



A INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE EDIFICAÇÃO ISOLADA NA ZONA BICLIOMÁTICA 5

THAISA CARVALHO RODRIGUES¹; EDUARDO GRALA DA CUNHA²

¹Universidade Federal de Pelotas – *thaisa_cr@hotmail.com*

²Universidade Federal de Pelotas – *eduardo.grala@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Em diversos países há a preocupação de minimizar o uso de recursos, sendo assim, buscam meios alternativos de suprir as necessidades energéticas. A União Europeia publicou a diretiva 2010/31/UE estabelecendo metas para os estados membros cumprirem até 2020, com destaque para a criação de novos edifícios, com o nível de consumo energético quase zero (Nearly-Zero Energy Buildings – NZEB) (EPBD, 2010). No Brasil, as iniciativas que visam o aumento do desempenho termoenergético das edificações são as normas de desempenho térmico de edificações NBR 15220 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2013) e regulamentos de eficiência energética RTQ-R (INMETRO, 2012) e RTQ-C (INMETRO, 2009). Conforme Romero (2011), quanto maior for a densificação em um determinado local, menor será a incidência de radiação solar direta e maior o aumento de radiação difusa. Além disso, uma edificação pode ter diferentes comportamentos conforme o meio em que é inserida. Este estudo tem por objetivo avaliar a influência do sombreamento do entorno de uma edificação unifamiliar com elevado isolamento térmico, atendendo ao conceito Passive House e responder à seguinte problemática: o sombreamento excessivo do entorno prejudica o desempenho isolado termicamente na Zona Bioclimática Brasileira 5?

2. METODOLOGIA

Esse trabalho consiste na análise quantitativa dos resultados obtidos através de simulação computacional, em relação a influência de 8 configurações de entorno em uma edificação com elevado isolamento térmico. O método utilizado para sua realização divide-se em cinco 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

A hipótese a ser comprovada no trabalho pressupõe que o sombreamento excessivo do entorno em uma edificação com elevado nível de isolamento térmico localizado na Zona Bioclimática 5 pode maximizar o desempenho termoenergético da edificação.



2.2. SIMULAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DA EDIFICAÇÃO CONSIDERANDO O RTQ-R

Consiste na avaliação do nível de eficiência energética da envoltória da edificação, para verão e inverno, conforme o RTQ-R. Para a apresentação da análise, caracteriza-se o projeto arquitetônico e a envoltória da edificação e, posteriormente, é feita a modelagem e configuração da edificação de acordo com os parâmetros do RTQ-R. Para avaliar a eficiência da envoltória através das simulações no software DesignBuilder versão 3.2.0.073, a edificação foi configurada com o arquivo climático, GOVERNADORVALADARES.epw, referente a zona bioclimática brasileira 5. A temperatura média do solo foi obtida através do programa Slab vinculado ao Energy Plus, conforme os valores médios das temperaturas internas e externas da edificação.

2.3. MODELAGEM DO ENTORNO E ANÁLISE DO RASTREAMENTO DE SOMBRAS

A ocupação dos terrenos foi baseada nas diretrizes gerais do Plano Diretor de Pelotas (Lei nº 1672), em relação aos recuos e largura das vias para a Zona residencial 1. Assim, conforme o plano diretor usou-se 4 metros de recuo de ajardinamento, 2,5m de recuos laterais, 3,5 de recuo de fundos e 16 m de largura da via. Para os edifícios do entorno foram definidos 8 volumetrias diferentes, sem entorno construído, e com 2, 4, 6, 8, 10, 12, e 14 pavimentos, sendo que cada pavimento contabiliza 3 m. Os edifícios periféricos, possuem comprimento de 21,84m, e profundidade de 13,37m, nas configurações seguinte, já que segundo o plano diretor, acima de 24m o recuo de ajardinamento aumenta 1m para cada pavimento que ultrapassa a altura caracterizada.

Foi realizada uma análise do rastreamento de sombras, para saber a influência do entorno na edificação em relação a projeção das sombras, no equinócio e nos solstícios de verão e inverno, nas seguintes horas 09h00 min, 12h00min e às 15h00min. Evidenciando a incidência de sombra sobre a edificação em análise, partindo da sombra própria em entorno físico, posteriormente com entorno de edificações de 2, 4, 6, 8, 10, 12, e 14 pavimentos.

2.4. SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DA RESIDÊNCIA

A configuração ventilada naturalmente 24 horas foi configurado de acordo com os parâmetros do RTQ-R quanto à ocupação, carga interna de equipamentos e densidade de potência de iluminação. Por outro lado, como o objetivo foi o de avaliar o nível de conforto térmico dos ambientes interiores de permanência prolongada, a temperatura do termostato foi ajustada para 25°C, baseado no índice do conforto adaptativo da ASHRAE 55(2010), a temperatura de 25°C foi utilizada como setpoint de abertura das janelas. A partir dos dados de saída de temperaturas operativa interna e temperaturas externas, obtidos nas simulações, que foram calculadas as médias horárias mensais. Com a temperatura média mensal externa obtida, foi possível calcular a temperatura operativa de conforto mês a mês.

