PictureMushroom” como pertencente ao gênero *Trametes*, e confirmado no grupo “Estudo dos Macrofungos” como *Trametes sp.*

Quando trabalhei com o *Ganoderma tendas (zonatum)*, defini que antes de trabalhar com uma nova espécie, deveria conhecê-la. À vista dessa determinação, comecei a pesquisar sobre os *Trametes spp.*, e com a ajuda da chave de identificação para trametoides feita para o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP), percebi uma aproximação do exemplar coletado com o *Trametes villosa* (Fernandes *et al.*, 2024).

O *Trametes villosa* é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, encontrada na Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Caatinga, Pampa e Pantanal (Fernandes *et al.*, 2024). Trata-se de um fungo de ecologia saprófita, capaz de degradar

lignina, celulose e pectina de material orgânico morto. Com grande potencial biotecnológico, ele é estudado para a degradação de poluentes orgânicos e corantes da indústria têxtil (Ferreira-Silva *et al.*, 2022).



Figura 97 - *Trametes villosa* crescendo no bambu morto, NIMA - PUC-Rio (Arquivo da autora)

Decidimos iniciar os experimentos no laboratório. Preparamos cinco recipientes com meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Agar) e transferimos fragmentos do tecido interno do cogumelo de *Trametes villosa* (Figura 98). Durante a clonagem, observamos uma textura diferente: o tecido era mais resistente para rasgar manualmente do que o dos *Pleurotus*, mas ao mesmo tempo flexível e elástico, em contraste com os *Ganoderma*, que são rígidos.



Figura 98 - Clonagem do *Trametes villosa* (Arquivo da autora)



Figura 99 - *Trametes villosa* com 6 dias de crescimento. Taxa de sucesso 1/5 (Arquivo da autora)

A partir da única amostra que desenvolveu o micélio, fizemos seis novas amostras do *Trametes villosa*. Esses fungos crescem bem em temperaturas elevadas (entre 28° e 35°), e não são exigentes em relação à umidade (Fernandes *et al.*, 2024). Seguimos as etapas de cultivo, focando em identificar os momentos ideais de transferência: da cultura BDA para os grãos, e dos grãos para o substrato (Figura 100).

Na etapa do substrato, enfrentamos mais dificuldades. Utilizamos serragem proveniente da poda de uma mangueira que havia sido cortada por estar doente. Não sabemos se esse fato pode ter interferido no crescimento do micélio ou a própria serragem da mangueira talvez não seja propícia para o cultivo, pois, quando esterilizada, liberava um líquido escuro e resinoso. De toda forma, o *Trametes* não cresceu bem nesse substrato, então tentamos com um de resíduo de papel (45% papel, 5% farinha de arroz, 50% água), que funcionou melhor.



Figura 100 - Etapas de cultivo com *Trametes villosa* (Arquivo da autora)

Os *Trametes villosa* estão crescendo vigorosos e parecem saudáveis, demonstrando uma boa resistência ao calor extremo do Rio de Janeiro. Eles têm um cheiro agradável, suave, e um micélio denso que parece emborrachado. Os experimentos

estão em andamento, principalmente na relação de cuidado e manutenção, com alimentação regular e acompanhamento do crescimento, ações indispensáveis para que se mantenham vivos e bem. Todavia, novos testes estão temporariamente suspensos, para que eu consiga dedicar mais tempo à escrita da dissertação.



As experimentações realizadas ao longo da pesquisa evidenciaram que trabalhar-com fungos é um processo relacional, repleto de negociações. Longe de seguir um roteiro técnico ou previsível, as práticas de cultivo revelaram-se como um exercício de atenção e presença, exigindo sensibilidade para reconhecer os momentos de agir e de recuar.

A escolha por trabalhar com espécies locais da Mata Atlântica e a decisão de experimentar o cultivo no solo, em vez de em ambientes controlados, ampliaram as dificuldades, mas também os campos de escuta e observação, permitindo conhecer mais de perto as relações fúngicas com o ecossistema. Os dilemas não representaram obstáculos a serem superados, mas desvios que orientaram os caminhos da pesquisa e aprofundaram o entendimento sobre os limites e as potências para um design simpoiético.

O ciclo de experimentações retratado no capítulo revela uma ampliação das possibilidades de investigação no encontro com os fungos, e sugere sua continuidade, reforçando a importância de atitudes de design comprometidas com a biodiversidade e com outros modos de vida. Além disso, a prática com os micélios permitiu o exercício constante de revisão das intenções e das metodologias utilizadas, ensinando-nos muito sobre adaptação e correspondência. Em tempos de transformações ecológicas e sociais intensas, cultivar micélios nos ajuda a cuidar e cultivar outras formas de estar no mundo – mais abertas ao imprevisível, mais permeáveis à vida em sua multiplicidade de formas e meios.

## Considerações finais

Na introdução dessa dissertação, dizemos: “neste trabalho, buscamos oportunidades de mudança de paradigma dentro do design”. Acredito que o biodesign e o crescente interesse pelo tema configuram uma oportunidade. Por ser um campo em construção, está mais aberto às contribuições para seus contornos, ganhando forma a partir dos projetos e pesquisas que estão sendo desenvolvidas no agora. Apesar de acreditar que todas as disciplinas podem ser vistas como processos em mutação, no começo estão especialmente abertas, maleáveis e porosas, logo mais passíveis de transformações, antes de calcificar.

Nesse sentido, são especialmente pertinentes as considerações e discussões que levantamos com a pesquisa sobre o campo do biodesign. Esperamos que as críticas e experimentações contribuam para práticas mais conscientes e situadas do design, seguindo uma proposta de atitudes de design simpoiéticas. O conceito que trouxemos como guia de pesquisa: *simpoiése*, nos fez entrar em dilemas internos e contradições por diversas vezes ao longo dos estudos e das experimentações. Esses dilemas foram aproveitados como pontos de reflexão para uma construção inicial da noção de “fazer-design-com fungos”.

