

ARTE EM IMPRESSÃO 3D COM BIOPLÁSTICO

*Rosangella Leote
Unesp/SP/Brasil
GIIP*

Resumo

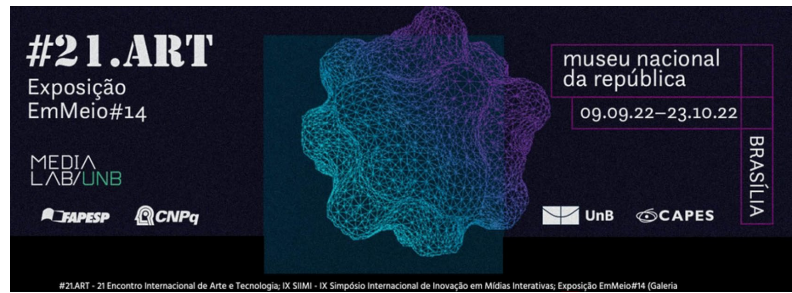
Este texto apresenta resultados iniciais do projeto de pesquisa, já em desenvolvimento por esta autora, apoiado pela bolsa de Produtividade e Pesquisa do CNPq, cujo título é “Imprimindo arte em 3D com bioplástico”. Tal projeto é centrado no tema Arte e Sustentabilidade, enfocando aplicações do plástico nas obras artísticas nas quais estuda-se tipos de materiais que podem ser utilizados na produção de esculturas e instalações interativas, entre processos de produção poética, impressas em sua totalidade ou parcialmente em 3D, buscando-se comprovar que há formas de imprimir em plástico com menos afecção para o meio-ambiente. Ao mesmo tempo, se quer demonstrar que há muitas dificuldades para que o artista, que atua com o uso de tecnologias computacionais, incluindo a impressão 3D, possa afastar-se, a curto prazo, do uso de produtos de origem industrial danosa para a Natureza. Na fase atual desta investigação, a impressão é com o termoplástico PLA (Ácido Poliláctico), que é feito à base de plantas, é biodegradável, biocompatível e totalmente reciclável, estando na categoria dos bioplásticos. Os procedimentos de pesquisa laboratorial e de campo acontecem, tanto no Brasil, quanto no exterior, por razões técnicas e por intercâmbio já em andamento com a Universidade de Sevilha. A Bolsa de Pesquisa no Exterior (BEP) é custeada pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Brasil).

Palavras-chave: arte e sustentabilidade; biomimética; bioplástico; escultura interativa; impressão 3D.

ARTE EN IMPRESIÓN 3D HECHA CON BIOPLASTICO

Resumen

Este texto presenta los primeros resultados del proyecto de investigación, que estamos desarrollando, apoyado por la beca Productividad e Investigación del CNPq (Gov - Brasil), cuyo título es “Impresión de arte en 3D con bioplástico”. Este proyecto se centra en el tema Arte y Sostenibilidad, centrándose en las aplicaciones del plástico en obras artísticas. En el se estudian tipos de materiales que pueden ser utilizados en la producción de esculturas e instalaciones interactivas, entre procesos de producción poética, impresos en su totalidad o



en parte en 3D. Se busca demostrar que hay maneras de imprimir en plástico con menos daño al medio ambiente. Al mismo tiempo, se quiere demostrar que existen muchas dificultades para que el artista, que trabaja con el uso de tecnologías computacionales, incluida la impresión 3D, pueda alejarse, en el corto plazo, del uso de productos de origen industrial, los cuáles son perjudiciales para la Naturaleza. En la fase actual de esta investigación, se trabaja con impresión con el termoplástico PLA (Ácido Poliláctico), hecho de plantas, biodegradable, biocompatible y totalmente reciclable, ocupando la categoría de los bioplásticos. Los procedimientos de investigación se realizarán, en Brasil y en el exterior, tanto por razones técnicas, cuánto por intercambios, ya en efecto, con la Universidad de Sevilla. La parte de investigación en España es apoyada por beca de FAPESP (Fundación de Amparo à Pesquisa del Estado de São Paulo – Brasil)

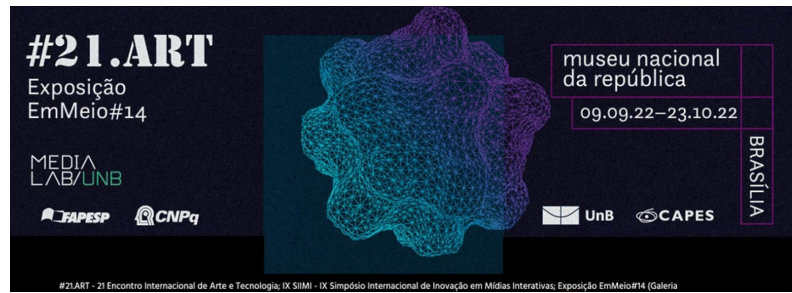
Palabras clave: arte y sostenibilidad; biomimética; bioplástico; escultura interactiva; impresión 3d.

3D PRINTED ART USING BIOPLASTIC

Abstract

This paper presents the first results of the research project, under our development, supported by the CNPq Productivity and Research Grant (Govt. Brazil), whose title is “Printing art in 3D with bioplastic”. This project is centered on the theme of Art and Sustainability, focusing on applications of plastic in artistic works, especially those printed entirely or in part in 3D. We also are interest on materials that can be used in the production of sculptures and interactive installations, among other types of poetic production, seeking to find if there are ways to print using thermoplastic with less damage to the environment. At the same time, we wants to demonstrate that there are many difficulties for the artist, who works with computational technologies, including 3D printing, to be able to move away, in the short term, from the use of products of industrial origin that are harmful to Nature. In the current phase of this investigation, the printing is with the thermoplastic PLA (Polylactic Acid), which is made from plants, is biodegradable, biocompatible, and fully recyclable, being in the category of bioplastics. The research procedures will take place, both in Brazil and abroad, for technical reasons and for exchange in progress with Seville University. The scholarship (BPE) for this exchange in Spain is supported by FAPESP (State of São Paulo Research Foundation - Brazil).

Keywords: art and sustainability; biomimicry; bioplastic; interactive sculpture; 3D printing.



O PROJETO

Atualmente, nossa pesquisa se centra no tema Arte e Sustentabilidade, examinado como é utilizado o plástico na área de Arte. Cada vez mais fica claro o quão contaminante para o meio ambiente é o plástico. A impressão 3D atraiu a muitos artistas, inclusive a esta autora. Em nosso projeto examina-se tipos de termoplásticos¹ que existem e quais são ou poderiam ser usados com impressão 3D no desenvolvimento de esculturas e instalações interativas. Visa-se examinar se há modos de imprimir com plástico com menor impacto para o meio ambiente. Aliado a isso, se argumenta sobre a impossibilidade que tem o artista que produz em Arte/Ciência/Tecnologia, principalmente com o uso de tecnologias computacionais, para deixar de contribuir para este impacto danoso, em alguma medida. Todavia, é certo que há opções para dirimir este comprometimento.

