

## **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES COBERTURAS NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS COM DIFERENTES GEOMETRIAS**

**Camila Schweitzer Pauli (1); Carolina Rocha Carvalho (2)**

(1) Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo, [kmillapauli@hotmail.com](mailto:kmillapauli@hotmail.com)

(2) Mestre, Arquiteta e Urbanista, Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo,  
[carolina.carvalho@univali.br](mailto:carolina.carvalho@univali.br)

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Balneário Camboriú-SC

### **RESUMO**

Em 2009 foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que visa classificar uma edificação com relação à eficiência energética. O RTQ-C disponibiliza dois métodos de avaliação da eficiência energética: Método Prescritivo e Método por Simulação. O método prescritivo apresenta uma avaliação através de equações simplificadas, onde alguns parâmetros da edificação não estão contemplados, como absorvância solar e transmitância térmica de paredes e cobertura e abertura zenital. Estes itens foram analisados segundo pré-requisitos específicos da envoltória. A transmitância térmica é uma característica de componentes arquitetônicos que apresentam informações com relação à troca de calor que acontece entre a edificação e o meio. Esta informação é importante, pois os componentes arquitetônicos influenciam em seu ganho térmico e consequente necessidade de condicionamento artificial dos espaços internos. O objetivo desta pesquisa é avaliar a influência da transmitância térmica de diferentes coberturas na eficiência energética de edificações comerciais que possuem geometrias variadas. Edificações com geometrias diferentes poderão ser influenciadas pelas trocas de calor dependendo de sua geometria, tanto em tipologia quanto em altura. A metodologia adotada envolve: (i) definição dos modelos de edificação com diferentes tipos de cobertura e suas características quanto à transmitância térmica; (ii) simular os modelos no software Energy Plus v. 8.1 com apoio da interface do Simulador de Eficiência Energética em Edificações (S3E v1.2), e por fim (iii) realizar uma análise comparativa entre os modelos, considerando diferentes coberturas aplicadas em diferentes geometrias. São apresentados como resultados a comparação entre os modelos simulados, separados em dois grupos: (a) mesmo modelo com coberturas diferentes e (b) todos os modelos com a mesma cobertura. O consumo energético se mostrou contrário à hipótese levantada no início da pesquisa, destacando que outros estudos precisam ser realizados para comprovar a correlação entre outras características da edificação e seu consumo energético.

Palavras-chave: arquitetura e urbanismo, conforto térmico, eficiência energética em edificações.

### **ABSTRACT**

In 2009, the Technical Regulation on Quality for the Energy Efficiency Level of Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C) was published, which aims to classify a building in relation to energy efficiency. RTQ-C provides two methods of energy efficiency assessment: Prescriptive Method and Simulation Method. The prescriptive method presents an evaluation through simplified equations, where some parameters of the building are not contemplated, such as solar absorptivity and thermal transmittance of walls and roof and zenith opening. These items were analyzed according to the envelope's specific prerequisites. The thermal transmittance is a characteristic of architectural components present information regarding the heat exchange that happens between the building and the environment. This information is important, since the architectural components influence in its thermal gain and consequent need of artificial conditioning of the internal spaces. The objective of this research is to evaluate the influence of the thermal transmittance of different roofs on the energy efficiency of commercial buildings that have varied geometries. Buildings with different

geometries can be influenced by the changes of heat depending on their geometry, both in typology and height. The methodology adopted involves: (i) definition of building models with different types of roofs and its characteristics regarding thermal transmittance; (ii) simulate the models in the Energy Plus software v. 8.1 with the support of the Energy Efficiency Simulation in Buildings interface (S3E v1.2), and finally (iii) perform a comparative analysis between the models, considering different roofs applied in different geometries. The simulated models are presented as results, separated into two groups: (a) same model with different roofs and (b) all models with the same roofs. The energy consumption was contrary to the hypothesis raised at the beginning of the research, emphasizing that other studies must be carried out to prove the correlation between other characteristics of the building and its energy consumption.

Keywords: architecture and urban planning, thermal comfort, energy efficiency in buildings.

