

# Fronteiras para a Sustentabilidade

Roque Ismael da Costa Güllich  
Rosangela Ines de Matos Uhmman  
(Organizadores)



Roque Ismael da Costa Güllich  
Rosangela Ines de Matos Uhmman  
(Organizadores)

# Fronteiras para a Sustentabilidade

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### Conselho Editorial

#### Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F935	Fronteiras para a sustentabilidade [recurso eletrônico] / Organizadores Roque Ismael da Costa Güllich, Rosângela Ines de Matos Uhmman. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-654-6 DOI 10.22533/at.ed.546190110  1. Meio ambiente – Preservação. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Güllich, Roque Ismael da Costa. II. Uhmman, Rosângela Ines de Matos.  CDD 363.7
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

É possível pensar em **Fronteiras para a Sustentabilidade**? Esta é a pergunta chave desta coletânea que ao tratar da temática da sustentabilidade vai às diferentes fronteiras do conhecimento por meio de discussões de área distintas que perpassam a Gestão, Engenharias, Arquitetura, Moda, Biologia, Agronomia e Inclusão no intuito de propor um outro olhar para as fronteiras do conhecimento.

No limiar de uma fronteira encontram-se e se confro- encontram diferentes áreas de conhecimento e, assim, outras possibilidades de enfrentamento de problemas sócios-científicos e em especial do sócio-ambiental surgem e podem ser apresentadas para melhor compreensão do estado da arte sobre a Sustentabilidade no Brasil. Assim, ao olhar para as fronteiras de uma área/conhecimento/tema podemos ampliar suas divisas no encontro com novas perspectivas e assim também surgem novos saberes: sempre em diálogo e com possibilidade de evolução/transformações.

A coletânea é formada por um conjunto de pesquisas que foram apresentadas como capítulo deste livro em quatro seções assim discriminadas: a primeira sobre **Gerenciamento de Resíduos Sólidos**: apresenta seis diferentes textos sobre a problemática dos resíduos sólidos e as possibilidades dos planos ambientais para minimizar esta questão; a seção **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**: está permeada de quatro capítulos que discutem a gestão como possibilidade de avanço para uma sociedade sustentável; já na parte sobre **Urbanismo e Arquitetura**: são apresentados três escritos que arquitetam discussão desde questões físico-espaciais até a inclusão; e para finalizar na seção **Outros designers em Sustentabilidade: inclusão e prática social**: três textos que vão do design à moda se colocam como novas perspectivas de pensar a sustentabilidade dando a esta obra um sentido de inovação e ampliação das fronteiras do pensamento complexo que se coloca para pensar a Sustentabilidade no Século XXI.

Assim, colocamos a coletânea a disposição de pesquisadores e estudantes da área de Ciências ambientais, bem como do público em geral que se preocupa e pesquisa o complexo tema Sustentabilidade, especialmente em tempos de crise ambiental, em que urgem trabalhos que se fundamentem em novos paradigmas e busquem explorar as Fronteiras da Sustentabilidade.

Desse modo, convidamos você leitor ao diálogo.

Boa Leitura,

Prof. Dr. Roque Ismael da Costa Güllich  
Profa. Dra. Rosangela Ines de Matos Uhmman

## SUMÁRIO

### GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DO DESTINO FINAL DE RESÍDUOS DE UMA EMPRESA TIPO MATADOURO	
Cristina Zita de Moraes Costa Dias-Barbosa	
Ayla de Lucena Araújo	
Arivânia Lima de França	
João Alexandre Costa Camapum	
Maria Crisnanda Almeida Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5461901101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
CONFLITOS POLÍTICOS E A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO PARTICIPATIVA NO CONTEXTO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	
Daniel Victor Silva Lopes	
Shymena de Oliveira Barros Brandão Cesar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5461901102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
PERDA DE MATERIAL NO CONCRETO PROJETADO	
Leila Ferreira Figueiredo	
Paula Fernanda Scovino de Castro Ramos Gitahy	
Brendow Pena de Mattos Souto	
Gabriel Bravo do Carmo Haag	
Isadora Marins Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5461901103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
REUTILIZAÇÃO DE PALETES PARA MOBILIÁRIO, UM ESTUDO DE CASO	
Renata Maria de Araújo Campos	
Jussara Socorro Cury Maciel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5461901104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DO MERCADO PÚBLICO MUNICIPAL DA CIDADE DE SÃO JOÃO DOS PATOS-MA	
Cristina Zita de Moraes Costa Dias-Barbosa	
Ayla de Lucena Araújo	
Arivânia Lima de França	
João Alexandre Costa Camapum	
Maria Crisnanda Almeida Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5461901105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>49</b>
UM ESTUDO SOBRE O PLANO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DE SÃO LUIZ GONZAGA-RS E ITAPETININGA-SP	
Francieli Brun Maciel	
Roque Ismael da Costa Güllich	
Rosangela Inês Matos Uhmman	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5461901106</b>	

## GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

### **CAPÍTULO 7 ..... 64**

HIDROELETRICIDADE: GERAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE BALSAS EM RIOS COM GRANDE VAZÃO

Klirssia Matos Isaac Sahdo  
Jussara Socorro Cury Maciel  
Marco Antônio de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.5461901107**

### **CAPÍTULO 8 ..... 78**

IMPLANTAÇÃO DE FILTRO DE DESINFECÇÃO ULTRAVIOLETA NA ESCOLA DE COMUNIDADE RIBEIRINHA NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA/AM

Laryssa Souza Alvarenga  
Maysa Fernandes da Silva  
Aline Gonçalves Louzada  
Newton Elói Oliveira de Azevedo  
Warley Teixeira Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.5461901108**

### **CAPÍTULO 9 ..... 87**

RESPOSTA DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS E SILÍCIO

Rodrigo Ferraz Ramos  
Estéfany Pawlowski  
Hisley Campos Soares Bubanz  
Letícia Paim Cariolatto  
Cristiano Bellé  
Tiago Edu Kaspary  
Evandro Pedro Schneider  
Débora Leitzke Betemps