Criar relações não é nada simples, especialmente quando as maneiras como os seres se comunicam são tão díspares, e as relações de poder se impõem despercebidas. No projeto, nos atentamos aos incômodos da prática que apontavam contradições em relação ao discurso, e vice-versa, aprendendo a encarar – ou ficar com – o problema. Dessa forma, acredito ter conseguido propor diálogos sérios com meus interlocutores, designers, biodesigners, e aqueles que lidam diretamente com outros seres vivos em suas práticas diárias ou profissionais, e assim, questionar algumas práxis do biodesign a fim de torná-lo cada vez mais Terrano.

Aqui propomos alguns pontos de consideração, separados em quatro partes que simbolizam os aprendizados dessa etapa de incursão pelo universo dos fazeres fúngicos. Os primeiros três pontos trazem aprendizados processuais/projetuais e estão dedicados a trazer para as considerações finais algumas percepções da *simpoiése* humano-fúngica. Abordamos o **tempo e a presença**; a importância e beleza de

se **fazer design de forma situada, local e biodiversa**; e as dificuldades de lidar com o **controle e o diálogo interespecífico**.

Por fim, apresentamos um avanço teórico da pesquisa, reafirmando a importância de uma visão crítica ao biodesign, e concluímos com um chamado para a continuação da pesquisa.

### **Tempo-rotina-presença**

No desenvolvimento de uma pesquisa, somos incentivados a planejar o tempo de trabalho montando um cronograma. Porém, para além dos usuais embates entre expectativa e realidade, quando o trabalho engloba outras espécies vivas, a gestão do tempo parece ainda mais desafiadora.

Quando começamos a desenhar essa pesquisa, a intenção era conhecer as espécies de fungos que cresciam na PUC-Rio/Mata Atlântica, fazer experimentações de design, atenta às formas de construção dos fungos, e então conceber e realizar uma oficina com estudantes de design, artes e arquitetura. Os experimentos e oficinas seriam guiados pelos princípios simpoiéticos: por um fazer mais local, relacional, situacional, menos extrativista e utilitário; princípios esses que foram sendo entendidos com a pesquisa.

O que sucedeu, no entanto, foi uma sequência de outros acontecimentos, não menos relevantes, mas que guiaram a pesquisa por outros caminhos, mais lentos, e talvez por isso, mais profundos. Percebi nas investigações práticas com os fungos, que, para conseguir propor experiências de fazer-com para outros (humanos), eu precisava de mais tempo com os micélios, observar mais, escutar mais, pensar e sentir o que eu estava aprendendo com eles antes de externalizar a experiência. Eu precisava respeitar o tempo de criar uma relação com o local da pesquisa e com toda uma ecologia de seres que ali habitam.

Nesses dois anos de mestrado, então, usei grande parte do tempo para conhecer o local e praticar cultivar uma relação com o espaço e com cada nova espécie. É preciso dedicar tempo junto para encontrar caminhos de cuidado e empatia por outras formas de vida, para perceber mudanças nas condições do ambiente, perceber os ciclos, os momentos de pausa e os de atividade.

O tempo e a proximidade física são característicos da simbiose. Retomo aqui a definição do termo por Lynn Margulis: “Os parceiros nas simbioses – os simbiotes - habitam um mesmo espaço e tempo, tocando um ao outro ou até mesmo dentro um do outro” (Margulis, 1999, p. 2, tradução da autora). Essa intimidade e a convivência são requisitos também para a *simpoiese*.

Na prática de pesquisa, consideramos muito difícil manter essas relações próximas enquanto estávamos (eu e os fungos) em espaços físicos distintos. As visitas semanais ou quinzenais funcionaram para um conhecimento geral do espaço e da vida multiespécies em diferentes épocas do ano, mas não para uma convivência. Essa percepção corrobora com as ideias da designer Svenja Keune (2021), de fazer design e viver com organismos, e da filósofa Donna Haraway (2023), sobre as espécies companheiras que mundificam juntas, fermentam, compostam, dividem espaços, comendo e sendo comidas juntas à mesa.

A convivência nos ajuda a reconhecer sinais. Ao longo dos anos em que estive pesquisando com os fungos, comecei a identificar certas situações pelos cheiros e pela aparência, se está contaminado, se está saudável, se precisa de mais ventilação ou nutrientes. Nesse exercício, começamos a ter que usar uma inteligência distribuída para a comunicação, o olfato, tato, visão. O convívio com os fungos acaba por mudar também nossos corpos humanos. Tsing (2021, p. 295) nos lembra que “Sobreviver à margem do progresso requer o uso das mãos, tateando o mundo ao nosso redor, sentindo-o com as mãos”.

Levar os experimentos para casa ajudou a manter essa proximidade, embora se oponha à pretensão inicial da pesquisa que incluía o cultivo no solo. Essa foi uma escolha importante para conhecer as espécies isoladas, mesmo que depois de reintroduzi-las no ambiente, novos aprendizados serão necessários. No solo, as dinâmicas são multiespécies e se interferem, apresentando muitos desafios para o crescimento dos micélios de uma só espécie, visando a criação de coisas tridimensionais.

