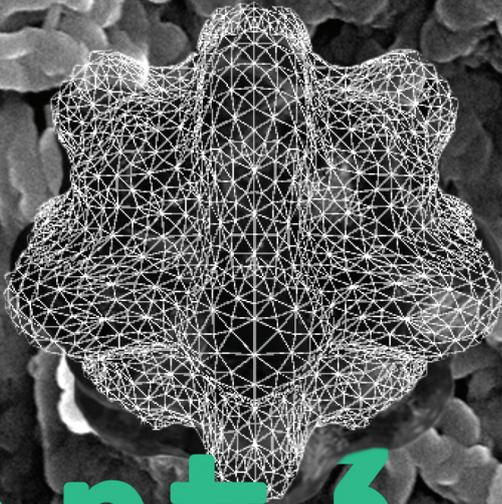
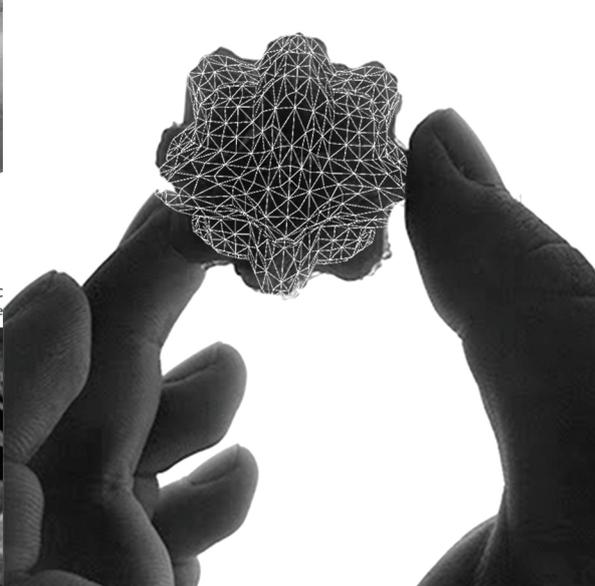


<4rt3_ NATUREZA>



```
prote  
IMP  
REB  
PAR  
}  
  
Contr  
  
RShap  
RPoint  
  
publi  
calcu  
  
float  
para  
float  
  
prote  
prote  
  
prote  
rebob  
prote  
prote  
prote  
prote  
retra  
prote  
final  
segun  
publi  
serial!  
public leitorPlanta leitor ;  
serial!  
public GeradorCirculo controladorC  
public TradutorGcode tradutorGcode  
//###
```



```
//Met  
public  
this  
  
if  
del  
Inst  
public  
//cons  
//###  
  
//  
//  
//  
de  
//dd  
Str  
void e  
//fund  
//###  
private final int PASSOEFBOBINA = -100;
```

A
R
E

T

E

Artur Cabral Reis

<4rt3_natureza>
2020

Orientação
Prof. Dra. Suzete Venturelli



Universidade de Brasília
Instituto de Artes
Programa de Pós-Graduação em Arte (PPGAV)

ARTUR CABRAL REIS

<4RT3_NATUREZA>

Brasília
2020

ARTUR CABRAL REIS

<4RT3_NATUREZA>

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Artes.

Linha de pesquisa: Arte e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Suzete Venturelli.

Brasília
2020

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Suzete Venturelli
Universidade de Brasília / Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Gilberto dos Santos Prado
Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Antenor Ferreira Corrêa
Universidade de Brasília

SUPLENTES

Prof. Dr. Cleomar Rocha
Universidade Federal de Goiás / Universidade de Brasília

Prof. Dr. Milton Terumitsu Sogabe
Universidade Anhembi Morumbi

RESUMO

O projeto prático-teórico busca entender como sistemas artificiais computacionais hibridizados com vida orgânica contribuem para a criação de novas possibilidades estéticas no contexto da arte computacional. Mediante uma abordagem transdisciplinar entre Arte Computacional, Design e Ciência biológica, empregamos a metodologia baseada em *serendipity* para o desenvolvimento de obras artísticas. Essa metodologia designa a importância do acaso nas invenções e descobertas científicas, tecnológicas e poéticas. A presente dissertação divide-se em três seções. A primeira seção, “Arte e Natureza: alteridade da obra (contrastes, distinção e diferença)”, apresenta um breve histórico da relação entre arte e natureza. A segunda seção intitulada “Ecologia Híbrida: zona de integração de método criativo sensível”, explora conceitos fundamentais sobre redes e arte computacional que perpassam a minha poética como artista, embasados principalmente nos pensamentos de Suzete Venturelli. A terceira seção, denominada “Metacriações Artísticas”, discorre sobre a criação de dispositivos computacionais em interface com vidas orgânicas como metacriações, a partir da perspectiva de Mitchell Whitelaw, e revela os conceitos que inspiram a concepção das obras de arte computacional aqui apresentadas. Nesse sentido, este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de obras artísticas que envolvem algoritmos evolutivos e sistemas de vidas artificiais em interface com a vida orgânica, bem como a sincronia na relação da prática artística, experimentações e reflexões teóricas acerca da vida orgânica e computacional, buscando envolver a arte na relação entre organismos naturais e artificiais em favor de uma coexistência entre o artificial e o natural.

Palavras-chave: Arte computacional; Algoritmos evolutivos; Natureza-tecnologia; Ecologia híbrida.

ABSTRACT

This practical-theoretical project seeks to understand how artificial computer systems hybridized with organic life contribute to the creation of new aesthetic possibilities in the context of computational art. Through a transdisciplinary approach involving Computational Art, Design and Biological Science, the serendipity-based methodology is used in this art work development process. This methodology designates the importance of chance in scientific, technological and poetic inventions and discoveries. This dissertation is divided into three sections, the first section, "Art and Nature: Otherness of the Work (Contrasts, Distinction and Difference)", presents a brief history of the relationship between art and nature. In the second section, entitled "Hybrid Ecology: Sensitive Creative Method Integration Zone", I explore fundamental concepts about networks and computational art that permeate my poetics as an artist, based mainly on the thoughts of Suzete Venturelli. The third section, entitled "Metacreations in the Creative Process," discusses the creation of computational devices that interface with organic lives as metacreations, from Mitchell Whitelaw's perspective, and reveals concepts that inspire the conception of computational works of art herein presented. In this regard, this work presents the process of development of artistic works involving evolutionary algorithms and artificial life systems in interface with organic life, as well as the synchrony in the relation of artistic practice, experiments and theoretical reflections about organic and computational life, seeking to involve art in the relationship between natural and artificial organisms in favor of the coexistence of the artificial and the natural.

Keywords: Computational Art; Evolutionary algorithms; Nature-technology; Hybrid ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - ROSA BOSOM em competição Alternative Miss World de Andrew Logan (1985)	15
Figura 2 - Fotografia da pintura “ <i>Butterfly Landscape (The Great Masturbator in a Surrealist Landscape with D.N.A.)</i> ” (1957)	17
Figura 3 - Fotografia de Edward Steichen da instalação Delphiniums (1936)	18
Figura 4 - <i>A Semi-Living Worry Doll H</i> do coletivo Tissue Culture & Art Project (2000)	20
Figura 5 - Fotografia instalação <i>Ultra-Nature</i> de Miguel Chevalier (2005)	23
Figura 6 - Exemplos de aplicação do algoritmo Perlin Noise	24
Figura 7 - Frame da animação Stanley & Stella in Breaking the Ice “(1987)	25
Figura 8 - Fotografia da instalação Genetic Images (1991)	29
Figura 9 - <i>A-Volve de Sommerer/ Mignonneau</i> (1993)	31
Figura 10 - Frame do vídeo sobre a instalação <i>Interactive Plant Growing</i> (1992)	32
Figura 11 - Fotografia da obra <i>Amoreiras</i> (2010).....	35
Figura 12 - <i>Cyberflor</i> : Exposição #3Retina - Museu Nacional da República, Brasília (2018)	36
Figura 13 - Captura da tela dos softwares de teste da obra <i>Cyberflor</i> (2018)	37
Figura 14 - Exemplo de impressões resultantes dos dados oriundos da <i>Cyberflor</i> (2018)	38
Figura 15 - Exemplo de padrões gerados a partir do Jogo da Vida de Conway ..	41
Figura 16 - Obra <i>EVO_CIRCUITO</i> : Exposição SIIMI, Argentina (2019).....	43
Figura 17 - Construção do DNA computacional (2019)	44
Figura 18 - Processo de crossing-over (2019).....	44
Figura 19 - Projeto da instalação <i>Flores de Plástico Não Morrem</i> (2019).....	46
Figura 20 - Impressões das flores de plástico geradas a partir dos sinais de resistência galvânica das plantas e instalação exibida na exposição EmMeio#11 - Universidade de Lisboa, Portugal (2019)	47
Figura 21 - Diagrama da Regras 90 (2019)	49
Figura 22 - Protótipos da flor de plástico (2019)	50

Figura 23 - <i>AR_IPÊFEITO</i> (2019)	54
Figura 24 - Visão remota do MediaLab durante o Hiperorgânicos (2018)	58
Figura 25 - Biblioteca viva / Internet das plantas (2019)	69
Figura 26 - Sistema de monitoramento de sensores (2019).....	70
Figura 27 - Fotografia da primeira colônia de férias do MediaLab/UnB (2019).....	71
Figura 28 - Fotografia obra <i>F-ORCHIS</i> (2018)	73
Figura 29 - Frame obra <i>IP3_AMARELO</i> (2018)	82
Figura 30 - Fotografia do projeto OneTrees	84
Figura 31 - Fotografia <i>IP3_AMARELO</i> na exposição Hiperfluxo - Vocês Não Viram Nada Ainda na galeria Decurators - Brasília (2019)	88
Figura 32 - Fotografia Instalação <i>Flores de Plástico não Morrem</i> na exposição Bio O Quê - Espaço Oscar Niemeyer, Brasília (2019).....	89
Figura 33 - Fotografia <i>F-ORCHIS</i> em funcionamento na exposição EmMeio#10 - Museu Nacional da República, Brasília (2019).....	90
Figura 34 - Fotografia detalhe <i>Flores de Plástico não Morrem</i> (2019).....	91

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
SEÇÃO 1 ARTE E NATUREZA: ALTERIDADE DA OBRA (CONTRASTES, DISTINÇÃO E DIFERENÇA)	13
1.1 A VIDA E A ARTE: ORIGENS E PARADIGMAS	13
1.2 BIOARTE: A CRIAÇÃO E MANIPULAÇÃO DA VIDA NA ARTE	16
1.3 IN-DEFINIÇÕES DE VIDA E SUAS CARACTERÍSTICAS SIMULADAS	21
1.4 A VIDA ARTIFICIAL E SISTEMAS COMPLEXOS	26
1.4.1 Caracterização e gênese	26
1.4.2 Algoritmos evolutivos e vida artificial no contexto da arte computacional	28
1.5 A OBRA <i>CYBERFLOR</i> : ARTE COMPUTACIONAL MEDIADA NA NATUREZA.....	33
SEÇÃO 2 ECOLOGIA HÍBRIDA: ZONA DE INTEGRAÇÃO DE MÉTODO CRIATIVO SENSÍVEL	40
2.1 ALGORITMOS DE VIDA ARTIFICIAL: SOBRE A METODOLOGIA DE CRIAÇÃO	40
2.1.1 Algoritmos genéticos e a obra <i>Evo_circuito</i>	42
2.1.2 A obra <i>Flores de Plástico Não Morrem</i> e os algoritmos Autômatos celulares	45
2.2 A REDE E A INTERNET DA BIOSFERA: CONEXÕES DO INTERSTÍCIO DA MATÉRIA A VIDA	51
2.3 COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA NAS OBRAS DE ARTE COMPUTACIONAL, INTERAÇÃO ENDÓGENA E HÍBRIDOS BIOLÓGICOS/MAQUÍNICOS	54
2.4 RELAÇÕES INTEGRADAS ENTRE ARTE, DESIGN E CÓDIGO: PROCESSO E TÉCNICA	59
2.4.1 A arte computacional e suas interfaces com a computação e o design ..	59
2.4.2 Código e algoritmos como prática poética e imaginativa	64
2.4.3 Uma prática “indisciplinada” no MediaLab/UnB	67

2.5 A OBRA <i>F-ORCHIS</i> : UM HÍBRIDO NA ARTE COMPUTACIONAL E DESDOBRAMENTOS DE EXPERIMENTOS ARTÍSTICOS ENTRE PLANTAS E MÁQUINAS.....	72
SEÇÃO 3 METACRIAÇÕES ARTÍSTICAS	76
3.1 A-LIFE: CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIDA ARTIFICIAL COMO METACRIAÇÃO.....	76
3.2 CYBERNATURAL E <i>IP3_AMARELO</i> : REFLEXÕES SOBRE A POSSIBILIDADE DE COEXISTÊNCIA ENTRE A VIDA-NATUREZA E A VIDA-MÁQUINA.....	80
3.3 <4RT3_NATUREZA>: MOTIVAÇÃO E POÉTICA.....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	96
APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE <i>EVO_CIRCUITO</i>	104
APÊNDICE B - CÓDIGO FONTE <i>FLORES DE PLÁSTICO NÃO MORREM</i>	109
APÊNDICE C - CÓDIGO FONTE <i>F-ORCHIS</i>	113
APÊNDICE D - CÓDIGO FONTE <i>IP3_AMARELO</i>	121

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa, intitulada <4RT3_NATUREZA>, busca entender como híbridos entre sistemas computacionais evolutivos e vida orgânica contribuem para a criação de novas possibilidades estéticas no contexto da arte computacional, uma vez que os processos que envolvem algoritmos evolutivos são de certa forma autônomos, autopoieticos e, no diálogo com formas naturais de vida, apresentam resultados emergentes e produzem uma complexidade derivada das diversas camadas de significados e funções sistêmicas atuantes em sinergia.

Nesse sentido, a pesquisa prática e teórica tem como objetivo o desenvolvimento de obras artísticas que utilizam algoritmos evolutivos e sistemas de vidas artificiais em interação com vidas orgânicas, mediadas por sistemas de rede. A pesquisa busca, ainda, aprofundar estudos sobre a criação de vida artificial no contexto da arte computacional, visando proporcionar uma experiência estética na abordagem transdisciplinar entre Arte Computacional, Ciência biológica e Design.

A pesquisa poética pretende envolver a arte na relação entre organismos naturais e artificiais computacionais, para discutir a coexistência entre o artificial e o natural, que tem como fundamento o pensamento não antropocêntrico, onde expandimos nossa consciência para além dos sistemas biológicos que envolvem na arte o dualismo natural x artificial. A pesquisa, nesse sentido, fomenta poeticamente a valorização dos atores/sujeitos que estendem a cooperação e a responsabilidade da ação, no contexto da arte, com todos os outros tipos de objetos.

Os objetivos específicos da pesquisa são: analisar o uso de algoritmos evolutivos por meio da prática artística para criação de vidas artificiais¹ em obras de arte computacional; explorar no contexto da arte a relação vida e vida artificial quanto à perspectiva de interação máquina-vida; analisar por meio da bibliografia selecionada obras realizadas por artistas; estabelecer algumas características estéticas e design de algoritmos de ambientes virtuais e vidas artificiais; investigar, mediante a nossa prática artística, a estética resultante desses processos emergentes e evolutivos.

¹ Entende-se por artificial aquilo que vem à existência e persiste mediante a criação humana, o termo é datado do século XV e tem sua origem etimológica no latim *ARTIFICIALIS*, “relativo à arte ou ao ofício”. BUNGE, M. Dicionário de Filosofia. Tradução de Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectivas, 2002. (Coleção Big Bang).

A metodologia da pesquisa envolveu primeiramente levantamento bibliográfico atual sobre o assunto, que está pautado na leitura crítica de teóricos que investigam os fenômenos da estética computacional e emergência como Suzete Venturelli e Lúcia Santaella. Paralelamente, no que concerne a reflexão referente às práticas artísticas que envolvem vidas artificiais, recorreremos aos escritos do cientista Christopher Langton, estudamos as propostas de Daniel López del Rincón e nos valemos ainda das ideias dos artistas Mitchell Whitelaw e Nell Tenhaaf. A noção de hiperorganismo, proposta pelo pesquisador e artista Guto Nóbrega, foi extremamente importante para elucidação teórica da pesquisa, bem como a contribuição do entendimento de rede por parte do escritor e pesquisador Massimo Di Felice. Citamos ainda a contribuição dos filósofos Bruno Latour, Peter Sloterdijk, Graham Harman, Francisco Varela e Humberto Maturana, que foram indispensáveis para as propostas artísticas que serão descritas no decorrer do texto. No contexto da produção artística, analisamos e ressaltamos a importância de obras de arte computacional que se relacionam com vida e natureza, como os trabalhos de Gilberto Prado e Eduardo Kac, além de Christa Sommerer, Laurent Mignonneau, Natalie Jeremijenko, Miguel Chevalier e Karl Sims.

A partir dessas referências teóricas e artísticas concebemos uma noção de natureza e artifício que perpassa a nossa poética e interesse conceitual, e serão apresentadas no transcorrer do texto dissertativo.

No que tangencia a práxis poética, esclarecemos que aplicamos o método transdisciplinar, envolvendo a relação arte, ciência e tecnologia, sobreposta pelo modelo projetual, oriundo da prática em design, o método D.I.Y. e o conceito *serendipity*, o qual designa a importância do acaso nas invenções e descobertas, científicas, tecnológicas e artísticas. É importante destacar que esse último conceito representa nesta pesquisa a maneira de relacionar arte, ciência e tecnologia na era pós-biológica.

A pesquisa parte do pressuposto de que, com os avanços biotecnológicos e computacionais, a nossa noção de vida e natureza, e também o binário mundo factível e mundo informacional, têm sido questionados e reavaliados em várias áreas de pensamento na contemporaneidade. Nesse sentido, estas noções estão articuladas com a ideia de simulação das características dos seres vivos, e com projetos poéticos que buscam envolver a arte na relação entre organismos naturais

e artificiais computacionais na procura de uma coexistência entre o artificial e o natural.

A dissertação, no contexto da sua estrutura, divide-se em três seções: a primeira seção, “Arte e Natureza: alteridade da obra (contrastes, distinção e diferença)”, apresenta um breve histórico da relação entre arte e natureza, mediante os avanços computacionais e biotecnológicos dos processos encontrados na natureza até a própria manipulação da vida. E simultaneamente indica como essa investigação teórica imbrica-se com minha práxis artística.

A segunda seção, intitulada “Ecologia Híbrida: zona de integração de método criativo sensível”, explora conceitos fundamentais que perpassam a minha poética, a qual surgiu em sincronia na relação da prática artística, experimentações e reflexões teóricas a respeito da hibridização e da criação de ecologias constituídas por sistemas biológicos e maquínicos.

A terceira seção, denominada “Metacriações Artísticas”, discorre sobre a criação de dispositivos computacionais emergentes, auto-organizados e autopoieticos como metacriações, materializados por intermédio dos trabalhos artísticos descritos nas seções anteriores, os quais além de sugerir questões no diálogo da relação organismos naturais e artificiais, propõem-se também a explicitar a agência dos sistemas não-humanos na dinâmica da biosfera.

Ressaltamos, ainda, que os trabalhos que desenvolvemos no MediaLab/UnB, buscam aprofundar estudos sobre a relação biológico-maquínico, por meio de uma pesquisa prática-teórica-poética, para tentar responder questões como: a arte computacional contribui para pensar o futuro da relação natureza, arte e tecnologia? Qual é a estética resultante desses encontros? Como o artista tem dividido sua atuação com agentes não-humanos, na confluência da máquina e da natureza?

A pesquisa pretende contribuir, na esférica simbólica, com o equilíbrio entre os múltiplos seres da biosfera, orgânicos ou maquínicos, com os quais possuímos uma dependência mútua no campo das emaranhadas redes que compõem o universo, intensificando o papel da arte e seu imaginário na prospecção artística em especular sobre as direções futuras das tecnologias e a nossa relação com o meio circundante.

SEÇÃO 1 | Arte e Natureza: alteridade da obra (contrastes, distinção e diferença)

Esta seção apresenta um breve histórico da relação entre arte e natureza, com um recorte que abrange desde a tentativa de reproduzir o mundo de forma fidedigna por intermédio das imagens fotográficas, perpassando pelas formas de simulação mediante os avanços computacionais e biotecnológicos dos processos encontrados na natureza até a própria manipulação da vida. Paralelamente, indica como essa investigação teórica imbrica-se com a práxis, no contexto da minha produção artística.

1.1 A vida e a arte: Origens e paradigmas

Os interesses e preocupações que assolam a prática artística nos dias atuais são circunscritos por um longo trajeto espaço-temporal da atividade artística e do pensamento humano. O resgate histórico nos permite atribuir valor às distintas manifestações não previsíveis do universo, e, ao revisitar estas manifestações temos a possibilidade de criar uma coerência entre esses eventos assíncronos. Se observarmos a história da tradição artística, veremos que em um certo momento a arte procurou se aproximar de uma representação realista do mundo natural. Com a evolução das tintas, dos instrumentos como pincéis e formões, e o advento de aparelho ópticos, como a câmera escura, os artistas buscavam reproduzir de forma mais fidedigna o mundo que estavam observando.

Ainda no renascimento, presenciamos o ressurgimento das máquinas com aparências antropomórficas e zoomórficas, os chamados autômatos. Por meio de processos mecânicos e pneumáticos, marionetes com aspectos realistas ganhavam movimento, estas máquinas obedeciam a instruções planejadas por artistas, que por vezes ocupavam-se também das profissões de engenheiro, carpinteiro ou relojoeiro. Animar estes objetos de certa forma era também dotá-los de autonomia, ainda que estes seguissem automaticamente um procedimento maquinal em resposta a instruções pré-determinadas.

Inúmeros autômatos foram fabricados no século XVI, em grande parte pelos ourives nas Cidades Imperiais Livres da Europa Central. Essas máquinas tinham por função enfeitar grandes sistemas de relógios, e com o tempo acabaram alocados em

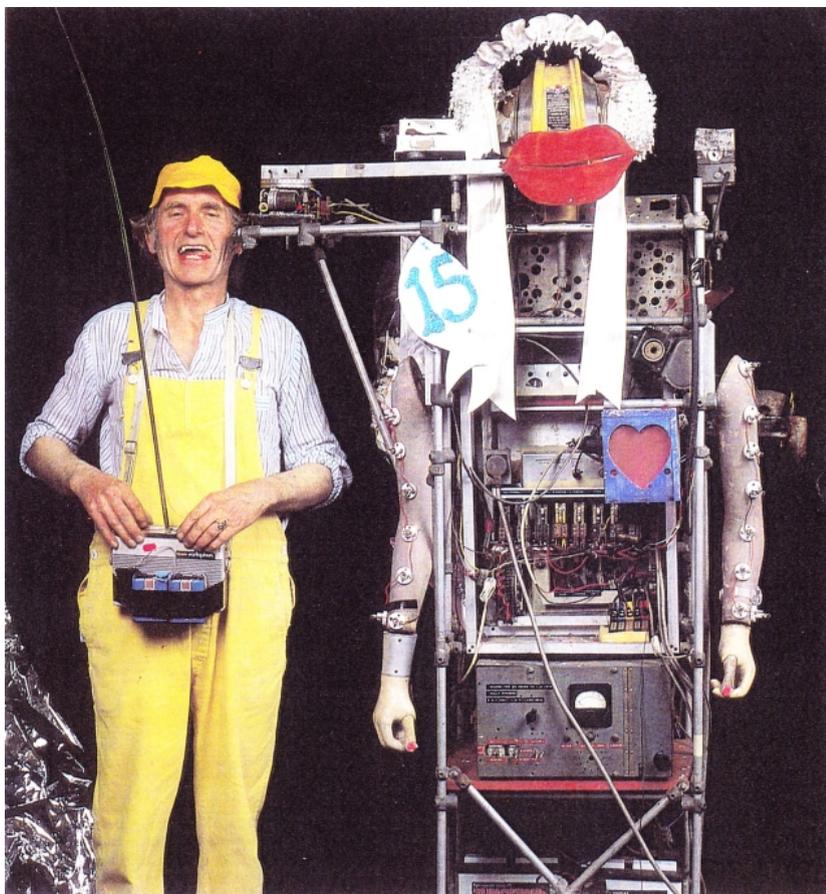
gabinetes de curiosidades, em virtude das suas individualidades de caráter excêntrico (MARR, 2004).

Entretanto, apenas com o advento da câmera fotográfica, no século XIX, foi possível obter-se um índice de uma paisagem, artefato ou ser vivo, por meio de processos técnicos de registro, uma vez que a fotografia é um registro de fato do objeto em um tempo-espaço específico. Considerando que, mediante a imobilidade dos objetos frente às lentes da câmera, um registro luminoso é capturado em um suporte preparado com químicos fotossensíveis, podemos considerar esse processo como a inauguração, segundo Susan Sontag (1983), da transformação do mundo em imagem.

Na década de 1960, tivemos uma notável expansão e difusão das tecnologias elétricas e eletrônicas, fato que impulsionou as pesquisas em cibernética. Os estudos envolvendo cibernética foram um veículo importante para a aproximação de artistas, pesquisadores e engenheiros interessados em sistemas de controle, regulação e comunicação nos seres vivos e nas máquinas.

Nesse contexto, começaram a emergir projetos artísticos que uniam arte, eletrônica e robótica, aproximando os objetos poéticos da autonomia maquínica e por consequência do estado de “vivo”. Como marco dessa aproximação na perspectiva histórica da arte, temos a exposição *Cybernetic Serendipity* (1968), com curadoria da escritora e crítica de arte Jasia Reichardt. A exposição foi exibida inicialmente no Instituto de Artes Contemporâneas de Londres, na Inglaterra, e reunia diversos trabalhos que atuavam como uma ponte entre tecnociência e arte. Como exemplo, podemos citar o robô humanóide ROSA BOSOM (1965), produzido pelo artista Bruce Lacey, que foi premiado no concurso *Alternative Miss World* de 1985.

Figura 1 - ROSA BOSOM em competição Alternative Miss World de Andrew Logan (1985)



Fonte: Site Cyberneticzoo.²

Segundo Jack Burnham (1968), é estimulante perceber que, coletivamente, durante um certo período, criou-se um impulso artístico motivado pela busca de produzir obras “vivas”, transpassando técnicas e correntes de pensamentos. O escultor e autor Jack Burnham, em seu livro *Beyond Modern Sculpture: The Effects of Science and Technology on the Sculpture of this Century* (1968), tenta fazer uma reavaliação da história da escultura moderna sob os aspectos das novas tecnologias, nos propondo um trajeto da busca da arte de simular a vida. Ele tende a mostrar, como itinerário, inicialmente as esculturas gregas idealizadas, seguidas pelos autômatos, pela arte cinética e, finalmente, pela arte robótica e do ciborgue. Burnham previu que no futuro, ou seja, nos tempos atuais, ocorreria a possibilidade de criarem-se obras com características cada vez mais semelhantes às dos seres

² Disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/robots/1965-rosa-bosom-bruce-lacey-british/>> Acesso em: 12 de agosto de 2019.

vivos, por intermédio da evolução da computação, que viabilizou a concepção de vidas artificiais constituídas de silício.

Ainda que, posteriormente, Rosalind Krauss (1977) tenha denunciado o pensamento de Burnham como uma análise de um mundo tecnocrático e sistemático, as projeções do autor sobre a probabilidade de, em um tempo próximo, existirem esculturas que se aproximem das características encontradas na vida, se fazem presentes na produção de artistas. Ou seja, os artistas, por meio de sistemas que simulam processos orgânicos, propõem novas formas de interação entre obra de arte e observador.

Porém, um aspecto que Burnham não imaginou foi a velocidade em que se desenvolveram as tecnologias de simulações de vidas naturais. Ou seja, diante do avanço da indústria de manipulação genética, oferece-se ao artista a possibilidade de estender sua criação para o mundo natural, criando formas biológicas participantes de um ecossistema orgânico. Tampouco Burnham poderia ter a clareza das discussões e controvérsias que esse tipo de manifestação artística causaria na ciência, na teoria da arte e no cotidiano da sociedade, desenhando não só uma vida como poderia ser, no caso das vidas artificiais, mas também influenciando a própria vida como ela é.

1.2 Bioarte: A criação e manipulação da vida na arte

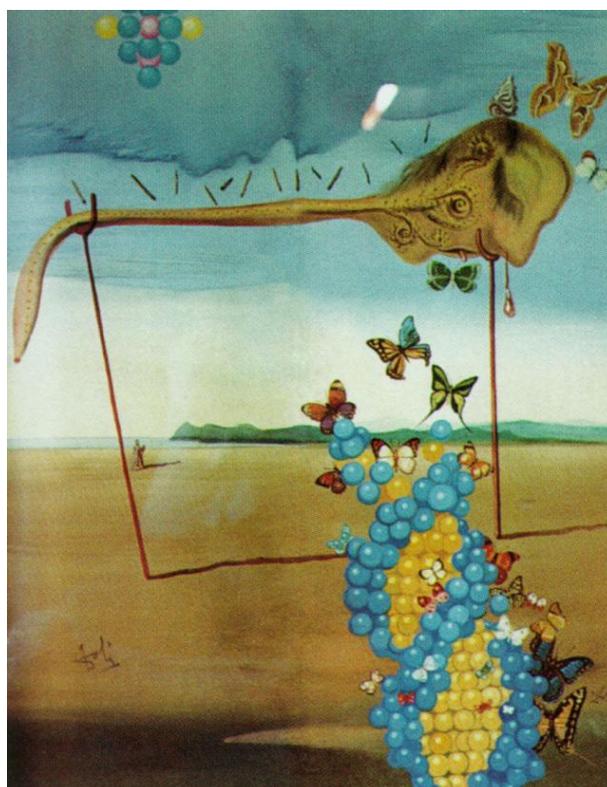
Nas últimas décadas são evidentes as transformações que presenciamos no campo das ciências biológicas e suas tecnologias, impulsionadas principalmente pelos avanços da computação e suas interfaces com as outras áreas de conhecimento. Muitos artistas têm percebido a potencialidade da apropriação dessas novas tecnologias no campo das artes, as quais possibilitam simulações e manipulações da vida. Ademais, coloca em discussão a delimitação das fronteiras entre o vivo e o não-vivo, desestabilizando o conceito de vida e natureza.