**DOI 10.22533/at.ed.5461901109**

### **CAPÍTULO 10 ..... 97**

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DO EDIFÍCIO “PLATAFORMA GUBERNAMENTAL DE GESTIÓN FINANCIERA” EM QUITO – EQUADOR

Santiago Fernando Mena Hernández  
Marta Adriana Bustos Romero

**DOI 10.22533/at.ed.54619011010**

## URBANISMO E ARQUITETURA

### **CAPÍTULO 11 ..... 113**

A BIOMIMÉTICA COMO INSPIRAÇÃO PARA FACHADAS BRASILEIRAS DINÂMICAS E EFICIENTES

Thaís Vogel  
Anna Clara Franzen De Nardin  
Pedro Vinícius da Silva de Oliveira  
Marcos Alberto Oss Vaghetti

**DOI 10.22533/at.ed.54619011011**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>126</b>
A TECNOLOGIA BIM NO AUXÍLIO DA SIMULAÇÃO TÉRMICA PARA O CLIMA QUENTE SECO NA UFRSA/RN	
Guilherme Patrício de Araújo Alves Bárbara Laís Felipe de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54619011012</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>138</b>
ARQUITETURA HOSTIL E A SUSTENTABILIDADE SOCIAL	
Vivian Silva Freitas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54619011013</b>	
<b>OUTROS DESIGNERS EM SUSTENTABILIDADE: INCLUSÃO E PRÁTICA SOCIAL</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>149</b>
DESENVOLVIMENTO PROJETIVO DE MOBILIÁRIO PARA CRIANÇAS EM FASE PRÉ-ESCOLAR : ARTICULAÇÃO ENTRE DESIGN SUSTENTÁVEL E DESIGN INCLUSIVO	
Leonardo Moreira Tomas Queiroz Ferreira Barata	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54619011014</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>163</b>
DESIGN E ARTESANATO: CAMINHOS PARA UMA TRAJETÓRIA SUSTENTÁVEL EM PROJETOS SOCIAIS	
Viviane da Cunha Melo Nadja Maria Mourão Rita de Castro Engler	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54619011015</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>174</b>
SUSTENTABILIDADE, UNIVERSIDADE E COMUNIDADE: PRÁTICAS EXTENSIONISTAS NO ÂMBITO DA MODA	
Valdecir Babinski Júnior Lucas da Rosa Icléia Silveira Sandra Regina Rech Letícia Pavan Botelho Emanueli Reinert Dalsasso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54619011016</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>185</b>
APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA CONTROLE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM LOTES URBANOS EXECUTADOS PELA SECRETARIA DE HABITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE: ESTUDO DE CASO DO OBJETO DA TOMADA DE PREÇO Nº 07/2017	
Adilson Gorniack	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54619011017</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>198</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>199</b>



## A BIOMIMÉTICA COMO INSPIRAÇÃO PARA FACHADAS BRASILEIRAS DINÂMICAS E EFICIENTES

### Thaís Vogel

Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria  
thais.vogell@gmail.com

### Anna Clara Franzen De Nardin

Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria  
annadenardin@gmail.com

### Pedro Vinícius da Silva de Oliveira

Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria  
pedroliveiracivil.2013@gmail.com

### Marcos Alberto Oss Vaghetti

Professor Doutor, Departamento de Estruturas, Universidade Federal de Santa Maria  
marcos.vaghetti@ufsm.br

**RESUMO:** A fachada é um elemento de grande importância, principalmente em um Green Building, visto que está relacionada à eficiência energética, conforto térmico, acústico e visual. Comparando-se uma edificação com o corpo humano, a fachada seria o equivalente a nossa pele. Logo, não há como pensar no desenvolvimento de uma fachada eficiente de forma isolada. Este artigo fornece exemplos para abordagens de design biomimético em três aspectos principais na concepção de uma fachada sustentável; requisitos de energia, forma e estrutura; e considerações

de sustentabilidade. Comparou-se através de métodos gráficos, o clima da cidade de Porto Alegre com duas cidades estrangeiras, Melbourne na Austrália e Harare no Zimbábwe, as quais possuem obras construídas com tecnologia biomimética. Dada a semelhança de temperaturas e luz solar com os exemplos citados, pode-se tomá-los como base para a implantação desta tecnologia, demonstrando o potencial existente nas cidades brasileiras para utilização da biomimética e fachadas dinâmicas eficientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fachadas Eficientes; Biomimética; Sustentabilidade.

### BIOMIMETICS AS AN INSPIRATION FOR DYNAMIC AND EFFICIENT BRAZILIAN FACADES

**ABSTRACT:** The facade is an element of great importance, especially in a Green Building, since it is related to energy efficiency, thermal, acoustic and visual comfort. Comparing a building with the human body, the facade would be the equivalent of our skin. Therefore, there is no way of thinking about the development of an efficient facade in isolation. This article provides examples for biomimetic design approaches in three main aspects in the design of a sustainable facade; energy, form and structure requirements;

and sustainability considerations. The climate of the city of Porto Alegre was compared using graphical methods with two foreign cities, Melbourne in Australia and Harare in Zimbabwe, which have buildings built with biomimetic technology. Given the similarity of temperatures and sunlight with the cited examples, one can take them as a basis for the implantation of this technology, demonstrating the potential in Brazilian cities for the use of biomimetics and efficient dynamic facades.

**KEYWORDS:** Efficient Facades; Biomimetic; Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos foram de grande relevância para o desenvolvimento da sustentabilidade. As construções sustentáveis passaram a ganhar força a partir da exigência de projetar espaços que reduzem os impactos no ecossistema, contribuindo para manter uma boa qualidade de vida dos usuários do prédio e habitantes ao redor. Essas construções podem ser identificadas por meio do LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que é deliberado pelo GBCI (Green Building Council Institute), sendo o Green Building, um selo que certifica as edificações que atendem às suas exigências acerca de aspectos ambientais e energéticos.

O Brasil no início do século 20 cumpriu um papel de pioneirismo no desenvolvimento de técnicas passivas para proteção e controle climático em fachadas, com o uso do cobogó e do brise-soleil. Esses dispositivos ainda são muito usados até hoje, apesar de serem de pouca tecnologia, o que torna evidente o potencial desses novos tipos de fachadas eficientes podem ter em nosso país.

