



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Escola Superior de Desenho Industrial

Pedro Themoteo Alves Corrêa

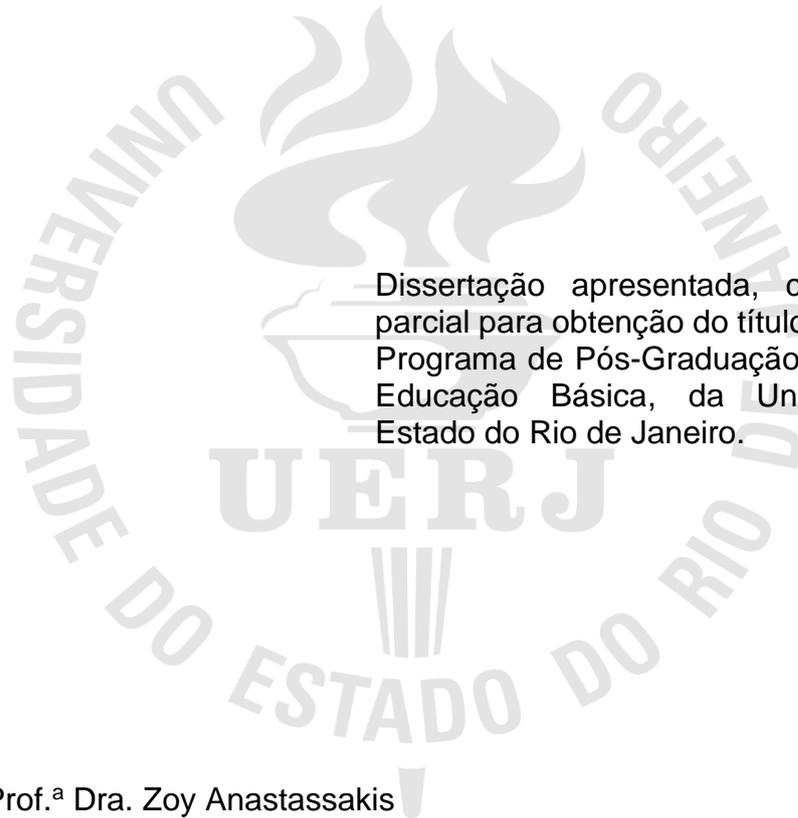
**Design cultivado: fabricação botânica a partir de podas de
goiabeiras para manufatura de produtos de madeira**

Rio de Janeiro

2019

Pedro Themoteo Alves Corrêa

**Design cultivado: fabricação botânica a partir de podas de goiabeiras para
manufatura de produtos de madeira**



-Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação de Ensino em Educação Básica, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Zoy Anastassakis

Rio de Janeiro
2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/G

C824 Corrêa, Pedro Themoteo Alves

Design cultivado: fabricação botânica a partir de podas de goiabeiras para manufatura de produtos de madeira / Pedro Themoteo Alves Corrêa. – 2019.

106 f.: il.

Orientador: Zoy Anastassakis.

Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Escola Superior em Desenho Industrial.

1. Desenho industrial - Metodologia - Teses. 2. Projeto de produto - Teses. 3. Ecossistemas - Teses. I. Anastassakis, Zoy. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Escola Superior em Desenho Industrial. III. Título.

CDU 658.512.2

Albert Vaz CRB-7 / 6033 - Bibliotecário responsável pela elaboração da ficha catalográfica.

Autorizo para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Pedro Themoteo Alves Corrêa

**Design cultivado: fabricação botânica a partir de podas de goiabeiras para
manufatura de produtos de madeira**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação de Ensino em Educação Básica, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 13 de setembro de 2019

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Zoy Anastassakis (Orientador)

Escola Superior de Desenho Industrial - UERJ

Prof. Dra. Barbara

Escola Superior de Desenho Industrial - UERJ

Prof. Dr Fernando Betim Paes Leme

Pontifícia Universidade Católica – PUC Rio

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos membros da banca de defesa de mestrado, Fernando Paes Leme Betim, Barbara Szaniecki e, em especial, à minha orientadora, Zoy Anastassakis, por me guiar durante todo este rico processo de mestrado, com todo o processo de crescimento consequente do mesmo.

Também gostaria de agradecer aos suplentes Ligia Maria Sampaio de Medeiros e Pedro Zohrer, pela disponibilidade em participar desta etapa do projeto, e ao professor Frank Barral pela coorientação de projeto ao longo no primeiro semestre de 2017.

Obrigado também a todos os autores, designers, artistas e arquitetos que atuam no campo do Biodesign, que abriram caminhos e compartilharam seus resultados de forma a construir coletivamente este campo de atuação.

Por fim, gostaria de agradecer aos pesquisadores do Espaços Verdes, Pedro Biz e Diego Costa, pelo companheirismo e receptividade ao ambiente do EV, à escrita compartilhada e aos diversos momentos de pesquisa prática e cuidados da horta da faculdade. Importante agradecer ao graduando Lucas Nonno pelos diversos momentos de trabalho compartilhado nesta pesquisa e em outros projetos e a Dahyna Iribarren por sua colaboração na correção deste projeto, e aos meus sócios pela jornada empresarial compartilhada e pela paciência com a licença necessária para a realização deste projeto.

Por fim, obrigado à minha família e aos amigos, pela inspiração e incentivo necessários para impulsionar-me por toda esta jornada. Obrigado a todos.

RESUMO

CORRÊA, Pedro T. A. *Design cultivado: fabricação botânica a partir de podas de goiabeiras para manufatura de produtos de madeira*. 2019. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Esta dissertação apresenta estudo prático e teórico sobre o desenvolvimento de projetos de produto a partir da fabricação botânica, manufatura realizada pelo controle de crescimento vegetativo de plantas. Tal processo se diferencia em alguns pontos do biodesign por ser uma prática de projeto específica para se relacionar com materiais vivos de crescimento vegetativo oriundos de plantas espermatófitas. Através do aprofundamento sobre o campo da fabricação botânica e suas práticas de moldagem e da experimentação prática em torno de desenvolver produtos físicos pela fabricação botânica, é possível compreender diversas questões abordadas na teoria do biodesign como, por exemplo, a correspondência, o codesign com não humanos, e o potencial de participação de um projeto de design na idealização coletiva de mundos possíveis. Recolhidas a partir de pesquisa bibliográfica, as técnicas de moldagem sobre o processo produtivo e o campo de atores neste mercado foram testadas de forma prática, resultando em peças ainda incompletas mas que já geram vivência sobre a teoria e prática relatadas de forma a compor esta pesquisa.

Palavras-chave: Biodesign. Correspondência. Design com não humanos. Manufatura. Agricultura.

ABSTRACT

CORRÊA, Pedro T. A. *Harvested design: botanical fabrication from pruning guava trees for wooden products manufacture*. 2019. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

This research presents a practical and theoretical study on the development of product design through botanical fabrication, product manufacture by controlling the vegetative growth of plants. Such process differentiates from some aspects of biodesign for being a specific design practice because it relates to vegetable living materials from spermatophyte plants. While designing with materials which are alive, there, as well as other beings, act as coauthors of this project, relying on this conscious and attentive relationship a path to a successful biodesign project through this productive technique. Through experimentation practices on developing physical products with botanical fabrication, it is possible to understand several matters presented in biodesign theories such as correspondence, co design with non-humans and the potential of a design project to open space for social dreaming of possible futures. The molding techniques learned through the bibliographic research, productive process research and stakeholders of this design market were tested in practical ways resulting in still incomplete models, but capable of generating knowledge on theory and practice described in this research.

Keywords: Biodesign. Correspondence. Design with non-humans. Manufacture. Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Móveis da MECCANO dadas como referência por Munro para representar o sistema de montagem de seus moldes. Fonte: Gavin Munro.....	30
Figura 2 - Produtor de goiabas colhendo sua produção na lavoura.....	33
Figura 3 - Pontes vivas do povo Khasi na Índia.....	34
Figura 4 - Garrafa chinesa de cabaça moldada, e tampa de jade e cabaça durante processo de moldagem a partir de moldes vendidos online.....	35
Figura 5 - Masaru Yamaki, 1979, ao lado de bonsai de 390 anos que sobreviveu à explosão de Hiroshima.....	36
Figura 6 - Maior labirinto de topiário do mundo desenvolvido no parque safari de longleat comissionado por Lorde Bath.....	38
Figura 7 - Foto de espaldeira e ilustração de esquema de moldagem.....	39
Figura 8 - Foto de cerca viva treliçada.....	40
Figura 9 - Quadro “ <i>Nature Objects to the Alchemist Errors</i> ” de Jean Perréal 1516.....	40
Figura 10 - Cadeira “ <i>The Chair that Grew</i> ” de John Krubsack em diferentes graus de desenvolvimento.....	41
Figura 11 - Ilustrações projetuais de Arthur Wiechula.....	42
Figura 12 - Axel Erlandson e algumas de suas árvores moldadas ao longo de sua vida.....	43
Figura 13 - O americano Richard Reames em uma de suas esculturas, um banco vivo e à direita uma de suas ilustrações projetuais.....	44
Figura 14 - Cadeira desenvolvida por Peter Cook e ao Peter Cook e Becky Northey com uma das <i>pooktres</i> , nome dado às suas esculturas de árvores moldadas por podas e enxertias.....	44
Figura 15 - <i>Kit</i> para plantio de banco a partir de conceitos “ <i>Do it Yourself</i> ” desenvolvido pelo designer Christopher Cattle.....	45
Figura 16 - Trabalho artístico de Dan Ladd a partir da moldagem de diferentes espécies botânicas como cabaças, raízes de gramíneas e árvores.....	45

Figura 17 -	Produção de cadeiras da <i>Full Grown Future</i> de Gavin Munro; Torre plantada do grupo Baubotanik; copo de cabaça moldada do Estúdio Cremé; e os tapetes de grama de Diana Scherer.....	46
Figura 18 -	Modelo de cadeira sendo moldada na Esdi a partir de inspiração pela <i>Full Grown Future</i>	65
Figura 19 –	Exemplo de matriz que permite orientar o processo de escolha de produto a ser desenvolvido e processo produtivo a ser empregado em um projeto de fabricação botânica.....	70
Figura 20 –	Primeiro molde realizado e testado no abacateiro e goiabeira da faculdade.....	75
Figura 21 –	Ilustrações botânicas do fruto da goiaba e das goiabeiras.....	75
Figura 22 –	Arco modelo “longbow” feito a partir de um galho de goiabeira.....	77
Figura 23 –	Nirandr Boonnetr e seus móveis moldados a partir de goiabeiras em seu jardim.....	78
Figura 24 –	Foto de árvores de freixo abatidas devido a infestação de pragas na produção de cadeiras de Gavin Munro.....	80
Figura 25 –	Ilustração botânica de algumas pragas que atingem as goiabeiras, à esquerda o fungo da “ferrugem” e à direita insetos parasitários como as formigas e aranhas.....	81
Figura 26 –	Aplicação de água de fumo para tratamento de contaminação de pulgões.....	83
Figura 27 –	Processo de produção do segundo molde que passou a ser o padrão desenvolvido.....	86
Figura 28 –	Produção de moldes e sua instalação nas Goiabeiras da Esdi.....	87
Figura 29 –	Cadeira moldada na Esdi a partir de resíduos disponíveis na escola moldada de forma ortogonal.....	88
Figura 30 –	Diagrama de moldagem de uma cadeira em seus diversos estágios de moldagem da <i>Full Grown Future</i> como parte do conteúdo visual de suporte para a <i>Beijing Horticultural Expo</i> de 2019.....	89
Figura 31 –	Ilustração representativa do processo de enxertia testado pelos pesquisadores do Espaços Verdes.....	91
Figura 32 –	Encaixe de dois galhos para soldagem a partir do processo de enxertia.....	91

Figura 33 –	Lacres plásticos (<i>fita hellerman</i>) fixando os galhos entre si e os galhos na estrutura.....	94
Figura 34 –	Infográfico demonstrativo da determinação da espessura de um galho in natura ideal para corte a partir de um volume de material final desejado para um produto.....	97
Figura 35 –	Poda de árvore sendo seccionada para produção de corpos de prova.....	99
Figura 36 –	Ficha de controle de manejo utilizada no desenvolvimento dos protótipos.....	100
Figura 37 –	Representação visual de uma luminária moldada a partir dos moldes utilizados na Esdi com aplicação de palhinha.....	102
Figura 38 –	Representação visual do galho da goiabeira recém extraído através da alporquia que gera raízes em um galho de uma planta.....	103
Figura 39 –	Camadas de embalagem da raiz descoberta a partir da alporquia realizada nos Espaços Verdes da Esdi.....	103
Figura 40 –	Representação visual do galho seco moldado da goiabeira resultante do processo de moldagem.....	104
Figura 41 –	Foto das luminárias sendo moldadas recém transplantadas para vasos nos Espaços Verdes da Esdi/Uerj.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela desenvolvida pelo autor identificando protagonistas do campo da fabricação botânica e campos análogos, e suas principais contribuições para desenvolvimento dele.....	24
Tabela 2 - Tabela com atores contactados para entrevista e entrevistados.....	24
Tabela 3 - Linha do tempo desenvolvida a partir das práticas produtivas que compõem parte dos conhecimentos que proporcionam o desenvolvimento do processo de fabricação botânica e que são apresentados nesta pesquisa.....	32
Tabela 4 - Mapa cartesiano de formas de aplicação de design na agricultura.....	47
Tabela 5 - mapa cartesiano de formas de aplicação de processos de moldagem de árvores nas relações entre design e agricultura identificadas.....	48
Tabela 6 - Dados sobre condições ideais para plantio de goiabeiras.....	76
Tabela 7 - Tabela de tratamentos para combater pragas realizadas na ESDI ao longo dos meses de junho a setembro de 2018.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ESDI –	Escola Superior de Desenho Industrial
EV –	Espaços Verdes
IF –	<i>Industrial Forum</i>
LADA –	Laboratório de Design e Antropologia
ONU –	Organização das Nações Unidas
PET –	Tereftalato de polietileno
PPDESDI –	Programa de pós-graduação da ESDI
SBRT –	Serviço brasileiro de respostas técnicas
UERJ –	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UV –	Ultravioleta

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	13
1	MATERIAL E MÉTODO.....	19
2	DESIGN CULTIVADO: RELAÇÃO ENTRE DESIGN E AGRICULTURA.....	29
3	POR UMA TEORIA DO DESIGN CULTIVADO.....	47
4	A PRÁTICA DO DESIGN PLANTADO NO “ESPAÇOS VERDES” DA ESDI.....	60
4.1	O projeto do produto idealizado.....	64
4.2	Processo de escolha da espécie a ser utilizada o projeto.....	67
4.3	Moldes e técnicas de moldagem de plantas.....	80
4.4	Controle do crescimento e tempo de colheita.....	92
4.5	Da planta para o produto: processos e materiais complementares.....	97
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
	REFERÊNCIAS.....	104

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como objetivo geral investigar a aplicação do biodesign, em projetos e práticas do design a partir da aplicação de materiais vivos como processo produtivo para o desenvolvimento de produtos. Por materiais vivos entende-se seres vivos de origem vegetal, fúngica ou bacteriológica que, ao se desenvolver, terminam por constituir materialidades passíveis de aplicação em determinados processos produtivos.

Sendo assim, os processos de fabricação que se organizam a partir deles e envolvem a domesticação, moldagem e conformação de plantas durante seu crescimento se denominam como fabricação botânica, uma manifestação da biofabricação. Por plantas, entende-se qualquer parte de um organismo pluricelular do reino vegetal da subdivisão das espermatófitas (plantas que dão sementes), sendo priorizada, nesta pesquisa, a moldagem de troncos.

A partir da introdução, no primeiro capítulo, é apresentado um estudo de aproximação do campo do biodesign e da fabricação botânica, que é seguido por um segundo capítulo teórico. As responsabilidades dos designers, bem como o amadurecimento do conceito de sustentabilidade, são apresentadas através de revisão de bibliografia, com destaque para os trabalhos de Rafael Cardoso, Víctor Papanek e Ezio Manzini. Codesign com materiais vivos é discutido através de Tim Ingold e Donna Haraway, que, junto à Anthony Dunne e Fiona Raby, discutem o desenvolvimento de futuros possíveis através do design como catalisador de um imaginário coletivo de futuro.

O terceiro capítulo apresenta os aprendizados de técnicas de moldagem e interpretação das respostas do material vivo durante o processo experimental de moldagem de projeto nos Espaços Verdes da Esdi/Uerj, e as conclusões finais de tal experimentação são apresentadas ao final do projeto.

Por fim, foi denominada de design cultivado a prática de design aplicada ao projeto de produtos a partir da fabricação botânica, realizada através de processos agrícolas. Inicialmente, tal prática foi chamada de design plantado pelos pesquisadores, porém a prática de projeto com materiais vivos ainda tem sua terminologia em desenvolvimento, passando por outros nomes como design micelial e, ao fim deste projeto, design cultivado.

Através de um estudo prático realizado nos espaços verdes da Esdi/Uerj (Escola Superior de Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro), esta dissertação apresenta a vivência do pesquisador em torno do método produtivo testado e da tentativa do desenvolvimento de peças piloto.

A Esdi, Escola Superior de Desenho Industrial, da Uerj, Universidade do estado do Rio de Janeiro, é a primeira escola superior de desenho industrial no Brasil. Fundada pelo então governador do estado da Guanabara, em 1962, em significativo diálogo com a Escola de Ulm (escola de design alemã que, por sua vez, sofreu forte influência da escola da Bauhaus), a Esdi segue até o presente momento formando designers, seja em seus cursos de graduação, mestrado ou doutorado.

Porém, progressivamente, ao longo dos últimos anos, a partir da crise financeira que atingiu o Estado do Rio de Janeiro, os recursos da escola ficaram cada vez mais escassos. Tal crise se intensificou drasticamente a partir de 2016, na passagem do governo Sérgio Cabral para o mandato do então governador Luiz Fernando “Pezão”, quando a crise na Petrobras e nos consequentes repasses de *royalties* de petróleo para o governo do Estado foram minimizados. A este fato se acrescenta o rombo do caixa do Estado a partir de obras justificadas pelas demandas de infraestrutura para os Jogos Olímpicos e isenções fiscais a empresas subsidiadas pelo Estado. Para além de questionamentos éticos e morais diante de tal improbidade administrativa, questiona-se o porquê da causa de tal crise é direcionada para o custo do aparelho de ensino público do Estado, que foi condenado como responsável por tal crise e consequentemente “sucateado” a partir de sérios cortes de orçamento.

A Uerj sobreviveu a partir de engajamento universitário conjunto entre corpo docente, discente e do pessoal técnico-administrativo. Naquele período de crise intensa, na Esdi, foi organizado o movimento “Esdi Aberta/Uerj Resiste”. Esta organização de resistência sedimentou terreno para que germinassem diversas manifestações espontâneas de ocupação, que colaboraram com a manutenção da escola, de forma que esta conseguisse se manter aberta, funcional e atendendo à sociedade, oferecendo ensino superior gratuito de qualidade no campo do design. O Espaços Verdes são mais uma das manifestações que têm proporcionado não só sustentação financeira, mas, também, vida e projetos inovadores para a escola.

A partir de 2015, o “Espaços Verdes” (EV) surge com a proposta de ser um Laboratório de Design para Agricultura Urbana e Sustentabilidade. Seu objetivo é repensar a ocupação e manutenção do terreno da escola a partir dos seus princípios

norteadores: a agroecologia; a geração de alimentos em ambiente urbano (agricultura urbana); e o design como solução de problemas para o mundo real (PAPANNEK, 1971). “O foco do laboratório, no entanto, não é o cultivo da horta, mas as demandas projetuais que surgem a partir dela e para as quais a disciplina do design pode contribuir com soluções” (THEMOTEO, COSTA, BIZ, 2017, p. 02).

O corpo de pesquisa do laboratório dos Espaços Verdes são os estudantes de pós-graduação Diego Costa, Flávia Soares, Pedro Biz e Pedro Themoteo (autor desta pesquisa), e os alunos de graduação, tais como Pedro Alexandre e Lucas Nonno (colaborador desta pesquisa), que mantêm as atividades do espaço como atividade extracurricular de pesquisa.

Esta dissertação relata a experimentação em torno da atividade produtiva de fabricação botânica em uma universidade, dentro de uma condição de sobrevivência em meio a um momento político e social delicado. Diante desta realidade, muitas das experimentações realizadas têm seus testes realizados de forma adaptada às precárias condições locais e os resultados também são consequência dos mesmos fatores.

Apesar de prioritariamente utilizar a construção textual deste documento na terceira pessoa, distanciando a pesquisa e o relato em relação a uma ótica pessoal do pesquisador, em momentos pontuais se usa a primeira pessoa. Tal uso se justifica pela necessidade de um tom narrativo para apresentação de vivências e pontos de vista muito pessoais sobre um determinado momento, relato pessoal ou ponto relevante para a apresentação da pesquisa.

Eu, Pedro Themoteo Alves Corrêa, sou ex-aluno da Esdi, turma 39, com ingresso no curso em 2001 e formado em 2008. Dentro do currículo da escola, tive maior permeabilidade pelos ensinamentos de design de produto e meios de produção, em especial madeira. A partir de 2005, ano que Cláudio Ferreira e Thiago Maia foram agraciados com o prêmio *IF Material Gold Award* pelo desenvolvimento do material “Compensado de Pupunha da Amazônia”, iniciei minha atuação na área de design para sustentabilidade, tema em relevância a partir do congresso sobre meio ambiente do Rio de Janeiro em 1992 (Eco 92), promovido pela ONU.

A pesquisa sobre a fabricação do material foi o ponto de partida para o surgimento da Fibra Design Sustentável, que ao longo dos anos, desenvolveu diversos materiais a partir de resíduos da agroindústria brasileira (dois deles patenteados) e vários produtos. Consequentemente a empresa atraiu atenção para si

própria e para a escola na mídia, como por exemplo em uma reportagem para a revista *Newsweek*, que posicionou a Esdi como uma das 60 melhores escolas do mundo, com destaque especial para sua pesquisa em materiais ecologicamente corretos.

A empresa que participou do desenvolvimento da incubadora de empresas da escola e foi uma das duas empresas pré incubadas e incubadas da instituição, saiu da Esdi em 2010, para se realocar em um local próprio. A partir dos anos seguintes, a Fibra Design amadureceu constituindo uma nova marca, a MateriaBrasil, um estúdio de inovação para a economia circular e de pesquisa e consultoria sobre novos materiais ambientalmente responsáveis. O escritório desenvolveu metodologia própria de projeto a partir da aplicação de metodologias de projeto humano centrado e de suas próprias práticas de pesquisa no desenvolvimento e produção de materiais.

A partir de 2017, como designer e sócio da MateriaBrasil, ingressei no PPDEsdi como mestrando para realizar uma pesquisa inicialmente direcionada para o desenvolvimento de próstéticos de baixo custo com produção desenvolvida a partir da aplicação da manufatura aditiva, preferencialmente alimentada a partir de filamentos de plástico reciclado. Porém, os primeiros meses de pesquisa foram marcados por uma dificuldade vinculada à necessidade de aprendizado pelo designer sobre os temas chave, como próstéticos, manufatura aditiva, utilização de softwares de modelagem tridimensional, e portadores de necessidades especiais.

Para além desta questão temática inicialmente definida para o projeto, o encontro com o Espaços Verdes se mostrou um local para uma pesquisa empírica e informal, mas que poderia abrigar diversos conhecimentos adquiridos ao longo da vida do pesquisador: do plantio doméstico de horta; *hobby* de bonsais na adolescência; ao conhecimento profissional adquirido dentro da aplicação de materiais e processos produtivos ambientalmente responsáveis no mercado do design brasileiro ao longo de 13 anos de carreira profissional.

A atividade inicialmente tímida no EV desenvolveu-se em uma pesquisa empírica em torno da fabricação botânica. A partir de novembro de 2017, foi solicitada alteração de tema desta pesquisa para um estudo sobre como design de produto, agricultura e produção de bens de consumo podem colaborar para o desenvolvimento de um novo método produtivo de menor impacto ambiental e apontar para um sistema de produção seriada, baseada no uso de materiais vivos e aplicação do biodesign.

Há muitos anos, quem sabe séculos, a agricultura e a produção de bens de consumo se relacionam. A primeira abastece a segunda de insumos fibrosos para a produção de materiais e consequentes produtos dentro de um biociclo de produção. Esse ciclo de produção de produtos é baseado no uso de insumos naturais provenientes de extrativismo ou produção agrícola que se biodegradam e retornam à natureza.

A partir do surgimento do design na revolução industrial, designers passaram a desenvolver projetos de produto para produção em massa e sua interferência na escolha, seleção e aplicação de materiais ficou cada vez mais estreita. Como o resultado de um projeto passou a ser também dado pela origem de seus insumos, os designers passaram a entender que devem interferir nesse desenvolvimento de forma a ter mais domínio sobre o processo resultante.

