

BIOINSPIRAÇÃO NO REDESIGN DE EMBALAGENS A PARTIR DAS ESTRUTURAS NATURAIS DE FRUTOS DO SEMIÁRIDO

BIOINSPIRATION IN PACKAGING REDESIGN USING THE NATURAL STRUCTURES OF SEMIARID FRUITS

SILVA, Itamar Ferreira da; Doutor; Universidade Federal de Campina Grande

itamarfs0210@gmail.com

RODRIGUES, Lucas Matheus Herculano; Graduado; Universidade Federal de Campina Grande

unilucas001@gmail.com

SILVA, Emanuelle Rodrigues; Graduada; Universidade Federal de Campina Grande

emanuelle.r8@gmail.com

Resumo

O referido artigo é resultado de projeto de iniciação científica e apresenta o uso da bioinspiração como ferramenta metodológica para redesign de embalagens a partir das estruturas naturais de frutos do semiárido brasileiro. Para o estudo foram consideradas a organização interna dos elementos naturais e a relação da forma e função. Como processo metodológico foram executadas as seguintes atividades: Revisão da literatura, Seleção, Coleta, e Observação das Amostras, Parametrização, Analogia do Sistema Natural com os Produtos, Aplicação Projetual e Confecção dos modelos para visualização formal. Como resultado final, foram desenvolvidas 4 (quatro) propostas de embalagens para os seguintes produtos: bola de tênis, sachê de chá, chocolate e mamão, que apresentaram diferenciação formal e organizacional de seus conteúdos, mostrando a viabilidade do uso da bioinspiração na concepção de embalagens diferenciadas.

Palavras Chave: bioinspirado; embalagens; frutos; semiárido.

Abstract

"The mentioned article is the result of a scientific initiation project and presents the use of bioinspiration as a methodological tool for redesigning packaging based on the natural structures of fruits from the Brazilian semiarid region. For the study, the internal organization of natural elements and the relationship between form and function were considered. The following activities were carried out as part of the methodological process: Literature Review, Selection, Collection, and Observation of Samples, Parameterization, Analogy of the Natural System with Products, Design Application, and Model Construction for formal visualization. As a final result, four (4) packaging proposals were developed for the following products: tennis ball, tea sachet, chocolate, and papaya, which presented formal and organizational differentiation of their contents, demonstrating the feasibility of using bioinspiration in the design of differentiated packaging.

Keywords: bioinspired; packaging; fruits; semiarid.

1 Introdução

Atualmente vivenciamos uma nova conjuntura social com o advento dos recursos digitais usados nos processos de concepção e de produção de artefatos físicos e virtuais. Aos poucos começa ficar evidente que o design de um produto tangível ou intangível, vai muito além dos atributos formais e funcionais, trazendo em si uma carga de significados e sinônimos adequados para aquele momento, contudo não sendo algo estático e imutável. Nesta mesma linha, novos termos e áreas de atuação do design vão surgindo. Em 2001, Buchanan, a partir do estudo da retórica do design apresenta expressões relacionadas à experiência e a ação no pensamento projetual, enfatizando o “planejamento estratégico”, o “design da informação”, o “design centrado no humano”, o “design participativo [...] são expressões de uma nova preocupação com a experiência e a ação no pensamento projetual (pp. 201-202). Nicolau em 2013, discorre que o Design de Serviços, Design de Superfície, Design de Interação, são áreas que buscam identificar as necessidades dos indivíduos, indo muito além dos termos tradicionais do design de produto e do design gráfico.

Apesar dos inúmeros eixos que vêm surgindo que favorecem a atuação do designer, o Design de Produto se mantém consolidado no mundo produtivo, tendo em vista que o objeto físico sempre fez parte da sociedade. Acompanhando o desenvolvimento tecnológico, o designer se vê obrigado a questionar sempre a existência dos produtos, quanto a sua eficiência, adaptabilidade, economicidade e sustentabilidade. Sendo que para propor modificações nos artefatos, se apegamos ao repertório adquirido ao longo de sua formação e experiências vividas. Repertório este que precisa ser constantemente atualizado.

Como fonte de dados e de inspiração deste profissional, uma área vem se destacando ao longo das últimas décadas, sendo considerada a nova revolução científica. A Biomimética [Do grego *bio*, vida e *mimesis*, imitação] nada mais é do que a capacidade de imitar a natureza para propor processos ou produtos inovadores que resolvam os problemas humanos. De acordo com Benyus (1997) “fazendo as coisas à maneira da natureza” temos a possibilidade de mudar a forma pela qual produzimos alimentos, fabricamos produtos, aproveitamos energia, curamos-nos, armazenamos informações e administramos os nossos negócios.

A natureza é um banco de coleta de dados ideal para desenvolvimento de novos produtos. Durante milhões de anos as plantas e animais passaram pelo processo de seleção natural, tornando-se indivíduos adaptados às diversas situações extremas de cunho geográfico. Cada ser se adapta da melhor forma possível a sua região. São mais rápidos, mais altos, mais flexíveis, mais fortes, tudo isso, dependendo do tipo de resposta que foi dada à demanda do meio em que vivem. Segundo Benyus (2003), depois de 3,8 bilhões de anos, os fracassos da natureza se tornaram fósseis e os que nos rodeiam são fruto do segredo da sobrevivência.

A partir de um olhar mais apurado sobre a natureza, pode-se identificar que existem inúmeras embalagens naturais, cada uma com suas características peculiares que possibilitam o armazenamento adequado do fruto ou da semente a ser germinada garantindo a integridade do seu conteúdo. Desvendar essas características, possibilita a identificação de princípios funcionais capazes de serem usados de forma eficiente nas embalagens de produtos industriais.