Na definição tradicional do termo fachada, ela é descrita como um plano vertical estático, que cumpre como função proteger o espaço interno da hostilidade do ambiente externo. (ADDINGTON & SCHODEK, 2005). Esse conceito apresenta a fachada como uma simples barreira física com características exclusivas entre o interior e exterior e que demanda alto consumo energético para manter o conforto térmico e lumínico interno.

Em contraponto à essa ideia aparece o ramo da ciência chamado biomimética, que apesar de ser relativamente novo, tem caráter ancestral. Como comentado pelo biólogo Ricardo Mastroti na Greenbuilding Conferência e Expo: “Durante muitas gerações essa foi a técnica mais óbvia de construção e organização. Comunidades indígenas, ribeirinhas, tradicionais fazem isso até hoje: observam a natureza e a copiam na medida do possível. Leonardo Da Vinci fez isso com maestria no século 15. Todos os nossos antepassados fizeram isso.”

A biomimética busca soluções sustentáveis através da observação da natureza, compreendendo como os organismos funcionam e se mantêm. Desta forma, combina-se essa ciência com os ramos de engenharia, arquitetura e matemática, para o desenvolvimento de novas técnicas que deixem as construções mais eficientes,

inteligentes e confortáveis. A mesma, segundo Detanico (2010, p.105), pode ser considerada como um método criativo, o qual é aplicado através de analogia com elementos da natureza, em âmbito formal, comportamental ou funcional.

A partir dessa concepção, surgiu uma nova visão para a fachada, como sendo uma envoltória, com capacidade de gerenciar e mediar os agentes externos de maneira seletiva, ou seja, atuando como um filtro, uma membrana capaz de se adaptar (Figura 1). Ferguson (apud LONNEN et. al., 2013) define adaptabilidade como “a habilidade de um sistema enviar um comando funcional, considerando múltiplos critérios de escolha a partir das variáveis do ambiente”.

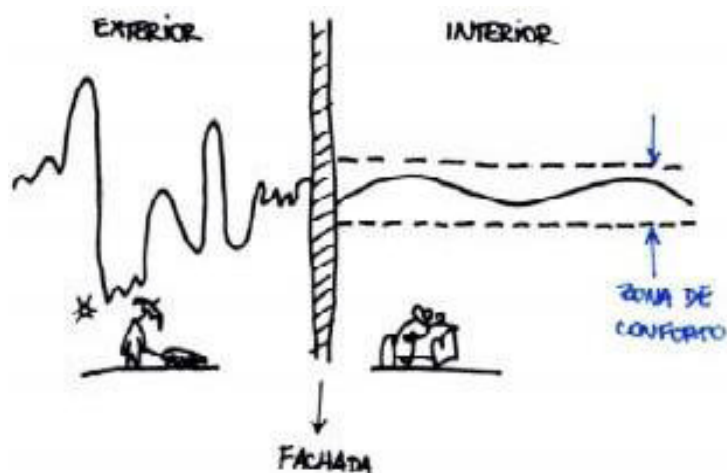


Figura 1: A fachada como membrana de controle entre exterior e interior. Fonte: SCHELIGA; John. (2016).

Essa adaptação surge com o uso de materiais ou sistemas de materiais que conseguem sentir estímulos energéticos e agir perante a eles, interagindo com o ambiente externo. O objetivo do presente artigo é identificar as contribuições de fachadas que usam o princípio da biomimética para o conforto e a eficiência energética de edifícios a partir da análise de obras em que foram aplicados esses conceitos, em locais de clima similar ao brasileiro. Será apresentada uma análise do sistema construtivo e de como essas técnicas podem ser implementadas no nosso país, não apenas em novas edificações, mas também em obras já existentes.

Assim, busca-se, a partir de uma correta implementação das fachadas inteligentes, maximizar a eficiência energética, o conforto térmico, acústico e visual das edificações brasileiras, contribuindo também na formação de cidades mais sustentáveis.

## 2 | FACHADAS DINÂMICAS E BIOMIMÉTICA

### 2.1 Parâmetros para design de fachadas eficientes

Segundo um trabalho realizado pelo Labeee UFSC(2017), descreve que “a fachada é considerada um elemento de grande importância em um Green Building - qualquer edificação e/ou ambiente que é construído pensando na sustentabilidade social, ambiental e econômica, desde a sua fase inicial até sua fase final”. Segundo Riham Nady (2016, p.3), Alguns parâmetros devem ser pensados no pré projeto, a fim de maximizar o desempenho da ventilação e iluminação do edifício, como:

- Controle da incidência de luz solar- o conforto térmico e visual de um ambiente depende da quantidade de luz que entra através da fachada, pois ela correlaciona-se diretamente com o aumento da temperatura interior;
- Ventilação natural- a pele do edifício desempenha um papel importante em termos de troca de ar natural e controle da temperatura interna;
- Entrada de Luz natural- o uso da luz natural é importante, tanto em termos do conforto e contentamento dos usuários como no que diz respeito à redução do uso de luz artificial;
- Isolamento térmico- sistemas de isolamento térmico empregam materiais e componentes capazes de reduzir a perda de calor por transmitância, convecção ou radiação e tem um enorme potencial para impactar o desempenho térmico de um edifício;
- Escolha dos materiais- materiais também desempenham um papel tecnológico primário e tem um efeito tremendo no conforto do edifício;

Um outro parâmetro a ser considerado é um dos campos de estudo da biomimética, em que se utiliza a natureza como uma medida. Na qual, segundo Benyus (1997), se utiliza o padrão ecológico para julgar a relevância e a validade das nossas inovações. Após bilhões de anos de evolução, a natureza sabe o que funciona, o que é mais apropriado e o que perdura.

Com as novas tecnologias, cada vez mais se buscam soluções resistentes de forma mecânica e química que apresentem eficiência termoacústica, estanques à umidade e com maior praticidade de aplicação, otimizando desta forma, a instalação e criando fachadas mais eficientes e sustentáveis.

