

Bioforma: o design da natureza

Bioforma: nature's design

Luiz Antonio de Saboya
Camila Xavier Maia
Helena Carmona Gomes

Resumo: O projeto Bioforma, iniciado em agosto de 2022, contribui para a continuação das atividades do Laboratório de Biomimética e Inovação da Escola Superior de Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. A pesquisa busca identificar como as formas existentes na natureza podem ser “captadas” através de dispositivos de alta tecnologia existentes hoje em dia em nosso aparato tecnológico e estudar possíveis aplicações em diferentes áreas da indústria e da educação. O processo e os resultados dessa pesquisa podem contribuir para a sociedade pois promove a ecoalfabetização, os princípios da Biomimética tanto no design de produtos quanto na estruturação de empresas e negócios e na produção de materiais didáticos. A equipe planeja a criação de uma plataforma de compartilhamento de um acervo digital visando a expansão das fronteiras do laboratório. É de interesse que estudantes e profissionais de diferentes áreas possam explorar esse recurso e desenvolver projetos com tecnologias da natureza em diferentes contextos.

Palavras-chave: biomimética; natureza; design; tecnologia; sustentabilidade.

Abstract: *The Bioforma project, started in August 2022, contributes to the continuation of the activities of the Biomimicry and Innovation Laboratory. The research seeks to identify how existing forms in nature can be “captured” through high-tech devices that are available today in our technological apparatus, and to study possible applications in different areas of industry and education. The process and results of this research can contribute to society as it promotes eco-literacy, the principles of biomimicry both in product design and in the structuring of companies and businesses and the production of didactic materials. The team plans to create a platform for sharing this digital collection aiming to expand the laboratory's frontiers. It is of interest that students and professionals from different areas can explore this resource and develop projects with nature's technologies in different contexts.*

Keywords: *biomimicry; nature; design; technology; sustainability.*

Introdução

A natureza e os processos industriais

A pauta ambiental hoje inclui a integração da economia com a ecologia, a promoção da dignidade dos povos indígenas e das comunidades guardiãs da biodiversidade e a luta pela saúde climática do planeta. Todavia, existem diversas maneiras de se promover, por exemplo, a integração entre economia e ecologia. Um dos caminhos que se pode privilegiar diz respeito ao modo de produção dominante, e como fazer ajustes com vistas a tornar os processos produtivos mais adequados à preservação do meio ambiente. Os processos de produção envolvem diversas etapas e insumos, desde a extração de matérias primas da natureza até o seu processamento visando a transformação dessas matérias primas em produtos parciais ou plenamente elaborados e, também, o gasto de energia envolvido, as instalações em que esse processamento se dá (a fabricação industrial), as questões envolvendo a logística de distribuição, até chegar ao uso do produto que se faz possível através da sua aquisição pelo consumidor. Aqui chegamos ao fenômeno do consumo, que por sua vez está ligado a questões como a vida útil do bem adquirido, como pode ser feita a sua manutenção (durabilidade, conserto e reposição de peças); e ainda ao que se pode fazer ao final de sua vida útil e as suas possibilidades de reciclagem. Nesse bojo emergem diversas preocupações, tais como a possibilidade da presença de substâncias tóxicas no produto ou em alguma de suas partes, a possibilidade do mesmo poder ser atualizável na medida em que se dão avanços tecnológicos, quais são as perspectivas quanto à reciclagem assim como a sua viabilidade em termos mais amplos, inclusive quanto ao gasto de energia que vai demandar no processo como um todo.

No livro *A vida não é útil* o filósofo e líder indígena Ailton Krenak diz:

Aquela orientação de pisar suavemente na terra de forma que, pouco depois de nossa passagem, não seja mais possível rastrear nossas pegadas está se tornando impossível: nossas marcas estão ficando cada vez mais profundas. E cada movimento que um de nós faz, todos fazemos. Foi-se a ideia de que cada um deixa sua pegada individual no mundo; quando eu piso no chão, não é o meu rastro que fica, é o nosso. E é o rastro de uma humanidade desorientada, pisando fundo (Krenak, 2020, p. 95).

A partir desta passagem depreende-se a natureza sistêmica do nosso impacto no mundo, por isso, é preciso que levemos em conta tal característica nas soluções que criamos para minimizar nosso impacto e melhorar a nossa experiência de vida no planeta Terra.

Design de produto e sustentabilidade

Então, chegamos assim à importância que deve ser devidamente atribuída ao projeto do produto, na medida em que é nele que são definidas muitas das características descritas acima. Mudanças no projeto podem trazer apenas algumas melhorias de menor impacto, como por exemplo a eliminação de alguma toxina presente em algum componente do produto; ou podem ocasionar todo um rol de mudanças que levam a uma reavaliação de paradigmas estabelecidos e consolidados na produção industrial. Por exemplo, crenças arraigadas como “a poluição é o preço do progresso”, ou ainda “temos que escolher entre emprego e meio ambiente”, e ainda a necessidade de geração de energia a qualquer custo (Leonard, 2011). No Brasil, a criação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte é um exemplo eloquente do que estamos aqui tratando. A usina teve seu planejamento inicial ainda nos anos 1970, começou a ser construída em julho de 2010, próxima das cidades de Altamira, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio, no estado do Pará, Amazônia brasileira.

Prevista para ser a terceira maior hidrelétrica do mundo, o início da sua operação efetiva (os testes iniciais) se deu apenas em 2016. Ao final de 2019 foi acionada a última turbina da usina, dando início à plena operação do empreendimento. Ao longo desses anos, ocorreram muitas idas e vindas, com forte oposição de ambientalistas, comunidades indígenas e ribeirinhas, movimentos sociais, como o Movimento Xingu Vivo para Sempre, o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), e as entidades vinculadas à Igreja Católica, tais como o CIMI - Conselho Indigenista Missionário, e a Prelazia do Xingu - caracterizando um conflito ambiental de longa duração (Fleury, Almeida, 2014). Um outro exemplo se deu na história da mudança de veículos movidos a partir de combustíveis fósseis (gasolina e diesel), para os com combustíveis renováveis (como o etanol, no caso brasileiro), até chegarmos hoje aos veículos elétricos. Esse trajeto histórico foi bastante atribulado, pois sabe-se que a indústria de extração do petróleo se estabeleceu já ao final do século XIX para o início do século XX, e desde então, se firmou como um empreendimento altamente lucrativo, criando uma infraestrutura gigantesca, gerando muitos empregos e fortunas individuais, e empresas de grande porte, como a nossa Petrobras. Todo esse aparato produtivo, com o seu lobby poderoso, certamente dificultou até onde possível a implantação de veículos de propulsão elétrica - cuja tecnologia já existia desde pelo menos a primeira metade do século XX. Só em tempos recentes a empresa Tesla se firmou como uma real competidora no mercado de automóveis nos Estados Unidos, e depois em âmbito mundial. Entretanto, mesmo pequenas mudanças, quando aplicadas a milhões de bens de consumo na produção em massa de que hoje dispomos nas sociedades industrializadas no planeta, fazem bastante diferença, para o bem ou para o mal. Uma das possibilidades de hoje em termos de projetos que possam fazer a diferença para o bem é a apontada pela Biomimética, onde as soluções em design são inspiradas nos princípios fundamentais da natureza.