2 Referencial Teórico

2.1 Design Bioinspirado

De acordo com a definição apresentada por VDI 6220[1], o Design Bioinspirado é a aplicação do conhecimento de sistemas biológicos em pesquisa e desenvolvimento para solucionar problemas técnicos e desenvolver invenções e inovações. Stone et al. (2014) destacam que esse campo do Design busca "explorar sistematicamente o conhecimento biológico para resolver problemas de design existentes", o que indica uma abordagem metodológica que valoriza a observação e análise cuidadosa da natureza como fonte de inspiração para o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas. Dessa forma, compreende-se, que o prefixo "BIO" se refere à natureza, enquanto o termo "INSPIRADO" diz respeito à obtenção de ideias ou estímulos a partir dessa fonte. O Design bioinspirado pode ser concebido a partir das seguintes classificações:

Biomimética: Por definição, consiste na "imitação da natureza", e seu estudo está focado em compreender as funções e processos encontrados nos organismos presentes no meio natural, a fim de aplicá-los em projetos de design. Um exemplo notável, é a invenção do velcro, desenvolvido pelo engenheiro suíço George de Mestral em 1941. Durante uma caminhada pelos Alpes, o estudioso notou a presença de carrapichos presos em sua roupa. Fascinado pelo sistema natural da planta, ele usou como inspiração para criar esse material de fechamento.

Figura 1 - Velcro.



Fonte: <https://www.tkdesigner.com.br/biomimetica-no-design-e-na-arquitetura/>

Os sistemas biológicos que residem na natureza são caracterizados pela sua complexidade, sensibilidade e flexibilidade, pela sua capacidade de adaptar-se a ambientes em mudança, e pelo seu elevado grau de fiabilidade (Moraes, 2008, p.15)

Biomorfismo: busca emular a natureza apenas no quesito formal com o intuito de trazer mais familiaridade para o usuário. O biomorfismo é comumente criticado por ser o subconjunto que menos adere a sustentabilidade, pois se inspirando apenas na questão formal o produto não terá um sistema ou material que reduza o impacto no meio ambiente. No entanto, o biomorfismo se destaca por ter muito impacto psicológico e estético, resultante da inspiração em formas naturais

que já são familiares e agradáveis a qualquer ser humano (Bernett, 2015). Um ótimo exemplo deste tipo de design é a “Grande Sala”, ou o espaço de escritório interno do SC Johnson and Son Administration Building, projetado por Frank Lloyd Wright. As colunas dendriformes que lembram o formato de árvores dentro deste espaço, trazem perspectivas e condições de refúgio semelhantes à de um ambiente natural.

Figura 2 - Escritório interno do SC Johnson and Son Administration Building



Fonte: ArchDaily Brasil.

Ao contrário da biomimética, que leva em consideração a função do produto, o biomorfismo se refere ao design que se assemelha visualmente a elementos da natureza, ou seja, se parecem com eles. A razão pela qual essa abordagem é amplamente utilizada é devido à conexão emocional que os seres humanos naturalmente têm com a natureza. Como resultado, os produtos e espaços que incorporam elementos que remetem ao meio ambiente tendem a ser mais atraentes e confortáveis para o usuário.

Bioutilização: refere-se ao processo de criar produtos que utilizam materiais biológicos, processos e sistemas em sua fabricação ou operação. Isso inclui a incorporação de materiais biodegradáveis e compostáveis, como madeira, algodão, bambu e outros recursos naturais em produtos. Essa abordagem tem como objetivo reduzir o impacto ambiental das atividades humanas, promover a sustentabilidade e fomentar a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias.

De acordo com Manzini e Vezzoli (2008), todos os materiais que utilizamos em nossas atividades diárias causam impacto ao meio ambiente. No entanto, para compará-los e escolher alternativas mais sustentáveis, é preciso considerar o contexto em que serão utilizados e as funções que exercerão. Desse modo, a bioutilização de materiais alternativos possibilita cadeias produtivas mais eficientes, com menor consumo de energia e emissão de poluentes, quando comparados aos ciclos de materiais tradicionais, como metais ou plásticos.

No caso do bioutilitário, ocorre a coleta de materiais provindos da natureza para serem utilizados em algum projeto. Como cita Bernett (2015), à medida que a biomimética é focada na tradução de princípios biológicos em tecnologia projetada pelo homem, a bioutilização utiliza diretamente organismos ou materiais biológicos na composição dos projetos. Como exemplo,

temos a Ecovative Design que utiliza micélio fúngico (a parte vegetativa de cogumelos e outros fungos) para produzir um material compostável como alternativa à espuma de plástico e outros sintéticos destrutivos ao meio ambiente.

Figura 3 - Embalagem para vinho

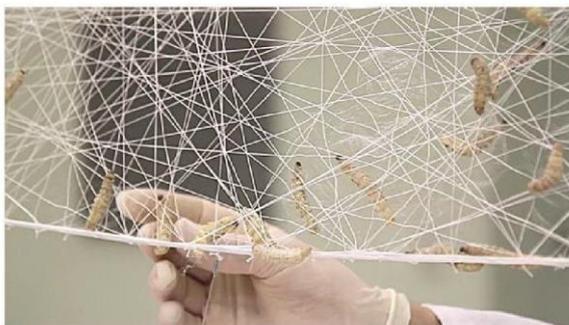


Fonte: Ecovative.

Bioassistência: quando é aplicado algum tipo de organismo vivo num projeto para auxiliar no seu funcionamento. Conforme Sá (2021), diferente do conceito de bioutilização, a bioassistência busca a domesticação e/ou aplicação de um organismo para cumprir determinada função. Ou seja, foca mais na incorporação de organismos vivos ou de ecossistemas para aprimoramento de funções do produto final do que a sua utilização apenas no âmbito material. Um exemplo seria quando se utilizam bactérias e outros micro-organismos para a purificação de água.

Um bom exemplo dos experimentos de Neri Oxnam é a estrutura desenvolvida pela sua equipe, parte feita por robôs, e grande parte construída por bichos-da-seda, que constroem a estrutura ao mesmo tempo em que se reproduzem e, dessa forma, mantém a estrutura em contínua manutenção. Isso tudo sem gerar resíduos, sem impactar ao meio ambiente e 100% biodegradável.

