



**A ILUSÃO DA SUSTENTABILIDADE COM RESINAS ECOLÓGICAS:
IMPRESSÃO 3D COM RESINAS DE PLANTAS E LAVÁVEIS COM ÁGUA.**

**THE ILLUSION OF SUSTAINABILITY WITH ECO RESINS: 3D PRINTING WITH
PLANT-BASED AND WATER-WASHABLE RESINS.**

Rosangella Leote
GIIP/UNESPⁱ

RESUMO

O artigo aborda a impressão 3D de experimentos para futuras esculturas utilizando resinas à base de água e de plantas. Resulta de uma etapa de pesquisa focada na arte e sustentabilidade. Exploram-se os aspectos técnicos, incluindo acabamento, resistência, odor e durabilidade. Observa-se a complexidade da cadeia de produção e os desafios ambientais associados ao descarte das resinas. Discute-se a toxicidade das resinas e solventes utilizados no processo de impressão e limpeza. Os resultados demonstram a importância da interseção entre arte, ciência e tecnologia na busca por soluções mais sustentáveis, permitindo a reflexão sobre o papel da arte na transformação do mundo, e ressalta a escolha pelo uso de bioplásticos como um pequeno passo nesse sentido.

PALAVRAS-CHAVE

Arte e sustentabilidade. Bioplástico. Escultura interativa. Impressão 3D. Resina de plantas.

ABSTRACT

The article addresses the 3D printing of experiments for future sculptures using water-based and plant-based resins. It results from a research stage focused on art and sustainability. It explores technical aspects, including finishing, strength, odor, and durability. The complexity of the production chain and the environmental challenges associated with resin disposal are observed. The toxicity of the resins and solvents used in the printing and cleaning process is discussed. The results demonstrate the importance of the intersection between art, science, and technology in seeking more sustainable solutions, allowing reflection on the role of art in transforming the world, and highlights the choice of using bioplastics as a small step in this direction.

KEYWORDS

Art and sustainability. Bioplastic. Interactive sculpture. 3D printing. Plant-based resin.

Introdução

Este texto apresenta parte do relatório do desenvolvimento da pesquisa individual em curso, sob minha responsabilidade, contemplada com a bolsa Produtividade em Pesquisa do CNPq.



Trago o estado atual da pesquisa acrescentando resultados parciais do trabalho desenvolvido na Universidade de Sevilha, junto ao programa de Doutorado Arte e Patrimônio, da Faculdade de Belas artes. O período no exterior foi de setembro de 2022 a março de 2023, custeado pela Bolsa de Pesquisa no Exterior (BEPE) da FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. A professora Dra. Yolanda Spínola Elias, do Departamento de Desenho, foi a anfitriã na Universidade de Sevilha.

O projeto geral é para 3 anos, foi iniciado em 2022 e compreende etapas de pesquisa de diferentes naturezas metodológicas e diversidade de procedimentos. Para pesquisa em Sevilha o enfoque estava nas experimentações com impressão 3D com resinas. Eu buscava estabelecer quais resinas de impressão seriam mais ecologicamente adequadas. Para isso, conduzi vários experimentos, e este texto demonstra observações, de caráter empírico, sobre os achados durante o estágio na US, que envolveu também atividades didáticas extensivas naquela universidade.

Este assunto foi publicado num artigo mais completo em inglês onde vários aspectos desta experimentação foram levantadosⁱⁱ. Neste momento, estou destacando as observações relacionadas a percepção de que não contamos ainda com resinas de impressão 3D de fato sustentáveis, e este é um ponto crítico que se relaciona com uma das principais hipóteses do projeto geral de pesquisa, que é “a valoração do planeta, promovendo a sustentabilidade, é crucial para qualquer área de conhecimento, sendo os artistas competentes para trabalharem e se comprometerem neste sentido.”ⁱⁱⁱ

Trago o processo criativo que estou utilizando descrevendo as esculturas interativas em desenvolvimento que deverão compor uma exposição que será um dos resultados o projeto geral de pesquisa. A missão deste texto é, portanto, mais descritiva dos procedimentos do que conceitual.