Além do estudo teórico, o processo de investigação envolve a produção artística e teórica da pesquisadora, situando a problemática num projeto de longo prazo, nomeado “Viridium”, onde vem sendo realizadas, em séries, esculturas e instalações interativas, compostas de objetos translúcidos e semiautônomos, com mecanismos e controle de tecnologia aberta. Os procedimentos são transdutivos entre a criação artística – tecnologia e poética - e o aprofundamento teórico interdisciplinar.

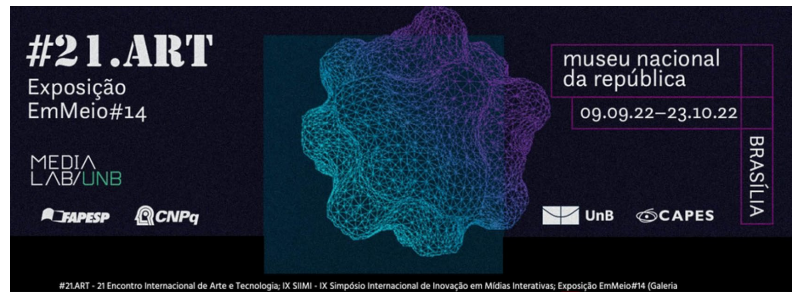
O ponto de partida é o exame sobre as tecnologias e materiais utilizados na produção de esculturas e instalações no projeto Viridium. A proposta Viridium é composta de 5 etapas². Realizamos até 2021 a primeira delas – a instalação Viridis, baseada no Reino Plantae. Com o projeto de pesquisa em desenvolvimento o intento é realizar mais duas etapas: Fungi (Reino Fungi) e Mobilis (Reino Animalia). As outras etapas, referentes aos reinos Protista e Monera, serão desenvolvidas posteriormente.

Por hora, se desenvolve experimentos de impressão tridimensional que deverão resultar ou fazer parte de obras interativas (esculturas e/ou instalações).

Para realizar estes experimentos é útil nossa experiência técnica, trazida de 23 anos de trabalho em cenografia (Teatro, Cinema e TV) e vitrinismo, que permitiu o conhecimento de diversas soluções simples que são colocadas à serviço dos propósitos de desenvolvimento das produções com tecnologias abertas e de baixo custo, além da expertise para o trabalho tridimensional como esculpir e montar instalações artísticas.

¹ Um termoplástico tem a propriedade de passar por derretimento sem alterar sua composição e propriedades mecânicas, podendo ser reutilizado inúmeras vezes.

² A descrição das obras desenvolvidas na etapa Viridis (Plantae) foi publicada no artigo *Biomimicry and Art: Transductions* (Leote: 2021a).



A investigação aborda diversos plásticos além de resinas para comparativo de eficiência e toxicidade dos materiais. Nesta fase de estudos, as vantagens do uso do termoplástico PLA (Ácido Poliláctico) são destacadas. Considerado um bioplástico, seu principal adjetivo é a biodegradabilidade, já que é obtido por fermentação de plantas que contém açúcar/amido (milho, cana, beterraba, caroço de abacate e muitas outras). As bactérias aí desenvolvidas geram o polímero que também é biocompatível, degradável (HARRIS: 2021 e LAMB: 2010) e 100% reciclável. Como sua matéria prima é vegetal, a renovação da fonte é garantida, o que não acontece com os outros termoplásticos que provém do petróleo.

Outro interesse subjacente da pesquisa é o uso de materiais que apresentam alguma escala de amigabilidade, em determinados contextos.

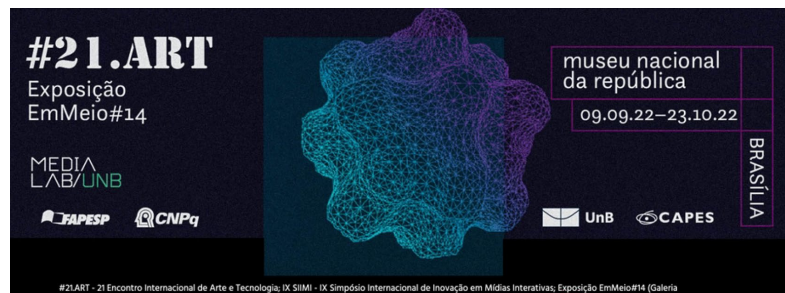
Há metodologias e tecnologias que já vêm sendo implementadas para permitir a purificação de materiais a fim de torná-los compostáveis, como já acontece com certos tipos de silicone e de acrílico. O custo industrial, entretanto, é ainda muito dispendioso.

De fato, o problema não está nos custos destas iniciativas, mas no quanto o modo de viver em nossa contemporaneidade caminha distante dos modelos para a sustentabilidade do meio ambiente e, portanto, da vida. Esse é um dos aspectos mais relevantes desta pesquisa, pois ela tem uma matriz real entre a experiência estética e os entraves que a tecnologia capitalista impõe no sistema complexo do planeta.

No processo, levamos em conta aportes de áreas distintas ao modo interdisciplinar com direcionamento produtivo e cocriativo de natureza experimental, propenso a gerar transdisciplinaridade.

O embasamento geral deste trabalho é feito a partir dos conceitos trazidos das Teorias dos Sistemas Complexos (VON BERTALANFFY: 1977; VIEIRA: 2008); da teoria da Evolução (DARWIN: 2010) e suas aproximações com os recentes estudos da Biologia (VARELA: 2000; MATURANA e VARELA: 1997 e 2003) com a Arte fundada na Neurociência (NOË, 2003 e 2012) e com a ideia de Artificação (DISSANAYAKE: 1988, 1995 e 2009); da arte, cultura e sustentabilidade coligadas (WAGNER e ANDREAS: 2012; GOODLAND: 1995); da Biomimética (BENYUS: 2007 e 2018; BHUSHAN: 2009); da Computação Natural e a relação com a Bioinspiração (De CASTRO: 2004, 2010 e GOEDERT: 2017); do conceito de Umwelt (UEXKÜLL: 2010); e da visão sobre a “cultura maker” e tecnologias de fabricação tridimensional vindas do próprio campo de trabalho ambos procedimentos de desenvolvimento artístico desta produção em andamento.

