

EFEITOS DO SOMBREAMENTO NO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE EDIFICAÇÃO ISOLADA NO SUL DO BRASIL

CAROLINA DE MESQUITA DUARTE¹; EDUARDO GRALA DA CUNHA²

¹Universidade Federal de Pelotas – carolinademesquitaduarte@hotmail.com

²Universidade 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 envoltória, 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

atendendo 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 $0,30 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$. As esquadrias apresentam transmitância térmica de $1,96 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$ para o conjunto do vidro duplo e de $3,633 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$ 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 $\text{kWh/m}^2\text{.ano}$, 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	31,69kWh/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

Analisando 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.