Procedimentos

Até aqui utilizei cinco impressoras 3D^{iv}. Dessas, três operam com filamento: a primeira é a Stela3 Lite, de fabricação brasileira, enquanto as outras duas são da marca Artillery, modelo Genius Pro, fabricadas na China. As outras duas impressoras, que utilizam resina, são ambas do modelo Halot One, fabricado pela Creality, também da



China. A Unesp acabou de adquirir, para o laboratório de Arte/Ciência/Tecnologia, que coordeno no Instituto de Artes da Unesp (Campus de São Paulo), 3 novas impressoras sendo uma delas a Halot Mage Pro que será a sexta impressora a ser integrada no projeto. Ela é importante porque permite imprimir obras de médio formato, acima de 20 cm em resina. Com ela serão feitas algumas partes das peças finais para as esculturas. Portanto, todos os experimentos até aqui desenvolvidos, foram prototipagem para as esculturas que serão desenvolvidas dentro do projeto Viridis que está em processo desde 2019^v. As novas peças se referem à série Mobilis, relativa ao reino animalia, constante no projeto original (Imagens 1 a 3).

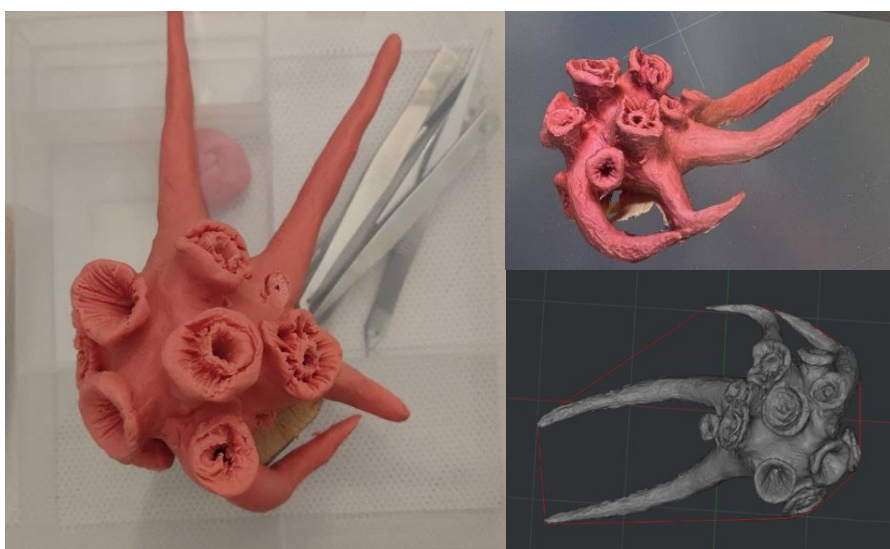


Imagem 1. Lentum, peça em desenvolvimento para a **série Mobilis**. São tentáculos se movem e terão gel escorrendo das ventosas quando alguém se aproxima. O corpo é sempre iluminado a partir da base. Da esquerda para a direita: Modelo em plastilina, 3d a partir de fotogrametria e arquivo pronto para a impressão em resina, no software Halot Box (Creality). Fonte: da autora, 2023.

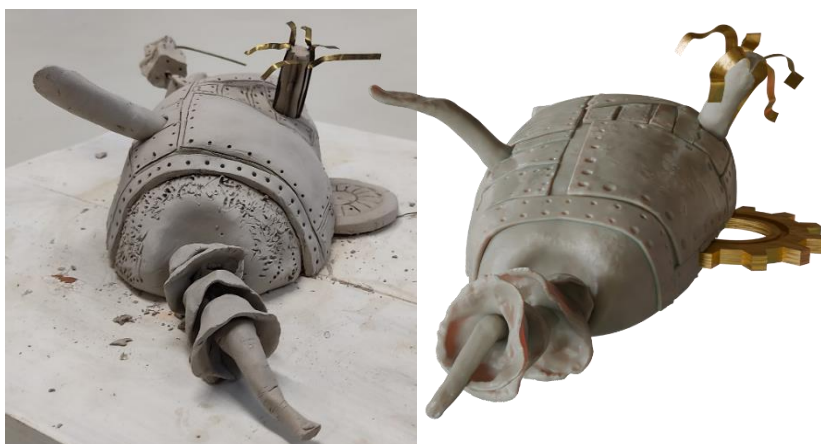


Imagem 2. Desertum, reestudo do "Trambolho" - criatura desenvolvida anteriormente em metal, que agora seria em PLA com funcionalidades eletrônicas. Fonte: a autora, 2024.