## 1. INTRODUÇÃO

Foi a partir da década de 70, logo após a primeira crise energética mundial que se iniciou uma preocupação pela busca da eficiência energética, quando surgiu uma série de discussões sobre a conservação do meio ambiente, diminuição dos impactos ambientais e a busca por fontes alternativas (LAMBERTS et al., 2014). Fato que estimulou a preocupação com novas tecnologias construtivas, visando uma redução de impactos ambientais aliados com conforto e produtividade e redução de custos da edificação.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN, 2015) 50% da energia elétrica consumida no Brasil, são provenientes do uso e funcionamento de edificações comerciais (17,1%), públicas (8,0%) e residenciais (24,9%). Estes dados reforçam o questionamento sobre a arquitetura, pois as edificações estão cada vez mais necessitando de sistemas artificiais de iluminação e climatização.

No Brasil, o marco para a criação da Lei de Eficiência Energética no. 10295 (17 de outubro de 2001) foi o racionamento de energia de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Esta Lei foi regulamentada pelo Decreto no. 4.059 (10 de dezembro de 2001) que determinou em seu Art 1o. :

*"Os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como as edificações construídas, serão estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica a ser fixada nos termos deste Decreto, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia."*

A partir dela, criou-se uma maior preocupação em relação à eficiência energética das edificações, fazendo com que no dia 27 de fevereiro de 2009 fosse lançada, através da Portaria do INMETRO n. 53, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), como parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO. Atualmente o PBE possui um setor que responde apenas à Eficiência Energética de Edificações, chamado PBE-Edifica. Destacando que o RTQ-C vigente foi promulgado através da Portaria no. 372 publicada no dia 17 de setembro de 2010.

A avaliação da eficiência energética de edificações segundo o RTQ-C pode ser realizada através de duas metodologias distintas: (i) Método Prescritivo; (ii) Método por Simulação.

A tese de Carlo (2008) que apresenta a criação de uma metodologia de avaliação da eficiência energética da envoltória de edificações comerciais e institucionais que, após apresentar uma equação para avaliação da eficiência e indicadores de custos relacionados à envoltória, contribuiu na elaboração das equações utilizadas no método prescritivo do RTQ-C para avaliar a eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas. A metodologia apresentada no RTQ-C possui diferentes equações dependendo da Área de Projeção da Edificação (Ape), assim como a Zona Bioclimática (ZB) que a edificação está inserida, de acordo com a NBR 15220-3.

O RTQ-C visa avaliar o nível de eficiência energética de edificações através de dois métodos:

- Método Prescritivo, que são realizadas através de cálculos matemáticos utilizando características da edificação em análise e equações matemáticas.
- Método por Simulação, que é realizada através de simulação termoenergética.

O método prescritivo apresenta uma avaliação através de equações simplificadas, onde alguns parâmetros da edificação não estão contemplados, como absorvância solar e transmitância térmica de paredes e cobertura e abertura zenital. Estes itens são analisados segundo pré-requisitos específicos da envoltória que acabam por ser muito restritivos. Os pré-requisitos específicos apresentam limites para estes itens, ao apenas

considerar como bonificação alguns itens, como orientação do edifício e proteções solares, não abrangendo a todos os temas que participam da eficiência energética do edifício, que caso não forem atendidos, serão penalizados na avaliação. Esta metodologia acaba sendo muito rígida com edificações que possuem características térmicas que permitem grandes trocas de calor entre a edificação e o meio, sem considerar sua geometria.

O método por simulação apresenta a metodologia mais completa para qualquer análise de desempenho térmico e/ou energético da edificação, permitindo maior flexibilidade nas opções que visam à racionalização do consumo de energia, o que inclui o processo de projeto. "A simulação permite o estudo nos casos de edificações com volumetrias, aberturas ou proteções solares mais complexas." (CARLO, 2010b).

O desempenho energético das edificações está diretamente relacionado a seu conforto ambiental: quanto mais confortáveis forem as edificações menor será a necessidade de uso dos sistemas artificiais de iluminação e climatização. Desta forma a cobertura, assim como as paredes da edificação, influencia no ganho térmico através da possibilidade de trocar calor com o meio. Entretanto, há a hipótese de que edificações com diferentes geometrias poderão ser mais ou menos influenciadas pela radiação solar direta que incidir na cobertura.

A transmitância térmica é uma característica de componentes arquitetônicos, que podem ser verticais (paredes) ou horizontais (coberturas) e apresentam informações com relação à troca de calor que acontece entre a edificação e o meio. Esta informação é importante, pois as paredes e cobertura de uma edificação influenciam em seu ganho térmico e conseqüente necessidade de condicionamento artificial dos espaços internos. Outro fator importante que influencia na transmitância térmica, seria os materiais utilizados para esta edificação, pois dependendo de seu valor, teria uma grande influência na transmissão de calor. Esta escolha do material depende do tipo de condição climática e edificação.

