

Integrando saberes em
EDUCAÇÃO AMBIENTAL e
SUSTENTABILIDADE

Clécio Danilo Dias da Silva
Lúcia Maria de Almeida



Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizador

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Prof.ª Dr.ª Lúcia Maria de Almeida

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Ciências Agrárias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza
Centro Universitário Santa Amélia
Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz
Faculdade Sagrada Família
Prof.º Dr. Carlos López Noriega
Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica -
Poli - USP
Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva
Centro Universitário FACEX
Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chiroli
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis
Universidade do Estado de Minas Gerais
Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig
Universidade Federal do Paraná
Prof.º Dr. Gilberto Zammar
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso
Universidade de Santa Cruz do Sul
Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues
Faculdade Sagrada Família
Prof.º Dr. João Luiz Kowaleski
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.º Me. Jorge Soistak
Faculdade Sagrada Família
Prof.º Me. José Henrique de Goes
Centro Universitário Santa Amélia
Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim
Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino
Superior dos Campos Gerais
Prof.ª Ma. Lucimara Glap
Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues
Universidade Norte do Paraná
Prof.º Dr. Marcos Pereira dos Santos
Faculdade Rachel de Queiroz
Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch
Faculdade Sagrada Família
Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda
Centro Universitário Santa Amélia
Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira
Instituto Federal do Acre
Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens
Faculdade Sagrada Família
Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares
Universidade Federal do Piauí
Prof.ª Ma. Sílvia Apª Medeiros Rodrigues
Faculdade Sagrada Família
Prof.ª Dr.ª Sílvia Gaia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues
Instituto Federal de Santa Catarina

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

I31113 Integrando saberes em educação ambiental e sustentabilidade. / Clécio Danilo Dias da Silva, Lúcia Maria de Almeida (orgs.). -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 86 p. – ISBN: 978-65-88580-37-0

Inclui biografia
Inclui índice
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
DOI 10.47573/aya.88580.2.24

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Política pública. 4. Engenharia sustentável I. Silva, Clécio Danilo Dias II. Almeida, Lúcia Maria. III. Título

CDD: 363.7

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de
Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

SUMÁRIO

Apresentação 7

01

Resiliência Climática e a Questão Hídrica
como Desafio Contemporâneo 9

Simone Cesario Soares

Katiucia de Oliveira Peres

Elaine de Oliveira Zanini

Marli Renate von Borstel Roesler

DOI: 10.47573/aya.88580.2.24.1

02

O conceito biomimético aplicado a
engenharia civil 20

Janderley Lopes Pereira

Renan Barros dos Anjos

Cledinei Santana Amanajás

DOI: 10.47573/aya.88580.2.24.2

03

A temática da sustentabilidade no
ensino de biologia durante a COVID-19:
reestruturando as ações do Projeto
“Biologia Cuité” junto ao Programa
Institucional de Bolsa de Iniciação à
Docência (PIBID) 36

Michelle Gomes Santos

Marciano Henrique de Lucena Neto

Sânzia Viviane Farias Ferreira Cunha

DOI: 10.47573/aya.88580.2.24.3

04

Resíduos sólidos e educação ambiental: relato de uma visita técnica a usina eco serviços ambientais reciclagem e compostagem..... 51

Gilberto Thiago Pereira Tavares

Clécio Danilo Dias da Silva

Carina Ioná de Oliveira Torres

Priscila Daniele Fernandes Bezerra Souza

Lúcia Maria de Almeida

DOI: 10.47573/aya.88580.2.24.4

05

Uso e conservação dos recursos naturais: investigando a percepção ambiental de estudantes do ensino fundamental 58

Vanessa Dantas da Silva

Clécio Danilo Dias da Silva

Priscila Daniele Fernandes Bezerra Souza

Lúcia Maria de Almeida

DOI: 10.47573/aya.88580.2.24.5

06

Educação ambiental na formação inicial de professores: conhecimentos construídos, experiências e perspectivas futuras ... 71

Neloysa Dantas da Silva

Clécio Danilo Dias da Silva

Lúcia Maria de Almeida

Priscila Daniele Fernandes Bezerra Souza

DOI: 10.47573/aya.88580.2.24.6

Organizadores 81

Índice Remissivo 82

Apresentação

Trabalhar Educação Ambiental na perspectiva da Sustentabilidade é de grande importância na contemporaneidade, visto que ambas, de forma integrada, proporcionam a sensibilização, a construção de valores e mudança de atitudes, possibilidades estas que, precisam estar alicerçadas na formação dos sujeitos, quer seja através da educação formal ou informal. Assim, a Educação Ambiental deve proporcionar aos sujeitos os conhecimentos necessários para tomada de consciência de forma individual e coletiva, com vistas a resolver as questões ambientais de maneira crítica e reflexiva, considerando o contexto econômico e sócio cultural dos envolvidos. Neste sentido, conhecer e discutir sobre ações educativas, pesquisas e metodologias que abordam a Educação Ambiental para a Sustentabilidade é de fundamental importância para a formação de cidadãos aptos a atuarem socioambientalmente no seu cotidiano.

Diante deste contexto, o e-book “Integrando saberes em Educação Ambiental e Sustentabilidade”, organizado em seus 6 capítulos, se constitui em uma excelente iniciativa para agrupar diversos estudos/pesquisas nacionais envolvendo meio ambiente, Educação ambiental e Sustentabilidade, os quais estão dispostos da seguinte forma:

No Capítulo 01 Soares e colaboradores trazem reflexões e discutem acerca dos desafios contemporâneos relacionados à Educação Ambiental e a resiliência climática, trazendo destaques para a importância da água e questões hídricas no contexto social.

No Capítulo 02 Pereira, Anjos e Amanajás analisam a aplicabilidade da Biomimética na Engenharia Civil, sua importância e os benefícios de agregá-la a indústria, por meio de uma revisão bibliográfica, tendo em vista os promissores resultados que a aplicação do conceito biomimético trouxe a diversas áreas como o setor de produção de matérias e design.

No Capítulo 03 Santos, Neto e Cunha descrevem o processo de discussão e debates na busca de novas estratégias e abordagens para a execução das ações do “Projeto PIBID Biologia – Cuité” com ênfase na temática da sustentabilidade, do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) junto ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Educação e Saúde (CES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em tempos de pandemia.

