



RUM_A

Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Curso de Desenho Industrial

Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

RUM_A : Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração



Clara Peixoto Acioli

Março de 2021

Escola de Belas Artes

RUM_A : Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

Clara Peixoto Acioli

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial/ Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado por:

Profa. Jeanine Geammal

Orientadora – UFRJ/EBA/BAI

Profa. Dra. Maria Luiza Fragoso

Coorientadora – UFRJ/EBA/BAV

Prof. Anael Alves

Banca avaliadora – UFRJ/EBA/BAI

Profa. Dra. Ana Karla Freire

Banca avaliadora – UFRJ/EBA/BAI

Março de 2021 / Rio de Janeiro

CIP - Catalogação na Publicação

AA181r Acioli, Clara Peixoto
 RUM_A: Refúgio Urbano Multiespécies em
Aglomeração / Clara Peixoto Acioli. -- Rio de
Janeiro, 2021.
 285 f.

 Orientadora: Jeanine Geammal.
 Coorientadora: Maria Luiza Fragoso.
 Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2021.

 1. Design. 2. Convivência multiespécies. 3.
Compósito de micélio. 4. Abelhas nativas. 5. Colmeia
urbana. I. Geammal, Jeanine, orient. II. Fragoso,
Maria Luiza, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à todes aqueles que participaram desse gigantesco fazer(-se)-com: aos fungos, às abelhas, plantas e humanos que me rodeiam e rodearam nesse período. Além das sempre presentes coisas abióticas, em especial à cadeia de montanhas que vejo quase todo dia, ao sol, à lua, e à casa que me recolhi durante esse período de quarentena e que me acolheu tão bem.

Um agradecimento especial e amoroso à Jeanine, minha orientadora, Malu, minha co-orientadora, e ao grupo de orientandos da Jeanine: Leonardo Sobral, Paula Consentino, Bruna Novellino, Pedro Paulo Rodrigues, Gustavo Moreira, Júlia Losso, Lais Batista, Luiza Pereira, Iasmin Mesquita e Helena Porto.

Agradeço imensamente ao laboratório NANO e aos coordenadores Guto Nóbrega e Malu Fragoso por todo acompanhamento na trajetória acadêmica, pela experiência da iniciação científica e da pesquisa e pelo uso concedido da impressora 3D do laboratório para o projeto. Alguns agradecimentos especiais também aos pesquisadores e amigos Thiers Freire, pela ajuda na impressão 3D do molde, Pedro Henry, pela renderização do modelo digital, à Ana Laura Cantera pelo incentivo às experimentações com fungos e à Nadine Nicolay, pelo projeto gráfico do livreto, conselhos e muita troca de referências.

Ao professor Anael Alves e ao professor Pedro Themoteo que estiveram dispostos à ouvir, trocar e ajudar o projeto ao longo do processo.

Às minhas amigas e amigos pela paciência, ouvidos e encorajamentos, com agradecimento especial à Clara Miranda, Letícia Motta e Renatha Tavares pelo apoio na escrita coletiva e à minha amiga bióloga Isadora Lopes, que me ajudou com muitas dúvidas referentes às plantas. Aos meus amigos do LABIC em especial ao Guima Silva San, conselheiro sobre fungos e à Pati Rosas, minha maior referência com abelhas nativas.

À minha Família pelo apoio, carinho e por acreditar sempre, minha mãe, meu pai, minhas avós, minha madrinha e à Verônica e Valtinho, sempre amorosos e dispostos a ajudar. Ao meu pai, Jaime Acioli, agradeço ainda pelas fotos.

“Reconhecer a eminência
dos insetos
leva à sabedoria”

Manoel de Barros

“A árvore inteira é, para o pássaro, o vestíbulo do ninho. Desde logo, a árvore que tem a honra de abrigar um ninho participa do seu mistério. A árvore já é um refúgio para o pássaro”

Bachelard

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

RUM_A : Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

Clara Peixoto Acioli

Março de 2021

Orientadora: Profa. Jeanine Geammal

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Luiza Fragoso

Departamento de Desenho Industrial / Projeto de Produto

RESUMO

Este projeto trata da importância de coexistir consciente e dialogicamente com outros seres vivos como estratégia de sobrevivência, e da criação de novos modos de ação frente aos desastres ecológicos. O perímetro urbano é sua circunscrição, e a proposta de base é promover, observar e vivenciar uma cohabitação multiespécies nestes espaços majoritariamente humanos. Desse modo, o projeto RUM_A desenvolve um refúgio voltado para abelhas nativas sem ferrão, fungos, plantas e humanos, de maneira a provocar diálogos. Tem por objetivo a conscientização em relação às questões ambientais e o aumento das oportunidades de nidificação das abelhas nativas em áreas urbanas e periurbanas da Mata Atlântica.

Abstract of the project submitted to the Industrial Design Department of EBA/ UFRJ as a part of the requirements needed for the achievement of the Bachelor degree in Industrial Design.

RUM_A : Multispecies Urban Refuge in Cluster

Clara Peixoto Acioli

March 2021

Advisor: Prof. Jeanine Geammal

Co-supervisor: PhD. Maria Luiza Fragoso

Industrial Design Department / Product Design

ABSTRACT

This project is about the importance to coexist consciously and dialogically with other living creatures as a survival strategy, and the creation of new modes of action to confront ecological disasters. It is circumscribed to the urban perimeter, and its main proposal is to promote, observe and experience a multispecies cohabitation in these majoritarily human spaces. The RUM_A project, thus, develops a refuge for stingless native bees, fungus, plants and humans as a way to generate dialogues. Its aim is to raise awareness on environmental issues and increase the nesting opportunities for native bees in urban and peri-urban areas of the Atlantic Forest.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Taxonomia Meliponini. Fonte: Adaptado de Michener, 2007.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 2 - Mapa da distribuição geográfica de Meliponini no globo. Fonte: Sakagami, 1982.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3 – Amostra da variedade de abelhas sem ferrão do Brasil. Fonte: https://abelha.org.br</i>	<i>36</i>
<i>Figura 4 - Morfologia Meliponini (desenho da autora)</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5 – Da esquerda para direita abelhas representando as tribos: Meliponini, Bombini, Euglossini e Apini. Fonte: Edição da autora com fotografias de autores variados.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 6 - cabeça de uma Meliponini (desenho da autora).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 7 - Dança "Waggle". Fonte: Emmanuel Boutet (Wikipedia)</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8 - espectro visível pelas abelhas. Fonte: Doris Kohatsu – Instituto de Física, USP. Recorte pela autora.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9 - Estrutura de ninho de meliponini em tronco. Fonte: Posey & camargo, 1985</i>	<i>47</i>
<i>Figura 10 - Potes de alimento de meliponini. Fonte: www.ame-rio.org</i>	<i>48</i>
<i>Figura 11 – Invólucro e discos de cria da Jataí (Tetragonisca angustula). Fonte: Captura de tela do vídeo “transferência de abelha Jataí para bambu” de 2018. Por “Pomar Divino” no Youtube.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 12 - Células formando disco de cria da abelha Jandaira (Melipona subnitida). Fonte: Foto de José Maria Vieira Neto.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13 - Células de cria em cachos. Fonte: https://mel.com.br/abelha-moca-branca</i>	<i>49</i>
<i>Figura 14 - Variedade de entradas nos ninhos de meliponini. Fonte: Oliveira, F. F. et al, 2013</i>	<i>50</i>
<i>Figura 15 - Interior do ninho de Meliponini em tronco. Fonte: PALUMBO, 2015</i>	<i>51</i>
<i>Figura 16 – Entrada do ninho de Jataí (Tetragonisca angustula) à esquerda e de Iraí (Nannotrigona testaceicornis) à direita, ambas em árvores vivas. Fonte: arquivo da autora</i>	<i>52</i>
<i>Figura 17 – Ninho de Iraí (Nannotrigona testaceicornis) em tora de árvore. Fonte: arquivo da autora</i>	<i>52</i>
<i>Figura 18 - Ninho de Iraí e fungos em um tronco em decomposição. Fonte: arquivo da autora</i>	<i>53</i>
<i>Figura 19 - Ninho de Iraí e fungos em um tronco em decomposição. Fonte: arquivo da autora</i>	<i>53</i>
<i>Figura 20 - Ninhos de Jataí em muros de pedra. Fotos de Jaime Acioli.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 21 - Ninho de Mirim na coluna da cerca da casa. Foto de Jaime Acioli</i>	<i>54</i>
<i>Figura 22 - Ninho de Jataí em poste de luz da rua. Foto de Jaime Acioli.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 23 - Ninho de mirim (Plebeia spp.) em cano para passagem de fiação. Foto: arquivo da autora.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 24 - Ninho subterrâneo de meliponini. Fonte: Desenho de Camargo, C. em Michener, 2007.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 25 - Ninho de Jataí-da-terra (Paratrigona subnuda) no solo. Fonte: arquivo da autora.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 26 – Ninho aéreo de Arapuá. Fonte: Foto de Lucas de Oliveira https://www.mundoecologia.com.br.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 27 - Jataí polinizando ora pro nobis na Tijuca, RJ. Foto de Nadine Nicolay</i>	<i>59</i>
<i>Figura 28 - Arapuá polinizando manjerição em Laranjeiras, RJ. Foto de Joana Pimentel.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 29 - Arapuá polinizando flor de azaleia na Ilha do Governador, RJ. Foto de Gustavo Moreira</i>	<i>60</i>
<i>Figura 30 - Abelha Jataí. Fonte: https://www.dicionariotupiguarani.com.br.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 31 - Entrada do ninho da abelha Jataí. Fonte: https://blog.mfrural.com.br.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 32 - Abelhas Iraí. Fonte: https://mel.com.br</i>	<i>63</i>
<i>Figura 33 - Entrada do ninho da abelha Iraí. Fonte: https://www.cpt.com.br.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 34 - Abelha Mirim-Guaçu. Fonte: Foto de Elvenar Laranjeira em https://www.insetologia.com.br.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 35 - Entrada do ninho de abelhas Mirim droryana. Fonte: https://www.projectnoah.org.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 36 - O tempo biológico em uma escala de 24H. Fonte: Raven et al., 2014.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 37 - Flor de onze-horas. Fonte: Foto de Agnaldo Severo</i>	<i>69</i>
<i>Figura 38 - Zoom em flor mostrando o estigma e a antera. Fonte: Fonte: https://publicdomainpictures.net/.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 39 - fotomicrografias de microscopia de varredura mostrando variedade de grãos de pólen. Fonte: Raven et al., 2014.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 40 - Orquídea de Darwin e mariposa. Fonte: Rachel Diaz-Bastin.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 41 - comparativo da produção de berinjelas com e sem abelhas. Fonte: Moraes-filho & Nogueira-Couto, 2000.....</i>	<i>72</i>

Figura 42 - Atlas do domínio da Mata Atlântica e variedade de ecossistemas. Fonte: https://sosma.org.br	73
Figura 43 – Floresta Ombrófila Densa na Mata Atlântica. Fonte: https://apremavi.org.br/mata-atlantica	74
Figura 44 - Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (2015-2016). Fonte: https://sosma.org.br	75
Figura 45 - <i>Portulaca umbraticola</i> . Fonte: https://www.maqu.info/portulaca-umbraticola/	78
Figura 47 - Desenho de micélio expandindo. Fonte: http://www.cpbr.gov.au/fungi/mycelium.html ...	80
Figura 48 - Algumas espécies de fungos encontrados por mim ao longo do projeto. Fonte: arquivo da autora.....	81
Figura 49 - Detalhes de cogumelos dos fungos Reishi (esquerda) e Shimeji (Direita). Fonte: fotos de Jaime Acioli e Nadine Nicolay.....	83
Figura 50 - Ilustração de Luigi Serafini. Fonte: SERAFINI, 2013	84
Figura 51 - Representação 3d de uma célula eucarionte animal (humana). Fonte: https://gaelmcgill.artstation.com/projects/Pm0JL1	87
Figura 52 - Objetivos para o desenvolvimento sustentável da ONU. Fonte: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs	89
Figura 53 - Projeto de arquitetura biofílica. Fonte: https://gg-loop.com	90
Figura 54 - Criação de abelhas em potes de barro (pintura no túmulo do Faraó Pa-Bu-Sa – 630 a.C). Fonte: SOARES et al, 2011.....	92
Figura 55 - Apicultor com colmeia no Vale Omo. Fonte: http://www.bbc.com/travel_foto_de_Nigel_Sawyer	92
Figura 56 - Colmeias tradicionais da região do Vale Omo. Fonte: foto de Peter Kwapong.....	93
Figura 57 – <i>Meliponicultora</i> manejando colmeia “Jobone”. Fonte: http://www.ame-rio.org	94
Figura 58 - Meliponário semelhante ao dos Maias. Fonte: http://www.ame-rio.org	94
Figura 59 - <i>Meliponicultora</i> e colmeias de barro típicas da região de Cuetzalan. Fonte: https://elpais.com	94
Figura 60 - <i>Meliponicultora</i> fechando colmeia de barro. Fonte: Revista Selecciones México.....	95
Figura 61 - Caixa INPA montada. Fonte: lojadasabelhas.com.br	96
Figura 62 - Medidas caixa INPA para Jataí. Fonte: www.criarabelhas.com.br	97
Figura 63 - Interior de caixa INPA com abelha instalada. Fonte: Villas-Boas, 2012	97
Figura 64 - Modelo PNN para abelhas sem ferrão. Fonte: Nogueira-Neto, 1997.....	98
Figura 65 - Corte longitudinal de caixa PNN. Fonte: Nogueira-Neto, 1997.....	99
Figura 66 - Colmeia Nordestina aberta vista de cima. Fonte: Nogueira-Neto, 1997	99
Figura 67 - Variedade de tamanho de colmeias “Nordestina”. Fonte: Selma Carvalho e Francisco Chagas.....	100
Figura 68 - Favos de <i>Apis Mellifera</i> . Fonte: http://classicwoodie.tumblr.com	101
Figura 69 - Sun Hive. Fonte: www.naturalbeekeepingtrust.org	102
Figura 70 - Estrutura de uma Sun Hive. Fonte: www.naturalbeekeepingtrust.org	103
Figura 71 - Log Hive instalada. Fonte: www.apisarborea.com	104
Figura 72 - LocalBee em partes. Fonte: www.snupdesign.com	105
Figura 73 - LocalBee instalada. Fonte: www.snupdesign.com	106
Figura 74 - Myco-skep. Fonte: https://www.facebook.com/biologicsystemdesign	106
Figura 75 - Moldes para Myco-skep. Fonte: https://www.facebook.com/biologicsystemdesign	107
Figura 76 - Projeto “To-Bee”. Fonte: www.eCycle.com.br	108
Figura 77 - projeto “To-Bee”. Fonte: www.eCycle.com.br	108
Figura 78 – Urban Beehive da Philips . Fonte: https://www.jebiga.com/urban-beehive-philips/	109
Figura 79 – Protótipo da Guerilla Beehive. Fonte: https://research.annemariemaes.net/doku.ph	110
Figura 80 – Croqui Guerilla Beehive. Fonte: https://research.annemariemaes.net/doku.php	111
Figura 81 - Hotel de abelhas solitárias. Fonte: https://www.thingiverse.com/thing:1687353	112
Figura 82 - Projeto Refúgio de Maliarts. Fonte: http://creative.maliarts.net/MA/refugio.html	113
Figura 83 - Projeto Refúgio de Maliarts. Fonte: http://creative.maliarts.net/MA/refugio.html	114
Figura 84 - Hotel Inteligente para abejas. Fonte: https://facebook.com/hoteldeabejas	115
Figura 85 - Interface do site e coleta de dados do projeto Hotel Inteligente para abelhas. Fonte: hoteldeabejas.org/hoteldata	116
Figura 86 - ninho de abelha solitária. Fonte: http://hoteldeabejas.org	116
Figura 87 - Cadeira de Micélio. Fonte: https://www.dezeen.com	117
Figura 88 - Amostras de material e de impressão com substrato de palha e micélio	118

Figura 89 - Simulação de ambiente com impressora 3D de micélio. Fonte: https://www.blast-studio.com	118
Figura 90 - Resultado de objeto impresso com pasta de micélio e copos de café. Fonte: https://www.blast-studio.com	119
Figura 91 - Lovely Trash Column. Fonte: : https://www.blast-studio.com	120
Figura 92 – The Growing Pavilion. Fonte: https://companynewheroes.com/project/the-growing-pavilion/	121
Figura 93 - Detalhe da porta e do interior do pavilhão. Fonte: https://companynewheroes.com/project/the-growing-pavilion/	121
Figura 94 – Simulação de aplicação das estruturas bio-híbridas. Fonte: COLMO, Claudia et al. (2020).....	122
Figura 95 - Micélio crescendo em estrutura. Fonte: COLMO, Claudia et al. (2020).....	122
Figura 96 – Mycocomposite™ (à esquerda) e Mycoflex™ (à direita). Fonte: https://ecovativadesign.com	123
Figura 97 – A autora e Malu Fragoso no laboratório experimentando materiais (arquivo do NANO)	124
Figura 98 – A autora em contato com abelhas em pesquisa de campo do NANO (arquivo do NANO)	125
Figura 99 - Oficina de sensoriamento remoto no laboratório NANO (arquivo do NANO).....	126
Figura 100 - Life Guardian. Fonte: www.analauracantera.com.ar	126
Figura 102 - Cama de Gato Multiespécies por Nasser Mufti, 2011. Fonte: HARAWAY, 2016.....	128
Figura 103 - Silk Pavilion II em exposição no MOMA. Fonte: https://Oxman.com/#exhibition	129
Figura 104 - Colaboração entre abelhas e estrutura impressa em 3d. Fonte: https://oxman.com/projects/co-fabrication-systems	130
Figura 105 - BeeMushroomed Feeder. Fonte: https://www.instagram.com/beemushroomed/	131
Figura 106 - Urban Steam de Rollo Bryant. Fonte: https://rollobryant.uk	131
Figura 107 - Myconnect de Saša Spačal. Fonte: https://projectmyconnect.wordpress.com	132
Figura 108 - Cúpulas de exposição no Oi Futuro, fevereiro de 2020.....	133
Figura 109 - Humanos e suas casas por Luigi Serafini. Fonte: SERAFINI, 2013.....	134
Figura 110 - Emaranhados (Autores da esquerda acima para direita abaixo: Desconhecido, Mårten Medbo, Christina Schou Christensen, Richard Rabel e Dan Lam. Fonte: Pinterest).....	135
Figura 111 - Cerâmicas (Autores da esquerda para direita: Ken Price, Yuko Nishikawa, Marie-Laure Gobat Bouchat, Puls Ceramics. Fonte: Pinterest)	136
Figura 112 - Inovação nas técnicas e materiais de impressão 3d (Autores da esquerda para direita: Blast studio, Olivier van Herpt, Charlotte Taylor, Sandhelden. Fonte: Pinterest).....	136
Figura 113 - Arquitetura (Autores da esquerda para direita: Pezo von Ellrichshausen, Ted Larsen, Thomas Barger, André Bloc, André Bloc e Guy Bareff. Fonte: Pinterest)	137
Figura 114 - Fungos (Autores da esquerda para direita: Claudio Toscan Jr., Ernst Haeckel, Lizan Freijisen. Fonte: Pinterest).....	138
Figura 115 - Exposição do projeto Oooh (2013) de Todd Robinson.....	138
Figura 116 - Aparelho reprodutivo das abelhas fêmeas (Fonte: MICHENER, 2007 e DADE, 1994).....	139
Figura 117 - Aparelho reprodutivo das abelhas machos (Fonte: MICHENER, 2007 e LOUVEAUX, 1977)	139
Figura 118 – Conjunto de ilustrações botânicas - família Loganiaceae (Fonte: TAUBERT, 1891)..	140
Figura 119 – Conjunto de ilustrações botânicas (Fonte: TAUBERT, 1891).....	140
Figura 120 - Diagramas florais (Fonte: TAUBERT, 1891).....	140
Figura 121 – diferentes formas de micélio em expansão. Fonte: Clara Acioli, Clara Acioli e Roberto Cuerva.....	146
Figura 122 - Experimento de forma com micélio ultrapassando os limites propostos (arquivo da autora).....	146
Figura 123 - Amarrável (desenho da autora).....	151
Figura 124 – Encaixáveis (desenho da autora)	152
Figura 125 - Amarrável 2 (desenho da autora).....	152
Figura 126 - Cabaças (desenho da autora).....	153
Figura 127 - Cogumelo (desenho da autora).....	153
Figura 128 - Orelha de pau (desenho e fotos da autora)	154
Figura 129 - alternativas em ambientes internos (desenho da autora).....	155
Figura 130 - desenhos forma 1(desenho da autora)	155

Figura 131 – modelo em argila forma 1 (arquivo da autora).....	156
Figura 132 - desenhos forma 2 (desenho da autora)	157
Figura 133 – modelo em argila forma 2 (arquivo da autora).....	157
Figura 134 - desenhos forma 3 (desenho da autora)	158
Figura 135 – modelo em argila forma 3a (arquivo da autora).....	158
Figura 136 – modelo em argila forma 3b (arquivo da autora).....	159
Figura 137 – modelo em argila forma 3c (arquivo da autora).....	159
Figura 138 - desenhos forma 4 (desenho da autora)	160
Figura 139 – modelo em argila forma 4 (arquivo da autora).....	160
Figura 140 - desenhos forma 5 (desenho da autora)	161
Figura 141 – modelo em argila forma 5 (arquivo da autora).....	161
Figura 142 - desenho forma 6 (desenho da autora).....	162
Figura 143 – modelo em argila forma 6 (arquivo da autora).....	162
Figura 144 - desenho forma 7 (desenho da autora).....	163
Figura 145 - modelo em argila da Forma 7 (arquivo da autora)	163
Figura 146 – desenho e modelos em argila da forma 8 (arquivo da autora).....	164
Figura 147 - desenho e modelos em argila da forma 9 (arquivo da autora)	164
Figura 148 - desenhos forma 10 (desenho da autora).....	165
Figura 149 – desenhos forma 11 (desenho da autora).....	165
Figura 150 – modelo em argila forma 11 (arquivo da autora).....	166
Figura 151 - desenhos forma 12 (desenho da autora).....	166
Figura 152 - desenhos forma 12 (desenho da autora).....	167
Figura 153 – modelo em argila forma 12 (arquivo da autora).....	167
Figura 154 – Esboços para aperfeiçoamento da forma (desenho da autora).....	176
Figura 155 – Aplicação de plantas no esboço (desenho da autora)	176
Figura 156 - Primeira versão da modelagem 3d virtual (arquivo da autora)	177
Figura 157 - Experimentos de formato do suporte central no modelo digital (arquivo da autora) ...	177
Figura 158 - Experimento com possibilidade de dois vasos e cobertura reta (arquivo da autora) ...	178
Figura 159 – Simulação com aplicação de plantas e abelhas (arquivo da autora).....	178
Figura 160 – Solução de abertura da lateral (arquivo da autora)	178
Figura 161 - Testes e opções das travas (arquivo da autora).....	179
Figura 164 - Vista frontal (arquivo da autora).....	179
Figura 162 - Modelo final em perspectiva (arquivo da autora).....	180
Figura 163 - Modelo final em perspectiva (arquivo da autora).....	180
Figura 165 - Vista anterior (arquivo da autora).....	181
Figura 169 - Vista explodida (arquivo da autora)	181
Figura 170 - Partes de construção separadas (arquivo da autora)	182
Figura 171 - Dimensões (em centímetros) da estrutura na vista frontal (arquivo da autora).....	182
Figura 172 – Dimensões na vista superior da estrutura (arquivo da autora)	183
Figura 173 - Dimensões na vista frontal e lateral do suporte (arquivo da autora)	183
Figura 174 - Dimensões na vista frontal e lateral do núcleo da colmeia (arquivo da autora).....	183
Figura 175 - Dimensões na vista frontal e superior da trava (arquivo da autora).....	184
Figura 176 - Peça que compõe estrutura – encaixada e separada (arquivo da autora)	184
Figura 178 - Sulcos para drenagem de água (arquivo da autora).....	185
Figura 179 - Abertura na estrutura para passagem de luz solar e água. Vista superior e vista lateral (arquivo da autora).....	185
Figura 180 - Suporte explodido e cavilhas (arquivo da autora).....	186
Figura 181 - Arredondamento de arestas no contato entre suporte e estrutura (arquivo da autora)	187
Figura 182 - Furo para parafuso no suporte (arquivo da autora).....	187
Figura 183 – Trava do núcleo que encaixa no suporte (arquivo da autora)	188
Figura 184 - Núcleo da colmeia em material transparente para visualização do oco (arquivo da autora).....	188
Figura 185 - Núcleo da colmeia partido, com o encaixe à mostra (arquivo da autora).....	189
Figura 186 - Furo de entrada na vista frontal e lateral (arquivo da autora)	189
Figura 187 - Representação de extrusão do compósito proposto (Fonte: SOH et al, 2020)	191
Figura 188 – 3D Potterbot 10 XL (https://3dpotter.com/printers/scara)	192
Figura 189 - Delta WASP 40100 Clay (Fonte: https://www.3dwasp.com/en/).....	193
Figura 191 - Posição de impressão da estrutura (arquivo da autora).....	194

Figura 193 - Posição de impressão do encaixe da estrutura (arquivo da autora).....	194
Figura 195 - Posição de impressão do núcleo da colmeia (arquivo da autora).....	195
Figura 196 - Posição de impressão do núcleo da colmeia na vista frontal e direita (arquivo da autora).....	195
Figura 197 - Dos colmos ao BLC. Fonte: Adaptado de Castaneda, H. e Bjarnadottir, S., 2016.....	197
Figura 198 - Amostra de bambu laminado colado. Fonte: https://raizecipo.com.br/bambu-laminado/	198
Figura 199 - Poltrona de bambu #5 desenvolvida por Paulo Foggiato para a empresa Oré Brasil. Fonte: https://labdecor.blogspot.com/2009/09/bambu-e-premio-salao-casa-brasil.htm	199
Figura 200 – Estruturas dobráveis em bambu laminado colado. Fonte: YAMADA, 2016.....	199
Figura 201 - Primeiro ambiente adaptado para trabalhar com fungos – quarto (arquivo da autora).....	201
Figura 202 - Segundo ambiente adaptado de trabalhar com fungos – banheiro (arquivo da autora).....	202
Figura 203 - Autora em ambiente de trabalho com fungos (arquivo da autora).....	203
Figura 204 - Incubadora de arduino emprestada do NANO (arquivo da autora).....	204
Figura 205 - Opções de forma do núcleo da colmeia (arquivo da autora).....	205
Figura 206 - Renderização do molde, separado e encaixado (arquivo da autora).....	205
Figura 207 - Etapa de crescimento 1 (meia forma) e 2 (forma inteira) (arquivo da autora).....	206
Figura 208 - Divisão do molde para impressão 3d (arquivo da autora).....	206
Figura 209 - Dimensões da forma externa (arquivo da autora).....	207
Figura 210 – Dimensões da forma interna (arquivo da autora).....	208
Figura 211 - Dimensões da cobertura (arquivo da autora).....	208
Figura 212 - Impressão 3d com PLA em parceria com o NANO (arquivo da autora).....	209
Figura 213 - União das partes do molde com calor (arquivo da autora).....	209
Figura 214 - Condições de colonização dos micélios das espécies testadas. Fonte: https://www.fungicultura.com.br	210
Figura 215 - Esterilização do meio de cultura BDA (Batata Dextrose Agar) em panela de pressão (arquivo da autora).....	210
Figura 216 - Processo de clonagem do tecido micelial - Shimeji Cinza (arquivo da autora).....	211
Figura 217 - Crescimento do micélio em placa de petri – Shimeji Branco. Tempo de mais ou menos cinco dias do primeiro ao último (arquivo da autora).....	211
Figura 218 - Crescimento do micélio em grãos de trigo – Shimeji Branco. (arquivo da autora).....	212
Figura 219 - Inoculação de cultura líquida em grão de trigo (arquivo da autora).....	212
Figura 220 - Pesar os substratos (arquivo da autora).....	213
Figura 221 - Ingredientes e suas quantidades para a mistura do substrato. Da esquerda para a direita: calcário dolomítico, grão de trigo triturado, fibra de coco e bagaço de cana (arquivo da autora).....	213
Figura 222 – Misturar os substratos (arquivo da autora).....	213
Figura 223 - Esterilizar o substrato (arquivo da autora).....	214
Figura 224 – Passar o trigo colonizado para o substrato esterilizado (arquivo da autora).....	214
Figura 225 - Deixar os substratos colonizados no escuro, na temperatura exigida pela espécie e com a umidade elevada (de 90% a 100%) por tempo que varia de duas semanas a um mês (arquivo da autora).....	214
Figura 226 – Colocar o substrato colonizado no molde, nessa etapa podemos acrescentar mais substrato puro, esterilizado (arquivo da autora).....	215
Figura 227 - Micélio crescendo nos moldes separados (arquivo da autora).....	215
Figura 228 - Micélio já crescido e espalhado nos moldes (arquivo da autora).....	215
Figura 229 - Adicionar substrato novo e esterilizado entre os moldes (arquivo da autora).....	216
Figura 230 - Juntar as partes. Deixar o micélio crescer entre as metades para uni-las (arquivo da autora).....	216
Figura 231 - Retirar o núcleo do molde (arquivo da autora).....	216
Figura 232 – Micélio crescendo fora do molde (arquivo da autora).....	217
Figura 233 - Fazer o furo de entrada com furadeira (arquivo da autora).....	217
Figura 234 - Pesar e secar o núcleo da colmeia (arquivo da autora).....	217
Figura 235 - Primeiro protótipo do núcleo pronto (foto de Jaime Acioli).....	218
Figura 236 - Primeiro protótipo do núcleo pronto – lateral e frente (fotos de Jaime Acioli).....	218
Figura 237 - Parte do núcleo tomada pelo mofo (arquivo da autora).....	219

<i>Figura 238 - Núcleo limpo com vinagre e seco ao sol (arquivo da autora)</i>	219
<i>Figura 239 - Fechar e inserir o atrativo para abelhas - cerume e própolis diluído em álcool (arquivo da autora)</i>	220
<i>Figura 240 - Núcleo da colmeia 1 preso ao ar livre a uma distância de mais ou menos 2m de uma colmeia de Jataí (arquivo da autora)</i>	220
<i>Figura 241 - Núcleo da colmeia 1 preso a uma altura de mais ou menos 3m do chão (arquivo da autora)</i>	221
<i>Figura 242 - Núcleo da colmeia 1 após 1 mês ao ar livre, com várias espécies de fungos compartilhando o espaço, mas nenhuma abelha (arquivo da autora)</i>	221
<i>Figura 243 - Segundo protótipo do núcleo (foto de Jaime Acioli)</i>	222
<i>Figura 244 - Segundo protótipo do núcleo (foto de Jaime Acioli)</i>	222
<i>Figura 245 - Segundo protótipo do núcleo – lateral (foto de Jaime Acioli)</i>	223
<i>Figura 246 - Abrindo o núcleo para secagem da parte interna (arquivo da autora)</i>	224
<i>Figura 247 - Núcleo da colmeia aberto (foto de Jaime Acioli)</i>	224
<i>Figura 248 - Fotos de detalhes das frutificações (Fotos de Jaime Acioli)</i>	225
<i>Figura 250 - Teste de pasta com pó de eucalipto e farinha cozida (arquivo da autora)</i>	226
<i>Figura 251 - Aplicação do fungo da peça - dia 3 (arquivo da autora)</i>	227
<i>Figura 252 - Fungo crescido na peça - dia 10 (arquivo da autora)</i>	227
<i>Figura 253 - Peça seca ao sol por 4 dias (arquivo da autora)</i>	227
<i>Figura 255 - Base de arame e papelão para estrutura (arquivo da autora)</i>	228
<i>Figura 256 - Aplicação de jornal úmido com cola e gesso (arquivo da autora)</i>	228
<i>Figura 257 - Aplicação de jornal picado com gesso (arquivo da autora)</i>	229
<i>Figura 258 - Aplicação de gesso para o acabamento (arquivo da autora)</i>	229
<i>Figura 259 - Núcleo da colmeia com o mesmo método da estrutura (arquivo da autora)</i>	230
<i>Figura 260 – Cortando e lixando a tábua (arquivo da autora)</i>	230
<i>Figura 261 - Cortando e lixando o caibro (arquivo da autora)</i>	231
<i>Figura 262 - Ajuste do tamanho do suporte (arquivo da autora)</i>	231
<i>Figura 263 - Acabamento com lâmina de madeira e verniz de cera de abelha (arquivo da autora)</i> .	232
<i>Figura 264 – União de uma parte na outra com parafuso e cola branca e detalhe do furo para prender o suporte na parede (arquivo da autora)</i>	232
<i>Figura 266 - Modelo instalado na parede, com onze-horas em vaso de barro (Foto de Jaime Acioli)</i>	233
<i>Figura 267 - Modelo instalado na parede, com onze-horas em vaso de barro (foto de Jaime Acioli)</i>	234
<i>Figura 268 - Modelo instalado na parede, com onze-horas em vaso de barro (Foto de Jaime Acioli)</i>	235
<i>Figura 269 - Modelo digital (Render de Pedro Henry)</i>	235
<i>Figura 270 - Modelo digital (Render de Pedro Henry)</i>	236
<i>Figura 271 - Modelo digital com aplicação de abelhas e plantas (Render de Pedro Henry)</i>	236
<i>Figura 272 - Simulação em ambiente (Foto: pinterest.com ; Render: Pedro Henry)</i>	237
<i>Figura 273 - Papel semente germinando (Fonte: Pinterest)</i>	238

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Plantas para RUM_A.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 2 – Requisitos dos humanos – forma, técnica e conceito</i>	<i>168</i>
<i>Tabela 3 - requisitos das abelhas – forma, atração, usabilidade</i>	<i>170</i>
<i>Tabela 4 - Requisitos do micélio – forma, liberdade e durabilidade</i>	<i>172</i>
<i>Tabela 5 - Valores totais das 3 tabelas (humanos, abelhas e micélio) somadas.....</i>	<i>174</i>
<i>Tabela 6 - Resistência mecânica do bambu laminado colado(BLC). Fonte: Gonçalves et al., 2000</i>	<i>196</i>
<i>Tabela 7 - Beneficiamento do bambu. Fonte: ORTHEY et al., 2015.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabela 8 - Transformação em produto. Fonte: ORTHEY et al., 2015.....</i>	<i>198</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	20
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	22
1.2 PROPOSTA DE PROJETO	26
1.2.1 <i>Objetivos</i>	27
1.2.2 <i>Possíveis interessados</i>	28
1.2.3 <i>Metodologia</i>	29
2 ORGANISMOS VIVOS EMARANHADOS.....	31
2.1 ABELHAS.....	32
2.1.1 <i>Biologia das abelhas (Tribo Meliponini)</i>	33
2.1.2 <i>Os espaços das abelhas sociais</i>	51
2.1.3 <i>Abelhas no espaço urbano</i>	57
2.1.4 <i>As abelhas nativas da Mata Atlântica</i>	61
2.2 PLANTAS.....	66
2.2.1 <i>Biologia das plantas (Reino Plantae)</i>	66
2.2.2 <i>Mata Atlântica</i>	72
2.2.3 <i>Flor escolhida para RUM_A</i>	76
2.3 FUNGOS	78
2.3.1 <i>Biologia dos fungos (Reino Fungi)</i>	79
2.3.2 <i>Os fungos como material</i>	82
2.4 HUMANOS	85
2.4.1 <i>Biologia dos humanos (Espécie Homo sapiens)</i>	85
2.4.2 <i>O design como articulador de mundos</i>	88
3 REFERÊNCIAS E CONCEITUAÇÃO	91
3.1 REFERÊNCIAS CONCEITUAIS E VISUAIS	91
3.1.1 <i>Projetos de colmeias por humanos</i>	91
3.1.2 <i>Projetos de referência com micélio</i>	116
3.1.3 <i>Projetos, pesquisas e outras áreas de referência</i>	124
3.1.4 <i>Referências visuais</i>	133
3.2 DIRECIONAMENTOS DE PROJETO	141
3.2.1 <i>Sobre as abelhas</i>	141
3.2.2 <i>Sobre as plantas</i>	145
3.2.3 <i>Sobre o micélio</i>	145
3.2.4 <i>Sobre os humanos</i>	147
3.3 CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	147
4 JUNTANDO TUDO PARA PROJETAR RUM_A.....	151

4.1	DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS	151
4.2	ALTERNATIVA FINAL.....	168
4.3	APERFEIÇOAMENTO DA FORMA.....	175
4.3.1	<i>Detalhamento e dimensões.....</i>	182
4.4	MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	189
4.4.1	<i>Estrutura e núcleo com micélio.....</i>	190
4.4.2	<i>Suporte em Bambu Laminado Colado (BLC).....</i>	196
4.5	FABRICAÇÃO DOS MODELOS	201
4.5.1	<i>Experimentos com micélio - Núcleo da colmeia.....</i>	201
4.5.2	<i>Modelo de RUM_A com outros materiais.....</i>	228
4.6	MODELO FINAL E APRESENTAÇÃO DO PRODUTO	233
4.6.1	<i>Livreto guia e folheto.....</i>	238
	CONCLUSÃO	239
	REFERÊNCIAS	241
	APÊNDICE A – DESENHO TÉCNICO	255
	APÊNDICE B - LIVRETO	268
	APÊNDICE C - FOLHETO.....	285

INTRODUÇÃO

Design de produto, novos materiais, biologia, ecologia, tecnologia e arte: vemos nesse projeto uma união de vários dos meus interesses e a cada passo dado com o projeto, mais motivo eu tinha para apostar nele como um aglomerado, emaranhado ou uma **ruma**¹ do que eu achava importante e queria realizar como projeto de graduação.

RUM_A é então uma tradução de desejos e conhecimentos acumulados ao longo da minha trajetória acadêmica, com muita influência do laboratório NANO (Núcleo de Artes e Novos Organismos) do qual participei por três anos, e das redes que se formam na universidade.

Esse trabalho trata das relações que nós humanos construímos com o ambiente que vivemos: com os seres vivos e as coisas abióticas, problematizando os centros urbanos como espaços pensados exclusivamente para e pelos humanos e propondo novas formas de intra-ações² com as demais espécies que com-vivem conosco. Acreditando nesse diálogo como forma de conscientização ambiental e no design como ferramenta ativa para a construção de espaços mais coerentes e saudáveis para todos, humanos e não-humanos.

RUM_A: Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração aborda principalmente a atenção à preservação das abelhas nativas e das florestas nos entornos urbanos do bioma da Mata Atlântica. Convida abelhas, plantas, fungos e humanos para participar da criação desse refúgio multiespécies.

A determinação dos seres que representam o multiespécies no projeto se deu pelo encontro de áreas de interesse e pesquisas que eu estava desenvolvendo no laboratório NANO. O estudo em materiais biodegradáveis, incluindo os fungos, e a pesquisa com as abelhas, junto ao projeto S.H.A.S.T. (Sistema Habitacional para Abelhas Sem Teto) da professora e co-orientadora deste projeto, Malu Fragoso.

Por uma escolha narrativa, o trabalho é dividido em quatro partes: a primeira é uma apresentação do tema e proposta de projeto. A segunda parte mostra os quatro seres

¹ Ruma: Pilha, montão, rima: *uma ruma de tijolos* (FERREIRA, 2004, p.1780)

² Intra-ação é um termo de Karen Barad (2003) que expressa a criação conjunta de agências, sendo agência a habilidade de agir. Na intra-ação, a habilidade de agir emerge de dentro da relação, a partir do emaranhado.

envolvidos no projeto, manifestando suas funções e relevâncias para a construção formal e conceitual do trabalho.

Na terceira parte apresentamos as referências e inspirações que guiaram o projeto, definimos os requisitos e fechamos com a construção do conceito. E na última parte mostramos o desenvolvimento formal e material do projeto, unindo todas as informações e experiências para manifestar RUM_A.

RUM_A é um projeto que se inspira na *simpoiesis*³ como metodologia. Aqui a criação é coletiva e multiespécie, com humanos trocando e elaborando conceitos e cultivando ideias, com os fungos como parte constituinte do material, as abelhas e plantas como habitantes e construtoras de seus espaços, evidenciando as intra-ações entre os seres terrestres. O proveito mútuo é a sobrevivência das espécies, nutrição, abrigo e consciência.

Por ser construído coletivamente, tanto com humanas: eu, minhas orientadoras Jeanine e Malu e mais um grupo de colaboradores esporádicos, quanto com as outras espécies companheiras, escolhemos relatar o trabalho na 1ª pessoa do plural, com raras excessões do uso do singular.

³ Simpoiesis é um termo usado por Donna Haraway (2016) que significa fazer(-se)-com.

APRESENTAÇÃO DO TEMA

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 auto-regulam (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. Todas as montanhas, rios, borboletas, humanos e manjericões tem cada um sua participação dentro desse todo. A partir dessa formulação podemos entender as mudanças climáticas, a contaminação e depredação de áreas naturais, as extinções em massa, a superação da massa biológica pela massa artificial e alguns outros desequilíbrios ecossistêmicos como parte e consequência de uma era marcada negativamente pela ação humana.

A constatação de que estamos vivendo em um planeta danificado é muito discutida por Donna Haraway, Ailton Krenak, Bruno Latour, Anna Tsing, entre outros. Há no pensamento desses quatro autores esse ponto em comum: de que não somos capazes de recuperar a terra como ela era antes dos efeitos da ação antrópica, de que já perdemos a guerra ecológica (LATOURE, 2020) e temos que aprender a viver com o problema (HARAWAY, 2016). Não podemos evitar a queda, muito menos ignorá-la, mas amenizá-la, abrindo paraquedas coloridos (KRENAK, 2019) e aprendendo a conviver nessa diversidade contaminada, que “nem sempre é bonita mas é quem somos e o que temos disponível como parceria para uma terra habitável” (TSING, 2019).

Este projeto quer oferecer possíveis caminhos a partir das reflexões destes autores: como fazer parcerias para uma terra habitável? Como ficar com o problema? Nas palavras de Ailton Krenak (2019), como adiar o fim do mundo? Buscamos entender, como Suely RoulNIK (2019), que podemos pôr fim a um mundo (ou modo de viver no mundo) mas que existem outras formas possíveis e imagináveis de compôr Gaia.

Seguindo as trajetórias de pensamento destes autores, procuramos criar-com as paisagens multiespécies, de Anna Tsing e a simpoiesis e a ideia de fazer parentes⁴ sugerida por Donna Haraway, que querem dizer sobre a atenção para outras manifestações de vida que podem nos ensinar tanto sobre nós, sobre o espaço que vivemos e as relações que fazemos e que

⁴ “Making kin” (HARAWAY, 2016)

podemos vir a fazer. Como amenizar os danos e responder com habilidade⁵ à crise ecológica-social-humana? Como ganhar força e potência de ação para que a vida humana na terra seja menos danosa para ela própria e para outras espécies companheiras, que compartilham espaços, oxigênio, nutrientes e energia.

Foram essas reflexões que motivaram esta pesquisa. RUM_A se apresenta já no subtítulo como um Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração, é então uma aposta em um ambiente de comunhão intra e interespécies como uma forma de conscientização da importância desse contato para novas construções de mundos compartilhados e diversos. Os seres que convido para partilhar RUM_A são as abelhas, os fungos, as plantas e nós humanos.

Os animais polinizadores são responsáveis por 35% da produção de alimento no mundo (KLEIN *et al*, 2007). Uma grande variedade de insetos, alguns pássaros e morcegos, o vento e a água exercem a função primordial da polinização⁶, que garante a biodiversidade e a manutenção dos ecossistemas terrestres (WOLOWSKI, *et al* 2019). As abelhas são os principais insetos polinizadores e estão sofrendo com o aumento do uso de agrotóxicos nas regiões rurais, com o desmatamento de áreas nativas (HAGEN *et al*, 2012 *apud* WOLOWSKI *et al*, 2019) e as alterações climáticas (GIANNINI *et al*, 2017 *apud* WOLOWSKI *et al*, 2019), precisando de refúgios e conscientização dos humanos.

Os fungos, microorganismos abundantes no planeta terra, são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, devolvendo nutrientes ao solo e promovendo a continuidade dos ciclos de vida (RAVEN *et al*, 2014). Algumas espécies de fungos crescem em redes e são capazes de aglomerar componentes orgânicos, essa propriedade tem sido utilizada por designers, arquitetos e cientistas para a elaboração de materiais compósitos de grande eficiência funcional e ambiental (MEYER *et al*, 2020).

As plantas são seres fotossintetizantes de extrema importância para a regulação do clima, disponibilidade de água e oxigênio, fixação de gás carbônico, fornecimento de alimento para animais e fungos entre outras funções vitais para seres vivos e regulação dos fatores abióticos terrestres (RAVEN *et al.*, 2014). Entram no projeto para evidenciar as ações entre abelhas e flores são, mais do que inter, intra-ações.

⁵ Em referência ao termo “Response-ability” de Donna Haraway (2016), uso a tradução livre ‘habilidade de resposta’.

⁶ Polinização: Etapa da reprodução das plantas pelo transporte de pólen.

Nós humanos temos como bagagem a capacidade da transformação dos espaços pela ação, criação e consciência. Somos parte da multidão que compõe Gaia, tão importantes quanto todas as demais partes para a manutenção da vida. Participamos do projeto como “anfitriões” de um refúgio, abertos à conscientização e observação de outras formas de viver o mundo. Nesse sentido eu, como designer, proponho RUM_A como uma experiência de projeto criado com muitas mãos, hifas, patas e raízes.

1.1 Problematização e justificativa

A queda do número de abelhas no mundo está se tornando um assunto frequente entre os biólogos, agricultores, apicultores e outros estudiosos que de alguns anos para cá vêm nos alertando para a redução dessas populações e dos insetos de um modo geral. Toda uma classe de animais, que é conhecida por sua abundância, está desaparecendo de modo acelerado e assustador. (JARVIS, 2019; WAGNER, 2020)

O bioma referência para as pesquisas e estudos do presente projeto é a Mata Atlântica do Brasil (abelhas e plantas nativas da Mata Atlântica). Por isso, sempre que possível e necessário, voltaremos nossa atenção para esse bioma específico, considerado dos mais ricos e biodiversos do mundo. E é exatamente nesse ponto que a questão do desaparecimento dos insetos mais preocupa: na biodiversidade.

Biodiversidade é a variedade de seres vivos dentro do complexo ecológico ao qual fazem parte. Estima-se que na Mata Atlântica existam 20.000 espécies vegetais e 2.040 espécies de animais vertebrados (mamíferos, peixes, aves, répteis e anfíbios) segundo o site do Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Sobre a diversidade de insetos, estima-se 3.120 espécies só no estado do Rio de Janeiro (COURI, 2009).

Para entender a importância da biodiversidade e dos insetos em um ecossistema é necessário entender a definição de teia alimentar, conceito que explica a interdependência e as relações entre as espécies vivas. Uma cadeia alimentar é formada por uma sequência de seres vivos em que um deles serve de alimento para o outro. Já uma teia alimentar é definida pelo conjunto mais amplo e complexo de interações entre cadeias alimentares, que auto regulam e equilibram as dinâmicas entre os seres de um ecossistema. Portanto, um distúrbio desse funcionamento, provocado pela extinção de alguma espécie, pela destruição de habitats ou

por mudanças climáticas extremas, pode ocasionar um desequilíbrio onde os vários níveis da teia alimentar já não regulam um ao outro. Todo um sistema ecológico pode colapsar a partir daí (VALIENTE-BAUNET, 2014 *apud* MATTER, 2019). Nesse contexto, os insetos desempenham papel fundamental como consumidores primários de muitas cadeias e são responsáveis pela reprodução de muitas espécies vegetais, bases das cadeias terrestres. Daí se entende que os insetos são peça chave para a manutenção do equilíbrio ecológico.

Somos totalmente dependentes da biodiversidade que é assegurada pelo equilíbrio ecológico e garante segurança climática, alimentos, remédios e água. As florestas, que são resultado de milhares de anos de processos colaborativos, têm a capacidade de absorver CO₂ (gás carbônico) do ar e fixar no solo, controlando a emissão de gases de efeito estufa, ligados às alterações climáticas (BELLO et al, 2015 *apud* MATTER, 2019). Outra função fundamental é a emissão de oxigênio (O₂), permitindo a renovação contínua desse elemento no ambiente, e possibilitando nossa vida e de tantos outros seres aeróbios.

Para a manutenção das florestas, são imprescindíveis os dispersores de sementes (pequenos mamíferos e pássaros) e os polinizadores, responsáveis pela reprodução de grande parte das plantas que nos fornecem alimento e matéria prima para a maioria dos remédios e produtos farmacêuticos usados hoje. Essas grandes matas são essenciais para a recarga dos aquíferos de água doce e distribuição da água pelo território (NOBRE, 2016). De acordo com o ecólogo florestal Messier (2015), florestas são sistemas altamente complexos, cujas propriedades e características emergem de uma enorme variedade de dinâmicas que ocorrem ao longo de milhares de anos e propiciam a auto-organização e o surgimento de intrincadas interações entre espécies.

A problemática é que a biodiversidade hoje vem sofrendo declínio acelerado, tanto que o período que estamos vivendo está sendo chamado de sexta extinção ou extinção em massa do Holoceno⁷, pela sexta vez na história da terra um grande número de espécies desaparece e continua desaparecendo em velocidade incomum (KOLBERT, 2015; DIRZO *et al.*, 2014). De acordo com um estudo publicado pela revista *Science* (DIRZO *et al.*, 2014), com título “a defaunação⁸ do Antropoceno”:

⁷ Holoceno: Época geológica que iniciou com o fim da última era glacial, até o hoje ou até o Antropoceno, termo recente.

⁸ Defaunação: perda de indivíduos animais selvagens de um lugar.

“322 espécies de vertebrados já foram extintas desde 1500, as espécies restantes sofrem de um acentuado declínio de 25% na abundância de suas populações” (...) “Espécies de invertebrados apresentam um declínio igualmente grave, 67% das populações monitoradas apresentam declínio de 45% em abundância” (DIRZO et al., 2014, online)

Os cientistas falam hoje do perigo da extinção funcional. Mesmo existindo, o número de indivíduos de uma espécie é muito reduzido. Incapazes de reproduzir-se para a perpetuação natural da espécie, são considerados insuficientes para a manutenção do ecossistema a qual fazem parte. Em consequência, as teias alimentares desregulam e junto dela, à longo prazo, o ambiente como um todo. (VALIENTE-BAUNET, 2014 *apud* MATTER, 2019).

Um exemplo da extinção funcional é o caso da Tartaruga-da-ilha-abingdon (*Geochelone nigra abingdonii*), que como espécime único, George solitário, como era conhecido, não conseguiu perpetuar a espécie que foi considerada extinta em 2012. Esse é um exemplo claro, mas se tratando de insetos não conseguimos perceber com tanta nitidez quando uma espécie entra em extinção funcional, até porque na maioria dos casos os insetos funcionam (nesse sentido de funcionamento ecológico) em quantidades abundantes.

Segundo a jornalista Brooke Jarvis:

“Consolar-se com a sobrevivência de poucos animais simbólicos é ignorar o valor da abundância, de um mundo natural que prospera com base na riqueza, na complexidade e na interação.” (...)“os insetos são dos maiores mistérios do planeta”(...)“Já nomeamos e descrevemos 1 milhão de espécies de insetos”(...) “E, no entanto, entomologistas estimam que toda essa variedade espantosa, absurda e pouco estudada representa, talvez, apenas 20% da diversidade real de insetos no planeta, e que há milhões e milhões de espécies inteiramente desconhecidas da ciência.” (...) “A verdade pura e simples é que não sabemos tudo que os insetos fazem. Apenas cerca de 2% das espécies de invertebrados foram estudadas suficientemente para que possamos avaliar se correm risco de extinção, que dirá para calcular que perigos sua extinção poderia acarretar.” (JARVIS, 2019, online)

Em relação às abelhas, os números são alarmantes: em 2019, meio bilhão de abelhas foram mortas no intervalo de três meses, em quatro estados brasileiros (GRIGORI, 2019). Esse fenômeno das altas taxas de mortandade das abelhas no mundo é conhecido como Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC) e foi definido em 2006 com o surgimento de muitos casos; há uma redução drástica das abelhas operárias, que somem ou aparecem mortas deixando

suas colônias de origem defasadas. Sem as operárias, rainha e larvas não se sustentam e toda a colônia pode vir ao colapso. As causas ainda são desconhecidas mas suspeita-se de diversos fatores, incluindo a perda de habitat, os pesticidas e agrotóxicos, doenças, espécies invasoras e as mudanças climáticas. (PIRES *et al.*, 2016)

O avanço das áreas urbanizadas e agrícolas, aliadas ao desmatamento e fragmentação de áreas de vegetação natural e a diminuição de habitats selvagens são causas, que dificultam a busca por alimento e nidificação⁹ de diversas espécies de abelhas (HAGEN *et al.*, 2012 *apud* IPBES, 2016). Em áreas urbanas, além da falta de espaços apropriados, há a questão da poluição do ar, que dificulta o rastreamento por alimento. Para piorar esse quadro já bastante hostil, nos espaços urbanos as abelhas precisam sobreviver a práticas humanas que afastam ou matam insetos, como o fumacê e a queima ou retirada inadequada de colônias por falta de informação. Mas ainda assim, alguns estudos recentes apontam que as abelhas tem se saído melhor nas cidades do que na zona rural (JARVIS, 2019). Isso provavelmente se dá devido à intensificação do uso de agrotóxicos no campo.

O aumento da toxicidade dos agrotóxicos nos últimos anos foi possivelmente a principal causa das meio bilhão de abelhas mortas no mesmo período. De acordo com uma reportagem da Folha de São Paulo (2019), cinco tipos de pesticidas foram encontrados nas abelhas mortas, no mel e nos favos, segundo laudo veterinário. Dentre os agrotóxicos mais usados para o cultivo de alimentos, estão dois que afetam diretamente as abelhas, o Fipronil, que age nas células nervosas dos insetos e os neonicotinoides, que comprometem o senso de direção das abelhas, que não conseguem encontrar o caminho de volta para a colmeia. Muitas vezes os tóxicos não matam as abelhas diretamente, mas desorientam, diminuem a capacidade de polinização ou matam as larvas ao levar o pólen e néctar com substâncias nocivas para dentro da colmeia. Não havendo reposição de operárias, ocorre o colapso da colônia. (PIRES *et al.*, 2016)

O Aquecimento global é uma grande consequência da crise ambiental que estamos passando e grande causador de diversos outros problemas que colaboram com a mesma crise. É também responsável pela diminuição populacional das abelhas, já que muitas espécies são extremamente sensíveis ao clima e ao ambiente no geral (REDDY *et al.*, 2012; LE CONTE *et al.*, 2008 *apud* PIRES *et al.*, 2016). O aquecimento global facilita também a entrada de espécies invasoras e pragas, que costumam ser mais resistentes e adaptáveis e competem com as espécies nativas tanto na busca por alimentos quanto em local para nidificação. Essa situação

⁹ Nidificação: construção dos ninhos/colmeias, onde vivem e se reproduzem as colônias de abelhas.

muitas vezes leva espécies mais sensíveis e pouco numerosas a extinção, diminuindo a biodiversidade disponível naquele ambiente. (BLOIS, 2013 *apud* GIANNINI, 2017)

Todas essas problemáticas citadas tem ligação com a lógica de ação depredatória e colonial humana dos últimos anos e que configuram o Antropoceno. Acredito que isso tenha a ver com a relação do homem moderno com aquilo que nos acostumamos a chamar de “Natureza”. Segundo Latour (2013), o conceito “Natureza” como recurso operacional e irracional, disponível para as necessidades “humanas”, desassocia cultura e natureza em polos segregados e abona as ações irresponsáveis e até mesmo cruéis que nós, “humanos modernos”, vimos nos permitindo no Antropoceno. Essa segregação insustentável aos olhos de Latour, rompe com os princípios coletivos e de comunidade tão importantes para a sobrevivência das espécies na terra até então. Por isso é urgente a retomada de uma conscientização ecológica sobre as intra-ações com os demais seres de Gaia.

1.2 Proposta de projeto

O projeto propõe a criação de um espaço-refúgio multiespécies que promova uma aproximação entre espécies humanas e não-humanas. Intenciona a preservação das abelhas nativas sem ferrão e do bioma da Mata Atlântica no ambiente tomado pela urbanização. Levando em conta que a maior potência de preservação no contexto urbano são os próprios humanos, conscientes de suas ações e da importância das dinâmicas e relações, com a capacidade da transformação do seu entorno.

Essa aproximação física de seres com diferentes modos de vida tem como intenção o amadurecimento ou o despertar de uma consciência ecológica e do respeito a estas dinâmicas. A criação conjunta do espaço, se valendo da simpoiese, é uma outra forma de incentivar a percepção das relações não apenas como inter mas intra-espécies.

Como proposta, RUM_A convida ao aglomerado as abelhas e as plantas como habitantes, os fungos como estrutura de composição de forma e os humanos, como anfitriões e protetores daquele espaço que funciona também como uma metáfora do cuidado.

Defendemos aqui a utilização do design como ferramenta para a criação dessas possibilidades de mundos e como caminho para o desenvolvimento de novas tecnologias de materiais inteligentes, vivos e ecológicos, por um design consciente e coerente.

O projeto, no entanto, não se apresenta como uma solução para o problema da crise dos insetos. Isso requereria uma mobilização e conscientização global, com políticas públicas e mudança nas práticas de produção de alimento e outros bens de consumo. RUM_A é uma contribuição honesta para uma reflexão consciente assim como uma tentativa de ativar pequenas mudanças de comportamento.

1.2.1 Objetivos

O projeto pretende provocar um questionamento de como se dão hoje as relações interespécies no que temos chamado de Antropoceno. Tem como objetivo colaborar com a conscientização do humano urbano sobre a realidade multiespécie para perspectivas menos antropocêntricas do mundo. Pretende informar sobre a existência das abelhas indígenas sem ferrão e sobre a importância desses insetos para a preservação e expansão das florestas nativas. Além do objetivo funcional de multiplicar as possibilidades de moradia e nidificação dessas abelhas no espaço urbano da Mata Atlântica.

Objetivos específicos:

- Aumentar as opções de moradia para as abelhas sem ferrão no espaço urbano e periurbano do bioma escolhido para o projeto: a Mata Atlântica;
- Apresentar as abelhas nativas sem ferrão para os humanos urbanos que ainda não as conhece;
- Provocar um questionamento de como se dão hoje as relações entre os humanos e outras espécies;
- Promover o maior contato e conhecimento do humano-urbano com outros modos de vida, rompendo com algumas reações comuns como o medo e o nojo dos insetos e dos fungos;

- Tornar o meio urbano um espaço mais receptível e amigável à outras espécies além dos humanos e animais domesticados;
- Criar uma rede de humanos abertos à dividirem seu lar com outros seres que possuem outros modos de vida;
- Romper com a visão antropocêntrica da “Natureza” como recurso ilimitado e à disposição dos humanos e promover uma relação mais consciente dos usos dos recursos naturais.
- Incentivar a simpoiesis para a co-criação de mundos;
- Exercitar o micélio dos fungos como material possível para a fabricação de coisas dentro de logísticas mais integradas com os ciclos naturais.
- Incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias de materiais ecológicos;

1.2.2 Possíveis interessados

Os possíveis interessados na interação com RUM_A são humanos-urbanos atentos às questões ambientais, preocupados com a situação da preservação das florestas nativas e de seus habitantes.

Humanos curiosos e observadores de outros modos de vida, apreciadores de coisas vivas. Meliponicultores urbanos que querem experimentar outros jeitos de se relacionar com as abelhas sem exploração do mel. Humanos atraídos pela estética e design do produto, como artefato decorativo e de observação. E escolas e ambientes coletivos de educação.

Esses humanos precisam ter disponível para a instalação de RUM_A uma área aberta (área de serviço, lage, varanda, terraço, cobertura, quintal, jardim, horta, etc), próxima à áreas verdes, para que haja maior chance de chegada das abelhas.

Essa primeira RUM_A foi desenvolvida prestando atenção às abelhas sem ferrão – Jataí, Iraí e Mirim – nativas da Mata Atlântica do Brasil e portanto elas podem ser consideradas também interessadas e interessantes ao projeto, uma vez que atraí-las e fazer com que ocupem esses espaços urbanos é um objetivo.

1.2.3 Metodologia

No início do ano de 2020, a doença causada pelo vírus SARS-CoV-2 atingiu proporções globais e o isolamento social foi necessário. Nesse momento a pesquisa já havia iniciado e algumas escolhas tiveram que ser feitas para que pudéssemos dar continuidade ao projeto. O contato com humanos foi dificultado mas tive a oportunidade de me isolar em uma área rural, rodeada pela Mata Atlântica, onde consegui adaptar os processos. Apesar das dificuldades gerais de comunicação com humanos, com a internet fraca e a distância da cidade, acredito ter sido a melhor forma de seguir com o projeto, possibilitando uma maior aproximação dos outros seres da simpoieses que estamos propondo, com abelhas, fungos e plantas.

A metodologia do projeto é prático-teórica, com muita pesquisa bibliográfica e trocas entre humanos: nas orientações coletivas, cursos e conversas soltas; e com não-humanos, pela observação e experimentações práticas que acompanharam o projeto desde o início.

Como já citado na introdução, usamos o conceito de *simpoiesis* aplicado à uma metodologia de trabalho. Para falar de *simpoiesis*, recorro a etimologia: Sim + poiesis. O "sim" vem de simbiose, que é a relação entre dois ou mais organismos vivos de espécies distintas que agem ativamente em conjunto para proveito mútuo; e "poiesis" (em português poiese) é a ação de criar, fazer.

Haraway articula o termo como é utilizado na palavra autopoiese. Enquanto nesta última se supõe a unidade para explicar o acoplamento, para a simpoiese não importam unidades iniciais anteriormente à relação, importa a relação. Apesar da diferença de enfoque, simpoiese e autopoiese não são excludentes, desde que a autopoiese não signifique “autoprodução” auto-suficiente. (HARAWAY, 2016, p. 61, Tradução minha). Simpoiesis é fazer(-se)-com; criar(-se)-com.

No fazer-com, uma das práticas adotadas foram as conversas com o coletivo de orientandos da professora Jeanine, com discussões e co-criações sobre os projetos em processo, discussões sobre o design e áreas afins; com alguns convidados externos ao departamento e ao grupo que reforçam a riqueza dos encontros e do contágio com outras áreas do conhecimento.

Outro termo importante com o qual me deparei ao longo das pesquisas e adoto como prática de trabalho foram as “imersões apaixonadas” (VAN DOOREN *et al*, 2016) encontradas em uma leitura sobre os estudos multiespécies. O termo de Thom van Dooren, Eben Kirskey, e Ursula Münster sugere que adentremos nesses universos de outros seres, buscando pelo

interesse estarmos atentas ao modo como os outros criam e partilham o mundo, me deixando afetar e procurando aprender a cuidar e com-viver de maneira diferente.

Esse exercício de adentrar outros universos desconhecidos se deu de modo distinto para cada ser que envolvemos no projeto. Para as abelhas procurei livros, apostilas, grupos de discussão, fiz um curso de extensão da USP (Universidade de São Paulo) em meliponicultura e ciência cidadã e me aproximei desses insetos pela observação, localizando pelo menos 10 ninhos de três espécies diferentes no espaço em que passei a maior parte do tempo do projeto, em Petrópolis (ver Figura 16 a Figura 23).

Para as imersões junto aos fungos, busquei conhecimentos na área da biologia e ciências agrárias, aprendendo como se desenvolviam e reproduziam, iniciando um cultivo caseiro com a intenção de fazer testes práticos com o material que estava propondo para o projeto.

De maneira simultânea aos experimentos com fungos e leitura sobre abelhas, fizemos um levantamento bibliográfico nos temas que envolviam conceitualmente o projeto, como a ecologia, filosofia, antropologia, teorias do design e comunicação, questões contemporâneas e políticas, dentre outros; e nessa pesquisa nos deparamos com conceitos e ideias que foram abraçados ou não pelo projeto.

A prática de esboços a mão livre foi o ponto de partida mas não o único método de criação das possíveis formas para RUM_A. Para a materialização do projeto foi essencial a busca por referências visuais e conceituais, além das análises dos projetos similares ou relacionados. Desenhos, modelos em argila e modelos digitais foram os três meios de expressão criativa usados no processo de design, que foi construído junto com a conceituação, e evoluindo na medida que mais questões iam surgindo, nos requisitando adequação e amadurecimento de formas e ideias.

ORGANISMOS VIVOS EMARANHADOS

Plantas, abelhas, fungos e humanos são os seres intencionalmente emaranhados no projeto. Esperamos oferecer aqui as informações de cada um desses organismos sabendo que cada um possui particularidades e modos de vida relevantes para a construção de RUM_A conceitual e funcionalmente.

É importante ressaltar que os dados considerados foram escolhidos de acordo com a relevância para o projeto, assim como as interações ecológicas descritas, com foco nas relações entre os seres do aglomerado proposto, portanto, não refletem a importância do organismo na esfera real e global, em toda sua complexidade. Quanto às conexões feitas aqui, sigo a máxima de Haraway (2016, p. 31): “Nada está conectado a tudo; tudo está conectado a algo”.

Essa etapa de observação e tentativa de entendimento de mundos é essencial em um projeto de design que considera as outras formas de vida para a criação. Plantas e Fungos são reinos inteiros, vegetal e fungi. Abelhas e Humanos são espécies do reino animal. Ao longo do projeto vou afinando essas definições: abelhas viram abelhas sem ferrão (Meliponini); plantas viram angiospermas polinizadas por meliponini no bioma da Mata-Atlântica; fungos são somente os saprófitos, decompositores de matéria orgânica morta; e quanto aos humanos me refiro aos homo sapiens e a maioria das vezes, os ocidentais urbanos.

O foco aqui é, como relatório, mostrar um pouco do universo de cada um desses seres envolvidos no projeto além de começar a traçar os caminhos, critérios e requisitos funcionais, práticos, estéticos e conceituais da perspectiva das abelhas, fungos, plantas e humanos para construir junto esse refúgio/ninho/emaranhado de diálogo que habitará um espaço majoritariamente humano, as cidades, que por definição são “aglomerações humanas localizada numa área geográfica circunscrita(...)” (CIDADE, 2020).

1.3 Abelhas

As abelhas nativas sem ferrão¹⁰ são um dos quatro organismos estudados na pesquisa, elas serão as habitantes diretas do projeto RUM_A, que por sua vez deve adequar-se às demandas fisiológicas e sensíveis desses seres. Por isso foi preciso estudá-los em termos biológicos, comportamentais e as relações que fazem com o ambiente.

Para entender as reais necessidades das abelhas em relação ao espaço, alimentação, condições ambientais, convivência com outros e os principais problemas que enfrentam, duas áreas de conhecimento complementares, a meliponicultura e a entomologia foram importantes. A meliponicultura, melhor explicada no subcapítulo das relações abelhas e humanos, é a criação racional de abelhas sem ferrão, da tribo Meliponini, para a coleta de subprodutos como o mel, o própolis e o cerume. Já a entomologia é o ramo da biologia que estuda os insetos, compreendendo todos os aspectos biológicos, taxonômicos e ecológicos desses seres.

Por possuírem a experiência empírica do criar e conviver com as abelhas, meliponicultores e estudos acadêmicos mais ligados às ciências agrárias, são muito importantes para aprofundarmos questões como o manejo e os cuidados práticos que devemos ter com as abelhas nativas, assim como o que é uma colônia saudável e as condições ideais para a criação de abelhas, identificar problemas básicos como, por exemplo, se é necessária uma alimentação artificial de reforço e a organização dentro de uma colmeia. Foram meliponicultores que estudaram e testaram as melhores formas de se fazer uma colmeia para beneficiar a saúde das colônias e ao mesmo tempo a extração do mel e outros produtos, já que na natureza, o trabalho de coleta é muito dificultado pela localidade dos ninhos, em ocos de árvores, por exemplo, aumentando o risco de destruição da colônia.