Edificações com geometrias diferentes, poderão ser mais ou menos influenciadas pelas trocas de calor dependendo de sua geometria, tanto em tipologia quanto em altura. O presente estudo analisou a influência de três tipos de cobertura e suas características térmicas no ganho térmico e conseqüente no consumo energético de uma edificação com diferentes geometrias.

Para as diferentes geometrias, foram considerados indicadores contemplados no RTQ-C, que são:

- Fator de Forma (FF): indicador da volumetria da edificação definido pela relação entre Área da Envoltória ( $A_{env}$ ) e Volume Total da edificação ( $V_{tot}$ );
- Fator Altura (FA): indica o número de pavimentos da edificação definido pela razão entre Área da Projeção da cobertura ( $A_{cob}$ ) e Área Total da edificação ( $A_{tot}$ ).

Será utilizado software EnergyPlus v.8.1 através da interface do S3E para simular os modelos de edificações, gerar valores e cálculos para uma análise comparativa da influência de diferentes tipos de cobertura em relação à variação da geometria das edificações com tipos de cobertura distintos.

Uma análise mais detalhada se faz necessária para avaliar a influência das características térmicas de diferentes tipos de coberturas quando aplicadas em geometrias distintas. A hipótese é que quanto mais compacta a edificação menor será a influência do clima no seu ganho térmico, reduzindo seu consumo energético para o sistema de condicionamento de ar. Em contrapartida, precisará de mais energia para sistemas de iluminação artificial e dependendo da atividade e geração de calor interno, poderá necessitar de sistemas de condicionamento de ar.

O presente estudo visa analisar a influencia do ganho térmico, e conseqüentemente aumento no consumo energético, em edificações com diferentes tipos de coberturas considerando diferentes geometrias.

## 2. OBJETIVO

Analisar a influência de diferentes tipos de coberturas no ganho de carga térmica, e conseqüente aumento do consumo energético, em edificações comerciais com diferentes geometrias.

## 3. MÉTODO

O método adotado para a pesquisa seguiu as etapas:

- i. Definição dos modelos de edificação;
- ii. Simulação e Análise da eficiência energética da edificação;
- iii. Análise comparativa.



(2010), o método de avaliação de eficiência energética por simulação apresenta-se mais completo e confiável, assim como apresenta valores de consumo energético. A simulação foi realizada no software Energy Plus v 8.1, através da interface S3E, desenvolvida por LabEEE/UFSC.

Os modelos foram simulados utilizando o arquivo climático da cidade de Florianópolis (ZB3) através do arquivo TRY. A orientação solar dos modelos foi determinada com as fachadas voltadas para as orientações Norte (0), Leste (90), Sul (180) e Oeste (270).

Como carga interna foi determinada a densidade de ocupação de 7,10 m<sup>2</sup>/pessoa, com densidade de potência de iluminação de 12,60 W/m<sup>2</sup>, e densidade de potência de equipamentos de 10,76 W/m<sup>2</sup>. Os modelos possuem sistema de condicionamento de ar através de splits, com o setpoint do termostato de 24°C, sendo que o consumo energético para sistemas de condicionamento de ar foi para resfriamento. As demais informações com relação à taxas de infiltração e padrões de uso foram definidas conforme padrão de escritório de média densidade apresentado no S3E.

### 3.3. Análise comparativa

Os modelos foram definidos e simulados no Energy Plus v. 8.1 através da interface S3E e seus resultados de consumo de energia elétrica foram analisados comparativamente. Primeiramente foram comparados os consumos de energia provenientes do mesmo modelo com os três tipos de cobertura e em um segundo momento os modelos de mesma cobertura foram comparados entre si.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os modelos foram definidos e então calculados o seu Fator Altura (FA) e seu Fator de Forma (FF). O FA indica o número de pavimentos da edificação, apresentando pela razão entre Área de Projeção da Cobertura (Apcob) e a Área Total da Edificação (Atot). Assim, edificações de apenas 1 pavimento possuem FA=1,00, e a medida que se aumentam o número de pavimentos o FA diminui. O FF mostra a relação entre Área de Envoltória (Aenv), que é área das superfícies que fecham a edificação (4 fachadas e cobertura), e Volume Total da Edificação (Vtot). Quanto maior for o FF, maior será a influência do clima no ambiente interno, maior serão as trocas de calor entre as superfícies que fecham a edificação.