Todavia, neste texto, apenas parte desta bibliografia é mencionada, já que o mesmo se trata de resultados parciais da investigação.



Consideramos ser viável produzir obras de arte impressas em tecnologia 3d, com redução de impacto no meio ambiente, sem prejudicar a poética das produções, apesar da materialidade da fabricação dos artefatos ainda serem limitadas devido os tipos de tecnologias computacionais das quais dispomos na contemporaneidade, sendo este um fator que impele ao trabalho interdisciplinar.

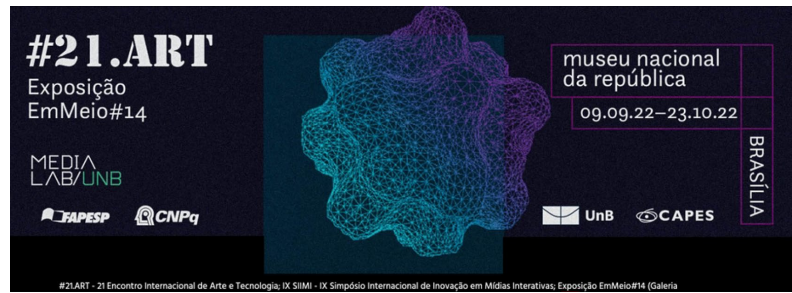
Assim sendo, trabalhamos com as hipóteses de que:

- a) a valoração do planeta, promovendo a sustentabilidade, é crucial para qualquer área de conhecimento, sendo os artistas – como qualquer ser humano - competentes para trabalharem e se comprometerem neste sentido.
- b) a interdisciplinaridade pode fazer surgir resultados transdisciplinares, prometendo emergência de soluções para campos diversos de conhecimento, para além das aplicações poéticas.
- c) o bioplástico pode ser usado, tanto na impressão 3d, quanto na experimentação de peças bidimensionais, para finalidades diversas da arte, sendo este um aspecto contributivo para a sustentabilidade.
- d) a escolha dos materiais, com os quais se desenvolve a produção em arte, pode ser feita, em certa medida, sem alterar a intensão poética do artista, a depender da função que cada material desempenha na dominante desejada com a obra.
- e) a partir de uma produção artística individual é possível inferir soluções técnicas que podem ser compartilhadas com outros artistas tanto quanto pessoas de outras áreas.

Tomando estas hipóteses como viáveis, buscamos, através de estudos interdisciplinares, desenvolver teoria e produção artística bioinspiradas e biomiméticas (Benyus: 2007) ligadas a conceitos sobre sustentabilidade utilizando materiais bioamigáveis, partindo dos termoplásticos de origem orgânica e renovável, especialmente o PLA.

READAPTAÇÃO AO EQUILÍBRIO DA VIDA

As políticas de sustentabilidade têm efetuado progresso em alguns países, embora aquém do desejado, em conscientizar as pessoas sobre a ação sistêmica que cada indivíduo exerce no globo terrestre e, portanto, no Universo. A comunicação globalizada tem relevância neste sentido, por razões muitas vezes dúbias, mas que acabam fazendo um efeito importante. É o caso do fenômeno internacional das empresas que adotam a ideia da sustentabilidade, somente para angariar maior lucro, sem a preservação do ambiente ser o seu objetivo final, de fato. Ironicamente, isto oferece portas de discussão que têm efeitos positivos também para os consumidores.



Cresce a adesão ao veganismo e ao vegetarianismo, tendo isto se tornado um filão importante para implementação de novas empresas e diversificação de outras. A raiz desta adesão é anterior, em predominância ligada às filosofias e religiões, mas aumenta o interesse do consumidor pela praticidade que a vida, especialmente nas metrópoles, impõe ao cotidiano. Preparar alimentação vegetariana leva tempo e há o problema da conservação dos vegetais frescos. Os modos industriais e o processamento obrigatório destes alimentos, que não são de conhecimento amplo do público merecem olhar atento, já que a maioria dos alimentos processados deixam a dever ao alimento fresco. O fato da adoção ao alimento de origem vegetal, e a ampliação da oferta da indústria deste tipo de alimento, atesta que já há compreensão mais responsável de entender o meio ambiente, todavia, não aponta para uma nutrição totalmente saudável.

De qualquer forma, isto não é suficiente. Robert Goodland, já em 1995, disse que o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental “requer níveis sustentáveis na produção e no consumo, e não no crescimento econômico”. Disse ainda que “a prioridade deve estar no bem-estar humano: reduzir a pobreza, o analfabetismo, a fome, as doenças e a injustiça” (1995: 5). Portanto, a sustentabilidade seria questão sociopolítica. Todavia, a aderência à busca do equilíbrio natural pode não se dar no tempo que o planeta tem de vida.

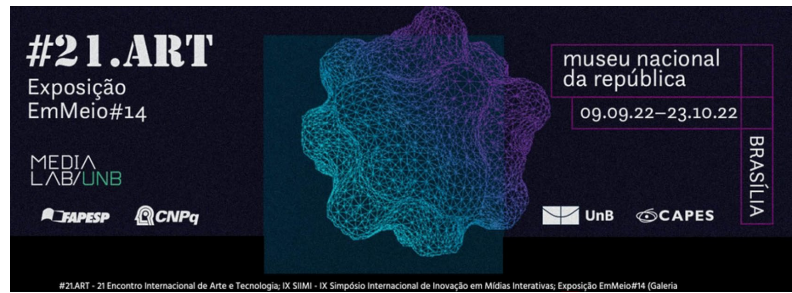
Neste movimento lento, de readaptação ao equilíbrio, segue a vida, onde todos os seus agentes têm potencial para a influência em seus contextos.

Nos parece que entender este momento faz sentido para a área da Arte e para qualquer área que preserve a razão evolutiva que tem nos mantido neste planeta.

Aqui entra a necessidade do comportamento sustentável, mas este só aparece se houver empatia dos indivíduos para com o mundo em que vivem.

É bom lembrar que também foram razões empáticas, estéticas e estratégias de sobrevivência que nos fizeram corromper nosso habitat. Ou seja: o mesmo processo cerebral pode ser usado para diferentes finalidades.

Felix Wagner e Marcus Andreas estabeleceram cinco níveis de organização social que podem caminhar no sentido da sustentabilidade, entre eles está o que nomeiam de “Arte e Estética” que propõe “vivenciar a sustentabilidade em todos os sentidos e na percepção de seu potencial estético, no que diz respeito à atratividade da sustentabilidade. Aspectos fundamentais desta área são a exploração artística e mediação da complexidade dos sistemas sustentáveis e a relação entre o ser humano e o meio ambiente” (WAGNER e ANDREAS: 2012, 64-65).