A entomologia, por outro lado, estuda os insetos em seus aspectos morfológicos, classificação, hábitos, ciclo de vida, distribuição geográfica, comportamento e as dinâmicas estabelecidas com o ambiente em que estão inseridos e as teias tróficas a qual fazem parte com os outros seres vivos. Estudam as abelhas em seu habitat natural e/ou não natural, compara, observa e mapeia hábitos em relação à região e espécie e identifica patologias e

¹⁰ Essas abelhas fazem parte da tribo Meliponini e tem diversos outros nomes populares além de abelhas sem ferrão que serão usados ao longo do relatório: abelhas indígenas sem ferrão, abelhas silvestres sem ferrão, abelhas nativas sem ferrão, todas essas denominações querem dizer do mesmo grupo de abelhas.

outros problemas. O diagnóstico e possíveis soluções para os problemas que envolvem os insetos são da mesma forma relevantes aos entomologistas.

As duas atividades são adjacentes e muitos entomologistas que estudam as abelhas sem ferrão são também meliponicultores e mesmo meliponicultores que não são entomologistas, fazem uso de conhecimentos viabilizados por estudiosos da biologia dos insetos.

1.3.1 Biologia das abelhas (Tribo Meliponini)

As abelhas fazem parte do filo Arthropoda, da classe Hexapoda, da ordem Hymenoptera, o qual também fazem parte as formigas e vespas. Todas as abelhas estão compreendidas no grupo Apiformes (MICHENER, 2007). Para melhor entendimento das divisões taxonômicas das abelhas, ver Figura 1.

Esta versão de RUM_A foi pensada para receber as Meliponini, abelhas que têm o ferrão atrofiado e por isso conhecidas como abelhas sem ferrão. Elas possuem organizações sociais mais complexas, chamadas de abelhas eusociais. A intenção é atrair Meliponinis de espécies pequenas, não-agressivas e nativas do bioma da Mata Atlântica.

Ainda sobre a classificação das abelhas, é curioso pensar que o nosso imaginário sobre esses insetos normalmente presume colmeias e colônias com numerosos indivíduos, ou seja, um hábito social, mas a realidade é que a grande maioria das Apiformes possuem hábitos solitários. Das 20.000 espécies conhecidas e classificadas no mundo, 80 a 85% são solitárias, 10 a 15% são parasitas e somente 5% são sociais (CAMPOS *et al*, 1987). Grande parte delas faz polinização e todas têm suas importâncias ecológicas e precisam ser preservadas. As sociais são quase sempre mais conhecidas por serem mais visíveis, já que vivem em coletivo e fazem reserva de mel, produto de interesse de outros animais, como os humanos.

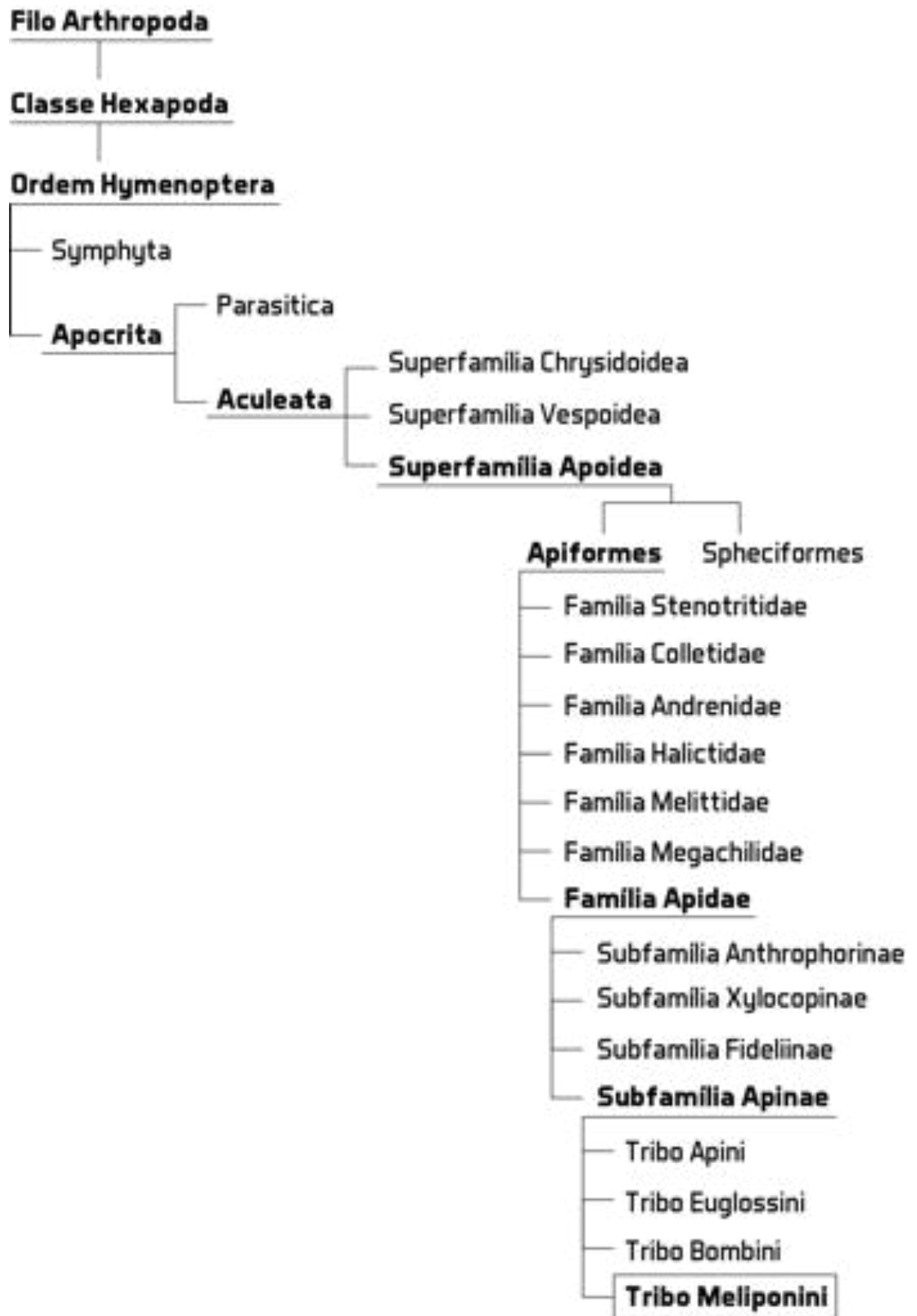


Figura 1 - Taxonomia Meliponini. Fonte: Adaptado de Michener, 2007

Distribuição geográfica

O fóssil mais antigo do que se pode dizer como ancestral das abelhas foi encontrado na América do Norte com idade de 80 milhões de anos, preservado em fragmento de âmbar (resina vegetal fossilizada) (MICHENER *et al*, 1988 *apud* ROUBIK, 1992).

O surgimento das abelhas, de acordo com as evidências geológicas, se deu há 120 milhões de anos, no período Cretáceo (MICHENER *et al*, 1988 *apud* ROUBIK, 1992), coincidente com o surgimento e desenvolvimento das plantas Angiospermas (TAYLOR *et al*, 1987 *apud* ROUBIK, 1992), com flores, frutos, pólen e néctar, fonte de energia e nutrientes das abelhas. Nesse período os continentes estavam começando a se separar, o que explica a incidência de abelhas em toda a extensão global e a diversidade de espécies, pelas adaptações climáticas e circunstanciais (ROUBIK, 1992).

As abelhas silvestres sem ferrão estão distribuídas nas regiões de clima tropical e algumas regiões de clima subtropical, os dois climas somam quase na íntegra o território Latino-Americano, do Rio Grande do Sul até o México. Assim como boa parte do continente africano, o sul asiático e a Oceania (NOGUEIRA-NETO, 1997).

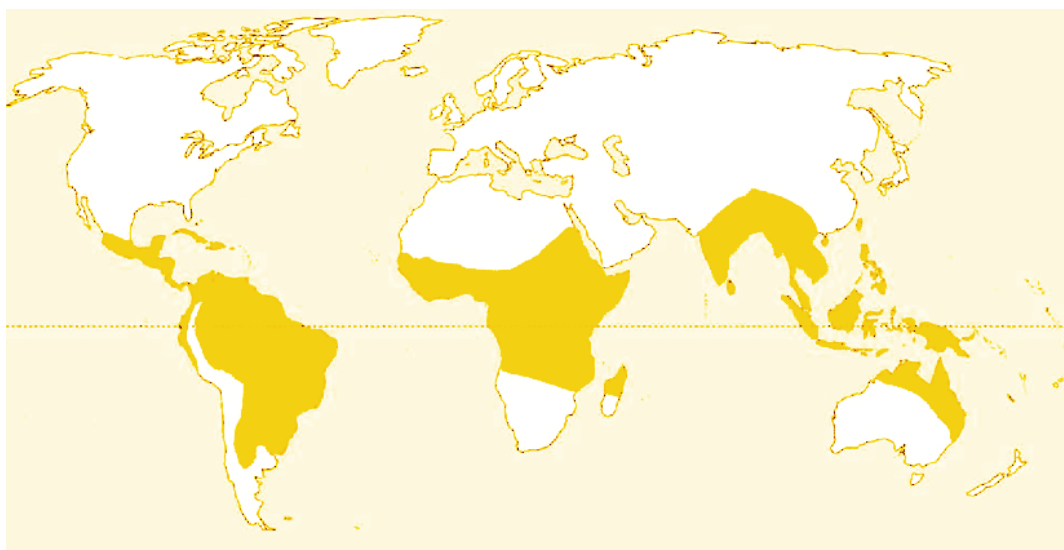


Figura 2 - Mapa da distribuição geográfica de Meliponini no globo. Fonte: Sakagami, 1982

São sensíveis a temperaturas baixas, ao clima seco e às condições ambientais extremas, por isso costumam ter dificuldade de adaptação e muitas tentativas de aclimação¹¹ em outras regiões de clima frio costumam falhar. Já foram feitas diversas tentativas na Europa, no

¹¹ Aclimação: processo de um organismo para se adaptar a mudanças climáticas.

entanto, não resistem ao inverno, mesmo com laboratórios e colmeias aquecidas, quando saem dos ambientes controlados, morrem de choque térmico com a temperatura externa. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

O Brasil tem as condições climáticas perfeitas para a tribo Meliponini. Existem aqui 33 gêneros dessas abelhas e por volta de 350 das 550 espécies já identificadas e nomeadas no mundo (FRANCOY *et al.* 2020). Ou seja, mais da metade das abelhas sem ferrão do mundo estão no Brasil.

Elas são polinizadoras essenciais para todos os biomas brasileiros, e por conta de toda essa diversidade, foi necessário escolher um bioma de atuação e estudo, que foi a Mata Atlântica. As mais comuns de serem encontradas e criadas nesse bioma são a Mandaçaia, Iraí, Guaraipo, Arapuá, Mirim-droryana, Uruçu-Amarela e Jataí, a última com maior facilidade de adaptação no meio urbano (FRANCOY *et al.* 2020).

1,5mm (1:1)



Figura 3 – Amostra da variedade de abelhas sem ferrão do Brasil. Fonte: <https://abelha.org.br>

A lambe-olhos (*Leurotrigona muelleri*), primeira abelha da Figura 3, é considerada a menor abelha do mundo, mede aproximadamente 1,5mm. E a última espécie de abelha ilustrada, uruçú-nordestina (*Melipona scutellaris*) mede de 10 a 12mm.

Características morfológicas e fisiológicas

A tribo Meliponini reúne uma diversidade de espécies que compartilham características comportamentais, como o hábito social, e morfológicas, que serão apresentadas nesse tópico, assim como outros traços estruturais em comum do filo, classe e ordem ao qual fazem parte. Essas características considero interessantes para entendermos quem são as abelhas meliponini no reino animal e algumas características da tribo, como a ausência de ferrão, determinante para a escolha das Meliponini como parte do emaranhado.

Os artrópodes são animais invertebrados (sem coluna vertebral) que possuem exoesqueleto, ou seja, o esqueleto é externo e feito de quitina, ele serve para a proteção dos órgãos internos, sustentam os músculos e ajudam na regulação da água. São animais com estruturas articuladas e são divididos em cinco classes, pelo número das patas.

A classe Hexapoda, como pode-se deduzir pelo nome, é formada pelos artrópodes com seis patas, que outras classificações taxonômicas podem considerar como classe Insecta. Os insetos, além dos três pares de patas, possuem em comum um par de antenas, olhos compostos e o corpo dividido em três partes: cabeça, tórax e abdome. As antenas são órgãos sensoriais e o olho composto é um órgão visual.

A ordem Hymenoptera, como já citado antes, inclui além das abelhas, as formigas e as vespas e estão reunidas por possuírem dois pares de asas, que as formigas operárias e algumas vespas perderam ao longo da evolução das espécies. Outra característica comum mas não exclusiva é o desenvolvimento holometabólico, com os estágios de ovo, larva, pupa e adulto, a metamorfose completa. (MICHENER, 2007)

O grupo Apiformes, finalmente, compreende todas as abelhas. São sete famílias que seguem uma estrutura anatômica base, diferenciando traços como o tamanho, presença de ferrão e estruturas evolutivas de acordo com os hábitos e ecologias desenvolvidos. Dentre a morfologia comum, pode-se destacar a escopa, estruturas de pelos ramificados e frequentemente plumosos pelo corpo, onde os grãos de pólen ficam presos e são transportados de flor em flor. (MICHENER, 2007)

A subfamília Apinae, que reúne as tribos Meliponini, Bombini, Euglossini e Apini são também abelhas corbiculadas, na qual as fêmeas operárias possuem uma concavidade que funciona como uma cesta na coleta de pólen e que fica nas tíbias das patas traseiras. Nem rainhas, nem machos, nem fêmeas de espécies parasitas possuem corbícula. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

A imagem a seguir é um desenho de uma fêmea operária da tribo Meliponini, com algumas estruturas indicadas e nomeadas.

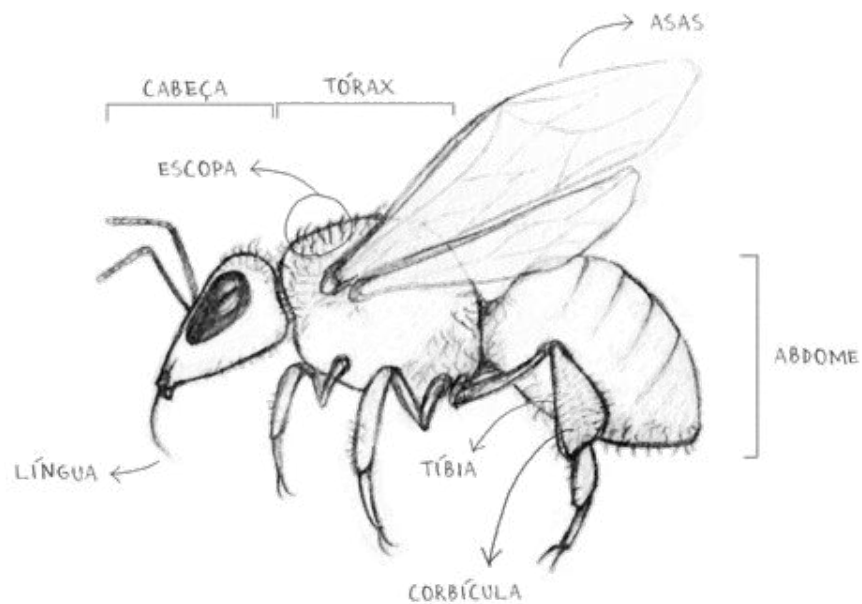


Figura 4 - Morfologia Meliponini (desenho da autora)

No abdome estão localizadas as glândulas produtoras de cera, chamadas glândulas cerígenas, a vesícula melífera, responsável por transformar néctar em mel e transportar água, os órgãos de respiração, espiráculos e a glândula de odor, que permite a identificação entre as abelhas. Na rainha e no macho, os órgãos reprodutores ficam no abdome, e nas operárias, esses órgãos não completam o desenvolvimento. No tórax concentram-se os órgãos responsáveis pela locomoção: três pares de patas e dois pares de asas. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

As Meliponini têm como característica fundamental o ferrão atrofiado, órgão que perdeu sua função original ao longo da evolução, por falta de uso¹². (NOGUEIRA-NETO, 1997)

¹² Pesquisadores acreditam que esse grupo de abelhas não tinha necessidade de defesa por ferroadas por construírem seus ninhos em locais discretos e protegidos dos predadores, em ocos de árvore e outras cavidades de difícil acesso. Por esse fato são conhecidas popularmente como abelhas sem ferrão.

Dentre os Meliponini há uma divisão de gêneros, as *Meliponas* e as não-*Meliponas* ou trigoniformes, uma reunião de todos os outros gêneros exceto as *Meliponas*. A maior espécie conhecida tem pouco mais de 1cm, é a *Melipona titânia*, mas a menor, chamada *Exocotrigona* tem 0,23cm. O tamanho reduzido é um traço das Meliponini. (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020)



Figura 5 – Da esquerda para direita abelhas representando as tribos: Meliponini, Bombini, Euglossini e Apini.
Fonte: Edição da autora com fotografias de autores variados.

As próximas quatro páginas dizem respeito aos órgãos sensoriais das abelhas (Apiformes), achamos importante incluir na pesquisa como exemplo de um modo diferente de experienciar o mundo. São pesquisas complexas e ainda em andamento, com muito ainda para entender sobre comportamento e percepção sensorial das abelhas. Aqui estão expostos de maneira simplificada, sem o aprofundamento merecido, pois abarcar esses tópicos de maneira profunda seria outro trabalho acadêmico.

As abelhas são animais muito sensíveis e têm várias maneiras de perceber os estímulos visuais, mecânicos, químicos e térmicos do mundo. Os órgãos sensoriais estão espalhados pelo corpo: antenas, olhos compostos, ocelos e pêlos são alguns exemplos. (SEELEY, 1995)

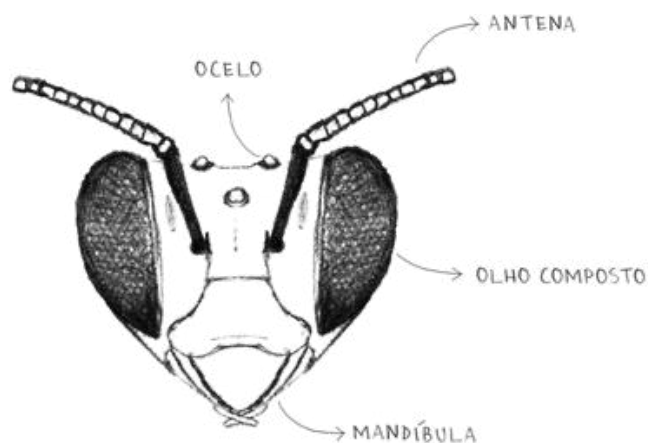


Figura 6 - cabeça de uma Meliponini (desenho da autora)

O olfato das abelhas é extremamente complexo, lhes serve tanto para a comunicação quanto para a busca por recursos alimentares. Os feromônios têm como propósito a organização interna da colmeia, como a divisão de tarefas, o aviso de ameaças e a presença da rainha no ninho, além de funcionarem como um aviso para os machos da existência de rainhas virgens, esse último funciona somente fora do ninho (FRANCOY *et al*, 2020). Para o forrageamento¹³, as abelhas sentem a presença de flores à longas distâncias, elas usam o cheiro das flores para informar outras abelhas na colmeia o que podem encontrar de recursos. Além disso, nas flores já exploradas, elas deixam sinais para evitar que outras campeiras evitem visitar as mesmas flores já consumidas. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

O tato é importante para a comunicação e para a construção do ninho, uma vez que com ele, conseguem perceber a espessura das paredes. Karl von Frisch foi um entomologista austríaco-alemão que em 1927 publicou as primeiras teorias sobre o sistema sensorial das abelhas (*Apis mellifera carnica*) e descreveu as danças que fazem para se comunicar, teorias que foram comprovadas ao longo e após sua vida. O tato é crucial para a comunicação por movimentos descrita por Frisch. (FRISCH, 1961)

Essas abelhas fazem movimentos ritmados e em padrões que informam à outras abelhas a distância e a direção da fonte de recursos. Frisch (1961) descreve dois movimentos, os quais ele chama de danças, a circular, que avisa que há alimento próximo à colmeia, entre 50 e 100 metros; e a “waggle dance”, uma dança com vibrações, que são sentidas (e talvez ouvidas) pelas antenas das abelhas que estão de receptoras, indicando a direção em relação ao ângulo do sol e a distância da fonte de recursos. Ainda, pelo olfato, as abelhas conseguem distinguir se o que há na fonte é pólen, néctar, própolis ou água.

Sabe-se pouco sobre as formas de comunicação das Meliponini, um sistema para informar o caminho do alimento foi descoberto por Lindauer e Kerr (1960) observado em algumas Meliponini, que marcavam uma trilha de odor, depositando de tantos em tantos metros gotículas de feromônio.

¹³ Forrageamento: busca por recursos alimentares.

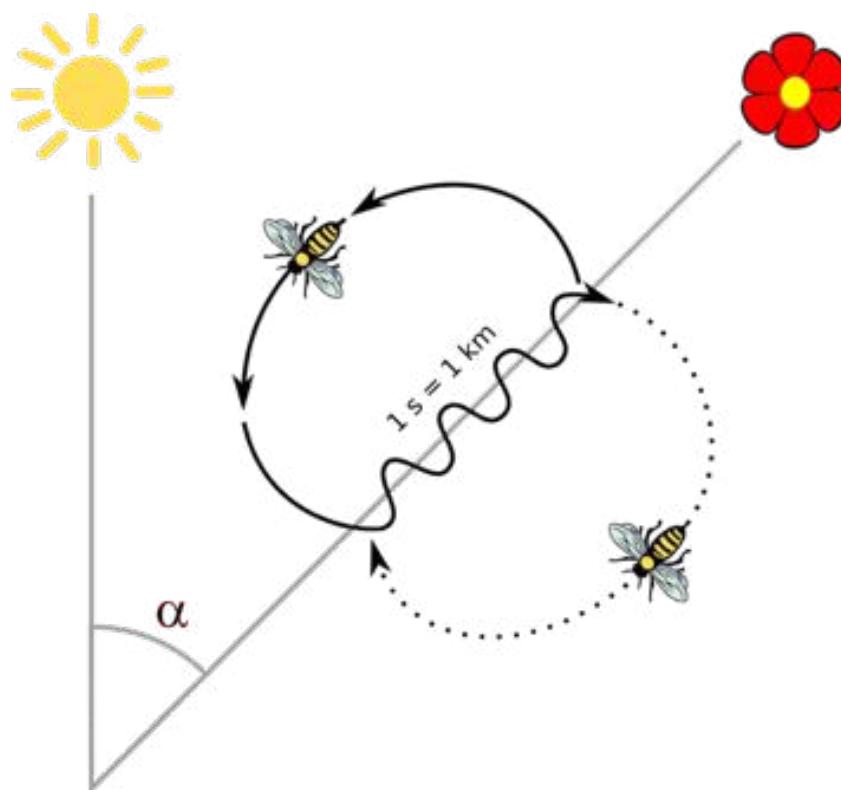


Figura 7 - Dança "Waggle". Fonte: Emmanuel Boutet (Wikipedia)

Frisch (1961) fez outras descobertas relevantes sobre o comportamento das abelhas, como, por exemplo, que elas se guiam no exterior da colmeia graças à algumas habilidades sensíveis. A percepção da radiação solar, permitindo saber a posição relativa (dela própria, da fonte de recurso e da colmeia) e hora do dia pelo padrão de polarização do céu, mesmo quando o sol não está visível. O campo magnético da terra é percebido pelas abelhas, elas o usam para a situação e alinhamento, tanto no voo, quanto nas comunicações e na construção do ninho (LINDAUER, 1972). Algumas pesquisas apontam para a possibilidade de que elas consigam enxergar as linhas magnéticas no ambiente, mas ainda há muito o que pesquisar sobre essas habilidades, comum entre animais voadores.

A capacidade de aprendizado e a memória ajudam na situação das abelhas no ambiente, tanto na busca por novos lugares para nidificação¹⁴, para o forrageamento e ao traçar o caminho de volta para a colmeia. Conseguem aprender e lembrar de árvores, casas, formas e com a habilidade de perceber a radiação solar, memorizam também o posicionamento dessas coisas ao longo do dia, em relação ao sol, podendo se localizar no caminho de ida ou volta do campo e colmeia em qualquer horário do dia. Elas possuem assim como os humanos, memória de

¹⁴ Nidificação: ação de construir o ninho.

curta duração e memória de longa duração. Podem lembrar da forma, cor, textura e cheiro de uma flor e facilmente encontrar outras flores iguais àquelas que possuíam uma boa fonte de néctar ou pólen. (GALIZIA et al, 2012) Por essa habilidade, as abelhas visitam a mesma espécie de flor por um período de tempo até que se tenha polinizado grande parte daquela escolhida e o néctar ou pólen se tornem escassos, fazendo com que as abelhas rumem para outra espécie. Esse comportamento é também vantajoso para as plantas, pela qualidade da polinização, já que recebem visita frequente com o pólen da mesma espécie.

A percepção do som é feita pela captação de vibrações pela antena (SEELEY, 1995), como a vibração do ar e as vibrações nas danças de comunicação, como a “waggle dance”. Elas ouvem sons de baixa frequência, os sons mais graves.

As abelhas enxergam pelos olhos compostos e pelos ocelos (olhos simples). Os ocelos não formam imagens, eles são indicadores de intensidade e direção da luz, as abelhas possuem 3 desses no topo da cabeça. Já os olhos compostos formam imagens como um mosaico. Elas veem melhor a curtas distâncias do que longas e possuem um campo de visão amplo mas com pouca profundidade. Em relação à cor, as abelhas enxergam num espectro que inclui a luz UV, diferenciando brancos e violetas, e que vai até os amarelos e laranjas. (MENZEL, 1989) Essas informações são interessantes para saber das flores mais atrativas às abelhas em relação a cor e forma e as auxiliam na busca por recursos.



Figura 8 - espectro visível pelas abelhas. Fonte: Doris Kohatsu – Instituto de Física, USP. Recorte pela autora

Sexos e divisão de funções

A biologia dá o nome de sociedade à relação ecológica intraespecífica que as abelhas sociais se inserem. Em uma sociedade, indivíduos de uma mesma espécie cooperam entre si por meio da divisão do trabalho, mas são anatomicamente separados, cada um tem seu próprio corpo.

As abelhas consideradas socialmente complexas possuem divisão do trabalho; sobreposição de gerações, em que a abelha rainha sobrevive a algumas gerações de abelhas operárias; o cuidado cooperativo da prole, onde operárias cuidam, preparam e alimentam as crias; e a presença de favos de cria/potes de mel e pólen dentro das colmeias. (FRANCOY *et al*, 2020)

A rainha dos meliponini é uma abelha fêmea fértil, com o abdome desenvolvido e capacidade de gerar novas abelhas, responsável pela continuidade de gerações da colmeia. Ela cruza somente uma vez na vida com somente um macho, que deposita no abdome da abelha fértil toda a carga de espermatozoides (carga genética) que será armazenada e utilizada ao longo da vida da rainha fisiogástrica. As rainhas são trocadas na colmeia de tempos em tempos, determinado pela capacidade reprodutiva e hormonal da rainha assim como pela idade. O macho das abelhas tem função reprodutora, assim como a rainha, e é especialmente importante para a variabilidade genética da espécie. (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020)

Dos ovos fecundados (com cruzamento genético) nascem as fêmeas, tanto as chamadas operárias quanto outras rainhas¹⁵. Essas abelhas fêmeas que não tem o sistema reprodutor desenvolvido são responsáveis pelas funções de manutenção geral dentro da colmeia e fora dela. A rainha vive dentro da colmeia e sai somente para o acasalamento, uma vez na vida. (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020)

As atividades exercidas pelas operárias tem uma organização etária; assim que nascem, são responsáveis por algumas atividades internas na colmeia, como construção das estruturas, provisionamento de alimento larval e fechamento de células de cria. A limpeza e higiene do ninho acontece ao longo de toda vida, no meio da idade são responsáveis pelas atividades de guarda e por fim, exercem as funções fora da colmeia, na busca por recursos, sendo os mais comuns: o pólen, néctar, resina e água. Uma função coletiva interessante é a termoregulação da colmeia, controlando correntes de ar com o movimento das asas e quando precisam esquentar o ninho, elas se aglomeram, se movendo e vibrando para gerar calor. (NOGUEIRA-NETO, 1997).

¹⁵ O nascimento de novas rainhas pode ser determinado de duas maneiras de acordo com o gênero a que pertencem. Dentre as *Meliponas*, as rainhas são determinadas geneticamente, com uma média de 25% das crias sendo princesas (rainhas não fecundadas). Nas trigoniformes, a determinação das rainhas é feita pela superalimentação de uma larva, e possuem as “células reais” ou realeiras, que são maiores que as células de cria comuns (NOGUEIRA-NETO, 1997)

Enxameação e nidificação

Quando uma colônia encontra condições ideais no ambiente e uma necessidade de expansão por estar com uma superpopulação, ela se divide. Essa multiplicação de colônias costuma acontecer na primavera e início do verão, quando há grande oferta de alimento e outros recursos. Outro aspecto importante para ocorrer a enxameação, como é nomeada essa divisão, é a disponibilidade de lugar para a instalação e construção do novo ninho, a nidificação. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

Esse assunto é muito relevante para o projeto por tratar dos espaços que as abelhas buscam para se instalar e o modo como fazem isso e pelo fato da enxameação ser o processo de multiplicação natural das colônias e ser dessa forma que pretendemos aproximar as abelhas do ninho proposto, pela divisão natural, atraindo-as por oferecer um espaço que tenta se aproximar do ideal para esses seres, além de usar atrativos olfativos, uma solução de cerume, própolis ou geoprópolis diluído em álcool.

O processo de enxameação nas Meliponini é contínuo e demorado. Após a escolha do local onde se estabelecerá a nova colônia, algumas operárias iniciam o transporte de material de construção e alimento da colônia mãe para a filha. Antes da nova rainha chegar à colmeia, já fecundada, boa parte estará construída, pronta para iniciar a postura de ovos e dar continuidade à vida da nova colônia. Ainda depois da rainha já ter se estabelecido no novo espaço, alguns recursos ainda são trazidos da colônia mãe. Ao contrário das *Apis Melífera*, quem sai da colmeia estabelecida e vai iniciar uma nova, é uma rainha jovem, e a rainha estabelecida não sai do lugar. (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020).

Em seu habitat natural, as meliponini nidificam em ocos de árvores, buracos em pedras, formigueiros e cupinzeiros abandonados e ocasionalmente em outras cavidades naturais pre-existent. O que elas normalmente buscam em um local de nidificação é que ele seja protegido tanto de intempéries quanto de predadores, sem entrada de luz direta (conforto visual), que tenha conforto térmico, volume adequado (que varia de acordo com a espécie), um orifício por onde possam entrar no espaço oco, que seja perto da colônia mãe e com recursos nas proximidades. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

Na intenção de captura de abelhas, os humanos iniciaram a prática de oferecer espaços ocos para meliponinis se estabelecerem, e isso não é novidade. Alguns povos ameríndios, por exemplo, preparavam cabaças (fruto oco e seco de *Lagenaria sp.*) para acomodar as abelhas, como observado por Sergio Buarque de Holanda (1957). Em outras culturas, preparavam

troncos, como mostra este relato: “no México um pau oco era cortado, fechado nas extremidades e pendurado horizontalmente numa árvore. Essa colmeia tinha de 60 a 90 cm de comprimento e no centro apresentava um orifício que servia de entrada. Destinava-se a atrair colônias de XUNAM-CAB (*Melipona beecheii* Bennett).” (BENNETT, 1831 p.24 *apud* NOGUEIRA-NETO, 1997 p.136)

Hoje em dia as iscas são montadas em garrafa pet e mais raramente em bambus e servem somente para a captura. Após alguns meses de adaptação, com a certeza de que há uma rainha e a colônia já está praticamente estabelecida, os favos de cria, a rainha e algumas operárias são transferidas para colmeias maiores, normalmente caixas de madeira de tamanho variável de acordo com a espécie que se deseja instalar. (VILLAS-BOAS, 2012)

Uma observação interessante feita por Michener (1946 p.182) foi que “no Panamá as abelhas indígenas estabelecem, de preferência, novos ninhos em lugares onde antes elas já residiam.” Este comportamento provavelmente se deve ao cheiro, uma identificação olfativa de “casa” e aos resquícios de materiais de construção que podem ser utilizados pelas novas habitantes.

Um fato curioso acerca da nidificação das abelhas do mel (*Apis Mellifera*) é que a escolha do local para a formação de uma colônia filha é feita democraticamente: quando a colônia mãe atinge uma população excedente (normalmente após ou durante um período de abundantes recursos alimentares), a rainha e um grupo de operárias (cerca de 10 mil fêmeas) saem e percorrem uma longa distância até se instalarem temporariamente em um tronco de árvore (ou postes de luz, bicicletas, grades, etc). Se inicia então a busca por um possível local para nidificação, onde algumas fêmeas vão explorar o entorno, em busca de ocos, ninhos abandonados, entre outros. Quando encontram, voltam ao aglomerado de abelhas com informações sobre os diferentes locais e por meio das danças (as já citadas “waggle dance”) informam à outras abelhas algumas características e o posicionamento do espaço encontrado. Algumas abelhas vão visitar os espaços anunciados e se unem à dança da abelha que indicou o espaço mais adequado para nidificar. No final de algum período, o novo local para construção do ninho é o que estiver com o grupo com a maior quantidade de abelhas reunidas. (SEELEY, 2010)

Mancuso (2019), refere-se à esse comportamento comparando-o com neurônios de um cérebro e descreve-o para exemplificar situações onde a resolução de problemas complexos é feita coletivamente opondo-se à lei do mais forte que muitos dizem se aplicar à natureza. Por sua vez, o neurobiólogo Seeley (2010), exalta a inteligência coletiva das abelhas como um

exemplo de organização que deveria ser melhor observado e tomado como modelo pelos humanos.

Materiais de construção e estrutura interna do ninho

Grande parte das espécies da tribo meliponini constroem suas colmeias majoritariamente em cerume, uma mistura de própolis e cera. A cera é uma secreção expelida do dorso do abdome das abelhas jovens e se apresenta como uma placa branca. A composição da própolis é ainda muito discutida e estudada. Sabe-se que a maior parte é composta de resina vegetal, mas as enzimas e compostos são diferentes em cada exemplar de própolis. Outro uso da própolis é para a defesa, por possuir propriedades antibacterianas e ser viscosa, pode ser atirada ou usada como barreira contra outros animais. (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020)

Outros materiais de construção usados são o geoprópolis, que é uma mistura de barro com resinas vegetais ou própolis, ou o barro puro, usado muitas vezes para a construção da entrada do ninho. Algumas abelhas utilizam além do barro e cerume, excrementos de animais vertebrados para estruturar o ninho. Sementes, pedaços de folhas, madeira entre outros recursos vegetais também podem ser utilizados. (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020)

Sobre a arquitetura dos ninhos podemos identificar algumas estruturas recorrentes nas colônias de meliponini, são eles o batume, os potes de alimento, o invólucro, as células ou favos de cria e a entrada e túnel de ingresso (Figura 9). Outras construções variam de acordo com a espécie, condições espaciais internas e/ou externas. Os cabos ou colunas, depósito de própolis, depósito de cera e cerume; depósito de detritos; câmara de aprisionamento; escutelo e a câmara de drenagem podem ou não compor a arquitetura das colmeias. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

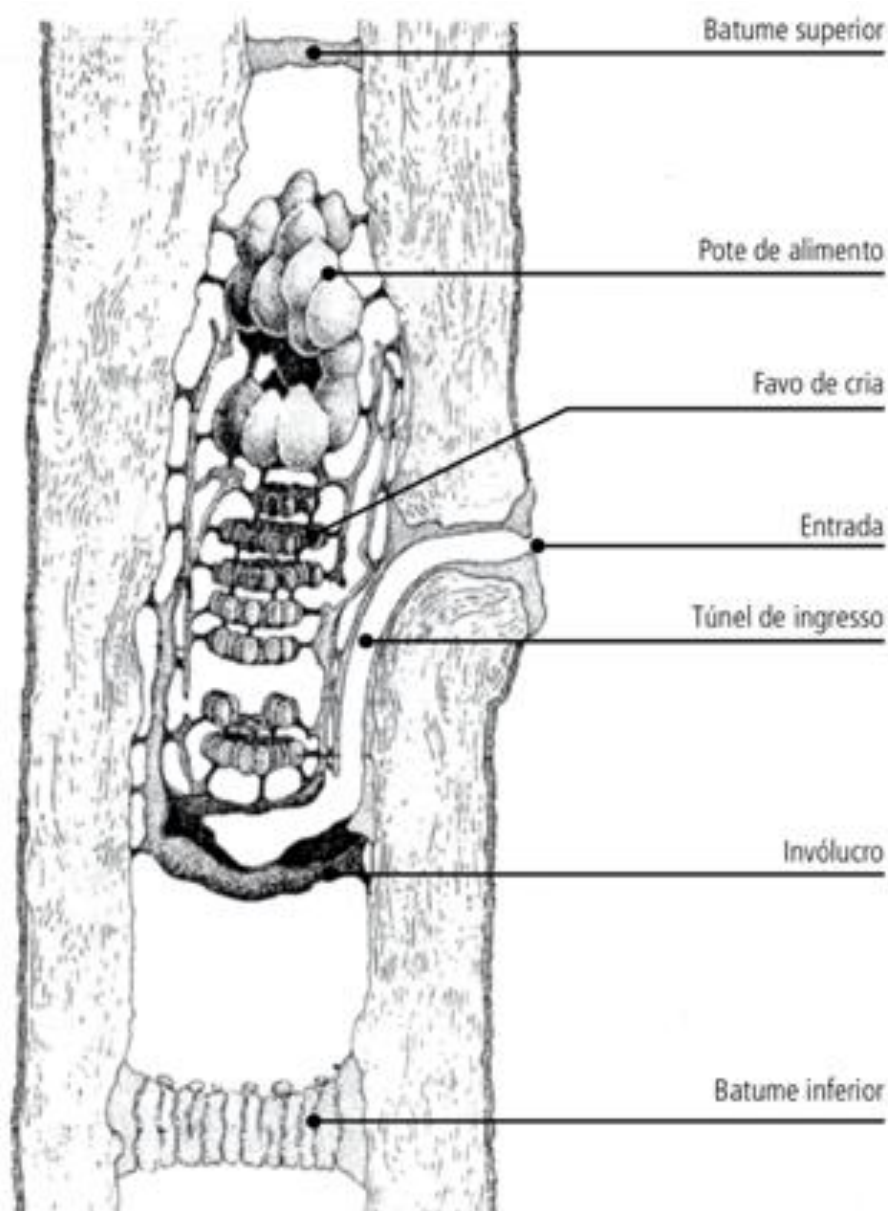


Figura 9 - Estrutura de ninho de meliponini em tronco. Fonte: Posey & camargo, 1985

O batume pode ser feito com geoprópolis em algumas espécies, como a Manduri [*Melipona (Marginata) Carioca*] ou Guaraipo [*Melipona (Eomelipona) bicolor bicolor*] ou com cerume, pela Jataí (*Tetragonisca angustula*) ou Mirim droriana (*Plebeia droryana*). São massas preparadas que servem para vedar frestas e delimitar as cavidades para proteger de predadores ou da temperatura. O batume pode revestir quase ou toda a parede das colmeias de meliponinis e por vezes apresentam pequenos canais para a ventilação-respiração do ninho. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

Os potes de alimento (Figura 10) são feitos de cerume e armazenam pólen ou mel, é onde as abelhas depositam o néctar e o transformam em mel, fonte de carboidrato para todas as abelhas. O pólen é fonte de proteína, vitamina e lipídeos, mas somente abelhas jovens e larvas o consomem. Esses potes costumam estar localizados no entorno dos favos de cria, externos ao invólucro como pode ser observado na Figura 9. (NOGUEIRA-NETO, 1997)



Figura 10 - Potes de alimento de meliponini. Fonte: www.ame-rio.org

O invólucro protege os favos de cria, mantendo a temperatura estável e ideal para as larvas. É formado por camadas de lâminas finas de cerume (Figura 11).



Figura 11 – Invólucro e discos de cria da Jataí (*Tetragonisca angustula*). Fonte: Captura de tela do vídeo “transferência de abelha Jataí para bambu” de 2018. Por “Pomar Divino” no Youtube.

As células de cria (Figura 12) são onde se desenvolvem as larvas das abelhas. As operárias preparam as células com cerume, depositam o alimento larval, as rainhas colocam os ovos, que ficam boiando acima do alimento líquido e então as operárias fecham a célula. Os conjuntos de células de cria são chamados favos de cria e na maioria das meliponini são organizadas em discos horizontais (Figura 11). Há ainda outro tipo de organização dos favos, os cachos, cujas células são unidas uma a outra não em discos lado-a-lado, mas como cachos pendentes (Figura 13). (NOGUEIRA-NETO, 1997)



Figura 12 - Células formando disco de cria da abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*). Fonte: Foto de José Maria Vieira Neto



Figura 13 - Células de cria em cachos. Fonte: <https://mel.com.br/abelha-moca-branca>

Na entrada dos ninhos de abelhas sem ferrão podemos distinguir uma parte interna e uma externa. A parte externa varia muito de espécie para espécie, é uma das maneiras de fazer a identificação das abelhas sem ferrão (Figura 14). (NOGUEIRA-NETO, 1997; FRANCOY *et al*, 2020) No interior do ninho existe um outro tubo, o túnel de ingresso, que varia em diâmetro e extensão. (NOGUEIRA-NETO, 1997)



Figura 14 - Variedade de entradas nos ninhos de meliponini. Fonte: Oliveira, F. F. et al, 2013

1.3.2 Os espaços das abelhas sociais

A tribo Meliponini nidifica em uma variedade de locais, normalmente cavidades pré-existent em árvores vivas, árvores mortas, em pedras ou em formigueiros e cupinzeiros antigos, no caso das espécies que constroem ninhos subterrâneos. Há ainda algumas espécies, como a Jataí (*Tetragonisca angustula*) ou algumas mirins (*Plebeia spp.*) que podem se instalar em ocos decorrentes da ação humana, em muros, casas, cercas, armários, caixas de luz, dentre outras coisas ocas. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

A melhor maneira de entender os espaços das abelhas sem ferrão é por imagens e observando o entorno. Trouxe para essa parte do projetos imagens da internet e fotos dos ninhos que identifiquei perto de casa (Petrópolis, RJ).

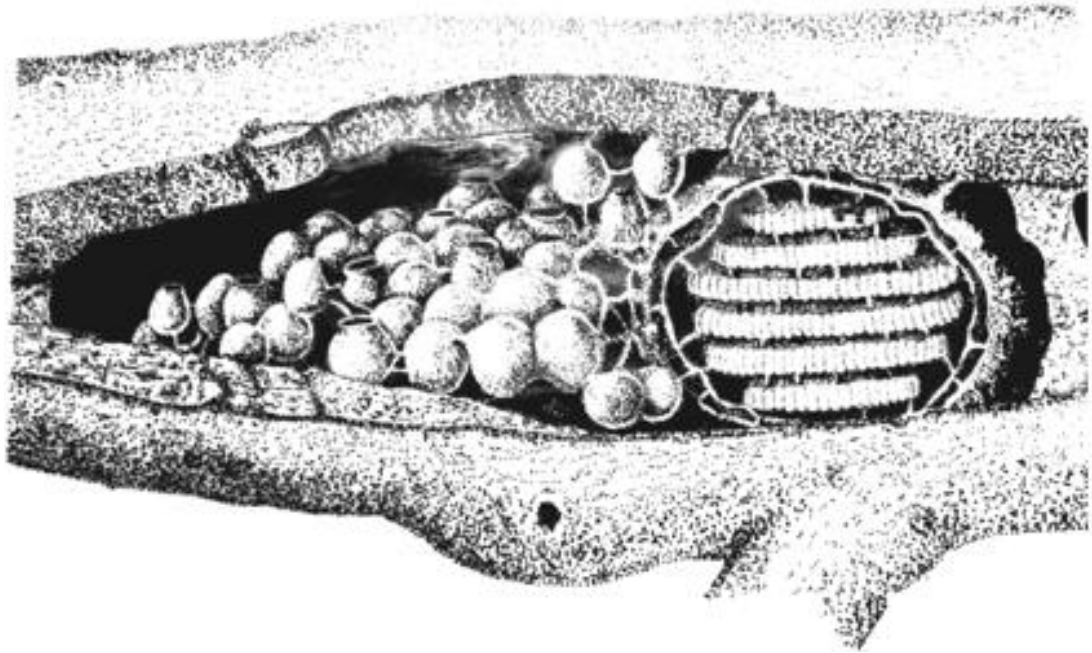


Figura 15 - Interior do ninho de Meliponini em tronco. Fonte: PALUMBO, 2015



Figura 16 – Entrada do ninho de Jataí (*Tetragonisca angustula*) à esquerda e de Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*) à direita, ambas em árvores vivas. Fonte: arquivo da autora



Figura 17 – Ninho de Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*) em tora de árvore. Fonte: arquivo da autora



Figura 18 - Ninho de Iraí e fungos em um tronco em decomposição. Fonte: arquivo da autora



Figura 19 - Ninho de Iraí e fungos em um tronco em decomposição. Fonte: arquivo da autora



Figura 20 - Ninhos de Jataí em muros de pedra. Fotos de Jaime Acioli



Figura 21 - Ninho de Mirim na coluna da cerca da casa. Foto de Jaime Acioli



Figura 22 - Ninho de Jataí em poste de luz da rua. Foto de Jaime Acioli



Figura 23 - Ninho de mirim (*Plebeia spp.*) em cano para passagem de fiação. Foto: arquivo da autora

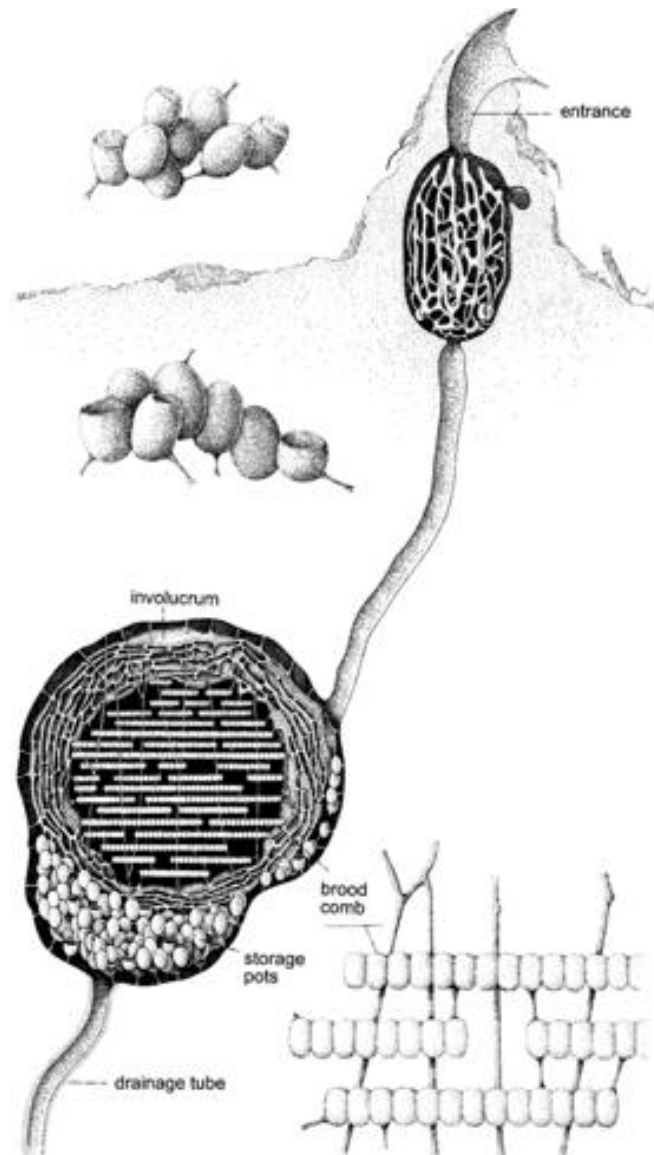


Figura 24 - Ninho subterrâneo de meliponini. Fonte: Desenho de Camargo, C. em Michener, 2007



Figura 25 - Ninho de Jataí-da-terra (*Paratrigona subnuda*) no solo. Fonte: arquivo da autora

Os ninhos subterrâneos (Figura 24 e Figura 25) possuem algumas características diferentes como o canal para drenagem de água, mas a estrutura interna do ninho é semelhante à das abelhas que nidificam acima do solo. (NOGUEIRA-NETO, 1997)

A Arapuá (*Trigona spinipes*), também conhecida como abelha-cachorro, é das poucas meliponini que constroem ninhos expostos (Figura 26).



Figura 26 – Ninho aéreo de Arapuá. Fonte: Foto de Lucas de Oliveira <https://www.mundoecologia.com.br>

1.3.3 Abelhas no espaço urbano

As abelhas sem ferrão nativas das regiões tropicais e subtropicais do mundo frequentam os ambientes de acordo com o conforto climático, a disponibilidade de espaço para nidificação, de recursos alimentares e de recursos para construção. Nas áreas urbanas que foram estabelecidas onde antes era área de floresta, como é nas regiões urbanas e periurbanas do bioma da Mata Atlântica, as abelhas continuam presentes, com menos espaço de nidificação e menos recursos naturais mas resistentes à predominância humana, à despeito dos venenos,

destruição de matas, ocupação predatória dos espaços entre outras ações humanas que podem prejudicar as abelhas, originais desses espaços.

O medo é uma reação comum quando humanos se deparam com abelhas, pois normalmente são associadas às abelhas com ferrão ou vespas. A maioria das abelhas sem ferrão, no entanto, são inofensivas sendo poucas espécies mais agressivas, como a Arapuí (*Trigona Spinipes*), que enrosca nos cabelos ou a Caga-fogo (*Oxytrigona tataira*) que se defende com uma substância ácida. A falta de conhecimento e o medo pelos insetos pode provocar reações infelizes nos humanos, como a retirada ou destruição de ninhos próximos às casas e o uso de inseticidas nos jardins.

A presença desses polinizadores no espaço urbano é essencial para a preservação das áreas nativas e recuperação de áreas degradadas, promovendo áreas mais verdes nas cidades, que por sua vez garantem conforto climático, melhora da qualidade do ar e bem estar à todos os seres habitantes desses espaços.

Alguns meliponicultores já apresentam evidências de que as abelhas estão tendo menos problemas nos espaços urbanos quando comparado aos espaços rurais. O que se diz hoje em dia é que esses ambientes estão melhores para as abelhas sem ferrão em recursos alimentares por conta do aumento no uso de agrotóxicos e desmatamento na agropecuária, monocultura extensiva e exploração madeireira. Quanto à nidificação, as abelhas ainda passam dificuldades no meio urbano, sendo a Jataí a mais adaptável, nidificando em ocos improváveis como painéis e caixas de eletricidade. (FRANCOY *et al*, 2020)

Estudos feitos com espécies brasileiras apontam como melhor adaptadas ao urbano a Jataí (*Tetragonisca angustula*), a Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*), a Canudo (*Scaptotrigona sp*), as Mirins (*Plebeia sp*), entre outras (FRANCOY *et al*, 2020). Promover uma maior diversidade de espécies vegetais e árvores para nidificação nos espaços urbanos e periurbanos colabora para uma maior biodiversidade de abelhas nesses locais.

Ao longo do processo de projeto não estive presente em muitas áreas urbanas, mas quando apresentava meu projeto à algumas pessoas elas me retornavam contato alguns dias depois enviando fotos de abelhas que encontravam pelos trajetos comuns e que nunca haviam reparado ou não sabiam que eram abelhas nativas. Essa resposta ao projeto já é um efeito desejado, de instigar o olhar para outros mundos. Algumas dessas fotos apresentarei a seguir:



Figura 27 - Jataí polinizando ora pro nobis na Tijuca, RJ. Foto de Nadine Nicolay



Figura 28 - Arapuá polinizando manjerição em Laranjeiras, RJ. Foto de Joana Pimentel



Figura 29 - Arapuá polinizando flor de azaleia na Ilha do Governador, RJ. Foto de Gustavo Moreira

A apicultura e a meliponicultura urbana estão em alta, e vêm crescendo a quantidade de projetos que propõe a criação dessas abelhas nas áreas urbanas. Esse fenômeno pode se dar devido à onda de conscientização do risco que as abelhas estão correndo com o aumento de agrotóxicos e áreas desmatadas, e pela declaração de que são os seres vivos mais importantes do mundo, (BENJAMIN, 2008). No Brasil, esse é um movimento popular muito positivo se feito de forma consciente e guiado por cientistas e ecologistas, com reais intenções e planos para um aumento da biodiversidade não só de abelhas mas como um todo nos ecossistemas urbanos.

Na Alemanha, a criação urbana de abelhas (*Apis Mellifera*) virou moda e começou a causar impactos negativos no ecossistema local. Cientistas alertaram para a importância da diversidade de insetos e de predadores. Uma vez que a *Apis Mellifera* na Alemanha está extinta da vida selvagem, é considerada um animal de criação, como a galinha e não participa do ecossistema local. Quando em grande quantidade, concentradas em um só lugar, acabam competindo por recursos com outros animais naturais da região, é preciso consciência para colaborar por um maior equilíbrio dos ambientes urbanos (SCHUETZE *et al* 2019).

1.3.4 As abelhas nativas da Mata Atlântica

Para entender melhor as espécies de abelhas que serão abordadas ou que aparecerão no projeto, fizemos um levantamento das espécies nativas da Mata Atlântica e selecionamos as espécies que vamos trabalhar de acordo com os seguintes critérios:

- Abelhas da tribo Meliponini (abelhas sem ferrão);
- Ocorrência natural na Mata Atlântica;
- Hábitos pacíficos (não-agressivas);
- Boa ou média adaptabilidade a meios urbanos;
- Nidificação em espaços pequenos.

As três espécies selecionadas foram a Jataí, a Iraí e a Mirim.

Jataí (*Tetragonisca angustula*)



Figura 30 - Abelha Jataí. Fonte: <https://www.dicionariotupiguarani.com.br>



Figura 31 - Entrada do ninho da abelha Jataí. Fonte: <https://blog.mfrural.com.br>

Gênero: Tetragonisca;

Nomes populares: Jataí, Jati, mosquitinha-verdadeira, maria-seca;

Tamanho: 4-5mm;

Algumas culturas de interesse alimentar humano que poliniza¹⁶: Abacate (*P. americana*), acerola (*M. emarginata*), café (*C. arabica*), cajú (*A. occidentale*), cebola (*A. cepa*), cenoura (*D. carota*), cupuaçu (*T. grandiflorum*), feijão-guandu (*C. cajan*), girassol (*H. annuus*), goiaba (*P. guajava*), guaraná (*P. cupana*), jabuticaba (*M. cauliflora*), laranja (*C. sinensis*), limão (*C. limonum*), manga (*M. indica*), morango (*F. ananassa*), palmito (*E. edulis*), pepino (*C. sativus*), pimenta (*C. annuum*), tangerina (*C. reticulata*), tomate (*S. lycopersicum*), urucum (*B. orella*). Fonte: WOLOWSKI, *et al* 2019;

Volume ideal do ninho: 1 a 5L;

Diâmetro da entrada no ninho: 0,6 cm (+- 1cm);

Diâmetro máximo do disco de cria: 10cm;

Distância mínima recomendada entre ninhos: 2m entre Jataís e 1m das demais espécies;

Raio de voo aproximado: 1km;

¹⁶ Apesar da vontade de incluir nessa lista as plantas endêmicas da Mata Atlântica que cada uma das abelhas escolhidas poliniza, não encontramos essas informações de maneira organizada e clara e foi escolhido incluir as plantas cultivadas para alimentação humana, também de grande importância.

Altura dos ninhos: de 0 a 7m;

Adaptadas ao meio urbano: Sim, nidificam com facilidade em locais adaptados.

Defesa: Muito mansa. Defendem-se com mordida e jogando bolas de cerume. Há uma subcasta de guardas, com tamanho um pouco maior que as operárias, e que ficam sobrevoando a entrada do ninho; (FRANCOY *et al*, 2020)

Média de abelhas por colmeia: 2000 a 8000 operárias.

Iraí (Nannotrigona Testaceicornis)



Figura 32 - Abelhas Iraí. Fonte: <https://mel.com.br>



Figura 33 - Entrada do ninho da abelha Iraí. Fonte: <https://www.cpt.com.br>

Gênero: Nannotrigona;

Nomes populares: Iraí, camuengo, mambuquinha;

Tamanho: 4mm;

Algumas culturas de interesse alimentar humano que poliniza: Acerola (*M. emarginata*), amora (*Rubus sp.*), café (*C. arabica*), feijão-guandu (*C. cajan*), girassol (*H. annuus*), melão (*C. melo*) morango (*F. ananassa*), pepino (*C. sativus*). Fonte: WOLOWSKI, *et al* 2019;

Volume ideal do ninho: 1 a 5L;

Diâmetro da entrada no ninho: 1cm;

Diâmetro máximo do disco de cria: 10cm;

Raio de voo aproximado: 1km;

Altura dos ninhos: 0,3 a 3m;

Adaptadas ao meio urbano: Sim, é comum fazerem ninho em muros e residências.

Defesa: Muito mansa. Quando atacadas se escondem no fundo da colônia e durante a noite mantêm a entrada do ninho fechada;

Média de abelhas por colmeia: 2.000 a 3.000 operárias;

Mirim (Plebeia spp.)



Figura 34 - Abelha Mirim-Guaçu. Fonte: Foto de Elvenar Laranjeira em <https://www.insetologia.com.br>



Figura 35 - Entrada do ninho de abelhas *Mirim droryana*. Fonte: <https://www.projectnoah.org>

Gênero: *Plebeia*;

Nomes populares: Mirim, Abelha-mosquito, mosquitinha;

Tamanho: 3-6mm;

Algumas culturas de interesse alimentar humano que poliniza: Açaí (*E. oleracea*), amora (*Rubus sp.*), buriti (*M. flexuosa*), café (*C. arabica*), cajú (*A. occidentale*), canola (*B. napus*), cupuaçu (*T. grandiflorum*), girassol (*H. annuus*), goiaba (*P. guajava*), jambo (*S. malaccense*), melão (*C. melo*), morango (*F. ananassa*), palmito (*E. edulis*), pera (*P. pyrifolia*), pitanga (*E. uniflora*), tomate (*S. lycopersicum*). Fonte: WOLOWSKI, *et al* 2019;

Volume ideal do ninho: 1 a 5L;

Diâmetro da entrada no ninho: 1cm;

Diâmetro máximo do disco de cria: 8cm;

Raio de voo aproximado: 550m;

Altura do ninho: 0,5 a 4m;

Adaptadas ao meio urbano: Sim;

Defesa: Mansas. Se defendem com própolis de consistência pegajosa que imobiliza os invasores;

Média de abelhas por colmeia: Devido a diversidade de espécies o número é muito variável, o mais comum é de 2.000 a 3.000 operárias, mas a *Plebeia saiqui* pode chegar a 7.000 abelhas, e a *Plebeia nigriceps* varia de 100 a 200.

1.4 Plantas

No projeto, a planta exerce o papel de salientar as relações intra-seres, destacando a RUM_A como coisa relacional, além de representar o reino vegetal, indispensável à sobrevivência da maioria dos seres vivos ao fornecer energia, abrigo e oxigênio e interferir na regulação de fatores abióticos como no ciclo da água, nas variações térmicas, nos gases atmosféricos e nas características do solo.

RUM_A define a Mata Atlântica como ecossistema de atuação tanto por ser a área em que o projeto nasceu quanto pela urgência de sua preservação, por ser muito afetada pela urbanização. Busco na biologia, ecologia e agroecologia as informações necessárias para a realização do projeto.

1.4.1 Biologia das plantas (Reino Plantae)

As plantas são seres singulares e apresentam uma série de características que as diferenciam dos demais seres vivos. Esse diverso grupo compreende desde musgos até as complexas angiospermas, as plantas com flores. Os organismos do reino Plantae podem ser definidos de forma geral como organismos multicelulares, com células eucariontes (possuem núcleo com membrana e várias organelas) e autótrofos, capazes de realizar a fotossíntese pelos cloroplastos que contém o pigmento clorofila. As plantas, junto às algas verdes, atuam como produtores primários da Terra, captando a luz solar e convertendo a energia luminosa em energia química (TAIZ et al., 2017).

Os primeiros seres fotossintetizantes surgiram há cerca de 3,4 bilhões de anos, quando em uma Terra anaeróbia (sem oxigênio) os oceanos primitivos encontravam-se com um grande número de organismos muito simples e heterótrofos, que consumiam moléculas orgânicas complexas. Quando o número de organismos heterótrofos foi crescendo iniciou uma

competição por essas moléculas, que foram tornando-se escassas. As células que conseguiam se adaptar às fontes de energia limitadas do meio eram mais aptas à sobrevivência (RAVEN et al., 2014).

Surgiram então os seres autótrofos, capazes de produzir seus próprios recursos energéticos a partir de materiais inorgânicos. Os autótrofos de maior sucesso foram aqueles capazes de captar, armazenar e utilizar a energia solar. A energia proveniente do sol passou a ser canalizada para os demais seres vivos, como observamos até os dias de hoje. (RAVEN et al., 2014)

O aumento dos organismos fotossintetizantes gerou uma revolução biológica no planeta porque uma das etapas da fotossíntese envolve a quebra da molécula de água (H_2O) e a liberação de oxigênio (O_2) na atmosfera, resultando em um aumento da quantidade desse gás, possibilitando o surgimento dos seres aeróbios. Além disso houve um aumento das moléculas de ozônio (O_3) na atmosfera, esse elemento em grandes quantidades filtra os raios ultravioletas do sol, que são prejudiciais aos organismos vivos, favorecendo a vida nas camadas superficiais da água e da terra. (RAVEN et al., 2014)

As plantas constituem um grupo predominantemente terrestre com a estrutura do corpo correspondente às necessidades evolutivas para adaptação a esse ambiente. Para sobreviver elas precisam de luz, água, CO_2 para a fotossíntese, oxigênio para a respiração e alguns minerais. Apesar de fixas no solo, as plantas são capazes de crescer em busca desses elementos. As raízes fixam a planta no solo, coletam água, nutrientes e minerais, o caule garante suporte às folhas, principais órgãos fotossintetizantes. A água circula todo o corpo da planta, das raízes às folhas, e os poros estomáticos presentes nas folhas controlam a entrada e saída de gases e água (RAVEN et al., 2014).

A invasão da Terra pelas plantas, bilhões de anos após o surgimento dos primeiros seres fotossintetizantes (Figura 36), alterou as paisagens de Gaia. A flora junto à fauna, à funga (KUHAR, 2018) e outros microrganismos, formaram os diversos biomas, comunidades naturais de grandes extensões caracterizadas por grupos distintos de seres vivos definidos climaticamente (RAVEN et al., 2014).

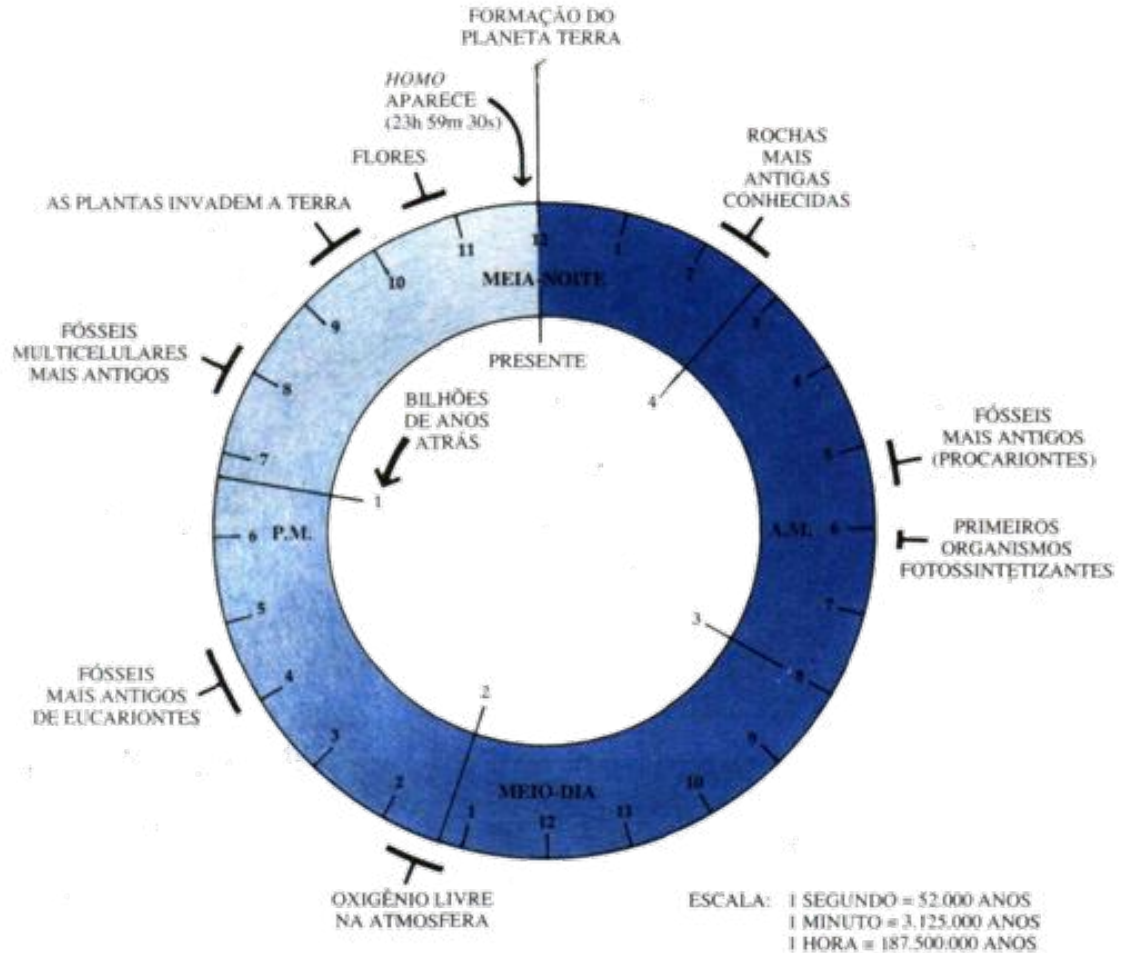


Figura 36 - O tempo biológico em uma escala de 24H. Fonte: Raven et al., 2014

Finalmente chegamos às angiospermas, na Figura 36 representada como o surgimento das flores, milhões de anos depois das plantas invadirem a terra. As angiospermas são caracterizadas pela presença de flores e frutos, constituem a maior parte dos vegetais visíveis, são árvores, gramíneas, trepadeiras, orquídeas, cactos, etc. (RAVEN et al., 2014) Elas são as responsáveis pelo fornecimento de pólen e néctar para as abelhas e tantos outros animais polinizadores que têm esses recursos como fontes proteicas e energéticas. Muitas das angiospermas por sua vez precisam dos insetos e outros agentes chamados polinizadores para se reproduzirem de forma eficiente, gerando frutos e sementes saudáveis para a perpetuação das espécies.



Figura 37 - Flor de onze-horas. Fonte: Foto de Agnaldo Severo

A polinização é a transferência do pólen da antera para o estigma da flor (Figura 38), se for da mesma flor, chamamos de autopolinização e se for em flores diferentes chamamos de polinização cruzada. Essa segunda é mais vantajosa por promover maior variabilidade genética. A ação descrita conta com agentes polinizadores, que podem ser bióticos ou abióticos. (RAVEN et al., 2014) Os agentes abióticos são o vento e a água e os bióticos são aves, morcegos e insetos, sendo as abelhas as mais eficientes para a polinização, por serem muito numerosas, de tamanhos variados, se alimentarem exclusivamente dos recursos florais (pólen, néctar e óleo) e possuírem anatomias que favorecem o transporte do pólen, como as escovas, os pêlos espalhados pelo corpo.



