



DESIGN PASSIVO: APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE RESFRIAMENTO DE EDIFICAÇÕES

JOSEMAR BALZ DE LIMA; GUILHERME FAUTH DA SILVA

RESUMO

O aquecimento global ocasionado pelas altas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) desencadeia mudanças no clima global. As previsões para o final do século XXI são extremamente negativas. Na América do Sul, as temperaturas poderão aumentar em até 6° C, enquanto nos dias atuais os extremos climáticos estão cada vez mais severos, resultando em verões mais quentes. Em virtude disso, os edifícios acabam consumindo mais energia com climatização artificial para resfriar os ambientes. Visto que o alto consumo de energia elétrica é um dos grandes responsáveis pelas emissões de dióxido de carbono (CO₂) em escala mundial, o presente trabalho teve como objetivo principal investigar as possibilidades de aplicação de estratégias passivas (naturais) de resfriamento de edificações em um edifício de uso comercial e corporativo planejado para ser implementado em um município de pequeno porte no interior do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Para atender ao objetivo, foi desenvolvido um projeto arquitetônico integrado com estratégias como sombreamento e proteção solar, ventilação natural e estanqueidade. Como resultados, verificou-se que a aplicação dessas estratégias pode proporcionar uma considerável contribuição para a mitigação do consumo energético. No entanto, algumas tendem perder a sua eficácia ao longo dos anos, enquanto outras se tornarão cada vez mais necessárias. Com essa base, foi possível concluir que a sustentabilidade ambiental depende de medidas para minimizar o efeito das ilhas de calor, implementando soluções que consumam menos energia e possam proporcionar melhores condições de conforto ambiental para os usuários, ressaltando a necessidade de adaptar os edifícios às previsões futuras de aumento de temperatura.

Palavras-chave: Aquecimento global; Mudanças climáticas; Proteção solar; Ventilação Natural; Estanqueidade.

1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global vem causando uma série de problemas ambientais nas últimas décadas. Grande parte do aumento de temperatura ocorre devido às emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), especialmente o dióxido de carbono (CO₂). Nobre, Sampaio e Salazar (2009) estimaram que, em diferentes cenários de emissões, a temperatura na América do Sul poderá subir em até 6° C no final do século XXI. No entanto, os efeitos já estão começando a aparecer, resultando no superaquecimento de edifícios mal projetados e, consequentemente, no aumento do consumo de energia. Diante do exposto, é essencial pensar em estratégias de resfriamento natural de edificações, ou seja, que diminuam a demanda por energia para a climatização.

Nesse contexto, surge o termo design passivo. Segundo Gurgel (2021), o design passivo, quando aplicado à arquitetura, permite esfriar ou esquentar as edificações utilizando estratégias naturais, como ventilação cruzada, isolamentos térmicos, entre outros. Liu *et al.* (2020) ressaltam a importância de preparar tanto os edifícios existentes quanto os novos para enfrentar o agravamento das condições climáticas, visto que algumas estratégias passivas têm contribuído para edifícios com consumo de energia quase zero. No entanto, há a necessidade de uma

compreensão detalhada sobre essas estratégias para contribuir com o desenvolvimento de edifícios resilientes que combatam o consumo exacerbado de energia.

Com essa base, a presente pesquisa pretende investigar as possíveis aplicações de estratégias passivas de resfriamento de edificações em um projeto de arquitetura comercial e corporativa planejado para ser implementado em um município de pequeno porte localizado no interior do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto arquitetônico acadêmico seguiu uma abordagem integrada de design passivo para resfriamento, utilizando estratégias como ventilação natural, sombreamento externo, orientação solar otimizada, brises e estanqueidade. Inicialmente, foi realizada uma análise do clima local durante o verão do ano de 2023, que registrou temperaturas superiores aos 30° C na maior parte do período. Durante o desenvolvimento do projeto, aplicou-se, na prática, todo o conhecimento teórico adquirido por meio de consultas a pesquisas disponíveis tanto na literatura nacional quanto internacional, procurando conciliar a necessidade de resfriamento da edificação com os desafios estéticos e funcionais de um edifício de uso corporativo e comercial. Para a representação gráfica das figuras apresentadas na presente pesquisa, foram utilizados os seguintes softwares: SketchUp® para a modelagem 3D; Enscape® para a renderização; e Photoshop® para a diagramação e pós-produção.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Klamt (2024), as fachadas voltadas para oeste recebem a maior incidência solar no Rio Grande do Sul, o que pode causar o superaquecimento das edificações. Por esse motivo, foram implementados brises pivotantes que protegem o volume mais alto do edifício, permitindo que o sol seja bloqueado na fachada oeste. Conforme Cunha (2011), do ponto de vista energético, não há dúvidas quanto à economia de energia no ambiente construído ao utilizar elementos de proteção solar. Além disso, o autor salienta que o tempo de retorno econômico para investimentos em elementos de proteção solar depende de condições específicas, mas é garantido. As figuras 1 e 2 elucidam a volumetria e a composição dos brises no edifício.