Esse campo de atuação artística foi denominado, por Eduardo Kac, como bioarte, e apesar do termo ser recente, a aproximação da arte com a natureza e com a vida é bem anterior. Contudo, essa relação tem se intensificado, dando origem a novos caminhos e possibilidades para o interstício vida-arte. A emergência dessas possibilidades e caminhos está fortemente atrelada aos avanços na viabilidade de novos materiais e técnicas como insumos para a criação artística, inclusive com a

transmutação de objetos desmaterializados, como a informação e seus agrupamentos (dados), em matéria.

O pesquisador Daniel López del Rincón (2015) propõe, sob uma ótica histórica, uma classificação da bioarte em quatro períodos. O primeiro refere-se aos trabalhos que inauguram os diálogos da arte com os avanços das ciências ligadas à vida. Rincón ainda faz uma distinção entre duas categorias de trabalhos, a primeira refere-se às obras que usam a natureza e a biologia como temática (biotemática) e a segunda está relacionada às obras que usam a vida como próprio meio e material (biomedial). No conjunto de trabalhos com uma abordagem biotemática, Rincón elenca algumas pinturas do pintor Salvador Dalí, como a *"Butterfly Landscape (The Great Masturbator in a Surrealist Landscape with D.N.A.)"* (1957) e a *"Galacidalacidesoxyribonucleicacid"* (1963), as quais são influenciadas em sua temática pelos avanços da biologia molecular e pela descoberta do ácido desoxirribonucleico (ADN).

Figura 2 - Fotografia da pintura "Butterfly Landscape (The Great Masturbator in a Surrealist Landscape with D.N.A.)" (1957)



Fonte: Site art-Dali.³

³ Disponível em: <http://art-dali.com/1950_70.html>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

Por outro lado, dentro da segunda categoria, encontramos obras como a instalação *Delphiniums Blue* (1936), na qual o artista e fotógrafo Edward Steichen usa a própria vida como meio e suporte da sua poética (biomedial).

Nessa instalação, apresentada na exposição "*Steichen Delphiniums*" no Museu de Arte Moderna de Nova York, Steichen (1936) exibiu flores vivas e singularmente modificadas, oriundas de um processo de seleção artificial realizado em sua fazenda, na região de Connecticut. Como floricultor, Steichen (1960) chegou a conceber uma nova espécie de flores oriunda da mistura de outras espécies e intitulada, por ele, de Carl Sandburg, em homenagem ao seu amigo poeta e autor vencedor de Prêmio Nobel. Dentro de um registro histórico da arte, esse trabalho talvez tenha sido a primeira obra em que se relacionam biotecnologia e arte, usando a própria vida como meio artístico (RINCÓN, 2015).

Figura 3 - Fotografia de Edward Steichen da instalação *Delphiniums* (1936)



Fonte: Site Moma.⁴

De acordo com Rincón (2015), dentro do grande sistema da arte, após os trabalhos de Steichen e Salvador Dalí, a relação entre arte, natureza e tecnologia não fica tão evidente até meados dos anos 1970. Porém, para o autor, nesse período de estiagem a ficção científica e os quadrinhos alimentaram o imaginário coletivo tecnocientífico, por meio da especulação das possibilidades e implicações

⁴ Disponível em:

<https://www.moma.org/explore/inside_out/2011/03/08/edward-steichen-archive-delphiniums-blue-and-white-and-pink-too/>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

que os avanços biotecnológicos e computacionais poderiam trazer. Como exemplo, citamos a popular série norte americana de quadrinhos X-men (1963), publicada pela Marvel Comics, na qual os protagonistas possuem superpoderes surgidos de uma mutação genética.

A partir dos anos 1980, artistas trocam seus ateliês por laboratórios, como os artistas George Gessert (1985) e Joe Davis (1986) que se aproximaram da universidade em razão dos seus interesses em manipular organismos vivos e fazer o uso da biologia molecular e do código genético como mídia e suporte da sua produção artística. Nesse mesmo período surgem artistas computacionais entusiasmados com os progressos da biocomputação. Por exemplo, a artista e professora Nell Tenhaaf (1989) recorreu às novas tecnologias computacionais para abordar temáticas como feminismo, vida e biotecnologia. Rincón (2015) considera esse grupo como os primeiros artistas essencialmente ligados à bioarte, e classifica-os como integrantes de um segundo período da bioarte.

Com o avivamento do vínculo entre tecnologia, natureza e arte, ocorre uma amplificação de possibilidades no pensar a biologia e a biotecnologia a partir de ponto de vista humanístico, no contexto na ciência, por intermédio da arte.

Nos anos 1990 inicia-se a uma terceira geração da bioarte, e uma segunda geração de artistas influenciados pelas descobertas no campo da genética. Artistas, cientistas e outros agentes que atuavam na intersecção entre biologia, arte e tecnologia se articulam de uma forma organizada e institucionalizada para discutir o novo paradigma emergente dos avanços da biotecnologia, baseado no desenvolvimento de um conjunto de tecnologias genéticas e na adoção de técnicas para manipulação de genes. Essa institucionalização foi amparada principalmente pelo instituto cultural austríaco “Ars Electronica” e pela revista norte americana “Leonardo” do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

Questões ligadas à genética se tornaram mais recorrentes nas obras deste período, influenciadas principalmente pelo “Projeto Genoma Humano” (1990 - 2003) e sua perspectiva de desvendar o ADN (DNA), assim como, compreendê-lo como linguagem. Desde então, progressivamente, mais artistas e coletivos recorrem à manipulação da vida e do biológico como material artístico, pois trazem consigo várias reflexões éticas e filosóficas sobre a dicotomia vida-morte e natural-artificial, explicitadas nas produções de artistas como Marta de Menezes (1999), Eduardo Kac (2000) e o coletivo Tissue Culture & Art (2000).

Nesse contexto, a arte genética e a bioarte começam a se articular com a vida artificial mediante simulações computacionais de sistemas biológicos. Observa-se esta articulação no trabalho de artistas multimídia e pesquisadores como Christa Sommerer e Laurent Mignonneau (1993), em particular a obra *A-volve*, sobre a qual falaremos mais tarde.

Na divisão de Rincón, no início do século XXI, temos então o surgimento da quarta fase da bioarte, que foi marcada pela aglutinação de produções acadêmicas, congressos, seminários e exposições sobre a temática, constituindo-se assim em uma área de pesquisa e prática artística reconhecida dentro das universidades.

Ainda incluída na classificação da bioarte, proposta por Rincón, há também uma divisão de categoria nas obras de bioarte agrupadas como obras “secas” e obras “úmidas”. Entende-se que obras “secas” têm como característica o uso de materiais “não vivos” como tintas, ferro e madeira. Já as obras “úmidas” referem-se ao emprego de materiais orgânicos e “vivos” na prática artística, como a instalação e o objeto “*A Semi-Living Worry Doll H*” do coletivo *Tissue Culture & Art Project* (2000), onde bio tecidos dão origem a *Muñecas quitapena*.

Figura 4 - *A Semi-Living Worry Doll H* do coletivo *Tissue Culture & Art Project* (2000)



Fonte: Site The Tissue Culture and Art Project.⁵

⁵ Disponível em: <<http://lab.anhb.uwa.edu.au/tca/semi-living-worry-dolls/>> Acesso em 12 de agosto de 2019.

Mesmo entendendo a importância de todo o histórico da bioarte, analisada por Rincón, escolhemos concentrar nossos estudos na produção da segunda geração de artistas da bioarte, principalmente na aproximação que se estabelece com a arte computacional e interativa, na qual percebe-se uma ambiguidade de categorização de criação na área, ainda que Rincón enquadre-os como obra de bioarte considerada "seca", pois recebem o silício como principal matéria-prima. Nesse sentido, esses trabalhos possuem características orgânicas e dinâmicas próprias da bioarte "úmida". Posteriormente, a professora e pesquisadora Lúcia Santaella (2003) também agrega ao termo bioarte outras experiências que envolvem emergência computacional, algoritmos genéticos e redes neurais que simulam processos biológicos e estimulam a convergência da vida artificial para a vida.

1.3 In-definições de vida e suas características simuladas

Apesar de ter sido amplamente investigado em diversas áreas do conhecimento como filosofia, biologia e arte, o conceito de vida ainda permanece com definições ambíguas e controversas. No que concerne a discussão a respeito do conceito de vida, se imbrica outra discussão pertinente a respeito do conceito e entendimento sobre a natureza e os artificios.

A palavra natureza por definição é um termo controverso, o professor e pesquisador Irineu Tamaio (2002), analisou alguns discursos e concepções acerca da natureza. O autor dividiu-os em: 1. romântica (visão dualista (homem x natureza), entendendo a natureza como "harmônica, enaltecida, maravilhosa, com equilíbrio e beleza estética, algo belo e ético" (p.43); 2. "dualística", que é interpretada de forma utilitarista, entendendo a natureza como um recurso de vida e de recursos para a sobrevivência humana, cuja leitura é antropocêntrica, pois entende a natureza como uma "máquina inteligente e infalível" e "naturalista"; 3. a visão dualista, que faz uma categorização do mundo em tudo aquilo que o humano fez ou modificou (artifícios) e tudo aquilo que o ser humano não tocou ainda (as matas e animais); 4. o pensamento "socioambiental", que possui abordagem histórico-cultural, e busca uma religação do humano à natureza, tendo também o ser humano como responsável pelo desequilíbrio ambiental.

As definições e limitações do conceito de natureza, em que todas tomam como ponto de partida a relação da natureza com o ser humano, quase sempre por

uma ótica antropocêntrica, colocam o humano ora como oposto à natureza, ora como um super agente atuante desse sistema que o envolve. A arte, por sua vez, tem, de certa forma, questionado e desequilibrado as limitações e definições do que é a natureza. Aqui acredito haver potencial para dismantelar, ou ao menos perturbar, a dualística do orgânico e não orgânico.

Apesar do debate sobre o conceito de vida ser um tema que me intrigue, eu, enquanto artista, não estou interessado em buscar um conceito ou delimitação do que é ou não vida, atento para não cair na armadilha de entender a vida como um sistema antropomorfizado, consentindo com um pensamento tecnocrático e antropocêntrico.

Assim como outros artistas, o que interessa para esta pesquisa são essencialmente as qualidades e características dos seres vivos (autopoiesis, auto-organização, emergência, autonomia, desenvolvimento, reprodução, adaptação e evolução). Principalmente a possibilidade de gerar processos dinâmicos e interativos a partir da produção de artefatos que evoluam ao longo do tempo em sinergia com seus ambientes e como estes objetos podem se relacionar com outros sistemas orgânicos. No entanto, entendo que mesmo de forma indireta, envolvo-me no diálogo sobre as definições e limitações do que é artificial e do que pode abarcar o rótulo “natureza”.

No contexto histórico, na interseção entre a arte e computação, é comum encontrarmos trabalhos artísticos motivados pela complexidade do mundo natural, que utilizam sistemas complexos como ferramenta de construção de pesquisas e experimentações, ou seja, obras com um grande número de interagentes, os quais exibem comportamentos emergentes e auto-organizados (MICHELL, 2009). O trabalho *Ultra-Nature* (2005) do artista Miguel Chevalier, por exemplo, que já provoca algumas discussões no próprio título, usa algoritmos computacionais complexos, os quais, em interação com interagentes humanos, provocam a emergência de elementos inesperados que dão origem a um jardim imprevisível. Esse processo de emergência observado na natureza, dentro da teoria de sistemas complexos e não previsíveis, pode ser definido como movimento das regras de nível baixo para a sofisticação em um nível mais alto (STEVEN, 2003). Ou seja, a partir de interações endógenas em um sistema de multiagentes auto-organizados, emerge um comportamento complexo e “inteligente”, no sentido evolutivo. Nessa lógica, o comportamento emerge de baixo para cima (*bottom-up*) e o feedback entre os

agentes do sistema desempenha um papel fundamental, fomentando a emergência de um comportamento complexo autocoordenado ao invés do caos desordenado, apontando para um nível superior de organização.

Figura 5 - Fotografia instalação Ultra-Nature de Miguel Chevalier (2005)



Fonte: Site Miguel Chevalier.⁶

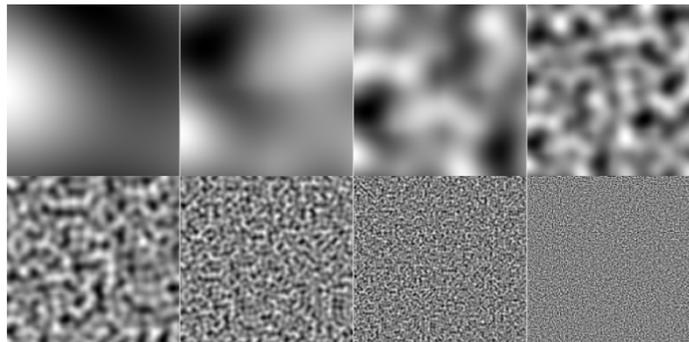
Dada a evolução da computação na contemporaneidade, mediante as interpretações e investigações a respeito dos fenômenos emergentes no mundo natural (organismos vivos, colônias de seres, cidades, etc.), efetivou-se a possibilidade de reproduzirmos e simularmos estas eventualidades do mundo orgânico. Mesmo que motivada pela arte, a computação desde os anos 1980 tem se ocupado em estudar os comportamentos percebidos em organismos naturais, através de simulações. A ponto de encontramos pesquisas como as dos cientistas e professores Craig Reynolds (1986) e Ken Perlin (1982), as quais se empenham em projetar algoritmos de computação gráfica bioinspirados.

Ken Perlin, professor e pesquisador da área de computação gráfica, desenvolveu um algoritmo gerador de ruídos, desenvolvido originalmente para o filme *Tron* (1982). O intuito da função computacional era de gerar texturas procedurais elaboradas com caráter orgânico. O ruído projetado por Perlin evoca qualidades naturais de textura, sendo largamente utilizado em computação gráfica na indústria do cinema, a fim de simular texturas como nuvens, paisagens além de texturas realistas padronizadas, como o mármore, por exemplo (SHIFFMAN, 2012).

⁶ Disponível em: <<http://www.miguel-chevalier.com/en/ultra-nature-4>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

Este trabalho rendeu a Perlin o reconhecimento da indústria de computação gráfica, sendo vencedor do prêmio Oscar em 1997, na categoria de realização técnica.

Figura 6 - Exemplos de aplicação do algoritmo Perlin Noise



Fonte: Site Medium.⁷

Craig Reynolds, em 1986, contribuiu com as pesquisas ao criar um modelo computacional de movimento coordenado de animais, como o trajeto de bandos de pássaros e cardumes. O algoritmo é baseado na geometria computacional tridimensional, que já havia sido implementada em um nível mais simples dentro de animações e desenhos assistidos por computador. O algoritmo de simulação de rebanho ou *flock*, como é chamado na computação, foi batizado por Reynolds de Boids. O algoritmo de Craig tornou-se um exemplo didático de emergência na computação, visto que fornecia uma simulação de comportamento global complexo dos vários agentes a partir de interações mediadas por regras locais simples (REYNOLDS, 2001). Como experimento, Reynolds fez curta-metragem de animação em conjunto com a equipe da Divisão de Gráficos da Symbolics e da Whitney/Demos Productions chamado de “Stanley & Stella in Breaking the Ice” (1987).

⁷ Disponível em:

<<https://medium.com/100-days-of-algorithms/day-88-perlin-noise-96d23158a44c>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

Figura 7 - Frame da animação Stanley & Stella in Breaking the Ice “(1987)



Fonte: YouTube.⁸

Como mencionado, as descobertas no campo da biologia sobre evolução, reprodução e adaptação operaram como um impulso, permitindo-nos desenhar algoritmos cada vez mais complexos, os quais simulam o mundo natural. Estes algoritmos serviram de inspiração em vários trabalhos no contexto da arte computacional e bioarte, aproximando progressivamente os componentes “secos”, como circuitos e eletrônicos, de organismos naturais.

No entanto, um conceito que confunde e tensiona gradativamente a aproximação de sistemas computacionais de sistemas vivos é a noção de autopoiese. O termo foi desenvolvido pelos biólogos chilenos Maturana e Varela (2002) para referir-se à habilidade que somente os sistemas vivos possuem, a de se auto-produzirem por meio de processos organizacionais fechados, nos quais os seres produzem a si mesmos em domínios de interação com o meio.

Maturana e Varela definem autopoiese como:

[...] rede de produções de componentes, que resulta fechada sobre si mesma, porque os componentes que produz a constituem ao gerar as próprias dinâmicas de produção que a produziram e ao determinar sua extensão como um ente circunscrito. (MATURANA e VARELA, 2002, p. 15).

No âmbito computacional, essa compreensão é aplicada na criação de ambientes virtuais, compostos por agentes auto-organizados ou redes neurais que

⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pbFEQv259yw>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

apresentaram comportamento orgânico, como transdução, evolução e aprendizagem, suscitando algoritmos capazes de autoproduzirem ou automodificarem seus códigos, manifestando assim comportamentos novos e originais (WILSON, 2002). Essa aproximação de um comportamento similar ao de um sistema vivo, por meio de métodos computacionais, é uma característica das chamadas vidas artificiais.

1.4 A vida artificial e sistemas complexos

1.4.1 Caracterização e gênese

Vida Artificial por definição é um campo de pesquisa que tem como objeto o estudo da “vida natural”, através da simulação de fenômenos biológicos por meio de algoritmos computacionais. O termo Vida Artificial foi empregado pela primeira vez em 1987 durante um congresso no Novo México que discutiu “Síntese e simulação de sistemas vivos” (LANGTON, 1989).

O campo da Vida Artificial é frequentemente questionado por alguns autores, (EMMECHE, 1994) dado que para determinados estudiosos da Vida Artificial, a “vida” seria simplificada como um processo sistemático complexo, formado por regras, interações e reações, e poderia ser simulada por intermédio de processos sistemáticos complexos de ordem matemático-computacional. Entretanto, efetivamente, esse tipo de simulação dá-se por meio de algoritmos computacionais que mimetizam os processos constatados na natureza, dando origem a agentes auto-organizados e de certa forma autônomos, os quais são instalados e suportados apenas no ambiente virtual.

Além de referir-se ao campo de estudo, o termo Vida Artificial também é atribuído à própria simulação da vida, fazendo contraponto com “vida natural”. Em resumo, podemos entender que a Vida Artificial se ocupa da “tentativa de abstrair a forma lógica da vida de sua manifestação material” (NEVES, 2003).

A Vida Artificial e os múltiplos algoritmos evolutivos estão diretamente imbricados aos progressos dos computadores. O computador está para a Vida Artificial, assim como o meio ambiente natural está para a vida. Somente por meio do computador consegue-se “cultivar” e manter uma Vida Artificial, ainda que essa

possa estabelecer uma relação com o ambiente natural mediante informações provenientes do meio externo natural, como temperatura, imagem e som.

Em suma, podemos considerar que com a evolução da computação, em particular, da computação evolutiva, temos a aparição de algoritmos com a capacidade de simular a complexidade de padrões biológicos da vida dando origem a agentes computacionais “autopoiéticos”.

Um aspecto particular a ser considerado é o fato de que os estudos sobre Vida Artificial se opõem aos pensamentos normativos do campo da Inteligência Artificial, divergindo do entendimento de que a inteligência possa ser um aspecto genuinamente humano (CAMARGO, 2018). Desta forma, os estudos sobre Vida Artificial ganham adeptos e força, em virtude da desconfiança do tipo de investigação por meio de fundamentos biológicos, que consideravam a inteligência como característica primitivamente humana, perspectiva mantida pelo campo da Inteligência Artificial. Em contraposição, a Vida Artificial propunha considerar aspectos básicos de inteligência nas dinâmicas de organismos e entidades simples como células, fungos e plantas. Dessa forma, podemos entender a Vida Artificial como resultado de uma fragmentação do campo de estudo de Inteligência Artificial nos anos 1980, a qual originou também abstrações como redes neurais por meio do processamento paralelo distribuído proposto por McClelland e Rumelhart (1986), a inteligência corporificada de Varela, Thompson e Rosch (1992), a arquitetura de subsunção de Brooks (1991, 1999), além da própria Vida Artificial (BANZHAF; MCMULLIN, 2012).

Em 1987, Langton, em um esforço de conceber a Vida Artificial como uma área sólida de estudo, promove o “Workshop Interdisciplinar sobre a Síntese e Simulação de Sistemas Vivos”, em Los Alamos no Novo México. O Workshop contou com a participação de artistas, designers e cientistas de diversas áreas. E tornou-se também um evento importante na disseminação de alguns algoritmos clássicos de simulação, como o *Boids* de Raynold.

Visto que o campo da pesquisa em Vida Artificial, desde o início, se esforça para afastar-se de um pensamento delimitador e antropocêntrico de inteligência e de vida, a área tem se concentrado em ir além da simples simulação de vidas, como a conhecemos, visando a possibilidade de criação de vidas não existentes no mundo

natural, dando origem a uma “biologia do possível” (LANGTON, 1987). Langton, por consequência, acreditava que poderíamos criar modelos tão semelhantes à vida, que deixariam de ser meras simulações, para serem “exemplos de vidas” (LANGTON, 1986). Talvez tenha sido este um dos fatores que chamaram a atenção dos artistas computacionais, uma vez que dedicaram suas pesquisas à Vida Artificial e ao potencial dinâmico, no qual simulações podem proporcionar a existência de características de sistemas vivos.

1.4.2 Algoritmos evolutivos e vida artificial no contexto da arte computacional

Trabalhos como o de Craig Reynolds e Ken Perlin encorajam e inspiram artistas e designers a conceber formas de vida computacionais. Devido ao progresso da ciência da computação, o ecologista Thomas S. Ray (1991) inaugura um novo estágio na história da Vida Artificial ao criar um software que simula um processo de evolução em tempo real, denominado Tierra. Nessa simulação o processo é considerado como evolutivo e a vida artificial pode sofrer mutações, auto-replicar e recombinar.

Alguns anos mais tarde, Karl Sims torna-se um dos primeiros artistas a aplicar princípios de vida artificial na computação gráfica em contexto da arte. Seu trabalho, Genetic Images (1991), é uma instalação interativa exibida inicialmente no Centro Georges Pompidou, em Paris, e em seguida no Ars Electronica, em Linz, na Áustria. Nesta instalação o artista convida os visitantes a escolherem imagens que mais lhe agradam esteticamente, assim selecionam quais formas sobreviverão e se reproduzirão em um processo simulado de seleção, reprodução, genética e evolução. Tomando como base as escolhas do visitante, um supercomputador gerava e exibia novas 16 imagens, as quais representavam as próximas gerações das imagens iniciais. Os participantes podiam escolher repetidamente entre os grupos de 16 imagens apresentadas em telas. Segundo Sims, após apenas cinco seleções, os usuários escolhiam um dentre mais de um milhão de caminhos possíveis para a imagem. Um número estatisticamente alto, se considerarmos a quantidade de escolhas. Recorrendo às predileções de diferentes visitantes, o software desenvolvido por Sims, em conjunto com uma equipe de engenheiros e cientistas, produziu resultados inesperados e singulares.

Figura 8 - Fotografia da instalação Genetic Images (1991)



Fonte: Site Karl Sims.⁹

Posteriormente, Sims começa uma série de experimentos artísticos que envolvia vidas artificiais e sistemas evolutivos, cada vez mais interessado em saber como a vida artificial, em específico a evolução artificial, poderia compor um método de criação e exploração da complexidade, funcionando como uma ferramenta para produção de criatividade. Entendendo a evolução artificial como um processo criativo, Karl a compara com o próprio processo criativo do artista, que na busca de uma inovação, propõe experiências aleatórias, inspeciona os resultados e em seguida descarta-os, mantendo apenas um pequeno subconjunto.

Em um ensaio sobre a mesma obra, Sims (1993) destaca uma semelhança do seu trabalho com a criação de estilos na arte, que, uma vez aceitos, são modificados de formas aleatórias, gerando novos estilos a partir de pequenas variações. Particularmente, acredito que a ideia de estilo para Sims se aproxima da noção de estilo Deleuziana, considerando estilo relativo à capacidade de desvio, de “provocar derivas no real”, e é importante por possuir a habilidade de transformar uma determinada sintaxe, causar um desvio na linguagem e criar uma espécie de nova linguagem no interior da linguagem. (TIBOLA, 2018).

Com o passar do tempo, o poder de processamento dos computadores se tornou mais eficiente e progressivamente a criação de agentes autônomos fez-se menos limitada pelas as ferramentas, no entanto refém da nossa capacidade humana de projetá-los.

Pouco tempo após a criação da instalação *Genetic Images*, Karl Sims dedica-se inteiramente à construção de processos evolutivos computacionais, entretanto não esperava apenas resultados puramente criativos, mas estava interessado em saber como estes resultados poderiam gerar comportamentos

⁹ Disponível em: <<https://www.karlsims.com/genetic-images.html>> Acesso em 12 de agosto de 2019.

“inteligentes”. Em seu artigo *Evolving Virtual Creatures* (1994) o artista nos apresenta o processo de construção da obra de animação homônima. Nesta animação, Sims exhibe o resultado de uma pesquisa acerca de evolução artificial, sob uma perspectiva darwinista, na qual criaturas virtuais compostas de blocos, têm suas habilidades testadas, como por exemplo, a capacidade de nadar em um ambiente aquático simulado. Os mais bem-sucedidos sobrevivem, junto com seus genes virtuais, os quais possuem instruções codificadas para seu crescimento. Esses genes são então copiados, combinados e transformados para gerar descendentes para uma nova população permanente, mediante uma simulação de seleção, reprodução e variação genética. À medida que as gerações dessa população aumentam, mais criaturas bem-sucedidas nos testes de sobrevivência podem emergir, fomentando uma espécie de “comportamento inteligente” subordinado ao impulso de “sobrevivência”.

Neste mesmo período, os artistas Christa Sommerer e Laurent Mignonneau exibem na *Ars Electronica* uma instalação interativa denominada de *A-volve* (1993). Nesta instalação, vidas artificiais baseadas em princípios de evolução e manipulação genética interagem com os visitantes. Criaturas virtuais projetadas em uma piscina de vidro, repleta de água, são concebidas a partir de regras evolutivas influenciadas pela criação e decisão humana. Por meio de uma tela sensível ao toque, visitantes criam formas e traçam perfis para uma criatura virtual tridimensional, em seguida esta criatura ganha “vida” ao “nadar” na piscina de vidro. Os movimentos e comportamentos desta criatura são determinados a partir do desenho que o visitante concebeu na tela. De acordo com os autores, o comportamento da criatura no espaço é, por assim dizer, uma expressão de sua morfogênese, que por sua vez pode ser alterada como resultado da expressão de adaptação do animal virtual ao seu meio ambiente (SOMMERER e MIGNONNEAU, 1993).

Figura 9 - A-Volve de Sommerer/ Mignonneau (1993)



Fonte: Site Medien Kunst Netz.¹⁰

Depois de “vivas” as criaturas virtuais interagem com os visitantes; por meio do toque na água, os visitantes podem empenhar-se em pegar a criatura ou espantá-la. Uma vez que acontece a interação, o visitante é capaz de influenciar a evolução da população virtual, protegendo presas contra predadores por exemplo. De acordo com os artistas, se duas criaturas fortes se encontram, elas podem se reproduzir, dando origem a uma nova criatura que compartilhará o código genético dos seus genitores. A abstração computacional da mutação e do crossover, conceitos propostos pela biologia, fornece um mecanismo de reprodução que se assemelha à natureza, o qual segue as regras genéticas observadas por Mendel. Essas criaturas recém-criadas reagem e “vivem” em uma tela sob a piscina de vidro, interagindo com os visitantes e com seus pares.

Esses agentes virtuais propostos pelos artistas articulam-se nesse ambiente virtual por meio de suas distintas aptidões. As criaturas dentro do sistema podem morrer com o tempo, ou aumentar seu tempo de vida expandindo sua energia, uma vez que, ao se alimentarem de outras criaturas, intensificam sua carga energética. Esse tipo de relação provoca uma luta por sobrevivência entre espécies virtuais, a qual pode ser perturbada pela ação dos participantes humanos.

¹⁰ Disponível em: <<http://www.medienkunstnetz.de/works/a-volve/>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

Esse trabalho instaura um marco nas obras ligadas no contexto da Vida Artificial, não só por considerar a possibilidade de criação de seres vivos não existentes no mundo natural, mas por especular como esses “seres vivos” podem conviver com outras vidas da realidade natural. Ao aproximar o ambiente natural, representado pela água do espaço virtual onde também habitam as criaturas, em "A-Volve" a dupla de artistas proporciona um estreitamento das fronteiras entre "real" e o "virtual computacional". A água nesse trabalho atua como uma metáfora simbólica ao nascimento, além de criar uma ponte entre o natural e o simulado.

Envolvidos em um processo de pesquisa na busca da aproximação de vidas artificiais com "Interfaces Naturais" e "Interação em Tempo Real", anos antes, A-volve, os artistas, iniciaram uma investigação por meio da prática artística sobre a fronteira natural-artificial. Em sua instalação "Interactive Plant Growing" (1992), os artistas exploraram o crescimento de organismos vegetais virtuais e sua modificação em tempo real, o qual se dava nas próprias relações internas com o ambiente virtual e na interação do toque dos visitantes em plantas naturais, que atuava como interfaces sensoriais entre máquina e humanos.

Figura 10 - Frame do vídeo sobre a instalação Interactive Plant Growing (1992)



Fonte: Site Intercafes UFG.¹¹

Ao tocar em plantas reais ou mover as mãos em direção a elas, os interatores humanos podem influenciar e controlar em tempo real o crescimento das plantas, baseado em softwares que simulam um processo natural de crescimento, que é

¹¹ Disponível em:

<<http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/CONCEPTS/PlantsConcept.html>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

exibido simultaneamente em uma tela de vídeo em frente aos espectadores. Ao produzir uma interação sensível com as plantas reais, os espectadores também se tornam parte da instalação. Eles decidem como essa interação é traduzida para a tela e ditam o crescimento da vegetação artificial. Para Christa e Laurent (1992) a evolução artificial destas plantas, exibida em telas e baseada em softwares evolutivos, é uma expressão do desejo de descobrir o princípio da vida, que é definido pelas transformações e pela morfogênese de certos organismos.