Sendo assim a relação entre design, agricultura e produção de bens de consumo pode ser observada não apenas em produtos projetados por designers desenvolvidos para o meio agrícola e fabricados por indústrias. A interferência dos designers em meios produtivos agrícolas para o desenvolvimento de matéria prima ideal para realizar um determinado projeto pode ser vista como outra interação entre estes campos produtivos.

Esta segunda é mais potencializada com o surgimento de sistemas agrícolas para produção de fibras naturais, material lenhoso proveniente de reflorestamento e de novos materiais provenientes de subprodutos da produção agrícola. A madeira de teca, plantio de bambu mossô e plantio de curauá para fibras naturais são alguns exemplos de produtos agrícolas utilizadas na indústria de bens de consumo. Os designers atuam no sistema de cultivo, de forma a objetivar a otimização de produção ou padronização de um determinado material a partir de parâmetros, custos e performance.

A atuação do designer pode ser vista como mais ampla, interferindo no desenvolvimento da matéria prima, de forma a ter o melhor resultado final do produto. O biodesign pode ser visto como um passo além desta atuação, pois na fabricação botânica o meio agrícola deixa de ser o local de produção de insumo e passa a ser o local de produção do produto, ou parte do produto final, de forma a minimizar emissões de carbono, gasto energético e outros insumos de transformação, ao produzir primeiro a matéria prima para um posterior produto.

O biodesign poderia então ser compreendido como uma hipótese futura para atuação dos designers de produto em direção à uma planta industrial de menor impacto ambiental, de forma a permitir a manutenção da nossa sociedade de consumo em um sistema de vida de menor impacto ambiental e maior conexão com o meio ambiente.

1. MATERIAL E MÉTODO

Para responder à demanda de pesquisar mais a fundo a atuação de designers em processos de fabricação botânica, essas diferentes abordagens de pesquisa irão se cruzar, para apontar como os designers de produto poderiam experimentar tal processo produtivo, dentro de uma realidade local.

Devido ao início empírico e informal da pesquisa dentro do EV, foi desenvolvida uma prática de produção de modelos funcionais. Ao experimentar tais processos produtivos em protótipos a serem desenvolvidos dentro da infraestrutura existente na faculdade foi possível proporcionar vivência sobre tais métodos de fabricação e os conceitos teóricos abordados nesta pesquisa.

Em seguida, foi adotada uma abordagem investigativa mais ampla. Ao mesmo tempo que o processo de testes de modelos físicos se mostrava promissor, os pesquisadores dos Espaços Verdes caminharam para uma pesquisa bibliográfica, *online*, sobre diferentes casos e profissionais que atuam no campo da fabricação botânica pelo mundo. Um dos objetivos desta pesquisa era aferir o paralelismo dos métodos produtivos aplicados nos modelos físicos com o que era praticado em diferentes realidades, e gerar aprendizado, a partir desses estudos, a ser aplicado nos modelos físicos. A partir da formalização desta pesquisa como uma proposta de mestrado, foi realizada entrevista qualitativa com um dos profissionais contemporâneos mais significativos, Gavin Munro, de forma a gerar maior aprendizagem.

Também foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica e *online* sobre as origens da fabricação botânica em diferentes campos de conhecimento humano, como a agricultura e o paisagismo, com o objetivo de entender as origens deste método produtivo dentre diferentes origens étnicas e culturais e aplicações em nossa sociedade e história. Outro objetivo desta etapa da pesquisa é aprender com métodos e práticas paralelas, e, se possível, testá-las de forma a gerar conhecimento.

A pesquisa teórica aborda questionamentos sobre a atuação dos designers dentro do biodesign e da prática da fabricação botânica. Autoria do projeto, relação do projetista com seu material, que neste caso é também um ser vivo, e suas responsabilidades éticas e profissionais no desenvolvimento de tais projetos

pretendem trazer luz a como a atuação dos designers pode ser diferente ao desenvolver projetos de biodesign.

As conclusões finais da pesquisa abordam como a teoria descrita foi observada e absorvida na prática, compila aprendizados de pesquisa obtidos por vivência prática somada a aprendizados de práticas de projeto, que permitiram o desenvolvimento de tal atuação em torno da fabricação botânica dentro de uma realidade adequada às questões ambientais, econômicas e culturais locais; e, por fim, documentar academicamente a atual prática do biodesign, uma vez que tal atuação ainda tem suas informações apresentadas de forma pulverizada ou descritas informalmente em *sites*, livros e publicações de baixa relevância acadêmica.

Como pesquisa complementar, artigos foram desenvolvidos pelos pesquisadores dos Espaços Verdes a promover complementar escrita sobre o tema em publicações satélite.

Aproximação do campo, identificação de atores envolvidos com fabricação botânica, entrevista com Gavin Munro e aprendizados colhidos a partir de tal diálogo:

Para permitir aproximação e entendimento mais diretos sobre o campo da fabricação botânica, os artistas e designers de maior relevância foram mapeados a partir de pesquisa bibliográfica descrita abaixo. A partir de sua análise duas entrevistas foram realizadas, mas a entrevista com Gavin Munro se mostrou mais pertinente para a pesquisa e tem sua colheita descrita neste tópico. O designer de 42 anos especializado em design de móveis pela *Leeds Metropolitan University* falou sobre aprendizados colhidos a partir de sua colaboração com outros seres vivos por parte de artistas da arboescultura.

Por se tratar de um campo que foi apenas recentemente abordado na academia, muito do conteúdo ainda não está apresentado com densidade acadêmica e esta é também uma das questões de interesse deste projeto.

O entrevistado foi identificado na pesquisa *online* realizada em *websites* sobre o tema, como o *treeshapers.net*, e citado em tópico da plataforma *wikipedia*. Muitos deles foram também localizados através de literatura acadêmica, como artigos sobre o tema, e publicações, como o livro *“Biodesign: nature • science • creativity”* de William Myers, disponível na biblioteca da Esdi. A extensa listagem resultante desta

pesquisa foi então organizada em uma lista de atores da fabricação botânica, com suas principais contribuições enumeradas.

Os considerados mais relevantes para o tema, com maior contribuição escrita para a área, ainda vivos, e com atuação que explora a moldagem do crescimento vegetativo de plantas nos campos das artes, design de produto e arquitetura foram identificados. Dos 31 pesquisadores relevantes para esta pesquisa, seis foram contactados e dois foram entrevistados em teleconferências via *skype* de até uma hora conforme o roteiro de perguntas.

Tabela com atores mapeados dentro do campo da Fabricação botânica				
Nome	Área de Atuação	Contribuição	País	Ano
Povo Khasi	-	Pontes seculares resistentes à intempéries	Índia	aprox. 500 D.C.
John Kubsack	Empresário Hobby	Primeira cadeira com a técnica já registrada	Estados Unidos	1908
Axel Erlanderson	Arte Paisagismo	Parque temático com 60-70 arbo esculturas	Estados Unidos	1925
Arthur Wiechula	Arquiteto Paisagismo	Primeiro projeto de construção com a técnica	Alemanha	1926
Friedrich Herr	Paisagismo	Dono de empresa de cercas trançadas de salgueiro	Alemanha	1931
Sanfte Strukturen	Arquiteto Paisagismo	Projetos arquitetônicos a partir de arbo esculturas	Alemanha	1973
Dan Ladd	Arte Paisagismo	Estudos artísticos com diferentes técnicas	Estados Unidos	1978
Nirandir Boonmetri	Administrador Hobby	Desenvolvimento de móveis de goiabeiras	Tailândia	1983
Aharon Naveh	Arte Paisagismo	Desenvolveu algumas esculturas com árvores	Israel	1985
Herman Block	Arte Paisagismo	paisagismo comercial a partir da técnica	Alemanha	1986
Peter Cook	Paisagismo	paisagismo comercial a partir da técnica	Austrália	1987
Konstantin Kirsch	Arte Paisagismo	paisagismo comercial a partir da técnica	Alemanha	1989
Richard Reames	Arte Paisagismo	Arbo esculturas e dois livros sobre o tema	Estados Unidos	1993
Christopher Cattle	Design	Propôs kit DIY de bancos plantados	Inglaterra	1996
Richard and Suzanne Kerwood	Paisagismo	paisagismo comercial a partir da técnica	Inglaterra	1998
Mr Wu	-	Desenvolveu cadeira moldada	China	2000
Carole Collet	Design	Estuda tecelagem de raízes e outros processos	Inglaterra	2000
John Warrnes	Paisagismo	Livro sobre salgueiro moldado com cadeira na capa	Inglaterra	2001
Ezekiel Golan e Yael Stav	Design Paisagismo	Técnica de produção com raízes aéreas	Israel Canadá	2003
Laird Funk	Construção de Barcos	Estrutura de barco feita a partir de árvores moldadas	Estados Unidos	2003
Dr Lois Walpole	Paisagismo	Cadeira e estruturas de salgueiro moldado	Inglaterra	2003
Charles Paulsen	Arte	Projetos artísticos a partir de arbo esculturas	Inglaterra	2003
Mitchel Joachim	Arquitetura Design	Projeto de moradia a partir de árvores moldadas	Estados Unidos	2003
Alexandra Ginsberg	Design	Design especulativo de fabricação botânica	Inglaterra	2005
Giuliano Mauri	Arte Arquitetura	Catedral construída a partir de arbo esculturas	Itália	2010
Vision Division	Arquitetura	Projeto comercial de estrutura de cerejeiras	Suécia	2011
Ferdinand Ludwig	Arquitetura	Projetos de arquitetura a partir de árvores moldadas	Alemanha	2012
Diana Scherer	Arte	Tecelagem a partir de raízes de gramíneas	Holanda	2012
Gavin Munro	Design	Linha de produção de produtos a partir de fabricação botânica	Inglaterra	2012
Simon Velez	Arquitetura	Projetos arquitetônicos a partir de bambu moldado	Colômbia	2013
Michal Pope	Materiais construtivos	Venda de bambu moldado em perfil quadrado	Costa Rica	2016

Tabela 01: Tabela desenvolvida pelo autor identificando protagonistas do campo da fabricação botânica e campos análogos, e suas principais contribuições para desenvolvimento dele. Fonte: treeshapers.net | wikipedia | bibliografia desta pesquisa.

Tabela com atores entrevistados				
Nome	Relevância	Data de Contato	Material Obtido	Status
Gavin Munro	Designer no mercado com móveis Biofabricados	03/04/2018	Gravação de 1hr transcrita a ser revisada	A revisar
Ferdinand Ludwig	Arquiteto no mercado com estruturas Biofabricadas	03/04/2018	Artigos e reportagens	A compilar material enviado
Diana Scherer	Artista no mercado com tapeçaria Biofabricadas	03/04/2018	-	aguardando agendamento
Yael Stav	Detentores de patente sobre fabricação botânica	03/04/2018	Gravação de 1hr a ser transcrita	A transcrever
Carole Collet	Desenvolve tapeçaria bio fabricada e leciona biodesign	03/04/2018	-	contato sem sucesso
Richard Reames	Autor relevante sobre arbo esculturas e artista	03/04/2018	-	contato sem sucesso

Tabela 02: Tabela com atores contactados para entrevista e entrevistados. Fonte: Acervo do autor.

O objetivo destas entrevistas foi identificar diferentes métodos de projeto particulares para esta atividade de produção, como por exemplo: formas de projetar a partir do codesign com plantas; práticas de cultivo e moldagem de plantas; e tentativa de viabilização comercial em seu campo de atuação profissional.

Apesar da singularidade de cada processo produtivo desenvolvido por esses profissionais, é possível identificar similaridades entre os métodos utilizados por cada um dos pesquisados. Um ponto em comum é que adaptam métodos de projeto tradicionais de seu campo de atuação para a realização de sua prática produtiva com materiais vivos. Em cada caso, aparenta emergir um método de projeto individual. Na entrevista com Gavin Munro é apresentado um pouco de seu método individual, de forma a poder ser comparado com a prática realizada na Esdi/Uerj de forma crítica nas conclusões finais desta dissertação.

Fundador da *Full Grown Future*, primeira empresa a se propor a vender produtos de madeira a partir de moldagem de material vivo, neste caso arbustos de salgueiro, *salix viminalis*, aveleira, sicômoro e macieira silvestre, Gavin Munro empreende na prática a fabricação botânica. A partir de tais projetos, sua missão é redefinir a aplicação do design no mercado de luxo através da aplicação comercial de design em colaboração com a natureza, a planta, seu ecossistema e as pessoas que nele vivem. Em suas palavras, “trata-se apenas de design mais eficiente” (Munro, 2018).

Segundo seu depoimento na entrevista, a fonte de inspiração para este projeto remonta a diferentes memórias de sua vida, como as frequentes interações quando criança em um hospital dentro de uma área com muita floresta e cercada de natureza, marcando em sua vida o contraste entre a asséptica tecnologia humana

com o terapêutico contato com a natureza. Portanto, ele considera que o projeto trata da aproximação desses mundos desconectados.

Mas foi mais tarde, durante seus estudos em design, que teve contato com o ecodesign (neste momento tema muito famoso no campo do design) junto aos conceitos e livros que deram origem à economia circular, como a publicação *Cradle to Cradle* (BRAUNGART, MCDONOUGH, 2002).

Ao analisar como os móveis eram fabricados, lhe parecia óbvio que muitos processos eram ineficientes. Ao mesmo tempo, o designer era muito interessado em como seria possível inspirar-se na natureza, obtendo o máximo resultado com o menor esforço. Mais tarde, ao tomar conhecimento de outros casos de designers cultivando produtos, ele se inspirou a trabalhar em suas peças.

Ele relata ser relativamente simples moldar uma planta no formato de uma cadeira. Já torná-la uma cadeira funcional requer outro grau de complexidade, que envolve dedicação e paciência. “O lado positivo é que você pode ver como humanos e natureza reagem e trabalham juntos de uma forma interessante e sutil” afirma Gavin Munro em sua entrevista realizada para esta pesquisa em 2018.

A sua empresa, recém-formada, já vendeu por pré-venda 75 peças, dos mais diferentes modelos, tais como cadeiras, que são comercializadas por um valor médio de 23.000 reais (valor calculado pela cotação libra-real de julho de 2019), e luminárias vendidas de 4.700 a 7.150 reais. Segundo ele, seus clientes não se incomodam pela espera no plantio dos móveis comprados, uma vez que veem como um fato curioso: aguardar o tempo de produção para ter seu produto comprado em um mundo que tudo é fácil, rápido e ao alcance de seus desejos. Para eles, existe certa apreciação em ter uma cadeira cultivada nas colinas de Derbyshire, Inglaterra: “não tenho a pretensão de reeducar ninguém, apenas quero produzir algo bonito” (MUNRO, 2018).

O processo de moldagem para a fabricação das peças da *Full Grown Future* nas plantas que utiliza ocorre apenas no inverno. Isso se dá devido ao estado dormente de crescimento em galhos, folhas e frutos (porém suas raízes seguem crescendo). Toda a enxertia, poda e encostia é feita nesse período, enquanto na primavera e no verão as plantas são reservadas para crescimento, ocorrendo nestes momentos apenas podas de manutenção. Ao ser questionado como tal processo poderia acontecer no Brasil (ou em qualquer outro local com clima tropical), ele disse

não saber opinar, uma vez que o clima é mais aquecido e sem momentos em que a planta se encontra em estado de crescimento dormente.

Sobre as formas que foram moldadas na Esdi, apresentadas para Munro, ele disse que ao seu ver pareciam promissoras, uma vez que eram formas simples e de moldagem pouco complexa. Ao ser questionado sobre a produção de alimentos na mesma árvore em que uma peça está sendo moldada, apesar de ser possível, ele avalia que isso faria a planta desviar o foco (energia e nutrientes) da peça. Consequentemente, entende que o tempo de produção da peça fabricada aumentaria.

A seu ver, se o objetivo da moldagem em uma goiabeira fosse algo mais complexo, como uma cadeira, não seria recomendável tal divisão de gasto energético. Existe, porém, um momento em que a peça já está inteiramente moldada e resta apenas esperar que os galhos engrossem para atingir o ponto de corte. Neste momento, poderia ser possível ter produção de alimento na mesma árvore, aceitando, porém, que o tempo de produção da peça seria estendido.

Esta variação de tempo ou mesmo o cálculo do tempo total de produção é um fator difícil de ser previsto, dependendo da espécie selecionada, clima local e condições de cultivo. Munro salienta que insolação e espaçamento entre plantas são peças chave para encurtar esse prazo. Para ele, no entanto, seria possível a produção de alimentos entre o espaçamento de peças moldadas, gerando um sistema agroflorestal com plantas consorciadas. Apesar de seu foco atual ser apenas a produção de móveis, Munro pretende ter uma fazenda com produção de alimentos entre as fileiras de móveis plantados. Contudo, por enquanto, ele considera mais promissor juntar sua atividade com a de turismo, pois já percebe demanda a partir de curiosos que gostariam de conhecer seu local de produção.

Outro incentivo para a formação de um sistema de agroflorestas sintrópicas nas áreas de produção é o uso de espécies que sirvam de alimento para a fauna local e de apoio para o crescimento de outras espécies consorciadas. Já foi testada pela equipe da *Full Grown* a moldagem de um trono de aveleira. Os esquilos se alimentavam das avelãs, fomentando assim um ecossistema de animais silvestres locais, através da produção de móveis. Os móveis moldados de árvores frutíferas atraem pássaros, que, apesar de comerem todas as frutas, fertilizam o solo a partir de suas fezes e fazem controle de pragas, como, por exemplo, lagartas.

Munro conta que, no começo, ele agia como um fazendeiro convencional, utilizando fertilizantes e pesticidas, tentando artificialmente controlar o ambiente para estabelecer sua produção, mas ao longo do tempo percebeu que o melhor e menos desgastante para preparar e tratar seu solo era manter a fauna e flora local a mais próxima de seu *habitat* natural original. Havendo, porém, alguns controles de parasitas que devem seguir sendo feitos: coelhos, por exemplo, comem a casca das árvores podendo levar à morte a planta de uma peça.

Por isso, a *Full Grown Future* utiliza espécies europeias nativas classificadas como retrô, que ganharam o tempo sempre sendo cultivadas e utilizadas na Inglaterra. Ele as usa devido à sua adaptabilidade ao ecossistema de plantio, crescendo com facilidade e com menor incidência de pragas e parasitas. Seu próximo objetivo é passar a fazer uso de plantas frutíferas, como macieiras e pereiras, ou outras plantas da família *Rosaceae*. Elas são abatidas com facilidade e isso também facilita o processo de produção.

Mas, em sua visão, não seria aconselhável utilizar espécies europeias para uma produção no Brasil, sendo indicado o uso de espécies locais, que crescem como mato, sendo assim mais resistentes e vívidas. Desta forma, para o teste realizado nesta pesquisa, a goiabeira seria uma escolha feliz. Mesmo assim, ele questiona como seria o processo de moldagem em clima tropical com inverno tão ameno. Seria importante entender melhor os ciclos da planta e seu momento de desaceleração de crescimento vegetativo para decidir qual o ponto certo de moldagem. Talvez para uma espécie diferente em clima tropical seria mais aconselhável, em sua visão, fazer as moldagens de forma mais espaçada para permitir que a planta se cure levando o processo de moldagem a uma prática mais fracionada.

Ao ser questionado sobre a dificuldade local de realização da soldagem de galhos, Munro disse ser complicado opinar, uma vez que não acompanhou nosso processo de trabalho, mas apontou que poderia ser algo relativo à espécie utilizada. Mesmo não sendo um biólogo, engenheiro agrônomo ou agricultor, ele relata que plantas de fibra curta tendem a se fundir com maior facilidade devido ao alinhamento e entrelaçamento de fibras em menos tempo. Plantas de fibra longa seriam mais difíceis, mas essa seria uma conclusão tomada com base em observação e conhecimento empírico, uma vez que não domina fatos científicos em torno de tais processos.

Apesar de achar curiosa a experimentação com técnicas de marcenaria, como colagem, durante a moldagem, ele nunca as idealizou ou colocou em prática, utilizando apenas materiais de jardinagem disponíveis na Europa, como fitas biodegradáveis para enxertia.

Mesmo após fazer este trabalho pelos últimos 10 anos, Munro sente que ainda está no começo da exploração dos potenciais de tal processo produtivo. No início, seus moldes, utilizados em fotografias que circulam pela *internet*, eram plásticos azuis no formato final do móvel sendo moldado. Tal decisão foi tomada devido à inexperiência do designer sobre o processo de moldagem, que hoje já faz uso de outras técnicas.

Atualmente, seus moldes são modulares, como se fossem peças de montar semelhantes às dos móveis *Meccano* (linha de produtos inspirados no brinquedo com o mesmo nome, composto por peças metálicas perfuradas e parafusos), e permitem que sejam utilizados em diferentes momentos de moldagem de uma peça. Tal técnica se adequa melhor às possíveis e indiferentes variações formais que uma peça venha a ter, também permite que um mesmo molde de cadeira seja utilizado, simultaneamente, em variadas plantas em estágios de desenvolvimento de moldagem diferentes.

Quando questionado sobre os desafios éticos e de viabilidade para seu empreendimento, como, por exemplo, críticas também feitas a quem trabalha com bonsai sobre o sofrimento e tratamento artificial ao interferir no crescimento das plantas, Munro disse não sentir como se estivesse agredindo as plantas, mas, sim, trabalhando junto a elas.

Porém, relata perceber, em parte do público, um comportamento crítico, especialmente em redes sociais, onde ele recebe acusações de torturar as plantas. Contudo, ele pondera que, ao mesmo tempo, o público que admira seu trabalho o defende e que, assim, a percepção pública sobre seu trabalho autorregula-se através debate. O designer argumenta que vivemos em um mundo artificial, onde a interferência da humanidade está em toda parte e “ certas pessoas não entendem que seu leite vem de vacas que vivem em fazendas e são cultivadas também” (Munro, 2018).



Figura 1: Móveis da MECCANO dadas como referência por Munro para representar o sistema de montagem de seus moldes. Fonte: Gavin Munro

O maior desafio que ele enfrenta é financeiro, pois o negócio em torno de produzir móveis é similar ao de estabelecer uma vinícola. A primeira safra de produtos em um hectare toma até 10 anos para ser iniciada. Sua produção é totalmente moldada, para somente após esse tempo de produção ser retornado o investimento. A estrutura de custos materiais não é alta, sendo seu maior custo a mão de obra especializada. “Não estamos apenas nos preocupando com as plantas ou a terra, mas com as pessoas também” (Munro, 2018).

Logo, para financiar seu alto custo de mão de obra por 10 anos até a primeira venda de cadeiras, Munro abriu a pré-venda de suas peças, o que acaba funcionando como um título de capitalização para seu empreendimento: “Não temos ainda uma cadeira em que se possa sentar, estamos há dois ou três anos para

atingir uma cadeira sólida”, relata Munro (2018) ao comentar sobre a sua previsão para a primeira safra de cadeiras prontas.

2. DESIGN CULTIVADO: RELAÇÃO ENTRE DESIGN E AGRICULTURA

Existem diversas manifestações relativamente independentes uma das outras de desenvolvimento de atividades produtivas a partir da interação dos homens com outros seres vivos, sendo assim, aplicando a prática do design à agricultura. Seria impossível identificar todas elas, delineando uma linha do tempo que as colocasse em relação, ou entendendo ao certo como o design se relaciona com cada uma. É natural que exista essa troca de conhecimento e aplicação de conhecimentos empíricos, uma vez que se entende que existem diversos conhecimentos em circulação nas sociedades e que eles se manifestam em diferentes locais do globo a partir da troca de conhecimento e movimentação dos homens. Porém, com o desenvolvimento do campo do design e a interação cada vez mais próxima entre esses saberes, se permite aos designers agirem “como atores sociais que, graças às ferramentas culturais e operacionais das quais dispõem, conseguem alimentar e apoiar processos de design nos quais todos nós, especialistas e não especialistas, estamos envolvidos” (MANZINI, 2017.p.02) no surgimento do ainda em formação campo do biodesign.

Ao longo da pesquisa, foram identificadas diversas formas artísticas que exploram a interação com seres vivos, como a contemporânea bioart; as arbo esculturas; o bonsai; técnicas de paisagismo e plantio que exploram a moldagem de plantas; e formas ancestrais de moldagem de plantas para realização de bio construções e produtos artesanais, como as pontes khasi ou potes orientais de cabaça moldada. Este conteúdo foi analisado, resumido e disposto em uma linha do tempo, de forma a permitir o entendimento de sua cronologia, suas práticas e os modos como abrem espaço para a formação de um campo de conhecimento em torno da fabricação botânica.