Imagem 3. Desertum. Modelagem em argila a direita. A esquerda modelagem em 3D para impressão de protótipo. A modelagem em 3D foi feita por Daniel Boanerges em 2024. Fonte: a autora, 2024.

Testes realizados com resinas

Conduzi diversos testes de impressão de objetos com resinas, incluindo processos de lavagem e cura, sob diferentes condições durante os seis meses em Sevilha. Os detalhes desses testes estão disponíveis no site de resultados do projeto.^{vi}

A maioria dos testes foi realizada com resolução de impressão média ou baixa. Apesar disso, o tempo de impressão para cada peça variou entre 4 e 6 horas, independentemente do tipo de resina utilizado. As peças tinham no máximo 9 centímetros de altura por 4 de largura (Imagem 4).



Imagem 4. Referência de dimensões dos testes de impressão. Fonte: da autora, 2022.



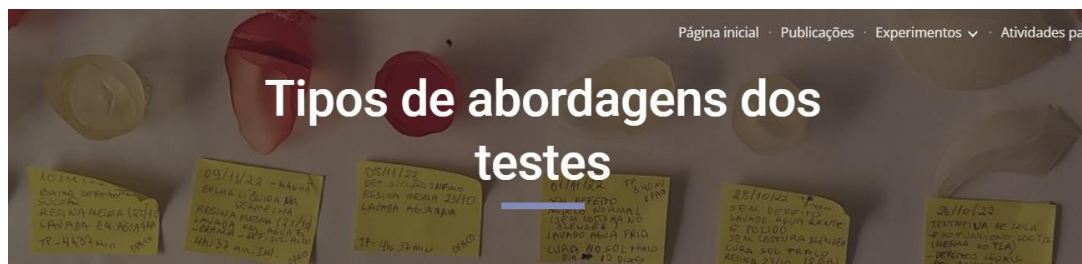
Observei variações visuais nos resultados obtidos, porém, somente análises químicas poderiam revelar as características reais de cada tipo ou marca de resina. No entanto, essas análises serão feitas em outra etapa da investigação (Imagem 5).



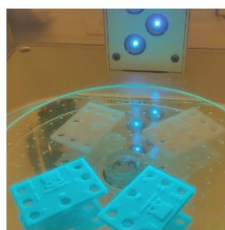
Imagem 5. Foi retirado uma amostra de cada resina utilizada segundo os momentos necessários para a análise e também para comparativo de composição entre as diferentes marcas (setembro a dezembro de 2022). Fonte: da autora, 2022.

Parâmetros verificados

Os parâmetros usados para os testes feitos (Imagem 6) ou em processo abrangem uma ampla gama de características relacionadas às resinas utilizadas. Isso inclui a análise da composição química, avaliação das propriedades mecânicas como resistência e flexibilidade, investigação da biocompatibilidade e biodegradabilidade, bem como a compostabilidade da resina em condições específicas. Além disso, foram avaliados aspectos como a reciclabilidade da resina, seu impacto ambiental, odor, e a durabilidade, tanto no tanque da impressora, quanto na própria embalagem após ser aberta. O tempo de cura em diferentes condições de luz, métodos de limpeza das peças impressas, variações de cor e aspecto, e considerações de custo-benefício também são parte dos parâmetros examinados.



A lavagem com água.



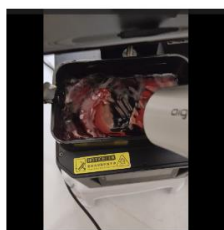
A cura da peça.



A resina pela resina.



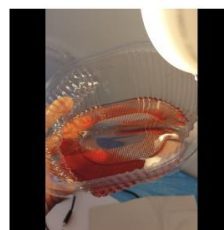
O posicionamento da peça.



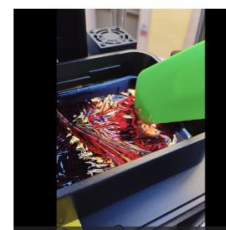
No calor e no vento.



Na luz fria.



Na luz quente.



A cura indesejável.

Imagem 6. Imagem do site do projeto onde os testes são descritos. Fonte: da autora, 2022.