Figura 38 - Zoom em flor mostrando o estigma e a antera. Fonte: <https://publicdomainpictures.net/>

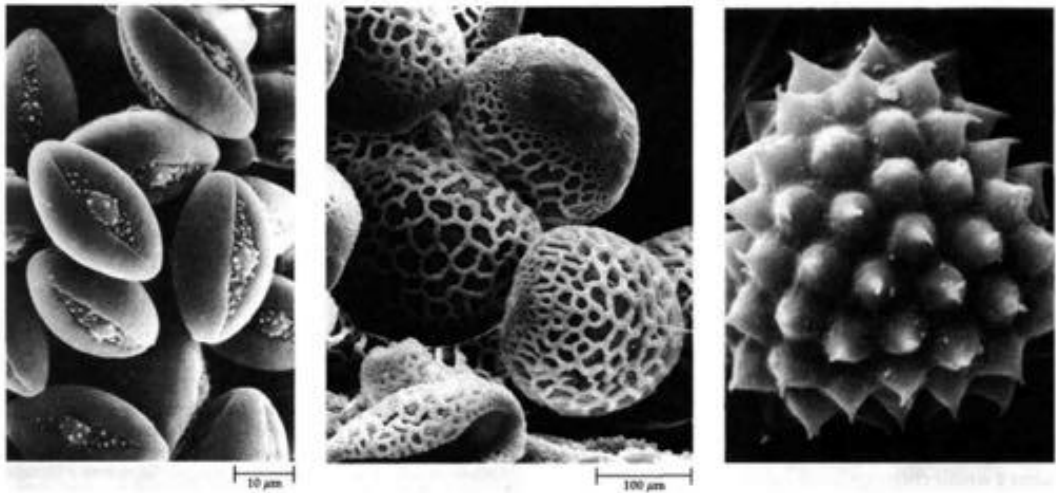


Figura 39 - fotomicrografias de microscopia de varredura mostrando variedade de grãos de pólen. Fonte: Raven et al., 2014

A relação inseto e planta é muito íntima, podendo ser considerada uma co-evolução. Esse co-tornar-se transformou a morfologia, o comportamento e mudou o modo de habitar o mundo de ambas as espécies. Abelha e flor são como um só ser, encaixáveis, complementares. (HARAWAY, 2016)

A diversidade de espécies, tamanhos e preferências florais dos insetos, garante a polinização com a eficiência necessária para cada espécie de planta. O maracujá (*passiflora edulis*) depende exclusivamente da polinização da mamangava (gênero *Xylocopa*), abelha grande e peluda, perfeita para a flor exuberante do maracujá. Outro exemplo interessante é a orquídea de Darwin (*Angraecum sesquipedale*), que é polinizada por uma única espécie de mariposa (*Xanthopan morganii*) que possui uma trompa de 30cm, capaz de alcançar o néctar da flor.



Figura 40 - Orquídea de Darwin e mariposa. Fonte: Rachel Diaz-Bastin

Alguns cultivos de alimento dependem da polinização específica de certas abelhas para obterem uma produção bem-sucedida. Por outro lado, uma polinização inadequada pode gerar frutos deficientes de vitaminas ou em casos extremos nem gerar frutos. Dentre as vantagens de uma polinização bem conduzida estão: o maior peso dos frutos, maior reserva nutricional, maior quantidade de frutos e sementes produzidos, amadurecimento mais uniforme, frutos mais uniformes, aumento do teor de óleo nas sementes, aumento do poder germinativo das sementes, aumento da variabilidade genética das culturas. (FRANCOY *et al*, 2020)

De acordo com o relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil “as abelhas se encontram associadas a 132 (92%) cultivos, sendo reconhecidas como polinizadores de 91 deles e constituindo polinizadores exclusivos de 74 [...]”. Dentre as abelhas, “[...] a *Apis mellifera* está associada a 86 cultivos, sendo potencial polinizadora de 54, enquanto que as abelhas sem ferrão têm sido registradas como visitantes florais de 107 cultivos e como polinizadoras de 52”. (WOLOWSKI, *et al* 2019 p.16) Isso quer dizer que muitos dos cultivos dependem da polinização das abelhas e que alguns nem mesmo dariam frutos sem esse papel essencial na reprodução das plantas.



Figura 41 - comparativo da produção de berinjelas com e sem abelhas. Fonte: Moraes-filho & Nogueira-Couto, 2000.

Assim como as abelhas possuem características morfológicas e comportamentais que favoreçam a polinização e que evidenciem essas intra-ações, muitas plantas também desenvolveram técnicas de atração das abelhas, como as flores que imitam a forma dos insetos que a polinizam, como a orquídea *Ophrys insectifera*, que atrai os machos de duas espécies de vespa com a forma e o odor semelhante ao da fêmea dessas espécies. Outro caso fascinante são as flores da primula-da-noite (*Oenothera drummondii*) que ouvem as abelhas se aproximando e aumentam a quantidade de açúcar no néctar em até 30% (GAZZONI, 2021).

Para além desses casos extraordinários, em uma área saudável tanto para abelhas quanto para as plantas, é importante haver diversidade do período de floração - distribuído ao longo do ano, e dos recursos oferecidos pelas plantas - pólen, néctar, óleos ou resina. As floradas em massa - muita flor produzida ao mesmo tempo - são muito atrativas para as abelhas.

1.4.2 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um bioma brasileiro composto por uma diversidade de ecossistemas: de restingas e mangues à florestas ombrófilas, ela abrange cerca de 15% do território nacional, em 17 estados. É o lar de 72% dos brasileiros. (Fundação S.O.S Mata Atlantica, 2019)

Serviços essenciais como abastecimento de água, regulação do clima, agricultura, pesca, energia elétrica e turismo dependem da existência dessas áreas naturais. A área de domínio da Mata Atlântica é definida pela Lei 11.428/06 que desde de 1993 tem o objetivo de proteger a biodiversidade e regulamentar o uso dos recursos naturais do bioma. (Fundação S.O.S Mata Atlantica, 2019)

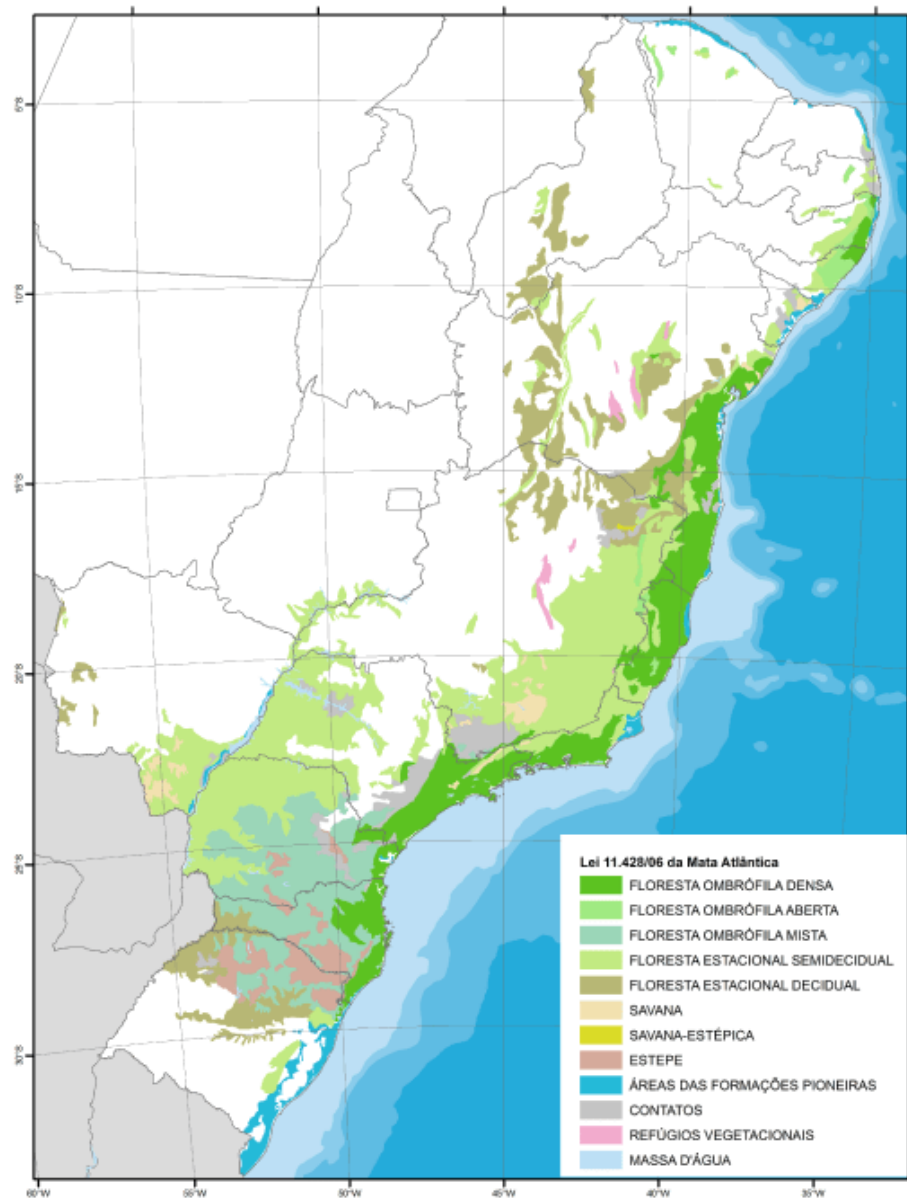


Figura 42 - Atlas do domínio da Mata Atlântica e variedade de ecossistemas. Fonte: <https://sosma.org.br>



Figura 43 – Floresta Ombrófila Densa na Mata Atlântica. Fonte: <https://apremavi.org.br/mata-atlantica>

É um dos biomas mais biodiversos do mundo. A Mata Atlântica detém o recorde de angiospermas, com cerca de 20 mil espécies, sendo 8 mil delas endêmicas. (Fundação S.O.S Mata Atlantica, 2019)

No entanto hoje restam apenas 12,4% do que existia originalmente de floresta Atlântica (Figura 44). É o bioma mais afetados do país, com intensa fragmentação e destruição pela ação humana, sofrendo desde o ano 1500 com a exploração dos recursos e o desmatamento acelerado (Fundação S.O.S Mata Atlantica, 2019). Canquerino (2021) calcula que já perdemos 23% a 42% da biodiversidade e dos estoques de carbono em relação às florestas originais.

São urgentes as ações para desacelerar as devastações e reduções da diversidade de espécies. Segundo o relatório anual da fundação SOS Mata Atlânticas (2019) , as principais ameaças sobre as áreas remanescentes de floresta são a exploração predatória dos recursos naturais, velhas práticas não sustentáveis da agropecuária, industrialização e expansão urbana desordenadas e o consumo excessivo, lixo e poluição.

Há muito o que ser feito para colaborar com a proteção de áreas nativas, dentre elas conscientizar e engajar a população, extinguir o desmatamento ilegal, reflorestar e recuperar remanescentes florestais degradados reconectando os mosaicos florestais, lutar pela proteção

das bacias hidrográficas e do mar, valorizar parques e reservas naturais, proteger a fauna, os agentes polinizadores e dispersores de semente entre diversas ações de respeito e integração.

RUM_A nasce em um contexto de emergências ecológicas impossíveis de serem ignoradas. É um projeto de design que dialoga com as ações de proteção das áreas nativas através da conscientização e engajamento da população e da oportunidade de mais espaços para os polinizadores nativos.

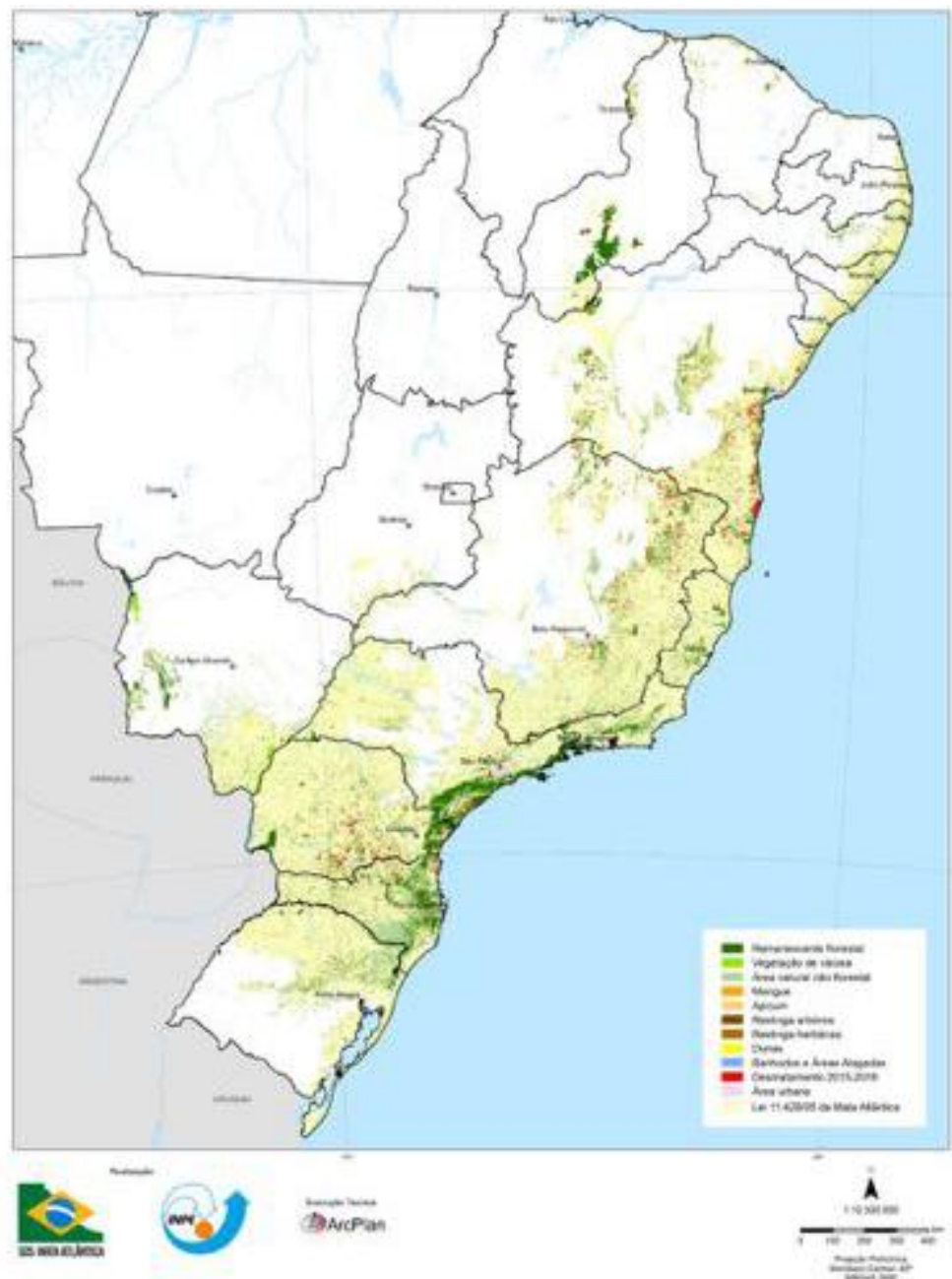










Figura 44 - Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (2015-2016). Fonte: <https://sosma.org.br>

1.4.3 Flor escolhida para RUM_A

Percebemos a presença da flor em RUM_A como indispensável ao longo do processo. Ela representa o reino vegetal, atrai e evidencia as intra-ações com os insetos visitantes e com as possíveis abelhas habitantes. Pretendemos com a inserção de flores no projeto incentivar os humanos a cultivar. No espaço urbano, há carência de plantas interessantes para os polinizadores e para a recuperação do ecossistema.

Para escolher a flor para o projeto, definimos alguns critérios e montamos a Tabela 1.

Tabela 1 - Plantas para RUM_A

Nome	Nome Científico	Família	Altura (m)	Forma de crescimento	Floração	Cor da flor	Cor do fruto	Cor da semente	Cor da casca	Cor da madeira	Cor da raiz	Observações
												
												
												
												
												
												
												
												

Legenda abelhas:

Am: *Apis mellifera* - Abelha do mel
Nt: *Nannotrigona testaceicornis* - Iraí
Ps: *Paratrigona subnuda* - Jataí-da-terra
Pd: *Plebeia droryana* - Mirim droriana
Ta: *Tetragonisca angustula* - Jataí
Ts: *Trigona spinipes* - Arapuá

Meliponas:

Mm: *Melipona marginata* - Manduri
Mq: *Melipona quadrifasciata* - Mandaçaia
Mb: *Melipona bicolor bicolor* - Guaraipo
Mmm: *Melipona (Michmelia) mondury* - Uruçu-amarela

Fontes de consulta para a formulação da tabela:

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>, <http://flora.ipe.org.br/especies>, www.jardineiro.net, <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf>, <https://www.semabelhasalimentico.com.br/plantas-melíferas/#ornamentais>, <http://rcpol.org.br/wp-content/uploads/2020/08/plantas-e-polen-em-areas-urbanas-uso-no-paisagismo-amigavel-aos-polinizadores.pdf>

Analisando a tabela, algumas opções se adequavam aos desejos do projeto e podiam compôr RUM_A. Favorecida pela facilidade do cultivo, por ter flor o ano todo, por ser conhecida por atrair abelhas variadas, pela beleza e por se adaptar no tamanho do vaso proposto (pequeno), escolhemos as Onze-horas para fazer parte do projeto.

As onze-horas são flores muito populares, nativas (mas não endêmicas) do Brasil e da Mata Atlântica, lindas, fáceis de cultivar e comestíveis (PANC – Plantas Alimentícias Não Convencionais), reproduzem-se facilmente tanto por semente quanto por estaquia, têm uma incrível variedade de cor e forma dentro do gênero *Portulaca*, sendo as espécies *Portulaca amilis*, *Portulaca grandiflora* ou *Portulaca umbraticola* as escolhidas para o projeto.



Figura 45 - *Portulaca umbraticola*. Fonte: <https://www.maqu.info/portulaca-umbraticola/>

1.5 Fungos

No projeto os fungos desempenham o papel de criação da forma junto aos humanos e o substrato fornecido, expandindo e decompondo matéria orgânica para formar o refúgio multiespécies. São parte do material que proponho para RUM_A.

Ele ultrapassa os contornos do molde crescendo protuberâncias e desenvolvendo corpos frutíferos, desrespeita a forma que eu humana designer impus sobre ele e isso dá vida ao

projeto, colabora para que cada RUM_A ganhe uma forma única, assim como cada simpoiesis o é.

Nesse lugar, são importantes também para mostrar o valora da desordem. Para nos lembrar que a “natureza” não está a nosso serviço, enfatizando a urgência em “limitar o limite”, como nos sugere Nodari (2014). Os fungos reforçam a importância e o valor de mudarmos da perspectiva moderna (Latour, 2013) que preconiza o controle e o domínio humano sobre o mundo, para uma visão de intra-relação, onde compomos devires com seres mais que humanos e respeitamos outros corpos e modos de vida.

Para adentrar o universo dos fungos, além da observação do entorno, pois eles são muito presentes apesar de nem sempre conseguirmos vê-los, procurei estudar sobre técnicas e práticas de cultivo e iniciar os testes laboratoriais com os micélios. Foram igualmente importantes estudos nas áreas de micologia (a parte de biologia que estuda os fungos), ecologia e as atuais aplicações técnicas dos fungos por humanos.

1.5.1 Biologia dos fungos (Reino Fungi)

Os fungos possuem um reino próprio, eles se distinguem e assemelham em vários aspectos dos demais reinos de seres vivos, que são: reino Plantae (plantas), Animalia (animais), Monera (bactérias) e Protista (protozoários). Podem ser uni ou multicelulares. Assim como as bactérias e os protozoários, os fungos unicelulares enquadram-se na classificação de microrganismos. Assim como algumas plantas, reproduzem-se por esporos e têm o crescimento filamentoso, como raízes, mas não têm clorofila em sua composição, sendo assim incapazes de obter energia através da luz solar. Nesse sentido eles são heterótrofos, dependem de outros organismos para absorver os nutrientes e a energia necessária (RAVEN *et al*, 2014). O reino a qual mais se aproximam geneticamente é o Animalia (STAMETS, 2005)

Os fungos são os principais decompositores e recicladores de nutrientes e por isso elementares nas teias alimentares e no equilíbrio dos ecossistemas. Eles quebram as moléculas de carbono, nitrogênio e outros compostos do solo e do ar, possibilitando o reaproveitamento desses componentes por outros seres vivos (RAVEN *et al*, 2014). Nesse processo, transformando matéria inútil em útil, são capazes também de integrar a microbiota do solo, fazendo trocas e interagindo positivamente (ou como parasitas) com outros seres vivos.

Apesar de estarem entre os mais antigos eucariontes, a história primitiva dos fungos é pouco conhecida (RAVEN *et al*, 2014). Um artigo de 2019 publicado na *Nature* sugere que um fóssil com idade entre 1 bilhão e 890 milhões de anos seja um fungo ou ancestral de fungo (LORON *et al*, 2019). Esse fóssil, se confirmada a hipótese da publicação, acrescenta meio bilhão de anos na história dos fungos na Terra, fazendo com que sejam revistas muitas ideias iniciais sobre esse reino, as interações e o papel na co-construção da biosfera.

Os cientistas já descreveram pouco mais de 100 mil espécies, mas estimam que existam até 3,8 milhões de espécies diferentes no mundo (National Geographic, 2020). Sabe-se que 500 espécies das já descritas são aquáticas, o que classifica os fungos como majoritariamente terrestres, fazendo parte da composição dos solos. Segundo Raven *et al* (2014 p.) “em média, os 20cm superiores de solo fértil podem conter quase 5 toneladas de fungos e bactérias por hectare”.

Uma curiosidade sobre os fungos é a dimensão e a longevidade que podem chegar. O maior organismo do mundo atualmente é um fungo da espécie *Armillaria ostoyae* que vive no Oregon, Canadá. Pesquisadores estimam que ele tenha pelo menos 2.400 anos de idade e se espalhe por cerca de 890 hectares (8,9km²) (MACFARLANE, 2020). Esse comportamento não é exclusivo desse organismo nem dessa espécie, é comum os fungos cobrirem áreas de florestas inteiras e viverem por muitos anos.

Os fungos multicelulares tem crescimento filamentososo, esses filamentos são chamados hifas e uma massa de hifas é chamada micélio, é a parte viva, metabolicamente ativa dos fungos, que cresce e absorve nutrientes. O crescimento dos fungos é rápido e as hifas podem produzir mais de 1km de micélio em 24h (RAVEN *et al*, 2014), dependendo das condições do ambiente e espécie do fungo. Uma característica importante desses seres é a parede celular constituída de quitina, mesma substância encontrada no exoesqueletos de insetos e crustáceos, substância que os torna mais resistentes à degradação microbiana.

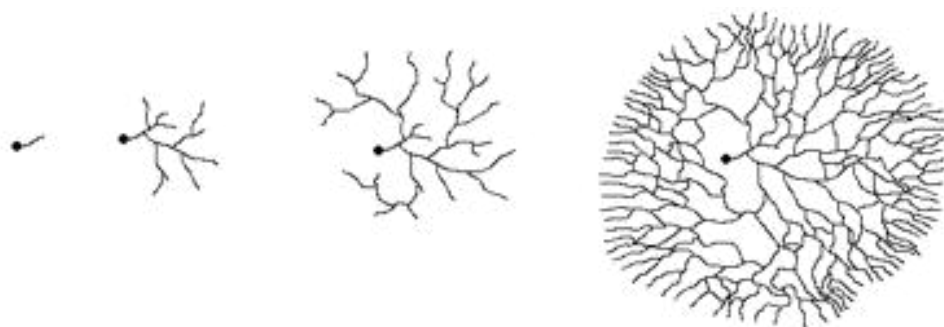


Figura 46 - Desenho de micélio expandindo. Fonte: <http://www.cpbr.gov.au/fungi/mycelium.html>

Os cogumelos e bolores são os corpos frutíferos dos fungos, formados por massas densas de filamentos. Além de serem a parte visível e mais conhecida pelos humanos, biologicamente são responsáveis pela reprodução e perpetuação das espécies por meio da produção de esporos, que contam com o vento, água, insetos e outros artrópodes para sua dispersão. A reprodução pode ser assexuada ou sexuada, quando hifas de diferentes linhagens se fundem formando um novo organismo diploide. (RAVEN *et al*, 2014) Os corpos frutíferos dos fungos possuem formas e cores muito variadas que ajudam na identificação das espécies.



Figura 47 - Algumas espécies de fungos encontrados por mim ao longo do projeto. Fonte: arquivo da autora

Em relação às interações com outros organismos, os fungos são classificados em três grupos: saprófito, que vivem da decomposição de matéria morta; simbiontes, que convivem de maneira benéfica mútua com outros organismos vivos; e os parasitas, que exploram outros organismos vivos, beneficiando a si mesmo e causando danos à outras espécies. (RAVEN *et al*, 2014)

Uma relação importante de ser citada são entre fungos e algumas plantas. A ecóloga florestal Simard (2018), descobriu que gigantescas redes de micélio se estendem no solo conectando raízes de árvores, permitindo trocas entre elas (árvore-árvore) e entre árvore e micélio. A comunicação consiste principalmente em troca de informações, como alertas de pragas e nutrientes mas também uma ligação que permite a colaboração entre e intra-espécies. Fungos

e raízes finas nessas relações mutualísticas formam um órgão em comum, as micorizas. Essa descoberta revolucionou a maneira como os cientistas compreendiam tanto as árvores quanto os fungos, percebendo a complexidade comunicacional desses seres não humanos. (MACFARLANE, 2020)

Além de essenciais nos ciclos biológicos, os fungos têm diversos outros fins, alguns ligados aos humanos são: farmacêuticos (medicamentos), gastronômicos (alimento) e energéticos (produção de etanol). O micólogo e empreendedor Paul Stamets dedica sua pesquisa aos micélios e as diversas maneiras como podem nos ajudar a enfrentar os desafios ecológicos do Antropoceno. Stamets (2005) fala dos fungos como aliados na recuperação do solo com técnicas como a *mycoremediation*, uma forma de descontaminação do solo usando micélio para degradar toxinas e poluentes e os *mycopesticides*, uma alternativa aos pesticidas tóxicos utilizados atualmente.

1.5.2 Os fungos como material

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 saprófitos cresce, se expande ao longo da matéria orgânica, colonizando-a e decompondo-a enquanto estrutura esse formato. 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)

Pensando nesse comportamento, 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 à essa tecnologia micelial.

O uso do micélio como matriz de compósitos é um dos que tem maiores avanços em termos de pesquisa e desenvolvimento, com aplicações na indústria de embalagens, painéis acústicos, mobiliário e na arquitetura. Materiais compósitos são aqueles compostos por dois ou mais materiais constituintes, sendo um a matriz, que confere estrutura, preenchendo os espaços vazios e o outro o material reforço, responsável por realçar algumas propriedades do compósito.

Os compósitos, mesmo quando o material de reforço é de origem natural, comumente utilizam como matriz resinas e polímeros sintéticos, derivados de recursos não-renováveis, que acabam sendo prejudiciais ao ambiente. O micélio se apresenta como uma alternativa à essas matrizes sintéticas, e confere propriedades diferentes de outras opções estudadas, como as resinas naturais, e tanto o micélio quanto essas resinas são biodegradáveis, de fonte renovável, com menor impacto socio-ambiental, apesar de ainda apresentarem custos elevados no mercado.

Outra forma do micélio como material é com ele puro, crescido em cultura líquida, na qual se forma uma camada do fungo na superfície do líquido e depois de seco, dependendo da espessura da camada e do líquido em que foi desenvolvido, pode adquirir propriedades próximas a papel, couro ou plástico. (MEYER, 2020)

As espécies pesquisadas para uso do micélio enquadram-se nos saprófitos, que se nutrem de matéria orgânica morta, aproveitando a característica decompositora para lidar com resíduos industriais como serragem, borra de café, folha de bananeira, bagaço de cana, entre outras bases de substrato possíveis. São elas: Reishi (*Ganoderma Lucidum*) e Shimeji (*Pleurotus Ostreatus*).



Figura 48 - Detalhes de cogumelos dos fungos Reishi (esquerda) e Shimeji (Direita). Fonte: fotos de Jaime Acioli e Nadine Nicolay

Devemos entender o uso do micélio como material dentro de um contexto maior, chamado biofabricação. A biofabricação é um movimento tecnológico recente que se aproveita da

capacidade dos seres vivos de crescimento para a produção de coisas. As vantagens são: por crescerem, grande parte deles tem uma fonte quase infinita, como é o caso dos micélios, que podemos aproveitar um mesmo organismo “para sempre”, pois antes de secar o fungo para paralisar suas atividades e fixar as propriedades, podemos separar uma parte de micélio vivo e continuar o cultivo, através da clonagem ou multiplicação de sementes. Essa característica é benéfica ecológicamente, além de outros benefícios como a biodegradabilidade e a capacidade de armazenar dióxido de carbono.

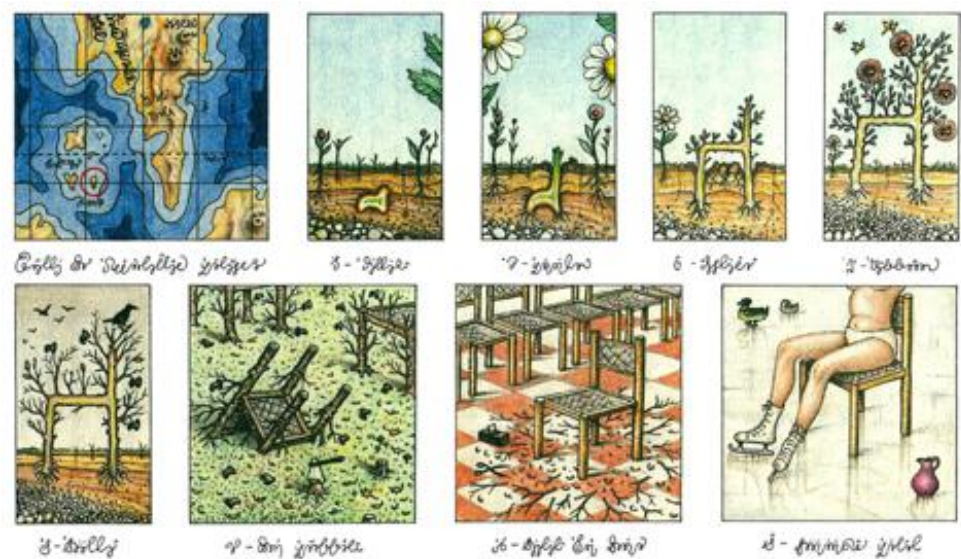


Figura 49 - Ilustração de Luigi Serafini. Fonte: SERAFINI, 2013

No entanto, esse “uso” de outros seres vivos soa por si só estranho e domesticador, ao aproveitar uma capacidade viva para uso humano. Devemos encontrar o meio do caminho, das relações simbióticas, do respeito ao modo de vida desse ser, como por exemplo uma produção associada à ambientes naturais dos fungos com uma continuação de crescimento do organismo em seu habitat. Devemos estar atentos à questões bioéticas quando tratamos do assunto de parcerias humanos e outros seres como materiais, mas não podemos humanizar o modo de vida do outro ser. Os fungos utilizados não correm risco de extinção e ao desidratar uma parte do fungo, não estamos impossibilitando sua perpetuação e reprodução. As problematizações são sobretudo simbólicas, não por isso menos importantes, e vão de encontro aos princípios do projeto, por isso o cuidado ao tratar do assunto.

As vantagens do micélio para a construção de um espaço habitável para as abelhas são a capacidade de isolamento térmico, isolamento acústico, impermeabilidade, livre de toxinas (o micélio elimina as toxinas do substrato no processo de decomposição), respirável, resistente e remete aos ambientes naturais de nidificação (como a madeira em

decomposição). A partir dessas propriedades apostamos nesse ser como auxiliar no desenvolvimento e crescimento de RUM_A.

1.6 Humanos

Os humanos no projeto estão presentes de diversas maneiras, desde a proposição ao desenvolvimento e decisões finais. Afinal, é a partir da perspectiva humana que os assuntos aqui são tratados.

Os humanos são também quem mais queremos afetar com o projeto, despertar aqueles que Bruno Latour chamaria de modernos (nós), que ainda acham (achamos) que não somos importantes nas dinâmicas de Gaia e que estamos restritos a um único modo de existir.

Como já fazemos parte do universo dos humanos de um modo geral, aqui buscamos trazer um pouco da biologia e história da nossa espécie, como chegamos nos *homo sapiens*, a importância da consciência do coletivo e da ecologia e o papel do design na construção de mundos. O texto sobre a biologia dos humanos teve colaboração da cientista social Clara Miranda e da relações públicas Letícia Motta.

1.6.1 Biologia dos humanos (Espécie *Homo sapiens*)

O *Homo sapiens* é uma espécie do reino animal, da ordem dos primatas, faz parte do vertebrados, mamíferos e bípedes, dentre outras classificações. Sua história como única espécie do gênero *Homo* remanescente está atrelada ao apagamento e extinção de diversas outras espécies de humanos que conviveram coletivamente há milhares de anos. Todas descendem de um ancestral em comum, os *Australopithecus*, nativos das savanas africanas há 4 milhões de anos e extintos há aproximadamente 1,5 milhão de anos, durante a época geológica do Pleistoceno, mesmo período que surgiu e evoluiu a espécie *Homo Sapiens*, também no continente africano.

Segundo Harari (2015), o que explicaria a predominância dos *Homo Sapiens* sobre os demais humanos seria um aperfeiçoamento das habilidades relacionadas a sociabilidade,

desenvolvendo vantagens sociais e cognitivas com as capacidades de criar narrativas e contar ficções, envolvendo os outros seres de seus grupos. Exemplos dessa competência ficcional-coletiva que tiveram grande responsabilidade por sua organização social foram as habilidades de narrar sonhos, a invenção de mitos e narrativas religiosas que explicam os fenômenos da natureza e a atribuição de valores simbólicos a objetos. Tais capacidades foram essenciais para a perpetuação da espécie e mostrou-se inovadora, possibilitando maior colaboração e organização entre os indivíduos, estimulando formações pautadas na coletividade. Dessa maneira os *Homo sapiens* foram capazes de conseguir recursos e territórios e se espalharam por todos os continentes, apesar das desvantagens e fragilidades anatômicas em relação a outros animais contemporâneos.

Harari (2015) apresenta duas hipóteses sobre como se deu a extinção das demais espécies do gênero *Homo*. A primeira aposta na Teoria do Cruzamento. Nela, as espécies teriam convivido e cruzado, sendo o humano que temos hoje uma mistura dentre várias delas. Já na Teoria da Repulsa os sapiens teriam dominado os recursos e promovido genocídios, resultando no desaparecimento gradual de seus concorrentes.

Outra parte muito importante da história da evolução das espécies não é explicada pela seleção natural, nem pela vitória da espécie *Homo* sobre outros animais. A bióloga e teórica evolucionista Margulis (1998) nos leva ao surgimento dos seres vivos para elucidar sua teoria da endossimbiose e da simbiogênese, apostando na colaboração e no cuidado entre seres como princípios da vida. Nas palavras de Nobre (2019), cientista e pesquisador da Amazônia, “o amor incondicional é a linha mestra de funcionamento do sistema natural”.

A teoria da endossimbiose (SAGAN, 1967) explica o surgimento das células eucarióticas (células com núcleo, membrana e organelas, de animais, plantas ou fungos) pela incorporação e indigestão entre células procarióticas (células simples, sem núcleo e membrana que compõe os organismos unicelulares, basicamente as bactérias). Uma bactéria comeu outra, não digeriu e essa outra virou uma organela, dando início aos seres eucariontes.

A simbiogênese, teoria complementar à endossimbiose, são as simbioses (relação física próxima entre organismos de diferentes espécies) estáveis que resultam em uma mudança evolutiva, originando novas organelas, tecidos, órgãos e até mesmo espécies. A coevolução ocorre quando uma interação entre dois ou mais organismos produz uma resposta evolutiva em cada um deles.

Nós humanos temos várias relações simbióticas com outros organismos. Os ácaros em nossos cílios, espiroquetas na gengiva, bactérias nas axilas e no intestino, muitas das quais indispensáveis à nossa sobrevivência (MARGULIS, 2020). No nosso corpo, os microorganismos estão em maior número que as próprias células humanas, somente 43% do corpo é inteiramente humano (BBC News, 2018). Isso nos faz repensar a própria forma de ser, somos um aglomerado de organismos operando de maneira colaborativa absoluta e complexa. “De todos os organismos vivos hoje na terra, apenas os procariontes (bactérias) são indivíduos” (MARGULIS, 2020 p.10)

Acreditamos que olhar o ambiente ao redor contagiados e contagiadas por essa visão de que somos organismos em colaboração intra-ativa, de que a vida é complexa desde a mínima partícula, de que o um já é muitos, de que “o átomo é já uma multidão” (MARRAS, 2020), pode promover transformações nos nossos modos de viver e agir o e no mundo.

Quem sabe esse novo modo de ver nos auxilie a encontrar caminhos para sermos atores menos “modernos” e mais “terranos” (MARRAS, 2020), que implica em agir de modo menos antropocêntrico, menos individualista e mais responsável com e em Gaia, tomando parte nessa rede multiespécies?



Figura 50 - Representação 3d de uma célula eucarionte animal (humana). Fonte: <https://gaelmcgill.artstation.com/projects/Pm0JL1>

1.6.2 O design como articulador de mundos

A perspectiva do design com a qual estamos trabalhando e na qual o projeto atua faz parte de uma construção, desconstrução e reconstrução ao longo da minha trajetória acadêmica. É como vejo (e como quero fazer) o design hoje: uma importante ferramenta interdisciplinar e criativa para a articulação e construção de universos.

Entendemos o designer como um mediador e aplicador de ideias e conhecimentos de diversos universos técnicos e científicos para o mundo real, é quem faz a ponte e traz ‘coisas’ para o dia-a-dia dos humanos e dos mais que humanos, facilitando ou não suas vidas. Por isso também pode ser uma ferramenta muito perigosa, que muda ou molda comportamentos e desejos.

Nos anos 70 o designer Victor Papanek escreveu um livro se manifestando contra o uso do design fútil e inútil, que reforçava a mentalidade consumista e girava em torno do lucro, manipulando desejos. O livro, “design para um mundo real” (1971) trazia ideias inovadoras para pensar o design. Com um viés ambiental e social, até então pouco explorados pelos designers da época. Papanek foi pioneiro em acreditar no design como ferramenta de conscientização e mudança pela justiça social e ecológica.

Apesar da idade do livro de Papanek as causas defendidas pelo designer e educador são ainda muito atuais e cada vez mais emergentes. Estamos vivendo um caos social-ambiental há muito tempo não visto, com a pandemia do coronavírus e outras pandemias em vista, com a situação política de muita injustiça social e desmonte das políticas ambientais no atual governo brasileiro e tantas outras crises mundiais ambientais já citadas, como o agravamento das desregulações térmicas do planeta e as extinções em massa. E o que eu acredito que nós designers podemos fazer a partir disso?

O caminho que escolhi foi a conscientização e tentativa de sensibilização da população de humanos urbanos, acreditando em uma terceira etapa, da ação, com foco nas problemáticas ambientais. É um caminho de vários possíveis. Nós humanos temos a habilidade e capacidade de criar, comunicar e mudar o ambiente ao nosso redor, precisamos encontrar maneiras de fazer isso para entender o fim desse modo de viver no mundo como oportunidade de criar novos mundos, mais inspirados na coletividade e na integração com o entorno, menos hierárquicos e individuais, até porque “jamais fomos indivíduos” (GILBERT et al., 2012)

Devemos aproveitar que o assunto da sustentabilidade e meio ambiente estão agora em ênfase (pelo menos para algumas camadas sociais) para aprofundar os assuntos, sair do superficial e realmente desenvolver uma consciência ecológica ativa, não deixar que as pessoas se conformem com as emergências ambientais. Já estão acontecendo movimentos importantes em grande escala para que haja uma mudança de atitudes e de visão de mundo. Os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) são um exemplo, e o design é uma possibilidade de aplicação dessas 17 metas propostas para serem cumpridas pelas Nações Unidas até 2030.



Figura 51 - Objetivos para o desenvolvimento sustentável da ONU. Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Outro aspecto importante que propomos e que é urgente de se pensar em todos os campos do design é a observação dos ciclos e modos de produção e a responsabilidade do início ao fim da vida do produto, no caso de RUM_A, da materialização à volta para a terra, como nutriente para o solo, fazendo parte do ciclo biológico nas lógicas de design da economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, s.d) que vêem o lixo como um erro de design. Ainda com uma mentalidade capitalista de consumo que não se desvencilia da bolha econômica, mas que pelo menos propõe alternativas conscientes e de menor impacto ambiental. Importante como uma transição gradual até conseguirmos sair das lógicas de mercado e consumo.

O design com que flertamos no projeto procura desobjetificar as criações, entender as coisas como vivas e agentes de mudança (INGOLD, 2012).

Uma nova proposta de design que se aproxima e colabora com o projeto é o design biofílico, apresentado por Garvey (2018). O nome vem do termo biofilia que significa amor pela vida, é uma hipótese definida pelo Biólogo Wilson (1984) como o impulso de se associar com outras formas de vida. O design biofílico propõe então esse retorno da convivência (coexistência) entre humano e ‘natureza’.



Figura 52 - Projeto de arquitetura biofílica. Fonte: <https://gg-loop.com>

A real revolução ecológica, política, social e cultural só acontecerá quando conseguirmos (nós, humanos modernos) articular os três registros ecológicos existentes: ambiental, social e da subjetividade humana em escala planetária. (GUATARRI, 1990)

REFERÊNCIAS E CONCEITUAÇÃO

1.7 Referências conceituais e visuais

Para iniciar a materialização da ideia de RUM_A, busquei referências em projetos relacionados, problemas e soluções já encontradas por designers, artistas, meliponicultores, entre outros trabalhos que inspiram e desenvolvem ou instigam problemáticas semelhantes.

A coleta de informações biológicas, técnicas, práticas e simbólicas que apresento até então serviu de base para a construção desse ambiente compartilhado, com uma noção de como funcionam os espaços das abelhas; como crescem os micélios e como podemos co-criar com esses seres. Nessa parte da pesquisa apresento projetos, objetos e ideias de diversas áreas que contribuíram para a criação de RUM_A, no âmbito formal, projetual e na construção do conceito.

1.7.1 Projetos de colmeias por humanos

Colmeias tradicionais pelo mundo

A criação e convivência com abelhas é uma tradição antiga para muitas culturas, os egípcios e os gregos foram pioneiros em relação às técnicas de manejo e cultivo de abelhas. (SOARES *et al*, 2011) Os egípcios, por exemplo, utilizavam potes de barro, como mostra a Figura 53. Em ambos os continentes: africano e europeu, a criação de abelhas ainda é uma prática tradicional de algumas regiões, como é o caso de alguns povos que vivem na região do Vale Omo e Montanha Bale, na Etiópia, próximo à floresta Harena, onde em árvores altas e majestosas, posicionam suas colmeias em formato cilíndrico preparadas com palha (Figura 55 e Figura 54). As abelhas ocupam o espaço interno dos cilindros de palha e após um período o mel é coletado. Para esses povos, o mel é visto como alimento sagrado e de status social.

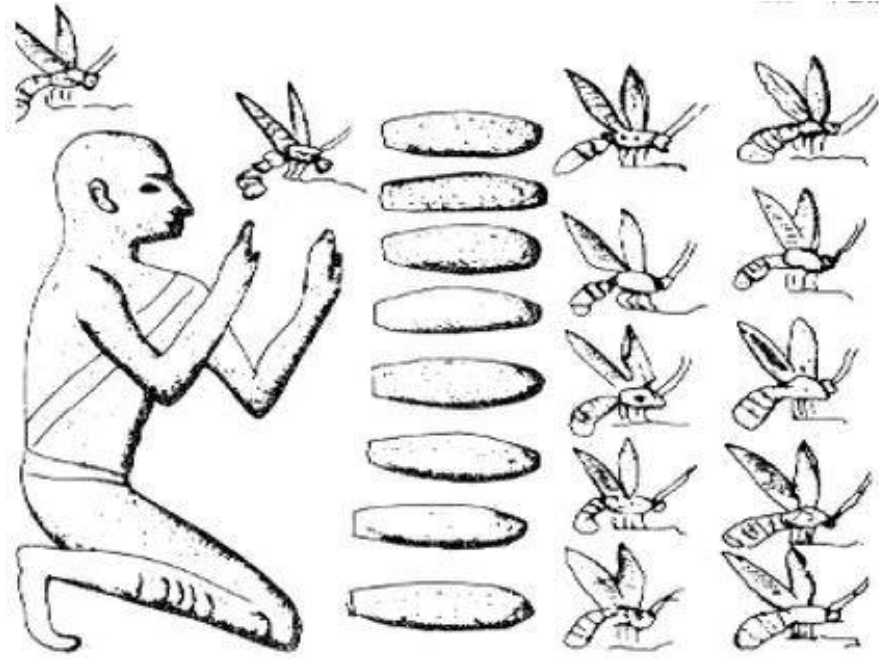


Figura 53 -Criação de abelhas em potes de barro (pintura no túmulo do Faraó Pa-Bu-Sa – 630 a.C). Fonte: SOARES et al, 2011.



Figura 54 - Apicultor com colmeia no Vale Omo. Fonte: <http://www.bbc.com/travel> foto de Nigel Sawyer.



Figura 55 - Colmeias tradicionais da região do Vale Omo. Fonte: foto de Peter Kwapong.

Na América Central, a criação de meliponídeos era bastante conhecida e praticada pelos Maias e Astecas, principalmente o gênero *Melipona*. Existem registros escritos dos Maias sobre práticas de manejo, colheita do mel, multiplicação de colônias e atividades religiosas (CAPPAS-E-SOUSA, 1995). Dentre as técnicas desenvolvidas, interessa à esse projeto as soluções de habitação desses povos para as abelhas. A criação era feita em troncos de árvores ocos selados com barro chamados “Jobones” (Figura 56) ou em caixas e potes de cerâmica (Figura 58 e Figura 59). Essas técnicas de criação de abelhas nativas são consideradas tradicionais e perduram na cultura dos povos descendentes dessas civilizações ameríndias.



Figura 56 – Meliponicultora manejando colmeia “Jobone”. Fonte: <http://www.ame-rio.org>



Figura 57 - Meliponário semelhante ao dos Maias. Fonte: <http://www.ame-rio.org>



Figura 58 - Meliponicultora e colmeias de barro típicas da região de Cuetzalan. Fonte: <https://elpais.com>



Figura 59 - Meliponicultora fechando colmeia de barro. Fonte: Revista Selecciones México.

Na América do Sul, alguns povos indígenas brasileiros costumavam utilizar troncos ocos e cabaças para capturar as abelhas nativas (HOLANDA, 1957) e os troncos de árvore, chamados “cortiços” na meliponicultura tradicional brasileira, são ainda utilizados para abrigar as abelhas sem ferrão (VILLAS-BOAS, 2012). As soluções dos habitats propostos por essas culturas me inspiram e guiam para a criação de RUM_A, pois além do conhecimento milenar do convívio e manejo de abelhas nativas, a maioria dos materiais usados são naturais e locais, como o barro, palha, tronco (madeira), cabaça e pedra.

Colmeias na meliponicultura moderna

Com o desenvolvimento das técnicas de criação de abelha, as caixas/colmeias feitas para essa atividade foram sendo aprimoradas com os objetivos de proteger o ninho, otimizar o processo de divisão de colônias e facilitar a coleta do mel.

Desde então, muitos modelos de caixa foram propostos por diversos meliponicultores, a maioria faz uso da madeira como material mas variam em forma, organização interna, se é horizontal ou vertical e o tamanho (volume interno). Uma boa premissa para a escolha do modelo adequado de caixa é que ele seja compatível com o clima de cada região, com as espécies de abelhas disponíveis e com o objetivo de sua criação (VILLAS-BOAS, 2012).

É recomendado o uso de madeiras leves, com cheiro agradável, resistentes e sem nenhum tratamento. Além da impermeabilização e pintura com uma cor clara, do lado de fora. (MONTEIRO, 1998)



Figura 60 - Caixa INPA montada. Fonte: lojadasabelhas.com.br

O modelo de caixa INPA foi desenvolvida pelo pesquisador Fernando Oliveira quando trabalhou no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). É um dos modelos mais difundidos hoje no Brasil, com resultados positivos para a criação de abelhas sem ferrão, principalmente do gênero *Melipona* (VILLAS-BOAS, 2012). Posicionada verticalmente, se estrutura em 4 módulos, de baixo para cima: ninho, sobreninho, melgueira e tampa. Os dois primeiros são projetados para abrigar o ninho e a melgueira é pensada para as abelhas armazenarem o mel nos potes de alimento, essa diferença de espaços pode ser observada na Figura 62.

As dimensões dos módulos variam dependendo da espécie que se pretende abrigar, esse tamanho depende dos favos de cria da espécie, recomendando-se fazer 2 ou 3 centímetros maior que o diâmetro máximo dos favos. Esse modelo de caixa recomenda também que o orifício circular de entrada tenha um tamanho maior do que se costuma encontrar em colônias naturais, para que as abelhas moldem sua entrada do tamanho que lhes convém (VILLAS-BOAS, 2012).

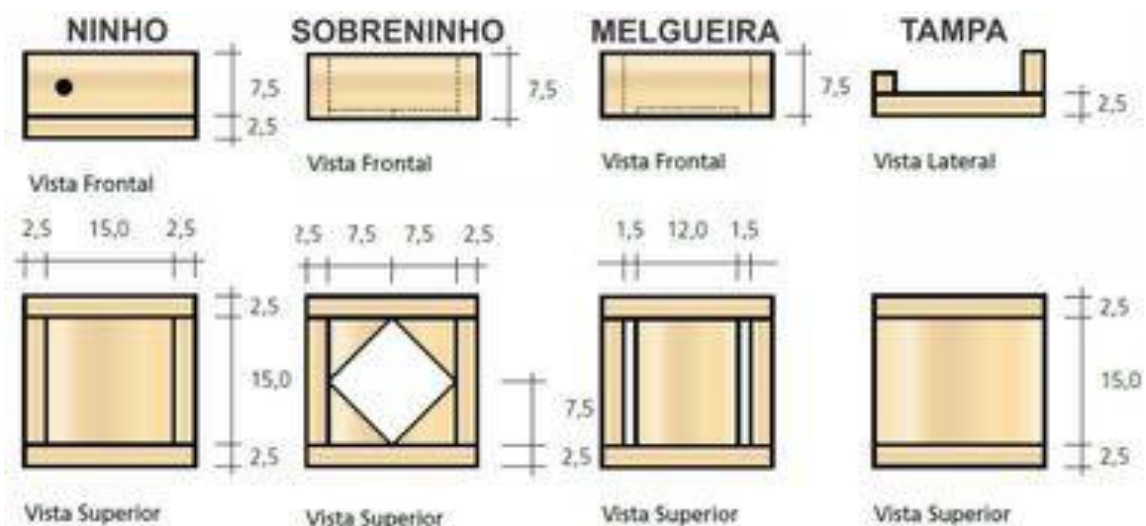


Figura 61 - Medidas caixa INPA para Jataí. Fonte: www.criarabelhas.com.br



Figura 62 - Interior de caixa INPA com abelha instalada. Fonte: Villas-Boas, 2012

Nogueira-Neto (1997), naturalista, pesquisador, meliponicultor e professor propôs um modelo de caixa: a PNN. Uma de suas vantagens são as dimensões, divididas em 4, que abrangem as necessidades de uma variedade correspondente a 80% das espécies domesticáveis de Meliponinis do sudeste Brasileiro e seu entorno.

Esse modelo é composto de 3 partes nomeadas como gaveta de baixo, gaveta de cima e teto, podendo ser adicionados dois quadros de aumento, um em cada gaveta. Esses quadros

servem para aumentar o espaço disponível para receber abelhas que constroem potes de alimento grande ou médios (NOGUEIRA-NETO, 1997).

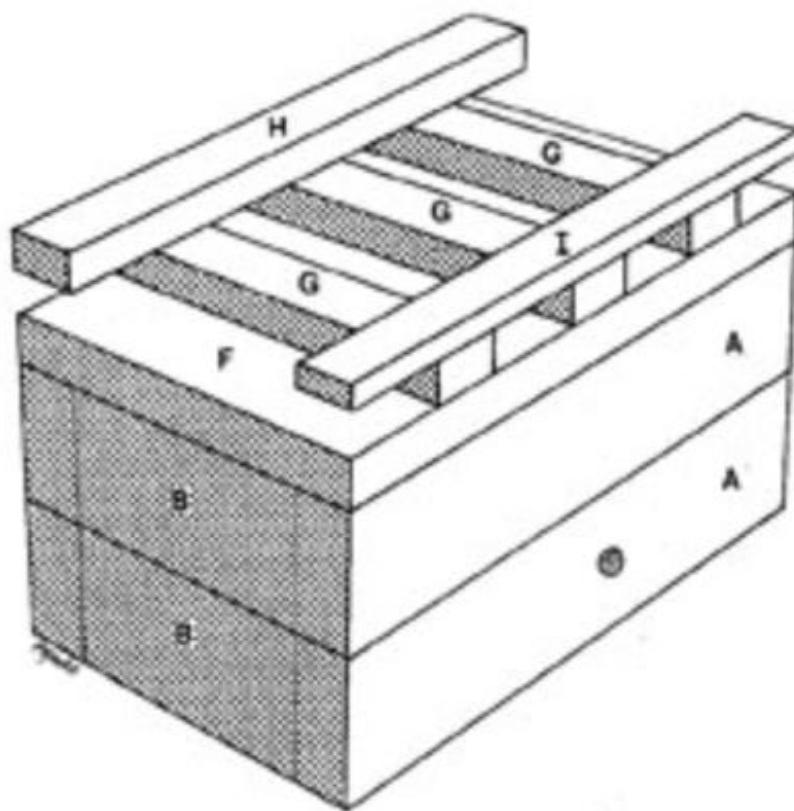


Figura 63 - Modelo PNN para abelhas sem ferrão. Fonte: Nogueira-Neto, 1997

Entre a gaveta de baixo e a gaveta de cima, no centro, há um espaço aberto, onde são posicionados os favos de cria. Os potes de alimento ficam no entorno do ninho, nos dois andares. Um detalhe interessante da caixa proposta por Nogueira-Neto (1997) é a presença de varetas de bambu como forma de auxiliar as abelhas na construção dos potes de alimento. Esses detalhes e a organização do ninho na caixa podem ser visto na Figura 64.

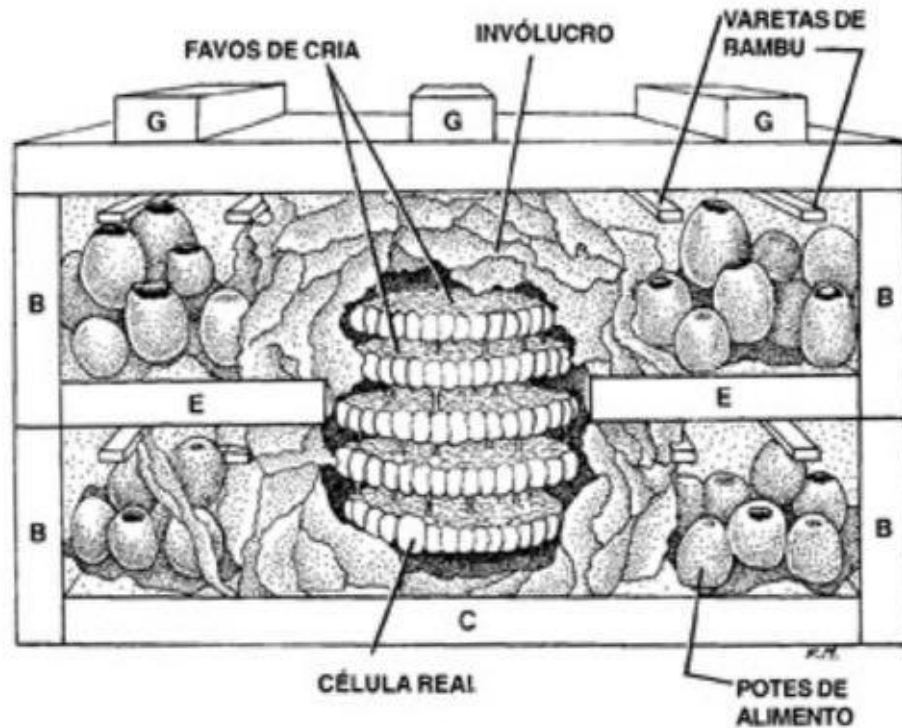


Figura 64 - Corte longitudinal de caixa PNN. Fonte: Nogueira-Neto, 1997

Há ainda os modelos de caixa verticais, um exemplo é a Nordestina, com apenas um andar e uma divisória entre o espaço do ninho e o espaço dos potes de alimento (Figura 65).

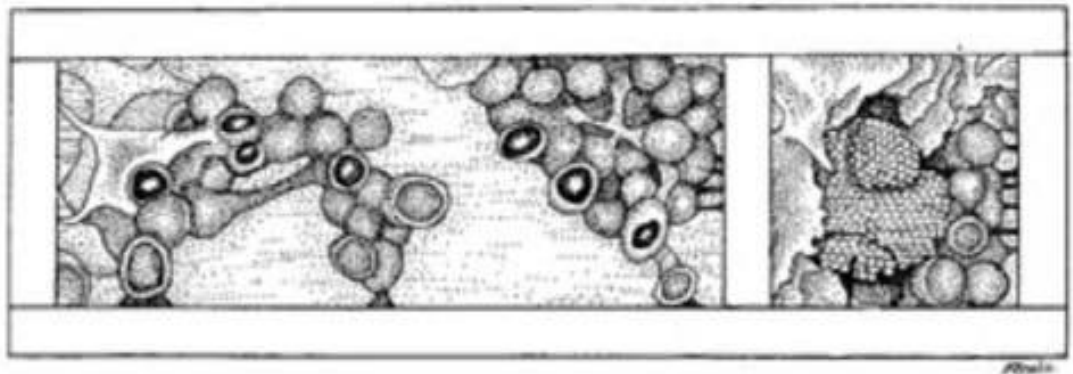


Figura 65 - Colmeia Nordestina aberta vista de cima. Fonte: Nogueira-Neto, 1997



Figura 66 - Variedade de tamanho de colmeias "Nordestina". Fonte: Selma Carvalho e Francisco Chagas

As caixas de criação de abelhas propostas para a meliponicultura me auxiliaram sobretudo nas dimensões em relação à cada espécie, volume interno, espessura das paredes, diâmetro mínimo para a construção do ninho e diâmetro do furo de entrada para cada espécie.

Apicultura natural

A apicultura¹⁷ natural é um movimento que procura entender a apicultura com foco nas abelha, compreendendo suas necessidades biológicas e promovendo a conservação das espécies. Tem como princípio a preservação e o bem estar das abelhas e não a produção de mel, cera ou própolis como vemos na apicultura racional.

Uma diferença entre a apicultura racional e a natural que interessa ao projetar RUM_A são os formatos propostos das colmeias. A apicultura racional sugere caixas retangulares que facilitam a retirada dos produtos produzidos pelas abelhas. Já as colmeias que seguem a lógica

¹⁷ Apicultura: atividade de cultivo e criação de abelhas Apis, como a Apis Mellifera.

da apicultura natural procuram obedecer as formas originais dos favos, observando o modo como elas vivem nos ambientes naturais (Figura 67).

A *Sun Hive* (Figura 68) por exemplo, é uma alternativa pensada para a apicultura natural. Foi inventada pelo apicultor e escultor alemão Guenther Mancke, que se inspirou na forma natural da colmeia das abelhas *Apis Mellifera*.



Figura 67 - Favos de *Apis Mellifera*. Fonte: <http://classicwoodie.tumblr.com>



Figura 68 - Sun Hive. Fonte: www.naturalbeekeepingtrust.org

A estrutura da *Sun Hive* é em madeira e a cobertura em palha trançada, como uma cesta, e é feita para ficar suspensa a pelo menos 2.5 metros de altura. Sua forma oval é pensada para harmonizar com os movimentos e circulação das abelhas dentro de uma colmeia. As partes de cima e de baixo podem ser separadas e removidas individualmente, facilitando o manuseio caso necessário. Os arcos que fazem parte da estrutura e onde as abelhas prendem os favos são também removíveis e ficam cobertos com um tecido com cera. É opcional a adição de uma outra caixa no topo da colmeia para as abelhas colocarem o excesso de mel, de onde pode-se fazer a colheita do mel.



Figura 69 - Estrutura de uma Sun Hive. Fonte: www.naturalbeekeepingtrust.org

Os efeitos já observados por apicultores que escolheram esse tipo de colmeia é uma maior tranquilidade nas abelhas, mais dóceis e saudáveis, e não precisam dos métodos artificiais de supressão, tendo ainda menos tendência ao colapso da colônia.

Outro movimento pela apicultura natural é a empresa *Apis Arborea*, fundada pelo Alemão Michael Thiele, um dos mais importantes apicultores e precursores da apicultura como restauração do habitat natural e das abelhas *Apis* nativas. Dos serviços prestados pela empresa, que vão desde workshop e consultoria até instalação de colmeias, eles vendem e ensinam fazer as “*log hives*”, que são colmeias que imitam as tradicionais colmeias de abelhas (*Apis*) em troncos.



Figura 70 - Log Hive instalada. Fonte: www.apisarborea.com

“Rewilding” é o termo que Thiele usa para descrever o objetivo dele com as abelhas melíferas, em português o termo quer dizer algo como “retornar à vida selvagem” das abelhas, permitindo que elas voltem a viver como viveram por milhões de anos - em troncos de árvores, suspensas, fugindo da ideia da domesticação das abelhas.

Localbee

Esse projeto de colmeia segue também as formas naturais de nidificação das abelhas *Apis* como princípio de design, possui uma estrutura que se assemelha com a *Sun Hive* e foi feita pelo designer Will Jordan.

O que me chama atenção no projeto são os materiais escolhidos pelo designer: cortiça, madeira e micélio, a madeira como estrutura e a cortiça e o micélio em camadas para melhorar as capacidades térmicas da colmeia. Não há muita informação sobre testes de uso ou como as abelhas se comportaram na presença do micélio, o que há de informação acerca das vantagens do micélio na colmeia, além das propriedades de isolar termicamente, é que protege as abelhas dos ácaros *Varroa* e facilita a limpeza da colmeia após a colheita do mel, já que o designer propõe o descarte e a troca da camada de micélio.



Figura 71 - LocalBee em partes. Fonte: www.snupdesign.com

Outra característica interessante do projeto é a solução de fixação da colmeia na árvore, com possibilidade de regulação para melhor se adaptar ao tronco. O proposto pelo designer é a fixação da colmeia no alto de árvores, assim como as colmeias inseridas na lógica da apicultura natural. O projeto cita a extração do mel como uma de suas prioridades, mas o posicionamento e os modos de fixação não auxiliam no trabalho do apicultor, nem na retirada do produto da árvore para o manejo no solo, nem o manejo local, sem retirar a colmeia da árvore.



Figura 72 - LocalBee instalada. Fonte: www.snupdesign.com

Myco-skep

O projeto 'Myco-skep' foi compartilhado pelo perfil *Biologic Systems Design* em um grupo dedicado a experimentos e projetos com materiais de biofabricação na rede social *facebook* chamado *Fungal Materials and biofabrication*.



Figura 73 - Myco-skep. Fonte: <https://www.facebook.com/biologicsystemdesign>



Figura 74 - Moldes para Myco-skep. Fonte: <https://www.facebook.com/biologicsystemdesign>

Com poucas informações na publicação e sem respostas do perfil na tentativa de contato, pouco consegui saber sobre os resultados e processos além do que mostram as imagens e o pequeno texto que as acompanhava.

A colmeia chamada de ‘Myko-skep’, é feita de compósito com micélio, com substrato de papel e serragem, inoculados com o fungo Reishi (*Ganoderma Lucidum*). O acabamento é feito em palha e barro, como pode-se ver na parte de baixo da figura 32. E a figura 33 mostra os moldes nos quais o fungo cresceu, se alimentando do substrato fornecido. Pela imagem os moldes parecem de cerâmica ou gesso.

Infelizmente não consegui entrar em contato com o dono do projeto para saber se a colmeia de micélio recebeu abelhas e como as mesmas reagiram ao material. Informação que seria cara para comparação com os testes da RUM_A, que apesar de propor contato com espécies diferentes de abelhas (*Myco-Skep* é um projeto de colmeia para a espécie *Apis Melifera*), seria um previsão importante para se levar em conta quando estudadas as reações e interações dos insetos estudados com o micélio na construção de ninhos.

To-Bee

Figura 75 - Projeto "To-Bee". Fonte: www.eCycle.com.br



Figura 76 - projeto "To-Bee". Fonte: www.eCycle.com.br

O projeto 'To-Bee' foi feito por Lavi Bar, um estudante de desenho industrial de Jerusalém, que tem como objetivo possibilitar a apicultura caseira e ajudar na preservação das abelhas.

É uma colmeia em terracota acoplada a uma bancada em madeira. As abelhas entram por um corredor em uma das laterais da bancada e chegam à colmeia, que pode ser aberta ao meio, facilitando o manuseio da área interna, como a coleta de mel.

O estudante diz que pode ser usada para várias atividades: consumo próprio ou comércio do mel, lazer e criação das abelhas ou parte de um projeto de paisagismo. E para a bancada, sugere como apoio para vasos de flores aromáticas para atrair as abelhas

O projeto de Levi Bar é interessante ao inserir as plantas e a colmeia para as abelhas no mesmo projeto, ao propor uma colmeia-bancada, que serve de suporte tanto para as abelhas quanto para os vasos de plantas. É nesse sentido que 'To-Bee' me inspirou, além do formato atraente e da textura orgânica do barro.

A facilidade da coleta do mel e a "janela" de acrílico para visualização das abelhas me ajudaram a deixar claro as minhas intenções no projeto RUM_A, de não exploração do mel, assim como o impedimento do manuseio da parte interna, onde as abelhas constroem os ninhos.

Urban Beehive



Figura 77 – Urban Beehive da Philips . Fonte: <https://www.jebiga.com/urban-beehive-philips/>

Idealizada pela empresa de tecnologia *Philips*, a 'Urban Beehive' é um projeto-conceito de colmeia urbana que permite que qualquer pessoa torne-se um apicultor amador, mesmo se você vive em um apartamento sem acesso à área externa. A estética tecnológica, limpa e moderna é atrativa, mas somente para os humanos. A proposta da *Phillips* foi criticada por

alguns apicultores e biólogos que afirmam que a bolha em acrílico com passagem de luz e possibilidade de visualização da atividade das abelhas a todo momento é prejudicial e invasiva para os insetos produtores de mel.

Aproximar os humanos urbanos das abelhas, com a proposta de contato, troca, conhecimento e preservação é positivo, e as soluções de design da colmeia em questão são interessantes, presa à parede, com espaço para um vaso de planta e a facilidade da colheita do mel de maneira menos invasiva às abelhas (sem necessidade de abrir o ninho e coletar favos). Mas o projeto como um todo soa mais como um dispositivo produtor de mel do que uma casa receptiva para abelhas no espaço urbano.

O projeto “Urban Beehive” serviu de inspiração para a RUM_A em um âmbito estético e como mais um ponto de atenção à possibilidade da criação de abelhas no espaço urbano. Como a Phillips é uma empresa grande e reconhecida, foi importante para fortalecer o argumento de que existe um público interessado em projetos que trabalham com a criação ou convivência com abelhas por pessoas comuns.