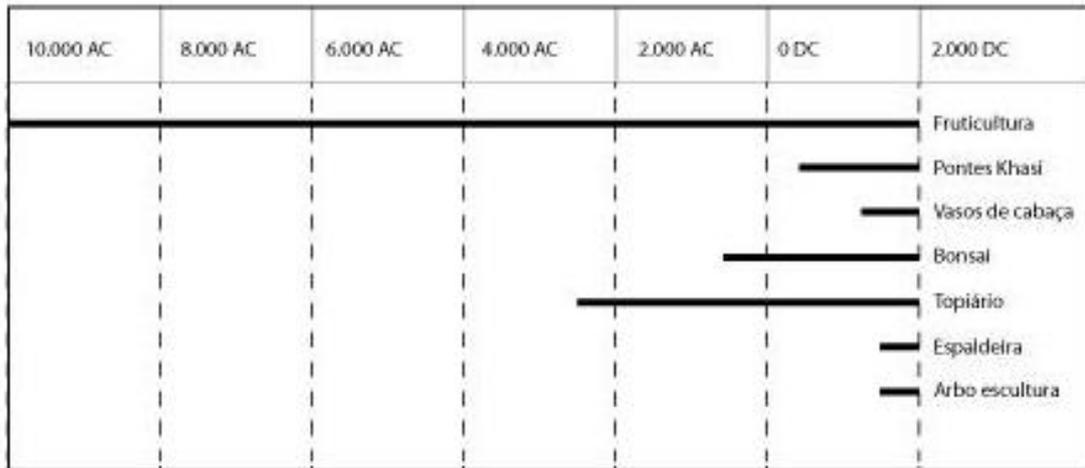


Tabela 03: Linha do tempo desenvolvida a partir das práticas produtivas que compõem parte dos conhecimentos que proporcionam o desenvolvimento do processo de fabricação botânica e que são apresentados nesta pesquisa. Fonte: acervo do autor

A fruticultura é uma atividade que consiste no cultivo de plantas frutíferas para a produção de frutas para alimentação. Esta atividade é tão antiga quanto o fim do nomadismo na humanidade. Mas foi a partir dos egípcios e babilônios que a fruticultura passou a ser desenvolvida na agricultura. Ao longo de séculos de desenvolvimento, a fruticultura é uma atividade agrícola que foi amplamente praticada e difundida, o que a tornou uma das fontes de receita deste setor em diversos países, em especial aqueles situados em regiões tropicais e que se encontram em desenvolvimento, como o Brasil e a Índia. Diferentes tipos de poda e enxertia são utilizados nesta atividade com o intuito de moldar árvores para que melhor atendam a atividade de produção de alimento e suas necessidades (SBRT).

Apesar de moldar e domesticar plantas, a fruticultura não pode ser entendida como uma atividade projetual de design, estando a inteligência de projeto focada no desenho de um sistema agrícola produtivo. Diferente da fabricação botânica, a aplicação de tais técnicas tem objetivo unicamente focado na produção do alimento, e não na forma que a árvore toma esteticamente, sendo a forma mera consequência das interações orientadas para a produtividade frutífera.



Figura 02: Produtor de goiabas colhendo sua produção na lavoura. Fonte: coca cola do Brasil.

As pontes vivas do povo Khasi, habitante da região nordeste da província de Meghalaya, na Índia, são desenvolvidas para resistir às intensas intempéries da região, como os 1200 cm de chuva anual que precipitam ali. Esta intensa precipitação causa mudança no curso dos rios, que são perigosos de atravessar, dificultando a locomoção da população local. A predominante economia agrária local desenvolvida por tribos nativas da região levou ao desenvolvimento de uma solução eficiente e eficaz para o problema, pontes vivas fabricadas a partir de raízes moldadas em torno das cascas do *Ficus Elástica*, nativo da região (MYERS 2012).



Figura 03: Pontes vivas do povo Khasi na Índia. Fonte: Biodesign: nature • science • creativity | William Myers publicado em 2012

Sem a necessidade de treinamento de projeto especializado, a moldagem dessas árvores, bem como junção de galhos por encostia (já acontece naturalmente pelo próprio comportamento da espécie utilizada), promovido a partir da domesticação das plantas ao longo de 15 anos, ou até elas se tornarem funcionais, proporciona o desenvolvimento de pontes resistentes às monções, que podem viver mais de 500 anos sem a necessidade de altos custos de manutenção. O *stress* promovido contra a ponte viva desenvolve pontos de maior resistência estrutural ao longo do tempo a partir da regeneração da árvore.

O aprimoramento de técnicas de manipulação de árvores de forma a desenvolver um produto funcional de melhor performance a longo prazo do que outras soluções artificiais de concreto e aço abre espaço para o uso do conhecimento de fabricação dessas pontes em outros campos, como o paisagismo, as artes plásticas, mas, também, e em especial, o design e arquitetura.

Os vasos de cabaça moldada são uma aplicação antiga, bem similar ao exemplo anterior, apresentados na China antiga, e que demonstram sofisticação de moldagem de plantas desenvolvida ao longo dos anos. A cabaça, presente na cultura humana desde o período de ocupação do planeta pelos nossos

antepassados, foi disseminada devido à sua funcionalidade para armazenar água. Presente em lendas de diferentes povos nativos, como os índios Kayapó, que desenvolveram padronagens para a espécie, a cabaça tem diferentes aplicações modernas, como instrumentos musicais, recipientes para bebidas (como o tradicional chimarrão), utensílios de comida e objetos de decoração.



Figura 04: À esquerda, garrafa chinesa de cabaça moldada, e tampa de jade e, à direita, cabaça durante processo de moldagem a partir de moldes vendidos online. Fonte: *fruitmold.com*

A prática milenar perdura até os dias de hoje, tendo amadurecido mercadologicamente e já sendo difundida em literatura técnica, manuais práticos do tipo “faça você mesmo”, e moldes vendidos em *sites na internet*, para prática recreativa de jardinagem. O amadurecimento de tal prática transmite conhecimento de técnicas para o desenvolvimento de modalidades de fabricação botânica em soluções de mercado que viabilizem comercialmente tais práticas.

O **bonsai** é um *hobby* popularizado no Ocidente nos últimos 30 anos, mas sua origem chinesa é milenar. Disseminado também no Japão, a partir do século XVIII, a arte de miniaturizar árvores vai além do que envasá-las. As interações entre o artesão e a planta e a tentativa de remontar cenários bucólicos naturais de árvores no topo de montanhas em miniatura são a tradução do culto à meditação para os chineses e japoneses e vão além de uma atividade artística, trazendo uma série de outros significados a esta técnica de jardinagem (SBRT).

Cada planta é moldada de forma única através do controle de seu crescimento por podas em seus galhos e raízes, que crescem comprimidas em vasos ou bandejas pequenas. Cada árvore bonsai pode chegar a séculos de idade, com seus cuidados sendo passados de geração a geração. A prática do bonsai permite passar para a fabricação botânica diversas técnicas de moldagem de plantas, mas, também, a intenção de trazer significados e valores dentro de tal moldagem e interação com as plantas. Mas se diferencia por ser uma miniaturização de um cenário real e não a tentativa de usar a interação com a planta para criar uma forma inovadora que seja desafiadora para o público.



Figura 05: Masaru Yamaki, 1979, ao lado de bonsai de 390 anos que sobreviveu à explosão de Hiroshima e é acervo da Fundação Nacional do Bonsai em Washington D.C. Fonte: vivafloresta.org

Bem como todos os casos anteriores, o Bonsai é milenar e se origina nos primeiros momentos de descoberta do conhecimento da agricultura e domesticação das plantas, e é consequente aprendizado da interação de atividade criativa e produtiva entre os seres humanos e as plantas. A partir de séculos de aprimoramento de tais técnicas, pode-se desenvolver em conhecimento tácito para a humanidade em torno do aprendizado como as plantas e a natureza se comunicam conosco; de técnicas produtivas e manejo de plantas para diferentes finalidades; e de como depositar significados e aspectos culturais a partir de técnicas de moldagem de plantas.

Um exemplo de aplicação mais moderna de tais conhecimentos está presente no paisagismo, que desde os jardins suspensos da Babilônia até os jardins romanos foi uma das formas de interagir com plantas a partir de técnicas de moldagem e domesticação, mas de forma que tal interação obtivesse um resultado artístico ao

mesmo tempo em que representasse uma série de outros significados funcionais ou culturais.

As técnicas utilizadas na fabricação botânica já são aplicadas no paisagismo, como podas, enxertias e moldagem por amarração de galhos. Apesar de usar as mesmas técnicas, a fabricação botânica se difere de tais modalidades. Para ilustrar tais diferenças de forma a auxiliar no delineamento desta nova prática artística, abaixo está uma descrição de cada uma delas e seus contrastes entre si:

Topiário (fonte SBRT) - do latim "Topiarius", "a arte de adorar os jardins" é uma antiga técnica do paisagismo e sua origem é datada de 500 A.C., quando foi explorada nos jardins suspensos da Babilônia (com os primeiros jardins intensamente trabalhados e desenvolvidos pelos seres humanos (SILVA, 2008).

A técnica tem por objetivo dar formas esculturais para plantas, normalmente arbustos, em jardins. Essas formas são obtidas pelo crescimento dessas plantas em moldes que servem para guiar a poda de forma a moldar a folhagem e não a seu tronco, diferente de produtos produzidos a partir de fabricação botânica, na qual o tronco e sua forma seria o maior ponto de interesse da planta.

Rigo (2002) apresenta algumas das técnicas utilizadas nesta prática de jardinagem, como a "poda" e "direcionamento ou educação de galhos...". Tais técnicas são comuns à fabricação botânica, que as aplica com diferentes funções devido ao resultado funcional e estético desejado. Outra similaridade entre o que se pretende pesquisar como fabricação botânica e a prática do topiário é que arbustos são espécies vegetativas indicadas para uso, como apontou em entrevista o designer Gavin Munro, descrevendo arbustos nativos do local onde se está plantando como as plantas mais indicadas para tal prática produtiva, devido à sua resistência a intempéries, pestes e ao clima.



Figura 06: Maior labirinto de topiário do mundo desenvolvido no parque safari de longleat comissionado por Lord Bath. Fonte: *countryfile.com*

Espaldeira (fonte: SBRT) - Esta antiga prática horticultural é realizada através de poda, amarração de ramos e enxertos para formar estruturas bidimensionais a partir do controle do crescimento de plantas espermatófitas, que produzem sementes. Popular na Idade Média, esta prática era utilizada para adornar muros, produzir cercas e treliças. Sua finalidade, porém, não é só decorativa, em regiões de clima temperado tais estruturas são utilizadas para que as plantas recebam mais luz solar durante estações climáticas de menor insolação.

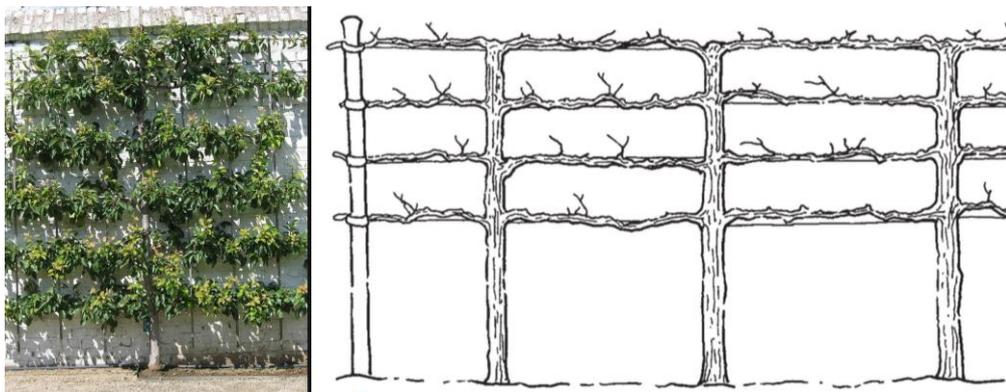


Figura 07: Foto de espaldeira e ilustração de esquema de moldagem. Fonte: *The art of creative pruning* de Jake Hobson, 2011.

As treliças de plantas, em inglês “*pleaching*” (termo utilizado por muitos para substituir o termo *arbosculture* ou arbo escultura), é uma técnica de fazer tramas a partir dos troncos e galhos de plantas de forma a compor um plano, uma estrutura

bidimensional. A partir da fusão dos galhos e troncos, uma estrutura é composta e é muito utilizada para fazer cercas e divisões espaciais em jardins. Tal técnica foi muito popular do final da Idade Média, até o início do século XVIII, em jardins europeus.

Apesar de usar as mesmas técnicas que a fabricação botânica e de fazer uma modelagem da planta para uma determinada função, as espaldeiras e treliças exploram apenas uma forma bidimensional de função unicamente direcionada à produção de alimentos ou zoneamento com menor carga de significados e aspectos culturais. Porém, sua prática e exploração técnica podem ter contribuído para o surgimento de manifestações artísticas que utilizavam a moldagem de plantas para desenvolver esculturas (SBRT).



Figura 08: Foto de cerca viva treliçada. Fonte: sibloma.ru

O quadro “*Nature Objects to the Alchemist Errors*”, de Johannes Perreal, datado de 1516, feito para acompanhar o texto de Roman de la Rose, considerado uma das grandes obras literárias do século XIII, discutia a habilidade da natureza em falar. Nele, está ilustrada a imagem de um anjo sentado de braços cruzados em uma árvore moldada por enxertia e podas recriminando um alquimista, nesse que pode ser considerado o primeiro registro de esculturas feitas a partir de moldagem de árvores (LINK 2008 *apud* REAMES, DEBOL, 1995). Sua data é de momento similar ao surgimento das espaldeiras na Europa, e poderia representar uma discussão ética da época sobre a interferência do homem na natureza, a obra divina.



Figura 09: Quadro “*Nature Objects to the Alchemist Errors*” de Jean Perréal 1516. Fonte: *dame-licorne.pagesperso-orange.fr*

Mas tais explorações nas artes e em outros campos seguiram sendo idealizadas ou experimentadas em outros momentos da história. Em 1758, o cientista, mítico cristão e filósofo sueco, Emanuel Swedenborg, apresenta em um de seus livros, "*Earths in the Universe*", uma escrita de tom místico relatando visitas a outros planetas em que os habitantes viviam em árvores vivas. Nele é descrito como as árvores eram moldadas desde seu estágio inicial de crescimento, que era guiado para orientar o seu crescimento na forma de santuários (LINK 2011 *apud* REAMES 2007).

No final do século XVIII, o austríaco, místico cristão e filósofo Jakob Lorber, publicou "*The household of god*", onde ele escreve que seria sábio plantar árvores em um círculo, porque uma vez que crescessem juntas o anel de árvores formado seria uma casa muito melhor que uma construída.

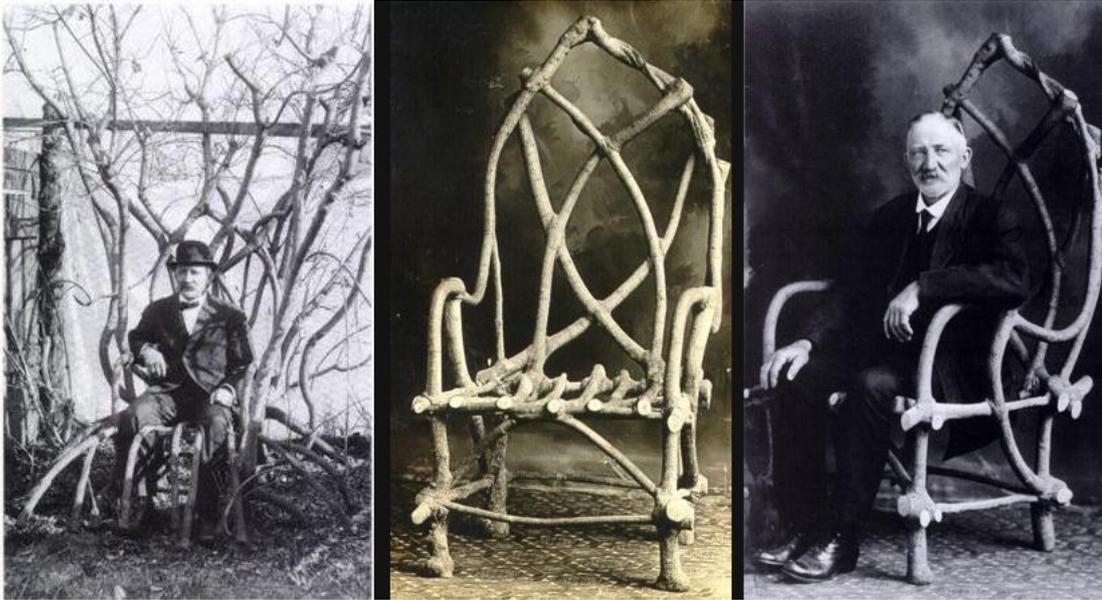


Figura 10: Cadeira “*The Chair that Grew*” the John Krubsack em diferentes graus de desenvolvimento. Fonte: *atlasobscura.com*

O primeiro exemplo existente de um produto desenvolvido a partir da montagem de plantas é a “Cadeira que cresceu”, de John Krubsack (Treeshapers.net). A cadeira feita a partir de boldo foi moldada por 25 anos, até ser apresentada por seu autor na Feira Mundial de São Francisco, em 1915. Pode-se entender que essa foi uma das pedras fundamentais para o surgimento da fabricação botânica no continente americano.

Em 1926, Arthur Wiechula, um engenheiro agrônomo alemão, publicou um livro radical chamado “*Developing houses from living trees*”. Wiechula não foi bem-sucedido ao tentar fazer crescer uma casa, mas ele desenvolveu um muro de 120 metros para proteção de uma área próxima a um trilho de trem (treeshapers.net).

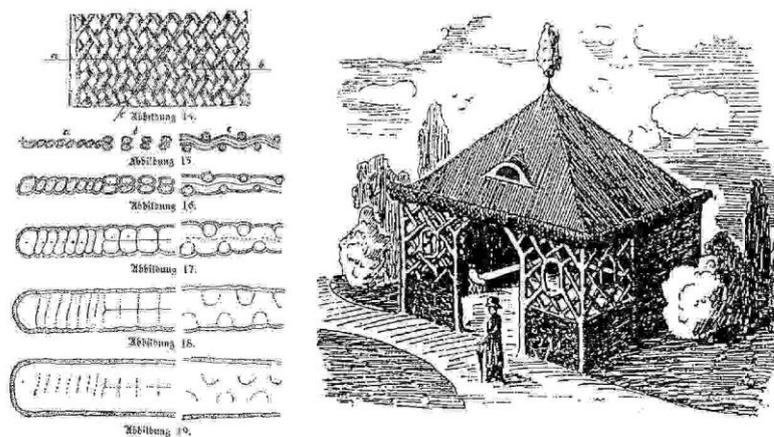


Figura 11: Ilustrações projetuais de Arthur Wiechula. Fonte: *treeshapers.net*

Porém, através da história ninguém foi mais bem sucedido neste campo que Axel Erlandson, com seu “circo de árvores”. Como narrado por sua filha no livro “*My Father “Talked to Trees”*”, o sueco naturalizado nos Estados Unidos começou a moldar árvores como *hobby* em 1926 e dedicou sua vida a elas. Em 1945, ele decidiu expô-las em um parque temático que se tornou o empreendimento de sua vida e que demandou tarefas hercúleas como mover entre 60 e 70 árvores moldadas de sua casa para o terreno do parque a 260 quilômetros de distância. Axel faleceu aos 79 anos de idade, mas só conseguiu descansar após a venda de suas árvores para alguém que daria seguimento ao seu trabalho. Michael Bonfante foi o comprador, que mantém as árvores até hoje em seu parque, Gilroy Gardens, onde elas continuam a impressionar e inspirar seu público (LINK 2011).

A trajetória de Axel Erlandson foi tão inspiradora que outros interessados em tal técnica de moldagem de plantas se espalharam pelos Estados Unidos e por outros países do continente americano. Um dos artistas mais citados da geração posterior a Axel é o escultor Richard Reames, que cunhou o termo arbo esculturas para denominar esta manifestação artística desenvolvida a partir da moldagem de árvores durante seu crescimento vegetativo, normalmente sem o uso de moldes, mas, sim, de técnicas de moldagem desenvolvidas ao longo da história que usam prioritariamente podas, enxertias e tensionamento de galhos. Autor do livro “*How to grow a chair*” e outros da mesma área de estudos, Reames pesquisa sobre esculturas feitas a partir da moldagem de árvores em suas publicações e desenvolve projetos artísticos como móveis e letras a partir da moldagem de árvores (LINK 2011).

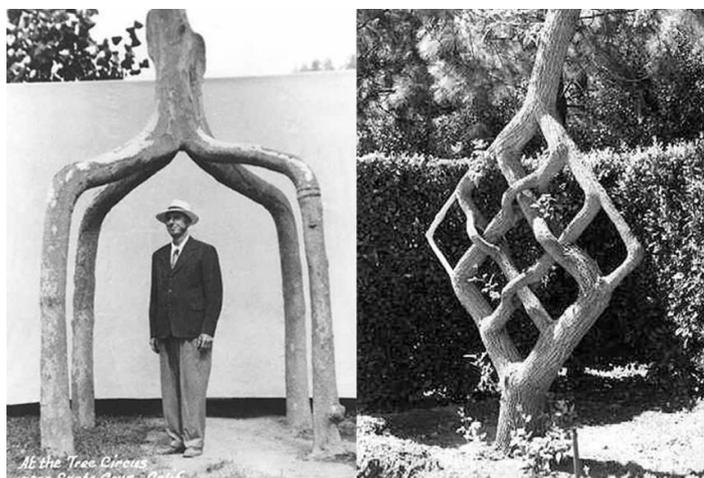


Figura 12: Axel Erlandson e algumas de suas árvores moldadas ao longo de sua vida. Fonte: treehugger.com

Existem muitos outros artistas contemporâneos ao americano Richard Reames que desenvolvem esculturas e produtos a partir de moldagem de plantas. É impossível precisar qual deles teria começado antes e qual seria sua inspiração para desenvolver seus trabalhos dentre as várias técnicas inspiradoras citadas acima. É mais razoável entender que todos eles bebem da fonte de um conhecimento vernacular amplamente difundido e que desenvolvem seus projetos a partir de uma prática pessoal e adaptação de seus conhecimentos e métodos de projeto à aplicação desse conhecimento em suas obras artísticas autorais. O resultado são técnicas de desenvolvimento de projetos artísticos e de paisagismo de forma bem pessoal e com diversas formas próprias de denominar suas atuações e suas obras. Os artistas de maior relevância neste campo foram mapeados a partir de pesquisa bibliográfica e entrevistas com profissionais atuantes da fabricação botânica. Para permitir nivelamento de entendimento da vasta atuação de artistas a partir da arboescultura, segue abaixo uma listagem dos principais nomes citados nesta área.

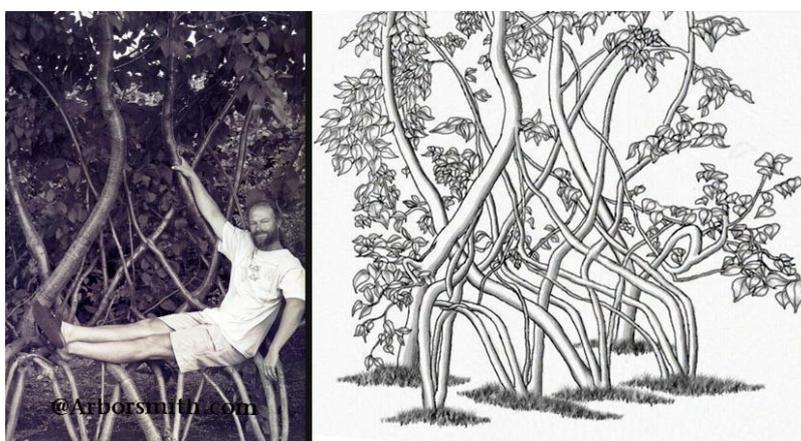


Figura 13: O americano Richard Reames em uma de suas esculturas, um banco vivo e à direita uma de suas ilustrações projetuais. Fonte: *treeshapers.net*

O paisagista australiano Peter Cook desenvolve junto a Becky Northey o que chamam de “*Pooktre*”, esculturas de pessoas ou móveis em jardins desenvolvidos a partir de árvores moldadas. Atuando profissionalmente no campo do paisagismo, o casal mantém as árvores vivas e prestam serviços de paisagismo para executar tais esculturas em jardins de terceiros (*Pooktre.com*).



Figura 14: Cadeira desenvolvida por Peter Cook, que viralizou na *internet*, e ao Peter Cook e Becky Northey com uma das *pooktres*, nome dado às suas esculturas de árvores moldadas por podas e enxertias. Fonte: *pooktre.com*

O designer e professor britânico Christopher Cattle nomeia seu trabalho de “*grown up furniture*” ou “*grown up stools*”, consistindo no desenvolvimento de bancos a partir de um *kit* que seria vendido pelo designer para que pessoas pudessem plantar seus próprios bancos em casa. O conjunto de um manual, um vaso, um molde, terra e sementes poderia permitir a qualquer usuário plantar seu próprio banco. Para comprovar sua teoria, o designer já fabricou 15 bancos em sua casa a partir de moldes pré-definidos e mantém uma página na *internet* para vender seus *kits* ao público (*grown-furniture.uk*).



