

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*



## **Parte 2**

*Outputs* – ambiente  
construído e energia



## CAPÍTULO 7

# Considerações sobre a pauta para governança da eficiência energética no Brasil

Tássia Latorraca, Raquel Naves Blumenschein  
e Maria Vitória Duarte Ferrarri

Este capítulo apresenta a questão da eficiência energética (EE) sob a ótica da governança do uso da energia elétrica para alcançar o máximo potencial do desempenho energético dos ambientes construídos. Introduce uma visão sistêmica sobre o uso da energia elétrica no país. Para tanto, sinaliza gargalos e pontos de alavancagem para o fortalecimento da política de eficiência energética que impacta diretamente o panorama do ambiente construído.

Apresentam-se aqui os resultados de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do projeto de pesquisa Resiliência Urbana desenvolvido nos últimos anos e coordenado pelo Centro de Excelência de Comunidades Integradas Sustentáveis do BRE TRUST/UnB. Neste estudo, foi desenvolvida uma ferramenta de avaliação que mapeia a integração de vetores, como os agentes, as ações e os instrumentos relacionados às políticas nacionais para promoção da eficiência energética, tendo como base diretrizes e critérios para uma boa governança.

As considerações traçadas neste capítulo estão em sinergia com o eixo condutor deste livro, fundamentadas no argumento de que o uso de ferramentas simplificadas e das simulações computacionais dialogam com diversas linhas de pesquisas e perfis profissionais, provocando reflexões e oferecendo subsídios para embasar pautas científicas e governamentais, diretrizes e estratégias nas mais diversas áreas do conhecimento, para que se consiga um ambiente construído com mais qualidade e sustentabilidade.

## 1. Conceituando governança

O atual momento brasileiro, caracterizado por crise econômica resultante de variáveis econômicas, políticas e ambientais (SACCARO JÚNIOR, 2016), justifica a crise energética pela qual o país passa. A partir disso, Lamberts, Dutra e Pereira (2014) apontam que é necessário aumentar a eficiência no uso da energia, uma vez que é muito caro produzir energia para desperdiçá-la.

Segundo a IEA (2010), para aumentar a EE, deve-se enfrentar o desafio de combinar fatores tecnológicos, os mecanismos de mercado e as políticas públicas, as quais têm influência nas ações dos consumidores finais de energia.

Governos, partes interessadas em eficiência energética e o setor privado devem trabalhar juntos para promover as melhorias de eficiência energética na dimensão necessária e no momento oportuno para que haja um desenvolvimento econômico sustentável [...] A experiência demonstra que as políticas de eficiência energética têm maior possibilidade de êxito quando se estabelece um sistema efetivo de governança da eficiência energética [...] Afetando desde os marcos jurídicos e as instituições que formulam e implementam políticas até as partes interessadas que participam da implementação no mercado, a governança da EE é um aspecto complexo, mas crítico, do sistema de implantação de eficiência energética. (IEA, 2010, p. 1).

Com vistas ao fortalecimento da governança para a EE no Brasil, neste capítulo é apresentada uma ferramenta de avaliação da governança do setor de energia elétrica, desenvolvida no âmbito do Projeto de pesquisa Resiliência Urbana, coordenado pelo Centro de Excelência de Comunidades Integradas Sustentáveis do BRE TRUST/UnB.

O *Institute on Governance* (Canada, 2002) conceitua a governança como o processo pelo qual sociedades ou organizações tomam decisões importantes, determinam os agentes envolvidos nas resoluções e lidam com os recursos financeiros.

Biermann (2007) assegura que a governança amplia as formas de regulação, que, oposta à hierarquização tradicional do Estado, implica uma forma de autorregulação por parte dos diferentes agentes, traz uma cooperação entre os setores público e privado na resolução de problemas sociais e cria novas formas de política, o que ele denominada de “multinível”. A governança não se limita apenas aos governos e estados, ela está ligada a articulações entre agentes sociais, políticos e instituições estatais ou não estatais.

Quanto à governança da EE, Jollands e Ellis (2009) definem-na como:

[...] o uso da autoridade política, de instituições e de recursos pelos responsáveis pelas tomadas de decisão e [pelos] gestores que implementam ações para o alcance de uma melhor eficiência energética.<sup>1</sup> (JOLLANDS; ELLIS, 2009, p. 93, tradução nossa).

Definir uma boa governança em matéria de EE envolve complexidades, principalmente porque há muita diversidade no contexto da estrutura governamental. A maneira mais simples de se avaliar a eficácia de uma governança de EE é examinar seus dados de saída e/ou seus resultados. A IEA (2010, p. 16) defende que, ao analisar a governança da EE, devem-se considerar as seguintes metas:

- Conferir autoridade suficiente para implementar políticas e programas de EE;
- Construir um consenso político sobre os objetivos e a estratégia da EE;

---

<sup>1</sup> “[...] use of political authority, institutions and resources by decision-makers and implementers to achieve improved energy efficiency.”

