

Didática, Pesquisa e Projetos com inspiração biológica no BIODESIGN LAB da UFPE



Coordinator

Prof. Ph.D. Amilton Arruda

Associate professors

Prof. M.Sc. Paulo Silva

Prof. Esp. Cloves Parisio

Ph.D scholarshiper researcher

Thamires Clementino

Antônio Roberto

Rodrigo Barbosa

Theska Soares

Tarciana Andrade

Antonio Nogueira

Marcelo Vicente

Ph.D researcher

M.Sc. Isabela Moroni

M.Sc. Justino Barbosa

M.Sc. Hilma Santos

M.Sc. Fernanda Regueira

M.Sc. researcher

Evandro Henriques

Lorenna Andrade

Lorena Braz

Eddy Souza

Pablo Bezerra

Celso Hartkopt

Luiz Valdo

Plácido Fernandes

João Victor



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

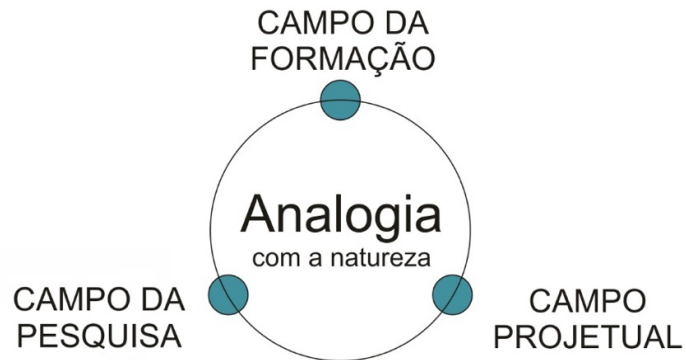
O atual LabBIODESIGN/UFPE - Laboratório do Biodesign nasceu em 1998 através de recursos e financiamento de bolsas do CNPq e FACEPE. É resultado das pesquisas em Biônica, Materiais e artefatos bioinspirados do professor Ph.D. Amilton Arruda, com titulação de mestrado e doutorado na Itália, respectivamente no CRIED e Politécnico de Milão. Desde sua criação tem sido seu coordenador.

Localizado no Centro de Artes e Comunicação da UFPE, ao longo dos anos este laboratório tem aplicado a metodologia de biônica que resultou em diversos trabalhos dentro das disciplinas ministradas para a graduação e pós-graduação do Departamento de Design da mesma instituição, colaborando para disseminar as técnicas de estudo das estruturas naturais referências para projetos de Design.

No ***Campo da Formação***, modalidade do processo de ensino, a didática de pesquisa deve respeitar o caráter natural de como a natureza se comporta em toda a sua evolução e dinâmica. Este sentido de experimentação se dá de duas modalidades:

1. Básico: Disciplina que tem objetivo de estimular a experimentação; introduzir conceitos básicos da natureza: (evolução, adaptação, comportamento, composição, dinâmica, energia, máximo e mínimo, espirais, ramificações, fluxo, estruturas, seção áurea, etc.) e ainda, criar uma filosofia, delineando uma linguagem de base que permita e fomenta o discurso do “projeto biônico”.

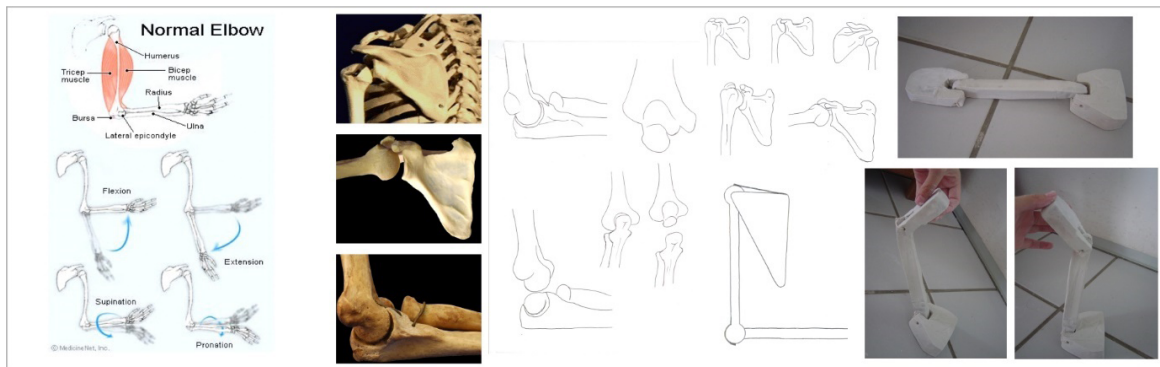
2. Analógico: Experimentação com abstração geométrica da estrutura natural investigada; análise funcional e geométrica da natureza e seus elementos. Representação de modelos tridimensionais de determinado comportamento da natureza e interpretação e tradução da forma nos modelos analógicos que se identificou na estrutura analisada.



Prof. Amilton (2002), após regresso de seu doutoramento posicionou o LabBiodesign no estudo da Biônica através de três Campos: **Formação, Pesquisa e Projetual.**

Os três Campos de atuação da Análise da estrutura natural proposta pelo professor Amilton. (Fonte: ARRUDA, 2002)





Estudo Geométrico 1 - articulação do ombro e do cotovelo:

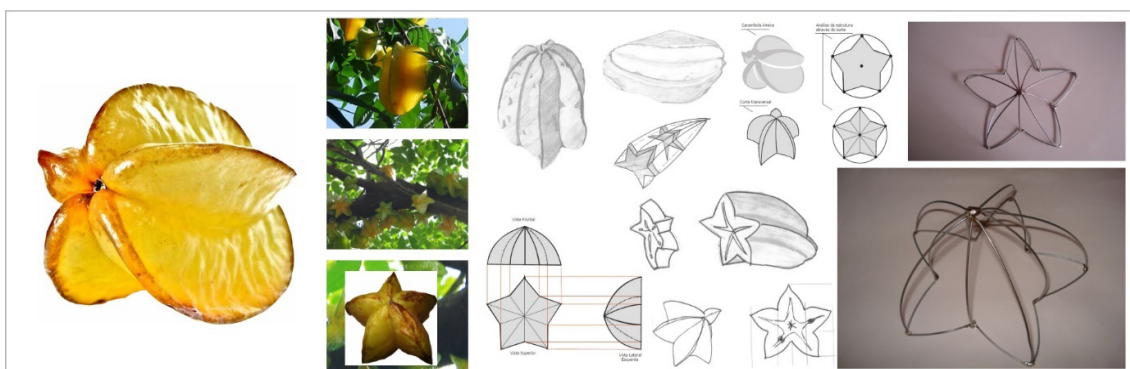
O modelo foi construído representando a interpretação da amplitude do movimento das articulações do ombro e do cotovelo. o modelo analógico possui uma representação para demonstrar a rotação de menor e maior amplitude, similar à do cotovelo, se movendo até 180°; e com maior amplitude de rotação, similar à do ombro, pode girar quase 360°.

Estudo da articulação do ombro e do cotovelo por Juliana Chalegre em 2006.1. (Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2006)

Estudo Geométrico 2 - Carambola:

Ao efetuar um corte transversal na fruta, a forma de estrela pode ser percebida na base. Os cinco vértices dessa estrela, por sua vez, convergem em um único ponto, base para interpretação do modelo estrutural executado.

Estudo da interpretação da Carambola por Marília Gondim em 2006.2.(Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2006)





Estudo do Abacaxi
por Natália
Barbosa e Tamyres
Siqueira em 2010.
(Fonte: Banco
de imagens do
Laboratório de
BIODESIGN, 2010)

Estudo Geométrico 3 - Abacaxi:

O foco foi na estrutura da coroa representada pelas camadas sobrepostas das folhas. Para a construção do modelo foram destacadas estas camadas através de uma síntese geométrica, o que torna possível a criação de várias estruturas baseadas no mesmo princípio.

Estudo Geométrico 4 - Alho:

Uma das características observadas no alho é a disposição dos dentes no bulbo. As formas como eles se encaixam e se destacam do talo central representou a síntese do modelo proposto.

Estudo da interpretação do Alho
por Aline Moraes
e Lucas Ayres
em 2007. (Fonte:
Banco de imagens
do Laboratório de
BIODESIGN, 2007)

Estudo Geométrico 5 - Carangueijo:

Este modelo levou em consideração a pata do carangueijo em relação ao ângulo de amplitude que a mesma pode atingir sem oferecer dano ao animal, foi adotada também a relação de tamanho entre a primeira e a segunda parte, modificando o formato da terceira peça com uma base plana, própria para o apoio.