A Biomimética

Biomimética, do grego *bios* - vida e, *mimesis* - imitação, é um campo de estudos que usa as informações dos sistemas biológicos para desenvolver sistemas sintéticos. Esta nova ciência estuda os modelos da natureza para aprender a resolver problemas técnicos humanos. Alguns exemplos significativos são: ventosas de sucção, para transporte de vidros e chapas planas que se inspiraram nas ventosas de polvos e lulas; trajes de natação, com baixo atrito hidrodinâmico inspirados na pele de tubarões; braço mecânico do ônibus espacial, baseado no funcionamento do braço humano; tintas que apresentam hidrofobicidade, inspiradas nas folhas de lótus e de outras plantas que repelem água e outros líquidos.

Esse campo científico, que se caracteriza pela pluridisciplinaridade, reúne conhecimentos e é aplicado em áreas como Biologia, Design e Engenharia, e como já vimos acima, permite a descoberta de novos produtos e processos de fabricação, novos compósitos e materiais em geral, desenvolvimento de robôs, próteses humanas e animais, procedimentos cirúrgicos mais simples, eficientes e seguros, estruturas mais resistentes e leves e, sobretudo, lidar melhor com o Planeta Terra, tratando a natureza como fonte de inspiração e não algo a ser predado.

Dentro da sua característica de interdisciplinaridade, a Biomimética combina a Biologia com os conhecimentos da Engenharia, da Física, da Matemática, da Arquitetura, e de outras áreas. O Design, como disciplina pluridisciplinar, é uma área fértil para o sucesso de um empreendimento deste tipo, já que sua teoria e prática estão fundadas nas ciências humanas, exatas e biológicas. O

principal objetivo da Biomimética é transpor para a técnica as “descobertas da Natureza”, ou seja, as soluções de problemas que ela vem resolvendo e otimizando há milhões de anos. A resolução desses problemas muitas vezes passa pelo âmbito social pois envolve o componente humano, suas relações e seus comportamentos. Das inúmeras definições dos especialistas, prevalece hoje em dia a de Dieter Neumann: “A Biônica/Biomimética, como disciplina científica, se ocupa em estudar a conversão técnica, e posterior aplicação, dos princípios construtivos, metodológicos e de desenvolvimento dos sistemas biológicos” (Neumann, 1993). A Biomimética vai além dos organismos vivos para contemplar a natureza como um todo, funcionando como ponte entre o mundo natural, o Design e os diversos campos de estudo e aplicação, servindo até de inspiração para formas, cores, estruturas, dinâmicas e sistemas.

O Laboratório de Biomimética e Inovação na ESDI

Localizado nas instalações da Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), o objetivo do Laboratório de Biomimética e Inovação é criar e desenvolver um Corpo de Conhecimentos fundamentado na técnica Biomimética; gerando ideias e soluções de Design, tendo a natureza como modelo para fazer frente aos desafios, cada vez maiores, de se lidar corretamente com o meio ambiente. A implantação desse laboratório na ESDI se deu de modo paulatino, com avanços e retrocessos devido a circunstâncias outras que afetaram o processo, relacionadas com a própria situação da universidade (UERJ). O seu início se deu no primeiro semestre de 2011, contando com o apoio financeiro decisivo da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), na forma de edital de fomento. A abrangência da ação do Laboratório de Biomimética e Inovação da ESDI/UERJ não se limita ao Desenvolvimento de Produtos ou à Comunicação Visual, mas interessa diretamente a arquitetos, urbanistas, biólogos, ecólogos, e assim como já produziu resultados no campo da divulgação científica, no ensino do Design e na saúde, irá se voltar para o desenvolvimento de projetos de captação e uso das energias renováveis da natureza, geração de novos materiais, robótica e nanotecnologia, para citar apenas alguns aspectos do escopo deste trabalho. A atividade deste laboratório, pela sua característica de interdisciplinaridade, vai amplificar o círculo de relacionamento com outros departamentos da UERJ e entidades no Brasil e no exterior, ampliando grandemente os seus horizontes numa área nova e pioneira.

Os projetos a serem desenvolvidos visam contemplar a possibilidade de se firmar acordos de cooperação com outras instituições e grupos de pesquisa, na UERJ – como a parceria que o Laboratório vem mantendo com a Faculdade de Odontologia; e no âmbito externo, em que temos contatos em andamento, como por exemplo o Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Internamente, estabelecemos parcerias com o Laboratório de Informática da ESDI (Labinfo) e a Incubadora de Empresas de Design da ESDI (InESDI), e assim estão sendo realizadas pesquisas envolvendo alunos da graduação e da pós-graduação. No rastro desta atividade virão, no futuro, consolidações de corpos de conhecimentos inéditos, publicações de diversas naturezas e mesmo patentes, a exemplo da que foi obtida a partir de um projeto que se encontra em fase de testagem do protótipo, que foi realizado em parceria com a Faculdade de Odontologia da UERJ: uma maca para crianças, para tratamento odontológico.

Não se pode minimizar a importância de um Laboratório como este, que utiliza a Natureza como fonte principal de desenvolvimento de projetos e pesquisas, voltados diretamente para o aperfeiçoamento da qualidade de vida dos seres humanos e do Meio Ambiente. O Meio Ambiente é, cada vez mais, um tema extremamente valioso e urgente, pois mais do que nunca se evidenciam, nos dias que correm, as ameaças à biodiversidade. Alguns estudiosos estimam que cerca de 20% de todas as espécies existentes poderão desaparecer em menos de 30 anos. A maioria deles concorda que as perdas se dão pelas atividades humanas, em particular a destruição dos habitats de plantas e animais - dentro desta perspectiva cunhou-se o termo “Antropoceno”. Dentro das discussões que ocorreram no Ano Internacional da Biodiversidade proposta pela Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, ao longo de 2010, e ainda no ano de 2012 na Rio+20; é importante avançar em um debate que relacione diretamente as necessidades do meio ambiente com prioridades sociais como emprego, alimentação e saúde – um exemplo desse diálogo seria abordar como os materiais naturais são fontes potenciais de novos produtos cuja fabricação não cause danos ao ambiente e, no descarte, sejam biodegradáveis. Um outro exemplo muito importante diz respeito diretamente a uma das vertentes da pesquisa Biomimética, a das novas tecnologias para o desenvolvimento de próteses para o corpo humano, objeto de atenção em diversas publicações especializadas, tanto de cunho nacional como internacional.