Além das contaminações frequentes, o inverno foi um fator que influenciou a decisão de mudança do local de trabalho do solo para casa. Esse fator aponta para a falta de integração do cronograma da pesquisa aos ciclos naturais e estações do ano. Os fungos gostam de calor e umidade. Foram dias de espera nos meses frios e secos do meio do ano, sem evolução dos testes. Os micélios e esporos estavam tranquilamente adormecidos e eu tive que exercitar a minha paciência. Paciência

essa que pode ser entendida como um ensinamento dos fungos, segundo Ostendorf-Rodriguez (2023). Em seu livro *Let's Become Fungal: Mycelium Teachings and the Arts*, ela valoriza a paciência dos esporos e acredita ser uma habilidade importante aprendermos a “esperar pelas condições favoráveis, aproveitando o vento que flui nas direções certas” (p. 233, tradução da autora).

O tempo da academia, no entanto, não está preocupado com os fungos que não crescem no inverno, nem com minha paciência ativa sendo exercitada, por isso, depois de mais de um mês de pausa, retomei os testes. É muito difícil respeitar outros ritmos quando estamos inseridos em um sistema social-econômico que dita as horas com prazos e metas. No design, é comum que o tempo seja imposto pelo mercado, e o tempo do mercado é o mais rápido possível, pois, quanto mais se produz, mais se pode vender. Logo, os processos de design são desenhados para corresponder a essa produtividade, perpetuando uma prática insustentável e desproporcional aos ciclos mundanos.

Isabelle Stengers (2023), em *Uma Outra Ciência é Possível*, colabora com esse tema, mobilizando uma urgente desaceleração das ciências e sua independência dos interesses de empresas privadas, que acabam por perpetuar uma lógica de dominação e extração na produção do conhecimento. Essa lógica foi muito alimentada na construção do mundo moderno, atrelada à uma ideia de superação do homem em relação à natureza (Latour, 2013). No livro *Hospicing Modernity*, a educadora Vanessa Andreotti (2021) defende que estamos próximos do fim da modernidade, apontando para uma oportunidade de já começarmos a experimentar viver em outros sistemas, construindo novas formas de se estar no planeta em sociedade.

Os fungos nesse sentido podem nos ajudar a retomar a paciência e lutar pelo direito às pausas, o cuidado e a imaginação em tempos ansiosos de valorização da produtividade e da eficiência. Devemos então aproveitar a proximidade com esses mais-que-humanos mais-aterrados-que-nós para nos lembrar de parar, respirar, esperar condições adequadas para crescer, e respeitar o tempo dos outros, tentando corresponder e sincronizar os muitos tempos que nos atravessam.

Um aprendizado concreto da pesquisa foi sobre ajustar o planejamento da pesquisa considerando esses outros ciclos. Uma consideração que deve ser usual nos campos da biologia, mas nova para o design. Fazer pesquisa com fungos em

seu habitat natural exige adequar o cronograma às estações do ano e aos seus ciclos de reprodução, vida e morte.

### **Biodiversidade-ecossistema**

Ao longo da pesquisa, estivemos atentos à diversidade de espécies de fungos que se desenvolvem naturalmente na Mata Atlântica e à importância de valorizá-las como possibilidade de parceria para desenhar/criar/fazer. Um dos objetivos da pesquisa era experimentar com espécies locais, avaliando a viabilidade para colaboração em projetos de design/arte/arquitetura. A respeito disso, acredito que alcançamos um resultado satisfatório, uma vez que em apenas um ano de estudo foram identificadas, coletadas e cultivadas três espécies, percebendo duas como promissoras para o cultivo e criação de estruturas: *Ganoderma zonatum*, cultivado no inverno; e *Trametes villosa*, na primavera.

Das espécies que trabalhamos, *Pleurotus djamor* demonstrou dificuldade no desenvolvimento *in loco*. Acreditamos, no entanto, que ao refazer os experimentos, iniciando o cultivo em laboratório, com maior coordenação com seus tempos de crescimento e assumindo o papel de isolá-lo das contaminações, poderia ser uma espécie interessante para o cultivo de coisas/artefatos. Ele possui grandes chances de atuar como agente de remediação do solo, como outras espécies do gênero *Pleurotus*. Além disso, seus cogumelos são comestíveis e belos, lembrando seres marinhos como os corais e as algas.

A segunda espécie que estudamos e convivemos foi o *Ganoderma zonatum*, que ao longo do processo descobrimos ser um predador de palmeiras, causando sérios danos em monoculturas para produção do óleo de palma por afetar e matar dendezeiros (Elkhateeb, Daba, 2022). Apesar da situação da pesquisa ser bem distante da monocultura, prezando inclusive pela manutenção da biodiversidade, tememos o *Ganoderma zonatum* como uma espécie invasora que poderia afetar as palmeiras nativas e endêmicas da Mata Atlântica. Esse receio nos fez abandonar os estudos *in loco* com o *Ganoderma zonatum*, já que assim estaríamos aumentando sua chance de propagação no ambiente da PUC-Rio, que funciona como corredor ecológico entre a Floresta da Tijuca e o Parque Penhasco Dois Irmãos.

No laboratório, com a continuação do cultivo, aprendemos que o micélio do *Ganoderma zonatum* é denso e de crescimento rápido, formando objetos leves e consistentes, o que pode ser muito valioso para a área de construção arquitetônica e para o design. Ele consegue desenvolver uma cobertura de micélio na superfície que aumenta sua impermeabilidade e resistência a fatores externos. Depois de seco, apresenta uma textura irregular e manchada com cores que variam do marrom, vinho, branco e cinza.

Os *Ganoderma spp.* apresentam características materiais muito interessantes, são fáceis de cultivar e têm o crescimento rápido. Por esses motivos, recebem maior atenção nas ciências dos materiais, no design, nas artes e na arquitetura. O *Ganoderma lucidum* é uma espécie que prevalece nas pesquisas, nos artigos e no mercado. Além das características materiais atrativas, suas propriedades medicinais o tornam foco na área da medicina alternativa, onde é conhecido como Reishi, “o cogumelo da imortalidade”. Por ser um fungo com micélio de crescimento rápido e com facilidade de adaptação, sendo saprófito e parasitário, ele acaba por adquirir características de invasor.