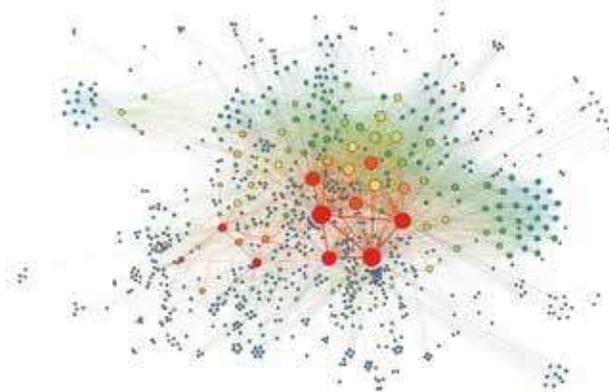
- Criar parcerias eficazes para o desenvolvimento e a implementação de políticas;
- Atribuir e criar responsabilidade financeira;
- Mobilizar os recursos necessários para a implementação da política de EE;
- Estabelecer um meio para supervisionar os resultados.

## 2. Metodologia utilizada: ferramenta para a análise da governança baseada no Gephi

A ferramenta de análise da governança empregada baseia-se na proposta apresentada por Blumenschein *et al.* (2016), associada às variáveis de governança da EE identificadas pelo método da IEA (2010):

- a) Mapeamento da governança, conforme método de análise de Blumenschein *et al.* (2016), utilizando o *software* Gephi de análise de redes. De acordo com os autores, entender a governança requer entender como a integração de agentes, ações e instrumentos potencializa a identificação de estratégias de fortalecimento da resiliência, que depende da eficiência em diversos setores (BLUMENSCHNEIN *et al.*, 2016, p. 17);

**Figura 1:** Modelo de visualização em Gephi por algoritmos múltiplos



Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2018).

- b) Identificação das variáveis principais da governança da EE pela IEA (2010), segundo: i) quadros facilitadores; ii) arranjos institucionais; e iii) mecanismos de coordenação.

O Gephi é um *software* livre, colaborativo e com inúmeras aplicações em áreas como a das ciências biológicas e da economia (HD.BR, 2013, [s.p.]). Ele apresenta um resultado visual das relações em forma de grafos (Figura 1), os quais são compostos por objetos e seus relacionamentos. Os objetos são constituídos por pontos chamados *vértices* ou *nós*; os relacionamentos são compostos por linhas conectoras, denominadas *arestas*, representando a conexão entre eles.

**Figura 2:** Fluxograma do método utilizado



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O resultado visual é uma rede alimentada por um banco de dados gerado por dois componentes básicos: uma lista de objetos que compõem a rede e uma lista das relações entre esses objetos. O uso do Gephi permite a percepção de como ocorre a disposição de grandes quantidades de informação (SILVA; SILVA, 2016, p. 1). Por ser um mapa visual, possibilita o levantamento de observações por meio da forma pela qual os grafos se organizam.

O método considera uma visão sistêmica que integra ações, agentes e instrumentos da governança e cumpre os passos metodológicos identificados na Figura 2. Por meio dele, um pesquisador poderá ser capaz de levantar os dados disponíveis de um determinado tema, seja sobre as normas técnicas vigentes, seja sobre as bases de dados institucionais ou outros estudos publicados, para isso basta utilizar o Gephi, um *software* livre e de fácil acesso.

### 3. Mapeamento e diagnóstico da governança do setor de energia elétrica para a eficiência energética no Brasil

Apresenta-se a seguir o resultado do levantamento e da análise dos elementos que compõem a governança do setor de energia elétrica para a EE no Brasil, isto é, a interação entre os agentes, as ações e os instrumentos presentes na política de EE do país. Dessa maneira, é exposta uma fotografia de como esses instrumentos se relacionam: 1) a hierarquia entre os agentes (Figura 3); 2) as relações entre os agentes e os instrumentos (Figura 4); 3) as relações entre os instrumentos e as ações (Figura 5); e 4) as relações entre as ações e os agentes (Figura 6). No levantamento foram considerados todos os agentes envolvidos de forma direta ou indireta na questão da EE no país, ou seja, desde os agentes implementadores de políticas públicas (agentes de implementação), passando pelos agentes responsáveis pelos recursos financeiros (requisitos de recurso) e agentes responsáveis por todo o caminho da energia elétrica (agentes de geração, transmissão e distribuição) até os consumidores finais. Todos estão identificados no Quadro 1 na coluna dos agentes.