The Guerilla Beehive

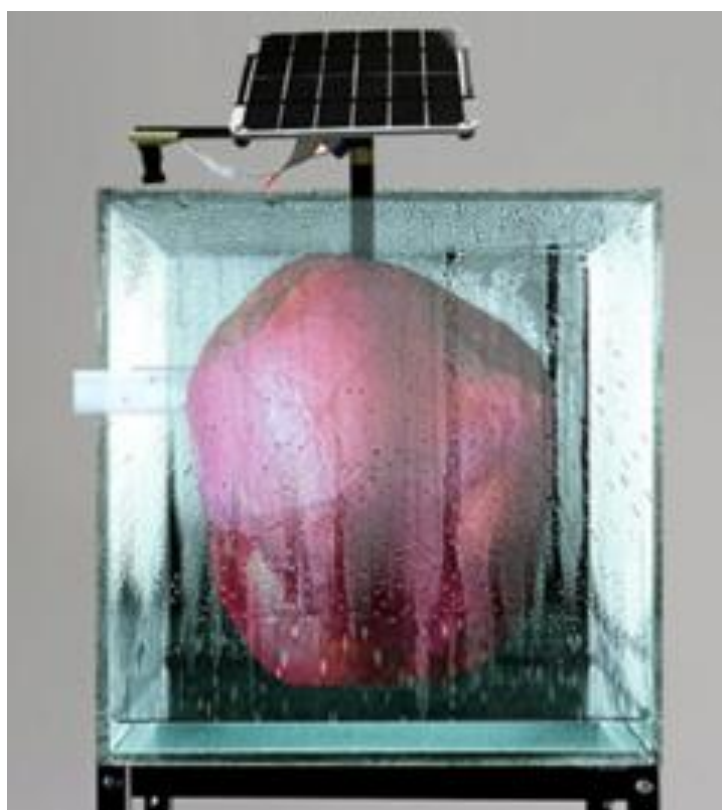


Figura 78 –Protótipo da Guerilla Beehive. Fonte: <https://research.annemariemaes.net/doku.php>

Guerilla Beehive é um projeto de AnneMarie Maes, pesquisadora de Bruxelas, que atua na área do design, das artes e da ciência. O projeto proposto, assim como a atuação da autora, ultrapassa as fronteiras do conhecimento acadêmico, unindo artistas, apicultores, “makers” e pensadores. Além da interdisciplinaridade, o projeto é colaborativo também em relação aos atores não-humanos, como ela mesma diz: “como artistas, apicultores, “makers” e pensadores, nós colaboramos com animais, plantas, insetos e bactérias” (MAES, 2016; tradução pela autora)

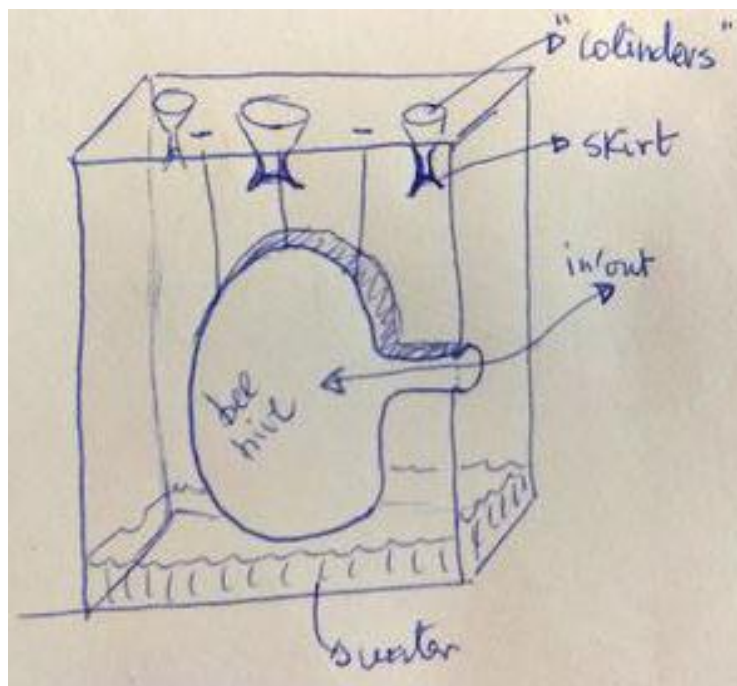


Figura 79 – Croqui Guerilla Beehive. Fonte: <https://research.annemariemaes.net/doku.php>

AnneMarie propõe uma colmeia inteligente que oferece abrigo à enxames de abelhas em troca de informações do ecossistema em que o projeto está localizado.

Em referência à Tim Ingold, Maes (2016) diz “Esse não é um estudo de-, mas um desenvolvimento junto com ‘o outro organismo’.” E acrescenta “Essa colaboração deve levar a um sistema mais diverso e portanto, mais resiliente, pós-humano e pós antropocentrismo”.

Identifico e utilizo a prática e intenção da co-criação e do desenvolvimento conjunto ao invés do puro estudo sobre os outros organismos envolvidos para projetar RUM_A. *Guerrilla Beehive* foi muito importante para perceber como se dá a aplicação dessas ideias em um projeto, um produto vivo. Para além da inspiração de aplicação do conceito, o projeto de AnneMarie tem a colaboração de um material vivo, uma bactéria conhecida por fermentar a bebida Kombuchá.

A autora estuda a celulose bacteriana com aplicação de outras bactérias (através da biologia sintética) para fazer da própria colmeia um sensor, mudando de cor de acordo com o ambiente, identificando poluição e armazenando esse e outros dados em um banco de dados. Outra característica é ter no próprio material proposto uma proteção contra as pragas mais comuns em colmeias de abelhas *Apis*, como a *Varroa*.

O design e a forma do projeto de Anne Marie são inspirados em formas orgânicas e levam em conta os requisitos de sobrevivência e bem-estar das abelhas, como temperatura e umidade, volume interno e locais de instalação.

A questão mais importante que guardei ao ver e ler sobre o projeto *Guerilla Beehive* foi de como se daria o co-criar no meu projeto. Qual o melhor jeito de deixar espaço para que seja ocupado e completado por outros organismos? No meu caso abelhas, micélios, plantas e humanos. Em outros momentos voltei ao projeto de AnneMarie para inspiração formal e metodológica, já que todo o processo do projeto está explicado na página de pesquisa da autora.

Colmeias Urbanas



Figura 80 - Hotel de abelhas solitárias. Fonte: <https://www.thingiverse.com/thing:1687353>

Colmeias urbanas é um projeto do Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR voltado a proteção das abelhas nativas brasileiras. A proposta é a utilização de fabricação digital, prototipagem rápida e do design open-source para a criação de dispositivos e soluções que

auxiliem na proteção de abelhas nativas brasileiras, disponibilizando os projetos a qualquer cidadão que tenha acesso à alguma impressora 3d. O projeto é desenvolvido pelo Núcleo de Design & Sustentabilidade da Universidade Federal do Paraná e pretende a contribuição de profissionais e empresas que trabalhem na área de meliponicultura.

O projeto se dedica também à educação ambiental, expondo a importância das abelhas nativas brasileiras e da preservação das mesmas, assim como a importância da polinização, incentivando a expansão e conservação da flora atrativa para esses insetos no espaço urbano e oferecendo projetos de produtos que podem ser utilizados como colmeia por esses seres.

Alguns projetos de colmeias para impressão 3d podem ser encontrados no blog criado para o projeto: <http://colmeiasurbanas.blogspot.com>, de onde foi selecionada a Figura 80 para ilustrar melhor a proposta do Núcleo de Design.

O que mais chama atenção no projeto proposto pelo Núcleo de Design & Sustentabilidade é a preocupação com a educação ambiental e a disponibilização de projetos para que um maior número de pessoas possa colaborar com a preservação de abelhas nativas. Isso porque a fabricação digital possibilita o design ser feito em um lugar e ser impresso em qualquer outro lugar que tenha uma impressora.

Refúgio



Figura 81 - Projeto Refúgio de Maliarts. Fonte: <http://creative.maliarts.net/MA/refugio.html>

O projeto do estúdio de design mexicano *Maliarts* impressiona pelo apelo estético (da perspectiva humana) e delicadeza. E é também uma inspiração temática, uma vez que é voltado para abelhas do espaço urbano, oferecendo abrigo, água e alimento. As abelhas pensadas para ocupar o espaço de abrigo desse projeto são as solitárias, mas a água e alimento podem ser de usufruto de qualquer inseto que compartilha com humanos o espaço urbano. Me inspiram as escolhas formais e a apresentação do produto.



Figura 82 - Projeto Refúgio de Maliarts. Fonte: <http://creative.maliarts.net/MA/refugio.html>

Hotel Inteligente para abelhas nativas



Figura 83 - Hotel Inteligente para abejas. Fonte: <https://facebook.com/hoteldeabejas>

Esse projeto tem vários pontos interessantes e que foram muito importantes para o desenvolvimento da RUM_A. O primeiro deles é que foi um projeto elaborado no evento de inovação cidadã: LABIC (promovido pela secretaria geral Iberoamericana), que ocorreu no ano de 2019 na Costa Rica, e no qual eu estive colaborando com outro projeto. O evento, que teve a temática social e ambiental no ano de 2019, promove a colaboração interdisciplinar e internacional para o desenvolvimento de 10 projetos previamente selecionados.

Hotel Inteligente para abelhas nativas foi proposto por Ronny Castillo e conta com uma equipe diversa, com especialistas em abelhas, designers, programadores e técnicos em eletrônica. Se utiliza da tecnologia de fácil acesso para o estudo da vida silvestre, gerando dados abertos para incentivar e impulsionar as investigações acerca desses animais e da ciência cidadã, colaborando com a preservação das abelhas silvestres e do ambiente em que circulam. É um projeto voltado para as abelhas solitárias nativas das regiões em que o hotel está instalado, por enquanto em Guanacaste, na Costa Rica e em Morazán, em El Salvador.

São coletados dados como: temperatura, umidade, pressão atmosférica, partículas em suspensão e nível de CO₂, que ficam disponíveis por data e hora de coleta no site do projeto: <http://hoteldeabejas.org>. Uma camada de acrílico possibilita a visualização dos ninhos construídos e logo, a identificação da abelha que ocupou aquele espaço.

O projeto foi meu primeiro contato com as abelhas nativas que podem ser encontradas, como já dito, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Além de me trazer à tona a importância da preservação das abelhas nativas e a existência das abelhas solitárias, o projeto me inspira da forma como foi feito, coletivamente e colaborativamente, reunindo diversas áreas de conhecimento.



Figura 84 - Interface do site e coleta de dados do projeto Hotel Inteligente para abejas. Fonte: hoteldeabejas.org/hoteldata



Figura 85 - ninho de abelha solitária. Fonte: <http://hoteldeabejas.org>

1.7.2 Projetos de referência com micélio

As aplicações dos materiais com micélio em trabalhos de design, arquitetura e arte me inspiraram e encorajaram a acreditar nesse ser vivo como parte da proposta de RUM_A.

Mostro nessa seção alguns desses projetos que exprimem as possibilidades de criação e versatilidade do material, além de algumas de suas propriedades.

Mycelium Chair por Eric Klarenbeek

A cadeira em micélio exposta no Dutch Design Week de 2013 foi proposta por Eric Klarenbeek e realizada com a colaboração de cientistas da universidade de Wageningen. A principal proposta do designer e equipe era: “reunir máquina e natureza para criar um novo material que possa ser usado para fazer qualquer produto” (KLARENBEEK *apud* FAIRS, 2013. Tradução pela autora).



Figura 86 - Cadeira de Micélio. Fonte: <https://www.dezeen.com>

A cadeira foi impressa com um substrato feito de palha, água e micélio do fungo *Pleurotus Citrus* com uma fina camada externa de bioplástico impresso para conter o crescimento do fungo naquele espaço definido. Os cogumelos, quando crescem, são apenas decorativos, o que importa é a estrutura que o micélio forma e preenche a cadeira. Klarenbeek foi dos primeiros a experimentar com impressão de micélio, abrindo as portas para essa possibilidade.



Figura 87 - Amostras de material e de impressão com substrato de palha e micélio

Blast Studio



Figura 88 - Simulação de ambiente com impressora 3D de micélio. Fonte: <https://www.blast-studio.com>

Blast Studio (Biological Laboratory of Architecture and Sensitive Technologies) é um laboratório no Reino Unido que investiga as relações entre novas tecnologias e organismos vivos para desenvolver processos criativos na arte e arquitetura.

Interessados em criar um novo ecossistema na cidade, apostam na impressão 3D de biomateriais como uma forma de produzir design e ajudar o meio ambiente, reciclando resíduos urbanos (copo de café, caixa de pizza, etc) e transformando-os junto à organismos vivos (fungos) em objetos com baixo impacto ambiental.



Figura 89 - Resultado de objeto impresso com pasta de micélio e copos de café. Fonte: <https://www.blast-studio.com>

O objeto mostrado na Figura 89 e diversos outros apresentados pelo laboratório, foram importantes para ter uma noção das angulações possíveis para a impressão com a pasta de micélio.

Outra coisa importante que o *Blast studio* traz de conhecimento é a visualização da habilidade de união do micélio, como pode-se observar bem no projeto *Lovely Trash Column*, impresso em partes que foram sobrepostas em um segundo momento. A forma desse trabalho foi definida por um algoritmo criado para gerar formas de acordo com o crescimento do micélio e o clima ambiente, fazendo mais ou menos curvas que retêm umidade e calor, protegendo o micélio e possibilitando que ele cresça em sua máxima potência.



Figura 90 - Lovely Trash Column. Fonte : <https://www.blast-studio.com>

The Growing Pavilion

O projeto foi realizado por Company New Heroes em parceria com a fundação de design da Holanda para o Dutch Design Week 2019 (Semana de design da Holanda). A ideia era construir um pavilhão com materiais de origem biológica mostrando as possibilidades, a beleza e o poder desses materiais. Uma das coisas que considero mais fortes no projeto é a escolha de deixar o material puro e em evidência, mostrando as texturas e cores, que variam bastante em cada parte de pavilhão.

No interior foram expostas obras e projetos de artistas, designers e arquitetos que trabalham na interseção do design com a biologia, principalmente na área de materiais.

O pavilhão tem como objetivo chamar atenção para a necessidade de uma economia mais circular e de base biológica, propondo arquiteturas mais saudáveis para o humano e o

ecossistema, uma vez que o micélio, material para construção, captura e estoca CO₂, as paredes são respiráveis, permitindo a circulação e troca do ar, e os recursos utilizados são renováveis.



Figura 91 – The Growing Pavilion. Fonte: <https://companynewheroes.com/project/the-growing-pavilion/>



Figura 92 - Detalhe da porta e do interior do pavilhão. Fonte: <https://companynewheroes.com/project/the-growing-pavilion/>

Esse pavilhão e a cadeira de Eric Klarenbeek (Figura 86) foram os primeiros trabalhos que vi com micélio ao iniciar meus estudos com o material e suas possíveis aplicações no design, confirmando a versatilidade e capacidade do compósito com micélio de formar estruturas complexas em dimensões variadas.

3d Printed Bio-hybrid Structures

O projeto de Claudia Colmo e Phil Ayres (2020) propõe um sistema de arquitetura híbrida com micélio como uma forma de auxiliar na restauração ecológica de ambientes urbanos contaminados, seguindo o conceito de *Mycorestoration* de Paul Stamets (2005) no qual o autor defende a ação dos fungos como decompositores de poluentes no solo. As estruturas são pensadas para serem impressas em 3d já no local em que se pretende restaurar, usando como material um biocompósito à base de terra, inoculado com micélio de *P. Ostreatus*.

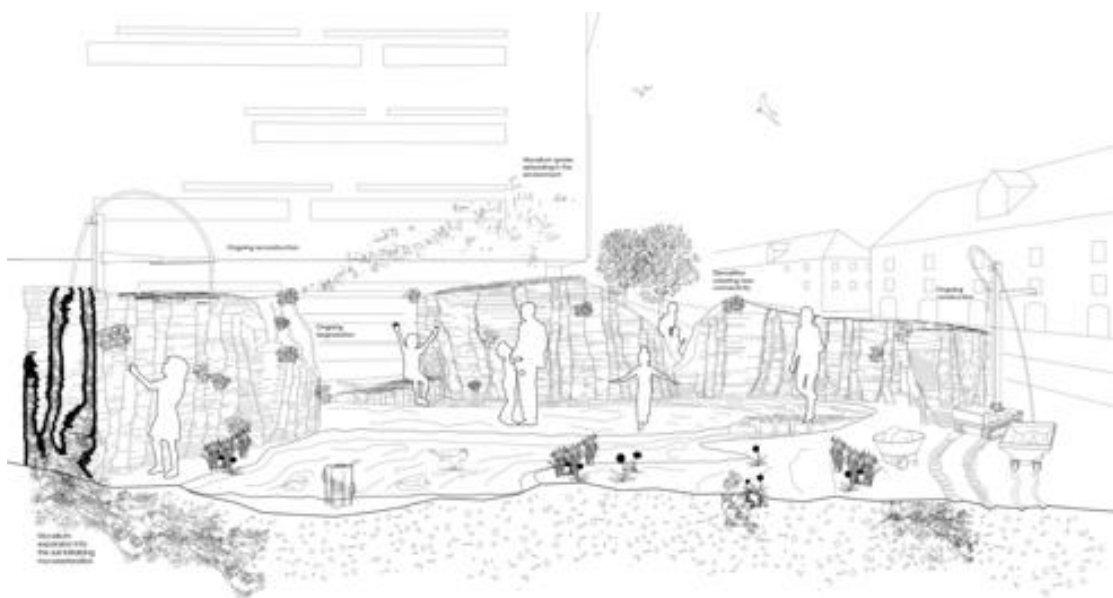


Figura 93 – Simulação de aplicação das estruturas bio-híbridas. Fonte: COLMO, Claudia et al. (2020)



Figura 94 - Micélio crescendo em estrutura. Fonte: COLMO, Claudia et al. (2020)

Na proposta de Claudia e Phil me encanta a ideia de aproximar os fungos dos espaços urbanos, atualmente dominados pelos humanos, tanto pela intenção da restauração do solo nesses ambientes, quanto simbolicamente, ao chamar atenção para a necessidade de cuidar dos espaços que dividimos com outras espécies, que podem ser aliadas nesse propósito da restauração e saúde dos ambientes.

Ecovative

Ecovative é a primeira empresa a colocar produtos feitos com micélio no mercado, produtos esses em sua maioria embalagens, usando o compósito de micélio e o micélio puro como material para substituir isopor e espuma ou tecido, que correspondem às patentes *Mycocomposite*TM e *Mycoflex*TM (Figura 95). É pioneira também em relação à produção em larga escala desses biocompósitos.



Figura 95 – *Mycocomposite*TM (à esquerda) e *Mycoflex*TM (à direita). Fonte: <https://ecovatedesign.com>

É muito importante citar a *Ecovative* por ela ser responsável por uma série de quebra de barreiras no mercado e de preconceções humanas em relação aos fungos e ao uso desses seres para a fabricação de produtos, que agora em circulação no mercado funcionam como uma validação do uso seguro do material e impulsiona pesquisas e avanços dessa tecnologia.

1.7.3 Projetos, pesquisas e outras áreas de referência

NANO - UFRJ

Acho importante começar as referências em outras áreas pelo laboratório NANO (Núcleo de Artes e Novos Organismos). Faço parte do NANO desde o ano de 2017. Da forma mais orgânica possível, da experiência vivida, o laboratório interdisciplinar é fonte de conhecimento e discussões acerca das relações entre tecnologia, arte e natureza, que moldaram e moldam a minha percepção de mundo, minha formação acadêmica e me contagia nas pesquisas e metodologias para a criação de RUM_A.

A proposta de RUM_A surge a partir de pesquisas que eu já vinha realizando no laboratório, o estudo de materiais ecologicamente coerentes para uso na arte e no design e o estudo com abelhas, junto ao projeto S.H.A.T.S (Sistema Habitacional para Abelhas Sem Teto) de Malu Fragoso. Malu, co-orientadora do projeto RUM_A, é coordenadora do laboratório NANO ao lado de Guto Nóbrega e o laboratório é composto por alunos da graduação de diversas áreas e alunos da pós em Artes Visuais da UFRJ.



Figura 96 – A autora e Malu Fragoso no laboratório experimentando materiais (arquivo do NANO)



Figura 97 – A autora em contato com abelhas em pesquisa de campo do NANO (arquivo do NANO)

Ana Laura Cantera

A artista e pesquisadora Ana Laura¹⁸ foi muito importante desde o início do projeto, me lembro do dia em que perguntei a ela sobre fazer uma colmeia com o material de fungos, no início de 2020, quando ela estava como pesquisadora convidada do laboratório NANO e as trocas que fizemos foram um grande incentivo e exemplo para a pesquisa, principalmente com os materiais. Ana Laura não apenas incentivou meus interesses e ideias com o micélio como me mostrou que era possível cultivar fungos em espaços adaptados e me apresentou referências teóricas essenciais para a RUM_A.

Junto com Damian Ferrari, Ana ofereceu uma oficina de monitoramento biológico no laboratório NANO na qual produzimos uma incubadora controlada por arduíno, que é precisamente a que estou utilizando neste projeto-pesquisa para realizar os testes para cultivo caseiro de micélio.

¹⁸ Cantera é artista bioeletrônica, investigadora e professora. Mestre em artes eletrônicas pela universidade Nacional de Tres de Febrero (Argentina). Fez bacharel e é professora em artes visuais na Universidade Nacional de las Artes (UMA). Em suas produções artísticas trabalha os conceitos de natureza e território como interface entre a eletrônica e os organismos não humanos. Recentemente obteve a bolsa Global Community Bio Fellows, desenvolvida no MIT e no Programa ELAP para Líderes Emergentes nas Américas (Concordia University-Montreal). É co-fundadora do Mycocrea - Laboratório de Biomateriais e do coletivo de arte e biorobótica Robotícula, juntamente com Demián Ferrari. É membro do coletivo Ecoestéticas e faz parte do Laboratório Subaltern de Geopoética. Site: <https://www.analauracantera.com.ar>



Figura 98 - Oficina de sensoriamento remoto no laboratório NANO (arquivo do NANO)

Ana Laura trabalha com biomateriais e robótica, propondo seres híbridos como o robô *Life Guardian*, do projeto *Cartografias invisibles* (Figura 99) que é mecânico e impresso em 3d mas também é composto por um ser vivo, um fungo que determina e modifica o comportamento do robô.

O projeto se relaciona com espaço que circula e mede a qualidade do ar e os gases na atmosfera. O robô *Life Guardian*, parte do projeto *Cartografias invisibles*, além de captar dados da qualidade do ar, umidade e temperatura, se move em busca das melhores condições para sua parte viva, o fungo.



Figura 99 - *Life Guardian*. Fonte: www.analauracantera.com.ar

Anna Tsing

Anna Tsing é antropóloga e estuda a criação de paisagens multiespécies com humanos e não-humanos como ferramenta para viver nas ruínas do Antropoceno. Em sua pesquisa, aprofunda-se nos estudos do Matsutake, cogumelo muito apreciado no Japão, associado ao carvalho, ao pinheiro e aos agricultores humanos, cada um com seu papel essencial para formar e reformar essa paisagem ativa e simbiótica que é Satoyama (TSING, 2019).

Para evidenciar os papéis e os participantes dessa paisagem estudada, a autora e a artista Elaine Gan criam diagramas para “ajudar a transmitir a vivacidade das assembléias mostrando satoyama como um conjunto de elementos móveis, cada um criando possibilidades de viver para os outros” (Tsing, 2019). Esses diagramas funcionam como desenhos de cada um dos quatro elementos participantes e com a justaposição temporal desses seres, que Tsing chama de coordenações. Apesar da autora estar falando dos quatro elementos que tornam essa “assembleia multiespécie” (Tsing, 2019) possível, ela lembra da importância da presença de outros seres, plantas e animais que são viabilizadas pela união dos quatro formadores de satoyama: os fungos com micorrizas (Matsutake), os carvalhos, os pinheiros e o agricultor humano.

A pesquisa de Tsing, assim como a de Donna Haraway que falaremos em seguida, nos influenciam muito nas propostas como objeto de design. Vemos RUM_A também em simpoiese com as ideias das autoras, por ser uma proposição de um modo de viver multiespécies, que incentiva as relações entre espécies como forma viver no Antropoceno.

Donna Haraway

A bióloga e filósofa Donna Haraway é uma grande referência para o projeto, muitos conceitos criados ou usados pela autora nos guiaram na construção de ideias e ações. Para além do embasamento conceitual com as reflexões desenvolvidas ao longo do livro “*Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*” (2016), traduzido para português como “*Ficando com o problema: fazendo parentes no Chthulucene*”, a autora colaborou com o processo e pensamento metodológico do projeto, principalmente com o conceito de simpoiesis.

Neste livro citado, ela fala do antropoceno como um evento-limite e propõe um nome complementar pra esse período: Chthuluceno, propõe as “sf” (string figures ou speculative feminism ou speculative fabulation ou science fiction ou science fact, so far), colabora com os estudos multiespécies, usa a palavra responsibility como “response-ability”, que em português poderia ser traduzida para: habilidade de resposta, apresenta o conceito intra-ação,

de Karen Barad (2013), e colabora com todas essas reflexões orientando a construção do conceito e a metodologia do projeto.

A imagem que coloco aqui (Figura 100) foi retirada do livro de Haraway (2016) e ilustra justamente esse fazer(-se)-com outras espécies que tanto motivou a criação de RUM_A.

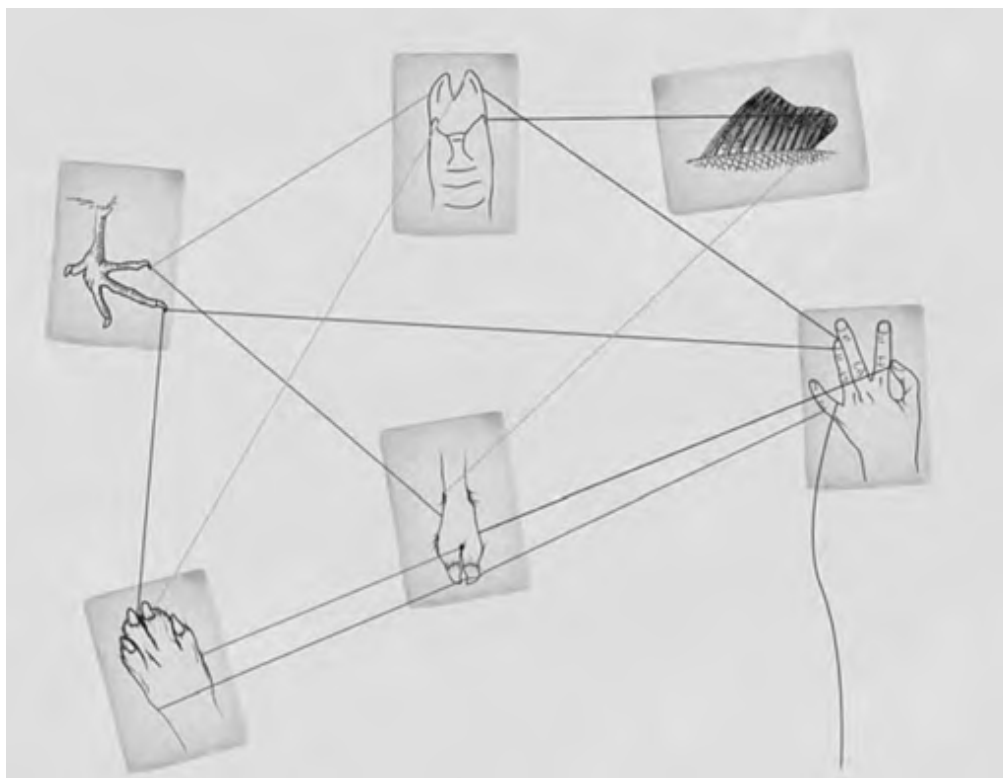


Figura 100 - Cama de Gato Multiespécies por Nasser Mufti, 2011. Fonte: HARAWAY, 2016

Nery Oxman

Designer multi-disciplinar e professora fundadora do grupo “The Mediated Matter” no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachussets), Nery Oxman iniciou e oficializou o campo de estudos de “Material Ecology” (Ecologia de material em tradução literal para o português), que mistura tecnologia e biologia resultando em trabalhos alinhados com os princípios de sustentabilidade ecológica.

Os trabalhos e reflexões de Nery Oxman influenciam minhas pesquisas desde que comecei a investigar materiais no laboratório NANO, em 2018. Unindo a ciência de materiais, tecnologias da fabricação digital e design orgânico o campo de estudo que ela propõe, Material Ecology, procura criar novas possibilidades de futuro, apresentando novas formas de fazer design e co-criar os espaços ao nosso redor que sejam natureza.

“Da mudança climática a exploração espacial, o campo da Ecologia de Materiais oferece novas oportunidades de design e construção que são inspiradas, instruídas e projetadas por, para e com a Natureza.” (Texto original: “From climate change to space exploration, the field of Material Ecology presents new opportunities for design and construction that are inspired, informed, and engineered by, for and with Nature.” Retirado do site de Oxman: <https://Oxman.com/#exhibition>).

Nery Oxman e seu grupo interdisciplinar de cientistas e artistas, criam máquinas, ferramentas e arquiteturas para tornar possíveis suas investigações, que vão desde produtos a construções e instalações. Um campo de pesquisa dentro das propostas de Oxman que se encontram com a proposta de RUM_A são os chamados *co-fabrication systems* (sistemas co-fabricados) onde ela e o grupo propõem não só uma colaboração interdisciplinar mas também interespecífica. Para ilustrar e exemplificar os trabalhos do grupo trouxe dois projetos: *Silk pavilion II*, uma colaboração entre humanos e bichos-da-seda (Figura 101) e a Figura 102 que mostra a colaboração entre abelhas e uma estrutura impressa em 3d, com uma tecnologia denominada *Biologically augmented digital fabrication* (Fabricação digital biologicamente aumentada, em tradução literal).



Figura 101 - Silk Pavilion II em exposição no MOMA. Fonte: <https://Oxman.com/#exhibition>



Figura 102 - Colaboração entre abelhas e estrutura impressa em 3d. Fonte: <https://oxman.com/projects/co-fabrication-systems>

Paul Stamets

Paul Stamets é micólogo e empreendedor, muito conhecido por trazer os conhecimentos científicos para a população, acredita na eficiência do micélio como agente de restauração ecológica e preservação da biodiversidade e pesquisa também o uso medicinal de cogumelos.

Para RUM_A, a influência de Paul Stamets se deu além dos estudos e imersões sobre a biologia e ecologia dos fungos, que acompanhou as leituras e descoberta da pesquisadora em ecologia florestal Suzanne Simard, já citadas ao falar das relações dos fungos com as plantas.

Aqui nas referências quero citar o lado cientista-empresendedor de Stamets, que ao lado de Paul Taylor, criou o *BeeMushroomed feeder*, um alimentador para a abelhas com um líquido composto com algumas espécies do gênero *Polyporus* (gênero que inclui o o *Ganoderma Lucidum*) que aumenta o sistema imunológico desses seres e pode evitar o colapso da colônia (Stamets, P. E. et. al, 2018) A descoberta feita por Stamets, de que abelhas (*Apis Melifera*) coletavam um líquido expelido por esses fungos foi uma das coisas que vi no início da pesquisa de RUM_A e que me incentivou a continuar e defender o uso do material de micélio como espaço de nidificação para as abelhas.



Figura 103 - BeeMushroomed Feeder. Fonte: <https://www.instagram.com/beemushroomed/>

Urban Steam

O projeto do designer Rollo Bryant é uma luminária urbana que pensa na preservação e no conforto de todas as espécies, humanos e não humanos no espaço urbano. Ele propõe uma luminária de luz quente e baixa estatura, que interfere menos nas atividades dos animais noturnos que vivem no espaço urbano, além de oferecer abrigo e ninho para a fauna e a flora desses espaços. O designer questiona “Em espaços desenhados para e por humanos, tem lugar para a coabitação interespecies?” (Rollo Bryant em <https://rollobryant.uk>. Tradução por mim).



Figura 104 - Urban Steam de Rollo Bryant. Fonte: <https://rollobryant.uk>

A pergunta feita por Rollo Bryant cabe também para RUM_A. As reflexões acerca do design não apenas feito por e para humanos colabora com a conceituação do meu projeto, além do questionamento e intenção de tornar o espaço urbano mais amigável para uma convivência multiespécies.

Myconnect

Myconnect é um trabalho artístico performático e interativo onde a artista Saša Spačal propõe uma experiência imersiva de conexão neural entre espécies – humanos e fungos – trocando sinais e impulsos elétricos, traduzidos em som, luz e vibrações.



Figura 105 - Myconnect de Saša Spačal. Fonte: <https://projectmyconnect.wordpress.com>

Segundo Saša, a experiência tem a intenção de mostrar a dependência dos impulsos sensoriais do ambiente para entender a realidade, ao mesmo tempo que a ligação simbiótica interespecies chama atenção para a integração do corpo humano com o habitat que faz parte. Ela acredita que “fazendo novas conexões com outras espécies biológicas e ambientes, pode-se sair da perspectiva antropocêntrica mesmo que por um momento para experienciar o ar fresco de outras possibilidades” (Saša Spačal, 2014. Tradução por mim).

A sugestão de novas possibilidades de modos de vida e de conexões com outros seres me inspirou para a construção de RUM_A, e a experiência que propõe de forma literal essas conexões nos faz pensar em quais os limites desses vínculos, até onde vai o dialogo entre espécies.

1.7.4 Referências visuais

Em relação às referências visuais, o que exponho aqui é um conjunto de imagens e projetos nos mais diversos campos de conhecimento que foram escolhidos por motivos variados e de gosto pessoal, chamando atenção pela forma, textura, ideia, sensação, cor, etc. Todos povoaram meu imaginário ao longo do processo de criação e me auxiliaram no desenvolvimento formal de RUM_A.

As primeiras referências visuais foram observadas no dia da reunião que apresentei o tema de pesquisa para a professora orientadora Jeanine. No local da orientação estavam em exposição cúpulas de vidro em diversos formatos que já me remetiam à possíveis habitats para abelhas. Tirei algumas fotos:



Figura 106 - Cúpulas de exposição no Oi Futuro, fevereiro de 2020

Outra referência importante surgiu quando, ao folhear um livro de ilustrações do italiano Serafini (2013), me deparei com algumas figuras de humanos caracterizados próximos às suas respectivas casas. Essas imagens me remeteram ao projeto uma vez que eu estava pensando em um ambiente de convivência entre espécies. Pensar no projeto criando personagens e os espaços que habitariam, colocando características marcantes das espécies envolvidas e de seus habitats naturais, foi um meio que encontrei para iniciar alguns desenhos.



Figura 107 - Humanos e suas casas por Luigi Serafini. Fonte: SERAFINI, 2013

Muitas das figuras que me serviram de referência vieram de uma pesquisa voltada para inspiração formal e caminho estético, no *Pinterest*, uma rede social para o compartilhamento de imagens. Os conjuntos a seguir foram selecionados e organizados por mim, como forma de visualizar e subdividir os campos que me inspiravam. Os grupos formados foram nomeados da seguinte forma: “Emaranhados” (Figura 108), “Cerâmicas” (Figura 109), “Impressão 3d” (Figura 110), “Arquitetura” (Figura 111) e “Fungos” (Figura 112).



Figura 108 - Emaranhados (Autores da esquerda acima para direita abaixo: Desconhecido, Mårten Medbo, Christina Schou Christensen, Richard Rabel e Dan Lam. Fonte: Pinterest)



Figura 109 - Cerâmicas (Autores da esquerda para direita: Ken Price, Yuko Nishikawa, Marie-Laure Gobat Bouchat, Puls Ceramics. Fonte: Pinterest)



Figura 110 - Inovação nas técnicas e materiais de impressão 3d (Autores da esquerda para direita: Blast studio, Olivier van Herpt, Charlotte Taylor, Sandhelden. Fonte: Pinterest)



Figura 111 - Arquitetura (Autores da esquerda para direita: Pezo von Ellrichshausen, Ted Larsen, Thomas Barger, André Bloc, André Bloc e Guy Bareff. Fonte: Pinterest)



Figura 112 - Fungos (Autores da esquerda para direita: Claudio Toscan Jr., Ernst Haeckel, Lizan Freijssen. Fonte: Pinterest)



Figura 113 - Exposição do projeto Oooh (2013) de Todd Robinson

A Figura 113, que mostra esculturas do artista Todd Robinson, foi uma referência indicada pelo Pepe Rodriguez durante uma apresentação para o grupo de orientandos com a professora Jeanine. As orientações coletivas foram muito frutivas em relação à troca de

referências e opiniões sobre os projetos em andamento. Também colaboraram para o processo as conversas nas orientações com a professora e co-orientadora Malu e a professora e orientadora Jeanine. Em uma delas, voltada para as escolhas formais, percebemos que muitos dos desenhos e primeiros modelos (em argila), remetiam à sistemas reprodutivos, principalmente humanos, e foi quando surgiu a ideia de expandir a noção visual desses sistemas e órgãos sexuais para as abelhas, as plantas e os fungos, já que o projeto está intrinsecamente ligado à questão reprodutiva biológica das abelhas e das plantas e reprodutiva de mundos. Abelhas, micélio, humanos e plantas trabalhando juntos para produzir outros mundos.

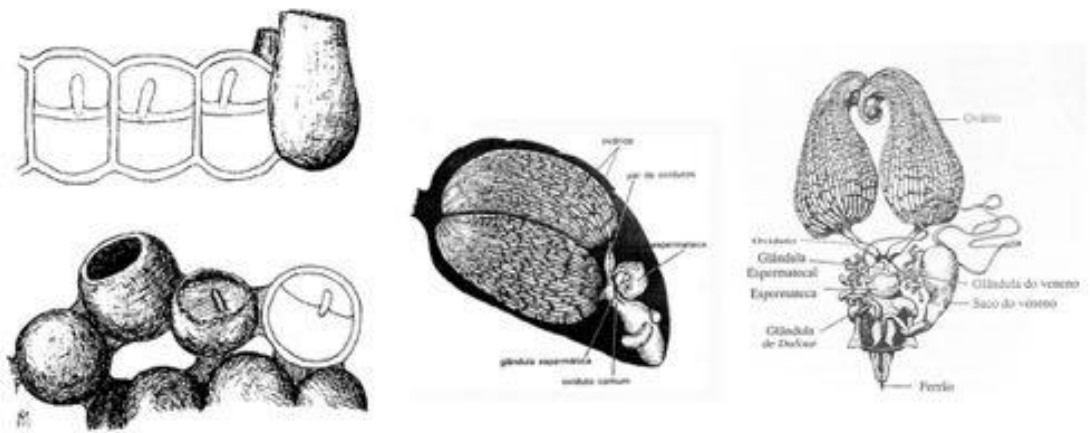


Figura 114 - Aparelho reprodutivo das abelhas fêmeas (Fonte: MICHENER, 2007 e DADE, 1994)

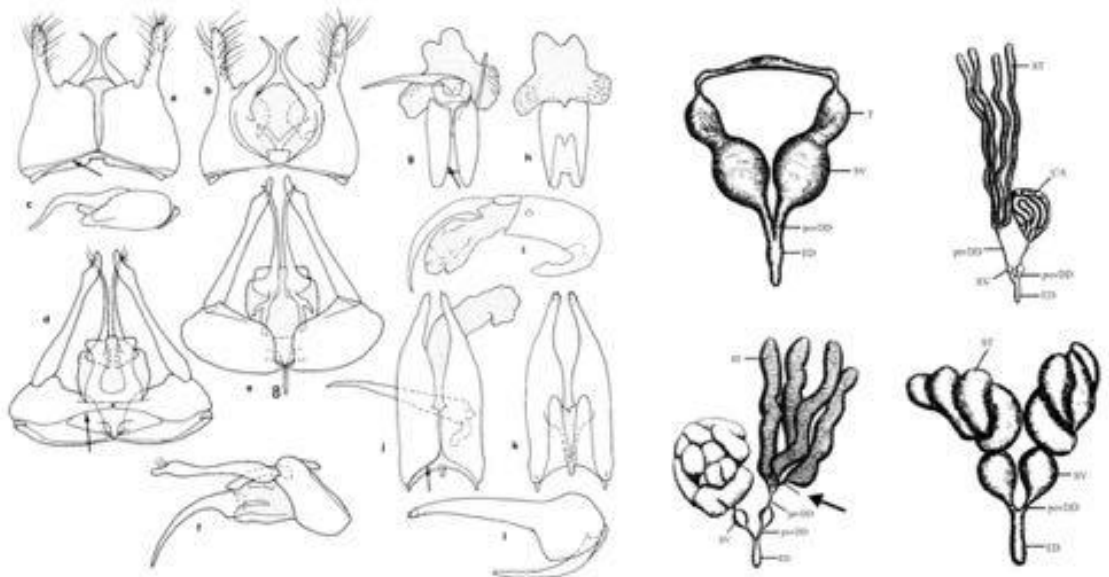


Figura 115 - Aparelho reprodutivo das abelhas machos (Fonte: MICHENER, 2007 e LOUVEAUX, 1977)

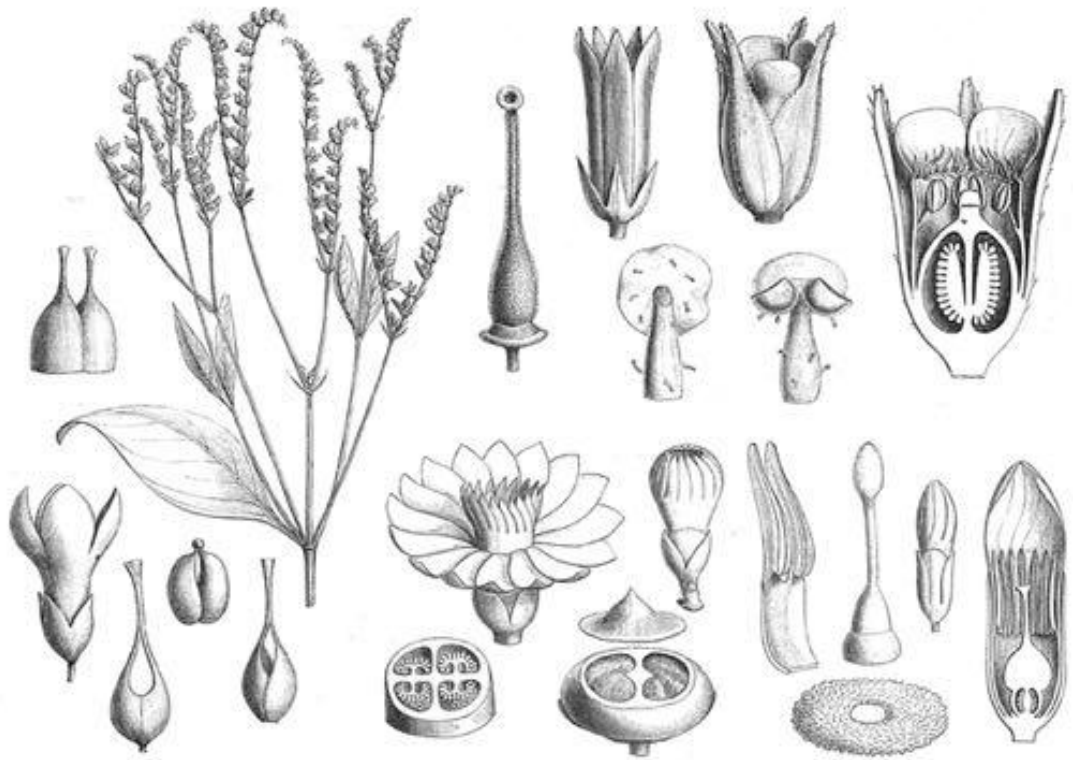


Figura 116 – Conjunto de ilustrações botânicas - família Loganiaceae (Fonte: TAUBERT, 1891)

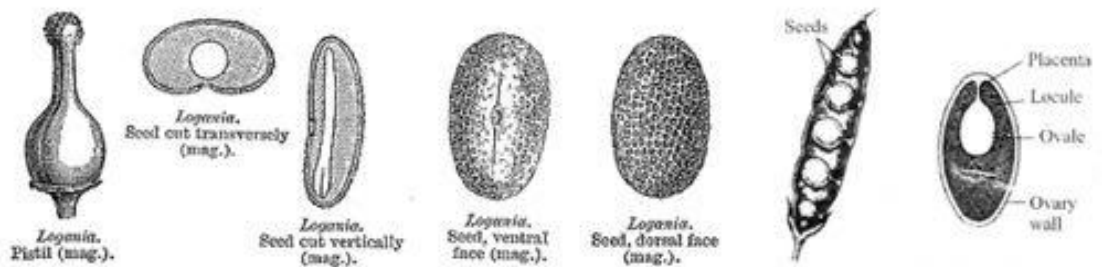


Figura 117 – Conjunto de ilustrações botânicas (Fonte: TAUBERT, 1891)

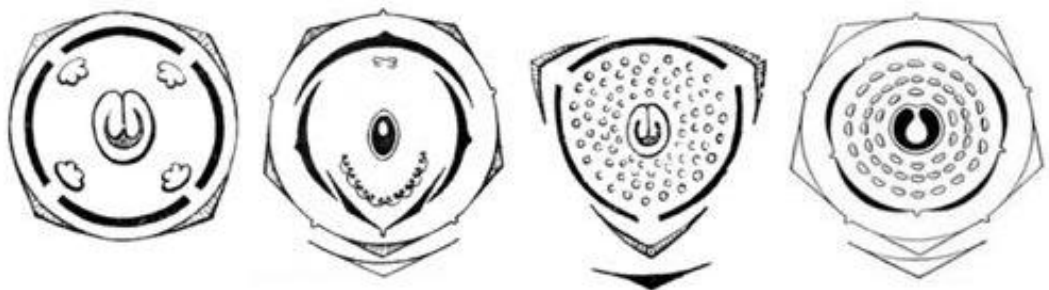


Figura 118 - Diagramas florais (Fonte: TAUBERT, 1891)

1.8 Direcionamentos de projeto

Construímos os direcionamentos de projeto ao longo das pesquisas técnicas e conceituais, levando em conta os seres vivos envolvidos e atuantes. A melhor maneira encontrada para direcionar a pesquisa e chegar aos requisitos tanto formais quanto conceituais, foi pela atenção em cada um dos quatro seres. As abelhas e seus ninhos; os fungos como componentes do material estrutural do ambiente, as plantas melíferas, nativas e atrativas para abelhas e humanos; e os humanos: eu como designer, aqueles e aquelas que participaram da concepção e construção do projeto e os humanos-urbanos anfitriões e passantes por RUM_A.

Como ferramenta para mapear os desejos a se cumprir no projeto, além do levantamento de dados, elaboramos algumas perguntas, pontuando as dúvidas em relação aos seres e ao projeto assim como as questões vindas de outros, nas ocasiões em que apresentamos o projeto. Algumas dessas dúvidas foram sendo respondidas ao longo da pesquisa. Outras não foram respondidas.

Outro método de identificar os requisitos-desejos foi pensar e estudar as tecnologias implicadas no projeto. Para isso consideramos as formas de construção, crescimento, criação e processos das abelhas, dos fungos e dos humanos. Esses três elementos vivos estão presentes e atuantes na forma e conseqüentemente no design do produto.

Entendemos como conceitos norteadores para o projeto: a simpoiesis, a responsabilidade ambiental e a não produção de lixo. Além desses existem requisitos referentes a cada um dos seres, apresentados a seguir.

1.8.1 Sobre as abelhas

As abelhas constroem seus ninhos e possuem uma complexa organização social e comunicacional/perceptiva para que por volta de 5000 indivíduos construam um mesmo favo de cria em forma helicoidal ou em disco, com as mesmas referências de direção e angulação.

Além das capacidades construtivas coletivas, as abelhas se organizam para que não lhes falte material de construção capaz de erguer o ninho, principalmente no processo de enxameação

e divisão da colônia, quando o espaço a ser habitado é construído do zero (ou ocupa-se um ninho abandonado).

Em relação às abelhas, o maior cuidado que tomamos durante o desenvolvimento do projeto foi em buscar as informações suficientes para um local de nidificação que se aproximasse do ideal. A minha participação como designer e proponente é de oferecer o espaço oco nas condições adequadas em relação à segurança e conforto. As estruturas internas do ninho são específicas e dependem de habilidades e práticas das abelhas, habituadas ao trabalho há milhares de anos.

A lista a seguir reúne as principais características que encontramos ao longo da pesquisa em relação à esse espaço, pensando nas abelhas, no que imaginamos que elas desejam.

- Espaço oco protegido de intempéries;
- Conforto visual - um ambiente escuro e sem entrada de luz direta;
- Conforto térmico - material com capacidade de isolar a temperatura externa e manter a interna;
- Volume de 1 a 5L e
- Diâmetro mínimo de 12cm;
- Entrada com o diâmetro de 1cm;
- Fixo em alguma superfície - evitando movimentos bruscos;

Perguntas

1. Quanto tempo uma colônia vive em uma mesmo espaço?
2. Qual altura máxima para nidificação? Existe?
3. Quanto pesa uma colônia?
4. Qual a temperatura média dentro de uma colmeia?
5. A temperatura interna da colmeia é controlada pelas abelhas, que aquecem ou refrescam a colmeia pelo movimento das asas e circulação de ar. Para favorecer a

circulação de ar, como deve ser a entrada da colmeia? Prejudica se for um túnel longo?

Ajuda se tiver outro orifício em algum lugar da colmeia?

6. É interessante pensar em uma arquitetura interna para auxiliar no suporte dos potes de alimento e para apoio dos favos de cria?
7. Devo pensar nos predadores ao projetar a forma (evitar cantos escondidos, lugar para teia de aranha, etc)?
8. É interessante para as abelhas a colmeia ser modular/poder aumentar de tamanho? Ou isso é de interesse exclusivo dos produtores de mel (aumentar a melgueira)?

Respostas por Stefania Hofmann do projeto Urbees: Meliponicultura Urbana (@urbeesbrasil)

1. Não tem prazo. A vida da colônia está relacionada à saúde do ambiente e à existência de outras genéticas por perto. A rainha vive entre 2 e 3 anos e depois é substituída. Há relatos de colmeias que estão passando de geração em geração há mais de 30 anos numa mesma família.
2. Depende da espécie. No geral elas não nidificam muito no alto (até uns 4 metros de altura do solo), mas isso pode estar relacionado a onde geralmente abrem as fendas (ocos) das árvores. Na meliponicultura eu costumo orientar até o 5º andar, podendo ser em andares mais altos desde que o ambiente seja bem farto e os recursos estejam próximos. Tem gente criando abelhas no 14º andar em São Paulo e tudo bem.
3. Depende muito da quantidade de mel e da espécie, de poucos gramas a alguns quilos. Vou ser mais prática e falar da Jataí, como exemplo. Já pesei um ninho que tinha morrido e deu 50g (só isso mesmo) e já pesei uma melgueira cheia que deu quase 1kg.
4. A temperatura ótima do ninho varia de 25 a 32°C
5. Sim! Muita gente faz um orifício no fundo e na tampa e fecha com algum material poroso para ajudar na regulação da temperatura e umidade. Isso me lembrou de um comentário do professor Giorgio Venturieri em uma postagem no Instagram. O Prof. Venturieri é um grande pesquisador brasileiro, trabalhou na EMBRAPA com as meliponas e agora está morando na Austrália e trabalhando com meliponicultura por lá.



6. Caixas tipo INPA têm divisórias que auxiliam no manejo. Mas as colmeias selvagens não precisam de nada disso, elas constroem todas as estruturas que precisam.
7. Não precisa, mas pode. Evitar frestas é o mais importante.
8. Antes de ocupar um ninho naturalmente, as abelhas selecionam o volume de acordo com o tamanho da colônia. Se for uma espécie populosa elas provavelmente não escolherão um lugar muito pequeno e vice-versa. Mas se você está pensando em fazer uma colmeia para que o enxame seja colocado lá dentro (a gente escolhe o local e não as abelhas diretamente), é interessante que seja modular e possa ser ampliado ou reduzido para se ajustar à espécie.

1.8.2 Sobre as plantas

Ao definir as plantas como parte do projeto levamos em conta a necessidade de incidência de luz solar, água e escoamento, definindo então que a parte do projeto que abrigará a flor deve ser aberta.

O peso do vaso, da terra e da planta são pontos importantes, uma vez que o projeto deve suportá-los em sua estrutura. No total, esse peso ficou com uma média de 600g.

1.8.3 Sobre o micélio

Nesta etapa de projeto nos dedicamos a estudar e entender as características do micélio para um crescimento saudável e um melhor aproveitamento de suas características como material expansível, assim como os cuidados com o compósito com micélio depois de seco.

Observamos que o substrato em que o micélio cresce faz toda a diferença para o resultado final do material, podendo mudar características básicas como peso, densidade, resistência, capacidade de isolamento térmico, entre outros.

Durante o crescimento e desenvolvimento, o micélio exige condições específicas de temperatura, umidade e luminosidade, o que exige um lugar especializado e esterilizado. Essas condições podem alterar o tempo de crescimento e o preenchimento da forma pelo micélio.

Após a secagem (quando o fungo não está mais ativo) o material se mostra mais versátil e resistente em relação às condições do ambiente e tem uma maior durabilidade se protegido da incidência de luz solar, umidade e intempéries. Apesar do compósito de micélio ser impermeável, o contato constante e direto com a umidade diminui o seu tempo de uso como colmeia.

Perguntas

1. Qual o tempo de crescimento do micélio?
2. Quanto pesa o micélio?

3. O micélio mantém a temperatura média ideal para as abelhas? Quais as capacidades/propriedades térmicas?
4. Como alterar as propriedades? – densidade, impermeabilidade, potencial isolante, resistência etc.
5. Quais espécies de fungos nativos da Mata Atlântica podem ser estudados para o projeto?
6. Como dar protagonismo ao micélio na forma?

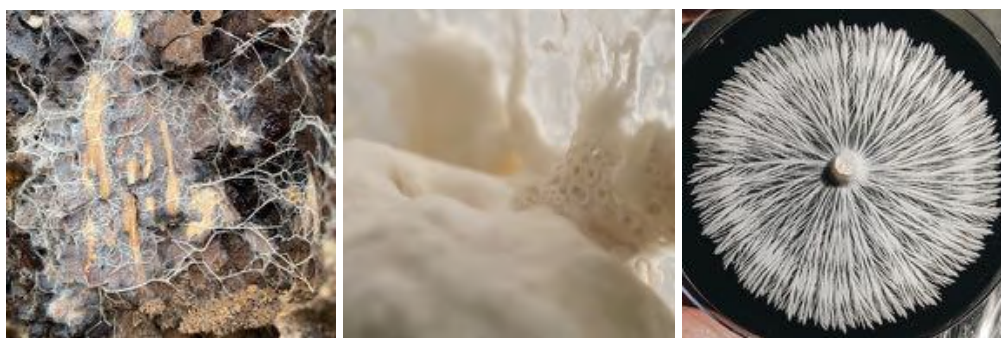


Figura 119 – diferentes formas de micélio em expansão. Fonte: Clara Acioli, Clara Acioli e Roberto Cuerva



Figura 120 - Experimento de forma com micélio ultrapassando os limites propostos (arquivo da autora)

1.8.4 Sobre os humanos

Os direcionamentos projetuais acerca dos humanos são relacionados à condição de designer e de anfitriã ou anfitrião de RUM_A (quem for instalar RUM_A em casa), questões estéticas, soluções formais e estruturais de resistência, durabilidade, manutenção, além de conceituais, do que remete a forma e o projeto. Nós humanos participamos da co-criação da forma, da recepção ou aquisição do projeto, instalação, cuidado e convivência.

Os requisitos humanos para a forma são:

- Ter uma estética atrativa e que instigue curiosidade pelo aspecto do material;
- Conseguir transmitir a metáfora do cuidado, de que nós humanos estamos rodeados de outros seres e coisas e que precisamos de cuidado mútuo, uma convivência mais harmoniosa e cuidadosa entre e intra-espécies;
- Ser adequado estética e funcionalmente ao espaço urbano contemporâneo porém atentas às possibilidades de mudança para não sucumbir às concepções de mundos preestabelecidas e imutáveis;
- Ser funcional e simples nas questões práticas de encaixe e fixação do produto;
- Ser seguro - não ter riscos para os humanos, abelhas, nem o ecossistema em que está inserido;
- Ter a produção simplificada;
- Ser de fácil manutenção – limpeza e troca das peças caso danificadas para ;

1.9 Conceitos e definições

Partindo dos pressupostos descritos até aqui, o projeto se propõe como espaço de refúgio para as abelhas nativas da região da Mata Atlântica, aumentando as oportunidades de nidificação e reprodução desses insetos essenciais para a preservação e restauração dos ecossistemas brasileiros. No desenvolvimento do projeto percebemos a importância da presença do vaso

de flor como meio de evidenciar a estreita relação entre abelha e flor e incentivar o cultivo de plantas melíferas e nectíferas. RUM_A convida nós humanos à atenção e observação de que convivemos em territórios multiespécies.

Seguindo as linhas de pensamento apresentadas, escolhemos para o projeto um material biológico, o compósito com micélio, que vem sendo estudado para uma variedade de aplicações. A aposta em materiais ambientalmente responsáveis vem como uma reação ao excesso de produtos insustentáveis, que não completam seus ciclos e terminam a vida como resíduo, muitas vezes boiando no oceano, compondo lixões ou em órbita na terra. O micélio é biodegradável e participa ativamente de boa parte do processo de design de RUM_A. Ao aplicar esse material pretendemos também ampliar seu uso e incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias e novos materiais.

RUM_A também tem como proposta a adaptabilidade. Optamos pela impressão 3d do biocompósito por permitir as alterações necessárias tanto na forma quanto no tamanho ao longo dos processos e diálogos que apareçam da convivência multiespécies e de acordo com as respostas de abelhas, fungos e humanos. A variedade de tamanhos e formas vem também do desejo de englobar mais espécies de abelhas e plantas no projeto, honrando a biodiversidade.

A proposta do projeto é atuar em espaços urbanos que fazem parte do bioma da Mata Atlântica. Esses espaços são os mais urgentes e estratégicos para uma transformação em massa de comportamento em relação à consciência ecológica, consumo e estilo de vida. Tanto as abelhas quanto os fungos e as plantas são essenciais para a restauração de ambientes degradados pela predominância humana, para a manutenção de corredores ecológicos nas áreas urbanas, evitando a fragmentação das florestas.

Outro ponto importante do projeto é a não retirada do mel das abelhas para consumo¹⁹. Visamos com essa decisão dialogar com as urgências humano-educacionais no que concerne às abelhas e às questões filosóficas-ambientais que expusemos até aqui. Entender RUM_A como refúgio multiespécies e não como um dispositivo para cultivo doméstico de mel implica propor um olhar diferenciado para as relações que procuramos estabelecer com esses seres,

¹⁹ Apesar da proposta do projeto, é importante deixar claro que a meliponicultura é também um caminho para a preservação das abelhas, incentiva o cuidado e a valorização desses insetos, além de ser uma atividade econômica tradicional importante para muitas famílias no Brasil.

os entendendo não com um recurso para a espécie humana, mas como companheiros de produção de vida e ambiente.

RUM_A : Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração é um projeto vivo, em processo contínuo, porque cresce e passa dos contornos propostos pelos humanos, porque pode receber vida biológica e por gerar debates e ações. Não há aqui garantia de eficiência nem previsão do uso que outros seres darão à forma-refúgio oferecida. Justamente por ser imprevisível e ter vida própria, é importante esclarecermos melhor aqui alguns dos contornos e conceitos que definiram a criação de RUM_A.

RUM_A se oferece como espaço-refúgio para espécies diversas no meio urbano, e apesar das espécies com as quais intencionamos compor o ambiente serem as abelhas nativas sem ferrão, os fungos saprófitos, as plantas da Mata Atlântica e os humanos urbanos, não está de forma alguma restrita a tais espécies, nem há como restringir, uma vez que se trata de um espaço vivo, aberto e livre. Não há catraca nem ninguém pedindo identidade na porta, entra quem quiser participar desse aglomerado multiespécies. Um entendimento que impacta os modos de circulação e distribuição que imaginamos para RUM_A.

Sobre as abelhas, também não há garantia se virão ou não participar do aglomerado oferecido. Isso irá depender de fatores externos ao projeto pois, talvez, mesmo me inspirando nas formas de nidificação natural, com o volume perfeito, o material isolante térmico e acústico, a proteção para chuva e sol e o cheiro familiar de cerume, elas preferam nidificar em um buraco na parede de concreto ou na panela de ferro guardada na despensa. Não há como saber, a decisão também é delas. Esperamos que venham mas podem não vir e não vir não significa não acontecer.

Desse modo, RUM_A é também um convite à paciência e ao olhar cuidadoso, ao tempo do outro, a entender que em Gaia, organismo complexo e auto-organizante, temos muitas questões em jogo e devemos fugir da lógica antropocêntrica de que outros seres e coisas devem estar sempre à serviço dos humanos, já que a qualidade de vida de qualquer ser está relacionada à qualidade de vida de um todo-composto. Por isso, o conceito de simpoiese (Haraway, 2016) se mostra tão importante para o projeto. Se queremos melhorar o todo-composto, devemos criar com, conviver, criar refúgios para aprender a ficar com o problema e agir. Todos temos potência de ação, humanos e não humanos, e devemos repensar o jeito que nos relacionamos com o mundo a nossa volta, com outros seres e modos de vida, conscientes das existências e diversidades. RUM_A intenciona a abertura desses diálogos.

Tomamos aqui o design como uma ferramenta importante para possibilitar essas intra-ações, conscientizando, transformando e propondo a co-invenção de mundos e novas formas de habitar, revendo comportamentos e incentivando ações. Além disso, por ter princípio interdisciplinar, o design é responsável também pela articulação de universos. No caso deste projeto, unindo o conhecimento biológico, ecológico, filosófico, artístico e social em convergência para a criação de um objeto de design, que seja material, palpável e adquirível. Ou melhor, usando esses conhecimentos para transformar “um objeto de design” em uma “coisação”²⁰ – um ente capaz de mover outros em ações responsáveis.

²⁰ Termo em processo de invenção durante os encontros de orientação conjunta para os PGDIs. A “coisação”, como a temos pensado, engloba os conceitos de “simpoiesis” (Donna Haraway), “coisa” de Tim Ingold e “programa” de Eleonora Fabião. Esses encontros contam com a presença virtual, síncrona e constante de Gustavo Moreira, Helena Porto, Iasmin, Jeanine Geammal, Julia Mosso, Laís Passos, Luiza Pereira, Pedro Paulo Rodrigues e a minha.

JUNTANDO TUDO PARA PROJETAR RUM_A

1.10 Desenvolvimento de alternativas

O desenvolvimento das alternativas projetuais se deu por meio da organização e análise dos direcionamentos definidos anteriormente, as referências estéticas e a construção processual e gradativa dos conceitos expostos acima. Esse processo não teve um caminho linear. Ao longo das experimentações formais, criação de esboços, desenhos à mão livre e modelagem de argila, mais desafios e desejos foram surgindo, sendo solucionados, amadurecendo e se ajustando até formar os contornos de RUM_A, tanto materiais quanto conceituais.

Os primeiros desenhos foram feitos ainda sem uma definição dos espaços em que RUM_A seria instalada, por isso exploram justamente essa questão, do posicionamento e modos de fixação.