Com esses resultados, considerando o limite de conforto para 80% de aceitabilidade, foi possível obter as horas de conforto térmico e as horas de desconforto por frio, considerando os valores abaixo do limite com essa metodologia foi possível obter as horas de conforto térmico do ambiente e



comparar os 8 diferentes casos do entorno, para avaliar qual seria o nível de sombreamento mais adequado para o edifício com elevado nível de isolamento térmico do envelope na zb5.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a simulação do modelo configurado para as condições de ventilação natural segundo o RTQ-R foi possível determinar o nível de eficiência da envoltória. Já com a configuração climatizada artificialmente às 24 horas obteve-se o valor de consumo energético da residência em kWh.ano, e na simulação do modelo ventilado naturalmente 24 horas chegou-se ao nível de conforto térmico adaptativo da edificação. A situação de melhor desempenho termoenergético da edificação foi quando a residência esteve com a configuração de entorno com 8 pavimentos de altura, onde se teve o sombreamento das paredes e parte da cobertura.

A simulação com parâmetros do RTQ-R para uma edificação super-isolada foi realizada para definir o nível de eficiência da residência estudada, obteve-se nível A para todos os compartimentos de permanência prolongada, classificando a edificação como nível A. Com uso de condicionamento de ar 24 horas por dia, percebeu-se, que o maior consumo de energia elétrica foi na configuração sem entorno com 45,08 kWh/m².ano e com entorno de edifícios com 2 pavimentos de altura, com 44,4 kWh/m².ano, ambos com 100% da energia consumida no condicionamento artificial para resfriar o ambiente interno. Enquanto que as configurações que apresentaram menor consumo energético foram o com entorno de 14 pavimentos, com 37,91 kWh/m².ano, e com entorno de 12 pavimentos, com 38,60 kWh/m².ano, apresentando 100% de energia consumida no condicionamento artificial para resfriar o ambiente. Isso ocorre, pois na configuração sem entorno, a residência recebe radiação solar direta sobre as paredes e cobertura em todas as épocas do ano. Assim, como a edificação possui envoltória com elevado nível de isolamento térmico, com transmitância de 0,31 W/(m²k) para parede e transmitância de 0,41 W/(m²k) para cobertura, o fluxo de calor é reduzido e acaba por dificultar a perda de calor no interior da edificação, causando um superaquecimento no ambiente e o aumento do uso de ar condicionado para o resfriamento, obtendo o mesmo resultado para a configuração de entorno com 2 pavimentos. Já a configuração que apresentou menor consumo energético, com entorno de 12 pavimentos, apresentou resultado muito próximo ao do entorno de 14 pavimentos, com diferencial de o primeiro apresentar radiação solar na cobertura durante o ano, enquanto que a segunda configuração não.

Na edificação ventilada naturalmente 24 horas por dia, a situação com entorno de 8 pavimentos apresentou o maior índice de conforto térmico, com 99,22%, as demais configurações apresentaram conforto acima de 97%, sendo o desconforto térmico ocasionado apenas pelo calor.

4. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento da pesquisa, foi possível observar o melhor desempenho termoenergético da edificação, ocorreu quando a mesma esteve sombreada em um entorno de 8 pavimentos. Sendo assim percebeu-se que durante o período de verão o sistema de proteção solar bloqueou a radiação solar direta. No período de inverno, o entorno gera um sombreamento total do plano



vertical, não afetando totalmente a cobertura, plano horizontal, no que diz respeito à radiação solar direta. Nos entornos de 2, 4 e 6 pavimentos a radiação solar direta no plano vertical, gera um aumento da temperatura superficial das paredes, e conseqüente gera um maior desconforto por calor. Quando a edificação esteve sombreada em entorno com 10, 12 e 14 pavimentos, o sombreamento da cobertura, além das paredes, diminuiu a necessidade energética de resfriamento da edificação. Embora a radiação solar direta seja importante para se manter o conforto numa edificação no inverno, sendo esta com um isolamento elevado, a pesquisa mostrou que a que a situação que apresentou maior conforto térmico foi a que esteve com os planos verticais sombreados e metade do plano horizontal, gerando um melhor desempenho termoenergético do envelope. Sendo assim, foi possível entender qual foi a influência do sombreamento da cobertura e das paredes, em uma edificação com elevado nível de isolamento térmico, no âmbito de desempenho termoenergético.

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.

ANSI/ ASHRAE – AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE / AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. Standard 5: **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2010.

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

EPBD (2010) Directive 2010/3/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. **Official Journal. European Union Legislation**, v. 53, n. 153, p. 13-35, 2010.

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.

ROMERO, M. **Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília**. Fórum Patrimônio. v. 4, n.1, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, Lei número 1672, **Plano Diretor de Pelotas. 2008**. Acessado em 14 jun. 2017. Online. Disponível em: http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse_legislacao/leis/1968/Lei_n_1672.pdf