### 2.2 Soluções para a eficiência de fachadas

Através da observação da natureza, os elementos naturais se convertem em ferramentas de projeto para solucionar problemas humanos e contribuir para o processo criativo dos projetos arquitetônicos, inspirando-se no equilíbrio natural para se ter edificações mais sustentáveis.

### 2.2.1 Fachadas ventiladas

Por reduzir o uso de ar-condicionado nas edificações, a fachada ventilada se torna uma solução cada vez mais explorada na construção civil. Este tipo de fachada (Figura 3) consiste em um sistema de revestimento externo, composto por painéis fixados a um conjunto de perfis estruturais metálicos, parafusos e chumbadores localizados na parede da edificação. Neste sistema ocorre a formação de um colchão de ar sob os vidros podendo otimizar significativamente o consumo de energia, sendo importante que a fachada esteja livre de elementos que impeçam a circulação do ar, para haver um bom desempenho do mesmo. A fachada ventilada é um exemplo de solução passiva, em que a “pele” da torre se aquece com o ar externo durante o dia e absorve o calor em sua estrutura. Ao chegar no meio do prédio, o ar já está mais frio. À noite, o calor que foi absorvido durante o dia aquece o interior, criando condições mais confortáveis para as pessoas que vivem e trabalham no local.

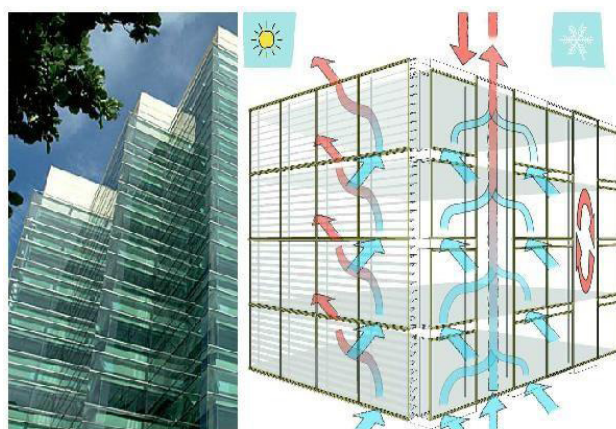


Figura 3: Fachada Ventilada -Ed. Cidade Nova - RJ.

Fonte: SustentArqui (2015).

### 2.2.2 Fachadas verdes

Considerada uma das soluções mais sustentáveis para equilibrar a temperatura e também mais econômica, pois tem baixo custo de manutenção, a fachada verde ameniza a radiação solar, tem alta eficiência energética, além de diminuir a poluição em até 30% e conseguir reduzir o ruído externo. Geralmente são utilizadas plantas da espécie das trepadeiras, para cobrir as fachadas verdes, pois estas se adequam facilmente a estrutura e crescem sem precisar de cuidados excessivos. Já em prédios menores é possível utilizar samambaias, orquídeas, entre outras. Com o uso deste tipo de fachada, pode-se criar desenhos devido aos diferentes tipos de plantas utilizados, dando vida e movimento para as cidades, conforme Figura 4. Aqui, a natureza não serve só como inspiração, mas é pensada como parte integrante do

projeto arquitetônico.



Figura 4: Fachada em movimentos através das plantas.

Fonte: Pinterest (2013).

### 3 | ESTUDOS DE CASO

#### 3.1 Climas Analisados

As duas obras abordadas aqui foram escolhidas pelo local de origem terem características semelhantes às de Porto Alegre no que tange à variação de temperatura ao longo do ano, velocidade do vento e incidência de luz solar. Assim, pode-se analisar como os princípios de biomimética e fachada dinâmica foram usados para controle do conforto térmico e eficiência energética, para então verificar se é possível implementar esse tipo de projeto na nossa região.

Porto Alegre apresenta uma temperatura média de 25°C no verão e 16°C no inverno, enquanto em Melbourne a temperatura média é de 25 °C no verão e de 14 °C no inverno e em Harare a média é de 22°C e 14°C respectivamente. Observa-se por meio da Figura 5, que a variação de temperatura ao longo do ano para as três cidades são semelhantes.



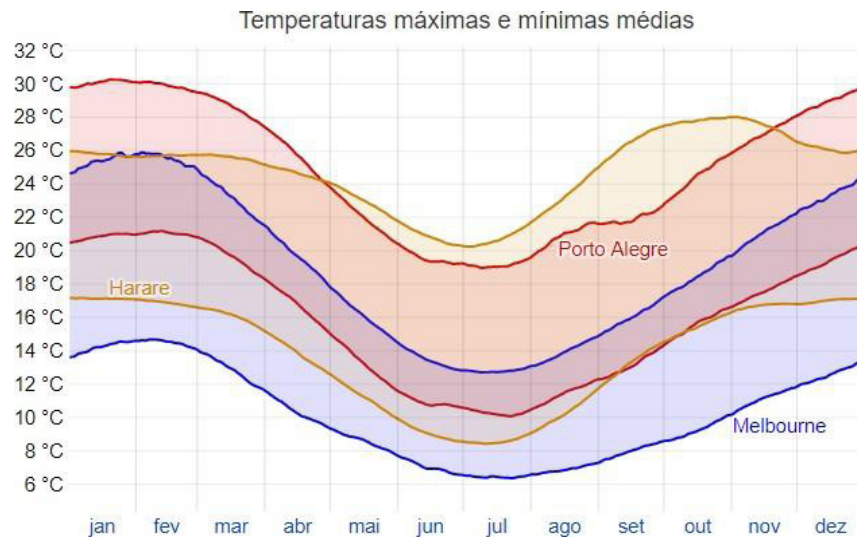


Figura 5: A média da temperatura máxima e da mínima diária do ar a 2 metros acima do solo.

Fonte: <https://weatherspark.com/>

Em relação a quantidade de horas de luz solar ao longo do dia, as três cidades apresentaram condições semelhantes. A incidência de luz varia entre 15h e 10h aproximadamente ao longo do ano, conforme Figura 6.

