

## EFEITOS DO SOMBREAMENTO NO DESEMPRENHO TERMOENERGÉTICO DE EDIFICAÇÃO ISOLADA NO SUL DO BRASIL

CAROLINA DE MESQUITA DUARTE<sup>1</sup>; EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – carolinademesquitaduarte@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – eduardo.grala@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Medidas de eficiência energética, que busquem reduzir de forma passiva e ativa o consumo de energia em relação ao seu uso e operação, têm sido analisadas e discutidas na academia, como os preceitos da *Standard Passive House* por exemplo. No Brasil, as normas de desempenho térmico de edificações NBR 15220 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2013), os regulamentos de eficiência energética RTQ-C (INMETRO, 2013) e RTQ-R (INMETRO, 2012), são algumas das iniciativas implementadas que visam melhorar o desempenho termoenergético das edificações.

O acesso das edificações à radiação solar direta e difusa interfere no desempenho termoenergético do espaço construído, nesse sentido a altura do entorno construído interfere nas trocas de calor de edificações residenciais com o meio natural. Dependendo do nível de isolamento térmico do envelope a influência do sombreamento do entorno pode impactar de forma diferenciada o espaço interior. Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo avaliar a influência do sombreamento do entorno no desempenho termoenergético de uma edificação com elevado nível de isolamento térmico.

### 2. METODOLOGIA

O método utilizado para a realização deste trabalho foi dividido em seis etapas: definição da hipótese de pesquisa; simulação do nível de eficiência energética da edificação considerando o RTQ-R; modelagem do entorno e análise do rastreamento de sombras; simulação do desempenho energético e do nível de conforto térmico da residência e análise dos resultados.

#### 2.1. DEFINIÇÃO DA HIPÓTESE DE PESQUISA

Neste trabalho busca-se comprovar a hipótese de que uma edificação super-isolada localizada na Zona Bioclimática Brasileira 2 pode ter seu desempenho termoenergético potencializado com o aumento do sombreamento derivado de seu entorno.

#### 2.2. SIMULAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO CONSIDERANDO O RTQ-R

Nesta etapa é realizada a avaliação do nível de eficiência energética da envoltória da edificação conforme o RTQ-R. Para a análise, caracteriza-se o projeto arquitetônico e a evoltória, para então, ser feita a modelagem e configuração da edificação de acordo com os parâmetros do RTQ-R.

O projeto arquitetônico é de uma residência unifamiliar, elaborado e publicado por Dalbem et al. (2015), baseado no projeto de Pouey (2011), e

atentando às premissas do conceito *Passive House*. De acordo com o recomendado pela *Passive-On* (PASSIVE-ON PROJECT, 2007), para atender aos requisitos da *Standard Passive House*, em climas como o da zona bioclimática 2, todos os elementos da envolvente opaca apresentam transmitância térmica próxima a 0,30 [W/(m<sup>2</sup>.K)]. As esquadrias apresentam transmitância térmica de 1,96 [W/(m<sup>2</sup>.K)] para o conjunto do vidro duplo e de 3,633 [W/(m<sup>2</sup>.K)] para a caixilharia de PVC na cor branca. Em relação as configurações do sítio dos modelos simulados no software DesignBuilder versão 3.2.0.073, o arquivo climático utilizado foi o BRASANTAMARIASWERA, referente a zona bioclimática brasileira 2, e a temperatura do solo foi obtida através do programa Slab vinculado ao Energy Plus, e seguindo as determinações do RTQ-R (INMETRO, 2012). Para determinar a eficiência da envoltória foram avaliados os ambientes de permanência prolongada, como os dois quartos, a sala de estar conjugada com a cozinha e o escritório. Esses ambientes foram configurados de acordo com o RTQ-R em relação aos seus padrões de uso e ocupação, densidades de carga interna para a sala de estar para equipamentos, e as densidades de potência de iluminação da sala de estar e dos dormitórios. Outros parâmetros configurados foram o *Setpoint* de aquecimento com 22°C e o *Setpoint* de resfriamento com 24°C, e o coeficiente de performance do sistema de condicionamento de ar com 2,75 para aquecimento e 3,00 para resfriamento.

### **2.3. MODELAGEM DO ENTORNO E ANÁLISE DO RASTREAMENTO DE SOMBRAS**

Foram modeladas oito possibilidades de entorno, partindo do edifício residencial sem entorno, para com entorno de edificações de 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 pavimentos. A ocupação dos terrenos do entorno foi baseada nas diretrizes gerais do Plano Diretor de Pelotas (Lei nº 1672), com indicações de recuos e largura das vias para a Zona Residencial 1. O rastreamento de sombras foi realizado, também nas oito possibilidade de entorno, no equinócio e nos solstícios de inverno e verão, às 09h00min, 12h00min e às 15h00min.

### **2.4. SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DA RESIDÊNCIA**

Com a simulação do modelo climatizado artificialmente 24 horas foi possível avaliar e comparar o consumo energético da edificação em kWh/m<sup>2</sup>.ano, a partir do somatório dos valores de consumo de equipamentos, iluminação e ar condicionado (aquecimento+resfriamento). Os parâmetros configurados para este modelo correspondem ao RTQ-R.