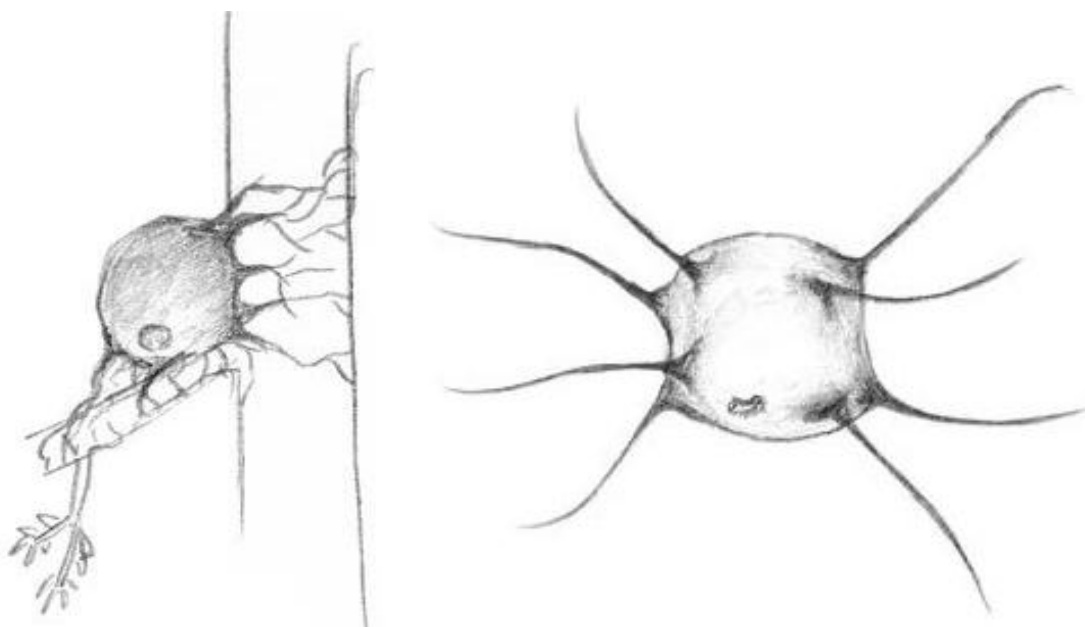


Figura 121 - Amarrável (desenho da autora)

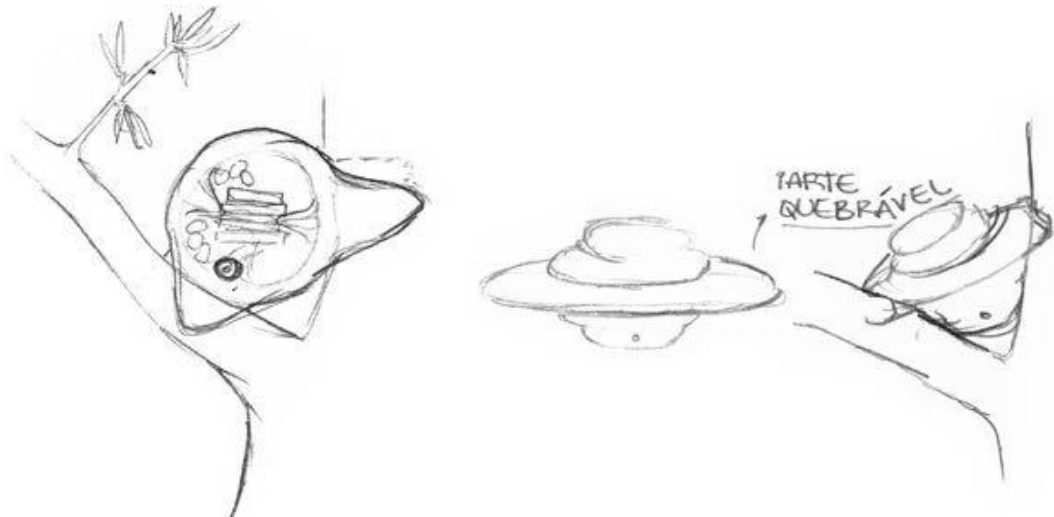


Figura 122 – Encaixáveis (desenho da autora)

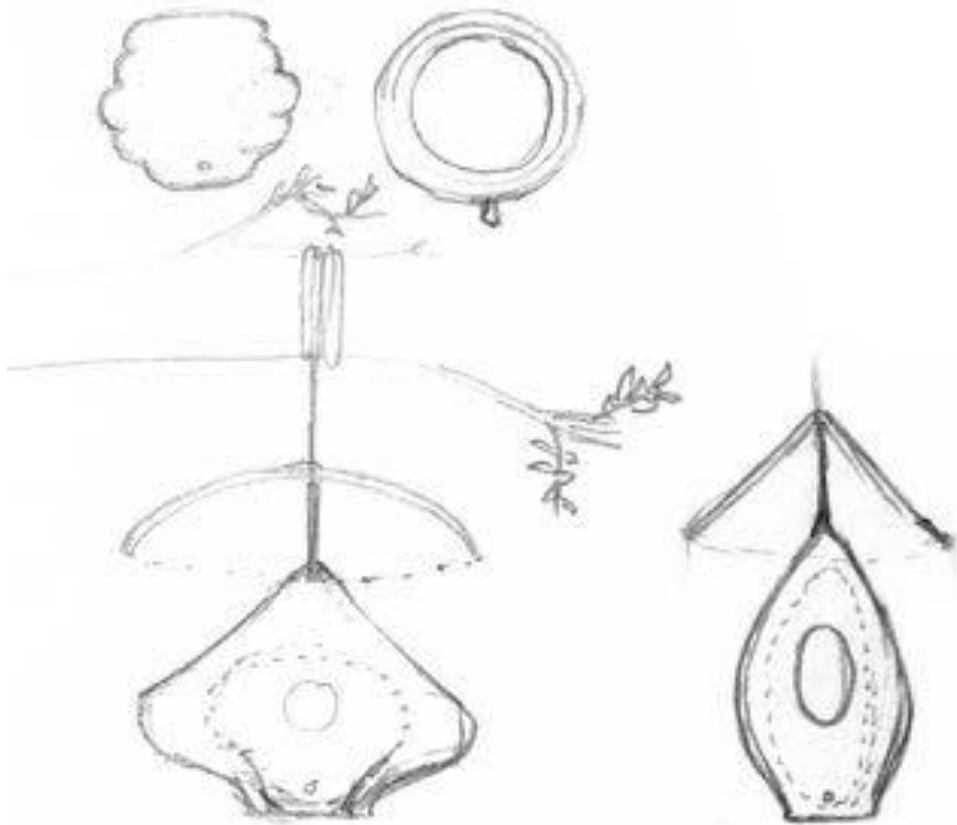


Figura 123 - Amarrável 2 (desenho da autora)

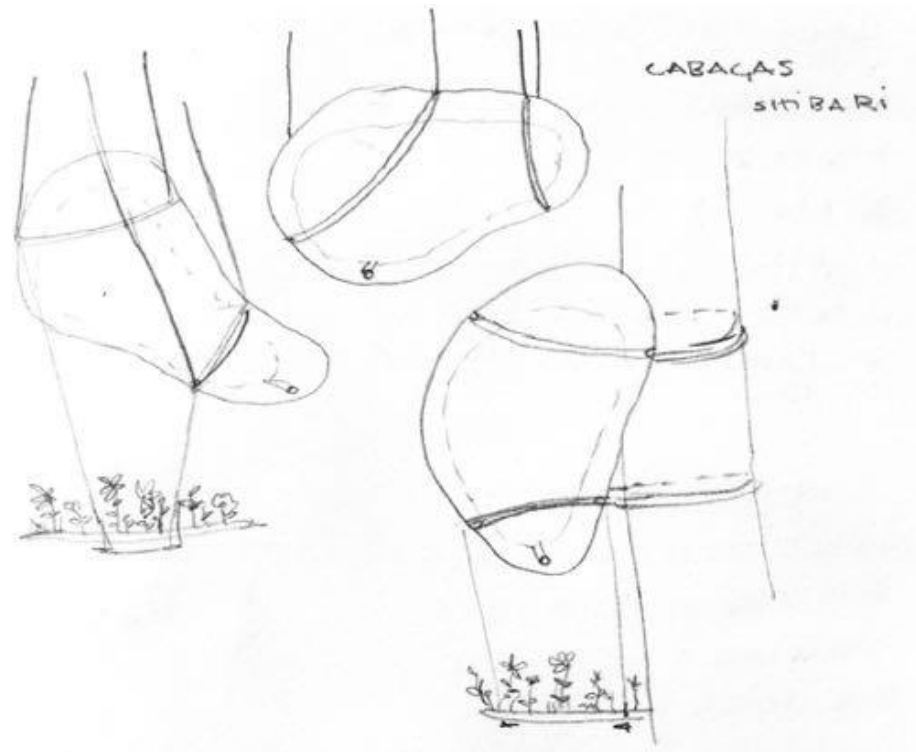


Figura 124 - Cabaças (desenho da autora)

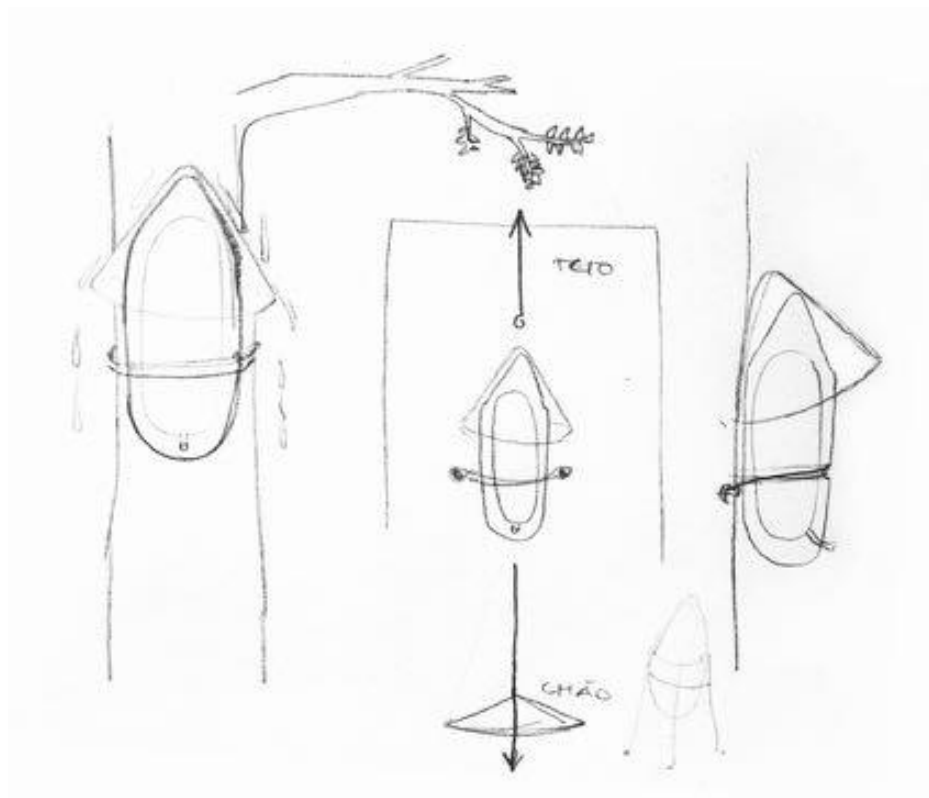


Figura 125 - Cogumelo (desenho da autora)

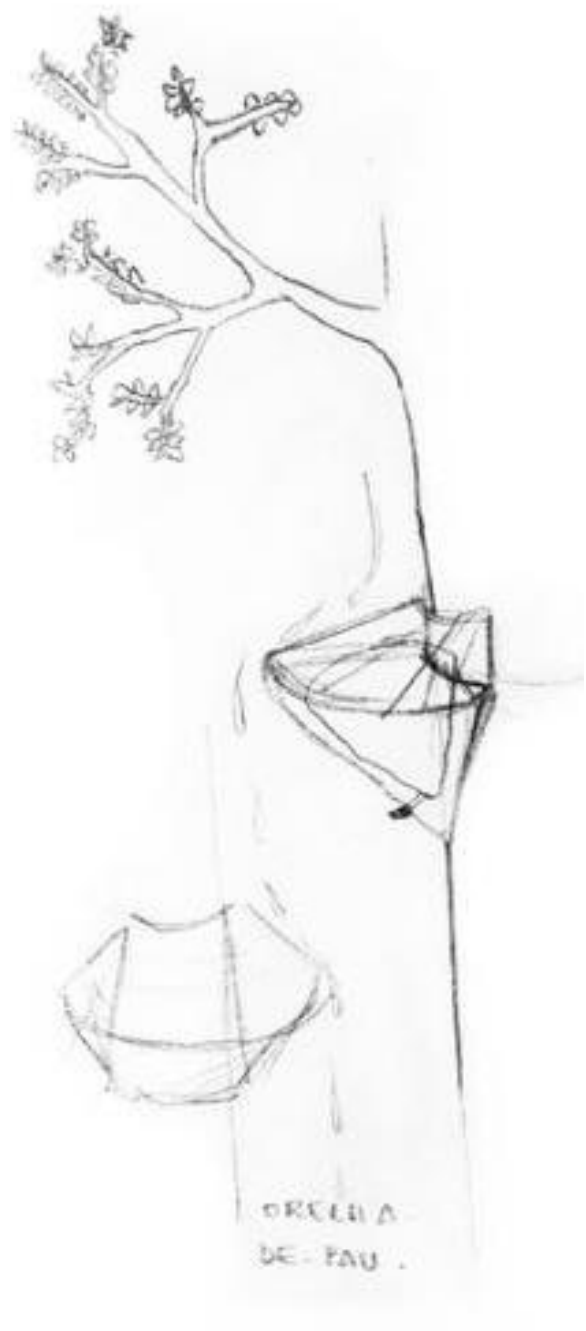


Figura 126 - Orelha de pau (desenho e fotos da autora)

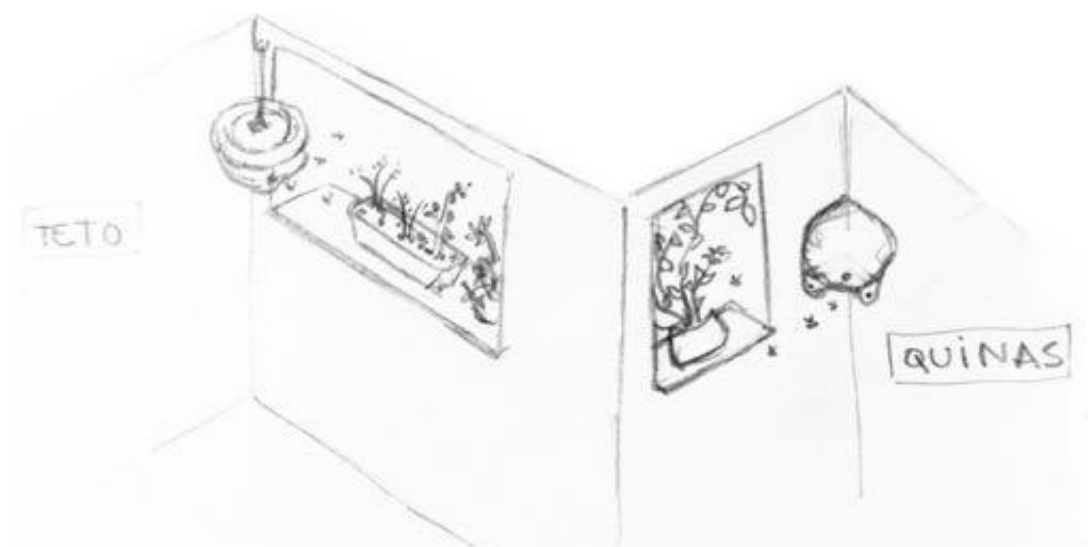


Figura 127 - alternativas em ambientes internos (desenho da autora)

Em determinado momento, os desenhos sozinhos não foram suficientes para entendermos como a forma poderia evoluir e foram feitos modelos 3d em argila. Os modelos em argila auxiliaram em noções práticas como encaixes e algumas necessidades não identificadas antes, como o núcleo da colmeia precisar ter uma base reta para que na troca do suporte a colônia fique estável apoiada sobre superfície reta, pois caso tombe, pode gorar os ovos das abelhas.

Forma 1

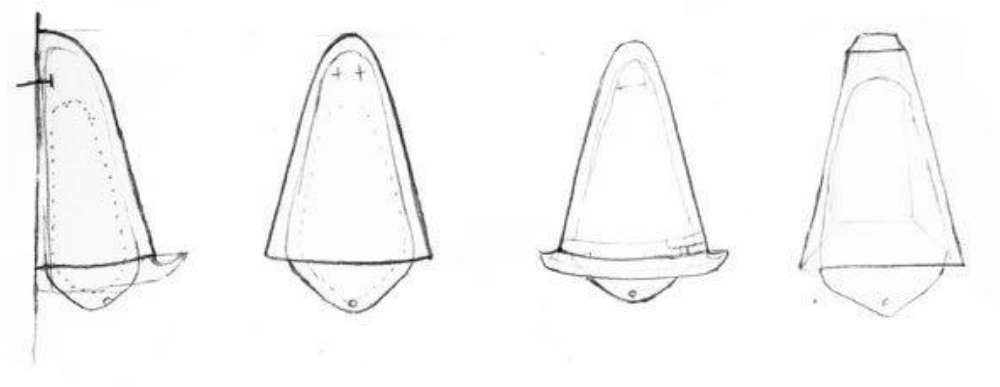


Figura 128 - desenhos forma 1 (desenho da autora)



Figura 129 – modelo em argila forma 1 (arquivo da autora)

Forma 2

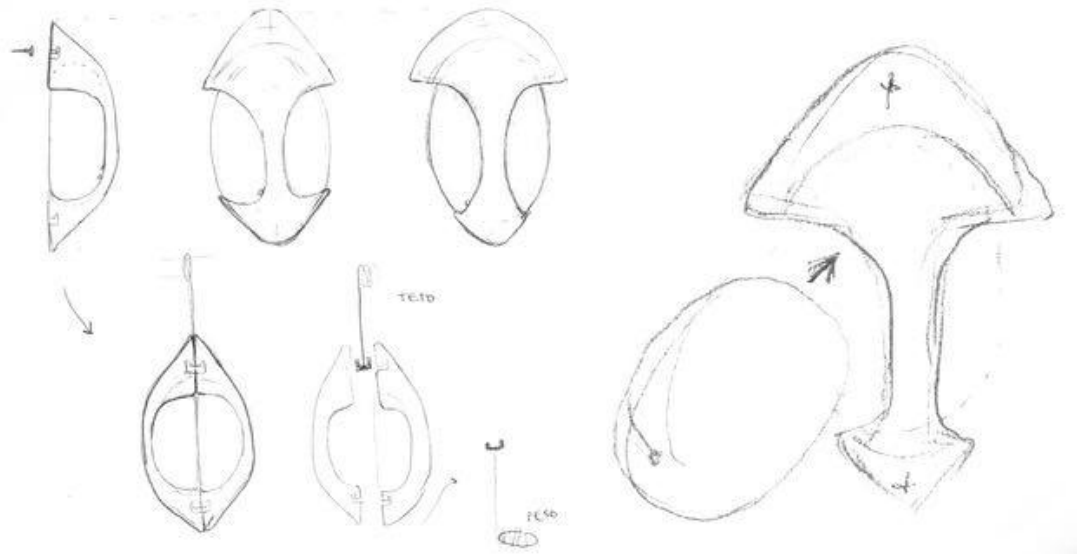


Figura 130 - desenhos forma 2 (desenho da autora)



Figura 131 – modelo em argila forma 2 (arquivo da autora)

Forma 3

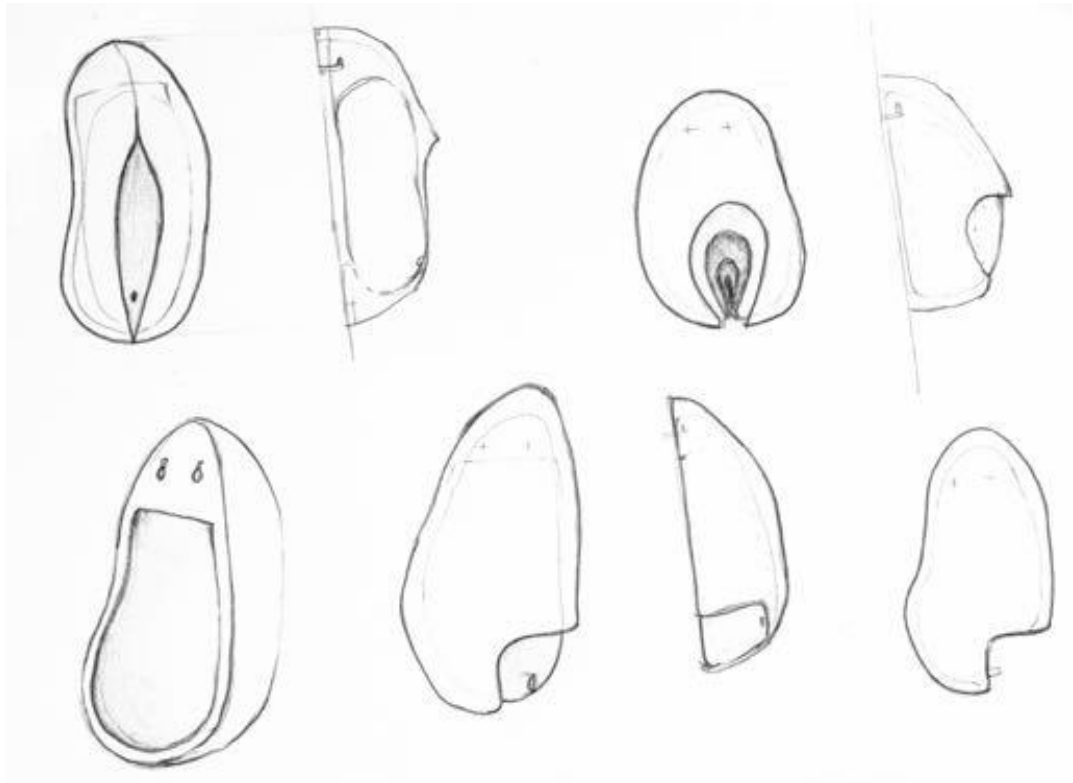


Figura 132 - desenhos forma 3 (desenho da autora)

Forma 3a



Figura 133 – modelo em argila forma 3a (arquivo da autora)

Forma 3b

*Figura 134 – modelo em argila forma 3b (arquivo da autora)*

Forma 3c

*Figura 135 – modelo em argila forma 3c (arquivo da autora)*

Forma 4

*Figura 136 - desenhos forma 4 (desenho da autora)**Figura 137 – modelo em argila forma 4 (arquivo da autora)*

Forma 5

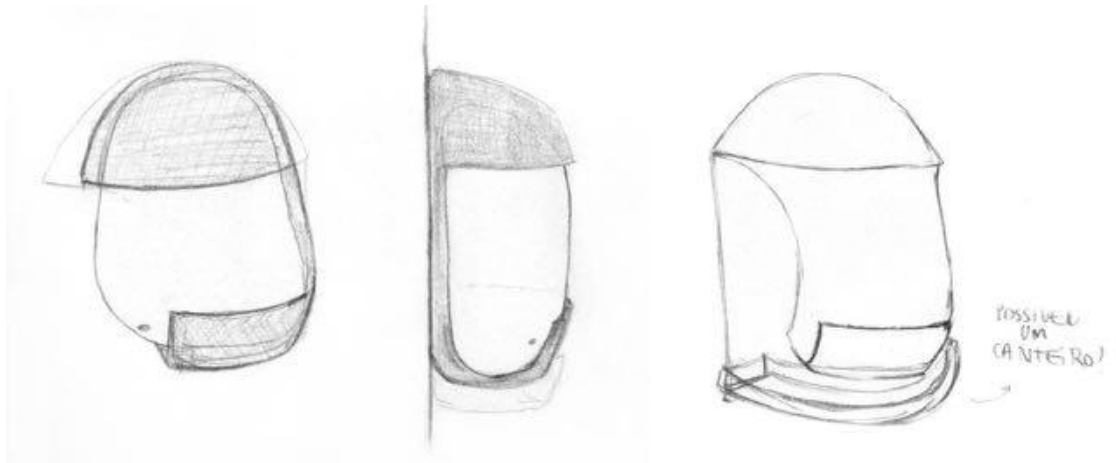


Figura 138 - desenhos forma 5 (desenho da autora)

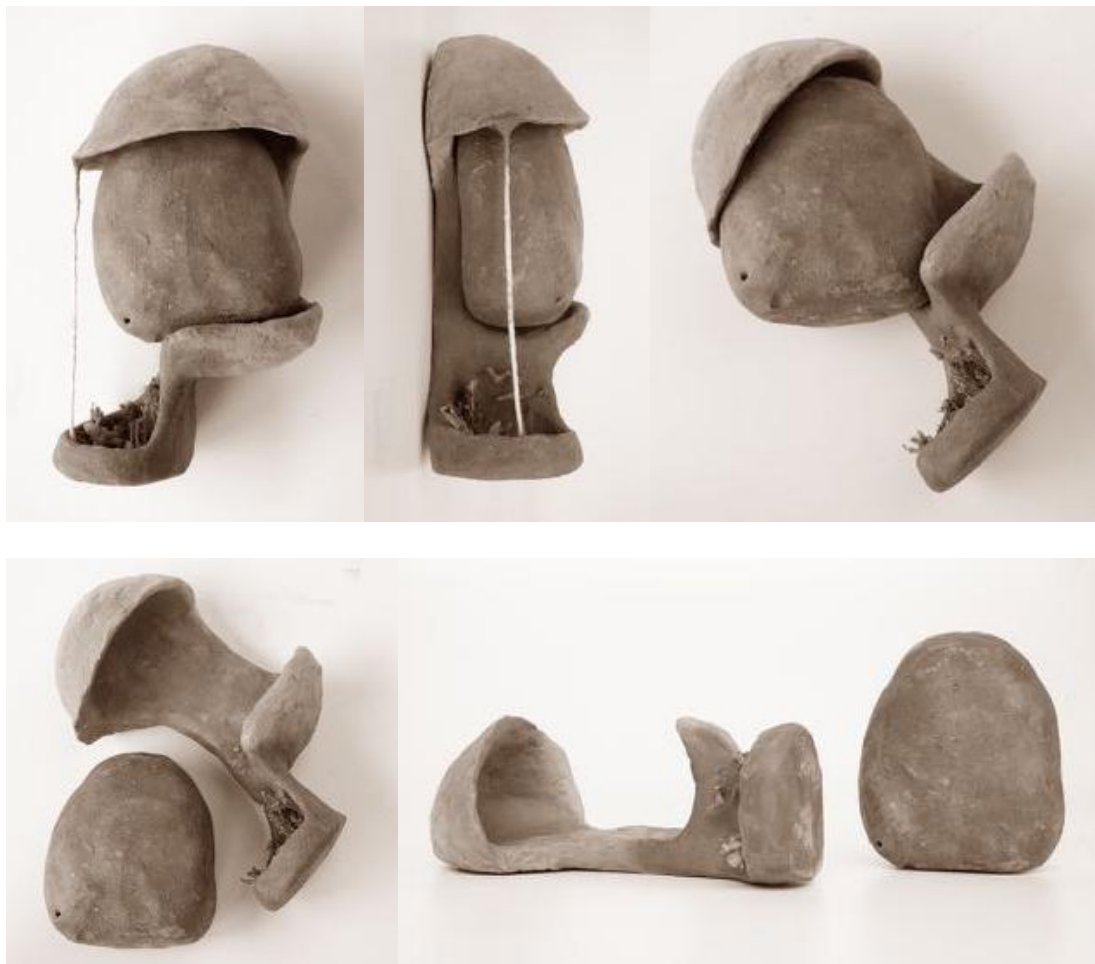


Figura 139 – modelo em argila forma 5 (arquivo da autora)

Forma 6

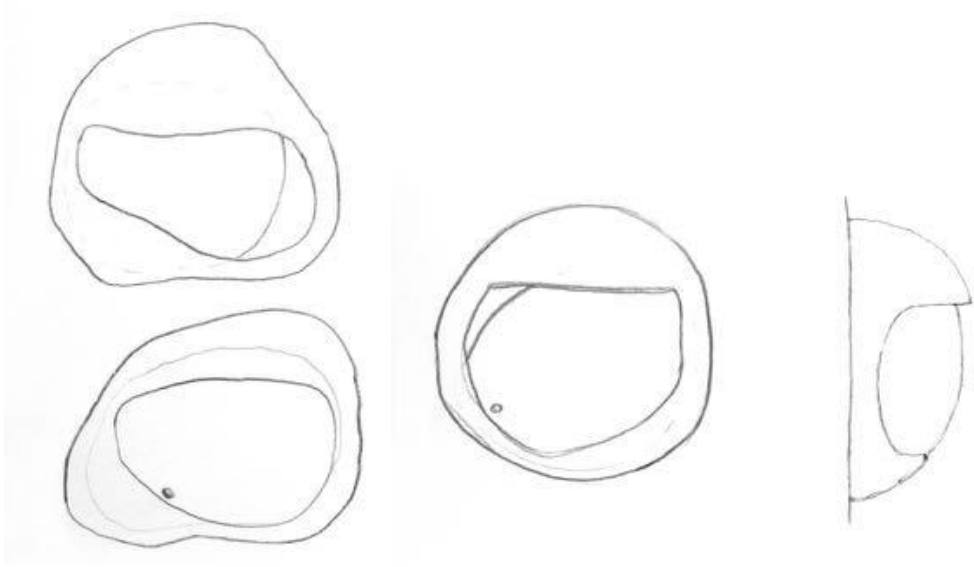


Figura 140 - desenho forma 6 (desenho da autora)



Figura 141 - modelo em argila forma 6 (arquivo da autora)

Forma 7

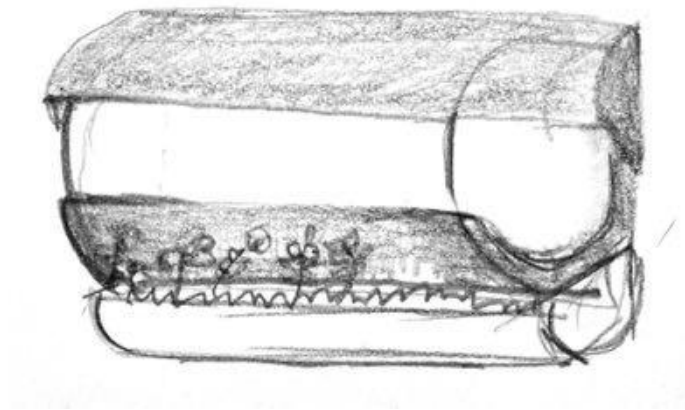


Figura 142 - desenho forma 7 (desenho da autora)



Figura 143 - modelo em argila da Forma 7 (arquivo da autora)

Forma 8

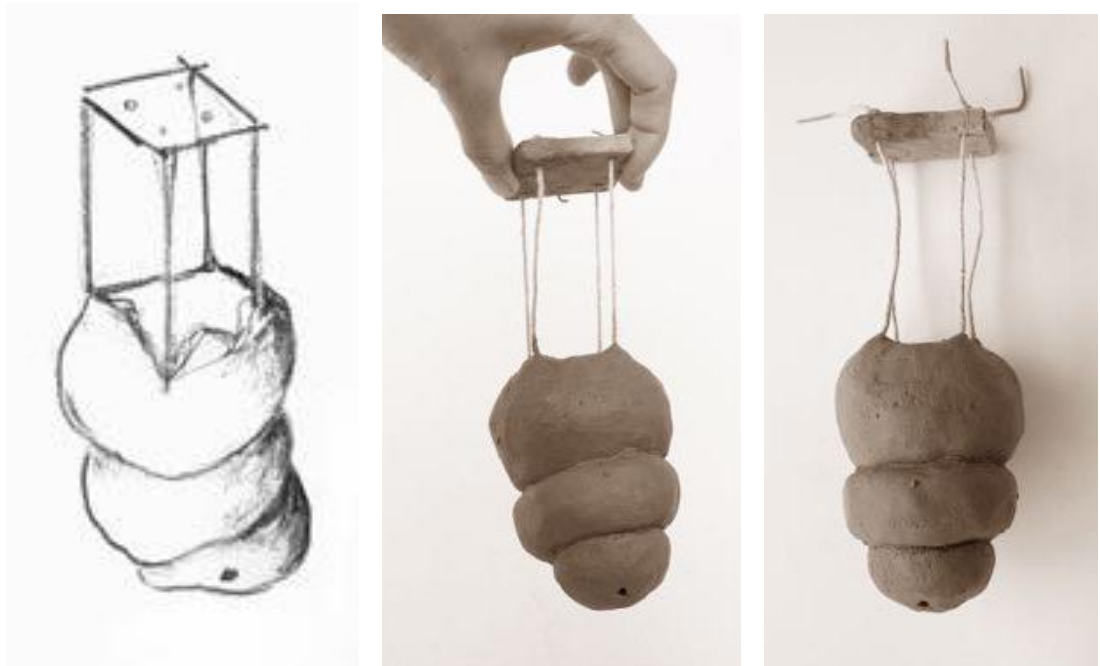


Figura 144 – desenho e modelos em argila da forma 8 (arquivo da autora)

Forma 9



Figura 145 - desenho e modelos em argila da forma 9 (arquivo da autora)

Forma 10

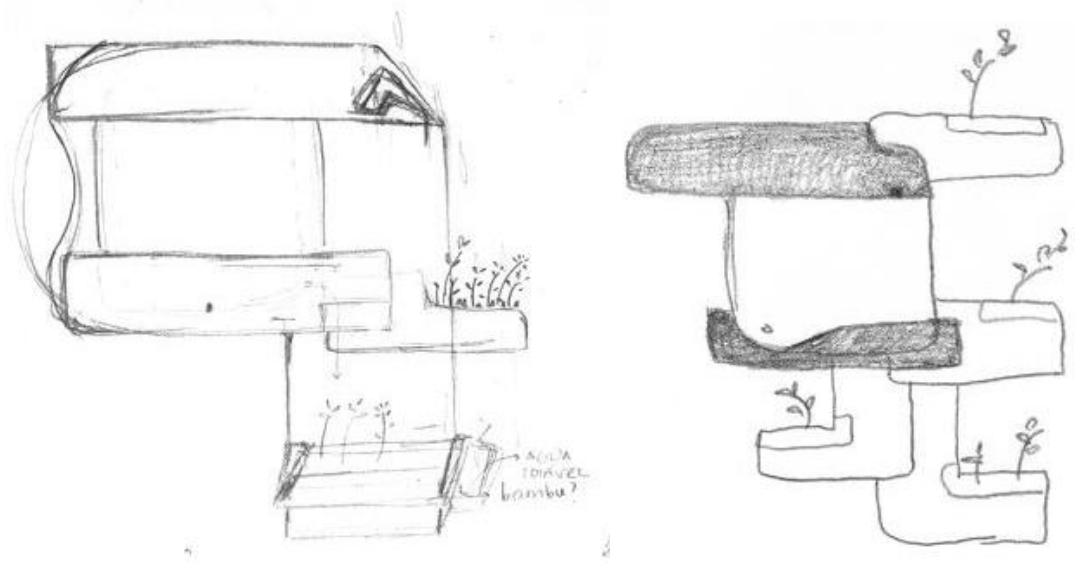


Figura 146 - desenhos forma 10 (desenho da autora)

Forma 11

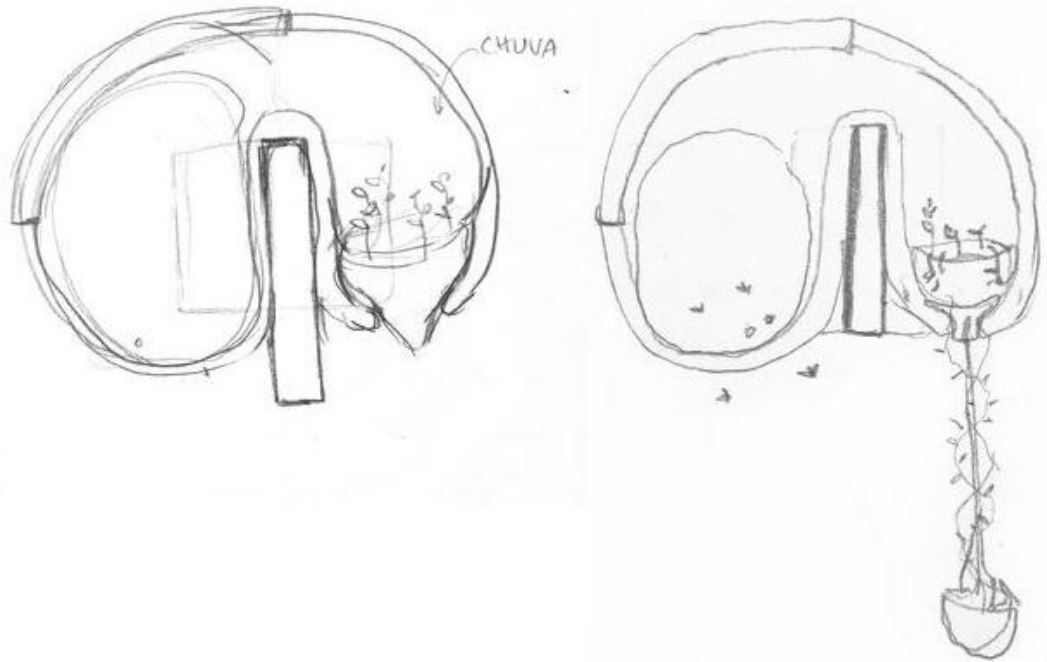


Figura 147 – desenhos forma 11 (desenho da autora)



Figura 148 – modelo em argila forma 11 (arquivo da autora)

Forma 12

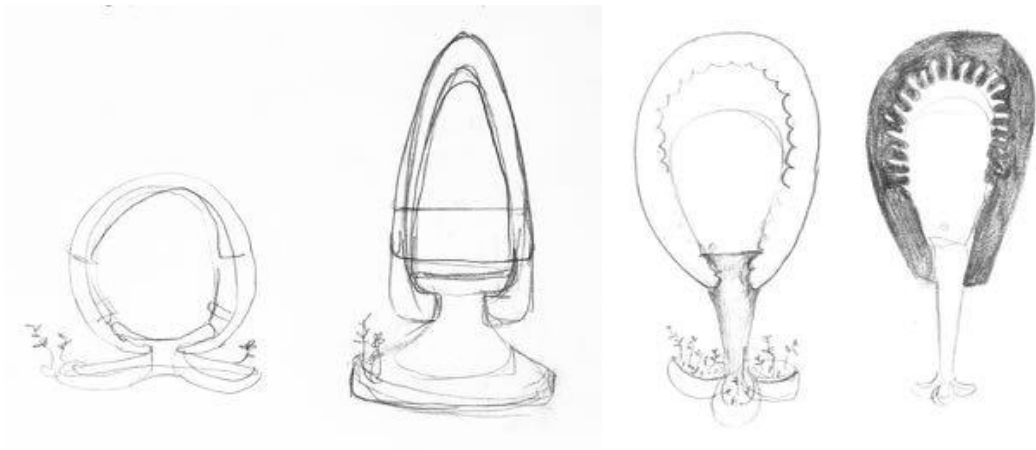


Figura 149 - desenhos forma 12 (desenho da autora)

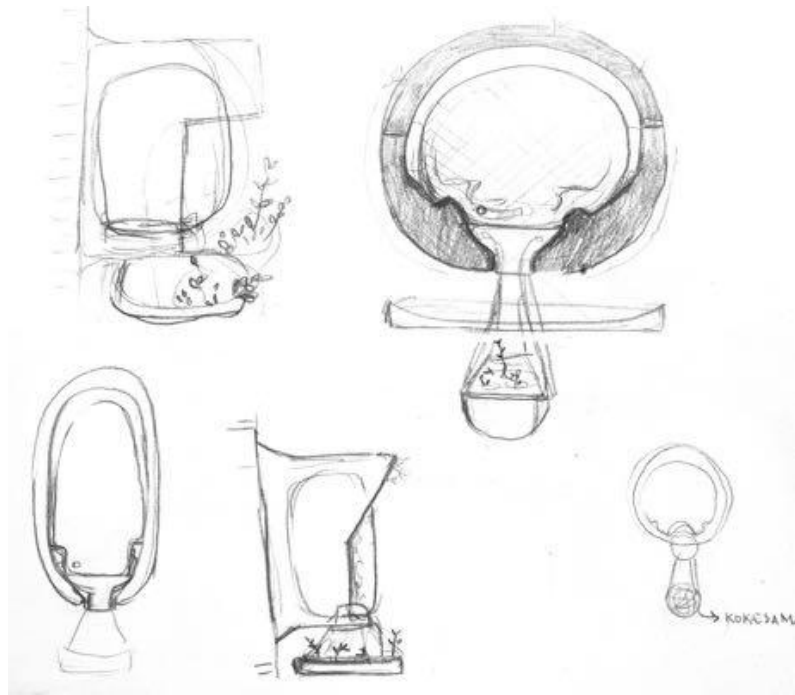


Figura 150 - desenhos forma 12 (desenho da autora)



Figura 151 – modelo em argila forma 12 (arquivo da autora)

1.11 Alternativa final

Para a escolha do caminho de forma, além da observação dos desenhos e modelos, fizemos tabelas de avaliação, que assim como os requisitos, seguindo a linha de raciocínio do projeto, teve os critérios divididos em: humanos, abelhas e micélio. Esse foi o método encontrado para auxiliar na comparação e escolha das alternativas formais de maneira mais consciente, considerando as funções técnicas, biológicas, estéticas e simbólicas.

Os valores definidos para avaliação podem ir de 0 a 3, sendo o “0” como não atende, o “1” como atende de forma insatisfatória e o “3” como atende de forma satisfatória.

Tabela 2 – Requisitos dos humanos – forma, técnica e conceito

FORMA	PROTEÇÃO SOLCHUVA	SEGURANÇA E FIXAÇÃO	FACILIDADE DE TROCA (da proteção)	PRODUÇÃO	CONCEITO e ASSOCIAÇÃO	ESTÉTICA	EMBALAGEM TRANSPORTE	
F1a 	3	0	0	2 <small>impressão 3d no forno</small>	2	3	3	13
F1b 	1 <small>instalação na parede</small>	2 <small>fixa no teto</small>	3 <small>de inserir</small>	3 <small>impressão 3d no forno</small>	2	2	3	16
F2 	3	3 <small>fixa no suporte</small>	2 <small>opções manuseio externo - base base quadrada</small>	2 <small>impr no forno</small>	1	1	3	15
F3a 	1 <small>instalação na parede</small>	3 <small>fixa no suporte</small>	1 <small>opções manuseio externo - base base quadrada</small>	2 <small>impressão 3d no forno</small>	2	1	3	13
F3b 	1 <small>instalação na parede</small>	3 <small>fixa no suporte</small>	1 <small>opções manuseio externo - base base quadrada</small>	2 <small>impressão 3d no forno</small>	2	3	3	15
F3c 	1 <small>instalação na parede</small>	3 <small>fixa no suporte</small>	1 <small>opções manuseio externo - base base quadrada</small>	2 <small>impressão 3d no forno</small>	2	3	3	15
F4 	3	2 <small>fixa no suporte</small>	1 <small>opções manuseio externo - base quadrada com espelho</small>	3 <small>impressão 3d no forno</small>	2	1	3	15

FORMA	PROTEÇÃO SOL/CHUVA	SEGURANÇA E FIXAÇÃO	FACILIDADE DE TROCA (da proteção)	PRODUÇÃO	CONCEITO e ASSOCIAÇÃO	ESTÉTICA	EMBALAGEM TRANSPORTE	
F5 	3	3 (fixo no suporte)	2 (precha manual colmeia - tem base quadrada)	2 (mais pra forma)	2	2	2	16
F6 	3	3 (fixo no suporte)	2 (precha manual colmeia - tem base quadrada)	2 (mais pra forma)	2	3	2	17
F7 	3	3 (fixo no suporte)	3 (precha manual colmeia - tem base reta estável e encaixe fácil)	3 (impressão 3d ou forma)	2	2	3	19
F8 	2	3 (fixo no suporte)	2 (precha manual colmeia - tem base quadrada)	2 (impressão 3d ou forma)	3	3	1	16
F9 	2 (protegido pelo larva)	2	- (não troca)	2 (impressão 3d ou forma)	3	3	2	14
F10 	3	3	3	2	3	3	2	19
F11 	3	2	3	3	3	3	3	20
F12 	3	3	3	3	3	3	2	20

Os desenhos e alternativas F10, F11 e F12 surgiram a partir da observação e crítica das opções anteriores (F1 a F9), e por isso estão separados na tabela de avaliação, por terem vindo depois e serem opções mais afinadas, com algumas das questões identificadas na análise anterior resolvidas. Esse padrão se repete para as tabelas seguintes, das abelhas e do micélio.

Tabela 3 - requisitos das abelhas – forma, atração, usabilidade

FORMA	ENTRADA E TUBO DE INGRESSO	ESPAÇO INTERNO	APARÊNCIA ESTÁVEL / SEGURA	CANTEIRO (atração por proximidade de recursos)	
F1a 	1	3	0	3	7
F1b 	1	1	3	1 <small>(sem cor)</small>	6
F2 	2	1	3	1 <small>(sem cor)</small>	7
F3a 	2	2	3	1 <small>(sem cor)</small>	8
F3b 	1	2	3	1 <small>(sem cor)</small>	7
F3c 	3	1	2	1 <small>(sem cor)</small>	7
F4 	1	1	2	1 <small>(sem cor)</small>	5
F5 	2	3	2	3 	10





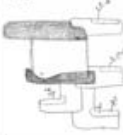










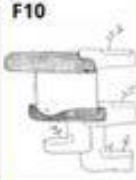






FORMA	ENTRADA E TUBO DE INGRESSO	ESPAÇO INTERNO	APARÊNCIA ESTÁVEL / SEGURA	CANTEIRO (atração por proximidade de recursos)	
F6 	2	3	3	3	11
F7 	1	1	3	3	8
F8 	2	2	2	2	8
F9 	2	3	1	1 <small>(pensar como)</small>	7
F10 	3	2	3	3	11
F11 	3	2	2	2	9
F12 	3	2	3	2	10

Tabela 4 - Requisitos do micélio – forma, liberdade e durabilidade

FORMA	CRESCIMENTO ALÉM NA FORMA (estético)	PREENCHIMENTO DA FORMA (densidade e propriedades)	DURABILIDADE (menos pontos frágeis)	
F1a 	2	2 (m. cabos?)	1 (por ser pendurado)	5
F1b 	3	3	2 (por ser fixa na colmeia)	8
F2 	2	3	2	7
F3a 	2	2	2	6
F3b 	3	3	3	9
F3c 	3	2	3	8
F4 	3	2	3	8

FORMA	CRESCIMENTO ALÉM NA FORMA (estético)	PREENCHIMENTO DA FORMA (densidade e propriedades)	DURABILIDADE (menos pontos frágeis)	
F5 	2	2	2	6
F6 	2	2	2	6
F7 	2	2	1 (por ter dobra)	5
F8 	2	2	2	6
F9 	3	2	2 (por ser pendurada)	7
F10 	2	3	1	6
F11 	3	3	2	8
F12 	3	3	3	9

Tabela 5 - Valores totais das 3 tabelas (humanos, abelhas e micélio) somadas

FORMA	TOTAL	FORMA	TOTAL	FORMA	TOTAL
F1a 	25	F3c 	30	F8 	30
F1b 	30	F4 	28	F9 	28
F2 	29	F5 	32	F10 	36
F3a 	27	F6 	34	F11 	37
F3b 	31	F7 	32	F12 	39

As matrizes de avaliação nos auxiliaram não só na escolha do caminho formal, mas a prestar atenção em quais são os requisitos essenciais e quais são os flexíveis no projeto. Um dos requisitos que percebemos como indispensável ao longo da construção das matrizes foi a presença das plantas, que no início do processo de criação e esboço era um elemento extra em alguns desenhos. A importância das plantas no projeto vai além da atração estética e biológica, passa a cumprir uma função simbólica, evidenciando as relações interespecíficas.

Dentre as mais pontuadas, a escolhida foi a F11, apelidada de equilíbrio. Foi escolhida por remeter a simbolismos caros ao projeto, como a sensação visual de equilíbrio/desequilíbrio,

e os sistemas e órgãos re-produtivos, além de cumprir os requisitos indispensáveis e boa parte dos desejáveis.

A noção visual que essa versão de RUM_A traz é da iminência do desequilíbrio, uma instabilidade que gera movimento e procura encontrar um ponto de equilíbrio, que não necessariamente está no centro da massa. Essa ideia de um equilíbrio que não é igual para todas as partes colabora com a conceituação do projeto ao trazer o movimento como parte das dinâmicas ambientais.

RUM_A se aproxima do tema reprodução quando percebemos que a própria colmeia é um espaço de procriação: um ninho e observamos a participação das abelhas na vida sexual das plantas. Por isso é interessante também o formato do projeto remeter de maneira indireta aos órgãos reprodutivos das abelhas, plantas, fungos ou humanos, transmitindo a ideia de fertilidade e replicabilidade desses seres para promover um equilíbrio ecológico.

1.12 Aperfeiçoamento da forma

Com o caminho formal escolhido, elaboramos mais desenhos e possibilidades para melhorar funcional, visual e simbolicamente a forma dentro do conceito escolhido.

No decorrer do processo de experimentação, avaliação e desenvolvimento de forma, fizemos decisões cruciais para o projeto que transformamos na lista de exigências e requisitos projetuais a seguir:

- Garantir uma abertura para entrada de luz e água, essenciais para nutrição e energia das plantas;
- Fazer cobertura de sol e chuva protegendo o núcleo das abelhas, para aumentar a durabilidade do mesmo;
- Fazer a base do núcleo da colmeia reta, para assegurar equilíbrio e estabilidade;
- Fazer o suporte central quadrado para evitar rotação e por valores estéticos – do contraste com o resto de RUM_A, predominantemente orgânico;

- Apostar em uma geometria mais assimétrica para colaborar com a ideia do equilíbrio-desequilíbrio;
- Pensar em uma construção possível de extrusão por meio de impressão 3d de biocompósitos – com uma base e paredes retas;
- Garantir um espaço de encaixe para um vaso de planta de tamanho padrão;
- Contar com a capacidade de união do micélio para união de partes que precisarem ser impressas separadamente;
- Fazer um sistema de drenagem de água na parte em que o núcleo da colmeia está apoiado para evitar possíveis empoçamentos;
- Fazer uma trava de segurança para que não corra o risco do núcleo da colmeia rolar para frente;

Aplicamos as escolhas projetuais listadas nos novos desenhos e modelos digitais até chegar a uma versão final. Esse percurso está apresentado visualmente a seguir:

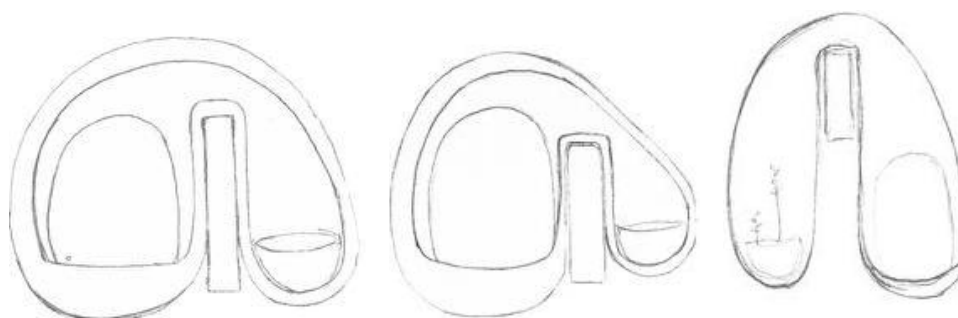


Figura 152 – Esboços para aperfeiçoamento da forma (desenho da autora)

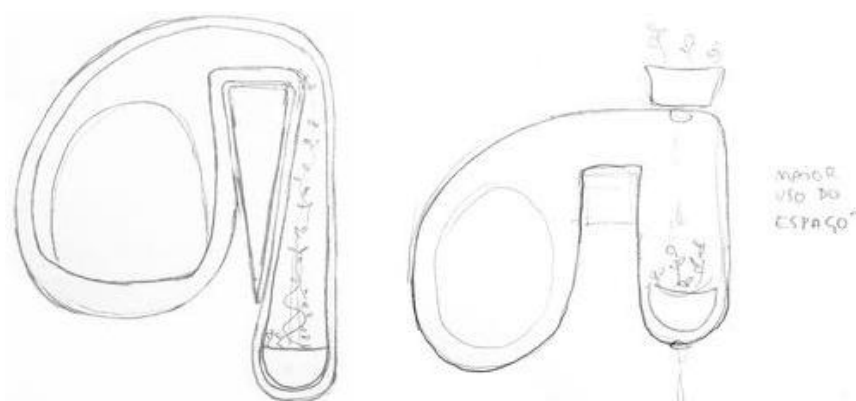


Figura 153 – Aplicação de plantas no esboço (desenho da autora)

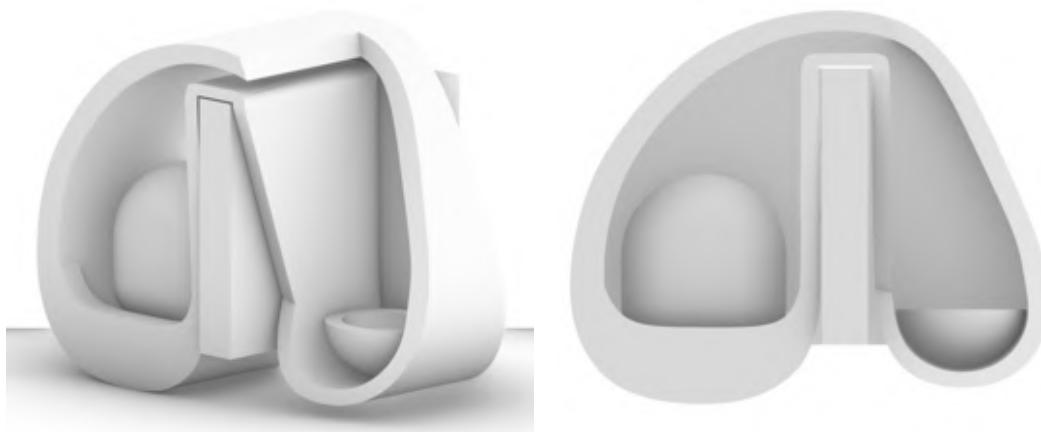


Figura 154 - Primeira versão da modelagem 3d virtual (arquivo da autora)



Figura 155 - Experimentos de formato do suporte central no modelo digital (arquivo da autora)



Figura 156 - Experimento com possibilidade de dois vasos e cobertura reta (arquivo da autora)



Figura 157 – Simulação com aplicação de plantas e abelhas (arquivo da autora)

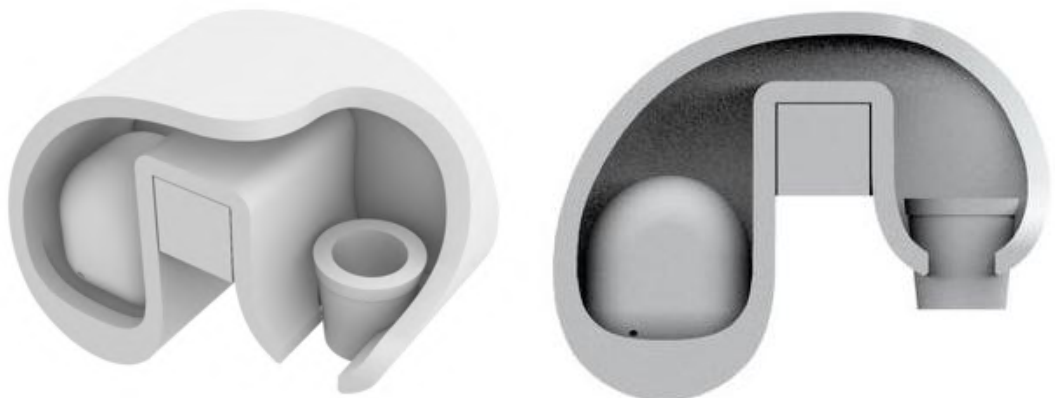


Figura 158 – Solução de abertura da lateral (arquivo da autora)

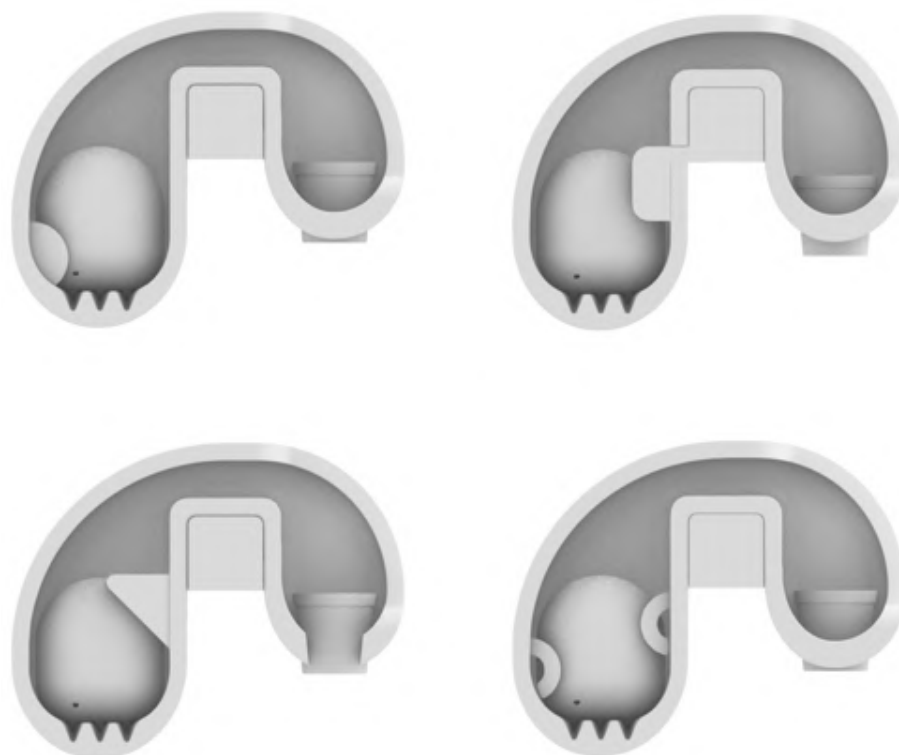


Figura 159 - Testes e opções das travas (arquivo da autora)

Modelo final:

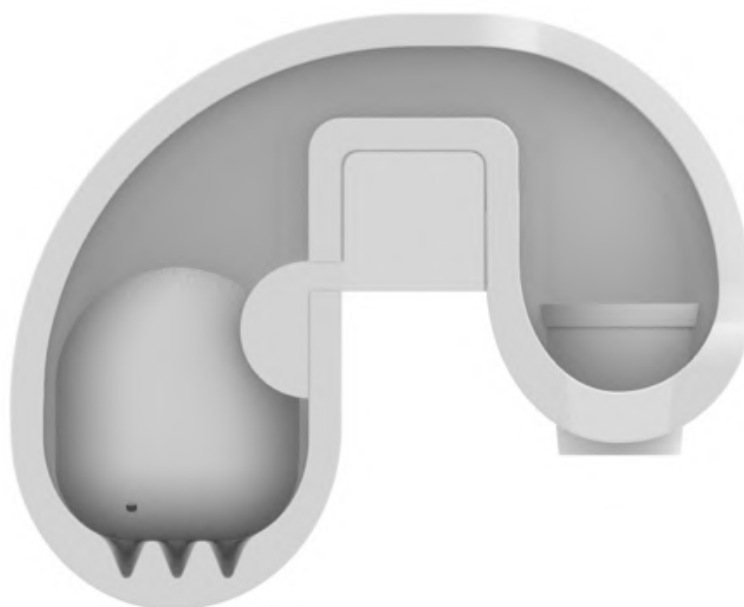


Figura 160 - Vista frontal (arquivo da autora)

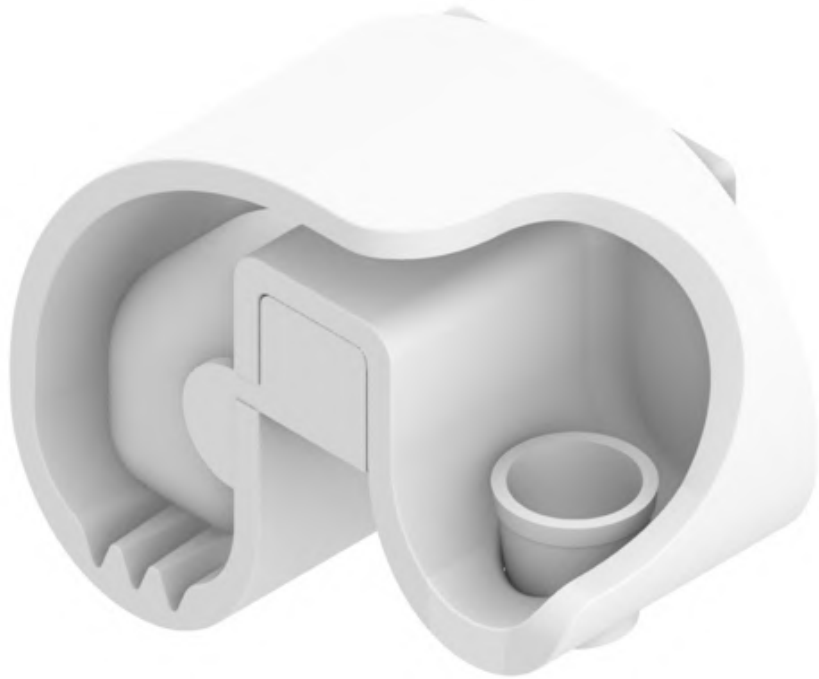


Figura 161 - Modelo final em perspectiva (arquivo da autora)

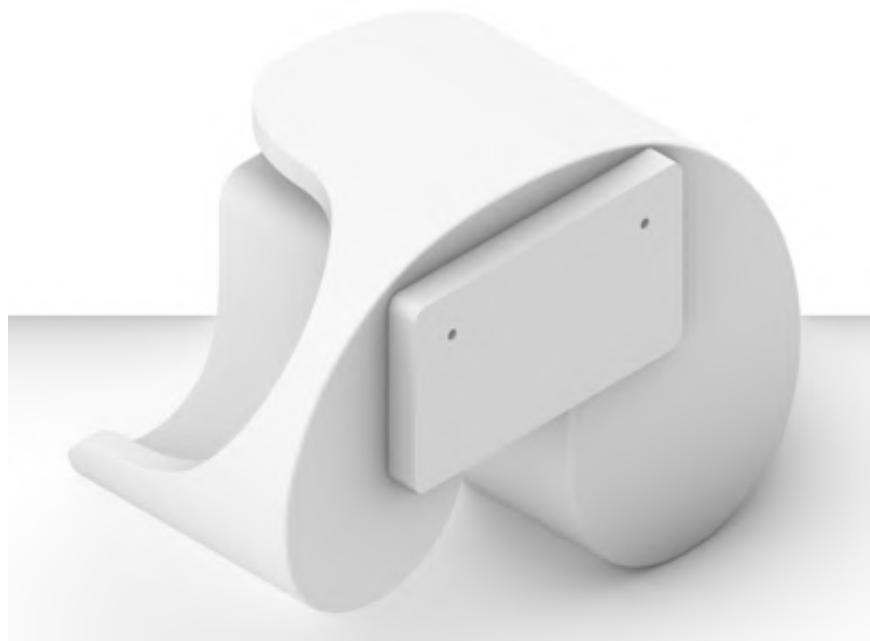


Figura 162 - Modelo final em perspectiva (arquivo da autora)

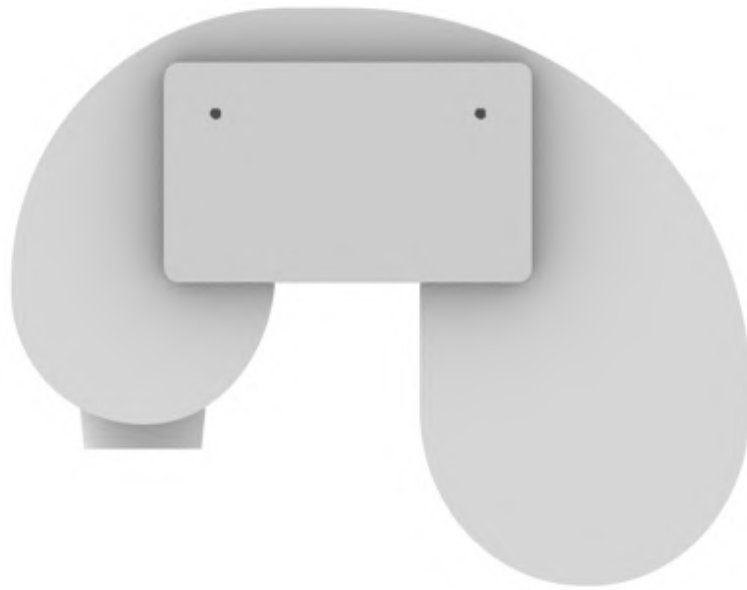


Figura 163 - Vista anterior (arquivo da autora)

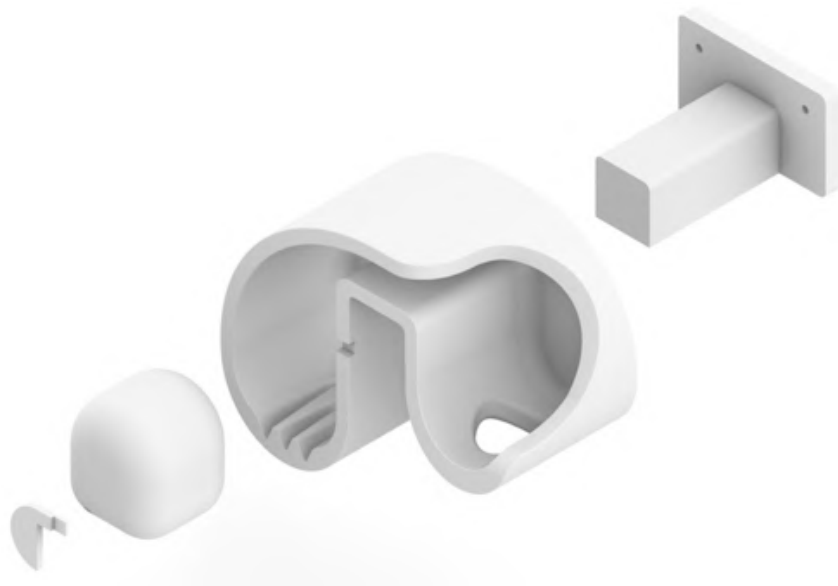


Figura 164 - Vista explodida (arquivo da autora)

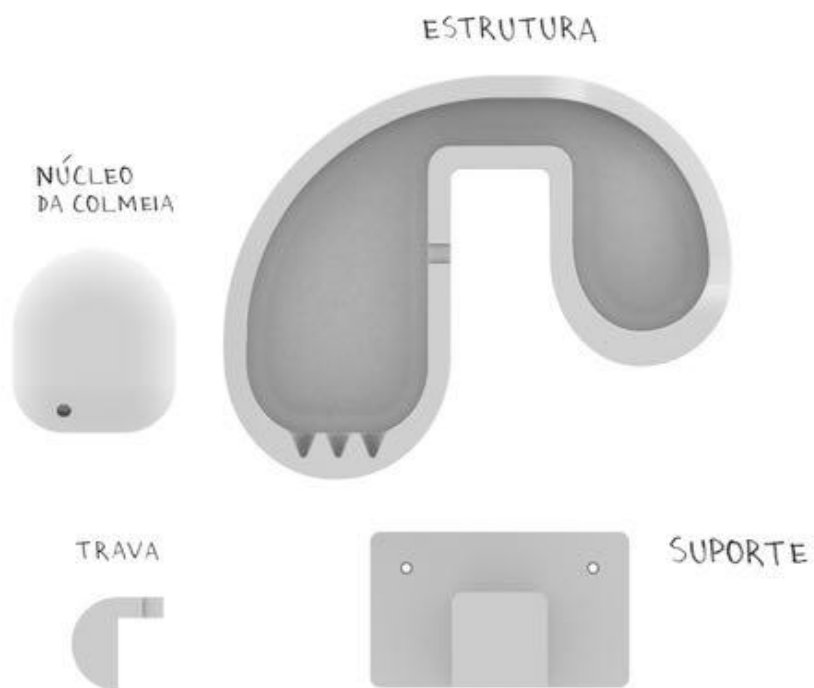


Figura 165 - Partes de construção separadas (arquivo da autora)

1.12.1 Detalhamento e dimensões

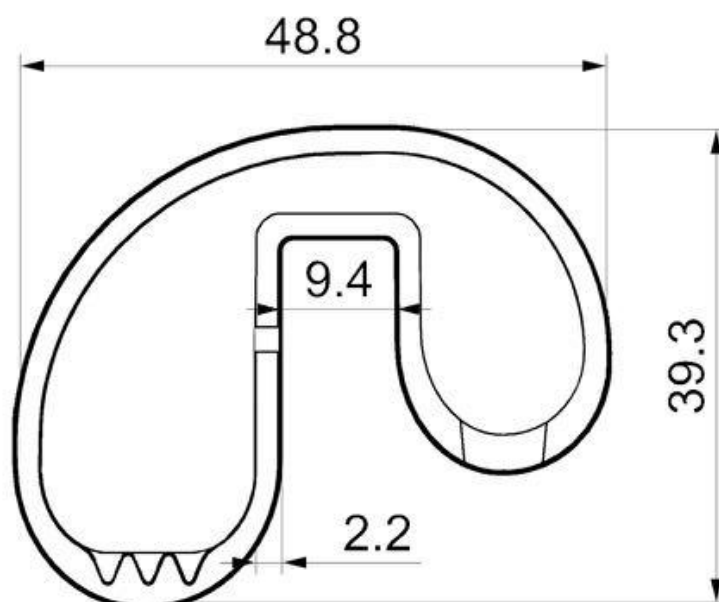


Figura 166 - Dimensões (em centímetros) da estrutura na vista frontal (arquivo da autora)

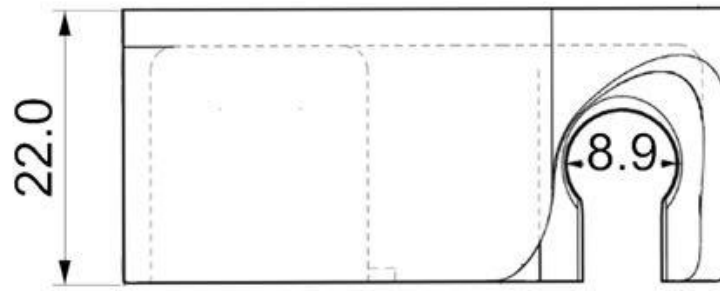


Figura 167 - Dimensões na vista superior da estrutura (arquivo da autora)

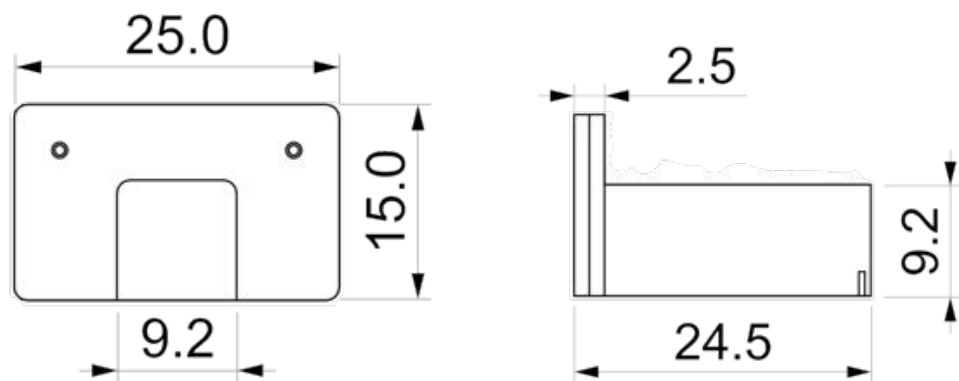


Figura 168 - Dimensões na vista frontal e lateral do suporte (arquivo da autora)

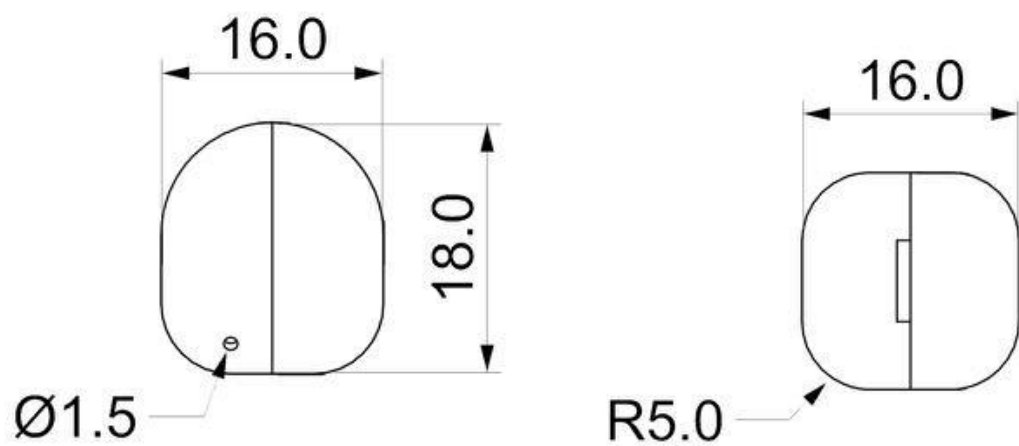


Figura 169 - Dimensões na vista frontal e lateral do núcleo da colmeia (arquivo da autora)

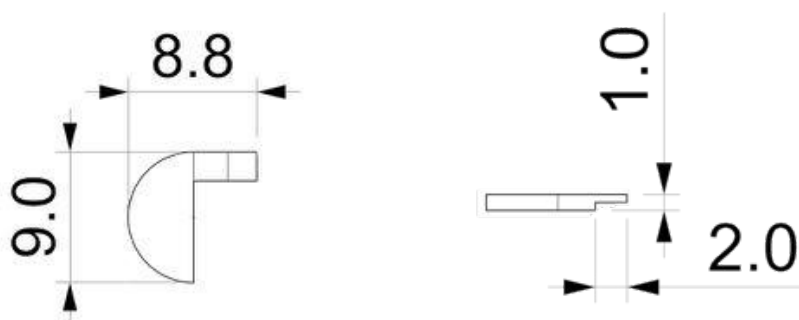


Figura 170 - Dimensões na vista frontal e superior da trava (arquivo da autora)

Detalhes na estrutura



Figura 171 - Peça que compõe estrutura – encaixada e separada (arquivo da autora)

O processo de produção escolhido foi a impressão 3D em biocompósito de micélio. Para realizar a estrutura foi necessária a separação de parte do furo de encaixe do vaso (Figura 171 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), por conta da impossibilidade de cobrir vãos livres no processo da impressão com a massa de biocompósito. Na impressão 3d convencional (em plástico), a própria impressora constrói um suporte do material.