Originário da Ásia, o *Ganoderma lucidum* é mundialmente difundido, por sua tecnologia de dispersão por esporos, mas também pela ação humana, com a propagação comercial. Me preocupa a escolha de uma única espécie fúngica para participar de projetos humanos. Conhecemos os efeitos da monocultura extensiva, estamos experimentando desastres irremediáveis, a perda de qualidade e nutrientes do solo, o uso extensivo de agrotóxicos causando intoxicação de pessoas, bichos e rios, entre muitos outros. Sobretudo o biodesign precisa ir contra essa lógica, se pretende atuar a favor de um design para a sustentabilidade.

Como designers, devemos nos importar e estar conscientes de quem escolhemos fazer parceria e pensar mundos-com, reconhecendo possíveis aliados, e não minimizando as capacidades *ferais* de muitas colaborações entre humanos e mais-que-humanos (Tsing, 2022). Na pesquisa entendemos a seriedade da escolha dos fungos para fazer-design-com, priorizando o cuidado e a valorização do ecossistema local, em detrimento do indivíduo (espécie, humana ou fúngica). Abrindo caminhos para um biodesign biodiverso.

*Trametes villosa* foi a terceira espécie coletada, na primavera de 2024. Dessa vez, além de iniciar os estudos no laboratório, nos certificamos da ecologia saprófita

do *Trametes villosa*, não configurando um risco para outras espécies do entorno. Eles têm grande potencial para desintoxicação do solo pela produção da lacase, uma enzima decompositora de compostos orgânicos e inorgânicos. Cresce em uma grande variedade de regiões brasileiras, inclusive em áreas semiáridas, não tendo muitas exigências quanto à umidade do ambiente, vivendo bem em temperaturas elevadas. Por esses motivos, é uma espécie promissora para os experimentos no solo do NIMA.

No percurso da pesquisa encontramos ainda algumas outras espécies que acreditamos ser interessantes para o estudo, como o *Pycnoporus sanguineus* e a *Oudemansiella canarii*. O primeiro é conhecido como Urupê, e é usado por povos originários do Brasil por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. O cogumelo e o micélio dessa espécie de fungo têm uma cor alaranjada que possui grande apelo estético. Apesar de comum no Brasil, inclusive em ambientes cosmopolitas, foi visto apenas uma vez no NIMA, um exemplar pequeno demais para ser coletado.

A segunda espécie, *Oudemansiella canarii*, é comestível e foi encontrada no verão e na primavera no NIMA, em épocas de chuva. Não são conhecidos estudos do cultivo desse cogumelo nativo para o crescimento do micélio com fins estruturais, mas sim para fins alimentícios. Além das espécies fúngicas, trabalhar de forma local e ecossistêmica envolve a convivência multiespécies, e um encontro importante de retomar aqui foi com as formigas, mestras cultivadoras de fungos e que me indicaram caminhos importantes ao longo do processo.

Escolher trabalhar com espécies nativas é uma ação de reverência à biodiversidade local, respeitando os biomas específicos e minimizando a introdução de espécies potencialmente danosas ao ecossistema em questão. A pesquisa biodiversa em fungos é um potencial para o reconhecimento de diferentes texturas, qualidades estéticas e estruturais que os micélios podem revelar, junto de uma aproximação dos papéis ecológicos dos fungos, que integrados às práticas do fazer, podem revelar belas simpoieses.

### **Contenção-diálogo**

Nas tentativas de comunicação interespecie, jogamos com perguntas e respostas, ação e reação, buscando o diálogo no lugar da imposição. Nesse exercício,

percebemos a dificuldade de insistir na horizontalidade das relações de poder. Para aprender as espontaneidades dos fungos, precisamos soltar o controle, mas nem sempre percebemos as atitudes controladoras. Mais difícil ainda é entender as medidas entre o controle e o cuidado, uma vez que soltar o controle em um ambiente de laboratório pode levar à morte do fungo. Oferecer nutrientes e condições adequadas de crescimento podem ser atitudes de cuidado, mas se as condições adequadas são oferecidas dentro de potes de vidro e fôrmas de plástico, na tentativa de contenção, estabelecendo os limites, os fungos perdem sua autonomia e acabam dependendo de ações humanas para sobreviver bem. Essa relação se aproxima da domesticação, é uma linha tênue.

Apesar disso, voltando aos comportamentos fúngicos, notadamente excêntricos, vemos que são seres muito difíceis de controlar e não crescem se não quiserem, podendo ficar em estado de dormência por anos até encontrarem as circunstâncias adequadas. Eles têm outras temporalidades, não têm limites corporais, são porosos, descentralizados, incorporam alguns objetos e atravessam outros, entre muitas rebeldias; e isso nos obriga à tentativa de diálogo, se quisermos trabalhar com eles.

É muito difícil prever se escolherão preencher, atravessar ou incorporar os moldes. Além disso, os fungos são seres espaciais, criam lugares e desenvolvem seus corpos a partir de lugares. Nesse sentido, a forma de fazer design se torna muito distinta da usual, já que, como designers, estamos acostumados a projetar com instrumentos e ferramentas, fazendo coisas com coisas. Com os fungos, precisamos aprender a fazer coisas com espaços em construção, oferecendo suporte (nutrientes-solo) e guiando-os para a conformação de coisas.

