

APLICABILIDADE DO CONCEITO *PASSIVHAUS* NO CONTEXTO BRASILEIRO

**RENATA DALBEM¹; JULYE MOURA RAMALHO DE FREITAS²;
EDUARDO GRALA DA CUNHA³**

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

²Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPEL – juramalhof@hotmail.com

³Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFPEL – eduardogralacunha@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As edificações têm contribuído fortemente para o aumento da demanda de energia elétrica, representando mundialmente 40% do consumo de energia primária e 24% da emissão de CO₂, consumindo o setor residencial 27% do total da energia consumida (IEA).

No mundo, as preocupações com a eficiência energética iniciaram na década de 70, após a crise do petróleo, quando diversos países lançaram programas de incentivo à redução do consumo de energia.

No Brasil o assunto ganhou importância após a crise energética de 2001. Foi publicada, em outubro de 2001 a Lei 10295 (BRASIL, Lei n. 10.295) determinando que os equipamentos consumidores de energia, bem com as edificações construídas no país deverão atender a requisitos mínimos de eficiência energética. Em 2005, foi publicada a NBR 15220, a qual avalia o desempenho térmico de edificações de interesse social, seguida pela NBR 15575, publicada em 2013, que avalia o desempenho de edificações. Em 2007, INMETRO¹ publicou a primeira versão do RTQ-C² e em 2010 o RTQ-R³. A partir de 2014, tornou-se obrigatória, a ENCE⁴ geral nível A para edifícios públicos em nível federal com 500 m² ou mais (obras novas ou retrofits).

Na União Europeia, em 2002, foi publicada a Diretiva 2010/31/EU, estabelecendo que todas as novas construções nos estados membros se alcancem consumo de energia quase nulos. Uma solução para atender o regulamento europeu é a implementação do conceito *Passivhaus*, que se trata de edificações em que as condições interiores confortáveis podem ser mantidas durante todo o ano com gasto mínimo de energia. O conceito foi desenvolvido em 1988, na Alemanha, por Bo Adamson e Wolfgang Feist. O primeiro protótipo de casa passiva foi construído em 1991, em Darmstadt, na Alemanha. Para obter a certificação *Quality-Approved Passive House* o edifício deverá ser qualificado na fase de projeto e após a conclusão da obra. Os critérios devem ser verificados utilizando a última versão do *Passive House Planning Package* (PHPP).

2. METODOLOGIA

O método de trabalho prevê o desenvolvimento da pesquisa em quatro etapas: revisão de literatura, concepção do projeto arquitetônico, análise do nível de eficiência energética da edificação residencial utilizando os softwares PHPP e

¹ Instituto Nacional de Meteorologia, Qualidade e Tecnologia

² Regulamento Técnico da Qualidade- Comercial

³ Requisitos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais

⁴ Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

Energy Plus, e por último, análise de resultados e confecção do relatório de pesquisa.

2.1. Revisão de Literatura

A revisão de literatura já foi realizada com o objetivo de compreender os conceitos *Passivhaus*, para a aplicação no projeto arquitetônico.

O PHI⁵ exige que cinco critérios abaixo sejam cumpridos para que o projeto possa receber certificação:

- Demanda de energia para aquecimento $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{ano})$ ou a carga térmica $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$;
- Demanda de energia para arrefecimento $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{ano})$;
- Demanda de energia primária, $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{ano})$;
- Estanqueidade $\leq 0.6 \text{ h}^{-1}$;
- Sobreaquecimento Interior $\leq 10\%$ das horas do ano (25°C).

Segundo o PHI, para atender os requisitos estabelecidos pela certificação deve-se implementar no projeto os cinco princípios da *Passivhaus*: bom nível de isolamento, desenho livre ponte térmica, esquadrias de alto desempenho, estanqueidade e ventilação com recuperação de calor.