No Capítulo 04 Tavares e colaboradores trazem um relato de experiência de uma visita técnica a usina Eco Serviços Ambientais Reciclagem e Compostagem com a finalidade de sensibilizar a comunidade escolar com relação às práticas de desenvolvimento sustentável enfatizando a importância da reutilização do lixo através da reciclagem e da técnica de compostagem.

No Capítulo 05 Silva e colaboradores analisam a percepção de estudantes do ensino fundamental sobre a utilização e conservação dos recursos naturais.

No Capítulo 06 Silva e colaboradores apresentam e discutem a percepção de estudantes de cursos de licenciatura em Pedagogia e Ciências Biológicas sobre a Educação Ambiental, enfatizando a sua importância e perspectivas futuras para inserção destas na atuação em sala de aula.

Assim, esperamos que as discussões efetivadas ao longo dos capítulos deste e-book possam subsidiar o desenvolvimento de novos conhecimentos direcionadas à Educação Ambiental, Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade. Por fim, considerando que a relevância da divulgação científica para a democratização e popularização da Ciência, parabenizamos a estrutura da AYA Editora por oferecer uma plataforma consolidada e confiável para que pesquisadores de todo o Brasil divulguem seus estudos e investigações.

Desejamos ao leitor uma boa leitura e profundas reflexões.

Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva
Prof.^a Dr.^a Lúcia Maria de Almeida
Os Organizadores

O conceito biomimético aplicado a engenharia civil

The biomimetic concept applied to civil engineering

Janderley Lopes Pereira

Faculdade Estácio do Amapá

Renan Barros dos Anjos

Faculdade Estácio do Amapá

Cledinei Santana Amanajás

Faculdade Estácio do Amapá



Resumo

O conceito biomimético pode ser descrito como uma ciência que busca desenvolver métodos e modelos tecnológicos inovadores baseando-se em sistemas biológicos. Ao estudar e obter uma maior compreensão desses sistemas foi possível desenvolver técnicas e produtos inéditos que agregaram a diversos setores industriais. Tendo em vista as inúmeras possibilidades que o termo representa, este artigo apresenta os benefícios da aplicação deste conceito a Engenharia Civil por meio de exemplos práticos, simultaneamente aponta problemáticas enfrentadas pelo setor da construção civil que foram solucionadas por meio do emprego do pensamento biomimético reforçando a relevância deste trabalho. Esse tipo de análise também corrobora para a importância lógica e estratégica do combate a extinção de animais e microrganismos tendo em vista não só a sua importância para o equilíbrio do ecossistema terrestre, mas também para a obtenção de modelos inovadores, eficientes e sustentáveis de produção. Para isso foi utilizado estudos como o da bióloga e escritora Janine Benyus a responsável por popularizar o termo com o seu livro "Biomimicry: Innovation inspired by nature" (1997), onde Janine conceitua a Biométrica e expõe invenções e métodos produtivos inspirados pela natureza.

Palavras-chave: biomimética. biomimética na construção. construção sustentável.

Abstract

The biomimetic concept can be described as a science that seeks to develop innovative technological methods and models based on biological systems. By studying and gaining a greater understanding of these systems, it was possible to develop new techniques and products that added to various industrial sectors. In view of the numerous possibilities that the term represents, this article presents the benefits of applying this concept to Civil Engineering through practical examples, while pointing out problems faced by the civil construction sector that were solved using biomimetic thinking, reinforcing the relevance of this work. This type of analysis also corroborates the logical and strategic importance of combating the extinction of animals and microorganisms, considering not only its importance for the balance of the terrestrial ecosystem, but also for obtaining innovative, efficient, and sustainable production models. For this, studies such as the one by biologist and writer Janine Benyus, responsible for popularizing the term with her book "Biomimicry: Innovation inspired by nature" (2003), where Janine conceptualizes Biometrics and exposes inventions and productive methods inspired by nature, was used.

Keywords: biomimetics. biomimetics in construction. sustainable construction.

INTRODUÇÃO

As maravilhas da engenharia da natureza podem ser vivenciadas nos primeiros escritos gravados, paralelo ao explícito desejo de importar suas ideias e mecanismos para a tecnologia contemporânea. Afinal, quem mais poderíamos consultar se não aquela que passou por todas as adversidades imagináveis e se mostrou resiliente. A natureza. Fonte de processos e mecanismos prontos para serem estudados.

A partir desta linha de pensamento na década de 1950 o engenheiro e biofísico norte-americano Otto Schmitt cunhou o termo Biomimética para descrever a transferência de ideias e análogos da biologia à tecnologia (VINCENTE *et al*, 2006). Tornou-se popular em 1997 quando a bióloga e escritora Janine Benyus lançou seu livro titularizado como Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza abordando-a de forma sistêmica e a difundiu como uma ciência de múltiplas aplicações. O termo se estabeleceu nas áreas biomédicas como o estudo e a imitação de processos métodos e mecanismos da natureza (BROCCO, 2017).

“A ciência Biomimética (de bios, significando vida, e mimesis, significando imitação) é constituída por um método inovador que visa soluções sustentáveis seguindo o exemplo da natureza, na qual se utiliza de padrões e estratégias de sobrevivência dos sistemas biológicos. (MEIRA, 2008, p.1, *apud* BIOMIMICRY GUILD, 2006).

Para MEIRA (2008), objetivo deste método é dar luz a produtos, processos e políticas de desenvolvimento sustentável inspirados nos modos de vida que se adequaram à terra durante o longo período de evolução dos seres vivos.

Apesar de ser uma ciência recente, o pensamento biomimético existe antes mesmo de o termo ser concebido, segundo GUILLEN (2020) os autores relatam que a humanidade observa a natureza e a toma como inspiração para a resolução de problemas de design desde os tempos remotos.

“Na antiguidade, a humanidade observou os organismos da natureza para desenvolver sistemas de proporção de beleza clássica; no século XV, a humanidade observou a natureza procurando inspiração para desenvolver máquinas e outros artefatos para satisfazer as necessidades da comunidade; no século XIX, a humanidade observou a natureza para inspirar projetos de sistemas estruturais para infraestrutura e; no século XX, a humanidade observou a natureza para solucionar problemas de design de diferentes áreas do conhecimento sob a perspectiva dos termos biônica, biomimética e biomimicry.” (GUILLEN, 2020, p.36).

Provavelmente o mais notável sucesso foi o voo, pressagiado pelos esboços da “máquina voadora” de da Vinci (1452-1519) inspirado na anatomia dos pássaros “Figura 1”, o próximo eram fibras poliméricas na forma de nylon (ALMEIDA *et al*, 2020).