A ideia é que uma vez impressas as peças separadas, elas sejam sobrepostas e se unam por contato, uma vez que o micélio tem essa capacidade de conexão pelas hifas enquanto vivo. Após a união concluída, o micélio deve ser desidratado.

A proposta de RUM_A é ser instalada em áreas externas, assume-se então a possibilidade de haver contato com água de chuva e conseqüentemente uma necessidade de escoar essa água. Prezando pela durabilidade e adiando a degradação do micélio, inserimos sulcos na parte inferior do projeto (Figura 172), onde poderia ter acúmulo de água.



Figura 172 - Sulcos para drenagem de água (arquivo da autora)

Já a abertura no outro lado da estrutura (Figura 173) foi uma opção feita para cumprir a necessidade da planta de receber luz solar e água como fontes energéticas.

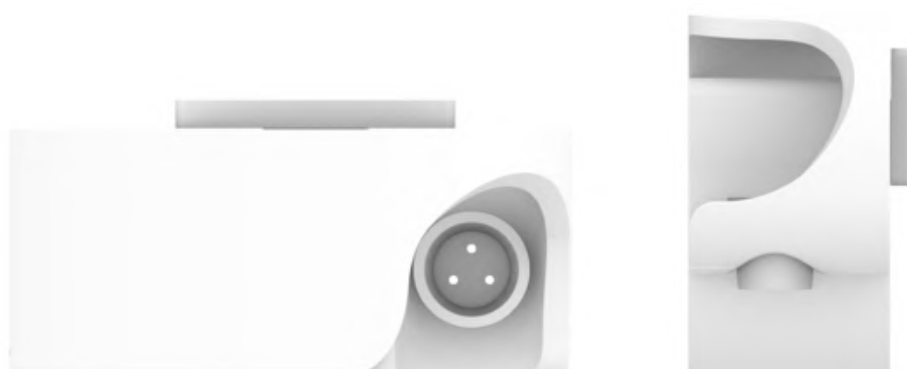


Figura 173 - Abertura na estrutura para passagem de luz solar e água. Vista superior e vista lateral (arquivo da autora)

Detalhes no suporte

O suporte é dividido em três partes (Figura 174), encaixadas, unidas por cavilha e coladas com resina de mamona. O arranjo de encaixes foi elaborada junto ao professor Pedro Themoteo²¹, que deu valiosas dicas para evitar a alavanca e tensão na peça, aumentando sua resistência e durabilidade. Escolhemos fazer encaixes e usar cavilha para evitar o uso de ferragens e parafusos.



Figura 174 - Suporte explodido e cavilhas (arquivo da autora)

As quinas vivas do suporte e da estrutura foram arredondadas para evitar cisalhamento, que poderia fragilizar ou até partir a estrutura, dependendo das forças atuantes. O raio usado para

²¹ Além de professor substituto no departamento de Desenho Industrial da UFRJ, Pedro Themoteo é diretor de design e sócio fundador da Materiabrasil. Formado pela ESDI/UERJ com cursos de extensão de Design Thinking e empreendedorismo pela ESPM, como capacitação em design para Inovação. Mestre em design pela ESDI/UERJ e doutorando pela PUC Rio em design dentro do o tema de pesquisa Biodesign, atua em direção a desenvolvimento de projetos mais sinérgicos com os ciclos naturais do planeta. A formação informal em artes plásticas, economia circular, cultura maker e opensource trazem complementaridade a sua formação acadêmica para prover criatividade atrelada a conteúdo em seus projetos.

o arredondamento das arestas em contato entre suporte e estrutura, foi de 1cm (Figura 175). O das quinas internas da estrutura, o contato entre o fundo e as paredes, foi de 2cm.



Figura 175 - Arredondamento de arestas no contato entre suporte e estrutura (arquivo da autora)

Para prender o suporte na parede há um furo simples com um rebaixo para a cabeça do prego não ficar sobressalente (Figura 176). O furo tem 8mm de diâmetro.

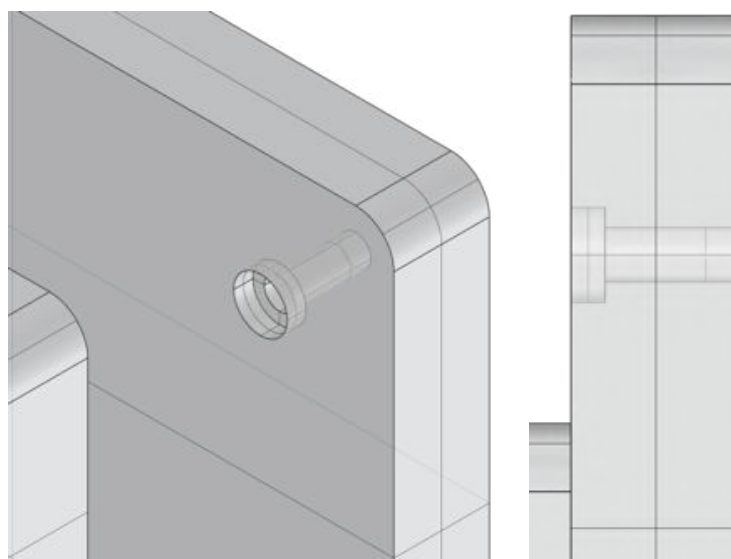


Figura 176 - Furo para parafuso no suporte (arquivo da autora)

Para proteger o núcleo da colmeia de uma queda, em caso de algum baque brusco na estrutura, consideramos necessário uma trava, uma vez que o tombamento do núcleo com a

colônia instalada é fatal para as abelhas. A solução foi um uma peça de bambu laminado colado (Figura 177), que se encaixa no suporte.



Figura 177 – Trava do núcleo que encaixa no suporte (arquivo da autora)

Detalhes no núcleo da colmeia

O núcleo da colmeia é oco (Figura 178 e Figura 179), com parede de 2cm de espessura e uma entrada em furo cilíndrico de 1cm de diâmetro inclinado para baixo, como meio de evitar a entrada de luz solar direta e claridade (Figura 180). Adicionamos dentes de encaixe para facilitar e firmar a união das duas partes do núcleo pelo micélio (Figura 179). Possui a base reta para se firmar quando apoiado em outra superfície de base reta, evitando a inclinação, prejudicial se houverem abelhas ocupando o espaço. O volume interno é de aproximadamente 1,5L ou 1500cm³.

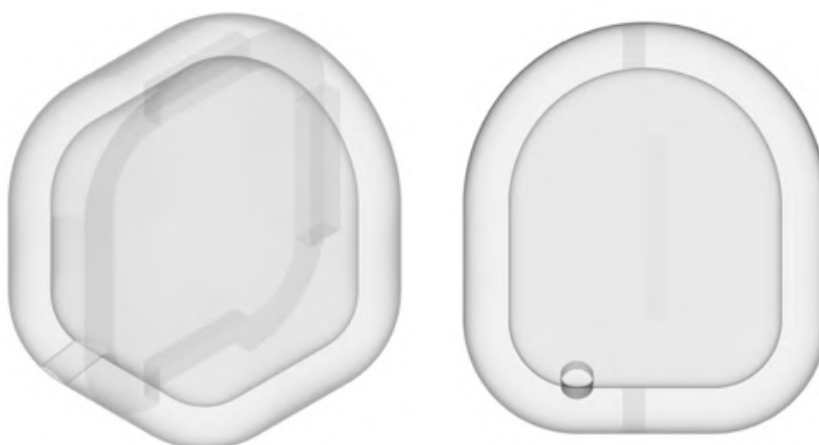


Figura 178 - Núcleo da colmeia em material transparente para visualização do oco (arquivo da autora)

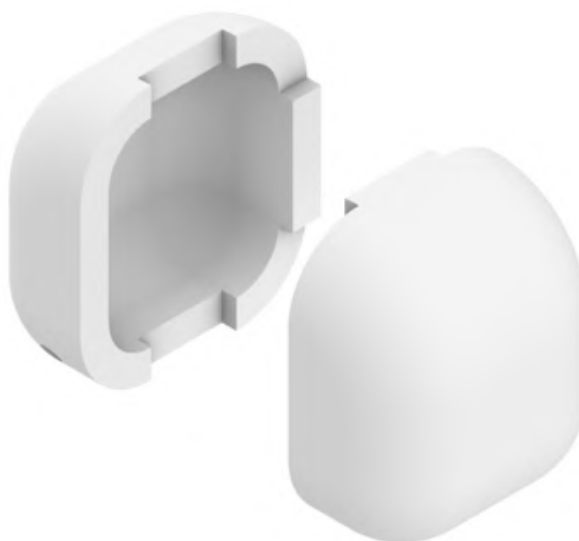


Figura 179 - Núcleo da colmeia partido, com o encaixe à mostra (arquivo da autora)

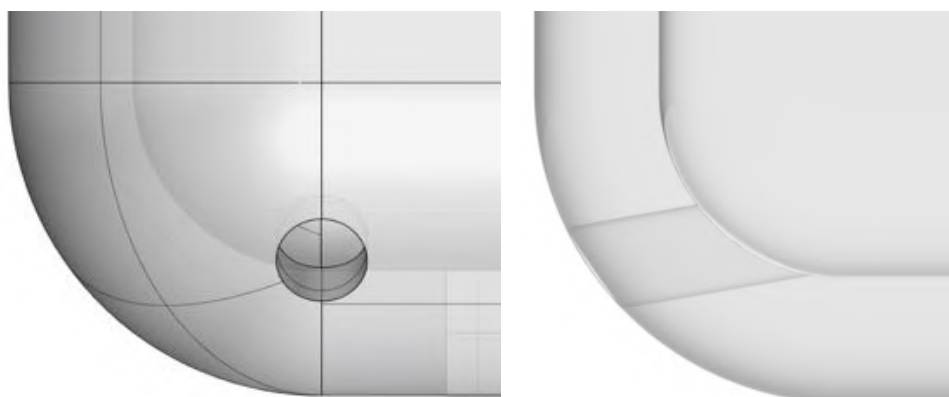


Figura 180 - Furo de entrada na vista frontal e lateral (arquivo da autora)

1.13 Materiais e processos de fabricação

No processo de RUM_A identificamos a necessidade de usar dois materiais diferentes, são eles: o compósito com micélio no núcleo da colmeia e estrutura e o bambu no suporte e trava. Para a produção do suporte e trava em bambu, a melhor técnica considerada foi o BLC (Bambu Laminado Colado) usando a resina de mamona como material de união das lâminas.

Para a fabricação do núcleo da colmeia e da estrutura foram estudadas duas técnicas: a impressão 3d por extrusão do biocompósito pastoso e a moldagem do biocompósito sólido. Por entender RUM_A como um projeto em processo contínuo, optamos pela impressão 3d, que permite adaptações, sem uma forma fixa permanente. Essa forma proposta é uma versão de RUM_A, mas adaptações podem e provavelmente serão necessárias de acordo com os “feedbacks” dos fungos, abelhas, plantas, humanos e os locais de instalação.

Outra vantagem da impressão 3d é o alcance do projeto, que uma vez pensado para ser impresso, pode ser replicado em qualquer lugar que tenha o equipamento compatível.

1.13.1 Estrutura e núcleo com micélio

Para trazer RUM_A à vida, escolhemos trabalhar com os compósitos que tem o micélio como matriz. O método proposto é a impressão 3D desse material, e portanto, o estado do compósito deve ser pastoso.

A pasta deve ser ao mesmo tempo viscosa, para que possa ser extrudada, e firme para que quando depositada na superfície não liquefaça e deforme. Outra característica essencial é que ela deve ser pensada como fonte energética e nutritiva para o fungo, uma vez que o objetivo é fazer com que ele colonize todo o espaço da pasta depois de impressa.

Um artigo publicado por Soh (2020) relata o desenvolvimento de uma pasta extrudável para compósitos com micélio, eles utilizam o fungo da espécie *Ganoderma Lucidum* em substrato de microfibras de bambu com quitosana para adquirir a viscosidade necessária. Segundo os pesquisadores “A mistura de quitosana com micélio crescido no bambu desenvolvida nessa pesquisa é uma promessa para a construção de formas complexas em 3D usando compósitos com matriz de micélio” (SOH *et al*, 2020 p.6)

Encontrar a composição ideal para uma pasta extrudável com o material vivo requer uma pesquisa especializada e extensa. Com a crescente urgência de se encontrar alternativas aos materiais incoerentes ambientalmente, vêm aumentando o volume de pesquisas e avançando as inovações tecnológicas em relação à materiais e processos responsáveis social e ambientalmente. Por isso estudos como o citado acima, mesmo que estando em processo, auxiliam em projetos com pretensão de aplicação desses métodos, tornando-os factíveis.

Proponho então, como material para a impressão 3D do Refúgio Multiespécie um substrato à base de serragem de bambu, micélio da espécie *Ganoderma Lucidum* e chitosan, um biopolímero proveniente do exoesqueleto de crustáceos, com perspectivas futuras de alternativas veganas ao chitosan, que confere à composição estrutura e a possibilidade de extrusão (SOH *et al*, 2020).

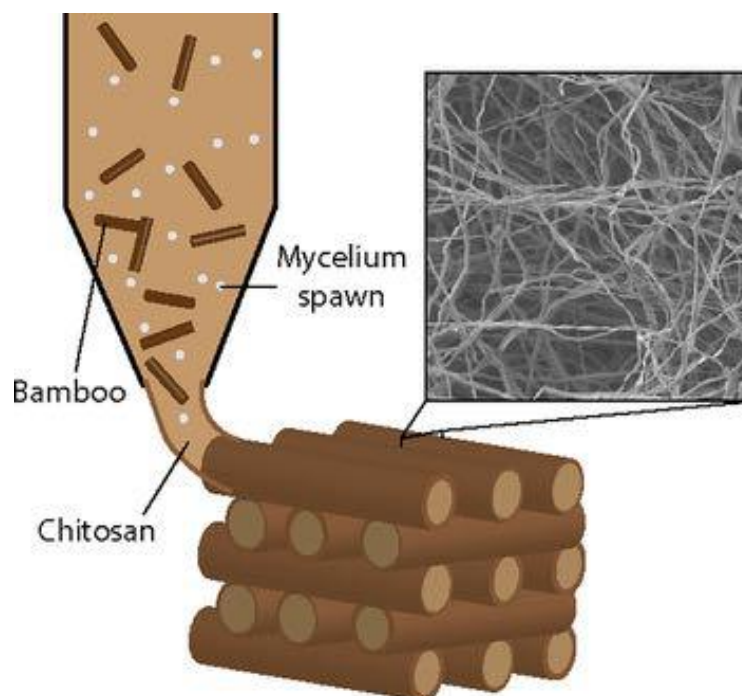


Figura 181 - Representação de extrusão do composto proposto (Fonte: SOH *et al*, 2020)

A espécie de fungo escolhida, *Ganoderma Lucidum* ou Reishi se desenvolve e convive na maior parte do mundo que tem as condições adequadas para seu desenvolvimento: quente e úmido. Ele é o fungo mais utilizado para o estudo de compósitos por ter o crescimento micelial agressivo – rápido e denso – resistente à contaminantes e com boa capacidade de cobertura. É também a espécie estudada por Paul Stamets (2018) para produção do líquido que auxilia no sistema imunológico das abelhas (BeeMushroomed), o que o torna um bom componente para participar do ambiente de convivência multiespécie proposto.

A impressão 3D com micélio é uma tecnologia recente, que ganhou força após o início da técnica de manufatura aditiva com materiais pastosos extrudáveis como o cimento e a cerâmica, assim como a já citada crescente preocupação em tornar os processos e materiais mais coerentes ambiental e socialmente.

Apesar de já existirem maquinários especializados, como é o caso da Delta WASP 40100 Clay (Figura 183) da 3D Potterbot 10 XL (Figura 182), próprias para impressão de materiais

pastosos, é muito comum as impressoras serem adaptadas para a extrusão de pastas, nos termos atuais: as impressoras são *hackeadas*. Na internet podem ser encontrados tutoriais e peças adicionais imprimíveis para a transformação das impressoras 3D padrão, de filamentos poliméricos (PLA e ABS, por exemplo), em impressoras extrusoras, trocando algumas peças. A possibilidade de adaptação de uma impressora comum em extrusora torna mais acessível a impressão de biomateriais.



Figura 182 – 3D Potterbot 10 XL (<https://3dpotter.com/printers/scara>)



Figura 183 - Delta WASP 40100 Clay (Fonte: <https://www.3dwasp.com/en/>)

Em relação à área de impressão e o diâmetro do bico (espessura da saída do material), as duas impressoras usadas de exemplos acima tem respectivamente: 40cm de diâmetro e 45cm de altura, com 1,2 ou 2mm de diâmetro do bico na *Delta WASP 40100 Clay* e 49x49x71cm com 3, 4, 5 ou 6mm de diâmetro do bico, na *3D Potterbot 10 XL*.

Quanto menor o bico da extrusão, mais delicados os traços e mais visíveis os detalhes, sendo aconselhável para a estrutura um bico com no máximo 2mm de diâmetro, devido à detalhes como os sulcos para escoamento de água.

Na impressão do núcleo da colmeia, por ser um formato ovoide e oco e a tecnologia da impressão com micélio ainda não disponibilizar hastes de suporte, ele tem que ser partido em duas partes e depois unido. A união do núcleo é feita pelo próprio micélio, que tem a

capacidade de ligar através das hifas as duas partes separadas, justapostas logo após a impressão. Em relação ao diâmetro do bico, pode-se usar um mais grosso (4 ou 5mm) pela forma não apresentar muitos detalhes.

O furos para a entrada das abelhas no núcleo da colmeia deve ser feitos posteriormente ao crescimento e por volta de 3 dias antes da desidratação do micélio.

O posicionamento das partes do projeto que serão impressas com o material de micélio estão ditados nas imagens a seguir (Figura 184 a Figura 187).

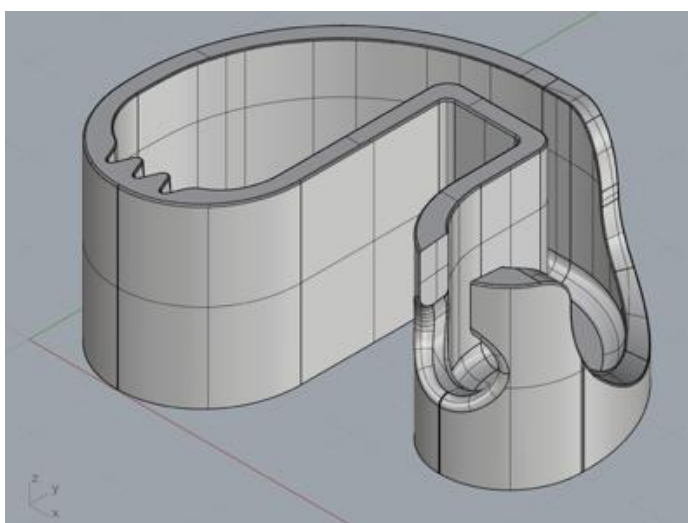


Figura 184 - Posição de impressão da estrutura (arquivo da autora)

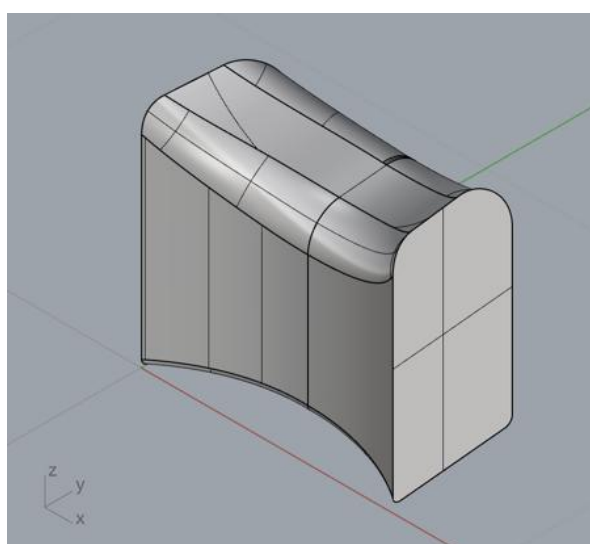


Figura 185 - Posição de impressão do encaixe da estrutura (arquivo da autora)

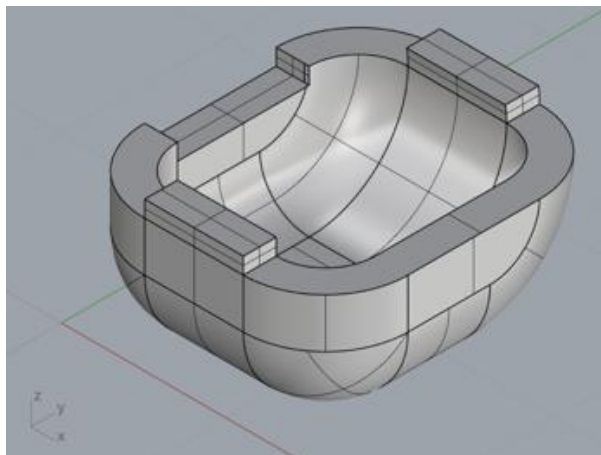


Figura 186 - Posição de impressão do núcleo da colmeia (arquivo da autora)

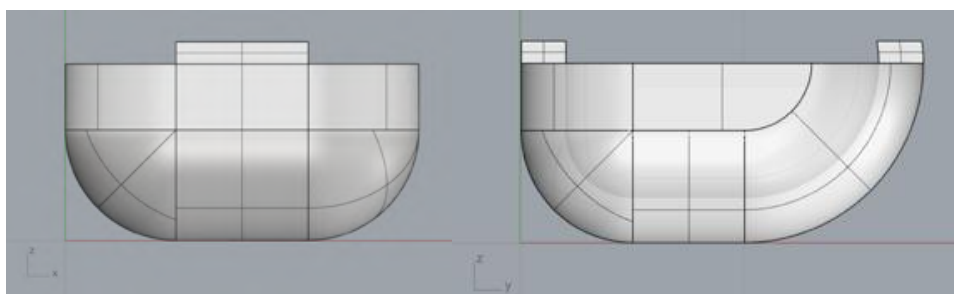


Figura 187 - Posição de impressão do núcleo da colmeia na vista frontal e direita (arquivo da autora)

Outra questão essencial ao tratar da produção com composto de micélio é o ambiente de trabalho, que deve ser próximo à um laboratório de biologia ou estufa para cultivo de cogumelos, com esterilização regular e cuidados com a higiene para evitar possíveis contaminações. É necessário também um controle da temperatura, umidade e luminosidade para o crescimento do fungo.

As etapas e os tempos sugeridos para o desenvolvimento na estrutura e no núcleo são:

- Crescimento do micélio no substrato esterilizado (por volta de 1 semana)
- Transformação do substrato com micélio em pasta
- Extrusão da pasta na forma desejada
- Crescimento do micélio na forma (por volta de 2 semanas)
- Desidratação

A desidratação pode ser feita em estufa de secagem controlada a 60° por 24h, ou uma semana em sol pleno. A maneira mais segura, com menos risco de contaminação por outros fungos é na estufa pois o secamento lento ao sol propicia a contaminação. Uma alternativa segura de contaminações mas que consuma menos energia e portanto esteja mais próximo das diretrizes do projeto, são as desidratadoras solares para alimento.

1.13.2 Suporte em Bambu Laminado Colado (BLC)

O que estou chamando de suporte é a parte do projeto que sustenta a estrutura e a fixa na parede, mantendo-a estática e na posição desejada. Como forma de aumentar a durabilidade e a resistência, características essenciais à esse segmento, o material escolhido para sua produção foi o bambu, com a técnica BLC – Bambu laminado colado.

O bambu usado como material de construção é conhecido por suas propriedades mecânicas, pela beleza estética, pela produtividade e pelos benefícios ambientais ao substituir outros materiais de construção, como madeiras principalmente em escala industrial.

Em relação à resistência mecânica, o método proposto para utilização do bambu pode se igualar ou superar algumas madeiras comumente usadas no Brasil, como o Eucalipto, o Pinus e o Angelim. (ORTHEY *et al*, 2015)

Tabela 6 - Resistência mecânica do bambu laminado colado(BLC). Fonte: Gonçalves et al., 2000

BAMBU LAMINADO COLADO	
Ensaio	Resistência (MPa)
Dureza	35
Compressão Paralela às Fibras	55
Compressão Normal às Fibras	18
Tração Paralela às Fibras	195
Tração Normal às Fibras	2,5
Cisalhamento	10
Flexão	166

Quando comparado com o eucalipto quanto à produtividade, o bambu tem vantagens por poder ser utilizado comercialmente a partir dos 7 anos de plantio, com colheitas anuais por tempo médio de 30 anos, sem necessidade de replantar. Já o Eucalipto leva 15 anos e só pode ser colhido uma vez. Esse fato garante uma constância econômica à quem produz a matéria

prima, tendo assim uma vantagem também socioeconômica quando comparado à produção da madeira do Eucalipto.

Com relação aos benefícios ambientais podemos listar a capacidade de sequestro de carbono; a maior produtividade, assumindo um menor uso de espaços de mata nativa; além de existirem espécies nativas de bambu, tendo um menor impacto ao ecossistema local se o plantio é feito de maneira ambientalmente responsável.

A imagem e as tabelas a seguir mostram os processos para a transformação dos colmos de bambu²² em BLC, dividido em duas fases: beneficiamento e transformação em produto.



Figura 188 - Dos colmos ao BLC. Fonte: Adaptado de Castaneda, H. e Bjarnadottir, S., 2016

Tabela 7 - Beneficiamento do bambu. Fonte: ORTHEY et al., 2015



²² Colmos: Tipo de caule com nós visíveis, característico de gramíneas, como o bambu.

Tabela 8 - Transformação em produto. Fonte: ORTHEY et al., 2015



Coloco a seguir uma imagem do material (Figura 189) e exemplos de produtos feitos com o material (Figura 190 e Figura 191).



Figura 189 - Amostra de bambu laminado colado. Fonte: <https://raizecipo.com.br/bambu-laminado/>



Figura 190 - Poltrona de bambu #5 desenvolvida por Paulo Foggiato para a empresa Oré Brasil. Fonte: <https://labdecor.blogspot.com/2009/09/bambu-e-premio-salao-casa-brasil.htm>



Figura 191 – Estruturas dobráveis em bambu laminado colado. Fonte: YAMADA, 2016

Três observações sobre a transformação do bambu em BLC chamam atenção, o tratamento químico, o uso da cola, que pode tornar o objeto tóxico para o ambiente e o aproveitamento do material, que após a usinagem é de apenas 30%.

Na primeira questão, uma alternativa é o uso da água oxigenada ao invés de produtos químicos nocivos. Há fornecedores de bambu laminado que oferecem um tratamento mais

responsável, mantendo a qualidade do produto, como a “Take bambu” em São Paulo, como me recomendou o professor Pedro Themoteo em conversa sobre o uso do bambu no projeto.

Normalmente o adesivo e verniz usados para a colagem e acabamento do BLC são sintéticos, com polímero na composição, isso acaba tornando o processo do material mais tóxico e dificulta o descarte, já que o produto deixa de ser biodegradável. Os adesivos naturais se apresentam como solução para esse problema, uma vez que resolvem a biodegradabilidade do produto e os tornam menos agressivos ao ambiente.

Das resinas e adesivos naturais, o poliuretano à base de óleo de mamona se destaca pela qualidade e propriedades adesivos sintéticos epóxi e poliuretano, muito usados como resinas para a produção de compensados e impermeabilização de diversos materiais. No Brasil, a resina de mamona pode ser encontrada pela marca Imperveg, que oferece uma variedade de produtos à base de poliuretano vegetal (<http://imperveg.com.br>).

O adesivo à base de óleo de mamona já é utilizado na fabricação do Bambu Laminado Colado, e já compôs pesquisas que se propuseram a comparar as propriedades do bambu colado com diferentes resinas, mostrando sua eficiência (VENTURA *et al*, 2013)

A última questão levantada, do desperdício de material pelo excesso de usinagem, tenho como proposta de solução a utilização da serragem em pó do bambu como material de reforço para o compósito pastoso e extrudável, material da impressão 3D da estrutura e do núcleo da colmeia.

Para o processo de fabricação do suporte, poucas ações são necessárias, cortar o BLC nas dimensões apontadas, furar e rebaixar nas áreas de encaixe e unir essas partes com adesivo de mamona. O suporte foi dividido em três partes e usa três cavilhas de 15mm de diâmetro e 50mm de comprimento, que atravessam as peças de parede e entram 2.5cm no pino de suporte (Figura 174).

1.14 Fabricação dos modelos

1.14.1 Experimentos com micélio - Núcleo da colmeia

O início da pesquisa e dos testes com micélio para o projeto foi em abril de 2020, a partir desse momento, foram estudadas algumas espécies e como adaptar o cultivo para espaços caseiros. Em relação às espécies encontrei duas que já são testadas e usadas para o crescimento do compósito com micélio: algumas espécies de *Pleurotus*, com o nome popular de Shimeji, e a espécie *Ganoderma Lucidum*, um fungo bem conhecido na Ásia por suas propriedades medicinais, chamado também de Reishi e que tem alta resistência a contaminantes e colonização rápida e densa (preenche bem os espaços).

Em relação ao espaço, primeiro testei em um quarto/depósito, mas a taxa de contaminação estava muito alta, então o mini-laboratório migrou para um banheiro, com superfícies (azulejo) que permitem uma limpeza mais efetiva, um maior controle das entradas de insetos (cobrindo a janela, colocando espuma nas frestas da porta, etc) além de reservar aquele espaço somente para os fungos.



Figura 192 - Primeiro ambiente adaptado para trabalhar com fungos – quarto (arquivo da autora)



Figura 193 - Segundo ambiente adaptado de trabalhar com fungos – banheiro (arquivo da autora)



Figura 194 - Autora em ambiente de trabalho com fungos (arquivo da autora)

Alguns equipamentos facilitam muito o cultivo dos fungos. As incubadoras possibilitam o crescimento das espécies que são mais sensíveis à mudanças bruscas de temperatura. No início de 2020 fizemos uma incubadora de arduino e caixa de isopor em uma oficina do laboratório NANO, ela possibilitou o controle da temperatura e foi muito utilizada no cultivo do Shimeji, que tem a temperatura ideal de colonização entre 24° e 26° e foi cultivado no inverno, com temperaturas que chegavam a 10° durante a noite (onde foi cultivado, no município de Petrópolis).

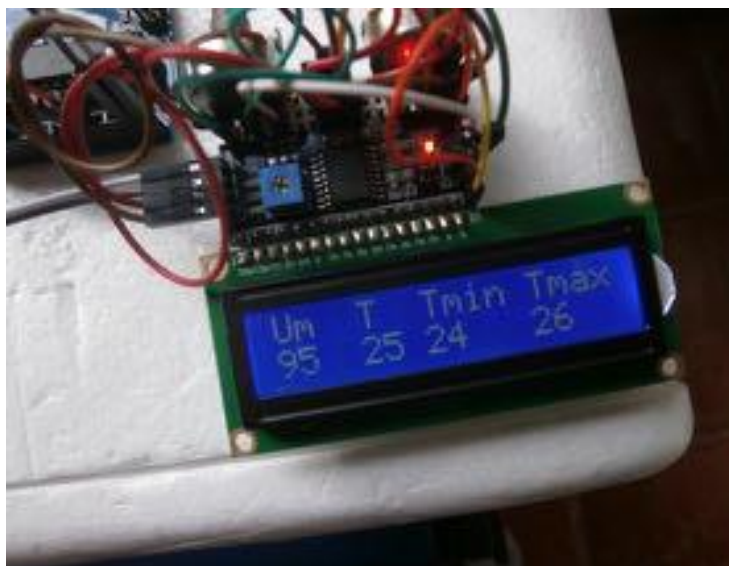


Figura 195 - Incubadora de arduino emprestada do NANO (arquivo da autora)

Molde com PLA

Uma vez que decidimos fazer o protótipo pela técnica da moldagem do compósito com micélio, a primeira etapa foi fazer a modelagem digital para que o molde pudesse ser impresso em impressora 3D. Nessa etapa do projeto contamos com apoio do laboratório NANO, do coordenador Guto Nóbrega e do ex-bolsista Thiers Freire.

Fizemos algumas opções de formato no programa de modelagem 3d Rhinoceros e o formato escolhido para o núcleo da colmeia foi o último da Figura 196 da esquerda para direita.

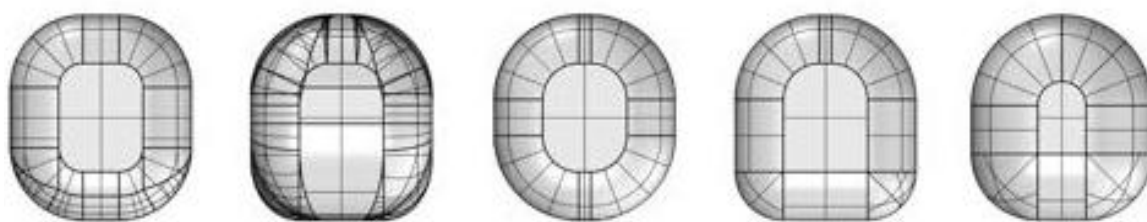


Figura 196 - Opções de forma do núcleo da colmeia (arquivo da autora)

A partir da forma escolhida, foi feito o molde:

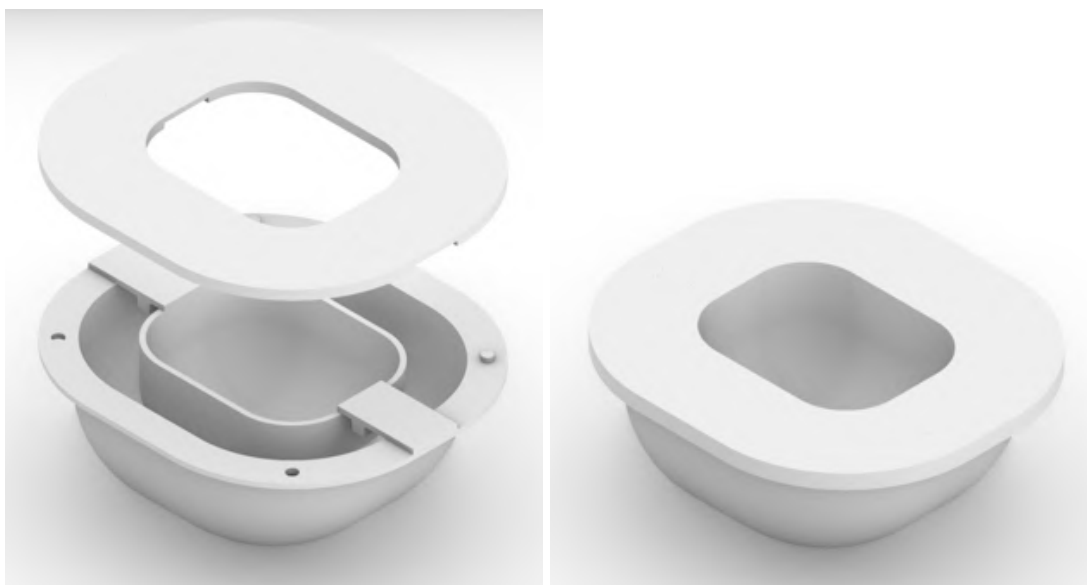


Figura 197 - Renderização do molde, separado e encaixado (arquivo da autora)

Feita em duas metades separadas que depois se unem :

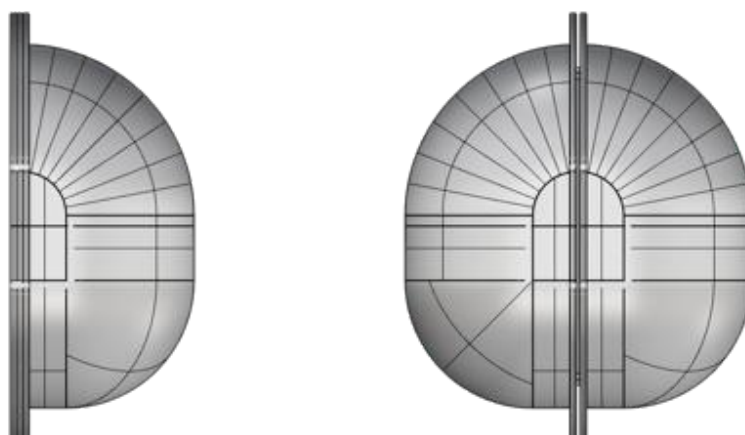


Figura 198 - Etapa de crescimento 1 (meia forma) e 2 (forma inteira) (arquivo da autora)

Para a impressão, devido ao tamanho da impressora disponível (20x20cm) foi necessário dividir a modelagem em partes e a divisão foi a seguinte: Forma externa em 4 partes, forma interna em 2 partes e cobertura em 4 partes (Fig. 126).

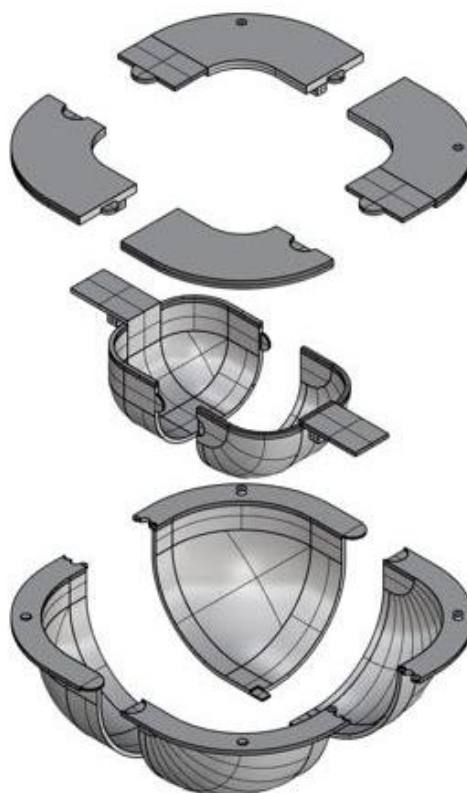


Figura 199 - Divisão do molde para impressão 3d (arquivo da autora)

Dimensões básicas da fôrma:

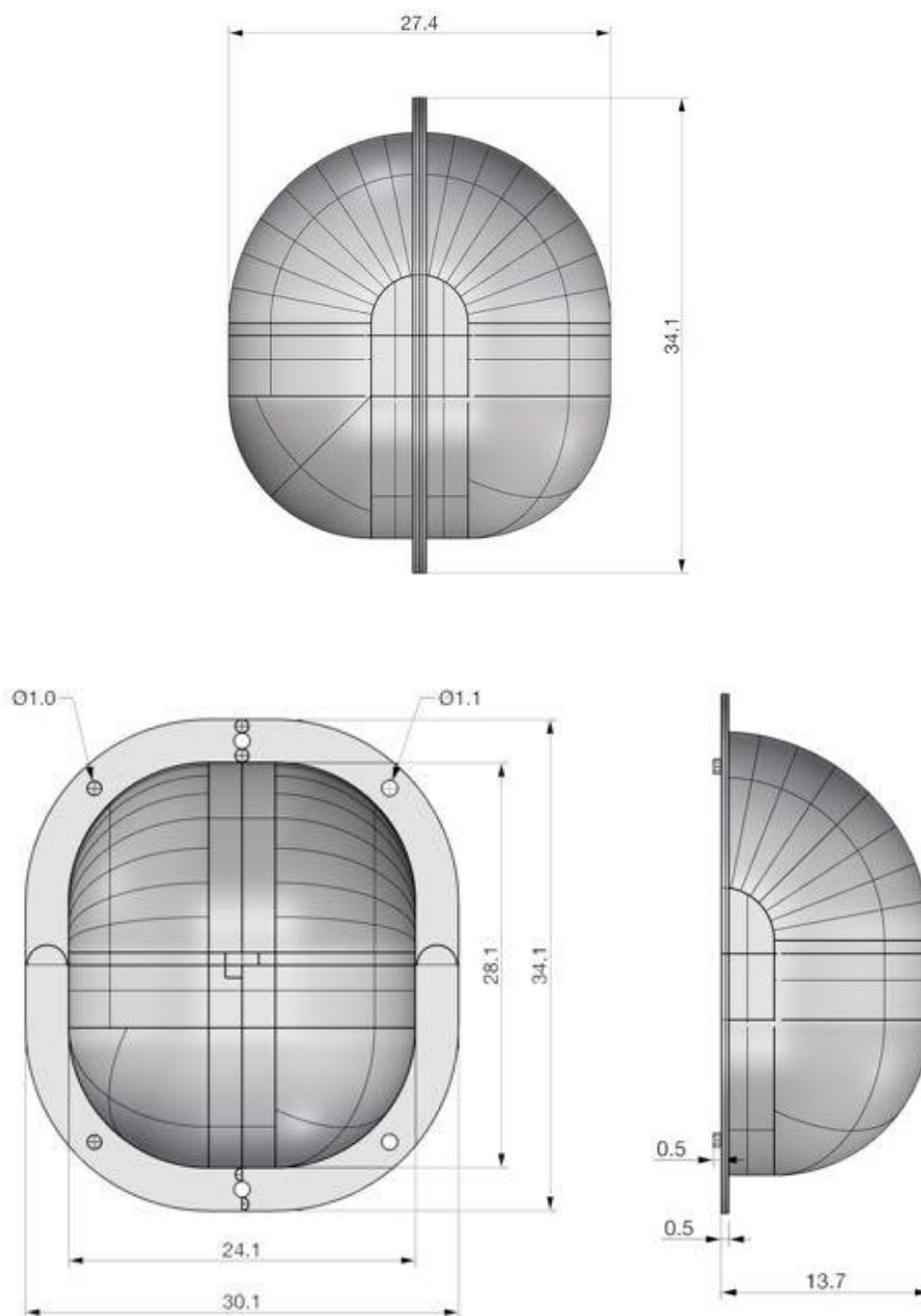


Figura 200 - Dimensões da forma externa (arquivo da autora)

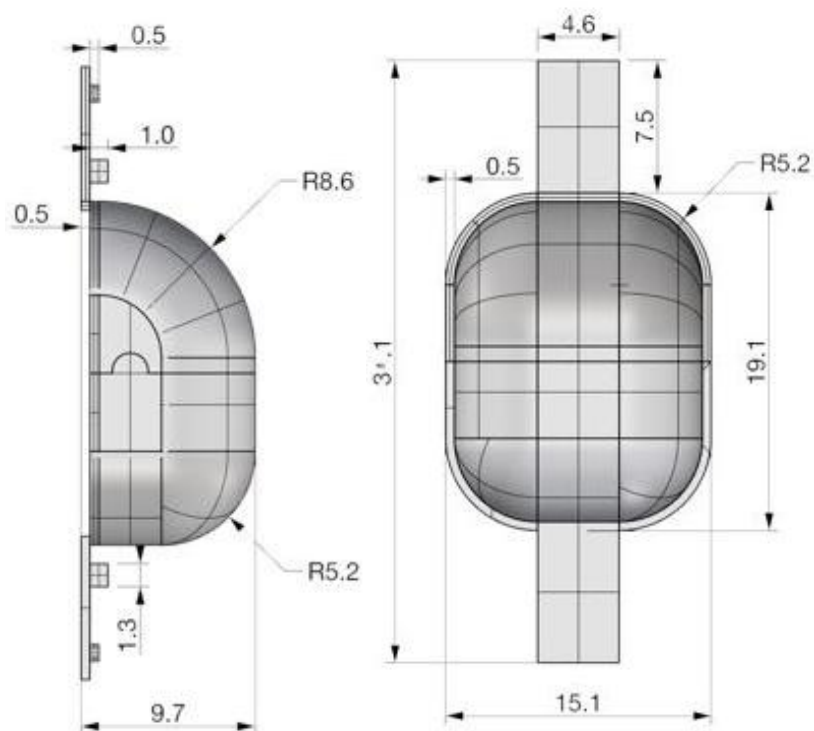


Figura 201 – Dimensões da forma interna (arquivo da autora)

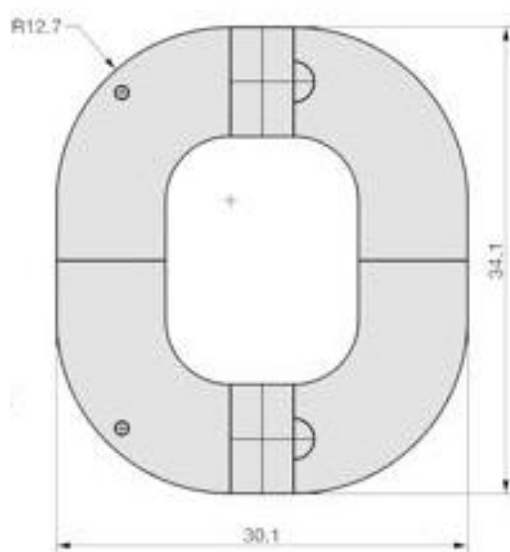


Figura 202 - Dimensões da cobertura (arquivo da autora)

Impressão 3d da forma:

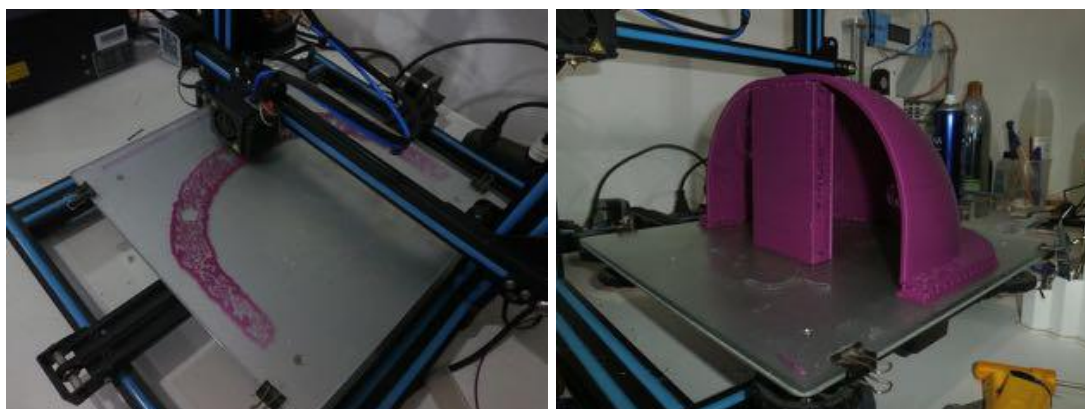


Figura 203 - Impressão 3d com PLA em parceria com o NANO (arquivo da autora)



Figura 204 - União das partes do molde com calor (arquivo da autora)

Começando a trabalhar com fungos:

Shimeji é o nome popular de um gênero de fungos denominado *Pleurotus*, seus frutos são cogumelos comestíveis razoavelmente fáceis de encontrar em mercados. Com o cogumelo fresco é possível fazer uma clonagem do tecido micelial e iniciar a pesquisa de material. Dentre os *Pleurotus*, a espécie *ostreatus* é a que melhor funcionou com as minhas experiências. O segundo fungo com que experimentei foi o Reishi (*Ganoderma lucidum*), um

cogumelo medicinal. Para o início das experiências com esse fungo foi necessário encomendar uma cultura (cultura líquida), uma vez que só é encontrado nos mercados em pílulas, pó ou seco, impossível de cultivar.

Shimeji (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	Reishi (<i>Ganoderma lucidum</i>)
Temperatura: 24° – 26°	Temperatura: 21° – 27°
Umidade: 85% - 95%	Umidade: 95% - 100%
Tempo: 12 a 21 dias	Tempo: 10 a 20 dias

Figura 205 - Condições de colonização dos micélios das espécies testadas. Fonte: <https://www.fungicultura.com.br>

As etapas para o cultivos estão ilustradas a seguir:



Figura 206 - Esterilização do meio de cultura BDA (Batata Dextrose Agar) em panela de pressão (arquivo da autora)



Figura 207 - Processo de clonagem do tecido micelial - Shimeji Cinza (arquivo da autora)

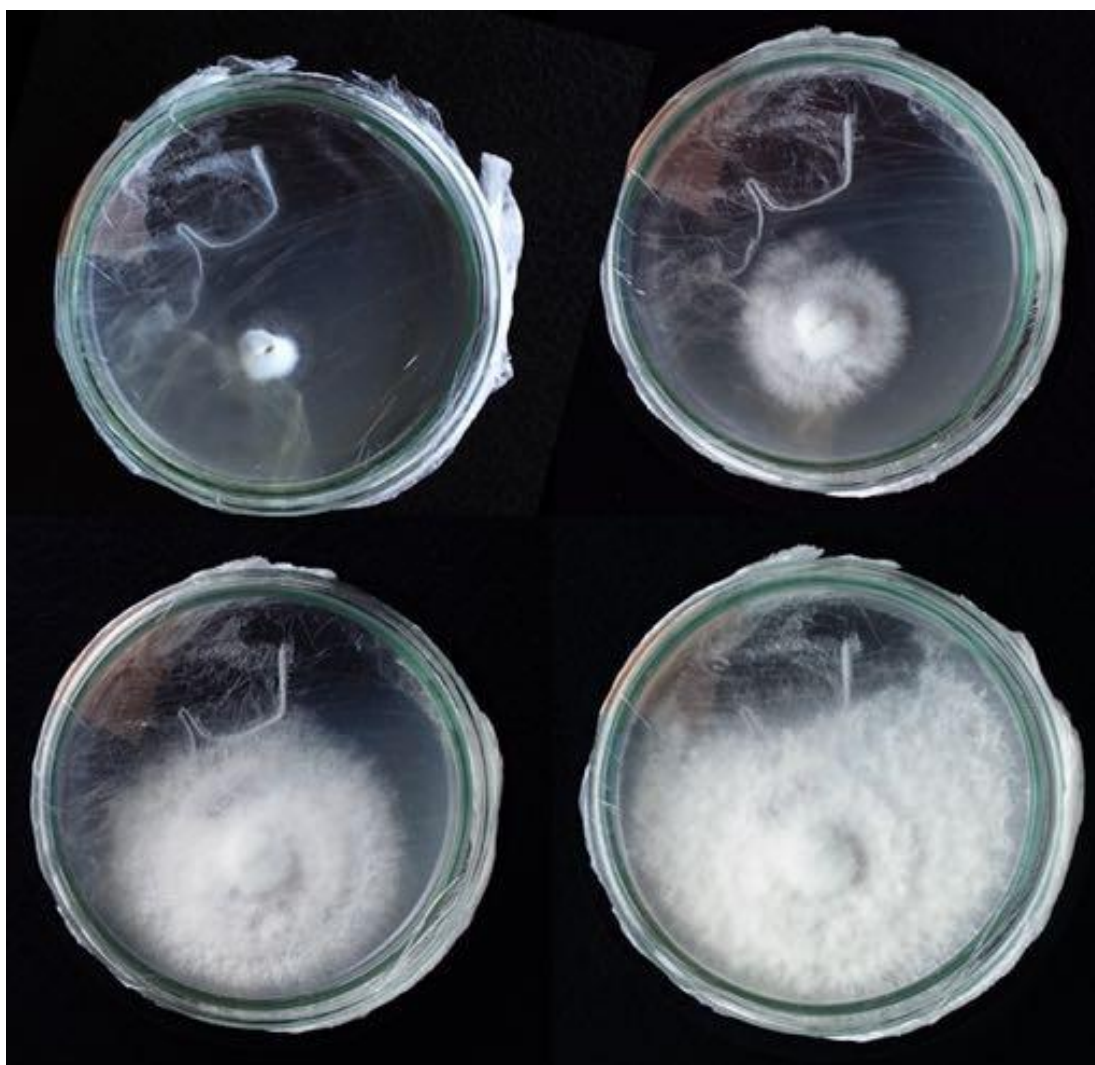


Figura 208 - Crescimento do micélio em placa de petri – Shimeji Branco. Tempo de mais ou menos cinco dias do primeiro ao último (arquivo da autora)

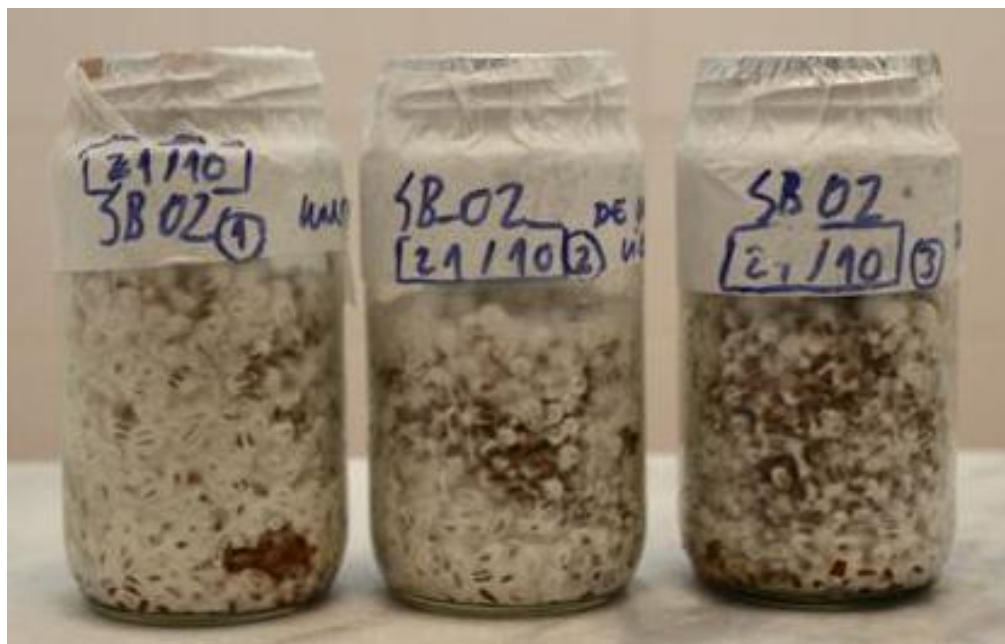


Figura 209 - Crescimento do micélio em grãos de trigo – Shimeji Branco. (arquivo da autora)

Outro método de iniciar a cultura é comprando uma cultura líquida ou esporos, no caso da cultura líquida, a inoculação ocorre diretamente nos grãos de trigo (ou outro grão, milho, arroz, etc) cozidos e esterilizados.



Figura 210 - Inoculação de cultura líquida em grão de trigo (arquivo da autora)

Preparação do substrato para o molde:



Figura 211 - Pesar os substratos (arquivo da autora)



Figura 212 - Ingredientes e suas quantidades para a mistura do substrato. Da esquerda para a direita: calcário dolomítico, grão de trigo triturado, fibra de coco e bagaço de cana (arquivo da autora)



Figura 213 – Misturar os substratos (arquivo da autora)



Figura 214 - Esterilizar o substrato (arquivo da autora)



Figura 215 – Passar o trigo colonizado para o substrato esterilizado (arquivo da autora)



Figura 216 - Deixar os substratos colonizados no escuro, na temperatura exigida pela espécie e com a umidade elevada (de 90% a 100%) por tempo que varia de duas semanas a um mês (arquivo da autora)



Figura 217 – Colocar o substrato colonizado no molde, nessa etapa podemos acrescentar mais substrato puro, esterilizado (arquivo da autora)



Figura 218 - Micélio crescendo nos moldes separados (arquivo da autora)



Figura 219 - Micélio já crescido e espalhado nos moldes (arquivo da autora)



Figura 220 - Adicionar substrato novo e esterilizado entre os moldes (arquivo da autora)



Figura 221 - Juntar as partes. Deixar o micélio crescer entre as metades para uni-las (arquivo da autora)



Figura 222 - Retirar o núcleo do molde (arquivo da autora)



Figura 223 – Micélio crescendo fora do molde (arquivo da autora)



Figura 224 - Fazer o furo de entrada com furadeira (arquivo da autora)



Figura 225 - Pesar e secar o núcleo da colmeia (arquivo da autora)

Resultado parcial do núcleo da colmeia um – Shimeji (*Pleurotus ostreatus*):



Figura 226 - Primeiro protótipo do núcleo pronto (foto de Jaime Acioli)



Figura 227 - Primeiro protótipo do núcleo pronto – lateral e frente (fotos de Jaime Acioli)

O peso final do primeiro protótipo do núcleo da colmeia após a secagem foi de 1.060 g. Com esse peso pudemos calcular a densidade ($d = m/v$) do composto de micélio (*Pleurotus ostreatus*) com bagaço de cana e fibra de coco, que foi de 0,165 g/cm³. Com as dimensões propostas para RUM_A, a estrutura nesse material pesaria 1.680 g e o núcleo da colmeia 300g.

A secagem foi dividida entre o forno e a secagem ao sol pleno, o que levou uma semana. Mesmo depois desse tempo ainda parecia úmido no interior, por isso resolvemos abrir a forma e vimos que havia umidade e mofo verde, que pode ser prejudicial para as abelhas. Após aberto limpamos, secamos, fechamos com corda e cera de abelha e posicionamos para teste com as abelhas em ambiente aberto.



Figura 228 - Parte do núcleo tomada pelo mofo (arquivo da autora)



Figura 229 - Núcleo limpo com vinagre e seco ao sol (arquivo da autora)



Figura 230 - Fechar e inserir o atrativo para abelhas - cerume e própolis diluído em álcool (arquivo da autora)



Figura 231 - Núcleo da colmeia 1 preso ao ar livre a uma distância de mais ou menos 2m de uma colmeia de Jataí (arquivo da autora)



Figura 232 - Núcleo da colmeia 1 preso a uma altura de mais ou menos 3m do chão (arquivo da autora)



Figura 233 - Núcleo da colmeia 1 após 1 mês ao ar livre, com várias espécies de fungos compartilhando o espaço, mas nenhuma abelha (arquivo da autora)

Resultado parcial do núcleo da colmeia 2 – Reishi (*Ganoderma lucidum*):



Figura 234 - Segundo protótipo do núcleo (foto de Jaime Acioli)



Figura 235 - Segundo protótipo do núcleo (foto de Jaime Acioli)



Figura 236 - Segundo protótipo do núcleo – lateral (foto de Jaime Acioli)

O peso do segundo protótipo do núcleo da colmeia foi de 3,3 kg e após a secagem foi de 1,5 kg. Com esse peso pudemos calcular a densidade ($d = m/v$) do compósito de micélio (*Ganoderma lucidum*) com serragem de eucalipto, que foi de $0,235 \text{ g/cm}^3$. Com as dimensões propostas para RUM_A, a estrutura nesse material pesaria 2,4 kg e o núcleo da colmeia 420 g. O resultado comparativo entre os núcleos mostra que o *Ganoderma* teve na ocasião (temperatura, substrato, umidade) maior capacidade de preenchimento das superfícies e que o substrato de serragem, por ter uma granulação menor e poder ficar mais compacto na forma, resulta em uma parede mais firme e resistente, apesar de mais pesado.

Fizemos a secagem no forno, primeiro com o núcleo inteiro e depois com ele aberto, para garantir a secagem por inteiro evitando o aparecimento de outros fungos na parte interna.



Figura 237 - Abrindo o núcleo para secagem da parte interna (arquivo da autora)



Figura 238 - Núcleo da colmeia aberto (foto de Jaime Acioli)

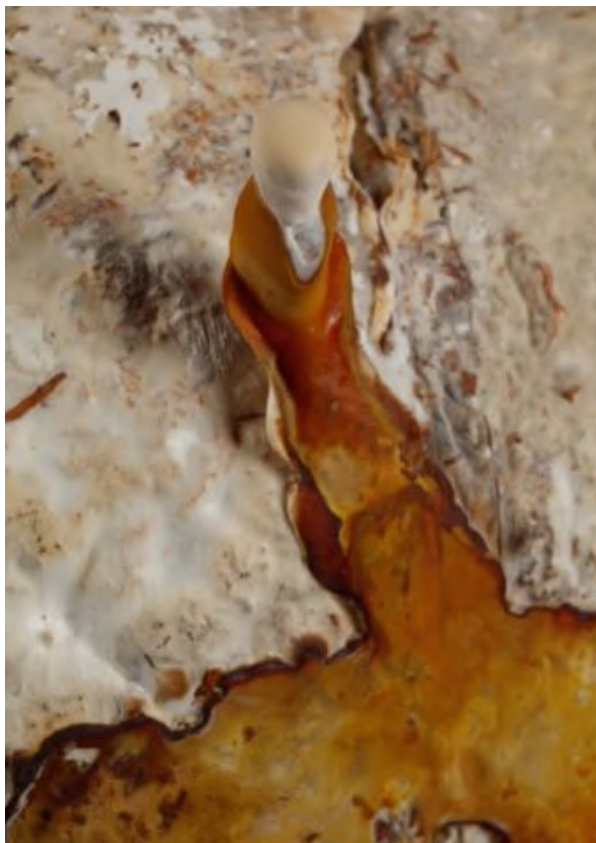


Figura 239 - Fotos de detalhes das frutificações (Fotos de Jaime Acioli)

Fizemos os protótipos do núcleo com a ideia de experimentar o material e iniciar os testes com as abelhas. Ao projetar o molde, calculamos uma perda de peso e diminuição das dimensões a partir de testes anteriores com o material, mas essa redução do tamanho do núcleo, que teve uma média de 10%, foi muito diferente do que se esperava, por volta de 40%. Por isso o protótipo do núcleo ficou maior do que a proposta de fazer em escala 1:1.

Diminuímos também a espessura da parede do núcleo no protótipo, que está com 4cm, para ficar com 2cm, pois percebemos que essa menor espessura com a proteção da estrutura já são suficientes para cumprir com os requisitos do projeto.

Sobre os processos de secagem, acreditamos que com uma estufa profissional com a temperatura e tempo recomendados (60 graus por 24 horas), seria possível secar o interior do núcleo inteiro, fechado.

Testes de impressão de micélio

Fizemos ainda alguns experimentos com receitas para a tecnologia proposta. O objetivo era começar a investigar uma pasta que tenha textura extrudável, firme e ao mesmo tempo ser fonte de nutrientes para os fungos.

Para os testes seguintes usamos pó de serragem de eucalipto, farinha de trigo, amido de mandioca e água. A seringa usada para extrusão foi de 60ml com bico padrão. O melhor resultado foi com a farinha de trigo, pó de serragem e água cozidos. Acrescentamos o fungo *Ganoderma lucidum* após o teste de extrusão. Ele cresceu na forma por 10 dias e depois passou pelo processo de secagem por 4 dias ao sol até ficar pronto.



Figura 240 - Teste de pasta com pó de eucalipto e farinha cozida (arquivo da autora)



Figura 241 - Aplicação do fungo da peça - dia 3 (arquivo da autora)



Figura 242 - Fungo crescido na peça - dia 10 (arquivo da autora)



Figura 243 - Peça seca ao sol por 4 dias (arquivo da autora)

1.14.2 Modelo de RUM_A com outros materiais

Para a representação e avaliação da forma e algumas funcionalidades como o encaixe do suporte e da estrutura, fizemos um modelo em escala 1 : 1 com a estrutura e o núcleo da colmeia em arame, papelão, jornal e gesso.



Figura 244 - Base de arame e papelão para estrutura (arquivo da autora)



Figura 245 - Aplicação de jornal úmido com cola e gesso (arquivo da autora)



Figura 246 - Aplicação de jornal picado com gesso (arquivo da autora)



Figura 247 - Aplicação de gesso para o acabamento (arquivo da autora)



Figura 248 - Núcleo da colmeia com o mesmo método da estrutura (arquivo da autora)

O modelo do suporte foi feito com restos de madeiras de projetos antigos, uma tábua de eucalipto e um caibro de 7x7cm e madeira desconhecida. O caibro usado tem 2cm a menos nas laterais do que o proposto (9x9cm com bambu laminado colado) o que poderia causar problema na rotação e estabilidade do protótipo, por isso as paredes da estrutura que se encaixam no suporte foram aumentadas, para o encaixe ficar justo e funcional.



Figura 249 – Cortando e lixando a tábua (arquivo da autora)



Figura 250 - Cortando e lixando o caibro (arquivo da autora)



Figura 251 - Ajuste do tamanho do suporte (arquivo da autora)



Figura 252 - Acabamento com lâmina de madeira e verniz de cera de abelha (arquivo da autora)

União das partes com cola branca e 5 parafusos de 3mm e 4cm de comprimento. Os furos para passar o parafuso para prender na parede foram feitos com broca de 7mm atravessando a peça e de 12mm com 5mm de profundidade.



Figura 253 – União de uma parte na outra com parafuso e cola branca e detalhe do furo para prender o suporte na parede (arquivo da autora)

1.15 Modelo final e apresentação do produto



Figura 254 - Modelo instalado na parede, com onze-horas em vaso de barro (Foto de Jaime Acioli)



Figura 255 - Modelo instalado na parede, com onze-horas em vaso de barro (foto de Jaime Acioli)



Figura 256 - Modelo instalado na parede, com onze-horas em vaso de barro (Foto de Jaime Acioli)



Figura 257 - Modelo digital (Render de Pedro Henry)



Figura 258 - Modelo digital (Render de Pedro Henry)



Figura 259 - Modelo digital com aplicação de abelhas e plantas (Render de Pedro Henry)



Figura 260 - Simulação em ambiente (Foto: [pinterest.com](https://www.pinterest.com) ; Render: Pedro Henry)

RUM_A como um todo consiste em : um núcleo da colmeia, uma estrutura, um suporte, um vaso de terracota, um folheto em papel semente e um livreto-guia digital.

1.15.1 Livreto guia e folheto

A ideia do manual é instruir para a montagem de RUM_A e ter um breve conteúdo educativo, com uma introdução do projeto e sobre as abelhas nativas que podemos encontrar nos espaços urbanos e que podem vir a fazer parte do aglomerado. O manual completo é digital, a ideia é que junto do produto viria um folheto somente com as instruções resumidas e um “QR Code” para redirecionar para o Manual. Esse folder é feito com papel semente, é a fonte das sementes de onze-horas (*Portulaca umbraticola*), que fazem parte do projeto.

O papel semente é um papel que durante sua fabricação são adicionadas sementes e por isso quando plantado tem a capacidade de germinação dessas sementes. Após seu uso tradicional como papel ele pode ser molhado, rasgado e enterrado para iniciar o processo de germinação da planta.



Figura 261 - Papel semente germinando (Fonte: Pinterest)

CONCLUSÃO

Concluir esse projeto foi um desafio. Afinal, que fim escolher diante de tantas possibilidades? Esta que apresento aqui é uma RUM_A, uma primeira versão final que me ensinou tanto. Me ensinou inclusive a voltar a admirar o design e perceber minha paixão por adentrar outros universos com a pesquisa.

Pretendemos com RUM_A a criação de um micro-ambiente que convida algumas espécies ao encontro. Até o momento, são poucos os encontros dos quais posso afirmar que efetivamente ocorreram, desses, a maioria deles me envolvem ou envolvem outras pessoas que se sentiram afetadas pelo projeto. Alguns desses encontros nunca saberemos que ou se ocorreram e outros ainda, saberemos mais pra frente, com o projeto em uso, como é o caso das abelhas e dos fungos que formam o núcleo.

Em relação aos objetivos pontuados, acredito que o projeto tem potencial de cumprir seu papel como ativador das questões: “Como se dão hoje as relações entre humanos e não-humanos?” e “É possível pensar as cidades como ambientes mais receptivos para outras espécies que não humanas?”. Além dos objetivos mais pedagógicos de apresentar as abelhas nativas e ativar em alguns o interesse e o respeito por outras formas de vida, assim como chamar atenção para as urgências ambientais atuais e para visões de mundo menos antropocêntricas.

Em relação aos objetivos mais práticos, o projeto em seu estágio atual cumpre com o exercício do micélio dos fungos como material compósito, ainda que não com a tecnologia proposta. Já o aumento da oportunidade de nidificação das abelhas meliponini nos espaços urbanos foi um objetivo ainda não cumprido, pois mais testes em campo precisariam ser feitos para observar a reação das abelhas e dos humanos e o aceite ou não do espaço oferecido.