FIGURA 4 - Estrutura formada por bioassistência



Fonte: <https://harpersbazaar.uol.com.br/estilo-de-vida>

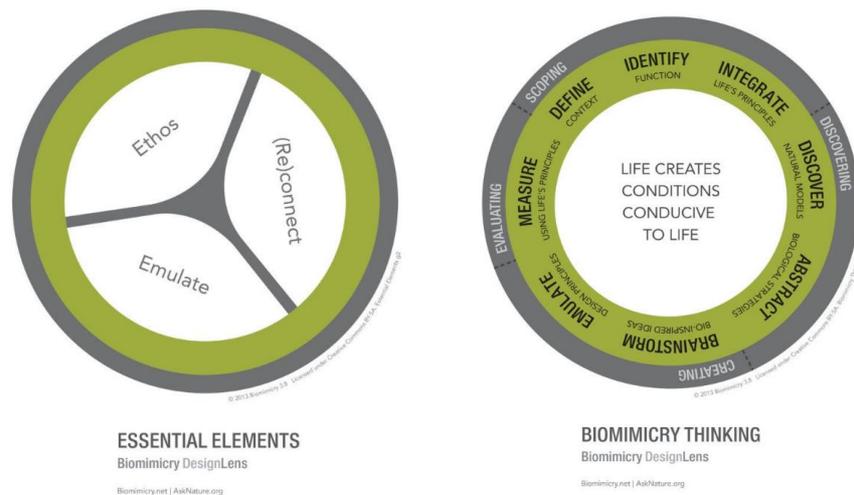
2.2 Biomimicry Thinking

Ao projetar com o auxílio da biomimética é comum utilizar a metodologia Biomimicry DesignLens, desenvolvida e aperfeiçoada desde 1998 pelo Biomimicry Institute com o auxílio de Janine Benyus. Esta metodologia se caracteriza por gráficos que representam os três componentes

para a prática biomimética: os elementos essenciais, os princípios da vida e as etapas do biomimicry thinking, ou pensamento biomimético (Araújo et al., 2018).

Os elementos essenciais para a biomimética são: a ética, a reconexão e a educação. A ética representa o respeito à natureza, a reconexão é a parte desta filosofia que nos interliga de volta à natureza, por fim educação se trata da compreensão e aplicação de princípios, padrões e soluções da natureza no design, arquitetura, engenharia e, etc (Benyus, 2003).

FIGURA 5 - Princípios essenciais da Biomimética e Biomimicry Thinking



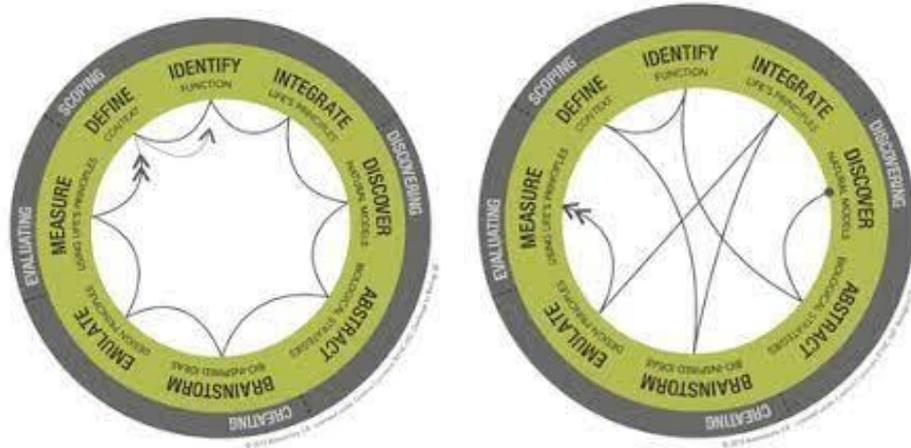
Fonte: <https://biomimicry.org/>

Os princípios da vida elencados em 2011 pelo Biomimicry Institute, ajudam a nortear como a biomimética pode auxiliar nas etapas projetuais, não só se tratando do produto em si, mas em questões que vão desde o gerenciamento do projeto até a produção. São eles:

- Evoluir para sobreviver: Trata-se de uma estratégia aprendida com a natureza para o planejamento das soluções, ou seja, evoluir e otimizar;
- Ser eficiente (materiais e energia): Evitar desperdícios na busca por opções mais sustentáveis e administrar o uso de materiais de maneira cíclica;
- Adaptar-se às condições de mudanças: Propiciar um melhor funcionamento do produto, trazer soluções que apresentem a condição de resiliência e adaptação da natureza.
- Integrar conhecimento e crescimento: Compreender o funcionamento do sistema como um todo e também dos pequenos componentes;
- Ser atento e responsivo às questões locais: Utilizar matérias primas locais, processos de fabricações cíclicos e promover a cooperação mútua;
- Usar química amigável à vida: Utilizar poucos elementos, e evitar materiais que agriam a natureza.

O método Biomimicry Thinking, é uma abordagem metodológica que busca, conforme cita Queiroz (2010), projetar soluções de design que atuem o mais próximo da natureza. A biomimética não possui uma metodologia direta, mas esta é a mais comumente citada.

FIGURA 6 - Métodos do Biomimicry Thinking



Fonte: <https://biomimicry.org/>

A partir deste, cria-se dois caminhos, o design para a biomimética e da biologia para o design. No primeiro, identifica-se um problema num projeto e busca-se a solução na biomimética. Já no desafio da biologia, o projeto inicia-se com a inspiração em um sistema ou forma da natureza e só depois inicia-se a fase projetual.

Já o método biologia para o design, o caminho que será seguido pelo designer é mais livre, podendo iniciar de qualquer etapa e partir para a mais favorável ao projeto. Além de ser um método que requer a interdisciplinaridade da equipe. Como cita o autor: “Ambos os métodos possuem seus caminhos indicados pelo gráfico acima, no entanto a intenção é que esse processo seja repetido várias vezes, buscando a otimização do projeto”.

Para este estudo foi utilizado o biomimicry thinking, seguindo pelo método biologia para o design ou desafio da biologia.

2.3 Embalagem de Produtos

A ABRE (2023) define a embalagem como um recipiente ou envoltura que armazena produtos, tendo como principal função protegê-lo e estender o seu prazo de vida, viabilizando sua distribuição, identificação e consumo.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial e o surgimento de supermercados, observou-se a necessidade das embalagens auxiliarem nas vendas do produto, trazendo informações que convencessem os consumidores a adquirir o produto, assim surgiu o mercado de embalagens (Silva, 2022).

Na atualidade, é fácil perceber que a embalagem é capaz de trazer inúmeros benefícios à vida dos cidadãos, tornando-se, portanto, elemento imprescindível. Viver sem a dependência delas em uma sociedade altamente industrial, comercial e consumista seria algo quase impossível. Dessa forma, diariamente as pessoas são estimuladas a terem algum tipo de contato com um invólucro, quando a experiência com o produto pode ser positiva ou negativa (Roncarelli; Ellicott, 2010).