Figura 15: *Kit* para plantio de banco a partir de conceitos “*Do it Yourself*” desenvolvido pelo designer Christopher Cattle. Fonte: *rebootinnovation.com* e *designblog.rietveldacademie.nl*

Dann Ladd é um artista plástico que explora diversos tipos de controle de crescimento vegetativo de espécies botânicas para desenvolver projetos artísticos (*Treeshapers.net*). A partir da moldagem de cabaças, o artista desenvolve esculturas; a partir da moldagem de *Ganoderma Applanatum*, um fungo que forma uma casca rígida, são estudadas estruturas que se moldam em torno de objetos; a partir da moldagem de raízes são moldadas placas e sinalizações; e a partir da moldagem de plantas são pesquisadas possíveis aplicações para o campo da

arquitetura. Dan mantém seu trabalho publicado em redes sociais e em página na *internet* e se disponibiliza para o desenvolvimento de peças sob encomenda.

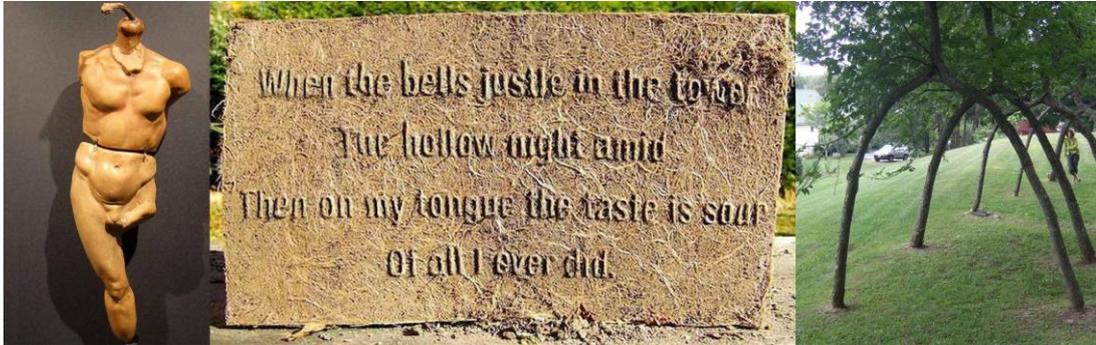


Figura 16: Trabalho artístico de Dan Ladd a partir da moldagem de diferentes espécies botânicas como cabaças, raízes de gramíneas e árvores. Fonte: danladd.com

Hoje em dia, surgiram manifestações mais profissionais do uso das arbo esculturas para o design na forma de mobiliário doméstico e urbano em diferentes locais do mundo, como em Israel, Canadá e Inglaterra. Todos estão em estágio experimental estudando como entrar no mercado e sobreviver usando esse método produtivo.



Figura 17: No sentido horário: Produção de cadeiras da *Full Grown Future* de Gavin Munro; Torre plantada do grupo Baubotanik; copo de cabaça moldada do Estúdio Cremé; e os tapetes de grama de Diana Scherer. Fonte: *materialdistrict.com*; *archdaily*; *dianascherer.nl*; *dezeen.com*

A partir desta análise, tais casos foram dispostos em um mapa de modalidades de design proposto por Ezio Manzini para analisar a atuação dos designers na inovação social em “Design: Quando todos fazem design” (2017). Nele, Manzini propõe o uso de um gráfico cartesiano obtido a partir do cruzamento das polaridades de atuação do design em um determinado campo, design difuso ou design especialista, e de resultados desta atuação de design, resolução de problemas e produção de sentido.

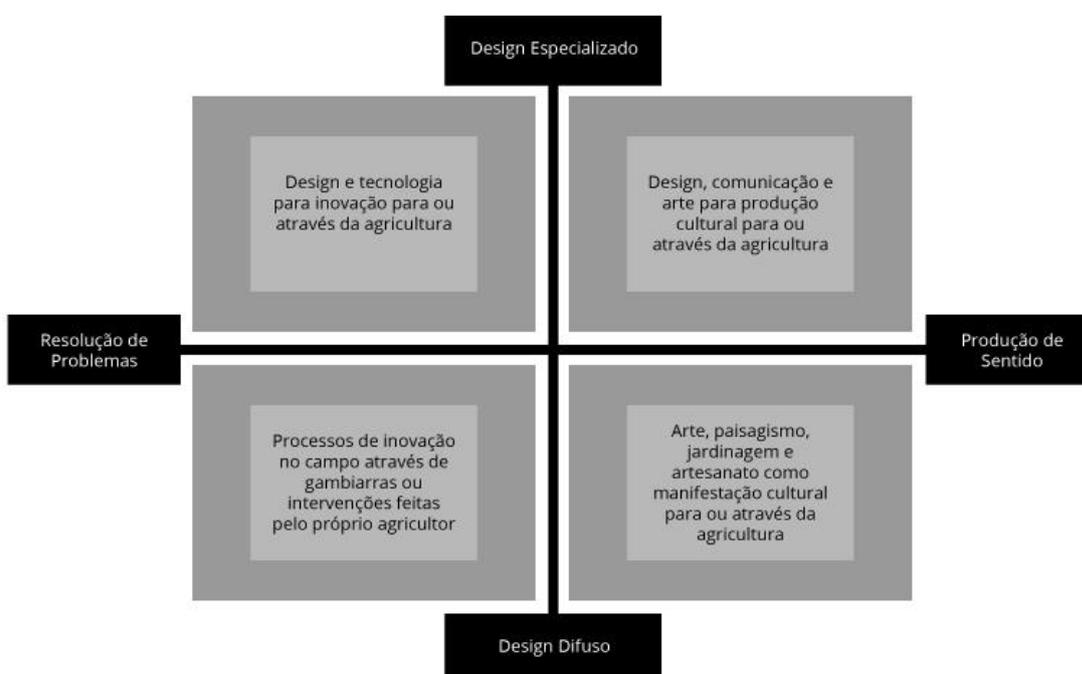


Tabela 04: Mapa cartesiano de formas de aplicação de design na agricultura. Fonte: acervo do autor.

As polaridades de atuação do design apresentadas por Manzini, a relação entre design difuso e especializado configura “uma relação que se desenvolverá na medida em que dois tipos de design atuam em conjunto para solucionar os muitos e diversos problemas que as nossas sociedades terão que enfrentar” (MANZINI, 2017, p.17). Design difuso é apresentado por Manzini como uma “capacidade de fazer design” generalizada na espécie humana, mas que precisaria ser cultivada. O design especialista seria aquele realizado por alguém que é orientado para o design, sendo

parte de um grupo de profissionais que podem atuar como agentes sociais de transformação.

Dos resultados de atuação em design, Manzini contrapõe dois pólos, o de produção de sentido e o de resolução de problemas, os quais ambos poderiam ser desenvolvidos a partir da atuação do design difuso ou especialista. Porém, os designers especialistas conseguem, através das ferramentas desenvolvidas em seus processos de formação profissional, atingir melhores resultados e poderiam, junto a designers difusos, promover maior inovação quando interagindo com a agricultura.

A partir do cruzamento das formas de atuação de design com os pólos de problemas a serem solucionados resultam quatro quadrantes: 1. Design difuso para a resolução de problemas, que poderia conter resoluções de problemas no campo para a agricultura ou através da manipulação no campo desenvolvida pelo agricultor para sanar uma necessidade própria; 2. Design difuso para a produção de sentido, como uso da agricultura para manifestação cultural através da agricultura; 3. Design especialista para a resolução de problemas, como no desenvolvimento de inovação em design através de soluções que se dão pela agricultura; 4. Design especialista para a produção de sentido, como no desenvolvimento de produtos de comunicação, projetos artísticos e produção de projetos e produtos culturais.

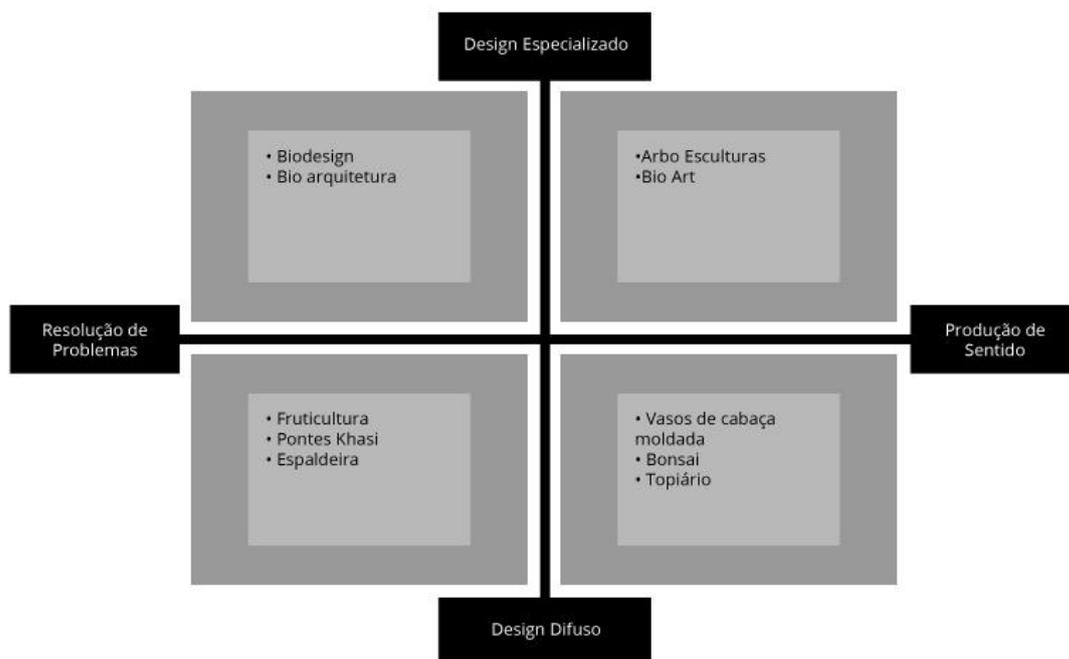


Tabela 05: Mapa cartesiano de formas de aplicação de processos de moldagem de árvores nas relações entre design e agricultura identificadas. Fonte: acervo do autor.

A disposição dos casos estudados nesta pesquisa aplicados no diagrama proposto por Manzini permite entender e segregar as práticas de agricultura que fornecem técnicas de moldagem de plantas. Também é possível relacionar quais foram desenvolvidas com o intuito da produção de sentido e quais foram desenvolvidas para resolução de problemas. Sendo o quadrante do design especializado para resolução de problemas e as atividades ali inscritas a questão de interesse deste projeto, todos os outros se posicionam como referências, seja devido à técnica aplicada ou no resultado funcional ou cultural do projeto. Também é interessante observar como o design é aplicado e o resultado intencional de sua interação se apresenta, tais formas de projetar junto a outros seres vivos servem de aprendizado e observação complementar à prática de moldagem.

3. POR UMA TEORIA DO DESIGN CULTIVADO

Ao escolher o tema desta pesquisa foi necessário também entender os pontos da teoria de design que a sustentariam e que seriam discutidos a partir de determinados autores. Procura-se entender o que leva designers e biólogos e agricultura a se aproximarem para desenvolvimento de práticas de projeto de produtos menos impactantes ao meio ambiente a partir das suas responsabilidades e ética profissional. Para responder, buscou-se apoio nos textos de Victor Papanek em “Design Para um mundo real” (1971) e em Rafael Cardoso em “Design para um mundo complexo” (2012).

Abordar a projeção de futuro que emerge desta aproximação e como ela impacta a sociedade foram utilizados textos de Ezio Manzini em “Design quando todos fazem design” (2017) e em “Speculative everything: design, fiction and social dreaming” (2013) de Anthony Dunne e Fiona Raby. O mundo que tal prática de projeto ajuda a desenvolver e que poderia ser um futuro desejável emergiu a partir de leituras de “Staying with the trouble” de Donna Haraway (2017), e como se dá a relação entre designers e outros seres envolvidos no projeto foi discutida a partir da leitura de diferentes livros e textos de Tim Ingold, trabalhados dentro da dinâmica coletiva de pesquisa do LaDA, Laboratório de Design e Antropologia da Esdi/Uerj.

Uma questão de interesse que emerge ao analisar o encontro entre desenvolvedores de projetos e soluções para problemas da atual sociedade e pesquisadores da vida e seus sistemas em nosso planeta é entender o motivo deste encontro. Tal raciocínio é construído a partir do ponto de vista do design e do pesquisador, considerando suas experiências de vida e profissional, apesar de tal encontro também se manifestar em outras áreas do desenvolvimento de soluções, como a arquitetura, a engenharia ou a medicina.

Desta forma, um caminho para entender a motivação de um designer ao buscar na biologia a inspiração poderia ser a partir do entendimento de quais as responsabilidades de um designer em um projeto. Em “Design para um mundo real” (1971), Victor Papanek aponta que “existem profissões mais danosas que o design, porém são poucas” (PAPANEK, 1971). A visão apresentada pelo teórico do design é compartilhada pelos pesquisadores do Espaços Verdes, que entendem a atuação de

diversos designers os tornam parte do problema, uma vez que sua prática profissional se situa em meio a esse modelo de exploração.

Segundo Escobar, “grande parte do que hoje é chamado de design implica o uso intensivo de recursos e grande destruição social e material; o design é fundamental para as estruturas insustentáveis que mantêm o chamado mundo moderno contemporâneo” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2016, p. 25).

Entendendo que o “design é um campo essencialmente híbrido que opera a junção entre corpo e informação, entre artefacto, usuário e sistema” (CARDOSO, 2012, p. 237) desenvolvido a partir de especialização, pesquisa e amadurecimento da capacidade inata projetual e inovativa humana, deve-se prestar atenção para que, à “medida em que avançamos na era da produção em massa, o design torna-se ubíquo. (...) Com a produção de objetos aos milhões, os erros se multiplicam milhões de vezes, e a menor decisão no design tem enormes consequências” (OLIVEIRA, CAMPOS, 2010 *apud* PAPANÉK 2006).

Na discussão trazida pelo designer e posteriormente atualizada por Rafael Cardoso no livro “Design para um mundo complexo” (2012), os designers deveriam agir com responsabilidade e ética para “se tornar uma ferramenta inovadora, altamente criativa e multidisciplinar, que responda às reais necessidades do homem” (PAPANÉK, 1971) em uma atuação “agora combinada com um senso de responsabilidade(...). Desta forma, será possível a sobrevivência através do design” (PAPANÉK, 1971).

Designers podem atuar como atores sociais “que lidam com interações entre todas as coisas, os designers possuem “instrumentos para operar sobre a qualidade das coisas e sua aceitabilidade e, portanto, sobre a atração que novos cenários de bem-estar possam porventura exercer” (Manzini, 2015, p. 16)” (BIZ, COSTA, CORRÊA), é “preciso buscar “uma atuação em design comprometida com as necessidades humanas elementares” (ARAÚJO e OLIVEIRA, 1979, p. 7)” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.3).

“O designer passa assim a ter que pensar de forma responsável e atenciosa não só com o meio ambiente, seja nos materiais utilizados em um produto, descarte do mesmo, impactos ambientais de produção, como também com o impacto social de seu produto” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.3), visando produzir projetos para serem cada vez mais consumidos por um recorte mais amplo da população, e não

apenas pelos 1% mais ricos a partir de um mito de barateamento de produtos a partir da massificação da produção de artigos inseridos na sociedade pelo mercado de luxo. Tais artigos são consumidos em grande parte por uma questão de identidade social, prestígio e uma conseqüente autoimagem projetada devido ao fato de as “marcas de luxo remetem a benefícios simbólicos e, cada vez mais, a benefícios ditos “experenciais”, isto é, que implicam, no cliente, uma busca de experiências e de emoções fortes excepcionais” (Lipovetsky e Roux, 2005, p. 136)” (CARDOSO, 2012, p.55).

Designers também poderiam usar esse sistema da sociedade implementando a visão do mundo que desejam desenvolver em artigos de luxo, usando essas “falhas” do sistema de consumo a seu favor, ao mesmo tempo em que trabalham para corrigir tais falhas. Essa é a forma de entrada de muitos projetos de design experimental, como é o caso de projetos de biodesign. As cadeiras da *Full Grown Future* são vendidas a valor unitário de 5000 libras (23.850 reais) a unidade, e mesmo reconhecendo que seu preço ainda é muito caro, Gavin Munro vê no mercado de luxo uma forma de ressignificar o mercado e a prática do design em colaboração com a natureza.

Para Papanek, também caberia aos designers combaterem a obsolescência programada e a criação de desejos no mercado de forma impositiva a partir do argumento de que os usuários não sabem o desejo que poderiam ter sobre um produto até este desejo ser criado; ele também chama a responsabilidade para os profissionais ao dever de não se esconder atrás de decisões de executivos sobre o projeto, o tornando apenas uma peça em um sistema econômico. Afinal, para Papanek, os designers têm autonomia pessoal para realizar ou não um determinado projeto.

Por fim, Papanek propõe que os designers se inspirem na natureza ao “fazer o máximo com o mínimo. Isso significa consumir menos, usar as coisas por mais tempo, reciclar materiais (...)” (PAPANEK, 1971). Tal inspiração na natureza proposta por Papanek pode ser vista como um ponto de encontro inicial entre o design e a biologia nos anos 1970, quando “Design para mundo real” foi escrito. Hoje, a discussão sobre responsabilidade dos designers, inspiração na natureza para soluções de design e práticas de projeto para um design ambientalmente responsáveis avançaram através do desenvolvimento de pesquisa nessas áreas,

junto como desenvolvimento econômico da sociedade em direção à sustentabilidade e economia circular.

“A sustentabilidade é um termo que emerge em resposta a esse sistema linear de consumo, e segundo Vezzoli e Manzini (2002), os designers orientados à sustentabilidade podem propor desde o “redesign ambiental do existente”, até a “proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável” (Manzini e Vezzoli, 2002, p. xi)” (ANASTASSAKIS, BIZ, COSTA, CORRÊA, SOARES, SZANIECKI, 2018, p.3).

Já economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION) pode ser entendida como um amadurecimento do discurso da sustentabilidade para a prática econômica humana visando o prolongamento de ciclos de vida, e criação de novos ciclos a partir de externalidades do atual modelo industrial extrativista, redefinindo crescimento e focando em benefícios ambientais e econômicos o mais equilibrados o possível. O foco de tal abordagem é gradualmente guiar a atividade para longe do esgotamento de recursos econômicos, desenhando sistemas de consumo sem rejeitos e com menos impacto.

Rafael Cardoso se propôs a atualizar a discussão lançada por Victor Papanek a partir de um olhar atualizado em relação à “era da informação” e à terceira revolução industrial. Cardoso discute então que para “que o design possa ter qualquer efeito sobre a realidade que neste momento enfrentamos, precisará necessariamente considerar a sua complexidade, entendida como um sistema composto por vários elementos, camadas e estruturas, cujas inter-relações condicionam e redefinem continuamente o funcionamento do todo” (CARDOSO, 2012, p.13).

Apesar de apontar para a dificuldade de uma mudança sistêmica por parte dos designers na sociedade, Cardoso aborda a prática de design para uma sociedade sem lixo e poluição, regeneração de sistemas naturais e aumento de tempo de uso e ciclo de vida de produtos e materiais levemente, ainda de forma incipiente, uma vez que pioneiro abordou tal tema em 2012, apenas dois anos depois do surgimento da fundação Ellen Macarthur, que promove a economia circular, demonstrando que tal debate ainda era recente e não tinha emergido para a academia.

Apesar de escritas a tanto tempo tais referências bibliográficas seguem atuais, quando “Design para um mundo real” foi escrito o Brasil passava por uma

ditadura militar na qual questões ambientais estavam embaixo da pasta de agricultura dentro da divisão ministerial. Porém, ao longo dos anos, a preservação ambiental ganhou força junto à atuação de diferentes setores da sociedade até se tornar uma pasta ministerial autônoma, ministério da agricultura e virar fonte de fomento de órgãos internacionais de conservação.

Porém, além de ser pertinente como ponto de partida para esta discussão em relação à uma atuação mais responsável dos designers para com o meio ambiente, tal discurso apesar de antigo volta a ser atual uma vez que no Brasil de 2019 se defende no congresso alterar o código florestal, questionam-se e relativizam-se dados do monitoramento ambiental por satélites e estuda-se a retomada do monitoramento do desmatamento para dentro da pasta da agricultura, que no Brasil é atividade muito responsável pelo desmatamento. Se ancorar em autores de épocas paralelas aos retrocessos que estão sendo propostos hoje em dia pode ser uma forma de se munir de argumentos que ganharam o tempo de forma a combater tais regressos na luta ambiental.

Entendendo sustentabilidade como as “condições sistêmicas a partir das quais as atividades humanas, em escala mundial ou em escala local, não perturbem os ciclos naturais além dos limites e resiliência dos ecossistemas nos quais são baseados e, ao mesmo tempo, não empobrecem o capital natural que será herdado” (MANZINI, 2008, p. 22 *apud* BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.3) seria necessário que o nosso atual sistema de consumo não só neutralize suas emissões de carbono, mas tenha emissões positivas e aja de forma regenerativa.

O desenvolvimento de um mundo mais sustentável pode ser representado através de uma analogia geomórfica, na qual o maior continente em área e formação de um planeta ilustraria o atual sistema de consumo dominante que “ainda é referência para muitos, que molda as principais estruturas econômicas e institucionais e deduz, a partir da sua história, a certeza que sua continuidade no tempo é inesgotável” (MANZINI, 2017, p.16). As pulverizadas atuações de agentes da sociedade em direção à um mundo mais socioambientalmente responsável poderiam ser representadas como ilhas que pulverizadas em diferentes áreas deste mundo formariam arquipélagos.

Como será o futuro (...) de novos micromundos ainda é muito cedo para dizer. Ele pode continuar o mesmo por um longo

período, ou pode desaparecer, submerso num mar de diferentes maneiras insustentáveis de ser e de fazer as coisas. Ou pode se revelar como sendo a parte já visível de um continente submerso: o novo continente de civilização sustentável que emergirá com a transição (MANZINI, 2017, p. 16).

Nesta analogia, Manzini aborda dois pontos relevantes do processo de transição da sociedade em direção à sustentabilidade: dificilmente um sistema mais ecológico e harmônico com a natureza tomará o lugar do atual sistema de consumo, mais provavelmente ambos coexistirão em um ecossistema econômico planetário; logo para que o ecossistema desse planeta e seus recursos naturais consigam “tolerar uma atividade que o perturba sem perder irreversivelmente seu equilíbrio” (MANZINI, 2008, p. 22) é preciso que esse continente emergente tenha impacto positivo e regenerativo de forma a equilibrar os impactos do sistema dominante que insiste em retrocessos ambientais. “É uma transição (longa para nós, mas curta para a história do mundo) na qual devemos todos aprender a viver, e viver bem, nas novas ilhas, e, ao fazê-lo, antever como será a qualidade de vida no continente emergente” (MANZINI, 2017, p.17).

Design pode ser então visto como “um processo social e pode ser entendido como uma forma de engajamento e crítica e práticas de pensamento para estarmos fazendo o futuro” (INGOLD, 2016, p.7 *apud* DEWEY, 2015, p. 35) e projetar produtos e serviços mais responsáveis ambientalmente e socialmente em sua produção, conscientes dos seus impactos no meio ambiente e sociedade e comprometidos a atuar de forma regenerativa na sociedade estamos de forma pulverizada “criando espaços de discussão e debate sobre formas alternativas de ser” (DUNNE, 2013, p.2), mostrando ser “válido imaginar que é possível construir coletivamente outros futuros possíveis” (ANASTASSAKIS, 2015, p.18).

Mas parece ser mais “fácil para nós imaginar o fim do mundo do que uma alternativa para o capitalismo. Porém alternativas são exatamente o que precisamos. Nós precisamos sonhar novos sonhos para o século XXI enquanto os que são do século XXI rapidamente se vão” (JAMESON *apud* DUNNE, RABY 2013, p.2).

“Porém, seriam a idéia de futuros possíveis e o uso delas como uma ferramenta para melhor entender o presente e discutir que tipo de futuro queremos

(...)” (DUNNE, 2013, p.2) um caminho na atuação dos designers dentro do design especulativo? Através de dinâmicas de formar cenários junto a perguntas “e se...” dentro de um círculo de confiança para imaginação, debate e discussão dentro da realidade ficcional necessária para que seja possível pelos participantes esquecer sua incredulidade e deixar solta a imaginação de forma que esqueçam como as coisas são e passem a pensar em como elas poderiam ser (DUNNE, 2013, p.3). Quem sabe através de tal processos nos seja permitido ultrapassar desafios como as mudanças climáticas e superpopulação, ao invés de apenas imaginar futuros distópicos?

