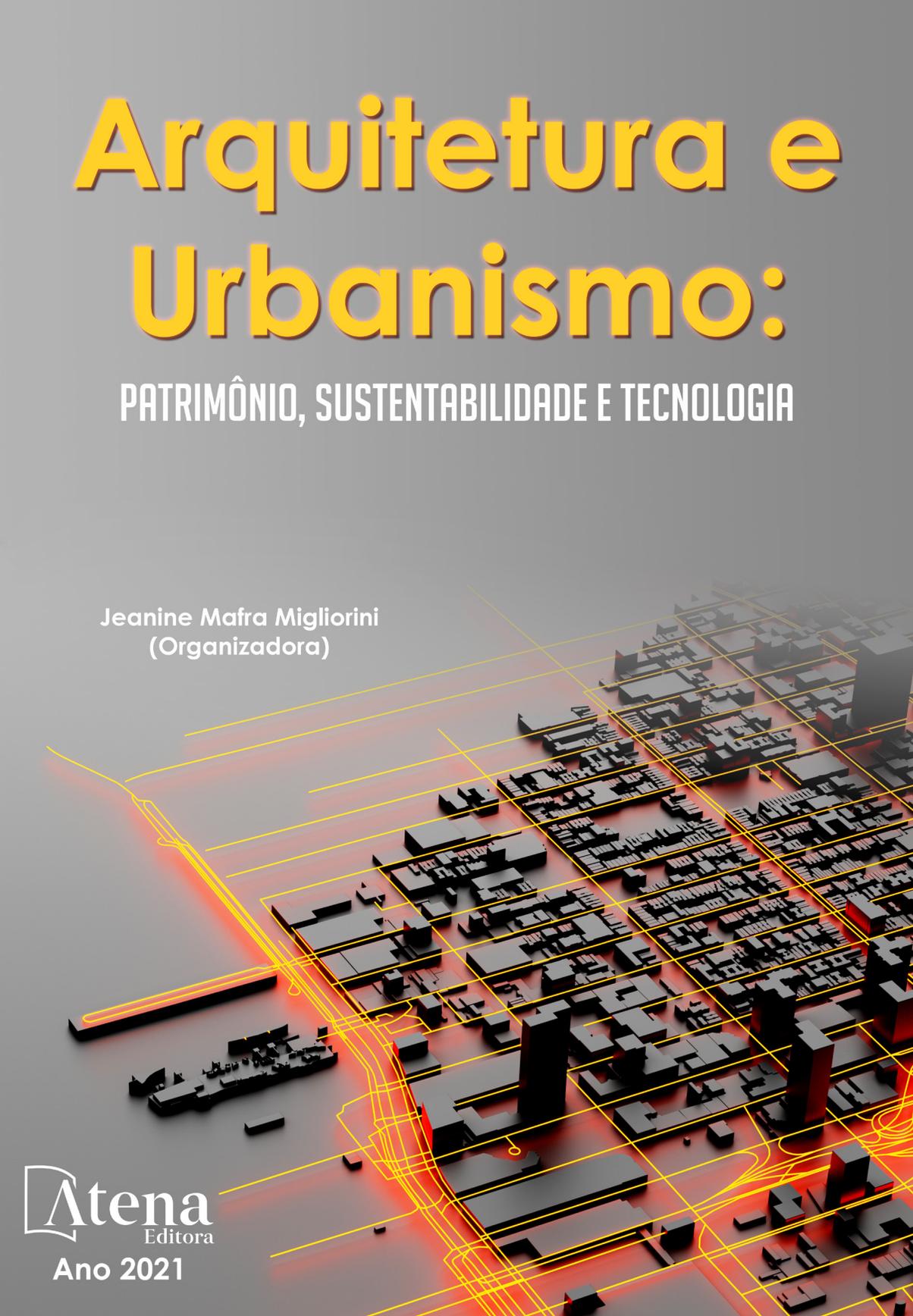


# Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA

Jeanine Mafra Migliorini  
(Organizadora)



Atena  
Editora  
Ano 2021

# Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA

Jeanine Mafra Migliorini  
(Organizadora)



Atena  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Fernando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Arquitetura e urbanismo: patrimônio, sustentabilidade e tecnologia

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Jeanine Mafra Migliorini

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A772 Arquitetura e urbanismo: patrimônio, sustentabilidade e tecnologia / Organizadora Jeanine Mafra Migliorini. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-018-3

DOI 10.22533/at.ed.183211205

1. Arquitetura. I. Migliorini, Jeanine Mafra (Organizadora). II. Título.

CDD 720

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

Arquitetura surge no momento em que o homem busca seu primeiro abrigo, e a partir desse aprimora suas técnicas, sempre em busca de um habitat mais eficiente e confortável. Arquitetura é tão antiga quanto a humanidade.

É em busca de novas técnicas e tecnologias que o mundo gira, e é através da curiosidade e da criatividade, inatas aos homens, que essa busca nunca acaba. Reconhecer-nos na história nos torna seres sociais, que integram essa engrenagem infundável. É ao longo dessa história que nos desenvolvemos, nos conhecemos e nos produzimos, por isso uma compreensão mais ampla dos contextos atuais e passados nos permite uma maior plenitude de existência.

Conscientes deste cenário nos vemos obrigados a tomar decisões sobre o que queremos do passado, como vivemos o presente e o que esperamos do futuro. Este livro traz reflexões que abordam todos esses tempos e nos oferece questionamentos e respostas que nos abrem novos caminhos e reflexões.

Enquanto resolvemos o que se preserve, como preserve-se, estamos reforçando a importância do passado. Encontraremos discussões que abordam o cultural, o material e imaterial e nos transportam para um espaço de resistência, de memória.

Para o nosso presente temos as preocupações com o sustentável, o permanente, a tecnologia, nossa relação com a natureza e como trabalhar com isso, percebendo-nos como integrantes desse meio e não mais como donos da natureza. Responsáveis pela constância do porvir, nos colocando no papel decisivo quanto ao que ainda será.

No futuro esperamos colher os resultados de debates que nos colocam com temas como as técnicas do construir, do preservar, do educar, do fazer acontecer.

É por esses caminhos que se desenvolve esse livro, com debates tão diversos quanto necessários para nos apresentarmos como protagonistas desse contexto, inseridos em uma teia complexa de acontecimentos e tempos.

Boa leitura e muitas reflexões!

Jeanine Mafra Migliorini

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PATRIMÔNIO SUSTENTÁVEL: UM ENSAIO PROPOSITIVO	
Rafael Gueller Araujo Brandão	
Letícia Peret Antunes Hardt	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
MEMÓRIA E PRESERVAÇÃO DOS CLUBES SOCIAIS PROJETADOS POR SYLVIO JAGUARIBE EKMAN NOS ANOS 1930 E 1940 EM FORTALEZA	
Tiago Farias Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
HERANÇAS CULTURAIS DA MINERAÇÃO DE CARVÃO NA PAISAGEM URBANA DE RIO FIORITA, SANTA CATARINA	
Gustavo Rogério de Lucca	
Margareth de Castro Afeche Pimenta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>45</b>
TRAZENDO O VISÍVEL AOS OLHOS DE QUEM VÊ: PAISAGEM-POSTAL EM DIAMANTINA	
Carolina Cardi Pifano de Paula	
Lara Vilela Vitarelli	
Ana Aparecida Barbosa Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>58</b>
RESGATE HISTÓRICO DO MUSEU DAS MISSÕES: CONCEPÇÃO, TRAJETÓRIA E RECUPERAÇÃO	
Aline Guiráo Hahn	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112055</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
A PAISAGEM RESULTANTE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA REGIÃO MISSIONEIRA	
Aline Guiráo Hahn	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112056</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>79</b>
A ILUMINAÇÃO DE FACHADAS COMO VALORIZAÇÃO DA ARQUITETURA NO CENÁRIO URBANO	
Adriana Castelo Branco Ponte de Araújo	
Adeildo Barbosa Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1832112057</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>93</b>
EIXO SÉ-AROUCHE: PROJETO URBANO E LEITURA DO TERRITÓRIO <i>Andre Soares Haidar</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.1832112058</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>107</b>
ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NA ZONA COSTEIRA DE CITÉ SOLEIL NO HAITI <i>Michelle Balbeck de Nunzio</i> <i>Carlos Andrés Hernández Arriagada</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.1832112059</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>128</b>
LAGOA UMA VISÃO CHIS CIDADES MAIS HUMANAS, INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS: INOVAÇÃO URBANA E COCRIAÇÃO <i>Estela da Silva Boiani</i> <i>Verônica Tessele D'Aquino</i> <i>Magda Camargo Lange Ramos</i> <i>Eduardo Moreira Costa</i> <i>Ligia Lentz Gomes</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.18321120510</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>143</b>
IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (PMMMA) ENQUANTO INSTRUMENTO URBANÍSTICO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO <i>Leila de Lacerda Pankoski</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.18321120511</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>173</b>
REDE ECOLÓGICA URBANA <i>Marina Pannunzio Ribeiro</i> <i>Kaline de Mello</i> <i>Roberta Averna Valente</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.18321120512</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>186</b>
SIMULAÇÃO DE ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NA CIDADE DE JOINVILLE (SC) <i>Samara Braun</i> <i>Juarês José Aumond</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.18321120513</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>199</b>
DESIGN REGENERATIVO E ESTRATÉGIAS PARA O EDIFICADO EXISTENTE <i>Catarina Vitorino</i> <b>DOI 10.22533/at.ed.18321120514</b>	

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>224</b>
ARQUITETURA SAUDÁVEL: IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS E COMPARAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÕES DE REFERÊNCIA	
Marina Siqueira Eluan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18321120515</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>240</b>
BIOMIMÉTICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA BASE DE DADOS CUMINCAD	
Frederico Braida	
Mariana Alves Zancaneli	
Isabela Gouvêa de Souza	
Icaro Chagas da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18321120516</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>252</b>
HABITAT ADAPTÁVEL: UM OLHAR IMERSO AOS SERES SENCIENTES E SEUS ENFRENTAMENTOS NA VIDA URBANA	
Mateus Catalani Pirani	
Edson Pereira da Silva Filho	
Gabriel de Almeida Diogo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18321120517</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>268</b>
O INSTITUTO DE PERMACULTURA DO OESTE PAULISTA – IPOP	
Marina Mello Vasconcellos	
Fernando Sérgio Okimoto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18321120518</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>282</b>
ESTRUTURAS LEVES COMO INSUMOS PARA CONSTRUÇÕES EMERGENCIAIS EM ARQUITETURA	
Homero Zanatta	
Vera Santana Luz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18321120519</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>309</b>
REGIMES DE PERMEABILIDADE E A TENSÃO ENTRE O DIGITAL E O ANALÓGICO EM PROCESSOS DE CRIAÇÃO EM ARQUITETURA	
Sandro Canavezzi de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18321120520</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>317</b>
DESCONSTRUÇÃO DA EXPRESSÃO ARQUITETÔNICA CONTEMPORÂNEA A PARTIR DO DESENHO À MÃO LIVRE	
Rafaela Formentini de Moraes	
André Gomes de Oliveira	
Sérgio Miguel Prucoli Barboza	