Já no ***Campo da Pesquisa***, leva em consideração um grupo interdisciplinar, fazendo parte da indagação biônica o componente biológico e a engenharia, trazendo uma característica mais de inovação. Compreende o desenvolvimento da pesquisa no sentido que parte de um argumento ou temática de caráter geral ou específico para chegar num **modelo interpretativo** em vários aspectos, como por exemplo, estrutural, material, funcional, dentre outros.

Estudo da interpretação do Caranguejo por Emmanuel Gomes em 2007. (Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2007)

Este modelo não necessariamente resultará num produto aplicado ou projeto acabado, pois tem maior caráter de estudo, onde o resultado possivelmente não corresponderá com a expectativa do setor produtivo. O campo de pesquisa também pode ser dividido em 2 partes:

Pesquisa de Base:

- Pesquisa teórica preocupada com aspectos, tais como: adaptação, forma, função, locomoção, dinâmica, geometria, ciclos da natureza, etc.;
- Pesquisas com caráter bibliográfico de projetos ou pesquisa, artigos, monografias, dissertações ou teses com referência na natureza;
- Pesquisas para construção de banco de dados com diversos temas tais como sistema de locomoção, sistema de articulações, membranas, embalagens, componentes estruturais na natureza, etc.;
- Pesquisas com caráter geométrico-morfológico com a finalidade de entender a resistência da sua estrutura ou forma;
- Pesquisas para utilização de metodologias adaptáveis ao estudo das estruturas naturais.

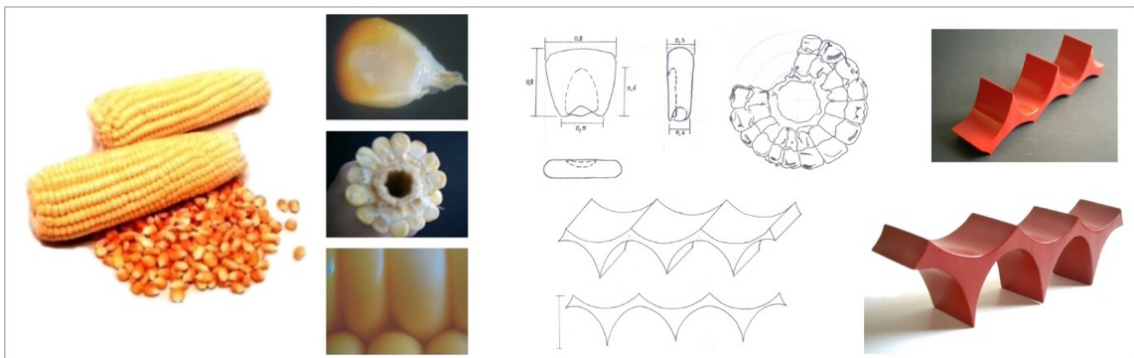
Pesquisa Aplicada:

- Desenvolvimento de pesquisa completa delineada para aplicação no campo projetual;
- Elaboração, verificação e experimentação de modelos ou protótipos biônicos;

- Identificação de hipóteses de projeto com base no resultado das pesquisas e das abstrações geométricas dos modelos biônicos;
- Pesquisas específicas do design dos materiais naturais;
- Análise e compreensão dos elementos naturais, seus aspectos e derivados (mecanismos, estrutura funcional, materiais, etc.).

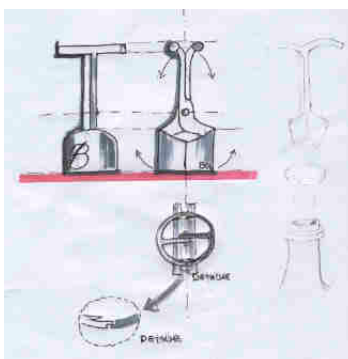
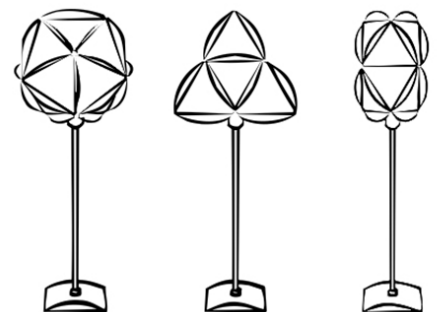
Modelo Analógico 1 - Milho

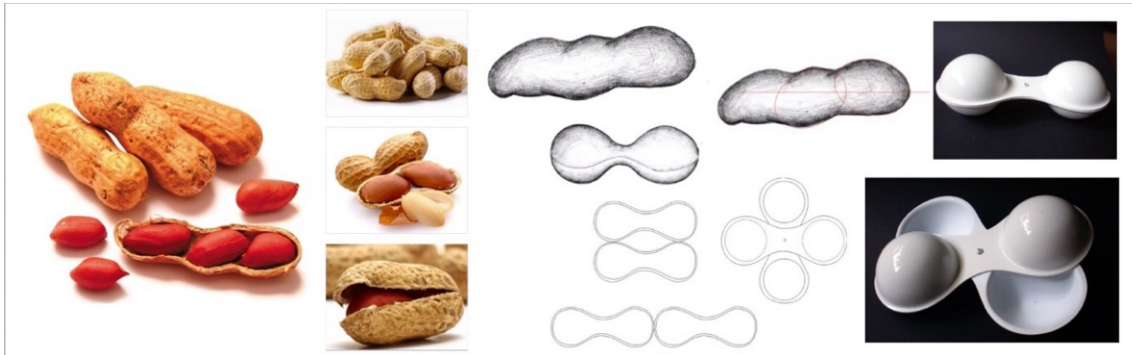
Neste exemplo o encaixe formado pelas junções dos grãos de milho facilita a acomodação entre eles e proporciona uma melhor fixação. A partir desta forma foi feita uma síntese para criação do modelo.



Estudo da interpretação do milho
por Lucas Andrade em 2006.2.
(Fonte: Banco de imagens do
Laboratório de BIODESIGN, 2006)

Projetos de Biodesign aplicados a
segmentos de mercado e empre-
sas. (Fonte: Banco de imagens do
Laboratório de BIODESIGN)





Modelo Analógico 2 - Amendoim

A característica analisada destacou a parte bipartida da casca onde o seu modelo evidenciou o seu potencial natural de embalagem, aqui representada por uma síntese geométrica de 2 hemisférios com eixo giratório.

Estudo da interpretação do amendoim por Alinne Torres e Soraya Holder em 2010. (Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2010)

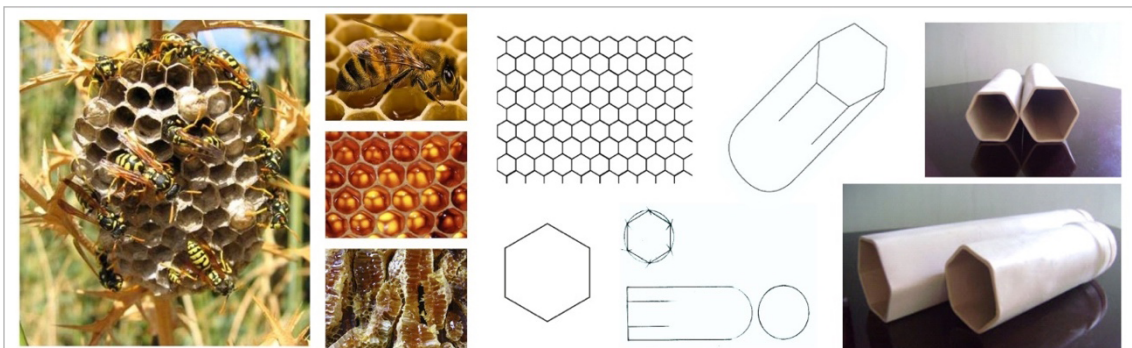
Modelo Analógico 3 - Colmeia

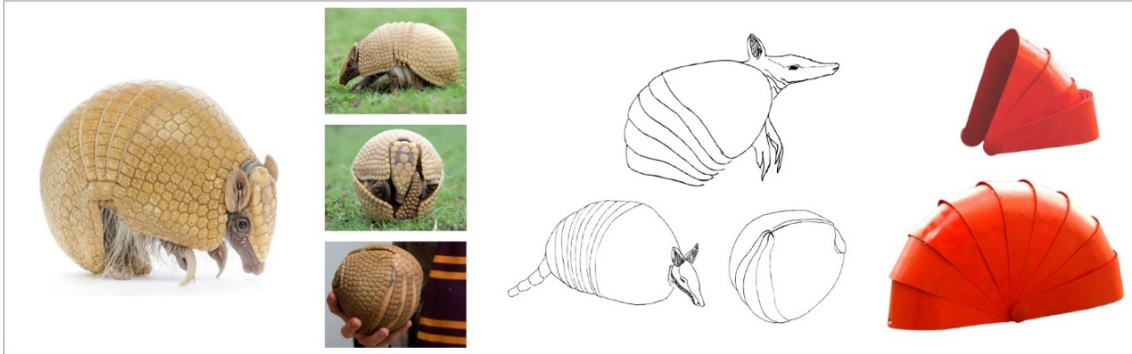
O aluno observa a malha externa hexagonal, atentando para a característica de cada cavidade em que na sua base começa cilíndrica e termina na tradicional forma hexagonal, sintetizando seu modelo através de um módulo construído em PVC com as mesmas características.