Resinas utilizadas

As resinas utilizadas neste estudo incluíram três tipos distintos, provenientes de quatro marcas diferentes. Das resinas feitas a partir de fontes vegetais, foram utilizadas a Elegoo e a Anycubic-ECO. Entre as resinas fabricadas com polímeros não naturais, mas laváveis com água, foram selecionadas as marcas Prima e Elegoo. Além disso, foi empregada uma resina da Copymaster, do tipo *standard*, que são as mais comuns e acessíveis no mercado, mas requerem lavagem apenas com Etanol ou Isopropanol. Cada tipo de resina apresenta suas próprias propriedades e aplicações específicas, e a seleção é essencial para alcançar os resultados desejados na peça final. As resinas que utilizei na Espanha foram fornecidas pela Universidade de Sevilla. Embora nem todas sejam acessíveis devido ao preço alto de sua comercialização no Brasil, é possível adquiri-las pela internet. Para as atividades realizadas aqui estou usando outras marcas.



Devido à conhecida toxicidade das resinas *standard*, optei por não realizar impressões de modelos com esse tipo de resina. Apliquei em testes a resina da marca Copymaster apenas para impressão de partes destinadas a análises químicas, juntamente com amostras do líquido, com o objetivo de estudar a toxicidade em comparação com as outras resinas. Esta parte está em processo.

Realizei um comparativo de coloração entre impressões feitas em dias diferentes (Imagem 7), mantendo a resina na máquina sem reposição ou remoção.

Observei que com o passar dos dias da resina no tanque há uma tendência ao amarelamento, especialmente em resinas brancas, causado pelo início da polimerização, o que pode resultar em defeitos visíveis. Não observei, a olho nu, diferenças de cor nas resinas pigmentadas. Durante os testes, mantive a temperatura ambiente constante a 28 graus Celsius. Coletei amostras líquidas de cada resina utilizada em 2022, em diferentes estados de uso, para análise e comparação de composição entre as diferentes marcas.

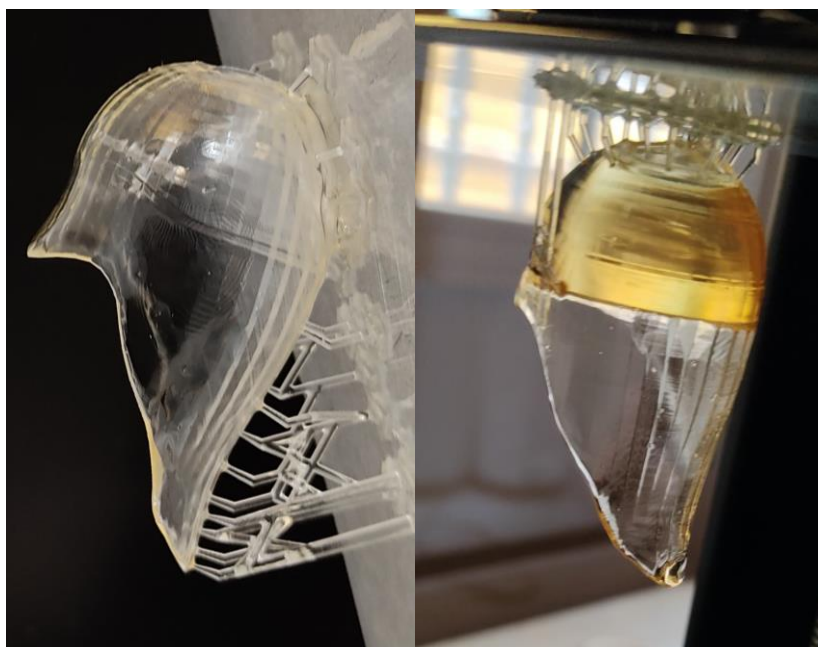


Imagem 7. Testes de impressão do Lux Castellum com a Resina Prima, lavável em água. No primeiro quadro a impressão logo após abertura da resina. No segundo quadro, após 20 dias na máquina, a resina já apresenta a cor amarelada, mas ainda polimeriza. Fonte: da autora, 2022.



Lavagem e cura

A impressão em resina envolve um processo de produção que considero bastante complicado e que gera muita sujeira, além de ser tóxico. Percebi que o processo de lavagem, independentemente do método utilizado, introduz opacidade nas peças (Imagem 8). Para restaurar o brilho original, é necessário realizar algum tipo de acabamento posterior. Ou, dependendo da peça e da intenção artística, optar por não realizar a lavagem. No entanto, a ausência de lavagem resultará em um aspecto de baixa resolução nas peças, pois os detalhes impressos podem ficar cobertos pela resina não polimerizada na máquina, que se solidificará posteriormente pelo contato com a luz solar. É evidente que essa "aleatoriedade de acabamento" ou "defeito" de produção pode ser do interesse do artista.



