

# O futuro sustentável das cidades

abordagens múltiplas

*Organização:  
Marta Romero*



<b>Reitora</b>	<i>Márcia Abrahão Moura</i>
<b>Vice-Reitor</b>	<i>Henrique Huelva Unternbäumen</i>
<b>Decana de Pesquisa e Inovação</b>	<i>Maria Emília Machado Telles Walter</i>
<b>Decano de Pós-Graduação</b>	<i>Lúcio Remuzat Rennó Junio</i>



<b>Diretor da FAU</b>	<i>Caio Frederico e Silva</i>	<b>Revisores dos Artigos</b>	<i>Daniela Rocha Werneck</i>
<b>Vice Diretora da FAU</b>	<i>Maria Cláudia Candeia de Souza</i>		<i>Gustavo de Luna Sales</i>
<b>Coordenadora de Pós-Graduação</b>	<i>Carolina Pescatori Candido da Silva</i>		<i>Júlia Monteiro Herszenhut</i>
<b>Coordenador do LaSUS</b>	<i>Caio Frederico e Silva</i>		<i>Lucídio Gomes Avelino Filho</i>
<b>Organizadores</b>	<i>Marta Adriana Bustos Romero</i>		<i>María Eugenia Martínez Mansilla</i>
	<i>Caio Frederico e Silva</i>		<i>Paula Lelis Rabelo Albala</i>
	<i>Gustavo de Luna Sales</i>	<b>Capa</b>	<i>Renacha Silva Batista</i>
	<i>Éderson Oliveira Teixeira</i>	<b>Diagramação</b>	<i>André Eiji Sato</i>
	<i>Paula Lelis Rabelo Albala</i>	<b>Revisão Textual</b>	<i>Lucas Correia Aguiar</i>
	<i>Júlia Monteiro Herszenhut</i>		<i>Marcos Eustáquio de Paula Neto</i>
	<i>Valmor Cerqueira Pazos</i>	<b>Conselho Editorial</b>	<i>Erondina Azevedo de Lima</i>
	<i>Rejane Martins Viegas de Oliveira</i>		<i>Teresa Alexandra Gonçalves dos Santos Silva</i>
	<i>Thiago Montenegro Góes</i>		<i>Abner Luis Calixter</i>
<b>Coordenação de Produção</b>	<i>Paula Lelis Rabelo Albala</i>		<i>Eleudo Esteves de Araujo Silva Junior</i>
	<i>Júlia Monteiro Herszenhut</i>		<i>Lenildo Santos da Silva</i>
			<i>Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa</i>

*Textos, imagens, figuras e ilustrações são de responsabilidade dos autores*

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

O Futuro sustentável das cidades [livro eletrônico] : abordagens múltiplas / organização Marta Romero. -- 1. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora Universidade de Brasília, 2024.  
PDF

Vários autores.  
Vários organizadores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-84854-35-2

1. Cidades inteligentes 2. Espaços urbanos  
3. Planejamento urbano 4. Sustentabilidade  
I. Romero, Marta.

24-194870

CDD-307.76

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Cidades inteligentes : Planejamento : Sociologia urbana 307.76

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

# O futuro sustentável das cidades

abordagens múltiplas

## Organização

Marta Romero

Caio Silva

Gustavo Sales

Éderson Teixeira

Paula Albala

Júlia Herszenhut

Valmor Pazos

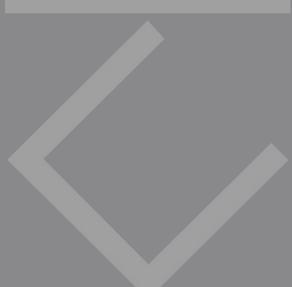
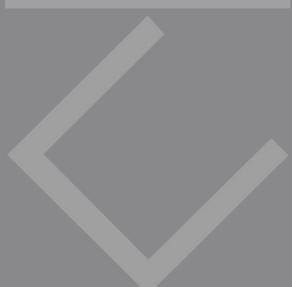
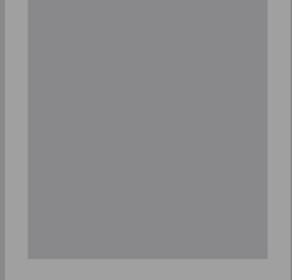
Rejane de Oliveira

Thiago Goés

Brasília, 2024

## **Autores**

Alice Araújo Marques de Sá	José Marcelo Martins Medeiros
Ana Luísa Oliveira da Silva	Julyene Fernandes Alkmim
Andréa dos Santos Moitinho	Karina Artuso Takaki
Andrey Rosenthal Schlee	Liza Maria de Souza Andrade
Bruna Karoline da Silva	Lucídio Gomes Avelino Filho
Ana Carolina Cordeiro Correia Lima	Mariana Lisboa Tanaka
Bruna Pacheco de Campos	Marcelo de Andrade Romero
Caio Frederico e Silva	Marta Adriana Bustos Romero
Caio Monteiro Damasceno	Priscila Mengue
Daniel Richard Sant'Ana	Roberta Consentino Kronka Mülfarth
Eduarda Gazola Aguiar	Rodrigo Studart Corrêa
Gabriela Santana do Vale	Rômulo José da Costa Ribeiro
Gustavo Macedo de Mello Baptista	Sofia Soriano Cochamanidis
João da Costa Pantoja	Thiago Montenegro Góes



# ÍNDICE

# EIXO 1 BIOCLIMATISMO E PROJETO ARQUITETÔNICO *p.17*

---

- 1** *p.18* PSICOLOGIA AMBIENTAL E BIOFILIA PARA ARQUITETURA ESCOLAR: FUNDAMENTOS, CONCEITOS E PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO NAS INSTITUIÇÕES ESCOLARES  
*Sofia Soriano Cochamanidis | Thiago Montenegro Gôes*
- 2** *p.43* LAZER, ACÚSTICA E QUALIDADE AMBIENTAL: CONDICIONAMENTO ACÚSTICO DE UM RESTAURANTE EM REGENTE FEIJÓ/SP  
*Bruna Karoline da Silva | Ana Carolina Cordeiro Correia Lima*
- 3** *p.68* ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO BASEADA EM INSPEÇÃO PREDIAL VIA NORMA HOLANDESA NEN 2767 E NA ABNT NBR 16.747  
*Karina Artuso Takaki | João da Costa Pantoja*
- 4** *p.90* ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS SOBRE O POLO DE EXCELÊNCIA EM BIOMIMÉTICA MARINHA  
*Alice Araújo Marques de Sá | Caio Frederico e Silva*

# EIXO 2 ESPAÇO URBANO E SUSTENTABILIDADE *p.120*

---

- 5** *p.121* CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ESCALA URBANA: COMO OS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO CONSIDERAM A RELAÇÃO ENTRE A MORFOLOGIA URBANA, O CONFORTO TÉRMICO EXTERNO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EMPREENDIMENTOS URBANOS  
*Bruna Pacheco de Campos | Lucídio Gomes Avelino Filho*
- 6** *p.145* PATRIMÔNIO CULTURAL MUNDIAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM OLHAR PARA O BRASIL  
*Priscila Mengue | Andrey Rosenthal Schlee | Caio Frederico e Silva*
- 7** *p.174* O PARQUE MINHOÇÃO COMO UM ELEMENTO INFLUENCIADOR DA ATIVIDADE FÍSICA  
*Mariana Lisboa Tanaka | Marcelo de Andrade Romero*

8

p.203

PLANEJAMENTO DO ECOSISTEMA URBANO DE CAVALCANTE/GO: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS PARA A REVISÃO DO PLANO DIRETOR

*Caio Monteiro Damasceno | Liza Maria de Souza Andrade*

9

p.237

ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE MARÍLIA/SP E SEUS IMPACTOS SOBRE O MEIO NATURAL

*Andréa dos Santos Moitinho | Rômulo José da Costa Ribeiro*

## EIXO 3 A NATUREZA COMO RECURSO DE PROJETO p.261

---

10

p.262

AVALIAÇÃO SAZONAL DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE SUPORTE PELO SEQUESTRO FLORESTAL DE CARBONO EM AMBIENTES URBANOS

*Eduarda Gazola Aguiar | Gustavo Macedo de Mello Baptista*

11

p.283

FITOPATOLOGIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA LEÃO XIII, JANUÁRIA/MG

*Julyene Fernandes Alkmim | Rodrigo Studart Corrêa*

12

p.309

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E INFRAESTRUTURA VERDE EM POLÍTICAS PÚBLICAS PARA DESENVOLVIMENTO URBANO: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

*Ana Luísa Oliveira da Silva | Daniel Richard Sant'Ana*

13

p.337

EM DIREÇÃO A UMA PAISAGEM ECOLÓGICA: JARDIM DE CHUVA COMO UM MEIO DE PRESERVAÇÃO DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

*Gabriela Santana do Vale | José Marcelo Martins Medeiros*

## SOBRE OS AUTORES p.361

---

A vertical column of decorative geometric shapes on the left side of the page, including squares, chevrons, and L-shaped brackets, all rendered in a light gray color.

# EIXO 1

---

**BIOCLIMATISMO  
E PROJETO  
ARQUITETÔNICO**

# 4

## Estudo de Casos Múltiplos sobre o Polo de Excelência em Biomimética Marinha

**SÁ**, Alice Araujo Marques de<sup>1</sup>; **SILVA**, Caio Frederico e<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | [alicearaujoms@gmail.com](mailto:alicearaujoms@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Reabilita 11, 2023, Brasília, Brasil | [caiosilva@unb.br](mailto:caiosilva@unb.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A humanidade vem sendo confrontada por graves crises ambientais, cujas numerosas consequências sobre o planeta já são perceptíveis, manifestando-se em fenômenos como a degradação da biodiversidade, o esgotamento de recursos naturais e a frequência cada vez maior de eventos climáticos extremos. Sendo assim, é imperativo reformular os sistemas produtivos e de consumo vigentes, buscando a sustentabilidade e, sobretudo, a regeneração ambiental (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Nesse cenário, a arquitetura e o urbanismo são campos que recebem notáveis repercussões, pois enfocam a concepção de novas construções e espaços, consumindo energia e recursos para sua criação, operação e manutenção. Diante disso, seus profissionais e estudiosos deveriam ajustar seus processos de criação e desenvolvimento de projetos, incorporando princípios e práticas sustentáveis, de baixo impacto energético, incluindo-se medidas de reabilitação ambiental. Dado tal contexto de elevada complexidade, recorrer a novas tecnologias e expandir os horizontes de investigação por meio de uma perspectiva interdisciplinar, constituem caminhos inevitáveis. De fato, isso pode ser verificado nas

equipes criativas multiprofissionais que colaboram para gerar soluções para os diversos desafios formais, estruturais, conceituais e ambientais. Nesse sentido, trabalhos norteados por características e recursos do meio natural, notadamente aqueles produzidos pela biomimética, têm revelado muitos benefícios e vantagens para a contemporaneidade (Benyus, 2011; Romero; Silva; Teixeira, 2021; Sá, 2021).

A biomimética concentra-se na formulação de soluções funcionais inovadoras a partir do estudo de formas e processos de organismos, além de ecossistemas para gerar inovações que atendam às demandas da sociedade. Sob essa ótica, ao se analisar criticamente a natureza, identificam-se percursos que podem conduzir a propostas sustentáveis, uma vez que muitos sistemas biológicos operam segundo atributos de economia de recursos e energia, multifuncionalidade, interdependência e ciclicidade. Efetivamente, a natureza dispôs de 3,8 bilhões de anos para gerar formas adaptáveis a contextos muito diversificados e que podem conter soluções eficientes, econômicas e sustentáveis para os desafios humanos atuais. Ou seja, estudar e compreender a biosfera pode desvelar novos horizontes para o desenvolvimento criativo, no qual se assegure equilíbrio entre as dimensões ambiental, tecnológica, econômica e social. Assim, ao se planejar ambientes construídos, é incontornável adotar uma postura ecológica, sustentável e regenerativa. Julga-se, portanto, que o embasamento em estudos biomiméticos deva ser estimulado em arquitetura e urbanismo (Arruda, 2018; Baumeister *et al.*, 2014; Chayaamor-Heil, 2023; Dias, 2014; Ilieva *et al.*, 2022; Pawlyn, 2019; Sá, 2021).

Contudo, simplesmente copiar formas de organismos, sem adaptar suas particularidades funcionais, processuais ou ecossistêmicas ao devido contexto, faz com que muitos projetos se inscrevam apenas no campo do biomorfismo, sem atender aos propósitos biomiméticos. No campo arquitetônico, essa distinção é crucial, pois, principalmente, ao longo dos séculos XX e XXI, profissionais renomados utilizaram a natureza como fonte de inspiração estética para suas obras. Todavia, ainda que possam ser vistas como iniciativas

preunciadoras, tais criações não necessariamente atingiram as aspirações biomiméticas (Arruda *et al.*, 2019; Baumeister *et al.*, 2014; Chayaamor-Heil, 2023; Dias, 2014; Pawlyn, 2019). Segundo Arruda e Freitas (2018), para a integração de aspectos biomiméticos em projetos em design e arquitetura, é recomendável a adoção de analogias biológicas (ex. morfológica, funcional, simbólica).