“Leonardo da Vinci, que foi um expoente na área da engenharia, dizia que apesar da grande genialidade do homem, este nunca descobrirá invenções mais belas, econômicas ou diretas que a natureza” (BROCCO, 2017 *apud* VINCI, 2004).

Figura 1 – “Máquina Voadora” de Leonardo da Vinci (1452-1519)



Fonte: ALMEIDA, 2009.

Além de ser uma alternativa, comprovadamente, eficiente outro aspecto relevante da Biomimética é reconhecer a importância de proteger os seres vivos da extinção, a fim de que não percam as soluções da natureza que controlam a sobrevivência, ainda não estudadas ou compreendidas por nós. Podemos por meio de investigações dos sistemas biológicos, aprender técnicas de fabricação permitindo o desenvolvimento de produtos tais como fibras biodegradáveis, cerâmicas, plásticos e vários produtos químicos. A natureza tem fornecido vários modelos para muitos dispositivos, processos e mecanismos concebendo uma nova forma, sustentável, de criarmos produtos industriais. Além de fornecer modelos, a natureza pode servir como um guia para determinar o destino das inovações nos termos da durabilidade, do desempenho e da compatibilidade (MEIRA, 2008).

Justificativa

A introdução do Biomimetismo na Engenharia Civil pode ser o próximo passo para a necessária evolução da construção civil, evolução essa, que será marcada por processos construtivos mais sustentáveis e eficientes, tendo como característica os princípios da natureza onde o desperdício de material e energia é mínimo. Ao contrário da natureza, uma das maiores problemáticas enfrentadas pelo setor da construção civil é o desperdício tanto de energia quanto de materiais juntamente com grandes impactos ambientais, logo, se compreendermos os mecanismos e processos utilizados pela natureza poderemos replicar e desenvolver meios de solucionar problemas como estes. É importante ressaltar que essa ciência se inspira na natureza e não a utiliza como ferramenta, contribuindo para a preservação de biomas naturais, reforçam a relevância deste estudo.

Objetivos

Objetivo Geral.

O presente artigo tem como intuito analisar a aplicabilidade da Biomimética na Engenharia Civil, sua importância e os benefícios de agregá-la a indústria, por meio de uma revisão bibliográfica, tendo em vista os promissores resultados que a aplicação do conceito biomimético trouxe a diversas áreas como o setor de produção de matérias e design.

Objetivos Específicos.

- Estabelecer uma relação entre a Biomimética e a engenharia civil por meio de análise bibliográfica e estudos de casos
- Verificar as consequências que a introdução do conceito biomimético pode trazer para o setor da construção.

Problema

É válida a implementação do Biomimetismo na engenharia civil? e se for quais serão os impactos desta relação para o setor da construção civil?

Metodologia

Quanto a metodologia utilizada foi de caráter explicativa por meio de levantamento bibliográfico a respeito dos assuntos que cercam o tema incluindo artigos científicos nacionais e estrangeiros, livros, palestras TED, acervos técnicos e estudos de casos. Quanto a abordagem, é classificamos como quali quantitativa.

BIOMIMÉTICA E ENGENHARIA CIVIL

A construção civil é um dos setores mais importantes do mundo em diversos aspectos, principalmente o econômico, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2020) só no Brasil a cada R\$ 1 milhão de investimento, a construção civil cria 7,64 empregos diretos e 11,4 empregos indiretos; que geram R\$ 492 mil e R\$ 772 mil sobre o PIB, respectivamente. A maior parte do que é investido na construção civil no Brasil retorna como PIB, emprego, imposto e renda. Porém, se de um lado temos números, economicamente, satisfatórios do outro temos um dos setores que mais geram impactos ambientais no mundo.

“A indústria da construção civil é Responsável por consumir cerca de 75% das matérias-primas e emitir 1/3 dos gases de Efeito Estufa, é caracterizada a indústria mais poluente do Planeta e todas as etapas do processo produtivo geram impactos, principalmente no que se refere à extração de matérias-primas.” (FERNANDES *et al*, 2014, p.1).

O consumo de Cimento no mundo é maior que o de alimentos e o concreto só perde para o consumo de água, com isso podemos constatar que a indústria da construção civil é a atividade antrópica que mais consome matéria prima e energia, conseqüentemente é a que mais polui resultando em impactos ambientais consideráveis (LEAL, 2018). Outro aspecto a ser mencionado

é o alto índice de desperdício de materiais podendo chegar a 8%, porcentagem que se traduz em toneladas de resíduos (entulho) que na grande maioria das vezes não são reutilizados, refletindo em perdas financeiras alcançando a marca dos 30% (MATIAS, 2018). A excessiva extração de insumos naturais somada ao emprego e descarte, inadequado, de materiais poluentes está tendo um alto preço para a sustentabilidade do nosso planeta, uma das metas estipuladas pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2021) visa, até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos, maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos. Um norte para alcançar esses objetivos pode estar no Biomimétismo.

Segundo Janine Benyus podemos resolver problemáticas humanas por meio do estudo dos modelos da natureza e então imitá-los ou se inspirar nos seus designs e processos, por exemplo, uma célula solar inspiradas em uma folha.

“A Biomimética usa um padrão ecológico para julgar o acerto de nossas inovações. Após 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu: o que funciona. O que é apropriado. O que dura.

Ela introduz uma era baseada não no que podemos extrair do mundo natural, mas no que podemos aprender com ele.” (BENYUS 2003; p.8)

Benyus (2003) reitera que os seres vivos, em conjunto, mantêm uma estabilidade dinâmica, continuamente manipulando recursos sem desperdícios. Como os corais que, de forma eficiente, retiram minerais e CO₂ do ambiente e acrescentam carbonato de cálcio para construir seu exoesqueleto, processo que inspirou pesquisadores de Stanford a desenvolver um novo jeito de produzir cimento. Após a captura do CO₂ da atmosfera, ele é dissolvido em água marinha a fim de formar o carbonato de cálcio, cujas propriedades são ideais para construções, contribuindo não somente para o desenvolvimento de um cimento alternativo, mas também para o aproveitamento do gás CO₂, principal responsável pelo efeito estufa. (SEBRAE, 2018).

Depois de décadas de estudos, os ecologistas começaram a entender semelhanças escondidas entre alguns sistemas interligados. Nesses estudos é possível observar alguns princípios de Biomimétismo encontrados na natureza e que podem ser adaptados à construção civil.