É nesse entre-espaço da natureza e da tecnologia e todas as questões que surgem a partir daí, que se concentra meu interesse como artista, que me perturba e guia meu trajeto no decorrer da pesquisa. As minhas explorações no campo artístico partem de uma dúvida angustiante, da necessidade de entender a fascinante interseção entre natureza e artifício, fenda que está cada vez menos delineada, em consequência dos avanços da computação.

Ao escolher os computadores como um meio para minha prática artística, os aceito como máquinas capazes de manipular de forma automática os signos da linguagem (Levy, 2013). Venho desde minha graduação me esforçando para projetar híbridos que atuam no ambiente computacional ao mesmo tempo em que se relacionam e existem na esfera natural, usando a prática artística como veículo para questionar o dualismo natureza x máquina. Tenho me proposto a pensar de forma simbólica e poética a coexistência co-evolutiva da natureza e dos artifícios computacionais, uma vez que, parafraseando Sloterdijk (2016), “a coexistência precede a existência”.

1.5 A obra *Cyberflor*: Arte Computacional mediada na natureza

A obra Amoreiras (2010) do artista e pesquisador Gilberto Prado é uma referência que me acompanha há bastante tempo. Nessa obra, cinco árvores plantadas em vasos na Avenida Paulista em São Paulo foram equipadas com próteses motorizadas e sistemas de detecção de variações e discrepâncias de ruídos, e sintomas dos diversos poluentes e poluidores. Sendo assim, as árvores eram balançadas por meio de “próteses motorizadas” e pelo algoritmo de aprendizado artificial de acordo com variação dos fatores de poluição. A instalação

coloca em diálogo as árvores, as máquinas e o ambiente que integra seu sistema. (PRADO, 2017)

Além das amoreiras e seus respectivos vasos de cimento, a instalação é composta por microfones, que funcionam como sensores, um computador que gerencia os dados das 5 árvores e retransmite as informações, placas arduino bluetooth, além de caixas de acrílico com motores independentes, varetas e mecanismo de transmissão, que funcionam como atuadores. Sobre seu funcionamento Gilberto Prado escreve:

O comportamento de cada árvore é autônomo e acontece em resposta à intensidade do som ambiente, também sendo influenciada pela "personalidade" de cada árvore. A captura de som será realizada diretamente por um patch escrito no Pure Data, que enviará as informações para a aplicação principal, desenvolvida em Java, via OSC. Já a "personalidade" de cada árvore é definida por duas variáveis, sorteadas no início de cada dia, que definem o quanto cada árvore irá buscar imitar as suas companheiras (ignorando os estímulos sonoros) e o quanto o seu comportamento será perturbado de forma aleatória. [...] Cada árvore tem um algoritmo que determina como ativar os seus motores (via Arduino) de acordo com a atividade sonora. De uma maneira geral, quanto maior o ruído, maior a atividade (é importante ressaltar que há regras adicionais, como por exemplo, intensidade e extensão da vibração, para que os movimentos sejam suaves; limite de duração de tempo, período em que se pode balançar a árvore, de forma a não danificá-la). (PRADO, 2019, p. 122)

Como base para o algoritmo da obra, o artista recorre aos princípios do Jogo da Vida de John Conway. No contexto da instalação é aplicado o princípio de vizinhança ao processo de auto-avaliação das amoreiras. "Isto é, o comportamento das duas amoreiras adjacentes possui um peso maior do que o das amoreiras mais distantes"(PRADO, 2019), aumentando as possibilidades oriundas das possíveis combinações dos acionamentos nos múltiplos motores.

Figura 11 - Fotografia da obra Amoreiras (2010).



Fonte: Site Poéticas Digitais.¹²

Inspirados por este projeto artístico, desenvolvemos no Laboratório de pesquisa em arte computacional da Universidade de Brasília¹³ (MediaLab/UnB) um projeto artístico no qual uma orquídea controla uma impressora tridimensional, ou seja, simbolicamente, uma planta coordena a natureza artificial – denominada atualmente tecnologia.

Por conseguinte, nesta obra, um software desenvolvido pela equipe converte os sinais de resistência galvânica, os quais variam de acordo com as condições climáticas do ambiente e com os próprios processos eletroquímicos da planta, entendido aqui metaforicamente como sinais vitais da orquídea. Resposta galvânica foi um dos métodos usados pelo biofísico indiano Jagadish Chandra Bose no início do século XX para investigar respostas eletrofisiológicas de plantas a estímulos. Os dados resultantes da medição são processados e sucessivamente enviados para a

¹² Disponível em: <<http://www.poeticasdigitais.net/amoreiras.html>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

¹³ Participaram também do projeto Suzete Venturelli (Professora Titular da Universidade de Brasília e professora da Universidade Anhembi Morumbi), Prahlada Hargreaves (Graduando em Artes Visuais pela Universidade de Brasília), Leandro Ramalho (Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade de Brasília), Fernando Aguilar (Graduando em Engenharia de Software pela Universidade de Brasília) e Tainá Luize Martins Ramos (Graduanda em Design de Moda pelo Instituto Federal de Brasília)

impressora 3D, mediante uma linguagem de programação para maquinários industriais conhecida como G-CODE. A impressora, por sua vez, imprime em tempo real formas generativas a partir de algoritmos genéticos.

Ponderamos neste projeto a possibilidade de gerar formas em mutação, a fim de aproximar o contexto da vida artificial na relação com a vida natural, com formas generativas e emergentes como ambiente para a impressão.

Figura 12 - *Cyberflor* : Exposição #3Retina - Museu Nacional da República, Brasília (2018)



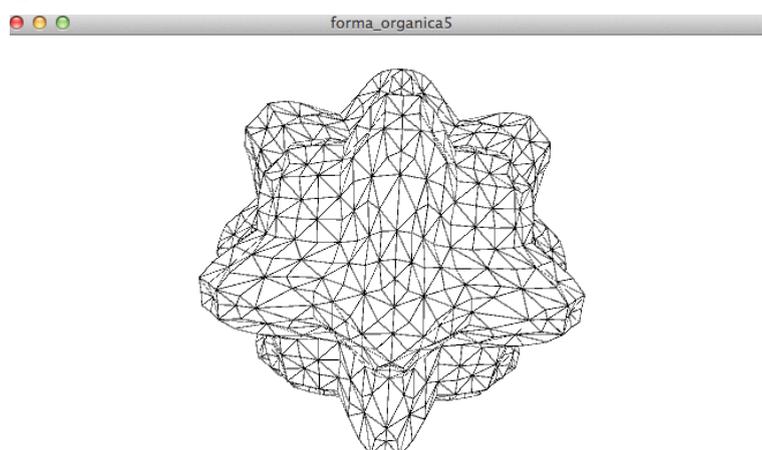
Fonte: Autor, 2018.

Incorporada ao objeto, uma tela transmite os sinais da planta por intermédio de uma interface singular de visualização de dados. Mediante a interface o espectador percebe que ocorre uma correlação entre a planta e as impressões. A

relação sensorial entre a orquídea e a máquina é fundamental no contexto poético, já que estamos buscando um diálogo entre planta e máquina.

Tomando como base as informações provenientes da planta, um software desenvolvido no laboratório transforma os dados em uma forma tridimensional. No contexto artístico, pensamos a origem dessa forma na primitiva geométrica cubo como morfogênese do projeto que, ao ser subdividida por parâmetros aleatórios, gera um padrão complexo, ao se repetir dentro da forma. A repetição do padrão faz surgir uma forma conhecida como fractal¹⁴. A modelagem da forma final é dada a partir da lógica de autossimilaridade. Para Mandelbrot (1982), os fractais são representações gráficas do caos e a lógica de autossimilaridade remete às formas da natureza.

Figura 13 - Captura da tela dos software de teste da obra *Cyberflor*



Fonte: Autor, 2018.

Desta forma consideramos neste trabalho que a origem de sua forma é o seu DNA, que surge de algoritmos estruturados a partir do conceito de arte e vida artificial, significando que duas impressões iguais não ocorrerão jamais. Depois de concebida artificialmente, a vida artificial estabelece contato com o ambiente natural recebendo sinais provenientes da orquídea, os quais vão provocar a sua mutação e a nova adaptação da sua morfogênese, estimulando sua capacidade de se auto-organizar.

Isso quer dizer que a constituição da forma recebe sinais oriundos da planta que está conectada ao software, mediante o sensor de resistência galvânica. Os

¹⁴ Teoria desenvolvida por Benoit Mandelbrot.

parâmetros iniciais da criação da forma inicial, que são seus genes, são guardados numa matriz de variáveis, constituindo uma codificação genética. O fenótipo é a característica e a expressão da forma. Ao receber as informações do ambiente um algoritmo cria uma outra matriz de variável sintetizada como nova codificação genética. Em seguida ocorre o *crossing-over*, ou melhor, a troca de informações de reprodução no mesmo sistema a partir de códigos genéticos diferentes. Em resumo, a forma original cruza informações oriundas dos sinais para que ocorra a mutação, passando a ser um organismo geneticamente modificado. As impressões são sequências, as formas primitivas se entrelaçam apresentando como resultado poético formas inéditas, inesperadas, um registro de uma vida artificial, portanto emergente.

Figura 14 - Exemplo de impressões resultantes dos dados oriundos da *Cyberflor*



Fonte: Autor, 2018.

As poéticas emergentes da obra *Cyberflor* estão relacionadas com as poéticas procedurais, que são manifestações artísticas baseadas fundamentalmente na programabilidade e autonomia dos sistemas computacionais. Nesse contexto, a tecnologia computacional contém toda a arte poética da proposta, no qual o artista é o mediador que desenvolve o sistema autopoietico.

Estas práticas só podem acontecer através deste meio, embora não necessariamente tomando-o como suporte de exibição. Tornando-se “inteligente”, a tecnologia computacional dá um sentido diferente ao conceito de criação artística e confere ao artista visual uma atitude que leva à arte emergente. O conceito de

emergência na arte e na tecnologia envolve o entendimento de que não há um processo linear, pois ocorrem interações imprevisíveis. Por mais que os resultados sejam metafóricos e utópicos, pretendemos provocar um interesse em relação à obra mediante os mistérios criativos da arte computacional.

Para a concretização do trabalho, foi necessário estruturá-lo a partir da tecnologia *open source*, e também adaptá-lo para comunicação com a planta. Nessa versão foi imprescindível a interdisciplinaridade da equipe que nos apoiou no projeto. Só a partir desse envolvimento em equipe foi possível a implementação do sistema atual.

Ao analisarmos a obra aqui apresentada podemos perceber que as novas áreas de conhecimento oriundas da intercessão entre computação, matemática e biologia, quando aplicadas como ferramenta de produção artística, dão origem a novas possibilidades de experiência estética, justapondo arte, natureza e tecnologia. Busca-se nesse projeto oferecer a oportunidade de experienciar uma nova perspectiva artística, mediada no local, no meio ambiente, na natureza, na qual a investigação poética expande nossa percepção do fenômeno tecnológico. Em outras palavras, por estar justaposta com a natureza e a cultura, aqui vista como tecnologia, a arte pode colaborar para rever nossas próprias relações com ambas, repensando nossos hábitos e valores em um sentido exo-evolucionário.

Essas experiências estéticas são capazes de compor relações entre seres vivos, o ambiente e os objetos que nos envolvem, e a arte e seu imaginário têm papel preponderante nessa prospecção e especulação artística. Entendo a planta neste trabalho como uma interface que conecta natureza e artifícios, ou seja, cultura. Entendo que esta obra revela, ainda que sutilmente, a díade entre o artificial e a natureza, desestabilizando amenamente o pensamento dualístico sobre vida artificial e ambiente natural.

Essa seção apresentou alguns conceitos, como Bioarte e Vida Artificial, que perpassam a minha poética artística, que surgiu em sincronia na relação da prática artística, experimentações e reflexões teóricas. Na próxima seção abordarei os aspectos de hibridização que se deslocam da minha técnica e metodologia artística para a criação de ecologias heterogêneas compostas por sistemas biológicos e maquínicos.

SEÇÃO 2 | Ecologia Híbrida: zona de integração de método criativo sensível

Esta seção disserta sobre os métodos e práticas referentes à minha poética artística e como, a partir da integração entre design, computação e arte, há a emergência de propostas poéticas que buscam uma hibridização entre sistemas biológicos e máquinas com comportamentos dinâmicos, autônomos e evolutivos.

2.1 Algoritmos de vida artificial: sobre a metodologia de criação

O interesse humano em tentar organizar o mundo não é um fenômeno recente, nos acompanha em nossa evolução enquanto humanidade. Não é de hoje o desejo de criar uma lógica simbólica e sistemas de representação a fim de sistematizar o mundo factível, que por sua vez é demasiado caótico e complexo. Essa vontade talvez reforce e mantenha um elo entre o anseio de entender a vida e a prática artística.

Como citado na seção anterior, a ideia de vida artificial tem nos concedido a possibilidade de articularmos o pensamento poético em vários níveis de representação da vida e da natureza. Seja de forma etérea, e às vezes até de modo explícito, ela oferece um meio de propor representações complexas compostas de múltiplas camadas de significação, mantendo ainda uma subjetividade característica da arte (TENHAAF, 1998).

A aplicação do pensamento computacional no contexto da arte, em especial dos algoritmos dinâmicos e evolutivos, evidencia as lógicas difusas, o caos e a instabilidade da vida, através da emergência de sistemas complexos. Sistemas que são alimentados por mecanismos de auto-regulação. Como enunciado por alguns teóricos, esses sistemas complexos nos apresentam uma visão biológica da cultura e da ciência, na qual o mundo pode assumir estados de transformação e de auto-organização através dos mais variados dispositivos tecnológicos.

Nos algoritmos, ou seja, em uma sequência finita de ações executáveis por computadores, são construídos modelos de percepção do mundo por meio de processos descritivos e instruções lógicas. Especificamente nos casos dos algoritmos evolutivos e autorregulados, esses paradigmas e modelos de construção estão imbricados com as narrativas da ciência e da tecnocultura, a respeito da vida e

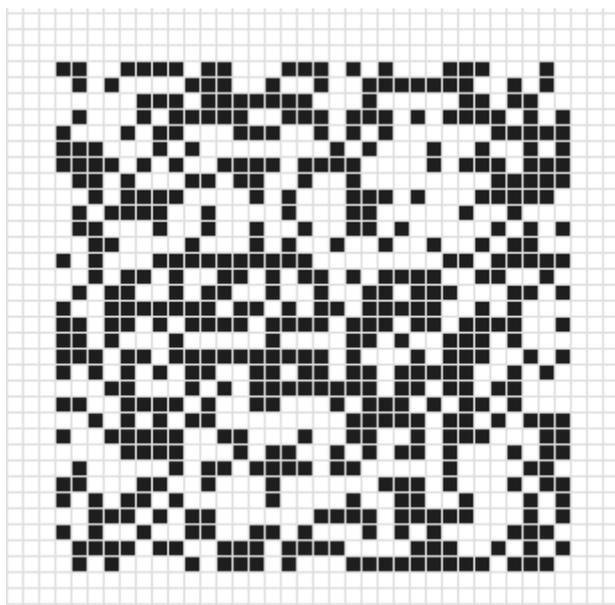
da evolução, as quais também influenciam a maneira como entendemos e experienciamos a vida (TENHAAF, 1998).

No âmbito da ciência da computação, são várias as técnicas por trás das modelagens de vidas artificiais. Seja por meio de agentes autônomos ou sistemas evolutivos em geral, as múltiplas técnicas e paradigmas referentes à vida artificial buscam dar “vida” a objetos inanimados, ou seja, fornecem às máquinas uma certa autonomia relativa a suas ações, mediante a percepção do ambiente.

No que concerne as minhas explorações relacionadas a sistemas com características da vida, busco dar ênfase à modelagem ou reproduzir algoritmos baseados em técnicas inspiradas pela biologia evolutiva (algoritmo genético) e por sistemas de autômatos celulares reprodutores.

O conceito de autômato celular é fundamentado pelas pesquisas do cientista Von Neumann (1940) sobre algoritmos de autômatos reprodutores, onde o matemático John Conway (1970) desenvolve o clássico modelo de autômato celular denominado de “Jogo da Vida” (*Game of Life*). Este algoritmo dispunha como resultado seres virtuais em baixa resolução, com a capacidade de evoluir, reproduzir-se e morrer, conforme a sua consciência de vizinhança, portanto, do seu ambiente.

Figura 15 - Exemplo de padrões gerados a partir do Jogo da Vida de Conway



Fonte: Site Conway Life.¹⁵

¹⁵Disponível em: <<http://www.conwaylife.com/>>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

Os pensamentos de Neumann, somados ao modelo de algoritmo genético fundamentado por John Henry Holland (1975), serviram de alicerce para as simulações matemáticas-informáticas de vida, aplicados por Christopher Langton em seus modelos computacionais de vidas artificiais (LANGTON, 1987). Esses modelos são essenciais para minha prática artística, e foram também importantes para o trabalho de diversos outros artistas no contexto da arte computacional.

2.1.1 Algoritmos genéticos e a obra *Evo_circuito*

Os algoritmos evolutivos, que usam técnicas inspiradas pela biologia evolutiva como hereditariedade, mutação, seleção natural e recombinação, são frequentemente denominados de Algoritmos Genéticos. A título de exemplo de emprego desta classe de algoritmos, podemos citar a obra *Evo_circuito*, que desenvolvemos no âmbito do MediaLab/UnB ¹⁶.

Nesta obra interativa propusemos uma intersecção entre a pictorialidade, a escultórica e a linguagem da arte computacional em que uma atua de maneira significativa na outra, ou seja, re-significa o processo criativo interativo, considerando o gesto na concepção da obra, assim como as mutações mediadas por um algoritmo genético e em tempo real. O artefato desenvolvido é constituído por um disco de madeira em constante rotação, e por meio da interação do público mediante *pads* circundantes ao disco, criam-se mutações, produzindo assim novas gerações de uma vida artificial que existe no mundo concreto, por meio de ruídos amplificados por alto falantes acoplados ao objeto.

Desta maneira, temos como intenção atuar na mutabilidade das interações internas do sistema computacional da obra, recorrendo a algoritmos genéticos, em justaposição com as interações do público com a obra, gerando diferentes significações apresentadas de forma sonora.

¹⁶ Participaram também do projeto Suzete Venturelli, Teófilo Augusto da Silva (Professor Assistente da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA e doutorando em Artes Visuais pela Universidade de Brasília), Prahlada Hargreaves e Lorena Ferreira Alves (Doutoranda pela Universidade de Brasília).

Figura 16 - Obra *EVO_CIRCUITO* : Exposição SIIMI, Argentina (2019)



Fonte: Autor, 2019.

Esta obra sustenta uma metáfora da vida, uma vez que o objetivo interativo tem em sua programação uma codificação genética e expressa seu “fenótipo” por meio de características sonoras, como altura, timbre e intensidade.

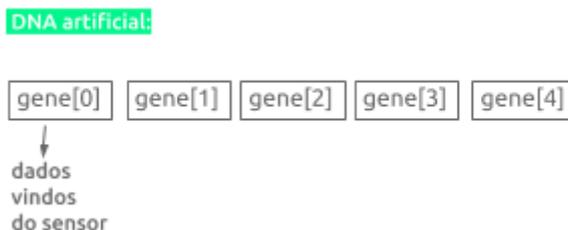
Nesse sistema computacional, o interator, por meio de sensores táteis (*pads*), consegue manipular os genes da obra, enquanto o computador, como co-autor, cria mutações nesses genes, fazendo o papel de agente que induz a mutação. Por consequência temos uma obra “transgênica” e “mutante”.

Os cinco sensores táteis (*pads*) que compõem a obra foram desenvolvidos no MediaLab/UnB e possuem como base uma tinta condutiva, igualmente desenvolvida no Laboratório de Pesquisa em Arte Computacional da Universidade de Brasília. Os sensores são regulados pelo microcontrolador *Arduino* e a cada interação esses sinais provenientes dos sensores são enviados do microcontrolador para um microcomputador *Raspberry*, ambos embutidos na parte interna da obra.

Uma vez que esses dados são recebidos pelo microcomputador, um algoritmo converte essas informações em uma espécie de cromossomo simplificado, uma lista

que contém os dados numéricos de cada sensor, esses dados são entendidos aqui como “genes”.

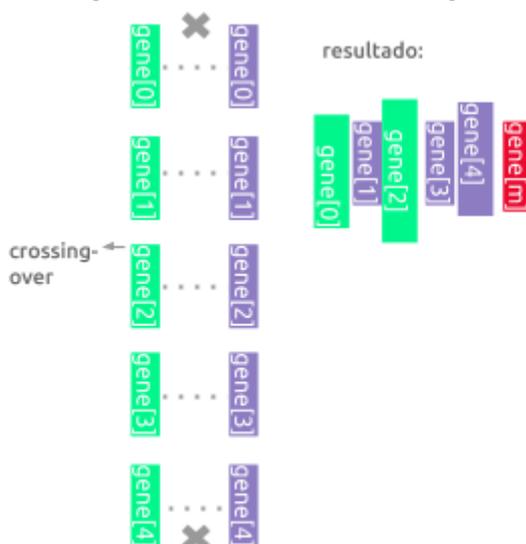
Figura 17 - Construção do DNA computacional



Fonte: Autor, 2019

Em seguida, esse cromossomo artificial oriundo da interação do público com os sensores é re combinado com o cromossomo inicial da obra por meio de uma função de cruzamento, *crossing-over*. Esse processo é feito de forma randômica, e não se pode prever o resultado. Como produto desse entrelaçamento de genes temos uma espécie de sequência de “DNA computacional”. No fim do método de *crossing-over* o computador inclui um gene (dado numérico) de forma também randômica na sequências de DNA, atuando aqui como um agente mutagênico.

Figura 18 - Processo de crossing-over



Fonte: Autor, 2019.

O produto procedente desses processos compõe o genótipo da obra, ou seja, a sua constituição genética. E as características sonoras desse sistema

metaforicamente vivo são determinadas por essa composição genética. Assim, a cada interação a obra se reconstitui de forma diferente, tendo suas características condicionadas por intermédio da ação do público e das mutações provocadas pelo próprio sistema computacional, sempre herdando atributos das versões anteriores e iniciais da obra.

Com essa metáfora da vida e dos sistemas evolutivos genéticos, procuramos de certo modo propor uma criação coletiva onde cada interator coopera de forma assíncrona com seus pares e de forma síncrona com o computador, para constituir geneticamente esse sistema artificialmente vivo.

Por atuar no campo afetivo, essa obra ampara reflexões sobre como nos relacionamos e entendemos os seres vivos. Visto que nesse projeto buscamos atribuir características de organismos vivos a uma máquina, visando uma aproximação do público com essa vida artificial, mantida e manipulada pelos próprios interatores que guiam a evolução desse sistema.

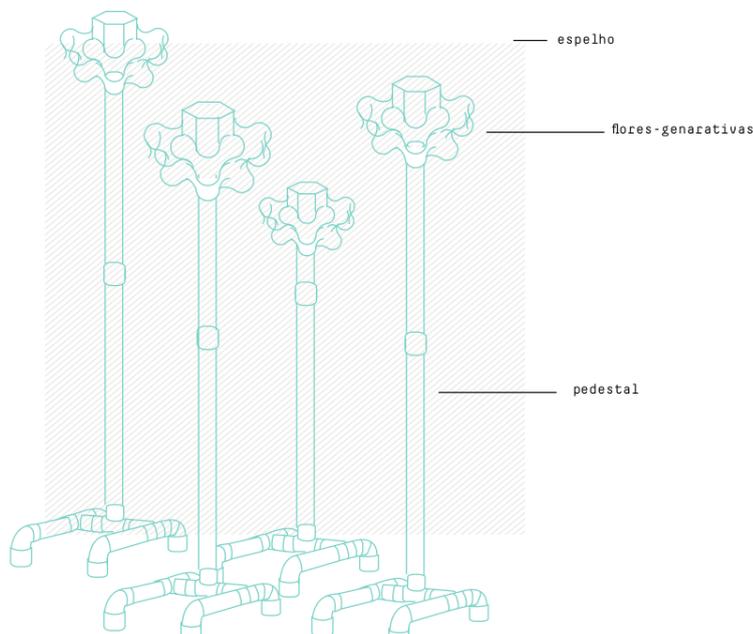
2.1.2 A obra *Flores de Plástico Não Morrem* e os Algoritmos Autômatos Celulares

De modo consequente, um outro trabalho equitativamente desenvolvido no MediaLab/UnB ¹⁷, empregamos de forma híbrida algoritmos baseados em sistemas genéticos acrescidos dos clássicos modelos de autômatos celulares, que por sua vez são computacionalmente mais simples.

A instalação interativa intitulada *Flores de Plástico Não Morrem* é constituída, de filamentos plásticos e sistemas luminosos. A partir do encontro das tecnologias de objetos conectados e da Internet das Coisas, criamos uma selva de plástico, com plantas e flores interconectadas que formam um biótopo computacional com características do cerrado. Biótopo é um conjunto de condições físicas e químicas que caracterizam um ecossistema ou bioma. Nesse bioma, pétalas generativas, flores de plástico e disseminação de luz formam a atmosfera especial desse ecossistema.

¹⁷ Participaram também do projeto Suzete Venturelli , Prahlada Hargreaves.

Figura 19 - Projeto da instalação *Flores de Plástico Não Morrem*



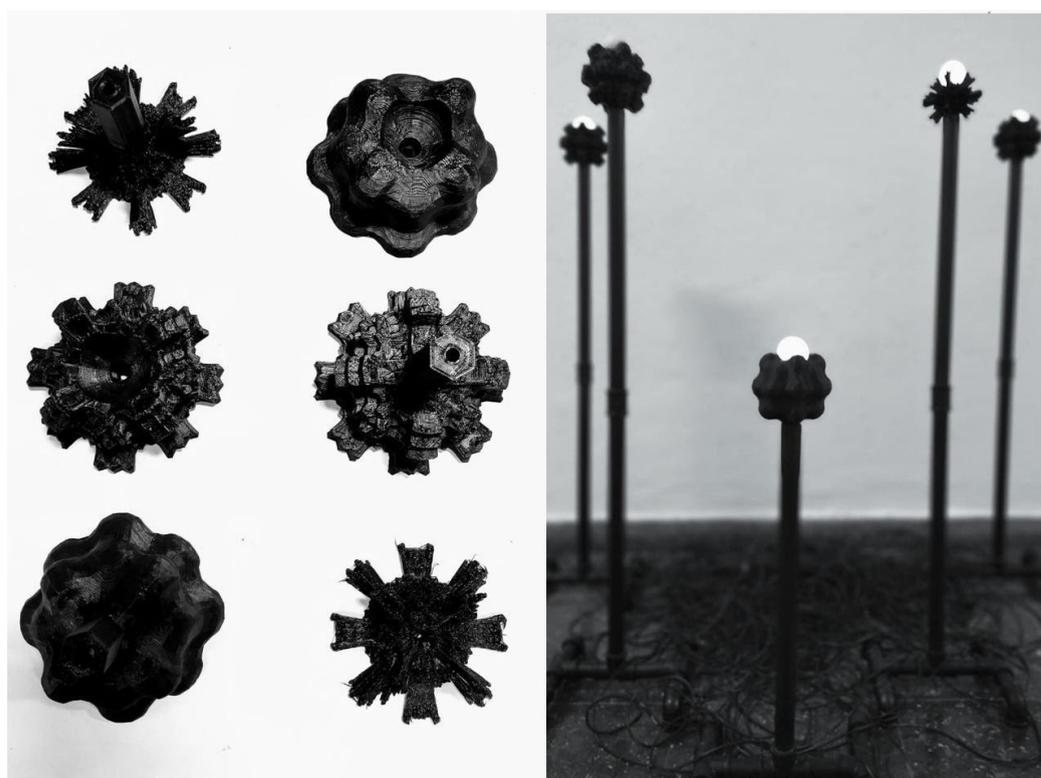
Fonte: Autor, 2019.

Nessa proposta, cada flor é constituída de hastes formadas por cano de policloreto de vinil (PVC) reaproveitados que variam de altura a cada produção. As pétalas, sépalas e pedúnculo partem de uma morfogênese digital e generativa. Para o desenvolvimento de cada flor são coletados dados mediante sensores (resistência galvânica) acoplados às plantas, que cultivamos no Laboratório de Pesquisa em Arte Computacional da Universidade de Brasília. Paralelamente, um *software* desenvolvido pela equipe cria fenômenos biológicos simulados por meio de algoritmos computacionais, que dão origem a uma vida artificial unicelular. Assim como na obra *Evo_Circuito*, os parâmetros aleatórios obtidos na criação inicial da forma dessa vida artificial são armazenados em uma estrutura de dados baseada na estrutura de DNA, por meio de um modelo de algoritmo genético. Quando a forma inicial é estabelecida e tem sua própria estrutura de DNA, os dados captados das plantas são usados para criar uma mutação na estrutura da próxima geração da vida artificial.

Como sua morfogenia é definida pelas informações contidas nessa espécie de DNA, a cada geração essa vida artificial apresenta-se visualmente com mudanças sutis de uma forma para outra, não contendo duas iguais. O resultado

desse processo recebe adaptações em um software de modelagem 3D, para que possa ser impresso e receber os componentes eletrônicos e os circuitos da peça.

Figura 20 - Impressões das flores de plástico geradas a partir dos sinais de resistência galvânica das plantas e instalação exibida na exposição EmMeio#11 - Universidade de Lisboa, Portugal



Fonte: Autor, 2019.