De acordo com Kayat (2015), a embalagem é um artefato que auxilia na preservação da vida, da saúde e dos recursos naturais, uma vez que permite o transporte e proteção de produtos e

alimentos. Como cita Silva (2022), a função mais antiga das embalagens, e também uma das mais importantes, é a de conservar e transportar alimentos, no entanto apenas recentemente as embalagens começaram a ser pensadas como elemento estético que agregam ao produto e convence o consumidor. Com isso as embalagens agora se tornaram uma preocupação a mais das empresas, pois elas também carregam a intenção do produto e a personalidade da empresa, sendo ela o primeiro contato do consumidor com o produto (Mestriner, 2002).

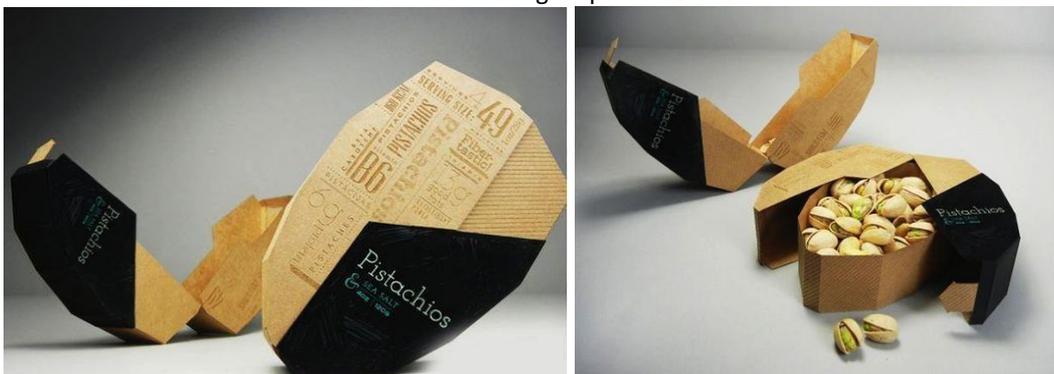
Castro e Pouzada (2003) escrevem que a embalagem pode ser definida como um sistema coordenado de preparação de bens para o transporte, distribuição, armazenamento, venda e consumo final. A embalagem desempenha assim um conjunto de funções ao longo do ciclo de vida do produto desde a sua produção até à utilização final e descarte da embalagem: proteção, conservação, informação e serviço. Cada uma destas funções engloba diferentes aspectos ligados à segurança.

O design de embalagem especificamente possui características advindas do design de produto, bem como do design gráfico. Segundo o Comitê de Inovação da ABRE, uma embalagem com um bom design torna-se uma poderosa ferramenta de marketing, agregando valor aos produtos e evidencia-se como elemento diferencial no competitivo mercado dos negócios para pequenas e grandes empresas. Conseguindo desta maneira, conquistar e seduzir o consumidor com inovações estratégicas pelo design.

Fábio Mestriner também aborda a importância do design de embalagem como agente de inovação e competitividade nas empresas. Relata que produtos são entidades complexas que possuem qualidades e significados que estão ligados ao seu desempenho e ao que ele pode oferecer ao consumidor. Portanto, a embalagem é a expressão real da personalidade do produto e expressão de atributos do conteúdo. Sendo assim, um design de embalagem pobre pode influenciar a venda do produto mesmo tendo um conteúdo bom, pois a embalagem e o conteúdo são considerados indissociáveis (SEBRAE, 2019).

O design de embalagens é um segmento que se destaca pela familiaridade dos visuais já presentes no imaginário coletivo, efeito este que ajuda o usuário a reconhecer que tipo de produto ele está adquirindo pela embalagem (Mestriner, 2002).

FIGURA 7 - Embalagem para Pistache



Fonte: pinterest.com/pin/4927923842332444

2.3.1 Embalagens Bioinspiradas

Sendo um elemento tão comum nos produtos e participando tão ativamente do nosso dia a dia, a biomimética surge como uma opção para o projeto de embalagens que trarão mais comodidade e inovação no uso e na forma. Não é difícil agregar o conceito biomimético ao design

de embalagens, a própria natureza já nos demonstra como ela “embla” seus produtos, basta observarmos casca de frutos como a banana, ou mexerica, até mesmo o formato dos invólucros de sementes.

Kayat (2015) cita como exemplo a casca da mexerica (*Citrus reticulata*), salientando a inteligência do seu design, que além de ter benefícios nutricionais, também consegue proteger a polpa comestível com sucesso, devido a sua espessura, fibras, resistência e impermeabilidade. Além da sua fácil utilização, sendo de fácil abertura e assim deixando a possibilidade de consumir o fruto em qualquer lugar. Kayat também se refere a importância do material, tendo sua decomposição rápida e podendo ser consumida na forma de doces e geleias.

Vários designers já se inspiraram na natureza para o desenho de embalagens, um exemplo é o frasco de perfume desenvolvido em 1928 pela Les Parfums de Marcy “L’Orange Variee” que faz uma analogia com a fragrância do produto e o formato de sua embalagem, emulando também a disposição dos bagos da laranja através de 8 pequenos frascos que com sua forma incomum em conjunto com esta disposição, remetem a fruta que inspira o aroma (VINTAGE NEWS DAILY, 2020).

FIGURA 8 - Embalagem de perfume



Fonte: <https://www.skinnerinc.com/auctions/3319T/lots/1016>

2.4 Semiárido Brasileiro

Buscando obter uma abordagem diferenciada na aplicação do método biomimético no desenvolvimento das propostas de embalagens, foi escolhida a região semiárida do Nordeste brasileiro haja vista a peculiaridade de seu clima, vegetação e frutos existentes.

A Região Nordeste do Brasil, com 1,56 milhão de km (18,2% do território nacional), comporta a maior parte do Semiárido brasileiro, que se localiza na porção central dessa região, abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte do Estado de Minas Gerais (Região Sudeste). Apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses, apresentando volumes de água insuficientes em seus mananciais para atendimento das necessidades da população.

A composição florística dessa região não é uniforme e varia de acordo com o volume das precipitações pluviométricas, da qualidade dos solos, da rede hidrográfica e da ação antrópica, sendo que essa heterogeneidade, tanto em relação à fisionomia quanto à composição (ANDRADE-LIMA, 1981).

