

## OTIMIZAÇÃO DE UMA PASSIVE HOUSE NA ZONA BIOCLIMÁTICA 2

**FRANCIÉLE PETRI DE FREITAS<sup>1</sup>; STIFANY KNOP<sup>2</sup>; AMANDA DE CARVALHO<sup>3</sup>  
EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – franciele\_petri@outlook.com*

<sup>2</sup>*Universidade Católica de Pelotas – stifany.knop@ucpel.edu.br*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – amandarosadc@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – eduardograladacunha@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Internacional de Energia, as edificações são responsáveis por 40% do consumo de energia primária e por 24% da emissão de gases de efeito estufa. De acordo com a INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2016) o Brasil é o sexto país que mais consome energia primária no mundo. E segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2017, o setor residencial é responsável por 25,6% do consumo de energia elétrica (EPE, 2017).

O alto consumo de energia motivou a União Europeia a publicar, em 2010, a Diretiva 2010/31/UE, que determina que até o ano de 2020 todas as edificações deverão ter balanço de energia quase nulo (nZEB), com uma previsão de redução de 20% do consumo de energia (PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. 2010). Para o alcance dessa meta é possível adotar o conceito Passive House, devido ao padrão de construção energeticamente eficiente, em que as edificações possuem condições interiores de conforto mantidas durante todo o ano com baixo consumo de energia.

Visto a problemática do consumo de energia por parte das edificações, em 2017, de acordo com o estudo de DALBEM et al, (2017), houve a simulação da envoltória de uma Passive House, na zona bioclimática 2 (ZB2), configurada de acordo com o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Esse estudo comprovou a aplicação do método para a ZB2, obtendo classificação do nível A para a edificação, conforme o regulamento brasileiro, e uma redução no consumo de energia com base nos princípios da Passive House. Contudo, a pesquisa não levou em consideração a aplicabilidade construtiva, devido a utilização dos materiais da envoltória de acordo com o projeto Europeu, resultando em um alto custo se fosse construído no Brasil.

Assim, o presente trabalho possui o intuito de analisar o nível de eficiência energética da envoltória da edificação simulada por DALBEM et al (2017), com adaptações para otimização de eficiência visando sua viabilidade construtiva no Brasil. O método adotado para análise será por meio de simulação computacional, além de seguir as normativas do RTQ-R, na Zona Bioclimática 2.

### 2. METODOLOGIA

Para a análise do nível de eficiência da envoltória da edificação pelo método de simulação RTQ-R, foi utilizado o software Energy Plus®. O trabalho foi dividido nas seguintes etapas: definição do objeto de estudo, simulação do nível de conforto térmico da edificação e a modelagem e configuração da edificação de acordo com o RTQ-R.

#### 2.1. DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Para o estudo foi escolhido um projeto arquitetônico de uma edificação residencial desenvolvida na pesquisa “Casa Bioclimática nZEB e Qualidade do Lugar: Entrelaçando experiências: Portugal e Rio Grande do Sul/Brasil”, seguindo os cinco princípios da Passive House. Estes são: minimização das pontes térmicas, esquadrias eficientes, estanqueidade, alto isolamento térmico e a utilização de um sistema de MVHR (sistema de ventilação mecânica com recuperador de calor).

### 2.1.1. O PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto trata de uma edificação residencial de dois pavimentos totalizando uma área útil de 124,69 m<sup>2</sup>. A residencia foi desenvolvida a partir das estratégias passivas compiladas e aproveitadas no projeto da casa bioclimática de Pouey (2011). Quanto à organização espacial da edificação, observa-se que no pavimento térreo há distribuição da cozinha e sala integradas, solário, dois dormitórios e um banheiro. E no pavimento superior, encontram-se a área de trabalho, área técnica e um lavabo.

A edificação foi orientada sob o eixo leste-oeste, como uma estratégia de maximizar o ganho de radiação solar no inverno pela fachada norte. Além disso, as janelas dos dormitórios receberam proteção solar pela inserção de persianas e as demais receberam brises.

