

EDITORA



**UnB**

# **Simulação, Ambiente e Energia no Espaço Construído**

**Caio Frederico e Silva, Gustavo de Luna Sales,  
Joára Cronemberger e Vanda Alice Garcia Zanoni  
(Organizadores)**



Pesquisa,  
Inovação  
& Ousadia



**Universidade de Brasília**

**Reitora**  
**Vice-Reitor**

Márcia Abrahão Moura  
Enrique Huelva

EDITORA



**UnB**

**Diretora**

Germana Henriques Pereira

**Conselho editorial**

Germana Henriques Pereira (Presidente)  
Fernando César Lima Leite  
Beatriz Vargas Ramos Gonçalves de Rezende  
Carlos José Souza de Alvarenga  
Estevão Chaves de Rezende Martins  
Flávia Millena Biroli Tokarski  
Jorge Madeira Nogueira  
Maria Lidia Bueno Fernandes  
Rafael Sanzio Araújo dos Anjos  
Sely Maria de Souza Costa  
Verônica Moreira Amado

EDITORA



**UnB**

# **Simulação, Ambiente e Energia no Espaço Construído**

Caio Frederico e Silva, Gustavo de Luna Sales,  
Joára Cronemberger e Vanda Alice Garcia Zanoni  
(Organizadores)



Pesquisa,  
Inovação  
& Ousadia

**Coordenadora de produção editorial**  
**Preparação e revisão**

**Equipe editorial**

Luciana Lins Camello Galvão  
Alexandre Vasconcellos de Melo

© 2018 Editora Universidade de Brasília

Direitos exclusivos para esta edição:  
Editora Universidade de Brasília  
SCS, quadra 2, bloco C, nº 78, edifício OK,  
2º andar, CEP 70302-907, Brasília, DF  
Telefone: (61) 3035-4200  
Site: [www.editora.unb.br](http://www.editora.unb.br)  
E-mail: [contatoeditora@unb.br](mailto:contatoeditora@unb.br)

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser armazenada ou reproduzida por qualquer meio sem a autorização por escrito da Editora.

Esta obra foi publicada com recursos provenientes do Edital DPI/DPG nº 2/2017.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

---

S614            Simulação, ambiente e energia no espaço construído /  
                         organizadores, Caio Frederico e Silva ... [et al.]. – Brasília :  
                         Editora Universidade de Brasília, 2020.  
                         284 p. ; 23 cm. – (Pesquisa, inovação & ousadia).

ISBN 978-65-5846-043-5

1. Simulação computacional. 2. Desempenho energético. 3.  
Sustentabilidade. I. Silva, Caio Frederico e (org.). II. Série.

CDU 72

---

# Sumário

<b>Prefácio</b> .....	7
<i>Otto Ribas</i>	
<b>Apresentação</b> .....	9
<b>Parte 1: Inputs – conforto, vento e luz</b>	
<b>Capítulo 1.</b> Simulação do clima urbano do Distrito Federal: experimentando o ENVI-met .....	17
<i>Caio Frederico e Silva e Marta Adriana Bustos Romero</i>	
<b>Capítulo 2.</b> Caracterização de dados e arquivos climáticos de Brasília para simulação higrotérmica.....	55
<i>Vanda Alice Garcia Zanoni e José Manoel Morales Sánchez</i>	
<b>Capítulo 3.</b> Ferramentas para a simulação de ventilação natural na Arquitetura .....	99
<i>Gustavo de Luna Sales e Marta Adriana Bustos Romero</i>	
<b>Capítulo 4.</b> Qualidade da luz natural e ferramentas para o projeto arquitetônico .....	127
<i>Júlia Teixeira Fernandes e Cláudia Naves David Amorim</i>	

## **Parte 2: Outputs – ambiente construído e energia**

**Capítulo 5.** Irradiação solar: ferramenta de análise para o uso de energia solar fotovoltaica em edifícios no Brasil ..... 173

*Joára Cronemberger e Estefanía Caamaño-Martín*

**Capítulo 6.** Análise do balanço energético de casa pré-fabricada ZEB em Brasília ..... 215

*Larissa Sudbrack e Cláudia Naves David Amorim*

**Capítulo 7.** Considerações sobre uma pauta para governança da eficiência energética ..... 259

*Tássia Fonseca Latorraca, Raquel Naves Blumenschein e  
Maria Vitória Duarte Ferrari*