**Quadro 1:** Identificação dos agentes

(continua)

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Agente</b>	<b>Tipo de Agente</b>
<b>PR</b>	Presidência da República	Agente de Implementação	Poder Executivo Federal
<b>Secr. Fed. Contr. Int. Casa Civil</b>	Secretaria Federal de Controle Interno da Casa Civil da Presidência da República	Agente de Implementação	Secretaria da Presidência da República
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia	Agente de Implementação	Órgão
<b>MEC</b>	Ministério da Educação	Agente de Implementação	Órgão
<b>MPOG</b>	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão	Agente de Implementação	Órgão
<b>MI</b>	Ministério da Integração Social	Agente de Implementação	Órgão
<b>MCTI</b>	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	Agente de Implementação	Órgão
<b>MDIC</b>	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior	Agente de Implementação	Órgão
<b>MRE</b>	Ministério das Relações Exteriores	Agente de Implementação	Órgão
<b>MF</b>	Ministério da Fazenda	Requisito de Recurso	Órgão
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social	Requisito de Recurso	Empresa Pública
<b>CAIXA</b>	Caixa Econômica Federal	Requisito de Recurso	Empresa Pública
<b>DDE/MME</b>	Departamento de Desenvolvimento Energético	Agente de Implementação	Departamento do MME
<b>SEE/MME</b>	Secretaria de Energia Elétrica	Agente de Implementação	Secretaria do MME

**Quadro 1:** Identificação dos agentes

(continua)

Sigla	Nome	Agente	Tipo de Agente
<b>SPE/MME</b>	Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético	Agente de Implementação	Secretaria do MME
<b>SOF/MPOG</b>	Secretaria de Orçamento Federal	Agente de Implementação	Secretaria do MPOG
<b>SLTI/MPOG</b>	Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação	Agente de Implementação	Secretaria do MPOG
<b>CNPE</b>	Conselho Nacional de Política Energética	Agente de Implementação	Órgão do MME
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica	Agente de Implementação	Agência Reguladora e de Fiscalização
<b>CCEE</b>	Câmara de Comercialização da Energia Elétrica	Agente de Implementação	Sociedade civil de direito privado
<b>Eletrobrás</b>	Eletrobrás	Agente de Implementação	Sociedade de economia mista e capital aberto
<b>CMSE</b>	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico	Agente de Implementação	Órgão
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	Agente de Implementação	Autarquia
<b>ANP</b>	Agência Nacional do Petróleo	Agente de Implementação	Órgão
<b>CONFEA</b>	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia	Agente de Implementação	Autarquia
<b>IAB</b>	Instituto dos Arquitetos do Brasil	Agente de Implementação	Associação sem fins lucrativos

**Quadro 1:** Identificação dos agentes

(conclusão)

Sigla	Nome	Agente	Tipo de Agente
<b>CBIC</b>	Câmara Brasileira da Indústria da Construção	Agente de Implementação	Associação sem fins lucrativos
<b>Abradee</b>	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica	Agente de Implementação	Sociedade civil de direito privado

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

### 3.1 Principais instituições que promovem a eficiência energética no Brasil e suas áreas de atuação

Apresenta-se a seguir a estrutura da governança do setor de energia elétrica para a EE no Brasil.

As cinco maiores instituições que promovem a EE do país foram identificadas e estão listadas a seguir:

1. Ministério de Minas e Energia (MME), representante do Poder Executivo federal;
2. Ministério da Fazenda (MF), que delimita os recursos financeiros para efetuar as políticas demandadas;
3. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPOG), responsável por grande parte dos principais instrumentos de gestão e planejamento;
4. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responsável por regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo geral;
5. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), por produzir padrões de gestão e qualidade de referência no país, configurando uma base técnica sólida que auxilia toda a cadeia produtiva.

O Quadro 2 apresenta as instituições que promovem a EE e seus respectivos setores.

**Quadro 2:** Áreas de atuação das agências implementadoras de eficiência energética

	Transversal	Edificações	Equipamentos/ iluminação	Transporte	Indústria	Serv. de utilidade pública
MME	X	X	X	X	X	X
MF	X	X	X			X
MPOG						
ANEEL	X				X	
INMETRO		X	X	X	X	