**DOI 10.22533/at.ed.18321120521**

**CAPÍTULO 22.....338**

**ARQUITETURA E URBANISMO: UMA ANÁLISE ACERCA DA ATUAÇÃO PROFISSIONAL**

Micaela Paola Basso

Junior Bertoncelo

Michele Duarte

Luana Kellermann

Luiza de Oliveira

Millene Villavicencio

**DOI 10.22533/at.ed.18321120522**

**CAPÍTULO 23.....355**

**EPAÇOS DE ESPERANÇA E POSSIBILIDADES PARA ARTICULAÇÃO ENTRE  
EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E ATHIS**

Juliana Demartini

**DOI 10.22533/at.ed.18321120523**

**CAPÍTULO 24.....367**

**REFLEXÕES SOBRE O CRESCIMENTO URBANO E A SUSTENTABILIDADE  
AMBIENTAL: O CASO DO POLO TURÍSTICO DE JOÃO PESSOA, PB**

Mariana Daltro Leite Medeiros

Priscila Pereira Souza de Lima

Manuela de Luna Freire Duarte Bezerra

**DOI 10.22533/at.ed.18321120524**

**SOBRE A ORGANIZADORA.....381**

**ÍNDICE REMISSIVO.....382**

## DESIGN REGENERATIVO E ESTRATÉGIAS PARA O EDIFICADO EXISTENTE

*Data de aceite: 03/05/2021*

*Data de submissão: 12/02/2021*

**Catarina Vitorino**

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes  
São Paulo - SP  
<https://orcid.org/0000-0002-0060-5232>

**RESUMO:** A adequação do sector da construção aos objetivos de desenvolvimento sustentável resultantes dos indicadores de pressão sobre os ecossistemas requer: por um lado, uma alteração evolutiva dos standards pelos quais são avaliados ambientalmente os edifícios, e por outro, o incremento de ações de reabilitação do edificado existente, em detrimento da prática de prioridade à demolição e construção nova. Face a esta situação, no âmbito da construção sustentável, o design regenerativo propõe objetivos que excedem os parâmetros definidos pelos atuais sistemas de certificação e os padrões zero de impactes, procurando mesmo produzir contribuições positivas, em direcção a uma acção reparadora local, em colaboração com os sistemas vivos e os ciclos naturais. No contexto português, onde o parque edificado existente excede as necessidades habitacionais da população, a avaliação das possibilidades e dos limites do design regenerativo em intervenções de reabilitação constitui um caminho essencial para atingir uma sustentabilidade forte.

O presente trabalho procura definir algumas diretrizes elementares de aplicação de estratégias regenerativas em edificado existente, seguindo uma metodologia de investigação suportada por revisão de literatura, análise de casos de estudo e sistematização de critérios de intervenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arquitectura integrada, design regenerativo, ecologia aplicada, sustentabilidade, reabilitação do edificado existente

### REGENERATIVE DESIGN AND STRATEGIES FOR EXISTING BUILDINGS

**ABSTRACT:** The adaptation of building industry to sustainable development goals resulting from indicators of ecosystems pressure requires an evolutionary change in the standards by which buildings are environmentally adopted and, at the same time, the increase in existing building stock rehabilitation, to detriment of demolition and new construction. In the context of sustainable construction, the concept of regenerative design aims to exceed the parameters defined by current certification systems, seeking to produce positive contributions and a reparative action, in collaboration with natural cycles and systems. In the Portuguese milieu, where the existing building stock exceeds population housing needs, assessing the possibilities and limits of regenerative design in retrofit actions is an essential way to achieve a strong sustainability. The present work seeks to define some guidelines for the application of regenerative strategies in existing buildings, following a research methodology supported by literature review, case

studies analysis and criteria systematization.

**KEYWORDS:** Integrated architecture, regenerative design, applied ecology, sustainability, rehabilitation of existing buildings.

## 1 | INTRODUÇÃO

Apesar da presente consciencialização global sobre ambiente e sustentabilidade, verifica-se na realidade o agravamento dos diversos problemas, de origem antrópica, que afetam o equilíbrio do planeta, entre os quais se podem mencionar o fenómeno do aquecimento global, o esgotamento dos recursos naturais, as elevadas concentrações de resíduos sólidos e de poluição bio-acumulativa, a redução da biodiversidade, a desertificação e a crescente degradação dos solos agrícolas. (WWF: 2008)

Assumindo a importância significativa do sector da construção sobre estes impactes ambientais, a partir da década de 70 do século XX, é gerado um movimento de esforços de investigação no sentido de ser garantida uma prática de construção mais sustentável. Ao longo dos últimos 30 anos, as evoluções nesta área foram consideráveis e significativas, incluindo o desenvolvimento e aplicação de sistemas de certificação ambiental de edifícios, em diversos países, – tais como GBTool (Green Building Tool), a nível internacional, o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), nos Estados Unidos da América, e o LiderA (Liderar pelo ambiente a procura da sustentabilidade na construção), em Portugal –, a criação de instrumentos de análise, modelação e base de dados de suporte aos projetistas nos processos de decisão, – como programas de cálculo e análise de ciclo de vida –, e ainda o desenvolvimento de processos e metodologias de design integrado. Simultaneamente, o campo de pesquisa da construção sustentável foi progressivamente objeto de expansão, alargando-se a mais campos disciplinares, e subsistemas teóricos de índole/preocupação ambiental, vindo também a integrar conceitos de pensamento sistémico. Foram também introduzidas transformações no mercado imobiliário, assistindo-se progressivamente a uma maior penetração do marketing verde, e no domínio regulamentar e normativo, – em particular no caso português, em 2006, com a entrada em vigor do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE).

Apesar da evolução verificada, a maioria dos edifícios construídos, a nível global, continua a registar pouca ou nenhuma preocupação ambiental na sua conceção, limitando-se a cumprir os mínimos regulamentares em termos de conservação energética ou poupança de água. Mesmo os edifícios considerados actualmente como sustentáveis apresentam genericamente um incremento relativo face à prática convencional, existindo um consenso no início do século XXI sobre a necessidade de esforços mais radicais no domínio da sustentabilidade dos edifícios (Malin, Reed, Todd: 2005; Grosskopf, Kibert: 2006).

No contexto dos objetivos para a sustentabilidade na construção, considerando as estimativas atuais de consumo global de recursos e de produção de resíduos poluentes,

a perspectiva corrente de minimização dos impactos negativos, é ainda uma estratégia insuficiente. Esta neutralização de impactos ambientais, contabilizada em relação à prática convencional, – como o objetivo de redução para 50% ou mesmo 0% de emissões de carbono –, não tem em conta a evolução do crescimento de impactos ao longo do tempo (von Weiszacker: 2005). No entanto, ainda que todas as atividades relacionadas com o sector da construção passassem a causar 0% de danos, isso significaria, no máximo, a manutenção do actual estado do sistema natural terrestre, pelo que a meta de neutralização de impactos pode ser questionada.

Os indicadores de pressão sobre os ecossistemas constituem o suporte fundamental de construção e aferição do conceito de sustentabilidade, e o parâmetro final de avaliação de sustentabilidade das atividades humanas.

O conceito de pegada ecológica traduz um método de cálculo, em área terrestre necessária, para produzir os recursos e absorver os impactos ambientais associados a uma população, país ou indivíduo. O conceito foi introduzido por Mathis Wackernagel e William Rees em *Our Ecological Footprint*, New Society, em 1996. A pegada ecológica calculada da população mundial no limiar do milénio excedia os cerca de 2ha globais/ indivíduo, tendo sido ultrapassada a capacidade de regeneração do planeta, e implicando a disponibilidade teórica de mais de 1,2 planetas. Tendo em conta que em muitos países, ditos desenvolvidos, os consumos de pegada ecológica são, relativamente, muito superiores, – apresentando Portugal em 2005 uma pegada de cerca de 4,5ha (WWF: 2008) –, e uma vez que só existe um planeta, é essencial que as atividades humanas e estilos de vida se coadunem com este parâmetro fundamental.

Por outro lado, considerando o desenvolvimento crescente das sociedades humanas e da sua população, a necessidade de articulação com os recursos biofísicos do planeta requer uma afinação cada vez mais exigente da eficiência dos seus sistemas tecnológicos e da sua organização civilizacional. O conceito de ecoeficiência e de Fator X, pretende quantificar as alterações necessárias, na sociedade de hoje, para alcançar uma sustentabilidade forte. Este conceito, apresentado em 1998 por Ernst Ulrich von Weiszacker, Armory e Hunter Lovins, no livro “Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use”, traduz o cálculo de impacto ambiental como produto da população pelo rendimento económico e pela tecnologia, implicando o crescimento populacional uma melhoria factorial por parte dos hábitos de consumo da sociedade e da sua eficiência tecnológica. Enquanto o Fator 4 é genericamente assumido como garantia mínima de desenvolvimento sustentável, a nível global, nos países pertencentes à OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), onde são mais intensos os consumos de recursos, é necessário assegurar um Fator 10 para obter um padrão de sustentabilidade em 25 a 50 anos (von Weiszacker: 2005).

Embora subsistam incertezas e ausência de consenso quanto à quantificação e aos indicadores utilizados, – geralmente são utilizados isolada ou conjuntamente: a

necessidade total de materiais (TMR - total material requirement), a intensidade em materiais por unidade de serviço (MIPS - material intensity per unit service) e análise de ciclo de vida (LCA - life-cycle analysis) –, para cálculo da ecoeficiência da tecnologia associada, bem como ao impacto ambiental de base a que se refere, o Fator X é útil como ferramenta de sensibilização social e de parâmetro de avaliação de sustentabilidade e alteração económica (Reijnders: 1998).