Imagem 8. Testes de impressão do Lux Castellum com a Resina Prima, lavável em água, onde se vê a opacidade após a lavagem. À esquerda peça sem lavagem ou cura. À direita já lavada e curada. Fonte: da autora, 2022.



Utilizei resinas que demandavam lavagem com água (Imagem 9) e outras com álcool isopropílico ou etanol. Em qualquer caso pode ser feito a mão ou com máquina apropriada. A lavagem com máquina é muito útil, principalmente para o uso do álcool isopropílico, já que possui tampa e não evapora durante o processo.



Imagem 9. Site do projeto com os testes de impressão e polimerização de resina a base de água. Fonte: da autora, 2022.

Independentemente do método de lavagem que se utiliza, todas as peças precisam passar por um processo de cura (polimerização/secagem) com luz UV, que pode ser feito expondo-as diretamente ao sol ou utilizando câmaras de luz - tanto profissionais quanto artesanais - que possuam iluminação com ondas UV em torno de 405 nm.

Não tenho dúvidas de que máquinas de cura são necessárias em países onde o inverno é rigoroso. A maioria das experiências foi realizada em Sevilha, uma das cidades da Europa onde o inverno é muito ameno e o verão pode trazer temperaturas superiores a 50 graus Celsius. As peças submetidas à cura natural, através da luz



solar no inverno, levaram mais de 20 dias para secar completamente ao toque. Se fosse no verão o tempo seria mais curto. Não por causa da temperatura, mas pelo tempo disponível de luz solar que se obtém no verão. O calor não interfere no tempo de cura.

Fiz testes de polimerização de resinas sem impressão, curadas ao sol e por máquina. Notei que o brilho se manteve nos dois casos, no entanto, a cura natural demorou mais de dois meses para ser concluída.

Utilizei uma máquina de lavagem e cura da Anycubic, mas seria possível construir uma câmara de cura com uma simples caixa de sapato e lavar manualmente as peças.

Entrando na caixa-preta

É possível trazer Flusser (1985) para discutir a utilização da impressão 3D. O autor colocou em pauta a necessidade e a decisão de entrar ou não na “caixa preta” tecnológica, um dilema relevante para artistas que exploram arte, ciência e tecnologia. Ao lidar com uma tecnologia em pleno desenvolvimento, como a impressão 3D, especialmente em escalas de baixo orçamento, é inevitável enfrentar desafios técnicos e aprender na prática seu funcionamento. Embora a impressão 3D tenha avançado significativamente nos processos industriais, a verdade é que as impressoras mais acessíveis ainda apresentam obstáculos que demandam tempo e ajustes constantes. Não é uma prática trivial. Além do tempo dedicado à impressão em si, há uma série de ajustes na máquina e configurações de software específicos para cada modelo, marca, tipo de material e ambiente de trabalho, entre outros fatores a serem considerados. Em certos casos, encomendar a impressão de peças em empresas especializadas pode ser mais conveniente, dependendo da finalidade do projeto, do que gastar tempo e dinheiro na produção das peças no atelier de artista. No entanto, enfrentar desafios técnicos com as impressoras pode ser uma oportunidade de aprendizado e compreensão mais profunda de seu funcionamento. Há quem se divirta com isso! Durante minhas experiências, também montei três impressoras de filamento, o que me permitiu identificar um problema de design na



Halot One da Creality. Um acidente envolvendo transbordamento do tanque de resina danificou a máquina, mas ao investigar mais a fundo, descobri que o conserto era mais simples do que inicialmente previsto pela assistência técnica. Acabei fazendo em casa. Constatei que a base do tanque de impressão não era selada, o que poderia ter evitado o problema. Essa experiência ressalta a importância do design nas impressoras 3D e evidencia a necessidade de soluções mais seguras para evitar acidentes desse tipo.^{vii}

Minhas experiências envolveram submissão a condições não recomendadas de armazenamento e produção, para averiguação. Um ponto que chama atenção é a diferença do cheiro das resinas conforme o tipo e tempo de validade. As resinas apresentam odor diferente em estado líquido, durante a polimerização (impressão) e após a cura. Durante a polimerização, ocorre a geração de calor e evaporação tóxica. A resina de plantas, apesar de ter um cheiro bem tolerável no estado líquido, exala odor mais forte do que a resina padrão durante o processo de impressão. É neste momento que a resina atinge seu máximo grau de toxicidade, razão pela qual as melhores impressoras possuem filtros EPA. A resina lavável em água não exala odor muito forte durante a impressão, mas isso não significa que não seja tóxica. Na verdade, ela causou náuseas e dor de cabeça quando me esqueci de abrir as janelas, apesar de estar ciente da necessidade de trabalhar com o local ventilado. Portanto, é essencial que o espaço de trabalho esteja totalmente ventilado e protegido da exposição direta ao sol.