Em uma primeira análise entre os 10 modelos definidos constatou-se que, em função do aumento do número de pavimentos o FA diminuiu, em contrapartida, o FF começou diminuindo e logo voltou a subir. Os modelos MOD\_04, MOD\_05 e MOD\_06 tiveram praticamente o mesmo FF (em torno de 0,16), conforme apresentado na Figura 02.

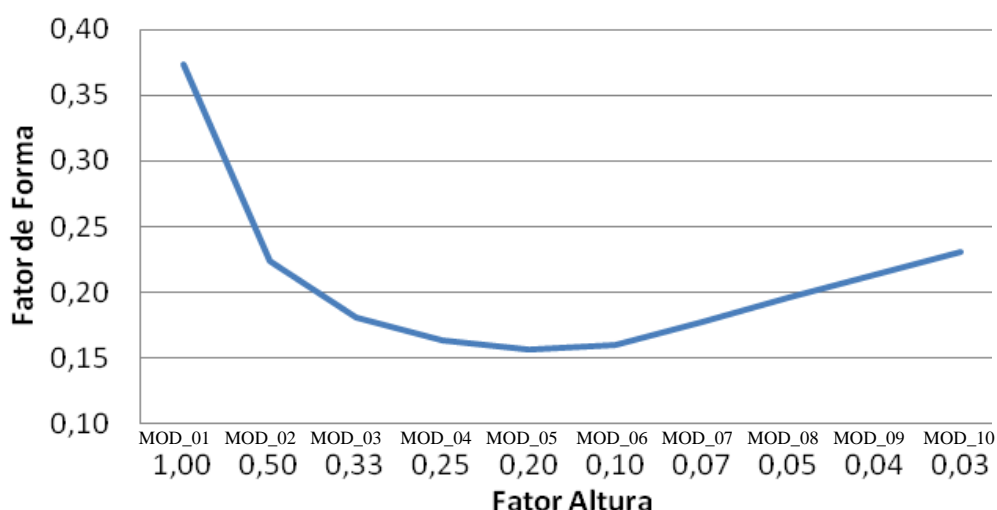


Figura 02 - Relação entre FF e FA dos modelos.

A primeira análise comparativa foi realizada em cada modelo com relação aos três tipos de cobertura. A Tabela 3 apresenta os dados coletados das simulações. Ao final da Tabela 3 é destacado o Nível de Eficiência Energética obtido através do método por simulação.

Vale salientar que a diferença que fez com que alguns modelos fossem classificados como nível D é muito pequena, por muito pouco não permaneceu como nível C, conforme maioria dos modelos. Outra

questão importante é que percebe-se que a medida que se aumenta o isolamento da cobertura, independente da edificação ser mais horizontal ou vertical, aumenta o consumo de energia.

Tabela 3 - Análise Comparativa entre o modelo e os três diferentes tipos de cobertura.

Modelos	Ucob W/m <sup>2</sup> K	kWh/ano	kWh/ano/m <sup>2</sup>	FF	FA	NÍVEL EE
MOD-01_COB-01	2,05	877104	87,7	0,37	1,00	C
MOD-01_COB-02	1,52	893518	89,4			D
MOD-01_COB-03	0,55	891176	89,1			C
MOD-02_COB-01	2,05	940277	94,0	0,22	0,50	C
MOD-02_COB-02	1,52	957854	95,8			C
MOD-02_COB-03	0,55	991249	99,1			D
MOD-03_COB-01	2,05	1001146	100,1	0,18	0,33	C
MOD-03_COB-02	1,52	1017526	101,8			C
MOD-03_COB-03	0,55	1060062	106,0			D
MOD-04_COB-01	2,05	1089675	109,0	0,16	0,25	C
MOD-04_COB-02	1,52	1100092	110,0			C
MOD-04_COB-03	0,55	1129854	113,0			C
MOD-05_COB-01	2,05	1120356	112,0	0,16	0,20	C
MOD-05_COB-02	1,52	1128813	112,9			C
MOD-05_COB-03	0,55	1152065	115,2			C
MOD-06_COB-01	2,05	1187743	118,8	0,16	0,10	C
MOD-06_COB-02	1,52	1192217	119,2			C
MOD-06_COB-03	0,55	1202851	120,3			C
MOD-07_COB-01	2,05	1216361	121,6	0,18	0,07	C
MOD-07_COB-02	1,52	1219451	121,9			C
MOD-07_COB-03	0,55	1226055	122,6			C
MOD-08_COB-01	2,05	1234026	123,4	0,20	0,05	C
MOD-08_COB-02	1,52	1236402	123,6			C
MOD-08_COB-03	0,55	1241086	124,1			C
MOD-09_COB-01	2,05	1246948	124,7	0,21	0,04	C
MOD-09_COB-02	1,52	1248887	124,9			C
MOD-09_COB-03	0,55	1252449	125,2			C
MOD-10_COB-01	2,05	1257646	125,8	0,23	0,03	C
MOD-10_COB-02	1,52	1259289	125,9			C
MOD-10_COB-03	0,55	1262132	126,2			C