Contra estes parâmetros, o ritmo de crescimento actual e o nível de sustentabilidade manifestado no sector da construção demonstram-se inadequados, não se coadunando com uma sociedade de Fator 10, – que implica uma redução de 90% dos impactes ambientais em 2050, de forma a atingir meramente uma estabilização das alterações climáticas e um consumo de recursos equilibrado (Reed: 2007). Como suporte teórico da abordagem adotada encontram-se ainda as evidências (Grosskopf, Kibert: 2006) de que: o número e a escala dos edifícios em construção revelam um ritmo de crescimento que anula os possíveis benefícios das melhorias pontuais na sua sustentabilidade; e que o estado avançado de degradação e desequilíbrio ecológico do planeta exige medidas mais efetivas de reabilitação e regeneração.

Face a esta situação, no contexto da construção sustentável, o design regenerativo propõe objetivos que se situam para além dos parâmetros definidos pelos atuais sistemas de certificação, e do padrão zero de impactes, transpondo a meta da sustentabilidade em direcção a uma acção progressivamente reparadora, reconciliatória e co-evolutiva com a natureza (Reed: 2007).

Por outro lado, no mesmo contexto, deve ser salientada a importância da possibilidade de reabilitação do edificado existente. Alguns dos fatores mais evidentes de sustentabilidade da reabilitação do existente, face à opção de demolição e de construção nova, são a redução de energia incorporada, de consumo de recursos e de materiais, e a minimização de emissões poluentes e produção de desperdícios. A reabilitação sustentável integrada do edificado existente promove diversos resultados positivos, tanto ao nível ambiental, como do ponto de vista da população, aos níveis social, cultural e económico.

No contexto português, onde se observa a existência de um excedente do número de unidades residenciais construídas face às necessidades da população existente (Bragança: 2007), das 5343 habitações existentes certificadas no âmbito do SCE até Janeiro de 2009, apenas 6,5% (349) obtiveram uma classificação de nível A (Maia: 2009). Por outro lado, de acordo com Euroconstruct, em Portugal, as operações de reconversão/reabilitação representam apenas 8% do mercado de construção total, assinalando-se um défice considerável face ao que é prática corrente noutros países da Europa, onde a reabilitação representa em média 45% do mercado de construção (Bragança: 2007).

Com o aumento do parque edificado e da consciência das vantagens de sustentabilidade da reabilitação, o número de intervenções em edificado existente terá tendência para crescer, verificando-se neste contexto uma grande oportunidade de

implementação de estratégias sustentáveis de reabilitação. Tal como nos processos de conceção de edifícios novos, a adoção de uma abordagem integrada produz melhores resultados do que uma abordagem fragmentada ou prescritiva (CEA: 2001).

Face a este cenário, é sublinhada a importância da possibilidade de reabilitação regenerativa do edificado existente, assimilando os princípios de design regenerativo na recuperação do ambiente construído, de forma a garantir não apenas um desenvolvimento sustentável mas uma efetiva reintegração dos sistemas humanos com a natureza.

## 2 | DESIGN REGENERATIVO: PERCURSO HISTÓRICO-CRÍTICO

Na presente década, o conceito de design regenerativo tem sido objeto de divulgação e sistematização, no âmbito de conferências internacionais sobre construção e sustentabilidade, por parte de autores como Raymond Cole e Bill Reed, associados ao sistema de certificação LEED, verificando uma tendência necessária de evolução dos limites dos sistemas de certificação – da eficiência relativa, para a redução absoluta de consumo de recursos não renováveis e substâncias tóxicas (Eisenberg, Reed: 2003)

Contudo, os fundamentos do design regenerativo encontram-se presentes em abordagens tão distintas no espaço e no tempo como as intervenções de *land art* de recuperação ecológica de pedreiras ou minas, à *Acupunctura Urbana* de Jaime Lerner (Lerner: 2003; Mang: 2006). Transversal às diferentes abordagens mencionadas encontra-se a ideia de uma intervenção medicinal sobre a situação existente, procurando remediar os efeitos de desequilíbrio ecológico através da cooperação regenerativa com o ecossistema.

Os sistemas lineares, que caracterizam a maioria das intervenções e atividades industriais humanas, tendem a ser degenerativos, ao contrário dos ciclos presentes na natureza, destruindo progressivamente o contexto natural de suporte do qual dependem. Os padrões degenerativos dos sistemas lineares não só levam a um esgotamento de recursos, na medida em que a desagregação ou interrupção do sistema não permite a sua reposição na mesma escala de tempo, como leva ao crescimento exponencial dos agentes poluentes. Nestes sistemas, a quantidade de resíduos ou produtos não úteis resultantes do processo pode até ser consideravelmente maior do que a quantidade de matéria introduzida, – uma vez que muitos elementos são combinados com ar ou água ao longo do processo (Lyle: 1994) –, resultando em quantidades excessivas de substâncias que o sistema natural não tem meios para absorver (poluição).

O conceito de sustentabilidade implica a regeneração de recursos, o que só é possível através de sistemas cíclicos, em que o fluxo de matéria, energia e elementos é fechado, eliminando-se os fatores de dissipação, e tornando-se desta forma regenerativo e autossustentado.

O termo *Regenerativo* foi promovido pela primeira vez durante a década de 70 do século XX, por Robert Rodale (1930-1990), aplicado em relação a sistemas de agricultura

orgânica. Porém, as práticas e os sistemas regenerativos não foram propriamente introduzidos ou inventados, mas (re)descobertos, persistindo diversos exemplos de práticas regenerativas tradicionais, no século XX, associadas a sistemas agrícolas, em diferentes pontos do planeta (Lyle: 1994).

A aplicação do termo regenerativo a sistemas edificados deve-se sobretudo a John Tillman Lyle (1934-1998), autor de *Regenerative design for sustainable development*. Segundo Lyle, os sistemas regenerativos são aptos para providenciar a energia e os bens materiais necessários a uma vida confortável e digna, respeitando como condições: o crescimento controlado da população; e a redução do consumo. Neste ponto, os princípios do design regenerativo, e a própria viabilidade dos sistemas regenerativos, encontram-se indissociáveis dos comportamentos humanos e sociais.

A noção de existência de um limite para o crescimento da população e dos seus sistemas, urbanos, industriais, agrícolas e económicos, encontra também um importante impacto, durante a década de 70, com a publicação de *The limits to growth*, de Donella e Dennis Meadows com Jorgen Randers, em 1972. Alterações na sociedade e na economia, sugeridas com base na procura da sustentabilidade, são também propostas na Teoria do Decrescimento, desenvolvida por Nicholas Georgescu-Roegen, François Partant e Serge Latouche, entre outros, na mesma época. Conforme mais tarde enunciado por Lyle, e participando também nesta visão o conceito de *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* de William McDonough e Michael Braungart (Braungart, McDonough: 2002): numa sociedade ou economia regenerativa não haverá lugar para o conceito de obsolescência planeada (Lyle: 1994, p. 12).

As características de um sistema regenerativo são enunciadas por Lyle da seguinte forma:

- Integração operacional com processos naturais e sociais.
- Mínimo uso de combustíveis fósseis e químicos de produção humana.
- Mínimo uso de recursos não renováveis, exceto quando possível a sua reutilização e reciclagem.
- Uso de recursos renováveis, dentro da sua capacidade de regeneração.
- Produção controlada de resíduos, dentro dos limites para a sua reassimilação pelo ecossistema, quanto ao seu volume e composição.

Lyle faz ainda uma distinção entre o conceito de paleotécnica (associada à tecnologia industrial convencional, cujo modelo teórico de referência é a física) e o de neotécnica (onde se enquadram os sistemas regenerativos, cujo modelo teórico de referência é a biologia). A cooperação com os sistemas naturais, e o mimetismo com processos biológicos, bem como uma intervenção baseada no quadro de referência da ecologia, são partilhados pelos sistemas de pensamento e os conceitos de *Design with nature*, de Ian Mcharg, publicado

em 1969 (McHarg: 1992), de Permacultura, acrónimo de *permanent agriculture*, sugerido por Bill Mollison e David Holmgren, cerca de 1974, e de *Biomimicry*, de Janine Benyus, publicado em 1997. A percepção destes autores assenta numa profunda mudança de paradigma, recorrendo ao pensamento sistémico como suporte conceptual.

Esta visão, subscrita por Nadav Malin, Bill Reed, e John Todd, entre outros, aplicada ao ambiente edificado, é suportada por uma alteração de como entendemos os edifícios como um ponto fixo, em direcção a um entendimento mais fluído da conceção de projecto, construção e operação e como estes se relacionam em relações regenerativas para a sustentabilidade (Malin, Reed, Todd: 2005, p.10).

No pensamento destes autores, o termo regenerativo traduz os desafios que se colocam ao “edifício sustentável”, ajudando a clarificar a sua definição. O termo regenerativo é empregue na medida que evoca propriedades de auto-organização, auto-cura e auto-evolução dos sistemas vivos (Malin, Reed, Todd: 2005, p.23), e de reintegração (*remembering*) – no sentido de retomar memória, identidade e lugar, na comunidade da vida.

Tal como definido por Reed, a sustentabilidade não é uma condição estática, mas um processo, tal como a vida é um processo (Reed: 2007). O conceito de sustentabilidade deriva então de uma percepção da integração das atividades humanas, dos sistemas humanos, num único sistema global de relações, fluxos, processos, atividades, transformações e sinergias. Os sistemas paleotécnicos, lineares, desenhados pelo ser humano, constituem sistemas entrópicos, por natureza, requerendo um *input* contínuo de recursos e energia. Contrariamente ao postulado na segunda lei da termodinâmica – que todos os sistemas tendem para o caos, aumentando em entropia para um estado de desordem máxima – os sistemas vivos auto-organizam-se, aumentando em ordem e complexidade de inter-relações.

No quadro da avaliação ambiental de edifícios, a diferença entre um edifício com um desempenho neutral, para as abordagens integradas, de sistemas vivos, é entendida como a passagem da fronteira da sustentabilidade (centrada em não causar danos ou impactes ambientais, para atingir um ponto de relativa estabilidade com o ecossistema) para uma progressão de integração com os sistemas vivos. Estas abordagens, progressivas – de reparação, reconciliação e regeneração – pretendem ainda responder à forma como se pode especificamente reparar os danos causados (no passado) e como se pode perpetuar uma relação saudável e simbiótica com os sistemas vivos (no futuro). As atividades construtivas entendidas neste processo são, evidentemente muito mais abrangentes, que o conceito de construção – mesmo considerando as convencionais etapas de ciclo de vida.

No relatório do workshop *Expanding Our Approach*, realizado em Abril de 2005 em Pocantico, nos E.U.A. para a General Services Administration (G.S.A.) (Malin, Reed, Todd: 2005), encontram-se definidos muitos dos princípios de design regenerativo defendidos por estes autores. Em termos de estratégia, e de desenvolvimento dos instrumentos

necessários para uma intervenção regenerativa, o enfoque é propositamente colocado na criação de processos e instrumentos de suporte a uma nova forma de pensar, e menos na discussão de tecnologias.