- A natureza trabalha à luz do sol;
- A natureza usa apenas a energia que necessita;
- A natureza adapta a forma à função;
- A natureza recicla tudo;
- A natureza vive em cooperação;
- A natureza se assenta na diversidade;
- A natureza exige conhecimentos precisos;
- A natureza corta o desperdício desde a origem;
- A natureza toca o poder de limites. (LACERDA *et al*, 2012).

A Biomimética possibilita a criação de materiais diferenciados e inovadores, como, por exemplo, revestimentos autolimpantes que funcionam como as folhas de lotus, plásticos que se autorregeneram e funcionam como a pele humana, fibras inspiradas nas teias de aranha que são mais resistentes que o nylon, materiais que crescem em temperatura ambiente e que são mais resistentes que a cerâmica, adesivos superaderentes baseados nas microestruturas das patas de um lagarto e inúmeros outros. (BROCCO, 2017; *apud* DEYOUNG e HOBBS; 2009). Além de possibilitar a produção de novos materiais que podem ter grande serventia para o setor da construção civil, a aplicação do conceito biomimético na engenharia civil permite a projeção de

edificações sustentáveis tendo como base a arquitetura e soluções de design desenvolvidas pela natureza ao longo de milhões de anos que apesar de, a priori, parecerem empírica, são sistêmicas, complexas, eficientes e não prejudiciais para o ecossistema que ela se encontra.

“A tipologia arquitetônica auxilia com soluções simples, mas com resultados positivos para a sustentabilidade do planeta evitando mudanças climáticas e escassez de água, pois está diretamente relacionada à eficiência energética de uma residência, sem deixar de se preocupar com o conforto térmico, a iluminação e racionalização do uso da água.” (SENS, 2009, p.24).

Conclui-se então que o Biomimétismo abre um leque de possibilidades que engloba a engenharia civil no que se refere a materiais, design e soluções.

TECNOLOGIAS E PROCESSOS BIOMIMÉTICOS APLICADOS A ENGENHARIA CIVIL

Segundo o Biomimicry Institute, a Biomimética já está sendo utilizada por empresas e instituições como ferramenta para enfrentar desafios de designer e na resolução de problemas massivos de sustentabilidade. A Biomimicry 3.8 presta serviço para mais de 250 clientes trazendo projetos sustentáveis, incluindo a Boeing, Colgate-Palmolive, Nike, General Electric, Herman Miller, arquitetos HOK, IDEO, Interface, Natura, Procter e Gamble, Levi's, Kohler e General Mills.

A natureza desenvolveu objetos com alto desempenho usando materiais comumente encontrados. Estes funcionam na macroescala para a nanoescala. A compreensão das funções fornecidas pelos objetos e processos encontrados na natureza pode nos guiar a replicar e produzir nanomateriais, nanodispositivos e processos. Os produtos, designs, adaptação ou derivação da natureza biologicamente inspirada são referidos como “biomiméticos”. Significa imitar a biologia ou a natureza (ALMEIDA *et al*, 2020).

Produtos Biomiméticos.

Algumas espécies de plantas possuem sistemas de autolimpeza o que resulta na capacidade de manter sua superfície sempre limpa, mesmo em ambientes intemperes. Isso se dá pela característica Super hidrofóbica (que conforme a literatura, é determinada quando o ângulo de contato da água encontra-se superior a 150°) presente nessas espécies, resultante da estrutura das suas folhas, que possuem uma geometria com um sistema de micro projeções de cutícula numa escala nano, capaz de formar uma superfície de contato mínimo com gotas de água (LACERDA *et al*, 2012). “Figura 2”.

Figura 2 – Super hidrofóbica das plantas.



Fonte: LACERDA *et al*, 2012.

Meira (2008) afirma que a flor de lótus (*Nelumbo Nucífera*) possui em sua superfície o modelo mais completo de autolimpeza detectado em um sistema biológico. O motivo que proporciona a limpeza está nos minúsculos cristais de cera encontrados na superfície das folhas, permitindo que as gotas de água rolem facilmente sobre suas pétalas levando consigo toda a sujeira “Figura 3”.

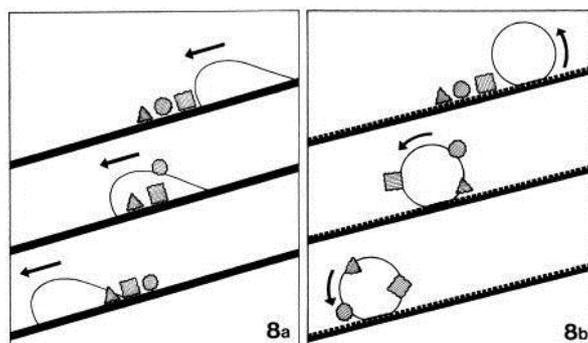
Figura 3 – Flor de Lótus



Fonte: Significados.com

“Os pingos de chuva que caem sobre a folha levam consigo as partículas de sujeira: a folha limpa a si mesma. De acordo com essas observações, em meados da década de 90, Wilhelm Barthlott pesquisador da universidade de Bonn, Alemanha, patenteou a aplicação técnica do efeito lótus (MEIRA, 2008 *apud* PATSCHULL, 2005)”. “Figura 4”.

Figura 4 – Demonstração do Efeito Lótus.



Fonte: Nanomateriais.wordpress.com

A importância deste estudo e a reprodução desse efeito está no uso diversificado da sua aplicação, incluindo na construção civil. Em 1999 surgiu o primeiro produto imitando o “efeito lótus”, a tinta para fachadas Lotusan, na qual a sujeira depositada nas paredes externas de casas e edifícios que a utilizam, é limpa pelas gotas de chuva (MEIRA, 2008). No Brasil há empresas que vendem tintas com características autolimpantes e térmicas, que ajudam a manter a temperatura no interior da casa cerca de 30% mais baixa se comparada com as pinturas convencionais (DUTRA *et al*, 2016 *apud* ECCOLUST, 2016).