O projeto Bioforma

O projeto Bioforma, iniciado em agosto de 2022, contribui para a continuação das atividades do Laboratório de Biomimética e Inovação por meio de um programa bem definido para a sua operação regular. O projeto busca identificar como as formas existentes na natureza podem ser “captadas” através de dispositivos de alta tecnologia existentes hoje em dia em nosso aparato tecnológico, e estudar possíveis aplicações em diferentes áreas da indústria e da educação.

A elaboração do projeto se vinculou a uma abordagem qualitativa. Inicialmente, temos por exemplo a maneira de se fazer a escolha de quais itens seriam captados, no modo de se posicionar no espaço o espécime obtido, para que se pudesse fazer o escaneamento. As dimensões do item escolhido precisavam se adequar ao equipamento disponível. O andamento do processo de escaneamento, na prática, demonstrou ser efetiva a adoção da metodologia inicial com adaptações graduais, trazidas da observação e da avaliação para se fazer os possíveis ajustes. Cada pequena inovação foi depois aceita pela metodologia do projeto, e inserida no passo a passo para guiar projetos posteriores. Assim, observou-se que certos procedimentos iniciais, que foram adotados em função de práticas já existentes, precisariam ser ajustados. Essa mudança é explicada através de uma análise subjetiva, não quantificável. Quanto à natureza da pesquisa que resultou neste artigo, é aplicada, pois tem como proposta apresentar as soluções implementadas com a finalidade de minimizar os entraves de natureza técnica e tecnológica que se apresentam neste tipo de empreendimento, e eventualmente, possíveis contribuições futuras para o Design de produtos.

Premissa

O Bioforma vem a ser um projeto de pesquisa e registro de formas da natureza, envolvendo especificamente o desenvolvimento de metodologia de escaneamento de objetos orgânicos, tratamento e formulação de acervo de arquivos digitais, testes e aplicações em impressão 3D. Nesse sentido, o projeto trata de três tópicos principais: a) escaneamento de objetos orgânicos,

b) tratamento e formulação de acervo de arquivos digitais e c) testes e aplicações em impressão 3D. Acredita-se que a catalogação e registro digital de formas naturais pode ser uma fonte de referência importante para o desenvolvimento e aplicação de conceitos da Biomimética em diversos tipos de projeto. Além disso, a impressão de formas, mecanismos e seções trabalhadas cumpre função didática que pode beneficiar estudantes e pesquisadores de diversas classes e áreas de conhecimento.

O Processo

Ao iniciar as atividades envolvidas no projeto, foi preciso primeiramente aprender o processo de escaneamento 3D. Com o auxílio da Incubadora de Empresas da ESDI, que dispunha do equipamento e domínio do processo, a princípio foram escaneados pequenos objetos do acervo do laboratório, como sementes de buriti, sementes de pau-ferro e cabaças de pequeno porte. Após aprender o funcionamento prático e as especificidades do equipamento e do programa (*software* para escaneamento), nos dedicamos a entender os desafios e as diferentes formas de tratar a malha digital dos objetos, obtida através do *scam*.

Desde o início, foi estipulada uma importante questão relacionada com o registro dos dados obtidos: fazer um fichamento catalográfico dos objetos escaneados com informações (atributos) como origem, dimensões, aspectos físicos e funcionais. Devido à inerente complexidade nesses estudos, identificamos a necessidade de acesso à acervos de objetos previamente estabelecidos, com curadoria e registros feitos por profissionais capacitados para tal. Assim, houve a tentativa de contato para colaboração científica com órgãos, institutos e empresas das áreas de Botânica e Biologia. A dificuldade na tratativa para estabelecer tais colaborações evidenciou duas questões a se resolver:

1) por se tratar de uma área de pesquisa com processos ainda não muito conhecidos no mundo acadêmico, decorre daí uma dificuldade em apresentar as propostas, as ferramentas e a relevância do projeto.

2) o processo para acesso a esses tipos de acervo pode ser demorado e burocrático, que atrasa o fluxo de pesquisa e descobertas do projeto.

Para resolver o entrave número 1, foi elaborado um esquema explicativo da metodologia desenvolvida e adaptada durante as primeiras experiências de registro.

VISÃO GERAL

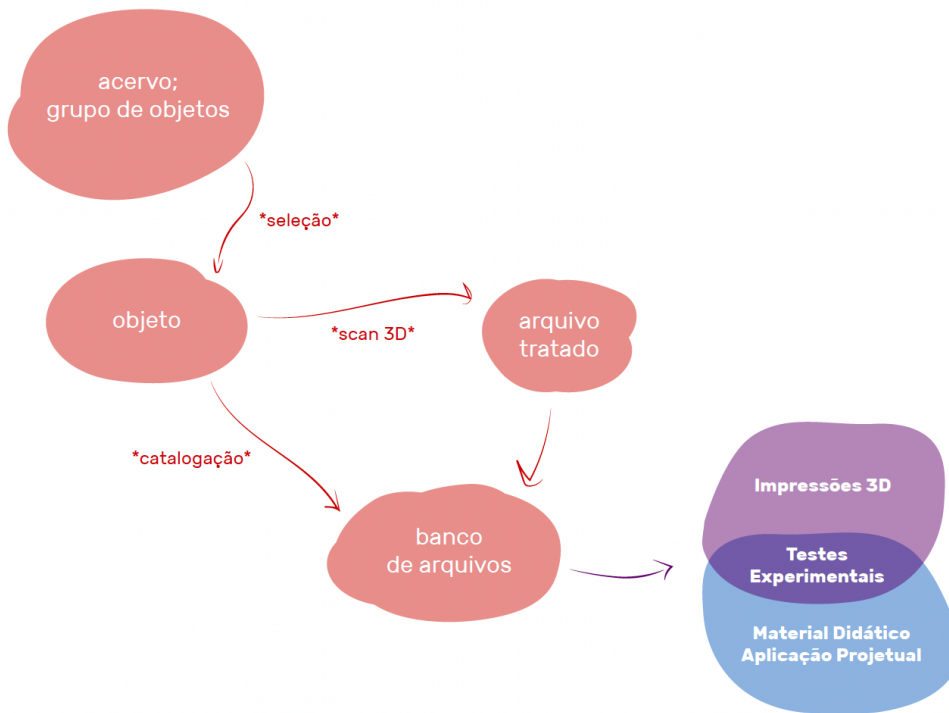


Figura 1: Diagrama básico do processo do Projeto Bioforma.
Fonte: Dos autores.