O suporte fundamental desta mudança evolutiva é sustentado pelo pensamento sistêmico, como ferramenta para concepção integrada. Diversos sistemas encontram-se contidos dentro do todo: como a ecologia e o sistema social, encontrando-se ainda integrados por outros subsistemas como os sistemas físicos ou o sistema de valores. Neste modelo teórico, a atenção deverá ser colocada não só nos elementos físicos mas para além deles, nas conexões invisíveis que existem entre estes, nos ciclos e fluxos. Melhores resultados podem ainda ser alcançados quando é considerada a colocação de questões, não apenas sobre os potenciais impactes negativos, mas também sobre o potencial de relações benéficas entre todos os sistemas.

Conforme estabelecido com base em esquemas e ideias de Bill Reed, Barbra Batshalom, e Donella Meadows (Malin, Reed, Todd: 2005, p.24; Meadows: 1997), o infinitamente prático é alcançado como resultado do modelo filosófico de acção. Técnicas, soluções e produtos encontram-se na base da escala, sendo de valor limitado quando vistos apenas como elementos que são adicionados ao edifício. Estes devem resultar, ser selecionados e aferidos por instrumentos de análise (programas de modelação, indicadores e metodologias de avaliação/análise), implicando uma alteração do processo de design, e resultando das orientações programáticas que ascendem sobre esse.

Como apontado por Meadows e salientado por Reed (Reed: 2007), a forma mais efetiva de intervenção sobre um sistema é atuando sobre o próprio modelo mental ou paradigma. Embora esta alteração de paradigma possa encontrar maior resistência no contexto social, do que outras alterações com outro lugar na escala, as suas repercussões são exponencialmente maiores em termos de comportamento/prática, não implicando quaisquer meios técnicos ou custos económicos, e podendo ocorrer num individuo num milissegundo (Meadows: 1997).

Alguns dos fundamentos teóricos, radicados numa transformação de paradigma, e suportados por uma concepção de ecológica, para alcançar os objetivos do design regenerativo, são os seguintes (Malin, Reed, Todd: 2005, p.19):

1. Nós somos natureza. – É fundamental o entendimento que enquanto seres humanos somos parte integral da natureza, compreendendo o passado das relações entre sistema natural e social, e o potencial futuro evolutivo desta relação. Esta concepção permite-nos ver como parceiros, e visionar um futuro de relações co-evolucionárias e simbióticas com os outros sistemas vivos.

2. A mudança é permanente. – É essencial a percepção de que a mudança é um processo que acontece permanentemente, e que o universo está em constante mutação e movimento, em micro e macro escala.

3. A vida desenvolve-se em direção a uma maior resiliência. – Este conceito é observável a diferentes escalas na natureza. A diversidade e a flexibilidade constituem fatores de extrema importância para a resiliência das espécies e dos sistemas. Quanto maior a resiliência, maior a perturbação que podem suportar.

4. A diversidade exige inter-relações. – O valor da diversidade só se manifesta com a existência de relações cooperativas entre elementos. A variação ou diversidade entre inter-relações é a chave fundamental para a resiliência dos sistemas.

5. A resiliência transforma as perturbações em oportunidades. – A perturbação pode constituir um fator de aprendizagem e inovação, quando exista resiliência por parte do sistema. Desenvolver a capacidade de resiliência face à perturbação permite a evolução para um estado regenerativo, que vai além da sustentabilidade.

Os sistemas projetados através de design regenerativo caracterizam-se desta forma por ser concebidos como: parte integrante da natureza, permeável e portador de (sistemas em) mudança, composto por diversidade de elementos e de funções em inter-relação.

### 3 I ESTRATÉGIAS E PARÂMETROS DE DESIGN REGENERATIVO

O conceito de design regenerativo engloba simultaneamente uma metodologia processual e a implementação de parâmetros de sustentabilidade.

Quanto à implementação de parâmetros, o conceito de *radical sustainable construction*, sugerido por Charles Kibert e Kevin Grosskopf (Grosskopf, Kibert: 2006), contém equivalências aos objetivos contidos no design regenerativo, endereçando as seguintes características essenciais ao futuro da sustentabilidade em edifícios:

1. Integração com os ecossistemas locais. – Sinergia entre ambiente natural, humano e construído, de forma a absorver resíduos, recolher águas pluviais, providenciar tratamento de águas residuais, participar nos processos de arrefecimento e aquecimento do edifício, absorção de ruído, providenciar alimentação, criar amenidades na envolvente e potenciar a fruição paisagística. O carácter dos sistemas e o potencial da integração radica necessariamente das características biofísicas, ecológicas e urbanísticas do local.

2. Ciclos fechados de materiais e sistemas. – Materiais e produtos reutilizáveis e recicláveis, com design para a desconstrução. Os resíduos ou impactes decorrentes dos processos de extração, produção, uso e reciclagem dos materiais deverão ser absorvíveis no meio ambiente, ao longo do ciclo de vida.

3. Máximo uso de sistemas passivos e de energias renováveis. – Adoção de Fator 10 para consumo de energia. Conceção integrada de sistemas passivos de aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação. Utilização de fontes locais de energia e recursos renováveis: eólicos, solares, pluviais, hídricos e geotérmicos.

4. Ciclos hidrológicos otimizados. - Adoção de Fator 10 para consumo de água. Redução do consumo de água potável através de dispositivos redutores e da sistematização

das redes de água (potável, de lavagem, residual e pluvial). Colaboração de sistemas naturais para tratamento de águas residuais e recolha da água das chuvas.

5. Implementação integral de medidas de qualidade e ambiente interior. – Conceção integrada de qualidade de ar interior (química e biológica), conforto higrotérmico, acústico, lumínico e olfativo, e isolamento de vibrações. – Neste ponto, poderiam ainda ser consideradas as qualidades intrínsecas do espaço, reportando-se a fatores psicossociais, espaciais e estéticos.

É importante salientar que, apesar da importância que detém no controlo da poluição e da contenção do efeito de estufa, os indicadores de consumo de carbono, isolados, são insuficiente como fator de avaliação de sistemas regenerativos. Para além desta limitação, comum a qualquer tentativa de abordagem parcial do design regenerativo (Reed: 2007), a mediatização da neutralidade em carbono introduziu fatores de desacreditação, como o *carbon offsetting* (Peck, 2008).

Assumindo um maior grau de complexidade, por comparação com os sistemas convencionais, as estratégias para o design regenerativo, exigem a utilização de metodologias complementares com capacidade de suporte do processo. Algumas dessas metodologias, referidas por Lyle, incluem: Teoria de Ecossistemas, ou Ecologia aplicada; Análise de Impacto Ambiental; Pensamento Sistémico; Sistemas de Informação; e Métodos de Participação Pública.

Resultando da aplicação dessas metodologias, o processo de desenvolvimento de design regenerativo deve refletir as seguintes estratégias:

1. Deixar a natureza fazer o trabalho. – Recorrer prioritariamente a processos naturais ou presentes na natureza para realizar as funções necessárias, de forma a obter maior conservação de recursos, menores impactes ambientais e simultaneamente minimizar custos. Um passo preliminar essencial ao design regenerativo é conseqüentemente a realização de inventário dos recursos e dos processos presentes e ou disponíveis no local.

2. Considerar a natureza como modelo e como contexto. – Enquanto contexto, manter ou restabelecer a continuidade e as inter-relações existentes à macro-escala. Enquanto modelo, aprender com os processos biológicos, – conforme é proposto por Benyus no conceito de biomimetismo.

3. Agregar, não isolar. – O design integrado, ou holístico, constitui um fundamento essencial do design regenerativo, compreendendo a conceção integrada das partes e da sua conexão. Contrariamente à lógica descartiana, Lyle observa que o design por segregação das partes produz inevitavelmente mundos desagregados.

4. Procurar o nível otimizado para múltiplas funções, não o nível máximo ou mínimo para nenhuma. – Dada a complexidade de objetivos presentes, por vezes em conflito, a quantificação do nível ótimo pode ser problemática. Assim, a combinação de um intervalo de valores aceitável ou otimizado é preferível, como opção de projecto.

5. Adequar a tecnologia à necessidade. – Evitar o *overdesign*: soluções técnicas ou tecnológicas complexas com elevados custos ambientais para a realização de funções que poderiam ser realizadas por soluções mais simples e de menor impacto.

6. Usar a informação para reduzir o consumo. – A adequação do sistema à função é possibilitada pela obtenção da informação necessária no processo de concepção sobre as necessidades reais de consumo, e da sua natureza. Isto pode ser obtido através do aumento da informação e pesquisa, e também através de um *feedback* permanente com o público sobre os possíveis impactos positivos e negativos.

7. Possibilitar múltiplos caminhos/soluções. – A combinação de diversas soluções para uma mesma função garante uma maior resiliência do sistema. Um exemplo desta estratégia é a utilização de fontes de energia renovável combinadas, atendendo às condições disponíveis. Esta estratégia plasma o princípio da diversidade dos ecossistemas, que é também defendido por outros autores: se um caminho ficar truncado, devido a condições climáticas, humanas, ou outras, há sempre outra possibilidade do sistema continuar a funcionar.

8. Procurar soluções comuns para problemas diversos. – Os sistemas regenerativos consideram os padrões de fluxo numa concepção global, permitindo maior integração de soluções, e também maiores interações entre sistemas. A solução adotada para recolha de águas pluviais, por exemplo, pode resolver o tratamento das águas e simultaneamente contribuir para a redução do consumo de água potável, – quando se considera o ciclo da água como um todo. Por outro lado, o tratamento de águas residuais pode atuar simultaneamente como fornecedor de água de irrigação e catalisador da biodiversidade, resultando numa integração do ciclo da água com o ciclo de nutrientes.

9. Gerir o armazenamento como chave para a sustentabilidade. – Nos padrões de fluxos circulares, o armazenamento constitui um importante fator de equilíbrio entre as flutuações da capacidade de provisão e das necessidades de uso. Um exemplo desta estratégia é o conceito de massa térmica na envolvente construtiva dos edifícios.

10. “A forma segue o fluxo”, ou conceber a forma para orientar o fluxo. – Conceber sistemas passivos capazes de (re)orientar fluxos através das características formais é uma estratégia que reduz consumo de recursos e a aplicação de tecnologia desnecessária. Um exemplo desta estratégia é a orientação de fluxos de ventilação de ar quente e frio para a ventilação natural de espaços, ou a orientação dos ventos através da forma urbana.