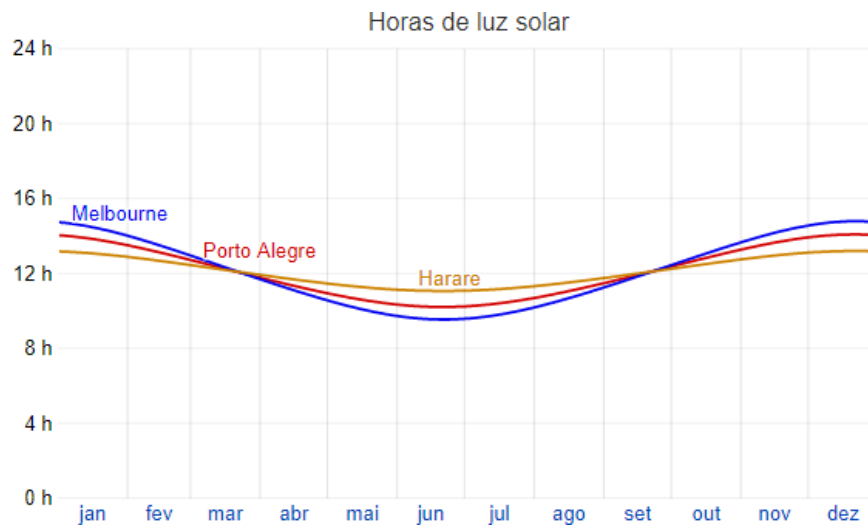


Figura 6: O número de horas em que o sol está pelo menos parcialmente acima do horizonte.

Fonte: <https://weatherspark.com/>

Quanto a velocidade média do vento, Melbourne se mostrou a cidade mais ventosa, com uma média de 16km/h. Porto Alegre é a cidade com menor velocidade do vento, com uma média de 13km/h e Harare é a cidade com maior variação de velocidade, com uma média de 14km/h. Observa-se, por meio da Figura 7, que as cidades tem média de velocidades semelhantes, sendo a maior variação entre Melbourne e Porto Alegre, de 3km/h.

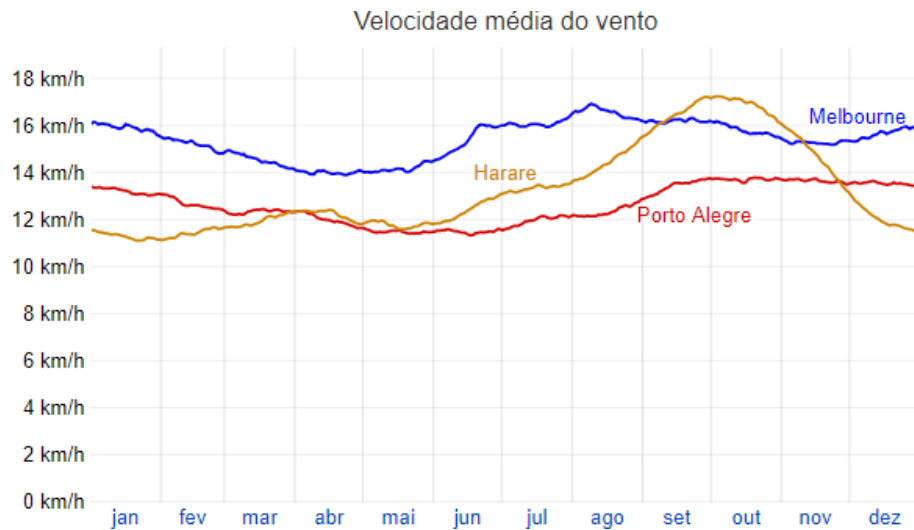


Figura 7: A média das velocidades horárias médias do vento a 10 metros acima do solo. Fonte: <https://weatherspark.com/>

## 3.2 Obras analisadas

### 3.2.1 Council House 2, Melbourne, Austrália: fachada dinâmica

Desenhado para se tornar o edifício com melhor design sustentável da Austrália, o Council House 2, CH2, é a primeira obra do país a ser classificada com 6 estrelas pela corporação Green Building Council da Austrália (GBC Austrália), a quantidade de estrelas designa o quanto o edifício respeita os preceitos de sustentabilidade. O Council House se utiliza da biomimética na sua envoltória, por meio de uma segunda pele formada por uma estrutura de aço e painéis de madeira reaproveitada, que cobrem toda fachada oeste do edifício (Figura 8). Esses painéis se movimentam, abrindo ou fechando, através de sensores controlados por computador, de acordo com a quantidade de sol e a posição que ele atinge a fachada, ou seja, se adaptando às condições climáticas locais de maneira automatizada. Essa “epiderme” contribui para o conforto térmico e visual, controle da ventilação e entrada de luz natural, criando um microambiente semi-fechado. Entre outras ferramentas para sustentabilidade usadas no edifício estão exaustores para sugar o ar quente do teto, “torres- chuva” que por meio de evaporação tendem a diminuir a temperatura do ambiente, dutos que resfriam tetos, paredes e chão utilizando a brisa noturna, uso de energia eólica e solar por turbinas e painéis instalados na cobertura, jardins verticais na fachada norte e aproveitamento da água da chuva. Tudo isso caracteriza um edifício dinâmico, que interage com o meio ao seu redor utilizando os recursos naturais para aproveitamento máximo, baseado no conceito de sinergia: um edifício constituído por diversos sistemas que se sobrepõem, cada um sendo mais do que a soma das suas partes.





Figura 8: Os painéis de controle solar na fachada oeste do edifício.

Fonte: <http://www.urbanthriving.com/news/council-house-2-council-house-1/>

Paevere (PAEVERE & BROWN, 2008) realizou um relatório pós-ocupação do Council House (Figura 9), em que foram registrados após um ano de uso predial, as seguintes conclusões:

**Conforto Térmico:** As classificações de insatisfação térmica estavam abaixo de 10% na maioria dos locais do edifício, mas o fluxo de ar é percebido como baixo.

**Qualidade do Ar:** A qualidade do ar do CH2 é excelente em termos de níveis de poluentes medidos devido à entrada de ar 100% fresco e ao uso de materiais de baixa toxicidade, bem como um uso extensivo de plantas de interior.

**Iluminação:** Os níveis de iluminação de fundo são suficientes, sendo a satisfação dos ocupantes pela iluminação é média no CH2.