Recomenda-se que a envolvente opaca exterior possua um coeficiente de transmissão térmica (U) de $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, porém para climas mais quentes, como o sul da Europa, semelhante à Pelotas, o valor de U recomendado é de $0,30 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Além disso, as pontes térmicas devem ser evitadas ou reduzidas ao máximo, sendo considerado um valor Psi (Ψ) de $\leq 0,01 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. O isolamento deve ser aplicado continuamente em toda a envolvente do edifício, isso reduz significativamente as perdas de calor e também mantém as temperaturas das superfícies internas iguais à temperatura do ar interior.

Unidades de janela devem ter vidros triplos e ambos devem atingir um valor U de $0,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ($0.85 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ instalado). Idealmente, certificada pelo PHI, sendo para a região sul de Portugal, recomendados vidros duplos. Um benefício da alta qualidade dos vidros é manter a temperatura da superfície de janelas semelhante às superfícies internas vizinhas.

A infiltração de ar aumenta significativamente a exigência de aquecimento de espaço de uma habitação por isso, em *Passivhaus*, a estanqueidade do edifício deve ter um resultado de teste de pressão de $\leq 0.6 \text{ ACH}$ (*Air Changes per Hour*) n50/hr a uma pressão de 50 Pascals. Alcançar estanqueidade no local requer uso de membranas adequadas, fitas, membranas de vapor para formar uma barreira hermética contínua.

Para a ventilação mecânica deve ser especificado um equipamento com recuperação calor (MVHR). A eficiência de recuperação de calor deve ser maior do que 75% (MEAD).

2.2. Concepção do projeto arquitetônico

A edificação foi desenvolvida baseada nas estratégias passivas utilizadas na casa bioclimática de Pouey (2012) e seguindo os critérios exigidos pelo conceito *Passivhaus*. Trata-se de uma residência unifamiliar, a ser construída junto ao Campus Porto da Universidade Federal de Pelotas. A residência, figura 1, possui $126,45 \text{ m}^2$ distribuídos em 2 pavimentos sendo que o térreo está a cozinha e sala de estar integrados, solário, dois dormitórios e banheiro, e o pavimento superior

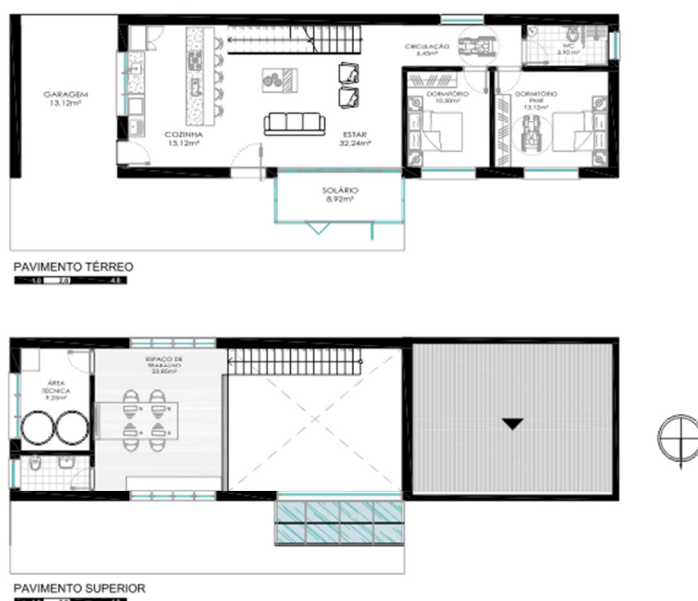
⁵ Passivhaus Institut

com área de trabalho, área técnica e lavabo. O projeto ainda contempla um abrigo para carro.

O solário foi localizado na orientação norte, possui cobertura e paredes translúcidas, de modo a aproveitar os ganhos de radiação solar para aquecimento passivo no inverno, sendo que no verão permite a ventilação natural. A edificação foi elevada 70 cm do solo, devido a grande umidade da região. O porão irá conter aberturas que permitam a sua ventilação, proporcionando a perda de calor pelo piso no período de verão com a possibilidade de fechamento no inverno. (Pouey, 2012).

O projeto foi orientado sobre o eixo leste/oeste, maximizando a fachada norte, aumentando assim os ganhos de radiação solar no inverno, sendo que as menores fachadas para leste e oeste reduzem os ganhos indesejáveis no verão.

