

ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO COMPARANDO OS REQUISITOS EXIGIDOS PELA *PASSIVE HOUSE* E PELA NBR 15575

RENATA DALBEM¹; EDUARDO GRALA DA CUNHA²

¹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPel – renata_dalbem@hotmail.com

² Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPel – eduardogralacunha@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O setor das edificações é responsável mundialmente por 40% do consumo de energia primária e por 24% das emissões de gases de efeito estufa (IEA, 2016). Devido ao elevado consumo de energia das edificações e aos consequentes impactos ambientais, atualmente, a construção de edifícios energeticamente eficientes tem ganhado importância em um contexto global.

Em 2010 a União Europeia estabeleceu, através da reformulação do EPBD (*Energy Performance Of Buildings Directive*), que até 31 de dezembro de 2020, todos os estados membros deverão garantir que as novas edificações tenham consumo de energia próximo de zero (*near-ZEBs - Near Zero Energy Building*) (Parlamento Europeu e Conselho Da União Europeia, 2010).

Um caminho para cumprir as metas do EPBD é a aplicação do conceito *Passive House*, que são edificações onde o conforto térmico interior é mantido com um consumo mínimo de energia. Para isso, a edificação deve atender aos requisitos estabelecidos pelo PHI¹ (2013): a) a demanda de energia para aquecimento não deve exceder 15kWh/(m²a) ou, a carga de aquecimento não deve exceder a 10 W/m²; b) a demanda de energia primária não deve exceder a 120 kWh/(m²a); c) a edificação deve ser estanque, onde o resultado do teste de pressurização (EN 13829) não deve ser superior a 0,6 h⁻¹; d) o conforto térmico deve ser atendido para todas as áreas de permanência durante o inverno, bem como no verão, não ultrapassando 10% das horas do ano à temperatura de 25°C.

Para climas quentes, o projeto *Passive-On*² (2007) elaborou uma proposta de revisão dos requisitos da certificação, onde: e) deve ser atendido um requisito de refrigeração, onde o consumo não deve exceder 15kWh/(m²a); f) o resultado do teste de pressurização pode ser de até 1.0 h⁻¹; g) a temperatura interior não poderá ultrapassar 26°C em mais de 10% das horas do ano.

Para atender aos requisitos, uma edificação *Passive House* deve ser projetada empregando os cinco princípios de projeto: alto nível de isolamento térmico, minimização de pontes térmicas, esquadrias eficientes, estanqueidade e um sistema de ventilação mecânica com recuperador de calor.

No Brasil, as preocupações com a eficiência energética das edificações se intensificaram após a crise no setor energético, ocorrida em 2001. Em 2008, foi publicada a NBR 15.575, a fim de avaliar o desempenho de edificações habitacionais e definiu 13 aspectos a serem considerados durante a análise da edificação, entre eles o desempenho térmico. Essa norma foi atualizada em 2013, quando efetivamente entrou em vigor.

¹ O *Passive House Institute* é um instituto de pesquisa independente, que desempenha papel importante no desenvolvimento do conceito *Passive House*.

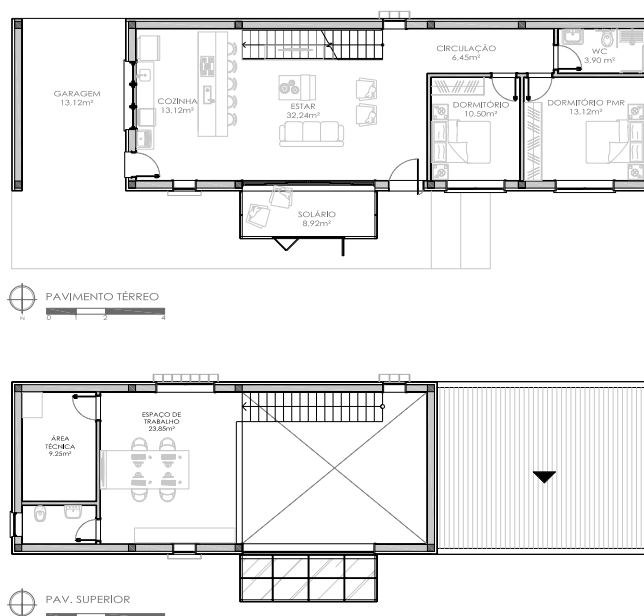
² *Passive-On* é um projeto de investigação e disseminação financiado pelo programa SAVE Intelligent Energy da Europa. O projeto tem como objetivo promover o conceito *Passive House* em climas tropicais.

Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho térmico de uma edificação, localizada na zona bioclimática 2, comparando o modelo configurado com soluções construtivas da envoltória com valores de transmitância térmica exigidos para a *Passive House* (climas quentes) aos valores de transmitância térmica exigidos pela NBR 15575.

2. METODOLOGIA

Foi utilizado como objeto de estudo um projeto arquitetônico de uma edificação residencial, na zona bioclimática 2, desenvolvida na pesquisa “CASA BIOCLIMÁTICA NZEB E QUALIDADE DO LUGAR: Entrelaçando experiências: Portugal e Rio Grande do Sul/Brasil”. Seu desempenho foi verificado em um estudo anterior (DALBEM, 2015), utilizando o software PHPP, que comprovou o atendimento dos requisitos da certificação *Passive house*.

Figura 1 – Projeto arquitetônico, plantas baixas pavimentos térreo e superior (DALBEM, 2015)



Primeiramente é feita a análise dos valores estabelecidos pela NBR 15575 (Tabela 1) e pela *Passive House* para climas quentes (Tabela 2).

Tabela 1: Valores estabelecidos pela NBR 15575 (ABNT, 2005)

Norma	U Paredes externas (W/(m²k))	CT Paredes ext. (KJ/m²K)	U Cobertura (W/(m²k))
NBR 15575 (ZB2)	≤ 2,5	≥ 130	≤ 2,30

Tabela 2: Valores estabelecidos para a *Passive House* (climas quentes) (*Passive-on*, 2007)

Norma	U Envoltória opaca (W/(m²k))	U Esquadrias (W/(m²k))
<i>Passive House</i>	≅ 0,30	≅ 0,8

Com base nos valores estabelecidos pelas normas, foram adotadas as soluções construtivas para cada modelo. Utilizando o *software Energy Plus®*, é realizada a configuração dos modelos configurados com os valores de transmitância apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores estabelecidos pela NBR 15575

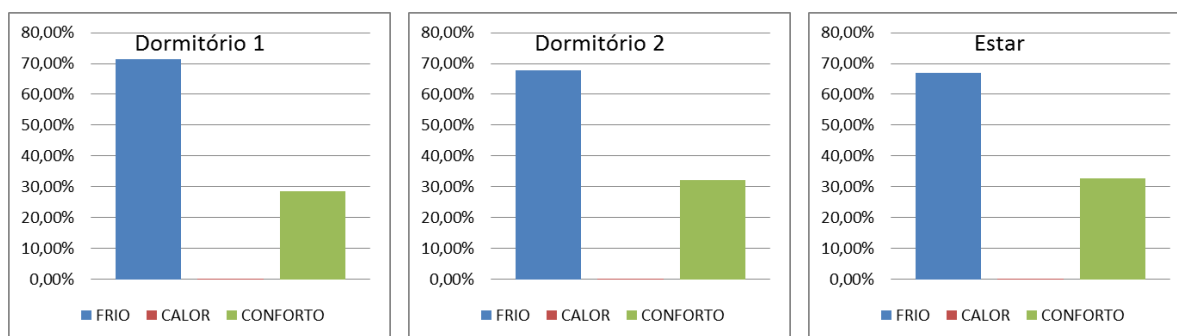
Norma	U Paredes externas (W/(m²k))	U Cobertura (W/(m²k))	U Laje de piso (W/(m²k))	U Vidro (W/(m²k))
NBR 15575	2,46	2,06	3,86	5,89
Passive House	0,31	0,40	2,41	1,66

A análise de conforto térmico do modelo naturalmente ventilado é realizada pelo Modelo adaptativo da ASHRAE Standard 55 (2010), onde é utilizado um nível de aceitação de 80%.