Entendemos no processo de pesquisa que, se quisermos fazer-design-com fungos (simpoieses miceliais), devemos buscar maneiras de trabalhar espacialmente, oferecer recipientes nutritivos para os micélios preencherem, pensar nos materiais dos moldes, fazer moldes comestíveis, talvez? Criar formas vazadas, respiráveis, porosas, mas que os ajudem a estar bem com as contaminações? Os fungos têm mecanismos de defesa próprios para combater contaminações, como mantê-los fortes para ficarem com o problema? Nesse esforço pelo diálogo, conhecemos melhor as parcerias e como podemos colaborar, imaginando e especulando atitudes para uma relação saudável e recíproca. Essas são questões para seguir pensando-com os fungos.



O último tema trata de um avanço teórico da pesquisa, retomando a visão crítica ao biodesign para uma atuação significativa rumo a um design voltado à sustentabilidade e à ampliação dos fazeres simpoiéticos.

Apresentamos o design com fungos como uma célula dentro do design simpoiético, focando em práticas e metodologias específicas das relações com os micélios, considerando que cada ser tem diferentes maneiras de se lidar-com. O design simpoiético por sua vez, tem uma proposta mais ampla, buscando caracterizar e propor atitudes combinadas ao biodesign, com princípios iniciais sobre como lidar com seres vivos em projetos de maneira consciente e alinhada aos princípios éticos, simbióticos, simbólicos e das filosofias multiespécies.

No biodesign, identificamos como problemática a perpetuação da lógica mercadológica, em que produtividade e lucro são intencionados como finalidade primária dos projetos e inovações em biodesign. Isso representa um risco em dois aspectos: primeiro, na perpetuação de um *modus operandi* baseado em monoculturas, que comprometem as diversidades, como já alertado; e segundo, na perda da essência do que é vida, reduzindo esses seres incorporados nos processos de design como simples metabolismos ou materiais, da mesma forma como o mundo ocidental capitalista enxerga as montanhas e os rios, como recursos inertes e passíveis de exploração. Essa perda de sensibilidade é preocupante e pode intensificar uma lógica de exploração dos recursos, que não apenas extrai e destrói, mas também cultiva de forma intensiva, como ocorre nas monoculturas de soja ou gado.

O discurso do progresso e do desenvolvimento, centrados na eficiência e na produtividade para atender às demandas do mercado, representa uma barreira para a criação de relações e para o entendimento dos seres envolvidos no projeto como vivos. Assim, corremos o risco de impulsionar a ideia de dominação humana, tornando o design ainda mais antropocêntrico. No entanto, o caminho que acreditamos ser necessário é o da aproximação da Terra e da vida multiespécies, compreendendo que somos parte do ecossistema e devemos *fazer-com*, e não apenas *fazer uso de*. Aprendendo com esses outros modos de vida sobre os ecossistemas que habitamos, a terra, os ciclos e as eras.

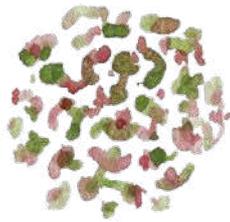
Antes que uma crítica impositiva e paralisante, buscamos aqui marcar pontos de atenção; um chamado à comunidade de biodesigners, enquanto ainda há tempo de repensarmos nossas práticas para não desperdiçarmos oportunidades de caminhos e aprendizados. Estar consciente dessas questões nos permite responder com habilidade aos desafios de um mundo em transformações ambientais, sociais e relacionais cada vez mais intensas. É importante enfatizar também o potencial do biodesign para aproximar humanos dos não-humanos no cotidiano, promovendo uma convivência consciente, desejada e cuidadosa com outros seres. E, por fim, entender de vez que a Natureza não é um recurso, nem algo externo e distante, faz parte de nós e somos nós. A vida é feita de simbioses, e a palavra para mundo é floresta (Le Guin 2020).



Sobre as continuidades do projeto, anunciamos aqui a oportunidade de seguir com essas questões na pesquisa de doutorado pelos próximos quatro anos. Entendemos a pesquisa de mestrado como uma etapa inicial para o reconhecimento do local, dos fungos e das pessoas envolvidas, além de uma oportunidade de viver os processos e definir algumas diretrizes.

A partir do mapeamento e da prática de processos simpoiéticos, continuaremos a criar com os fungos e, quiçá, com outras espécies companheiras, guiados pelos dilemas apresentados nesta seção conclusiva da dissertação e pelos demais dilemas que surgirem ao longo desta jornada de pesquisa e design em meio a entrelaçamentos multiespécies. As pesquisas *in loco* no NIMA seguirão, assim como a coleção de projetos para o *atlas simpoiese*, e a atenção a outros modos de fazer.

Observamos então que a prática do design simpoietico não é guiada por princípios e procedimentos projetuais claros, mas por dilemas, o que confere ainda mais tormento a quem aceita o desafio de projetar-com. Ao mesmo tempo, acreditamos que a *simpoiese* apresente possibilidades para uma renovação do sentido de fazer design no Antropoceno, então, seguiremos levantando perguntas, expondo contradições e nem sempre chegando a respostas definitivas, mas experimentando caminhos e contribuindo para as discussões do campo.



## Bibliografia

ACIOLI, C.P. **RUM\_A**: Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Desenho Industrial - UFRJ. Orientadoras: Jeanine Torres Geammal e Maria Luiza Fragoso, 2021.

ALÉA WORKS (JOSI, M.; PROWSE, S. L). **Aléa Works Method**, 2021. Disponível em: <http://aleawork.com/the-alea-method>.

ANDERSON, J. B.; BRUHN J. N.; KASIMER D.; WANG H.; RODRIGUE N.; SMITH.; M. L. **Clonal evolution and genome stability in a 2500-year-old fungal individual**. *Proceedings of the Royal Society B* 285: 20182233, 2018

ASAFU-ADJAYE, J; BLOMQUIST, L; BRAND, S; BROOK, B; DEFRIES, R; ELLIS, E; *et al.* **An Ecomodernism Manifesto**, 2015. Disponível em: <http://www.ecomodernism.org>

BENYUS, J. M. **Biomimicry**: Innovation Inspired by Nature. Harper Collins e-books, 344p., 2002.