Em uma segunda análise, os modelos foram comparados entre si, mantendo a mesma cobertura. A Tabela 4 apresenta os 10 modelos com a mesma cobertura, a 01, que possui transmitância térmica de 2,05 W/m<sup>2</sup>K.

Observa-se que os valores apresentados aparecem em contradição da hipótese estabelecida no início da pesquisa. A medida que o FA diminui, reduz a área de cobertura, diminuindo a influência desta superfície no ganho de calor do restante da edificação, entretanto o consumo energético aumenta, provavelmente há carga térmica interna maior necessitando maior uso de sistemas de condicionamento de ar.

As demais Tabelas apresentam resultados semelhantes, sendo que a Tabelas 5 apresenta os modelos com a cobertura 2 (U=1,52W/m<sup>2</sup>K), e a Tabela 6 com a cobertura 3 (U=0,55 W/m<sup>2</sup>K).

Tabela 4 - Análise Comparativa entre os modelos de diferentes geometrias com a Cobertura 1.

Modelos	U cob W/m <sup>2</sup> K	kWh/ano	kWh/ano/m <sup>2</sup>	FF	FA	NÍVEL EE
MOD-01_COB-01	2,05	877104	87,7	0,37	1,00	C
MOD-02_COB-01	2,05	940277	94,0	0,22	0,50	C
MOD-03_COB-01	2,05	1001146	100,1	0,18	0,33	C
MOD-04_COB-01	2,05	1089675	109,0	0,16	0,25	C
MOD-05_COB-01	2,05	1120356	112,0	0,16	0,20	C
MOD-06_COB-01	2,05	1187743	118,8	0,16	0,10	C
MOD-07_COB-01	2,05	1216361	121,6	0,18	0,07	C
MOD-08_COB-01	2,05	1234026	123,4	0,20	0,05	C
MOD-09_COB-01	2,05	1246948	124,7	0,21	0,04	C
MOD-10_COB-01	2,05	1257646	125,8	0,23	0,03	C

Tabela 5 - Análise Comparativa entre os modelos de diferentes geometrias com a Cobertura 2.

Modelos	U cob W/m <sup>2</sup> K	kWh/ano	kWh/ano/m <sup>2</sup>	FF	FA	NÍVEL EE
MOD-01_COB-02	1,52	893518	89,4	0,37	1,00	D
MOD-02_COB-02	1,52	957854	95,8	0,22	0,50	C
MOD-03_COB-02	1,52	1017526	101,8	0,18	0,33	C
MOD-04_COB-02	1,52	1100092	110,0	0,16	0,25	C
MOD-05_COB-02	1,52	1128813	112,9	0,16	0,20	C
MOD-06_COB-02	1,52	1192217	119,2	0,16	0,10	C
MOD-07_COB-02	1,52	1219451	121,9	0,18	0,07	C
MOD-08_COB-02	1,52	1236402	123,6	0,20	0,05	C
MOD-09_COB-02	1,52	1248887	124,9	0,21	0,04	C
MOD-10_COB-02	1,52	1259289	125,9	0,23	0,03	C

Tabela 6 - Análise Comparativa entre os modelos de diferentes geometrias com a Cobertura 3.