A vegetação do bioma da Caatinga pode ser conceituada como um tipo de floresta de porte baixo, com predomínio de arbustos espaçados, perda de folhagens na estação seca e árvores com ramificação profusa, comumente armadas com espinhos ou acúleos¹. A presença de espécies endêmicas, ou seja, espécies de plantas e vegetais que só ocorrem nessa região, indica que se trata de um ecossistema rico em biodiversidade, sendo a flora representada por cerca de 20 gêneros e mais de 300 espécies.

Devido às particularidades do bioma Caatinga, como sua escassez de chuvas em determinadas épocas, são encontrados com mais facilidade os frutos do tipo seco que possuem maior adaptabilidade ao clima do semiárido e sua baixa pluviosidade.

As sementes encontradas na Caatinga apresentam características variadas, tendo sua germinação ao longo do ano, sem depender da época de chuvas. Por exemplo, as da família Fabaceae, maioria das espécies na caatinga, conseguem germinar em condições de baixa presença hídrica. De acordo com Dantas et al. (2014), na Caatinga também podemos verificar a presença de sementes que possuem dormência tegumentar, ou seja sementes que germinam apenas em condições favoráveis, como é no caso da catingueira-verdadeira que para semente entrar na germinação é necessária sua escarificação e contato com água morna, ainda assim este aspecto não é comum na maioria das sementes, mostrando o que foi dito anteriormente sobre a pluralidade de características das espécies deste bioma.

Existem sete tipos de dispersão das sementes, desde aquela em que o homem participa ativamente (antropocoria), até disseminação pelo vento (anemocoria) ou com o auxílio de animais (zoocoria) (Vidal e Vidal, 2006). A importância da distribuição se dá para a conquista de novos espaços pela espécie. Portanto, a estrutura das sementes também indicam como é feita sua dispersão, Enquanto algumas sementes são constituídas de asas ou alas, para melhor disseminação pelo vento, outras podem possuir pêlos ou tricomas, para serem distribuídas com o auxílio de animais ou mesmo o vento.

2 Materiais e Métodos

A pesquisa é de natureza aplicada, pois possui objetivo de adquirir novos conhecimentos, para desenvolver e aprimorar produtos. Para Gil (2008, p. 27), esse tipo de pesquisa tem como característica “o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas do conhecimento”. Em relação aos objetivos a pesquisa é descritiva, pois descreve o procedimento de análise e concepção das propostas de embalagens a partir da aplicação do método biomimético. Se apresenta como estudo de caso no instante em que aborda os frutos secos do semiárido brasileiro para o desenvolvimento de embalagens. Quanto aos objetos, a pesquisa envolve tanto o bibliográfico, como papel e meio digital, quanto de campo. Bibliográfico, pois, de acordo com Saur-Amaral (2010), toda pesquisa deve iniciar necessariamente considerando o Estado da Arte relacionado com o tema a ser estudado. Em pesquisa de campo, no instante que houve a necessidade de coleta dos frutos e visita ao laboratório de Ecologia e Reprodução Vegetal da UFPB, para medição e registro fotográfico.

Na fase prática da pesquisa especificamente no desenvolvimento das propostas de embalagens, foi utilizado o método biomimético seguindo as seguintes etapas:

¹ Diferem-se dos espinhos foliares e caulinares por não serem nem modificações de ramos nem modificações de folhas. Essas estruturas são projeções do córtex e epiderme, não possuindo, portanto, tecidos vasculares, diferentemente dos espinhos.

ATIVIDADE 1: Seleção das amostras / Coleta de amostras;

ATIVIDADE 2: Observação das Amostras (Componentes, Estrutura e morfologia);

ATIVIDADE 3: Parametrização;

ATIVIDADE 4: Aplicação Projetual;

ATIVIDADE 5: Confeção dos modelos.

3 Desenvolvimento

ATIVIDADE 1: Seleção das amostras / Coleta de amostras

Foi realizado o contato com a Professora Lenyneves Duarte Alvino de Araújo, do Departamento de Biociências do CCA (Centro de Ciências Agrárias), que proporcionou a visita à carpoteca na Universidade Federal da Paraíba, no campus da cidade de Areia. Esta visita proporcionou à equipe, o conhecimento de uma vasta gama de sementes e frutos secos do semiárido.

FIGURA 9 - Imagens da carpoteca visitada



Fonte: Elaborado pelos autores.

ATIVIDADE 2: Observação das Amostras (Componentes, Estrutura e morfologia);

O responsável técnico da carpoteca, o senhor Pedro da Costa Gadelha Neto, se dispôs a apresentar as amostras e falar sobre as espécies de frutos secos. A equipe analisou a forma e realizou medidas das amostras, procurando observar as diferentes maneiras que os frutos armazenam suas sementes. Após uma seleção prévia, foi realizado levantamento fotográfico, para registro e uso das informações posteriormente.

FIGURA 10 - Equipe realizando registro e análise



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os frutos vistos pela equipe, foram definidos os que mais se adequaram para a concepção das embalagens. Os critérios para a escolha foram:

- a) Todos os frutos deveriam ter características distintas quanto à forma, capacidade de armazenamento de sementes e organização das sementes em seu interior;
- b) Os frutos não deveriam pertencer à mesma família.

ATIVIDADE 3: Parametrização

Nesta etapa foram analisados 4 (quatro) frutos secos que se apresentaram mais adequados para o estudo, sendo eles a Timbaúba, o Pereiro, o Mulungu e o Balãozinho. As características da Timbaúba são: forma de orelha ou rim, contendo várias sementes por fruto, com tamanho aproximado de 8 cm de comprimento.

FIGURA 11 - Imagens do fruto da Timbaúba



Fonte: Elaborado pelos autores.

As características do Pereiro são: o fruto abre-se em duas bandas, exibindo suas sementes acastanhadas, aladas (projeções que facilitam a dispersão).

FIGURA 12 - Imagens do fruto do Pereiro



Fonte: Elaborado pelos autores.

As características da Mulungu são: apresenta seu fruto seco do tipo vagem curta, deiscente, com 1 – 4 sementes.

FIGURA 13 - Imagens do fruto do Mulungu



Fonte: Elaborado pelos autores.

As características do “balãozinho” são: ser uma cápsula, baga, com sementes aladas ou não.