BISPO DOS SANTOS, A. (Nego Bispo); PEREIRA, S. **A terra dá, a terra quer**. São Paulo: Ubu Editora, 2023.

BIZ, P., DIEGO, C., THEMOTEO, P., SOARES, F., SZANIECKI, B., ANASTASSAKIS, Z. **Design micelial**: uma proposta para agricultura urbana a partir dos projetos do Laboratório Espaços Verdes da ESDI/UERJ. Lugar Comum - Estudos de mídia, cultura e democracia, 0(53), 126-144, 2018.

DE LA CADENA, M.; BLASER, M. [ed.] **A world of many worlds**. UK: Duke University Press, 2018.

CARVALHO, V. G. **Diversidade de fungos do solo da Mata Atlântica**. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111138/tde-17042012-103141/>.

CONSERVING THE LIVING ROOT BRIDGES OF MEGHALAYA. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.undp.org/stories/conserving-living-root-bridges-meghalaya>.

CORCORAN, P.L.; MOORE, C.J.; JAZVAC, K. **An anthropogenic marker horizon in the future rock record**. *GSA Today*, Vol. 24, No. 6, pp. 4-8., 2014.

CREATURES. **CreaTures**: Creative Practices for Transformational Futures. 2020. Disponível em: <https://creatures-eu.org/>.

CRUTZEN, P.J.; STOERMER, E.F. **The “Anthropocene”**, *IGBP Newsletter* 41, p.17-18, 2000.

DANOWSKI, D.; VIVEIROS DE CASTRO, E. **Há mundo por vir?** Ensaio sobre os medos e os fins. Florianópolis: Instituto Socioambiental, 2014.

DEJEAN, A., AZÉMAR, F., NASKRECKIN P., TINDO, M., ROSSI, V., FAUCHER, C. *et al.* **Mutualistic interactions between ants and fungi**: a review. *Ecology and Evolution*, 13, e10386, 2023.

ELKHATEEB, W.A.; DABA, G. M. **The Precious Ganoderma Mushroom and Plant Diseases**. Journal of Microbiol Biotechnol. vol 7(4): 000241, 2022.

ESCOBAR, A. **Autonomía y diseño: la realización de lo comunal**. Popayán: Universidad del Cauca, 2016.

\_\_\_\_\_. **Designs for the Pluriverse: Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds**. Durham and London: Duke University Press, 2018.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 856 p., 2014.

FERNANDES, M. *et al.* Fungos trametoides (Polyporaceae, Basidiomycota) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea, [s. l.], v. 51, e202023, 2024.

FERREIRA-SILVA, V. *et al.* **Trametes lactinea and T. villosa collected in Brazil are able to discolor indigo carmine**. Acta Botanica Brasilica, [s. l.], v. 36, e2021abb0356, 2022.

DE FINE LICHT, H. H.; BOOMSMA, J. J. **Forage collection, substrate preparation, and diet composition in fungus-growing ants**. Ecological Entomology, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 259–269, 2010.

FOLEY, S. F. *et al.* **The Palaeoanthropocene—the beginnings of anthropogenic environmental change**. Anthropocene 3, p. 83–88, 2013.

FRANKJAER, R. **Crafting sympoietic artifacts: Making sonic needlepoint with nonhuman partners**. In: Proceedings of the 4th Biennial Research Through Design Conference, Delft and Rotterdam, The Netherlands, Article 7, p. 1-15, 2019. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7855898.v2>

FRANZATO, C; GARCIA, N. A.; CONCEIÇÃO, M. A. J.; POBLETE, L. M. A; CAMPOS, D. M.; ACIOLI, C. P.; AQUIM, A. B.; OLIVEIRA, A. J. **Design-Orienting Scenarios and Ecotopias**. Notes for a Socioenvironmental Design Laboratory. MIX Sustentável, 2024. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2024.v10.n2.39-53>

FRAYLING, C., **“Research in Art and Design”**, Royal College of Art Research Papers, v. 1, n. 1, 1993.

FULLER, R.B. **Operating Manual for Spaceship Earth**. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1969.

FUTURE MATERIALS BANK. **Future Materials Bank: Materials that support the transition towards a more sustainable artistic practice**, 2020. Disponível em: <https://www.futurematerialsbank.com>

GILBERT, S.; SAPP, J.; TAUBER, A. **A symbiotic view of life: we have never been individuals**. The Quarterly Review of Biology, Chicago, v. 87, n. 4, p. 325-341, 2012.

GLIKSON, A. **Fire and human evolution: the deep-time blueprints of the Anthropocene**. Anthropocene 3, p. 89–92, 2013.

GODIN, D., ZAHEDI, M. **Aspects of Research through Design\_ A Literature Review**. Proceedings of DRS 2014, Design’s Big Debates, p. 1667– 1680, 2014. Disponível em: <https://dl.designresearchsociety.org/cgi/viewcontent.cgi?article=2006&context=drs-conference-papers>.

GUGLIOTTA, A. de M.; POSCOLERE, G. D.; CAMPACCI, T. V. S. **Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil**. Fungos, 10: Ganodermataceae. Hoehnea, [s. l.], v. 38, p. 687–696, 2011.

LE GUIN, U. K. **Floresta é o nome do mundo**. Tradução: Heci Regina Candiani. São Paulo: Morro branco, 2020.