Modelos	U cob W/m <sup>2</sup> K	kWh/ano	kWh/ano/m <sup>2</sup>	FF	FA	NÍVEL EE
MOD-01_COB-03	0,55	891176	89,1	0,37	1,00	C
MOD-02_COB-03	0,55	991249	99,1	0,22	0,50	D
MOD-03_COB-03	0,55	1060062	106,0	0,18	0,33	D
MOD-04_COB-03	0,55	1129854	113,0	0,16	0,25	C
MOD-05_COB-03	0,55	1152065	115,2	0,16	0,20	C
MOD-06_COB-03	0,55	1202851	120,3	0,16	0,10	C
MOD-07_COB-03	0,55	1226055	122,6	0,18	0,07	C
MOD-08_COB-03	0,55	1241086	124,1	0,20	0,05	C
MOD-09_COB-03	0,55	1252449	125,2	0,21	0,04	C
MOD-10_COB-03	0,55	1262132	126,2	0,23	0,03	C

## 5. CONCLUSÕES

Como hipótese da pesquisa, esperava-se comprovar que quanto mais compacta for a edificação menor será a influência do clima no seu ganho térmico, reduzindo seu consumo energético. Outro resultado esperado é que reduzindo a área de cobertura, reduziriam os ganhos térmicos pela cobertura. Assim, como se esperava observar que aumentando o isolamento da cobertura, reduziria os ganhos térmicos e, conseqüentemente, reduziria o consumo de energia.

Os modelos foram simulados no software EnergyPlus v.8.1 com auxílio da interface S3E. Esperava-se comprovar a hipótese levantada no início da pesquisa o que não ocorreu.

Segundo os resultados das simulações, quando aumentou-se o isolamento térmico da cobertura, maior foi seu consumo energético; assim como quando reduziu-se a área de cobertura, maior foi seu consumo energético; a maioria dos modelos resultaram na mesma classificação com relação ao Nível de Eficiência Energética em Edificações (salvo 3 exceções); como também não observou-se correlação entre o consumo energético e o Fator de Forma dos modelos.

Questionam-se então outros fatores que podem estar envolvidos nesta equação que não foram abordados, como características das paredes e vidros. Ao verticalizar uma edificação, sua área de cobertura diminui, entretanto sua área de fechamento vertical aumenta e os ambientes internos ficam mais suscetíveis ao ganho térmico proveniente das paredes e vidros.

A capacidade térmica dos componentes verticais não foi avaliada, mas sabe-se que esta tem grande impacto na transferência de calor, sendo assim, sugere-se maior aprofundamento nas simulações não avaliando apenas transmitância térmica, mas também capacidade térmica.

Sugerem-se para próximas pesquisas, modelos que contemplem outras características da edificação, de forma buscar uma relação entre a geometria, componentes e consumo energético.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- BRASIL (2001a). Lei n. 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, 2001a. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10295.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm)> Acessado em julho de 2015.
- \_\_\_\_\_(2001b). Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2001/D4059.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D4059.htm)> Acessado julho de 2015.
- \_\_\_\_\_(2010). Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria 372, de 17 de setembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Rio de Janeiro, 2010.
- \_\_\_\_\_(2015). Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional – BEN 2015. Brasília: 2015. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: outubro de 2015.
- CARLO, Joyce C. (2008) “Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-residenciais”. 2008. 196 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- CARLO, Joyce C.; LAMBERTS, Roberto (2010a) “Parâmetros e Métodos Adotados no Regulamento de Etiquetagem da Eficiência Energética de Edifícios - parte 1: Método Prescritivo”. Ambiente Construído (ANTAC). Porto Alegre, v. 10, n.2, p. 7-26. ISSN 1678-8621.
- CARLO, Joyce C.; LAMBERTS, Roberto (2010b) “Parâmetros e Métodos Adotados no Regulamento de Etiquetagem da Eficiência Energética de Edifícios - parte 2: Método de Simulação”. Ambiente Construído (ANTAC). Porto Alegre, v. 10, n.2, p. 27-40. ISSN 1678-8621.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. (2014). Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras. Ministério das Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/>>. Acessado julho de 2015.

## SOFTWARES

Simulador de Eficiência Energética em Edificações (S3E). Disponível em: <[www.s3e.ufsc.br](http://www.s3e.ufsc.br)>. Acessado novembro 2015.

EnergyPlus Energy Simulation Software. v. 8.1 <<https://energyplus.net/>> Acessado novembro 2015.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNIVALI pelos recursos financeiros aplicados no desenvolvimento e divulgação deste trabalho.