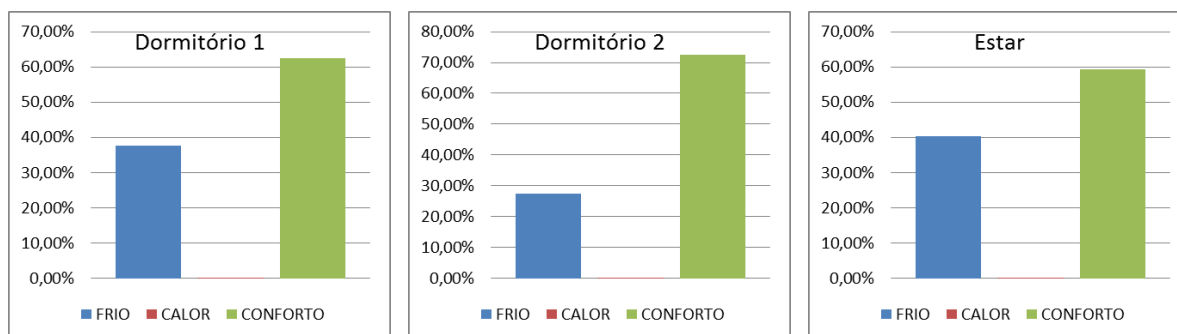
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o conforto térmico pelo método adaptativo (ASHRAE 55, 2010), da edificação configurada conforme a NBR 15575, pode-se perceber que o dormitório 1 apresentou 28,56% das horas do ano em conforto térmico, 0,01% de desconforto por calor e 71,43% de desconforto por frio. O dormitório 2 apresentou 32,26% das horas do ano em conforto térmico, 0,01% de desconforto por calor e 67,73% de desconforto por frio. A sala de estar apresentou 32,83% das horas do ano em conforto térmico, 0,10% de desconforto por calor e 67,07% de desconforto por frio.

Figura1, 2 e 3: Percentual de horas em conforto e desconforto dos ambientes - NBR 15575



No modelo com as configurações seguindo o conceito *Passive House* o dormitório 1 apresentou 62,41% das horas do ano em conforto térmico, 0,01% de desconforto por calor e 37,58% de desconforto por frio. O dormitório 2 apresentou 72,51% das horas do ano em conforto térmico, 0,01% de desconforto por calor e 27,48% de desconforto por frio. A sala de estar apresentou 59,38% das horas do ano em conforto térmico, 0,23% de desconforto por calor e 40,39% de desconforto por frio.

Tabela 4, 5 e 6: Percentual de horas em conforto e desconforto dos ambientes - *Passive House*

4. CONCLUSÕES

Devido à orientação adequada da edificação e sombreamento das esquadrias, os dois modelos apresentaram um bom desempenho no verão, onde não foi observado desconforto por calor. O modelo com menor transmitância, configurado de acordo com a NBR 15575, apresentou maior desconforto por frio em todos os ambientes.

Assim, a edificação *Passive House* apresentou melhor desempenho térmico em todos os ambientes, 33,85% a mais de conforto no dormitório 1, 40,25% no dormitório 2 e 26,55% na sala de estar. Em uma *Passive House* para atender o conforto térmico no período frio é o uso de um sistema de ventilação mecânica com recuperação de calor (MVHR – *Mechanical Ventilation with Heat Recovery*) que reaproveita o calor contido no ar de exaustão e transfere-o para o que é introduzido na edificação, reduzindo a necessidade de aquecimento.

Um dos maiores desafios para a implantação do conceito *Passive House* no Brasil é a dificuldade de encontrar soluções construtivas e componentes que atendam as transmitâncias térmicas exigidas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY FOR HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERING. Standard 55: **Thermal environmental conditions for human occupancy**. ASHRAE: Atlanta, 2004.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220: Desempenho Térmico para Edificações de Interesse Social. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. “NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos”, Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

DALBEM, R.; FREITAS, J. M. R.; CUNHA, E. G. **Conceito Passivhaus aplicado ao clima brasileiro**. Revista de Arquitetura IMED, v. 4, n. 1, p. 26-36, 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY **Net zero energy solar buildings**. Disponível em: < <http://task40.iea-shc.org/>>. Acesso em: março de 2016b.

PASSIVE HOUSE INSTITUTE. **Certified Passive House – Certification Criteria For Residential Passive House Buildings**. 2013, disponível em: <http://passiv.de/downloads/03_certification_criteria_residential_en.pdf>. Acesso em março de 2016.

PASSIVE-ON PROJECT. **A Norma Passivhaus Diretrizes De Projecto Para Casas Confortáveis De Baixo Consumo Energético. Revisão De Casas Confortáveis De Baixo Consumo Energético**. Julho, 2007.

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.