# Prefácio

A equipe que lidera o grupo de pesquisa em Simulação Computacional no Ambiente Construído (SICAC), composta pelos professores Caio Frederico e Silva, Gustavo Luna, Vanda Alice Zanoni e Joára Cronemberger, todos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB), organizou a coletânea de capítulos de pesquisadores da pós-graduação da FAU/UnB, resultando neste livro, *Simulação, ambiente e energia no espaço construído*, apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Governo do Distrito Federal (FAPDF).

Contribuíram para a construção deste livro os pesquisadores do LaSUS (Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo), do LACAM (Laboratório de Controle Ambiental) e do LACIS (Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e Sustentabilidade).

Com o objetivo de compreender e desenvolver diretrizes para arquitetura e urbanismo com qualidade ambiental no contexto climático brasileiro com ênfase no Distrito Federal (DF), a coletânea de capítulos é resultado de pesquisas empreendidas utilizando *softwares* consagrados no meio acadêmico para prescrever diretrizes e soluções mais adequadas para a obtenção do conforto dos usuários das edificações.

Os capítulos apresentados no livro são: “Simulação do clima urbano do Distrito Federal: experimentando o ENVI-met”, de autoria dos professores Caio Silva e Marta Romero; “Caracterização de dados e arquivos climáticos de Brasília para simulação higratérmica”, de autoria dos professores Vanda Zanoni e José Manuel

Sánchez; “Ferramentas para a simulação de ventilação natural na Arquitetura”, de autoria dos professores Gustavo Luna e Marta Romero; “Qualidade da luz natural e ferramentas para o projeto arquitetônico”, de autoria da arquiteta Júlia Fernandes e da professora Cláudia Amorim; “Irradiação solar: ferramenta de análise para o uso de energia solar fotovoltaica em edifícios no Brasil”, de autoria das professoras Joára Cronemberger e Estefanía Caamaño-Martín; “Análise do balanço energético de casa pré-fabricada ZEB em Brasília”, de autoria da arquiteta Larissa Sudbrack e da professora Cláudia Amorim; “Considerações sobre uma pauta para governança da eficiência energética”, da arquiteta Tássia Latorraca e das professoras Raquel Blumenschein e Vitória Ferrari.

O resultado das pesquisas apresentadas é uma valiosa contribuição para todos aqueles que pretendam projetar e construir. Esses capítulos dão um passo significativo no caminho da utopia concreta que é a arquitetura sustentável.

*Otto Ribas*

Praga, outono de 2017



# Simulação, Ambiente e Energia no Espaço Construído

Este livro aborda conceitos, tecnologias e métodos relacionados aos aspectos energético, higrotérmico e lumínico, apresentando como pano de fundo o uso de programas de simulação computacional, diagramas e ferramentas simplificadas para estudos analíticos, aplicados ao espaço construído em diferentes climas. Na primeira parte do livro, “*Inputs* – conforto, vento e luz”, o Capítulo 1 apresenta a ferramenta alemã de simulação computacional ENVI-met e o seu potencial na análise do microclima urbano; o Capítulo 2 mostra as variáveis climáticas e os arquivos climáticos utilizados nas simulações higrotérmica; o Capítulo 3 aborda os programas de simulação aplicados à ventilação natural; e o Capítulo 4 trata da complexidade dos estudos de iluminação e a necessidade de avaliar várias dimensões, simultaneamente. Na segunda parte, “*Outputs* – ambiente construído e energia”, o Capítulo 5 ensina a identificar o potencial de aproveitamento das envoltórias para integrar sistemas de geração de energia; o Capítulo 6 traz a análise de uma casa pré-fabricada de balanço energético nulo; e o Capítulo 7 insere, à guisa de conclusão, uma visão sistêmica sobre o uso da energia elétrica no país. O livro dialoga com diversos perfis profissionais, pois contempla temas atuais e inovadores para estudantes e profissionais de Arquitetura, Engenharia, Geografia, Planejamento Urbano e áreas relacionadas com a qualidade e sustentabilidade do ambiente construído.



EDITORA



**UnB**