Isto tem relação com a ideia de *Artificalização*, que tem Ellen Dissanayake como a mais importante teórica, segundo nosso ponto de vista. Apesar do termo remeter à arte, Dissanayake (1995), que é antropóloga, o vincula ao modo pelo qual os seres humanos tendem a tornar o “ordinário em extraordinário”, sendo isto uma capacidade inerente ao seu processo evolutivo como espécie. Para ela, olhar para os objetos do mundo e vivenciar com eles uma experiência estética seria um fenômeno comum entre todas as culturas.

A autora classifica as experiências *artificadas* em quatro tipos: as que se referem à ludicidade, as que deixam marcas (como desenhar e pintar), as que são adornos pessoais e as marcas cerimoniais/ritualísticas (1995).

Portanto, a *Artificalização* poderia englobar o que se toma como arte em nossa cultura. Disto infere-se que quando olhamos para a Natureza e por ela somos fisgados, a ponto de querer protegê-la ou mimetizá-la em um trabalho de arte estamos, através de um processo *artificado*, deixando marcas na cultura.

Assim o artista que *biomimetiza e/ou bioinspira-se* está apenas procedendo conforme todos da sua espécie, todavia está nomeando as marcas que deixa no mundo com a palavra e o conceito de Arte.

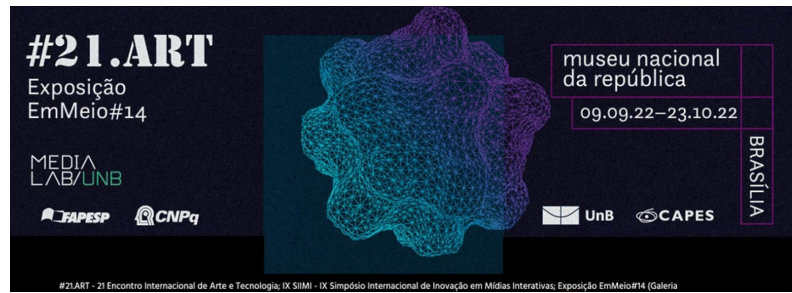
No entanto, o experimentador da obra (não só no caso das interativas) também exerce seu olhar *artificado*. O que o faz tomar o objeto artístico como fruível, indiferente ou até incômodo. Um mesmo objeto, provocará diferentes experiências em cada pessoa. Ou seja: modos diferentes de *Artificalização*.

Entendemos que isto também acontece na maneira como o ser humano olha para seu ambiente. Ao *artificar* o mundo em que vive ele tem mais razões para encontrar ali valores que precisam ser mantidos, porque são importantes para a vida, não só para o indivíduo.

Daí a razão da sustentabilidade ser mais do que um aspecto político-econômico e ambiental. Ela envolve a cultura e o nosso sentimento estético ligado as coisas boas para a espécie, aí incluída a função da/o artista.

O USO DO PLA

A aplicabilidade da impressão 3D, independentemente do material que se utilize, está cada vez mais amplificada. Hoje ela é usada nas artes em geral (incluído cênicas e musicais), na arquitetura, nas engenharias (especialmente civil, aeroespacial, naval e automobilística), na alimentação, no design, na educação, além de outros bens de consumo.



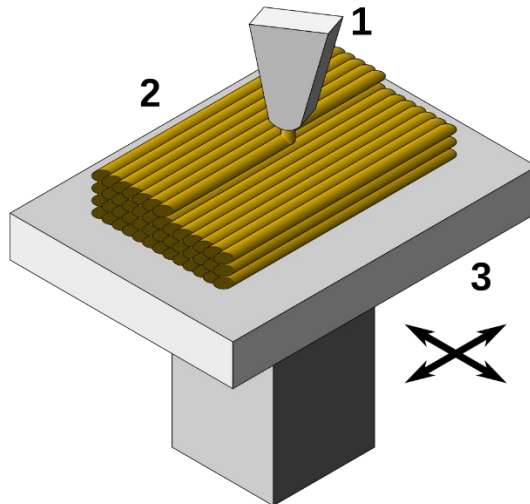
Há muitas propostas artísticas brasileiras onde a impressão 3D com o termoplástico PLA é o processo predominante no desenvolvimento da obra. É o mesmo utilizado no nosso projeto Viridium, que nos interessa do ponto de vista de sua amigabilidade com o meio ambiente, já que é um material cuja decomposição é garantida, é de fonte renovável, além de ter reciclabilidade.

A impressão 3D é um dos modos de fabricação. Os modos tridimensionais são genericamente agrupados em dois tipos: a fabricação aditiva e a subtrativa. A aditiva constrói um modelo do zero, camada por camada, progressivas e sobrepostas, com materiais que dependem da tecnologia utilizada. Ao contrário, o processo de fabricação subtrativa, remove o material de um bloco, em geral rígido ou semirrígido. Estas fabricações agrupam os processos mais antigos de construção tridimensional, utilizados na escultura.

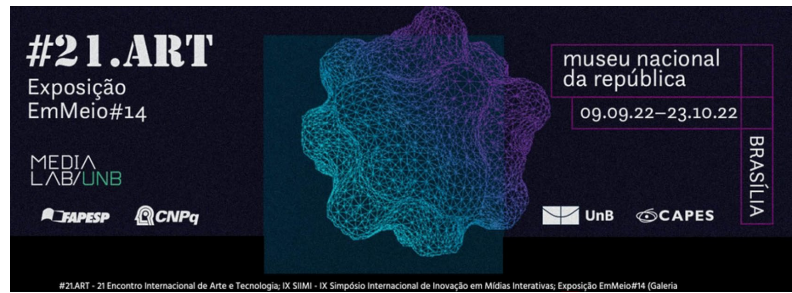
A aditiva, que é feita tal como a técnica de cerâmica por rolinhos, é o tipo usado na impressão 3D. Este tipo é subdividido em diferentes tecnologias, nomeadas segundo o material e o modo de construção das camadas. São do tipo aditivo a maioria das impressões com resinas e todas as com os termoplásticos. As tecnologias vão desde as mecânicas até a utilização de lasers.

O processo utilizado no projeto “Viridium” é o FDM (*Fused Deposition Modeling*), também conhecido como FFF (*Fused Filament Fabrication*) que é muito utilizado em prototipagem rápida e *motion figures*. Neste processo (Figura 1) é possível empregar diferentes materiais. A lista é longa e inclui alimentos, concreto além das resinas e termoplásticos. A maioria dos termoplásticos não é biodegradável e muitos não são recicláveis.