FIGURA 14 - Imagens do fruto do Balãozinho



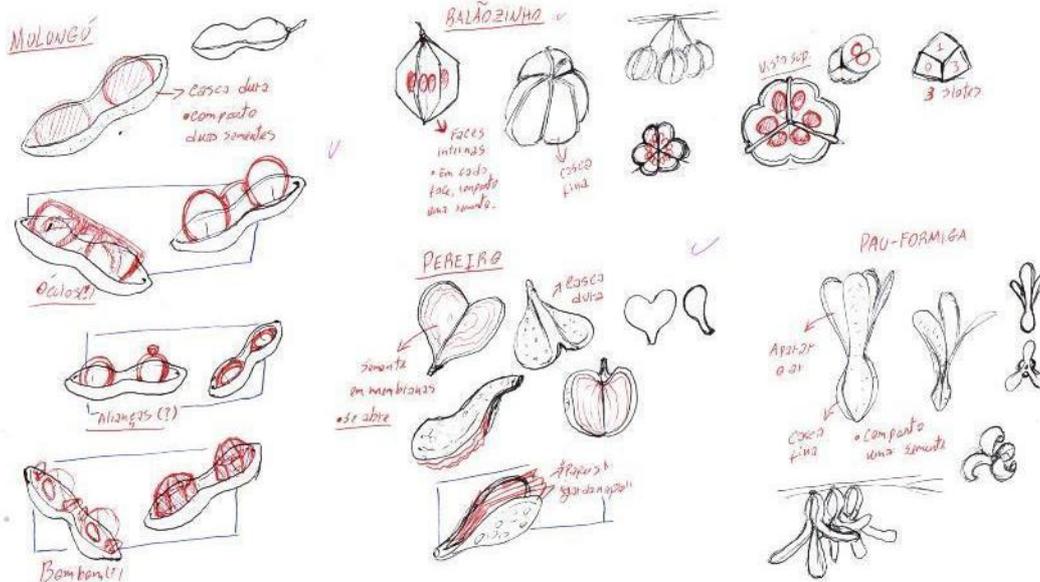
Fonte: Elaborado pelos autores.

ATIVIDADE 4: Aplicação Projetual

Nesta etapa estudam-se as adaptações interligando as atividades da tarefa no que se refere à análise funcional com as necessidades e os requisitos dos produtos propostos. Desenvolvimento de soluções de novas embalagens através de desenhos (sketches).

Com os frutos selecionados, deu início da fase de ideação das embalagens usando como referência as características formais dos frutos. A priori, foi feito um estudo em desenho dos frutos para se entender suas geometrias e formas de armazenamento das sementes.

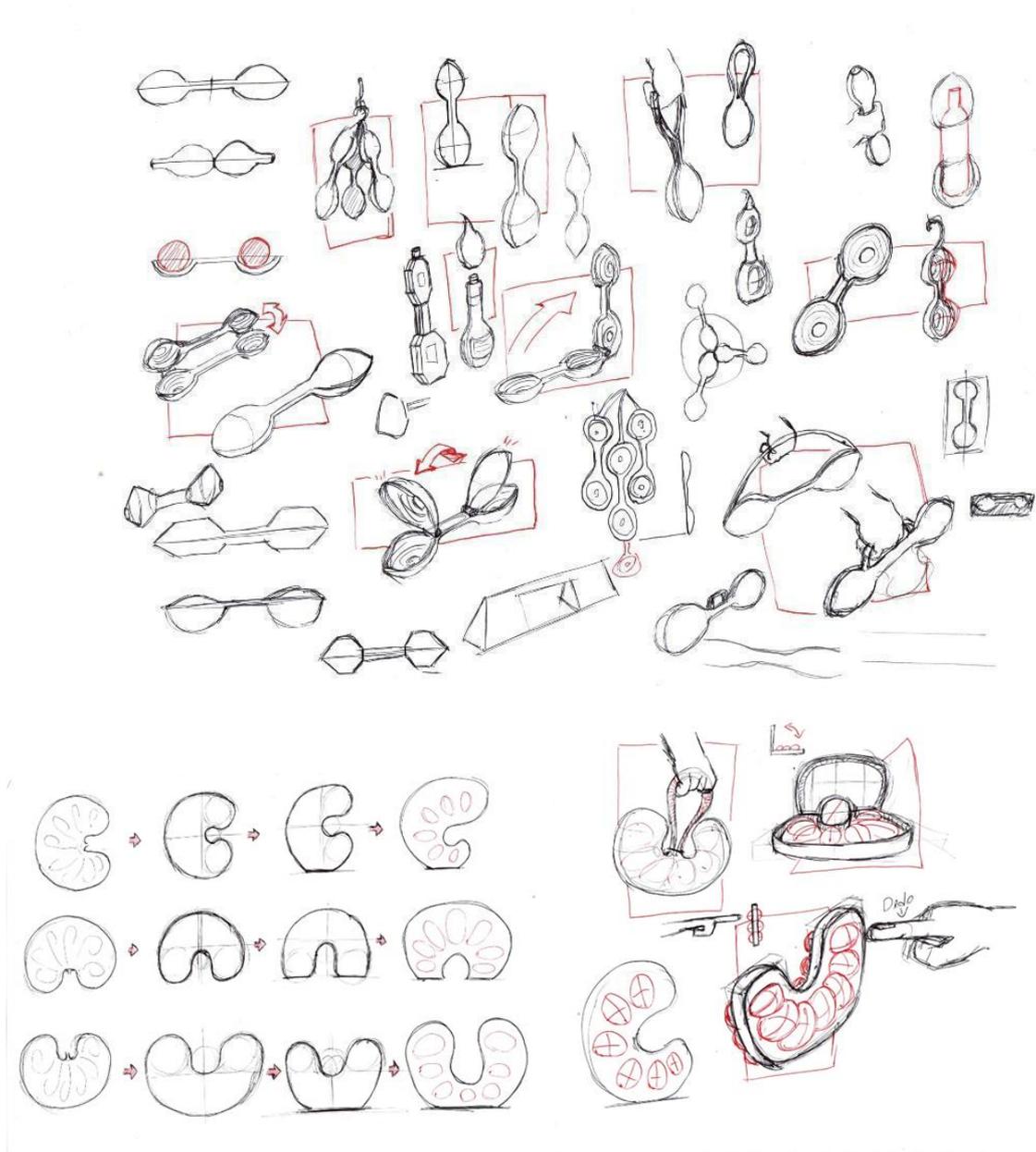
FIGURA 15 - SKETCHES



Fonte: Elaborado pelos autores.