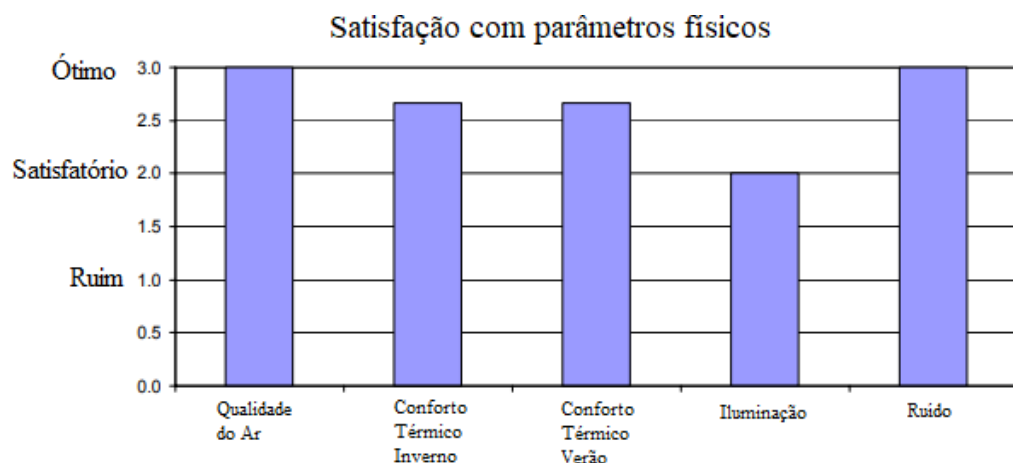


Figura 9: Satisfação com os parâmetros físicos do Council House.

Fonte: Adaptado de PAEVERE & BROWN (2008).

No geral, segundo Paevere, 80% dos ocupantes preferem o CH2 ao alojamento anterior. Também foi visto que a produtividade da equipe melhorou 10,9%, resultando em uma economia de mais de dois milhões de dólares. Houve também uma redução

das emissões de CO<sub>2</sub> em 87%, do consumo de eletricidade em 82%, do gás em 87% e de água em 72%. O custo total de construção da CH2 foi de US \$ 51,045 milhões, dos quais aproximadamente US \$ 12 milhões foram gastos em mecanismos de design sustentável. Porém, com essas melhorias, o CH2 economiza energia suficiente para equivaler a US \$ 5.479,45 por dia, resultando em um período de retorno do valor investido em tecnologias sustentáveis em apenas sete anos.

### *3.2.2 Eastgate Building, Harare, Zimbabwe: Biomimética*

Segundo o site de notícias ECycle “em 1992 foi construído o Eastgate Building, um shopping no Zimbábue (Figura 10). Essa obra é um dos exemplos práticos mais conhecidos do uso da biomimética na construção. Com 32.000m<sup>2</sup>, o complexo foi construído com 10% a menos de valor de investimento em sistemas de climatização e gera economia de 40% no custo operacional de energia, o que fez os proprietários do Eastgate economizarem US \$ 3,5 milhões no sistema de ar-condicionado, que não precisou ser implementado”.



Figura 10: Fachada do Eastgate Building. Fonte: <http://www.condominiosverdes.com.br/voce-ja-ouviu-falar-em-biomimetica/>

Projetado pelo arquiteto Mick Pearce, a edificação não conta com sistema de ar-condicionado, visto que a temperatura permanece agradável e regular durante o ano inteiro devido ao sistema de ventilação do edifício, que se assemelha aos cupinzeiros africanos (Figura 11). Os cupins se alimentam de um fungo que é cultivado dentro do próprio cupinzeiro, os mesmos cavam e fecham constantemente várias saídas de ar, cujo fluxo permite a obtenção da temperatura interna desejada, mantendo desta forma, a temperatura estável.

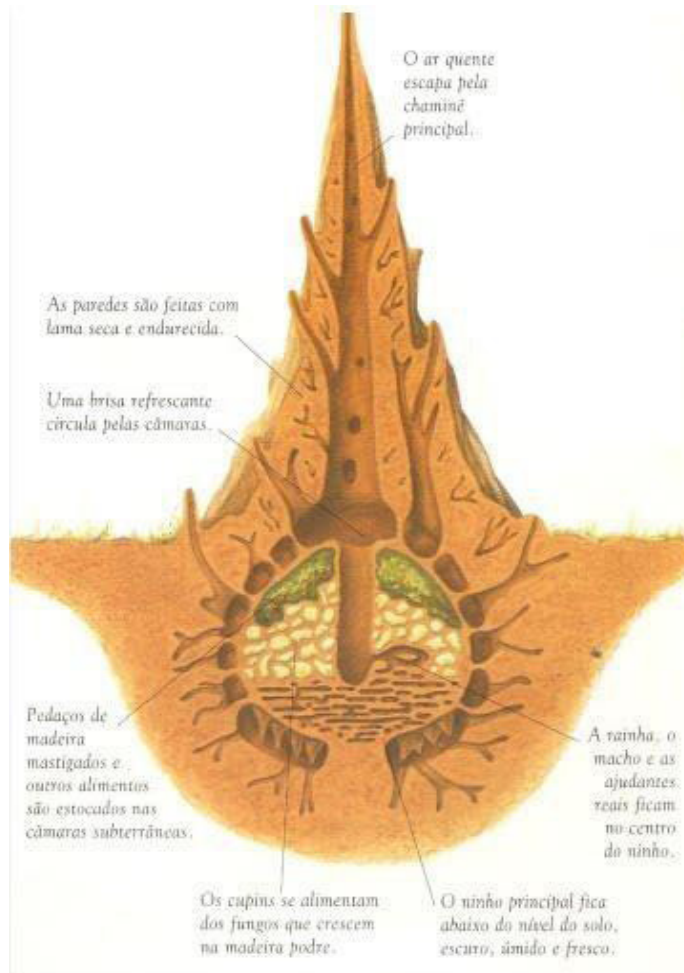


Figura 11: Princípio de ventilação do cupinzeiro.