Um exame do cenário internacional indica um interesse crescente pela biomimética, sobretudo em instituições de pesquisa estadunidenses e europeias, sendo que grande parte dos trabalhos envolvem os seguintes temas: a) *design* de produtos, de edifícios e de ambientes, a exemplo de fachadas dinâmicas e estruturas resistentes; b) geração de novas tecnologias e materiais, tal como adesivos reutilizáveis e tintas autolimpantes; c) criação de sistemas com foco em sustentabilidade no âmbito das ciências ambientais, abrangendo a promoção de serviços ecossistêmicos e regeneração da biodiversidade; d) projetos em robótica, incluindo programação e navegação; e e) novas tecnologias em saúde, nomeadamente novos equipamentos e materiais antibacterianos. Nesse levantamento das produções biomiméticas, também foram verificados esforços para formular ferramentas destinadas a auxiliar projetistas ao longo das etapas criativas (Sá; Viana, 2023, Verbrugghe; Rubinacci; Khan, 2023).

Quanto ao cenário nacional, constata-se que estudiosos da biomimética vêm se dedicando principalmente a temas de pesquisa como: economia circular; ciência dos materiais; formas e processos naturais; prototipagem digital; e percepções do espaço construído. Segundo Camargo e Pelegrini (2014), Encontro de Sustentabilidade em Projeto (2021), Sá e Viana (2020) no contexto brasileiro, sobressaem-se aplicações em áreas como em arquitetura, *design*, arquitetura de interiores, engenharia, ciência dos materiais, moda e no campo da sustentabilidade.

Especificamente, no que se refere às publicações relacionadas à arquitetura e ao urbanismo, salientam-se as investigações que enfocam a resistência estrutural de elementos

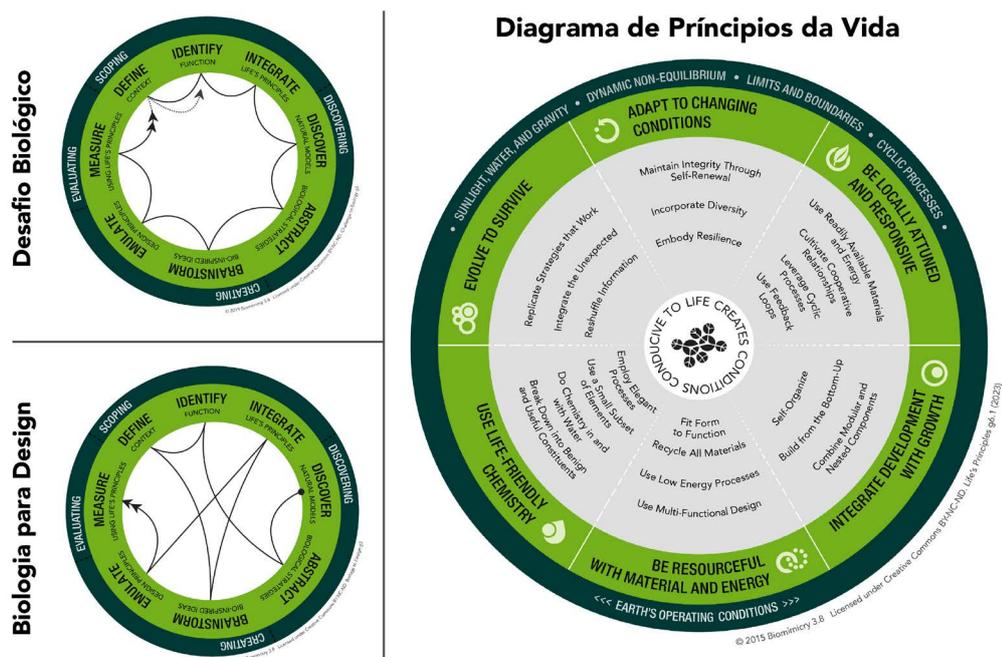
naturais, o uso de *softwares* paramétricos e prototipagem digital para a elaboração de projetos compostos por formas orgânicas e fluidas. Muitas propostas vêm sendo divulgadas em periódicos científicos como o Biomimetics Journal e o Mix Sustentável, na revista Zygote Quarterly e na base de dados Ask Nature. Essas produções sobre a temática da arquitetura biomimética enfatizam sustentabilidade e preservação ambiental, envolvendo materiais e processos de fabricação econômicos e biodegradáveis, bem como sistemas de operação passiva e baseados em neutralidade de carbono (Alali *et al.*, 2023; Arruda; Freitas, 2018; Biomimicry Institute, 2023; Mckeag, 2014; Verbrugghe; Rubinacci; Khan, 2023).

Diversos autores também destacam que o estudo da biomimética pode contribuir para o aprimoramento de competências de relevância para a aprendizagem e qualificação em projeto, a exemplo da pesquisa de Oliveira e Pires (2022) sobre modelagem digital de geometrias complexas da natureza e de trabalhos como o de Santos (2010) e de Tavsan, Tavsan e Sonmez (2015) sobre a adoção de conhecimentos biomiméticos em cursos de arquitetura e urbanismo para aprimorar habilidades de expressão gráfica e projetual. Ainda no que tange às contribuições biomiméticas na esfera construtiva, menciona-se a importância do bioclimatismo, vertente do campo arquitetônico que se destina ao aprimoramento da qualidade ambiental dos espaços por meio do condicionamento natural. Nessa abordagem, são considerados aspectos do clima e outras particularidades do meio (ex.: iluminação e ventilação naturais, vegetação, acústica, elementos térmicos) para realizar uma avaliação integrada que possa conduzir a soluções adequadas e sustentáveis (Romero, 2013; Romero; Silva; Teixeira, 2021).

Muitos projetos biomiméticos são fundamentados pelo uso de ferramentas que orientam o processo criativo. Dentre esses instrumentos, destacam-se as Lentes de *Design* Biomiméticas — também conhecidas como *Biomimicry Design Lens* ou Espirais Biomiméticas (Figura 1 à esquerda). O recurso proporciona duas abordagens possíveis

para projetos: uma baseada no problema de *design*, ou Desafio Biológico<sup>1</sup> e a outra baseada na solução biológica, denominada Biologia para *Design*<sup>2</sup>. Uma vez que as Lentes de *Design* Biomiméticas orientam o desenvolvimento global de um projeto, é comum a utilização de recursos complementares em algumas de suas etapas, como o Diagrama de Princípios da Vida (Figura 1 à direita). O Diagrama fornece padrões abstraídos de sistemas naturais para guiar a tomada de decisões ao longo do processo de design. Tal ferramenta permite estabelecer prioridades e determinar se as criações são sustentáveis e contextualmente adequadas (Baumeister *et al.*, 2014; Neto; Arruda; Soares; Moura, 2018).

Figura 1. À esquerda, as Lentes de Design Biomiméticas. À direita, o Diagrama de Princípios da Vida.



Fonte: adaptado de Biomimicry 3.8 (2023)

1 A abordagem *Challenge to Biology*, também conhecida como “Desafio Biológico”, ou abordagem “Baseada no Problema”, inicia-se com um *briefing* de *design* no qual são estabelecidos os desafios a serem resolvidos. Em seguida, as funções desejadas são identificadas. Então, aplica-se o Diagrama de Princípios da Vida para auxiliar na busca de formas e processos naturais que possam fornecer soluções. Após a pesquisa, as estratégias biológicas são abstraídas e suas especificidades são transformadas em funções de *design*. Por fim, os resultados são mensurados por meio de uma nova aplicação do Diagrama visando aprimoramentos ao projeto (Baumeister *et al.*, 2014; Neto; Arruda; Soares; Moura, 2018; Sá, 2021).

2 A abordagem *Biology to Design*, também conhecida como “Biologia para *Design*”, ou abordagem “Baseada na Solução”, propõe um processo semelhante, mas em uma ordem diferente. Inicia-se com uma pesquisa livre e extensa sobre elementos naturais, seja através de pesquisas bibliográficas ou observações, que são posteriormente transformadas em projetos de *design*. Este segundo caminho exige uma maior familiaridade com os conhecimentos biológicos para ser efetivado (Baumeister *et al.*, 2014; Neto; Arruda; Soares; Moura, 2018; Sá, 2021).



Conforme ressaltado anteriormente, a biomimética vem se expandindo em diferentes continentes, dadas as oportunidades de pesquisa e inovação suscitadas, muitas das quais almejam a superação dos desafios da transição climática e preservação ecológica. Para o presente estudo, escolheu-se o contexto geográfico da França, uma vez que este país tem investido em investigações bioinspiradas, conduzidas por instituições, tais como: Centro de Estudos e Expertise em Biomimética (Ceebios), Museu Nacional de História Natural (MNHN); a Escola Nacional Superior de Criação Industrial (ENSCI) e a Escola Nacional Superior de Artes e Ofícios (ENSAM). Exposições, eventos científicos e projetos biomiméticos têm sido organizados por empresas, universidades e grupos de pesquisa. Alguns exemplos dessas iniciativas são: a conferência anual Biomim'expo (NewCorp Conseil); o projeto Bioinspire-Museum (MNHN); a exposição permanente de biomimética na Cité des Sciences et de l'Industrie (Ademe, 2022; Ceebios; Biomim'City Lab, 2022; Ceebios; MTES, 2018; Cruz *et al.*, 2022).

Em síntese, considerando-se os pressupostos apresentados, empreendeu-se uma pesquisa exploratória e descritiva com o objetivo geral de analisar a aplicação de princípios biomiméticos e de sustentabilidade em projetos submetidos ao concurso arquitetônico para construção do Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz (França).

## **2. MÉTODO**

Neste trabalho, optou-se pela metodologia denominada “estudo de casos múltiplos”. Essa abordagem permite analisar fenômenos contemporâneos complexos quando não é viável interferir sobre eles diretamente. Em essência, o pesquisador busca esclarecer um conjunto de características, ações e decisões do caso focalizado, bem como conhecer seus possíveis desdobramentos e impactos. Por meio da comparação e da interpretação crítica de informações e dados reunidos, é concebível estabelecer novas relações e conclusões (Neto; Arruda, 2017; Yin, 2014).

Na pesquisa aqui relatada, foram selecionados quatro projetos, submetidos ao concurso, organizado em 2019, para criação do edifício que constituiria o Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz, na França. Os dados foram obtidos através de buscas nas plataformas: Google Scholar, ResearchGate, Centre d'Études et d'Expertise en Biomimétisme (Ceebios), Comunidade de Aglomeração do País Basco (CAPB) e nos *sites* dos escritórios de arquitetura participantes. Primeiramente, foi feita uma leitura desse material, que estava disponível digitalmente, reunindo-se informações sobre o contexto da área de estudo e os fatores condicionantes do concurso. A próxima etapa compreendeu a coleta de dados específicos de cada projeto. Em seguida, visando à análise e à comparação dos casos, foi elaborado um sistema de categorias, cujos critérios de classificação foram adaptados daqueles propostos por Sá (2021) e Blanco, Lequette e Robert (2020), os quais foram complementados por parâmetros atinentes ao bioclimatismo e aos serviços ecossistêmicos. A Figura 2 apresenta uma síntese das etapas da pesquisa.

**Figura 2.** Diagrama ilustrativo da metodologia adotada.



Fonte: os autores, 2023.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Preliminarmente, é interessante fornecer um panorama acerca das condições gerais do concurso para projetos arquitetônicos do Polo de Excelência em Biomimética Marinha, que se constituiria em um ambiente multifuncional (espaços para pesquisa científica, ensino e estudo, escritórios de empresas e startups bioinspiradas). Determinou-se que as propostas idealizadas pelos arquitetos deveriam decorrer da aplicação de princípios biomiméticos, integrando-se aos ritmos, ao gabarito, à volumetria e à vegetação do tecido urbano circundante. O propósito da construção deveria ir além da sustentabilidade, tornando-se um exemplo de arquitetura regenerativa ao incluir o fornecimento de múltiplos serviços ecossistêmicos<sup>3</sup>. Para assegurar a inclusão dos requisitos de sustentabilidade e regeneração, estipulou-se o uso da etiquetagem sustentável internacional denominada Living Building Challenge<sup>4</sup> (Ceebios; Région Nouvelle-Aquitaine, 2020; CAPB, 2019b; Cruz *et al.*, 2022; Veunac, *et al.*, 2019).

#### 3.1. ESPECIFICAÇÕES DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

Para melhor compreensão dos casos estudados, é válido reportar algumas características do local de implantação previsto para o Polo de Excelência. No que concerne à cidade, Biarritz possui um clima oceânico temperado, com temperaturas amenas (média anual de 14,5 °C) e uma pluviosidade significativa ao longo de todo ano (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

---

3 Serviços ecossistêmicos são os benefícios (materiais ou imateriais) que os ecossistemas proporcionam à humanidade. Comumente, são classificados em quatro categorias: a) provisão - abastecimento de água, alimentos, matérias-primas, energia, recursos genéticos e medicinais; b) regulação - purificação do ar e da água, fixação de carbono, regulação climática, controle de erosão e alagamentos, controle natural de doenças e pragas, polinização, decomposição de resíduos, estabilização de sedimentos; c) suporte - manutenção do solo, fotossíntese, ciclo de nutrientes, ciclo da água, cadeia alimentar, proteção contra raio solar ultravioleta, manutenção da biodiversidade; e d) serviços culturais - saúde física e bem-estar mental, turismo, lazer, identidade cultural, experiências estéticas, desenvolvimento intelectual, sentido de lugar, inspiração e criatividade (Corrêa, 2023; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023).