### **2.5. SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DA RESIDÊNCIA**

A configuração ventilada naturalmente 24 horas foi configurada seguindo os parâmetros do RTQ-R quanto à ocupação, carga interna de equipamentos e densidade de potência de iluminação, no entanto, seu *setpoint* foi ajustado para 25°C, pois, conforme Martins (2009), este é o valor indicado para a análise do nível de conforto térmico dos ambientes interiores de permanência prolongada.

### **2.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

No software DesignBuilder foram modeladas e simuladas três configurações base, com condições de ventilação diferentes para as oito possibilidades de sombreamento, com os resultados obtidos foi possível avaliar e comparar o desempenho da edificação. Com o modelo nas condições de ventilação segundo o RTQ-R determinou-se o nível de eficiência da edificação, com o ventilado artificialmente 24 horas, o consumo energético da edificação, e com a ventilado naturalmente 24 horas o nível de conforto térmico da edificação.

Os modelos com as oito possibilidades de entorno obtiveram classificação Nível A, no entanto, o modelo que apresentou o melhor desempenho termoenergético foi o com entorno de 6 pavimentos, quando os planos verticais estiveram totalmente sombreados, estando de acordo com os resultados de Pacheco (2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 apresenta uma síntese dos resultados obtidos nas simulações, onde pode-se observar, os valores correspondentes ao modelo com o entorno pouco densificado, ao modelo que apresentou o melhor desempenho termoenergético e ao modelo com o entorno muito densificado.

Quadro 1 – Quadro síntese do sombreamento da edificação residencial

Áreas sombreadas	Entorno de 2 pavimentos	Entorno de 6 pavimentos	Entorno de 14 pavimentos
Janelas sombreadas	Sim	Sim	Sim
Paredes sombreadas	Não	Sim	Sim
Cobertura sombreada	Não	Não	Sim
Nível de Eficiência Energética	Nível A	Nível A	Nível A
Consumo de Climatização	31,69 kWh/ano	26,44 kWh/ano	28,32 kWh/ano
Nível de Conforto Térmico	96,75%	97,72%	93,12%

Fonte: Autor

Com base nesses resultados pode-se observar que o sombreamento adequado contribui para o bom desempenho da edificação, no entanto o sombreamento excessivo acaba prejudicando, pois quando a cobertura também é sombreada a radiação solar direta na edificação é completamente bloqueada, e o calor provenientes dos ganhos internos não é suficiente para manter o interior aquecido, o que faz com que o desconforto por frio e o consumo de condicionamento artificial para aquecimento aumentem.

### 4. CONCLUSÕES

Analizando os resultados obtidos na pesquisa, foi possível perceber que a edificação que apresentou o melhor desempenho termoenergético foi a com entorno de 6 pavimentos. Com isso, pode-se observar que o sistema de proteção solar bloqueia a radiação solar direta no interior da edificação durante o período de verão, e que no período de inverno, apenas os planos horizontais recebem sombreamento, enquanto que a edificação recebe radiação solar direta pelo plano horizontal. Os ganhos térmicos provenientes da radiação solar direta no plano horizontal, e dos ganhos internos gerados pelo sistema de iluminação, ocupação, e equipamentos, é suficiente para manter a temperatura interna em condições de conforto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220**: Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edifícios Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

DALBEM, Renata ; FREITAS, J.R. ; AUTOR. Conceito Passivhaus Aplicado ao Clima Brasileiro. **Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, v. 4, p. 26-36, 2015.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **RTQ-C**. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. INMETRO, Rio de Janeiro, 2013.

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, 2012.

MARTINS, D. J.; RAU, S. L.; RECKZIEGEL, S.; FERRUGEM, A. P.; SILVA, A. C. S. B. Ensaio sobre a Utilização da Automação de Aberturas na Simulação do Desempenho Térmico de Edificações. In: Encontro Nacional de Conforto no ambiente Construído, 10. **Anais...** Natal, ENTAC, 2009.

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.

PASSIVE-ON PROJECT. **A norma Passivhaus directrizes de projecto para casas confortáveis de baixo consumo energético, Parte I. Revisão de casas confortáveis de baixo consumo energético**. Lisboa: INETI, 2007.

PEREIRA, Silvia Ruzicki ; DUARTE, Carolina de Mesquita ; CUNHA, Eduardo G. da ; KREBS, Lisandra Fachinello ; EITZKE, R. K. ; SILVA, Antônio César Baptista da ; BENINCA, L. . EFEITOS DO SOMBREAMENTO NO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE EDIFICAÇÃO ISOLADA NO SUL DO BRASIL. PARC : Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 7, p. 145-159, 2017.

POUEY, Juliana Al-Alam. **Projeto de edificação residencial unifamiliar para a zona bioclimática 2 com avaliação termo energética por simulação computacional**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, **Lei número 1672, Plano Diretor de Pelotas**. 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, **Lei número 1672, Plano Diretor de Pelotas**. 2008.