HARAWAY, D.; ISHIKAWA, N.; GILBERT S. F.; OLWIG, K.; TSING, A. L.; BUBANDT, N. **Anthropologists Are Talking – About the Anthropocene**. Ethnos, 81:3, p. 535-564, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00141844.2015.1105838>

HARAWAY, D. **Ficar com o problema**: fazer parentes no Chthuluceno. Tradução Ana Luiza Braga. São Paulo: n-1 edições, 2023.

HASSETT, M. O., FISCHER, M. W. F., MONEY, N. P. **Mushrooms as Rainmakers**: How Spores Act as Nuclei for Raindrops. PLOS ONE 10(10): e0140407, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140407>

INDIA: THE LIVING BRIDGES | ARTE.TV DOCUMENTARY. Direção: ARTE.tv Documentary. [S. l.: s. n.], (24:38), 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=w3TONiDjf3E>.

INGOLD, T. **Fazer**: Antropologia, Arqueologia, Arte e Arquitetura. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2022.

\_\_\_\_\_. **On human correspondence**. In: Journal of the Royal Anthropological Institute. n.23, 2016.

\_\_\_\_\_. **Trazendo as coisas de volta à vida**: emaranhados criativos em um mundo de materiais. Horizontes Antropológicos, Porto Alegre, ano 18, n. 37, p. 25-44, 2012 .

ITTEN, Johannes. **Design and Form**: The Basic Course at the Bauhaus and Later. John Wiley & Sons; Revised Edition, 1975.

KARUNARATHNA, S. C. *et al.* **An In-Depth Study of Phytopathogenic Ganoderma**: Pathogenicity, Advanced Detection Techniques, Control Strategies, and Sustainable Management. Journal of Fungi, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 414, 2024.

KOLBERT, E. **A sexta extinção**: uma história não natural. tradução Mauro Piniheiro. 1. ed. Rio de Janeiro : Intrínseca. Cap.1. p. 9-31, 2015.

KOPENAWA, D.; ALBERS, B. **A queda do céu**: palavras de um Xamã Yanomami. São Paulo: Companhia das letras, 2015.

KRENAK, A. **Futuro Ancestral**. São Paulo: Companhia das letras, 2022.

\_\_\_\_\_. **Ideias para Adiar o Fim do Mundo**. São Paulo: Companhia das letras, 2019.

\_\_\_\_\_. **A Vida Não é Útil**. São Paulo: Companhia das letras, 2020.

KEUNE, S. **Designing and Living with Organisms Weaving Entangled Worlds as Doing Multispecies Philosophy**. Journal of Textile Design Research and Practice, 2021.

LATOURE, B. **Diante de Gaia**: Oito Conferências sobre a Natureza do Antropoceno. Traduzido por Maryalua Meyer. São Paulo/ Rio de Janeiro: Ubu Editora/ Atelier de humanidades, 2020.

- \_\_\_\_\_. **Jamais Fomos Modernos**. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2013.
- LEWIS, S.; MASLIN, Mark. **Defining the Anthropocene**. *Nature*, n. 519, p. 171-180, 2015.
- LORON, C. C.; FRANÇOIS, C.; RAINBIRD, R. H. et al. **Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada**. *Nature*, 570(7760), p. 232–235, 2019. doi:10.1038/s41586-019-1217-0
- LUTZONI, F., NOWAK, M.D., ALFARO, M.E. et al. **Contemporaneous radiations of fungi and plants linked to symbiosis**. *Nat Commun* 9, 5451. 2018. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07849-9>
- MAIA, L.C.; CARVALHO, A.A. **Fungos do Brasil**. In: Forzza, R.C. et al. (orgs.). *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. Vol.1. Andrea Jakobsson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 43-48, 2010.
- MALM, A. **Fossil capital**. London: Verso, 2016.
- MARGULIS, L., SAGAN, D., GUERRERO R., RICO L. **Propriocepção: quando o ambiente se torna o corpo**. Cadernos SELVAGEM. Publicação digital da Dantes Editora, 2020.
- MARGULIS, L. **Symbiotic Planet: A New Look at Evolution**. London: Phoenix: 1999.
- MERONI, A. **Creative communities**. People inventing sustainable ways of living. Milano: Polidesign, 2007. Disponível em: <https://www.strategicdesignscenarios.net/creative-communities-book/>
- MASIULIONIS, V. E. [UNESP]. **Fungi associated with Acromyrmex and basal Attini ants from Argentina and Brasil**. [s. l.], 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/103971>.
- MATTERN, S. **Maintenance and Care**. *Places Journal*, November 2018. <https://doi.org/10.22269/181120>
- MATURANA, H. R.; VARELA, F. G. **De máquinas y seres vivos: autopoiese – la organización de lo vivo**. 6. ed. Buenos Aires: LUMEN, 2003.
- MAURYA, N. et al. **Conserving a Creative Living Tradition - The Living Root Bridges of North East India**. *London Journal of Research In Science: Natural and Formal*, [s. l.], v. 23, n. 19, p. 1–8, 2023.
- MAYER, V. E. et al. **Fungi as mutualistic partners in ant-plant interactions**. *Frontiers in Fungal Biology*, [s. l.], v. 4, 2023.
- MENEZES, D. W. L.; SOUZA, B. I. de . **Antropoceno e História: orbis hypothesis na construção de uma História Ambiental latinoamericana**. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, [S. l.], v. 27, n. 2, p. e-199891, 2023.
- METCALFE, D. **Multispecies Design**. Doctoral thesis, University of the Arts London in collaboration with Falmouth University, 2015.
- MEYER V.; BASENKO E. Y.; BENZ J. P. at al. **Growing a circular economy with fungal biotechnology: a white paper**. *Fungal Biol Biotechnol*, 2020. <https://doi.org/10.1186/s40694-020-00095-z>
- MOORE, J.W. **The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis**, *The Journal of Peasant Studies*, 2017.