Estudo da interpretação da Colmeia por Bruno Martins em 2007. (Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2007)

Modelo Analógico 4 - Tatu Bola

A característica mais marcante do Tatu Bola é a capacidade de se enrolar em torno de si mesmo neste aspecto esférico, por isto foi feita a geometrização da forma e criado um modelo síntese deste mecanismo do movimento.





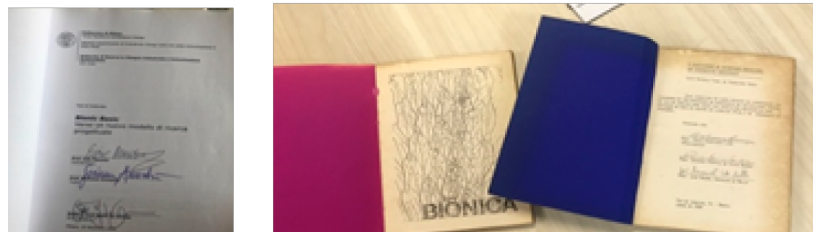
Estudo da interpretação do Tatu Bola por Pedro Santana em 2010.

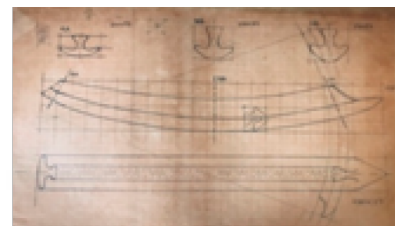
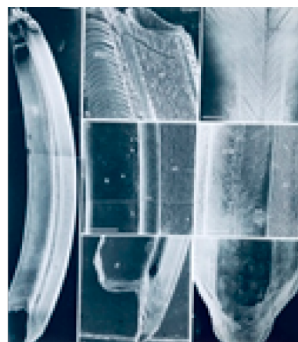
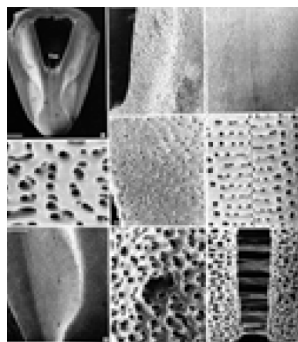
(Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2010)



Varias pesquisas e publicações de caráter científico usado nos experimentos do Biodesign

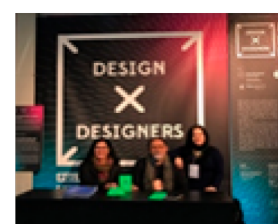
(Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN)





Pesquisa de caráter aplicado.
Morfologia do Ouriço-do-mar. Tese mestrado. Prof.
Amilton Arruda CRIED 1992
(Fonte: Banco de imagens do
Laboratório de BIODESIGN)

Eventos e atividades didático-científica
com presença dos investigadores do
LabBiodesign. (Fonte: Banco de ima-
gens do Laboratório de BIODESIGN)



Modelo Analógico 5 – Alpinia

2015.2

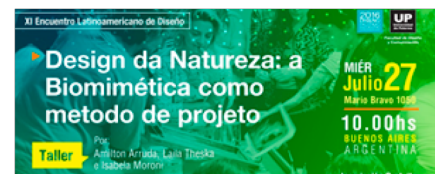
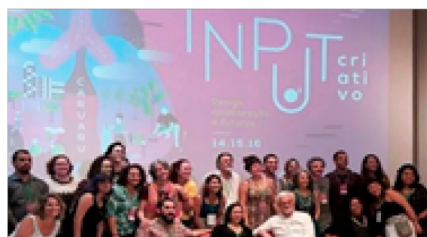
Curso de Design UFPE
Biomimética
Prof.: Amilton Arruda
Higor Viana & Jean Carlo



Estudo da Alpinia por Higor Viana e Jean Carlo em 2015.
(Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN, 2015)



Programas de intercâmbio e visitas a centros internacionais com presença dos investigadores do LabBiodesign.
(Fonte: Banco de imagens do Laboratório de BIODESIGN)

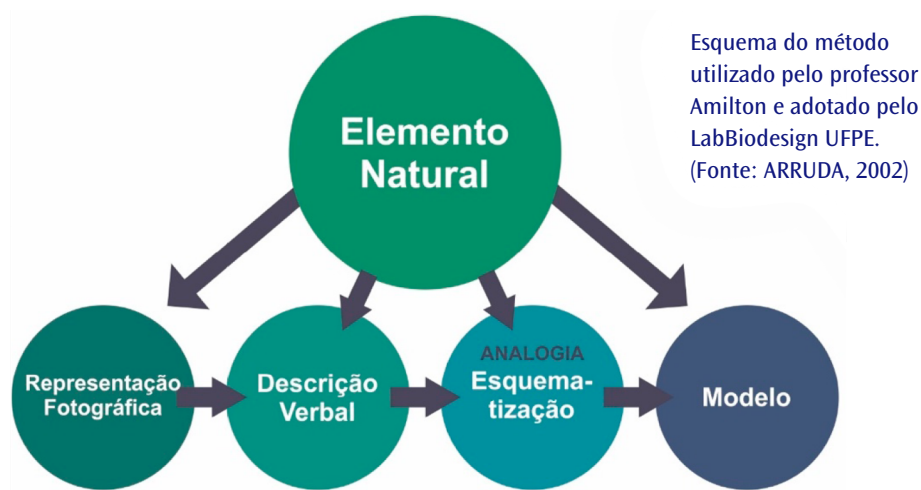


E por fim, o ***Campo Projetual***, a gestão do discurso biônico aqui é mais complexa, pois existem outras informações para atender a estratégias projetuais já definidas através dessa tradução das informações adquiridas na pesquisa biônica. E levando em consideração esta complexidade, este Campo é dividido em 3 hipóteses de intervenção:

1. **Como Linguagem:** O projeto se desenvolve considerando a experiência do projetista que traz uma temática centrada em referências da natureza, que é diferente dos métodos tradicionais, criando-se uma modalidade própria de projeto, onde o projetista possa intuir uma aplicação prática para os modelos naturais estudados.
2. **Como Instrumento:** O Projetista usa o banco de dados das pesquisas em biônica para se motivar e se inspirar em suas criações, buscando orientação, considerações e referências nas informações de caráter estrutural, configuracional, simbólico, estético, filosófico, semântico dessas interpretações da natureza; ex: velcro?
3. **Como hipótese de Projeto:** Através da pesquisa das estruturas naturais, se desenvolve um conceito, dele um modelo biônico e deste o projeto biônico, através dos métodos tradicionais de design, como a de Bruno Munari, por exemplo. É importante observar que desse modelo biônico, podem ser gerados diversas hipóteses de projeto.

Para as atividades do LabBiodesign, a pesquisa biônica possui caráter sistemático que utiliza a analogia para traduzir os princípios encontrados na natureza, os quais poderão ser aplicados posteriormente na solução de um problema projetual.

Sobre o Método de Pesquisa das Estruturas Naturais que aplicamos internamente no Biodesign sob uma ótica mais acadêmica, identificamos que a configuração de um objeto, vivo ou não, pode ser de alguma forma *descrita*, e apresentamos algumas técnicas para essa descrição e compreensão da forma através dos seguintes passos: **Representação Fotográfica, Descrição Verbal, Esquematização (desenhos) e Modelos.**