Figura 1: Processo FDM/FFF



Na figura se vê como as camadas de filamentos são depositadas umas sobre as outras através do bico de extrusão da impressora. Fonte: Wikimedia Commons.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FDM_printing_diagram.svg?uselang=fr.
Acesso 5 nov. 2022.



Os principais termoplásticos utilizados atualmente são: PLA (ácido polilático), ABS (acrilonitrila butadieno estireno), PET (tereftalato de polietileno), PETG (PET modificado com glicol), HIPS (poliestireno de alto impacto), TPU (poliuretano termoplástico flexível) além das poliamidas (como nylon). De todos estes o único bioamigável é o PLA.

Sua resistência é bastante grande e comparável a um dos materiais mais usados em prototipagem, o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) que, embora reciclável, emite gases altamente tóxicos no aquecimento e exige produtos químicos perigosos (incluindo acetona) para o acabamento de polimento e pintura.

Faz sentido, portanto, examinar em que aplicações e quais as vantagens que temos em utilizar o PLA.

Todavia, se percebe que há fatores que determinam o uso deste plástico no Brasil, tanto por artistas quanto por *hobbistas*, que nem sempre estão ligados à sustentabilidade, mas sim aos métodos de fabricação mais acessíveis para o universo *maker*. Um deles é a existência das impressoras de baixo custo, que podem ser montadas em casa; outro o preço do filamento – que é o mais barato de todos -; e a maior facilidade de impressão do PLA, devido as condições climáticas menos exigentes para o ambiente de trabalho e aos modos de acabamento mais simples do que os dos outros polímeros, de origem sintética.

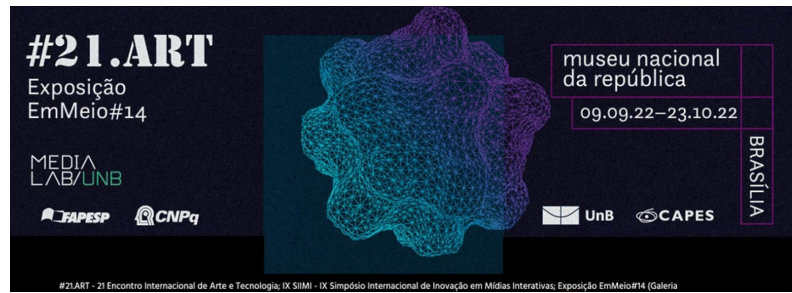
Os casos de outras produções artísticas, que queremos destacar durante a investigação, são aqueles em que a impressão 3D é relevante para a *forma* da obra e não apenas como parte de algum mecanismo subjacente à dominante da poética.

De antemão já se sabe que, apesar de muitos artistas privilegiarem o uso do PLA³, todas as obras envolvem algum elemento eletrônico e outros materiais pouco recicláveis (Tabela 1), o que é óbvio na produção de Arte/Ciência/Tecnologia. Este é um ponto relevante para nossa pesquisa, desde que aponta uma tendência para o respeito à Ecologia por um lado e, por outro, a impossibilidade de se trabalhar sem partes eletrônicas ou metálicas com as tecnologias de que dispomos em nossa época.

Tabela 1: Decomposição e reciclabilidade de materiais

Material	Decomposição	Reciclabilidade
Papel	De duas à 10 semanas	Sim
Madeira	5 à 15 anos	Sim
Plásticos de base petrolífera	Mais de 450 anos	Sim (alguns só para fazer outros materiais)

³ Há exemplos em outra publicação nossa (Leote: 2021).



Plástico de plantas (PLA)	De dois à 3 meses*	Sim
Acrílicos	Mais de 450 anos	Sim
Isopor	Mais de 450 anos	Sim (só para fazer outros materiais)
Silicones	Mais de 100 anos	Sim (só para fazer outros materiais)
Vidro	Indefinido	Sim
Cobre	Mais de 500 anos	Sim
Alumínio	De 200 a 500 anos	Sim**
Aço	Acima de 10 anos (cf composição e dimensão)	Sim
* à depender do modelo de compostagem.		
** o Brasil é o mais que mais recicla latas de alumínio do mundo.		

A tabela acima demonstra dados sobre os materiais mais utilizados em instalações de Arte/Ciência/Tecnologia. Fonte: a autora, 2022.

PROCEDIMENTOS DA PESQUISA EM EXECUÇÃO

Utilizamos três impressoras 3d. A primeira a Stela3 Lite (fabricação brasileira) e as duas outras são Genius Pro, da marca Artillery (fabricação chinesa).

Ambas apresentam fragilidades técnicas, que não são diferentes da maioria das impressoras de filamentos com preços acessíveis.

O principal problema que estamos enfrentando é a dificuldade de impressão de peças grandes (cerca de 30 cm de altura). O plástico tem tendência à contração depois de resfriado e as peças impressas em partes nem sempre apresentam encaixe perfeito. Como demora muito até que a próxima parte seja impressa já pode ter havido contração importante na parte *antiga*. Para se ter uma ideia, cada parte da peça Hermaphroditus leva de 2 a 4 horas (Figuras 6 e 7).

Além do tempo, a peça grande tende a se deslocar da base, pelo mesmo problema do resfriamento da peça e outras questões técnicas.

Para enfrentar isso, dois tipos de modelagens foram feitos na peça Hermaphroditus (Figura 2). O primeiro, em cortes verticais modelados separadamente (Figura 3 e 4), apresentou problema de encaixe. O segundo ainda não foi impresso, mas o novo modelamento em processo (feito no Blender 3.3) está como peça completa (Figura 5). Neste modelo o corte em seções horizontais será feito no software de impressão que estamos

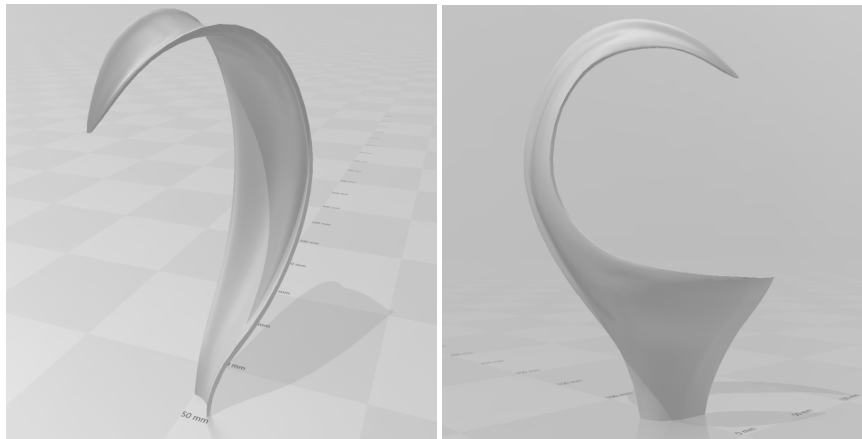
usando (Ultimaker CURA 5.2.1). O limite de tamanho de impressão das impressoras em uso é de 200 X 200 X 200 mm, o que indica a obrigatoriedade de certos cortes nas peças, que serão coladas o mais breve possível após as impressões.