Fonte: <http://biologiaparabiologos.com.br/>

Esse mesmo princípio é utilizado no Eastgate para climatização (Figura 12). Segundo o portal Inhabitat, o ar exterior é aspirado e quando entra no edifício é aquecido ou resfriado pela massa de concreto, dependendo de qual está mais quente, o concreto ou o ar. Em seguida, é ventilado para os andares e escritórios superiores antes de sair pelas chaminés no topo. O complexo também consiste em dois edifícios lado a lado, separados por um espaço aberto coberto por vidro e aberto à brisa local.

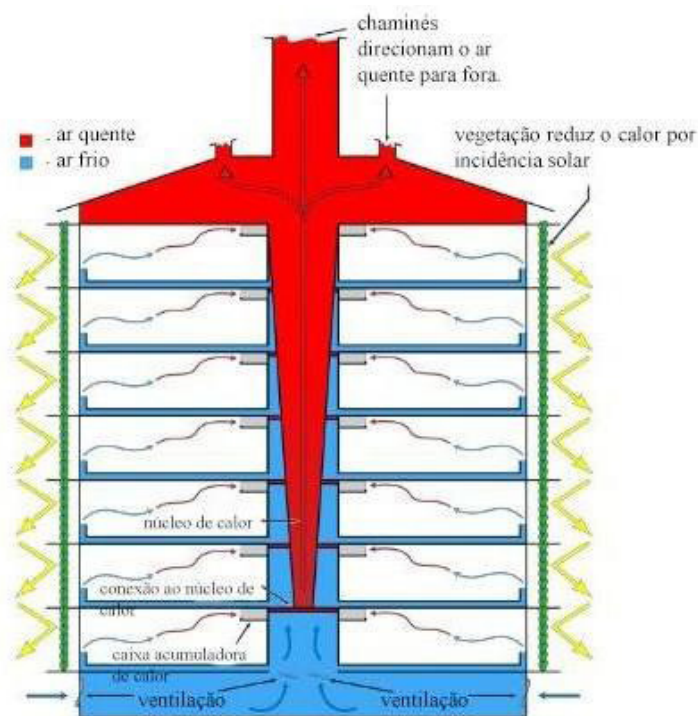


Figura 12: Sistema de ventilação do Eastgate Building. Fonte: Adaptado de [https://en.wikipedia.org/wiki/Eastgate\\_Centre,\\_Harare](https://en.wikipedia.org/wiki/Eastgate_Centre,_Harare)

#### 4 | CONCLUSÃO

Depois de estudar os parâmetros de fachadas dinâmicas que fazem uso dos princípios de biomimética, a questão que se coloca é: Essas fachadas poderiam ser aplicadas em edifícios no contexto do sul do Brasil? A resposta é sim, adaptando o projeto para o clima da região, os materiais usados e a disponibilidade de tecnologias. Além disso, o design de fachadas deve levar em consideração o percurso do sol, vento, umidade e o uso de energia consumida. Uma fácil implementação para fachadas dinâmicas brasileiras seria a automatização dos brises já existentes, para que esses se movam de acordo com a quantidade de luz incidente e temperatura interna, além da implementação de paredes verdes e fachadas ventiladas.

Através deste artigo, pode-se perceber que na região sul do Brasil, mais especificamente na cidade de Porto Alegre, encontram-se características climáticas próximas dos estudos de caso apresentados, tornando possível tomar como inspiração construções e tecnologias usadas no contexto internacional para tornar as edificações brasileiras mais sustentáveis. Com isso, percebe-se que o investimento em fachadas dinâmicas traz considerável economia, não apenas dos recursos naturais, mas também financeira.

Além disso, a biomimética contribui para o processo criativo dos projetos arquitetônicos, inspirando-se no equilíbrio natural, interagindo com a natureza e imitando-a de uma forma respeitosa, onde não pretende-se apenas extrair da natureza, mas sim aprender com ela. Desta forma, resgatamos uma frase de Leonardo da Vinci de 500 anos atrás: “aqueles que tomarem partido de qualquer

estandarte que não seja o da natureza – a mestra de todos os mestres – trabalharão em vão”.

As vantagens desses sistemas vão muito além da proteção solar, economia energética, conforto térmico, ventilação e iluminação natural. Estamos todos inseridos numa rede que conecta os ecossistemas, e entender a interdependência das relações é essencial para a existência. Quanto mais otimizamos recursos e energia, mais reconhecemos o impacto das nossas ações e mais conscientes ficamos do nosso papel para manutenção da vida no planeta. Como já disse E. F. Schumacher, *“A sabedoria demanda da ciência e da tecnologia uma nova orientação em direção ao orgânico, ao gentil, ao elegante e ao belo”*.

## REFERÊNCIAS

ADDINGTON, M., SCHODEK, D. **Smart Materials and New Technologies**. Oxford: Architectural Press, 2005.

BENYUS, J. **Biomimicry: Innovation inspired by nature**. New York. Quill Publishes, 1997.

CARLSON, Justin et al. Biological Materials in Engineering Mechanisms. In: TAYLOR & FRANCIS GROUP (California). **Biomimetics: Biologically Inspired Technologies**. Pasadena California: Crc Press, 2006. Cap. 14. p. 365-381.

DETANICO, Flora Bittencourt; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; KOLTERMANN DA SILVA, Tânia Luísa. A biomimética como método criativo para o projeto de produto. **Design e Tecnologia**, [S.l.], v. 1, n. 02, p. 101-113, dez. 2010. ISSN 2178-1974. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/52>>. Acesso em: 12 mar. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.23972/det2010iss02pp101-113>.

KLEIN, T. **Integral Façade Construction: towards a new product architecture for curtain walls**. Alemanha: Delft University of Technology, 2013.

LOONEN R., TRCKA D., CÓSTOLA D., HENSEN, J. **Climate adaptative buildings shells: State-of-the-art and future challenges**, Renewable and Sustainable Energy Reviews 25. (pp. 483-493), 2013.

NADY, R. Dynamic Facades Environmental Control Systems for Sustainable Design. **Revista de Energia Renovável e Desenvolvimento Sustentável (RESA)**, Alexandria, v. 3, n. 1, março 2017. ISSN 2356-8569.