Depois de impressas, em cada flor é acoplada uma espécie de estigma iluminado, que varia sua intensidade luminosa e sua cor de acordo com a interação com as outras flores. Essa interação se dá a partir de um jogo interativo de autômatos celulares, um clássico algoritmo que simule processos complexos que se assemelham à vida natural. Nesse caso, cada estigma das flores é constituído por uma cúpula de plástico que envolve uma tríade de células luminosas, um conjunto de *leds* RGB. Essas células habitam em um ecossistema por meio da comunicação endógena e exógena de cada elemento com sua vizinhança. Através de um conjunto de regras, eles podem mudar seu estado de vivo (aceso) para morto (apagado) e vice-versa, a cada geração.

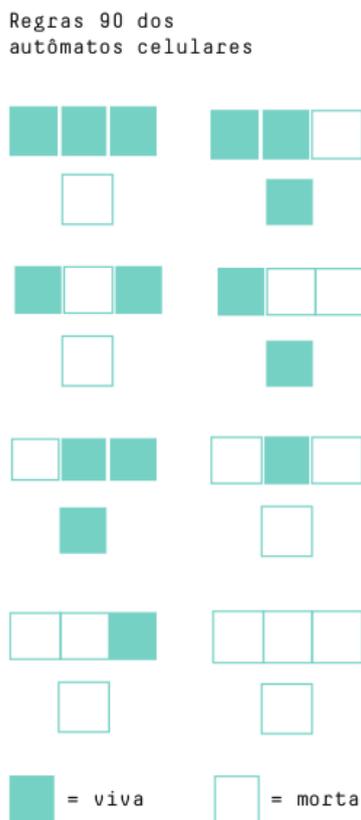
Como mencionado, o desenvolvimento de sistemas de autômatos celulares não é algo recente, é comumente atribuído a Stanisław Ulam e John von Neumann,

ambos pesquisadores no Laboratório Nacional de Los Alamos, no Novo México, na década de 1940. Von Neumann, por sua vez, tinha um interesse especial em auto-organização e evolução, prevendo um mundo de robôs autorreplicantes e autônomos em um certo nível (SHIFFMAN, 2012).

Porém, em 2002, Stephen Wolfram inaugura uma nova fase para os estudos em autômatos celulares, e, motivado pelas pesquisas de Neumann, escreveu o livro “A New Kind of Science”, onde destaca a relevância destas simulações para a pesquisa científica nas áreas da biologia, química, física e em todos os ramos da ciência moderna. Nesse livro, Wolfram elabora a ideia de autômatos celulares elementares, autômatos semelhantes ao Jogo da vida (*Game of life*), como declarado, formulado pelo matemático John Horton Conway em 1970, um autômato celular que simula alterações em populações de seres vivos unicelulares baseadas em regras locais e simples onde cada célula vive ou morre de acordo com sua vizinhança. A grande diferença dos autômatos de Conway para os autômatos elementares de Wolfram é a sua simplicidade e fácil implementação, uma vez que o Jogo da Vida necessita de uma matriz bidimensional para sua execução, enquanto o jogo dos autômatos elementares pode funcionar em uma simples grade unidimensional.

Ainda que mais simples, os autômatos celulares elementares, mediante seu jogo de interação por vizinhança, proporcionam propriedades características de sistemas complexos. Aplicando um conjunto de regras para calcular o estado de cada geração de células a partir da condição de seus vizinhos, temos a emergência de padrões complexos e fractais. Como exemplo, se aplicarmos o conjunto de regras conhecidas como “Regras 90” propostas por Wolfram ao sistema de autômatos celulares, podemos perceber a emergência de um padrão complexo conhecido como triângulo de *Sierpiński*, mesmo padrão que pode ser observado no mundo natural, como constatamos na concha do molusco gastrópode *Conus textile* (SHIFFMAN, 2012).

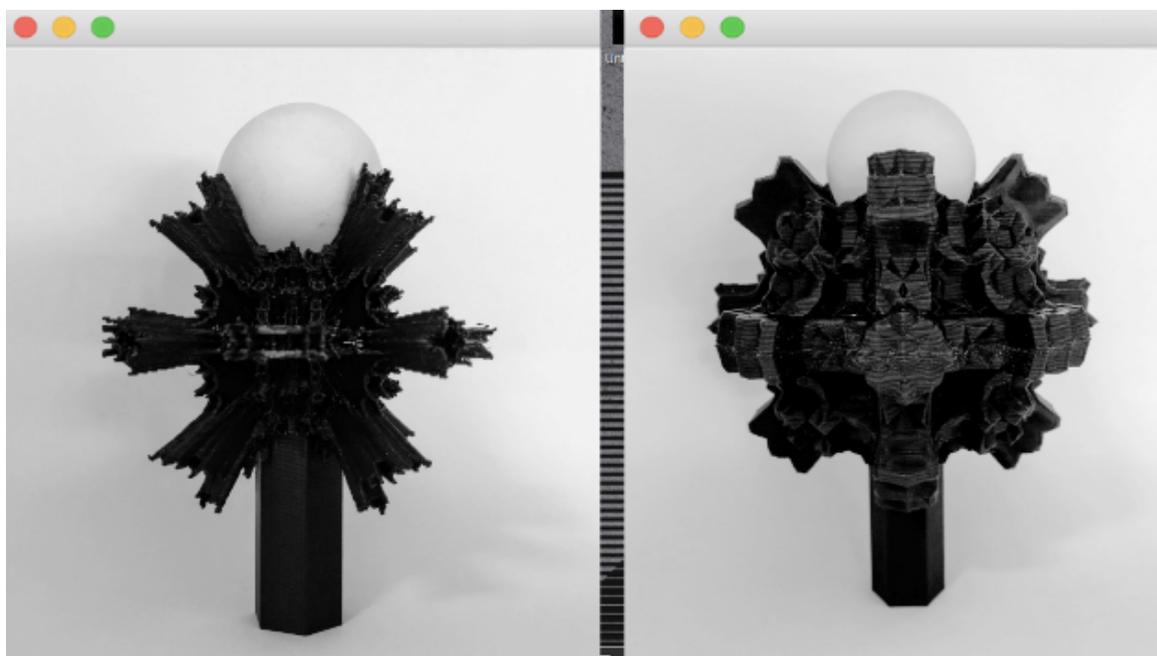
Figura 21 - Diagrama da Regras 90



Fonte: Autor, 2019.

Tomando como inspiração os autômatos celulares elementares de Wolfram, concebemos o processo de comunicação das flores nessa instalação. Como citado anteriormente, cada estigma destas flores de plástico é formado por uma tríade celular, um trio de *leds* onde juntos compõem o sistema RGB, com base na “Regra 90” em cada *led* incorporado no estigma da flor, verifica-se o estado atual da sua vizinhança interna, ou seja, o led posicionado à direita e à esquerda, e em seguida altera-se seu estado para viva (acesa) ou morta (apagada) a cada partida executada nesse sistema interativo. Além da comunicação interna das células luminosas (*leds*) esse sistema comporta uma comunicação exógena entre os estigmas das flores, onde plantas computacionais interagem umas com as outras por meio de uma rede formada por componentes eletrônicos, denominada também de Internet das Coisas (*IoT*).

Figura 22 - Protótipos da flor de plástico



Fonte: Autor, 2019.

A cada interação muda-se o estado de todos os leds, a partir da sua vizinha interna e externa conectada através de uma rede. Nesse sistema, um microcontrolador *Arduino* é usado para promover essa espécie de intranet das plantas de plásticos, assim como para controlar e processar os algoritmos que coordenam os estados dos leds com base nas regras estabelecidas para este jogo.

Como resultado, temos a formação de um bioma computacional, uma selva de plástico e componentes eletrônicos, na qual um conjunto de interações complexas fomentam o surgimento de comportamentos emergentes, dando origem a um sistema autogerativo e a objetos interativos que estabelecem relações cibernéticas entre máquina-máquina atuando em um ecossistema com atmosfera e espaço-tempo singulares. Este jogo complexo e orgânico dirigido por regras simples, em sua dimensão poética questiona como a biotecnologia está impactando a biosfera. Busca também revelar as mudanças na civilização que estamos experimentando, bem como a mudança climática, em função do meio ambiente degradado. A mensagem principal é que a apropriação de tecnologias por cada um é uma ação que nos permite agir sobre questões urgentes e não somente permanecer como um simples consumidor.

2.2 A Rede e a internet da biosfera: Conexões do interstício da matéria à vida

As redes que outrora interligavam apenas computadores evoluem a cada geração. Devido à amplificação de seu alcance, mediante lançamentos de novos satélites, de novas rotas de cabos submarinos constituídos por fibra ótica e do avanço das conexões sem fio, nos encontramos em um período no qual as redes de conectividade são capazes de conectar quase qualquer substância e superfície.

A denominada Internet das Coisas (*IoT*), na qual se concerne a pesquisa em interconexão digital de objetos com a rede de internet, é datada do final dos anos 1980. O seu uso como rede global para comunicação com objetos ou entre objetos passou por uma evolução vertiginosa, pois desde 2014, o número de objetos conectados é maior que o número de humanos conectados, ainda, segundo o Grupo de Internet das Coisas da empresa Cisco (IOTG) (2012), há previsão de que 50 bilhões de objetos estejam conectados na internet até o ano de 2020. Entende-se aqui como objetos não só os artefatos fabricados pelo homem, mas todos os agentes da biosfera, desde animais, microorganismos, e os vários agentes que habitam a superfície terrestre. A *IoT* conecta objetos uns aos outros por meio de protocolos da Internet. Para atingir esse objetivo, é imperativo poder identificar os objetos e atribuir-lhes uma interface virtual para que possam se comunicar com o ambiente.

Os domínios tecnológicos cobertos pela *IoT* são amplos e variados, visto que essa conexão compreende a inteira biosfera, alcançando as fronteiras do nosso sistema solar, dirigindo-se aos interstícios da matéria (nanotecnologia) e atingindo inclusive a vida (biotecnologia). Conseqüentemente, sensores e outros tipos de interfaces que conectam esses múltiplos agentes e monitoram as camadas terrestres, ou melhor, florestas, rios, calotas polares, produzem a cada segundo uma quantidade massiva de dados, os chamados *BigData*, e delegamos a robôs e softwares a função de processá-los e compreendê-los (DI FELICE, 2018).

Nesse sentido, o ambiente entendido outrora apenas como externo e circundante, está no momento presente em um movimento progressivo de digitalização e transformação de seus estados, condições e fatores em informações e fluxos de dados, mantendo-nos informados, em tempo real, sobre as ações humanas no âmbito do território terrestre. Esse processo de digitalização e a

percepção quase instantânea das nossas ações diante da biosfera, nos faz repensar a nossa concepção antropocêntrica referente à ecologia social.

Ademais, nos convida a pensar nas novas formas de conexões, decorrentes da disseminação das diversas possibilidades de comunicação entre os múltiplos objetos, as chamadas “ecologias digitais” (DI FELICE, 2018), por meio das quais estamos adquirindo uma consciência de infindáveis informações em tempo real, dos inúmeros tipos de substância (vegetal, animal e geológica), dando origem a um contínuo monitoramento dos estados de quase toda a biosfera, por meio de uma comunicação generalizada.

Este monitoramento nos permite perceber os impactos das ações humanas na superfície terrestre, que marcam um novo período, para o qual geólogos e filósofos propõem a denominação de Antropoceno. Bruno Latour, em uma carta aberta a Clive Hamilton (2013), declara ser um modo poderoso e sensato de evitar o perigo da naturalização das ações destrutivas do homem e reconfigurar o antigo domínio social do humano perante a biosfera.

O pensamento de Latour (1994) promove uma esperança, principalmente ao pronunciar que, a partir desta perspectiva, os “actantes humanos e não humanos” estariam abrindo uma espécie de parlamento para discutir estratégias de mediação e propor novas formas de contratualidades, a fim de afastar a ameaça de desigualdade nos níveis sustentáveis de equilíbrio, dentro do contexto ecológico (MORAES, 2004).

Segundo Felice, teríamos então, como resposta a essa perspectiva, a elucidação consciente dos limites da ação do homem e sua “estreita dependência de elementos e estruturas não humanas”, fazendo então emergir um protagonismo não mais humano, mas biocêntrico, considerando os diversos atores da biosfera, que em outro tempo foram desconsiderados dentro da tradição política e filosófica ocidental. Desta forma, caminha-se para uma superação de um domínio antropocêntrico que, mediante novas formas de conexões, torna possível a emergência de “ecologias urbanas, e o advento de complexidades informativas globais” (DI FELICE, 2013).

Por conseguinte, nessa nova geração de conexão que estamos presenciando, a conexão não é mais entendida apenas como comunicativa ou midiática, mas é percebida como um processo de alteração de substância, logo, a digitalização da biosfera promove uma alteração na nossa condição habitativa. Passamos a habitar em outro universo não mais apenas material, nem apenas

informacional, mas um híbrido, que nos leva a pensar em uma ideia de conexão não mais mediada exclusivamente pelo sujeito na tecnociência. Trata-se de uma nova dimensão da conexão, que vai além de uma perspectiva agregativa, como colocado por Felice (2018), que proporciona, de certa forma, uma alteração do estado originário ou de natureza.

É com base no trecho dessa nova narrativa científica que tenho pensado o “habitar” na minha prática artística, entendendo-o não somente como um lugar de moradia, de construção, de exploração, mas também como um lugar de busca de níveis sustentáveis de equilíbrio, um lugar que se desdobra em múltiplas dimensões da matéria e da informação.

Posto isso, no contexto das experimentações e pesquisas que realizamos no MediaLab/UnB, temos apresentado obras artísticas que se aproximam de uma noção inspirada pelo ecocentrismo, que se distancia do pensamento da vida humana como única, de indistinguível valor, e coloca a vida de todos os seres vivos como um importante fator para o equilíbrio ambiental, propondo equiparar os valores éticos, filosóficos e políticos entre todos os agentes da biosfera.

Através da nossa prática artística, sugerimos interações entre humanos e não humanos, buscando assumir formas e dinâmicas qualitativamente interativas que só podem acontecer através de conexões mediadas pela *IoT* e, conseqüentemente, pelo poder de processamento que a computação nos oferece.

É o caso do objeto de *wearable* desenvolvido no MediaLab/UnB¹⁸, em que um vestido é capaz de identificar gases tóxicos no ambiente, processar os dados resultante dessa identificação, organizá-los e apresentá-los de forma simbólica através de *leds* incorporados à peça. Procura-se neste trabalho apresentar o “lugar” como um espaço de construção de relação com o meio circundante material e informacional, ao tomarmos a consciência da “qualidade” do ar no *lócus* temporário, no dispositivo *wearable*, mediante a materialidade do ambiente informacional.

¹⁸ Participaram também do projeto Suzete Venturelli, Tainá Luize Martins Ramos, Kethelen Damasceno (Graduanda em Artes Visuais pela Universidade de Brasília) e Nycacia Delmondes (Graduanda em Artes Visuais pela Universidade de Brasília).

Figura 23 - AR_IPÊFEITO



Fonte: Autor, 2019.

Esse e outros trabalhos aqui apresentados, desenvolvidos no âmbito do Medialab, deixam claro como estes se propõem a eliminar a prevalência ontológica e axiológica dos seres humanos sobre todos os outros seres, e para tanto considera a biosfera como uma unidade biótica de valor indiferenciável. Para nós, a condição habitativa é uma fonte de alteridade, situação, estado ou qualidade que se constitui através de relações de contraste, distinção, diferença. Proponho aqui o "entre espaço", híbrido natural-informacional, como uma materialização da rede de conexões entre os inúmeros agentes.

2.3 Computação ubíqua e pervasiva nas obras de arte computacional, Interação endógena e Híbridos biológicos/maquínicos

A computação ubíqua, resultante das tecnologias sencientes e pervasivas, faz parte de nosso cotidiano desde o início do século 20. O desenvolvimento da

computação móvel e das tecnologias nômades, como smartphones e wearables, alcançou a sua fase de ubiquidade.

A pervasividade da computação na sua capacidade de penetrar, percorrer, permear o nosso cotidiano, tem alimentado uma certa inteligência das máquinas. A pervasividade e a mobilidade da computação, que dão origem à computação ubíqua, têm fomentado a formação de novos modelos computacionais em praticamente todos os ambientes, de forma naturalizada e massiva, por meio da integração e fruição dos avanços em mobilidade e pervasividade.

O termo computação ubíqua foi utilizado pela primeira vez em um artigo do cientista Mark Weiser (1991), no qual previa os tempos futuros, onde haveria uma expansão dos computadores e a utilização de diversos dispositivos computacionais por um único usuário.

Segundo a escritora e professora Lucia Santaella (2010), após os avanços em direção a uma computação ubíqua, não estamos mais em uma era da conexão, mas sim da hiper-conexão. Vivemos uma época não mais só de conexões entre humanos e humanos, máquinas e humanos ou máquinas e máquinas, motivadas pelo nomadismo tecnológico da cultura contemporânea e pelo desenvolvimento da computação ubíqua (Lemos, 2010), mas sim em uma época de conexões entre objetos, átomos, humanos, animais e plantas mediadas pela computação na qual, confirmando a previsão de Weiser, se entrelaçam com o cotidiano se tornando cada vez mais indistinguível dele.

A naturalização das interfaces computacionais diante da computação ubíqua e a pervasividade em circuitos integrados, no momento em escalas nanométricas, alargam progressivamente a ponte entre a realidade e o ambiente físico e digital. Por meio de interações cada vez mais endógenas, as múltiplas realidades do virtual e do natural são misturadas e aumentadas.

Edmond Couchot (2003) coloca em discussão os tipos de interatividade entre homem-máquina, sob a perspectiva da segunda interatividade, termo denominado por ele como uma analogia à cibernética de segunda ordem, destinada a estudar os sistemas de observação, em contraposição com a primeira cibernética, que tinha como foco o estudo dos sistemas observados. Entendendo a interação, ou seja, troca de informação entre entidades, sob essa perspectiva da segunda interatividade, Couchot estabelece que ela pode acontecer enquanto exógena ou endógena.

Aqui, a interação exógena refere-se a um diálogo entre homem máquina , como um mouse e um teclado enquanto as interações endógenas estão relacionados ao objeto numérico-computacional, o qual reage entre si junto da interação do usuário, trocando informações com seus agentes internos e também com os iteradores externos (COUCHOT, 2003). Como consequência dessa interação exógena, cria-se a oportunidade de emergência de certa inteligência, tornando as máquinas objetos dotados de autonomia em seus comportamentos, e criando uma rede de independência e inteligência por meio das possibilidades de conexões e expansão das tecnologias telemáticas.

Nesse contexto do surgimento de novas tecnologias telemáticas e de interação entre múltiplos agentes, sejam de carbono ou silício, no envolvimento dos trabalhos de arte e suas forças formais, funcionais e afetivas, encontramos o conceito *hiperorganismo*.

O termo foi cunhado pelo artista pesquisador e professor Carlos Augusto da Nóbrega, durante a sua pesquisa do doutorado. Este conceito nos ajuda a pensar o espaço de diálogo entre arte, tecnologia, rede e organismos. De acordo com Nóbrega (2009):

Hiperorganismos poderiam ser pensados como parte de uma linhagem de objetos técnicos, conforme as teorias de Simondon (1989), os quais haveriam incorporado em seus processos de individuação uma dimensão expandida pelas redes telemáticas de informação. Um hiperorganismo não deve ser considerado uma unidade em si, mas uma espécie de nó numa trama, um ponto de ligação. Apesar de sua existência física, o hiperorganismo não deve ser concebido uma totalidade determinada, mas sim uma condição, um estado de vir-a-ser definido pelo seu caráter relacional, sempre em rede com outros seres, artificiais e/ou naturais no mundo. (NÓBREGA, 2009)

A partir do conceito de hiperorganismo, poderíamos entender a obra de arte como um organismo, estimando seu modo de existência e suas múltiplas redes, não só as redes que o constituem enquanto objeto, como as intra-redes das obras computacionais, mas também as redes externas de distribuição e evolução dentro de uma ecologia do trabalho de arte. Isto é, tendo em vista os processos de

invenção e individualização dos objetos técnicos, dentro do modelo conceitual oferecido pelo filósofo Gilbert Simondon (1980).

Para Simondon, o objeto técnico tende a atingir a concretude, derivada do seu processo de auto-organização, onde suas partes internas são passíveis de atuar "em sinergia para formar um todo interdependente" (Nóbrega, 2018). Esse processo denominado por Simondon (1980) de *concretização* é a forma pela qual o objeto técnico pode atingir sua individualização. Essa individualização ocorre de forma contínua ao longo da existência do objeto técnico, assim como nos organismos naturais. É importante destacar que o objeto técnico mesmo que caminhando em direção à concretização, no máximo pode assemelhar-se a objeto natural.

De acordo com a teoria de Simondon, a evolução do objeto técnico aproxima-se da evolução dos objetos naturais, acontecendo por meios e lógicas diferentes. A individuação de um objeto técnico é o resultado não só de processos puramente técnicos, mas também de processos criativos. Nesse movimento a caminho da individualização do objeto técnico o artista age como um catalisador no seu processo de concretização, desde a sua criação conceitual até a forma de concretizá-lo formalmente.

Sendo assim, o trabalho de arte enquanto objeto técnico, tendo em vista seus processos de invenção e individualização, não pode ser considerado apenas como instrumento para a criação de uma experiência estética, mas sim como uma entidade tecnológica em si (NÓBREGA, 2018). Ainda sobre o conceito de hiperorganismo e sua relação com o processo de individuação do objeto técnico, Nóbrega (2018) assinala:

O termo hiperorganismo se baseia na natureza orgânica dos processos de invenção, individuação e concretização de objetos técnicos, situando tal condição sob a influência de três fundamentais redes contemporâneas de acesso: a telemática, a orgânica e a sutil. (NÓBREGA, 2018, p. 64)

Em 2018, tive a honra de participar de um projeto que unia o laboratório NANO – Núcleo de Arte e Novos Organismos / UFRJ e o MediaLab/UnB¹⁹, durante a edição Hiperorgânicos 8, que dispunha de um laboratório Aberto. Nessa

¹⁹ Participaram também do projeto Suzete Venturelli, Prahlada Hargreaves e Thiago Araújo (Graduando em Ciência da Computação).

oportunidade propusemos uma experiência telemática envolvendo uma planta e um sistema de impressão 3D, capaz de imprimir formas generativas a partir dos dados eletrofisiológicos de uma orquídea e seu ambiente. Esta experiência era transmitida em tempo real na página do *facebook* do MediaLab/UnB.

Mediante o contato com os escritos do Guto Nóbrega e tomando como base essa aproximação que propusemos, entendo esse trabalho como proposição de uma ecologia híbrida, que refere-se à articulação de um ser vivo e um objeto técnico em conjunto como um organismo híbrido. Mais especificamente, plantas e computadores, neste caso conectados mediante rotas com mais de 1 quilômetro compostas de um amálgama de cabos e redes locais sem fios (WLAN).

Figura 24 - Visão remota do MediaLab durante o Hiperorgânicos



Fonte: Autor, 2018.

Por meio desse tipo de proposta artística, que envolve ecologias híbridas, mais especificamente, as novas possibilidades de conectividade entre organismos naturais e artificiais, podemos explorar a relação sistêmica e sensorial entre organismos naturais e maquínicos no contexto da arte, ciência e tecnologia.

Ainda sobre o acoplamento desses dois sistemas na forma de um indivíduo, Nóbrega aponta:

[...]Parece redirecionar os vetores evolucionários de máquinas e natureza de forma evidentemente imbricada rumo ao horizonte de uma certa ecologia híbrida. Tais sistemas híbridos, em sua complexidade, são carregados de significados potencialmente abertos à experiência do observador. Podemos dizer que do ponto de vista da experiência interrelacional

observador-trabalho de arte, sistemas híbridos não demandam apenas interação por parte do observador, mas que o mesmo se engaje em processo dialógico com o sistema de forma a que ambos possam expressar sua maneira de existência no mundo. (NÓBREGA, 2011, p. 141)

Concordando com Nóbrega (2010), essa ecologia com caráter híbrido entre natural e artificial computacional, cria novas camadas complexas de indeterminação ao sistema e conseqüentemente desequilibra a relação entre humanos e não humanos. Uma vez que estamos entendendo planta e máquina como um sistema, devemos também considerar a interação de suas diversas camadas de significação.

2.4 Relações integradas entre arte, design e código: processo e técnica

2.4.1 A arte computacional e suas interfaces com a computação e o design

A arte computacional carrega em si uma origem interdisciplinar e hibridizada. Edmond Couchot (2003) destaca que a arte computacional é antes de tudo uma arte da hibridização. Hibridização entre todas as imagens, inclusive as imagens óticas, a pintura, o desenho, a foto, o cinema, a TV, que tornam-se híbridos a partir do momento que são numéricas. Suponho talvez como consequência da hibridização do nosso próprio pensamento, decorrente dos acúmulos genéticos que engendraram nossa mente, concordando com Merlin Donald (2001).

Suzete Venturelli (2008) define arte computacional como “a área que estuda e desenvolve conceitos, métodos e técnicas computacionais voltadas para a produção, numa perspectiva estética, de objetos visuais e/ou auditivos”. Valendo-se da interatividade como um conjunto de interações humano-máquina, máquina-máquina ou objeto-objeto por meio de estímulos e respostas proporcionados pela computação e colocando o artista como mediador na relação entre os mais variados objetos.

É de importância ressaltar a distinção entre dois tipos de arte computacional, segundo o que Suzete Venturelli (2010) classifica: “Na primeira categoria o computador é utilizado como ferramenta e na segunda categoria o artista é também programador ou trabalha com programadores para desenvolver obras computacionais, interativas ou não”. Nessa segunda categoria se destaca a inovação na arte computacional e se amplifica a relação entre arte e ciência. Pois a

imagem, ao invés de ser pré-estabelecida na mente humana ou em processos fotográficos e processada posteriormente no computador, tem sua origem diretamente em um processo computacional, que necessita do desenvolvimento de um algoritmo específico.

Esse processo é atrelado às imagens de cunho científico e envolve matemática, aspectos óticos, cibernéticos, computacionais e biológicos. Diante desses aspectos, podemos destacar as relações da estética computacional com a inteligência artificial e a vida artificial, áreas de conhecimento oriundas da interseção entre a computação, o design, a biologia e a neurociência (Venturelli, 2010). Somente a partir da prática em grupo é possível compor obras complexas na justaposição dessas diversas áreas.

Mediante esta transdisciplinaridade da arte computacional, entendo o pensamento projetual e o design como fortes instrumentos que nos ajudam a nos servir do trabalho coletivo e da manipulação e da transformação de objetos, uma vez que a arte computacional também manipula e opera objetos e tecnologias já concebidos por outros criadores.

Embasado na minha experiência de atuação profissional em uma agência de design, percebo que o exercício do design, fora do contexto acadêmico, está em última instância associado ao mercado de consumo, como uma solução para problemas comerciais, ou como hibridização de tecnologias para atender a necessidades corporativas, sejam elas sociais ou metodológicas. A aproximação com o campo do design, pelos artistas, refere-se ao seu caráter inovador, na adaptação de técnicas e métodos para resolução de problemas, que cria novas narrativas, transladando tecnologias e especulando futuros.

Afastando-se de um pensamento antropocêntrico, é inegável o entendimento dos objetos como agentes culturais exercendo um papel preponderante na cultura, e fica difícil então não evidenciar o pensamento do design, na interseção da arte e da tecnologia. Tendo como base os pensamentos de Flusser, que entende o design como um processo de in-formação, ou seja, doação de forma, em seu livro *O Mundo Codificado*, o filósofo Vilém Flusser destaca:

Design, como todas as expressões culturais, mostra que a matéria não aparece (é inaparente), a não ser que seja informada, e assim, uma vez informada, começa a se manifestar (a tornar-se fenômeno). A matéria no design, como qualquer outro aspecto cultural, é o modo como as formas aparecem (FLUSSER, 2007, p. 28).

Considerando essas questões, e tendo em conta a minha experiência em uma graduação interrompida em design, me interessam profundamente as questões tangenciadas pelo design, sobretudo o modo como o design in-forma, ou melhor, dá forma à matéria, servindo de veículo para interrogar as relações entre homem e natureza. Entretanto, tendo em vista o pensamento de Flusser, que destaca o surgimento do design a partir de uma convergência entre a arte e a tecnologia iniciada na nova cultura emergente nos finais do século XIX, considero que a prática em design de certa forma tem falhado por não acompanhar a crítica social e cultural, sufocada por propor resultados tecno-solucionistas para atender a indústria, se tornando o que Max Weber irá chamar de "especialistas sem espírito" (2013).

"Especialistas sem espírito" produzem a cada dia produtos que compõem um ciclo infinito de oferta e demanda, sem questionar as necessidades, propondo estratégias de obsolescência programada e descontrole. Um exemplo disso pode ser observado nas novas tecnologias aplicadas à internet, que são implantadas sem nenhuma consideração e consentimento do usuário final, muito menos pautadas pela ética e privacidade, apenas condicionadas e impulsionadas pela necessidade corporativa de controle e antecipação dos atos dos usuários.

Nesse sentido, principalmente na relação com as novas tecnologias, a arte descompromissada com o mercado sobreposta ao design, possibilita um meio para lidar com a realidade e um descolar-se de uma relação submissa à indústria e ao capitalismo.

O caráter poético dos objetos artísticos compõe um vetor privilegiado para a explicitação de uma crítica reflexiva sobre as práticas ligadas a tecnologias. A liberdade do artista, somada às técnicas de in-formação procedentes do design, cria um campo neutro, onde há uma possibilidade de pensar um diálogo entre tecnologia e arte, natureza e técnica.

Como aponta Peter Sloterdijk (2016) ao comparar arte e ciência, a arte tem sua potência de explicitar, enquanto a ciência se ocupa frequentemente da função de explicar. Ainda sobre o papel da arte em relação à tecnociência, lembro-me de uma frase, cuja fonte não me recordo, que afirma que a ciência torna o desconhecido conhecido enquanto a arte torna desconhecido o que já é conhecido.

Na convergência da arte e do design, um método que se tornou comum nas práticas das poéticas contemporâneas e no design é o de pensar o fluxo do trabalho

como “projeto”, além disso, a valorização dos processos de documentação das etapas do projeto. O processo de documentação é um método presente e estimado no pensamento projetual, principalmente como instrumento de crítica ao próprio processo do criador. A documentação ou relato da construção de um projeto cria um diálogo entre criador e público, produzindo uma ponte para diálogos entre outros campos.