O esquema apresentado na Figura 1 mostra que o ponto de partida é a identificação de um grupo de objetos de interesse, e logo depois, os objetos são selecionados e catalogados. Além disso, cada um é escaneado e tem o arquivo tratado e montado de acordo com suas características. Tanto o arquivo digital quanto a ficha catalográfica são informações combinadas e armazenadas no banco de arquivos e assim podem ser usadas em suas inúmeras aplicações. Futuramente, poderá haver a necessidade de se elaborar um sistema informatizado para o adequado armazenamento, consulta e edição desses dados.

SELEÇÃO

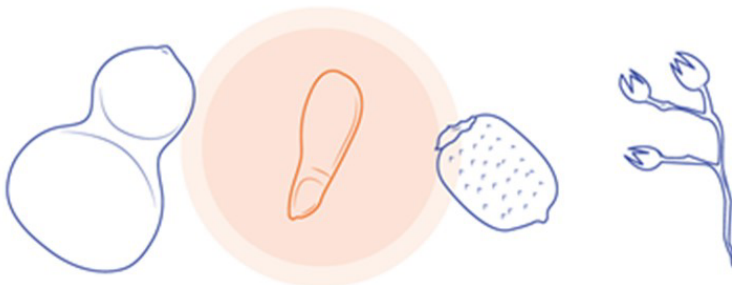


Figura 2: Seleção do objeto de estudo.
Fonte: Dos autores.

Primeiramente identifica-se um grupo de interesse. Esse grupo faz parte de uma seleção de objetos naturais com características em comum, como mostrado na Figura 2, sementes presentes na mata

atlântica, disponíveis no acervo de objetos do laboratório. Na demonstração acima, mostramos uma semente alada, do tipo helicoidal.

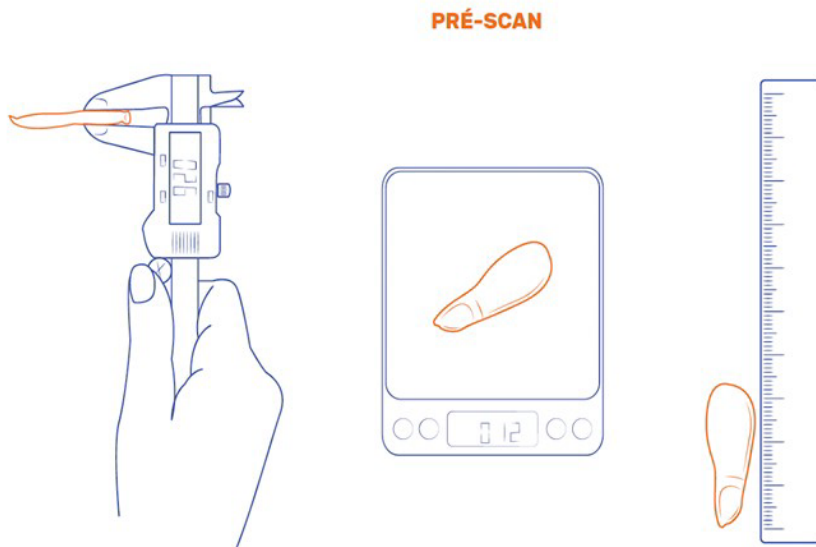


Figura 3: Aferimento do objeto de estudo. Fonte: Dos autores.

Como mostramos na Figura 3, aferimos as medidas básicas do objeto selecionado, como comprimento, espessura, peso, etc. Essas informações são registradas nas fichas catalográficas e, além disso, são úteis para referência futura, principalmente para a produção de modelos em escala real, reduzida ou ampliada.

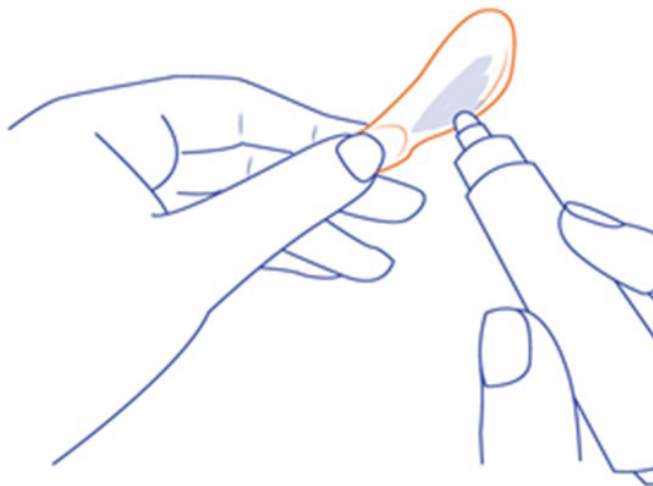


Figura 4: Tratamento da superfície do objeto. Fonte: Dos autores.

O equipamento disponível para a realização do projeto é o David SLS-3, um *scanner* de luz estruturada. A qualidade final do escaneamento depende da capacidade do objeto escaneado de refletir luz. Se o objeto escolhido for muito escuro, ele deve ser tratado antes de ser escaneado. A solução de melhor resultado foi a pintura dos objetos com giz líquido.

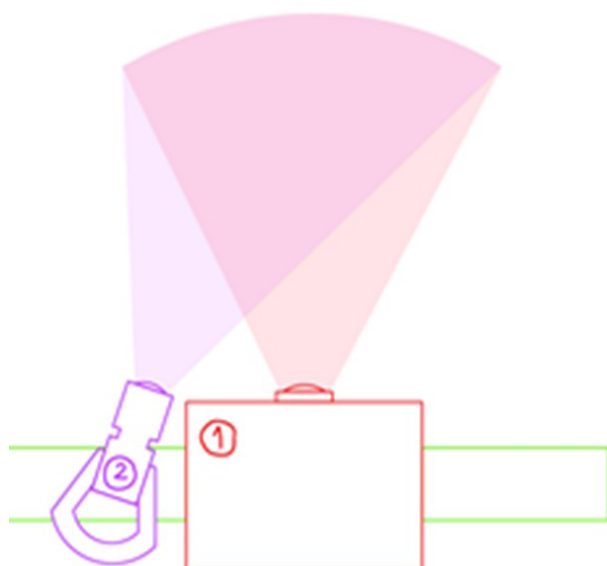


Figura 5:
Componentes do
scanner.
Fonte: Dos autores.

