

SOMBREAMENTO ESTRATÉGICO E DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA ZBB2

THAISA CARVALHO RODRIGUES¹; EDUARDO GRALA DA CUNHA²

¹*Universidade Federal de Pelotas – thaisa_cr@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – eduardo.grala@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o sétimo lugar na lista dos países que mais consomem energia primária no mundo (IEA, 2018). Segundo o Balanço Energético Nacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018), as edificações representam 51% de consumo de energia elétrica.

A utilização de estratégias passivas, em conjunto com as novas tecnologias, gera soluções que podem minimizar o consumo de energia de uma edificação até próximo de zero (Laustsen, 2008).

Para Chan (2012) o sombreamento dado pelo próprio edifício, impacta de forma substancial no desempenho termoenergético das residências, indicando o sombreamento estratégico como um dos melhores métodos para evitar o sobreaquecimento de edificações residenciais com alto nível isolamento térmico (Gupta, 2018).

Em um estudo desenvolvido por Pacheco (2013), avaliou-se que o sombreamento nulo e as menores transmitâncias térmicas reduziram o desconforto térmico na edificação.

Nota-se que o sombreamento ocasionado pelo entorno, nem sempre implicará em edificações com maiores consumos de energia e menores índices de conforto térmico. A influência do sombreamento mudará de acordo com o nível de isolamento térmico do envelope e a Zona Bioclimática brasileira onde a edificação estiver inserida.

No trabalho de Pereira et al (2016), observou-se que para uma edificação residencial de dois pavimentos, orientada para norte, com transmitância térmica reduzida, quando ocorreu o sombreamento dos planos verticais, também ocorreu o maior desempenho termoenergético do envelope, porém, não houve um controle sobre quais superfícies que estiveram sombreadas. Nesse sentido, esse trabalho procura preencher esta lacuna e confirmar ou trazer novas contribuições para o estudo apresentados por Pereira et al (2016).

2. METODOLOGIA

O método de pesquisa se define em 3 etapas: caracterização do objeto de estudo; configuração dos parâmetros no software de simulação EnergyPlus; análise de resultados e conclusões. Com a finalidade de analisar a influência do sombreamento no desempenho termoenergético de uma residência unifamiliar, em dois modelos de isolamento térmico, inserida na cidade de Pelotas, Zona Bioclimática 2 (ZB2)

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO, DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO E MODELAGEM

O projeto arquitetônico que foi escolhido, foi desenvolvido na pesquisa “CASA BIOCLIMÁTICA NZEB E QUALIDADE DO LUGAR: Entrelaçando

experiências: Portugal e Rio Grande do Sul/Brasil”, sendo apresentado por Dalbem (2015).

Para a modelagem geométrica, foi utilizado plug-in Euclid inserido dentro software SketchUP Make 2017, possibilitando a importação do modelo tridimensional no software de simulação de EnergyPlus (versão 8.7).

As configurações das superfícies opacas seguiram dois diferentes modelos: o Caso base, atendendo as transmitâncias térmicas (U) mínimas indicadas pela NBR 15575, e a Edificação isolada com valores reduzidos de U, obtidos através do estudo de Dalbem *et al.* (2017).

2.3. CONFIGURAÇÃO DOS PARAMETROS NO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ENERGYPLUS

O arquivo climático utilizado nas simulações foi o da cidade de Pelotas – RS, desenvolvido pelo Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (LABCEE), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, assim como os dados do dia típico, apresentado em Leitzke *et al.* (2018).

2.3.1 SOMBREAMENTO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS

A configuração se deu diretamente no software *EnergyPlus*. Por causa ausência de entorno na simulação, observou-se quais superfícies externas quando sombreadas, podem impactar no desempenho termoenergético da edificação. Sendo assim, foram selecionadas as faces externas da residência que não estariam expostas à radiação solar, através da opção *nosun* disponível no *EnergyPlus*. O estudo apresentou quatro condições de sombreamento, variando desde a edificação totalmente sombreada, até a ausência de sombreamento. Estas condições foram adotadas para os dois modelos de simulações (Caso base e Edificação isolada).

2.3.2 AR CONDICIONADO 24 HORAS

Os ambientes avaliados foram os de permanência prolongada, considerando todas as horas do ano, com ajuste de termostato para aquecimento nos valores abaixo de 20°C e de resfriamento nos valores acima de 26°C, admitindo uma zona de conforto entre 20°C a 26°C.

Com os valores de consumo para iluminação e equipamentos, obtidos a partir do software *EnergyPlus*, junto com os valores de consumo de ar condicionado, obteve-se o consumo energético total da edificação.

2.3.3 VENTILAÇÃO NATURAL 24 HORAS

A ventilação natural foi simulada para todas as horas do ano. O *setpoint* de abertura de janelas esteve em 20°C, com percentual de abertura em 10%, alterando-se gradativamente até chegar aos 25°C, apresentando abertura de 100%. A temperatura externa, das 8760 horas, foi transformada em médias mensais. Estas médias foram então empregadas na Equação 1, que calcula a Temperatura Neutra de Conforto (T_{oc}) segundo o Modelo de Conforto Adaptativo do Standard ASHRAE 55 (2013).

$$T_{oc} = 17,8 + 0,31 T_{ext}$$

Equação 1

Onde:

T_{oc} = Temperatura operativa de conforto [°C];

T_{ext} = Temperatura média mensal externa [°C].