Outro exemplo de material biomimético é o vidro Ornilux “Figura 5”, devido a constante incidência de pássaros em edificações envidraçadas sendo a segunda maior causa de mortes de

aves por ações humanas ao redor do mundo (cerca de 1 bilhão por ano apenas na região norte americana) a empresa alemã Arnold Glass buscou inspiração na natureza para desenvolver um vidro que permite que os pássaros possam visualizar de maneira mais clara as construções que utilizam vidro na sua parte externa, mas sendo imperceptível aos olhos humanos. A empresa verificou que as aves conseguem distinguir teias de aranha em meio a floresta e, conseqüentemente, podem evitá-las, o estudo apontou que isso ocorre devido a habilidade que algumas aranhas têm de confeccionar teias refletivas aos raios UV, baseado nisso, a empresa Arnold Glass inseriu filamentos que refletem luz UV em seus vidros que simulam teias de aranha esperando o mesmo resultado (ARCH GLASS, 2020). A empresa afirma que o produto mostrou 70% de eficácia em testes desenvolvidos em tuneis de voou, diminuindo drasticamente as colisões de pássaros em fachadas que utilizam essa tecnologia.

Figura 5 - Vidro Ornilux.



Fonte: BROCCO, 2017.

Métodos de Design Biomiméticos

Segundo GUILLEN (2020), A maioria dos autores aponta que os Métodos de Design Biomimético se classificam em duas categorias, “Design Baseado no Problema” e “Design Baseado na Solução”.

O design baseado no problema ou “Top Down” é um método que consiste em um processo que se inicia a partir de um determinado problema e em função dele são realizadas as observações de como a natureza tem solucionado esse problema. Este método tem sido o mais utilizado nos processos de design. Já o design baseado na Solução ou “Bottom Up” é o processo que se inicia com a observação de um organismo da natureza e o transforma em um banco de dados que pode ser utilizado em um determinado produto. O método vai desde a observação da solução a um determinado problema pela natureza à aplicação do princípio em um determinado projeto de design (GUILLEN, 2020). “Figura 6”

“O primeiro método parte de um problema tecnológico ou de design, a partir do qual é realizada uma busca por problemas análogos na natureza e das soluções encontradas para solucioná-lo. O segundo método parte do estudo da natureza para então encontrar uma aplicação tecnológica para tais soluções” (RABELO 2014, p.31).

Figura 6 - Abordagem Top Down e Bottom Up.



Fonte: Rabelo, 2014.

Um exemplo de Bottom Up é o Estegate Center “Figura 7”, um centro comercial e prédio de escritórios, é uma das principais referências da aplicação do pensamento biomimético na construção, foi desenvolvido pelo arquiteto Michael Pearce que teve como inspiração os cupinzeiros africanos “Figura 7”, que necessitavam superar a alta variação de temperatura (durante a noite chegando a 1.6°C e de dia alcançando 40°C) para manter estável a temperatura interna, afim de cultivar um fungo que é o seu principal alimento, por meio de um sistema de fechamento e abertura de canais para manter a temperatura em torno de 30°

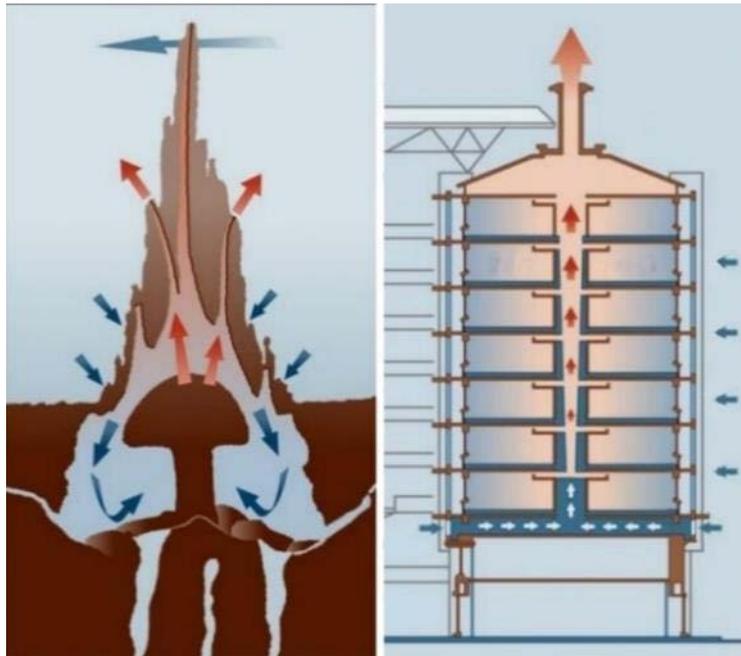
Figura 7 – Cupinzeiro Africano e Eastgate Center.



Fonte: Adaptado pelo autor de “medium.com”.

Assim, o conjunto foi construído em 1996, pela Arup Engenharia, na cidade natal do arquiteto: Harare, no Zimbábue, África Central, pode-se observar esse Biomimétismo através das aberturas laterais e das chaminés superiores, assim devido à diferença de densidade o ar frio que entra na parte inferior resfria o ambiente e direciona o ar quente às chaminés “Figura 8”.

Figura 8 – Comparativo entre os sistemas de climatização



Fonte: Adaptado pelo autor de “meioinfo.eco.br”.

Este projeto viabiliza utilizar menos de 10% da energia de um edifício típico do seu tamanho (pilar ambiental) fazendo os donos economizarem em torno de 3,5 milhões de dólares nos 5 primeiros anos (pilar econômico) ao eliminar a necessidade de um sistema de ar condicionado central aspectos que permitem os aluguéis serem em média 20% mais baixo do que em outros edifícios em seu entorno, dando maior acessibilidade aos pequenos comerciantes (pilar social). (BROCCO, 2017 *apud* DOAN, 2012).

Abordagem Biomimética Top Down pode ser vivenciada no projeto “Votu Hotel”, desenvolvido no sul da Bahia pela empresa GCP Arquitetura & Urbanismo que buscou na fauna e flora soluções para problemas de conforto térmico e menor impacto ambiental na sua operação. “Figura 9”.

Figura 9 – Votu Hotel.