O scanner David SLS-3 HD é composto por duas partes principais, representados na Figura 5: um projetor (1) e uma câmera (2). O equipamento projeta uma série de padrões geométricos no objeto escaneado e, simultaneamente, a câmera capta a imagem do objeto; o *software* do aparelho calcula então a distorção dos padrões projetados e isso gera a forma do objeto. Os componentes ficam posicionados em uma régua que funciona como um trilho, permitindo melhor posicionamento do projetor e da câmera de acordo com o tamanho do objeto e a distância entre objeto e projetor. Esse equipamento é ideal para captar objetos de 60mm a 500 mm e sua precisão máxima é de 0,03mm.

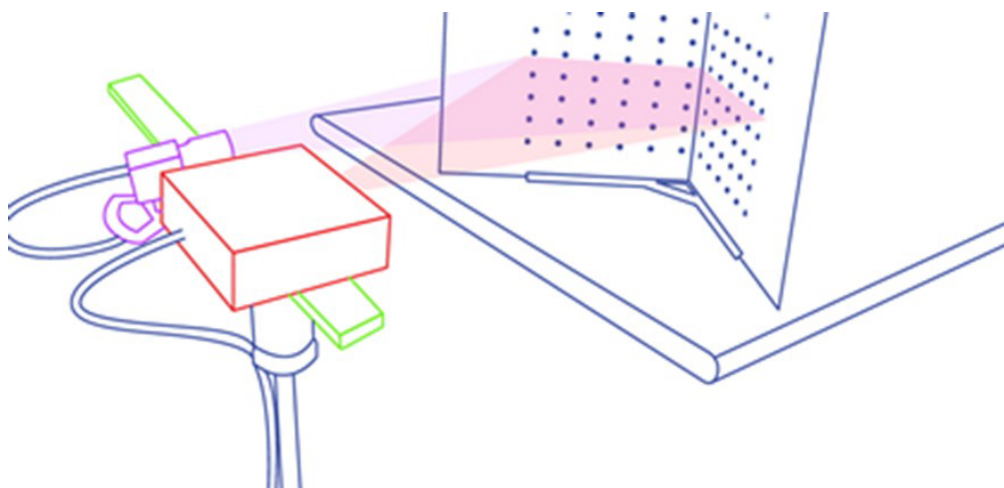


Figura 6: Calibragem
de tamanho e
proporção.
Fonte: Dos autores.

Antes de escanear qualquer objeto, é necessário fazer uma calibragem no equipamento. O scanner faz uma varredura em um painel com padrões visuais, representado na Figura 6, que deve ser posicionado no local onde os escaneamentos serão feitos. Aciona-se o dispositivo a partir do *software* e a calibragem é feita automaticamente. Feito isso, é importante não mover a câmera ou o projetor, e posicionar o objeto no mesmo ponto em que foi posicionado o painel.

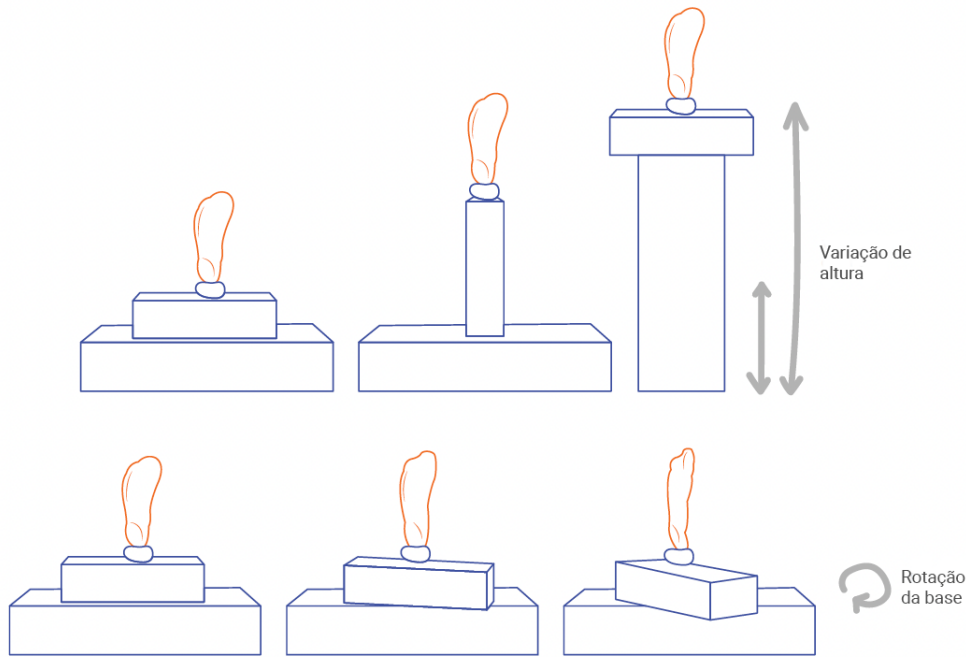
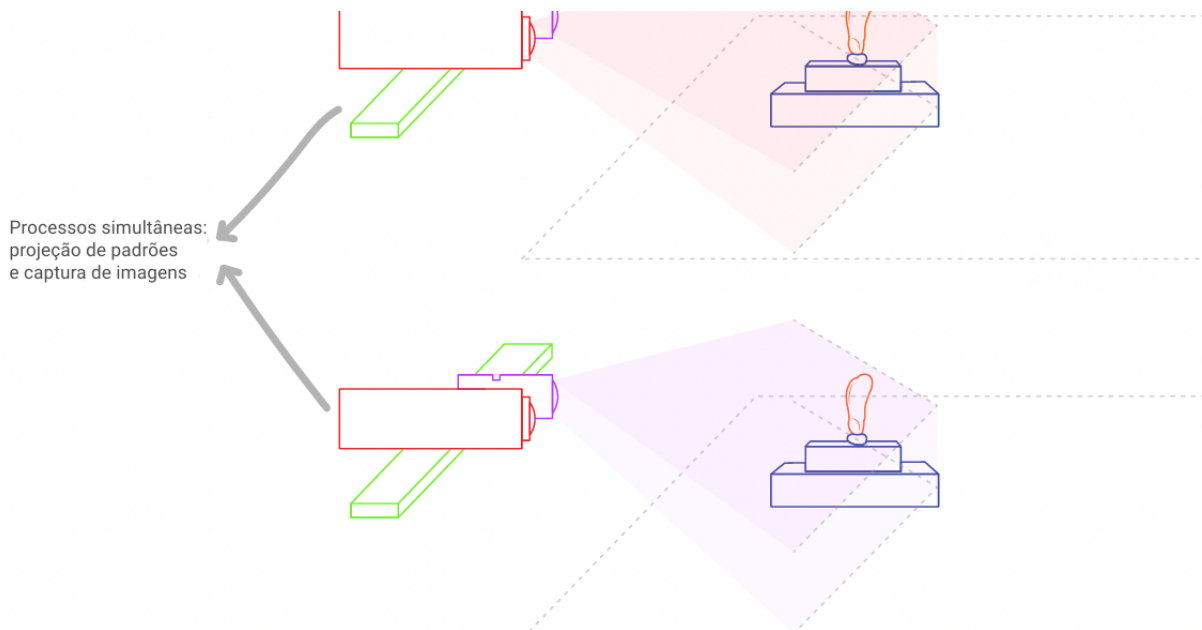