Sendo assim, todo projeto de design que tem uma orientação conceitual e/ou funcional de forma que gere uma mudança positiva no mundo poderia ser considerado também um exercício de design especulativo. Tais projetos ativam a imaginação dos designers e, conseqüentemente, a dos usuários, para idealizar um mundo sem problemas catastróficos, nos permitindo “criar espaços de discussão e debate sobre formas alternativas de ser (...) e agindo como catalisadores para redefinição coletiva de nossa relação com a realidade” (DUNNE, 2013, p.2) e para o “continente emergente de qualidade de vida que queremos desenvolver” (MANZINI, 2017, p.16).

Mas que continente seria esse? É difícil circundar o que seria um futuro desejável para uma sociedade múltipla e diversa como a nossa ou até mesmo para parte dela, engajada com o meio ambiente ou com manutenção da situação ambiental no Brasil, mas, talvez, seja viável circundar o que seria uma sociedade possível entendendo o momento que nos encontramos. Estamos em um momento delicado em que, ao mesmo tempo em que vemos escolhas democráticas em diversos pontos do mundo de eleger governos de direita ultraconservadores e com opiniões polêmicas, com negação do aquecimento global e outros efeitos climáticos conseqüentes da ação dos seres humanos, unidos a episódios de impactos naturais decorrentes do acirramento dos efeitos de tal ação.

Antropoceno é o nome da era que contempla o momento na história em que a “raça humana se tornou uma força dominante capaz de moldar fisicamente o planeta conforme suas necessidades” (POLMAN, 2013, p.2). Tal terminologia, criada em 2000, marca o quão recente é a tomada de consciência dos seres humanos sobre seus efeitos como força de modificação de paisagens e ecossistemas, porém, esta

nomenclatura “especificamente representa a relação de partes surgida a partir de meados do século XVII e do desenvolvimento do motor a vapor e da expansão do uso dos combustíveis fósseis, que acidificam o oceano e alveja os corais” (HARAWAY, 2017, p.6) não contemplando o avanço do capitalismo, dos sistemas de comunicação como a rede mundial de *internet* (www) ou da robótica.

Para Haraway, a representação visual do Antropoceno poderia ser dada pela estátua de um homem em chamas do festival *Burning Man*, que cresce de dimensão ano a ano. O Antropoceno, na sua visão, estaria em relação contraposta direta com a figura da deusa Gaia, associada ao ecossistema do planeta Terra quando visto do espaço como um sistema metabólico autopoietico.

Autopoiese é o termo biológico que designa a capacidade dos seres vivos de produzirem a si próprios através de processos de multiplicação celular. Neste sentido, qualquer ser vivo ou o próprio ecossistema formado por eles pode ser entendido como uma rede autônoma de reprodução celular e de processos bioquímicos necessários para tal de forma que estejam, mesmo que autônomas, relacionadas entre si.

Ao falar de Gaia como a representação do planeta e seu ecossistema, James Lovelock apresenta o “ser” autopoietico como um sistema complexo. Logo, pede mudanças sistemáticas para tratar das consequências geradas pela ação do Antropoceno em seu metabolismo. O filósofo entende que o sistema homeostático desse ecossistema acomoda o quanto pode as ações dos seres humanos, até gerar um colapso como forma de gerar um ajustamento sistêmico em seu ecossistema, da mesma forma como um corpo adoece e trata de suas mazelas quando se tornaram problemáticas para seu sistema metabólico.

Porém, para Haraway, não foi o “Anthropos” que gerou uma ameaça de extinção em massa no planeta, para ela, o processo efetivamente correto para denominar este fenômeno deveria se chamar Capitaloceno. Este seria decorrente da evolução de um primitivo comportamento humano de acumulação, extração e organização do trabalho, tecnologias de produção e má distribuição de renda, potencializado pela formação de mercados e acumulação de riquezas junto ao desenvolvimento das grandes rotas e organizações comerciais em meados dos séculos XVIII.

O Capitaloceno poderia representar então o avanço do Antropoceno e sua agência na transformação do ecossistema potencializado pelo desenvolvimento do

capital, dos mercados financeiros e do avanço tecnológico que nos levou ao que Haraway denomina a terceira era do carbono, que tem como consequência, por exemplo, o derretimento da calota polar ártica e de outros *glaciers*.

“É evidente que a economia extrai recursos em um ritmo crescente sem tomar em consideração o ecossistema que a sustenta, sem considerar os limites do nosso sistema planetário. Em breve o mundo terá 9 bilhões de consumidores que estarão ativamente consumindo bens manufaturados” (POLMAN, 2017, p.2), alerta Paul Polman, CEO da Unilever, uma das maiores corporações do planeta no prefácio do relatório de 2017 da Fundação Ellen Macarthur sobre oportunidades circulares. Até mesmo grandes empresas alertam para o fato de que é necessária “uma nova maneira de conduzir negócios” (POLMAN, 2017, p.2) dando espaço para o surgimento de uma ação, mesmo que moderada de grandes empresas, para um capitalismo alternativo.

Mas que era seria essa que daria lugar ao Capitaloceno? “Donna Haraway propõe o Chtuluceno, uma era mais “integrada à Terra, tendo como prioridades retroceder e reduzir, reconhecer as limitações dos nossos números, economias e habitats em prol de uma maior liberdade e qualidade de vida” (Haraway, 2017, p. 27)” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.4), um último suspiro em que a espécie humana coletará o lixo do Antropoceno e o extermínio consequente do Capitaloceno através da “Ativação de nossos poderes ctônicos” (HARAWAY, 2017, p.18).

Ctônico vem do grego - *χθονιος khthonios*, "relativo à terra", "terreno" - e está relacionado com deuses ou espíritos do mundo subterrâneo, que são relativos a terra e que a sua construção morfológica imaginária é marcada pela fusão de corpos humanos e animais. Esse conceito é utilizado H.P. Lovecraft (1928) para idealizar a criatura mitológica Chtulhu com formas humanóides fundidas com animais mitológicos como dragão e polvo.

Haraway utiliza esse conceito para apresentar uma era de seres humanos conscientes de ser resultado de um amálgama com a natureza. Ela utiliza o prefixo chuchu, somado a outras criaturas mitológicas como Potnia Theron, e a medusa como seres terrenos, mundanos, fundidos com a natureza. Essas figuras de criação representam a natureza e seu poder de “criação e destruição, uma entidade de poderes extraordinários” (HARAWAY, 2017, p.14). Para a filósofa, “aqueles que

pensam que os ctônicos são velhos, tradicionais, acabados, que estiveram aqui, suplantados pela sociedade, estão simplesmente errados” (HARAWAY, 2017, p.14).

Ao explicar o surgimento de vida complexa no planeta (formação de organismos multicelulares), ela o apresenta como resultado “de um evento endossimbiótico. Isto é, algumas criaturas de origem bacteriana comeram outras e tiveram algum processo de indigestão e se prenderam uma a outra”, “a origem da vida na terra é um ato de indigestão” (HARAWAY, 2017, p.15). A partir de tal premissa pode-se chegar à conclusão de que todos “somos resultado de um evento simbiogenético” (HARAWAY, 2017, p.15), uma colônia de seres unicelulares primitivos que se juntaram.

“Todos nós somos líquens agora. Nós nunca fomos indivíduos. Anatomicamente, fisiologicamente, evolutivamente, no desenvolvimento, filosofia, economicamente, eu não ligo por qual perspectiva, nós todos somos líquens agora” (HARAWAY, 2017, p.17). Assim, Donna Haraway propõe uma existência “composta, não pós humana” (HARAWAY, 2017, p.18), “o reconhecimento de que já somos todos seres simpoiéticos, ou seja, seres que fazem com outros seres, sempre juntos e nunca sozinhos (HARAWAY, 2017, p. 22). Assim, seríamos mais um “com-posto”, nem tão masculino, nem tão humano, mais “húmus sapiens” conscientes da responsabilidade sobre nossos atos” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.4).

Imaginar este continente emergente, de seres humanos que se entende integrado na natureza, ao ponto de se perceberem como parte dela no sentido mais profundo de sua existência, que remonta à origem da vida multicelular no planeta é experimentado no design através do Biodesign e no entendimento do uso de materiais vivos e seus processos simbiogenéticos como método construtivo para produtos mais bem integrados com a natureza e seus processos naturais. O futuro possível que assim se circunda é um mundo onde o homem e a natureza estejam conectados em seus processos e desenvolvimento em tal ponto que os seres humanos, ao se desenvolverem, promovem desenvolvimento ambiental, resultando então em um impacto positivo no ambiente.

Desta forma, este continente emergente vem a equilibrar gradativamente os efeitos do Antropoceno e promovendo um mundo mais equilibrado e capaz de hospedar futuras gerações com recursos ambientais com as mesmas condições que recebemos. Para os pesquisadores do Espaços Verdes da ESDI/UERJ, é necessário “um codesign sustentável para atender as demandas da agricultura

urbana passa por uma especulação sobre a possibilidade de um design em conjunto com todas as formas de vida” (ANASTASSAKIS, BIZ, COSTA, CORRÊA, SOARES, SZANIECKI, 2018, p.5).

“Reconhecer que a vida no planeta não depende apenas de humanos lança outras perspectivas sobre como podemos enfrentar juntos as questões ambientais” (ANASTASSAKIS, BIZ, COSTA, CORRÊA, SOARES, SZANIECKI, 2018, p.5) e tal cooperação provavelmente pedirá uma abordagem menos colonial e especificista por parte dos seres humanos.

“Tim Ingold propõe que cada ser vivo deve ser considerado como um agrupamento de linhas, que ao se reunir aos outros, forma uma malha. Em cada nódulo desta malha está “o caminho no qual forças contrárias de tensão e fricção compartilham do processo generativo” (Ingold, 2016, p. 10)” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.5) e a afiliação como o “processo no qual seres ou coisas literalmente respondem uns aos outros ao longo do tempo” (Ingold, 2016, p. 14)” (BIZ, COSTA, CORRÊA, 2017, p.5) é apresentada como correspondência e é “baseada em três princípios essenciais: o primeiro é o hábito, o segundo eu chamarei agência, e o terceiro atencionalidade” (INGOLD, 2016, p.14).

Por hábito, poder-se-ia entender não o costume ou acomodamento, “mas um movimento, um processo de vida, em que - nas coisas que fazemos - nós perpetuamente moldamos as condições sobre a qual nós e aqueles que nos seguem, e com quem nós nos relacionamos, vão viver juntos no futuro” (INGOLD, 2016, p. 15). No biodesign e no design cultivado, o hábito poderia estar presente na constância do cuidado e do processo de domesticação de espécies ao longo do processo de desenvolvimento e moldagem de um produto, tais experimentações “simulam e modifica por dentro aquele que age e é agido, ao tempo que essa modificação afeta, querendo nós ou não, a qualidade das subsequentes experiências” (INGOLD, 2016, p.15 *apud* DEWEY, 2015, p. 35).

Ao entender que “aprofundar sobre hábito. E aprofundando em hábito, (..) é fundamentalmente atencional”, tal constância de agência e consequente aprendizado é possível através da atenção “que Ingold propõe (...) no cruzamento da representação mental de um objeto com o objeto em si” (ANASTASSAKIS, BIZ, COSTA, CORRÊA, SOARES, SZANIECKI, 2018, p.5) sobre a agência pois ela “não é dada por antecipação da ação, mas sempre uma formação e transformação dentro

do ato em si” (ANASTASSAKIS, BIZ, COSTA, CORRÊA, SOARES, SZANIECKI, 2018, p.5).

Sendo assim, o processo de moldagem de uma peça através da fabricação botânica, resultado do hábito de uma ação de moldagem, promove aprendizado e modificação em todos os seres simpoiéticos envolvidos neste processo ao longo do tempo, o saber e vivência sobre o processo “ocorre no meio”, e isso vai para o coração da distinção (..) entre correspondência e interação. Interação vai de trás para frente como agentes, um de frente para o outro em lados opostos de um rio (..). Mas corresponder (..) é se juntar ao nadador na corrente do rio, não é uma questão de tomar lados, mas de ir junto, (..) correspondência é longitudinal” (INGOLD, 2016, p.18).

Para Ingold, a correspondência é uma forma de se relacionar com outros seres “através do aprofundamento no hábito, cuja agência é sempre emergente e cujo comportamento é sempre atento” (INGOLD, 2016, p.20), que corresponde em muito com a forma como Gavin Munro relata sua experiência com a moldagem de suas peças. Essas tomam tempo e muita dedicação ao longo de todo o processo, de forma que ele não só envolve diversos seres, mas, também, diversos artesãos que moldam as plantas como catedrais eram construídas nas eras medievais, envolvendo diversas gerações de profissionais no processo, como é o caso das árvores de Axel Erlandson, que atualmente estão nos “Jardins Gilroy” sendo cuidadas e moldadas por outros artesãos, que as moldam em técnicas adaptadas com moldes improvisados, sendo, assim, pedras fundamentais para um saber que emerge desta troca.

Neste sentido, poderia-se entender o processo de design cultivado, ou de biodesign, e suas experimentações também como uma prática de antropologia por meio do design, uma vez que esta é “uma aproximação holística e crítica para as questões diárias da sociedade, com a ajuda da criação de futuros potenciais de diversas comunidades e atores” (GUNN, OTTO, SMITH, 2013, p.14) através do desenho de “futuros-no-fazer” (GUNN, OTTO, SMITH, 2013, p.21).

A prática de moldagem de peças físicas a partir de goiabeiras, proposta nesta pesquisa, vem então a ser mais um nódulo no processo de desenho de futuro a partir do saber, experimentando e trazendo para a prática e consequente aprendizado não só o biodesign em si, mas, também, todo o trabalho teórico

proposto neste capítulo, buscando absorver para a prática conceitos propostos tanto por Donna Haraway quanto Tim Ingold quando “defendem uma relação horizontal entre seres em que o fazer é compartilhado, entrelaçado, atento, responsivo e responsável” (THEMOTEO, COSTA, BIZ, 2017, p. 6).

4. A PRÁTICA DO DESIGN PLANTADO NO ESPAÇOS VERDES DA ESDI

Em paralelo à pesquisa teórica desta dissertação, foi realizada uma prototipagem de produtos desenvolvidos a partir das técnicas estudadas nesta pesquisa, a fim de desenvolver vivência a partir do que se propõe nesta pesquisa a respeito de teoria do design; testar o aprendizado de prática colhido durante a pesquisa em entrevistas e literatura; tangibilizar tal conhecimento para fins de demonstração da técnica produtiva pesquisada; e experimentar a interação com plantas abrindo os sentidos para suas respostas e interações que ocorrem ao longo do percurso de modelagem.

Esta prática de modelagem se iniciou nos Espaços Verdes da ESDI de forma independente e experimental a partir do desejo de testar na prática pesquisas que estavam sendo realizadas por profissionais criativos em outros países e que os pesquisadores deste laboratório acompanhavam através de referências *online* apresentadas em *blogs* e redes sociais. O ímpeto de experimentar na horta da ESDI o que poderia se chamar de fabricação botânica como outra forma de interação entre design e agricultura foi a fagulha que levou os pesquisadores a estudarem tal processo de biomanufatura, mesmo sem, no momento inicial, ter adensamento de informação para tal ou ser uma pesquisa oficialmente acadêmica de algum dos pesquisadores.

Este primeiro momento de estudos foi prioritariamente desenvolvido pelo autor desta dissertação, que desenvolveu moldes, os instalou nas árvores do Espaços Verdes e manteve periodicidade de manejo e cuidado com as peças moldadas, além de fornecer materiais para tal desenvolvimento. Porém, a todo momento o estudo foi realizado contando com colaboração de outros integrantes do laboratório, como Pedro Biz, Diego Costa e o graduando Lucas Nonno, que compartilharam referências de design e bibliográficas, participaram de produção escrita coletiva pelo EV, dividiram conhecimentos e materiais importantes para o manejo e se dispuseram a trabalhar em horários livres para o desenvolvimento deste projeto coletivo.

A partir do desenvolvimento e amadurecimento desta pesquisa experimental, foi observado pelos pesquisadores do EV em diferentes testes o seu potencial para

estudo acadêmico, processo que documentaram no artigo “Design plantado: questões para desenvolvimento do método”. Esta pesquisa se propõe a dar seguimento ao que foi discutido neste artigo, partindo do aprofundamento e prática inicial de correspondência com as plantas da Esdi na fabricação botânica para um passo além em pesquisa de médio prazo (dois anos), a fim de relatar os resultados físicos de tal processo experimental de projeto e fabricação.

A todo momento do início do processo de prototipagem, os recursos utilizados foram escassos, havendo sido priorizado o uso de materiais disponíveis no campus da escola e em sua oficina para uso e de descarte de atividades acadêmicas, como a obra de reforma das instalações da pós-graduação. Em um segundo momento, foram também utilizados materiais como sacos de fita *hellerman*, cordas e ferramentas de acervo deste pesquisador, e, quando necessário, também foram adquiridos materiais e ferramentas para a pesquisa e para o laboratório Espaços Verdes, a partir da bolsa concedida pela CAPES para esta pesquisa.

Este processo inicial de fabricação de moldes, moldagem de goiabeiras, exercícios de podas e de correspondência com a planta, foi realizado a partir da reunião de distintos saberes e experiências prévias dos pesquisadores do Espaços Verdes adquiridas ao longo da vida e carreira profissional deles. A partir desta experiência anterior e do conhecimento oriundo do aprofundamento de pesquisa que foi desenvolvida em uma aplicação prática e um saber relativo a fabricação botânica e ao design plantado.

O *learn by doing* (aprender fazendo) é também rico aprendizado deste projeto, desenvolvido a cada momento de tomadas de decisões e de consciência sobre como fazer um determinado manejo ou interação com plantas. O fazer consorciado com a pesquisa acadêmica se retroalimentam como se o empírico confirmasse o teórico e o teórico formasse o saber empírico. Esta é a pertinência do desenvolvimento dos protótipos físicos e, ao mesmo tempo, da pesquisa teórica e metodológica, mesmo que este processo tenha sido iniciado antes mesmo da decisão de seguir com este tema de investigação.



Figura 18: Modelo de cadeira sendo moldada na Esdi a partir de inspiração pela *Full Grown Future*.

Fonte: Acervo do autor

O processo de fabricação da *Full Grown Future* foi uma das principais inspirações em termos de processo de produção para esta pesquisa, junto com outros aprendizados colhidos em relação à moldagem de árvores. Como citado anteriormente, a pesquisa vem de uma coleção de aprendizados de produção, cujo processo passou por uma simplificação para que possa ser realizado dentro dos limites financeiros do Espaços Verdes, das possibilidades do que é possível da área da horta na escola e dos conhecimentos dos pesquisadores do EV sobre processos de moldagem de plantas.

Para tanto foi necessário levantar conhecimento sobre a espécie com que se está trabalhando, seus ciclos, forma de desenvolvimento e necessidades biológicas. Poderia se entender como relevante também a habilidade de projetar junto com profissionais de outros campos, pois o desenvolvimento de produtos e métodos produtivos demanda conhecimento de saberes diferentes são completamente supridos apenas por uma área profissional de forma horizontal e equilibrada. A habilidade de projetar junto, ou codesign, poderia ser uma forma de potencializar a troca de conhecimentos e cooperação entre designers e outros profissionais em processos de bio manufatura.

Um ponto a ser salientado é que, na opinião do pesquisador, quando estamos desenvolvendo um produto a partir da domesticação e controle do crescimento de

outro ser vivo, este participa do projeto diretamente, seja a partir das potencialidades e limitações que impõe para o projeto ou pela forma que reage ao processo de moldagem. Os designers tendem a perceber os materiais vivos como passivos e reféns de suas decisões de design, mas eles são seres vivos. A espécie sendo trabalhada tem as suas “vontades” e estas devem ser consideradas dentro do processo de design, sempre respeitando o material como um, também, ser vivo.

Para tal entendimento, apresenta-se a necessidade de um estado de espírito específico, ou, em inglês, *mindset*, para que os designers consigam ter empatia e respeito ao se relacionar com os materiais vivos como um relevante ator do projeto, tão relevante quanto qualquer outro *stakeholder* envolvido. Empatia, atualmente é considerada uma inteligência básica dos designers em suas atividades projetuais, uma vez que, espera-se, ao se colocar no lugar do outro ou sentir as dores do outro eles, então, se tornariam mais capazes de projetar para estes outros indivíduos.

O resultado da interação projetual empática entre designers e matérias vivas é refletido no projeto em que os materiais atuam como co designers do projeto resultante. A partir do entendimento da planta não apenas como um material, mas como um coautor e coparticipante do processo de design através da aplicação do biodesign, qualquer projeto com esta prática poderia ser entendido como um processo de codesign com a espécie utilizada. E deve se ter os mesmos cuidados com estes atores que se tem com quaisquer outros dentro do mapa de atores de um projeto.

A partir deste raciocínio, seria necessário um segundo entendimento, de que o projeto idealizado pelos designers raramente será exatamente o projeto resultante a partir da colaboração com a espécie utilizada. Diferente de outros projetos de design em que os projetistas desenvolvem e preveem o projeto em sua minúcia de forma meticulosa e cuidadosa, entendendo o perfeccionismo como uma qualidade chave para o projeto, esta forma de projetar exige a aceitação de que o resultado é um encontro da intenção dos designers com a “vontade” das espécies utilizadas como material vivo para colaborar. Esta “vontade” seria expressa através das respostas positivas ou negativas que as plantas emitem ao longo do processo de moldagem.

A analogia utilizada por Ingold para representar a correspondência pode ilustrar esse raciocínio. O projeto idealizado seria correspondente ao mapa para uma

caminhada, ao caminhar se tenta seguir a rota, mas a trilha real é diferente da idealizada uma vez que apresenta percalços a serem contornados ao longo do trajeto. Ao vencer as adversidades o objetivo final é o mesmo, mas o caminho é diferente do projetado. Ele acaba acontecendo em um projeto envolvendo biomateriais, podendo os resultados serem sempre similares, mas cada produto vai proporcionar uma interação e conseqüente resultado diferente. Nesse sentido a troca do designer com o material vivo ao longo do processo é talvez mais relevante que o projeto idealizado, sendo assim é importante “projetar projetando”.

Esta antecipação projetual excessiva poderia ser substituída por uma idealização detalhada do processo de moldagem e manejo, junto ao cuidado em longo prazo com constante troca com o material vivo utilizado respeitando seu tempo natural de desenvolvimento. Para ser possível idealizar um processo de projeto que use os ensinamentos dos métodos já aplicados na biomanufatura, mas, também, em outros campos de conhecimento, como a arbo escultura e suas técnicas de origem.

4.1 O projeto do produto idealizado

Uma vez que se aceita que o resultado de um projeto de biomanufatura é resultante da colaboração entre os designers e a matéria prima viva selecionada para projeto, uma das decisões de design que poderiam ser tomadas é projetar formas que sejam coerentes com a função e conceito estético desejado, mas, também, que sejam de viável realização e não agressivas de serem realizadas pelo biomaterial. Sendo assim, o grau de complexidade da forma bem como a quão orgânica ou geométrica ela será deve partir de uma análise dos potenciais funcionais e formais do material vivo selecionado para trabalhar e das respostas que ele apresenta durante o processo de interação de moldagem de protótipos e testes.

Fazer uso da aplicação da biomimécia pode ser um modo de desenvolver formas que sejam também funcionais, uma vez que usam soluções e formas na natureza para endereçar demandas funcionais humanas, quanto agradáveis para serem realizadas pela espécie utilizada uma vez que o projeto poderia mimetizar

formas agradáveis para esses materiais vivos se já as tem em seu estado natural. Por tal sinergia, a aplicação da biomimética poderia se apresentar como uma atividade constante no biodesign e já se demonstra presente em diversos casos de sucesso da área.

Outra atitude que poderia ser tomada por designers seria compreender e comunicar o projeto proposto como uma projeção do que será o imprevisível resultado a partir da colaboração entre materiais vivos e os designers. O projeto idealizado é um dos diversos resultados possíveis em uma matriz de possibilidades. Cabe aos designers sempre que expor e divulgar o projeto proposto em seu material documental e comercial como uma visualização expositiva, não representando fidedignamente o resultante produto, bem como comunicar que não existirá um resultado padrão em cada linha de produção. A não comunicação deste fato pode gerar grande frustração em um público leigo acostumado a consumir os produtos com padrão estético exatamente como previstos em suas embalagens e propagandas.