Figura 1: Composição formal, volumétrica e estética do edifício projetado.

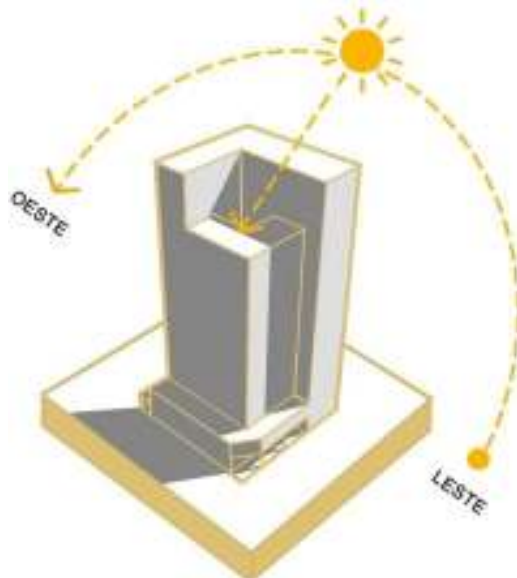


Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que a fachada sul, onde a incidência solar é quase nula, bem como a fachada leste, onde não costuma ser quente devido a incidência solar da manhã, receberam um tratamento em vidro no volume mais baixo. Essa estratégia foi concebida para proporcionar melhores condições de iluminação natural e diminuir o consumo de energia com iluminação artificial. Além disso, o volume mais alto, onde foi implementado os brises de madeira, ajuda

a proteger o bloco envidraçado da insolação direta nas orientações norte e oeste, conforme o diagrama da figura 2. É de senso comum que os brises na fachada sul não possuem função prática, mas foram mantidos por questões estéticas e compositivas.

Figura 2: Diagrama da implementação da estratégia de sombreamento e proteção solar.



Fonte: Elaboração própria.

Outra estratégia passiva adotada foi a ventilação natural. Toledo (2001) e Vieira e Santos (2014) mencionam que essa estratégia possui três funções básicas: a renovação do ar respirável, o conforto térmico dos usuários e o resfriamento da envoltória do edifício. Além disso, Vieira e Santos (2014) relatam que a ventilação natural é ainda mais eficiente quando é cruzada, permitindo que o vento entre por uma determinada abertura em uma direção, e saia por uma abertura no lado oposto. Isso permite a renovação do ar interno e, conseqüentemente, no resfriamento do edifício.

Para a aplicação da ventilação natural, foi projetado um átrio (núcleo) vazio no interior do edifício. Com isso, o ar pode penetrar o empreendimento pelas fachadas e percorrer em direção ao átrio, que possui uma abertura zenital no topo para que o ar possa sair por “efeito chaminé”. Segundo Christmann (2015), esse efeito ocorre devido às diferenças de altura entre as aberturas das construções, pois o ar frio tende a permanecer em alturas mais baixas enquanto o ar quente tende a subir, sendo eliminado no nível superior da edificação. A figura 3 elucida a aplicação dessa estratégia.

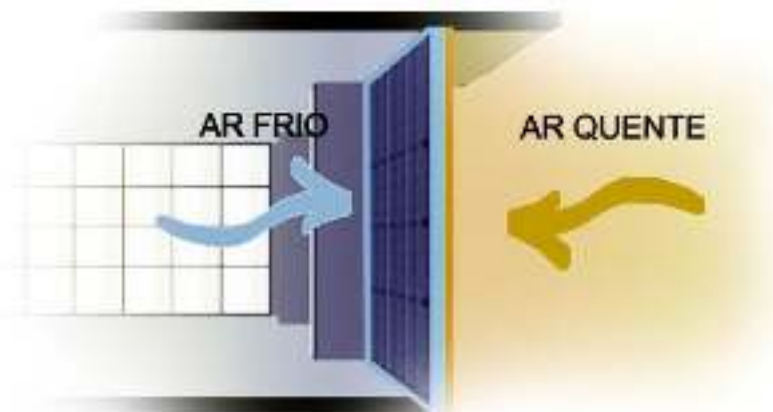
Figura 3: Diagrama da aplicação da estratégia de ventilação natural por efeito chaminé.



Fonte: Elaboração própria.