Figura 7: Conjunto de blocos usados nos processos.
 Fonte: Dos autores.

Foram testados diferentes formatos de base para os objetos, e ao final desse período de testes, mantivemos o suporte que melhor auxiliou no processo, facilitando o posicionamento de elementos com diferentes formatos (algo muito comum em se tratando de objetos da natureza, com sua biodiversidade). Como mostramos na Figura 7, a base composta por pedaços de madeira aparelhada de pequeno porte e diferentes dimensões ajuda no posicionamento do objeto a ser escaneado fazendo com que ele fique no campo de captura da câmera. Os blocos permitem que a altura do objeto seja facilmente ajustada, assim como fazer a rotação dos elementos para a captura das faces sem precisar tocar no objeto em si. As arestas dos blocos servem como parâmetro para o alinhamento das faces escaneadas. Para fixar o objeto no bloco foi utilizada uma massa de modelar.

Figura 8: Projeção de luz do scanner no objeto.
 Fonte: Dos autores.



Feito o *set up* do *scanner* e o posicionamento do objeto, basta acionar o dispositivo repetidamente para capturar diferentes faces do objeto. É possível escanear um objeto rotacionando o mesmo cerca de 8 a 10 vezes, uma vez que ele esteja com a superfície clara o suficiente. A Figura 8 representa a projeção de luz e alcance da câmera do equipamento.

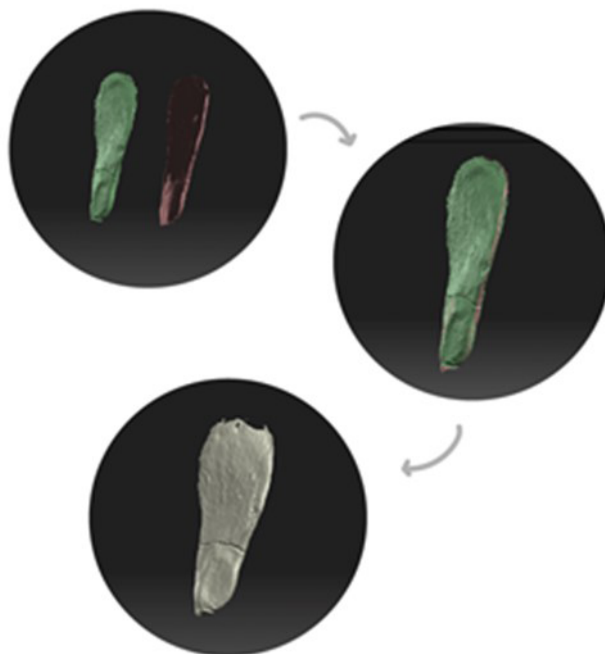


Figura 9: União de alinhamento de malhas.
Fonte: Dos autores.

Conforme as faces são escaneadas (Figura 9), é necessário posicioná-las juntas. Isso pode ser feito automaticamente (via *software*) ou manualmente. Eventualmente, é necessário fazer correções manuais, principalmente se o objeto for muito simétrico. Com as faces posicionadas, é possível juntar todas em uma única malha 3D (uma superfície), assim, o arquivo fica pronto para exportação e tratamento.

Todo o processo descrito acima foi montado e adaptado de acordo com os recursos e materiais disponíveis no laboratório e nas instalações de parceiros (como a já mencionada Incubadora de Empresas da ESDI). As soluções e descobertas dessas experimentações se aplicam a essa estrutura e metodologia, mas podem também servir de parâmetro para outros modelos de processos e escaneamento.

Depois de escanear um objeto, organizar e unir as malhas obtidas, o arquivo foi exportado para um programa de modelagem 3D, utilizado para aperfeiçoar a modelagem, textura e renderização do objeto capturado e digitalizado através do escaneamento. O objetivo de todo esse trabalho é gerar um registro digital das formas de um objeto com uma captura precisa de volume, dimensões, superfície, textura, ranhuras, concavidades e relevos. Esse nível de captura é uma alternativa interessante pois transporta para o meio digital características de um elemento antes registradas apenas por desenhos, fotografias e vídeos. Acreditamos que esse trabalho é uma solução complementar que permite o acesso ao Design das formas da natureza para ser explorado com modelagem 3D, simulações e impressões, sem necessariamente dispor fisicamente do objeto de estudo, pois se tratando de objetos orgânicos, em vários casos são perecíveis. No caso do objeto

que exemplificamos acima, uma semente alada helicoidal, pode-se estudar os ângulos e curvaturas de sua estrutura, que proporcionam sua peculiar projeção e aterrissagem, aplicar e testar essas características em outros objetos, com variação formal, distorção e escala.

A solução para o entrave número 2 veio a partir de um almanaque de frutas típicas brasileiras disponibilizado pela Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A partir desse material, tivemos uma lista de frutos encontrados originalmente no bioma brasileiro, bem como suas características físicas, importância na economia, diferentes usos e curiosidades (EMBRAPA, 2021).

Até o momento conseguimos obter alguns desses frutos em feiras e supermercados, assim, demos início ao processo de escaneamento, estudo e registros do grupo. O uso do almanaque se dá pelo aproveitamento das informações biológicas e geográficas contidas no material, e também pela oportunidade de criar uma seleção de arquivos digitais de elementos da flora nacional, que podem ser usados em projetos locais.