### 2.1.2. CARACTERISTICAS DA ENVOLTÓRIA

No estudo realizado por DALBEM, el al (2015), as paredes externas foram constituídas de tijolo térmico Weber e isolamento térmico EPS. Já no presente trabalho, a edificação foi simulada em alvenaria para o caso base e para o caso otimizado, devido à facilidade construtiva. Assim, utilizou-se um tijolo cerâmico de 8 furos, de dimensões 9x19x19cm, conforme as normativas da NBR 15220 (2005).

Dessa forma, a modelagem do caso base foi feita considerando uma composição da envoltória com propriedades térmicas equivalentes ao sistema construtivo real sendo que: as paredes externas foram constituidas das seguintes camadas: reboco interno, cerâmica equivalente, câmara de ar, cerâmica equivalente e reboco externo, totalizando uma transmitância térmica (U) de 1,64 W/(m<sup>2</sup>K). Quanto à laje de piso: revestimento cerâmico, laje pré-moldada, tavela cerâmica, câmara de ar, tavela cerâmica e reboco interno, com U= 2,28 W/(m<sup>2</sup>K). E quanto ao piso: reboco externo, tavela cerâmica, câmara de ar, tavela cerâmica, concreto e revestimento cerâmico, resultando em uma transmitância térmica de 1,74 W/(m<sup>2</sup>K).

As esquadrias são em caixilharia de PVC, na cor branca, e são compostas de vidros duplos com fator solar (FS) de 0,57 e transmitância térmica de 1,66 W/(m<sup>2</sup>K).

Para o caso otimizado se manteve todas as características da envoltória para o piso, laje de piso e esquadrias. Já para as paredes externas, houve a inserção de um 1cm de Poliestireno Expandido (EPS), resultando na seguinte composição: reboco interno, cerâmica equivalente, câmara de ar, cerâmica equivalente, EPS e reboco externo, totalizando em uma transmitância térmica (U) de 1,16 W/(m<sup>2</sup>K).

## 2.2. SIMULAÇÃO DO NÍVEL TÉRMICO DA EDIFICAÇÃO

Para a análise do nível da eficiência energética da edificação, foi necessária a modelagem no software Sketchup (versão 2017 com o Plug-in Euclid) e configuração no software EnergyPlus®, versão 8.7. Para obter as variações horárias de temperatura, umidade, direção e velocidade do vento e radiação solar das 8.760 horas do ano, foi utilizado o Arquivo Climático de Santa Maria (RTQ-R, 2012), por estar situada na ZB2. Além disso, também foi possível obter a temperatura de solo utilizando o programa Slab, vinculado ao EnergyPlus®.

### 2.3. CONFIGURAÇÃO DA EDIFICAÇÃO DE ACORDO COM O RTQ-R

Para a análise foram realizadas duas etapas de configuração, de acordo com o regulamento: modelo ventilado naturalmente e o modelo condicionado artificialmente (ventilação natural diurna e condicionada artificialmente à noite). Os dois modelos foram configurados no período das 8.760 horas do ano.

O modelo ventilado naturalmente foi definido conforme o objeto *AirFlowNetwork* do EnergyPlus®, configurado a partir do setpoint de 20 °C para a operação das janelas. Já para o modelo condicionado artificialmente foi definida a ventilação natural no período das 9h00min às 20h00min e, condicionada artificialmente no período das 21h00min às 8h00min. Neste modelo, de acordo com o RTQ-R, foi configurado o termostato de refrigeração em 24 °C, e de aquecimento em 22 °C. Além disso, o sistema de aquecimento tem COP (coeficiente de performance) de 2,75, e o sistema de refrigeração, de 3,00.