- **Representação Fotográfica:** Esta técnica revela uma riqueza de detalhes, que torna incontestável o alto nível de fidelidade de descrição de qualquer estrutura. Hoje existem diversos meios de utilização desta técnica, seja por fotografias digitais com câmeras de altas resoluções ou até, numa análise mais acadêmica e menos criteriosa, através de câmeras de celular. Existem ainda as que se utilizam de uma série de fontes de luz tais como, raio-X, ultravioleta ou infravermelhos. Há ainda métodos mais avançados de microscopia eletrônica e de varredura, que cada vez mais proporcionam descobertas de características morfológicas que revelam detalhes de estruturas internas dos elementos naturais à níveis cada vez menores, como o recente microscópio que usa feixe de elétrons no Japão, capaz de obter imagens a nível atômico. Através da capacidade de ampliações de imagens e das fotografias digitais com seus softwares de computadores mais velozes, se têm revelado e facilitado o entendimento e a descrição pormenorizada de estruturas. Para o estudo, deve-se tirar as fotografias, ou conseguí-las através de outros meios (internet), servindo para revelar o todo, secções, detalhes, partes, componentes, e demais aspectos do elemento analisado, que sejam do interesse do pesquisador.
- **Descrição Verbal:** Em seguida, se procura investigar informações referentes ao elemento analisado, sejam detalhes técnicos, científicos (taxonomia, etc.), históricos, curiosos, assim como descrever os detalhes observados nas fotografias, até que se possa resumir e extrair as características essenciais da forma estudada. O que se pressupõe que pesquisar sobre o contexto da estrutura natural deve colaborar para um entendimento com mais níveis de referências sobre o mesmo, resultando em maiores possibilidades criativas de representações, e ainda, representações mais coerentes. Descrever o contexto desta estrutura natural e o que se observa dele em seu ambiente real dinâmico, amplia a quantidade de dados, pois se pode verificar aspectos como ciclo de vida, movimentos, materiais, crescimento, variação de cores e tamanhos, funções, interações com outros elementos, organismos ou componentes, etc. Nem sempre é possível colher estes dados por imersão, mas a experiência amplia a qualidade das informações sobre as estruturas pesquisadas.
- **Esquematisação:** Através de desenhos que podem apresentar-se como descrições mais fidedignas dos elementos reais estudados (desenhos de observação) e posteriormente, como sínteses ou abstrações geométricas destes. Tais esquemas também podem se ater a destacar características ou princípios específicos destes elementos, enfatizando detalhes ou outro aspecto qualquer de interesse do pesquisador que se tenha coerência com a origem do elemento analisado.
- **Modelo,** por fim, encerra com a execução de um modelo tridimensional que sintetiza o esquema realizado. Pode ser feito de qualquer material, dependendo da função e intenção desejada, e para tanto, há necessidade de conhecimento prévio de técnicas de modelagem. Como a utilização de softwares ampliam e facilitam a visualização do modelo, este também pode ser feito de maneira virtual, além do modelo físico.

As próximas figuras apresentam de forma resumida alguns dos trabalhos desenvolvidos por alunos de graduação para disciplinas vinculadas ao laboratório do Biodesign. Nas versões originais eram apresentados em forma de slides com pranchas da pesquisa, sintetizados através de banners e que por fim, era configurado um modelo físico como síntese da pesquisa. São eles:

Trabalhos dos alunos Curso de Design UFPE 2015.2.

Banners apresentados em exposição no Centro de Artes de Comunicação da UFPE em 2015, com os trabalhos dos alunos para o encerramento da disciplina de Biomimética.

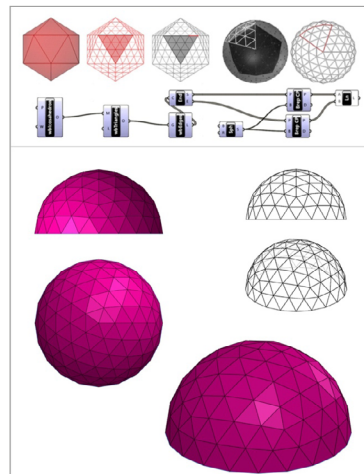


A Geodésicas como estratégia de Biodesign

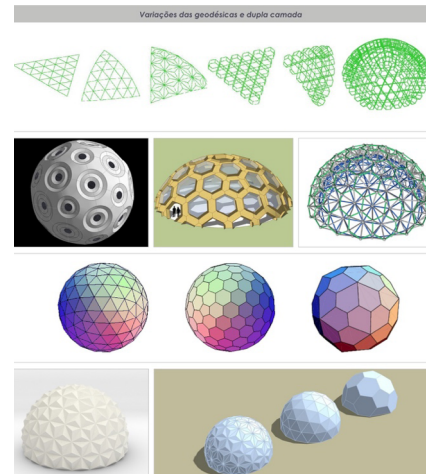
Dissertação de Mestrado de Theska Laila de Freitas Soares – 2016.

Desenvolvimento de modelos baseados na configuração geodésica utilizando ferramenta CAD para modelagem 3D. o *Grasshopper*, como interface de programação visual para a criação de formas no software de modelagem tridimensional *Rhino3D*, Pesquisa realizada em parceria com Laboratório do Departamento de Expressão Gráfica da UFPE, através do professor Pedro Alêssio, doutor pelo (CNAM-França), colaborando com a modelagem no Grasshopper e a impressão dos modelos tridimensionais.

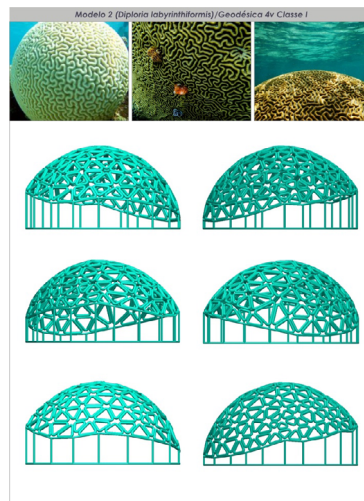
À esquerda, script da criação da geodésica derivada do icosaedro pelo Weavebird no *Grasshopper*. (Fonte: Elaborado pela autora)



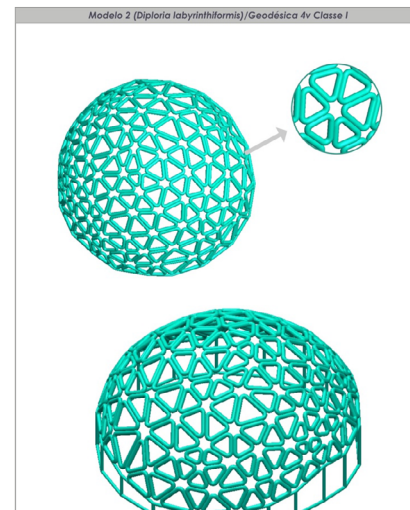
À direita, diferentes padrões de geodésicas por modificação ou rearranjo do triângulo principal e exemplo de camada dupla. (Fonte: Elaborado pela autora, do banco de imagens do Laboratório do Biodesign)

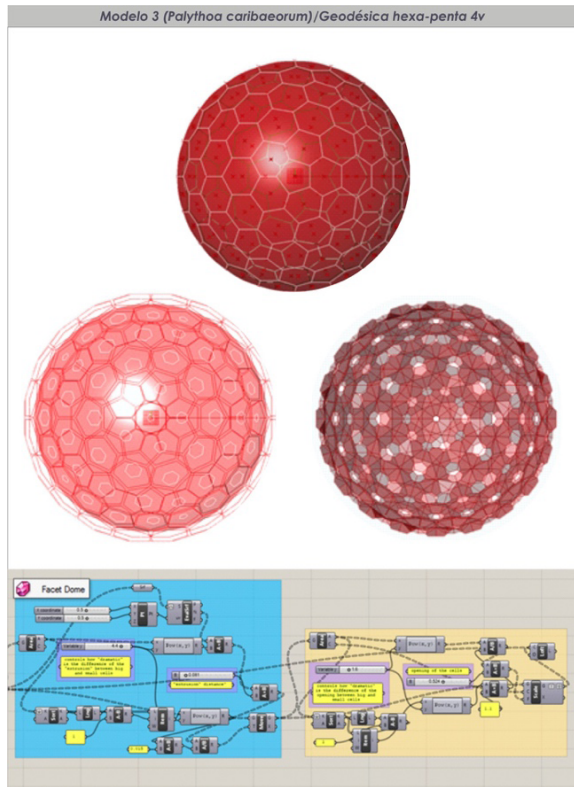


À esquerda, referência natural (*Diploria labyrinthiformis*), vistas do modelo 2. (Fonte: Elaborado pela autora)

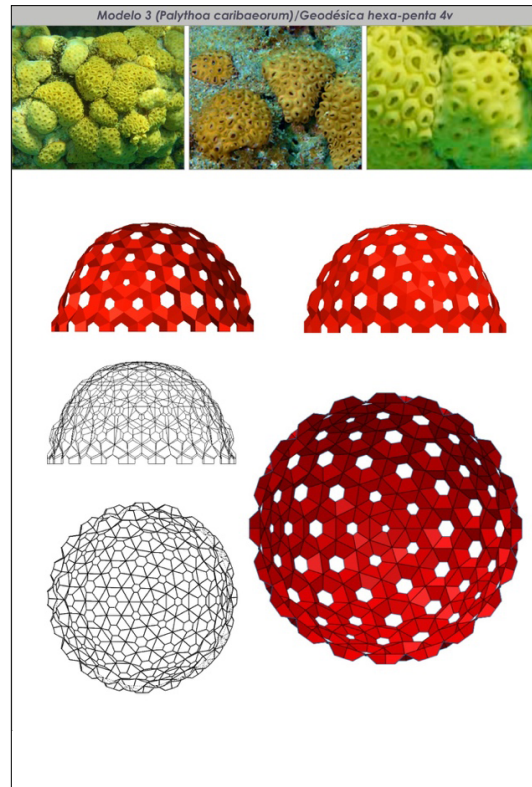


À direita, vistas superior, isométrica e detalhe do modelo 2. (Fonte: Elaborado pela autora)