4 Living Building Challenge (LBC) é uma etiquetagem criada pelo International Living Future Institute que incentiva a construção de edifícios sustentáveis e regenerativos. Integra um *framework* com 20 requisitos distribuídos em sete categorias de desempenho, denominadas “pétalas” - lugar, água, energia, materiais, saúde, equidade e beleza (Ceebios; Biomim’City Lab, 2022; Kos, 2023).

O lote está situado na avenida Milady, a 600 m do mar, em frente ao museu da Cité de l'Océan e possui uma área de 5.800m<sup>2</sup>, dos quais 2.900 m<sup>2</sup> são destinados à construção (Figura 3). Os limites norte e sul do terreno estão direcionados para um denso tecido suburbano. A vista oeste, alcança o campo de golfe Ilbarritz. A leste, observa-se uma área arborizada da reserva de biodiversidade do Lago de Mouriscot. Originalmente, o lote integrava a rede hídrica natural local (que se estendia até o oceano), delimitando uma grande zona úmida rica em biodiversidade. Contudo, após o processo de urbanização de Biarritz, a área foi progressivamente cercada por construções e vias de circulação de automóveis. Atualmente, o lote é classificado como uma zona natural no Plano Local de Urbanismo, em vigor, fator impeditivo de construção nesse espaço (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Ceebios; Biomim'City Lab, 2022; CAPB, 2019a; 2019c; Loperena; Garnier, 2018; MRAE, 2019).

Todavia, com base em avaliações ambientais do local, mesmo estando próximo a algumas reservas de preservação ambiental, o lote não fazia parte de nenhuma delas. Devido às modificações antrópicas – que alteraram a topografia para a execução de valas de captação de águas pluviais – o espaço tornou-se um gramado de reduzido suporte para a biodiversidade. Pesquisas de campo assinalaram que: a) além de algumas plantas comuns da região da Aquitânia, há uma abundância de espécies exóticas e invasoras no referido lote (exemplo: bambuzal); b) o potencial de nidificação nessa área é quase nulo; e c) há uma reduzida variedade de espécies botânicas de interesse para polinizadores. Por conseguinte, é pertinente recuperar o interesse ecológico desse espaço e estimular a regeneração da fauna e da flora locais. Assim, o comitê do projeto solicitou uma compatibilização da legislação para que fosse possível construir no local, desde que a edificação resultante fornecesse serviços ecossistêmicos mais variados e abrangentes do que os atuais (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Ceebios; Biomim'City Lab, 2022; CAPB, 2019a; 2019c; Loperena; Garnier, 2018; MRAE, 2019).

Figura 3. Lote selecionado para o concurso.



Fonte: os autores, adaptado de Google Earth, 2023. Acesso em 2023

## 3.2. ESTUDO DE CASOS

O concurso arquitetônico contou com 33 candidaturas, das quais cinco foram finalistas. Após a pesquisa na literatura, constatou-se a indisponibilidade de informações sobre a proposta de uma dessas cinco equipes, o que restringiu a análise a quatro projetos, respectivamente: Bechu & Associés, Rougerie + Tangram, Patrick Arotcharen e ChartierDalix, Hiru e Zefco (Ceebios; Biomim'City Lab). No intuito de favorecer a compreensão da análise comparativa dos casos, propõe-se, inicialmente, uma breve descrição de cada um deles.

### 3.2.1. CASO 1

O edifício Estran (Figura 4) foi concebido pelo escritório de arquitetura Bechu & Associés. A construção recebeu o nome adotado na língua francesa para designar a zona

entremarés, que constituiu a principal inspiração natural para o projeto. Este tipo de área é dividido em níveis (supralitoral, mesolitoral e infralitoral), passando por períodos alternados de submersão nas águas oceânicas e revelando-se um espaço de rica biodiversidade. Outra inspiração biológica do projeto foram as ascídias, organismos marinhos que se alimentam por filtração (subfilo Tunicata). A proposta arquitetônica resultou em um edifício adaptável ao contexto, autossuficiente em recursos hídricos e que remete a um ecossistema complexo (Bechu & Associés, 2020a; 2020b; Blanco; Lequette; Robert, 2020; Chayaamor-Heil; Vitalis, 2021).

O projeto possuía diversas qualidades biofílicas, como uma grande área de lazer no teto, incluindo um mirante, espelhos d'água e jardins de espécies nativas. A cobertura seria um grande *wetland* composto por tanques de fitodepuração que coletam as águas pluviais e as águas cinzas, purificando-as e redistribuindo-as para uso no próprio edifício. Os excedentes de água filtrada seriam utilizados para regar os jardins e na agricultura urbana. As superfícies aquáticas e vegetadas tanto facilitariam a integração do edifício na paisagem natural, como contribuiriam para a eficiência energética do edifício (conforto térmico, evapotranspiração) favorecendo, também, a redução dos efeitos de ilha de calor. Tal paisagismo estimularia a presença de polinizadores e enriqueceria a biodiversidade local. Outras estratégias foram aplicadas para otimizar o conforto térmico e visual, incorporando poços de luz que permitiriam a passagem de iluminação natural (Bechu & Associés, 2020a; Blanco; Lequette; Robert, 2020).

O Caso 1 propôs uma estimativa de desempenho da construção para acompanhar a promoção de serviços ecossistêmicos ao longo do tempo, focalizando os seguintes aspectos: a) produção de energia solar, geotérmica e biogás; b) fornecimento de água potável; c) tratamento de esgoto e resíduos; d) prevenção de alagamentos e gestão de águas pluviais; e) produção alimentar em aquacultura; f) regulação da erosão do solo; g) proteção da biodiversidade; e g) promoção de um espaço educativo, recreativo e cultural (Bechu & Associés, 2020a; Blanco; Lequette; Robert, 2020).

Figura 4. Projeto Estran da equipe Bechu & Associés.



Fonte: adaptado de Bechu & Associés, 2020a; 2020b. Acesso em 2023

### 3.2.2. CASO 2

A candidatura do escritório de arquitetura Rougerie + Tangram (Figura 5), em parceria com o instituto de pesquisa Nobatek/INEF4 apoiou-se em uma variedade de modelos biológicos inspiradores: a) grutas subaquáticas basearam a volumetria das abóbadas da cobertura; b) esponjas marinhas serviram de modelo para filtragem, gestão de águas, promoção da biodiversidade; e c) bactérias bioluminescentes inspiraram um sistema de bioutilização que ofereceria iluminação noturna sustentável – evitando perturbar as espécies locais (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Rougerie + Tangram, 2023).

A solução arquitetônica encontrava-se na interseção entre o uso de técnicas vernaculares e recursos de inovação sustentável. A edificação consistia em uma série de suaves abóbadas interconectadas, adaptadas à topografia em declive do lote. Essa estrutura seria feita em três camadas de alvenaria de bloco de terra comprimido (feitos com material das escavações do próprio lote), dispostos sucessivamente, de modo semelhante às espículas de silício encontradas em esponjas-de-vidro (*filo Porifera*), garantindo-se resistência em uma solução simples e sustentável. Além disso, o telhado verde e as abóbadas

proporcionariam conforto por inércia térmica. Grandes aberturas nas laterais poderiam garantir a entrada de luz natural; aberturas zenitais e o formato da cobertura também auxiliariam na ventilação natural (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

A proposta abarcava recursos biofílicos multissensoriais para oferecer espaços de lazer e relaxamento ao ar livre, facilitando o acesso à natureza e melhorando a paisagem construída da região. O paisagismo na cobertura foi planejado com espécies nativas distribuídas em diferentes alturas e espessuras, o que permitiria a criação de uma variedade de habitats favoráveis à biodiversidade. Os projetistas também propuseram um corredor ecológico que conectasse as áreas arborizadas à reserva ambiental do Lago de Mouriscot, incluindo-se ecodutos, caixas de nidificação e jardins com espécies locais (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

Sistemas de coleta, armazenamento e filtragem de água da chuva, águas negras e cinzas do edifício foram igualmente inspirados nas esponjas marinhas e tinham como propósito a utilização desses insumos já filtrados no próprio edifício, devolvendo o excedente de água limpa ao oceano. Para tanto, tanques armazenariam as águas coletadas, que seriam tratadas em processos de vermifiltração e fitodepuração (Blanco; Lequette; Robert, 2020).

Figura 5. Projeto de Rougerie + Tangram.



Fonte: adaptado de Rougerie + Tangram, 2023. Acesso em 2023

### 3.2.3. CASO 3

A edificação, intitulada Ocean Start, foi idealizada pelo escritório Patrick Arotcharen (Figura 6), tendo como inspiração as formas das dunas oceânicas e as ondas do mar. Ambas são elementos de um ecossistema interativo e diverso e possuem características de adaptabilidade e modularidade. A volumetria em curvas suaves se harmonizaria com a paisagem do local, visto que os arquitetos mantiveram a elevação dos pisos em níveis semelhantes àqueles já encontrados na topografia original. Adicionalmente, a forma da cobertura visaria proteger a edificação dos fortes ventos costeiros e das intempéries. As abóbadas teriam beirais para regular a iluminação natural. No que concerne a produção energética, o projeto do Ocean Start previa um conjunto de eficientes painéis solares e um sistema geotérmico (Gourin, 2019; Leonard Paris, 2020; Veunac *et al.*, 2019).

O paisagismo foi idealizado para ser uma continuidade da biodiversidade circundante já existente no local. Assim, no lado mais próximo da orla, um ecossistema de dunas se transformaria, progressivamente, em jardins inspirados em charneças, que, por sua vez, se mesclariam em um conjunto vegetado que seria semelhante à floresta que

fica do outro lado do terreno. A cobertura verde no topo do edifício também manteria as temperaturas amenas, por meio da evapotranspiração e da massa de solo e vegetação que isolariam o teto. Ademais, também seria uma passarela para pedestres, conectando o lote de leste a oeste (Gourin, 2019; Leonard Paris, 2020; Veunac *et al.*, 2019).

A implantação do edifício, de modo semienterrado, propiciaria benefícios de regulação térmica, pois a massa do solo manteria o conforto dos ambientes internos, principalmente no verão. O Ocean Start seria uma construção apoiada em pilotis, o que permitiria manter a circulação e a absorção das águas em locais designados no nível do solo, possibilitando que esse volume desaguasse em um riacho, situado mais adiante no terreno. Nesse sentido, a cobertura também atuaria como sistema de captação das águas, que seriam armazenadas em tanques de retenção e decantação onde se daria a filtragem. Essas águas poderiam ser utilizadas no funcionamento do próprio edifício, como também poderiam ser devolvidas ao meio natural. Além disso, a estrutura proposta era baseada em um sistema de pilares e vigas de concreto sobre os primeiros níveis que seria substituído por estruturas em madeira nos outros pisos. Os arquitetos também programaram a reversibilidade do projeto, o que viabilizaria a reutilização de materiais (vidro, madeira e concreto) em novas construções (Gourin, 2019; Leonard Paris, 2020; Veunac *et al.*, 2019).

**Figura 6.** Projeto Ocean Start.



Fonte: adaptado de Ceebios, 2023; Arotcharen, 2019. Acesso em 2023

### 3.2.4. CASO 4

A equipe ChartierDalix, Hiru e Zefco (Figura 7) buscou estabelecer estratégias ambientais e bioclimáticas baseadas na inspiração em elementos da natureza, como a zona costeira e as funções ecossistêmicas das dunas (adaptabilidade, biodiversidade e filtragem de água). Diversos materiais utilizados na construção também foram baseados na natureza, como: fachada em madeira (OSB reciclado, pinho), revestimentos de impermeabilização para a cobertura em cânhamo; isolamento em material de celulose, pisos em granilite de conchas de moluscos; concreto de ostras; sinalização e mobiliário em resina de escamas de peixe; tinta de paredes e teto à base de algas (Zefco, 2023).

A edificação seria dividida em níveis, tirando partido da declividade original do lote. Por estar parcialmente coberta com terra e vegetação, o edifício teria uma inércia térmica que, juntamente com os materiais de isolamento em celulose, favoreceriam o conforto térmico. Outrossim, a estrutura em viga sobre pilares otimizaria o uso de materiais, gerando grandes vãos que criariam espaços multiuso. A pintura anticorrosão

proporcionaria resistência contra as intempéries do local. Recursos de iluminação e ventilação natural foram incorporados, como um muro cortina na fachada oeste com beirais para proteção da insolação direta e sistemas de ventilação pelo teto (aberturas e exaustores). Além disso, a construção disporia de um sistema de coleta e tratamento de águas pluviais por meio de tanques de fitodepuração (Zefco, 2023).

O paisagismo das fachadas e da cobertura acolheria a vida selvagem local. Idealizou-se a distribuição de 25 ninhos para a avifauna e 25 caixas para abrigar morcegos. A proposta integraria 100 m<sup>2</sup> de solo plantado e uma cobertura verde de 1.650 m<sup>2</sup> em vegetação semiextensiva, totalizando dois estratos vegetais diferentes, sendo um arborizado. Estimava-se que o projeto aumentaria em 80% o potencial de biodiversidade do espaço. A proposta dessa equipe seria autossuficiente em energia, contando com a produção geotérmica e solar (Zefco, 2023).