Ao tentar antever o produto resultante a partir do projeto idealizado, o tempo necessário para a produção de um protótipo é um desafio a ser ultrapassado. A execução de modelo funcional desenvolvido com os mesmos processos de fabricação de um produto em sua produção em escala, como método de desenvolver forma do produto, analisar a funcionalidade do projeto, e propor refinamentos finais precisa ser um processo adaptado de forma a permitir que os processos de design corram sem estarem atrelados ao longo tempo de fabricação. Sendo assim, fazer estudos de acabamento em amostras de material de forma a permitir prever a combinação entre cores e materiais, fazer esboços e *renders* com marcadores para desenhar a forma do produto, fazer modelos volumétricos e funcionais em materiais paralelos de forma a permitir testar o projeto e consequentemente desenvolver o molde por onde o material vivo percorrerá seu caminho seriam formas de projetar e testar o produto independente da produção de um produto.

Mesmo partindo do uso de diversas técnicas de projeto adaptadas para esta realidade, no desenvolvimento de uma produção piloto existe um grau de incerteza grande sobre o resultado, uma vez que o projeto final é resultante do codesign entre humanos e biomaterial. Além de permitir análise de resultados funcionais e estéticos do produto, esta primeira produção também é necessária para permitir prever a taxa

de sucesso da produção de um produto a partir do biodesign. Sendo assim, toda safra de produção pode ser vista como uma espécie de evolução da anterior, em termos de qualidade e aproveitamento.

Desenvolver uma produção de biodesign poderia, assim, ser um paralelo ao desenvolvimento de um vinho, bem como o amadurecimento de uma vinícola, ou como de um *blend* de café, e sua anterior produção em um cafezal. Gavin Munro relata que suas cadeiras produzidas na empresa *Full Grown Future* tem uma taxa de sucesso (relação proporcional de peças plantadas x peças colhidas com sucesso) de 60%, havendo um terço da sua produção perdida a cada safra por diversos motivos. O paralelismo com outras indústrias agrárias é uma comparação importante para trazer à realidade a possibilidade de implantação de tal método e entender suas dificuldades de viabilização e investimento.

Para esta pesquisa foi idealizado um processo de busca por produtos de maior potencial de aplicação de materiais vivos para sua fabricação através do uso de uma matriz de análise. Nela, seriam listados produtos que: usam matéria prima orgânica de maneira não racional e originária do extrativismo predatório; tem limitações formais para serem realizados com processos convencionais de fabricação a partir de matéria prima orgânica; usam matéria prima sintética para finalidades efêmeras e que causarão impacto ambiental que poderia ser facilmente mitigado; ou apresentam usos ainda não contemplados por serem novas aplicações de biotecnologia na sociedade.



Figura 19: Exemplo de matriz que permite orientar o processo de escolha de produto a ser desenvolvido e processo produtivo a ser empregado em um projeto de fabricação botânica. Fonte:

Acervo do autor

Após esta listagem e posterior análise e sistematização das possibilidades apresentadas nesta matriz, foram idealizadas diferentes aplicações de tipos de matéria prima viva para as aplicações analisadas. Durante tal processo, considerou-se o uso de materiais artificiais, de forma complementar à fabricação botânica para a realização da confecção do produto proposto, mas ainda respeitando o material vivo e seu ciclo de cultivo e biológico.

Desta forma, o biodesign poderia ser visto como um processo de design comprometido com o respeito com os biomateriais, seus ciclos, sua biodegradabilidade e sua reinserção na natureza. As matérias primas vivas são materiais baseados em um biociclo, o ciclo de materiais baseados em cadeias de hidrocarbonetos de origem natural que biodegradam como qualquer outra matéria orgânica a partir de ação de microorganismos disponíveis na natureza. Normalmente, os materiais vivos utilizados são obtidos a partir da extração, transformação e/ou domesticação de biodiversidade nativa. O uso de tais materiais pode ser mais uma forma de desenvolver produtos para nossa sociedade de consumo com menor impacto ambiental e mantendo assim tal biodiversidade nativa viva uma vez que em uso em uma produção, biodesign poderia assim atuar como uma atividade que promove regeneração ambiental.

4.2. Processo de escolha da espécie a ser utilizada o projeto

Entendendo o desenvolvimento de um projeto de biodesign e biomanufatura a partir da aplicação de projetos de design para o desenvolvimento de um produto a partir do uso de processos biológicos como método de fabricação. Alguns dos fatores que podem levar ao sucesso o desenvolvimento das peças fabricadas a partir de bio manufatura é a definição do material e ecossistema de produção para esta cultura. No caso do uso de árvores como material vivo, este se dará em relação a fatores de adaptação desta cultura ao clima, ao sistema agrícola implementado e ao manejo das peças durante seu crescimento.

Para fazer esta análise a pesquisa sobre o material vivo um primeiro passo para determinar as melhores condições de cultura, e, assim, estimar o tempo de

produção de peças sob condições ideais de cultura é escolher a espécie a ser utilizada para o processo de moldagem. A escolha por espécies nativas, como observado em entrevista por Gavin Munro, é crucial para o sucesso de um projeto. Segundo o designer, tal escolha torna a produção mais eficiente e com menos perda de peças por ser mais bem adaptada a todo o ecossistema local.

Seria, então, mais lógico, ao escolher uma planta a ser moldada, priorizar uma espécie local do que uma exótica. Ferdinand Ludwig, da *Barbotanik*, escolheu utilizar a *ficus elastica*, planta nativa das Américas e da Ásia, para estudos realizados na Alemanha sem aproveitar todo o potencial biológico das espécies devido ao fato de não estar no seu habitat natural.

No caso de escolher uma espécie nativa no Brasil, uma escolha possível seria a Imbiriba. Nativa da América do Sul, a *Eschweilera Mart.* é uma árvore que cresce como arbusto e produz vergas de material lenhoso em apenas 3 anos. Presente em quase todas as regiões do país, com exceção da região Sul e em parte do Nordeste, a Imbiriba já tem subespécies adaptadas aos mais diversos tipos de vegetação, desde o cerrado a regiões tropicais alagadas.

Outro ponto a ser observado é que para buscar uma espécie que seja de fácil implantação para uma biomanufatura, é também relevante filtrar a busca por espécies que são utilizadas por alguma atividade produtiva, seja ela de natureza industrial ou artesanal. Tal escolha proporcionaria maior facilidade em encontrar manufaturas locais já implantadas com mão de obra qualificada para trabalhar com a cultura da espécie escolhida. Um exemplo seria a cabaça, que, nativa do continente africano, é utilizada para cuias, instrumentos como xequerês e outros artesanatos.

Ela também é utilizada em outros locais do planeta, como na Ásia, onde foi domesticada e posteriormente teria se espalhado para a Europa e para as Américas. Existem registros de uso da cabaça como reservatório de água entre os anos 11.000-13.000 A.C. no Peru. Ou seja, a espécie teria sido domesticada e disseminada junto ao processo de ocupação da Terra pelo homem. No Brasil, a cabaça é produzida em diversas partes do país, sendo reconhecido que a melhor cabaça para instrumentos (xequerê) viria das regiões Norte e Nordeste; no Sul do país ela é utilizada para a produção de cuias de chimarrão. Na China, um dos primeiros locais onde a espécie foi domesticada, a cabaça é utilizada há milênios, sendo amplamente utilizada no artesanato local e moldada em plástico de *vacuum*

form para produzir formas mais refinadas, existindo, inclusive, literatura desenvolvida sobre o assunto.

A escolha da cabaça seria um bom ponto de partida para projetar brinquedos, artigos de decoração, cúpulas de luminárias, entre outros produtos comumente produzidos com *vacuum form* ou rotomoldagem nos tecno ciclos, porém, com o resultado estético de um material vivo. Uma cuia de cabaça para chimarrão moldada com uma forma inusitada poderia ser um produto com demanda no sul da América Latina, uma vez que o mate é consumido diariamente por parte significativa da população no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai.

Por fim, um terceiro fator de escolha observado seria utilizar uma espécie que já é explorada economicamente. Ou seja, uma vez que uma espécie já é utilizada em uma economia produtiva agrária seria possível ter menor custo de implantação de um biomaterial, já que este já é utilizado para outra finalidade econômica, dividindo os custos produtivos em diferentes fontes de receita. Também seria mais fácil localizar mão de obra capacitada para operacionalizar uma determinada produção.

Um exemplo seria a escolha de espécies frutíferas que produzem material lenhoso que poderia ser moldado. Técnicas de jardinagem como podas e enxertias já são utilizadas em muitas dessas culturas, que têm diferente produtividade ao longo do ano devido à sazonalidade entre as espécies. Apesar de muitas espécies frutíferas exploradas não serem nativas, seus cultivos são realizados em locais de clima, insolação e precipitação hídrica adequada, o que permite sua aplicação paralela à de espécies nativas.

A produção de maçãs, por exemplo, nas regiões Sul e Sudeste, ocorre em larga escala com mão de obra em muitos casos de descendentes de asiáticos. A mão de obra capacitada, as podas intensas realizadas de forma sazonal, o uso de enxertia no manejo e o fato de a macieira já ser explorada para produção de artefatos de madeira e para fabricação botânica são algumas das razões pelas quais a macieira seria uma boa espécie a ser utilizada em um projeto de artefatos em uma biomanufatura.

A goiabeira seria uma alternativa, pois a produção de goiabas, que ocorre prioritariamente nas regiões Sudeste e Nordeste do país para a produção de frutas amplamente consumidas, não apenas no Brasil, mas também no mundo. Ela é também um exemplo de espécie frutífera que já é explorada para marcenaria

através da produção de instrumentos, arcos, atiradeiras e artesanatos que poderiam ser utilizadas a partir deste fator de escolha, uma vez que tais usos são baseados no fato de ser um material lenhoso de baixo custo, e com grande performance mecânica. A goiabeira também é nativa do Brasil e é adaptada ao clima e pragas locais, sendo, assim, uma cultura resistente e eficiente, sendo trabalhada em situações de produção agrária de larga escala, mas, também, em agricultura familiar, havendo grande oferta de mão de obra capacitada para trabalhar em tal cultura. A goiabeira também para a produção artesanal de cadeiras através da moldagem de plantas.

Desde o início de 2017 foram testadas na ESDI/UERJ em algumas espécies de árvores dispostas dentro da área do EV (Espaços Verdes), prioritariamente abacateiro e goiabeira, apesar de estarem presentes outras árvores como ficus, cajueiro, limoeiro e outras. As experimentadas eram as únicas que estavam em um grau de maturidade para permitir tais testes e ainda estão em altura para serem trabalhadas de forma ergonômica pelo pesquisador, altura confortável para realização da moldagem sem a necessidade de escadas para acessar as moldagens.

A partir da resposta a esses experimentos iniciais pelas árvores testadas, a goiabeira se mostrou mais receptiva aos primeiros testes do que o abacateiro. Os galhos do abacateiro têm fibra curta e por muito tempo verdes, quebrando durante a moldagem e tomando muito tempo para ganhar rigidez, já a goiabeira tem galhos duros e flexíveis que aguentaram o processo de moldagem e após o manejo apresentou novos brotos de folhas de forma a aumentar a área de busca de sol, processo similar que ocorre após podas. Devido à maior adaptação da goiabeira ao processo foi definido trabalhar com ela para o desenvolvimento dos protótipos.



Figura 20: Primeiro molde realizado e testado no abacateiro e goiabeira da faculdade. Fonte: Acervo do autor

A goiabeira também foi selecionada como método produtivo para a produção de móveis e artigos decorativos vivos devido à sua cultura e manejo. A partir de aprofundamento sobre a espécie encontra-se que a planta frutífera também tem sua madeira explorada para fabricação de produtos.

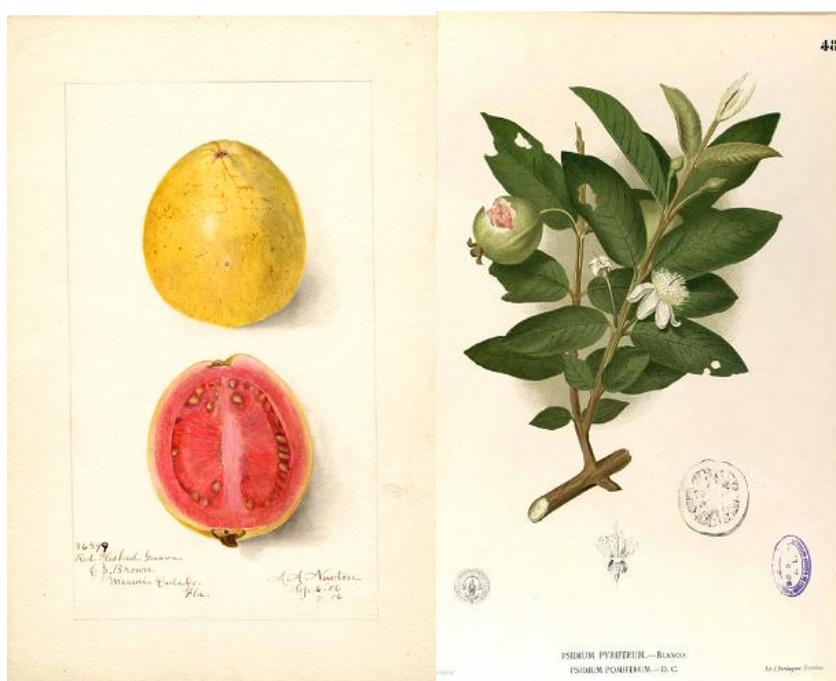


Figura 21: Ilustrações botânicas do fruto da goiaba e das goiabeiras. Fonte:

<https://www.growables.org/information/TropicalFruit/GuavaArt.htm>

“Originária da América Tropical, a goiabeira adapta-se a diferentes condições climáticas. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais” (Araujo apud Souza, Mancin, Melo, 20--?), havendo sua produção concentrada no Sudeste e no Nordeste do país. Logo, produções de artefatos feitos a partir da moldagem de goiabeiras serão melhor desenvolvidas se estiverem em uma região tropical, como as brasileiras acima citadas. A espécie pode dar frutos o ano todo a partir de condições ideais de manejo e irrigação. Existem também variações da goiabeira nativas de outros ecossistemas brasileiros, como é o caso da araça que vem do cerrado e é utilizada para doces e geléias e pode ser uma alternativa em outras regiões.

DADOS TÉCNICOS SOBRE O CULTIVO ADEQUADO DE GOIABEIRAS	
Altitude	De 0 a 1.700 m acima do nível do mar
Temperatura	A faixa ideal esta entre 25° a 30°C, abaixo de 12°C a planta não vegeta
Precipitação Pluviométrica	A quantidade mínima anual não deve ser inferior a 600 mm, sendo que a faixa ideal é de 1000 a 1600 mm anuais
Ecossistema	Nativa da região tropical

Tabela 06: Dados sobre condições ideais para plantio de goiabeiras. Fonte: Wikipedia e Acervo do autor a partir de artigo especializado do SBRT (Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas).

Para além de fatores climáticos, parâmetros agrícolas, como espaçamento entre árvores, sistema de plantio, adubação da terra e sistema de produção implementado, são diretamente relacionados com o tempo necessário para a maturação de um produto bio manufaturado. Isso porque também são inteligências criadas pelo homem para otimizar a cultura com uma determinada espécie. No caso das goiabeiras, seu crescimento ótimo se dá a partir de um espaçamento de 6x7m entre árvores. É também relevante fazer uma análise do solo do local onde será realizada tal atividade produtiva, assim é possível corrigir os nutrientes do solo através de adubação orgânica ou por meio do plantio de outras espécies, de forma a gerar um sistema agroflorestal, plantio consorciado de plantas sem agrotóxicos.

Uma vez projetadas as condições de cultura a serem mantidas para o crescimento das goiabeiras, este deve ser acompanhado através de medições, como por exemplo com um paquímetro, que vai aferir o crescimento da espessura dos galhos durante as fases de produção piloto de um produto, para assim determinar uma taxa de crescimento das peças e apontar para uma estimativa de colheita dos produtos. Essa taxa não deve ser constante, ela varia de árvore para árvore, e suas condições individuais de cultivo, mas é uma média que auxilia no processo de desenvolvimento de uma manufatura baseada no crescimento de plantas.

Após pesquisa mais aprofundada sobre processos de fabricação botânica em goiabeiras, foram identificados experimentos em que goiabeira foi utilizada anteriormente para moldagens de móveis de forma similar ao que foi testado no EV pelo tailandês Nirandr Boonetr. Além de similaridades na aplicação de moldagens feita, foi também escolhida a mesma a espécie para moldar, e desta forma foi possível entender que a decisão de espécie foi acertada. Ela responde a requisitos locais de adaptabilidade por ser uma espécie nativa da região tropical do Brasil, já é

utilizada na marcenaria e artesanato em artefatos que demandam flexibilidade e resistência mecânica do material, é inserida numa agroindústria para a produção de goiabas, fruta amplamente consumida no país.



Figura 22: Arco modelo “longbow” feito a partir de um galho de goiabeira. Fonte: gupo arqueiros artesãos

Nirandr Boonetr começou a experimentar a manipulação e moldagem de árvores em uma goiabeira que ele tinha em casa (treeshappers.net). Seu objetivo era moldar uma estrutura que seus filhos pudessem escalar e brincar. Ao perceber a similaridade da forma que a árvore estava tomando a móveis, Nirandr começou a moldar a goiabeira como uma cadeira. Após três anos de interação com a árvore, a cadeira estava forte o suficiente para sustentar o peso do artesão tailandês, isso o deu confiança para seguir desenvolvendo mais seis peças ao longo de outros 15 anos. Conhecido em Bangkok como “pai de móveis vivos”, ele utilizava prioritariamente goiabeiras e teca para desenvolver seus trabalhos que chegaram a ser expostos em Achi, Japão, na *World Expo 2005*.

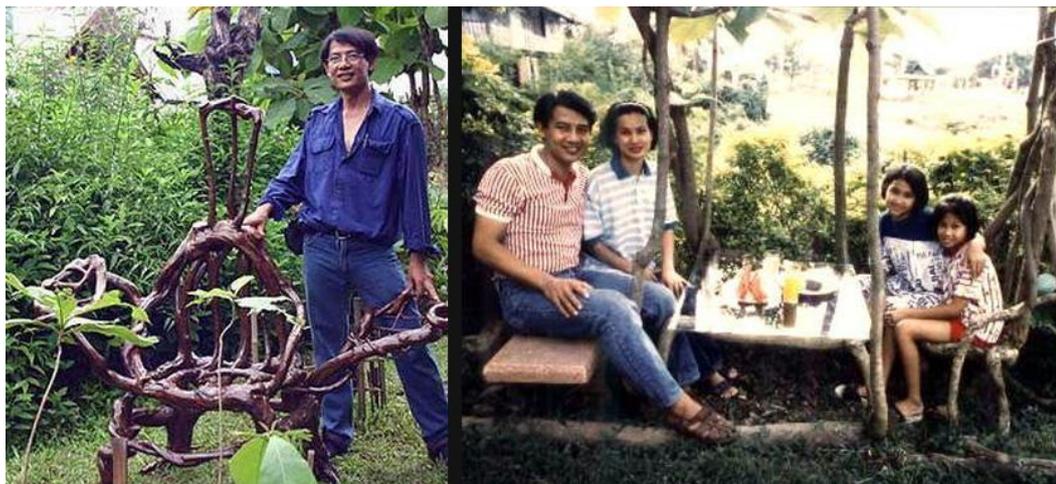


Figura 23: Nirandr Boonetr e seus móveis moldados a partir de goiabeiras em seu jardim.

Fonte:treeshapers.net

A partir dos resultados práticos de moldagem das primeiras peças na faculdade e das informações positivas oriundas de pesquisa acadêmica ao longo do projeto foi decidido seguir com os testes de moldagem nas goiabeiras usando as informações colhidas como conteúdo de suporte.

Como o pesquisador não tinha significativo conhecimento técnico sobre agricultura, plantio de goiabeiras ou manejo, cuidado de pragas e moldagem de plantas, para ultrapassar esta dificuldade foram buscadas informações complementares em diferentes fontes como por exemplo canais de conteúdo direcionado em plataformas de vídeo como o “Youtube”, cartilhas, material didático distribuído por institutos e órgãos de fomento ou material técnico fornecido por órgãos governamentais, como o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Desta forma foi possível absorver conteúdo de diferentes áreas sobre cultivo e trabalho com plantas para experimentar através do cruzamento dessas técnicas a moldagem de galhos.

Tratamento de pragas: Dentre as diversas tarefas e atividades para o desenvolvimento das peças moldadas e do cuidado com as goiabeiras para atingir esse objetivo uma das mais difíceis e desafiado as foi manter constante controle de pragas sobre as plantas. Estas podem ser sinais de que a planta está enfraquecida pelo processo de moldagem ou que está sendo atacada por algum parasita na forma de um inseto ou microorganismo. Em ambos os casos, o tratamento dessas pragas é importante para manter a goiabeira saudável e produtiva. Tratamentos com controle biológico de pestes e repelentes naturais são mais indicados por serem

menos agressivos que a habitual química utilizada, porém nem sempre, sempre são eficientes ou ágeis para prevenir o avanço da praga.

Gavin Munro relata em suas redes sociais na plataforma “*Instagram*” em julho de 2019 a mortandade de cadeiras de freixos (*fraxinus excelsior*) que ele estava “cultivando e moldando (...) por alguns anos, mas chega uma hora que é preciso admitir que esta praga que gera apoplexia no Freixo tem tomado esforço demais. As cadeiras de freixo estão morrendo e outras cadeiras precisam de luz”. Apesar de lamentar a perda de parte de produção, nesta postagem Gavin relata que ter diferentes espécies o que o assegura de não perder toda sua produção de uma vez só a partir de uma praga, variedade de espécies em uma produção pode ser uma estratégia de resiliência.

Durante a pesquisa por exemplo, houve o caso de uma poda que foi muito agressiva, realizada em junho de 2018, para que as goiabeiras tivessem seus nutrientes direcionados para as peças moldadas. A partir de tal poda, as plantas demonstraram enfraquecimento onde os experimentos estão sendo realizados com os objetos moldados, talvez pela não impermeabilização dos cortes durante esse processo.



Figura 24: Foto de árvores de freixo abatidas devido a infestação de pragas na produção de cadeiras de Gavin Munro. Fonte: redes sociais da *Full Grown Future*.

As goiabeiras foram infestadas por pulgões, cochonilhas e formigas, que se aproveitaram da sua baixa imunidade para parasitá-las e conseqüentemente os produtos nos moldes. Desta forma poderia-se entender que manter o bem-estar e o mínimo de manipulação em plantas que já estão sendo moldadas poderia ser um caminho para minimizar os ataques de pragas, mas também que esses métodos pedem cuidados de higiene e assepsia que não foram tomados neste momento da poda, tal como impermeabilização do corte e higienização dos instrumentos utilizados para corte.



Figura 25: Ilustração botânica de algumas pragas que atingem as goiabeiras, à esquerda o fungo da “ferrugem” e à direita insetos parasitários como as formigas e aranhas. Fonte: growables.org

Para tratar dessa infestação, foram testados prioritariamente tratamentos naturais e/ou biológicos por serem mais coerentes com a filosofia e práticas da permacultura, que é um conceito relevante para este projeto, para o Espaços Verdes e os pesquisadores deste projeto. Segue abaixo tabela de tratamentos em teste, porém nenhum dele ainda eficaz aos problemas apresentados pelas plantas.

TABELA DE MAPEAMENTO DE TRAMENTO DE PRAGAS		
Tratamento	Periodicidade	Resultado
Água de fumo	1x por semana	Nenhum resultado aparente
Aplicação de Neem	1x por semana	Redução de formigas e pulgões mas sem eficácia total
Controle Biológico	a ser testado	-

Tabela 07: Tabela de tratamentos para combater pragas realizadas na ESDI ao longo dos meses de junho a setembro de 2018. Fonte: Acervo do autor

O controle biológico foi buscado pelo pesquisador em diferentes empresas brasileiras, como por exemplo a Promip, mas todas relataram não ter produtos já prontos e comprovados para controle de pulgões para goiabeiras. O controle biológico apresenta diversas vantagens sobre agrotóxicos: não deixa resíduos e não

afeta a biodiversidade local incluindo agentes polinizadores, como as abelhas atingindo um alvo específico de forma eficiente.

No caso de pulgões, um dos controles biológicos que se aplicam é a joaninha, que apesar de estar a venda em outros países, como Portugal, não se encontra disponível no Brasil. Sendo assim é indicado plantar espécies complementares que promovam tal controle biológico atraindo joaninhas, como por exemplo endro, gerânios, funcho, coreópsis, angélica, cosmos, tanaceto, cominho, dente-de-leão, coentro, mil-folhas e/ou cenoura. Sem o plantio de tais espécies, mesmo que a joaninha seja obtida ela migrará. Logo de forma a promover um ecossistema que se autorregule pode ser necessário o plantio de um sistema agroflorestal que envolva diferentes espécies.

Esse momento em que as plantas foram contaminadas também foi coincidente de uma queda das visitas de manutenção em decorrência de momentos de escrita. Surge neste momento um questionamento sobre uma possível ligação que se estabelece a partir do contato entre designer e planta. Qual seria a ligação que se estabelece ao longo deste processo de fabricação? Seria tal problema apenas consequente da ausência de cuidados ou haveria algum outro fator que catalisasse esta baixa de produtividade.