Na lavagem das peças, especialmente quando se utiliza álcool isopropílico (que, ironicamente, é obrigatório para lavar objetos de resinas feitas de plantas!), é fundamental o uso dos EPIs padrão, incluindo óculos de proteção. No entanto, muitos iniciantes negligenciam a importância desses equipamentos, pois a impressão 3D envolve materiais classificados como COVs - Componentes Orgânicos Voláteis. Tanto a resina quanto os solventes de limpeza apresentam riscos de toxicidade para os organismos vivos e para o meio ambiente.

É preocupante constatar que "não existem na legislação brasileira padrões de referência para os Compostos Orgânicos Voláteis" (CETESB, 2021, p. 23). Por essa



razão, recorri aos dados da EPA, a agência estadunidense de proteção ao meio ambiente, que oferece uma lista completa e definições dos COVs. Minhas experiências evidenciaram que o processo de limpeza das peças e da máquina é um dos momentos mais críticos para o meio ambiente, especialmente na impressão 3D em pequena escala.

Cada peça impressa, independentemente do seu tamanho, requer a mesma quantidade de água ou álcool isopropílico para a limpeza da máquina. Além disso, a quantidade de líquido necessária varia de acordo com as dimensões de cada peça, destacando a importância de considerar os impactos ambientais associados a esse processo.

É preocupante que as empresas que comercializam resinas laváveis em água frequentemente promovam a prática de lavar as peças diretamente na pia, como é visto em seus comerciais e até em vídeos de tutoriais. Foi somente por meio da minha experiência que percebi que algo estava errado com esse método de lavagem. Investigando mais fundo encontrei vídeos sobre o tema.

Embora as resinas laváveis em água estejam disponíveis no mercado há pelo menos oito anos (escrevo em 2024), ainda há pouca informação sobre o método correto de lavagem. O procedimento adequado deve incluir a decantação com luz solar, a separação entre o líquido e os resíduos para descarte adequado, e o reaproveitamento da água para a mesma finalidade. No entanto, essa água se satura facilmente e não facilita uma limpeza completa, sendo necessário enxaguar as peças com água limpa. Essa prática inadequada pode ter sérias consequências para o meio ambiente e para a saúde pública.

A lavagem utilizando álcool isopropílico (ou etanol combustível) é altamente nociva para o organismo e o meio ambiente, exigindo o uso de máscaras especializadas para gases (OV/AG) e óculos, juntamente com luvas, para assegurar uma proteção adequada.

Ao analisar os dois processos de limpeza, percebo que a lavagem com álcool isopropílico, embora seja altamente agressiva para o usuário, parece ter um impacto



ambiental menor a longo prazo. Isso ocorre porque o álcool pode ser decantado para separar os resíduos e reutilizado várias vezes, tanto para lavar a peça quanto a máquina (Imagem 10). Minhas leituras iniciais sugerem que sua influência na camada de ozônio não é significativa, mas essa questão requer estudos posteriores.



Imagem 20. Detritos restantes da lavagem da peça em água, após a decantação. Todos estes restos estriam no sistema de esgoto se a lavagem tivesse sido feita como indicado nos comerciais. Fonte: da autora, 2022.

Há resinas ecologicamente viáveis?

A resposta para essa questão ainda é negativa. Os desafios ambientais não se limitam apenas ao produto em si, mas abrangem todo o processo, desde a fabricação até o descarte ou reciclagem das resinas utilizadas na impressão 3D.