**Figura 7.** Projeto da equipe ChartierDalix, Hiru e Zefco.



Fonte: adaptado de ©ChartierDalix, 2023. Acesso em 2023

### **3.3. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CASOS**

Visando examinar comparativamente os projetos, empregou-se um sistema composto por 12 categorias extraídas dos trabalhos de Sá (2021) e Blanco, Lequette e Robert (2020),

que foram complementadas por fatores de certificação ambiental, bioclimatismo e serviços ecossistêmicos. Salienta-se que os elementos apresentados na Tabela 1 foram baseados no arcabouço teórico sobre o desenvolvimento de projetos biomiméticos, e na definição dos componentes do Diagrama de Princípios da Vida apresentados por Baumeister et al. (2014). A escolha das categorias de análise também foi respaldada pelos trabalhos de Zari (2012) e sua especificação das interfaces existentes entre serviços ecossistêmicos, fatores de sustentabilidade e biomimética. Assim, a tabela a seguir oferece uma síntese organizadora dos parâmetros examinados, possibilitando uma visão global dos quatro projetos arquitetônicos.

**Tabela 1. Categorização dos casos analisados.**

<b>Categorias</b>	<b>Caso 01</b>	<b>Caso 02</b>	<b>Caso 03</b>	<b>Caso 04</b>
Certificação ambiental	LBC e HQE	LBC e HQE	LBC	LBC
Abordagem biomimética	Desafio Biológico	Desafio Biológico e Biologia para Design	Desafio Biológico	Desafio Biológico
Nível de adaptação biomimética	Comportamento e ecossistema	Morfologia, comportamento e ecossistema	Morfologia e ecossistema	Morfologia, comportamento e ecossistema
Elementos naturais selecionados	Zona entremarés, ascídias	Esponjas marinhas, bactérias bioluminescentes, gruta submarina	Dunas e ondas do mar	Dunas
Princípios biológicos utilizados	Filtração natural, divisão em níveis	Filtração natural, bioluminescência, estrutura em abóbada	Filtração natural, modularidade, adaptabilidade	Filtração natural, modularidade, adaptabilidade
Aspectos do Diagrama de Princípios da Vida adotados	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos Desenvolvimento e crescimento Evolução para sobrevivência	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos Desenvolvimento e crescimento	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos Desenvolvimento e crescimento	Adaptabilidade, Responsividade e sintonia Química ecológica Eficiência em recursos
Aspectos bioclimáticos e sustentáveis	Poços de luz, brises, beirais, ventilação cruzada e geotérmica, espelhos d'água, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (madeira, concreto), biodiversidade (vegetação nativa, evapotranspiração)	Bioluminescência, beirais, ventilação cruzada e zenital, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (bloco estrutural em terra), biodiversidade (vegetação nativa, evapotranspiração, ecodutos, caixas de nidificação)	Brises, beirais, ventilação cruzada, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (madeira), biodiversidade (vegetação nativa, evapotranspiração), reversibilidade da construção	Beirais, ventilação cruzada e zenital, inércia térmica, absorção de águas pluviais e fitodepuração, materiais sustentáveis (tintas, madeira, isolamento, revestimentos, concreto e mobiliário), biodiversidade (vegetação nativa, caixas de nidificação, evapotranspiração)
Energias renováveis	Solar, geotérmica e biogás	Solar e bioluminescente	Solar e geotérmica	Solar e geotérmica
Serviços ecossistêmicos de provisão	Abastecimento de água Produção de alimentos Produção de matérias-primas	Abastecimento de água Produção de matérias-primas	Abastecimento de água	Abastecimento de água
Serviços ecossistêmicos de regulação	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos	Purificação da água Fixação de carbono Regulação climática Controle de alagamentos Polinização Tratamento de resíduos
Serviços ecossistêmicos culturais	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade	Saúde e bem-estar Lazer e turismo Desenvolvimento intelectual Sentido de lugar Inspiração e criatividade
Serviços ecossistêmicos de suporte	Fotossíntese Ciclo da água Cadeia alimentar Manutenção da biodiversidade	Fotossíntese Ciclo da água Manutenção da biodiversidade	Fotossíntese Ciclo da água Manutenção da biodiversidade	Fotossíntese Ciclo da água Manutenção da biodiversidade

Fonte: os autores, 2023

Merece destaque que, além da certificação LBC, os Casos 1 e 2 incluíram a etiquetagem HQE<sup>5</sup>, utilizada para mensurar a qualidade da iluminação natural (Blanco; Lequette; Robert, 2020; Rougerie + Tangram, 2023).

Tendo em conta a diferenciação feita por Baumeister *et al.* (2014) sobre as abordagens biomiméticas, verificou-se que três casos utilizaram exclusivamente a abordagem baseada no problema e, o Caso 2, de acordo com informações coletadas por Blanco, Lequette e Robert (2020), optou pela combinação das duas abordagens biomiméticas principais. Os quatro projetos foram respaldados por inspiração biomimética multinível, sendo que os Casos 2 e 4 abrangeram os três níveis descritos por Chayaamor-Heil; Guéna; Hannachi-Belkadi (2018) e Chayaamor-Heil (2023). Ou seja, em ambos, focalizaram-se forma, comportamento (ou processo) e ecossistema. A preferência pela perspectiva ecossistêmica em todos os casos converge com os trabalhos de Zari (2012; 2014) e Blanco *et al.* (2021), que insistiram na relevância dos serviços ecossistêmicos para projetos regenerativos em arquitetura e urbanismo, principalmente em função das oportunidades de gerar construções resilientes frente aos eventos climáticos extremos, contribuindo para mitigar as adversidades ambientais. Todavia, Blanco *et al.* (2021) alertaram que é necessário atingir uma compreensão aprofundada das estruturas biofísicas dos ecossistemas para que este nível biomimético seja aplicado com sucesso.

Coadunando-se ao contexto da implantação indicado para o Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz, as quatro equipes criativas se inspiraram em elementos oceânicos. Constata-se, ainda, uma similitude na escolha dos elementos entre as equipes: os Casos 1 e 2 orientaram-se por organismos marinhos poríferos e tunicados (ambos são sésseis quando adultos e possuem uma estrutura vertical cujas cavidades permitem a passagem de água), para propor soluções de filtração natural e de estrutura; os Casos 3 e 4 se

---

<sup>5</sup> A HQE (Haute Qualité Environnementale) é uma certificação de qualidade ambiental de origem francesa, baseada em requisitos de desenvolvimento sustentável. Essa etiquetagem considera fatores, como: uso racional de recursos e energia, gestão patrimonial, qualidade de vida, performance econômica, redução de poluição e de resíduos. Tal certificação foi adaptada para uso no Brasil, sendo então denominada AQUA-HQE (Alliance HQE, 2023; Fundação Vanzolini, 2021).

inspiraram em dunas, sendo que o Caso 3 abarcou tanto a morfologia como as propriedades ecossistêmicas, enquanto o Caso 4 ficou circunscrito às suas funções ecossistêmicas.

Especificamente no que tange à biomimética marinha, é fundamental complementar que estudiosos vêm se dedicando à uma variedade de pesquisas, como: a) elaboração de novos materiais e biocompósitos inspirados em pele de tubarão e em moluscos para aplicações em medicina, vestuário e construção; b) produção de cimento ecológico inspirado em corais; c) geração de energias renováveis a partir da ondulação do mar e inspirada na locomoção de enguias e outros organismos oceânicos; d) criação de robôs e veículos baseados nas propriedades hidrodinâmicas de animais marinhos; e) uso de bioluminescência em edificações e mobiliário urbano; e f) emprego da biomineralização na criação tanto de estruturas semelhantes a corais para a regeneração de ecossistemas marinhos, como na aplicação do processo Biorock, de Wolf Hilbertz e de Tom Goreau, para produzir elementos arquitetônicos (Ahamat *et al.*, 2022; Bixler; Bhushan, 2013; Clark, 2020; Eel Energy, 2023; Exploration Architecture, 2023; Fernald, 2021; Glowee, 2023; Moored *et al.*, 2011; Pawlyn, 2019; Rostami; Garipcan, 2022; Zari, 2015).

Além disso, foi possível identificar fatores do Diagrama de Princípios da Vida em todos os casos pesquisados, mas somente no Caso 1 comprovou-se claro interesse pelo aspecto de Evolução para Sobrevivência, o qual estaria associado à estimativa de desenvolvimento da paisagem do projeto ao longo do tempo (Blanco; Lequette; Robert, 2020). Em relação aos parâmetros bioclimáticos e de sustentabilidade, foram encontradas especificações sobre iluminação natural no conjunto de projetos investigados. Assim, nos Casos de 1 a 4, cogitou-se o posicionamento de suas principais aberturas na direção sul do terreno, com uso de elementos de controle da insolação, como: brises, beirais e iluminação zenital. Enfatiza-se que, no Caso 2, estavam previstos recursos de iluminação bioinspirada por meio da utilização de bactérias bioluminescentes para iluminação noturna das áreas externas do prédio, o que evitaria perturbações para a fauna local.

Todas as propostas delinearão elementos de ventilação natural, como: átrios e pátios internos (Caso 1), ventilação geotérmica (Caso 1), ventilação zenital (Casos 2 e 4); circulação interna pelos pilotis (Casos 3 e 4). As quatro equipes escolheram utilizar o solo como condicionador térmico natural. Mais claramente, importa explicar que os projetos tinham poucos pavimentos e a topografia do lote apresentava notável declividade, o que possivelmente incentivou a preferência por construções semienterradas, as quais poderiam rentabilizar a inércia térmica da terra em proveito de seus projetos (Romero, 2013; Silva, Góes, 2022).

Como esperado, em todos os projetos, sugeriu-se o uso de materiais sustentáveis, sobretudo madeira. Desse modo, nos Casos 1 e 2, pretendia-se fazer aproveitamento dos próprios resíduos gerados na escavação do lote para produzir cimento e tijolos ecológicos. No Caso 4, havia previsão de outros insumos bioinspirados para a composição dos ambientes internos, como: tintas à base de algas; resina à base de escamas de peixes (sinalização e mobiliário); isolamento térmico em material de celulose; revestimentos e cimento feitos com partículas de conchas. Os quatro casos recomendaram a incorporação de materiais em cores claras (baixa absorção solar) e revestimentos naturais, que manteriam as temperaturas superficiais da edificação mais amenas, beneficiando o conforto térmico (Romero, 2013; Silva; Góes, 2022). Destaca-se que o Caso 3 foi o único a propor a reversibilidade do projeto, pois materiais como vidro, madeira e concreto poderiam ser reutilizados em novas construções.

Notou-se que os Casos 1 e 2 introduziram espelhos d'água ou água corrente em seus paisagismos. Conforme assinalado por Silva e Góes (2022) e Romero (2013), esses elementos são climatizadores naturais que auxiliam no processo de resfriamento evaporativo. Além disso, nos projetos aqui analisados, esses recursos estariam conectados aos sistemas de armazenamento, filtragem (fitodepuração) e escoamento das águas para os córregos circundantes. Ainda nas propostas paisagísticas, percebeu-se que os quatro casos estudados

mimetizaram características dos ecossistemas das redondezas, visando enriquecer a biodiversidade local, sendo que os Casos 2 e 4 conferiram atenção proeminente a esses aspectos de suporte à biodiversidade. Dessa maneira, a equipe Rougerie + Tangram propôs a construção de ecodutos e a disposição de caixas de nidificação, para que a construção funcionasse como um corredor ecológico; e a equipe ChartierDalix, Hiru e Zefco também planejou instalar caixas de nidificação para a avifauna e morcegos.

Telhados verdes, compostos por uma variação na tipologia vegetal de cobertura, foram programados pelas equipes participantes do concurso. Tal estratégia favoreceria a eficiência energética do edifício e melhoraria o microclima urbano (isolamento térmico, absorção da radiação, retenção das águas da chuva). Ademais, o uso de espécies nativas da região poderia contribuir para a presença de polinizadores, além de ajudar na fixação de carbono, liberação de oxigênio e refrescar o ar por evapotranspiração (Corrêa, 2023; Silva; Góes, 2022). É interessante evocar que, de acordo com Viegas *et al.* (2020), a implantação de coberturas verdes pressupõe alguns requisitos para assegurar o desempenho térmico, a eficiência energética e a durabilidade. Segundo os autores, é indispensável: a) incluir especificações técnicas para evitar manifestações patológicas por falhas na impermeabilização ou na estrutura; b) efetuar manutenção preventiva e periódica da laje de cobertura; c) realizar uma previsão adequada do volume de águas pluviais no local; e d) garantir a irrigação do telhado para manter os índices de área foliar suficientes para obtenção de benefícios de conforto térmico.

Todos os projetos propuseram o uso de energias renováveis para responder à meta de autossuficiência energética. Nessa ótica, o uso de energia solar foi unânime. Contudo, surpreendentemente, nenhum deles apontou o uso de energia eólica, mesmo que o lote destinado à implantação estivesse situado em uma área costeira, caracterizada pela intensidade dos ventos.

No que se refere à promoção de bem-estar e conforto, constatou-se que os quatro

casos planejaram recursos de conforto térmico, luminoso e de qualidade do ar. No entanto, não se identificou alguma iniciativa vinculada ao conforto acústico. Considerando os princípios formulados por Browning, Ryan e Clancy (2014), é possível inferir que os quatro casos forneceriam uma multiplicidade de experiências biofílicas.