Projeto Arquitetônico, Plantas Baixas



Fonte: Autor

Para conseguir uma baixa condutividade térmica da envolvente, foram utilizados nas paredes externas blocos cerâmicos térmicos, da marca Weber, com resistência de $1,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, isolamento térmico com 8cm de EPS e reboco em ambas as faces, resultando em uma transmitância total de $0,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

O piso e cobertura são compostos por laje pré-moldada de 15 cm, isolamento com EPS de 8cm, sendo que as transmitâncias foram de $0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ e $0,19 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ respectivamente.

O isolamento foi aplicado em toda a envolvente em contato com o exterior, reduzindo assim as perdas de calor pelas pontes térmicas.

2.3. Análise do desempenho energético

O projeto será analisado na ferramenta PHPP (*Passive House Planning Package*) e posteriormente com o software *Energy Plus*, versão 8.3.

O PHPP (*Passive House Planning Package*) é uma ferramenta de cálculo, desenvolvida pelo PHI⁶. Com base nos dados de entrada, o software calcula a demanda anual para aquecimento, resfriamento e demanda de energia primária anual do edifício.

⁶ Passivhaus Institut

O EnergyPlus foi desenvolvido pelo Lawrence Berkeley National Laboratory (Califórnia – EUA) associados com outros laboratórios americanos, para o Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE). A partir da modelagem física do edifício e seus sistemas de ventilação, iluminação, aquecimento e resfriamento, é capaz de estimar trocas térmicas, índices de iluminação e consumo energético de edifícios (PEREIRA e GHISI, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conceito Passivhaus surgiu para atender requisitos de climas frios, como na Europa Central. A viabilidade da concepção de uma Passivhaus em Pelotas é viabilizada adaptando o conceito para o nosso clima, analisando e adotando requisitos menos exigentes e considerando a necessidade de conforto no verão, para evitar o sobreaquecimento do edifício. Até o presente momento a primeira e segunda etapa do trabalho foram realizadas. Está em andamento a terceira etapa da pesquisa, na qual está sendo realizada a análise do nível de eficiência energética da edificação utilizando os softwares PHPP e Energy Plus.

4. CONCLUSÕES

A aplicação do conceito *Passivhaus* possibilita uma significativa redução de energia e garante um alto nível de conforto das edificações. Para a concepção do projeto foram utilizadas estratégias *design* passivo, como orientação do edifício no eixo leste/oeste, compacidade do edifício, áreas de abertura adequadas, que são fundamentais para conseguir bons resultados. Com o intuito de atender aos critérios *Passivhaus*, também foram necessárias outras alterações de diferenciam o projeto de uma residência convencional, como o sistema de ventilação com recuperação de calor e sistemas construtivos com baixa transmitância térmica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Energy Balance. IEA Energy Atlas.** Disponível em:
<<http://energyatlas.iea.org/?subject=-1002896040>>. Acesso em: 13 de junho de 2015.
- MEAD, KyM. BRYLEWSKI, Robin. **Passivhaus primer: Introduction An aid to understanding the key principles of the Passivhaus Standard.**
- PASSIVE HOUSE INSTITUTE. **Certified Passive House – Certification Criteria For Residential Passive House Buildings.** Disponível em:
<http://passiv.de/downloads/03_certification_criteria_residential_en.pdf>. acesso em: 13 de junho de 2015.
- PASSIVE HOUSE INSTITUTE. **Passive House Requirements.** Disponível em:
<http://passivehouse.com/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm>. Acesso em: 13 de junho de 2015.
- PEREIRA, Cláudia. D.; GHISI, Enedir. **Calibração de um modelo computacional de uma residência unifamiliar localizada em Florianópolis.** In: ENTAC - XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2008.
- POUEY, Juliana Al-Alam. **Projeto de edificação residencial unifamiliar para a zona bioclimática 2 com avaliação termo energética por simulação computacional.** Dissertação de Mestrado, PROGRAU-UFPel. Pelotas-RS, 2011.