MYERS, W. **Biodesign**: Nature + Science + Creativity. High Holborn: Thames & Hudson, 2018.

**NEO MINERALIA**. Neo Mineralia. [Exposição]. Curadoria: Oscar Salguero. Asheville: Centre for Craft, 2023.

NEPEL, M., VOGLMAYR, H., SCHÖNENBERG J., MAYER, V.E. **High Diversity and Low Specificity of Chaetothyrialean Fungi in Carton Galleries in a Neotropical Ant-Plant Association**. PLoS ONE 9(11): e112756, 2014.

NORONHA, R. G.; ABREU, M. **Conter e contar**: autonomia e autopoiesis entre mulheres, materiais e narrativas por meio de Design Anthropology. *Pensamentos Em Design*, 1(1), p. 60–75, 2021. <https://doi.org/10.36704/pensemdes.v1i1.5923>

OSTENDORF-RODRÍGUEZ, Y. **Let's become fungall!**: mycelium teachings and the arts: based on conversations with indigenous wisdom keepers, artists, curators, feminists, and mycologists. Amsterdam: Valiz, 2023.

PALLASMAA, J. **Animais arquitetos**. [S. l.]: Editora Olhares, 2024.

REEF DESIGN LAB (Austrália). **MARS (Modular Artificial Reef Structure)**. Acesso em 05/02/2023. Disponível em: <https://www.reefdesignlab.com/mars>.

SERAFINI, L. **Codex Seraphinianus**. [NY]: Rizzoli, 2013.

SHELDRAKE, M. **A Trama da Vida**: como os fungos constroem o mundo. Tradução Gilberto Stam. São Paulo: Fósforo /Ubu editora, 2021.

SIMARD, S. **A árvore-mãe**: Em busca da sabedoria da floresta. São Paulo: Companhia das Letras, 408p, 2022.

SIMAS, L. A.; RUFINO, L. **Encantamento**: sobre política de vida. Mórula, 2020.

SPACESHIP Earth. Direção de Matt Wolf. United States: Impact Partners, 2020.

SZANIECKI, B. *et al.* DESIGN. COM: práticas simpoiéticas no design contemporâneo. **7º Simpósio de Design Sustentável**, 2019. Disponível em: [https://www.academia.edu/download/63788204/2019\\_SZANIECKI\\_-\\_design\\_com20200630-32763-afvkmc.pdf](https://www.academia.edu/download/63788204/2019_SZANIECKI_-_design_com20200630-32763-afvkmc.pdf).

THOMAS, M; VENEMA, V. A verdade sobre a cidade ecológica que a Arábia Saudita planeja no deserto. **BBC News Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/curiosidades-60486476>.

TSING, A. L. **O Antropoceno mais que Humano**. Ilha – Revista de Antropologia, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 176-191, 2021.

\_\_\_\_\_. **“On Anthropogenic Landscapes”**. *A Bestiary of the Anthropocene*, edited by Nicholas Nova and Disnovation.org, Onomatopee, 2020. Disponível em: <https://www.biodesigned.org/anna-tsing/on-anthropogenic-landscapes>.

\_\_\_\_\_. **O Cogumelo no fim do mundo**: sobre possibilidade a de vida nas ruínas do capitalismo. Brotação V. Tradução por Jorgge Menna Barreto, Yudi Rafael. São Paulo: n-1 edições, 2022.

\_\_\_\_\_. **Margens Indomáveis**: cogumelos como espécies companheiras. Ilha - Revista de Antropologia, v.17, no. 1, p.178-201, 2015.

\_\_\_\_\_. **Viver nas ruínas**: paisagens multiespécies no Antropoceno. [Brasília]: IEB Mil Folhas, 2019.

TSING, A. et al. **Feral Atlas**: The More-Than-Human Anthropocene. Stanford: Stanford University Press, 2021. Disponível em: <http://doi.org/10.21627/2020fa>.

TUPINAMBÁ, G. “**Assojaba Ikunhãwaral. O manto é feminino.**” In: TUNGY, A. et al. Kwá Yepé Turusú Yuriri Assojaba Tupinambá - Essa é a grande volta do manto tupinambá, p. 18 – 25. São Paulo: Conversas em Gondwana, 2021a.

TUPINAMBÁ, G. **A visão do manto**. Rio de Janeiro: Revista ZUM 21, 2021b.

VAN DOOREN, T., KIRSKEY E., MUNSTER U. **Estudos multiespécies**: cultivando artes de atencividade. Climacom (*online*): Campinas, Incertezas, ano 3, n. 7, p. 39-66, 2016.

VARELA, F.G., MATURANA, H. R. **Autopoiesis**: The organization of living systems, its characterization and a model. Biosystems, v. 5, n. 4, p. 187-196, 1974.

VĚTROVSKÝ, T., KOHOUT, P., KOPECKÝ, M. et al. **A meta-analysis of global fungal distribution reveals climate-driven patterns**. *Nat Commun* **10**, 5142, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13164-8>.

WARBURG, A. Mnemosyne. In: BARTHOLOMEU, C. (org.) **Dossiê Warburg**. Artes e ensaios, v. 19, n. 19, p. 118-143, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.60001/ae.n19.p118%20-%20143>

YANOMAMI, F.; DE MATTOS VIEIRA, M. & ISHIKAWA, N. K. (orgs.). **Përisi** : Përisiyoma pë wãha oni = Marasmius yanomami : o fungo que as mulheres yanomami usam na cestaria. São Paulo: Instituto Socioambiental/ São Gabriel da Cachoeira, AM: Associação de Mulheres Yanomami Kumirãyõma, 2019.