A hipótese da obtenção da certificação ambiental LBC motivou a atenção dada a fatores de regeneração ambiental e serviços ecossistêmicos. Na Tabela 1, depreende-se que os Casos 1 e 2 inseriram mais serviços ecossistêmicos de provisão, em comparação com os demais. Mas, de qualquer modo, percebe-se, no conjunto de projetos, que serviços culturais e de regulação foram integrados de forma equilibrada.

Convém comentar acerca da insuficiência de informações sobre o desenvolvimento dos projetos, notadamente para a condução da investigação aqui relatada. Isso foi especialmente perceptível no que se refere à ausência de especificações dos materiais e sistemas nos documentos pesquisados relativos ao Caso 3, projeto vencedor do concurso. Adverte-se, ainda, que não se obteve informações sobre a classificação de cada projeto, na avaliação do júri integrante do concurso.

A análise dos casos permitiu observar uma confluência entre princípios do bioclimatismo e da biomimética em projetos de arquitetura regenerativa, principalmente por haver uma predominância de fatores como: integração de componentes do ecossistema e clima locais; uso de materiais sustentáveis baseados em elementos da natureza; instalação de sistemas passivos e econômicos em energia; e promoção de *habitat* compatível com a biodiversidade. Depreende-se, também, que a abordagem biomimética contribuiu para a convergência das necessidades sociais, econômicas e ambientais dos projetos, o que, por sua vez, resultou em soluções inovadoras para os desafios da construção.

Vale mencionar que, devido aos múltiplos entraves sociopolíticos da região, o projeto vencedor, submetido pelo escritório nomeado Patrick Arotcharen, não foi efetivado. Após diversas reuniões com representantes da região, decidiu-se pela realocação em um outro

espaço. Sendo assim, a proposta aprovada deverá ser reformulada para se ajustar ao novo contexto (Gourin, 2021). De acordo com o estudo de Blanco *et al.* (2021), vários projetos de inspiração natural enfrentam dificuldades semelhantes e acabam não passando para a etapa de implementação. Esses autores argumentaram que, provavelmente, isso não se deve à abordagem biomimética adotada. Blanco *et al.* (2021) conjecturaram a existência de uma variedade de motivos limitantes: o contexto altamente competitivo de concursos arquitetônicos e urbanísticos; a qualidade e os custos dos projetos; e a situação sociopolítica do local.

Em linhas gerais, é importante argumentar que, para alcançar a meta de ser genuinamente sustentável, cada caso precisaria ser apurado quanto a sua efetiva execução. Posto que nenhuma das criações atingiu essa fase, não se pode afirmar sobre seu desempenho sustentável. Nesse sentido, a literatura recomenda ações como a mensuração do ciclo de vida dos produtos e dos dispêndios com manutenção, bem como a avaliação das condições de descarte e do reaproveitamento de materiais (Vezzoli; Manzini, 2008; Wommer, Wanieck, 2022).

Por fim, nota-se que a inclusão da biomimética no cenário projetual revela aportes relevantes para a prática criativa, sobretudo quando se pretende dar ênfase à reabilitação ambiental. Mas, para que a aplicação almejada seja vantajosa e atinja seus propósitos, é preciso haver uma compreensão bem fundamentada dos princípios biológicos inspiradores, inclusive através de uma análise crítica sobre a transposição dos aspectos naturais para o meio criativo (Blanco *et al.*, 2021). Sendo assim, recomenda-se o uso de ferramentas criativas biomiméticas, como aquelas descritas por Fayemi (2016), Graeff, Maranzana e Aoussat (2021), Wanieck *et al.* (2017) e Sá (2021), no intuito de orientar o desenvolvimento de projetos biomiméticos (ex. Biomimicry Taxonomy Chart, Ask Nature, Biomimetree, Linkage, BioTRIZ).

## 4. CONCLUSÃO

Tal como estipulado no objetivo geral da pesquisa, empreendeu-se a identificação, análise e comparação acerca da aplicação de princípios biomiméticos, bioclimáticos e de sustentabilidade, em quatro projetos submetidos ao certame, destinado à construção do Polo de Excelência em Biomimética Marinha de Biarritz (França), sendo que a metodologia de “estudo de casos múltiplos” se mostrou útil para o alcance das metas da investigação.

Assim, neste trabalho, discutiram-se contributos propiciados pela abordagem biomimética para o processo criativo arquitetônico comprometido com a reabilitação ambiental, tendo-se observado que a abordagem do “Desafio Biológico” favoreceu a integração de variados aspectos biomiméticos nos casos investigados, particularmente, aqueles relacionados aos organismos e ecossistemas marinhos. Além disso, a perspectiva bioinspirada foi compatível com a adoção da certificação ambiental Living Building Challenge proporcionando a geração de propostas inovadoras e regenerativas. Verificou-se que os projetos resultantes foram fundamentados pela inserção de diversos princípios bioclimáticos para assegurar o conforto térmico, luminoso e a qualidade do ar. Também foram priorizados o fornecimento de diversos serviços ecossistêmicos e a autossuficiência energética sustentável. Considerando as constatações feitas ao longo desta investigação, reafirma-se que projetos inspirados na natureza podem agregar vários benefícios para a sustentabilidade e a qualidade de vida, engajando-se no atendimento às demandas sociais e ambientais da atualidade.

Recomenda-se que, em futuras pesquisas, sejam empregados outros instrumentos para coleta de dados para complementar as evidências obtidas, tais como questionários e ferramentas biomiméticas. Entende-se, inclusive, que tais esforços podem ultrapassar o campo arquitetônico para abranger projetos urbanísticos, oferecendo mais aportes da biomimética marinha em propostas tanto inovadoras como sustentáveis. Diante da biodiversidade que caracteriza os ecossistemas nacionais, tais iniciativas mostram-se

inadiáveis no contexto brasileiro e merecem mais investimentos acadêmico-científicos. Em suma, tendo em vista a crescente expansão da biomimética, é preciso estimular o desenvolvimento de mais trabalhos em áreas específicas, a exemplo da inspiração em ecossistemas e organismos oceânicos.

## 5. REFERÊNCIAS

ADEME. **S'inspirer du vivant pour la transition écologique des bâtiments: fiche complémentaire à l'avis de marché.** França: 2022. 36 p. Disponível em: [www.librairie.ademe.fr](http://www.librairie.ademe.fr). Acesso em: 1º jun. 2023.

AHAMAT *et al.* **Innovative Approach for Biomimicry of Marine Animals for Development of Engineering Devices.** In: ÖCHSNER, Andreas; SILVA, Lucas F. M. da; ALTENBACH, Holm (ed.). *Advanced Maritime Technologies and Applications*. Estados Unidos: 2022. v. 166, p. 301–310. Disponível em: [www.link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-89992-9\\_26](http://www.link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-89992-9_26). Acesso em: 1º jun. 2023.

ALALI *et al.* **Applications of biomimicry in architecture, construction and civil engineering.** *Biomimetics*, Suíça, v. 8, n. 202, ed. 2, p. 1-29, 2023. Disponível em: [www.mdpi.com/2313-7673/8/2/202](http://www.mdpi.com/2313-7673/8/2/202). Acesso em: 1º jun. 2023.

ALLIANCE HQE. **La certification: L'alliance des professionnels pour un cadre de vie durable.** França, 2023. Disponível em: [www.hqegbc.org/qui-sommes-nous-alliance-hqe-gbc/la-certification-hqe](http://www.hqegbc.org/qui-sommes-nous-alliance-hqe-gbc/la-certification-hqe). Acesso em: 1º jun. 2023.

AROTCHAREN, Patrick. **Agence d'architecture.** França, 2019. Disponível em: [www.arotcharen-architecte.fr](http://www.arotcharen-architecte.fr). Acesso em: 1º jun. 2023.

ARRUDA, Amilton José Vieira de (org.). **Métodos e processos em biônica e biomimética: a revolução tecnológica pela natureza.** São Paulo: Blucher, 2018. 261p.

ARRUDA, Amilton José Vieira de; FREITAS, Theska Laila de. **Novas estratégias da biomimética: as analogias no biodesign e na bioarquitetura.** *Mix Sustentável*, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 73-82, 1 mar. 2018. Disponível em: [www.sites.ojs.ufsc.br](http://www.sites.ojs.ufsc.br). Acesso em: 1º jun. 2023.

ARRUDA *et al.* (org.). **Tópicos em design: biomimética, sustentabilidade e novos materiais.** 3. Ed. Aum. Curitiba: Insight Editorial, 2019. 242 p. Disponível em: [www.editorainsight.com.br/produto/topicos-em-design-biomimetica-sustentabilidade-e-novos-materiais-pdf](http://www.editorainsight.com.br/produto/topicos-em-design-biomimetica-sustentabilidade-e-novos-materiais-pdf). Acesso em: 1º jun. 2023.

BATISTE, Marine. **Ocean start biarritz: projet architectural par patrick arotcharen.** França, 2019. Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=9guC4g3nfBk&ab\\_channel=MarineBatiste](https://www.youtube.com/watch?v=9guC4g3nfBk&ab_channel=MarineBatiste). Acesso em: 1º jun. 2023.

BAUMEISTER *et al.* **Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices.** Montana, USA: *Biomimicry 3.8*, 2014. 285p.

BECHU & ASSOCIÉS. **Centre d'Excellence en Biomimétisme Marin de Biarritz.** França, 2020a. Disponível em: [www.youtube.com](https://www.youtube.com). Acesso em: 1º jun. 2023.

BECHU & ASSOCIÉS. **Estran - Center of Excellence in Marine biomimicry of Biarritz.** França, 2020b. Disponível em: [www.bechuetassocies.com/en/projet/estran](http://www.bechuetassocies.com/en/projet/estran). Acesso em: 1º jun. 2023.

BENYUS, Janine M. **Biomimétisme: quand la nature inspire des innovations durables.** Paris, França: Rue de l'Échiquier, 2011, 500p.

BIOMIMICRY 3.8. **Biomimicry DesignLens.** Estados Unidos, 2023. Disponível em: <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/biomimicry-designlens/>. Acesso em: 1º jun. 2023.

BIOMIMICRY INSTITUTE. **It's time to ask nature**. Estados Unidos, 2023. Disponível em: [www.asknature.org](http://www.asknature.org). Acesso em: 1º jun. 2023.

BIXLER, Gregory; BHUSHAN, Bharat. **Fluid Drag Reduction with Shark-Skin Riblet Inspired Microstructured Surfaces**. *Advanced functional materials*, v. 23, ed. 36, p. 165-190, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201203683>. Acesso em: 1º jun. 2023.

BLANCO, Eduardo; CRUZ, Estelle; LEQUETTE, Chloé; RASKIN, Kalina; CLERGEAU, Philippe. **Biomimicry in french urban projects: trends and perspectives from the practice**. *Biomimetics*, Suíça, v. 6, ed. 27, p. 1-16, 2021. Disponível em: [www.mdpi.com/journal/biomimetics](http://www.mdpi.com/journal/biomimetics). Acesso em: 1º jun. 2023.

BLANCO, Eduardo; LEQUETTE, Chloé; ROBERT, Caroline. **Projets Urbains Bioinspirés: un état des lieux des projets français**. França: Ceebios, 2020. 120 p. Disponível em: [www.ceebios.com](http://www.ceebios.com). Acesso em: 1º jun. 2023.

BROWNING, William; RYAN, Catherine; CLANCY, Joseph. **14 patterns of biophilic design**. Nova Iorque, USA: Terrapin Bright Green, 2014. Disponível em: [www.terrapinbrightgreen.com](http://www.terrapinbrightgreen.com). Acesso em: 1º jun. 2023.

CAMARGO, Maytê Galvão Pereira de; PELEGRINI, Alexandre Vieira. **Biomimetismo aplicado ao design sustentável no ambiente construído – uma revisão bibliográfica sistemática**. *Blucher Design Proceedings*, Gramado, v. 1, n. 4, dez. 2014. Disponível em: [www.pdf.blucher.com.br/designproceedings/11ped/01058.pdf](http://www.pdf.blucher.com.br/designproceedings/11ped/01058.pdf). Acesso em: 1º jun. 2023.

CAPB. **Annexe de l'Avis de la Mission régionale d'autorité environnementale de la région Nouvelle-Aquitaine sur le projet de mise en compatibilité du plan local d'urbanisme de Biarritz par déclaration de projet relative au projet « Océan Start »**. França: 2019a. 25 p. Disponível em: [www.communaute-paysbasque.fr](http://www.communaute-paysbasque.fr). Acesso em: 1º jun. 2023.

CAPB. **Dialogue compétitif en vue du recrutement d'une équipe de maîtrise d'oeuvre pour l'opération Pôle d'Excellence sur le biomimétisme marin: Fiche complémentaire à l'avis de marché**. Biarritz, França, 2019b. 7 p. Disponível em: [www.communaute-paysbasque.fr](http://www.communaute-paysbasque.fr). Acesso em: 1º jun. 2023.

CAPB. **Mise en compatibilité du PLU de Biarritz avec déclaration de projet Ocean Start: réunion d'examen conjoint**. Biarritz, França, 2019c. 25 p. Disponível em: [www.communaute-paysbasque.fr](http://www.communaute-paysbasque.fr). Acesso em: 1º jun. 2023.

CEEBIOS; BIOMIM'CITY LAB. **Évaluer la qualité technique d'opérations bio-inspirées: outils d'évaluation d'une offre à destination de la maîtrise d'oeuvre & de la maîtrise d'ouvrage**. Senlis, França: Ceebios, 2022. 28 p. Disponível em: <https://ceebios.com/wp-content/uploads/2022/06/EvalQualiTechOpeBioInsp-BCL-web.pdf>. Acesso em: 1º jun. 2023.

