

## APLICAÇÃO DO CONCEITO PASSIVE HOUSE AO CONTEXTO BRASILEIRO

THAISA CARVALHO RODRIGUES<sup>1</sup>; EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [thaisa\\_cr@hotmail.com](mailto:thaisa_cr@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardo.grala@ufpel.edu.br](mailto:eduardo.grala@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, 51% da energia elétrica que é gerada e consumida pela construção civil (EPE, 2019), o setor residencial é responsável por grande parte deste consumo (PACHECO et al, 2012).

Por volta de 1990, começou a discussão acerca da necessidade de criação de normas voltadas ao desempenho das edificações. A primeira norma a ser publicada foi a NBR 15220 – Desempenho Térmico de edificações (ABNT) no ano de 2005, designada a habitações de interesse social. Em 2013, surge a NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais que dispõem de parâmetros para habitabilidade, segurança e sustentabilidade (ASBEA, 2015). No entanto, os parâmetros de desempenho térmico dispostos pela norma, ainda podem ser insuficientes (SOARES, 2014).

Já em 2012, o INMETRO publicou o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R, que visa o melhoramento dos projetos residências, em questões energéticas, com o intuito de obter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). No regulamento, há cinco classificações de eficiência que varia do A (mais eficiente) até E (menos eficiente). Entretanto, os parâmetros do RTQ-R não são suficientemente rigorosos para apresentar transformações expressivas, mesmo obtendo a melhor classificação.

O crescimento da conscientização ambiental, junto com o elevado custo de energia, contribuiu para a aplicação de *Passive houses* (MLAKAR et al., 2011). *Passive house* é um padrão de edificações, que teve seu desenvolvimento na Alemanha e foi largamente difundido na Europa (SCHNIEDERS et al., 2015). Estas construções tem alto nível de desempenho termoenergético, através de 5 pilares fundamentais que são: Alto isolamento térmico, janelas de alto desempenho, ventilação mecânica com recuperação de calor, envoltória hermética e redução de pontes térmicas.

No Brasil ainda existe pouca informação sobre a aplicação do *standard Passive House*. Em estudos recentes Dalbem et al. (2016) confirmaram a aplicabilidade do conceito para a zona bioclimática 2 (ZB2). Em 2017, Dalbem et al. analisaram o desempenho de um envelope padrão *Passive House* em Pelotas/RS (ZB2) e alcançaram redução de consumo em cerca de 56,3%.

O objetivo desta pesquisa é fazer a otimização de uma edificação residencial, localizada na ZB1, a partir dos parâmetros da NBR 15575, até a atingir a classificação A do RTQ-R e o Padrão *Passive House*, visando o melhor desempenho da edificação.

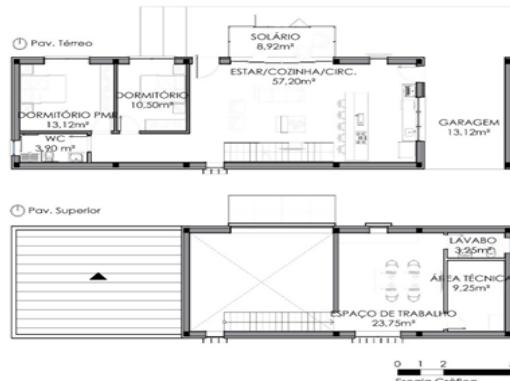
### 2. METODOLOGIA

O estudo divide-se em 6 fases: Caracterização do projeto de estudo; definição do caso base; Definição e ajuste dos parâmetros de entrada para as simulações no software *EnergyPlus* v.8.7; Otimização simplificada segundo o RTQ-R; Otimização simplificada segundo o padrão *Passive House*; Análise do desempenho termoenergético.