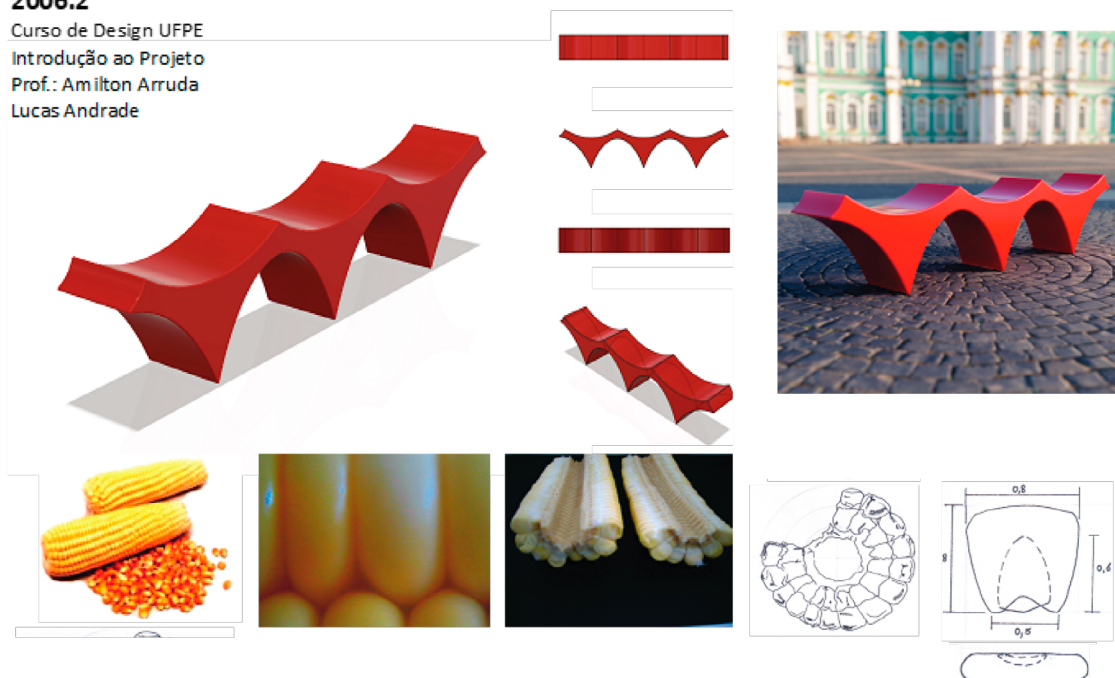
Script da criação do modelo 3 no Grasshopper.
(Fonte: Elaborado pela autora)



Referência natural (*Palythoa caribaeorum*), vistas do modelo 3. (Fonte: Elaborado pela autora)

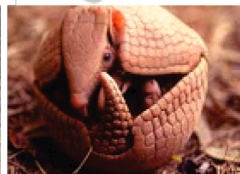
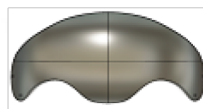
2006.2

Curso de Design UFPE
Introdução ao Projeto
Prof.: Amilton Arruda
Lucas Andrade

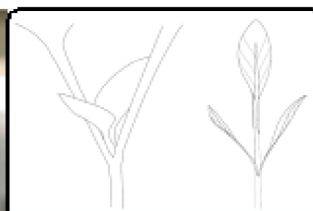
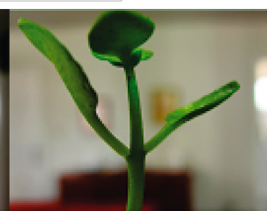
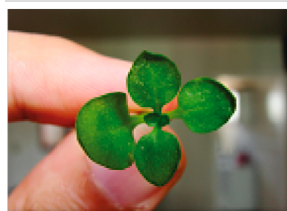
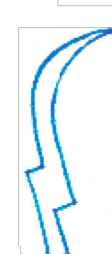
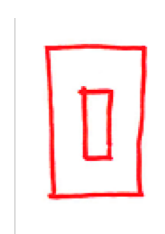
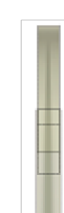
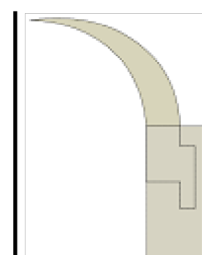
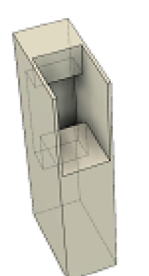
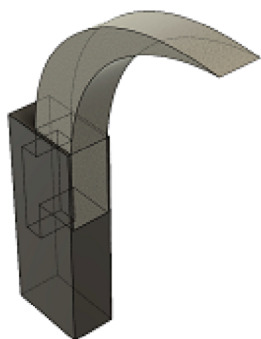


2010.2

Curso de Design UFPE
Introdução ao Projeto
Prof.: Amilton Arruda
Pedro Henrique S. Silva

**2010.2**

Curso de Design UFPE
Introdução ao projeto
Prof.: Amilton Arruda
Breno Chamie/Tomaz Alencar