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

### 3.2 Relações hierárquicas entre agentes

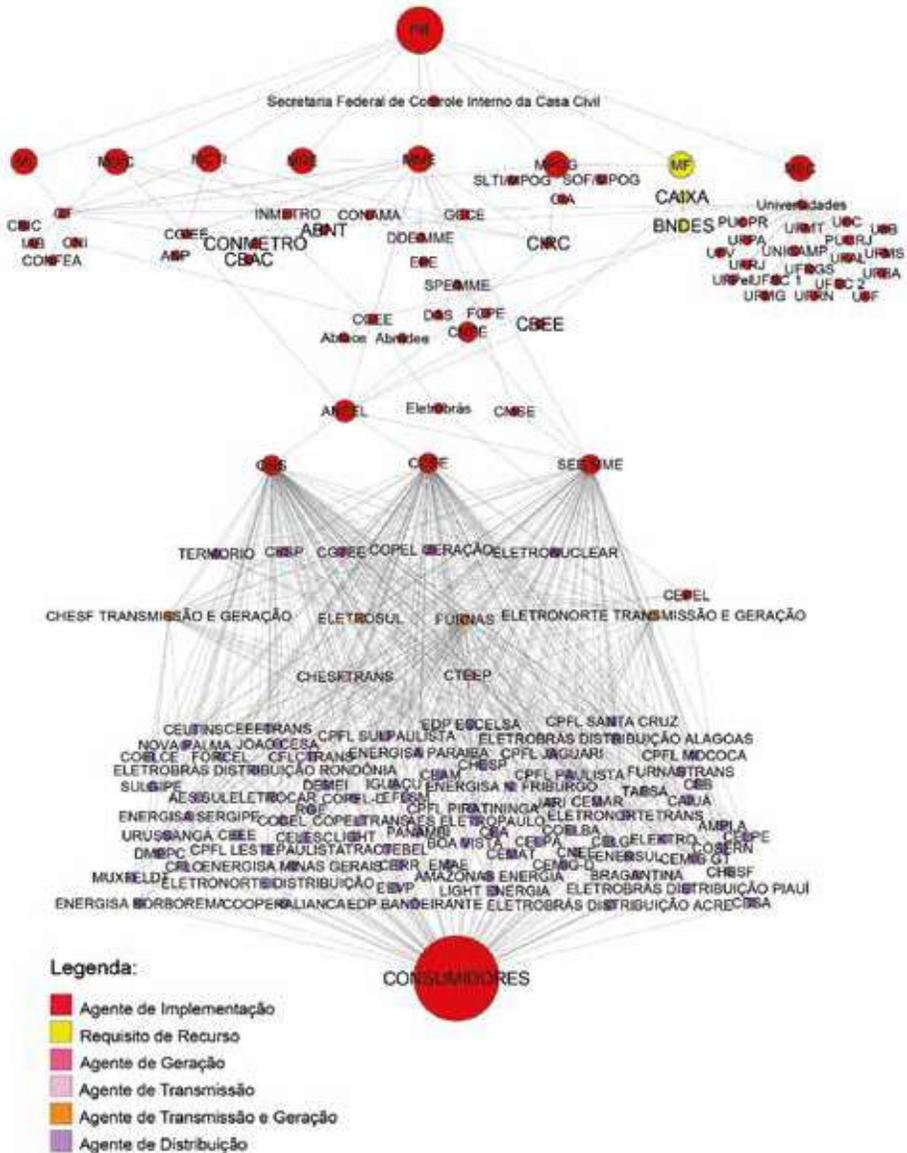
A Figura 3 mostra a hierarquia organizacional dos agentes que compõem a cadeia produtiva da energia elétrica no Brasil.

A estrutura hierárquica da Figura 3 sugere uma boa governança do setor de energia elétrica para a EE por estar estruturada em bases governamentais, uma vez que a política de EE no Brasil, conforme a Lei n.º 10.295/2001, vem de uma base estatutária e, de acordo com a IEA (2016), essa característica confere status e permanência à organização de EE: o MME.

Outro fator crítico para o sucesso da governança da EE para a IEA (2016) é o fato de haver um quadro coerente de informação em escala setorial e política para a comparação dos recursos necessários para a implementação de políticas de EE. Portanto, na Figura 4, é demonstrada a conexão dos agentes que coordenam

os recursos e lidam com os instrumentos econômicos e financeiros para, de fato, efetivar as políticas de EE no país.

**Figura 3:** Hierarquia entre os agentes



Fonte: Elaboração dos autores (2017).



A análise do grafo na Figura 4 permite verificar que há uma falta de conexão direta entre os agentes, os instrumentos ligados ao fornecimento, à comercialização e ao consumo de energia e os agentes e instrumentos governamentais que trabalham com a gestão e o planejamento energético do país. Quatro nós conectam as duas categorias observadas: 1) a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), representante das comercializadoras da energia no país; 2) o Operador Nacional do Sistema (ONS), que efetivamente controla a oferta de energia; 3) a Lei n.º 10.438/2002, que provê recursos para o desenvolvimento energético dos estados e dá outras providências, como a instalação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA); 4) a Secretaria do Ministério de Minas e Energia (SEE/MME), que coordena, orienta e contrata as ações do MME relacionadas às políticas do setor de energia elétrica. As universidades também não estão integradas de maneira sistêmica à rede existente.