As demais configurações são em comum para os dois modelos, como a configuração da ocupação, iluminação e equipamentos, segundo o RTQ-R (INMETRO, 2012). Para a ocupação foi adotado duas pessoas por dormitório, totalizando assim 4 usuários para a sala de estar e, a agenda de ocupação foi configurada separadamente para os dias de semana e para os fins de semana.

Quanto à iluminação adotou-se a densidade de potência de 6 W/m<sup>2</sup> nas salas e de 5 W/m<sup>2</sup> nos dormitórios, com a mesma agenda configurada na ocupação. Já a densidade de carga interna de equipamentos utilizou-se a recomendação de 1,5 W/m<sup>2</sup> para a sala, considerada no período de 24 h, durante todo o período da simulação.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da simulação são obtidos os valores indicadores de graus hora (GH<sub>R</sub>) e o consumo relativo para aquecimento (C<sub>A</sub>). Assim para cada ambiente de permanência prolongada, determina-se os valores do equivalente numérico da envoltória do ambiente para resfriamento (EqNumEnvAmbResfr) e o equivalente numérico da envoltória do ambiente para aquecimento (EqNumEnvAmbA). Para a zona bioclimática 2, utiliza-se a equação 3.32 (RTQ-R, 2012) com o objetivo de obter o equivalente número da envoltória (EqNumEnv), a qual possui uma pontuação final, a fim de classificar o nível da edificação, que varia do nível A (mais eficiente) ao E (menos eficiente).

Para a análise foram considerados os ambientes de permanência prolongada, 2 dormitórios e sala e cozinha integrados, para os dois casos. Para o caso base, obteve-se 1503,52 kWh/m<sup>2</sup> de consumo de aquecimento, sendo este EqNumEnvAmbA igual a 4 e, conforme os graus-hora alcançados obteve-se EqNumEnvAmbResfr igual a 4. Assim, a partir da equação foi possível classificar a edificação para EqNumEnv em nível B.

Já o caso otimizado, com a inserção de 1cm de EPS (Poliestireno Expandido) de isolamento nas paredes externas, atingiu 574,68 kWh/m<sup>2</sup>. ano de consumo de aquecimento, que possui EqNumEnvAmbA igual a 5 e, conforme os graus-hora alcançados obteve-se EqNumEnvAmbResfr igual a 5. Resultando em um EqNumEnv igual a 5, podendo assim receber a classificação em nível A.

Dessa forma, observa-se que a envoltória da edificação possui um bom desempenho energético, podendo receber a certificação de nível A, com base no regulamento. Além disso, constata-se que a classificação foi alcançada a partir da utilização do isolante EPS, o qual aumenta o nível de conforto térmico e reduz o custo de energia com baixo custo de inserção. Por fim, a pesquisa encontra-se no desenvolvimento da otimização para a Passive House que será apresentada em uma próxima oportunidade.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados, conclui-se que o artigo contribui para a verificação de que é possível aplicar outros materiais na envoltória da edificação de uma Passive House atendendo aos requisitos do regulamento para a Zona Bioclimática Brasileira 2. Ainda, observa-se que o estudo elevou a residência à nível A, conforme o RTQ-R, com uma otimização de baixo custo, a qual possibilitou o aumento do conforto térmico e a diminuição do gasto energético da edificação.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: desempenho térmico para edificações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- 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 2017**. Disponível em: <[file:///D:/DOCUMENTOS/PASSIVE%20HOUSE/CIC%202018/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](file:///D:/DOCUMENTOS/PASSIVE%20HOUSE/CIC%202018/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)>. Acesso em: 20 agosto 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, RTQ-R**. Eletrobrás, Inmetro, 2012.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Net Zero Energy Solar Buildings**. Disponível em: <<http://task40.iea-shc.org/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Maio de 2010 Relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios (Reformulação). **Jornal Oficial da União Europeia**, 2010.
- POUEY, J. A-A. **Projeto de Edificação Residencial Unifamiliar Para a Zona Bioclimática 2 Com Avaliação Termo Energética Por Simulação Computacional**. Pelotas, 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.