É importante esclarecer que não há a pretensão de se escanear uma infinidade de objetos orgânicos, e sim, se valer de tecnologias de registro e prototipagem para oferecer meios de experimentação e caminhos para soluções de projeto inteligentes e inspirados nas “criações” da Natureza.

Contudo, planeja-se uma nova seleção de objetos para serem escaneados e estudados, para além do almanaque da Embrapa. Essa seleção pode ser feita, por exemplo, à partir de famílias biológicas, características físicas e componentes de um bioma (dentre outros critérios).

Discussão

O projeto Bioformas pode contribuir para a sociedade em três principais pilares: a ecoalfabetização; a promoção dos princípios da Biomimética, tanto no Design de produtos quanto na estruturação de empresas e negócios; e a produção de materiais didáticos.

Em seu livro *Design de culturas regenerativas*, Daniel Christian Wahl define a ecoalfabetização como a "capacidade de compreender a organização dos sistemas naturais e os processos que mantêm o funcionamento saudável dos sistemas vivos e sustentam a vida na Terra" (Wahl, 2016). Para ele, pessoas ecologicamente instruídas são capazes de aplicar o conhecimento adquirido a respeito das estruturas naturais na solução de problemas, projetos e até mesmo na organização de comunidades mais integradas com o planeta e o meio ambiente. No entanto, apesar da sua relevância, a ecoalfabetização ainda não é muito difundida, e nesse ponto o banco de formas 3D do projeto Bioforma pode ajudar, uma vez que será disponibilizado on-line e poderá ser utilizado por professores, designers, empresários e qualquer outra pessoa interessada.

Além da ecoalfabetização, o projeto Bioforma tem a capacidade de promover e facilitar a aplicação dos princípios da Biomimética em projetos de Design de produto ou mesmo na estruturação de empresas. Embora existam diversas formas de aplicar a Biomimética ao ato de projetar, vale a pena observar o método descrito por Janine Benyus e Dayna Baumeister, a Espiral do Design Biomimético.

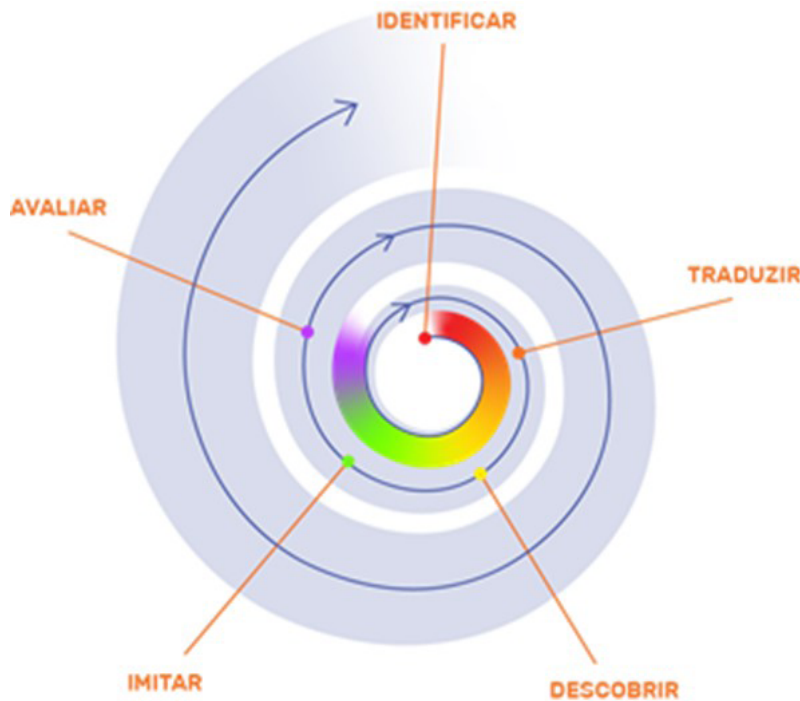


Figura 10: Espiral do Design Biomimético.
Fonte: Dos autores.

De acordo com essa metodologia (Figura 10), a aplicação da Biomimética pode ser baseada em cinco passos: (1) identificar o problema a ser solucionado com o projeto; (2) traduzir o projeto em termos biológicos; (3) descobrir modelos da natureza que podem solucionar o problema identificado; (4) imitar os métodos biológicos capazes de solucionar o problema, e por fim, (5) avaliar as soluções desenvolvidas.

Entendemos que os passos em que o designer pode encontrar maiores dificuldades são os passos 2 e 3, uma vez que estes dependem de um repertório acerca dos modelos biológicos e, como já mencionado no argumento anterior, a ecoalfabetização ainda precisa ser melhor difundida. Para traduzir o seu problema em termos biológicos e explorar modelos relacionados, o designer precisa ter algum conhecimento prévio ou então começar uma pesquisa e exploração das formas da natureza, ou seja, ser ecologicamente instruído. Esse tipo de pesquisa exploratória encontra barreiras físicas e geográficas, visto que as diferentes espécies e ecossistemas se desenvolvem de acordo com as condições do ambiente em que se encontram, e um designer pode não estar próximo ou não tomar conhecimento sobre um modelo biológico estrangeiro, por exemplo.

É claro que existe a possibilidade de se pesquisar em livros e até on-line e encontrar modelos bastante adequados ao problema que se busca resolver. No entanto, ver uma fotografia ou ler um texto descritivo não é a mesma coisa que observar um objeto em sua totalidade, por diferentes ângulos e sem perder características como a textura e o formato. O escaneamento 3D (e talvez sua posterior impressão 3D) talvez seja o registro que mais se aproxima do contato presencial com um objeto. Nesse sentido, a criação de um banco de formas 3D que representam modelos biológicos que possa ser alimentado com artefatos de qualquer lugar e acessado por pessoas de qualquer lugar quebra as barreiras físicas e geográficas, além de possíveis barreiras econômicas.

A aplicação das técnicas da Biomimética não precisa se restringir apenas a projetos de Design. Para Jay Harman, empreendedor, inventor e escritor, no ramo dos negócios “a Biomimética estabelece as bases para a lucratividade futura e fornece soluções que não criam novos problemas; oferece algo que as soluções de economia de curto prazo não conseguem” (Harman, 2014), além de oferecer o máximo em desempenho, algo que a indústria não pode ignorar.