Quanto aos agentes fornecedores de energia (agentes de geração, de transmissão e de distribuição), a IEA (2016) afirma que se deve considerar cuidadosamente as vantagens específicas de engajar as empresas de serviços de utilidade pública como implementadores de EE. Como demonstrado na Figura 4, tais agentes estão conectados aos agentes governamentais e de regulação de maneira hierárquica coerente, visto que devem seguir critérios técnicos e de comercialização direcionados pelas políticas advindas do governo. Dessa forma, conforme sugerido pela IEA (2016), há responsabilidade institucional dos atores governamentais e regulatórios com os fornecedores e comercializadores de energia.

### 3.3 Relações entre instrumentos e ações

A rede dos instrumentos e as ações que compõem a estrutura da governança do setor de energia elétrica para a EE evidenciam uma boa distribuição dos seus componentes (Figura 5), demonstrando a ligação entre os diversos instrumentos e seus desdobramentos em ações. No centro de toda a rede, identifica-se a Lei n.º 10.295/2001, que implanta a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.



outras leis, outros decretos e demais instrumentos foram criados para detalhar melhor cada diretriz determinada. Cita-se como exemplos o Decreto n.º 4.131/2002, que dispõe de medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública federal, e o Decreto n.º 4.145/2002, que estrutura o funcionamento do CNPE.

Observou-se, entretanto, uma lacuna na definição de metas para a EE. A IEA (2016) determina que as metas devem assegurar que os objetivos sejam apoiados por recursos e estejam em enquadramentos favoráveis para as suas realizações. Na Figura 5, notou-se que, geralmente, os instrumentos se desdobram em ações. Na maioria das vezes, essas ações incluem os mecanismos de coordenação governamental e as avaliações que, com as metas, fortalecem o alcance dos objetivos. No entanto, instrumentos de gestão e planejamento, como a Agenda 21 brasileira, o PNE 2030 e o PROPEE, baseiam-se somente em metas, não deixando claro como seus objetivos serão implementados.

As ações de avaliação observadas garantem que as abordagens de avaliação correspondem aos objetivos políticos e à concepção de seus programas, conforme previsto pela IEA (2016). Um exemplo seria a ação n.º 17, da IN SLTI/MPOG n.º 01/2010, a qual declara que se deve divulgar dados sobre planos e práticas de sustentabilidade ambiental na Administração Pública federal. Outro exemplo é a ação n.º 38, da Portaria MPOG n.º 23/2015, a qual estipula que os órgãos e as entidades deverão fornecer informações referentes ao consumo de energia elétrica e de água mensalmente por meio do Sistema do Projeto Esplanada Sustentável (SisPES). Ações de avaliação, como as exemplificadas, ocorrem poucas vezes nesse mapeamento, dado o baixo número da existência delas no país. Levanta-se a hipótese de que por elas serem efetuadas por poucas entidades, talvez, não sejam suficientes para gerar resultados que fortifiquem a cultura de EE que se procura implantar, conforme o PNE 2030.

Outro fato que deve ser ressaltado em relação às avaliações levantadas diz respeito à sua eficiência. A IEA (2016) define que essas avaliações devem se certificar

de que estudos estatísticos sejam realizados para incorporar o planejamento da avaliação na fase de qualquer política ou programa de EE.

Um problema que pode ser apontado deve-se ao fato de que os dados divulgados pelo Balanço Energético Nacional (BEN) não seguem os mesmos índices estatísticos utilizados pela IEA (2016). Após uma série de estudos, a IEA (2014) caracterizou indicadores de governança da EE que podem ser apanhados em qualquer país, independentemente de seu contexto; porém, quando aplicados, não podem ser considerados válidos de forma isolada. Portanto, em se tratando de políticas de EE e de como é feita a sua governança, acredita-se que, talvez, as avaliações aqui mapeadas não estejam sendo suficientemente incorporadas ao planejamento das políticas e dos programas identificados, uma vez que se percebe a falta de uniformização dos indicadores. Quanto ao grafo apresentado na Figura 6, verifica-se que os agentes fornecedores, comercializadores de energia e os consumidores estão afastados dos agentes governamentais.

Apesar de haver uma secretaria do MME, a SEE/MME, entre os agentes de fornecimento e consumo de energia, as ações que partem dos agentes responsáveis pelo fornecimento e pelo consumo de energia elétrica ficam a critério de basicamente dois agentes: a CCEE e o ONS. Levanta-se a hipótese de que o diálogo entre as partes se encontra restrito ao uso da energia e de sua tarifação. Visualmente, o fato é evidenciado no desenho da rede por meio do afunilamento das relações dos agentes governamentais e dos agentes fornecedores de energia.