11. Conceber a forma para manifestar o processo. – Dado que a forma segue o fluxo e a função, não é ético nem produtivo dissimular essa lógica implicando um aumento de consumos. Esta estratégia deve ser encarada como uma oportunidade para expressar novas manifestações estéticas, e de resolução do conflito entre cultura e tecnologia, na sociedade actual, evoluindo de um estado de arte aplicada para arte implicada.

12. Dar prioridade à sustentabilidade. – Aceitando que a alteração dos padrões e sistemas degenerativos para regenerativos não é imediata, verifica-se um momento de

transição em que há simultaneidade de ambos. As opções realizadas nesse meio-termo devem dar prioridade às soluções de maior sustentabilidade, prevendo a evolução potencial do sistema e dos comportamentos.

Considerando que o design regenerativo não é uma condição estática, o processo de intervenção que permite obter uma condição regenerativa para um dado contexto, é para Reed, constituído por três momentos catalisadores fundamentais, que se seguem num ciclo contínuo, em “espiral evolucionária” (Reed: 2007):

1. Entendimento do padrão fundamental do Lugar. - Clarificação e alinhamento das aspirações humanas para o projecto e para o local; identificação de padrões passados e presentes nos sistemas naturais e humanos locais, e nas suas inter-relações, desenvolvendo uma História do Lugar.

2. Tradução dos padrões para orientação do conceito de projecto e linhas diretoras. – Estabelecimento de um quadro de referência para a tomada de decisões, através da definição do Padrão do Lugar. A partir da compreensão dos padrões de interação, de sistemas e espécies, podem ser estabelecidos os objetivos de referência e parâmetros da acção, – que fundamentam o desenho, a selecção de materiais e tecnologias, e as estratégias de construção, operação e manutenção.

3) Feedback contínuo: processo de aprendizagem e participação. – Com o envolvimento real da comunidade, através de cenários participativos de acção, reflexão e diálogo, é possível o reforço dos vínculos da comunidade ao sítio, potenciando a sua capacidade de cooperação e autorregeneração.

Ao longo deste processo, a monitorização do trabalho é fundamental, bem como uma estratégia de design integrado, de forma a superar conflitos de objetivos, e assegurar a otimização das partes e dos sistemas em relação ao todo. Este processo evolutivo deve ser prolongado para além da participação da equipa projetista, ajudando a reforçar as relações obtidas e a procurar em permanência a (re)adaptação ótima ao contexto.

## **4 | ESTRATÉGIAS REGENERATIVAS EM EDIFICADO EXISTENTE**

Embora não exista ainda um edifício reconhecidamente avaliado como regenerativo, no sentido de cumprir integralmente os parâmetros associados a este conceito, e porque das tentativas de sistematização não resultou ainda uma ferramenta objetiva e integral de avaliação, os casos de estudo apresentados nesta secção são introduzidos como tentativas exploratórias de aplicação de estratégias regenerativas em edifícios, novos ou existentes.

Resultando de uma tentativa de elevar os padrões de sustentabilidade da construção, existem pontualmente ferramentas de certificação ambiental de edifícios de âmbito regional, como o Living Building Challenge, na (bio)região de Cascadia, que abrange parte dos E.U.A. e do Canadá, e cuja meta se aproxima de um desempenho regenerativo. Embora a meta do Living Building se situe “um grau abaixo” do design restaurativo, e apesar da aplicação

do conceito ser teoricamente possível, – tendo os seus parâmetros sido parcialmente implementados em múltiplos projectos –, verifica-se que “[...] a true Living Building has yet to emerge.” (CRGBC: 2008, p.21).

Encontra-se sob investigação o desenvolvimento de alguns protótipos regenerativos, como é o caso do projecto HY3GEN (edifício híbrido regenerativo), no âmbito do programa de investigação “Building of Tomorrow”, em Viena, Áustria, que comprova a possibilidade contemporânea de construção de edifícios de desempenho regenerativo em muitos parâmetros. No entanto, o facto de constituírem protótipos não permite a percepção da sua relação específica com o local ou a comunidade, deixando em aberto a possibilidade de regeneração do ecossistema local.

A dificuldade de emergência, e de reconhecimento, de edifícios verdadeiramente inovadores neste campo deve-se a uma conjugação de fatores, entre os quais a inexistência de uma definição consensual ou normativa de edifício regenerativo, tal como não existe para *green building* (Grosskopf, Kibert: 2006), envolvendo uma clarificação de objetivos específicos e metas de desempenho.

Por outro lado, alguns autores, como Bill Reed, sublinham que a adjetivação de regenerativo não deve ser atribuída a um objeto ou edifício, mas aos sistemas que integra e ao processo em que participa (Eisenberg, Reed: 2003).

Para uma avaliação efetiva de casos de estudo, seria necessário dispor de um conjunto coerente de casos, preferencialmente avaliados segundo a mesma metodologia de certificação ambiental (como o LEED, LiderA, ou outro), e com maiores semelhanças de tipologia e características locais. Dentro do possível optou-se por analisar projectos com avaliação LEED, justificando-se a sua localização por critérios de uniformização de classificação. Optou-se também pela selecção de casos de estudo que registam a intervenção, como projetistas, analistas ou consultores, nestes projectos, de autores na área do processo de design regenerativo.

O *Center for Regenerative Studies*, da Universidade Politécnica do Estado da Califórnia, embora não implique uma reabilitação do edificado existente, constitui um caso de estudo permanente, plasmado nas reflexões de *Regenerative design for sustainable development*. Este instituto ocupa uma área total de 6,4ha, e é autossuficiente em termos de energia e alimentação, integrando áreas de produção agrícola e uma conjugação de energias renováveis.

Este projecto, concebido por uma equipa pluridisciplinar, entre os quais John Tillman Lyle, e projetado entre 1986 e 1993, encontra-se considerado no TopTen de edifícios no American Institute of Architects (AIA). As estratégias de design regenerativo, expostas por Lyle, são implementadas neste caso de estudo da seguinte forma:

1. Deixar a natureza fazer o trabalho. – Sistemas solares passivos com recurso à vegetação para controlo microclimático, criação de massa térmica e indução de movimento de ar entre edifícios; Adequação de topografia e cursos de água; Agricultura biológica.

2. Considerar a natureza como modelo e como contexto. – Processos de eficiência em água, dado o contexto climático, como reutilização e reciclagem; Organização de áreas agrícolas conforme padrões naturais de distribuição.

3. Agregar, não isolar. – Integração de funções: geração de energia, abrigo, gestão hídrica, produção de alimentos e reciclagem de resíduos.

4. Procurar o nível otimizado para múltiplas funções. – Equilíbrio das funções em interação: geração de energia, abrigo, gestão hídrica, produção de alimentos e reciclagem de resíduos.

5. Adequar a tecnologia à necessidade. – Combinação de tecnologias *high* e *low*, conforme os requisitos.

6. Usar a informação para reduzir o consumo. – Monitorização permanente de qualidade nos sistemas de aquacultura e tratamento de águas residuais; Dispositivos eletrónicos de controlo de variáveis ambientais; Observação sistemática dos processos pelos ocupantes.

7. Possibilitar múltiplos caminhos/soluções. – Sistemas providos de funcionamentos alternativos; Biodiversidade das culturas agrícolas.

8. Procurar soluções comuns para problemas diversos. – Estufas solares: aquecimento interior e culturas de vegetação e peixe; Coberturas: produção de vegetação/alimentos, recolha de água, aquecimento de água, circulação e protecção climática; Árvores decíduas e vinhas: controlo do microclima, contribuição para sistema solar passivo e produção de alimentos.

9. Gerir o armazenamento como chave para a sustentabilidade. – Recolha de águas pluviais; Métodos de conservação de alimentos; Massa térmica em elementos construtivos.

10. “A forma segue o fluxo”. – Formas edificadas adequadas a radiação solar e ventilação; Terraços em áreas agrícolas com máxima retenção de água.

11. Conceber a forma para manifestar o processo. – Geradores eólicos e coletores solares, no topo da encosta, como marcos identificativos da paisagem.

12. Dar prioridade à sustentabilidade. – Em todos os sistemas são previstos sistemas de reciclagem *in situ*.

O edifício principal do *Center for Regenerative Studies* expressa igualmente os princípios de design regenerativo de Lyle. Este conjunto edificado, onde se concentram as áreas de residência para 90 ocupantes, refeitório, espaços de reunião e auditório, biblioteca, laboratórios, salas de aula e serviços de apoio, encontra-se implantado sobre uma área envolvente de aproximadamente 0,9ha. Desta área, a implantação do edifício ocupa cerca de metade, sendo  $\frac{1}{4}$  ocupada por circulação e  $\frac{1}{4}$  integrada por espaços cultivados, em que a vegetação desempenha as funções de controlo da radiação solar e de retenção de água, assegurando a infiltração e produtividade do solo.

O edifício distribui-se ao longo de uma encosta virada a Sul, em patamares sucessivos que mimetizam a paisagem agrícola, verificando-se que em termos climáticos

o local apresenta características de clima mediterrânico seco. Beneficiando do clima temperado, sem temperaturas extremas, foi possível a experimentação de três arquétipos de construção solar passiva: o edifício sobre estacas, o edifício semienterrado e o edifício com estufa solar. A disposição das tipologias ao longo da encosta, permite a proximidade dos conjuntos sobre estacas próximo da área de aquacultura, no vale, beneficiando da evaporação na estação quente, e das tipologias enterradas a meia encosta.

No projecto, foi dada preferência às coberturas planas, que procuram realizar as mesmas funções da área de terreno ocupada pelo edifício: capturar a água da chuva, produzir energia para aquecimento de águas através de coletores solares, e ainda dispor de vegetação. Na estratégia energética assinalam-se o isolamento moderado da envolvente construtiva, adaptado para climas temperados, e a localização de 80% da área envidraçada a Sul, verificando-se a opção por vidros simples, não refletores e não coloridos.

O uso de vegetação como parte integral do comportamento do edifício, é particularmente evidente nas estratégias de verão, onde constitui uma peça essencial para minimizar ganhos solares e garantir ventilação. A interceção da radiação solar pela vegetação verifica-se tanto nas coberturas, como nos alçados Este e Oeste, onde foram colocadas estruturas verticais revestidas por plantas trepadeiras decíduas, de tipo vinha, a cerca de 1,2m da parede. Nos alçados Sul, o sombreamento também é garantido por estruturas horizontais com videiras (solução frequente no Norte de Portugal, sob a forma de latadas), sobre os vãos. Junto ao solo, a utilização de plantas de cultura favorece a evapotranspiração e remove CO<sub>2</sub> da atmosfera, melhorando a qualidade do ar.