PAEVERE, P., BROWN, S. **Indoor Environment Quality and Occupant Productivity in the CH2 Building: Post-Occupancy Summary Report No. USP2007/23**, 2008.

SHELIGA, R., JOHN, V. **Fachadas adaptativas: arquitetura dinâmica orientada ao desempenho**, XVI Encontro Nacional de tecnologia do ambiente construído, 2016.



## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**ROQUE ISMAEL DA COSTA GÜLLICH** - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI (1999), Aperfeiçoamento em Biologia Geral: CAPES -UNIJUÍ (1999), Especialização em Educação e Interpretação Ambiental UFLA (2000), Mestrado em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ (2003) e Doutorado em Educação nas Ciências - UNIJUÍ (2012). Atualmente é professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Campus de Cerro Largo-RS, na área de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Ciências Biológicas. Tem experiência na área de Educação, com ênfase na Formação de Professores de Ciências e Biologia, atuando na pesquisa, na extensão e na docência, principalmente nos seguintes temas: Ensino de Ciências e Biologia, Educar pela Pesquisa, Livro Didático, Currículo e Ensino de Ciências. Metodologia e Didática no Ensino de Ciências/ Biologia. Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Ciências e Biologia. Foi bolsista CAPES do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência - PIBID, coordenando o subprojeto PIBIDCiências. Atualmente é bolsista SESu MEC como tutor do Programa de Educação Tutorial – PETCiências, é coordenador do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – PPGEC – UFFS e é Editor chefe da Revista Insignare Scientia – RIS.

**ROSANGELA INES DE MATOS UHMANN** - Possui Graduação em Ciências, Habilitação Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ (2003), Mestrado (2011) e Doutorado em Educação nas Ciências pela UNIJUÍ (2015). Atualmente é professora de Práticas de Ensino e Estágio Curricular Supervisionado da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS. Tem experiência na área de Química, com ênfase no Ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Ambiental; Experimentação no Ensino de Ciências; Avaliação Educacional; Formação de Professores, Aprendizagem Química, Políticas Educacionais e Currículo. Coordenou o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID/CAPES, Subprojeto Química até 2018. Também é membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática - GEPECIEM, Editora da seção de ensino de Ciências da Revista Insignare Scientia – RIS. Coordenadora do núcleo PIBID Biologia e Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - PPGEC na UFFS, Cerro Largo-RS.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aproveitamento 2, 5, 43, 65, 76, 120, 135, 136, 141, 174, 179

Arquitetura 89, 99, 100, 112, 114, 125, 126, 127, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 185, 188, 195

Artesanato 31, 33, 34, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 181

Azospirillum brasilense 87, 88, 89, 94, 95, 96

### B

Bacillus amyloliquefaciens 87, 88, 89, 96

BIM 126, 127, 128, 129, 136, 137

Biomimética 113, 114, 115, 116, 118, 120, 122, 124, 125

### C

Clima quente e seco 126

Comunidade 15, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 75, 76, 78, 80, 84, 85, 86, 142, 169, 174, 176, 179, 180, 181, 182, 183

Concreto projetado 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30

Conflitos políticos 10, 11, 15

Conforto térmico 97, 98, 99, 100, 101, 106, 110, 113, 114, 115, 116, 118, 120, 121, 125, 126, 127, 129, 133, 136

Controle social 10, 11, 14, 15, 16, 17, 143

### D

Desempenho energético 97, 98, 101, 110, 111, 131

Design 41, 42, 97, 98, 101, 106, 113, 114, 116, 120, 122, 124, 125, 143, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 182, 184

Design de produto 149, 158

Design inclusivo 149, 150, 151, 153, 154, 155, 157, 158, 161, 162

Design sustentável 42, 120, 122, 149, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 162

Desinfecção 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86

Desperdício 18, 23, 28, 44, 61, 75, 134, 178

Documentos ambientais 49

### E

Eficiência energética 97, 99, 101, 109, 112, 113, 115, 117, 118, 126, 127, 128, 135, 136, 137

Efluentes 1, 3, 9, 12, 45, 85

Empreendimentos 43, 52, 57, 76, 170, 173

Energia elétrica 64, 66, 72, 75, 81, 84, 127, 129, 134, 135

Envoltória 97, 98, 100, 101, 107, 108, 110, 115, 120, 131, 132, 133, 136

## F

Fachadas eficientes 113, 114, 116

Fragaria x Ananassa Duch 88, 94

## G

Geração de energia 64, 65, 66

Gerenciamento 1, 3, 43, 45, 48, 56, 63, 146

Gestão democrática 10, 15, 16

## H

Hostil 138, 139, 143, 144, 145, 146

## I

Inovação 33, 64, 75, 94, 150, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 171, 173, 179

## M

Marcenaria sustentável 31

Município 10, 14, 15, 23, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 185, 188, 192, 193, 196, 197

## P

Palete 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41

Pré-escolar 149, 150, 155, 159

Preservação ambiental 49, 60

Projetos sociais 163, 180

Promoção de crescimento 88, 92

## R

Reaproveitamento 1, 4, 7, 8, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 45, 47, 52, 61, 170, 171

Resíduos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 31, 33, 34, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51, 52, 54, 56, 57, 61, 80, 86, 129, 157, 173, 174, 179

Rios de Grande Vazão 64, 73

## S

Saneamento básico 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 52, 54, 58, 62, 78, 79, 84

Semiárido 94, 126, 127

Simulação 97, 101, 103, 106, 110, 112, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 136, 137

Simulação computacional 97, 101, 106, 110, 137

Social 8, 10, 12, 17, 138, 145, 148, 162, 163, 173

Sustentabilidade 14, 19, 41, 45, 50, 53, 54, 63, 76, 78, 79, 101, 112, 113, 114, 116, 120, 126, 129, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 157, 158, 161, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 191, 192, 196



## T

Trajectoria sustentável 163

Trichoderma asperellum 87, 88, 89, 95

## U

Ultravioleta 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Universidade 1, 9, 29, 43, 49, 64, 76, 77, 87, 89, 97, 113, 127, 129, 137, 147, 148, 149, 161, 172, 173, 174, 176, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 197, 198

## V

Via Seca 18, 19, 20, 21

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-654-6