A descrição do processo da arte nos ajuda a elucidar alguns pensamentos e intenções no momento de criação, e a documentação atua também em uma frente educativa. É por meio da documentação de alguns projetos que podemos aprender sobre as suas práticas, sobretudo se consideramos a prática D.I.Y ou do “faça você mesmo”, na qual a documentação do processo é um material de relevante importância para popularização e replicação das técnicas.

O termo *Do It Yourself*, que pode ser traduzido como “Faça Você Mesmo”, foi cunhado pelos *punks* durante a década de 70, na América do Norte e Inglaterra, em resposta às consequências causadas pelas guerras e as reorganizações geopolíticas ocorridas na época. Os adeptos ao movimento em sua maioria eram jovens vindos de famílias tradicionalmente operárias. O termo buscava propagar as ideias do faça você mesmo, incentivadas pela frustração com as políticas conduzidas no Reino Unido e nos Estados Unidos, buscando uma autonomia política e social através da dominação dos próprios meios de produção, que eram, em sua maioria, restritos ao sistema industrial da época, valorizando a estética do improvisado e do artesanal, que era desprezada pelas práticas e conceitos do capitalismo. (BEGALI, 2012).

Atualmente, o termo “faça você mesmo” tem sido amplamente empregado, muitas vezes associado à prática individualista e informal que une trabalho e lazer, colocando o faça você mesmo como hobby e oportunidade de ocupação e distração, como vemos em kits de *DIY* vendidos em lojas de decoração e livrarias, derivados de um pensamento capitalista. Porém ainda há um movimento “faça você mesmo” como crítica aos métodos industriais e de rigor técnico, como processo de autoprodução apontando para uma cultura de sustentabilidade econômica, social e ambiental.

As técnicas de *DIY* recentemente chamaram a atenção de artistas e designers que trabalham com novas tecnologias, como uma prática amadora,

colaborativa e criativa que mudou o foco dos elementos recreativos desta prática para as maneiras pelas quais democratizam a arte coletiva e o design.

O movimento “faça você mesmo” se refere à autoprodução, e à produção em nível artesanal, fora dos ambientes industriais. No contexto da arte, a estética do improvisado tem relação direta com o movimento, uma vez que nem sempre se dispõe dos recursos e habilidades técnicas de fabricação. Sendo assim, a autonomia, a auto expressão e a auto-organização são valorizadas em relação à produção hierárquica e à representação delegada, possibilitando uma rede horizontal de colaboradores durante a criação de artefatos.

A prática artística que propõe um modo de atuação não hierárquica e experimental contém a noção do “faça você mesmo”, que possibilita experimentações coletivas que se situam em um campo indistinto entre arte, tecnologia e ciência. O “*Do it yourself*” desafia as convencionais estruturas hierárquicas verticais da produção de design e da tecnológica. Valoriza aspectos estéticos que conversam com práticas e conceitos dos movimentos *maker* e *hacker*, tecnologias abertas e serendipismos.

No Brasil, o termo é frequentemente associado a gambiarra. O artista mineiro Fred Paulino tem proposto a gambiarra como uma técnica de produção científica e artística, difundindo esse pensamento através de exposições como “Gambiólogos/ Maquinações” (2010, 2014 e 2018) e a publicações como “Facta – revista de Gambiologia” (desde 2011, atualmente em sua quinta edição). Fred entende que o conceito e a prática da gambiologia são totalmente vinculados às ideias de sustentabilidade, reciclagem, reaproveitamento de materiais, faça-você-mesmo, arte, tecnologia, design, e experimentação. Como aponta o artista :

A partir da combinação de restos de aparelhos eletrônicos com outros objetos, são criados novos artefatos, que estão no limite entre o eletrônico, o decorativo, o funcional e o artístico. (PAULINO, 2016)²⁰

Minha prática artística visa a reunião do pensamento projetual aliado às técnicas de D.I.Y e de gambiarra, que se complementam e podem me auxiliar em questionamentos sobre o controle da técnica, materializado pelas inteligências

²⁰ Disponível em <<https://catracalivre.com.br/criatividade/conheca-a-gambiologia-a-ciencia-da-gambiarra/>> . Acesso em 29 de ago. de 2019.

artificiais, que são aplicadas às redes sociais e cujo funcionamento desconhecemos, mas sabemos que têm interesse estritamente comerciais. Questiono-me constantemente, diante dessas conjunturas: Como desafiar os futuros algorítmicos e enfrentar as lógicas baseadas puramente em máquinas para celebrar a liberdade de escolha, a diversidade, a individualidade e a sensibilidade?

Entendo que a arte e o design no contexto das novas tecnologias têm funções preponderantes nos questionamentos sobre as condições impostas na relação natureza - artifício, máquina - humanos. Esses campos se opõem ao caráter técnico-solucionista das novas tecnologias, pois se valem da poética como ferramenta sensível para avaliar e refletir sobre a nossa condição de humano, as nossas relações com as máquinas e os outros agentes que compõem a nossa biosfera. Consequentemente, repensando nossa prática como artistas, designers e programadores.

2.4.2 Código e algoritmos como prática poética e imaginativa

É evidente que a comunicação humana está continuamente em transformação, os códigos e linguagens estão em um processo constante de mutação a cada segundo. Embora a linguagem nos acompanhe em toda nossa evolução como seres-humanos, sabemos que os códigos em geral partem de um processo artificial, baseados em artifícios de representação, como os números e o próprio alfabeto. Mesmo que os símbolos sejam usados para nos comunicar, que sejam instrumentos concebidos por humanos, com o passar do tempo esquecemos da sua artificialidade, naturalizando-os como uma segunda natureza, como apontado por Flusser (FLUSSER, 2010).

Esses códigos, enquanto uma segunda natureza, têm expandido as capacidades dos seres humanos, não só em um nível formal de comunicação, mas também a maneira como percebemos, entendemos e encaramos o mundo, transformando a linguagem em uma ferramenta epistemológica.

O sistema de código que usamos para transmitir instruções em um programa processado por computador não deixa de ser um sistema simbólico convencionalizado a propagar certa informação. Assim como todos os outros códigos de linguagens, possui uma lógica única, com uma imensidão de possibilidades ponderada pela natureza das representações e das relações semânticas.

A origem dos códigos computacionais tem como base o pensamento da lógica e dos sistemas de linguagem abstratos e particulares da matemática.

Com a evolução da computação, os códigos matemáticos passaram a uma situação diferenciada, onde o “código numérico evadiu-se do código alfabético, e, com isso, pôde livrar-se da obrigação de linearidade e passar dos números para as informações digitais” (FLUSSER, 2007).

É a partir dos códigos matemáticos que podemos descrever e desenvolver um algoritmo. Muitas vezes tendemos a pensar nos algoritmos como algo estrito da computação, mas, por definição, os algoritmos não necessitam dos computadores. Um algoritmo resolve um problema mediante uma sequência finita de regras e operações que, ao serem aplicadas com base em um número finito de dados, permitem solucionar classes de problemas similares. Um exemplo é o conhecido algoritmo de Euclides que pode obter um máximo divisor comum entre dois números inteiros diferentes de zero.

Portanto, os sistemas simbólicos abstratos oriundos da matemática, como os algoritmos, criaram novos caminhos para conexões entre verdades e estruturas fundamentais da realidade, como indica Ed Finn em seu livro “*What Algorithms Want.*” De fato a linguagem pode moldar ideias e a realidade factível, um exemplo prático de como estruturas simbólicas de linguagem podem transformar a realidade, é o próprio voto conjugal, ou os escritos religiosos, a sentença do tribunal ou as leis em geral. Essas palavras são códigos que de alguma forma moldam a realidade.

Para Finn (2017), o potencial transformador de um sistema algorítmico não está na forma material em que se apresenta em um determinado momento no mundo factível, mas sim no próprio sistema de regras e agentes que geram e manipulam o material ao ser apresentado. Este fato é observável facilmente na própria arte computacional. Ao analisarmos o histórico da arte abstrata baseada em *software*, fica evidente que os processos de criação das imagens generativas, por exemplo, são mais relevantes (poeticamente) do que o resultado específico de saída apresentado, visto que estatisticamente os resultados obtidos desses processos podem apresentar um produto visual semelhante, mediante várias outras abordagens algorítmicas, tornando o código, o qual compõe o software, cerne da alteridade da obra computacional.

O uso da computação na produção simbólica, especificamente o uso de algoritmos computacionais, tem impactado de forma cada vez mais sólida a

realidade factível. Por se tratar de uma máquina universal de imitação, o computador manipula símbolos a uma velocidade e em uma quantidade jamais conquistada por outras ferramentas (TURIN apud. Oppy and Dowe, 2016). É importante ressaltar que a transcodificação do mundo para os sistemas matemáticos, como acontece nos algoritmos computacionais, tem origem no pensamento humano, apesar das limitações e particularidades da máquina possuírem agência e influência. Portanto, estamos vivenciando um tempo em que as máquinas e os humanos estão em um evolutivo processo de ressignificação mútua.

No campo tradicional da computação, podemos fazer uma análise e leitura de um algoritmo por procedimento de três palavras-chave, as quais podem ser usadas como ferramentas metodológicas. A primeira é a palavra "processo" e refere-se ao entendimento de computabilidade eficaz, ou seja, a codificação de argumentos para a resolução de um problema seguindo etapas lineares. A partir da segunda palavra, entende-se que os sistemas algorítmicos são objetos de estudo não apenas pelo que eles incluem, mas também pelo que é ocultado. A palavra-chave "abstração" refere-se à função de abstrair as complexidades, regulamentações e convenções estabelecidas no mundo concreto para o mundo informacional. A terceira, a "implementação", complementa as palavras-chave. Os "processos" e "abstrações", os quais os computadores executam e produzem, só podem existir no espaço da implementação. Somente através da implementação do processo e da abstração para o código computacional é possível atingir os objetivos procedurais da computabilidade.

À medida que aumenta a interdependência de humanos e computadores na criação de máquinas de cultura, e surgem novos trabalhos criativos culturalmente complexos e esteticamente avaliados, estas palavras-chave não suportam a leitura e a análise dos algoritmos computacionais. Por essa razão, Finn (2017) propõe mais uma palavra-chave como ferramenta metodológica: a "imaginação". Uma vez que a lacuna entre computação e cultura não é mais apenas um abismo entre diferentes sistemas de lógica simbólica, de representação e significado, torna-se também uma lacuna entre diferentes modos de imaginação, fomentados pelos algoritmos. Esse novo conjunto de componentes de leitura algorítmica fornece ferramentas para uma nova abordagem de leitura, contribuindo para o entendimento cultural dos algoritmos e por consequência da arte computacional.

Sendo assim, a arte computacional mostra que a criação neste campo envolve, além de questões comuns mais generalizadas na condição de *in statu nascendi*, os domínios científicos, sociais e tecnocientíficos da computação, do algoritmo e do código. Venturelli (2011) nos lembra que os computadores provocaram um profundo impacto sobre as artes. Artistas como Roy Ascott, provocaram a teoria global da estética hoje, como conjunto inteligível, modificando paradigmas na função da arte na era digital, assim como amplificaram a complexidade, mediante algoritmos e métodos computacionais de criação. A arte computacional, ao trabalhar com a linguagem computacional, também transporta o artista para a função do artista-programador.

O uso de linguagem computacional e o desenvolvimento de *software* por parte do artista fomentam a aquisição de uma capacidade crescente de percepção, ação e transformação de estados estéticos por parte do artista dado que a arte da hibridação entre o universo instrumental e o universo simbólico dos modelos, composto por linguagens, algoritmos, códigos e números, permite relações entre um universo virtual computável e um universo físico.

É mediante a prática poética estruturada por códigos que entendo cada um desses universos, pois ela atribui a mim certos "poderes" fascinantes sobre os símbolos e significados. O domínio da linguagem computacional nos concede um poder cultural baseado na tensão inerente entre realidade e representação. Porém, deve-se ter cuidado para manter um pensamento mais crítico em relação ao uso dos códigos, que em geral seguem uma lógica computacional, e os aceitamos simplesmente por propor uma organização da complexidade do mundo.

A minha prática e a minha relação com os códigos computacionais baseiam-se no entendimento de que os sistemas máqunicos estão desenvolvendo novas capacidades de pensamento imaginativo, que podem ser fundamentalmente estranhas à cognição humana, incluindo a capacidade de processamento de milhões de variáveis estatísticas e a manipulação de sistemas nas condições mais variadas, e que a nossa capacidade de computar não consegue compreender efetivamente. Acredito que ao integrar cada vez mais as informações do mundo concreto, as abstrações da máquina, ou seja, a transmutação do mundo para informação (dados) achata a lacuna entre o mundo digitalizado e o mundo material, dando possibilidade às máquinas de "sentirem o mundo". É nesse espaço que se criam janelas para a abertura mais ampla entre computação e realidade, as quais podem irradiar

resultados inesperados. São nessas janelas que, para mim, torna-se possível ver o serendipismo na máquina e onde mora a "mágica" do código.

2.4.3 Uma prática "indisciplinada" no MediaLab/UnB

Considerando que todas as proposições artísticas aqui apresentadas foram concebidas no contexto do MediaLab/UnB, fica evidente que a minha prática criativa/poética é afetada e dirigida pela forma de atuação do Laboratório de Pesquisa em Arte Computacional da Universidade de Brasília, em conjunto com as ideias e pensamentos da equipe que o constitui.

Historicamente, o MediaLab/UnB foi iniciado em 1989 pela professora e artista pesquisadora Suzete Venturelli. O laboratório conta, desde o início, com a participação de professores, funcionários, bolsistas de Iniciação Científica, estagiários e estudantes da graduação e pós-graduação, de diferentes áreas do conhecimento, interessados em temas como arte e tecnologia, visual-music, animação, videoarte, cinema arte, arte computacional, webarte, dispositivos não convencionais de interação, ciberintervenções urbanas, realidade aumentada urbana (RUA), interface humano-computador, entre outros. A produção do MediaLab está inserida na complexidade da produção artística e tecnológica computacionais das novas mídias.

A complexidade do laboratório não está centrada apenas em seus objetos de pesquisas. Durante a minha estadia no laboratório, desde 2015, quando cursava a graduação, presenciei estudantes vindos de diversas áreas para trabalhar e pesquisar de forma auto-organizada.

Esse espaço híbrido entre ateliê, laboratório e sala de aula compreende uma grande pesquisa que dura 30 anos, onde, de forma compartilhada e coletiva, criam-se métodos e processos baseados nas referências da arte e da tecnociência, cujos resultados e méritos decorrentes desse processo não podem ser atribuídos somente a uma pessoa. O *modus operandi* promove e incentiva a descoberta, a experimentação e a propagação das experiências através de uma metodologia baseada em serendipity.

O termo *serendipity* designa a importância do acaso nas invenções e descobertas científicas, tecnológicas e artísticas. O método baseado em *serendipity* se resume em encontrar aquilo que se está procurando ou encontrar alguma solução

criativa, considerando a intuição e o acaso, sem desconsiderar os aparatos e os métodos tecno-científicos, evidenciando de forma coletiva o instinto como condutor em um processo de criação.

A gestão descentralizada conduzida pelos múltiplos agentes atuantes no laboratório, sejam eles humanos ou não (máquinas e plantas), e o método orientado por uma abordagem baseada em serendipity, são “regras” essenciais neste espaço. Seja em pesquisas de mestrado, doutorado e iniciação científica, na criação de uma biblioteca viva composta por plantas, na preparação do café, no deboche de um bingo sinalizado na parede ou na convivência diária dos integrantes.

Figura 25 - Biblioteca viva / Internet das plantas

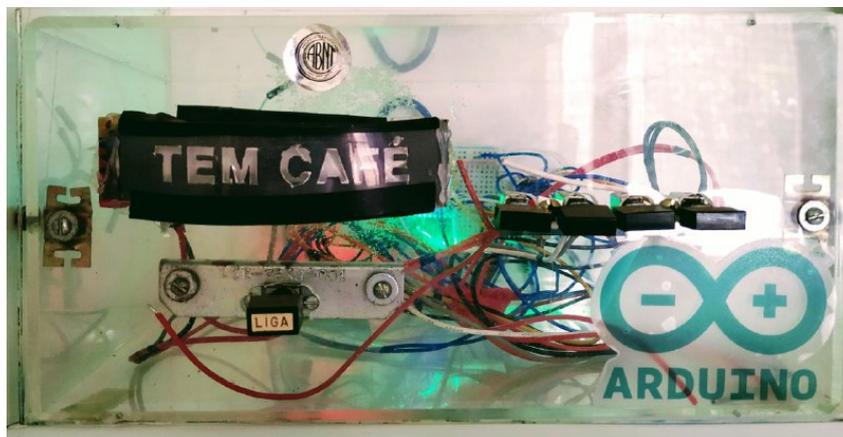


Fonte: Autor, 2019.

O cerne está em procurar maneiras de construir um novo espaço, sem necessitar de um plano, mas explorando as “coisas” e suas capacidades de interagir umas com as outras, concebendo nesta relação um insólito espaço, um laboratório não organizado em rótulos de conhecimento propostos pela academia, mas transdisciplinar ou melhor, indisciplinar.

Neste espaço usamos a computação e novas tecnologias para transformar e entender a nós mesmos e a nossa condição habitativa no ambiente, procurando adotar estratégias eletivas e seletivas encontradas na natureza, porém sem se preocupar de fato com os aspectos da biomimética ou sobre a quais coisas se assemelham ou imitam, mas sim como as coisas se comportam e interagem.

Figura 26 - Sistema de monitoramento de sensores



Fonte: Autor, 2019.

Nosso ideal não é puramente acadêmico, de produção, divulgação, escrita, desenvolvimento de novas tecnologias, mas está comprometido com a ideia de como as práticas pertencentes a este espaço podem se conectar e atuar de forma híbrida.

É inegável que a distinção de áreas de conhecimento dos integrantes do laboratório nos favorece, criando um pretexto para designers trabalharem com artistas, teóricos e filósofos dialogarem com hackers, arquivistas e engenheiros sistematizarem os processos artísticos. É na diversidade das áreas de origem de cada integrante que mora o dinamismo das práticas e pesquisas do laboratório, que se esforçam para construir um lugar onde os momentos estéticos e utópicos das novas mídias possam ser ampliados, e para que as forças e texturas de múltiplas camadas do conhecimento se tornem mais acessíveis.

A tensão entre esses pensamentos utópicos e a realidade factível estimula o laboratório, ainda que regido sobre as condições reais de um laboratório dentro de uma universidade, à mercê dos critérios enigmáticos de financiamento e da lógica administrativa misteriosa proposta pela burocracia acadêmica na qual estamos envolvidos. Contudo, neste espaço ainda dialogamos de forma não horizontal com a rigidez do sistema acadêmico, ora “sob” as ordens do sistema político acadêmico, como os cortes das bolsas de estágio que sofremos, ora também “sobre” as ordens desse sistema, das quais nos apropriamos para zombar e ludibriar a rigidez do sistema acadêmico burocrático.

Assim como meus colegas de laboratório, visitantes, alunos, ou professores, criamos momentos memoráveis, que vão além das barreiras da institucionalização

ao ponto de criar micro-rachaduras. Dotados de coragem e encorajados uns pelos outros transpassamos noções políticas, teóricas e técnicas usando como ferramenta nossa paixão e compromisso com a arte, com o design e com a tecnologia, mediante a criação de artefatos, mediação de exposições, promoção de encontros imersivos, criação de uma rede entre plantas e máquinas, manutenção de uma horta e hibridização do espaço material com automações computacionais.

Figura 27 - Fotografia da primeira colônia de férias do MediaLab/UnB



Fonte: Autor, 2019.

Entendemos que, com esse tipo de oportunidade, podemos propor uma maneira diferente de pensar a biosfera e a nossa relação com ela, imaginando e desenvolvendo estratégias que desviem os caminhos atuais da tecnologia.

Como citado anteriormente, a nossa motivação não é simplesmente produzir pesquisa, mas fazer coisas, situações, elaborar táticas, criar caminhos e despertar emoções através de interfaces afetivas. Sendo assim, é importante notarmos que a construção de E-coisas, a prática artística, o ativismo, a escrita e a publicação de teoria ou sistemas, não acontecem isoladamente, para que emergjam precisam estar conectadas, como práticas e teorias híbridas.

A cada novo integrante e em cada nova fase de pesquisa do laboratório, temos a certeza que as ferramentas da academia não comportam toda a

complexidade da pesquisa em arte e tecnologia. Apoiar os saberes comuns e administrar os incomuns é fruto de uma tremenda quantidade de trabalho árduo e desgastes emocionais. As experimentações e pesquisas são amparadas pelo acolhimento e proteção sensível, e de certa forma até poética, da professora Suzete Venturelli e pela confiança demonstrada pelo professor Antenor Ferreira.

2.5 A obra *F-ORCHIS*: Um híbrido na arte computacional e desdobramentos de experimentos artísticos entre plantas e máquinas

Outro exemplo que é resultado do método singular de atuação do Media Lab / UnB, podemos citar o trabalho intitulado de *F-Orchis*²¹, que possui grande complexidade poética e técnica, e propõe dar continuidade aos estudos decorrentes da obra *Cyberflor*, na qual uma planta de forma metafórica controlava uma máquina e se conectava com uma vida artificial, cultivada em um computador. Buscamos dessa vez provocar nos interagentes sensações (visual, tátil, gustativa, olfativa), processo pelo qual um estímulo externo ou interno provoca uma reação específica, produzindo uma percepção, considerando que a ideia, no sentido deleuziano e guattariano (1992), atravessa atividades criativas. Para os autores, a ideia surge em três formas distintas: num momento surge, no contexto filosófico, na forma de conceitos; num outro momento, aparece na produção visual, na qual inventam-se percepções e ocorre também com músicos, pois para os autores o músico cria afetos, considerando essas questões, e considerando também a proposição de interfaces computacionais atuantes no campo do sensível.

Nesse sentido, desenvolvemos um projeto artístico no qual uma Orquídea agora controla uma impressora de chocolate 3D, que simbolicamente controla a natureza artificial denominada atualmente como tecnologia. Como apresentado, o primeiro protótipo da Orquídea como flor cibernética converteu os sinais vitais da flor para a impressora 3D que imprimiu em tempo real formas dinâmicas a partir da combinação entre os dados vindos da planta e algoritmos evolutivos de vida artificial, por meio sua resistência galvânica.

²¹ Participaram também do projeto Suzete Venturelli, Prahlada Hargreaves e Leandro Ramalho e Tainá Luize Martins Ramos.

Pensou-se, então, na possibilidade de gerar formas a partir da plotagem circular em tempo real dos dados oriundos da planta. Nesta nova versão da proposta, uma orquídea imprime suas informações em chocolate como forma artística, num sistema de carrinho de comida de rua. O carrinho de comida na proposta tem como função levar à comunidade momentos de socialização e participação, considerando a relação arte e alimentação, nos fazendo pensar sobre a arte interativa em relação à arte participativa, algo já pensado por artistas como Lygia Clark e Hélio Oiticica.

Figura 28 - Fotografia obra *F-ORCHIS*



Fonte: Autor, 2018.

Em ambas as versões os sinais transmitidos pela planta são apresentados em forma de gráfico e, num processo de visualização, o espectador percebe que ocorre uma correlação com a impressão. Esta nova versão teve por objetivo montar uma impressora 3D para imprimir especificamente chocolate, e teve como referência nossa própria experiência na montagem de uma impressora 3D criada a partir da filosofia de hardware e software livre. Uma vez que para a sua concretização formal foi necessário estruturar a partir da tecnologia *Open Source* atual de impressão 3D sua adaptação para a impressão de informações em forma de chocolate.

Antes de sermos artistas, somos seres humanos. Humanos-artistas produzindo arte em co-autoria com máquinas. Na nova proposta foram pensadas também questões referentes ao suporte na arte contemporânea e a participação do público, propondo aqui uma experiência interativa entre máquina e planta em paralelo com uma experiência participativa por parte do público. De certa forma também se questiona a diferença ontológica entre as várias formas de vida representadas neste projeto por humanos, plantas e máquinas.

A partir daí surgem questões de como estudar as emoções no contexto da arte computacional. Ainda não sabendo responder a esta questão, me proponho a avançar nos estudos sobre arte computacional e suas hibridizações para criar sistemas interativos, com componentes de vida artificial envolvendo a natureza e máquinas programáveis. Ainda segundo Venturelli (2017), arte computacional é uma forma de arte que se estrutura a partir de quatro referências básicas: uma definição, uma ontologia, características estéticas e reconhecimento de seu estatuto como arte. Para a autora, a arte computacional mostra que a criação neste campo envolve questões comuns mais gerais, *in statu nascendi*, aos domínios artísticos, tecnocientíficos e sociais, que fornecem os modos de estruturação, a metodologia e as técnicas de programação introduzidas no processo.

A poética computacional nem sempre recorre ao computador ou a operações lógico-matemáticas; às vezes está fundamentada na intuição somente, na qual a arte é uma matemática sem lógica e verdade. Sendo assim, considero no desenvolvimento de todos os trabalhos artísticos aqui analisados as referências de artistas reconhecidos como Gilberto Prado, Eduardo Kac e Guto Nóbrega que, no campo da arte e tecnologia, se aproximam de questões que serão estudadas como a relação maquínica e a natureza, quando se complementam, e fazem surgir a possibilidade de coexistência.

Partindo do ponto de vista sensível e estético fica nítido como tal hibridação produz uma complexidade derivada das diversas camadas de significados e funções sistêmicas em colaboração. Essa organicidade desses sistemas inventados desequilibra as redes internas e externas da vida, confundindo em sua forma de existência nosso próprio entendimento de vida e nossa própria prática de viver.

Nessa seção buscou-se discutir como a justaposição entre arte, biologia, computação e design pode propor, no campo simbólico, uma coexistência entre as complexidades de uma vida orgânica e de uma “vida” computacional, despontando uma ecologia híbrida mediada por redes complexas internas e externas à obra de arte. A próxima seção aborda como esses sistemas no contexto da arte podem tornar-se metacriações.

SEÇÃO 3 | Metacriações Artísticas

Esta seção refere-se ao processo relativo ao desenvolvimento de dispositivos computacionais emergentes, auto-organizados e autopoieticos como criações que possuem também a capacidade de criar. Além de apresentar os pensamentos e conceitos os quais inspiram a concepção das obras de arte computacional aqui descritas, as quais propõem-se a explicitar a agência dos sistemas não-humanos na dinâmica da biosfera.

3.1 A-LIFE: Considerações sobre a vida artificial como metacriação artística

Os objetos artísticos computacionais diferem dos objetos tecnológicos que temos contato no nosso cotidiano em função de sua autonomia e imprevisibilidade. Desde a sua agência até a sua estrutura, nem sempre buscam se assemelhar às características dos seres vivos.

Por exemplo, o campo de estudo da A-LIFE, abreviação usada para designar o termo em inglês *artificial life*, tem criado estratégias e processos de modelagens cada vez mais despreocupados em assemelhar-se a sistemas naturais conhecidos. Buscando propor vidas como “poderiam ser”, a A-LIFE tem focado em criar insólitas estruturas emergentes, auto-organizadas e autopoieticas. Dessa forma, provocam certo ceticismo, fascínio e alarme, em medidas igualitárias, frente aos avanços tecnológicos e seus recém-adquiridos atributos orgânicos. Isso fica evidente ao analisarmos a A-LIFE como uma área definida de conhecimento, dado que o seu território de pesquisa está cada vez mais interessado na crítica ao senso hegemônico de vida e evolução, bem como na criação da "vida" como poderia ser, afastando-se serenamente da ciência convencional e aproximando-se de um projeto artístico (WHITELAW, 2004).

As abundantes possibilidades de fomentar a emergência de complexidade e dinamismo em sistemas computacionais, fundados em novos paradigmas e soluções computacionais (algoritmos genéticos, redes neurais, autômatos finitos ou celulares, etc.) têm permitido à A-LIFE, enquanto campo de estudo, evidenciar ou criticar as várias narrativas da ciência e do senso comum referentes à vida e à evolução.

A A-LIFE tem oferecido experiências estéticas e interações com o mundo complexo e agências computacionais, e, mediante sua interface com a arte, cria obras computacionais e eletrônicas tecnicamente mais complexas, obscuras, fascinantes e interessantes.

Apesar das questões técnicas de construção e funcionamento das Vidas Artificiais que se inserem no campo da A-LIFE estarem intrinsecamente ligadas à sua poética, a percepção e apreciação dos temas que ela sublinha não dependem do entendimento, por parte de quem interage, do processo de seu funcionamento. Por exemplo, na minha prática artística, busco criar obras para explicitar questões poéticas, que independem da tecnologia empregada, como no caso do acoplamento de plantas aos objetos computacionais que tenho desenvolvido.

Considerando o recorte das obras aqui apresentadas e o contexto da suas poéticas, podemos entender que a relação vida e tecnologia é um assunto polêmico na contemporaneidade. Segundo Whitelaw (2004), a cultura ocidental ainda está digerindo o desenvolvimento da tecnologia, a qual busca compreender a vida por meio da simulação, decomposição, engenharia e manipulação.

Atualmente, transformamos as noções de vida e natureza, à medida que a tecnologia, ou melhor, a cultura, revela a matéria viva como maleável, reproduzível e suscetível a manipulação, isso fica nítido no cultivo de materiais básicos para a vida, por exemplo, como células-tronco e protocélulas não especializadas. Testemunhamos constantemente nos jornais, redes sociais e outros espaços de informação a popularização de impressão 3D de órgãos, a acessibilidade a técnicas de clonagem, bem como a manipulação e cultivo de forma naturalizada de vidas geneticamente manipuladas, como em culturas alimentares, colocando esses avanços a serviço do mercado e integrados a uma lógica perversa do capitalismo.