## 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE ESTUDO

Trata-se de uma residência unifamiliar de 126,45m<sup>2</sup> de área útil, disposta em dois pavimentos, elaborada por DALBEM (2015). O projeto visa o ganho de radiação solar no inverno, com maior percentual de aberturas orientado para o norte e redução no verão, através de proteção e controle da radiação solar (brises e persianas), conforme Figura 1.

Figura 1 – Planta baixa dos pavimentos térreo e superior



Fonte: Dalbem (2015)

## 2.2 DEFINIÇÃO DO CASO BASE

O caso base obedece às diretrizes do método simplificado da NBR 15.575. A configuração da envoltória considera a transmitância(U) e capacidade térmica(CT) de paredes e coberturas para a ZB1, com paredes compostas de tijolos 8 furos (9,0x19,0x19,0 cm) assentados na menor dimensão, com espessura da argamassa de assentamento de 1,0 cm, espessura da argamassa de emboço de 2,5 cm, com U 2,49 W/(m<sup>2</sup>.K), CT 158 kJ/(m<sup>2</sup>.K) e cobertura composta por laje pré-moldada (vigota e tavela) com concreto e reboco interno, tavela de 20 cm, concreto de 5,0 cm, reboco interno de 2,0 cm, com U 1,92 W/(m<sup>2</sup>.K) e CT 333 kJ/(m<sup>2</sup>.K), ademais, todas as esquadrias são de PVC com vidro insulado duplo.

## 2.3 DEFINIÇÃO E AJUSTE DOS PARÂMETROS DE ENTRADA E SIMULAÇÕES NO SOFTWARE ENERGYPLUS VERSÃO 8.7

O arquivo climático utilizado foi o epw da cidade de Curitiba/PR, (ZB1). O dia típico utilizado foi extraído do arquivo .stat, disponibilizado pelo Laboratório de Eficiência Energética das Edificações (LABEEE). A ocupação, iluminação e equipamentos basearam-se no RTQ-R (2012).

Havendo simulações em duas condições: Ventilação natural e climatização artificial. No modelo ventilado naturalmente, a abertura das janelas ocorreu quando a temperatura interna esteve maior que a externa, a partir de 20°C. No modelo climatizado o coeficiente de performance (COP) foi de 2,75, aquecimento e 3,0, resfriamento, segundo o RTQ-R. Apenas para a classificação do RTQ-R utilizou-se os setpoints de 22°C e 24°C. Para as demais simulações configurou-se os setpoints de 20°C e 26°C, conforme a *Passive House*, para fins comparativos.

O sistema do MVHR (*Mechanical Ventilation and Heating Recovery*) baseia-se no funcionamento de um trocador de calor, que extrai e transfere o ar quente, para o ar fresco externo (PALMER, 2020). Sendo assim, o modelo otimizado teve

como base o dimensionamento do fluxo de ar ( $m^3/s$ ) para cada ambiente da residência, com 0,6 trocas de ar por hora.

## 2.4 OTIMIZAÇÃO SIMPLIFICADA SEGUNDO O RTQ-R

A partir dos resultados do caso base, estudaram-se alternativas para aumentar o desempenho termoenergético da edificação. Analisando o aumento do isolamento térmico da envoltória e o sombreamento das áreas envidraçadas. A edificação só atingiu a classificação A do RTQ-R quando a mesma apresentou 10 cm de EPS nas paredes e coberturas.

## 2.4 OTIMIZAÇÃO SIMPLIFICADA SEGUNDO O PADRÃO PASSIVE HOUSE

A partir do caso base foram feitas 36 simulações onde foi aumentando o isolamento até atingir os indicadores da passive house. O caso ótimo apresentou 0,5 cm de EPS no piso e 8cm nas paredes e cobertura.