Recentemente, uma pesquisa conduzida na Universidade de Toronto, Canadá, e publicada em 2021, apresentou uma alternativa promissora. Os cientistas do Departamento de Química, liderados pelo Dr. Andre Simpson, desenvolveram uma



resina UV, biodegradável, feita a partir de óleo de cozinha usado. Eles obtiveram o óleo de uma filial do McDonald's, próxima da universidade. Segundo eles, a maioria das resinas SLA/DLP comerciais atualmente disponíveis no mercado é baseada em monômeros de acrilato ou epóxidos, que podem ser sintetizados a partir de compostos insaturados. Eles optaram pelo óleo de soja, o qual é considerado o óleo vegetal insaturado mais acessível e produzido em massa, cujo descarte representa um problema ecológico conhecido.

A polimerização a partir de óleos é uma técnica bem estabelecida e pode ser uma opção sustentável, como demonstrado em estudos anteriores, como o de Eduardo Silva. Os óleos vegetais formados por triglicerídeos de ácidos graxos e óleos essenciais, à base de terpenos, fornecem uma plataforma para a síntese de materiais poliméricos. Além disso, apresentam baixa toxicidade porque tem menor quantidade de formação de resíduos durante a fase de produção, baixo custo de produção e processamento e os produtos obtidos são, geralmente, biodegradáveis (SILVA, 2006 p. 23).

Parece que a técnica de polimerização a partir de óleos não tinha sido aplicada anteriormente na impressão 3D. No entanto, me surgiu uma questão que ainda precisa ser investigada: como o processo de desenvolvimento desta resina se compara ao das resinas à base de plantas disponíveis no mercado? Aparentemente, conforme entende da pesquisa da Universidade canadense, esta resina é completamente derivada de óleo, resultando em um processo de reciclagem que proporciona uma melhor biodegradabilidade no solo (SIMPSON et al., 2021, p. 1175). Portanto, ela é eficiente em dois aspectos.

A pesquisa de Simpson foi publicada em 2021, quando empresas como Elegoo e Anycubic já haviam lançado suas resinas "ecológicas". No entanto, os processos de produção dessas resinas não garantem uma biodegradabilidade completa. Elas consistem em cerca de 45 a 50% de epóxidos de óleo, com o restante composto por químicos de resinas padrão. Infelizmente, não tive acesso às patentes para realizar uma análise mais aprofundada.



Simpson et al. (2021, p. 1175) afirmam que sua resina oferece total biodegradabilidade e maior resistência mecânica após a cura, em comparação com a resina usada na "tecnologia 4D" da marca MiiCraft (Taiwan), que é líder nesse mercado.

Considerações sobre o percurso

Aqui, concentrei-me na criação e impressão em 3D de protótipos de esculturas utilizando certos tipos de resina à base de água e de origem vegetal. Essas resinas são consideradas menos agressivas em comparação com as mais antigas disponíveis no mercado. Explorei os aspectos técnicos e químicos dos materiais utilizados na impressão com resina, bem como as características específicas das máquinas. Minhas práticas envolveram a compreensão das características de acabamento, cor, resistência, odor, tempo de cura e durabilidade em diferentes condições ambientais. Além disso, comparei os resultados impressos entre resina e utilizando quatro marcas internacionalmente reconhecidas. Empreguei resinas recentemente introduzidas no mercado, consideradas menos agressivas em relação às opções mais antigas. No entanto, minhas descobertas preliminares indicam que ainda não existe uma resina ou processo de impressão que seja completamente atóxico.

Os processos de impressão com resina, todos altamente tóxicos, podem ser minimizados em grandes empresas que contam com sistemas eficientes de filtragem de ar e descarte de resíduos. No entanto, na produção em pequena escala, como é o meu caso, o descarte de pequenas quantidades de resíduos de resina não gera volume suficiente para uma destinação mais direcionada, especialmente porque esses resíduos não são recicláveis. Por outro lado, no caso dos filamentos, o descarte é mais simples e a quantidade de resíduos, mesmo que pequena, pode ser incluída com outros plásticos recicláveis e seguir o processo de reaproveitamento. Há muito a ser investigado e estou em um caminho que pode chamar a atenção para os problemas que uma tecnologia tão útil pode trazer.

A vida é um sistema complexo e qualquer aspecto dele tem potencial para gerar emergências de padrões de ações transdutivas com o seu entorno. A Arte é apenas um ponto ínfimo neste sistema, sempre existindo de acordo com os padrões



específicos de cada época, de forma transdutiva e imbricada no sistema, desempenhando um papel relevante na evolução humana.