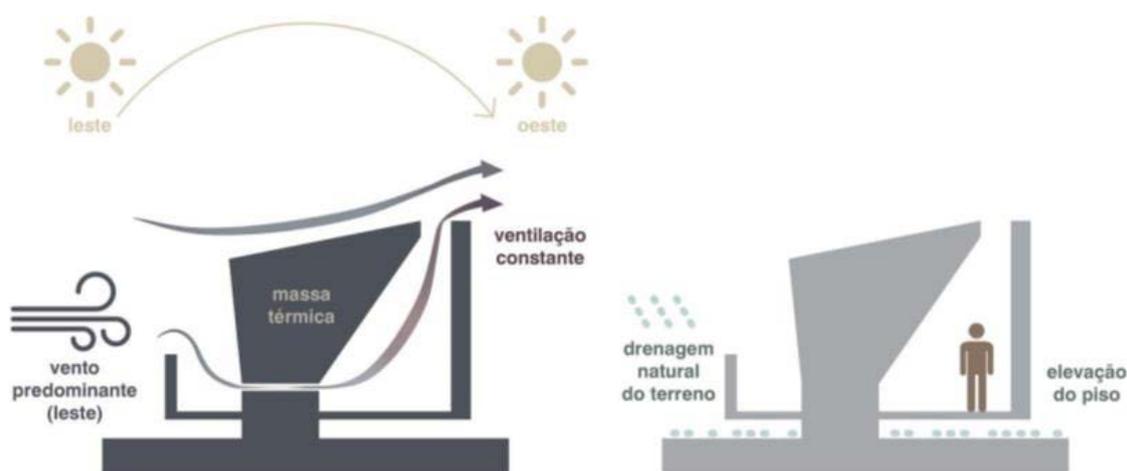


Fonte: GCP Arquitetura e Urbanismo.

“As soluções com Biomimética nortearam o partido arquitetônico para as suítes, fechamentos de todos os prédios e coberturas eficientes. O fechamento destas construções foi inspirado na capacidade de auto-sombreamento de alguns cactos. No prédio principal a cobertura da cozinha também é uma laje jardim, porém atua como um grande trocador de calor inspirado nos bicos dos tucanos. Estas estratégias inovadoras permitem que os espaços sejam mais agradáveis evitando o uso excessivo de energia com climatizadores.” (GCP ARQUITETURA E URBANISMO, 2018).

Na concepção das suítes foi incorporado ao partido arquitetônico o Princípio de Bernolli para ventilação natural e constante, garantindo conforto térmico mesmo quando o espaço se encontra fechado. Este princípio é observado na natureza em vários organismos e a inspiração, neste projeto, veio do cão de pradaria que faz suas tocas enterradas no solo com entradas e saídas de ar com altura e diâmetro distintos permitindo que o vento/brisa sempre possa entrar e ventilar sua toca. “Figura 10”.

Figura 10 – Sistema de ventilação inspirado nas tocas dos cães de pradaria



Fonte: archdaily.com.br

A introdução das tecnologias biomiméticas em habitações de interesse social.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa de Energia (EPE, 2018), o consumo de energia elétrica na rede pelo setor residencial no Brasil em 2017, foi de 134.368 GWh (aumento de 1,1% em relação a 2016), o que representa 42% do consumo de energia elétrica nacional, reitera que dessa energia consumida pelo setor residencial grande parte é utilizada no conforto dos usuários. O que faz sentido se levarmos em consideração que o uso de ar condicionado e ventiladores representa cerca de 20% do consumo total de eletricidade no mundo. No Brasil em 2017, o consumo estimado com ar condicionado foi de 18 TWh, apenas nas residências, e as projeções mais recentes apontam para um crescimento de aproximadamente 40% nos próximos 10 anos. Tais números revelam a importância de políticas de eficiência energética voltadas para uso de aparelhos de ar condicionado nas edificações.

A inserção de algumas medidas na construção residencial pode combater o alto consumo de energia elétrica voltada ao conforto térmico. De acordo com SENS *et al*, (2009) *apud* PAP-ST *et al*, (2005), uma edificação é mais eficiente energeticamente que outra, quando proporciona as mesmas condições ambientais de conforto com menor consumo de energia.

“O desperdício de energia e o aumento de custos operacionais, ocorre na maioria das vezes por não considerar, desde o projeto arquitetônico, sua construção e utilização final, os critérios de desempenho e de produção construtiva derivados da dimensão bioclimática

em arquitetura, bem como materiais, equipamentos e tecnologia construtiva vinculados à eficiência energética.” (DUTRA *et al*, 2016).

Dutra *et al.* (2016) em seus estudos realizou um comparativo entre um sistema construtivo convencional e um sistema baseado em métodos que utilizam tecnologias de origem Biomimética, para isso utilizou como objeto de estudo um projeto padrão de casas populares da caixa econômica federal (2006) que possui 37m² de área.

Após a investigação das técnicas e tecnologias biomiméticas disponíveis para contribuir na melhora do conforto térmico concluiu-se que a introdução de chaminé solar (análoga as encontradas no Eastgate Center) juntamente com uma pintura externa autolimpante térmica na cor branca (que utiliza os princípios do efeito lótus) são tecnologias mais práticas a serem empregadas no projeto. A inserção da tinta autolimpante térmica na cor branca além de ajudar a reduzir a temperatura interna ainda resulta em um menor gasto com manutenção posteriormente, devido a sua propriedade autolimpante.

Inspirou-se nos cupinzeiros africanos, e assim como no Edgate Center elaborou um design estrutural que permite um melhor aproveitamento da circulação de ar em benefício do conforto térmico onde o estreitamento da parte superior da residência conduz a massa de ar quente do interior para o exterior de forma mais rápida “Figura 11”. Todavia as chaminés solares possuem uma peculiaridade em relação aos cupinzeiros africanos ao adicionar um vidro que aquece o ar na parte superior, resultando na exaustão de calor ainda mais rápida. “Além disso, ao sair, o ar quente no topo da estrutura consegue sugar o ar presente no interior da edificação através do fluxo de ar por convecção livre.” Explica DUTRA *et al*, (2016).

Figura 11 – Projeção da aplicação das chaminé solar em uma residência.



Fonte: DUTRA *et al.* (2016)

Já as telhas de argila utilizadas na cobertura da estrutura promovem uma garantia adicional da manutenção de uma temperatura agradável no interior da edificação. Novamente, de forma análoga ao que ocorre nos cupinzeiros que, além de utilizarem entradas e saídas estratégicas de ar, utilizam a umidade nas suas paredes de lama e o princípio de resfriamento evaporativo para a manutenção da temperatura interna. Segundo a autora do projeto os valores acrescidos referentes aos materiais para a implementação da chaminé solar foram de R\$ 563,00. Quanto a pintura da área externa, foi necessário cobrir uma área de 75,21 m², o valor da tinta térmica autolimpante para cobrir esta área é de R\$ 475,25.