Figuras 2: Esboço de Hermaphroditus em grafite



Fonte: da autora, 2019.

Figuras 3 e 4: Cortes verticais de Hermaphroditus

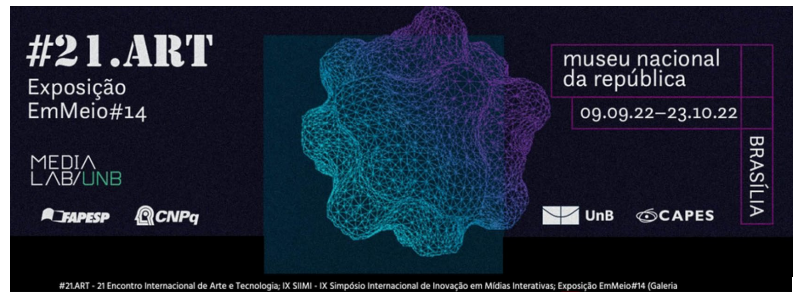


Visualização dos modelos iniciais da peça. As partes verticais foram feitas separadamente para que a colagem coincidissem com os frisos. O método se mostrou inadequado para o acabamento esperado. Modelagem original de Camila Guasco. Fonte: da autora, 2022.

Figuras 5: peça completa



Visualização do modelo em 3d para impressão de peça completa, com modelagem em desenvolvimento. Modelagem 3D Daniel Boanerges. Fonte: da autora, 2022.

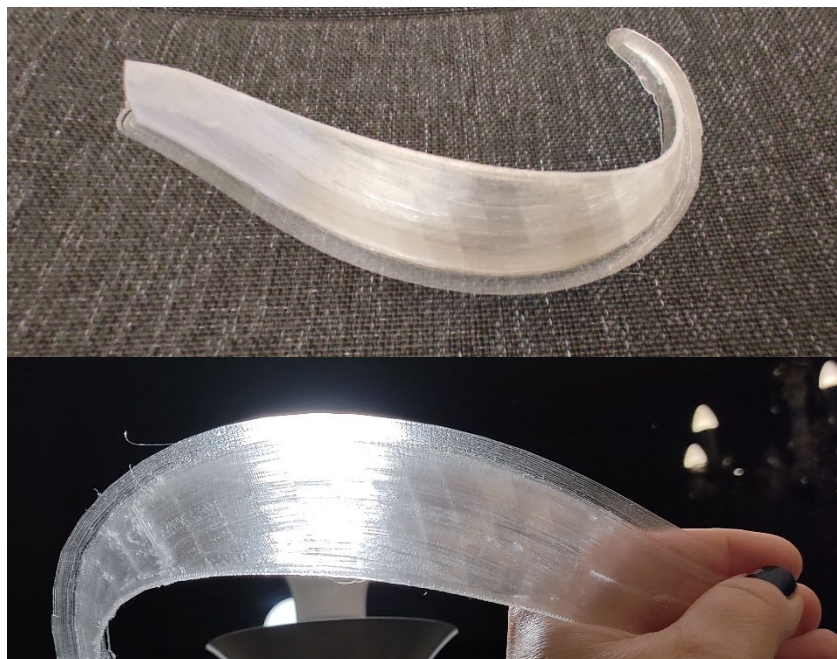


A colagem das peças em PLA só pode ser feita com um único tipo de cola, conhecida como supercola. O formato em gel é mais adequado. Esta cola tem a base de etil-cianoacrilato, que é uma substância altamente tóxica e explosiva. Então, imprimir a peça no maior tamanho possível, inteira ou em partes, reduz o uso desta substância agressiva. Todavia, isto é um ganho real ínfimo para o meio ambiente.

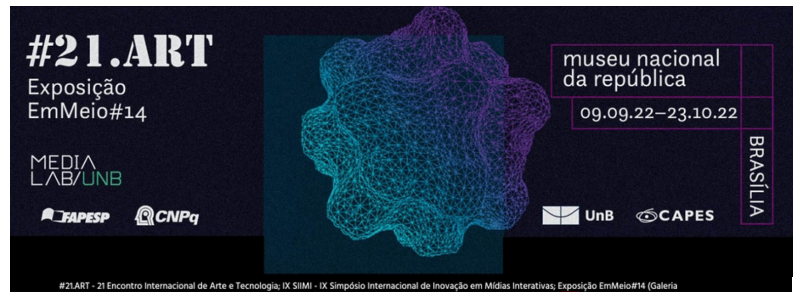
As esculturas são feitas em PLA translúcido. Ele não sofre a agregação de corantes e se decompõe mais rápido, permitindo deixar passar a luz em luminâncias diferentes conforme o número de paredes colocadas nas espessuras dos objetos. A espessura mais fina resulta em degradação mais rápida.

Para o resultado também interessa a resolução da impressão. Ao contrário do comumente desejado desta tecnologia, quanto menor a resolução, maior a difusão da luz (Figura 5 e 6). Até o momento, a difusão lumínica é um item importante para a proposta de Viridium.

Figuras 6 e 7: Parte impressa de Hermaphroditus, para testes de resolução e translucidez.



Peça feita na impressora Genius Pro, baixíssima resolução. Dimensões 21 X 09 X 04 cm. Tempo de impressão 2h35min. Fonte: da autora, 2022.



A duração das peças sem pintura é um ponto que pode ser considerado crítico. A humidade interfere na peça, alterando sua cor e textura, quando ela não sofre acabamento de pintura, como é o caso das obras de Viridium. É do tipo de obra impermanente.

O modelo em arquivo digital, garante a reprodutibilidade da peça até certo ponto, em caso de necessidade de nova facção das esculturas. É provável que a evolução da tecnologia de impressão 3d venha invalidar as observações que se faz neste instante.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PERCURSO

O trabalho com impressão 3D está longe de ser uma tecnologia popular. Os entraves são muitos. É possível que, a depender das opções de processo criativo de um artista, não seja relevante realizar suas próprias impressões.

A demanda por peças pode não cobrir o investimento no equipamento.