Quanto à distribuição de massa térmica, o armazenamento de calor é maioritariamente realizado pela laje de pavimento de betão e pela camada de solo adjacente – e nos espaços semienterrados, pela parede de betão e camada de solo adjacente. A proporção existente entre superfícies transparentes e superfícies de massa térmica é aproximadamente 1/3 e 1/6.

Todos os edifícios facilitam o movimento de ar, no seu interior, através de ventilação cruzada, pés direitos altos, aberturas no sentido das brisas dominantes de Sul e Sudoeste, e ductos ao longo das paredes e pavimento. Como resultado das estratégias conjugadas, e de acordo com modelo de cálculo, a temperatura interior em todos os espaços do edifício é mantida dentro da zona de conforto ao longo do ano, sem utilizar energia em sistemas de aquecimento e arrefecimento.

Intervenções mais recentes em edificado existente, com estratégias regenerativas, clarificam as potencialidades desta abordagem, salientando o carácter e a atuação do edifício como catalisador das potencialidades entre lugar e comunidade.

O processo de renovação e ampliação da *Sidwell Friends Middle School*, em Washington, pelos arquitetos KieranTimberlake Associates, é exemplificativo da relação entre a leitura das potencialidades ecológicas do lugar (na confluência de duas bacias hidrográficas) e as potencialidades sociológicas e pedagógicas de renovação do contexto

escolar. O arquiteto William McDonough, coautor de *Cradle-toCradle*, e Bill Reed, consultor em design regenerativo, participaram no projecto, direcionando a intervenção no sentido de uma lógica do berço-ao-berço e de regeneração ecológica do local.

O projecto obteve na versão mais recente do LEED uma classificação de Platina, obtendo a pontuação máxima nas áreas de água, energia e inovação. Ao nível das áreas de ocupação de solo e materiais, o projecto não atingiu a classificação máxima, dada a situação preexistente de ocupação de solo com elevado valor ecológico, e ainda a reduzida possibilidade de aproveitamento da estrutura e materiais do edifício existente – a renovação do edifício escolar existente, com cerca de 3000m<sup>2</sup>, foi acompanhada da adição de mais 3500m<sup>2</sup> de construção nova.

O desempenho ótimo em água compreendeu o tratamento de águas residuais (da cozinha e instalações sanitárias) *in situ*, e foi articulado com a valorização do local, optando-se por construir uma área húmida no pátio formado pela configuração em U do edifício, em vez do tradicional relvado. Diversos princípios de Lyle foram respeitados com esta opção, entre os quais deixar a natureza fazer o trabalho, e conceber a forma para manifestar o processo, ao elevar o lago central a elemento fulcral de projecto e de tratamento de água integrado. A recolha de águas pluviais, em cobertura verde, integra a mesma estratégia, para além do valor acrescentado de constituir uma horta pedagógica para os alunos. A biodiversidade do local foi igualmente reposta com a introdução de 80 espécies autóctones.

As estratégias para a energia compreenderam sistemas passivos de minimização de ganhos de aquecimento e arrefecimento, a fenestração adequada à performance e controlo da iluminação, e a eficiência global do envelope construtivo, para além do recurso a energia fotovoltaica. Chaminés solares foram integradas para extração de ar, na estação quente, sem recurso a sistemas mecânicos.

Quanto às opções relacionadas com os materiais, deu-se preferência a materiais de origem local e reutilizados, como madeira reciclada de tonéis de vinho, armazenada no porto de Baltimore, pedra proveniente da demolição de uma ponte ferroviária local. Na pavimentação exterior foram utilizadas lajetas de pedra reutilizada de passeios. No interior, foram especificados cortiça, linóleo e bambu.

Outro exemplo de intervenção com estratégias regenerativas em edificado existente é o caso da renovação do edifício de escritórios do gabinete de arquitectura *Environmental Dynamics Inc.*, em Albuquerque. Esta reabilitação de edifício existente de um piso obteve a classificação de Ouro, no sistema de avaliação LEED, tendo sido selecionado como caso de estudo para o LEED-EB, direcionado para certificação de reabilitação sustentável de edifícios existentes.

Alguns dos princípios regenerativos presentes na conceção deste projecto seguem o conceito de ir para além da redução de consumos e impactes, que defende “não apenas usar menos mas também dar algo em troca”. A definição de edifício regenerativo é aqui colocada como resultado da equação entre *inputs* e *outputs* de materiais, água ou energia,

sendo adotados como princípios regenerativos: uma utilização de materiais reciclados ou subprodutos de outras indústrias superior à utilização de materiais novos; e uma produção de energia de fontes renováveis, excedente em relação às necessidades de consumo do edifício. O objetivo da recuperação de um edifício existente, situado num bairro degradado, e as metas de desempenho propostos fazem também parte da estratégia de visibilidade da empresa, e de comunicação ambiental com a comunidade.

Na área dos materiais, salienta-se como estratégia efetiva de minimização de impactos ambientais a reutilização de um edifício existente, com manutenção de mais de 50% da envolvente e estrutura construtiva, e uma alta percentagem de utilização de materiais reutilizados, reciclados ou recuperados. Para além disso, a gestão ambiental da obra permitiu a recolha de 85% dos resíduos de construção para centros de reciclagem, entre os quais a remoção do pavimento de asfalto do parque de estacionamento. Como revestimento exterior do edifício, foi empregue um sistema inovador composto por 90% de vidro reciclado, cal e estuque, cujos materiais podem ser encontrados localmente e constituem subprodutos, minimizando significativamente a energia incorporada final.

Nas estratégias energéticas foram integradas a otimização do envelope construtivo, a iluminação natural através de fenestração zenital, dispositivos de iluminação artificial eficientes, ventilação natural, e a utilização de painéis solares e fotovoltaicos para produção de energia e alimentação de sistemas de aquecimento e arrefecimento interiores.

A valorização ecológica do local compreendeu a criação de uma cobertura verde, a redução de área de estacionamento e de área impermeabilizada, utilizando também um material de pavimentação composto à base de glúten de trigo e a construção de cisternas para acumulação de água pluvial.

Outro caso de estudo sobre a aplicação de estratégias regenerativas em edificado existente é constituído pelo plano de regeneração urbana de um bairro residencial, na *Secção Sudeste de Los Angeles*. Neste plano, a intervenção à macro-escala da cidade, e do bairro, permite a atuação em áreas mais abrangentes, e maiores contributos a nível do ecossistema. Algumas das estratégias empregues neste plano, a cargo do 606 Studio, para além do envolvimento dos agentes de poder local e da comunidade, consistiram na aquisição pública de lotes vagos para instalação de áreas vegetalizadas e espaços de encontro; a diversificação de funções; e a criação de sistemas de recolha de águas pluviais para irrigação e tratamento de resíduos.

Embora a revitalização de áreas urbanas, e por extensão a reabilitação regenerativa do edificado existente, deva ser conduzida enquanto objeto de planeamento a macro-escala, a sua concretização é por vezes realizada com sucesso através de intervenções a micro-escala (Lerner: 2003; Mang: 2006). Do mesmo modo, a unidade de reabilitação mais frequente em contextos urbanos é constituída por edifícios isolados, ou mesmo frações autónomas de edifícios em propriedade horizontal. Ainda que sujeitas a maiores

constrangimentos, estas intervenções podem apresentar possibilidades de melhoria significativas, e constituir contributos promotores de alterações de maior impacto.

O edifício de escritórios da *National Audobon Society Headquarters*, construído em finais do século XIX, foi objeto de reabilitação sustentável em meados dos anos 90 do século XX, pela equipa de arquitetos Croxton Collaborative, com o objetivo de constituir um modelo de arquitectura sustentável, em Manhattan.

Nesta reabilitação, foram introduzidas as seguintes estratégias quanto à redução do consumo de energia e iluminação: introdução de lâmpadas eficientes (com balastros reguladores, e armaduras suspensas perto do plano de trabalho); utilização de superfícies refletoras; e partilha de luz em *open space* com utilização de elementos baixos de compartimentação. A iluminação natural foi privilegiada nos pisos superiores, através de luz zenital e janelas trapeiras.

Relativamente a ventilação e a qualidade do ar, a criação de entradas de ar na cobertura, e a instalação de um sistema de bombagem e ventoinhas, possibilitaram a elevação do conforto higrométrico e simultaneamente a renovação do ar, superior a 6 vezes/hora, e a filtragem de 4/5 das partículas.

Ao nível dos materiais, foi pretendido “fechar o ciclo” sempre que possível. Para além da preocupação em manter uma elevada percentagem de estrutura, envolvente construtiva e interiores do edifício preexistente, a maioria dos materiais introduzidos são reciclados. Destes destacam-se os painéis fabricados a partir de papel de jornal reciclado, ladrilhos de vidro reciclado, e várias superfícies horizontais de plástico reciclado.

A intervenção também preconizou uma alteração positiva dos comportamentos, através do incentivo à reciclagem, providenciando instalações verticais de recolha e a instalação de um centro de armazenamento.

Embora as tecnologias utilizadas não possam ser consideradas completamente regenerativas, e tendo em atenção as dificuldades de indução de sistemas solares passivos, de aquecimento e arrefecimento, em edificado construído sem conceção bioclimática, as modificações introduzidas permitiram a obtenção de uma redução de 60% da energia consumida, face à prática convencional. Apesar de não ser certificado pelo LEED, o edifício da *National Audobon Society Headquarters* foi considerado como o primeiro edifício “verde” em Nova Iorque.

## 5 | SISTEMATIZAÇÃO DE SOLUÇÕES

Tal como notado em análise de casos de estudo, as estratégias anteriormente discutidas encontram maiores dificuldades de implementação à escala do edifício isolado, em contextos urbanos consolidados. “Particularly in urban environments, the employment of natural systems to replace manufactured systems can be challenging because of a scarcity of green space and an absence of significant ecosystem area.” (Grosskopf, Kibert:

2006). Estas limitações são particularmente evidentes no caso específico de reabilitação do edificado existente, concentrado maioritariamente em áreas urbanas, em contextos que permitem pouca alteração do tecido natural e construído.

A aplicação de estratégias regenerativas, nestes e noutros casos, implicará necessariamente a alteração das fronteiras e da escala do conceito de sistema edificado. Uma sistematização desta abordagem encontra-se previamente enquadrada pelo sistema japonês de certificação ambiental de edifícios CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) (Pinheiro: 2006; Murakami: 2002).