Wilma Erlandson cita no livro *“My father talked to trees”* sobre o momento em que seu pai, Axel Erlandson, vendeu suas árvores do Tree Circus para Micheal Bonfante no final de sua vida: “Enquanto meu pai envelhecia ficou progressivamente mais difícil para ele tomar conta de suas árvores e infelizmente ninguém mais sabia como fazê-lo. Após tentar vendê-las por um período considerável, ele finalmente fez a venda em 1963. Logo após sua saúde enfraqueceu rapidamente. Após um ano ele morreu aos 79 anos de idade”.



Figura 26: Aplicação de água de fumo para tratamento de contaminação de pulgões. Fonte: Acervo do autor

Não é possível comprovar ou mensurar se a matéria prima viva tem uma ligação emocional ou energética com o designer, mas pode-se entender que o designer pode ter uma ligação com as plantas com que se trabalha. Desta forma pode-se entender que o designer dentro de uma relação afetuosa com o material que é objeto de trabalho priorizaria utilizar processos não agressivos ou que vão de encontro com o que seria agradável para tais materiais também coautoras do produto em desenvolvimento.

Este ponto é pertinente ser abordado uma vez que podem surgir questionamentos éticos sobre o quão agressivo o processo de moldagem pode ser para uma determinada matéria viva. Apesar do questionamento sobre o quão invasivo é este processo de moldagem, poderia se rebater que a partir da constituição da relação de ação e resposta entre designer e material, cria-se uma relação emocional na qual o projetista busca uma relação empática com o material vivo moldado.

Assim ao entendê-la e posicioná-la como coautora do projeto, é possível encarar que uma baixa imunológica, um galho moldado secando e se tornando

quebradiço ou a queda demasiada de folhas como uma ação da planta ao projeto pelo processo de manejo e moldagem e conseqüentemente no projeto. A adaptação de manejo para as respostas do material vivo de forma a gerar um processo de fabricação menos agressivo e invasivo para seu desenvolvimento seria resultado desse codesign.

Tal experiência de troca com materiais vivos, de ter como espaço de produção uma horta e não um ambiente de chão de fábrica e de vivenciar o objeto projetado como um ser vivo pode ser entendida como uma forma diferente de praticar e vivenciar o design de produto. Os aprendizados colhidos nesse processo são inúmeros, mas sobressalta a mudança de papel do material e do meio ambiente da qual ele faz parte sobre o projeto, se tornando atores ativos a serem considerados para desenvolvimento desta prática. Daí a necessidade de denominar esta forma de projetar de Design Cultivado.

4.3. Moldes e técnicas de moldagem de plantas

A partir da escolha do biomaterial a ser utilizado para o desenvolvimento de um produto, um determinado tipo de molde deverá ser fabricado a partir das necessidades funcionais, estéticas do produto e biológicas do biomaterial. Algo que pode permitir ganho de produtividade é fazer moldes que sejam modulares, sendo cada um uma parte de um produto, e serem utilizados conforme a necessidade ou o estágio do crescimento de uma determinada peça. Desta forma, um número limitado de moldes poderia fazer uma maior quantidade de produtos em diferentes estágios de maturação em uma linha de produção de uma bio manufatura.

A moldagem é realizada através de amarrações e tensionamentos da planta, que se está domesticando em um molde, e este processo pode ser realizado a partir do uso de diversos tipos de materiais para cumprir esta função. Existem alternativas mais sofisticadas, como grampos injetados de plástico com uso de espuma como EVA para proteger a planta de danos ao serem moldadas, até os mais rudimentares, como o uso de barbantes e fitas adesivas próprias para enxertia para fazer tais fixações.

Quando necessário, é possível utilizar de técnicas de moldagem amplamente disseminadas na agricultura, paisagismo, bonsais, arbo esculturas, para realizar a moldagem de forma substitutiva ou complementar ao uso de moldes e amarrações. Tais processos ajudam, por exemplo, a direcionar os nutrientes da planta para a peça sendo produzida, de forma a acelerar este processo ou orientar seu crescimento para os sentidos vertical ou horizontal.

Também são recursos o uso de outras técnicas como a enxertia, garfagem e encostia para soldar galhos de forma a crescerem como um só para proporcionar maior controle da forma e estrutura para a peça final. As espécies têm diferente adaptabilidade a cada uma dessas técnicas e podem não responder bem ao processo dimensionado de moldagem. Cabe, neste momento, aos designers ter uma capacidade de empatia com a planta e observar as suas reações e adaptar seu processo, seja alterando a forma do produto ou o processo de moldagem para responder e praticar codesign com o biomaterial.

Existe também a possibilidade de utilizar técnicas de marcenaria, como encaixes ou colagem, para unir os galhos ainda vivos. No caso de colagens, seria prioritário o uso de materiais biodegradáveis para realizar estes processos, por aumentar sua adaptabilidade com a planta e serem perecíveis ao longo do processo de forma a não gerar resíduos durante o processo de moldagem.

Desenvolver o molde e o processo seria, para os designers, o maior ponto comum aos seus modos de projetar estabelecidos. Seria onde os designers se esforçariam ao máximo para idealizar a forma e como atingi-la a partir de técnicas de moldagem e planejamento dos possíveis caminhos da planta em um molde. Seria necessário pensar em formas de amarração e seus métodos produtivos, de forma que sua produção seja economicamente viável e que não termine por ser agressiva com a espécie selecionada. Por fim, seria também relevante projetar como passar a informação, de forma a capacitar outros para ser mão de obra apta a realizar tais produtos. Desta forma, tal processo deveria ser bem simples e de fácil compreensão.

Os moldes utilizados para as experimentações desta pesquisa foram desenvolvidos a partir de sobras de material disponíveis no campus da escola, devido ao baixo custo envolvido nesta decisão. Grande quantidade de perfis metálicos foi despejada na área do estacionamento próximo ao Espaços Verdes, durante a obra de reforma da pós-graduação. Os pesquisadores viram nos longos

perfis de liga de alumínio a oportunidade de desenvolver moldes iniciais para seus experimentos com baixo custo.

Três primeiros moldes foram montados e amarrados em seus pares com fita *hellerman* para os testes iniciais. As peças foram fixadas também com fita *hellerman* e barbante em galhos longos de goiabeira, que há muito precisavam de poda, e abacateiro disponíveis na escola. Como dito anteriormente, estas são algumas das espécies de árvores frutíferas presentes na Esdi e são as poucas em estágio de amadurecimento para receber tais processos e em local do próprio laboratório.

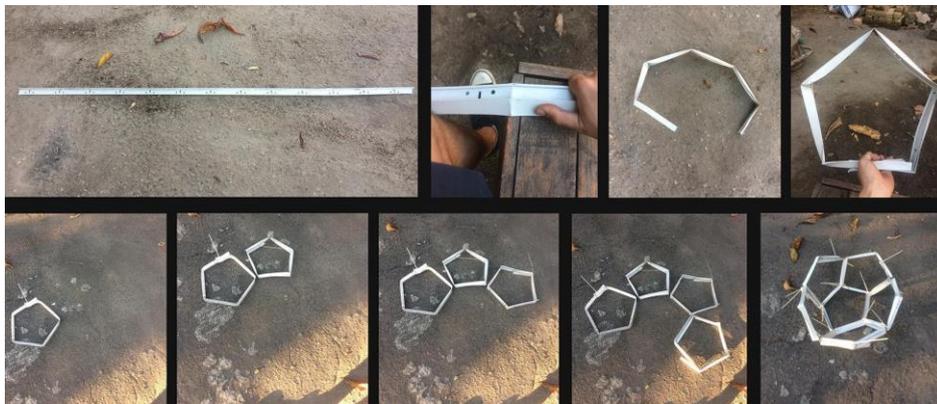


Figura 27: Processo de produção do segundo molde que passou a ser o padrão desenvolvido. Fonte: Acervo do autor.

Foi então desenvolvida uma segunda leva de moldes de um produto que poderia vir a ser a cúpula de uma luminária. Pela maior simplicidade de montagem do molde e pelo menor consumo de material, foi possível fabricar 12 moldes que foram instalados em diferentes pontos das três goiabeiras disponíveis no local. Também foi iniciada a experimentação de moldagem de um objeto de maior porte. Para tal iniciativa foi escolhido utilizar um produto plástico já pronto como molde, devido a questões de viabilidade técnica e financeira. O produto selecionado no caso foi uma cadeira plástica, já quebrada, que seria descartada pelo centro acadêmico. Esta foi modificada com uma base complementar em madeira para aumentar sua altura, e foi instalada numa goiabeira que havia sido cortada e estava se desenvolvendo novamente como arbusto, sendo necessária uma poda para que ela pudesse voltar a crescer adequadamente.



Figura 28. Produção de moldes e sua instalação nas Goiabeiras da Esdi. Fonte: Acervo do autor.

Como o foco desta pesquisa é a prática da fabricação botânica e estudar a relação dos designers neste processo, optou-se por fazer uso de formas simplificadas e geométricas, como o dodecaedro, muito utilizada em domos geométricas e outras similares. Tais formas são amplamente presentes na natureza e fazem parte de um acervo de conhecimentos que compõem a biomimecra. Da escolha de poliedros como base formal para o projeto proposto, o pensamento formal foi minimizado como foco do projeto e o acompanhamento do desenvolvimento da planta no molde pode ser focado.

O palmo do pesquisador foi a unidade de medida da aresta de cada polígono que compõem o poliedro modelado devido à facilidade construtiva para montar um módulo em curto espaço de tempo.

Os moldes se demonstram funcionais sendo contornados pelos ramos de galhos de goiabeira, que vai percorrer todas as arestas da forma até que possam encorpar ao ponto de corte para serem acabados em um produto funcional. Porém eles são pesados e não tem apoio no solo, o que o faria ser menos desgastante para a planta a ser moldada e sofrendo menos estresse devido à ação do vento e intempéries. Para futuras experiências seria desejável reprojeter os moldes.

Ao idealizar o caminho que uma moldagem faria no molde, é relevante que se observe o crescimento de uma planta e tentar projetar o caminho que ela realizaria em um molde de forma a melhor moldar um determinado produto. Por exemplo, ao instalar o modelo de cadeira na ESDI tal questão ainda não havia sido observada, e ele foi instalado no sentido que o produto é utilizado. A goiabeira cresce pelos pés traseiros e se divide no assento de forma a formar os pés frontais e o encosto, nesta forma de moldagem é muito difícil fazer a goiabeira atingir o solo nos pés frontais e

enraize, uma vez que os galhos tendem a crescer e ramificar para cima em direção da luz. No atual momento está sendo aguardado o crescimento dos galhos que formam os pés frontais de forma a amarrá-los para baixo e estimular o enraizamento com hormônio enraizador. Apesar de possível tal medida é muito desgastante tanto para o designer quanto para a planta moldada.



Figura 29: Cadeira moldada na Esdi a partir de resíduos disponíveis na escola moldada de forma ortogonal. Fonte: acervo do autor

Agindo de forma mais econômica, a Full Grown Future planta suas cadeiras de ponta cabeça, uma vez que observando que a árvore faz uma gradativa ramificação em direção ao sol em seu crescimento, Munro propõe que a moldagem se inicie do ponto de menor ramificação para o maior, sendo assim para moldar uma cadeira seria mais fácil começar pelo encosto para depois formar o assento e depois as quatro pernas do produto, sempre promovendo uma continuidade dos galhos do encosto aos pés, de forma a garantir maior resistência do produto e qualidade na moldagem de uma peça.



Figura 30: Diagrama de moldagem de uma cadeira em seus diversos estágios de moldagem da *Full Grown Future* como parte do conteúdo visual de suporte para a *Beijing Horticultural Expo* de 2019 (fonte: Redes sociais *Full Grown Future*)

Como citado anteriormente, cada cultura segue um tipo de técnica de moldagem, e em alguns casos pode ser necessário introduzir uma técnica de moldagem não utilizada em um local. Nesses casos, se colocaria a necessidade de capacitação de mão de obra através de cursos e publicações. Focar em técnicas mais assertivas para serem utilizadas na moldagem de árvores em moldes que já sejam aplicadas no local de produção, uma vez que já tendo sido aplicadas com êxito se demonstram mais eficazes para tais processos produtivos com menor esforço de capacitação local. Essas técnicas, abaixo listadas, são resultantes de análise de uso de técnicas de jardinagem utilizadas em outras práticas do paisagismo e em casos já existentes de bio manufatura.

Enxertia: Processo de soldagem de galhos em diferentes formas e sentidos a partir de processos biológicos da própria planta. Existem diferentes formas de enxertia, como a encostia (soldagem de galhos no mesmo sentido longitudinal). Tais processos de junção de galhos acontece naturalmente em árvores e é um dos principais processos mais utilizados dentro da fruticultura, paisagismo e arboesculturas citadas acima, sendo utilizados para reforçar a estrutura de galhos e da própria árvore, dar forma à árvore e implantar galhos para orientar o crescimento da mesma, ou incentivar a frutificação das árvores.

A realização da encostia foi um dos processos de moldagem mais difíceis de serem colocados em prática durante os experimentos práticos. A falta de habilidade dos pesquisadores neste processo foi um fator dificultador para a realização dos protótipos. Durante entrevista com Gavin Munro, designer e dono da Full Grown Future, este problema foi colocado em discussão. Gavin cita que nunca teve problemas em soldar galhos com as plantas que usa, o salgueiro (willow, em inglês) prioritariamente.

Como apresentado anteriormente, ele imagina, sem nenhuma informação científica, que o comprimento de fibras deve tornar a planta mais suscetível ou não para o processo de encostia. Ele apresentou a hipótese de que árvores com fibras mais longas poderiam ser mais difíceis de permitir um processo de encostia do que plantas de fibra curta, sendo mais fácil nesse último caso o alinhamento das fibras de diferentes galhos de forma que se soldem.



Figura 31: Ilustração representativa do processo de enxertia testado pelos pesquisadores do Espaços Verdes. Fonte: acervo do autor



Figura 32: Encaixe de dois galhos para soldagem a partir do processo de enxertia.
fonte: acervo do autor

Colagens e encaixes de marcenaria: Existe a possibilidade de utilizar técnicas de marcenaria em árvores vivas. Tal uso é em muitos casos aplicado em casos de construção de casas na árvore ou outras interferências do paisagismo para moldar

as plantas de forma não ortodoxa, como uso de pinos e estruturas metálicas, encaixes como rabo de andorinha e cavilhas, raspagem de casca, colagem e selagem a partir de biomateriais, que são alguns exemplos de interferências possíveis de serem realizadas para alcançar fins específicos de uma peça desenvolvida em bio manufatura.

Ao testar a encostia com galhos de goiabeira e falhar, foram também feitos testes de colagem de galhos das goiabeiras da escola. O material selecionado para tais colagens foi o adesivo de resina poliuretana de mamona, biodegradável e inerte uma vez catalisado. Esta cola é também utilizada para outras finalidades, como verniz, impermeabilizante e para peças injetadas para fins hospitalares e foram utilizadas anteriormente pelo pesquisador durante o trabalho da MateriaBrasil (antiga Fibra Design Sustentável) fabricação de artefatos de recursos não madeireiros oriundos da agroindústria.

Este material é rico em propriedades úteis que orientaram sua escolha. A propriedade de ser inerte uma vez catalisado permite que a aplicação da cola não contamine a árvore com substâncias nocivas; a propriedade de adesiva permite unir galhos de forma a resistir o processo de moldagem a longo prazo; a propriedade isolante permite que as junções de galhos sejam protegidas de contaminações biológicas até se curarem; e a propriedade biodegradável permite que a cola seja absorvida pela natureza uma vez que ela não seja mais necessária uma vez o galho já unido.

Desta forma, a falta de know how da equipe do EV em torno do processo de enxertia e encostia necessários para a moldagem das plantas para a realização de peças bio manufaturadas foi contornada de forma paliativa a partir do uso de um material ainda não experimentado por nenhum ator da fabricação botânica pesquisado ou entrevistado.

Dependendo do projeto desenvolvido, é possível usar peças plásticas ou metálicas, de forma que estas se fundam ou sejam absorvidas pela árvore, compondo uma só estrutura. Um exemplo de tal aplicação são as estruturas do *Baubotanik*, que funcionam como estrutura imutável para uso humano e ser absorvido pelos ficus moldados em estruturas arquitetônicas vivas. Tais peças seriam usadas em caso de necessidades funcionais prioritárias e não poderiam ser realizadas somente pelas árvores, como foi o caso do exemplo citado, onde a intenção era ter uma plataforma metálica sustentada por árvores. Assim, a

plataforma foi projetada e está suspensa por árvores crescendo juntas a pilares metálicos. Em algum momento, a árvore e os pilares vão se fundir em uma estrutura que amalgama a bio manufatura e uma produção industrial.

Formas de amarração: De forma a guiar a planta em torno de um molde, é importante amarrar os galhos e contorcê-los para traçar o caminho desejado, mas de forma a não danificar a planta neste processo. Logo, é importante que o molde projetado permita a maior variedade possível de pontos de amarração, sendo assim adaptável às várias possibilidades de crescimento da planta e respostas dela ao processo de moldagem. Os galhos podem ser amarrados ao molde de diferentes formas e com diferentes materiais, mas muitos artistas que atuam com arbo escultura relatam o uso de uma fita adesiva especial para adesivar enxertias para tal uso, isso porque, além da praticidade em seu uso, o material é biodegradável.

Porém, também é possível fazer a moldagem através do tensionamento dos galhos, de forma que não seja necessário um molde. Tal técnica funciona para o caso de plantas de crescimento regular em que fixações seriam aplicadas em pontos específicos do solo ou estrutura próxima à planta, como uma parede a que amarraria e tensionaria.

Durante a prática de moldagem na escola foram utilizados lacres plásticos e amarrações com barbante de algodão para montagem dos moldes, fixação de galhos nos moldes e tensionamento dos mesmos, de forma a guiar a planta para a forma desejada. Uma forma de gerar a união de galhos é amarrá-los juntos, de forma que estes se fundam em uma estrutura mais robusta e resistente.



Figura 33: Lacs plásticos (*fita hellerman*) fixando os galhos entre si e os galhos na estrutura. Fonte: acervo do autor

Tais amarrações e fixações devem ser tensionadas e reguladas a cada manutenção, de forma a manter a moldagem em andamento. Ao mesmo tempo, deve-se ter cuidado para que estas não constriam o galho amarrado, uma vez que este passe a encorpar. O balanço entre tensionamento é importante para moldar a planta, de forma que este processo não seja muito agressivo com a planta e venha a danificá-la.

Manutenção regular: Em toda bibliografia técnica pesquisada é apontada a necessidade de regularidade na manutenção das peças produzidas. Tal manutenção é realizada através de regular verificação do desenvolvimento do biomaterial no molde, eventual tensionamento de galho e enxertia com uso de amarrações e a aplicação de podas, minimização dos efeitos da sazonalidade do crescimento vegetativo através do corte de flores e frutos em fases de floração e frutificação, a fim de direcionar o crescimento da planta, fazer as moldagens e amarrações.

As podas podem ser com função de limpeza para a retirada eventual de ramos doentes, quebrados, secos, praguejados, mal localizados ou inconvenientes, e é realizada sempre que necessário. Mas podem ter também a função de direcionamento de crescimento e nutrientes. Neste caso são realizadas podas agressivas quando grande quantidade de galhos é retirada para concentração de nutrientes onde se deseja priorizar na planta. Esta poda, por ser muito agressiva, deve ser realizada de forma controlada entre uma e, no máximo, duas vezes ao ano. As manutenções de moldagem que envolvem amarrações, tensionamentos e podas leves de galhos indesejáveis nas peças podem ser feitas sempre que necessário, mas, normalmente, é recomendado intervalo de 2 a 3 meses.

Para controlar o crescimento dos protótipos na Esdi foi definida uma periodicidade para o manejo das plantas. Foi definido que semanalmente este seria feito coordenado com a frequência das disciplinas atendidas na escola. Desta forma, as peças foram observadas no EV e os cuidados com as plantas realizado. Este manejo pode ser dividido em: podas para guiar o crescimento da planta a ser realizada de forma espaçada (anualmente ou semestralmente), quando se quer direcionar o crescimento e nutrientes para as peças que estão sendo moldadas e orientar o crescimento de uma árvore; podas de moldagem, realizadas mensalmente junto à amarrações e tensionamentos para moldar o galho sendo trabalhado no molde, de forma a gerar a peça sendo projetada; e, sempre que necessário, encostias, enxertias e colagem de galhos com o objetivo de unir galhos contorcidos, de forma que se fundam provendo estabilidade formal e resistência estrutural para a peça.

Documentação: algo muito importante neste processo, se apresenta como uma forma de manter controle sobre o que foi feito em termos de manutenção nas peças e de se analisar visualmente como foi a sua progressão ao longo do processo de manutenção. Fotografias e fichas de manutenção são uma boa forma de fazer tal controle e acompanhamento, como veremos à frente, no tópico de prática.

Tal documentação auxilia no controle de pragas que podem invadir as espécies em moldagem, uma vez que a planta esteja enfraquecida por algum processo de manejo. Ela ajuda a acompanhar a progressão da infestação e do tratamento, permitindo maior controle deste processo. O tratamento de pragas deve ser feito a partir de sua identificação, sempre priorizando o uso de tratamentos

naturais e de menos impacto ao ambiente local do plantio. Tratamentos de pragas naturais ou tratamentos biológicos seriam a alternativa ideal para esses casos.

Peça projetada para não ser cortada: Existem casos de projetos de bio manufatura em que a peça é feita para ser mantida viva, como no exemplo das seculares pontes khasi ou da *Baubotanik*. O intuito é que o projeto continue se regenerando e se desenvolvendo. E trazendo vantagens funcionais para o produto, construções regenerativas são uma pesquisa relevante no campo da arquitetura, por exemplo.

No caso do design, seria possível imaginar que mobiliários urbanos, brinquedos infantis para praças, mobiliários de jardim e outros pudessem ser realizados com bio manufatura e mantidos vivos, uma vez que a planta viva traz mais durabilidade ao produto final. Os designers Yael Stav e Ezekiel Golan, por exemplo, tem um projeto por meio do qual já desenvolveram dois bancos de praça que estão vivos e em crescimento, de forma que não sejam danificados por intempéries, uma vez que podem se regenerar. Os dois também patentearam um desenvolvimento de biomanufatura a partir de plantas com suas raízes aéreas, estando essas envoltas em composto de nutrientes e podendo ser utilizadas fora da terra, mas ainda sendo mantidas vivas.

Utilizar as plantas vivas é mais um recurso para a arquitetura e o design com resultados obtidos a partir de bio manufatura, em processos em que se pretende que ela cresça e se regenere durante seu uso, o que não concorre com atividades quando a peça é extraída, ressecada e tratada como madeira, tornando-se, assim, mais uma possibilidade para atender a necessidades funcionais que possam surgir durante projeto a partir da aplicação do biodesign.

4.4 Controle do crescimento e tempo de colheita

Uma vez que se está desenvolvendo um projeto de bio manufatura que será colhido, ou seja, que o processo de desenvolvimento vegetativo do biomaterial utilizado será interrompido quando a peça atingir um estágio de maturidade adequado para conclusão da fabricação de um produto, é importante determinar os parâmetros de maturação da planta, para que ela possa ser colhida. Isto é, se o objetivo for a venda do produto extraído e beneficiado, o que nem sempre é o caso.

O primeiro passo seria determinar tais parâmetros, que devem ser idealizados pelos projetistas. Para fazê-lo, é importante cruzar informações de três origens: determinação do volume e massa de material necessários para desenvolver o produto projetado, sendo preferível pensar de forma minimalista, uma vez que volume e massa de um produto seriam diretamente proporcionais ao tempo necessário para a fabricação de um produto; determinação da espessura dos galhos de uma planta necessários para atingir o volume e massa para realização do produto; e, por último, a definição de qual será o resultado estético desejado para o produto a partir de transformações na peça resultante da bio manufatura após sua colheita.