“Os gastos para implantação das tecnologias biomiméticas é de cerca de R\$ 1.038,25, neste cálculo foram considerados somente os gastos com materiais, sem a mão de obra. Segundo SINAP (2016), o custo para construção de uma casa popular no Estado de Minas Gerais é de R\$ 45.303,91, assim, o acréscimo de valor da casa é de cerca de 2%.” (DUTRA, 2016; *apud* SINAP, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo estabelecer uma relação entre a Biomimética e a construção civil por meio da sua aplicabilidade, paralelamente, enfatizar os benefícios, a importância e as consequências desta relação para o setor da construção civil. Após uma análise bibliográfica de autores, especialista, dados e projetos elaborados utilizando tecnologias, métodos e processos biomiméticos que foram bordados ao longo do artigo, podemos afirmar que o trabalho alcançou seu objetivo. A relação não só existe como também se mostrou muito importante e benéfica para o ramo em diversos aspectos como: econômico, ambiental e social. Atendendo desta forma, também, os objetivos específicos.

Concluiu-se que a Biomimética além de uma alternativa sustentável (o que por si só já possui grande relevância) também é funcional e viável tendo múltiplas aplicabilidades na engenharia civil podendo resultar desde a eficiência energética a materiais inovadores, promovendo economia e sustentabilidade respondendo a indagação a respeito da validade da sua implementação no setor da construção civil e seus impactos.

O estudo de maneira sintética conceituou o Biomimétismo pela perspectiva da literatura especializada. A pesquisa explora a genialidade da biodiversidade mostrando que ainda temos muito a aprender com a natureza, onde nos seus 6.8 bilhões de anos refinou processos e soluções os quais podemos espelhar ao nosso cotidiano para que assim possamos construir como a natureza constrói, em harmonia com a vida ressaltando a importância de preservá-la.

Dentre os diversos autores consultados para a elaboração deste estudo destacamos os trabalhos de Janine Benyus (2003), Barbara Dutra (2016) e Juan Carlos Guillen (2020) por suas ideias e exemplos de aplicabilidade do pensamento biomimético a indústrias e projetos de interesse social.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. C; NETO, A. S. A. Biomimética: Uma Ferramenta de Invocação para Novos Mercados e Negócios. 2020. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Administração de Empresas) - Curso de Administração da FIG/UNIMESP, Centro Universitário Metropolitano de São Paulo, São Paulo.

ARCHDAILY.COM.BR - Aprendendo com a natureza: conheça o projeto do Votu Hotel. ARCHDAILY. 2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/887431/aprendendo-com-a-natureza-conheca-o-projeto-do-votu-hotel>. Acesso em: 30 de mar. 2021.

ARCH GLASS – Vidro Ornilux: Vidro e tecnologia a favor dos seres vivos. Arch Glass Brasil. 2020. Disponível em: <https://archglassbrasil.com.br/noticias/vidro-ornilux-vidro-e-tecnologia-a-favor-dos-seres-vivos/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

ARNOLD GLASS – Arnold Glas Company Group. 2021. Disponível em: <https://www.arnold-glas.de/>. Acesso em: 28 abr. 2021. Base de dados.

BENYUS, J. Biomimética: Inovação Inspirada Pela Natureza. 1. ed. Ipiranga: Cultrix, 2003. 275 p.

BIOMIMICRY INSTITUTE – Instituto de Biomimética. 2021. Disponível em: <https://biomimicry.org/>. Acesso em: 9 jan. 2021. Base de dados.

BROCCO, G. C. Método Biomimético Sistêmico: Proposta Integrativa do Método de Pensamento Biomimético e do método de pensamento sistêmico. 2017, 178 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2017.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. CBIC. Brasília: CBIC, 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/>. Acesso em: 10 abr. 2020. Base de dados.

DUTRA, B. S. L. *et al.* Biomimética e Conforto Térmico: Análise das Tecnologias e de sua Aplicação em Habitações Sociais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇO DE CAUDAS, 13., 2016, Poço de Caudas. Resumos [...]. 2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. EPE. Brasília: EPE, 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2017>. Acesso em: 28 fev. 2021. Base de dados.

FERNANDES, A. C. G. *et al.* Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica. Revista Tecnológica, Maringá, V.23, p. 13-24, 2014.

GCP – Arquitetura e Urbanismo. 2018. Disponível em: <http://www.gcp.arq.br/>. Acesso em: 15 dez. 2020. Base de dados.

GUILLEN, J. C. Projeto e Fabricação de Pavilhão Biomimético de Forma Complexa, Celular e Responsivo com Tecnologias Digitais e Robótica em Brasília – DF. 2020. 378p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2020.

LACER DA, C. *et al.* O contexto Biomimético aplicado ao design de superfícies têxteis. Red ig e. V. 3, n. 3, 18 p. 2012.

LEAL, D. B. G.; BARROS, V. S. M. Análise de aspectos e impactos ambientais causados pela construção civil. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciência. 3. 2018. Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: CONAPESC.

MATIAS, L.; FERNANDES, A. N.; CASSIA, R. A. L. C. Desperdícios na construção civil. RevisCampSab, São Paulo, V. 4, n. 3, p. 10, abr. 2018.

MÉDIUM.COM – Biomimicry in Design of Building That Can Cool Itself. MEDIUM. 2018. Disponível em: <https://medium.com/@skp454>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MEIOINFO.ECO.BR – Biomimética: O design e arquitetura complexa dos cupinzeiros inspiram construções sustentáveis. MEIO INFO. 2015. Disponível em: <https://meioinfo.eco.br/biomimetica-design-arquitetura-complexa-cupinzeiros/>. Acesso em: 11 mar. 2021.

MEIRA, G. L. A Biomimética Utilizada como Ferramenta Alternativa na Criação de Novos Produtos. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO DO VALE DO ITAJAÍ, 2., 2008, Santa Catarina. Resumos [...]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2008.

NANOMATERIAIS.WORDPRESS.COM – Materiais hidrofóbicos: nanotecnologia. NANOMATERIAIS. 2017. Disponível em: <https://nanomateriais.wordpress.com/2017/05/01/materiais-hidrofobicos-nanotecnologia/>. Acesso em: 28 mar. 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas (Brasil). ONU. Brasília: ONU, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/>. Acesso em: 14 jan. 2021. Base de dados.

RABELO, G. A. Biomimética no Design: Abordagens, Limitações e Contribuições para o Desenvolvimento de Produtos e Tecnologias. 2014. 108 p. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de pós-graduação em design, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Belo Horizonte, 2014.

SEBRAE – Biomimética: O que é e ideias de negócio. Inovação SEBRAE. Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://inovacaoebraeminas.com.br/biomimetica-o-que-e/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SENS, N. F. *et al.* Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro. 2009. 104 p. Dissertação (Relatório de Iniciação Científica). Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Florianópolis, 2009.