Como são poucas as ações referentes aos agentes de fornecimento e consumo de energia, pode-se inferir que faltam ações mais específicas para o mercado e para o consumo de energia. Esse fator aponta uma lacuna importante a ser explorada em trabalhos futuros, pois, conforme observado por Laponche (1997), uma eficiente operação de mercado é essencial para o sucesso de uma política de EE. Segundo os autores, para ocorrer tal melhora, a atividade deve ser descentralizada e diversificada, abrangendo uma rede de parceiros, como empresas, autoridades locais, serviços governamentais, setor de serviços e famílias.



No desenho da rede, também é possível visualizar o distanciamento das universidades com o consumidor final e com os fornecedores e comercializadores de energia, o que pode indicar fragilidade na promoção de ações efetivas de EE e na inovação do país.

### 3.4 Limitações da pesquisa

A pesquisa aqui mencionada visou levantar o panorama geral das relações entre os diversos atores que agem na governança do uso da energia elétrica no Brasil para o alcance da EE. Estima-se que, ainda que não comprometam os resultados e análises, algumas limitações foram identificadas:

1. O levantamento dos dados que alimentaram o banco de dados foi feito para mapear todos os diplomas legais vigentes que tratam da questão da EE no Brasil até o ano de 2017, bem como os agentes envolvidos direta ou indiretamente na governança com responsabilidade legalmente estabelecida.
2. Os grafos apresentados no mapeamento da governança do setor de energia elétrica para a EE no Brasil expressam conexão entre organizações, não necessariamente relações hierárquicas. Nas conexões identificadas, agentes que, aparentemente, não têm qualquer relação com a EE foram computados nos grafos, se, na legislação levantada, eram mencionados. Foi o caso de agentes do Poder Executivo responsáveis pela execução do plano de governo em EE, mas que não tinham um papel delimitado no conteúdo do programa.
3. Por se tratar da governança do uso da energia elétrica, e não da energia consumida, foram investigados somente os aspectos gerais de geração, transmissão e consumo de energia. A pesquisa focou nas relações entre os diversos atores para compor um panorama das interações entre eles, bem como suas ações e instrumentos de EE no país. Dessa forma, a atuação específica de cada agente ficou fora do escopo da pesquisa.

## 4. Diretrizes para o fortalecimento da governança do setor de energia elétrica no Brasil para a eficiência energética

Por meio da análise do mapeamento e pelas diretrizes apontadas pela IEA (2016), foi possível estabelecer as principais diretrizes para uma pauta sobre governança, conforme mostra o Quadro 3.

**Quadro 3:** Diretrizes para o fortalecimento da governança do setor de energia elétrica no Brasil para a eficiência energética

(continua)

AGENTES
<b>1. AGENTES DE IMPLEMENTAÇÃO:</b>
1.1 No Brasil, os agentes de implementação vêm de uma base estatutária. Isso é importante, pois essa base confere <i>status</i> e permanência à organização de eficiência energética.
1.2 Novos projetos organizacionais estão surgindo, como serviços de eficiência energética e corporações de benefícios públicos.
1.3 Existem fortes competências técnicas, por meio de normas técnicas, regulamentos e instruções normativas, que exigem uma base técnica solidificada para a execução dos serviços de avaliação e implementação de eficiência energética. De acordo com a IEA (2016), esse fator é crítico para o sucesso da organização de eficiência energética.
<b>2. REQUISITOS DE RECURSOS:</b>
2.1 Deve-se constatar que há um quadro coerente de informação em escala setorial e política para a comparação dos recursos necessários para a implementação de políticas de eficiência energética.
<b>3. AGENTES DE GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO:</b>
3.1 Deve-se constatar que há vantagens específicas para engajar as empresas de serviços de utilidade pública como implementadores de eficiência energética.
3.2 No Brasil, há responsabilidade institucional dos atores governamentais e regulatórios apropriados.

**Quadro 3:** Diretrizes para o fortalecimento da governança do setor de energia elétrica no Brasil para a eficiência energética

(continuação)