Com o limite aceitabilidade de 80%, onde os valores em que as horas de temperatura operativa interna estiveram abaixo do limite de T_{oc} - 3,5 °C, entraram na contagem de desconforto por frio e as horas que estiveram acima do limite de $T_{oc} + 3,5$ °C, como desconforto por calor. Obtendo assim, um valor percentual das horas do ano em que a edificação esteve na condição de conforto e desconforto (por frio ou por calor).

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em relação ao consumo energético equiparando as duas situações, o caso isolado teve melhor desempenho energético, apresentando uma redução de consumo em cerca de 53,8%. Concordando com Pacheco (2013), que indica que o sombreamento, somente quando for utilizado em edificações mais isoladas poderá acarretar menores consumos energéticos.

Em relação ao conforto térmico, quando comparada às duas condições de transmitâncias térmicas diferentes, nota-se que a edificação com valor reduzido U possibilitou maior conforto térmico: com 36,59% a mais de horas em conforto do que a melhor situação da edificação com maior valor de U.

4. CONCLUSÕES

A forma mais concreta que se encontrou para analisar o impacto do sombreamento das superfícies opacas no desempenho, foi obtida através da intensidade de uso de energia, em kWh/m² ano, nas edificações com elevadas e baixas transmitâncias térmicas.

Quando o envelope esteve com valores reduzidos de transmitância térmica e com o sombreamento das paredes e janelas, ocorreu o melhor desempenho energético. Já o desempenho térmico ocorreu quando o envelope de menor transmitância, esteve com ausência sombreamento.

Porém, no verão, quando a edificação esteve sombreada, o consumo energético para resfriamento foi menor para obter conforto térmico, porque a temperatura operativa esteve próxima da temperatura neutra.

Além destas questões, é possível notar porque a edificação mostrou resultados divergentes, quando sombreada ou não, para a análise de conforto térmico e de consumo energético. Isto ocorreu pela grande variabilidade ao longo do ano dos limites de conforto da ASHRAE 55 e os valores de *setpoint* para climatização artificial que estiveram fixos durante o período da análise. Sendo assim, a pesquisa possibilitou identificar uma incompatibilidade entre o limite superior de 25,5°C da NBR 16401 (ABNT 2008) (ambiente artificialmente condicionado) e o limite superior do índice de conforto térmico da ASHRAE 55 (ambiente naturalmente ventilado), limite de 29,1°C no verão (mês de janeiro), para a cidade de Pelotas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: **Edifícios Habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. NBR 16401: **Instalações de Ar Condicionado: Sistemas Centrais e Unitários**. Rio de Janeiro, 2008.
- INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. RTQ-R. **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais**. INMETRO, Rio de Janeiro, 2009.
- ANSI/ASHRAE – AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE / AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2013.
- CHAN, A. L. S. **Effect of adjacent shading on the thermal performance of residential buildings in a subtropical region**. Applied energy, v. 92, p. 516-522, 2012.
- GUPTA, R.; GREGG, M. **Preventing the overheating of English suburban homes in a warming climate**. Building Research & Information, v. 41, n. 3, p. 281–300, 2013.
- PEREIRA, Silvia Ruzicki ; Duarte, Carolina de Mesquita ; CUNHA, Eduardo G. da; KREBS, Lisandra Fachinello ; EITZKE, R. K. ; BENINCA, L. ; SILVA, A. C. S. B. **Efeitos do sombreamento no desempenho de edificação com envelope isolado na ZB2**. PARC : PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, v. 7, p. 145, 2016.
- DALBEM, Renata ; FREITAS, J.R. ; CUNHA, Eduardo Grala da. **Conceito Passivhaus Aplicado ao Clima Brasileiro**. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 4, p. 26-36, 2015.
- DALBEM, R.; CUNHA, E. G. da; VICENTE, R.; FIGUEIREDO, A. J.; SILVA, A. C. S. B. da. **Discussão do desempenho da envoltória de uma passive house adaptada à zona bioclimática 2 em acordo com o RTQ-R**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 201-222, jan./mar. 2017.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2018**. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018_Int.pdf>. Acesso em: 19 abril 2019.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy Efficiency Indicators 2018: Highlights**. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/energy-efficiency-indicators-2018-highlights>>. Acesso em: 19 abril 2019.
- LAUSTSEN, Jens, **Energy Efficiency Requirements in Building Codes**, Energy Efficiency Policies for New Buildings, Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency, Paris, France, 2008.
- LEITZKE, R. K.; BELTRAME, C. M.; FREITAS, J. R. de; SEIXAS, J. N.; MACIEL, T. S.; CUNHA, E. G. da; RHEINGANTZ, P. A. **Optimization of the Traditional Method for Creating a Weather Simulation File: The Pelotas.epw Case**. JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE (ONLINE), v. 12, p. 741-756, 2018.
- PACHECO, Miguel. **Ventilação Natural e Climatização Artificial: Crítica ao modelo Super-isolado para residência de energia zero em Belém e Curitiba**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.