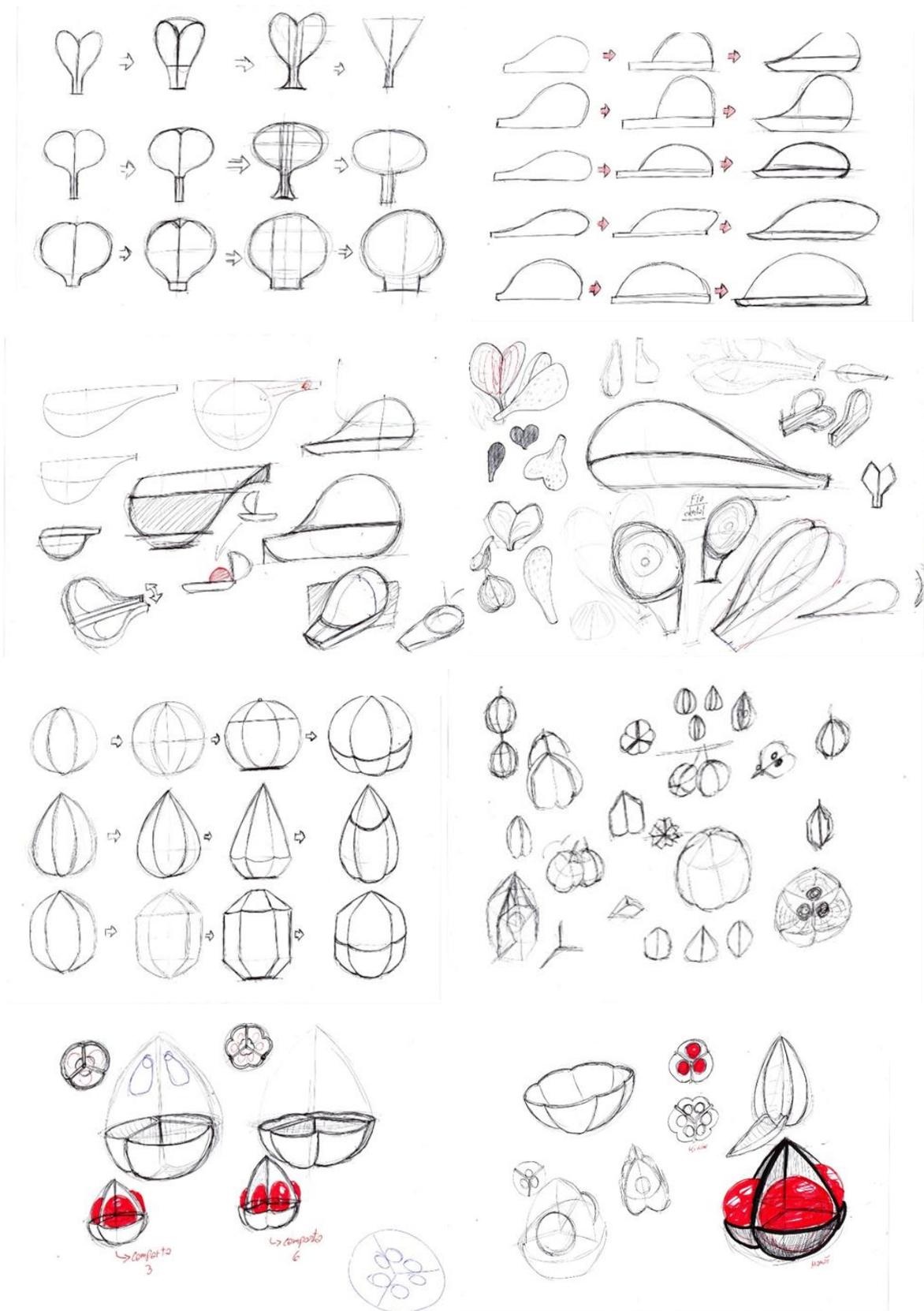
Em seguida, partiu-se para a variação das formas. Foi realizada uma série de estudos em desenhos (sketches), focando na geometrização e simplificação das mesmas.

FIGURA 16 - Sketchs de estudos da forma (A)



Fonte: Elaborado pelos autores.

FIGURA 17 - Sketchs de estudos da forma (B)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram selecionadas as alternativas a serem trabalhadas. Com base nas formas, foi realizado brainstorms para definição da função de cada invólucro a ser concebido:

Mulungu: embalagem para bolas de tênis;

Pereiro: embalagem para sachê de chá;

Timbaúba: embalagem para chocolates;

Balãozinho: embalagem para mamão.

Após a etapa de ideação, as alternativas selecionadas foram refinadas através da ferramenta da modelagem 3D. Utilizando o software Inventor, foi concebido um estudo tridimensional dos invólucros, levando em consideração as formas e as medidas dos produtos que seriam embalados.

FIGURA 18 - Rendering Embalagem para bola de tênis



Fonte: Elaborado pelos autores.

FIGURA 19 - Rendering Embalagem sachê para chá.



Fonte: Elaborado pelos autores.

FIGURA 20 - Rendering Embalagem para bombons



Fonte: Elaborado pelos autores.

FIGURA 21 - Rendering Embalagem para mamão



Fonte: Elaborado pelos autores.

ATIVIDADE 5: Confeção dos modelos.

A partir da seleção das propostas mais viáveis do ponto de vista formal e funcional, seguindo o que foi definido nas reuniões, foram realizados desenhos técnicos, modelagem 3D e confecção de modelos em PLA, objetivando melhor visualização das soluções.

FIGURA 22 - Modelos impressos em 3D (Material - PLA) Escala 1:1



Fonte: Elaborado pelos autores.

4 Resultados e discussões

A partir do que foi apresentado na pesquisa, verificou-se que o método biomimético, dependendo do tipo de produto a ser desenvolvido, pode passar por ajustes e adaptações para se obter um resultado satisfatório. Devendo sempre manter o propósito inicial em foco, neste caso, analisar a forma e a estrutura interna de frutos secos do seminário, para auxiliar no

desenvolvimento de embalagens para produtos industriais. Como resultado verifica-se que o projeto de iniciação científica conseguiu apresentar quatro propostas de embalagens para segmentos diversos, bola de tênis, sachês para chá, chocolates e mamão, mostrando todo o potencial criativo na utilização da bioinspiração na concepção de embalagens inovadoras.