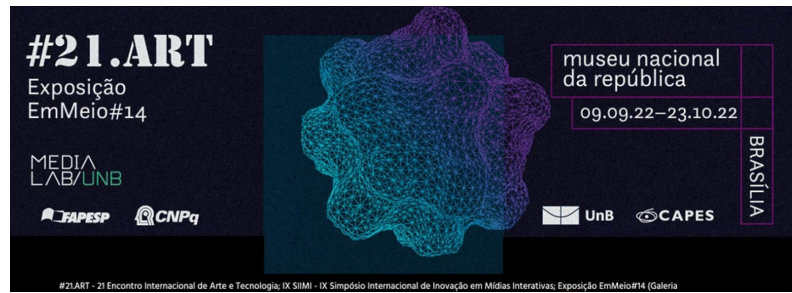
Além disso, o tempo de aprendizado técnico é significativo. O momento mais crítico é o que se chama de *fatiamento*. É o processo de preparação do modelo digital para as configurações da impressora, que é feito em um software específico (este tipo de software é conhecido como *slicer*). Cada peça, tipo e cor de filamento, modelo de impressora e muito mais, requer uma série de testes, até que se possa obter o resultado desejado.

A calibração e configuração da impressora também varia de marca para marca, então um mesmo arquivo poderá não trazer os mesmos resultados em máquinas diferentes.

As máquinas de preço mais acessível tendem a ser mais difíceis de manter a calibração, além do tamanho das peças ser bastante limitado, como explicado acima.

Assim, a depender da demanda, pode ser mais barato e rápido encomendar a impressão para especialistas autônomos e empresas que operam somente com isso.

Algo parecido se dá com a modelagem digital. O tempo de aprendizado de um software equivale ao tempo de sua atualização no mercado. Isto obriga o usuário a manter-se sempre em treinamento. Isto pode não interessar ao propositor da obra artística, como é o nosso caso.



Não nos interessa dedicar um período enorme para manejar a modelagem digital, desde que existem pessoas com competência e interesse na modelagem em si. Ao perceber isso, encontramos ser mais adequado contratar mão de obra especializada para a realização desta etapa ao invés de fazermos a modelagem. O processo também poderia ser feito em parceria, mas no caso de Viridis, nos interessa manter a forma original da peça, portanto a contratação faz mais sentido⁴ já que não é na modelagem que a obra se assenta. O modelo digital deve ter certas qualificações técnicas que, nas mãos do amador (nosso caso), pode sair prejudicado. Para a direção de arte o conhecimento das capacidades do software já é suficiente a fim de garantir que o artista digital contratado materialize a ideia, que lhe é entregue em desenho ou escultura.

Estes argumentos podem parecer estranhos aos artistas apegados ao processo manual da obra. No nosso caso, este procedimento se assemelha ao que a maioria dos escultores de metais sempre fizeram: encaminhar suas obras para um especialista em fundição.

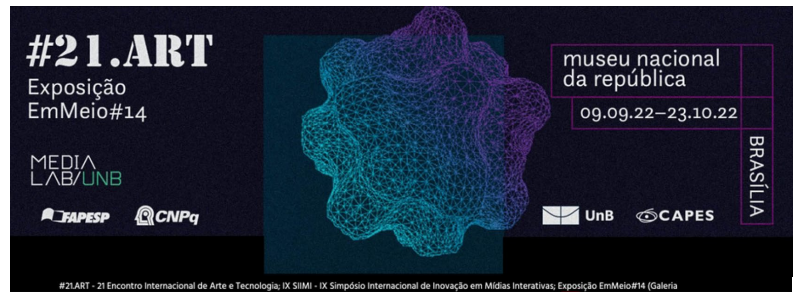
Nosso procedimento atual é experimentar diretamente diferentes máquinas, materiais e tecnologias de impressão tridimensional. Por isso o contato, a ação manual se faz relevante, como já fizemos antes com a modelagem digital. Trata-se de conhecimento, aperfeiçoamento e relação com a materialidade. O rumo, a afeição e a continuidade desses procedimentos não se podem determinar. Então é possível que futuramente a contratação de especialista em impressão 3D venha a ser coerente. É disso que é feita a produção artística do nosso ponto de vista. Processos livres e contaminados pelo mundo, pelas experiências, permitindo-nos descartar, retomar, customizar e nos surpreender com o que nossa arte nos traz. São emergências que se revelam.

Sendo a vida um sistema complexo, qualquer ponto dele tem potencial para gerar emergências de padrões de ações transdutivas com o seu entorno. A Arte nada mais é do que um ponto ínfimo neste sistema. Ela sempre existe do jeito específico que cada época conduz, é imbricada no sistema e tem um papel muito relevante para a evolução humana.

Não há como a Arte acontecer se não refletindo e provocando transformações no mundo. Assim é que o artista se envolve com os temas significativos do mundo, porque não poderia viver fora dele.

Para aqueles que operam no eixo Arte/Ciência/Tecnologia, há que considerar as tecnologias e materialidades aí envolvidas e verificar qual o papel que estão desempenhando

⁴ Até o momento houve 3 pessoas que participaram como contratadas neste processo: Camila Guasco e Laíz Preda Torres em 2019 e Daniel Boanerges, desde 2020.



nesse momento da história do planeta. Nossa escolha, neste sentido, foi pela impressão 3d com bioplástico. É um pequeno passo, porém já é um começo.

REFERÊNCIAS

BENYUS, Janine. *Biomimética: inovação inspirada pela natureza*. São Paulo, SP: Editora Cultrix, 2007.

DISSANAYAKE, Ellen. *Homo Aestheticus: Where Art Comes From and Why*. Seattle: University of Washington Press, 1995.

GOODLAND, Robert. The Concept of Environmental Sustainability. In *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1995, v. 26, 1995, p. 1-24. Annual Reviews, 1995. <https://www.jstor.org/stable/2097196>. Acesso em 09 jun. 2021.

HARRIS, William Harris. How Long Does It Take for Plastics to Biodegrade? *HowStuffWorks.com*. 2010. <https://science.howstuffworks.com/science-vs-myth/everyday-myths/how-long-does-it-take-for-plastics-to-biodegrade.htm>. Acesso em 05 nov. 2022.

LAMB, Robert. What is corn plastic? *HowStuffWorks.com*. 2008 <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/corn-plastic.htm>. Acesso em 05 nov. 2022.

LEOTE, Rosangella. Biomimicry and Art: Transductions with Biology at Viridium Project. In: *International Journal of Creative Interfaces and Computer Gr.*, v.12, p.01 - 18, 2021a.