Concluo esta RUM_A com a sensação de que ainda há muito o que fazer. E acho que isso é um bom sinal, como o próprio projeto traz a ideia do movimento contínuo e do processo como etapa essencial e potente por si só, reservando aos fins a qualidade passageira. O que pretendo fazer em seguida inclui experimentações em campo com as abelhas e o material; mais testes com os fungos, para aprender cada vez mais a “ouví-los”, entendendo suas necessidades para fazer com esses seres melhores compostagens e produzirmos juntos refúgios mais eficientes para a vida em Gaia.

Outra reflexão que ainda não compõe esta versão de RUM_A se refere às propostas de efetivação da circulação do projeto. Como ele poderia chegar aos humanos urbanos interessados? Não vejo RUM_A como um produto disponível nas prateleiras de shoppings ou supermercados. Sendo uma invenção de alguns determinados humanos, abelhas, plantas e micélios, penso em ampliar e potencializar essa rede de habitantes.

Entendo os mecanismos de financiamento coletivos como um caminho interessante para convidar muitos outros a ingressar conosco nesse refúgio. Uma maneira de fazê-lo vivo e, ao mesmo tempo, contaminar com essa “coisa-ação” outros seres interessados em ajudar na transformação do projeto em realidade.

*A abundante fecundidade característica dos insetos há de possibilitar sua recuperação, mas apenas se lhes derem espaço e oportunidade para fazê-lo.
(JARVIS, 2019)*

Acho importante aqui na conclusão, incluir pontuações esperançosas. Afinal, a esperança é fundamental no desempenho desse trabalho de recuperação do planeta. E exige seriedade. Segundo Haraway, "nosso trabalho é fazer com que o Antropoceno seja o mais curto/estrito possível e cultivar uns com os outros em todas as maneiras imagináveis, épocas por vir que possam prover refúgios" (Haraway, 2016, p. 100, tradução da autora)²³.

Concluir minha graduação com um projeto como RUM_A foi um compromisso desde o início desta jornada, cumprindo com o que acredito como criadora de coisas, com consciência no que estou materializando, com responsabilidade ecológica, social e econômica.

Agora, no fim, entendo melhor que um projeto que propõe trocas e interferências é de todo modo infinitamente inacabado, cada dia é novo.

²³ No original: I think our job is to make the Anthropocene as short/thin as possible and to cultivate with each other in every way imaginable epochs to come that can replenish refuge.

REFERÊNCIAS

AMADEI, J. R. P.; FERRAZ, V. C. T. Guia para elaboração de referências: ABNT NBR 6023:2018. Bauru, 2019. 54 p. Disponível em:

<https://usp.br/sddarquivos/arquivos/abnt6023.pdf>

AMSTISLAVSKI, P.; YANG, Z.; WHITE, M. D. Thermal Insulation Material From Mycelium and Forestry Byproducts. Anchorage: University of Alaska Anchorage, jan. 2017.

Disponível em:

<https://patentimages.storage.googleapis.com/28/0b/76/bfe843c2116a83/US10604734.pdf>

ARIFIN, Y. H; YUSUF, Y. Mycelium Fibers as New Resource For Environmental Sustainability. Science direct: Procedia Engineering v.53 p. 504 – 508. Malasya, 2013

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/257726173_Mycelium_Fibers_as_New_Resource_For_Environmental_Sustainability

BARAD, K. Posthumanist Performativity: Toward An Understanding of How Matter Comes to Matter. Signs: Journal of Women in Culture and Society, [Chicago], v. 28, n. 3, p. 801-833, 2003

BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; ARAUJO, I. S. et al. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. PNAS, Stanford, v. 104, n. 47, p. 18555-18560, Nov. 2007 <https://doi.org/10.1073/pnas.0703333104>

BELLO, C., GALETTI, M., PIZO A. M. et al. Defaunation affects carbon storage in tropical forests. Science Advances. V. 1, n.11, dec. 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1501105

BENJAMIN, A. Why bees are the most invaluable species. The Guardian, Nov. 2008

Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/blog/2008/nov/21/wildlife-endangeredspecies>

BENNET. E. T. Some accounts on the habits of the Mexican bee. (Apêndice do livro de F. W. Beechey) p.613-619, 1831.

BLOIS, J. L., ZARNETSKE, P.L., FITZPATRICK, M. C., FINNEGAN, S. Climate Change and the Past, Present, and Future of Biotic Interactions. *Science* 2013; 341: 499–504.
<https://doi.org/10.1126/science.1237184>

BUCHAN, E. The last beekeepers of Ethiopia's Haremma Forest. *BBC Travel*, Jan. 2018.
Disponível em: <http://www.bbc.com/travel/story/20180123-the-last-beekeepers-of-ethiopias-haremma-forest>

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version*. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>.
[Accessed Feb/17/2021](#)

CAMPOS, L.; MORATO, E.; MELO, G.; SILVEIRA, F. Abelhas: criação e preservação. *Informe Agropecuário*, vol. 13, no. 14, p. 7-14, 1987

CANQUERINO, M. Ação humana sobre a Mata Atlântica gera perdas de 23 a 42% da biodiversidade. *Jornal da USP: São Paulo*. 08 Fev. 2021. Disponível em:
<https://jornal.usp.br/ciencias/acao-humana-sobre-a-mata-atlantica-gera-perdas-de-23-a-42-da-biodiversidade/>

CANTERA, A. L.; GENTILE, E. Biofabricación con micelio: Protocolo para construir y diseñar objetos cultivados mediante especies fúngicas. MYCOCREA: Buenos Aires, 2020.

CAPPAS-E-SOUSA, J. P. Os Maias e a Meliponicultura. *O apicultor: [Cascais]* v. 3, n. 9, 1995.

CASTANEDA, H.; BJARNADOTTIR, S. Analysis of the Bolted Connection of a Bamboo Composite I-Shaped Beam Subjected to Bending. In: *Procedia Engineering* n.145, p. 796 - 803. International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, 2016.

CASTRO, E. V.; FAUSTO, J. Comentários de Eduardo Viveiros de Castro e Juliana Fausto a entrevista de Donna Haraway. [Rio de Janeiro]: Os Mil Nomes de Gaia, set. 2014. Vídeo (21'52"). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Qg0oyW9-rA0> Acesso em mai. 2020

CIDADE. In: WIKCIONÁRIO, o dicionário livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: <<https://pt.wiktionary.org/w/index.php?title=cidade&oldid=2622483>>. Acesso em: 3 fev. 2020

COLMO, C.; AYRES, P. 3d Printed Bio-hybrid Structures - Investigating the architectural potentials of mycoremediation. eCAADe 38: D1.T6.S1. Bio Data/ Bio tectonics for architectural design v. 1. 2020. Disponível em :

https://www.researchgate.net/profile/Claudia_Colmo/publication/344297531_3d_Printed_Bio-hybrid_Structures_-_Investigating_the_architectural_potentials_of_mycoremediation/links/5f647c6c458515b7cf3c1143/3d-Printed-Bio-hybrid-Structures-Investigating-the-architectural-potentials-of-mycoremediation.pdf

COURI, M. S. et al. Levantamento dos insetos da mata atlântica do estado do Rio de Janeiro. Arquivos do Museu Nacional: Rio de Janeiro, v. 67, p. 151-154, jul./dez. 2009.

Disponível em: <http://www.museunacional.ufrj.br/publicacoes/wp-content/arquivos/pag%20151-154%20Couri.pdf>.

CRANE, E. O livro do Mel. Tradução: Astrid K. Giovannini; revisão técnica: Vera-Lúcia Imperatriz Fonseca. São Paulo: Nobel, 1983

DADE, H. A. Anatomy and Dissection of the Honeybee. I.B.R.A, 1994

DIRZO, R.; YOUNG, H. S.; GALETTI, M. et al. Defaunation in the Anthropocene. Science, [s.l.], v. 345, n. 6195, p. 401-406, 24 jul. 2014. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1251817>

DOOREN, T., KIRSKEY E., MUNSTER U. Estudos multiespécies: cultivando artes de atenção. Climacom (online): Campinas, Incertezas, ano. 3, n. 7, pp.39-66, Dez. 2016.: Disponível em: <http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/estudos-multiespecies-cultivando-artes-de-atencao/>

DRAKE, N. Will Humans Survive the Sixth Great Extinction? National Geographic, jun. 2015. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com/news/2015/06/150623-sixth-extinction-kolbert-animals-conservation-science-world/>

ELHACHAM E., BEN-URI L., GROZOVSKI J. et al. Global human-made mass exceeds all living biomass. Nature, n. 588, p. 442-444, 2020

ESTEVEZ, B. A terra é redonda. O fim da picada: o que a mortalidade de abelhas tem a ver com a liberação recorde de agrotóxicos. Entrevistados: Antonio Borges Barreto, Kayna

Agostini, Fabio Scarano, Nelson Harger, João Adrien. Revista Piauí, 24 mar. 2020. Podcast. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/terra-e-redonda-o-fim-da-picada/>. Acesso em: 30 mar. 2020

FAIRS, M. Mycelium Chair by Eric Klarenbeek is 3d printed with living fungus. Dezeen. Outubro, 2013. Disponível em: <https://www.dezeen.com/2013/10/20/mycelium-chair-by-eric-klarenbeek-is-3d-printed-with-living-fungus/>

FERREIRA, A. B. H. Novo Dicionário Aurélio da língua portuguesa. 3ª ed. rev. e atua. Curitiba: Positivo, 2004, p. 1780

FRANCOY, T. M.; GHILARDI-LOPES, N. P.; KOFFLER, S. et al. Meliponicultura e Ciencia Cidadã – Extensão EACH-USP. Equipe de Ministrantes: Dr. Tiago Mauricio Francoy, Dra. Natalia Pirani Ghilardi-Lopes, Dra. Sheina Koffler e Ms. Celso Barbiéri. [online] jul. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Q030dOSxU-o&list=PL_gFM3tGc1au2qQqs0YRD5FVcxKMxzfbH

FRISCH, K. R. The dancing bees: An Account of the Life and Senses of the Honey Bee. Harcourt, 1961

FRISCH, K. R. Von Frisch y la lenguaje de las abejas. [S.l]: chicmonc, 2009. Vídeo (8'50'') Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f-nBJRhDVWI>. Acesso em 06/01/2020

GALIZIA, C. G. (eds); EISENHARDT, D. (eds); GIURFA, M. (eds.) Honeybee Neurobiology and Behavior: A Tribute to Randolph Menzel. Springer Netherlands, 2012

GALLAGHER, J. A maior parte do seu corpo não é humana – e é nova aposta de cientistas para vencer doenças. BBC News Brasil. Abr. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43716220>

GARVEY T. Biophilic design: co-living with nature and our human love of life. World Design Organization. Agosto de 2018. Disponível em: <https://wdo.org/thomas-garvey-biophilic-design/>

GAZZONI, D. L. Esta flor ouve abelhas chegarem – e aumenta o açúcar no néctar para recebê-las. BZZZZZZ por Associação Brasileira de Estudos da Abelhas (ABELHA). Revista Super Interessante, 22 jan. 2021. Disponível em: <https://super.abril.com.br/blog/bzzzzzz/esta-flor-ouve-abelhas-chegarem-e-aumenta-o-acucar-no-nectar-para-recebe-las/>

- GIANNINI, T. C., COSTA, W.F., CORDEIRO, G. D. et al. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *Plos One* 12(8): e0182274. 2017 doi: 10.1371/journal.pone.0182274
- GIBSON, L.; LEE, T.; KOH, L. et al. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* v. 478, p. 378–381, 2011. <https://doi.org/10.1038/nature10425>
- 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.
- GONÇALVES, M. T. T.; PEREIRA, M. A. dos R.; GONÇALVES, C. D. Ensaio de resistência mecânica em peças laminadas de bambu. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Fortaleza, v. 29, 2000.
- GRIGORI, P. Apicultores brasileiros encontram meio bilhão de abelhas mortas em três meses. *Apublica*, mar. 2019. Disponível em: <https://apublica.org/2019/03/apicultores-brasileiros-encontram-meio-bilhao-de-abelhas-mortas-em-tres-meses/>.
- GUATARRI, F. As três ecologias. Papyrus Editora, 1990
- HAGEN, M., KISSLING, W. D., RASMUSSEN, C. et al. Biodiversity, species interactions and ecological networks in a fragmented world. pp 89–210, 2012
- HARARI, Y. N. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. Trad. Janaína Marcoantonio. Porto Alegre: L&PM, 2015. 464p. ISBN 978-85-254- 3218-6
- HARAWAY, D. Donna Haraway. [Rio de Janeiro]: Os Mil Nomes de Gaia, set. 2014. Vídeo (36'24"). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1x0oxUHOLA8&t=10s>
Acesso em mai. 2020
- HARAWAY, D. *Staying with the trouble: making kin in the Chthulucene*. Durham: Duke University Press, 2016
- HOLANDA, S. B. *Caminhos e fronteiras*. Ed. José Olympio, RJ. 334p. 1957.
- INGOLD, T. 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, jan./jun, 2012
- IPBES. The assessment report of the Inter-governmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production.

- POTTS, S. G., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., NGO H. T. (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn. 552p. 2016
- JARVIS, B. O apocalipse dos insetos: o futuro sinistro de um mundo sem mosquitos nem abelhas. Revista Piauí, abr. 2019. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/o-apocalipse-dos-insetos/>. Acesso em: 06 abr. 2020.
- KARANA, E., BLAUWHOFF, D. et al. When the material grows: A case study on designing (with) mycelium-based materials. *International Journal of Design*, 12(2), 119-136. 2018
- KLEIN, A. M., VASSIERE, B. E., CANE, J. H. et al. Importance of pollinators in changing lands- capes for world crops. *Proc R Soc B Biol Sci* 274: 303–313, 2004. doi: 10.1098/rspb.2006.3721
- KOLBERT, E. A sexta extinção: uma história não natural. tradução Mauro Pi- nheiro. 1. ed. Rio de Janeiro : Intrínseca, 2015. Cap.1. p. 9-31.
- KRENAK, A. Ideias para adiar o fim do mundo. São Paulo: Editora Schwarcz, 2019.
- KRENAK, A.; ROLNIK, S.; ROQUE T. Constelações insurgentes: fim do mundo e possíveis mundos. Conversa com Ailton Krenak e Suely Rolnik, mediada por Tatiana Roque. 2019, Rio de Janeiro, RJ. Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ, out. 2019
- LATOUR, B. *Jamais Fomos Modernos*. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2013.
- LATOUR, B. Um Prometeu cauteloso?: alguns passos rumo a uma filosofia do design (com especial atenção a Peter Slotedijk). *Agitprop: revista brasileira de design*, São Paulo, v. 6, n. 58, jul./ago. 2014.
- LATOUR, 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
- LE CONTE, I.; NAVAJAS, M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique*, v.27, p.499-510, 2008.
- LINDAUER, M.; KERR, W. E. Communication between the workers of stingless bees. *Bee World* v.41 p.29-41, 65-71, 1960

- LINDAUER, M.; MARTIN, H. Magnetic effect on dancing bees. NASA, Washington Animal Orientation and Navigation, 1972
- LOUVEAUX, J. Anatomie de l'abeille: X-L'appareil reproducteur du male. Bull. Tecn. Apic. 4: 43-48, 1977
- LORON, C. C.; FRANÇOIS, C.; RAINBIRD, R. H. et al. Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada. Nature, 570(7760), 232–235, 2019 doi:10.1038/s41586-019-1217-0
- LOVELOCK, J. Gaia: A new look at life on Earth. Oxford University Press, 1979
- MACFARLANE, R. Os subterrâneos: uma viagem fascinante ao subsolo das florestas. São Paulo: Revista Piauí. Edição 164. Maio de 2020
- MAES, A. M. Intelligent Guerilla Beehive Project. Site: <https://research.annemariemaes.net/doku.php?id=guerillabeehive-projectpage> Acesso em 02/03/2020
- MARCUSO, S. Revolução das plantas: um novo modelo para o futuro. Tradução Regina Silva. São Paulo: Ubu Editora, 2019. 192 pp.
- MARGULIS, L. Symbiotic Planet: A New Look at Evolution. Basic Books: New York, NY. 1998
- MARGULIS, L., SAGAN, D., GUERRERO R., RICO L. Propriocepção: quando o ambiente se torna o corpo. Cadernos SELVAGEM. Publicação digital da Dantes Editora, 2020.
- MARRAS, S. Bruno Latour e a hipótese de Gaia [aula 1]. [S.l]: Ubu em curso, editora Ubu, jul. 2020. Vídeo não listado (2h). Acesso em fev. 2021
- MATTER, V. S. Porque a biodiversidade é importante? Questão de Ciência, 2019. Disponível em: <http://revistaquestaodeciencia.com.br/index.php/questionador-questionado/2019/08/12/por-que-biodiversidade-e-importante>. Acesso em: 05 abr. 2020.
- MENZEL, R.; BACKHAUS, W. Color Vision Honey Bees: Phenomena and Physiological Mechanisms. Cap. in book: Facets of Vision. Pp. 281-297. Freie Universität Berlin, 1989
- MESSIER, C., Puettmann K., Chazdon R. et al. From Management to Stewardship: viewing forests as complex adaptive systems in an uncertain world. : Viewing Forests As Complex

Adaptive Systems in an Uncertain World. Conservation Letters, [s.l.], v. 8, n. 5, p. 368-377, 8 jan. 2015.

MEYER V.; BASENKO E. Y.; BENZ J. P. et al. Growing a circular economy with fungal biotechnology: a white paper. Fungal Biol Biotechnol, 2020 <https://doi.org/10.1186/s40694-020-00095-z>

MICHENER, C. D. Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, 2007.

MICHENER, C. D. (1946) Notes on the habits of some Panamanian stingless bees. Journal New York Ent. Soc. v.54 p.179-197.

MICHENER, C. D.; GRIMALDI, D. A. The oldest Fossil Bee: Apoid History, Evolutionary Stasis, and Antiquity of Social Behavior. Proc. Nat. Acad. Sci. USA Vol. 85, pp. 6424-6426, Set. 1988. doi:[10.1073/pnas.85.17.6424](https://doi.org/10.1073/pnas.85.17.6424)

MONTEIRO, W. Meliponicultura. Revista Mensagem Doce n45. APACAME: São Paulo, 1998.

MORAES-FILHO, J.R.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização entomófila em berinjeia (Solanum melongena L. cv. Nápoli). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis: 2000.

NOBRE, A. D.; Antonio Donato Nobre no selvagem ciclo 2019. [S.l.]: SELVAGEM ciclo de estudos sobre a vida, dez. 2019. Vídeo (27'59"). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Nhom_vWVFos Acesso em fev. 2021

NOBRE, A. D. O Futuro Climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica. 2016. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/futuro-climatico-da-amazonia.pdf>

NODARI, A. Limitar o limite: modos de subsistência. Texto apresentado no colóquio "Os mil nomes de Gaia: do Antropoceno à idade da Terra". Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://osmilnomesdegaia.files.wordpress.com/2014/11/alexandre-nodari.pdf>

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo. Editora Nogueirapis, 1997.

OLIVEIRA, F. F.; RICHERS, B. T. T.; SILVA, J. R. et al. Guia Ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Tefé: IDSM, 2013.

ORTHEY, A.; BARAUNA, D.; RAZERA, D. L. Processos do bambu laminado colado e sua aplicação no design de móveis. Joinville: 5º GAMPI Plural, 2015. Disponível em:

http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/gamp2015/AC_T2_02.pdf

PALUMBO, H. N. Nossas Brasileirinhas - As Abelhas nativas. Curitiba: Hermes Neri Palumbo, 2015

PAPANÉK, V. Design for the real world: human ecology and social change. New York: Pantheon Books, 1971.

PARISE, J. V. O manejo de abelhas sem ferrão na cultura Maya. Campinas: III Encontro Ibero-Americano de Estudos Mayas, 2019. Disponível em:

<http://legacy.estudosmayas.net/anais2/PARISE.pdf>

PEREIRA, M.A dos R. Projeto Bambu: Introdução de espécies, Manejo, Caracterização e Aplicações. Bauru: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2012.

Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106710/pereira_mar_ld_bauru.pdf?sequence=1

PIRES, C. S. S. P., PEREIRA, F. M., LOPES, M. T. R. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? *Pesq. agropec. bras.* vol.51 no.5, 2016

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003>

RAVEN, P.H.; EICHHORN, S.E.; EVERT, R.F. *Biologia Vegetal*. 8ª Edição. Guanabara Koogan, 867p, 2014.

REDDY, P.V.R.; VERGHESE, A.; RAJAN, V.V. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis spp.*) and their pollination services. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, v.18, p.121-127, 2012.

- ROUBIK, D. W. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge Univ. Press. 526p. 1992.
- SAGAN, L. On the origin of mitosing cells. Journal of Theoretical Biology. 14 (3): 225–IN6. 1967. doi:[10.1016/0022-5193\(67\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0022-5193(67)90079-3).
- SANTOS S. J. L.; BARBOSA B. C.; PEZOTO F. A fauna de abelhas sem ferrão em áreas urbanas: 50 anos de estudos e prioridades de pesquisa no Brasil. Scientia Plena vol. 16; num. 12, 2020. doi: 10.14808/sci.plena.2020.128001
- SANTOS, J. V. G.; GODINHO, G. de M.; PEREIRA; DOS-REIS, M. A. Biocompósitos de Bambu e Resina de Mamona: Métodos e aplicações no Design de Produtos. p. 134-144 . In: . [São Paulo]: Blucher, 2018. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cid2017/12.pdf>
- SCHUETZE C.F.; KARASZ, P. Bees Swarm Berlin, Where Beekeeping Is Booming. The New York Times. Agosto de 2019. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2019/08/11/world/europe/berlin-bees-swarm.html>
- SEELEY, T. D. Honeybee Democracy. [Princeton]: Princeton University Press, 2010
- SEELEY, D. T. The Wisdom of The Hive: The Social Physiology of Honey Bee Colonies. Harvard Univ. Press. 295pg. 1995
- SERAFINI, L. Codex Seraphinianus. [NY]: Rizzoli, 2013
- SIMARD, S. Mycorrhizal Networks Facilitate Tree Communication, Learning, and Memory. In Baluska F., Gagliano M., Witzany G. (eds) Memory and Learning in Plants. Signaling and Communication in Plants. Springer, Cham, 2018https://doi.org/10.1007/978-3-319-75596-0_10
- SOARES, A. E. E., FREITAS, G. S., AKATSU I. P., SANTANA W. C. Introdução ao mundo das abelhas. [Ribeirão Preto]: USP Ribeirão Preto, 2011. Disponível em: <https://www.meliponas.com.br/wp-content/uploads/2020/09/Apostila-Introducao-ao-Mundo-das-Abelhas.pdf>
- SOH, E., CHEW, Z. Y.; SAEIDI, N. et al. Development of an extrudable paste to build mycelium-bound composites. Elsevier: Materials & Design. v.195, oct. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109058>

SPACAL, S. Projeto Myconnect. [Ljubljana], 2014. Disponível em:

<https://projectmyconnect.wordpress.com>

STAMETS, P. Mycelium running: how mushrooms can help save the world. Ten Speed Press, 2005

STAMETS, P. Paul Stamets em 6 maneiras para salvar o mundo com cogumelos. [S.l]: TED, mai. 2008. Vídeo (18'17'') Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=XI5frPV58tY&t=233s>

STAMETS, P., NAGER, N.L., EVANS, J.D. et al. Extracts of Polypore Mushroom Mycelia Reduce Viruses in Honey Bees. *Sci Rep* 8, 13936 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32194-8>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAUBERT, P. H. W. Leguminosae, 1891

TAYLOR, D.; CREPET, W. Fossil Floral Evidence of Malpighiaceae and an Early Plant-Pollinator Relationship. *American Journal of Botany*, 74(2), 274-286, 1987.
doi:10.2307/2444030

TSING, A. Viver nas ruínas: paisagens multiespécies no Antropoceno. [Brasília]: IEB Mil folhas, 2019

VALIENTE-BANUET, A., AIZEN, A. M., ALCÁNTARA, J. M. et al. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Funct Eco* v. 29:3 p. 299-307. 2014 <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12356>

VENTURA, F. C., RAMOS, B. P. F., PEREIRA, M. A. dos R. Verificação de Aplicabilidade do Adesivo de Óleo de Mamona na Confecção de Bambu Laminado Colado. 4 th International Workshop | Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2013. Disponível em: http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/6B/7/ventura_et_al_work.pdf

VILLAS-BOAS, J. Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasília – DF, 2012.

WAGNER, D. L. Insect Declines in the Anthropocene. *An Rev Ent* v.65 p.457-480. 2020

WILSON, E. O. *Biophilia*. Harvard Univ. Press. 157pg. 1984

WITTER, S.; NUNES-SILVA P. Manual de boas práticas para o manejo e conservação de abelhas nativas (meliponíneos). 1. ed. - Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2014

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R. et al (Org.). BPBES/REBIPP: Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil. 1 ed., São Carlos: Editora Cubo, 2019. 184 p.

YAMADA, T. R. U.; NASCIMENTO, R. A.; PEREIRA M. A. dos R. Estruturas flat foldable em bambu laminado colado baseadas em técnicas de dobra e corte do origami e do kirigami. Tese de doutorado em design. FAAC, São Paulo, 2016.

[Sem autor]. Biomas: mata atlântica. Ministério do meio ambiente. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento.html. Acesso em 02 abr. 2020

[Sem Autor] Ellen MacArthur Foundation. What is a circular economy? Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview> Acesso em fev. 2021

[Sem autor]. Fundação S.O.S Mata Atlantica : Relatório Anual 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/relatorio-anual-2019/> Acesso em fev. 2021

[Sem autor]. Fungus: The plastic of the Future. [S.l]: VICE Asia, mai. 2019. Vídeo (11'14'') Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=or8CRQZ91Fg>

[Sem autor] Instituto Brasileiro de Florestas : Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acesso em fev. 2021

[Sem autor]. INTACT: International Action for primary forests. Primary Forests and Biodiversity. Fact Sheet n3. 2017 Disponível em: <https://primaryforest.org/fact-sheets/fact-sheet-3-primary-forests-and-biodiversity/>

[Sem autor]. This mushroom brick could replace concrete. [S.l]: Verge Science, fev. 2021. Vídeo (10'47'') Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Pp7pSlwIILA>

Sites e páginas web visitados:

<https://abelha.org.br>;

<https://www.criarabelhas.com.br/>;

<https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/APB/article/view/3449/3456>;

<https://www.vatorex.ch/en/how-bees-perceive-the-world/>;

<https://badbeekeepingblog.com/2016/06/28/the-bees-sixth-sense/>;

<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>;

<https://www.ideiacircular.com>;

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>;

<https://www.c2ccertified.org>;

<https://wdo.org/thomas-garvey-biophilic-design/>;

<https://dfordesign.style/blog/green-cities-and-biophilic-design-a-glimpse-into-the-future>;

<https://www.naturalbeekeepingtrust.org/post/2015/03/19/hives-for-bees-seeking-balance>;

<https://www.apisarborea.com>;

<https://www.facebook.com/biologicsystemdesign/photos/a.1189101741113622/1852051784818611/?type=3&theater>;

<https://www.facebook.com/biologicsystemdesign/photos/a.1189101741113622/1864437563580033/?type=3&theater> Acesso em 26/02/2020;

<http://hoteldeabejas.org>;

<http://colmeiasurbanas.blogspot.com>;

<https://www.reuters.com/article/us-california-beekeeper/rewilding-one-california-mans-mission-to-save-honey-bees-idUSKBN1X31CE>;

<https://www.snupdesign.com/local-bee-by-will-jordan-4916/>;

<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/42/1381-projeto-to-bee-quer-trazer-de-volta-as-abelhas-aos-jardins.html>;

<http://creative.maliarts.net/MA/refugio.html>;

<https://www.dezeen.com/2019/10/29/growing-pavilion-mycelium-dutch-design-week/>;

<https://companynewheroes.com/project/the-growing-pavilion/>;

<https://materialdistrict.com/article/3d-printed-acoustic-fungus/>;

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>;

<http://flora.ipe.org.br/especies>;

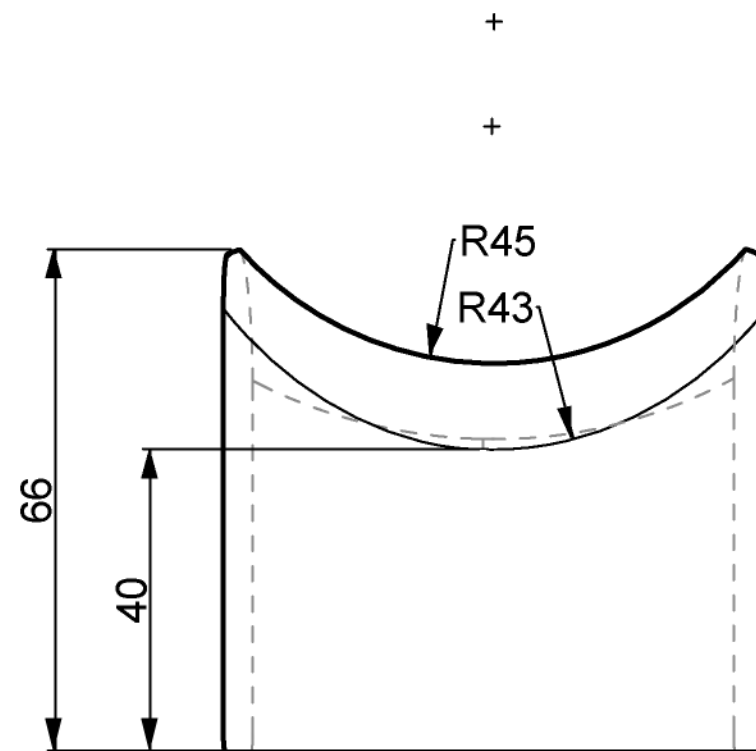
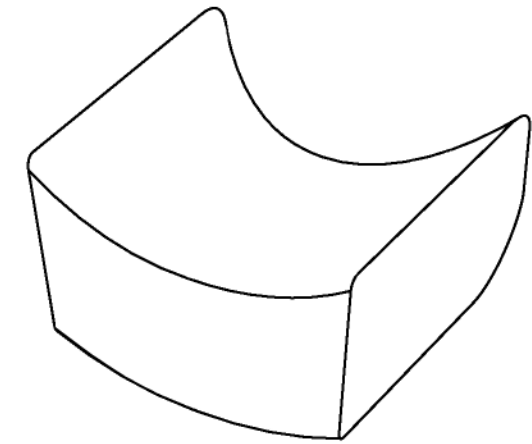
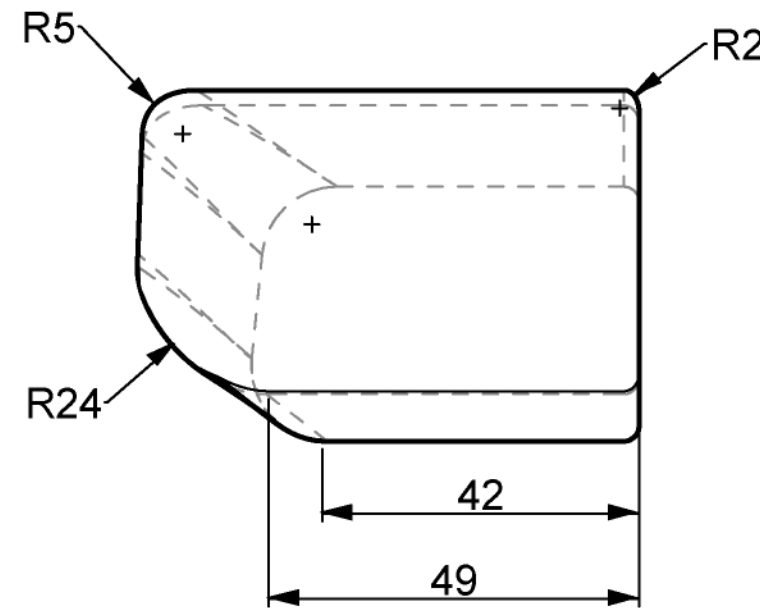
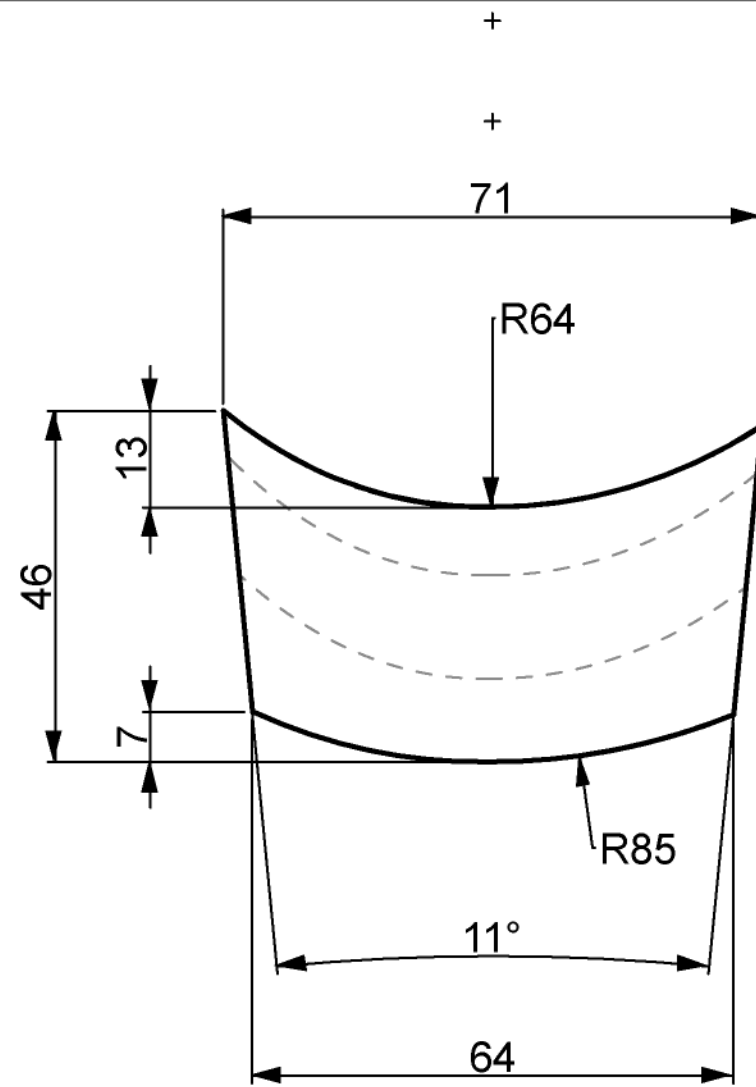
www.jardineiro.net;

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf>;

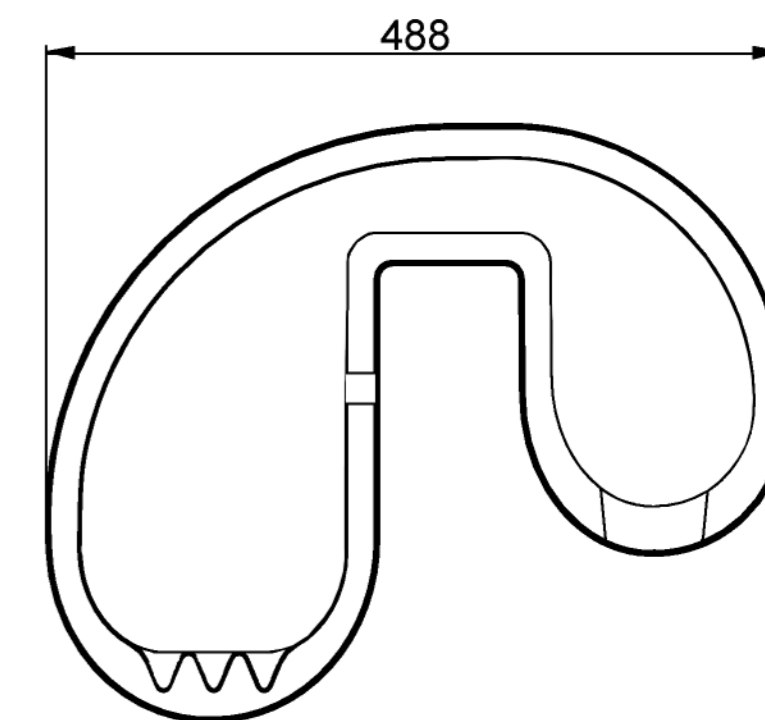
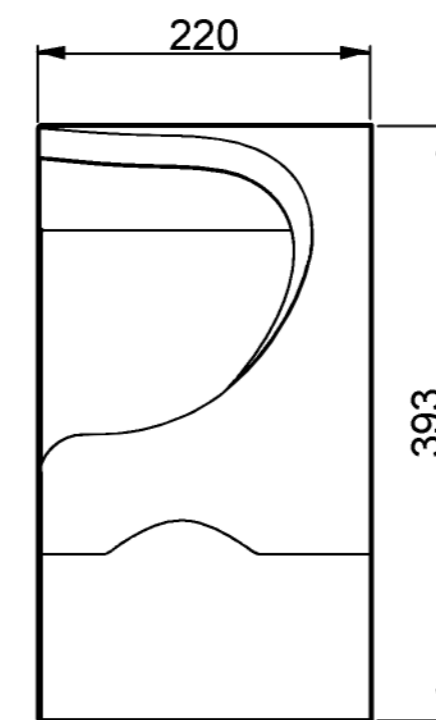
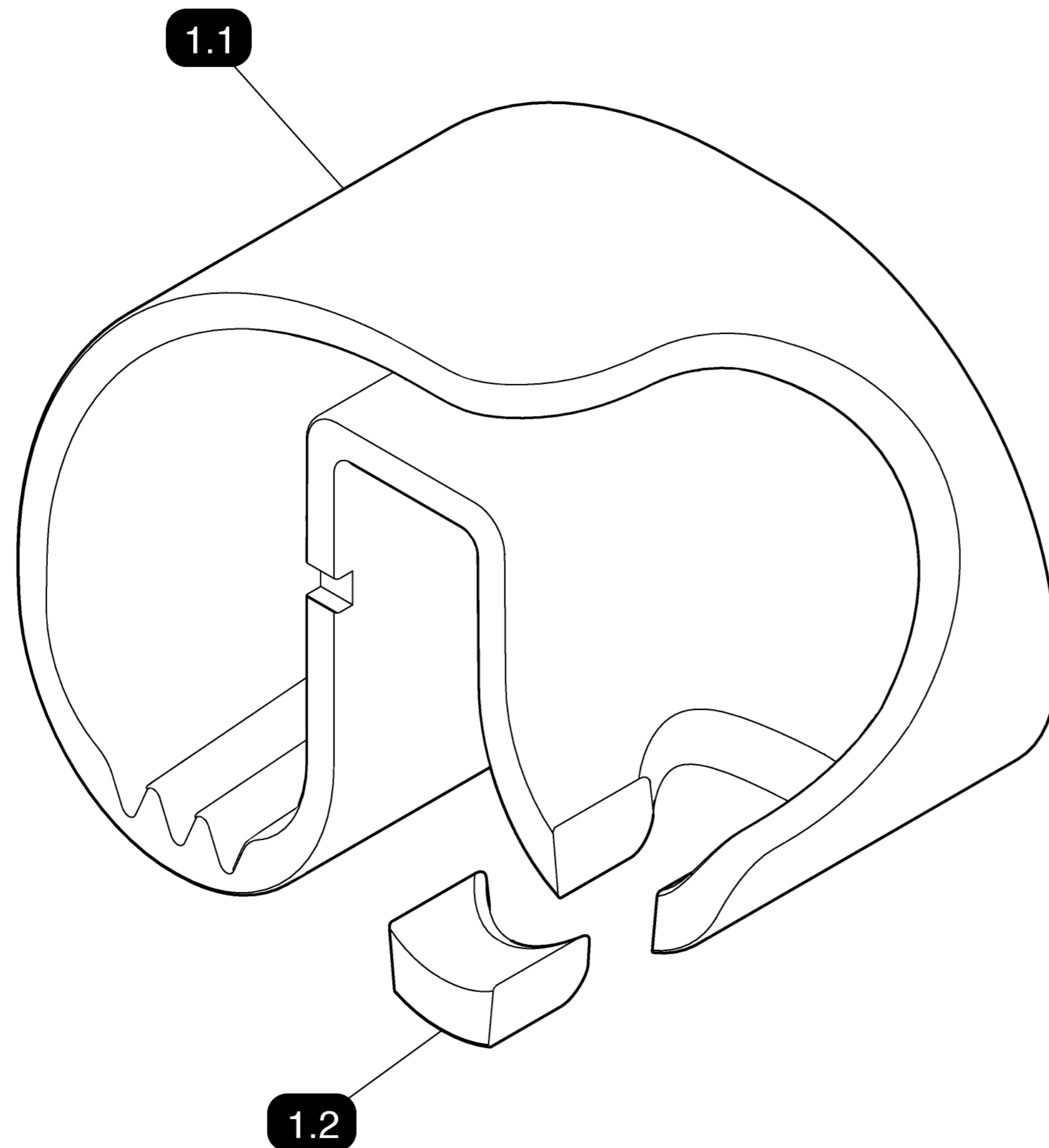
<https://www.semabelhasalimenta.com.br/plantas-meliferas/#ornamentais>;

<http://rcpol.org.br/wp-content/uploads/2020/08/plantas-e-polen-em-areas-urbanas-uso-no-paisagismo-amigavel-aos-polinizadores.pdf>.

APÊNDICE A – Desenho Técnico

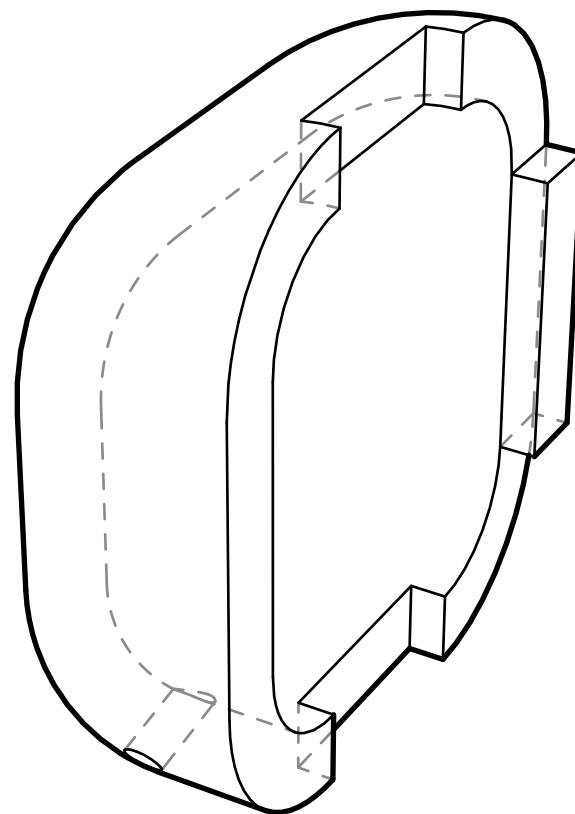
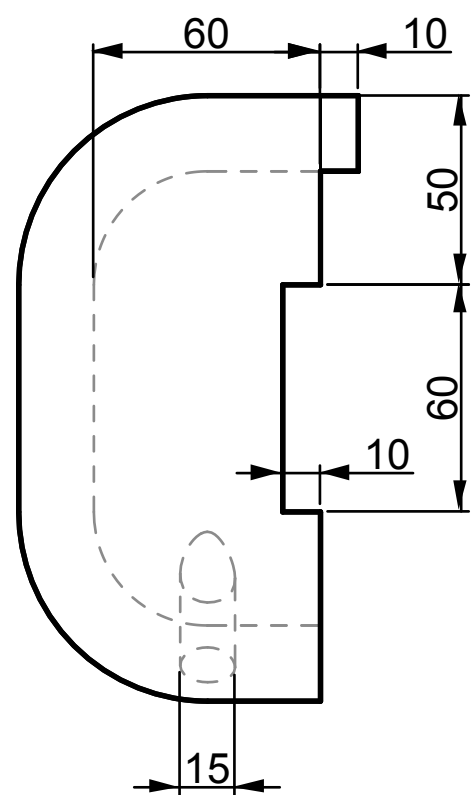
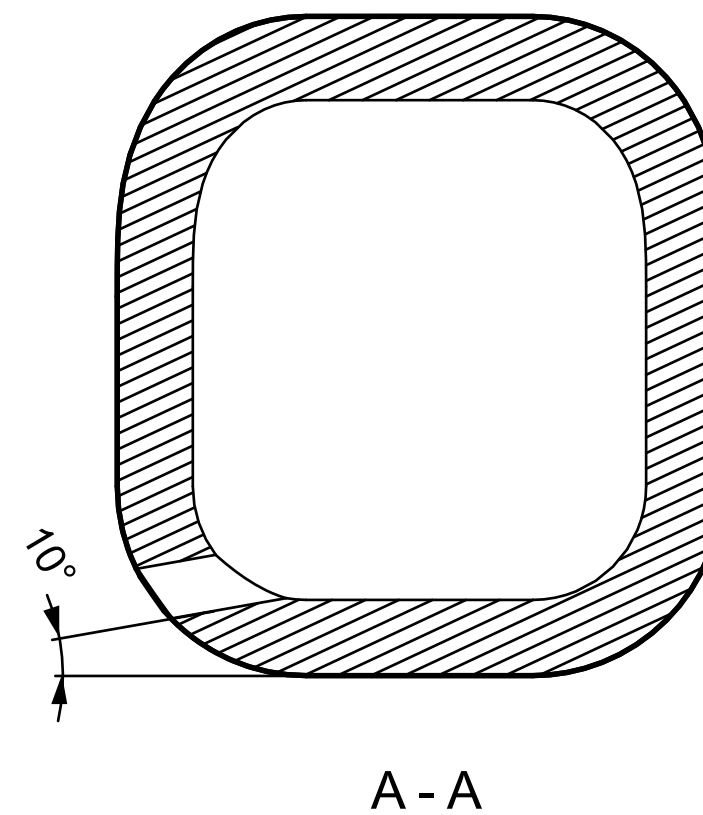
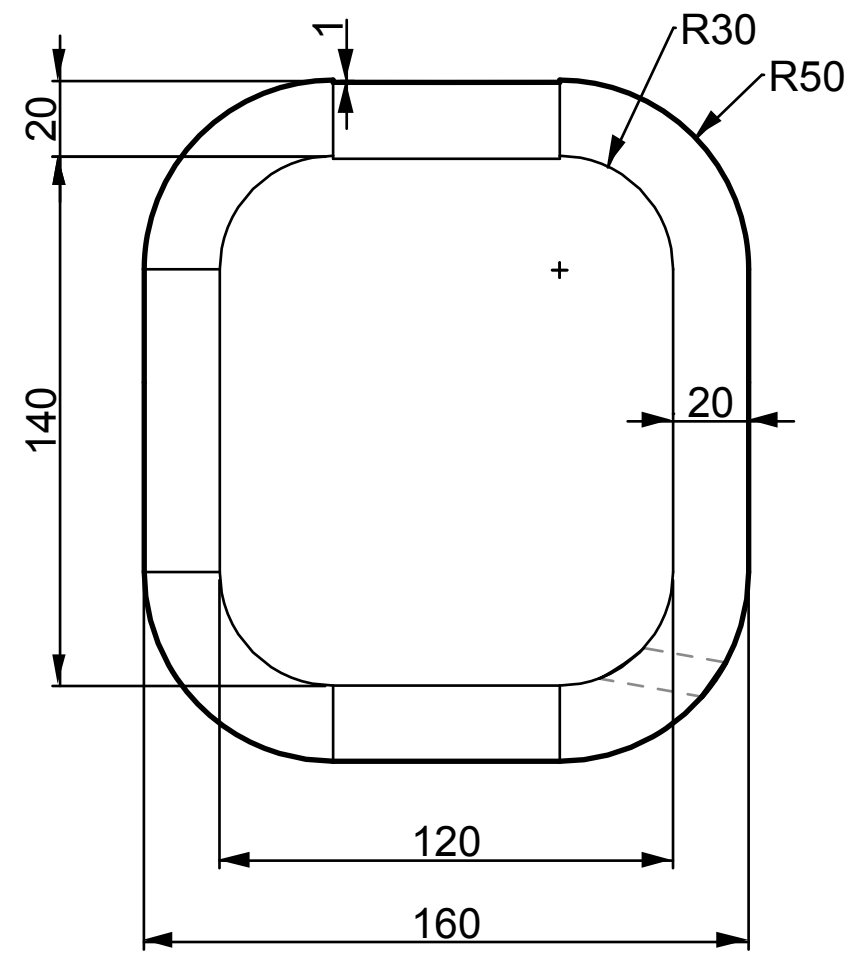
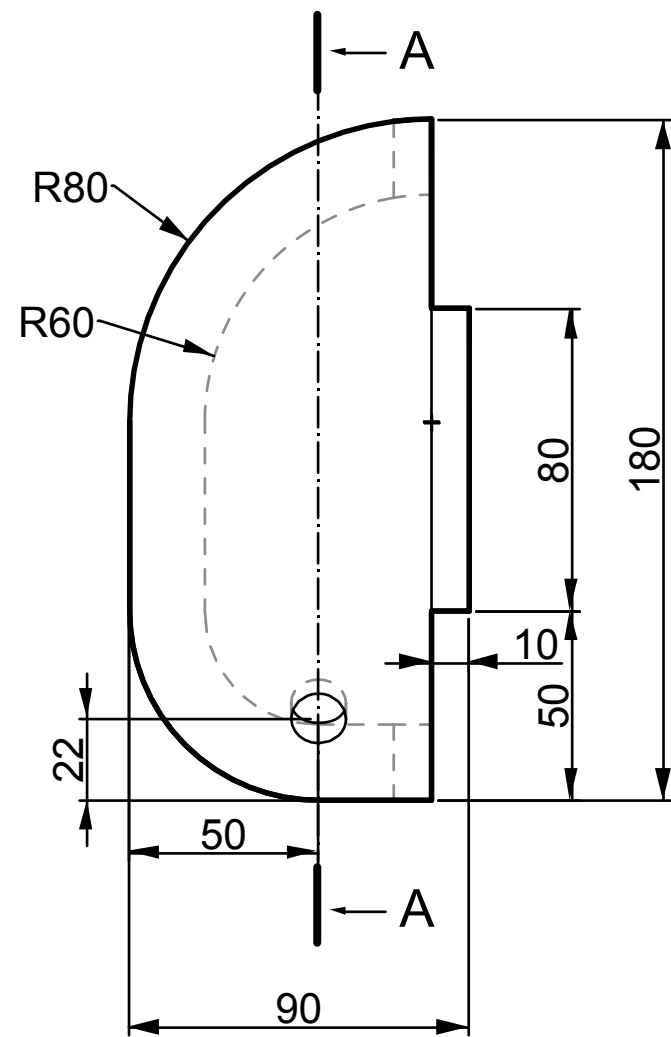


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1:1
NOME DA PRANCHA Encaixe na estrutura	REF. ITEM 1.2	DATA 12/02/2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Impressão 3d com compósito de micélio		PÁGINA 2 / 12	

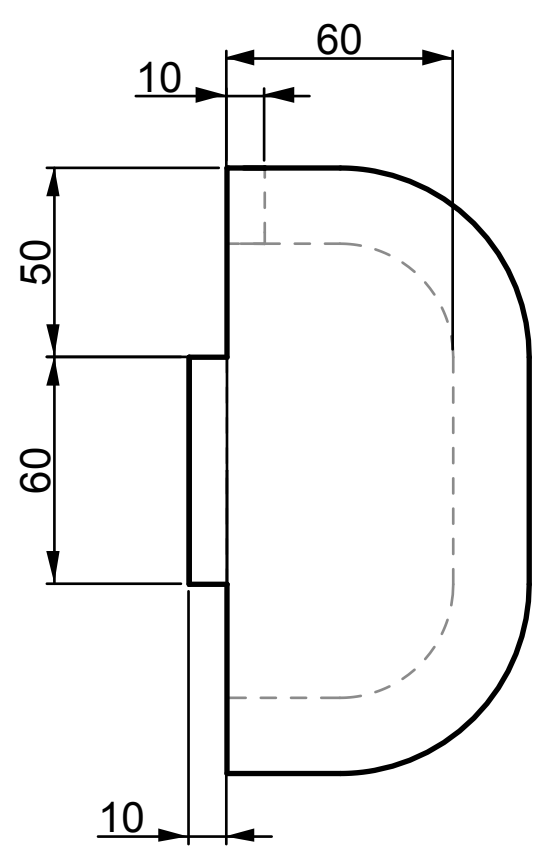
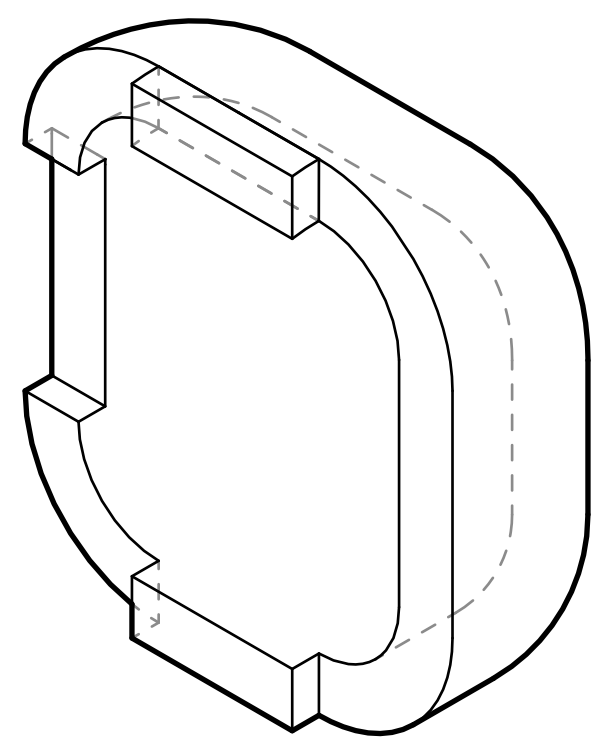
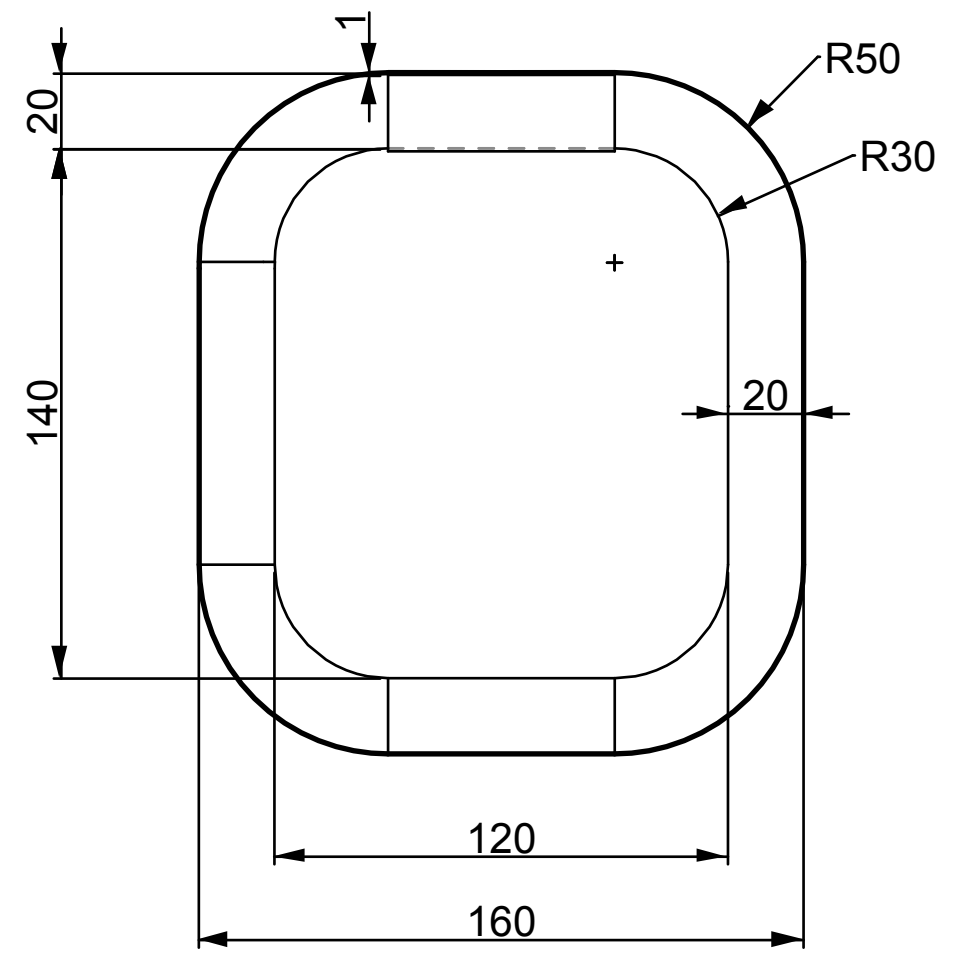
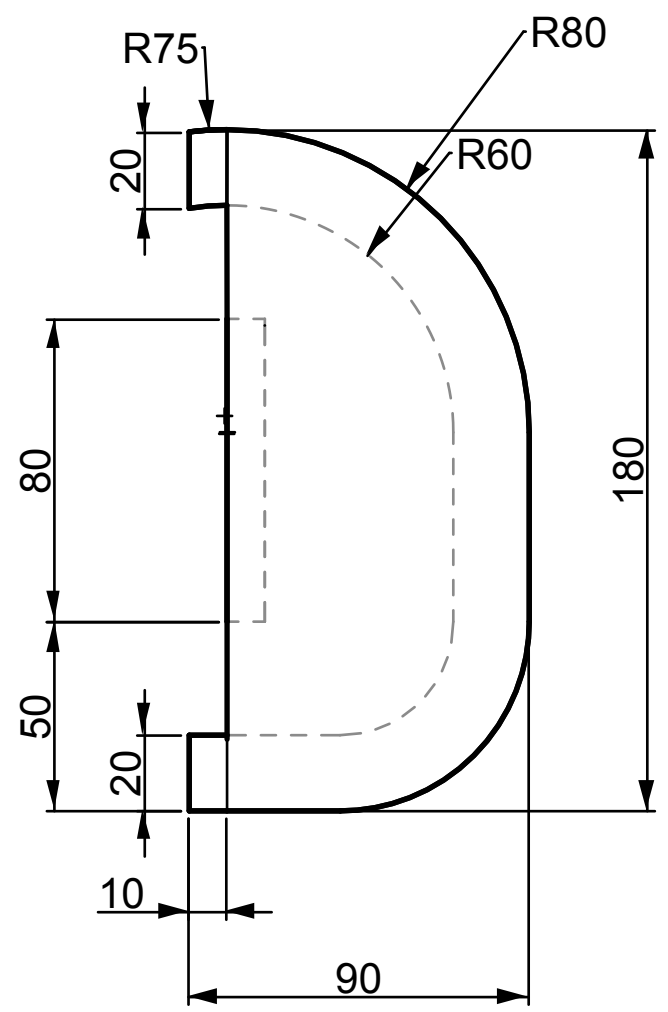


ESCALA 1 : 5

1.1	1	Estrutura	União por contato das peças	
1.2	1	Encaixe da estrutura	União por contato das peças	
REF. ITEM	QTD	NOME DO ITEM	DADOS TÉCNICOS	OBS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO				
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto				
Trabalho de Conclusão de Curso				
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração			UNIDADE mm	ESCALA 1 : 2
NOME DA PRANCHA Subconjunto - estrutura		REF. ITEM 1	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli			ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)			ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Impressão 3d com compósito de micélio			PÁGINA 3 / 12	

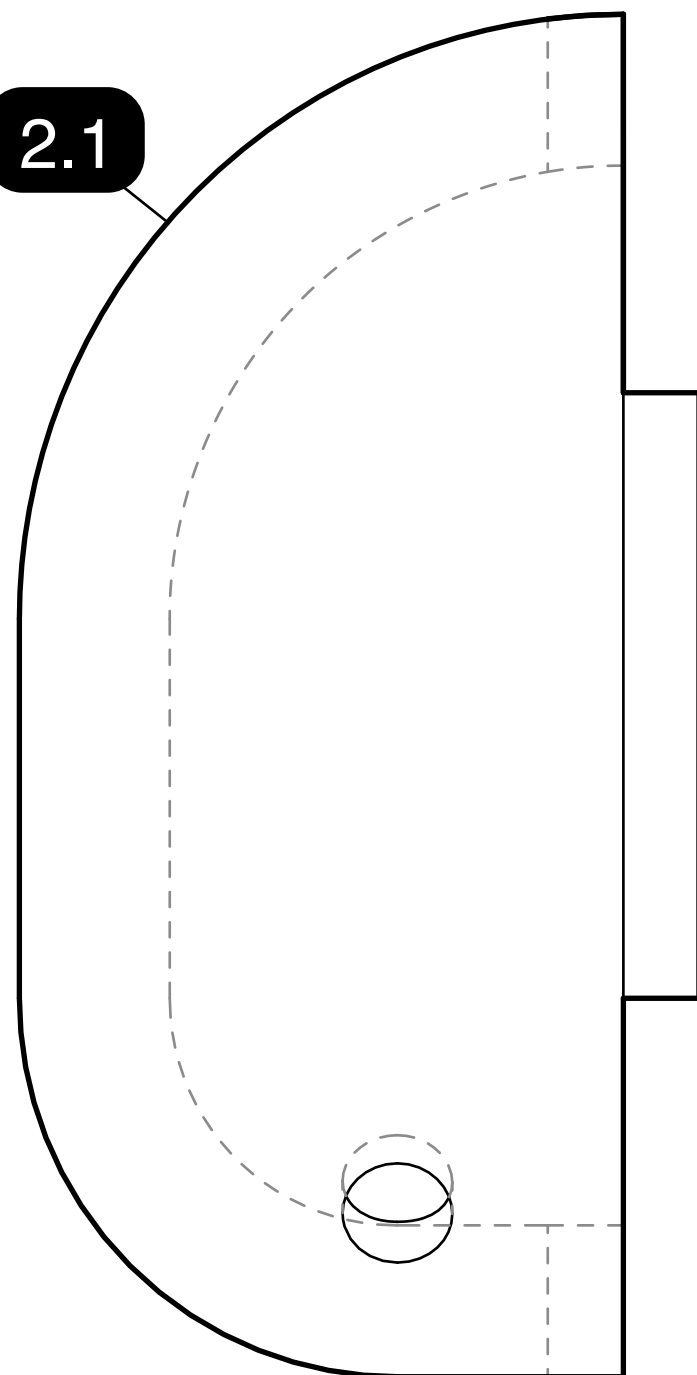


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1 : 2
NOME DA PRANCHA Meio núcleo da colmeia com furo	REF. ITEM 2.1	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Impressão 3d com composto de micélio		PÁGINA 4 / 12	

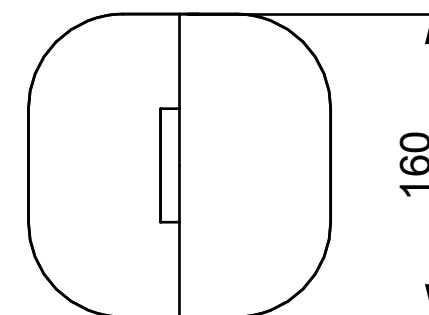
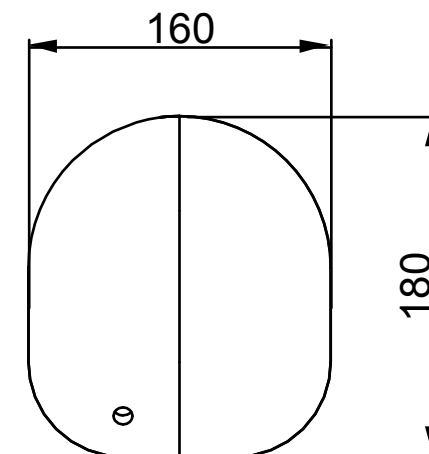
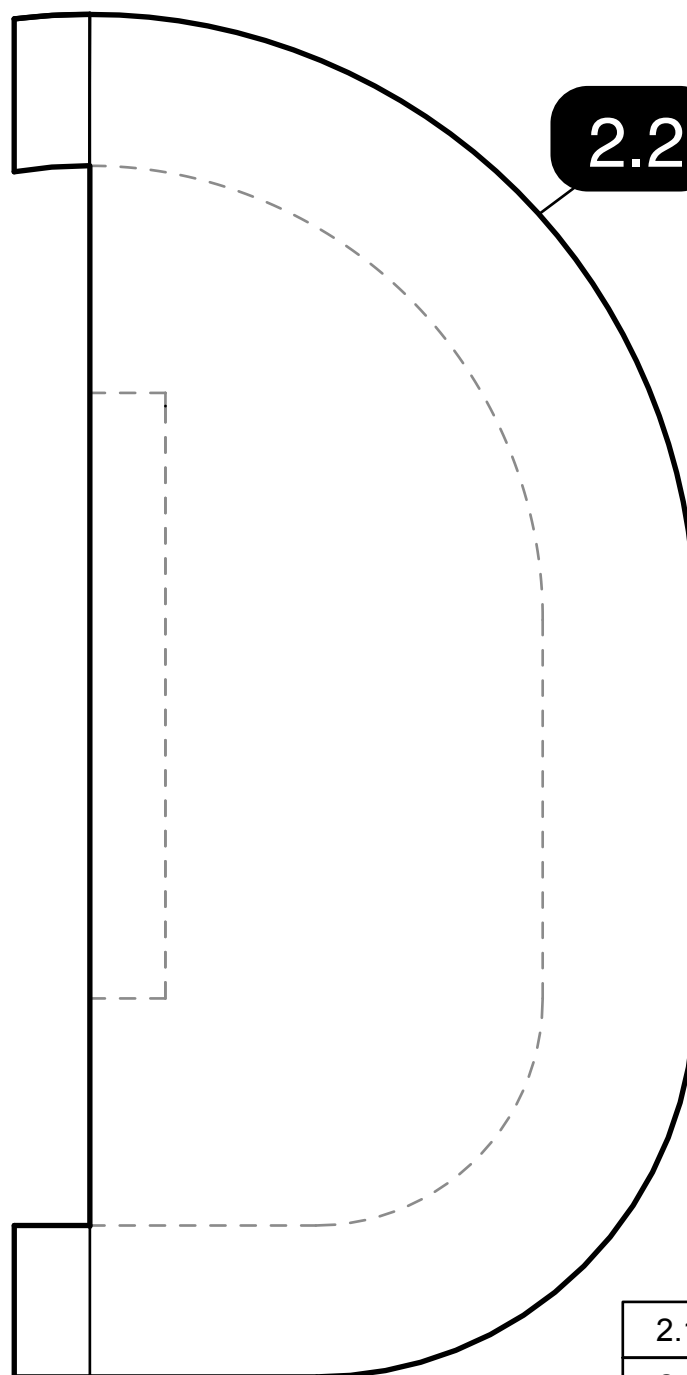


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1 : 2
NOME DA PRANCHA Meio núcleo da colmeia	REF. ITEM 2.2	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Impressão 3d com compósito de micélio		PÁGINA 5 / 12	