Para além disso, ao longo do projeto estivemos em contato com iniciativas similares e que podem inspirar diferentes desdobramentos para o Bioformas. Através da impressão 3D é possível criar materiais didáticos diversos, a exemplo dos projetos para a educação básica do microbiólogo Eduardo José Lopes Torres. Professor de Parasitologia na Uerj, que coordena projetos de impressão e tratamento de formas 3D de parasitas e outras estruturas biológicas para que estes sejam usados em salas de aula de maneira interativa por professores e alunos de escolas públicas do Rio de Janeiro. Nesse sentido, os arquivos produzidos pelo escaneamento de estruturas naturais pelo projeto Bioformas podem ser aproveitados por iniciativas similares.

Conclusões iniciais e prospecções futuras

Iniciar um trabalho de pesquisa sem o domínio avançado das áreas que envolvem os assuntos tratados é certamente desafiador. Como designers e pesquisadores em Biomimética, assumimos esse papel de mediação multidisciplinar não apenas, nesse caso, entre Biologia e Design, mas também entre núcleos às vezes distantes como o uso de novas tecnologias e a aplicação delas em projetos acadêmicos e experimentações práticas em alguns contextos sociais. A natureza exploratória do projeto nos permite aprender e evoluir tecnicamente a cada desafio ultrapassado, pois estamos constantemente procurando diferentes maneiras de avançar com a pesquisa e melhorar o resultado das investigações e registros das formas da natureza. Nesse processo, expandimos nosso olhar sobre o projeto e suas possíveis aplicações na medida em que descobrimos iniciativas similares e até demandas nas áreas da educação e do desenvolvimento de produtos.

A partir desse patamar, continuaremos no trabalho de registros de frutos, sementes e outras estruturas orgânicas, melhorando a qualidade e complexidade dos arquivos. Além disso, planejamos realizar os testes de impressão 3D desses arquivos, promover oficinas para ensinar os procedimentos que aprendemos e para experimentar a aplicação desse banco de arquivos com alunos da graduação de Design da ESDI. Estamos estudando formatos de plataforma de compartilhamento desse acervo digital para, assim, expandir as fronteiras do laboratório, em relação à universidade, ao estado e ao país. A criação de um movimento colaborativo para o projeto é desejável pois assim como a Natureza em seus bilhões de anos de experimentação e aperfeiçoamento nos oferece hoje soluções diversas e plurais, é interessante que estudantes e profissionais de diferentes áreas tenham acesso e oportunidade de explorar esse recurso, e dessa forma, oferecer ao mundo projetos que nos aproximam dos princípios da Biomimética e da sustentabilidade.

Referências

BENYUS, Janine. Biomimicry Guild. Biomimicry Newsletter. **The Biomimicry Design Spiral**. v. 4. n. 1, 2006. Disponível em: http://biomimicry.typepad.com/newsletter/files/biomimicry_newsletter_v4.1.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

ELAM, Kimberly. **Geometry of design**. New York: Princeton Architectural Press, 2001.

EMBRAPA, **A Arca de Noé das frutas típicas brasileiras**, Brasília, 2021.

FLEURY, Lorena C.; ALMEIDA, Jalcione. A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: conflito ambiental e o dilema do desenvolvimento. **Anppas / Revista Ambiente e Sociedade** - São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/bzmFrBhVYLhJXQcbcQKB8XN/?lang=pt>. Acesso em: 9 mai. 2023.

HARMAN, Jay. **The shark's paintbrush: biomimicry and how nature is inspiring innovation**. Ashland, Oregon: White Cloud Press, 2014.

KRENAK, Ailton. **A vida não é útil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

LEONARD, Anne. **A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo o que consumimos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

MANZINI, Ézio, VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos Produtos Industriais**. São Paulo: Ed. EDUSP, 2002.

NEUMANN, Dieter. **Bionic, Technologieanalyse**. Dusseldorf: Ed. VDI do Centro de Tecnologias Físicas de Dusseldorf, Alemanha, 1993.

THOMPSON, D'Arcy. **On growth of form**. Cambridge: University Press, 2000.

WAHL, Daniel C. **Design de culturas regenerativas**. Rio de Janeiro: Ed. Bambual, 2016.

Sobre os autores

Luiz Antonio de Saboya é graduado em Desenho Industrial pela Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI/UERJ) em 1979, mestrado em Design pelo Institute of Design, Illinois Institute of Technology, Chicago em 1985. Possui especializações nas áreas de Engenharia de Produção, em 1982 e Análise de Sistemas, em 1987. Doutorado em Artes Visuais na Escola de Belas Artes, UFRJ em 2016. Atua como professor da ESDI desde 1990 e atuou como Tecnologista sênior da Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz), junto ao Museu da Vida / Casa de Oswaldo Cruz. Trabalhou no setor de Desenho Industrial do INT (Instituto Nacional de Tecnologia) (1992), atuando no desenvolvimento de projetos para equipamentos médico-hospitalares. Na empresa White Martins, coordenou equipes para o design de equipamentos médico-hospitalares (1989 a 1994). No Museu da Vida da Fiocruz, desenvolveu projetos de exposições de cunho científico / tecnológico e equipamentos para a divulgação / popularização da ciência. Atualmente é coordenador do Laboratório de Biomimética e Inovação da ESDI-UERJ.

E-mail: lsaboya@esdi.uerj.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5026060110384585>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2019-1943>

Camila Xavier Maia é designer de produto pela Pontifícia Universidade Católica (2017) com mestrado em Cultura Alimentar pela Scuola Politecnica di Design (2020). Na graduação participou de projetos e parcerias com sistemas de insumos orgânicos e pesquisas com comida, tendo desenvolvido o TCC sobre cultivo urbano de alimentos. Na pós-graduação expandiu os estudos para área de serviços, cultura e desenvolvimento de produtos alimentares. Atua com ceramista, possui um ateliê onde dá aulas, desenvolve produtos, ferramentas e investiga materiais. Atua como Pesquisadora do Laboratório de Biomimética e Inovação da ESDI-UERJ, desenvolve projetos internos do laboratório, promove oficinas sobre design e sustentabilidade para os alunos da graduação, palestras e apresentações em escolas.

E-mail: camilaxaviermaia@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4613338724185250>

Helena Carmona Gomes é graduada em jornalismo pela Pontifícia Universidade Católica (2020) e graduanda em Design na Escola Superior de Desenho Industrial/UERJ. Criadora do portal *Design para Jornalistas* - Um guia de boas práticas visuais e da Newsletter semanal sobre design *Makers Gonna Make*.

E-mail: contato@helecarmona.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2283673391236850>