A consideração de comunidade sustentável, com implicação de mudanças de comportamento por parte da população, é por outro lado, um fator essencial para atingir os objetivos de neutralidade de impactes, e ainda mais de uma sociedade regenerativa. Por este motivo, os limites conceptuais do sistema edificado deverão igualmente considerar a comunidade humana como parte integrante desse sistema.

As possibilidades de colocação dos limites do sistema poderão compreender, conforme a especificidade do caso:

1) um edifício e a sua envolvente; 2) um conjunto edificado ou bairro; 3) uma cidade ou área metropolitana, – podendo no limite ser considerada uma *bioregião* (Grosskopf, Kibert: 2006).

Não existem restrições de aplicação do design regenerativo, enquanto processo, a qualquer tipo de edificado novo ou existente, embora alguns edifícios, formas urbanas e implantação possam apresentar naturalmente um desempenho ambiental mais favorável que outros.

Na verdade, o conjunto do edificado existente é composto por uma grande diversidade de tipologias e tecnologias construtivas, refletindo-se essa diversidade em desempenhos ambientais muito díspares. Conforme estudo de Shuzo Murakami e Toshiharu Ikaga (Murakami, Ikaga: 2008), alguns edifícios de arquitectura vernacular podem assumir um desempenho BEE (Building Environmental Efficiency) muito bom, enquanto edifícios modernos podem apresentar um desempenho inferior a razoável. No mesmo estudo, é também relevante salientar que certos edifícios existentes de arquitectura vernácula podem inclusive aproximar-se mais da categoria de desempenho excelente (ponderação entre conforto e cargas ambientais) do que alguns edifícios “sustentáveis”, apresentando consideravelmente menor impacte ambiental.

A percepção da intervenção arquitectónica de reabilitação como intervenção ao nível do contexto ou do lugar (local, edifício e comunidade), e não apenas de edifício, permite a expansão das potencialidades, ao mesmo tempo que perspetiva a sua possível mútua influência. No processo de conceção de uma acção regenerativa do edificado existente será necessário perguntar preliminarmente à selecção de técnicas ou soluções:

1. O que é que o lugar pode oferecer ao edifício? 1. O que é que o edifício pode oferecer ao lugar?

2. O que é que o lugar pode oferecer à comunidade? 2. O que é que a comunidade pode oferecer ao lugar?

3. O que é que o edifício pode oferecer à comunidade? 3. O que é que a comunidade pode oferecer ao edifício?

Como forma de sistematização de soluções, apresentam-se de forma resumida alguns critérios e requisitos possíveis de intervenções de reabilitação regenerativa em edificado existente, no Quadro 1.

Área	Fatores de selecção	Fatores de eliminação	
<b>LOCAL:</b>	Localização em área urbana consolidada	Localização em habitat ecológico sensível	
Solo	Localização em greyfield - área urbana degradada ou desativada	Localização em áreas de elevado valor ecológico do solo, ou REN	
	Localização em área infraestruturada	Localização em solos de aptidão agrícola, ou RAN	
	Localização em brownfield - área industrial de contaminação ambiental	Localização em solos de estabilidade reduzida	
	Localização em área com potencialidade de bioremediação	Localização em leito de cheia ou em área de Domínio Hídrico	
	Implantação	Implantação com exposição solar favorável	Implantação em condições bioclimáticas desfavoráveis
Implantação	Implantação com exposição favorável aos ventos		
	Inserção urbana indutora de deslocações leves, e com disponibilidade de transportes públicos		
	Integração na paisagem e/ou contexto urbano	Integração dissonante na paisagem e/ou contexto urbano	
	Contribuição para o sistema de vistas	Perturbação do sistema de vistas	
	Envolvente	Disponibilidade de logradouro privado, comum ou lote livre na envolvente	
		Índice de permeabilidade elevado ou com potencialidade de reposição da área envolvente	
Possibilidade de reintrodução de espécies autóctones de vegetação e biodiversidade			
Integração de processos regenerativos no âmbito do local			
<b>EDIFÍCIO:</b>	Edifício existente com integração de estratégias solares passivas: arquitectura vernácula bem adaptada, edifício em quarteirão urbano bem integrado, construção moderna de qualidade		
Energia	Envolvente construtiva com elevada massa térmica		
	Possibilidade de aumento da massa térmica, na envolvente e no interior		
	Possibilidade de isolamento de pontes térmicas na envolvente		
	Possibilidade de orientação solar das áreas de permanência a Sul		
	Possibilidade de utilização da cobertura e alçados para produção de energia renovável – coletores solares, fotovoltaicos, eólicos...		
	Instalação de iluminação e equipamentos de baixo consumo energético □ Fator 10		
	Micro-geração de energia elétrica		
	Integração de sistemas de gestão de energia e monitorização		
Neutralidade ou Fator 10 em Energia – □ 100% da energia consumida na ocupação, produzida a partir de fontes renováveis locais			

Água	<p>Possibilidade de captura e tratamento de águas pluviais em logradouro, cobertura, terraço ou sistema urbano</p> <p>Instalação de redutores de fluxo e de equipamentos □ classe A no consumo de água</p> <p>Reutilização e reciclagem de águas – irrigação, descargas de autoclismo...</p> <p>Infiltração e drenagem de escorrências superficiais</p> <p>Neutralidade ou Fator 10 em Água – □ 100% da água consumida na ocupação, proveniente de água da chuva ou sistemas de água em circuito fechado, purificada sem químicos</p> <p>Sistema integrado de gestão de água - □ 100 % das águas residuais integradas em sistemas de tratamento naturalizado</p>	
Materiais	<p>Possibilidade de remediação de patologias estruturais e não-estruturais</p> <p>Possibilidade de reciclagem, reutilização ou biodegradação dos materiais de demolição/remoção</p> <p>Intervenção com % elevada de materiais recuperados, materiais com conteúdo reciclado ou produtos secundários</p> <p>Local para recolha e armazenamento de materiais recicláveis</p> <p>Intervenção com elementos e sistemas para a desconstrução</p> <p>Reutilização de Edifício – Manutenção de 100% da envolvente/estrutura construtiva e □ 50% de elementos interiores</p> <p>Resíduos de construção para reciclagem, recuperação, reutilização ou compostagem – □ 100%</p> <p>Materiais, sistemas e tecnologias renováveis com disponibilidade local</p> <p>Materiais com certificação ambiental – análise de ciclo de vida</p> <p>Materiais renováveis, dentro da sua capacidade de regeneração</p> <p>Materiais com o mínimo de energia incorporada</p> <p>Neutralidade da pegada de carbono – □ % da energia incorporada no processo de construção</p>	<p>Patologias estruturais resultantes de implantação desfavorável</p> <p>Utilização de materiais com componentes ou produção tóxicos</p>
Conforto	<p>Existência ou possibilidade de introdução de ventilação natural cruzada</p> <p>Disponibilidade ou potencialidade para garantir pé-direito elevado</p> <p>Disponibilidade ou potencialidade para introdução de infraestruturas de manutenção de conforto</p> <p>Disponibilidade de □ 10 m³ de área útil por utilizador em área de permanência</p> <p>Disponibilidade ou potencialidade de acesso a iluminação natural</p> <p>Disponibilidade ou potencialidade de orientação solar de vãos para Sul</p> <p>Disponibilidade de vãos operáveis em todas as divisões</p> <p>Disponibilidade de logradouro, cobertura ou varandas para introdução de vegetação de amenização e hortas</p> <p>Condições ideais de conforto asseguradas no interior e na envolvente do edifício</p>	<p>Utilização de materiais com emissão de COVs</p>
<hr/>		
<b>SOCIEDADE</b>		
Valor	<p>Edifício significativo na perspetiva cultural ou social para a comunidade</p> <p>Edifício com valor estético e qualidade arquitectónica relevantes</p> <p>Valorização económica, cultural e social da reabilitação</p>	
Função	<p>Condições favoráveis de espacialidade interior e adequação funcional</p> <p>Inserção urbana multifuncional – habitação, comércio, serviços e acesso a equipamentos</p> <p>População multigeracional, multicultural e multisocial</p> <p>Edifício/Local com condições ou potencialidade de adaptação a acessibilidade universal</p>	

Operação	Disponibilização de informação sobre operação e manutenção do edifício
	Promoção e suportes para o comportamento sustentável – reciclagem, etc...
	Possibilidade de compostagem local de resíduos orgânicos
	Possibilidade de produção local de alimentos para consumo da comunidade
	Integração de processos regenerativos no âmbito da comunidade

---

Quadro 1: Critérios de intervenção: reabilitação regenerativa em edificado existente

## 6 | CONCLUSÕES

Os princípios de design regenerativo, baseando-se num novo paradigma de arquitectura integrada, constituem um profundo desafio à própria disciplina da arquitectura, e da teoria e crítica de arquitectura, no sentido em que se baseiam num sistema de filosofia de projecto e não na mera aplicação de soluções tecnológicas.

O debate e as pesquisas realizadas sobre este tema possuem as qualidades de: a) gerar reflexão no campo da arquitectura, e em particular dos limites da arquitectura sustentável; b) promover o desenvolvimento de sistemas integrados; e c) impulsionar um nível de sustentabilidade forte em diversos sectores das atividades humanas, consentâneos com os indicadores de pressão sobre o ecossistema.

A implementação de design regenerativo em intervenções sobre o edificado existente apresenta possibilidades promissoras de concretização, na medida em que o próprio processo de design regenerativo permite informar as decisões de projecto associadas à reabilitação do edificado existente, a sistematização integrada de soluções, e o (re)estabelecimento de relações regenerativas com o local e a comunidade, no âmbito do seu contexto específico.

A possibilidade de intervenção regenerativa sobre o edificado existente, mais do que materializar a padronização de desempenhos de eficiência em edifícios, apresenta a oportunidade de contribuir com benefícios regenerativos significativos e efetivos face à situação existente do contexto particular de análise, atribuindo a avaliação de objetivos e parâmetros de sustentabilidade para o conjunto do sistema composto por edifício e envolvente.

Por outro lado, face à opção de não intervenção sobre o extenso conjunto de edificado existente, – com os respetivos comportamentos humanos associados e os impactes ambientais resultantes –, a reabilitação regenerativa do edificado existente assume-se como um passo necessário para o desenvolvimento sustentável, contribuindo para a redução da pegada ecológica global.

No contexto português, verificando-se o excedente de unidades habitacionais construídas existentes, salienta-se como uma estratégia essencial a concretização do objetivo de conseguir levar o maior número de edifícios existentes do berço-ao-berço,

criando a possibilidade de os integrar numa lógica de ciclo fechado, através de estratégias de reabilitação regenerativas.

Esta oportunidade, no entanto, só será possível, substanciada por uma evolução mais ampla no paradigma da construção sustentável em direção ao design regenerativo.