<b>AGENTES</b>
<b>4. O ENVOLVIMENTO ENTRE OS AGENTES DE IMPLEMENTAÇÃO:</b>
4.1 Deve haver uma meta de engajamento para uma maior diversidade das partes interessadas. Esse quesito não foi cumprido pelo escopo deste livro e, de acordo com a IEA (2016), isso deve acontecer, uma vez que as partes têm diferentes interesses e preocupações.
<b>5. HÁ COOPERAÇÃO ENTRE OS SETORES PÚBLICO E PRIVADO, NO SENTIDO DE:</b>
5.1 O governo deve assumir a liderança, usando uma abordagem sistêmica de toda a cadeia energética. Algumas falhas foram apontadas na análise deste quesito, como a falta de comunicação das universidades com o mercado e com os consumidores finais.
5.2 O governo deve providenciar supervisão para assegurar que os objetivos políticos estejam sendo atingidos. Para isso, foi constatada a existência da Resenha Energética Brasileira e demais relatórios publicados pela EPE. No entanto, deve-se avaliar, em trabalhos futuros, se são suficientes.
5.3 Deve haver incentivo para o setor privado cooperar. Dessa forma, houve o levantamento da seguinte hipótese: os incentivos oferecidos pelo governo são suficientes? Essa questão deve ser analisada em trabalhos futuros.
<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>6. OS INSTRUMENTOS LEGAIS:</b>
6.1 Devem incluir objetivos específicos com quantitativos e datas marcadas.
6.2 Devem atribuir responsabilidade pelo planejamento e pela implementação das ações de eficiência energética.
6.3 Devem fornecer financiamento e recursos. Esse quesito foi constatado no Brasil, porém, foi levantada a hipótese de avaliar se são suficientes e eficientes.
6.4 Devem incluir mecanismos de supervisão, tais como o monitoramento dos resultados e a elaboração de relatórios. No Brasil, foi constatado que apenas uma agência é responsável pelo levantamento de dados energéticos (EPE), e o monitoramento se dá por meio do MME. A análise levanta a hipótese de serem poucos agentes responsáveis por essa diretriz e que, talvez, deva haver maior diversidade no monitoramento dos resultados.

**Quadro 3:** Diretrizes para o fortalecimento da governança do setor de energia elétrica no Brasil para a eficiência energética

(conclusão)

INSTRUMENTOS
<b>7. OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO E DE PLANEJAMENTO:</b>
7.1 Devem estar ligados a um quadro legislativo de eficiência energética. O Brasil apontou uma base legislativa sólida para a implantação da eficiência energética no país.
7.2 Devem estar ligados às políticas nacionais de desenvolvimento mais amplas. No Brasil, os instrumentos de gestão e planejamento estão todos conectados à Lei nº 10.295/2001, que traz a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia no país.
7.3 Devem ser reforçados por meio de ações de planejamento econômico. Para esse quesito, foi constatado que há relação entre os instrumentos econômicos e os instrumentos legais e de gestão.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

## 5. Considerações finais

Este capítulo apresentou o resultado de um mapeamento abrangente da cadeia da governança do setor de energia elétrica no Brasil – agentes, instrumentos e ações. Identificaram-se uma série de gargalos e de pontos de alavancagem para o fortalecimento do setor e estabeleceram-se diretrizes gerais.

Levantou-se a hipótese de haver falhas na conexão entre as partes interessadas em EE, como, por exemplo, a pouca ligação entre as universidades, os agentes fornecedores e os consumidores em geral. Mesmo havendo uma política de certificação de EE no Brasil, estima-se que não há bastante estímulo à inovação, pois verificou-se que há uma lacuna na relação dos instrumentos de gestão e planejamento com o mercado de energia no país, apesar das diversas cartilhas e manuais informativos direcionados à indústria, aos consumidores finais e aos demais setores.

Sobre os instrumentos econômicos, constatou-se que os mecanismos de financiamento de EE provavelmente são suficientes para financiar os custos de implementação dessas políticas, uma vez que os financiamentos estão sob o controle da agência implementadora, conforme estabelecido pelos instrumentos legais levantados.

Para haver uma efetiva governança da gestão da energia elétrica no Brasil, as ações de avaliação são fundamentais. A análise realizada demonstrou que, apesar de as avaliações corresponderem aos objetivos políticos e à concepção de seus programas, quando são comparadas às demais ações, elas estão em menor número, talvez por serem efetuadas por poucas entidades e, conseqüentemente, não serem suficientes para gerar resultados que contribuam para o fortalecimento da cultura de EE que se procura implantar.

Pondera-se que os resultados obtidos sinalizam possibilidades para a consulta e a aplicação de diretrizes na gestão pública a respeito da EE e do uso final da energia elétrica. Destaca-se, no entanto, à medida que vão surgindo novos agentes e que novas ações vão sendo implementadas, o banco de dados do levantamento vai sendo complementado, contribuindo assim para o dinamismo do cenário da governança, que, por sua vez, também vai se alterando.

## Referências

BIERMANN, Frank. Earth system governance' as a crosscutting theme of global change research. *Global Environmental Change*, v. 17, p. 326-337, 2007.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves *et al.* Resiliência Urbana no Brasil – levantamento de dados e ferramenta de diagnóstico. *Relatório de Projeto e Pesquisa*. Universidade de Brasília (UnB), FAU/CDS/FGA/LACIS, Building Research Establishment – BRE, Brasília, Brasil, 2016.