CEEBIOS; MTES. **Biomimétisme en france: Un état des lieux**. França: 2018. 30 p. Disponível em: [www.ceebios.com](http://www.ceebios.com). Acesso em: 1º jun. 2023.

CEEBIOS; RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE. **Projet urbain bio-inspiré: rapport de synthèse**. França: Ceebios, 2020. 32 p. Disponível em: [www.ceebios.com/telechargements-references](http://www.ceebios.com/telechargements-references). Acesso em: 1º jun. 2023.

CHARTIERDALIX. **Pôle d'excellence sur le biomimétisme marin**. França, 2023. Disponível em: <https://www.chartier-dalix.com/fr/projets/pole-excellence-biomimetisme-marin-biarritz-64>. Acesso em: 1º jun. 2023.

CHAYAAMOR-HEIL, Natasha. **From bioinspiration to biomimicry in architecture: opportunities and challenges**. *Encyclopedia*, Suíça, v. 3, ed. 1, p. 202-223, 2023. Disponível em: [www.mdpi.com/2673-8392/3/1/14](http://www.mdpi.com/2673-8392/3/1/14). Acesso em: 1º jun. 2023.

CHAYAAMOR-HEIL, Natasha; GUÉNA, François; HANNACHI-BELKADI, Nazila. **Biomimétisme en architecture: état, méthodes et outils. Les Cahiers de la Recherche Architecturale Urbaine et Paysagère**, Paris, França, v. 1, p. 1-34, 2018. Disponível em: [www.journals.openedition.org/craup](http://www.journals.openedition.org/craup). Acesso em: 1º jun. 2023.

CHAYAAMOR-HEIL, Natasha; VITALIS, Louis. **Biology and architecture: An ongoing hybridization of scientific knowledge and design practice by six architectural offices in France**. *Frontiers of Architectural Research*, v. 10, p. 240-262, 2021. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263520300704](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263520300704). Acesso em: 1º jun. 2023.



CORRÊA, Rodrigo Studart. **REVEG Revegetação**. Brasília: Reabilita - curso de pós-graduação lato sensu em reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística, 2023. 58p.

CRUZ *et al.* **Has biomimicry in architecture arrived in France? Diversity of challenges and opportunities for a paradigm shift**. *Biomimetics Journal*, Suíça, v. 7, n. 4, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2313-7673/7/4/212#B67-biomimetics-07-00212>. Acesso em: 1º jun. 2023.

CRUZ, Estelle *et al.* **Biomimetic building skins: 30 data sheets**. França: 2022. 86 p. Disponível em: [www.ceebios.com/telechargements-references](http://www.ceebios.com/telechargements-references). Acesso em: 10 jun. 2023.

DIAS, Eduardo. **A natureza no processo de design e no desenvolvimento do projeto**. São Paulo: Senai, 2014. 160p.

EEL ENERGY. **L'hydrolienne biomimétique unique au monde qui produit de l'électricité sans pollution**. França, 2023. Disponível em: [www.eel-energy.fr](http://www.eel-energy.fr). Acesso em: 15 jun. 2023.

ENSUS. **Anais Ensus, 2021**. II Fórum em Biônica & Biomimética. Florianópolis: UFSC, 2021. v. 8. 199 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223254> Acesso em: 1º jun. 2023.

GOOGLE EARTH. **Biarritz, 2023**. Disponível em: [www.google.com.br/earth](http://www.google.com.br/earth). Acesso em: 1º jun. 2023.

EXPLORATION ARCHITECTURE. **The Biorock Pavilion**. Reino Unido, 2023. Disponível em: [www.exploration-architecture.com/projects/biorock-pavilion](http://www.exploration-architecture.com/projects/biorock-pavilion). Acesso em: 15 jun. 2023.

FAYEMI, Pierre-Emmanuel. **Innovation par la conception bio-inspirée**. Orientador: Améziène Aoussat. 2016. 247 f. Tese (Doutorado) - ENSAM, Paris, 2016. Disponível em: <https://www.theses.fr/>. Acesso em: 4 maio 2021.

FERNALD, Isabel. **Design opportunities with bioluminescent algae**. Estados Unidos: Arizona State University, 2021. Disponível em: [www.keep.lib.asu.edu/items/147982](http://www.keep.lib.asu.edu/items/147982). Acesso em: 15 jun. 2023.

GLOWEE. **C'est la mer qui nous éclaire !** França, 2023. Disponível em: [www.glowee.com](http://www.glowee.com). Acesso em: 15 jun. 2023.

GOOGLE EARTH. **Biarritz**. Estados Unidos, 2023. Disponível em: [www.google.com.br/earth/](http://www.google.com.br/earth/). Acesso em: 1º jun. 2023.

GOURIN, Raphaëlle. **Biarritz: le projet ocean start fait toujours des vagues**. França: Sud Ouest, 2019. Disponível em: [www.sudouest.fr/pyrenees-atlantiques/bayonne/biarritz-le-projet-ocean-start-fait-toujours-des-vagues-2474519.php](http://www.sudouest.fr/pyrenees-atlantiques/bayonne/biarritz-le-projet-ocean-start-fait-toujours-des-vagues-2474519.php). Acesso em: 1º jun. 2023.

GOURIN, Raphaëlle. **Biarritz: mis en suspens, le projet Ocean start ressurgit à la Milady en ce printemps 2021**. França: Sud Ouest, 2021. Disponível em: [www.sudouest.fr/pyrenees-atlantiques/bayonne/biarritz-mis-en-suspens-le-projet-ocean-start-ressurgit-a-la-milady-en-ce-printemps-2021-1949613.php](http://www.sudouest.fr/pyrenees-atlantiques/bayonne/biarritz-mis-en-suspens-le-projet-ocean-start-ressurgit-a-la-milady-en-ce-printemps-2021-1949613.php). Acesso em: 1º jun. 2023.

GRAEFF, Eliot; MARANZANA, Nicolas; AOUSSAT, Ameziène. **Linkage, an Online Tool to Support Interdisciplinary Biomimetic Design Teams**. *Journal of Mechanical Design*, Estados Unidos, v. 143, ed. 10, p. 1-11, 2021. Disponível em: [www.researchgate.net/publication/348877346\\_Linkage\\_an\\_Online\\_Tool\\_to\\_Support\\_Interdisciplinary\\_Biomimetic\\_Design\\_Teams](http://www.researchgate.net/publication/348877346_Linkage_an_Online_Tool_to_Support_Interdisciplinary_Biomimetic_Design_Teams). Acesso em: 6 jun. 2023.

ILIEVA *et al.* **Biomimicry as a sustainable design methodology: introducing the 'biomimicry for sustainability' framework**. *Biomimetics*, Suíça, v. 7, n. 2, p. 37, 2022. Disponível em: [www.mdpi.com/2313-7673/7/2/37](http://www.mdpi.com/2313-7673/7/2/37). Acesso em: 1º jun. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2023 Synthesis Report**. Suíça: 2023. 186 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 1º jun. 2023.

KOS, Darja. **EFIC Eficiência Energética, Conforto Ambiental e Certificações de Sustentabilidade**. Brasília: REABILITA pós-graduação lato sensu em reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística, 2023. 53 p.

LEONARD PARIS. **Des solutions pour une ville écosystème.** In: USBEK & RICA. Le média qui explore le futur. França, 2020. Disponível em: [www.usbeketrica.com/fr/article/des-solutions-pour-une-ville-ecosysteme](http://www.usbeketrica.com/fr/article/des-solutions-pour-une-ville-ecosysteme). Acesso em: 1º jun. 2023.

LOPERENA, Laurence; GARNIER, Marion. **Évaluation environnementale de la déclaration de projet important mise en compatibilité du document d'urbanisme de Biarritz: projet ocean start.** Biarritz, França: CAPB. , 2018. 99 p. Disponível em: [www.communaute-paysbasque.fr](http://www.communaute-paysbasque.fr) f. Acesso em: 1º jun. 2023.

MCKEAG, Tom. **Sahara Forest Project: seeing the forest for the trees.** Zygote Quarterly, v. 11, p. 10-35, 2014. Disponível em: [www.zqjournal.org/](http://www.zqjournal.org/). Acesso em: 1º jun. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Serviços Ecológicos.** Brasil, 2023. Disponível em: [www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossisticos](http://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossisticos). Acesso em: 1º jun. 2023.

MOORED *et al.* **Batoid fishes: inspiration for the next generation of underwater robots.** Marine Technology Society Journal, Washington, USA, v. 45, n. 4, p. 99-109, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em : 1º jun. 2023.

MRAE. **Avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale de la région Nouvelle-Aquitaine sur le projet de mise en compatibilité du plan local d'urbanisme de Biarritz par déclaration de projet relative au projet « Océan Start ».** França: MRAE, 2019. 7 p. Disponível em: [www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/avis-conformes-de-la-mrae-nouvelle-aquitaine-en-a1217.html](http://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/avis-conformes-de-la-mrae-nouvelle-aquitaine-en-a1217.html). Acesso: 1º jun. 2023.

NETO, Justino; ARRUDA, AMILTON; SOARES, Theska Laila de Freitas; MOURA, Edna. **Biomimicry as Methodological Tool for Technical Emancipation of Peripheral Countries.** In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 12., 2016, Belo Horizonte. Anais 12º P&D. Belo Horizonte : P&D, 2016. p 1-11. Disponível em: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). Acesso em: 1º jun. 2023.

NETO, Alber; ARRUDA, Iago Bersot. **A abordagem de estudo de caso e a área de arquitetura, urbanismo e design: considerações a partir da análise de um periódico Qualis A2.** Revista Perspectiva Online: Humanas & Sociais Aplicadas, Rio de Janeiro, v. 19, p. 39-47, 2017. Disponível em: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). Acesso em: 1º jun. 2023.

OLIVEIRA, Brunna Pereira de; PIRES, Janice de Freitas. **Biomimética, geometria complexa e modelagem paramétrica: uma estrutura de saber para arquitetura.** Mix Sustentável, Florianópolis, v. 8, n. 5, p. 63-73, 2022. Disponível em: [www.ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5597/4917](http://www.ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5597/4917). Acesso em: 1º jun. 2023.

PAWLYN, Michael. **Biomimicry in architecture.** 2. Ed. Reino Unido: Riba Publishing, 2019. 171 p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** Brasília: UnB, 2013. 127 p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos; SILVA, Caio Frederico; TEIXEIRA, Ederson Oliveira (org.). **Reabilitação ambiental arquitetônica e urbanística.** 3. ed. aum. Brasília: UnB, FAU, Lasus, 2021. 261 p.

ROSTAMI, Sabra; GARIPCAN, Bora. **Evolution of antibacterial and antibiofouling properties of sharkskin-patterned surfaces.** Surface Innovations, v. 10, ed. 3, p. 165-190, 2022. Disponível em: [www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/jsuin.21.00055](http://www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/jsuin.21.00055). Acesso em: 15 jun. 2023.

ROUGERIE + TANGRAM. **Pole d'excellence du biomimetisme marin Biarritz.** França, 2023. Disponível em: [www.rougerie-tangram.com/projet/pole-dexcellence-biomimetisme-marin](http://www.rougerie-tangram.com/projet/pole-dexcellence-biomimetisme-marin). Acesso em: 14 jun. 2023.

SÁ, Alice Araujo Marques de. **Ferramentas da biomimética no design: aportes da natureza para a prática projetual.** 2021. 185 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: [www.repositorio.unb.br/handle/10482/43068](http://www.repositorio.unb.br/handle/10482/43068). Acesso em: 5 jun. 2023.

SÁ, Alice Araujo Marques de; VIANA, Dianne Magalhães. **Design and biomimicry: a review of interconnections and creative potentials.** Biomimetics Journal, Suíça, v. 8, n. 61, p. 1-16, 2023. Disponível em: [www.mdpi.com/2313-7673/8/1/61](http://www.mdpi.com/2313-7673/8/1/61). Acesso em: 1º jun. 2023.

SÁ, Alice Araujo Marques de; VIANA, Dianne Magalhães. *Design e biomimética: uma revisão sobre o estado da arte no cenário brasileiro*. Mix Sustentável (Online), Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 137-150, 2020. Disponível em: [www.ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4332/3489](http://www.ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4332/3489). Acesso em: 1º jun. 2023.

SANTOS, Claudemilson. **Desenho como processo de aplicação da biomimética na arquitetura e no design**. Tópos, São Paulo, v. 4, ed. 2, p. 144-192, 2010. Disponível em: [www.revista.fct.unesp.br/index.php/topos](http://www.revista.fct.unesp.br/index.php/topos). Acesso em: 1º jun. 2023.

SILVA, Caio Frederico e; GÓES, Thiago (org.). **Dicas bioclimáticas para um projeto mais sustentável**. Brasília: UnB, 2022. 64p.

TAVSAN, Cengiz; TAVSAN, Filiz; SONMEZ, Elif. **Biomimicry in architectural design education**. Procedia Social and Behavioral Sciences, Holanda, v. 182, ed. 2, p. 489-496, 2015. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815031079](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815031079). Acesso em: 1º jun. 2023.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **AQUA-HQE**. Brasil, 2023. Disponível em: [www.vanzolini.org.br](http://www.vanzolini.org.br). Acesso em: 1º jun. 2023.