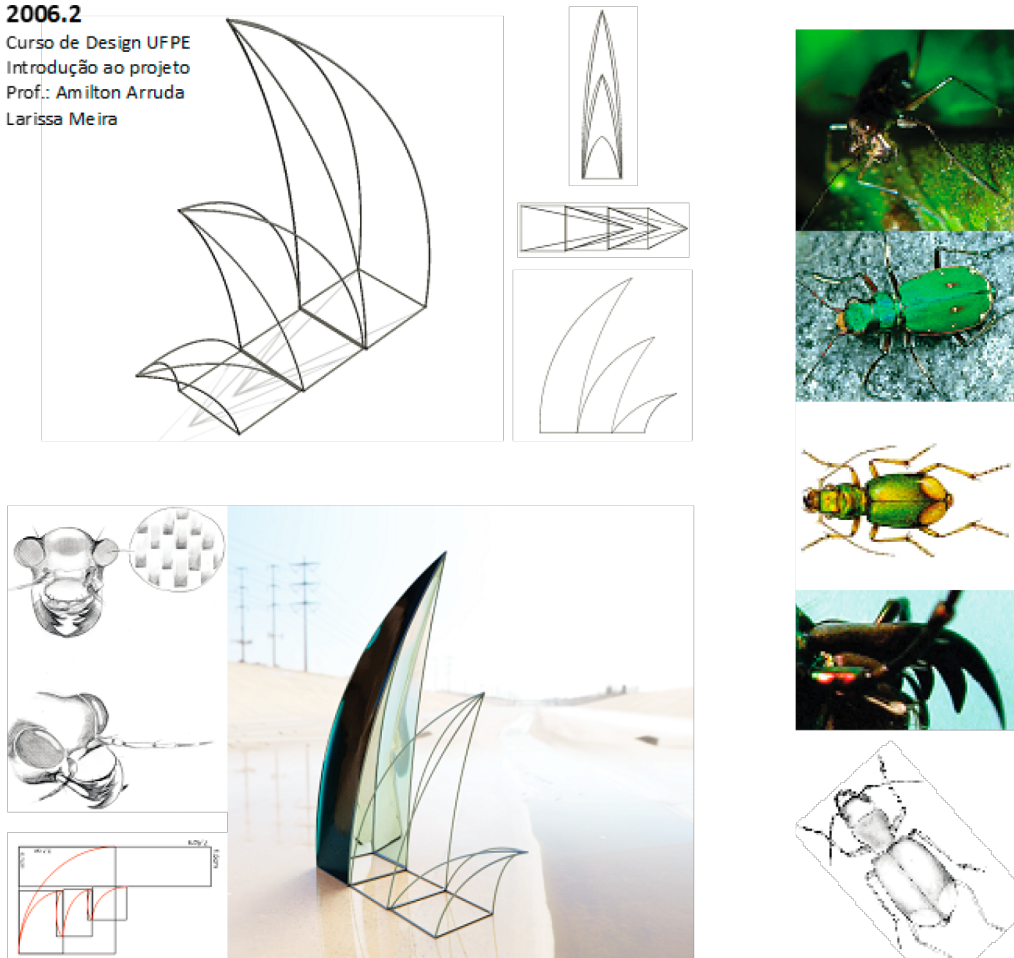
2010.2

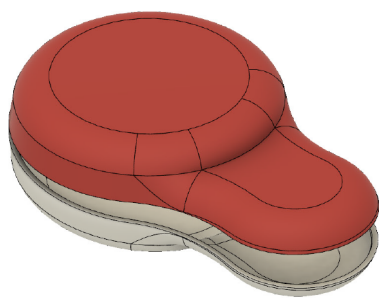
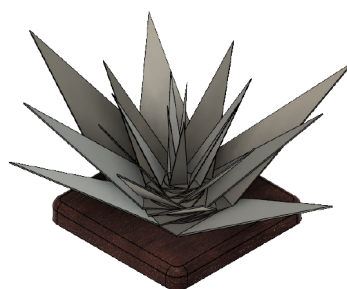
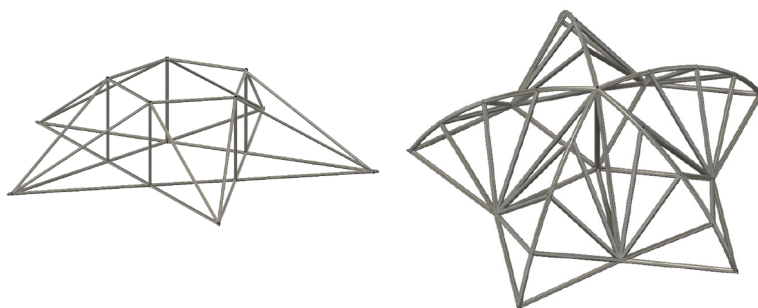
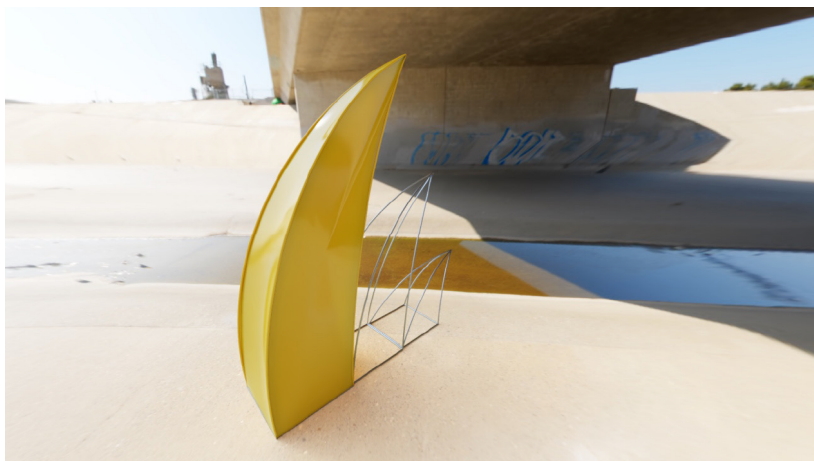
Curso de Design UFPE
Introdução ao Projeto
Prof.: Amilton Arruda
Maria A. Torres / Soraya Holder



2006.2

Curso de Design UFPE
Introdução ao projeto
Prof.: Amilton Arruda
Larissa Meira





Case Estratégia e Leveza do Agave

Investigador: Rodrigo Araújo

Esta investigação que iniciou no mestrado em design, tem continuidade atual no doutorado em andamento, envolve biologia, design biomimético, fabricação digital e impressão 3D. Tem como objeto de estudo o elemento natural Agave e suas estratégias de leveza e resistência, com o objetivo de compreender porque o pendão flora da planta é leve e resistente, e explorar a emulação destas estratégias no desenvolvimento de uma prancha de surf bioinspirada, como pode ser verificado nas etapas de projeto ilustradas pelas imagens da pesquisa. A abordagem metodológica “Biomimicry Design Thinking” do Biomimicry Institute 3.8, conduz a investigação à natureza, tendo-a como princípio e inspiração para soluções de design.

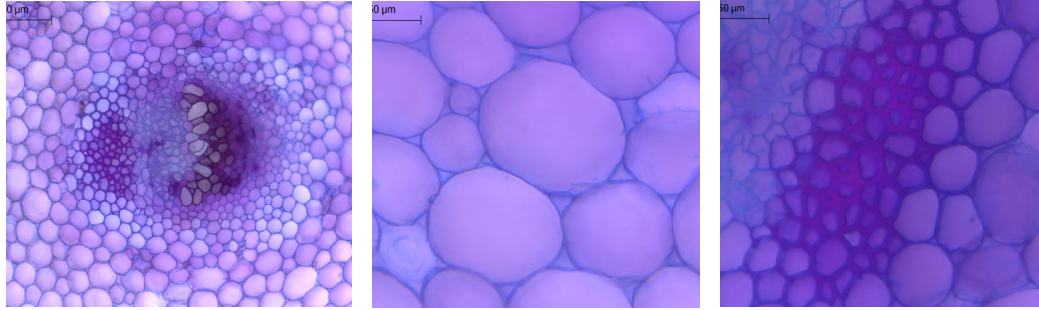
Em parceria com o LAVeg Laboratório de Anatomia Vegetal - UFPE e o LIKA - Laboratório de Imunopatologia Keiko Assami - UFPE foram realizados procedimentos de microscopia óptica e eletrônica de varredura (MEV), onde tivemos o auxílio da professora Dra. Emília Arruda para análises das imagens de Agave e identificação de suas estratégias naturais, que são funções proporcionadas pelo padrão estrutural das paredes das células vegetais e suas propriedades materiais.

O padrão estrutural na forma de um voronoi foi identificado e explorado como modelo biomimético para aplicação em artefatos que requerem estruturas leves e resistentes. Verificou-se que, quando um conjunto de células tem maior densidade apresenta maior resistência, enquanto um conjunto de células com menor densidade, tem mais leveza e flexibilidade. O padrão de voronoi pode ser adaptado e aplicado em uma ampla gama de artefatos através do design paramétrico, manipulado em um plug-in do Rhinoceros, chamado Grasshopper. Esta fase teve o auxílio do arquiteto especialista em fabricação digital, Paulo Carvalho.

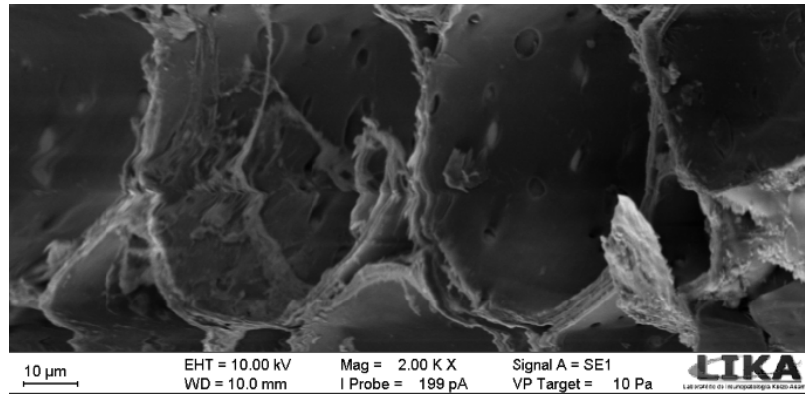
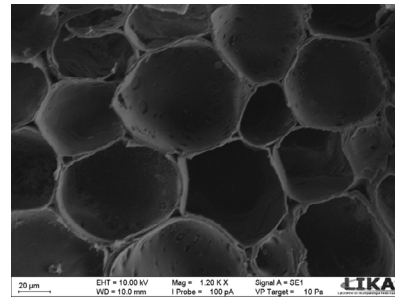
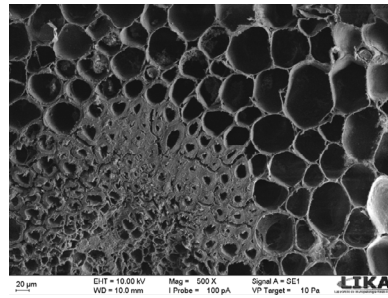
A pesquisa também tem o apoio do Laboratório de Desenvolvimento de Produto e Serviços da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP, coordenado pelo professor PhD. Jorge Lino Alves. Onde atualmente realizamos experimentações de estruturas na forma de voronoi com materiais biodegradáveis e fibras naturais de Agave como experimentação material. Dimensões inseparáveis do design bioinspirado, resultando em artefatos ecológicos desde o início.