Um programa de regeneração possível do edificado existente implica também um programa de intervenção e desconstrução cirúrgica, à escala urbana. Este programa compreende a identificação de possibilidades de ação, tendo em conta: 1. a própria história natural e social do lugar; 2. as ligações existentes e pretendidas entre troços urbanos, considerando ecossistemas e circulação de fluxos; e 3. a identificação de edifícios, ruas ou bairros com potencial de reabilitação regenerativa – através de filtro e seleção.

Tal como no processo de construção de edifícios novos, os principais constrangimentos de aplicação de design regenerativo em edificado existente não se colocam para edifícios isolados, de dimensão relativa, e área livre natural disponível, mas em edifícios integrados em contexto urbano, verificando-se a necessidade de uma maior abrangência das fronteiras do sistema.

A introdução de estratégias regenerativas na reabilitação do edificado existente implica identicamente, em intervenções em contexto isolado ou urbano, o necessário envolvimento da comunidade, e a participação da população, como forma de vínculo das relações regenerativas estabelecidas.

## REFERÊNCIAS

BRAGANÇA, L., MATEUS, R., (2007). Sustainability assessment of building refurbishing operations, Actas da Conferência **Portugal SB07 – Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenges for the new millennium**, IOS Press, Amsterdão, pp. 381-388.

BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., (2002). **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. Vintage Books, Londres.

CEA – Conselho dos Arquitectos da Europa, (2001). **A Green Vitruvius – Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável**. Ordem dos Arquitectos, Portugal.

CRGBC – Cascadia Region Green Building Council, (2008). **The Living Building Challenge: in Pursuit of True Sustainability in the Built Environment**. Agosto 2008. Disponível em: [www.cascadiagbc.org/lbc](http://www.cascadiagbc.org/lbc).

EISENBERG, D., REED, B., (2003). **Regenerative Design: Toward the Re-Integration of Human Systems with Nature**. Disponível em: <http://www.integrativedesign.net/resources/pdfs/RegenerativeReIntegration.pdf>

GROSSKOPF, K., KIBERT, C. J., (2006). Radical sustainable construction: Envisioning next-generation green buildings. White Paper da Conferência **Rethinking Sustainable Construction 2006: Next Generation Green Buildings**, University of Florida, Florida, Setembro 2006.

JENCKS, C., KROPP, K. (1997). Post-modern ecology. **Theories and manifestoes of contemporary architecture**, Academy Editions, West Sussex, pp. 133-168.

KIBERT, C. J., (2006). Revisiting and Reorienting Ecological Design. White Paper da Conferência **Construction Ecology Symposium**, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Março 2006. Disponível em: <http://www.cce.ufl.edu/rsc06>.

LERNER, J., (2003). **Acupuntura Urbana**. Editora Record, Rio de Janeiro.

LIVINGSTON, H., (2007). Eco-office Promotes Regenerative Design. **AIArchitect, The American Institute of Architects**, Maio 2007. Disponível em: <http://info.aia.org/aiarchitect>.

LYLE, J. T., (1994). **Regenerative Design for Sustainable Development**. John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque.

MAIA, V., (2009). A sua casa é verde?. **Visão**, 5 de Fevereiro de 2009, p.90.

MALIN, N., REED, B., TODD, J. T. (2005). **Expanding our approach to sustainable design – an invitation**. Relatório do Workshop Expanding Our Approach, para a USGSA – United States General Services Administration, Potomac, Abril 2005. Disponível em [www: http://gyre.buildinggreen.com](http://gyre.buildinggreen.com).

MALIN, N., (2007). Academic Achievement: A school expansion in our nation's capitol introduces a wetland to a dense urban site. **GreenSource Magazine**, Julho 2007. [Fevereiro 2009] Disponível: <http://greensource.construction.com>.

MANG, N., (2006). **Examining Curitiba Through a Living Systems View** (a working draft). Regensis Group.

MCHARG, I. L., (1992). **Design with nature** – 25th anniversary edition. John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque.

MEADOWS, D. H., (1997). Places to Intervene in a System. **Whole Earth**, Winter 1997.

MURAKAMI, S., SAKAMOTO, Y., YASHIRO, T., IWAMURA, K., BOGAKI, K., OKA, T., SATO, M., IKAGA, T., ENDO, J. (2002). Comprehensive Assessment System of Building Environmental Efficiency in Japan (CASBEE-J), **Actas da Conferência Sustainable Building SB02**, iiSBE/CIB/Bigforsk, Oslo.

MURAKAMI, S., IKAGA, T., (2008). **Evaluating environmental performance of vernacular architecture through CASBEE**. IBEC - Institute for Building Environment and Energy Conservation, Tóquio.

PECK, J., (2008). Perdão pelos meus pecados de carbono. **Natural**, 87, Dezembro 2008.

PINHEIRO, M. D., (2006). **Ambiente e Construção Sustentável**. Instituto do Ambiente, Amadora.

REED, B., (2007). Shifting our Mental Model – “Sustainability” to Regeneration. **Building Research and Information**, 35, 6, pp. 674-680.

REIJNDERS, L., (1998). The Factor X Debate: Setting Targets for Eco-Efficiency. **Journal of Industrial Ecology**, 2, 1, pp. 13-22.

TIRONE, L., (2007). **Construção Sustentável**. Dinalivro, Lisboa.

VON WEIZSÄCKER, E. U., (2005). Buildings Technology in the Vanguard of Eco-efficiency. Keynote Speech da Conferência **SB05 World Sustainable Building Conference**, Tóquio, 2005.

WWF – World Wildlife Fund, (2008). **Living Planet Report 2008**. WWF.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Arquitetura Paramétrica 252

Arquitetura Saudável 224, 225, 226, 227, 228, 231, 233, 235, 236, 237, 238

ATHIS 355, 356, 357, 358, 361, 362, 363, 364, 365

### B

Biomimética 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250

### C

Certificação 199, 200, 202, 203, 210, 211, 214, 217, 219, 224, 226, 228, 231, 235, 237

Clubes Sociais 14, 16, 17, 18

Cocriação 128, 129, 140

Conflito Ambiental 143

Construções Emergenciais 282, 291

### D

Desenho a Mão Livre 317, 320, 345

Desenvolvimento Sustentável e Sustentado 1, 10

Design Regenerativo 199, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 214, 217, 220, 221

Direito à Cidade 262, 355, 356, 357, 360, 363, 364, 366

Direito Individual à Propriedade 143, 151

Direitos Coletivos 143, 145, 150, 151

### E

Ecologia Aplicada 199, 208

Edifícios Saudáveis 224, 231, 236

Estratégias Projetuais 107, 125

Estruturas Leves 282, 291, 293, 296, 298

Extensão Universitária 344, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 365, 366

### F

Fragilidade Socioespacial 282, 306, 308

### H

História da Arquitetura 25, 133, 338, 339, 340, 345, 346, 354

## I

Iluminação 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 104, 207, 214, 215, 216, 218, 219, 227, 229, 230, 233, 234, 237, 238, 299, 303, 342

Inovação Frugal e Tecnológica 1, 11

Inovação Urbana 128, 129, 130, 131, 140

## L

Legislação Urbanística 12, 143, 145, 154, 158, 159, 161, 162, 165, 168, 171, 283

## M

Mata Atlântica 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 164, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Memória Arquitetônica 2, 68, 77

Memória da Mineração 27

Mobiliários Urbanos 137, 252, 260, 261, 265

Museu das Missões 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 78

## P

Paisagem Missioneira 68, 77

Paisagem-Postal 45, 46, 49, 53, 54, 55, 57

Paisagem Urbana 12, 14, 17, 24, 27, 39, 43, 45, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 93, 102, 132, 140, 173, 176, 181, 259

Paisagem Urbana Histórica 45, 47, 52, 54, 55, 56

Patrimônio Arquitetônico e Urbanístico 1, 2, 6, 7, 10, 91

Patrimônio Cultural 7, 10, 12, 14, 17, 24, 25, 27, 41, 42, 43, 45, 56, 67, 68, 77, 78, 108

Patrimônio Histórico 22, 23, 26, 47, 53, 56, 57, 59, 68, 344, 361

Permacultura 205, 268, 269, 270, 271, 273, 274, 277, 279, 280, 281

Planejamento Urbano 78, 128, 129, 130, 143, 173, 186, 191, 196, 197, 262, 283, 308, 344

Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica 143, 154, 172

Projeto Arquitetura e Urbanismo 128

## R

Reabilitação do Edificado Existente 199, 202, 211, 217, 220, 221

Revitalização 5, 31, 42, 43, 93, 98, 106, 107, 108, 111, 118, 124, 215

## S

Seres Sencientes 252, 257, 258, 262, 265

Setor Histórico 1, 2

Solo Urbano 143, 157, 165, 171

Sujeito Coletivo 143, 145, 146, 147, 148, 151, 171

Sustentabilidade 1, 2, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 122, 190, 191, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 209, 210, 212, 220, 250, 268, 271, 280, 281, 299

## **T**

Tecnologias Sustentáveis de Construção 268

Teoria dos Grafos 173, 177

## **U**

Unidades de Conservação 173, 174, 176, 177

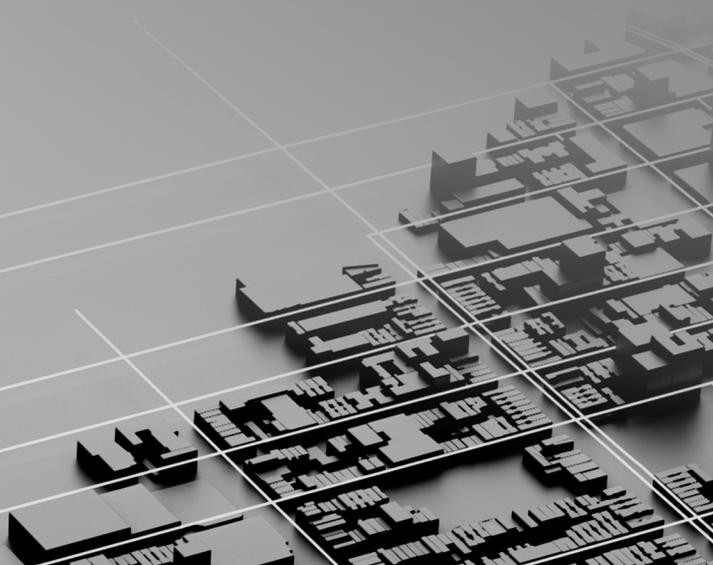
## **V**

Visão CHIS 128, 130, 131, 132, 134, 140, 141

# Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)