LEOTE, Rosangela da Silva. Printing Art with plastic from plants. In: *ARTECH 2021*, October 13–15, ACM - Association for Computing Machinery: Aveiro, Portugal, 2021b.

WAGNER, Felix. e ANDREAS, Marcus. A. Culture of Sustainability. In: *RCC Perspectives, n. 8, Realizing Utopia: Ecovillage Endeavors and Academic Approaches*, 2012, p. 57-72. Rachel Carson Center, 2012. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26240434>. Acesso em 03 mai. 2021.

Mini currículo

Rosangella Leote

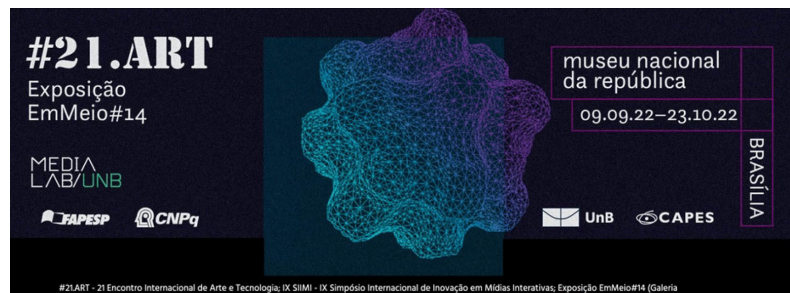
Instituto de Artes

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – Brasil)

GIIP - Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Arte, Ciência e Tecnologia

E-mail: rosangellaleote@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0967-4728



PORTUGUÊS

É artista/pesquisadora em Arte/Ciência/Tecnologia; Bolsista de Produtividade em Pesquisa (CNPq_B2); Pós-doutora na Universidade Aberta (Lisboa-PT – Bolsa FAPESP); Doutora em Ciências da Comunicação (ECA/USP/BR – Bolsa CNPq); Mestre em Artes (IA/UNICAMP/BR – Bolsa FAPESP) e Bacharel em Artes visuais (IA/UFRGS/BR). É líder do Grupo de Pesquisa em Arte, Ciência e Tecnologia (GIIP/UNESP). Atua com Instalações Multimídias Interativas (no SCIArts-Equipe Interdisciplinar); em tecnoperformances; esculturas sonoras; objetos e instalações interativas, incluindo interfaces assistivas para as Artes; vídeos e outros. É líder do GIIP - "Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Arte, Ciência e Tecnologia", Vice-coordenadora do PPG em Artes/IA/UNESP e autora do livro ARTECIÊNCIAARTE (Editora UNESP – 2015). Atualmente, sua pesquisa é sobre Arte e sustentabilidade usando impressão 3D. De setembro de 2022 à fevereiro de 2023 está na Universidade de Sevilha como Pesquisadora Visitante, convidada pela Dra. Yolanda Spínola-Elías, no mestrado "Arte: Ideia e produção" (Sevilha/Espanha), com subvenção de pesquisa pela FAPESP - BEP (Brasil). Vive em São Paulo, Brasil.

CV: <http://lattes.cnpq.br/1592443578418038>

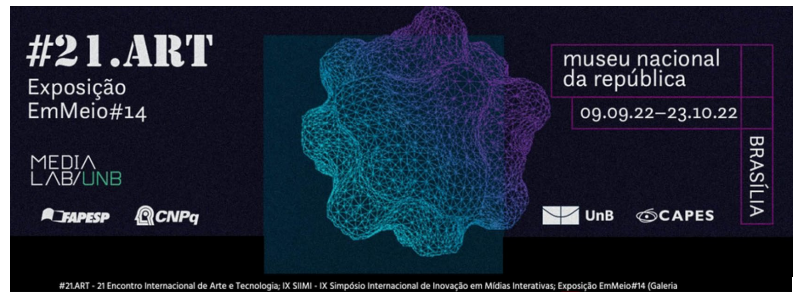
ESPAÑOL:

Es artista-investigadora en Arte / Ciencia / Tecnología; Becaria de Productividad en Investigación (CNPq_B2/Brasil); Postdoctora por la Universidade Aberta (Lisboa-PT - Beca FAPESP/Brasil); Doctorada en Ciencias de la Comunicación por la Universidade de São Paulo (ECA / USP - Beca CNPq/Brasil); Maestra en Artes por la Universidade de Campinas (IA/UNICAMP – Beca FAPESP/Brasil) y Graduada en Artes Visuais por la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IA/UFRGS/Brasil). Es directora del Grupo de Pesquisa em Arte, Ciencia y Tecnología (GIIP/UNESP). Trabaja con instalaciones multimedia interactivas (en el equipo interdisciplinar SCIArts y en GIIP); en tecnoperformance; esculturas sonoras; objetos interactivos, incluyendo tecnologías para personas con capacidades reducidas; videos y más. Es líder de GIIP, vicecoordinadora del Programa de Posgrado en Artes (IA/UNESP) y autora del libro ARTECIÊNCIAARTE (Ed. UNESP/Brasil - 2015). Actualmente su investigación es sobre Arte y sostenibilidad usando impresión 3D. Desde septiembre de 2022 hasta febrero de 2023 estará en la Universidad de Sevilla, como Investigadora Invitada por la Doctora Yolanda Spínola-Elías, en el máster "Arte: Idea y producción" (Sevilla/España), con beca de investigación de FAPESP (BPE/Brasil). Vive en São Paulo, Brasil.

CV: <http://lattes.cnpq.br/1592443578418038>

ENGLISH

She is a multimedia artist/researcher; has a Research Productivity Grant from CNPq (Govt. Brazil); is Postdoctor in Media Art (Universidade Aberta - Lisbon – Portugal - scholarship FAPESP/Brazil); Phd in Communication Sciences (ECA / USP - scholarship CNPq/Brazil); Master on Arts (IA/UNICAMP - scholarship FAPESP/Brazil) and graduated on Visual Arts (IA/UFRGS/Brazil). She is Vice director of the Postgraduate Program in Arts at Arts Institute. Is



the director of GIIP - "International and Inter-Institutional Group of Research in Art, Science and Technology". She acts and direct performances, makes sound sculptures and other interactive works, including handicap technologies for arts. She is part of the SCIArts-Interdisciplinary team, which is a member since its starting (1995). Currently her research is about Art and sustainability using 3D printing. From September 2022 to February 2023, she will be at Seville University as Invited Researcher, hosted by Yolanda Spínola-Elías PhD, at the master "Arte: Idea y producción". The scholarship BEP, in Spain, is supported by FAPESP (Brazil). She lives in São Paulo, Brazil.

Full bio: <http://lattes.cnpq.br/1592443578418038>