BRASIL. Decreto n.º 4.131, de 14 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre medidas de redução de consumo de energia elétrica no âmbito da administração pública federal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 15 fev. 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4131.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4131.htm). Acesso em: 13 de dez. 2016.

BRASIL. Decreto n.º 4.145, de 25 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Lex: *Diário Oficial da União*, Brasília, 26 fev. 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4145.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4145.htm). Acesso em: 13 dez. 2016.

BRASIL. Lei n.º 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: *Diário Oficial da União*, Brasília, 18 out. 2001b. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2001/lei-10295-17-outubro-2001-408176-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 1 set. 2014.

BRASIL. Lei n.º 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis n.º. 9.427, de 26 de dezembro de 1996, n.º. 9.648, de 27 de maio de 1998, n.º. 3.890-A, de 25 de abril de 1961, n.º 5.655, de 20 de maio de 1971, n.º. 5.899, de 5 de julho de 1973, n.º. 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Lex: *Diário Oficial da União*, Brasília, 29 abr. 2002. Disponível em: [http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw\\_Identificacao/lei%2010.438-2002?OpenDocument](http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2010.438-2002?OpenDocument). Acesso em: 1 set. 2014.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). Instrução Normativa SLTI/MPOG n.º 01, de 19 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/legislacaoDetalhe.asp?ctdCod=295>. Acesso em: 13 dez. 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). Portaria MPOG nº 23, de 12 de fevereiro de 2015. Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2015. Disponível em: [http://www.tst.jus.br/documents/10157/12455710/MPOG+-+PORTARIA+N%C2%BA%2023\\_2015,%20DE+12\\_2\\_2015](http://www.tst.jus.br/documents/10157/12455710/MPOG+-+PORTARIA+N%C2%BA%2023_2015,%20DE+12_2_2015). Acesso em: 13 dez. 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Plano Nacional de Energia 2030*. Brasília. MME, EPE, 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2016: ano base 2015*. Brasília. MME, EPE, 2016a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2017: ano base 2016*. Brasília. MME, EPE, 2017.

GEPHI. Gephi Tutorial - *Quick Start*. Acesso em: 5 de mar. 2010.

GRANDJEAN, Martin. GEPHI – *Introduction to network analysis and visualization*. Disponível em: <http://www.martingrandjean.ch/gephi-introduction>. Acesso em: 28 de nov. 2016.

IEA/IBRD. *Energy efficiency governance*. Paris: OECD/IEA, 2010.

IEA/IBRD. *Energy efficiency indicators: fundamentals on statistics* Paris: OECD/IEA, 2014.

IEA/IBRD. *Energy Efficiency Indicators: Highlights*. OECD/IEA, Paris, 2016.

Institute on Governance (Canada). *Concept of Governance*. 2002. Disponível em: <http://www.iog.ca>. Acesso em: 19 abr. 2017.

JOLLANDS, Nigel; ELLIS, Mark. Energy efficiency governance – an emerging priority. *ECEEE 2009 Summer Study, Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainably*, p. 91-100, 2009.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. *Eficiência energética na arquitetura*. 3. ed. São Paulo: Eletrobras/PROCEL, 2014.

LAPONCHE, Bernard. Energy efficiency for a sustainable development. *International Conseil Énergie*, Paris, 1997.

LATORRACA, Tássia Fonseca. *O mapeamento da governança do setor de energia elétrica para a eficiência energética no Brasil*. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, Brasília, 2017.

LATORRACA, Tássia Fonseca; BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves; FERRARI, Maria Vitória Duarte. *O mapeamento da governança do setor de energia elétrica para a eficiência energética no Brasil*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, Brasil, 2017.

RHODES, Rod. Government and public administration. In: PIERRE, Jon. (Ed.). *Debating Governance: authenticity, steering and democracy*. Oxford: Oxford University Press, 2000. p. 54-88.

SACCARO JÚNIOR, Nilo Luiz. A conexão entre crise econômica e crise ambiental no Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11058/6499>. Acesso em: 20 nov. 2016.

SILVA, Edson Armando; SILVA Joseli Maria. Ofício, engenho e arte: inspiração e técnica na análise de dados qualitativos. *Revista Latino-Americana de Geografia e Gênero*, Ponta Grossa/PR, v. 7, n. 1, p. 132-154, jan./jul. 2016.

WIKIMEDIA COMMONS. *Social network visualization. Graph containing 800 vertices and 10.000 edges. Color = Betweenness centrality*. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:SlvrKy#/media/File:SocialNetworkAnalysis.png>. Acesso em: 10 ago. 2018.

# 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**