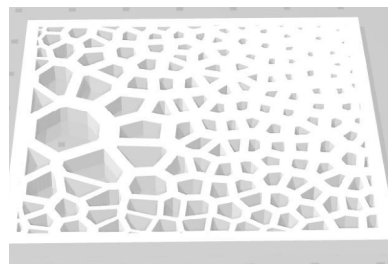
Elementos natural -
Agave sisalana



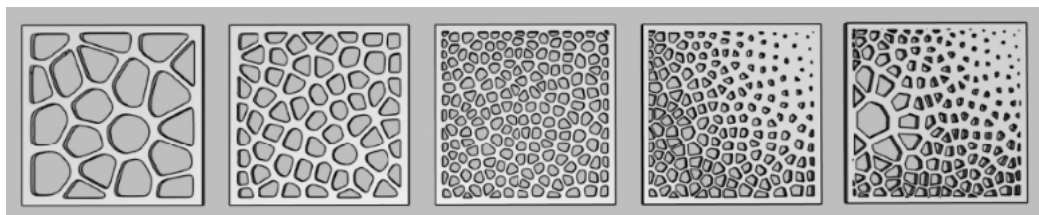
Microscopias
ópticas de tecido
vegetal de Agave

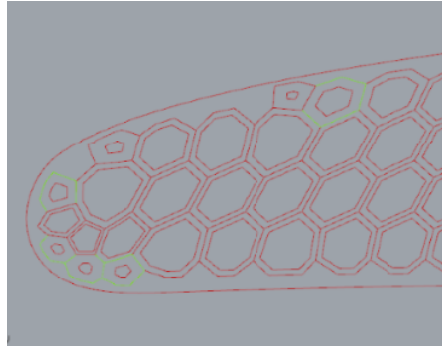
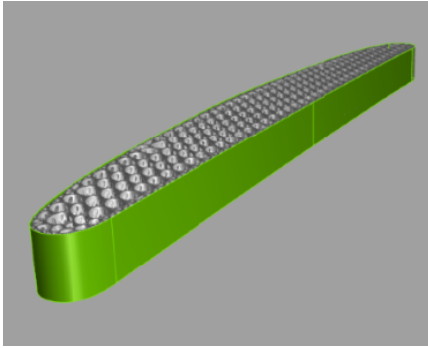
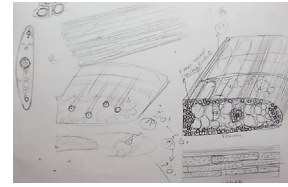
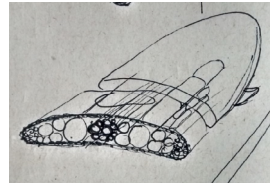
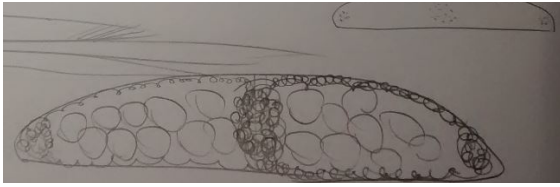


Microscopias
Eletrônica de
Varredura (MEV)

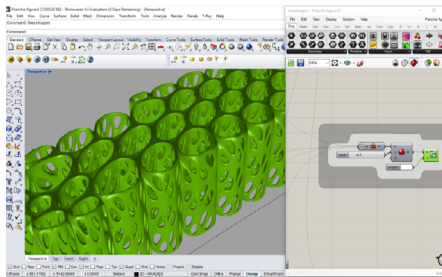
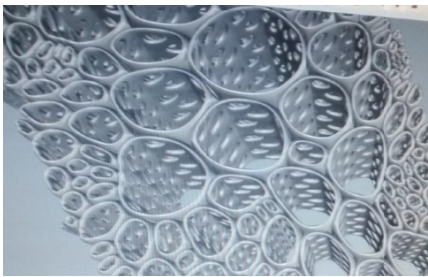


Modelo
biomimético
da emulação do
voronoi de Agave.

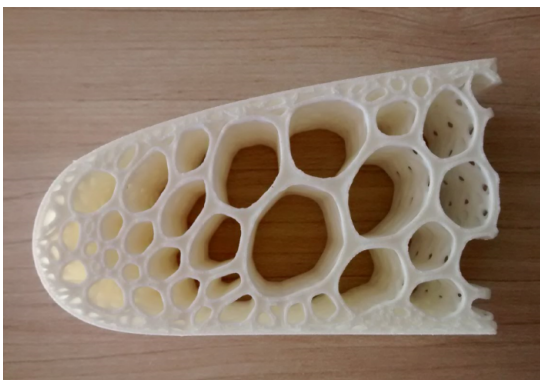
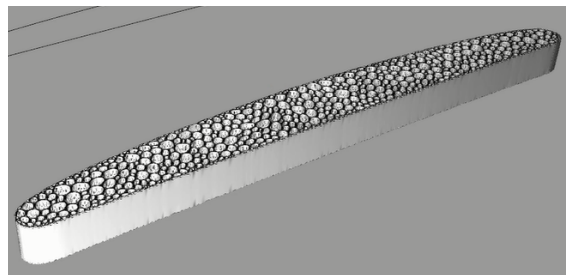
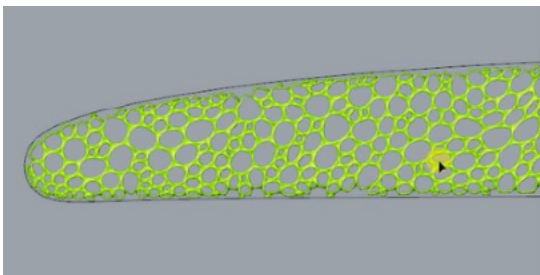




Processo de abstração e aplicação em artefato (surfboard)



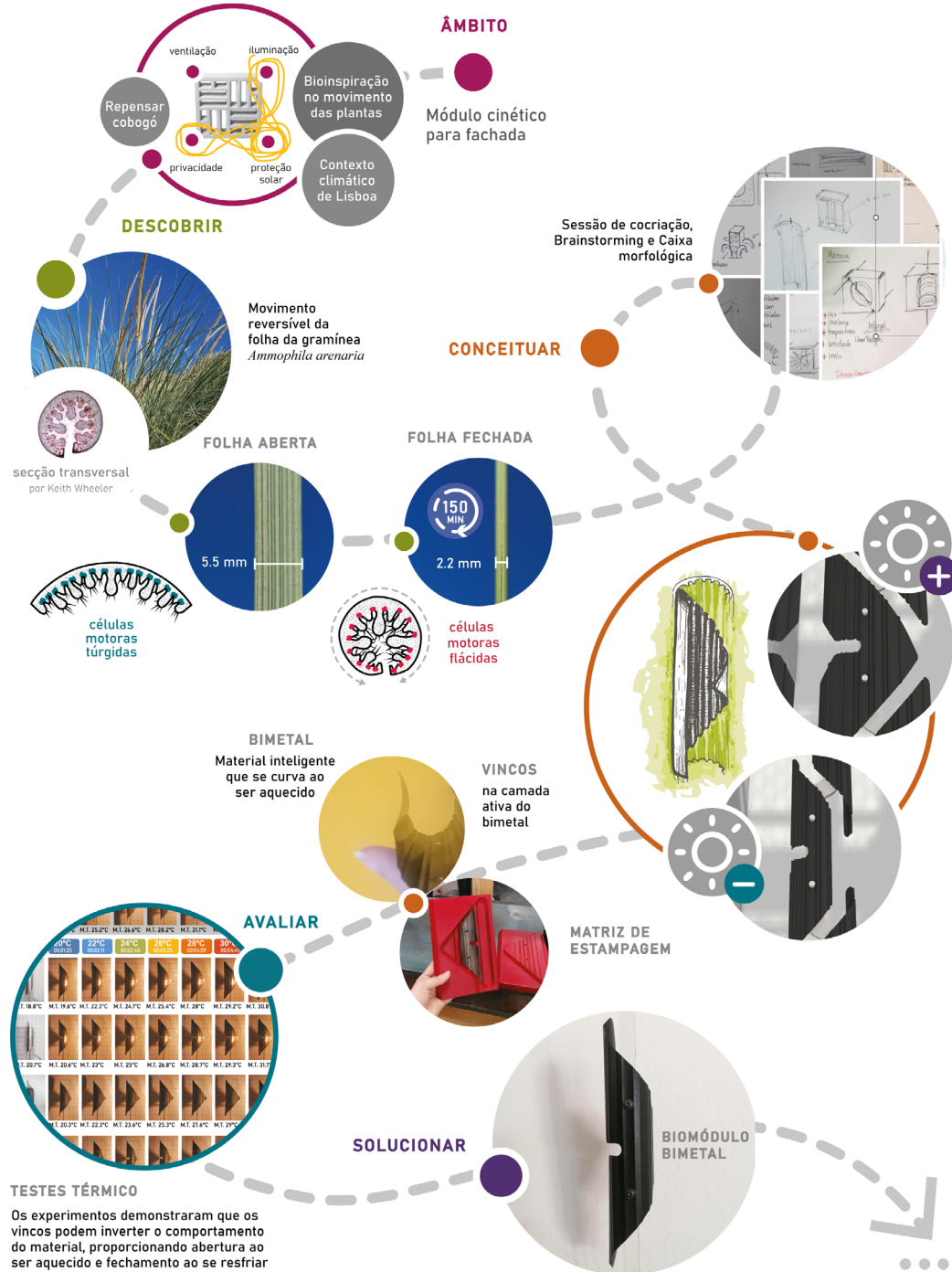
Design paramétrico utilizando Grasshopper



Impressão 3D da estrutura aplicada em artefato bioinspirado.