Diante das confusas distinções entre o natural e o artificial, a tecnociência tem usufruído de forma progressiva do domínio da matéria viva, e, apesar disso, ao mesmo tempo o material vivo responde e escapa do controle tecnológico, celebrando sua agência e criando imprevisibilidades. O escritor Whitelaw (2004) apresenta exemplos bastante ilustrativos dessas imprevisibilidades, como a doença da Vaca Louca, que é uma patologia cerebral que atinge bovinos adultos e pode ser transmitida aos seres humanos por carne contaminada. O evento de aparição dessa doença demonstra, de forma quase didática, como um organismo primitivo pode trabalhar através e contra toda uma densa rede tecnológica, assim como fazem as

bactérias que resistem aos antibióticos e sobrevivem nas enfermarias dos hospital, mediante mutações ou agora em 2020 com a epidemia causada pelo vírus Sars-cov-2.

Em caso análogo, podemos pensar nos vírus de computador, que causam um impacto tão real quanto a variedade biológica, ou as próprias plataformas tecnológicas e sociais, nas quais perdemos o controle, não prevendo seus caracteres destrutivos, sendo pegos por uma política de dominação econômica, em função de promessas de uma transformadora tecnologia social. As várias plataformas tecnológicas baseadas na *WEB* nos seduziram em sua gênese, com promessas de construção de uma comunidade, com a possibilidade de uma comunicação democrática na rede e com a acessibilidade de dados. Entretanto, nos conduziram para a privatização da comunicação em rede, e provocaram a centralização de informações, os controles de vigilância privados, a venda e uso de dados sem autorização, as crises de privacidade, os exército de *bots* eleitorais, além dos algoritmos misteriosos que controlam diariamente o que é exibido em nossas *timelines*.

Nesse contexto, insiro meus trabalhos artísticos e minhas investigações na prática cultural engajada com os problemas da tecnológica e por consequência da ciência que a cerca, biologia, neurociência, física... Uma parcela significativa da criação em novas mídias, no domínio artístico, tem empregado as inovações tecnológicas, aplicando-as para fins diversos em um cenário cultural, porém de forma a ilustrar estas evoluções tecnológicas. Contudo, as recentes poéticas computacionais têm estado em uma posição particularmente interessante, continuando a se basear nesses recursos técnicos, entretanto analisando-os de forma ativa e crítica, criando um diálogo horizontal com a tecnociência.

Ao empregarmos a tecnociência para compor poéticas, nos deparamos com enormes problemas. Ao nos apropriarmos das inovações tecnológicas relacionadas às novas mídias, estamos considerando as implicações de seus conceitos e técnicas, testando seu potencial e a transformando, em consequência disso, não estamos mais operando em um contexto puramente tecnológico, mas também em um âmbito cultural, social (TENHAAF, 2012).

A tradução dos artefatos técnicos e conceituais da vida artificial em objetos culturais, entendidos aqui como conglomerados de retórica, metáfora e estética, abre espaço para uma experimentação criativa e um debate em torno da crescente

tecnologização da matéria viva, bem como questões mais amplas de vida, autonomia, agência, evolução, genética, código e matéria. Essa interface entre matéria orgânica e tecnologia, mediada na arte, é defendida pela artista Nell Tenhaaf (2014), como uma retomada da arte e sua interseção com a ciência, aos caminhos de aproximação com o cotidiano.

Nell Tenhaff (2008) entende que a relação entre arte e A-LIFE, que se ocupa de pensar a vida, possui uma ligação estreita com o conceito de antiarte do século passado. Segundo a artista, os *readymades* nas galerias de arte eram um gesto destinado a não descobrir e ampliar a beleza oculta da obra de arte, mas a provocar um interesse no absurdo da arte institucionalizada, preocupada apenas com valores arcaicos, arbitrários e cegos, ao invés de quaisquer condições sociais atuais ou as preocupações diárias da grande maioria das pessoas, conectando então a arte às condições sociais da vida e do nosso cotidiano.

Sendo assim, as propostas poéticas da A-LIFE nos alertam sobre a natureza e o impacto das biotecnologias, que agora permeiam nossas vidas e estão presentes de forma progressiva nos discursos e debates do cotidiano.

A justaposição dos avanços biológicos com a tecnologia computacional substitui os processos de formação da vida, contribuindo com um imaginário tecnocientífico que pensa as máquinas como uma agência soberana e algum tipo de vida própria. Esse imaginário representa um desafio factual às nossas noções preexistentes do que é “humano”, “natural” e “vivo”. (TENHAAF, 1998)

Sendo assim, trabalhos artísticos com agentes computacionais e autônomos tornam-se metonímia para a própria tecnologia, uma parte representa a sua disfuncionalidade ou desafio de propósito instrumental.

É através desses variados discursos que A-LIFE se aproxima da arte. Porém, valendo-se de processos construtivos computacionais, a sua produção aparta-se da criação para esboçar uma metacriação, ou seja, criações capazes de criar, parafraseando o artista cibernético Nicolas Schöffer:

Não estamos mais criando um trabalho, estamos criando a criação. . . .
Somos capazes de gerar. . . resultados . . . que vão além das intenções de
seus criadores, e isso em número infinito. (apud WHITELAW, 2004, p.17,
tradução nossa)

O que se esconde atrás das metacriações da A-LIFE é a armadilha sobre os arquétipos, nos quais a tecnociência apoia-se em pré-conceitos. Concordando com Burham (1968), procuro me afastar de uma antropomorfização dos agentes vivos e da própria tecnologia, evitando reproduzir mitos, bem como narrativas ficcionais da evolução baseada no pensamento antropocêntrico. Sendo assim, a A-LIFE parece ser um bom exercício para pensar em estratégias autoconscientes e compromissadas com a pauta do biocentrismo.

3.2 Cybernatural e *IP3_AMARELO*: Reflexões sobre a possibilidade de coexistência entre a vida-natureza e a vida-máquina

As ideias de Whitelaw (2004), em conjunto com as criações do artista conceitual britânico John Latham, que defende a ideia de que um artista é um jardineiro, influenciaram a minha pesquisa no contexto da ecologia artificial. Suas reflexões provocaram a seguinte questão: como na contemporaneidade o artista tem dividido seu papel de jardineiro com agentes computacionais, na confluência da máquina e da natureza?

A arte relacionada à computação, principalmente na década de 1980 até meados de 1990, procurou transformar sistemas maquínicos e regrados em sistemas com características orgânicas, criando tecnologias que assumem aparências “biológicas”, valendo-se desse aspecto natural mediante um índice direto da natureza, de caráter simbólico, baseado nas experiências mais básicas e pessoais com a natureza, reproduzindo árvores e folhagens, por exemplo, ou seres de aparência zoomórfica, e em alguns casos, apresentando o processo construtivo desses agentes virtuais (WHITELAW, 2004).

A analogia biológica destes primeiros trabalhos artísticos, principalmente com vida artificial, concentrava-se nos aspectos de representação da evolução e abordava temas como emergência e criatividade, sem críticas em relação à tecnologia ou à nossa relação com o meio circundante natural.

Mas, simultaneamente, surgia uma forma de crítica que provocou tensão entre intelectuais e artistas, em função do que ocorria entre o ambiente natural e o contexto informacional, chamando a atenção para emaranhamento ou separação de um exterior natural e um interior computacional. Essa tensão que encobre os aspectos da dualidade do feito e do nascido, da computação e da vida, natureza e

artifício, é denominado por Whitelaw de *cybernatural*. A grande contribuição desses trabalhos computacionais atuantes no contexto do *cybernatural* é, justamente, a explicitação, ainda que não intencional, da divisão ordenada do “binário” natureza e tecnologia, que é “desbinarizado”, fundido e transposto, tornando natureza e tecnologia substancialmente indistinguíveis.

Concordando com Whitelaw, a “desbinarização” não ocorre pelo fato do artifício simbólico das obras estarem progressivamente mais semelhantes ao objeto referente no mundo natural, entretanto, se dá na constituição desse artifício, na sua estrutura gerativa, cada vez mais indistinguível da naturalidade.

Os primeiros trabalhos artísticos no campo da vida artificial, de circulação internacional, entendidos nesse período como natureza artificial, tendo como exemplo as obras de Sommerer e Mignonneau ou de Miguel Chevalier, possuem uma preocupação significativa com a interatividade, pois é a partir da interatividade que esses trabalhos adquirem um engajamento especial. Em síntese, a interatividade humano-máquina é algo central em uma série de trabalhos significativos na história da arte computacional.

Nesse sentido, considerando a ideia de conceber obras que tensionam nossas relações com as máquinas e com a chamada “natureza”, evidenciamos a inestimável agência de ambas, estamos nos distanciando da preocupação com a construção de ambientes artificiais interativos complexos, a fim de nos aproximarmos da tentativa de prestar atenção e interrogar o que estes ambientes omitem ou implicam.

Dessa forma, desenvolvemos no MediaLab/UnB a criação de uma obra computacional ²² na qual a interatividade acontece através das relações internas da máquina. Tendo em vista que a obra se fundamenta em algoritmos evolutivos e na mimética de vidas naturais, atribuímos ao computador a função de manter e conduzir esta vida computacional, que a cada execução apresenta-se de forma diferente. Neste projeto elegemos a árvores para representar a natureza, a adaptação da forma de vida simulada através dos processos computacionais define a *IP3_AMARELO* (2018) como ser vivo, por meio da sua capacidade de se auto-organizar. Para nós, este fenômeno biológico simulado por meio de algoritmos

²² Participaram também do projeto Suzete Venturelli, Leandro Ramalho e Fernando Aguilár (Graduando em Engenharia de Software pela Universidade de Brasília).

computacionais estabelece também um diálogo entre o ambiente “natural” e sua simulação.

Figura 29 - Frame obra *IP3_AMARELO* (2018). Exposta na *Artis Intelligentia: Imaginar o Real* - Museu de Belas Artes, Porto, Portugal.



Fonte: Autor, 2018.

Um evento importante que consideramos nesta obra é o fator tempo, que cria uma outra oportunidade de experimentação na perspectiva artística mediada na relação natureza-máquina, uma vez que o tempo de evolução dessa vida computacional diferencia-se do tempo de crescimento da vida natural, bem como do tempo dos fenômenos tecnológicos, os quais aceleram a cada dia, considerando que a simulação da árvore apresenta um ciclo evolucionário circadiano, ou seja, nasce e morre em um período de 24 horas.

Contudo, em um processo de autocrítica a respeito deste trabalho, percebemos que mesmo suprimindo a interatividade humana no momento de apreciação desta obra interativa, esse sistema ainda evoca uma analogia demasiada literal entre estruturas biológicas e computacionais, reforçando uma noção antropocêntrica da natureza, como consequência de suas formas representacionais. Estas questões me perturbam e me surpreendem. Sou atormentado pelo surgimento de perguntas como: Se a computação pode reproduzir a natureza, o que acontece com seu original biológico? E se, em vez de procurar reproduzir formas naturais

familiares, esses sistemas computacionais fossem abordados em seus próprios termos? Como se posicionam contra o binário cibernético natureza-artifício?

Os pensamentos de Rogério Almeida (2012) sobre a importância da noção de artifício são indispensáveis para a ressignificação do que conhecemos como natureza. E vai contra a ideia de pensar a ação humana – por consequência, a construção de objetos – como algo antagônico à natureza ou como um instrumento de dominação da natureza. Latour, por sua vez, considera a criação humana de artefícios computacionais como inerente à natureza, estendendo-se também para a manipulação genética, construção de cidades, criação de vidas artificiais, reflorestamentos, os quais são simultaneamente naturais e artificiais, ou melhor, são sobrepostos pelas múltiplas naturalidades (LATOURE, 2014).

A arte tem um papel preponderante nessas discussões, pois contribui com uma nova forma de entender o mundo, na medida em que dialoga de forma intensa como a humanidade, manipulando, transformando e reproduzindo a natureza, além de propor um diálogo impetuoso referente a como tudo isso tem afetado nossa noção de natureza.

Um trabalho interessante para pensar estas circunstâncias, que tenciona esse conceito de naturalidade, é a obra transgênica *One Trees* (2000-2004) idealizada pela artista Natalie Jeremijenko. Nesse projeto a artista clonou 100 árvores como uma maneira de expressar a complexa interação da genética com a influência dos múltiplos agentes ambientais, que, segundo a artista, muitas vezes é simplificada no discurso público sobre clonagem. Clones das árvores são plantados em locais públicos na baía de São Francisco por serem geneticamente equivalentes. Espera-se que possuam aspectos visuais e sistemáticos idênticos, porém, à medida que se desenvolvem expressam as diferenças ambientais e as ações dos agentes aos quais estão expostos, dando origem a árvores singulares. De forma simbólica, a artista explicita algo que de outra forma não seria visível para um público não científico, e cria uma forte tensão entre os aspectos e as ações considerados naturais e os considerados artificiais, e como eles se relacionam e criam emaranhados, o quais não podemos caracterizar como naturais ou artificiais.

Figura 30 - Fotografia do projeto OneTrees



Fonte: Site Deeprout.²³

No contexto dessa discussão, questiono a cultura ocidental e sua investida na destruição do meio ambiente biológico, mediante justificativa de que acontece sua substituição por sistemas tecnológicos e computadorizados.

A natureza não se opõe à arte, se considerarmos o aquecimento global e o conceito de antropoceno. Porém, é necessário valorizar as suas relações e negociações, fomentando uma centralidade distribuída (LATOURE, 2014).

Por conseguinte, minha produção artística e intelectual busca revelar, também, como artistas podem ser cúmplices na construção do cybernatural não antropocêntrico, para expandir nossa consciência de sistemas biológicos que é o avesso do sistema binário: natural e artificial. Desta forma, creio que dispendo da presença da natureza nos sistemas tecnológicos e informacionais, podemos alterar ou contestar as noções e convicções a respeito da nossa relação com toda a biosfera.

Ursula Huws (2014) infere que, livres de correntes binárias, podemos então assumir um compromisso ético independente de uma hierarquia, com agenciamentos irrestritos entre objetos técnicos, humanos, animais, plantas, rochas etc. Para tanto, devemos pactuar o compromisso de aumentar as possibilidades dentro dessas relações, esvaindo-se das abstrações isoladas que nos acompanham

²³ Disponível em <<http://www.deeprout.com/blog/blog-entries/onetrees-the-forgotten-tree-art-project>> . Acesso em 29 de dez. de 2019.

há séculos e nos afastando dos estereótipos para repensar nosso agenciamento no mundo. Para a autora, a relação de três vias entre a natureza, a tecnologia e o humano, tem sido um assunto recorrente na contemporaneidade e está mudando a problemática da arte e de todo o pensamento ocidental. Huws nos convida a participar de um projeto que busca reinventar a relação entre tecnologia e natureza, que, segundo ela, está principalmente nas mãos dos artistas. Visto que enquanto artistas podemos agir como...

...uma espécie de comentarista freelancer, fornecendo insights sobre o funcionamento do universo que vai além do literal, chamando nossa atenção para a ironia, o pathos, a beleza ou a extraordinária natureza do mundo em que habitamos. E aos impressionantes poderes para destruí-lo ou transformá-lo, que estão nas mãos dos cientistas. (HUWS, 2014, p. 40, *tradução nossa*)

Isto é, considerando que poucos cientistas têm a liberdade de sair das suas prisões disciplinares para apresentar uma visão integrativa acessível a um público leigo. Assim sendo, neste projeto, para entender a relação entre a compressão do humano e do mundo natural, a arte torna-se uma ferramenta chave, produzindo um exercício necessário e urgente, de especular sobre as direções futuras das tecnologias e a nossa relação com o meio circundante. Deste modo, penso que este é um dos papéis delegados aos artistas, além do papel de estimular uma reflexão e ceticismo moderado por meio da criação de novas narrativas e modelos, criando uma articulação entre todas as dimensões sociais de uma nova tecnologia, infiltrando-se em discussões e eventualmente agindo na realidade concreta.

3.3 <4rt3_natureza>: Motivações e poéticas

A separação entre humano, natureza e objetos na ciência do século XIX, estruturada principalmente pelos pensamentos durkheimianos, foi um aspecto estimulador do dualismo humano *versus* natureza (ESCÓSSIA e KASTRUP, 2005). Essa perspectiva tem sido revista por diversos autores da contemporaneidade, como proposta na teoria ator-rede, que é associada a Bruno Latour, e que, nesta pesquisa, tornou-se um importante pensamento para uma nova interpretação na relação humano-natureza.

Não podemos desconsiderar que a cisão entre homem e natureza, e também a distinção dos artifícios propostos por humanos, auxiliou na constituição e

fortalecimento das áreas de conhecimento ligadas às humanidades enquanto ciência. Alguns autores, em especial Latour, têm considerado de forma aberta a agência dos objetos na nossa prática enquanto humano. Pensando através de uma rede sociotécnica, Latour tem nos revelado como o emprego dos artífices molda e transforma nossas ações, assumindo um papel essencial na configuração da estrutura de nossa atuação, impedindo ou permitindo que ajamos de uma determinada forma (HARMAN, 2009).

Entender os objetos e a natureza a partir dessa perspectiva é colocá-los lado a lado dos seres humanos entendendo que a singularidade dos objetos, sejam os construídos pelo homem ou os concebidos na “natureza”, além de nos ajudar a redefinir nosso campo de ação, cria também realidades. Latour propõe um olhar para uma cadeia de associação de humanos e objetos envolvendo discursos, imaginário, eventos e natureza, os quais são elementos cruciais para o estado atual no qual nos encontramos. Para além do aprimoramento do humano mediante esses objetos, é preciso pensar como eles se re-configuram nessa rede e transformam o modo como nos relacionamos com os artifícios e com a natureza, apartando-se das construções sociais datadas dos séculos passados (HARMAN, 2009).

Embora a tecnologia seja percebida como uma fonte de artifício, a questão da natureza do objeto técnico como mediador entre os humanos e a natureza, por consequência do humano com o mundo, não pode ser simplificada no antagonismo entre ações humanas e processos naturais. A imbricação entre tecnologia e natureza — progressivamente mais singular, e decorrente das evoluções do campo tecnocientífico — evidencia uma nova consciência a respeito da percepção do mundo e propõe uma nova reflexão, a qual talvez seja capaz de oferecer respostas para nossas dúvidas seculares a respeito de nós mesmos e dos seres com os quais convivemos. Uma reflexão sobre a forma como nos relacionamos com os outros seres, na busca de uma valorização dos atores sobre os quais não temos agência, estendendo-se a cooperação e responsabilidade com todos os outros tipos de objetos.

Esses objetos, que possuem uma identidade singular, estão em diálogo em si e com o mundo. Isso é intensificado mediante a evolução tecnológica, como é percebido no fenômeno da internet das coisas, onde os objetos conectados estão modelando uma realidade informacional, que por sua vez impacta de forma significativa o real natural. Em vista disso e resultando da necessidade de se pensar

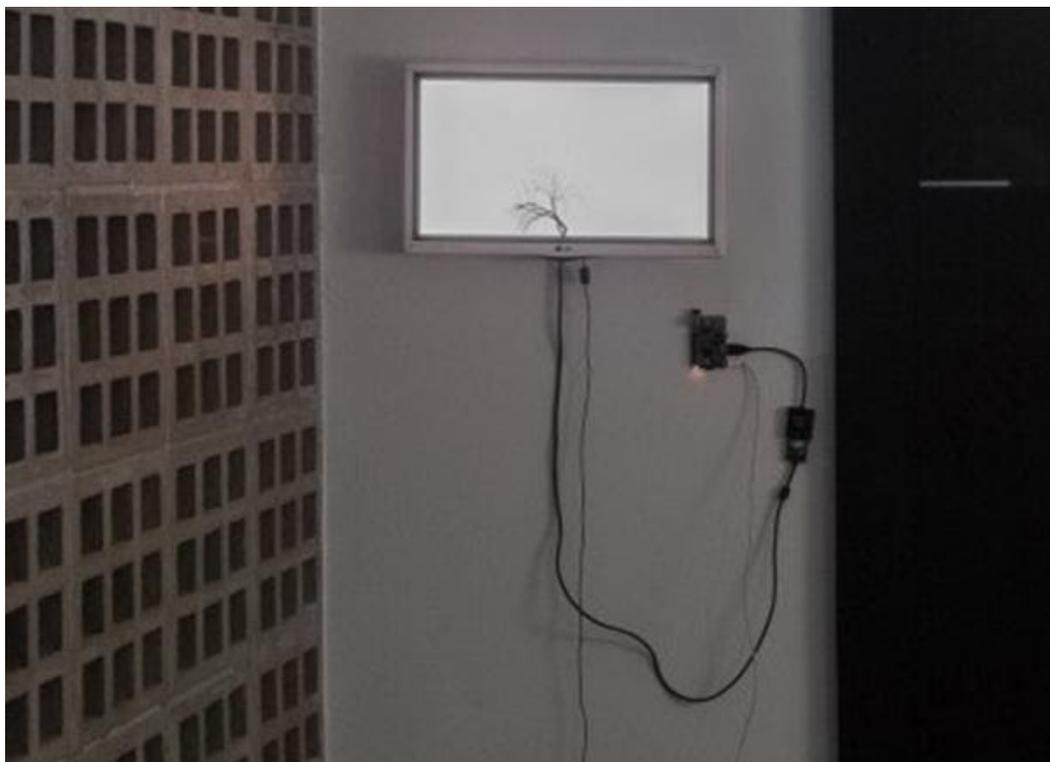
uma nova ontologia que compreenda essa complexidade, temos o pensamento de um grupo de filósofos chamado de “realismo especulativo”, o qual avança ao postular e buscar entender como as coisas especulam e agem em uma grande rede de forma autônoma (SANTAELLA, 2016).

Entretanto, o que tem me chamado atenção para a compreensão desta complexidade, é o pensamento filosófico postulado por Graham Harman (2018) no campo do realismo especulativo através de uma ontologia orientada aos objetos.

Entendendo ontologia como o estudo do ser, que em sua origem ignorava a orientação aos objetos, que vê o mundo como unidades separadas e classificadas em objetos naturais como plantas, animais e objetos artificiais como carros, cidades, ferramentas, Harman propõe uma ontologia orientada a objetos, onde as entidades individuais são tratadas como substâncias primárias, sejam elas árvores, moscas, fungos, grupos de pessoas ou computadores.

Contudo, é importante sublinhar que para o autor, os humanos ainda possuem sua relevância, porém são entendidos como tendo um conhecimento limitado, considerando que as coisas-em-si, no sentido kantiano, podem até ser pensadas por humanos, mas nunca entendidas por completo. Logo, Harman descarta a ideia de que o conhecimento humano e sua centralidade em relação a todo o universo não possui um direito especial na suas relações, diante das demais forma de relação, seja com objetos tecnológicos, animais, plantas ou minerais (Harman, 2011).

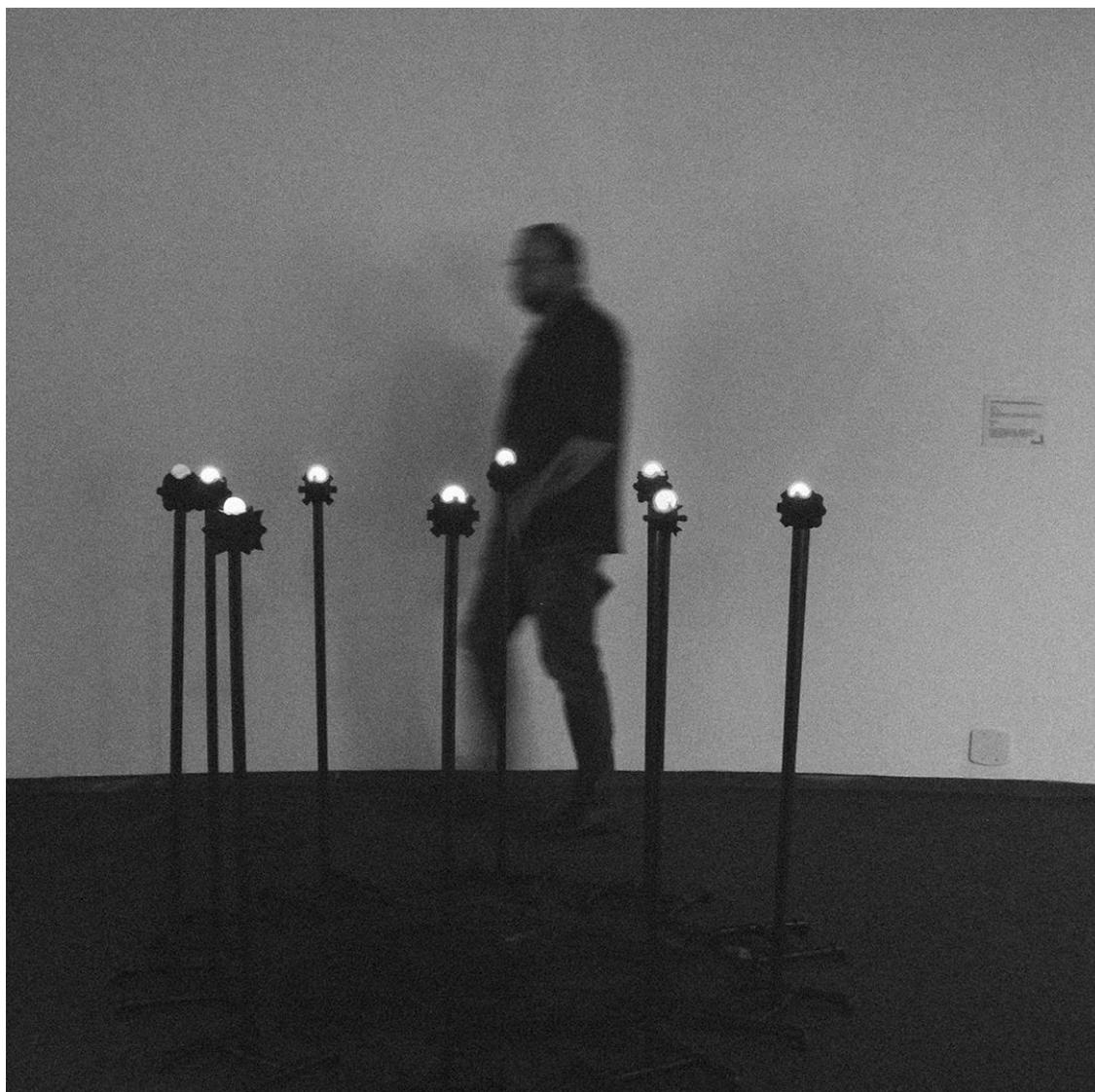
Figura 31 - Fotografia *IP3_AMARELO* na exposição Hiperfluxo - Vocês Não Viram Nada Ainda na galeria Decurators - Brasília



Fonte: Autor, 2019.

É nesse contexto que temos pensado e proposto as obras aqui descritas, *Cyberflor* (2018), *F-Orchis* (2018-2019), *IP3_Amarelo* (2018-2019), *Evo_Circuito* (2019) e *Flores de Plástico Não Morrem* (2019-2020), todas elas concebidas de forma colaborativa com a equipe do MediaLab/UnB.

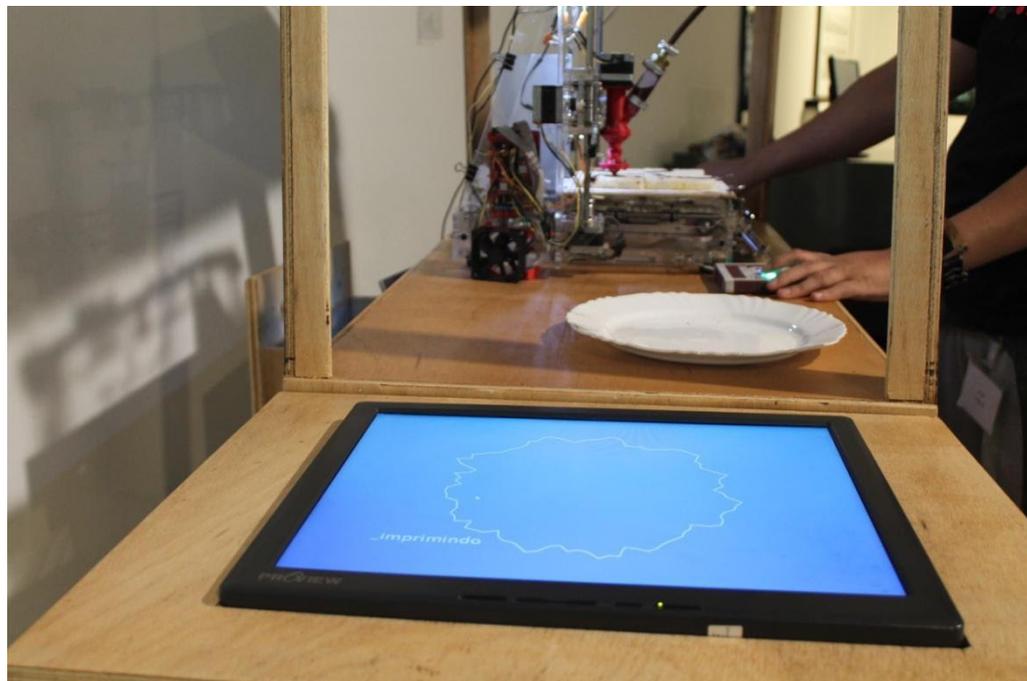
Figura 32 - Fotografia Instalação *Flores de Plástico não Morrem* na exposição Bio O Quê - Espaço Oscar Niemeyer, Brasília.



Fonte: Autor, 2019.