2.1



2.2



ESCALA 1 : 4

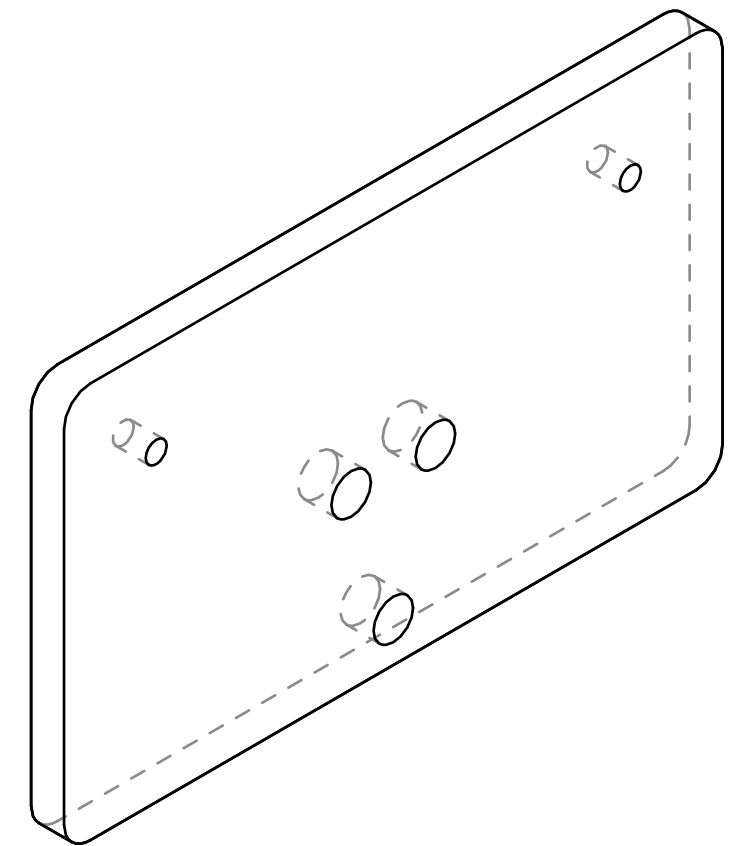
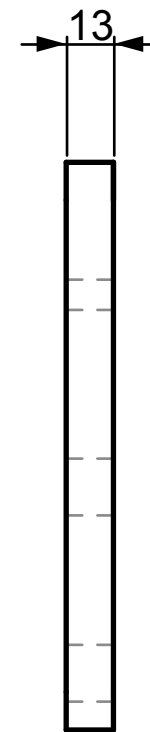
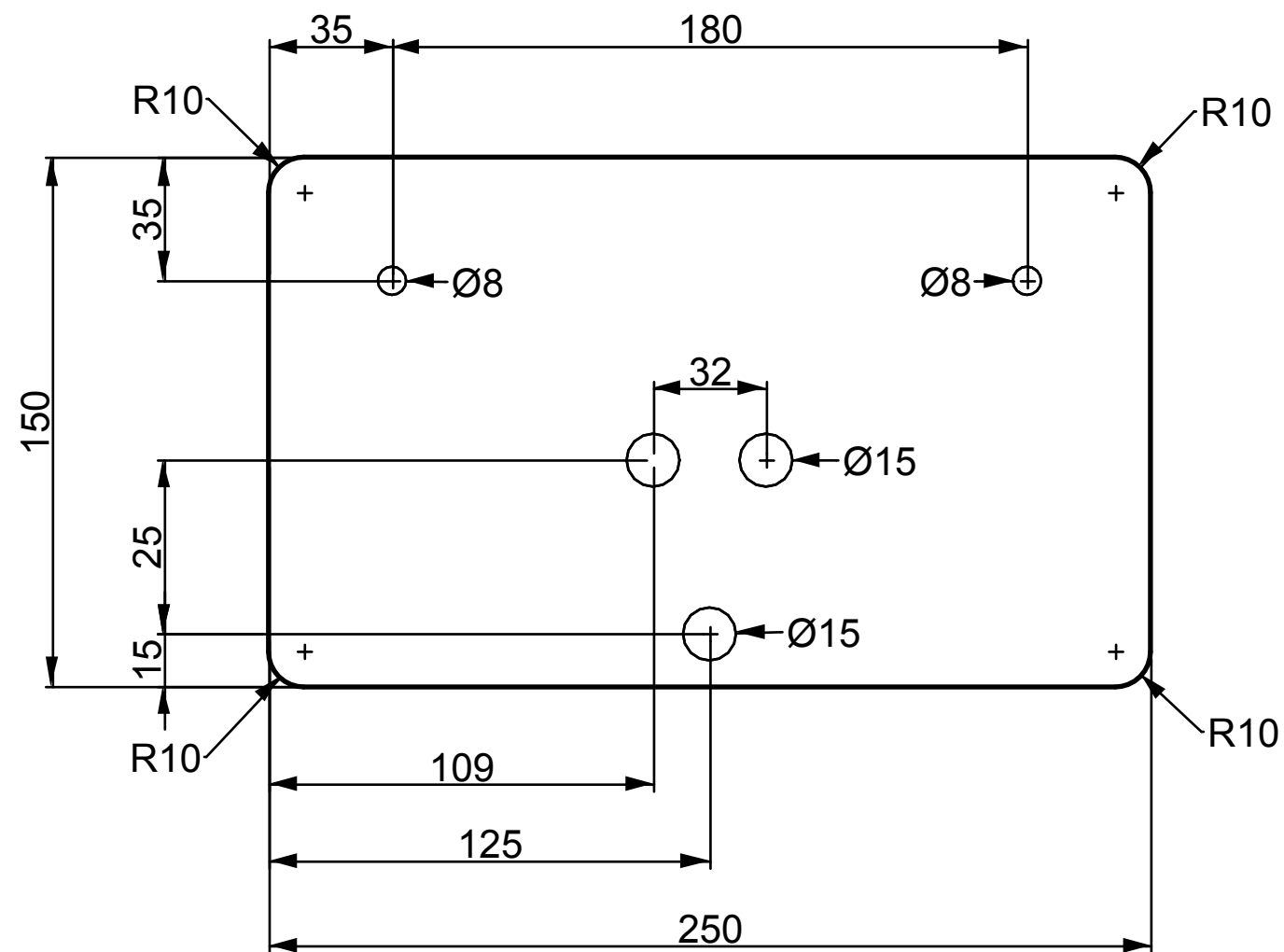
2.1	1	Meio núcleo da colmeia com furo	União por contato das peças	
2.2	1	Meio núcleo da colmeia	União por contato das peças	
REF. ITEM	QTD	NOME DO ITEM	DADOS TÉCNICOS	OBS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

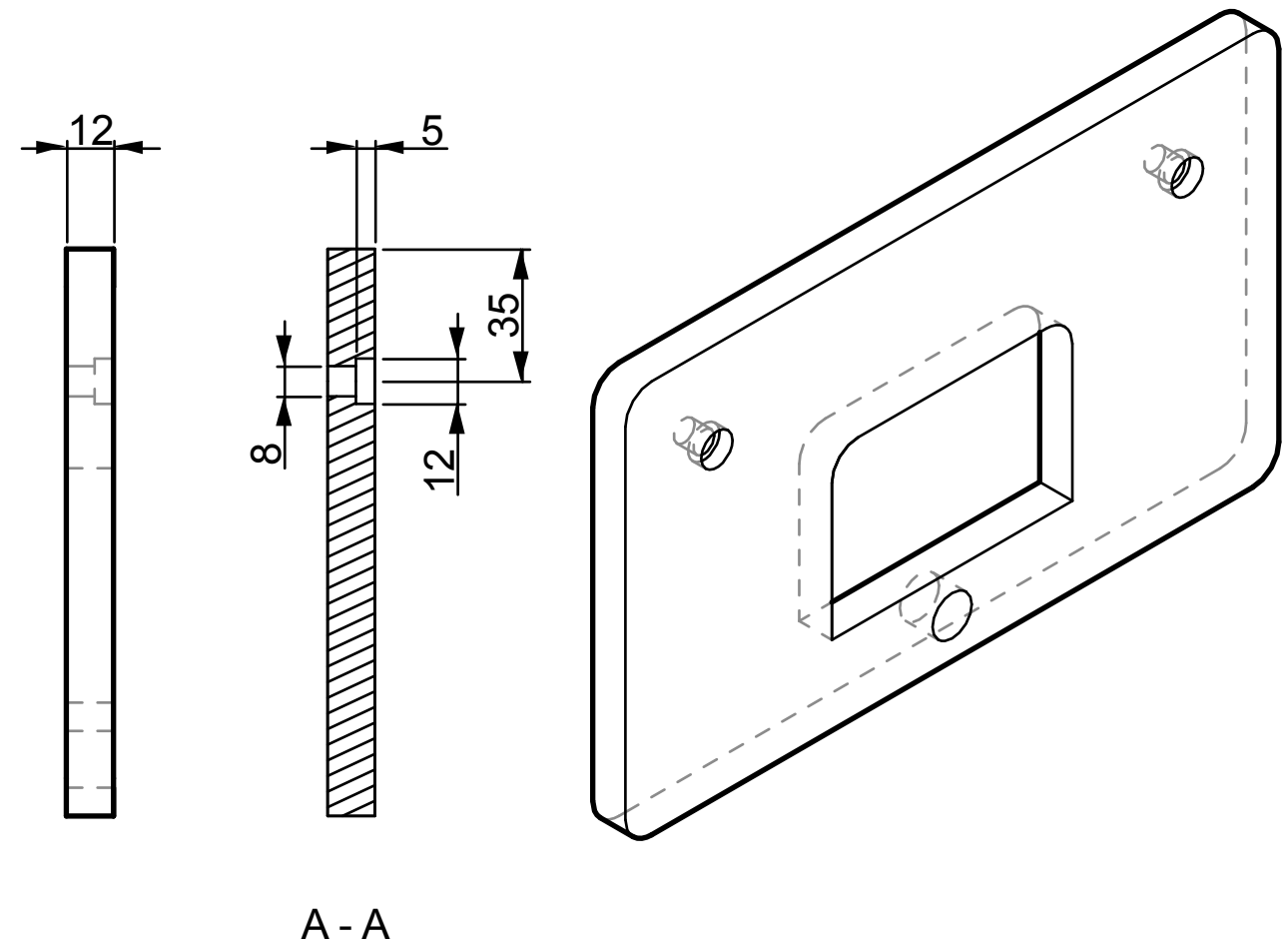
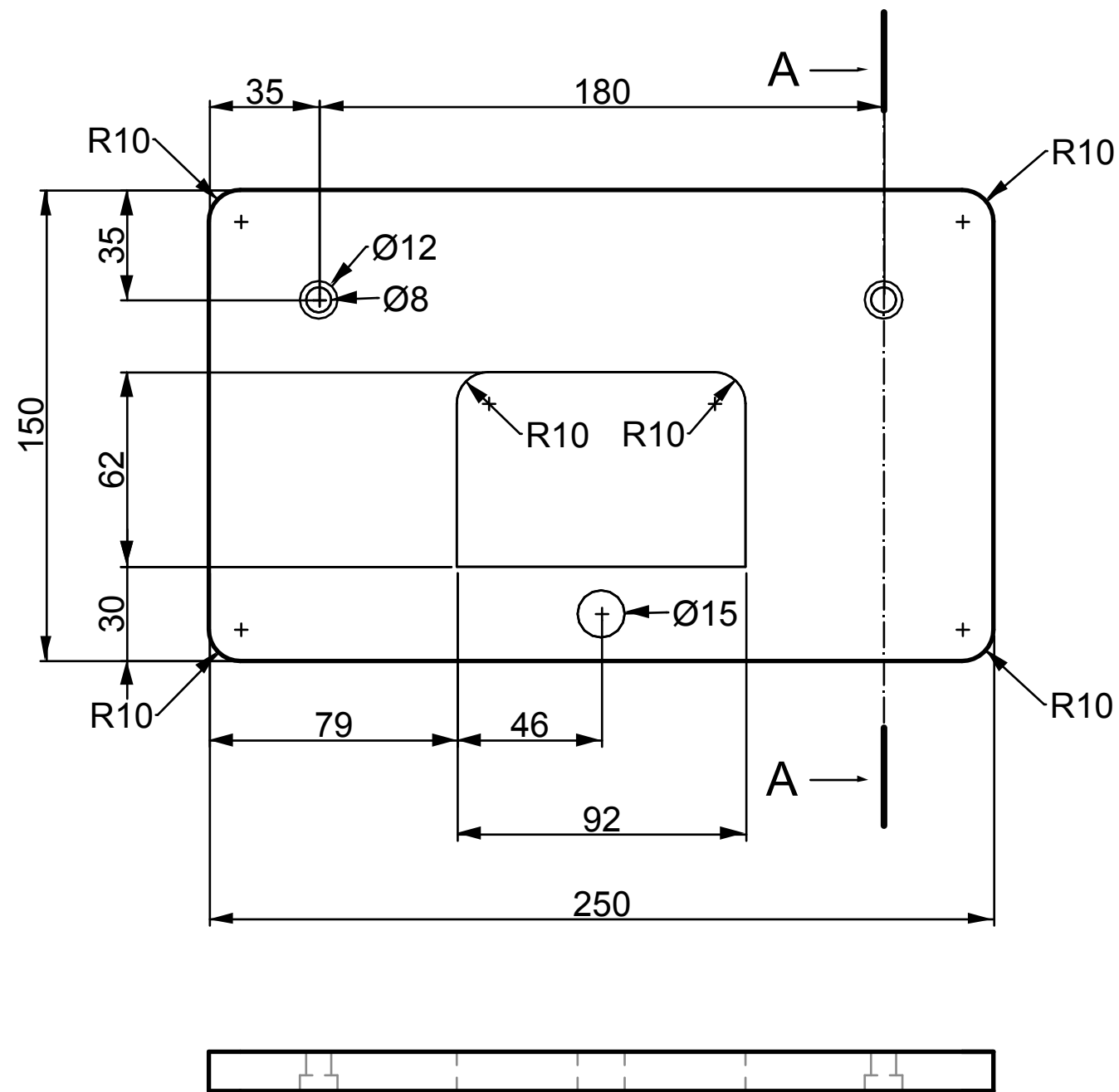
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto

Trabalho de Conclusão de Curso

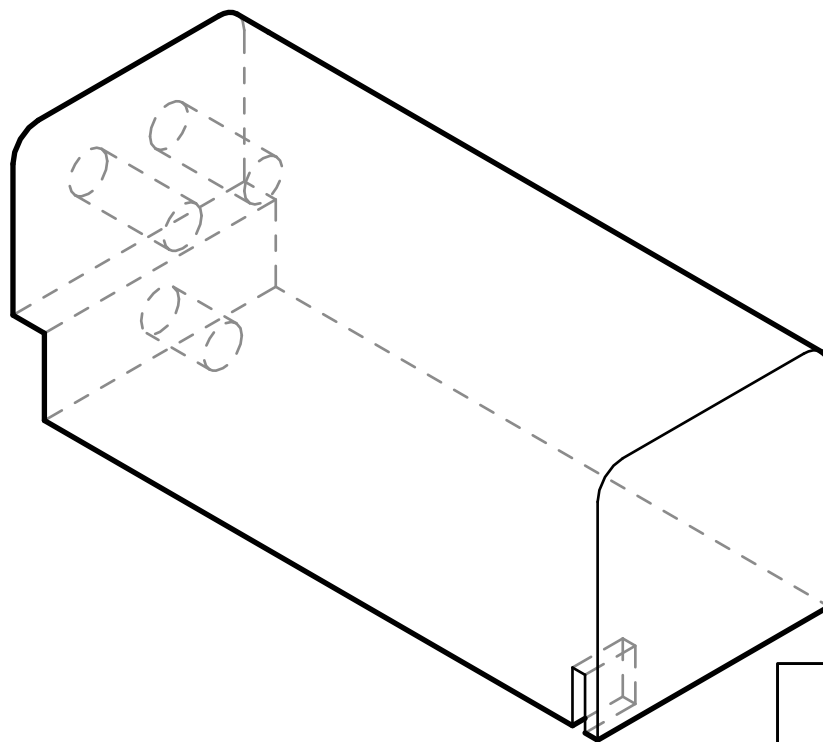
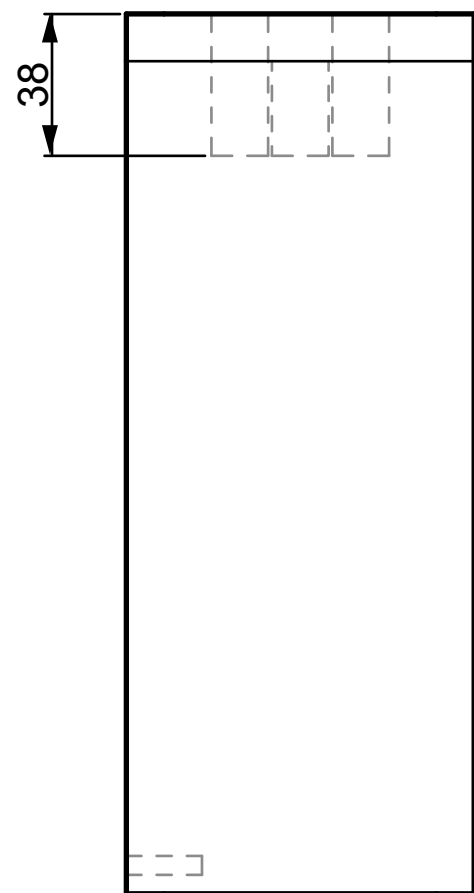
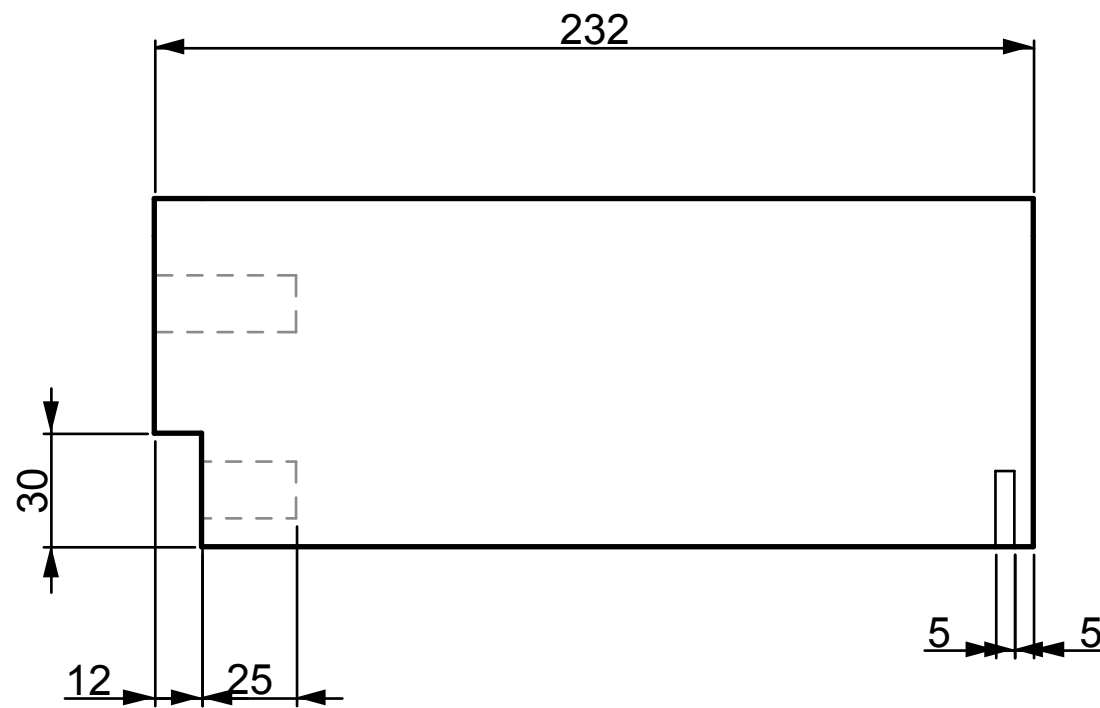
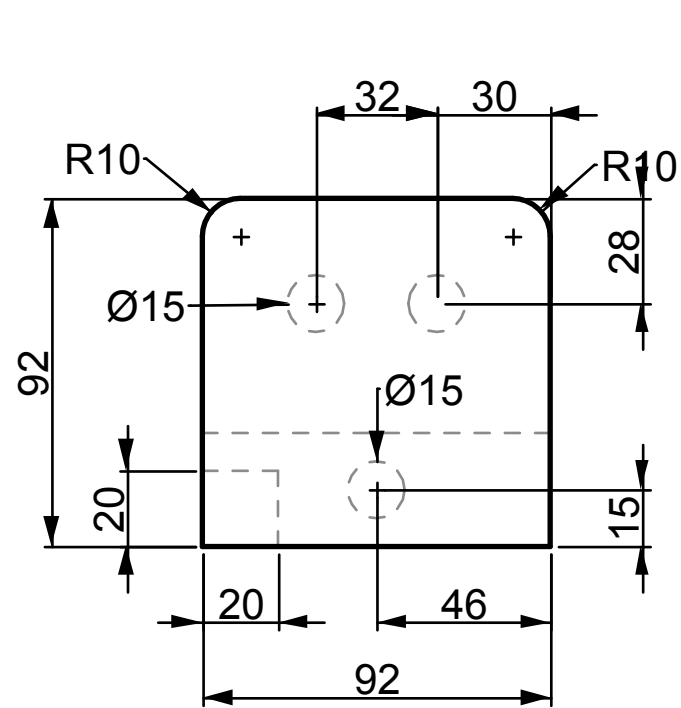
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1 : 1
NOME DA PRANCHA Subconjunto - núcleo da colmeia	REF. ITEM 2	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Impressão 3d com compósito de micélio		PÁGINA 6 / 12	



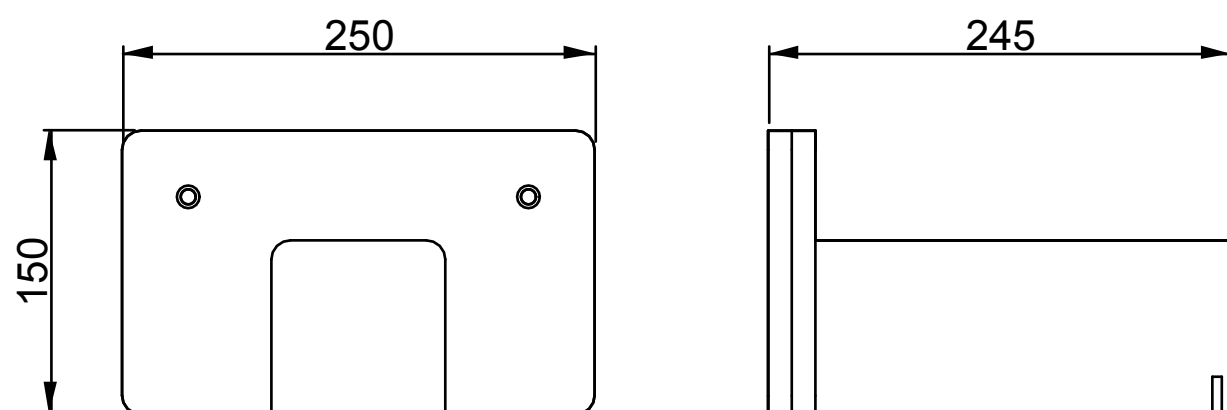
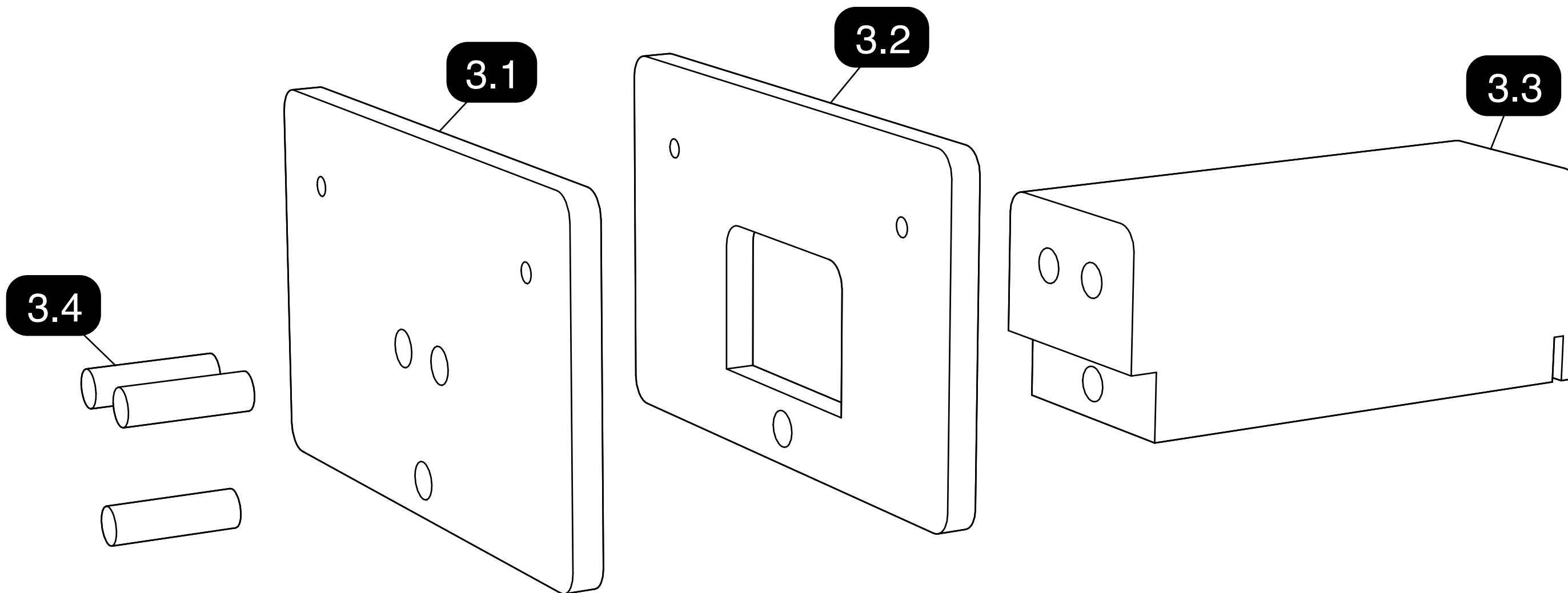
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1:2
NOME DA PRANCHA Parede do suporte	REF. ITEM 3.1	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Bambu laminado colado com adesivo de mamona		PÁGINA 7 / 12	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1 : 2
NOME DA PRANCHA Parede do suporte 2	REF. ITEM 3.2	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Bambu laminado colado com adesivo de mamona		PÁGINA 8 / 12	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1 : 2
NOME DA PRANCHA Pino do suporte	REF. ITEM 3.3	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Bambu laminado colado com adesivo de mamona		PÁGINA 9 / 12	



ESCALA 1 : 4

3.1	1	Parede do suporte	União com adesivo de mamona	
3.2	1	Parede do suporte 2	União com adesivo de mamona	
3.3	1	Pino do suporte	União com adesivo de mamona	
3.4	3	Cavilha de madeira	15mmØ x 50mm	
REF. ITEM	QTD	NOME DO ITEM	DADOS TÉCNICOS	OBS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto

Trabalho de Conclusão de Curso

TÍTULO DO PROJETO
RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

UNIDADE
mm

ESCALA
1 : 2

NOME DA PRANCHA
Subconjunto - suporte

REF. ITEM
3

DATA
12 / 02 / 2021



AUTORA
Clara Acioli

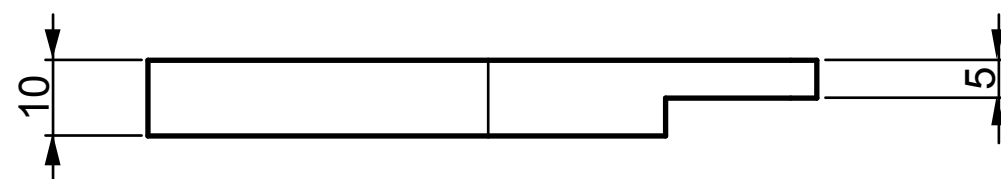
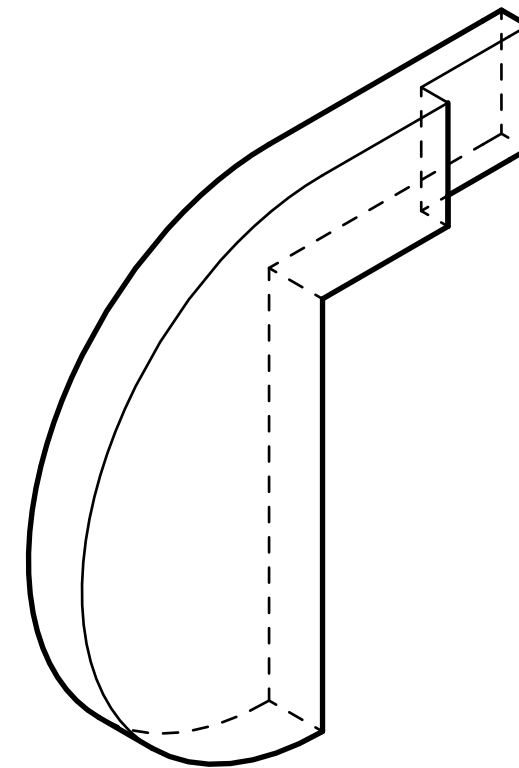
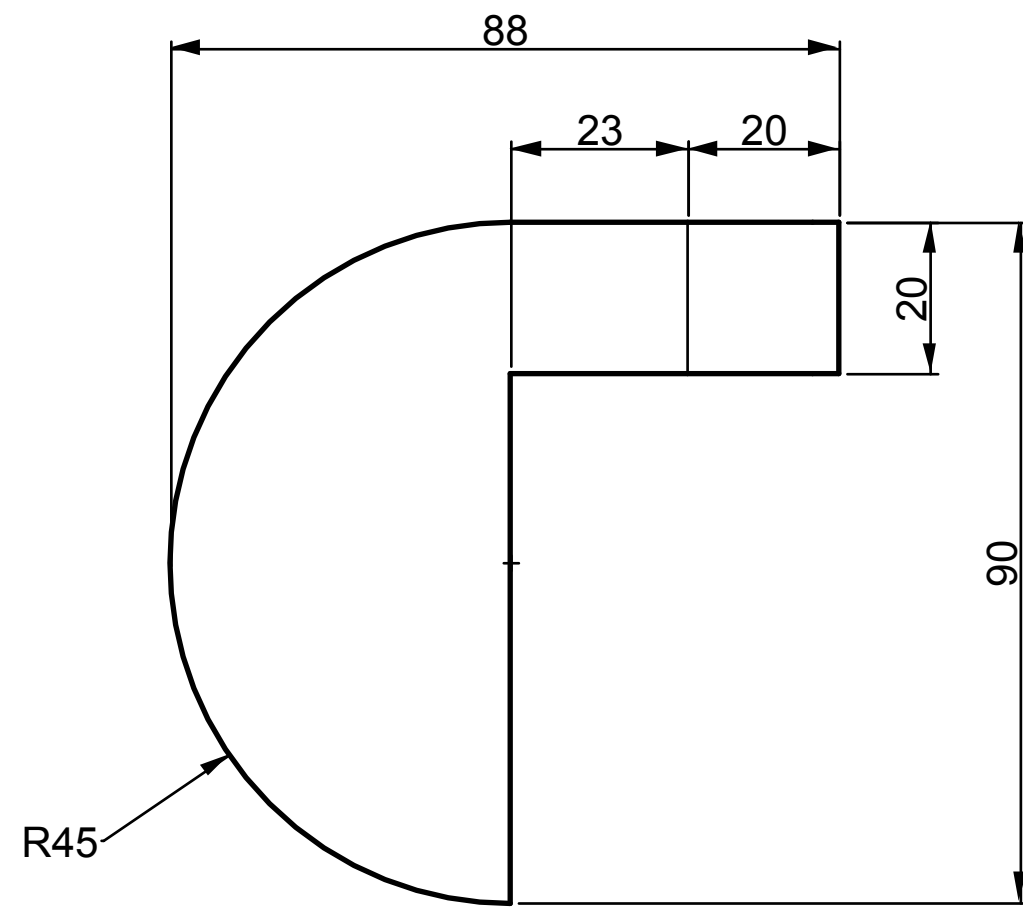
ASSINATURA

ORIENTADORA
Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)

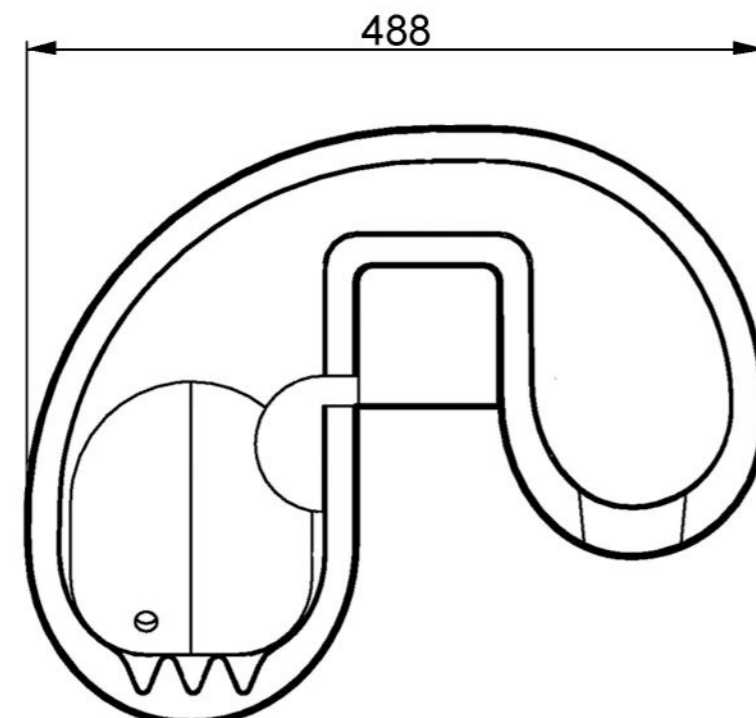
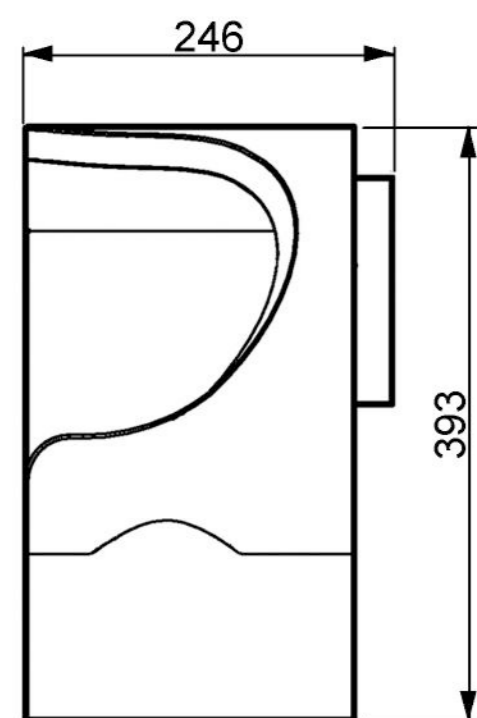
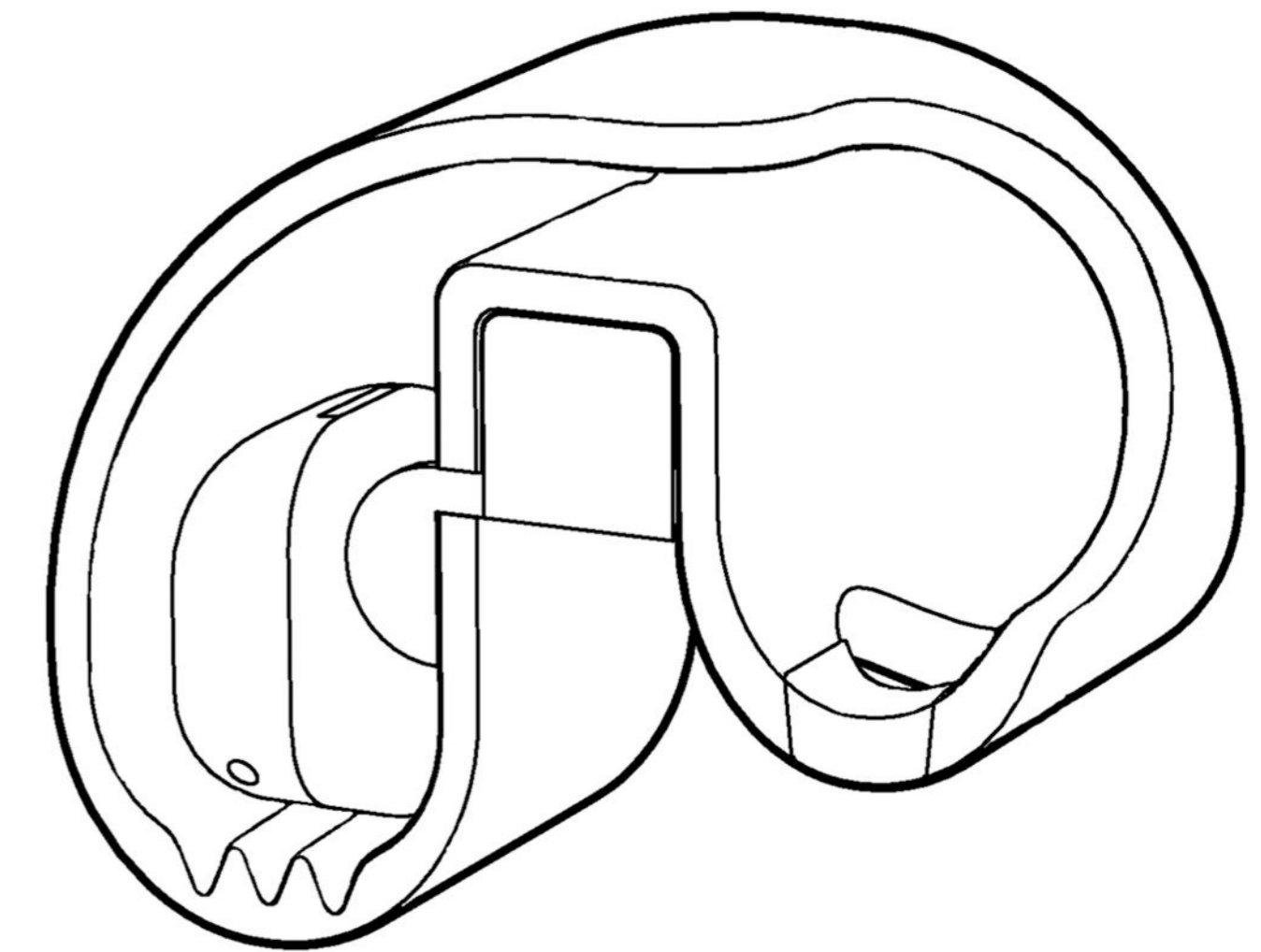
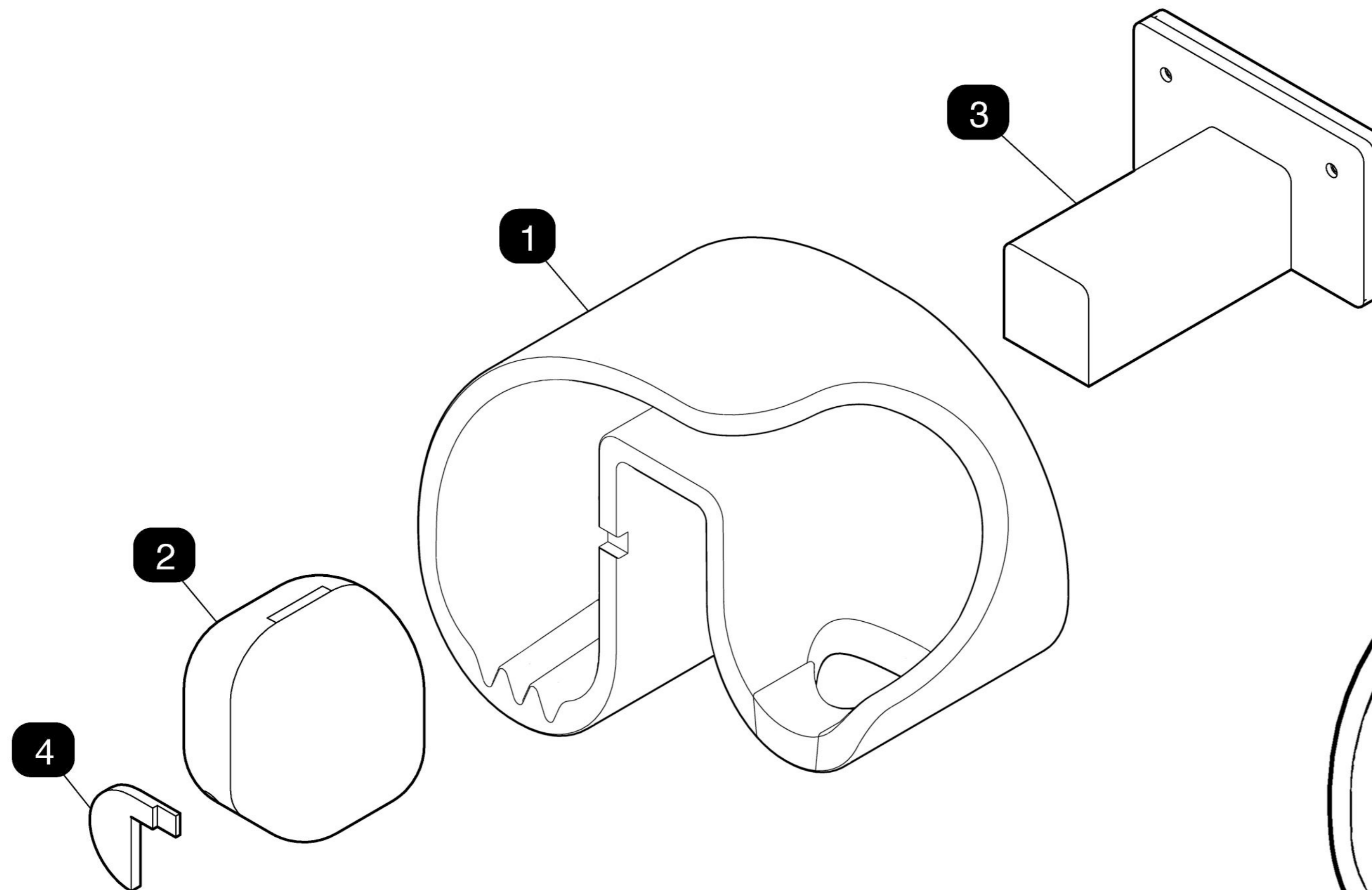
ASSINATURA

MATERIAL E PROCESSO
Bambu laminado colado com adesivo de mamona

PÁGINA
10 / 12



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto			
Trabalho de Conclusão de Curso			
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração		UNIDADE mm	ESCALA 1 : 1
NOME DA PRANCHA Trava	REF. ITEM 4	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli		ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)		ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Bambu laminado colado com adesivo de mamona		PÁGINA 11 / 12	



ESCALA 1 : 5

1	1	Subconjunto - estrutura		
2	1	Subconjunto - núcleo da colmeia		
3	1	Subconjunto - suporte		
4	1	Trava		
REF. ITEM	QTD	NOME DO ITEM	DADOS TÉCNICOS	OBS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO				
Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes - Desenho Industrial-Projeto de Produto				
Trabalho de Conclusão de Curso				
TÍTULO DO PROJETO RUMA - Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração			UNIDADE mm	ESCALA 1 : 3
NOME DA PRANCHA Conjunto		REF. ITEM	DATA 12 / 02 / 2021	
AUTORA Clara Acioli			ASSINATURA	
ORIENTADORA Jeanine Geammal e Maria Luiza Fragoso (coorientadora)			ASSINATURA	
MATERIAL E PROCESSO Vários materiais			PÁGINA	12 / 12

APÊNDICE B - Livreto



RUM_A

Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração



Clara Acioli

EBA - UFRJ
2021

RUM_A

Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

Projeto de graduação DI-PP - UFRJ

Autora: Clara Acioli

Orientação: Jeanine Geammal

Coorientação: Malu Fragoso

Março de 2021

RUM_A

1. O QUE É RUMA?
2. INSTALAÇÃO
3. AS ABELHAS
4. CUIDADOS BÁSICOS

O que é RUM_A?

Um pouco sobre o projeto

RUM_A trata da importância de coexistir consciente e dialogicamente com outros seres vivos como estratégia de sobrevivência, e da criação de novos modos de ver e agir frente aos desastres ecológicos. O perímetro urbano é sua circunscrição, e a proposta de base é promover, observar e vivenciar uma cohabitação multiespécies nestes espaços majoritariamente humanos. Desse modo, o projeto RUM_A desenvolve um refúgio voltado para abelhas nativas sem ferrão, fungos, plantas e humanos, de maneira a provocar diálogos. Tem por objetivo a conscientização em relação às questões ambientais e o aumento das oportunidades de nidificação das abelhas nativas em áreas urbanas e periurbanas da Mata Atlântica.



Participam de RUM_A:
Fungos
Abelhas nativas
Plantas
Humanos



*RUM_A é espaço-coisa de
convivência e consciência
multiespécies*

RUM_A se oferece como espaço-refúgio para espécies diversas no meio urbano, e apesar das espécies intencionadas serem as abelhas nativas sem ferrão, os fungos saprófitos, plantas da Mata Atlântica e os humanos urbanos, não está de forma alguma restrita a tais.

Sobre as abelhas, seres que guiaram esse trabalho, nem delas temos garantias se participam ou não. Isso depende de fatores externos ao projeto. E assim é quando estamos dispostos a co-criar com diferentes seres, quando impulsos e desejos estão em jogo, o diálogo deve ser feito com paciência e sem expectativas.

Desse modo, RUM_A é também um convite à paciência e ao olhar cuidadoso, ao tempo do outro, a entender que em Gaia, organismo complexo e auto-organizante, temos muitas questões em jogo e devemos fugir da lógica antropocêntrica que as coisas devem sempre funcionar para dar certo e estar sempre à serviço dos seres humanos, já que a qualidade de vida de qualquer ser está relacionada à qualidade de vida de um todo-composto.



Se queremos melhorar esse todo-composto, devemos conviver conscientes, co-criar refúgios, imaginar novos mundos e agir. Todos temos potência de ação, humanos e não humanos, e devemos repensar o jeito que nos relacionamos com o mundo a nossa volta, com outros seres e modos de vida, conscientes das existências e diversidades. RUM_A intenciona a abertura de diálogos.

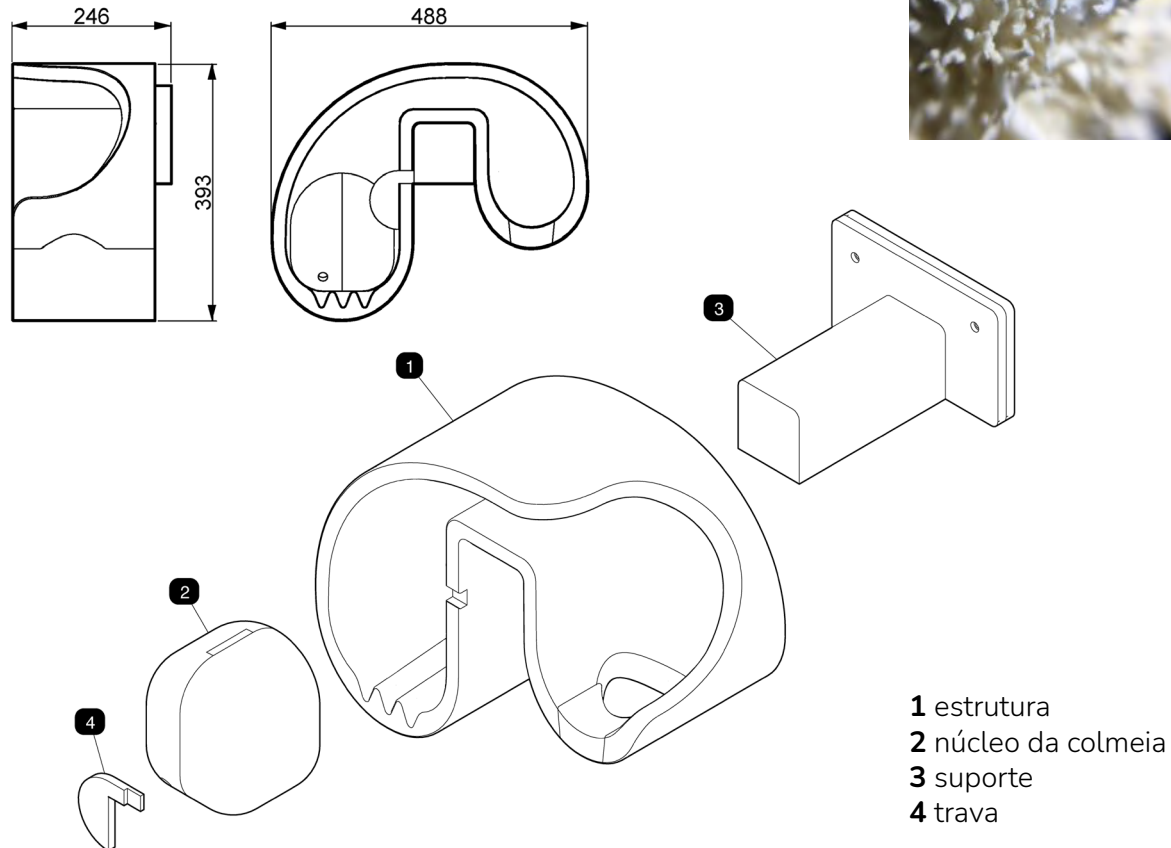
Bem vindo ao Refúgio Urbano Multiespécies, sinta-se à vontade para fazer parte desse Aglomerado.



Instalação

Cuidados e manual para a instalação segura de RUM_A

Dimensões e componentes:



O primeiro passo para a instalação do refúgio é a **escolha do local**.

Para existir/viver RUM_A precisa de incidência de **luz solar** (e evitar luz artificial de noite) precisa de um **local aberto**, sem vidros ou outros empecilhos que separem a morada das abelhas dos locais onde elas possam encontrar alimento e material. Precisa também de um **apoio vertical**, como uma parede, viga ou muro, por exemplo.

Exemplos de áreas externas possíveis são: varandas abertas, lajes, terraços, quintais, áreas de serviço abertas, portarias abertas, etc.

Outro cuidado que se deve ter é com a **altura** para posicionar o projeto. Caso seja uma área de circulação, o recomendado é coloca-lo **acima da altura da cabeça de humanos** para evitar que esbarrem e desequilibrem o espaço das abelhas.

Uma dúvida que pode surgir é sobre altura dos prédios, caso se deseje instalar em um apartamento. Nas minhas pesquisas, ouvi relatos de abelhas visitando até o 8o andar, mas não custa tentar, elas costumam circular no raio de

1km, se isso vale também para altura, 1km é o tamanho do maior prédio do mundo.

É importante que haja dentro desses 1km de raio, **áreas verdes**. Matas, praças arborizadas, jardins, hortas, tanto para aumentar as chances das abelhas visitarem RUM_A, quanto para que possam se estabelecer.

Caso não exista nenhuma área verde, recomendo que plantem com urgênciq, pois esses espaços são essenciais não só para as abelhas, mas também para o bem estar humano.

Enfim chegamos à **instalação**. Você vai precisar de:

- 2 parafusos 6-8mmØ x 50mm
- 2 buchas de fixação 10mm
- Furadeira

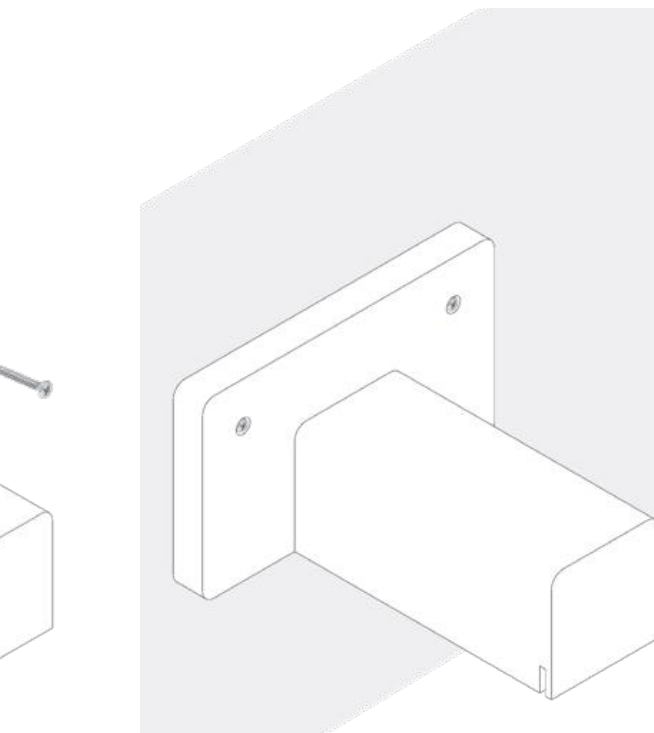
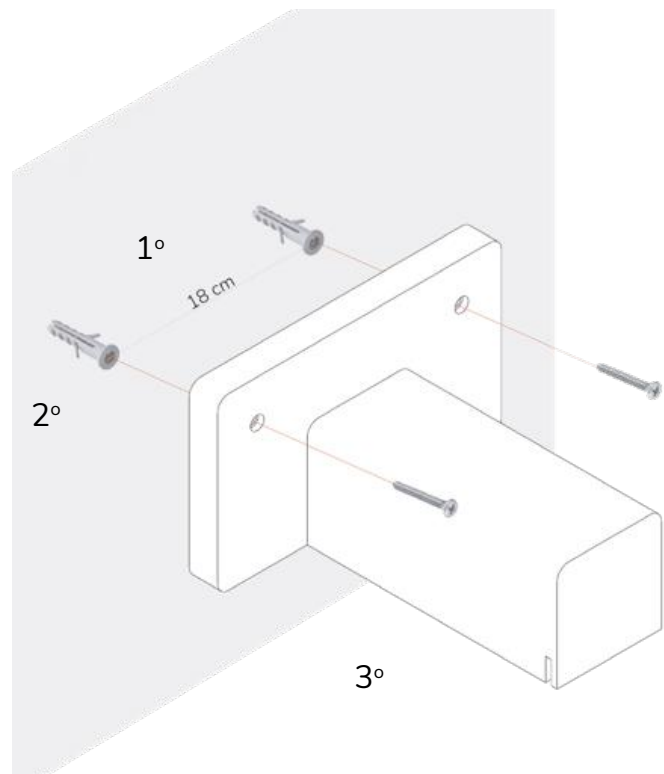


Passo a passo :

1º Marcar a posição dos dois furos no lugar em que se escolheu para RUM_A. A distância entre os furos deve ser de 180mm na horizontal;

2º Fazer furos de 10mm e encaixar a bucha;

3º Posicionar o suporte com os furos da parede e da peça alinhados e prender os parafusos;

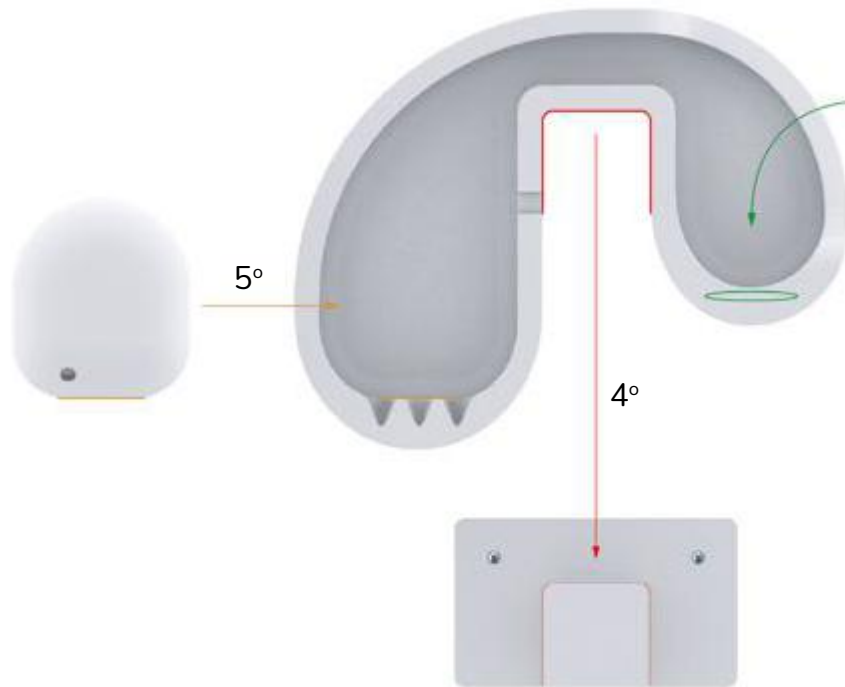


4º Encaixar a estrutura no suporte;

5º Posicionar o núcleo da colmeia;

6º Encaixar a trava;

7º Colocar terra, o papel semente e água no vaso e encaixa-lo na forma.





As abelhas

Porque é tão importante a preservação dos polinizadores?

Os insetos são responsáveis por 1/3 da produção de alimento no mundo. Eles, ao lado de alguns pássaros, morcegos, vento e água exercem a função primordial da polinização, que garante a biodiversidade e a manutenção dos ecossistemas terrestres.

As abelhas são os principais insetos polinizadores e estão ameaçadas pelo aumento do uso de agrotóxicos nas regiões rurais, com o desmatamento de áreas nativas, a invasão de espécies exóticas e as alterações climáticas.

Além das conhecidas abelhas do mel (*Apis Melifera*), existem



diversos outros grupos de abelhas, solitárias e sociais, inclusive muitas nativas no Brasil. No Brasil, temos cerca de 350 espécies diferentes de abelhas sem ferrão, que são as tratadas nesse trabalho. As principais características das abelhas nativas sem ferrão são:

- _ Elas não têm ferrão nem veneno, sendo a maioria delas inofensivas;
- _ Elas possuem organização social complexa, vivem em colônias de muitos indivíduos;
- _ Ampla diversidade de formas e tamanhos;

A seguir, apresentarei algumas espécies que podem aparecer em RUM_A, são espécies com ocorrência na área urbana e peri-urbana da Mata Atlântica.





Jataí

(*Tetragonisca angustula*)

5mm



Nomes populares: Jataí, Jati, mosquitinha-verdadeira, maria-seca;

Raio de voo: 1km;

Média de abelhas por colmeia: 2 mil a 8 mil operárias;

Defesa: São muito mansas. Defendem-se com mordida e

jogando bolas de cerume. Há uma subcasta de guardas, com tamanho um pouco maior que as operárias, e que ficam sobrevoando a entrada do ninho. Elas podem ser agressivas com outras abelhas da mesma espécie, por isso é bom manter uma distância de 2m a 3m entre os ninhos.

A Jataí é muito popular no Brasil, ela pode ser encontrada na maioria dos estados brasileiros e alguns outros lugares da América do Sul. Facilmente reconhecida pela coloração amarelada, corpo alongado e a entrada do ninho com uma construção de canudo claro. Produzem um mel muito apreciado por suas propriedades medicinais e bastante comercializado no Brasil. A jataí é bem adaptada aos espaços urbanos e costumam nidificar em uma variedade de cavidades além das árvores e ocos naturais. Alguns exemplos são: panela, caixa de luz, armário entre outros.





Iraí

(*Nanotrigona testaceicornis*)

4mm



Nomes populares: Iraí, camuengo, mambuquinha;

Raio de voo: 1km;

Média de abelhas por colmeia: 2 mil a 3 mil operárias;

Defesa: São muito mansas, quando atacadas se escondem no fundo da colônia e aguardam a ameaça ir embora. Durante

a noite mantêm a entrada do ninho fechada;

Suas antenas alaranjadas e olhos verdes são característicos e tornam fácil a identificação das Iraí.

Assim como as Jataí, são comumente encontradas em ambientes modificados pela ação antrópica. Fazem ninhos em árvores, troncos ou até em muros de residências humanas.

Flores atrativas para as abelhas

nativas: Onze-horas, ora-pro-nobis, manjeriço anis, salvia azul, salvia vermelha, alecrim-do-campo, ruélia, margaridas





a *Plebeia saiqui* pode chegar a 7.000 abelhas, e a *Plebeia nigriceps* varia de 100 a 200.

Defesa: São muito mansas. Se defendem com própolis de consistência pegajosa que imobiliza os invasores;

Mirim é um nome que reúne várias espécies do gênero *Plebeia* mas de outros gêneros também, possuem tamanho, aparência e comportamento parecido. Recebem esse nome pelo tamanho mínimo.



Mirim

(*Plebeia* spp.)

3-6mm



Nomes populares: Mirim, Abelha-mosquito, mosquitinha;

Raio de voo: 550m;

Média de abelhas por colmeia: Devido a diversidade de espécies, o número de abelhas em uma colmeia é muito variável, o mais comum é de 2.000 a 3.000 operárias, mas



Outras abelhas que podem aparecer

Possíveis visitantes florais no espaço urbano



Abelha-europeia (*Apis mellifera*)

Raio de voo: 3km

Média de abelhas por colmeia: 5 mil a 100 mil operárias;

Defesa: Agressivas quando se sentem ameaçadas. Defendem-se com ferroadas e veneno.

12mm



As *Apis* são exóticas e representam uma ameaça às abelhas nativas ao competir por recursos.

Alguns humanos têm alergia ao veneno dessas abelhas.



Abelha-cachorro ou Arapuá (*Trigona spinipes*)

Média de abelhas por colmeia: 5 mil a 180 mil abelhas;

Defesa: Bastante agressivas quando ameaçadas, mas não tem ferrão, defendem-se mordiscando e se enrolando no cabelo ou entrando no olho, nariz e ouvido.

7mm



Euglossíneas (Tribo Euglossini)

Raio de voo: Há relatos que indicam um raio de até 23km.

Defesa: As fêmeas possuem ferrão, mas não são agressivas e a picada é muito rara.

A maioria das Euglossini tem hábitos solitários.

São conhecidas como abelha das orquídeas e são essenciais para a polinização dessas flores.

Possuem um tom metalizado que pode variar do verde ao azul.

11,5mm



Mamangava (Tribo Bombini)

Mamangava é o nome popular para diversas espécies de abelhas solitárias (ou semi-sociais) de grande porte que fazem parte da tribo Bombini.

São polinizadoras de flores grandes com pólen pesado como o maracujá. Possuem ferrão e pessoas alérgicas devem ficar atentas à essas abelhas.

20-30mm





Cuidados com RUM_A

Os cuidados básicos que se pode ter com RUMA_A são diferentes quando abrigam ou não abelhas.

Quando estão com o núcleo vago, é importante manter o mesmo limpo de teias de aranha (principalmente no buraco de entrada) e outras coisas ou seres que possam afastar as abelhas. Além de tomar os cuidados necessários com a planta.

Quando estão hospedando abelhas não podemos esbarrar na colônia nem manuseá-la sem necessidade. É possível que apareçam predadores como lagartixas, aranhas ou pássaros mas dificilmente farão algum mal além de comer algumas abelhas, isso faz parte. Jamais usar inceticida.

Quando interferir? Só vale interferir caso perceba que a colônia está fraca (pouco movimento de abelhas entrando e saindo ao longo do dia). Nesse caso, o recomendado é entrar em contato com um meliponicultor. Se for identificado algum problema com a colônia, o ideal é entrega-la para o profissional cuidar.

Cuidados com a onze-horas:

Rega: de uma a duas vezes por semana.

Iluminação: Sol pleno ou meia sombra. As flores abrem na presença da luz, as folhas das onze-horas possuem estruturas fotossensíveis capazes de perceber o auge da iluminação solar.



Contato:

Para dúvidas e parcerias: RUMA_Projeto@gmail.com

Para **compartilhar informações** sobre sua RUM_A e saber mais de outras RUM_AS, entrar no grupo de Telegram: <https://t.me/joinchat/B-9jgPy6zLNjZTlx>



RUM_A

Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

Autora: Clara Acioli
Orientadora: Jeanine Geammal
Coorientadora: Malu Fragoso

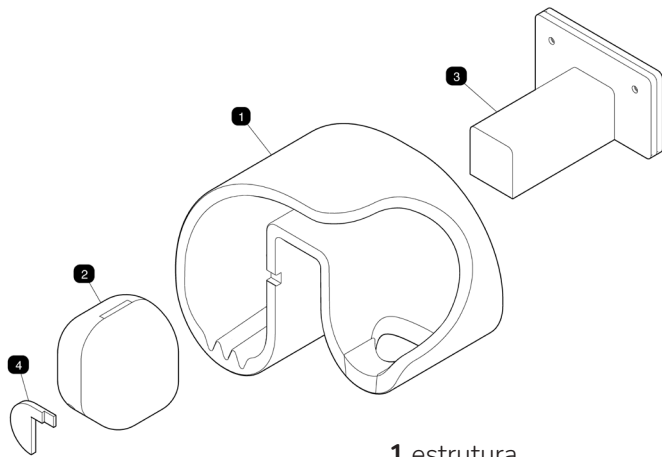
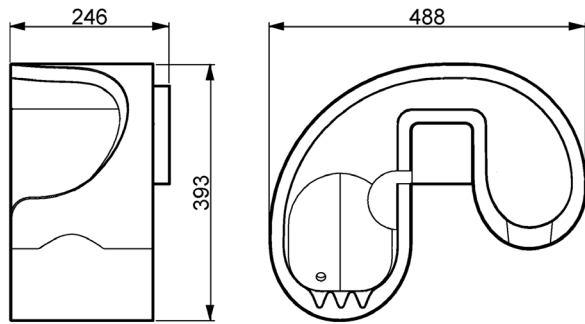
Projeto Gráfico: Nadine Nicolay
Fotografias: Jaime Acioli e *pinterest.com*
Mapas: <http://moure.cria.org.br/catalogue>

EBA - UFRJ
Março de 2021



APÊNDICE C - Folheto

Dimensões e componentes:



- 1 estrutura
- 2 núcleo da colmeia
- 3 suporte
- 4 trava

Para acessar o **manual completo**:



RUM_A

Refúgio Urbano Multiespécies em Aglomeração

Clara Acioli

Orientação de Jeanine Geamal

Coorientação de Malu Fragoso

EBA - UFRJ

Março de 2021

Instruções

O primeiro passo para a instalação do refúgio é a **escolha do local**.

Para existir/viver RUM_A precisa de incidência de **luz solar** (e evitar luz artificial de noite) precisa de um **local aberto**, sem vidros ou outros empecilhos que separem a morada das abelhas dos locais onde elas possam encontrar alimento e material. Precisa também de um **apoio vertical**, como uma parede, viga ou muro, por exemplo.

Exemplos de áreas externas possíveis são:



varandas abertas, lajes, terraços, quintais, áreas de serviço abertas, portarias abertas, etc.

Outro cuidado que se deve ter é com a **altura** para posicionar o projeto. Caso seja uma área de circulação, o recomendado é coloca-lo **acima da altura da cabeça de humanos** para evitar que esbarrem e desequilibrem o espaço das abelhas.

Uma dúvida que pode surgir é sobre altura dos prédios, caso se deseja instalar em um apartamento. Nas minhas pesquisas, ouvi relatos de abelhas visitando até o 8o

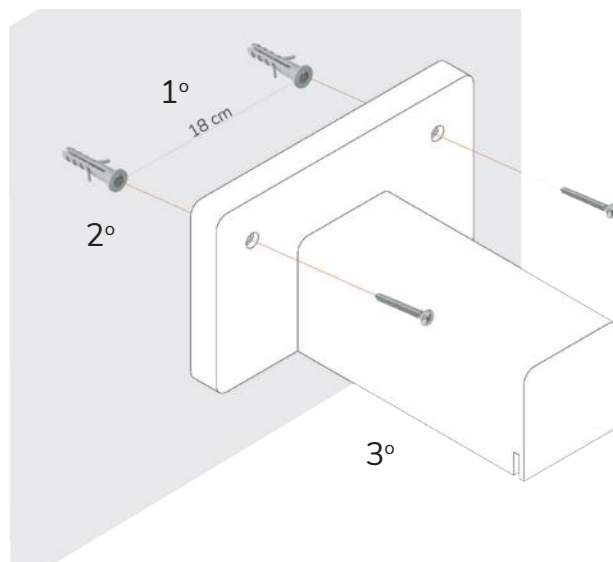
andar, mas não custa tentar, elas costumam circular no raio de 1km, se isso vale também para altura, 1km é o tamanho do maior prédio do mundo.

É importante que haja dentro desses 1km de raio, **áreas verdes**. Matas, praças arborizadas, jardins, hortas, tanto para aumentar as chances das abelhas visitarem RUM_A, quanto para que possam se estabelecer.

Caso não exista nenhuma área verde, recomendo que plantem com urgênciq, pois esses espaços são essenciais não só para as abelhas, mas também para o bem estar humano.

Enfim chegamos à **instalação**. Você vai precisar de:

- 2 parafusos 6-8mmØ x 50mm
- 2 buchas de fixação 10mm
- Furadeira



Passo a passo :

- 1º Marcar a posição dos dois furos no lugar em que se escolheu para RUM_A. A distância entre os furos deve ser de 180mm na horizontal;
- 2º Fazer furos de 10mm e encaixar a bucha;
- 3º Posicionar o suporte com os furos da parede e da peça alinhados e prender os parafusos;
- 4º Encaixar a estrutura no suporte;
- 5º Posicionar o núcleo da colmeia;
- 6º Encaixar a trava;
- 7º Colocar terra, o papel semente e água no vaso e encaixa-lo na forma.