SIGNIFICADOS.COM – Significado da Flor de Lótus. SIGNIFICADOS. 2021. Disponível em: <https://www.significados.com.br/flor-de-lotus/>. Acesso em: 15 fev. 2021.

VINCENT, J. F. V. *et al.* Biomimética: Sua Prática e Teoria. 2006. 11 p. Dissertação (Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologias Biomiméticas e Naturais) – Universidade de Bath, Bath BA2 7AY, Reino Unido, 2006.

Organizadores

Clécio Danilo dias da Silva

Doutorando em Sistemática e Evolução pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Especialista em Tecnologias e Educação a Distância pela Faculdade São Luís (FSL). Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Facex (UNIFACEX). Licenciando em Pedagogia pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). É membro do corpo editorial da Atena Editora; Aya Editora, Editora Amplla. Tem vasta experiência em Zoologia de Invertebrados, Ecologia aplicada; Educação em Ciências e Educação Ambiental. Áreas de interesse: Fauna Edáfica; Taxonomia e Ecologia de Collembola; Ensino de Biodiversidade e Educação para Sustentabilidade.

Lúcia Maria de Almeida

Possui graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1991), graduação em Ciências Biológicas pela Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1992), graduação em Licenciatura em Educação Artística - Artes Plástica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2001), mestrado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1995) e doutorado em Psicobiologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008). Atualmente é professora - Secretária Municipal de Educação de Natal, e do Centro Universitário Facex - Unifacex dos cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Comportamento Animal, e na área de Educação com ênfase em Ensino-Aprendizagem.

Índice Remissivo

A

ações 10, 13, 14, 17, 28, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 53, 56, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 73, 78, 79
água 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 44, 62, 64, 65
alunos 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 52, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 76
ambientais 11, 12, 13, 23, 24, 31, 34, 39, 44, 51, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 64, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 79
ambiental 10, 11, 12, 17, 30, 33, 39, 43, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80
animais 21, 62
atitudes 39, 44, 52, 53, 54, 55, 61, 68, 72, 73, 75, 77
atuação 48, 53, 72, 78

B

biológicos 21, 22, 23
biomas 23, 37
biomas brasileiros 37
biomimética 21, 22
biomimética na construção 21
brasileiros 16, 37, 43

C

civil 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 33, 34
climática 10, 11, 17
climáticas 10, 16, 26
comportamentos 60, 72, 73
conscientização 52, 53, 54, 55, 59, 60, 62, 63, 64, 68, 72, 73, 77, 79
conservação 10, 11, 14, 43, 53, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 75, 77
construção 14, 21, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 33, 34, 43, 46, 55, 56, 61, 67, 75, 76, 77, 79
construção sustentável 21
contemporâneos 10, 11, 17

D

desenvolvimento 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 38, 39, 49, 52, 53, 54, 56, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 72, 73, 74, 75, 76
desenvolvimento sustentável 10, 11, 13, 17, 19, 22, 39, 49, 52, 53, 62, 63, 69, 75

E

econômicas 11, 22, 39, 46

ecossistema 21, 26
educação 10, 11, 12, 13, 17, 38, 42, 45, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80
educação ambiental 10, 11, 17, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 61, 62, 68, 69, 72, 73, 76, 79, 80
engenharia 20, 22, 24, 25, 26, 33, 76
ensino 3, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 68, 79
ensino fundamental 39, 52, 54, 56, 58, 59, 61, 63, 64, 68
ensino remoto 37, 41, 46, 48
escola 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 54, 55, 56, 61, 62, 63, 64, 68, 69, 73, 74, 75, 78, 79, 80
estratégia 37, 41, 56

F

formação 38, 44, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

G

gestão 16, 52, 55, 62, 68, 76
gestão de resíduos 52, 55

H

hídrica 10, 11, 16, 17, 62
hídricas 10, 11
homem 15, 17, 22, 52, 53, 60, 61, 62, 65, 68, 73, 75, 79
humano 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 39, 53, 60, 62, 63, 73

I

impacto 10, 30, 56, 62, 75, 79
indivíduos 52, 53, 54, 55, 65, 72, 73, 74, 75
inovadores 21, 25, 33
integração 39, 44, 52, 55, 56

N

naturais 12, 13, 15, 23, 25, 39, 44, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74
natureza 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 31, 33, 52, 54, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75

O

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 13, 18, 48
ODS 13, 39, 44

P

pandemia 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48, 69, 70
percepção 54, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 69, 72, 73, 76
pesquisas 11, 37, 40, 48, 79
PIBID 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
planejamento 13, 37, 40, 41, 42, 47, 54, 62
pobres 10, 15
políticas 10, 11, 15, 22, 31
políticas públicas 10, 15
potável 10, 15, 16, 17, 44
práticas 11, 32, 39, 45, 52, 53, 56, 59, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 78
produtivos 21
professores 38, 39, 40, 41, 44, 49, 54, 55, 56, 63, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80
profissional 46, 50, 57, 72, 73, 78
projeto 28, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 50, 77
públicas 10, 15, 38, 59, 63

Q

qualidade 11, 12, 14, 16, 38, 39, 73, 74

R

recursos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 39, 44, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 79
recursos naturais 12, 13, 15, 39, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74
resíduos 25, 39, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 61, 79
resíduos sólidos 39, 52, 54, 55, 56, 57, 79

S

saberes 46, 47, 49, 52, 53, 55, 76
sala de aula 39, 43, 47, 52, 54, 55, 67, 78
saúde 10, 12, 13, 14, 15, 17, 41, 74, 76
sensibilização 47, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 64, 72, 73, 74, 79
social 10, 11, 12, 13, 14, 17, 30, 31, 33, 38, 39, 47, 52, 53, 55, 56, 61, 68, 72, 73, 74, 79
sociedade 14, 17, 44, 52, 54, 55, 56, 61, 63, 72, 73, 74, 75
sustentabilidade 13, 14, 15, 18, 19, 25, 26, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 47, 53, 54, 56, 61, 63, 64, 69, 77
sustentável 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 33, 39, 49, 52, 53, 54, 56, 62, 63, 69, 75

T

tecnológicos 21
tempos de pandemia 37, 40, 46
trabalho 21, 33, 37, 40, 41, 46, 47, 52, 53, 56, 59, 60, 61, 62, 69, 76, 80

V

valores 32, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 69, 72, 73, 75, 77