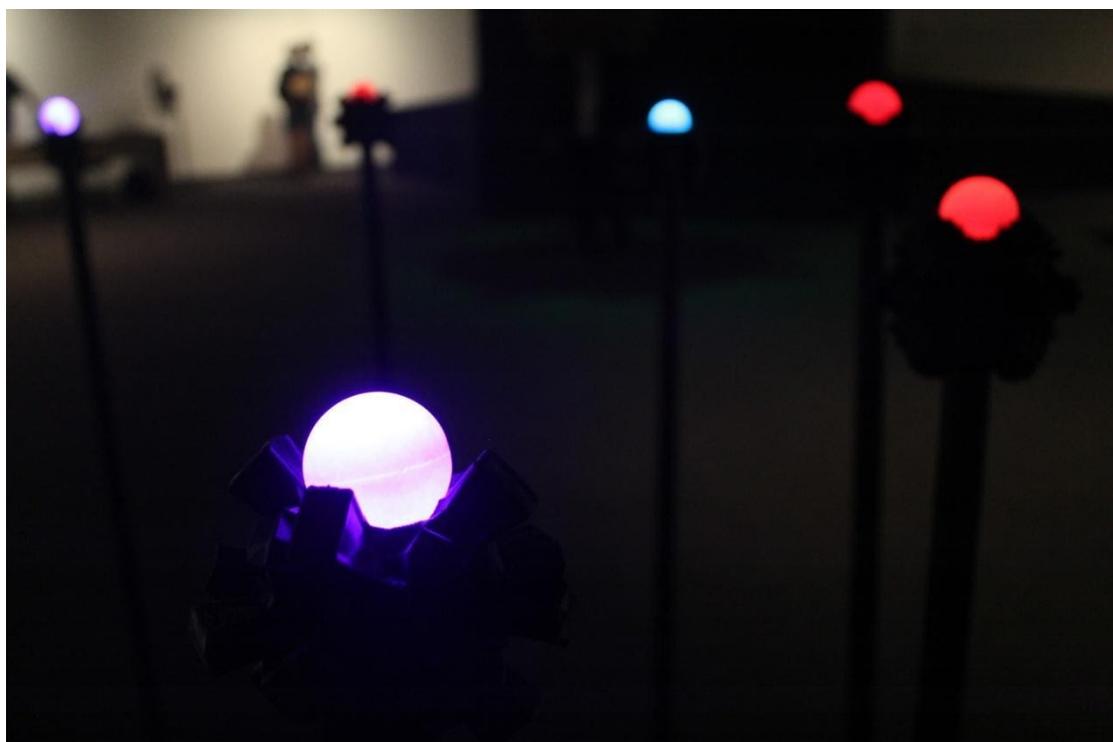
Nestas obras tivemos a intenção de propor uma interação endógena entre um organismo autotrófico, fixo a um substrato, caracterizado pela presença de clorofila e de celulose em suas células de carbono, e outro organismo composto por dispositivos semicondutores sobre um substrato fino de material semicondutor, o qual tem funções de cálculo e tomada de decisão baseado em um modelo informacional compostos por estruturas de objetos abstratos manipulados por operadores, inspirados na narrativa da evolução biológica, como é o caso dos trabalhos *CyberFlor* e *F-Orchis*.

Figura 33 - Fotografia *F-ORCHIS* em funcionamento na exposição EmMeio#10 - Museu Nacional da República - Brasília



Fonte: Autor, 2019.

Pretendo ainda fomentar uma relação entre ambos os organismos, alicerçada pelas tecnologias de telepresença ou por simulações computacionais, materializada nos trabalhos *IP3_Amarelo*, *Flores de Plástico não Morrem* e *Evo_circuito*. Espero com estes resultados estimular a criação de um ecossistema híbrido no qual esses organismos possam co-evoluir de maneira organizada, ainda que de forma simbólica e metafórica.

Figura 34 - Fotografia detalhe *Flores de Plástico não Morrem*

Fonte: Autor, 2019.

Pretendo, através destas criações, propor um diálogo com as ideias de Latour e Harman, confirmando a chegada da virada não-humana, subsequente às diversas viradas que testemunhamos (SALGADO, 2018). Isto é, sugerir um olhar que tenta escapar de forma vagarosa da perspectiva exclusivamente humana, aprendendo a observar o objeto de uma nova maneira e considerar também os objetos técnicos como algo dotado de agência, esvaindo-se de uma perspectiva antropocêntrica na qual a agência das plantas, das máquinas e dos animais é subjugada pela agência humana.

Parafraseando Walter Benjamin (1992) “todas as coisas possuem língua“, ou seja, para que o homem possa se dirigir ao mundo, é necessário que essas coisas se dirigiram a ele. Em síntese, considerando o pensamento de Latour, estamos passando de uma "antro-ontologia", ou seja, uma construção de mundo antropocêntrica, para propor uma outra ontologia na qual o homem não está mais no centro, porém as “coisas” gravitam ao seu redor. Isto não significa que os objetos tenham intencionalidades, entretanto não podemos mais encarar o mundo determinado pelas ações humanas. Contudo, é necessário observar que, como os

objetos possuem singularidade, não podemos estabelecer uma equivalência de valores entre ambas (Harman, 2009).

Suponho que essa discussão seja atual e de interesse das áreas da arte computacional, computação e biologia, atendendo à urgência de se pensar o privilégio da vida orgânica como única e preciosa, o que beira questões de ordem divina e religiosa. Bruno Latour já nos alertou que os direitos, os quais são estritamente reservados aos seres humanos, podem e devem ser estendidos aos não-humanos, uma vez que possuímos uma dependência mútua com esses agentes, proporcionando uma reafirmação da autonomia de qualquer objeto como entidades e agentes, nos emaranhados das redes que compõem o universo (HARMAN, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado decorrente da pesquisa, esta dissertação apresentou a concepção de obras computacionais que sugerem uma coexistência e co-evolução entre sistemas orgânicos e não-orgânicos, explicitando a agência dos objetos computacionais na dinâmica do universo, embora mesmo que de forma simbólica e poética.

No decorrer da pesquisa as fronteiras imaginadas entre a natureza e a natureza artificial são questionadas a fim de rever minha própria relação poética com ambas.

Mediante as noções explicitadas por autores, artistas e filósofos aqui apresentados, constatei que há um esforço na nossa vida artística para propor um mundo informacional que não seja só significado ou interpretado, mas que possa afetar emocionalmente o outro. A gênese de toda essa pesquisa ocorre no desejo e no prazer de estar em contato com a vida que surge em todos os modelos, compreendendo os seres vivos e os objetos que orbitam ao nosso redor.

Busco respostas para as questões levantadas inicialmente, tais como: Temos a possibilidade de estimular uma coexistência entre arte e natureza? Como a arte pode contribuir na discussão a respeito da relação tecnologia-seres vivos? Como o artista computacional se posiciona diante de dicotomias estabelecidas pela tecnologia entre arte e natureza?

Ainda não chegamos a respostas satisfatórias para estas perguntas, mas entendo, a partir do que foi pesquisado, que encontramos algumas pistas nos estudos e na criação de obras computacionais compostas por multiagentes auto-organizados e autopoieticos hibridizados com sistemas orgânicos naturais.

Dados os aspectos observados na primeira seção desta dissertação (“Arte e Natureza: alteridade da obra”), podemos entender que as experiências estéticas no campo da arte computacional mostram-se capazes de compor relações entre os seres vivos, o ambiente e os objetos que nos envolvem. A partir das obras apresentadas, sobretudo as que compõem a gênese da bioarte, revela-se o interesse dos artistas em evidenciar uma díade entre o artificial e a natureza, que de certa forma vem desestabilizando sutilmente o pensamento dualístico entre

ambiente artificial e ambiente natural, principalmente no campo da arte.

A partir das questões levantadas na segunda seção deste trabalho, intitulada Ecologia Híbrida: zona de integração de método criativo sensível, percebe-se a importância das redes, essencialmente as redes digitais para a possibilidade de interação entre sujeitos, artefatos técnicos, informação e biodiversidade no contexto da arte, viabilizando a emergência de uma ecologia híbrida mediada por redes complexas internas e externas à obra de arte.

Tendo em vista os conceitos apresentados nessa seção, entende-se que essa ecologia híbrida surge a partir do caráter reticular e agregador das redes contemporâneas, mediante a complexidade das redes digitais e telemáticas disponíveis. Sendo assim, este sistema mediado por redes, onde objetos digitais autopoieticos reagem/interagem de forma exógena com sistemas orgânicos naturalmente vivos, possui potencial para tornar-se um sistema que funde a dimensão virtual da realidade com a estrutura de um objeto técnico, estimulado pela agência das tecnologias de informação, assumindo a condição de hiperorganismo de Guto Nóbrega e de acoplamentos de Gilberto Prado, estabelecidos mediante sua natureza relacional em rede entre sistemas e seres orgânicos e artificiais.

Levando-se em consideração o contexto teórico discutido na terceira e última seção (“Metacriações Artísticas”) e os trabalhos de arte até aqui apresentados, podemos perceber que sistemas naturais podem emprestar funções aos objetos técnicos na busca de transcender as regras bióticas naturais, nos forçando enquanto espécie a repensar as noções sobre os pares natureza-artifício, vida-máquina e “realidade factível-realidade informacional”. Faz sentido concluir que os algoritmos evolutivos, como os de Vida Artificial (*A-life*), mostram-se um bom exercício para pensar e questionar as estratégias autoconscientes e compromissadas com a pauta do biocentrismo.

Portanto, a arte computacional e a tecnologia nesse cenário refletem o potencial para questionar o real por meio de suas narrativas ficcionais e especulações, seja valendo-se de ferramentas simples, ou tecnologias computacionais avançadas.

Ao transferir para o terreno da estética e da poética o saber técnico e a ampliação do uso de tecnologia num sentido contrário ao caráter técnico-solucionista, artistas, designers, e cientistas articulam novos sentidos para as tradicionais noções de artificial e natural, além de avaliarem e refletirem sobre a

nossa própria condição como humanos, a nossas relações com as máquinas e os outros múltiplos agentes não humanos.

Nas proposições aqui dissertadas, podemos pressupor que as máquinas computacionais e a natureza se acoplam rumo ao horizonte de uma certa ou incerta ecologia híbrida. Partindo do ponto de vista sensível e estético, tal acoplamento localizado entre natureza e cultura produz uma complexidade derivada das diversas camadas de significados e funções sistêmicas desses sistemas, afastando-se da noção antropocêntrica que coloca a vida humana acima dos outros agentes da biosfera.

Dessa forma, estas reflexões emergentes da utilização e construção de máquinas por parte dos artistas, enquanto pesquisa exploratória que tem contribuído para as discussões sobre a máquina artística computacional entrelaçada com os sistemas orgânicos naturais são inesgotáveis do ponto de vista da pesquisa científica, considerando o curto prazo de uma pesquisa no âmbito do mestrado.

Partimos do pressuposto de que os avanços biotecnológicos e computacionais, a noção de máquina, vida e natureza, bem como a díade mundo factível e o mundo informacional continuam provocando reflexões e questionamentos em várias áreas do conhecimento. Nesse sentido, temos observado de forma progressiva o surgimento de novos projetos poéticos computacionais articulados com a ideia de máquina, vida e natureza, na busca de uma coexistência entre organismos naturais e maquínicos.

Faz-se necessário então dar continuidade a estas investigações teóricas e práticas no cenário das artes computacionais, sobretudo as que integram sistemas orgânicos em sua composição, mediadas por sistemas de rede, seja via interfaces entre organismos e máquinas ou conexões entre agentes evolutivos computacionais de modo experimental. Em virtude desse fato, pretendo continuar a pesquisa e me empenhar no aprofundamento dos estudos a respeito da máquina computacional na atualidade, considerando seu significado original, sua história, assim como seus dispositivos, seus softwares e sua relação intrínseca com a arte computacional, destacando como objeto de estudo os híbridos sistemas maquínicos computacionais enredados com os sistemas orgânicos naturais no contexto poético.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1965 – ROSA BOSOM – Bruce Lacey (British). 2010. Disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/robots/1965-rosa-bosom-bruce-lacey-british/>>. Acesso em: 20 de mar. de 2019.

Amoreiras (2010). Poéticas Digitais. Disponível em: <<http://www.poeticasdigitais.net/amoreiras.html>>. Acesso em: 14 de mar. 2019.

BANZHAF, Wolfgang; MCMULLIN, Barry. **53 Artificial Life**. 2012. Disponível em: <http://www.cs.mun.ca/~banzhaf/papers/BanzhafMcMullin_Alife.pdf>. Acesso em: 22 de jun. 2019.

BEGALLI, Maira. A História Da Ciência Revisitada: Os Cientistas do Faça Você Mesmo. 15. ed. Vitória: **Revista Ágora**, 2012. p. 210- 212. Disponível em: <<http://www.publicacoes.ufes.br/agora/article/viewFile/4229/3336>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

BENJAMIN, W. **Sobre a linguagem em geral e sobre a linguagem humana**. Trad. de Maria Luiz Moita. Relógio D'Água Editores, Lisboa, 1992.

BJAMURNHAM, Jack. **Beyond Modern Sculpture: The Effects of Science and Technology on the Sculpture of this Century**. New York: Braziller, 1968.
CABRAL, Artur ; VENTURELLI, Suzete ; PRADO, Gilbertto . **Sinais detectados entre o biológico e o maquínico**. DATJournal: Design, Art and Technology, v. 1, p. 117-127, 2019. Disponível em: <<https://datjournal.anhembri.br/dat/article/download/152/130/>>. Acesso em: 14 mar. de 2020.

CAMARGO, Eduardo Pires de. **Panorama e crítica da vida artificial**. 2018. Disponível em: <<https://transobjeto.wordpress.com/2018/10/08/panorama-e-critica-da-vida-artificial/>>. Acesso em: 14 dez. de 2018.

CHEVALIER, Miguel. **Virtual Herbarium Ultra-Nature**.. Disponível em: <<http://www.miguel-chevalier.com/en/virtual-herbarium-ultra-nature>>. Acesso em: 13 jun. de 2019.

COUCHOT, Edmond. **Tecnologia na Arte: da fotografia à realidade virtual**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

DALÍ, Salvador. Butterfly Landscape- The Great Masturbator in a Surrealist Landscape with D.N.A.. 1957. Óleo sobre tela.

_____. Galacidalacidesoxyribonucleicacid. 1963. Óleo sobre tela, 305cm x 410 cm.

DAVIS, Joe. «**Microvenus**». Media Art Net. Disponível em:
<<http://www.medienkunstnetz.de/works/microvenus/>>. Acesso em: 13 de jul. de 2019.

DI FELICE, Massimo. **Net-ativismo**: Da ação social para o ato conectivo. São Paulo: Paulus Editor, 2018.

_____. Net-ativismo e ecologia da ação em contextos reticulares. Contemporânea: **Revista de Comunicação e Cultura** (on-line). Salvador, v. 11, n. 02, p. 267–283, 2013a. Disponível em:
<<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/contemporaneaposcom/article/viewFile/8235/6497>>. Acesso em 01 nov. 2019.

Distributed Processing: explorations in the microstructure of cognition. Cambridge: MIT Press, 1987.

DONALD, Merlin. **A Mind So Rare**: The Evolution of Human Consciousness. Nova York: W. W. Norton & Company, 2001.

HARMAN, Graham. **Object-Oriented Ontology**: A New Theory of Everything. Pelican. California, 2018.

_____. **Prince of Networks**. Melbourne: re.press, 2009.

_____. **The Quadruple Object**. Winchester, UK: Zero Books. 2011.

EMMECHE, Claus. **The Garden in the Machine**: The Emerging Science of Artificial Life. Princeton: Princeton University Press, 1994.

ESCÓSSIA, Liliana d.; KASTRUP, Virgínia. O Conceito de Coletivo Como Superação da Dicotomia Indivíduo Sociedade. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 295-304, mai./ago. 2005

FINN, Ed. **What Algorithms Want**: Imagination in the Age of Computing. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2017.

FLUSSER, Vilém. **A Escrita**. Há futuro para escrita? São Paulo: Annablume, 2010.

_____. **O mundo codificado**: por uma filosofia do design e da comunicação. São Paulo: Cosac Naif, 2007.

GESSERT, George. **Archive of Digital Art**. // former DATA BASE OF VIRTUAL ART, 1985. Disponível em:
<<https://www.digitalartarchive.at/database/general/work/sky.html>>. Acesso em: 13 mar. de 2019.

HARTMANN, Celia. **Edward Steichen Archive: Delphiniums Blue (and White and Pink, Too)**. 2011. Disponível em: <https://www.moma.org/explore/inside_out/2011/03/08/edward-steichen-archive-delphiniums-blue-and-white-and-pink-too/>. Acesso em: 15 de jun. de 2019.

HUWS, Ursula Huws. Nature, Technology and Art: The Emergence of a New Relationship? **Leonardo**. Vol. 33, No. 1 (2014), pp. 33-40.

Interactive Plant Growing: an interactive computer installation (c) 1992, Christa Sommerer & Laurent Mignonneau. Disponível em: <<http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/CONCEPTS/PlantsConcept.html>>. Acesso em: 12 de nov. de 2018.

JOHNSON, Steven. **Emergência** – a vida integrada de formigas, cérebros, cidades e softwares. Tradução: Maria Carmelita Pádua Dias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

KAC, Eduardo. **GFP BUNNY. RABBIT REMIX**. 2000. Disponível em: <<https://www.ekac.org/gfpbunny.html#gfpbunnyanchor>>. Acesso em: 13 de set. de 2018.

KRAUSS, Rosalind. **Passages in Modern Sculpture**. Hardcover: 1977.

LANGTON, Christopher G.. **Artificial life**: the proceedings of an interdisciplinary workshop on the synthesis and simulation of living systems. Redwood City, CA: Addison- Wesley, 1989.

_____. **Studying artificial life with cellular automata**. 1986. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016727898690237X>>. Acesso em: 17 de dez. 2018.

_____. Artificial Life. Sante Fe Institute studies in the sciences of complexity, vol VI. Addison-Wesley, Redwood City, CA. **Proceedings of an interdisciplinary workshop on the synthesis and simulation of living systems**, Los Alamos, NM, 1987.

LATOURE, Bruno. Agency at the time of the anthropocene. **New Literary History**. Vol.45, n.1, p.1-18, 2014.

_____. **Jamais fomos modernos**: ensaio de Antropologia simétrica. (Trad. Carlos Irineu da Costa) Rio de Janeiro: Ed.34,1994.

_____. 2014. Para Distinguir Amigos E Inimigos No Tempo Do Antropoceno. **Revista De Antropologia** 57 (1), 11-31.

LEMOS, A. Celulares, funções pós-midiáticas, cidade e mobilidade. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. Curitiba, nº 2, jul-dez. 2010.

Lopez Research - “Uma introdução à Internet da Coisas (IoT)”. 2013. Disponível em:

<https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/brand/iot/iot/pdfs/lopez_research_an_introduction_to_iiot_102413_final_portuguese.pdf>. Acesso em: 20 de mar. de 2019.

MANDELBROT, Benôit. **The Fractal Geometry of Nature**. Nova York: Times Books, 1982.

MARR, Alexander. **Understanding Automata in the Late Renaissance**. Brepols online, 2004. Disponível em: <<https://www.brepolsonline.net/doi/abs/10.1484/J.JR.2.300368>>. Acesso em: 20 de nov. de 2018.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **De máquinas e seres vivos: Autopoiese – a organização do vivo**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MENEZES, Marta de. **Nature?** 2012. Disponível em: <<https://martademenezes.com/portfolio/projects/>>. Acesso em: 13 de set. de 2019.

MITCHELL, Melanie. **Complexity: A guided tour**. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2011.

MORAES, Márcia Oliveira. A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas. História, Ciências e Saúde. **Manguinhos**. Mai/ago, vol. 11, nº 2, 2004.

NEVES, Rogério. L. NETO, Marcio. A.L.I.V.E. **Vida Artificial em Ambientes Virtuais: Uma plataforma experimental em realidade virtual para estudos dos seres vivos e da dinâmica da vida**. São Paulo, 2003.

NÓBREGA, Carlos A. M.. **Art and Technology: coherence, connectedness, and the integrative field**. (PhD in Interactive Arts). Planetary Collegium - School of Art and Media, University of Plymouth, Plymouth - UK, 2009. 297 p.

_____. Ecologias híbridas: interações entre organismos artificiais e naturais. **78 VISUALIDADES**. Goiânia v.9 n.2 p. 75-89, jul-dez 2011.

_____. O trabalho de arte como hiperorganismo: individuação, forma, coerência orgânica e campo. In: **#17.ART / 17º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia**, 2018, Brasília. **#17.ART / 17º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia**. Brasília: UnB, 2018. p. 60-70. Disponível em: <<https://mrl.nyu.edu/~perlin/>>. Acesso em: 20 de dez. de 2019.

_____. Pensando Hiperorganismos. In: 27º Encontro Nacional De Pesquisadores Em Artes Plásticas - **Simpósio 06 – Arte, Design E Tecnologia: Transversalidades**, 2018, São Paulo. 27º Encontro Nacional De Pesquisadores Em Artes Plásticas. São Paulo: ANPAP, 2018. v. 1. p. 80-88.

_____. Plantas, máquinas e interafectividade. **Informática na Educação: teoria & prática**. Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 139-145, jan./jun. 2012.

OPPY, Graham; DOWE, David. The Turing Test, **The Stanford Encyclopedia of Philosophy** (Fall 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/turing-test/>>. Acesso em: 10 de abr. de 2019.

PATTISON, Yuri. **Cybernetic Serendipity**. 2015. Disponível em: <<https://cyberneticserendipity.net/>>. Acesso em: 10 de abr. de 2019.

PERLIN, Ken. **Exogeometry**. 2011. Disponível em: <<https://mrl.nyu.edu/~perlin/>>. Acesso em: 19 de abr. de 2019.

Pierre Lévy - O que é o virtual?. 2013. (2m54s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=sMyokl6YJ5U>>. Acesso em: 17 de jan. 2019.

PRADO, Gilberto. Amoreiras e Encontros: Projetos do Grupo Poéticas Digitais. In: 22º Encontro Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas, Simpósio 02 – Arte como Sistema: hibridações e bio-telemática nos Ecossistemas Estéticos, 2013, Belém. **Anais do 22º Encontro Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas: Ecossistemas Estéticos**. Belém: Anpap, 2013. v. 1. p. 2215-2223.

_____. Grupo Poéticas Digitais: Dialogo y Medio Ambiente. ANIAV - **Revista de Investigación en Artes Visuales**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 47-58, jul. 2017. Disponible en: <<https://polipapers.upv.es/index.php/aniav/article/view/7820>>. Acesso em 15 mar. 2020.

_____. Grupo Poéticas Digitais: projetos desluz e amoreiras. **ARS** (São Paulo) [online]. 2010, vol.8, n.16, pp.111-124. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-53202010000200008>>. Acesso em: 14 de mar. 2020.

_____. Project Amoreiras (Mulberry Trees): Autonomy and Artificial Learning in an Urban Environment. **Leonardo** (Oxford), v. 51, p. 61-62, 2017.

RAY, Thomas S.. **Evolução e otimização de organismos digitais**, em Billingsley KR et al. (eds), Excelência Científica em Supercomputação: Os Documentos do Prêmio IBM 1990 Concurso, Atenas, GA, 30602: The Baldwin Press, Universidade da Geórgia. Data de publicação: dezembro 1991, pp. 489-531.

REICHLE, Ingeborg. **Karl Sims «Genetic Images»**. Medien Kunst Netzhttp. Disponível em: <www.medienkunstnetz.de/works/genetic-images/>. Acesso em: 24 de abr. 2019.

REIGOTA, M. In: TAMAIO, I. **O Professor na Construção do Conceito de Natureza**: uma experiência de educação ambiental. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2002.

REYNOLDS, Craig. **Boids**. 2001. Disponível em: <<https://www.red3d.com/cwr/boids/>>. Acesso em: 25 abr. de 2019.

RINCÓN, Daniel López del. **Arte y vida en la era de la biotecnología**. 2015.

Disponível em:

<https://www.academia.edu/38029755/Daniel_L%C3%B3pez_del_Rinc%C3%B3n_Bioarte_Arte_y_vida_en_la_era_de_la_biotecnolog%C3%ADa_Madrid_Akal_2015>.

Acesso em: 26 de dez. 2018.

SALGADO, T. B. P. A virada não humana na comunicação: contribuições da Teoria Ator-Rede e da Ontologia Orientada aos Objetos, **Eco-Pós**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 171-191, 2018a, disponível em:

<https://revistas.ufrj.br/index.php/eco_pos/article/view/18146/11808>. Acesso em 10 jun. 2019.

SANTAELLA, Lucia. **As artes contemporâneas & o realismo especulativo**.

Transobjeto. 26 de maio, 2016. Disponível em:

<<https://transobjeto.wordpress.com/2016/04/26/as-artes-contemporaneas-o-realismo-especulativo/>>. Acesso em: 26 de mar. de 2019.

_____. **A Ecologia Pluralista da Comunicação**: conectividade, mobilidade, ubiquidade. São Paulo: Paulus, 2010.

_____. **Culturas e Artes do Pós-Humano**: Da Cultura das Mídias à Cibercultura, São Paulo: Paulus, 2003.

Semi Living Worry Dolls. The Tissue Culture and Art Project, 2000. Disponível em: <<http://lab.anhb.uwa.edu.au/tca/semi-living-worry-dolls/>>. Acesso em: 19 de set. de 2018.

SHIFFMAN, Daniel. **The Nature of Code**: Simulating Natural Systems with Processing. New York: The Nature of Code, 2012.

Simondon, G. **On the Mode of Existence of Technical Objects**. English translation of "Du mode d'existence des objets techniques". London: University of Western Ontario. 1980

SIMS, Karl. **Evolving Virtual Creatures**. 1994. Disponível em:

<<https://www.karlsims.com/papers/siggraph94.pdf>>. Acesso em: 14 de maio 2019.

_____. **Genetic Images**. Karl Sims. 1993. Disponível em:

<<https://www.karlsims.com/genetic-images.html>>. Acesso em: 12 de jan. 2019.

SLOTERDIJK, Peter. **Esferas I - Bolhas**. Edição: 1ª. São Paulo: Estação Liberdade, 2016.

SOMMERER, Christa; MIGNONNEAU, Laurent. **«A-Volve»**. Media Art Net. 1993.

Disponível em: <<http://www.medienkunstnetz.de/works/a-volve/>>. Acesso em: 13 de ago. de 2019.

SONTAG, Susan. **Ensaaios sobre a fotografia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Arbor, 1983.

Stanley & Stella in Breaking the Ice (1987). 2009. (3m02s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3bTqWsVqyzE>>. Acesso em: 02 maio de 2019.

STEICHEN, Edward. **Edward Steichen Archive**: Delphiniums Blue (and White and Pink, Too). Inside/ Out. Disponível em: <https://www.moma.org/explore/inside_out/2011/03/08/edward-steichen-archive-delp-hiniiums-blue-and-white-and-pink-too/>. Acesso em: 15 ago. de 2019.

TENHAAF, Nell. As Art Is Lifelike: Evolution, Art, and the Readymade. **Leonardo**. Vol. 31, No. 5, Sixth Annual New York Digital Salon (1998), pp. 397-404.

_____. We want our art to (mis)behave. In K. Ohlenschläger (Ed.), **VIDA art and artificial life 1999–2012**. Espanha: Fundación Telefónica, 2012.

_____. **Nell Tenhaaf, Species Life**. The Daniel Langlois Foundation *for Art, Science, and Technology*, 1989. Disponível em: <<http://www.fondation-langlois.org/html/e/media.php?NumObjet=61390>>. Acesso em: 13 de set. de 2018.

The Human Genome Project. National Human Genoma Research Institute, 1990 - 2003. Disponível em: <<https://www.genome.gov/human-genome-project>>. Acesso em: 24 de set. de 2018.

TIBOLA, Talita; SZANIECKI, Bárbara Peccei. **Pragmatismo do disforme no Design**. 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/tragica/article/view/26876/14683>>. Acesso em: 07 de fev. 2019.

VARELA, F. J.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **De Cuerpo Presente**: las ciencia cognitivas e la experiencia humana. Tradução de Carlos Gardini. Barcelona: Editorial Gedisa, 1992.

VENTURELLI, S.. **Arte: Espaço_Tempo_Imagem**. Brasília: Edunb, 2004.

_____. Estética e Arte Computacional, **Artefactum – Revista de Estudos em Linguagem e Tecnologia Ano III – N° 1 – Rio de Janeiro**, 2010.

_____; MACIEL, M.. **Imagem Interativa**. Brasília: Edunb, 2008.

WEBER, Max. **A Ética Protestante e o Espírito do Capitalismo**. São Paulo: Martin Claret, 2013.

WEISER, Mark. **The Computer for the 21st Century**. 1991. Disponível <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciA_mDraft3.html>. Acesso em: 19 nov. de 2018.

WILSON, Stephen. **Information Arts**: Intersections of Art, Science, and Technology. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2002.

WHITELAW, Mitchell. **Metacreation – Art and Artificial Life**. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2004.

WOLFRAM, Stephen. **A New Kind of Science**. Champaign: Wolfram Media, 2002.

APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE *EVO_CIRCUITO*

Engenheiro (*Python*)

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: iso-8859-1 -*-

import OSC
import time, threading
import random
import serial

ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', 9600, timeout = 0.1) # Indica o caminho do arduino
estadoTrilha = 0

endereco_envio = 'localhost' , 4559
endereco_recebe = 'localhost' , 9003

genTamanho = 4
genInicial = [3, 67, 3 , 29]
genSensor = [0, 0, 0, 0]
genAnterior = []
genAtual = []
estado_sp = 0
ping = []
inicio_sp = None

#Conjuntos funcoes leitor serial
#Organiza Dados
def gerarLista(dados):
    global genSensor
    global estadoTrilha

    print(dados)

    estadoTrilha = int(dados[21])
    genSensor = dados[1:5], dados[5:10], dados[10:15], dados[15:20]
    if (estadoTrilha == 1): #randomiza quando percebe a trilha
        random.shuffle(genSensor)

#Faz a leitura Serial
def lerSerial():
    inicio=False
    dadoRecebido=""
    while(1):
        recebi = ser.read().decode('utf-8')

        if(recebi == '$') : # Indica que começou a receber os dados.
            inicio=True
            dadoRecebido=""
        elif(recebi=='#'): #Indica finalização de transmissão dos dados!
            gerarLista(dadoRecebido); #Grava dos dados recebidos no Arquivo
dados.txt
```

```

        break;
    else:
        if(inicio): #Constrói o dados $ - Representa o começo e # -
Representa o final da Transmissão
            dadoRecebido+=recebi;

# define a message-handler funcao servidor call.
def printing_handler(addr, tags, stuff, source):
    global estado_sp
    print ("---")
    estado_sp = stuff[0]

#|FUNCOES|

#Função receber OSC
def receberOSC():
    # OSC Server
    s = OSC.ThreadingOSCServer(endereco_recebe) # Threading
    s.addDefaultHandlers()

    s.addMsgHandler("/estado/sonic", printing_handler)
    print ("\nMontando OSCServer...")
    st = threading.Thread( target = s.serve_forever )
    st.start()

#Função crossover
def crossover(genAtu,genAnt):
    genNovo = []
    global genAnterior , genInicial

    #Se o genAnterior não existir, usa o inicial
    if not genAnterior:
        for i in range(genTamanho):
            gen = random.choice([genAtu[i], genInicial[i]])
            genNovo.append(gen)

    else:
        for i in range(genTamanho):
            gen = random.choice([genAtu[i], genAnt[i]])
            genNovo.append(gen)

    genAnterior = genNovo

#Aplica mutação
def mutacao(genNovo):
    numero = random.randint(0, 300)
    global posicaoRandom
    posicaoRandom = random.randint(1, genTamanho)
    genNovo.insert(posicaoRandom, numero)

    mutacao(genNovo)
    return genNovo

#Função enviar o sinal OSC
def enviarOSC(gen, endereco):
    cliente = OSC.OSCClient()

```

```

    cliente.connect(endereco_envio)
    msg = OSC.OSCMessage()
    msg.setAddress(endereco)

    for i in range(len(gen)):
        msg.append(gen[i])

    cliente.send(msg)

#ROTINA
print ("\nIniciando Evocircuito. Use ctrl-\ para sair.")
receberOSC()

# Envia constantemente o ping até o sonic-pi retornar
while (estado_sp == 0):
    enviarOSC(ping, "/evo/ping")
    print("Esperando Resposta Sonic Pi ...")
    time.sleep(1)

while 1:
    lerSerial()
    if estado_sp:
        gen = crossover(genSensor, genAnterior)
        enviarOSC(gen, "/evo/gen")
        if not incio_sp:
            print("Sincronizado <sonic pi>")
            incio_sp = 1
        else:
            print("Fim do loop <sonic pi>")
            print("Genoma enviado <sonic pi>")

    estado_sp = False

```

Sonificar (Ruby/Sonic Pi)

```

# Obra: Evo_circuito v1

use_osc "localhost", 9003

#Função Normalize
def normalize(x, xmin, xmax, ymin, ymax)
    xrange = xmax - xmin
    yrange = ymax - ymin
    ymin + (x - xmin) * (yrange.to_f / xrange)
end

#Ping
live_loop :ping do
    g = sync"/osc*/evo/ping"
    puts "recebeu ping"
    osc "/estado/sonic", 1
end

```

```

#Loop Principal
live_loop :evo do
  use_real_time
  a,b,c,d,e = sync"/osc*/evo/gen"

  min = -2
  max = 0

  a = normalize(a, min, max, 20, 60);
  b = normalize(b, min, max, 0.5,2);
  c = normalize(c, min, max, 1,2);
  d = normalize(d, min, max, 0,2);
  e = normalize(e, min, max, 0,1);

  puts a,b,c,d,e;

live_loop :som1 do
  with_fx :tremolo do
    with_fx :whammy do
      with_fx :eq do
        use_synth :beep
        play [a], attack: 5, decay: 1, release: e, amp: d
        sleep 7
        play_chord [a], attack: 7, decay: 1, release: e, amp: 1
        sleep 5
        play_chord [a], attack: 2, amp: d
        sleep 6
        play_chord [a], attack: 5, amp: 1
        sleep 5
        play [a], attack: 5, decay: 1, release: e, amp: d
        sleep 10
        play_chord [a], attack: 7, decay: 1, release: e, amp: 1
        sleep 3
        play_chord [a], attack: 8, amp: d
        sleep 15
        play_chord [a], attack: 5, amp: 1
        sleep 5
      end
    end
  end
end

live_loop :som2 do
  use_synth :cnoise
  with_fx :tremolo do
    with_fx :whammy do
      with_fx :eq do
        play [64,67,70], attack: c, decay: 1, release: 2, amp: c
        sleep c
        play_chord [42,47,52], attack: c, decay: 1, release: e, amp: c
        sleep c
        play_chord [53,69,72], attack: c, decay: 1, release: e, amp: c
        sleep c
        play_chord [68,34,57], attack: c, decay: 1, release: e, amp: c
        sleep c
      end
    end
  end
end

```

```

    end
  end
end
end

```

```

live_loop :cama do
  use_synth :chipnoise
  play_chord [70, 75] , attack: b, decay: 0.2, release: e, amp: b
  sleep b
  play_chord [200, 225] , attack: b, decay: 0.5, release: e, amp: b
  sleep b*2
  play_chord [100, 220] , attack: b, decay: 0.5, release: e, amp: b
  sleep b*0.5
  play_chord [35, 54] , attack: b, decay: 0.5, release: e, amp: b
  sleep b*2
  play_chord [55, 54] , attack: b, decay: 0.5, release: e, amp: b
  sleep b*0.5
end

```

```

live_loop :cama2 do
  with_fx :hpf do
    with_fx :eq do
      use_synth :noise
      use_synth :chipnoise
      play_chord [70, 75] , attack: b, release: e, amp: b
      sleep b
      play_chord [200, 225] , attack: b, release: e, amp: b
      sleep b
      play_chord [100, 220] , attack: b, release: e, amp: b
      sleep b
      play_chord [35, 54] , attack: b, release: e, amp: b
      sleep b
      play_chord [55, 54] , attack: b, release: e, amp: b
      sleep b
    end
  end
end
end
end

```

APÊNDICE B - CÓDIGO FONTE *FLORES DE PLÁSTICO NÃO MORREM*

Gerador_de_Formas (Processing)

```
//Gerador de Formas v1

import toxi.geom.*;
import toxi.geom.mesh.*;
import toxi.geom.mesh.subdiv.*;
import toxi.processing.*;
import toxi.util.*;
import toxi.volume.*;
import processing.serial.*;

Serial myPort; // Porta Serial

ToxiclibsSupport gfx;
WETriangleMesh malha;

float[] genCode = { 0.25, -0.2, 20, 2 };
float currZoom = 0.75f;

void setup() {
  size(680, 382, P3D);
  gfx = new ToxiclibsSupport(this);
  printArray(Serial.list());
  myPort = new Serial(this, Serial.list()[0], 9600);
}

void draw() {
  background(255);
  translate(width / 2, height / 2, 0);
  rotateX(mouseY * 0.01f);
  rotateY(mouseX * 0.01f);
  scale(currZoom);
  initMesh();
  gfx.mesh(malha, false, 0);
  // parâmetro 1 = mesh , parâmetro 2 = smooth , parâmetro 3 = tamanho-normal
}

// Cria um cubo simples e aplica subdivisão e deslocamento
// Em todas as arestas por várias interações
void initMesh() {
  malha = new WETriangleMesh();
  new AABB(new Vec3D(0, 0, 0), 100).toMesh(malha);
  //AABB cria no centro da malha uma nova instancia parametro 2= valor tds lados

  for (int i=0; i<6; i++) {
    SubdivisionStrategy subdiv = new MidpointDisplacementSubdivision(
malha.computeCentroid(), i % 2 == 0 ? genCode[0] : genCode[1]);
    //Objeto da classe SubdivisionStrategy contrutor subclasse
    MidpointDisplacementSubdivision
    //MidpointDisplacementSubdivision divide em duas metades iguais no ponto médio
    //midpointdisplacemntsubdivision ( centroide , quantidade )
  }
}
```

```

    malha.subdivide(subdiv, genCode[2]);
    //subdivide ( estratégia, min tamanho)
}

new LaplacianSmooth().filter(malha, int(genCode[3]));
//filtro laplaciano (malha , intensidade do filtro)
}

void keyPressed() {
  if (key == 'c') { //Faz a leitura da Planta
    if (myPort.available() > 0) {
      int dadosPlanta = myPort.read();
      genCode[0] = dadosPlanta;
    }
  }
  if (key == 'v') { //Cria o objeto 3D
    malha.saveAsOBJ( sketchPath( "flores.obj" ));
  }
}
}

```

Leitor_Resistência_Galvânica (Arduino)

```

//Leitor Resistência v1
int analogPin= 0;
int raw= 0;
int Vin= 5;
float Vout= 0;
float R1= 100000;
float R2= 0;
float buffer= 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  raw= analogRead(analogPin);
  if(raw)
  {
    buffer= raw * Vin;
    Vout= (buffer)/1024.0;
    buffer= (Vin/Vout) -1;
    R2= R1 * buffer;
    Serial.print(R2 + \n);
    delay(100);
  }
}

```

Flores (Arduino)

```

const int tCelulas = 38;
int celulas[tCelulas];
int conjRegras[] = {0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0};
int geracao;

void setup() {
  // Geração células
  gerarCelulas();
  Serial.begin(9600);
  for (int x = 5; x <= 42; x++) {
    pinMode(x, OUTPUT);
  }
}

////gerador randomico de booleans
void gerarCelulas() {
  for (int i = 0; i < tCelulas; i++) {
    celulas[i] = int (random(2));
  }
}

void loop() {
  delay(1000);
  gerarCelulas();

  int novasCelulas[tCelulas];

  for (int i = 1; i < tCelulas - 1; i++)
    novasCelulas[i] = regras(celulas[i - 1], celulas[i], celulas[i + 1]);

  //Celulas = novasCelulas;
  for (int i = 1; i < tCelulas - 1; i++) {
    celulas[i] = novasCelulas[i];
  }

  geracao++;

  // Controle Leds
  for (int i = 1; i <= 38; i++) {
    digitalWrite(4+i, celulas[i]);
  }

  //Printar células
  for (int i = 0; i < tCelulas; i++)
  {
    Serial.print(i);
  }
}

```

```
        Serial.print(": ");
        Serial.println(celulas[i]);
    }
    Serial.println("# tamanho celulas");
    Serial.println(tCelulas);
    Serial.println("#");
}

//Conjunto de Regras
int regras (int a, int b, int c) {
    if (a == 1 && b == 1 && c == 1) return conjRegras[0];
    else if (a == 1 && b == 1 && c == 0) return conjRegras[1];
    else if (a == 1 && b == 0 && c == 1) return conjRegras[2];
    else if (a == 1 && b == 0 && c == 0) return conjRegras[3];
    else if (a == 0 && b == 1 && c == 1) return conjRegras[4];
    else if (a == 0 && b == 1 && c == 0) return conjRegras[5];
    else if (a == 0 && b == 0 && c == 1) return conjRegras[6];
    else if (a == 0 && b == 0 && c == 0) return conjRegras[7];
    return 0;
}
```

APÊNDICE C - CÓDIGO FONTE *F-ORCHIS*

F-orchis (*Processing*)

```

import geomerative.*;
import controlP5.*;

protected enum ESTADOS{
    IMPRIMINDO,
    REBOBINANDO,
    PARADO
}

ControlP5 cp5;          // Slider de interface para as camadas

RShape grp;
RPoint[][] pointPaths;

public String[] pontosGcodeBuffer; // Buffer de strings com comandos da forma já
calculada

float[] xcoord = { 0, 80}; // Variáveis que definem a posição mínima e máxima de cada eixo
para o seu GCode de saída
float[] ycoord = {0, 80}; // Configurações

protected float xmag, ymag, newYmag, newXmag = 0;
protected float z = 0;

protected boolean rebobina = false;          // valor Booleano do botão de
rebobina
protected boolean ignoringStyles = false;
protected boolean estadoImpressoraImprimindo = false;
protected ESTADOS estadosMaquina = ESTADOS.PARADO ;          // Array de booleano
protected int contadorFramesRetracao = 0;          // contador para o evento de
retracao em alguns segundos.
protected int numeroDeCamadas = 1 ;          // contador
final int framesEventoRetracao = 5*(int)frameRate; // numero de frames para o número de
segundos a ser multiplicados
public controleSerial serialControle ;          // Controlador para mandar via interface
serial!
public leitorPlanta leitor ;          // Controlador para mandar via interface
serial!
public GeradorCirculo controladorCirculo;          // Controlador para o círculo e formatos
public TradutorGcode tradutorGcode;          // Controlador para o tradutor de
circulos para GCODE
public Thread controladorThread;          // Controlador do processo da Thread
public obraArte17 controleImpressora;          // Classe principal da Obra

class obraArte17 implements Runnable {
    long minPrime;

    obraArte17(long minPrime) {
        this.minPrime = minPrime;
    }
}

```

```

// Thread com comportamento utilizada para ser feito em paralelo para imprimir
public synchronized void run() {
    while (true) {
        // Delay de 2 segundos para próximo standby
        // Testa se recebeu uma ordem de impressão pelo booleano de estado
        // Caso não tenha volte um pouco a impressora para não cair chocolate pela
        gravidade
        // SE ESTADO REBOBINA usa o método de rebobina
        delay(2000);
        if (estadosMaquina == ESTADOS.IMPRIMINDO) {
            print("\t##### IMPRIME pela impressora 3D#####\n");
            while (pontosGcodeBuffer == null); // ESPERA chegar as listas do pontos em
Gcode
            for (String comando : pontosGcodeBuffer) {
                serialControle.mandaComandoGcode(comando);
                if (estadosMaquina != ESTADOS.IMPRIMINDO)
                    break;
            }
            pontosGcodeBuffer = null;
            estadosMaquina = ESTADOS.PARADO;
        }
        if(estadosMaquina == ESTADOS.REBOBINANDO){
            serialControle.modaRebobinaExtrusora();
            estadosMaquina = ESTADOS.PARADO;
        }
    }
}
}
}

void setup() {

    size(560,420);
    background(0, 133, 232);
    serialControle = new controleSerial(this, true);
    leitor = new leitorPlanta(this);
    controladorCirculo = new GeradorCirculo();
    tradutorGcode = new TradutorGcode();
    controleImpressora = new obraArte17(143);
    cp5 = new ControlP5(this);
    // Adiciona slider
    cp5.addSlider("numeroDeCamadas")
        .setPosition(100,50)
        .setRange(1,5)
        .setNumberOfTickMarks(5)
        .setSliderMode(Slider.FLEXIBLE)
        ;
    new Thread(controleImpressora).start();
    // Cria um toggle
    cp5.addToggle("rebobina")
        .setPosition(40,100)
        .setSize(50,20)
        ;
}
}

```

```

synchronized void draw() {
    // LEITURA dos DADOS PLANTA
    if (estadosMaquina == ESTADOS.PARADO || estadosMaquina == ESTADOS.REBOBINANDO)
        leitor.desenhaGraficoPlanta();
    // Dispara evento de gerar forma e seu gcode
    // Esconde botões
    if (keyPressed && key == ENTER && estadosMaquina == ESTADOS.PARADO) {
        print("\t##### DETECTEI ENTER #####\n");
        estadosMaquina = ESTADOS.IMPRIMINDO;
        background(0, 133, 232);
        pontosGcodeBuffer = tradutorGcode.toGcodeBufferStringsVaseMode(this,
        controladorCirculo, leitor.retornaValorLidoPlanta(), numeroDeCamadas);
    }
    // Para a impressão
    if (estadosMaquina == ESTADOS.IMPRIMINDO && keyPressed && key == 'k')
        estadosMaquina = ESTADOS.PARADO;
    // REBOBINA
    if( estadosMaquina == ESTADOS.PARADO && rebobina){
        estadosMaquina = ESTADOS.REBOBINANDO;
        print("\t##### DETECTEI REBOBINA #####\n");
    }
}
}

```

Controle_Serial (Processing)

```

import processing.serial.*;

public class controleSerial {
    //CAMPOS
    private Serial myPort;
    private int tempoPorInstrucao = 150;
    private final int PASSOREBOBINA = -100;

    //##### METODOS #####
    //Função que espera o arduino estar em wait
    void esperaArduino() {
        String respostaArduino;
        //do {
            delay(tempoPorInstrucao);
            // respostaArduino = myPort.readString();
            //} while (respostaArduino == null || !respostaArduino.trim().equals("wait"));
            //print("\t#####NOVA OPERACAO #####\n");
        }

    //##### CONSTRUTORES #####

    //Construtor que instancia o comunicador com a porta serial
    public controleSerial(PApplet parent, boolean mandaCabecalho) {
        instanciarSerial(parent);
        delay(3000);
        if (mandaCabecalho)

```

```

        this.mandaCabecalhoGCode();
    }

    public synchronized void instanciarSerial(PApplet parent) {
        this.myPort=new Serial(parent, Serial.list()[0], 115200); //<>//
    }
    //Método de enviar o cabeçalho para fazer mandar o início da comunicação serial com a
    impressora
    void mandaCabecalhoGCode() {
        myPort.write("M302 P1; \n"); // Permite extrusão a frio
        esperaArduino();
        myPort.write("G28 ; \n"); // Volta pra casa
        esperaArduino();
        myPort.write("G90; \n"); // Define as posições seguintes como absoluta(90) ou
relativa(91)
        esperaArduino();
        myPort.write("M82; \n"); // Seta a extrusora como modo absoluto
        esperaArduino();
        myPort.write("G92 E0; \n"); //Zera o comprimento do extrusor
        esperaArduino();
        myPort.write("G1 F7800.000; \n"); //Deposita algo
        esperaArduino();
    }
    //
    void modoEsperaChocolate(){
        print("##### STANDBY! #####\n");
        myPort.write("G92 E0; \n");
        esperaArduino();
    }
    void modoRebobinaExtrusora(){
        print("##### STANDBY! #####\n");
        myPort.write("G1 E"+PASSOREBOBINA+" ;\n");
        esperaArduino();
        myPort.write("G92 E0; \n");
        esperaArduino();
    }

    //Manda um string de comando na porta serial
    void mandaComandoGcode(String comando) {
        myPort.write(comando+"; \n");
        esperaArduino();
    }
}

```

Leitor_Planta (Processing)

```

import processing.serial.*;

public class leitorPlanta implements Runnable {
    private Serial myPort;
    private int xPos = 0; // Posição horizontal do gráfico
    private PVector pontoAntigo = new PVector(0, 0);
    private long intervaloValoresPlanta = 20000;

    leitorPlanta(PApplet parent) {

```

```

        myPort = new Serial(parent, Serial.list()[1], 9600);
        myPort.bufferUntil('\n');
    }

    void run() {
        while (true) {
            if (estadosMaquina == ESTADOS.PARADO) {
                desenhaGraficoPlanta();
            }
        }
    }
}

float retornaValorLidoPlanta() {
    String inString = myPort.readStringUntil('\n');
    if (inString != null) {
        inString = trim(inString);
        return int(inString) % intervaloValoresPlanta - 97.75;
    } else return 0.0;
}

void desenhaGraficoPlanta() {
    float inByte = retornaValorLidoPlanta();
    inByte = map(inByte, 97, 30000, height/2, height - 100);
    textSize(32);
    text("orchis_food", 25, 43);
    stroke(255);
    strokeWeight(2);
    line(pontoAntigo.x, pontoAntigo.y, xPos, height - inByte);
    pontoAntigo.set(xPos, height-inByte);
    if (xPos >= width) {
        xPos = 0;
        pontoAntigo.set(0, 0);
        background(0, 133, 232);
    } else {
        xPos = xPos + 10;
    }
}
}
}

```

Forma (*Processing*)

```

public class GeradorCirculo {

    booleano ativo = verdadeiro;
    int NUM = 100;
    float a = 0;
    float r = 100;
    float t = 100;
    circulo público RShape;

    GeradorCirculo () {
        this.circulo = novo RShape ();
    }
}

```

```

public void circulo (float intensidadeNoise) {
    if (ativo) {
        r = mapa ((ruído (t)), 0, 1, 100, 100 + 50);
    } // solução ponto morto // <> //
    print ("\ t ##### NOISE =" + intensidadeNoise +
"##### \ n");
    circulo.addMoveTo ((r * cos (a)), (r * sin (a)));

    para (int i = 0; i < NUM; i ++) {
        float x = r * cos (a);
        float y = r * sin (a);
        a = a + TWO_PI / NUM;
        if ((int) intensidadeNoise == 0) {
            intensidadeNoise = 1890,55;
        }
        ruído flutuante = mapa (intensidadeNoise, 0, 20000, 0, 5);
        t = t + ruído; // intensidade do ruído
        float n = ruído (t);
        n = mapa (n, 0, 1, 100, 100 + 50);
        if (ativo == verdadeiro) {
            r = n;
        }
        circulo.addLineTo (x, y);
    }

    circulo.addClose ();
}

void limpaCirculo () {
    this.circulo = novo RShape ();
}
}

```

G_code (*Processing*)

```

import java.util.*;
import java.util.function.Consumer;

public class TradutorGcode {
    //CAMPOS
    // apendice global, um valor para extrusora
    // Incrementos por ponto quanto vai ser jogado por ponto pela extrusora
    // PontosRelativos eh o ponto zero para desenhar na impressora
    private double ApendiceGlobalComando = 0.0;
    private final float incrementoExtrusora = 2.5;
    private final float ALTURACAMADA = 1.0f;
    private int pontoYRelativo = 75/2;
    private int pontoXRelativo = 75/2;

    public TradutorGcode() {
    }

    public TradutorGcode(int pontoXRelativo, int pontoYRelativo) {
        this.setarPontoZero(pontoXRelativo, pontoYRelativo);
    }
}

```

```

}

//SET PONTO ZERO para ser como referencia
public void setarPontoZero(int pontoXRelativo, int pontoYRelativo) {
    this.pontoXRelativo = pontoXRelativo;
    this.pontoYRelativo = pontoYRelativo;
}

// Função que retorna comandos para
// Reconfigura o gcode para estar pronto pra extrusar.
String[] configuracaoInicialExtrusao() {
    ArrayList<String> listaComandosSetup = new ArrayList<String>();
    listaComandosSetup.add("M302 P1; \n");
    listaComandosSetup.add("G90; \n");
    listaComandosSetup.add("M302 P1; \n");
    listaComandosSetup.add("M82 ; \n");
    listaComandosSetup.add("G1 F7800.000 ; \n");
    return listaComandosSetup.toArray(new String[listaComandosSetup.size()]);
}

String[] toGcodeBufferStrings(PApplet parent, GeradorCirculo controlador, float
intensidadeNoise) {
    ArrayList<String>retornoStrings = new ArrayList<String>();
    StringBuilder gcodecommand = new StringBuilder();
    RG.init(parent);
    RG.ignoreStyles(ignoringStyles);
    RG.setPolygonizer(RG.ADAPTATIVE);
    controlador.circulo(intensidadeNoise);
    grp = controlador.circulo;
    grp.centerIn(g, 100, 1, 1);
    pointPaths = grp.getPointsInPaths();
    translate(width/2, height/2);
    background(0, 133, 232);
    textSize(32);
    text("_imprimindo", -380, 250);
    stroke(255);
    noFill();
    for (int i = 0; i<pointPaths.length; i++) {
        if (pointPaths[i] != null) {
            beginShape();
            for (int j = 0; j<pointPaths[i].length; j++) {
                vertex(pointPaths[i][j].x, pointPaths[i][j].y);
                float xmapped = map(pointPaths[i][j].x, -200, 200, xcoord[1], xcoord[0]);
                float ymapped = map(pointPaths[i][j].y, -200, 200, ycoord[0], ycoord[1]);
                ApendiceGlobalComando += incrementoExtrusora ;
                gcodecommand.append("G1 X"+ str(xmapped+pontoXRelativo)+"
Y"+str(ymapped+pontoYRelativo) +" E"+ApendiceGlobalComando+"; \n");
            }
            endShape();
        }
        gcodecommand.append("G92 E0; \n");
        gcodecommand.append(" M300 S300 P1000 ;\n");
        if (i == pointPaths.length-1) {
            String[] retornoAuxiliar = split(gcodecommand.toString(), '\n');
            for (int k=0; k<retornoAuxiliar.length; k++)
                retornoStrings.add(retornoAuxiliar[k]+" \n");
        }
    }
}

```

```

print("\t##### PONTOS =" + retornoStrings.size() + "##### \n");
controlador.limpaCirculo();
this.ApendiceGlobalComando = 0.0;
return retornoStrings.toArray(new String[retornoStrings.size()]);
}

// Função protótipo que cria uma lista de Gcode de uma forma com 2 camadas (eixo z)
String[] toGcodeBufferStringsVaseMode(PApplet parent, GeradorCirculo controlador, float
intensidadeNoise, int numeroCamadas) {
    ArrayList<String>retornoStrings = new ArrayList<String>();
    StringBuilder gcodecommand = new StringBuilder();
    RG.init(parent);
    RG.ignoreStyles(ignoringStyles);
    RG.setPolygonizer(RG.ADAPTATIVE);
    controlador.circulo(intensidadeNoise);
    grp = controlador.circulo;
    grp.centerIn(g, 100, 1, 1);
    pointPaths = grp.getPointsInPaths();
    translate(width/2, height/2);
    background(0, 133, 232);
    textSize(32);
    text("_imprimindo", -380, 250);
    stroke(255);
    noFill();
    for (int i = 0; i < pointPaths.length; i++) {
        if (pointPaths[i] != null) {
            beginShape();
            for (int j = 0; j < pointPaths[i].length; j++) {
                vertex(pointPaths[i][j].x, pointPaths[i][j].y);
                float xmaped = map(pointPaths[i][j].x, -200, 200, xcoord[1], xcoord[0]);
                float ymaped = map(pointPaths[i][j].y, -200, 200, ycoord[0], ycoord[1]);
                ApendiceGlobalComando += incrementoExtrusora ;
                gcodecommand.append("G1 X" + str(xmaped+pontoXRelativo) +
Y" + str(ymaped+pontoYRelativo) + " E" + ApendiceGlobalComando + "; \n");
            }
            endShape();
        }
        if (i == pointPaths.length-1) {
            String[] retornoAuxiliar = split(gcodecommand.toString(), '\n');
            for (int k=0; k<retornoAuxiliar.length; k++)
                retornoStrings.add(retornoAuxiliar[k]+"\n");
        }
    }

    for(int i = 0; i < numeroCamadas-1; i++){
        retornoStrings.add("G1 Z"+ALTURACAMADA*(i+1)+" ;\n"); // Altera a posição
do eixo z, para o começo da segunda camada
        for(String aux : (ArrayList<String>)retornoStrings.clone())
            retornoStrings.add(aux);
    }
    retornoStrings.add("M300 S300 P1000 ;\n");
    print("\t##### PONTOS =" + retornoStrings.size() + "##### \n");
    controlador.limpaCirculo();
    this.ApendiceGlobalComando = 0.0;
    return retornoStrings.toArray(new String[retornoStrings.size()]);
}
}
}

```

APÊNDICE D - CÓDIGO FONTE *IP3_AMARELO*

Ipe_Amarelo (*Processing*)

```
//Ip3_Amarelo v1
boolean active = false;
int folhax = 30 ;
int folhay = 20 ;
int contador = 0;
int num;
color amarelo = color(240, 230, 50);
static int count;
void setup() {
  size(800, 600);
  frameRate(10);
  background(250);
  ellipseMode(CENTER);
  stroke(0); //cor caule
  smooth();
  num = 2;
  count = 0;
  paths = new pathfinder[num];
  for(int i = 0; i < num; i++) paths[i] = new pathfinder();
  contador=0;
}

void draw() {
  if (contador < 80) {
    delay(975000); ///Valor do tempo de duração em milissegundos dividido por 80
    arvore();
    contador = contador + 1 ;
  }
  else {
    delay(1080000);
    morte();
    println("parou");
  }
  //}
}

void mousePressed() {
  background(250);
  contador = 0;
  count = 0;
  paths = new pathfinder[num];
  for(int i = 0; i < num; i++) paths[i] = new pathfinder();
}
}
```

Árvore (Processing)

```

int contador2 = 0;
final short NUM = 10000;
PVector[] vectors = new PVector[NUM];

class pathfinder {
  PVector lastLocation;
  PVector location;
  PVector velocity;
  float diameter;
  boolean isFinished;
  pathfinder() {
    location = new PVector(width/2, height);
    lastLocation = new PVector(location.x, location.y);
    velocity = new PVector(0, -10);
    diameter = random(10, 20);
    isFinished = false;
  }
  pathfinder(pathfinder parent) {
    location = parent.location.get();
    lastLocation = parent.lastLocation.get();
    velocity = parent.velocity.get();
    diameter = parent.diameter * 0.62;
    isFinished = parent.isFinished;
    parent.diameter = diameter;
  }
  void update() {

    if (location.x > -10 & location.x < width + 10 & location.y > -10 & location.y <
height + 10) {
      lastLocation.set(location.x, location.y);
      if (diameter > 0.1) {
        count ++;
        PVector bump = new PVector(random(-1, 1), random(-1, 1));
        velocity.normalize();
        bump.mult(0.7);
        velocity.mult(1); //altura caule
        velocity.add(bump);
        velocity.mult(random(8, 16));
        location.add(velocity);
        if (random(0, 1) < 0.2) { // controla a quantidade de flores
          paths = (pathfinder[]) append(paths, new pathfinder(this));
        }
      } else {
        if (!isFinished) {
          isFinished = true;
          contador2 = contador2 + 1;
          noStroke();
          fill (amarelo);
          ellipse(location.x, location.y, folhax, folhay); //tamanho folhas
          stroke(0); //cor galhos
          vectors[contador2] = new PVector(location.x, location.y, 7);
        }
      }
    }
  }
}

```

```
    }  
  }  
  pathfinder[] paths;  
  
  void arvore() {  
  
    for (int i = 0; i < paths.length; i++) {  
      PVector loc = paths[i].location;  
      PVector lastLoc = paths[i].lastLocation;  
      strokeWeight(paths[i].diameter);  
      line(lastLoc.x, lastLoc.y, loc.x, loc.y);  
      println("foi o tempo " + contadore);  
      paths[i].update();  
  
      if ( i > paths.length) {  
        print("stop");  
      }  
    }  
  }  
  
  int contadore = 0;  
  
  void morte() {  
    blendMode(OVERLAY);  
    fill(250, 100);  
    rect(0, 0, width, height);  
  }  
}
```