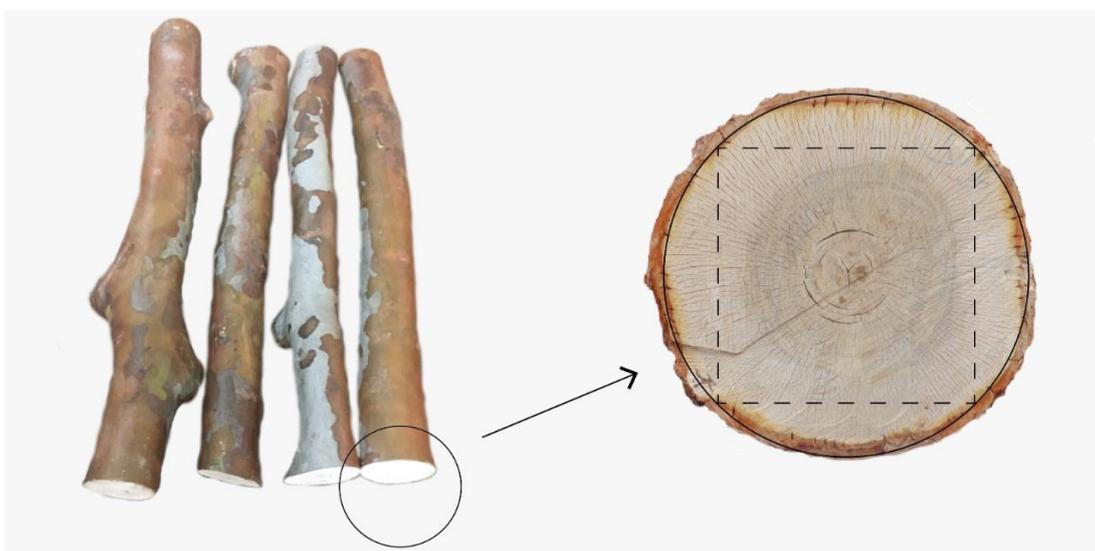


Figura 34: Infográfico demonstrativo da determinação da espessura de um galho in natura ideal para corte a partir de um volume de material final desejado para um produto. Fonte: acervo do autor

A partir do cruzamento dessas informações é possível determinar aspectos visuais e físicos para permitir determinar o momento de maturação da peça. O resultado estético desejado deve ser alcançado através da constante observação da peça, verificando se esta está atendendo um resultado próximo ao desenvolvido nas fases de idealização e reprodução visual do projeto proposto, mas esta análise é subjetiva e depende da opinião dos designers observando seus projetos e da interação resultante com as plantas.

Paralela a esta análise visual de ordem mais subjetiva, poderiam se aplicar análises objetivas, como, por exemplo, a medição da espessura dos galhos. Tal coleta de dados se dá pela medição da espessura do galho, normalmente o mais perto do tronco ou do início da peça em fabricação, e de sua extremidade mais fina,

normalmente no final da moldagem. Quando as duas medidas se aproximarem e a mais fina atingir os parâmetros mínimos para espessura dos galhos, de modo a atender às demandas funcionais, de massa e volume da peça final, ela deveria ser cortada.

Para acompanhar este processo, é relevante medir a espessura dos galhos a partir do uso de um paquímetro ou ferramenta análoga, para caso de espessuras maiores, durante as manutenções realizadas, bem como registrar tais informações nas fichas de controle de manutenção. Dessa forma, seria possível controlar o crescimento das peças de 3 em 3 meses, o que é previsto para ser entre 10-15% do tempo de desenvolvimento de uma peça pequena, como uma luminária, e que permitiria projeções e estimativas de momento de corte a partir dos dados colhidos.

Existem diversos fatores que proporcionam o desenvolvimento das peças fabricadas a partir de bio manufatura, mas o principal é o ecossistema desta cultura. No caso de árvores, este se dará em relação a alguns fatores, como o climático, o sistema agrícola implementado e o manejo das peças durante seu crescimento. Para fazer esta análise, é importante uma pesquisa sobre o material vivo escolhido para ser trabalhado, que é feita durante a fase de escolha da espécie e é um primeiro passo para determinar as melhores condições de cultura, e, assim, estimar o tempo de produção de peças sob condições ideais.

Também é relevante manter constante controle de pragas sobre as plantas, estas podem ser sinais de que a planta está enfraquecida pelo processo de moldagem, ou que está sendo atacada. Em ambos os casos, o tratamento dessas pragas é importante para manter a goiabeira saudável e produtiva, a saúde debilitada poderia também aumentar o tempo de produção das peças.

Uma vez projetadas as condições de cultura a serem mantidas para o crescimento das goiabeiras, este deve ser acompanhado através de medições de paquímetro, que vão aferir o crescimento da espessura dos galhos durante as fases de produção piloto de um produto, para, assim, determinar uma taxa de crescimento das peças e apontar para uma estimativa de colheita dos produtos. Essa taxa não deve ser constante, ela varia de árvore para árvore, e suas condições individuais de cultivo, mas é uma média que auxilia no processo de desenvolvimento de uma manufatura baseada no crescimento de plantas.

Foram desenvolvidos corpos de prova para testes de acabamento e análise de espessura de galho ideais para desenvolver uma determinada peça. Desta forma,

seria possível através dos estudos de galho com acabamento determinar qual deve ser a espessura dos galhos no momento do corte para permitir a fabricação de uma determinada peça com um determinado acabamento.



Figura 35: Poda de árvore sendo seccionada para produção de corpos de prova.

Fonte: acervo do autor

A partir de tal determinação, a espessura dos galhos foi aferida a cada momento de manejo a partir do uso de um paquímetro ou outra ferramenta que permita metrificar a espessura de um sólido cilíndrico como um galho. No momento que o galho atingir a espessura determinada, a peça pode ser extraída para ser manufaturada conforme o projeto desejado.

Ficha de monitoramento Design Plantado													
Data	05/03/2018				Data anterior							Local	Espaços Verdes - ESDI - UERJ - RJ
Identificação	1880	1885	1884	1884	1803	1806	1885	1886	1887				
Mapa no espaço													
Poda na árvore	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Poda em galhos adjacentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Poda na peça em molde	x	x	x	x	x	x							
Amarração de galhos	x	x	x	x	x	x							
Enxertia													
Soldagem													
Colaagem													
Manutenção de colaagens													
Aperço de amarrações	x	x	x	x	x	x							
Retirada de amarrações inúteis	x	x	x	x	x	x							
Diametro máximo													
Diametro mínimo													
Foto Antes													
Foto Depois													
<p>OBS: Se faz necessária poda em toda a árvore, estando esta mais de um ano sem manejo dos galhos e conseqüente direcionamento dos nutrientes da planta. Duas horas não foram suficientes para manejar todas as peças, seriam necessárias 4 horas para tal tarefa. Ficaram pendentes duas luminárias, a cadeira e a poda das peças para concluir este manejo; Trazer paquímetro para medir diâmetros na próxima visita; Comprar tesoura de poda, cadeado, arame e pregos de metal para próxima visita; Fica anotado a relevância da retirada de frutos podres durante a manutenção.</p>													

Figura 37: Ficha de controle de manejo utilizada no desenvolvimento dos protótipos.

Fonte: acervo do autor

O controle dos manejos e manutenções foi registrado através de três formas diferentes: primeiro, todas as peças foram identificadas com lacres numerados, de forma a permitir registrar os processos de moldagem em cada uma; também foram registrados em fotos os processos de manejo com fotos “antes e depois”; por último, foram registrados os processos aplicados em uma ficha de controle de manejo que inclui o mapeamento das peças numeradas na área do Espaços Verdes e análise de espessura das peças em desenvolvimento.

Tal registro se faz necessário para além do controle da produção, mas para entender a efetividade do processo de moldagem proposto, entender o impacto de fatores naturais como insolação na produtividade das peças, entre outros. As peças que estão sendo moldadas na faculdade ainda não percorreram todo o molde e

consequentemente ainda não atingiram espessura para corte, logo segue sendo acompanhadas e manejadas nos espaços verdes da Esdi com o processo descrito acima, porém de forma mais espaçada.

4.5. Da planta para o produto: processos e materiais complementares

Para desenvolver produtos através de bio manufaturas, pode ser necessário o uso de diferentes processos de fabricação e materiais complementares. Tais materiais e processos podem ser aplicados durante o crescimento da planta ou ao longo do processamento dela após sua extração. O que vai determinar quais processos materiais aplicar é o projeto idealizado do produto e seus requisitos funcionais.

Seria possível fazer uso de reforços estruturais com estruturas ou conectores plásticos ou metálicos, de forma que estes se fundam à planta em uma estrutura única; fazer encaixes, acabamentos, tratamentos e outros processos provenientes da marcenaria e aplicados em móveis, decorativos, interiores ou arquitetura; fazer uso de materiais complementares para atingir a funcionalidade ou estética desejada como outros biomateriais, couros, plásticos, metais, madeira e outros; e até fazer uso de tecnologias inovadoras, como o escaneamento 3D da peça e posterior fresagem computadorizada de acordo com projeto digital.

Apesar da escolha do processo e materiais complementares a serem utilizados ser aparentemente definida pelos designers a partir das exigências projetuais apresentadas ao longo do processo de projeto, é importante ressaltar que a definição do caminho processual a seguir deve ser não apenas viável, mas, também, coerente com os valores pregados dentro do biodesign e sustentabilidade. A falta de coerência desta escolha pode enfraquecer a série de significados e ideais transmitidos pelo produto durante sua comunicação, consumo e uso, consequentemente depreciando um dos potenciais que um produto desenvolvido a partir de bio manufatura pode ter.

Para este projeto, foi escolhida a palhinha como material de suporte para as luminárias de goiabeira curvada a partir dos moldes geométricos realizados, devido ao fato de ser um material amplamente utilizada em produtos de madeira no Brasil o

material também orgânico também se integraria positivamente com o projeto proposto.



Figura 37: Representação visual de uma luminária moldada a partir dos moldes utilizados na Esdi com aplicação de palhinha. Fonte: acervo autor

Foi então realizada uma experiência de extração da luminária ainda viva para ser transplantada para um vaso. O processo aplicado foi um conjunto de técnicas aplicadas com cultivo de goiabeiras e bonsai que são utilizadas em alporquias, técnica de multiplicação vegetativa a partir de um galho enraizado ainda na árvore matriz.



Figura 38: Representação visual do galho da goiabeira recém extraído através da alporquia que gera raízes em um galho de uma planta. Fonte: acervo do autor.

Os galhos em que as luminárias estão sendo moldadas receberam um talho que extrai parte da casca revelando o interior dos tecidos da planta. Perto aos cortes é aplicado hormônio enraizador e em seguida a área descoberta é embalada com uma garrafa PET preenchida com um composto de terra e vermiculita (devido à sua capacidade de absorção de água necessária para o enraizamento).



Figura 39: Camadas de embalagem da raiz descoberta a partir da alporquia realizada nos Espaços Verdes da Esdi. Fonte: acervo do autor

A Garrafa PET é bem vedada devido à possibilidade de ataque de pragas como formigas, e coberta para proteger as raízes dos raios UV. Após um mês de crescimento, as raízes tomaram a área da garrafa e a peça foi extraída e transferida para um vaso, para continuar o crescimento. Apesar o procedimento de extração da peça ter sido bem-sucedido, as peças não resistiram devido a um conjunto de fatores: hidratação abaixo das necessidades devido à menor frequência do pesquisador aos Espaços Verdes da ESDI; galho já era muito longo e demandava de mais energia que a raiz recém transplantada poderia suprir; momento de muita chuva e pouca luminosidade que também não foram propícios para o transplante.

Ao final, foi resultante a forma não concluída do galho seco, porém já contornado em grande parte da forma dos moldes demonstrando a possibilidade da planta ser moldada mesmo sem ainda ter amadurecido. Talvez fosse mais adequado, se o interesse é moldar a planta em um vaso, fazer a alporquia em apenas um galho que fosse amadurecer e, já no vaso fosse moldado, como prática Christopher Cattle, na Inglaterra, com seus conjuntos de vasos vendidos junto a moldes e mudas.

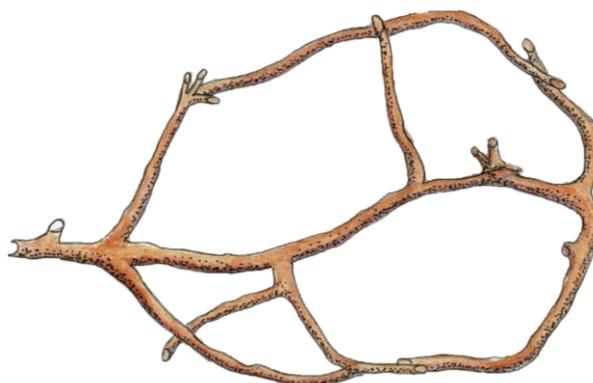


Figura 40: Representação visual do galho seco moldado da goiabeira resultante do processo de moldagem. Fonte: Acervo do autor

Apesar da tentativa de transplante ser mau sucedida, ainda restaram outras oito luminárias instaladas nas goiabeiras da escola e seguem amadurecendo e sendo moldadas, porém, devido a invasões de moradores de rua das calçadas da Lapa, a direção da escola autorizou um corte nas plantas do Espaços Verdes pela equipe de manutenção da escola, que resultou no abate de outras duas luminárias em crescimento. Sendo assim, ao final deste projeto, foi perdida metade das peças inicialmente plantadas, tendo outras quatro luminárias e uma cadeira ainda em crescimento.



Figura 41: Foto das luminárias sendo moldadas recém transplantadas para vasos nos Espaços Verdes da Esdi/Uerj. Fonte: acervo do autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desta dissertação, uma primeira conclusão que se pode tomar é que o tempo necessário para o desenvolvimento de um produto através da fabricação botânica é maior do que o tempo de uma pesquisa de mestrado. Desta forma, conclusões finais sobre os produtos fabricados não podem ser tomadas com precisão. Pode-se, porém, relatar e falar sobre os aprendizados, sobre o processo, e como a sua prática permite vivenciar a teoria abordada no capítulo teórico.

O mapeamento do campo da fabricação botânica, abordado na introdução da pesquisa, promoveu conteúdo base para o desenvolvimento da prática realizada no projeto, bem como conteúdo para análise de resultados da prática, de forma a gerar aprendizado relatado nestas considerações finais.

As diferentes formas de relacionamento entre práticas de moldagem de plantas em processos agrícolas e o design promoveram entendimento de quais os praticantes seriam referências diretas para o projeto, e quais poderiam ser entendidos como referências diretas para o projeto, e quais promoveram ensinamentos e técnicas que ajudaram a compor o acervo de técnicas aplicadas na prática.

Também foi proveitosa a pesquisa sobre a espécie utilizada, de forma que foi possível entender como aplicá-la como biomaterial e quais as dificuldades de manejo, de forma a promover pontos que podem ser testados e aprimorados em futuros experimentos, como a aplicação de alporquias, enxertias e colagens, além da moldagem dos produtos a partir da ramificação das árvores, como é o caso da moldagem de cadeiras de Gavin Munro e sua aplicação de moldes desmontáveis e modulares, leves e que apoiados no chão de forma a serem menos desgastantes para as plantas moldadas, diferentes dos atuais moldes que pesam e causam *stress* às árvores com a ação de intempéries.

Também é um aprendizado desta pesquisa o entendimento que o processo de projeto não se resume apenas a aspectos formais e funcionais de um produto mas, também, ao processo de lidar com um material vivo como co autor de um projeto e, ainda, de todo um ecossistema no qual ele se insere, de forma que o sistema de produção botânica passa também a envolver os pássaros que comem os frutos das árvores e fertilizam o solo, as joaninhas que fazem controle de pragas

como o pulgões e que, por sua vez, servem de alimento para esses pássaros, ou até mesmo as plantas utilizadas para atrair tais joaninhas, como cenouras e endro, que podem ser utilizadas como alimento pela população local ou fonte de renda auxiliar para o agricultor.

Tal atuação dos designers no ecossistema em volta da fabricação botânica é ainda mais acentuada quando se produz o produto no ambiente urbano, onde outros atores humanos e instituições acabam se envolvendo e agindo sobre a produção. No caso da produção na universidade, os moradores de rua, agentes de segurança e direção da escola, dentre outros, estão diretamente envolvidos no sucesso do projeto em execução, de forma que, talvez, ações de alimentação, conscientização e trabalho social com moradores do entorno fossem necessárias para o bom andamento do projeto no local estudado ou, ainda, um maior diálogo junto à nova direção sobre a pesquisa que ocorria no local.

A prática da correspondência proposta por Tim Ingold pode ser um caminho para lidar com essa multiplicidade de atores de projeto que participam do codesign de uma prática produtiva que está por vir. Saber como ouvir, interpretar e agir em resposta aos acontecimentos decorrentes das forças em jogo em um projeto proposto aponta como um caminho para o desenvolvimento de projetos de fabricação botânica e de uma construção de futuro coletivo para uma era humana mais integrada com o meio ambiente, o Chtuluceno.

Tal objetivo poderia ser atingido com uma atuação de design regenerativo, comprometido em moldar um mundo com recursos e oportunidades ambientais mantidos e compatíveis com o mesmo que recebemos de nossos antepassados. Desenvolvimento de produtos “ctônicos”, resultantes do amálgama da ação do ser humano com processos biológicos junto a materiais convencionais de produto, podem ser um caminho para atingir um mundo em que a ação desenvolvimentista humana possa agir de forma regenerativa no meio ambiente, uma vez que, para o desenvolvimento de uma peça, pode ser necessário o desenvolvimento de um sistema agroflorestal que considere todo um ecossistema a sua volta.

O resultado de tal prática são produtos únicos que tem um caráter de exclusividade grande, o que é um aspecto de desejo relevante no mercado de luxo do design. O tempo de fabricação de um produto acaba sendo visto como mais um ponto de extravagância que o mercado de luxo vê como um atrativo de mercado, de

forma que tais questões proporcionam entrada de mercado para tais técnicas hoje com bastante visibilidade no mercado do design.

Apesar de considerar que o mercado do design tem seus modismos que caminham com o tempo, a fabricação botânica e o biodesign são práticas ainda iniciantes, que apontam para o que pode vir a ser uma nova forma de projeto e de fabricação de produtos que provavelmente vai evoluir e se adaptar junto ao design como todo aos modismos da sociedade moderna de consumo.

A prática de paisagismo e arbo escultura como um serviço ou consultorias para jardinagem; a fabricação de produtos moldados, colhidos e tratados; a moldagem de plantas para serem utilizadas ainda vivas como estruturas urbanas ou mobiliários que se regeneram no tempo ou *kits* de plantio doméstico com vasos, moldes e mudam podem ser formas de inserir tais práticas no mercado, de forma a apontar para novas formas de praticar o design cultivado.

Ao final, esta pesquisa se propõe a ser um mais um esforço para o desenvolvimento do biodesign e se coloca como o início de um processo investigativo do pesquisador em futuros projetos acadêmicos, bem como outras relações do design com a biologia e a agricultura como formas de gerar pesquisa na direção de um mundo mais em sintonia com o meio ambiente e os processos naturais.

REFERÊNCIAS

ANASTASSAKIS, Zoy. Interventions, speculations and correspondences between design and anthropology in the city: a carioca experience. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Escola Superior de Desenho Industrial, 2014.

ARAÚJO, Marcos A. P. e OLIVEIRA, Ruben C. F. Design Rural, ESDI/ Núcleo editorial da ESDI, 1979.

ARBOSMITH <<http://www.arborsmith.com/>>

ARCHDAILY<<https://www.archdaily.com.br/br/777514/baubotanik-um-sistema-construtivo-inspirado-na-botanica-que-cria-estruturas-vivas/56295b20e58ece22ae000010-baubotanik-the-botanically-inspired-design-system-that-creates-living-buildings-photo>>

ATLASOBSCURA<<https://www.atlasobscura.com/places/chair-grew>>

BAUBOTANIK <www.baubotanik.org>

BIZ, Pedro; COSTA, Diego; THEMOTEO, Pedro; SOARES, Flavia; ANASTASSAKIS, Zoy, SZANIECKI, Barbara. Design micelial: uma proposta para agricultura urbana a partir dos projetos do Laboratório Espaços Verdes da ESDI/UERJ, Rio de Janeiro, 2018.

BRUYN, Gerd de. Baubotanik. Disponível em: <<https://www.baubotanik.org>>. Acesso em 30/08/2017.

CARDOSO, Rafael. Design para um Mundo Complexo. Cosacnaify, 2012.

COCA COLA DO BRASIL <<https://www.cocacolabrasil.com.br/historias/familia-capixaba-vira-referencia-na-producao-de-goiaba-e-alia-geracao-de-renda-a-boas-praticas-de-plantio>>.

COUNTRYFILE<<http://www.countryfile.com/countryside/top-ten-british-mazes>>

DIANA SCHERER <<http://dianascherer.nl/photography/dutch-design-week-transnatural/>>.

DEZEEN <<https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>>.

DUNNE, Anthony; RABY, Fiona; Speculative everything : design, fiction, and social dreaming. Massachusetts Institute of Technology, 2013.

FLICKR <<https://www.flickr.com/photos/oledoe/3575465857/>>

FRUITMOLD <<https://www.fruitmould.com/product/molded-gourd>>

FULL GROWN FUTURE <<https://fullgrown.co.uk/>>

GROWN FUTURE <grown-furniture.co.uk>

GUNN, Wendy; OTTO, Tom; SMITH, Rachel Charlotte, Design Anthropology - Theory and Practice. Londres, 2013.

HARAWAY, Donna J. Anthropocene, Capitalocene, Chthulucene: Staying with the Trouble, University of Minnesota, Open transcript, 2014.

HARAWAY, Donna J. Staying with the trouble. Durham: Duke University Press, 2016.

INGOLD, Tim. "On human correspondence". In: Journal of the Royal Anthropological Institute. n. 23, 2016.

INGOLD, Tim. Being Alive. Londres: Routledge, 2011.

INGOLD, Tim. Making: Anthropology, archaeology, art and architecture. Londres: Routledge, 2013.

IN HABITAT <inhabitat.com>

INSTAGRAM <<https://www.instagram.com/fullgrownfutureuk/>>

LENZ, André L. O Cultivo e o Enxerto na Videira. Disponível em <<http://sereisumasocarne.blogspot.it/2012/06/o-cultivo-e-o-enxerto-na-videira.html>>. Acesso em 29/2017.

LINK, Tracey, Arborsculpture. University of California, 2008.

MACARTHUR, Fundação Ellen. TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY 2: Opportunities for the consumer goods sector. Ellen Macarthur Foundation, 2013.

MANZINI, Ezio. Design, When Everybody Designs: An Introduction to Design for Social Innovation. Cambridge: The MIT Press, 2015.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O desenvolvimento de produtos sustentáveis. São Paulo: EdUSP, 2002.

MATERIAL DISTRICT <<https://materialdistrict.com/article/full-grown-growing-furniture/>>.

MUNRO, Gavin. Full Grown About. Disponível em <<http://fullgrown.co.uk/about/>>. Acesso em 16/08/2017.

MYERS, William. Bio design. New York: Thames & Hudson, 2012.

OLIVEIRA, Fernando A.; CAMPOS, Jorge Lucio. O design responsável de Victor Papanek. Disponível em: <http://www.agitprop.com.br/?pag=ensaios_det&id=103&titulo=ensaios> Acesso em 30/07/2019.

ORANGE <<http://dame-licorne.pagesperso-orange.fr/VERSION%20courte/18%20-%20le%20peintre.htm>>

PAPANEK, Victor. Design for the Real World: Human ecology and Social Change. New York: Thames & Hudson, 1971.

POOKTRE <<http://pooktre.com/>>.

REBOOTINNOVATION<<https://www.rebootinnovation.com/single-post/2016/12/16/Bringing-Social-Innovation-to-Life-through-Design>>

RIETVELDACADEMIE DESIGNBLOG
<<http://designblog.rietveldacademie.nl/?p=10314>>

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS <<http://sbrt.ibict.br/>>

SIBLOMA <<http://sibloma.ru/landshaftnyj-dizajn/zhivaya-izgorod-na-dache-svoimi-rukami-posadka-uxod-strizhka-kak-vyrastit>>

SILVA, Simone Rodrigues da. Propagação de árvores frutíferas. Piracicaba: USP, ESALQ, Casa do Produtor Rural, 2011.

TERRAL. Aprenda as técnicas para a propagação vegetativa de plantas Disponível em: <<http://terral.agr.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=56>>. Acesso em 30/08/2017.

THEMOTEO, Pedro; COSTA, Diego; BIZ, Pedro. Design plantado: questões para desenvolvimento do método. In: Anais do SPGD 2017. Rio de Janeiro: PPDESDI, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/SPGD_2017/62469-DESIGN-PLANTADO--QUESTOES-PARA-DESENVOLVIMENTO-DO-METODO>. Acesso em: 03/04/2018 01:55.

TREEHUGGER<<https://www.treehugger.com/culture/axel-erlandsons-living-tree-sculptures.html>>

TREESHAPERS <<http://treeshapers.net/>>.

TSING, Lowenhaupt; BUBANDT, Nils, GAN, Elaine, SWANSON, Anne. Arts of Living on a Damaged Planet: Ghosts and Monsters of the Anthropocene. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2017.

VALLANGI, Neelima. India's amazing living root bridges. BBC. Disponível em: <<http://www.bbc.com/travel/story/20150218-indias-amazing-living-root-bridges>>. Acesso em 03/08/17.

VIVAFLORESTA <<http://www.vivafloresta.org/o-bonsai-de-390-anos-que-sobreviveu-a-bomba-atmica-de-hiroshima/>>