VERBRUGGHE, Nathalie; RUBINACCI, Eleonora; KHAN, Ahmed Z. **Biomimicry in architecture: a review of definitions, case studies, and design methods**. Biomimetics, Suíça, v. 8, n. 107, p. 1-29, 2023. Disponível em: [www.mdpi.com/2313-7673/8/1/107](http://www.mdpi.com/2313-7673/8/1/107). Acesso em: 1º jun. 2023.

VEUNAC, Michel *et al.* **Réunion publique de concertation réglementaire, mise en compatibilité du plan local d'urbanisme de Biarritz - Déclaration de projet Océan Start**. Out. 2019. Disponível em: [www.communaute-paysbasque.fr/concertations-reglementaires-1/concertation/biarritz-projet-de-realisation-de-logements-dans-le-secteur-aguilera-declaration-de-projet-valant-mise-en-compatibilite-du-plan-local-durbanisme-plu](http://www.communaute-paysbasque.fr/concertations-reglementaires-1/concertation/biarritz-projet-de-realisation-de-logements-dans-le-secteur-aguilera-declaration-de-projet-valant-mise-en-compatibilite-du-plan-local-durbanisme-plu). Acesso em: 1º jun. 2023.

VEZZOLI, Carlos; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. EUA: Springer, 2008. 303 p.

VIEGAS *et al.* **Análise integrada do desempenho térmico, eficiência energética e durabilidade de uma cobertura verde**. In: Construção - Congresso de Construção Civil, 2020, Brasília. Anais do Congresso de Construção Civil Brasília: UnB, 2020. p. 87-97. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/345820461\\_Analise\\_integrada\\_do\\_desempenho\\_termico\\_eficiencia\\_energetica\\_e\\_durabilidade\\_de\\_uma\\_cobertura\\_verde](https://www.researchgate.net/publication/345820461_Analise_integrada_do_desempenho_termico_eficiencia_energetica_e_durabilidade_de_uma_cobertura_verde). Acesso em: 1º jun. 2023.

WANIECK *et al.* **Biomimetics and its tools. Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials**, Reino Unido, v. 6, n. 2, p. 53-66, 2017. Disponível em: [www.icevirtuallibrary.com](http://www.icevirtuallibrary.com). Acesso em: 1º jun. 2023.

WOMMER, Kirsten; WANIECK, Kristina. **Biomimetic research for applications addressing technical environmental protection**. Biomimetics, Suíça, v. 7, ed. 182, p. 1-14, 2022. Disponível em: [www.mdpi.com/journal/biomimetics](http://www.mdpi.com/journal/biomimetics). Acesso em: 1º jun. 2023.

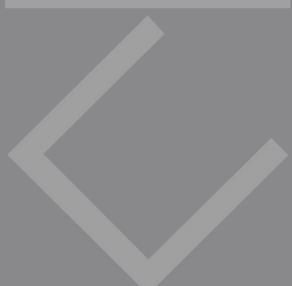
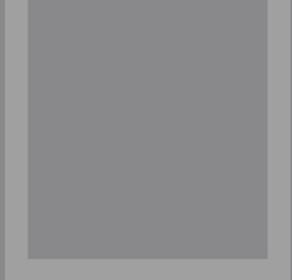
YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 320 p.

ZARI, Maibritt Pedersen. **Can biomimicry be a useful tool for design for climate change adaptation and mitigation?** In: PACHECO-TORGAL, Fernando *et al.* (ed.). *Biotechnologies and biomimetics for civil engineering*: Springer, 2015. cap. 4. Disponível em: [www.springer.com/gp/book/9783319092867](http://www.springer.com/gp/book/9783319092867). Acesso em: 1º jun. 2023.

ZARI, Maibritt Pedersen. **Ecosystem processes for biomimetic architectural and urban design**. Architectural Science Review, Reino Unido, v. 58, ed. 2, p. 106-119, 2014. Disponível em: [www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2014.968086](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2014.968086). Acesso em: 1º jun. 2023.

ZARI, Maibritt Pedersen. **Ecosystem services analysis for the design of regenerative urban built environments**. Building Research & Information, Reino Unido, v. 40, ed. 1, p. 54-64, 2012. Disponível em: [www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2011.628547](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2011.628547). Acesso em: 1º jun. 2023.

ZEFCO. **Pôle biomimétisme marin: faire avec le contexte et la nature**. França, 2023. Disponível em: [www.chartier-dalix.com/en/projects/centre-excellence-marine-biomimicry-biarritz-64](http://www.chartier-dalix.com/en/projects/centre-excellence-marine-biomimicry-biarritz-64). Acesso em: 1º jun. 2023.



# **SOBRE OS AUTORES**

# PREFÁCIO

---

## MARTA ADRIANA BUSTOS ROMERO romero@unb.br



Marta Adriana Bustos Romero é Professora Titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB. Possui graduação pela Universidad de Chile e pela PUCCAMP (1978). Especialista pela USP-São Carlos (1980), Mestre pela UnB (1985), Doutora pela UPC (1993), Pós-Doutora pela PSU (2001). Posição 3.370 entre as cientistas mais influentes na *Latin America Top 10.000 Scientists AD Scientific Index 2021 (Alper-Doger Scientific Index)*. Experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente nos seguintes campos: tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, sustentabilidade, urbanismo sustentável, bioclimatismo, desenho urbano, espaço público, e arquitetura e clima. Autora de diversos livros e coletâneas de referência, como: “Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano (1988); “Arquitetura Bioclimática do Espaço Público” (2001). Principal pesquisadora do LaSUS. Coordenadora do REABILITA.

# APRESENTAÇÃO

---

## ROBERTA CONSENTINO KRONKA MÜLFARTH rkronka@usp.br



Roberta Consentino Kronka Mülfarth é Professora Titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP; bolsista produtividade CNPQ; residente da Comissão de Pesquisa e Inovação da FAUUSP; vice-coordenadora científica do NAP-USP CIDADES; arquiteta e urbanista pela FAUUSP, mestra pelo Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP e doutora pela FAUUSP. Tem experiência na área de Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo, na subárea de Conforto Ambiental, atuando principalmente em sustentabilidade e ergonomia. Autora do livro “Repensando Ergonomia: do edifício ao espaço urbano” e coautora do livro “Towards Green Campus Operations, Energy, Climate and Sustainable Development Initiatives at Universities”.

# EIXO 1 BIOCLIMATISMO E PROJETO ARQUITETÔNICO

## 1 PSICOLOGIA AMBIENTAL E BIOFILIA PARA ARQUITETURA ESCOLAR: FUNDAMENTOS, CONCEITOS E PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO NAS INSTITUIÇÕES ESCOLARES

**SOFIA SORIANO COCHAMANIDIS** *arqsofiasoriano@gmail.com*



Sofia Soriano Cochamanidis graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Católica Dom Bosco e especializou-se em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Atua como arquiteta autônoma e é graduanda do curso de Psicologia na faculdade Insted, em que busca aprofundar sua compreensão sobre a interação entre o ambiente construído e o bem-estar psicológico do ser humano.

**THIAGO MONTENEGRO GOES** *thiago\_goes@ufg.br*



Thiago Góes é professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFG desde 2023. Arquiteto e urbanista (UFSC, 2011), especialista pelo Reabilita (2017), mestre (2018) e doutorando do Programa de Pós-Graduação da FAU/UnB. Especialista em simulação do conforto e desempenho ambiental e eficiência energética. Possui experiência no ensino superior como professor na UniProjeção (2018-2019), UnB (2019-2020) e Reabilita (2019-2020). Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Simulação no Ambiente Construído e do Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo.

## 2 LAZER, ACÚSTICA E QUALIDADE AMBIENTAL: CONDICIONAMENTO ACÚSTICO DE UM RESTAURANTE EM REGENTE FEIJÓ/SP

**BRUNA KAROLINE SILVA** *brunakaroline0601@gmail.com*



Bruna Karoline da Silva é arquiteta e urbanista pelo Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo, especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Foi estagiária em diversos escritórios, participando de obras no Brasil e Estados Unidos. Já graduada, trabalhou como arquiteta em reformas e construções de médio e grande porte, tendo como projeto de destaque a obra do Centro de Distribuição da Ambev em Presidente Prudente, em São Paulo. Atualmente, é arquiteta sócia-diretora em seu próprio escritório voltado para a área de arquitetura e interiores, desenvolvendo projetos residenciais e comerciais para todo o estado de São Paulo.

**ANA CAROLINA CORDEIRO CORREIA LIMA** *ana.ana@unb.br*



Ana Carolina Lima é doutora e mestra em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília, onde é professora da graduação e do curso de pós-graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. É também pesquisadora dos Laboratórios de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo, LACAM e LACIS. Foi coordenadora dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, *Design* de Interiores e *Design* Gráfico e do Centro de Empreendedorismo e Inovação Acadêmica do Centro Universitário do Distrito Federal. Seu enfoque é conforto sonoro, paisagem sonora, projeto arquitetônico e arquitetura hospitalar. Participou na pesquisa de reabilitação de edifícios da Hemorrede, parceria com o Ministério da Saúde.

## 3 ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO BASEADA EM INSPEÇÃO PREDIAL VIA NORMA HOLANDESA NEN 2767 E NA ABNT NBR 16.747

**KARINA ARTUSO TAKAKI** [karina.atakaki@gmail.com](mailto:karina.atakaki@gmail.com)



Karina Artuso Takaki é arquiteta e urbanista pela Universidade Presbiteriana Mackenzie com trabalho final “Antropoceno: o ser humano e o clima. O papel da arquitetura frente à crise climática”. É especialista em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Desenvolveu o artigo “A Aplicação de Tecnologias Sustentáveis em Projetos Arquitetônicos”, estudou na École Nationale Supérieure d’Architecture Paris Val-de-Seine, em Paris, na França, participando de um projeto com foco no desenvolvimento sustentável das cidades chinesas e realizou um *workshop* na Huazhong University of Science and Technology em Wuhan, na China. Atua na área de incorporação na cidade de São Paulo.

**JOÃO DA COSTA PANTOJA** [joaocpantoja@gmail.com](mailto:joaocpantoja@gmail.com)



João da Costa Pantoja é graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília, mestre em Estruturas e Construção Civil pela mesma Universidade, doutor na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com estágio doutoral na University of Illinois at Urbana-Champaign, e pós-doutor em Estruturas pela Universidade do Porto-FEUP. É professor de Estruturas e coordenador do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído da Universidade de Brasília. Pesquisa modelos numéricos aplicados a estruturas, patologia das estruturas, inspeções especializadas, reabilitação estrutural na conservação patrimonial, modelos multicritérios para avaliação de imóveis urbanos, bens singulares e modelos para certificação de empreendimentos.

## 4 ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS SOBRE O POLO DE EXCELÊNCIA EM BIOMIMÉTICA MARINHA

**ALICE ARAUJO MARQUES DE SÁ** [alicearaujoms@gmail.com](mailto:alicearaujoms@gmail.com)



Alice Araujo Marques de Sá graduou-se em *Design* de Produto e Programação Visual na Universidade de Brasília (UnB), obteve o título de mestra no Programa de Pós-Graduação em *Design* da UnB (2021) e especializou-se em Reabilitação Ambiental Sustentável, Arquitetônica e Urbanística pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB. Atua como *designer* e pesquisadora, tendo como temas de interesse: biomimética; *design* bioinspirado; biônica; biodesign; bioclimatismo; sustentabilidade; biologia; arquitetura; artes visuais; museologia; história da arte, do *design* e da arquitetura.

**CAIO FREDERICO E SILVA** [caiosilva@unb.br](mailto:caiosilva@unb.br)



Caio Frederico e Silva é arquiteto e urbanista pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), mestre e doutor pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB), onde também é Professor desde 2011. Foi Professor Visitante na Universidade de Harvard (2019-2020) e é membro do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Distrito Federal (CAU-DF). Atualmente, é Diretor da FAU-UnB e já foi Coordenador da PPGFAU. Desenvolve pesquisas em três áreas temáticas: urbanismo ecológico com foco na contribuição da vegetação frente à emergência climática; simulação de desempenho de edifícios e processo de projeto; e análise ambiental com simulações digitais.

## EIXO 2 ESPAÇO URBANO E SUSTENTABILIDADE

### 5 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA ESCALA URBANA: COMO OS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO CONSIDERAM A RELAÇÃO ENTRE A MORFOLOGIA URBANA, O CONFORTO TÉRMICO EXTERNO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EMPREENDIMENTOS URBANOS

**BRUNA PACHECO DE CAMPOS** *arquiteturabrunacampos@gmail.com*



Bruna Pacheco de Campos é arquiteta e urbanista pela Universidade Federal de Santa Catarina e especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília em. Profissional acreditada LEED AP BD+C e LEED for Cities and Communities Pro pelo conselho de construção sustentável dos Estados Unidos, é consultora de sustentabilidade para empreendimentos imobiliários da escala do edifício à urbana. Participou de projetos como o primeiro LEED Zero Água do Mundo, o primeiro Hospital certificado LEED BD+C Healthcare e o bairro com a

**LUCÍDIO GOMES AVELINO FILHO** *lucidio.arquitetura@gmail.com*



Lucídio Gomes Avelino Filho é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, bolsista CNPq, mestre em Projeto e Cidade pelo PPG Projeto e Cidade da Faculdade de Artes Visuais da Universidade Federal de Goiás, bolsista CAPES e arquiteto e urbanista graduado pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Também está vinculado ao Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo, ao Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética e ao grupo de pesquisa em Simulação Computacional no Ambiente Construído. Participa de projetos de pesquisa ligados aos temas de eficiência energética, simulação computacional e cidades sustentáveis.