Ao realizarem uma série de simulações computacionais para avaliar a eficácia de técnicas passivas de resfriamento de edificações, Liu et al. (2020) constataram que houve uma redução de 3,1° C e 3,6 ° C ao implementar esse tipo de estratégias. Além disso, os autores também constataram que, em cenários climáticos futuros, haverá uma redução na eficácia de algumas dessas medidas ao longo do século, especialmente no caso da ventilação natural, que não será mais suficiente para resfriar os edifícios até a década de 2090. Outras estratégias, como a proteção solar passiva, embora tenham um desempenho significativo no resfriamento, também perderão sua eficiência. A estratégia que ganhará uma maior importância será a estanqueidade, tornando-se essencial em edifícios com um aumento no uso de ar condicionado. Com isso, observa-se que, no futuro, os edifícios terão uma maior dependência de sistemas de climatização, sendo necessário pensar em estratégias para o uso eficiente do sistema de ar condicionado. Por esse motivo, foi implementada no projeto uma vedação com vidro duplo e isolamento reforçado para melhorar a estanqueidade. Isso poderá contribuir para manter o ar frio no interior do ambiente por um maior período de tempo e impedir que o ar quente do exterior entre quando os vidros estão fechados, conforme figura 4.

Figura 4: Diagrama do funcionamento da estratégia de estanqueidade:



Fonte: Elaboração própria

Por mais que as estratégias apresentadas contribuam para o resfriamento dos edifícios, é importante salientar que elas devem atuar em conjunto com o comportamento consciente dos usuários. Borghero *et al.* (2023) observaram que esse comportamento desempenha um papel fundamental no consumo de energia. O ajuste manual estratégico de janelas e aberturas pode melhorar significativamente o conforto térmico. Além disso, os diferentes hábitos de cada usuário podem levar a variações significativas na quantidade de energia consumida.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo investigar as possibilidades de aplicação de estratégias de design passivo em uma edificação comercial e corporativa no interior do Estado do Rio Grande do Sul. Através do estudo, ressalta-se a importância de adaptar os edifícios frente às previsões de aumento de temperatura devido às mudanças climáticas. Observou-se que estratégias como sombreamento e ventilação natural possuem um grande potencial para mitigar o consumo de energia, mas tendem a perder sua eficácia ao longo dos anos. No futuro, os edifícios terão uma maior dependência de ar condicionado, tornando a estanqueidade uma estratégia muito importante para manter o ar frio no ambiente interno. Diante da necessidade crescente por climatização, é de suma importância o desenvolvimento de políticas públicas para promover o uso de energias renováveis. Embora o trabalho contribua para a ampliação e compreensão do tema, possui algumas limitações que poderão ser melhor exploradas em

trabalhos futuros, como a avaliação da eficácia dessas estratégias por meio de simulações computacionais.

REFERÊNCIAS

BORGHERO, L.; CLÈRIES, E.; PÉAN, T.; ORTIZ, J.; SALOM, J. Comparing cooling strategies to assess thermal comfort resilience of residential buildings in Barcelona for present and future heatwaves. **Building and Environment**, v. 231, p. 110043, 2023.

CUNHA, E. G. Mitos e verdades sobre o brise-soleil: da estética à eficiência energética. **Arquiteturarevista**, v. 7, n. 1, p. 73 – 80, 2011.

CHRISTMANN, L. L. **Dimensionamento e avaliação do potencial de arrefecimento de edificação de ensino através de ventilação por efeito chaminé em Santa Maria – RS**. 2015, 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

GURGEL, M. **Design Passivo: guia para conhecer, entender e aplicar conforto ambiental com baixo consumo energético**. Editora Senac, São Paulo, 2021.

KLAMT, R. A.; SCHNEIDER, M.; FAURO, D.; JÚNIOR, B. H. Uso do isopainel para controle do conforto térmico em edificações. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 16, n. 1, p. 1 – 13, 2024.

LIU, S.; KWOK, Y. T.; LAU, K. K.; OUYANG, W.; NG, E. Effectiveness of passive design strategies in responding to future climate change for residential buildings in hot and humid Hong Kong. **Energy and Buildings**, v. 228, p. 110469, 2020.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21. In: Hernando Bernal, Carlos H. Sierra y Mario Ângulo. (Org.). **Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible em el siglo XXI**. 1ed. França: Servicio Editorial de la Enesco Etxea, 2009, v. , 9 37 – 60.

VIEIRA, R. D.; SANTOS Í. P. **Estratégias de condicionamento térmico passivo para edificações de clima subtropical – Estado do Rio Grande do Sul**. 2014, 47 f. Monografia (Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.