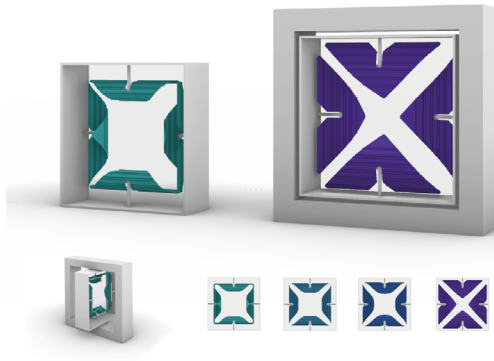
Doutorado em Design - Universidade de Lisboa
Cotutela em Design - Universidade Federal de Pernambuco
Discente: Tarciana Andrade
Orientadores: Prof. José Beirão
Prof. Amilton Arruda

BIOMÓDULO BIMETAL



CONCEITO DE COBOGÓ
COM BIOMÓDULOS BIMETAIS

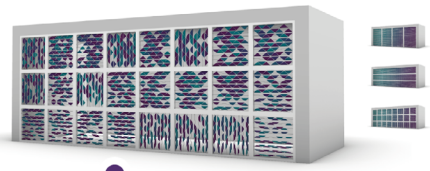
Rotação em até 90° de estrutura de fixação dos biomódulos bimetais permite ventilação



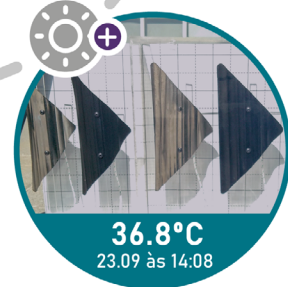
CONJUNTO DE
BIOMÓDULOS



TESTE DE RADIAÇÃO
no Equinócio de Outono.
O comportamento dos
biomódulos foi posterior-
mente integrado ao
algoritmo de simulação



ESTUDO A PARTIR DO
ALGORITMO PARAMÉTRICO
para fachadas planas e
superfícies orgânicas



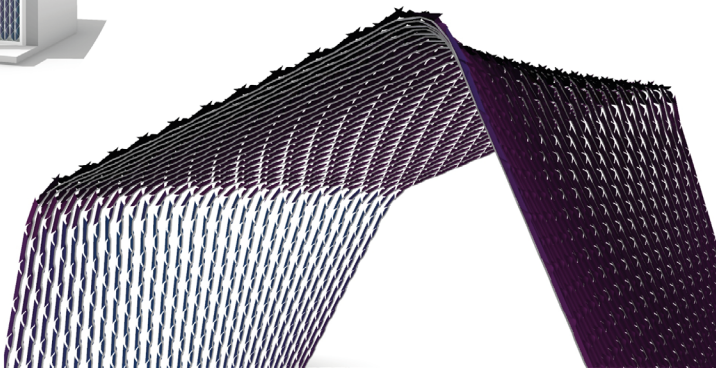
ESTUDO A PARTIR DO
ALGORITMO DE
SIMULAÇÃO



23.09
16:00 às 17:00 hs

Simulação do Equinócio
de Outono na Faculdade de Arquitetura
da Universidade de Lisboa

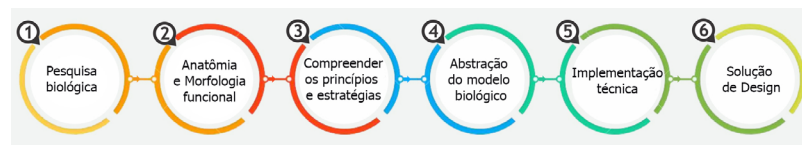
- RADIAÇÃO SOLAR +



Casca de *Citrus sinensis* como gerador de conceito para o desenvolvimento de estruturas bioinspiradas

Esta pesquisa teve como objetivo estudar as disposições naturais celulares, encontradas nas frutas tropicais, para a abstração e prototipação de uma estrutura bioinspirada com propriedades de amortecimento e absorção de impacto. Através do *Biomimicry Institute*. Em que podem ocorrer de forma linear permitindo percorrer as etapas sequencialmente (fig.1). A abordagem definida para esse estudo foi a baseada no método *bottom-up* – procedimento definido em que uma entidade biológica é investigada inicialmente, mapeando suas estratégias e propondo uma solução de projeto baseada no conhecimento de seus princípios biológicos.

Figura 1: Processo de design.



Como método de exploração inicial, a observação da microscopia óptica permitiu observar e identificar os tipos celulares presente no pericarpo, fig.2, e dessa maneira selecionar os frutos. Com auxílio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), utilizando o método da crio-fratura, observou-se a morfologia e anatomia vegetal. As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), fig. 3, foram realizadas, no centro de microscopia eletrônica da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, São Paulo).

Figura 2: Pericarpo da *Citrus sinensis*.

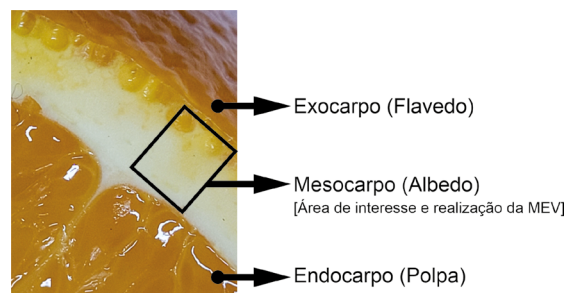


Figura 3: MEV– Exocarpo e mesocarpo da *Citrus*.
Fonte: Autores em colaboração com ESALQ.

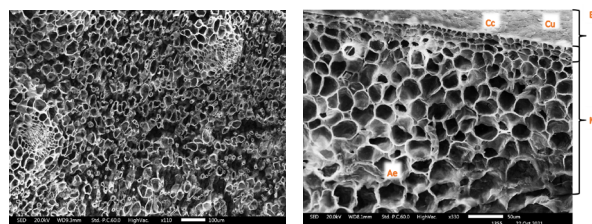




Figura 4:
(a) XT H 225 ST.
(b) Preparação da amostra para escaneamento Fonte: Autores

O uso da Microtomografia computadorizada (Micro-CT), fig.4, para a observação estrutural por meio não invasivo, a análise de materiais e a reconstrução tridimensional, evidenciou a conformação celular tridimensional e tornou possível a abstração da estrutural natural. Como resultado, esse estudo traz a prototipação em 3D de uma estrutura natural bioinspirada com propriedades visíveis de amortecimento e compactação.

Com a determinação de superfície foi possível separar as áreas de interesses (surface determination), conforme a fig.5ab, em que o software realiza uma separação de materiais por meio algorítmico e gera uma malha tridimensional de superfície (surface mesh). Após a criação da *mesh*, foi possível exportar para formatos de leitura de softwares de modelagem poligonal como o 3ds Max e fusion 360. Por intermédio da impressão 3D em resina flexível, com a impressora Creality Ld 002h, obteve-se a prototipação rápida da estrutura bioinspirada, Fig. 6, abstraída do albedo da laranja que corresponde a Fase 05 (Implementação técnica).

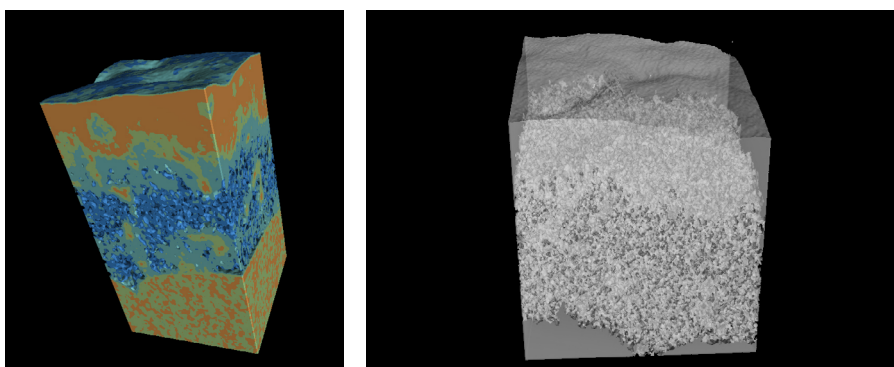


Figura 5:
(a) Seleção da mesh da área de interesse. (b) Análise dos materiais. Fonte: autores.



Fig.6: Impressão em resina flexível da estrutura bioinspirada.

Doutorado em Design - UFPE
Discente: Antônio Roberto M. de Oliveira
Orientador: Prof. Amilton José de Arruda - PPGDesign UFPE
Coorientadora: Carla Langella - Università degli Studi di Napoli Federico II

FRAMEWORK Biomortizzatore