Acredito que para mim, tanto quanto para aqueles que operam no eixo Arte/Ciência/Tecnologia, é crucial considerar as tecnologias e materialidades envolvidas e verificar o papel que desempenhamos neste momento da história do planeta. Minha escolha pela impressão 3D com bioplástico e resinas ecologicamente viáveis representa um pequeno passo, mas é um começo.

Agradecimentos

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio recebido para o desenvolvimento da pesquisa no exterior, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à pesquisa, por meio do programa Produtividade em Pesquisa (Bolsa PQ2). Sou grata ao Programa de Pós-graduação em Artes da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) por todo o suporte e também ao Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Arte, Ciência e Tecnologia (GIIP) pelas discussões. Elas contribuem para o crescimento da instigação e do conhecimento de todos os seus integrantes, incluindo sua coordenação.

Referências

LEOTE, Rosangella. 3d Printed Art Using Bioplastic and Plant Based Resin. In: **ARTECH 2023 - Digital Creation Processes** - 11th International Conference on Digital and Interactive Arts, 2023, Faro, Portugal. Faro: Universidade do Algarve, 2023. **Versões impressa e digital**. Disponível em <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3632776>. Acesso em 3 de maio de 2024.

SILVA, Eduardo de Oliveira da. **Polimerização radicalar controlada de monômeros obtidos pela modificação de óleos naturais**. Dissertação de mestrado. Instituto de química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8161/000569170.pdf?sequence=1>. Acesso em 13 de outubro de 2022.



SIMPSON, André J. et al. **Direct Conversion of McDonald's Waste Cooking Oil into a Biodegradable High-Resolution 3D-Printing Resin.** In: *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2020 8 (2), 1171-1177 DOI: 10.1021/acssuschemeng.9b06281. Disponível em <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acssuschemeng.9b06281>. Acesso em 14 de outubro de 2022.

CETESB (São Paulo). **Estudo dos compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera do município de Paulínea** – SP/CETESB [recurso eletrônico]; Elaboração Cristiane F. Fernandes Lopes et al. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2021/04/Estudo-dos-compostos-organicos-volateis-COVs-na-atmosfera-do-municipio-de-Paulinia-SP.pdf> Acessado em 14 de outubro de 2022.

FLUSSER, Vilém. **Filosofia da Caixa Preta: Ensaio para uma futura filosofia da fotografia.** São Paulo: Editora Hucitec. 1985.

Notas

ⁱ Rosangella Leote (RS-SP/BR) é artista/pesquisadora em Arte/Ciência/Tecnologia; Bolsista PQ (CNPq_B2) investigando arte e sustentabilidade com impressão 3D; Livre-docente em Artemídia (Unesp/BR); Pós-doutora em Arte média (UAb-PT – FAPESP); Doutora em Ciências da Comunicação (USP/BR – CNPq); Pesquisadora Visitante (US/ES – FAPESP – 22/23). Atua em realidade virtual, instalações, esculturas e objetos interativos e outros. É líder do grupo de pesquisa GIIP (IA/Unesp). Email rosangella.leote@unesp.br. CV - <http://lattes.cnpq.br/1592443578418038>. Orcid - <http://orcid.org/0000-0002-0967-4728>.

ⁱⁱ Artigo 3d Printed Art Using Bioplastic and Plant Based Resin publicado no ARTECH 2023 - Digital Creation Processes - 11th International Conference on Digital and Interactive Arts, 2023, Faro, Portugal. Faro: Universidade do Algarve, 2023. Versões impressa e digital. Disponível em <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3632776>.

ⁱⁱⁱ Página 8 do projeto de pesquisa desta autora "Imprimindo Arte em 3D com Bioplástico". Não publicado.

^{iv} Stela3, Artillery e uma das Halots são de minha propriedade, uma Halot da Universidade de Sevilla e as demais de propriedade da Unesp, obtidas com verba Pró-equipamento CAPES através do PPG em Artes.

^v Link para excertos do Projeto Viridis https://drive.google.com/file/d/10i7GwrWhCV-I46zEiOE_6RaD4V3S3sYE/view.

^{vi} Site do projeto com resultados parciais <https://sites.google.com/unesp.br/rosangellaleote-imp-art-3d/p%C3%A1gina-inicial?authuser=0>.

^{vii} Link para o concerto da máquina e outros <https://sites.google.com/unesp.br/rosangellaleote-imp-art-3d/tecnologia-utilizada/concertos-e-montagem-de-m%C3%A1quinas?authuser=0>.