### 6 PATRIMÔNIO CULTURAL MUNDIAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM OLHAR PARA O BRASIL

**PRISCILA MENGUE** *priscilamengue@gmail.com*



Priscila Mengue é jornalista e repórter especializada na cobertura de urbanismo, patrimônio cultural e vida na cidade. É graduada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e concluiu a especialização Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília (UnB). Tem mais de uma década de experiência em reportagem, com trabalhos reconhecidos, premiados e publicados em alguns dos principais veículos de imprensa do país.

**ANDREY ROSENTHAL SCHLEE** *andrey.schlee@unb.br*



Andrey Rosenthal Schlee é arquiteto e urbanista, mestre pela UFRGS e doutor pela USP e Professor Titular da UnB, com ênfase em História da Arquitetura e Urbanismo. Participou da Comissão Assessora de Avaliação do ENADE; da Comissão Consultiva da RANA do Sistema de Acreditação do Mercosul; foi consultor do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras para a área; membro da Comissão de Arquitetura do INEP-Confea; foi diretor da ABEA e da FAU-UnB (2004-2011), coordenador de Área da CAPES (2011), bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 e diretor do Departamento de Patrimônio Material e Fiscalização do IPHAN (2011-2019, e desde 2023).

**CAIO FREDERICO E SILVA** *caiosilva@unb.br*



Caio Frederico e Silva é arquiteto e urbanista pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), mestre e doutor pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB), onde também é Professor desde 2011. Foi Professor Visitante na Universidade de Harvard (2019-2020) e é membro do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Distrito Federal (CAU-DF). Atualmente, é Diretor da FAU-UnB e já foi Coordenador da PPGFAU. Desenvolve pesquisas em três áreas temáticas: urbanismo ecológico com foco na contribuição da vegetação frente à emergência climática; simulação de desempenho de edifícios e processo de projeto; e análise ambiental com simulações digitais.

## 7 O PARQUE MINHOCAO COMO UM ELEMENTO INFLUENCIADOR DA ATIVIDADE FÍSICA

**MARIANA LISBOA TANAKA** *mari.listanaka@gmail.com*



Mariana Lisboa Tanaka é arquiteta e urbanista pelo Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e especialista em “Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística” pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Atuou como estagiária e arquiteta em diversos projetos de arquitetura e interiores no segmento residencial, comercial e corporativo, junto a escritórios e construtoras. Desenvolveu os projetos desde a concepção até a execução da obra. Atualmente, faz a coordenação e acompanhamento de projetos de retrofit hoteleiro, dentro de uma administradora hoteleira.

**MARCELO DE ANDRADE ROMÉRO** *marcelo\_romero@icloud.com*



Marcelo de Andrade Roméro é arquiteto e Urbanista (FAUBC), mestre em Tecnologia da Arquitetura (USP), mestre em Teologia pela M.A. in Biblical Leadership, doutor em Tecnologia da Arquitetura pela USP e Lab Nac de Energia e Geologia, Portugal, pós-doutor pela Fulbright Visiting Researcher, professor da CUNY-USA, pós-doutor pela University of Arizona-USA, pós-doutor pela LNEC-Portugal e livre-docente e professor da Sênior (USP). Também é professor das seguintes instituições e cursos: Marinha do Brasil, *lato sensu*: Escola Politécnica-USP (desde 2005), Faculdade de Saúde Pública da USP (2000-2015), Mestrado e Doutorado da FAUUSP (2005-2023), Mackenzie (2000-2023) e UnB (desde 2010); Mestrado e *lato sensu* da Belas Artes (desde 2015).

## 8 PLANEJAMENTO DO ECOSISTEMA URBANO DE CAVALCANTE/GO: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS PARA A REVISÃO DO PLANO DIRETOR

**CAIO MONTEIRO DAMASCENO** *caiomdamasceno@gmail.com*



Caio Monteiro Damasceno, arquiteto e urbanista, integrante do grupo de pesquisa e extensão “Periférico: trabalhos emergentes” da Universidade de Brasília, pela qual é graduado. Também é especialista em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela mesma Universidade. Atuou como coordenador adjunto do projeto “Arquitetura Vernacular Kalunga: difusão e preservação dos saberes tradicionais”, do Polo UnB Kalunga do Departamento de Extensão DEX/UnB em 2022 e 2023. Atua em projetos de mobilização comunitária através do Processo Participativo, como ações voluntárias de revitalização do espaço urbano de forma autônoma e através da CODHAB (2018).

**LIZA MARIA DE SOUZA ANDRADE** [lizamsa@gmail.com](mailto:lizamsa@gmail.com)



Liza Maria de Souza Andrade é arquiteta e urbanista pela UFMG, mestre e doutora pela FAU-UnB. É professora e pesquisadora do PPG da FAU/UnB, do REABILITA e coordenadora do Curso *lato sensu* e Programa de Residência Multiprofissional CTS. Líder do Grupo de Pesquisa e Extensão “Periférico, trabalhos emergentes”, vice-líder do Grupo de Pesquisa “Água e Ambiente Construído”. Atuou no CONSAB/DF (2020/2022), foi Coordenadora de Extensão (2018/2020) e membro da Câmara de Extensão da UnB (2016/2020) e do EMAU/CASAS (2013/2020). Atualmente, desenvolve pesquisa sobre a produção do *habitat* no território do DF e entorno, os ecossistemas urbanos e rurais e a assessoria sociotécnica.

## 9 ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE MARÍLIA/SP E SEUS IMPACTOS SOBRE O MEIO NATURAL

**ANDRÉA DOS SANTOS MOITINHO** [a.moit@uol.com.br](mailto:a.moit@uol.com.br)



Andréa dos Santos Moitinho é arquiteta e urbanista pela Universidade Estadual Paulista e especialista em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Servidora do Ministério das Cidades desde 2006, atua como assessora técnica na Secretaria Nacional de Periferias e possui experiência em urbanização de assentamentos precários e habitação de interesse social. Integrou missão diagnóstica do Governo Brasileiro no Haiti com vistas à elaboração de projetos de cooperação técnica entre os dois países após o sismo de 2010. Participou de treinamento voltado ao planejamento da expansão urbana promovido pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA – 2015).

**RÔMULO JOSÉ DA COSTA RIBEIRO** [rjribeiro@unb.br](mailto:rjribeiro@unb.br)



Rômulo José da Costa Ribeiro Geólogo é mestre e doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília, onde atua como professor. Coordena o Núcleo Brasília do INCT do Observatório das Metrópoles/IPPUR/UFRJ desde 2009, e o grupo de pesquisa Núcleo Brasília, no qual são estudadas questões espaciais urbano e ambientais da Área Metropolitana de Brasília. É professor no curso de graduação em Gestão Ambiental; no programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo; no Programa de Pós-graduação em Transportes; no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos; e no Curso de Especialização Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística.

## EIXO 3 A NATUREZA COMO RECURSO DE PROJETO

### 10 AVALIAÇÃO SAZONAL DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE SUPORTE PELO SEQUESTRO FLORESTAL DE CARBONO EM AMBIENTES URBANOS - ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES

**EDUARDA GAZOLA AGUIAR** *eduardaaguiar.arq@gmail.com*



Eduarda Gazola Aguiar, arquiteta e urbanista, graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Passo Fundo. É especialista em Territórios Colaborativos – Processos, Projeto, Intervenção e Empreendedorismo pelo Instituto Universitário de Lisboa, Portugal, e em Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística, pela Universidade de Brasília. Atua como Arquiteta e Urbanista na Secretaria de Infraestrutura e Urbanismo do Município de Luís Eduardo Magalhães, na Bahia.

**GUSTAVO MACEDO DE MELO BAPTISTA** *gmbaptista@unb.br*



Gustavo Macedo de Melo Baptista é professor Associado III do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, ex-coordenador do Polo UnB do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiamb – 2018-2020), ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica (2016-2018) e ex-diretor do Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares (CEAM/UnB – 2014-2016). Atua também como pesquisador do Núcleo Brasília do INTC Observatório das Metrôpoles.

### 11 FITOPATOLOGIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA LEÃO XIII, JANUÁRIA/MG

**JULYENE FERNANDES ALKMIM** *julyenearquitetura@gmail.com*



Julyene Fernandes Alkmim, arquiteta e urbanista, graduada pela Universidade de Brasília (UnB), é especialista em “Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística” pela mesma Universidade. Possui qualificação profissional pelo SENAC/Rio, com certificação em “Ambientação de Interiores Residenciais” (2010) e “Paisagismo” (2011). Na graduação, atuou como pesquisadora no Programa de Iniciação Científica sobre “Mobilidade Urbana Sustentável” no Laboratório de Psicologia Ambiental e no Projeto “Estudos e Pesquisa em Arquitetura Penal” junto ao Núcleo de Estudos e Pesquisa Penitenciário Nacional (DEPEN). Atua como arquiteta na Secretaria Municipal de Educação de Januária, em Minas Gerais.

**RODRIGO STUDART CORRÊA** *rscorrea@unb.br*



Rodrigo Studart Corrêa é professor da Universidade de Brasília (UnB) desde 2003 e do Curso de Pós-graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística - Reabilita desde 2006, em que ministra o módulo Infraestrutura Verde e Soluções Baseadas na Natureza. Ph.D. em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de Melbourne (Austrália), mestre em Ecologia da Fauna e da Flora pela UnB, especialista em Meio Ambiente pela Universidade de Dresden (Alemanha), engenheiro agrônomo e geógrafo pela UnB e engenheiro ambiental pelo Instituto de Engenheiros da Austrália. Desenvolve pesquisas e projetos em Restauração Ecológica e em Ecologia Urbana.

# 12 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E INFRAESTRUTURA VERDE EM POLÍTICAS PÚBLICAS PARA DESENVOLVIMENTO URBANO: OPORTUNIDADES E DESAFIOS

**ANA LUÍSA OLIVEIRA DA SILVA** [analuisa.ciamb@gmail.com](mailto:analuisa.ciamb@gmail.com)



Ana Luísa Oliveira da Silva possui bacharelado em Ciências Ambientais pela Universidade de Brasília. Fez intercâmbio acadêmico na University of Hull, Inglaterra. Pós-graduada *lato sensu* em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística – Reabilita 11 pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Atua como assessora técnica em projetos de cooperação internacional na área de desenvolvimento urbano sustentável, soluções baseadas na natureza, mudanças do clima, políticas públicas e proteção da sociobiodiversidade brasileira. Atualmente, é membro da Associação de Cientistas Ambientais do Brasil.

**DANIEL SANT'ANA** [dsantana@unb.br](mailto:dsantana@unb.br)



Daniel Sant'Ana possui doutorado em Uso e Conservação de Água em Edificações pela Oxford Brookes University - Inglaterra, mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade em Edificações pela Oxford Brookes University - Inglaterra e graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. É Professor Associado na Universidade de Brasília, líder do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído e editor chefe do periódico Paranoá. Em sua atuação profissional, seu enfoque está direcionado à Conservação de Água, com especial atenção aos temas de Planejamento, Gestão e Governança da Água, Saneamento, Drenagem Urbana e Conservação de Água.

# 13 EM DIREÇÃO A UMA PAISAGEM ECOLÓGICA: JARDIM DE CHUVA COMO UM MEIO DE PRESERVAÇÃO DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

**GABRIELA SANTANA DO VALE** [gsvale.contato@gmail.com](mailto:gsvale.contato@gmail.com)



Gabriela Santana do Vale atua como autônoma em arquitetura/arte. Graduiu-se em Arquitetura e Urbanismo pela FAU/UnB e especializou-se em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pelo PPG-FAU/UnB. Teve obras expostas e premiação pelo CAU/BR. Durante a graduação, foi cofundadora da primeira empresa júnior da FAU/UnB, Ateliê Muda. Realizou PIBIC, indicado ao Prêmio Destaque em 2017. Atuou como estagiária em arquitetura residencial pelo Juanita Noronha Arquitetura, em pesquisa em bambu pelo CPAB/UnB e em preservação de patrimônio cultural pelo IPHAN/DF, tendo como destaques: sinalização de sítios arqueológicos no Parque Nacional de Brasília, Athos colorindo Brasília.

**JOSÉ MARCELO MARTINS MEDEIROS** [medeirosjose@gmail.com](mailto:medeirosjose@gmail.com)



José Marcelo Martins Medeiros é Professor Adjunto do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins e professor do PPG-FAU/UnB, curso de especialização. Faz parte grupo de pesquisa “A Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo” (FAU/UnB). Possui pesquisa individual: “Sustentabilidade em uma nova capital modernista: a recente verticalização na Praia da Graciosa, Palmas, Tocantins” (Curso de Arquitetura e Urbanismo - UFT). Título da tese: “Parques Lineares ao Longo de Corpos hídricos urbanos: conflitos e possibilidades, o caso da Orla do Lago Paranoá/DF”. Experiência internacional: chefe de projeto na Université du Québec à Montréal, Canadá.

ISBN: 978-65-84854-35-2

**BR**



9 786584 854352