5 Conclusão

Conclui-se que ao se utilizar da bioinspiração para o desenvolvimento de produtos, o designer tem em mãos uma abordagem de grande potencial criativo do ponto de vista formal, funcional e estrutural, pois a natureza vem em um processo contínuo de melhoria de seus sistemas naturais. A biomimética exige um maior aprofundamento das questões fisiológicas do animal ou planta, para que seja identificada e entendida como funciona a estratégia natural escolhida para aplicação no desenvolvimento de artefatos e sistemas. Contudo cabe ao designer repensar o que será produzido e como isso retornará de forma positiva para o meio ambiente.

6 Referências

- ANDRADE-LIMA, D. **The caatingas dominium**. Revista Brasileira de Botânica 4: 1981, p. 149-163.
- ARAÚJO, Rodrigo B. de, et al. **Métodos e Processos em Biônica e Biomimética: a Revolução Tecnológica pela Natureza**. Editora Blucher, 2018. Disponível em: https://www.blucher.com.br/metodos-e-processos-em-bionica-e-biomimetica-a-revolucao-tecnologica-pela-natureza_9788580393491. Acesso em: 06 de Jun. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS (ABRE). **Embalagem**. Disponível em: <https://www.abre.org.br/>. Acesso em: 03 Jun. 2023.
- BERNETT, Allison. Biomimética, bioutilização, Biomorfismo: as oportunidades da inovação bioinspirada. **Terrapin Bright Green**. 17 de Jan. 2015. Disponível em: <https://www.terrapinbrightgreen.com/blog/2015/01/biomimicry-bioutilization-biomorphism/>. Acesso em: 07 de Jun. 2023.
- BENYUS, J. M. **BIOMIMÉTICA, Inovação Inspirada pela Natureza**, Trad. Milton Chaves de Almeida, Editora Cultrix, São Paulo, 2003.
- BUCHANAN, R. Design and the New Rhetoric: Productive Arts in the Philosophy of Culture. **Philosophy & Rhetoric**, vol 34, Nº 3 (2001). Penn State University Press. 2001. pp. 183-206.
- CASTRO, Alberto Gomes de; POUZADA, Antônio Sérgio. **Embalagens Para a Indústria Alimentar**. Lisboa: Instituto Piaget, 2003.
- DANTAS, Bárbara França *et al.* "As sementes da Caatinga são...": um levantamento das características das sementes da Caatinga. **Informativo ABRATES**. v. 24, n. 3, 2014.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KAYAT, Claudia Habib. **Inovação em Design de Embalagem, por meio da Biomimética e das novas tecnologias digitais**. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Design, Rio de Janeiro, p. 150. 2015. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/48873/48873.PDF> . Acesso em: 09 de Jun. 2023.

- L'Orange Variee Perfume Presentation, ca. 1925. **Vintage News Daily**. 2020. Disponível em: <https://vintagenewsdaily.com/lorange-variee-perfume-presentation-ca-1925/>. Acesso em: 07 de Jun. 2023.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de produtos sustentáveis**; tradução de Astrid de Carvalho - 1. Ed. 2 reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- MESTRINER, F. Design de embalagem curso básico. São Paulo: Makron Books, 2002
- MORAES, D. A. A. **A natureza como fonte de inspiração criativa para o design**. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Design, 2008, Rio de Janeiro. Anais do 6o Congresso Nacional de Pesquisa em Design. Rio de Janeiro: ANPDesign, 2008. p.15.
- NICOLAU, Raquel Rebouças A. **ZOOM: Design, Teoria e Prática**. João Pessoa: Ideia, 2013. 201 p. Disponível em: <http://www.insite.pro.br/elivre/zoomraquel.pdf>. Acesso em: 27 de Jun. 2022.
- QUEIROZ, Natália, et al. **Biônica e Biomimética no Contexto da Complexidade e Sustentabilidade em Projeto**. Editora Blucher, 2017. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/bionica-e-biomimetica-no-contexto-da-complexidade-e-sustentabilidade-em-projeto-20249>. Acesso em: 06 de jun. 2023.
- RONCARELLI, Sarah; ELLICOTT, Candace. **Design de embalagem: 100 fundamentos de projeto**. São Paulo: Blucher, 2010. 208 p. ISBN 978-85-212-0564-7.
- SÁ, Alice A. M. D. **Ferramentas da Biomimética no Design: Aportes da natureza para a prática projetual**. 2021. Dissertação (Mestrado) - PPG Design - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.
- SEBRAE. **A importância do design nos negócios**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-importancia-do-design-para-os-negocios,6e1b300bac71c510VgnVCM1000004c00210aRCRD#:~:text=Aumenta%20a%20competitividade%20das%20empresas,na%20empatia%2C%20colabora%C3%A7%C3%A3o%20e%20experim%20enta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 24 mar. 2019.
- SILVA, Nicole Andrade da. **ESTUDO DE EMBALAGEM FUNDAMENTADO NA BIOMIMÉTICA**. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Federal do Amazonas, Curso de Design, Manaus. 2022. Disponível em: https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6514/4/TCC_NicoleSilva.pdf. Acesso em: 07 de Jun. 2023.
- STONE, R. B.; WOOD, K. L.; JENSON, S. C.; TILMES, B.; MCHENRY, M. P. **Biomimicry: Using Nature to Inspire Sustainable Innovation**. Interface Focus, v. 4, n. 2, 2014. DOI: 10.1098/rsfs.2013.0126.
- SAUR-AMARAL, I. Revisão sistemática da literatura. Lisboa: BUBOK, 2010.
- VDI. Bionik - **Lehren, Lernen und Anwenden**. Norma Técnica Alemã VDI 6220. Düsseldorf, Alemanha: Verein Deutscher Ingenieure, 2014.
- VIDAL, Maria Rosária Rodrigues; VIDAL, Waldomiro Nunes. **Botânica Organografia. Quadros Sinóticos Ilustrados de Fanerógamos**. 4. ed. Minas Gerais: UFV, 2006.