## 2.5 ANÁLISE DE RESULTADOS DO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO

Para o desempenho energético comparou-se o consumo de ar-condicionado para aquecimento e resfriamento. A análise considerou o funcionamento e disponibilidade do sistema durante 24 horas por dia, todos os dias do ano. Para o conforto térmico considerou-se a edificação ventilada naturalmente. Para essa situação foi utilizado o modelo adaptativo da *ASHRAE Standard 55* (2017), considerando 80% de aceitabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caso base apresentou maior consumo com 44 kwh/ $m^2\cdot\text{ano}$ . A otimização do RTQ-R apresentou 11 kWh/ $(m^2\cdot\text{ano})$  e o padrão passive house 5 kWh/ $(m^2\cdot\text{ano})$ , desta forma mostrando-se 88% mais eficiente, que os demais casos. Em relação ao nível de conforto térmico, o caso base apresentou 44,94% das horas do ano em conforto térmico e 54,76% de desconforto por frio e 0,30% por calor. O caso ótimo baseado no RTQ-R apresentou 77,71% de conforto e 22,29% de desconforto por frio e a *Passive house* obteve 96,72% de conforto e 3,28% de desconforto por frio, apresentando 19% mais horas em conforto térmico ao longo do ano. Embora a edificação com classificação A do RTQ-R tenha maior isolamento térmico, não obteve melhor desempenho termoenergético, apresentando menor conforto e maior consumo, isso se deve a dificuldade de obtenção de calor pelos fechamentos opacos, o que aumenta as horas de desconforto por frio durante o inverno, necessitando de maior consumo energético para aquecimento.

## 4. CONCLUSÕES

O projeto, não sofreu alterações, ou seja, a orientação solar e as dimensões, são as mesmas para todos os modelos. As otimizações que foram propostas, visaram o aumento do isolamento térmico do envelope. Sendo assim é possível notar que os parâmetros de classificação do RTQ-R, mesmo sendo mais complexos, não garantem maior desempenho térmico na ZBB1. Já os indicadores da *Passive House* se mostram mais precisos, mesmo no contexto Brasileiro. Embora seja perceptível o melhor desempenho no padrão *Passive House*, observa-se a necessidade da aplicabilidade nas demais Zonas Brasileiras, assim como a avaliação sobre o aspecto econômico.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575 - 4: 2013.** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. 2013

ASBEA. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia para Arquitetos na Aplicação da Norma de Desempenho – ABNT NBR 15.575.**

2015. Disponível em: <<https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads>>. Acessado em junho, 2019.

ANSI/ASHRAE – AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE / AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. Standard – 55 - 2017 **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** Atlanta, 2017.

DALBEM, R; KNOP, S; CUNHA, E; OLIVEIRA, R; RODRIGUES, M.; VICENTE, R. **Verification of the Passive House Concept to the South of Brazil Climate.** Journal of Civil Engineering and Architecture (Online), v. 10, p. 937-945, 2016.

DALBEM, R; CUNHA, E G.; VICENTE, R; FIGUEIREDO, A J.; SILVA, A S.B. **Discussão do desempenho da envoltória de uma Passive House adaptada à zona bioclimática 2 em acordo com o RTQ-R.** Ambiente Construído, v. 17, n. 1, p.201-222,2017.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional de 2019, ano Base 2018.** MME, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>>. Acessado em junho, 2019.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. RTQ-R. **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais.** Rio de Janeiro, 2012.

MLAKAR, J; STRANCAR,J. **Overheating in residential passive house: Solution strategies revealed and confirmed through data analysis and simulations.** Energy and Buildings. Slovenia, 2011.

PACHECO, R.; ORDÓÑEZ, J.; MARTÍNEZ, G. **Energy efficient design of building: A review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. Espanha. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.045>>. Acessado em julho, 2019.

SCHNIEDERS, J.; FEIST, W.; RONGEN, L. **Passive Houses for different climate zones.** Energy and Buildings, v. 105, 71–87, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.032>>. Acessado em agosto, 2019.

SOARES, M. M. **Avaliação dos Parâmetros de Desempenho Térmico da NBR 15.575/2013: Habitações de Interesse Social na Zona Bioclimática 2.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.