



## A INFLUÊNCIA DE VENTILADORES DE TETO NA ECONOMIA DE ENERGIA EM UMA EDIFICAÇÃO NZEB.

**MONICA WILGES<sup>1</sup>**; **ANTONIO CÉSAR SILVEIRA BAPTISTA SILVA<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – antoniocesar.sbs@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, em que o aquecimento global e a escassez de recursos naturais têm causado sérias consequências para o planeta, torna-se relevante pensarmos em propostas que façam uso “inteligente” da energia elétrica sem deixar de se preocupar com o conforto dos usuários.

Os dados sobre o aquecimento global em decorrência das emissões globais de carbono são alarmantes. Os documentos e relatórios que mostram esses dados apontam que, se as atividades humanas continuarem como estão, é provável que o aquecimento global atinja 1,5°C até o ano de 2050. Esse aquecimento é provocado pelas intensas emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases de efeito estufa. Os documentos projetam, inclusive, um aumento de emissão de carbono de 44,3% em relação ao nível de 2007.

Explica Azeem (2017) que os edifícios têm uma grande parcela de responsabilidade nessas emissões causadoras do efeito estufa, pois utilizam dois quintos de energia gerada. Na mesma direção Shaikh (2014) afirma que os edifícios consomem anualmente, em torno de 40% da energia mundial e emitem 30% de CO<sub>2</sub>. Percebe-se, assim, que nesse sentido, a construção civil é responsável pela utilização significativa dos recursos naturais e pelo consumo de energia.

A Agência Internacional de Energia (2018) demonstra, através de seus estudos, que o uso de condicionadores de ar é responsável por quase 20% da eletricidade total usada em edifícios em todo o mundo.

A crescente demanda por resfriamento de ambientes também está colocando uma enorme pressão nos sistemas de eletricidade em muitos países, além de aumentar as emissões de CO<sub>2</sub>. Estima-se que até o ano de 2050 o uso de condicionadores para resfriamento mais que triplicará.

Esses dados nos alertam para a importância do consumo consciente e da responsabilidade da gestão de energia.

O somatório do setor público e comercial atinge um consumo de energia de 23,2% (EPE, 2022), sendo aproximadamente 50% deste valor destinado ao condicionamento ambiental (Lamberts, Cândido, De Vecchi, 2014), por isso a grande preocupação no conforto dos usuários juntamente com a economia de energia.

No Brasil, onde o clima prevalece quente e úmido, uma das alternativas de conforto é o uso da velocidade do ar. Essa estratégia aliada a uma maior movimentação do ar permite manter o conforto dos usuários em grande parte do ano e ainda reduzir o consumo de condicionamento artificial. Os ocupantes de ambiente com ventilação natural e modo híbrido de condicionamento aceitam uma maior movimentação do ar (CANDIDO et al., 2010; DE VECCHI et al., 2017; LAMBERTS et al., 2013).

Os estudos de Cândido et al. (2010) e De Vecchi et al. (2013) indicam grande potencial de uso de ventiladores de teto para incremento da satisfação dos

usuários. Nos locais de clima ou período quente, os autores demonstram o potencial de satisfação dos usuários com o uso de ventiladores de teto em salas de aula e escritórios. Já o mesmo não se observa com os ocupantes que vivem em climas secos.

Através do uso de ventiladores e da movimentação do ar, os usuários obtêm uma tolerância de conforto de até 2°C (NICOL 2004). Nota-se a relevância dessa estratégia de conforto com o uso racional do ar-condicionado, possibilitando uma economia energética considerável. Os ventiladores de teto utilizados juntamente com o ar-condicionado proporcionam conforto em uma faixa de temperatura mais ampla, usando menos energia do que apenas o ar-condicionado (MILLER, 2021).

Diante desse cenário, a pesquisa tem como objetivo verificar a influência da utilização da velocidade do ar com o uso de ventiladores de teto na economia de energia em uma edificação através da simulação computacional.

## 2. METODOLOGIA

Para analisar os efeitos no conforto dos usuários, assim como a economia de energia utilizando ventiladores de teto, foi escolhido o programa de simulação *EnergyPlus*, por ser um instrumento disponibilizado de forma gratuita e de ampla utilização por pesquisadores.

O objeto de estudo da pesquisa, é um projeto chamado “Anexo FAUrb”, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas cujo projeto foi selecionado através do edital de chamada pública Procel Edifica – NZEB Brasil lançado pelo Procel/ Eletrobras, para seleção de projetos NZEB. Na definição do edital, NZEB foi definido como edificação de alta eficiência energética com geração distribuída associada, de fonte renovável, que alcança um balanço anual energético próximo a zero (ELETROBRAS, 2019).

A seleção desse projeto decorreu da sua adaptação ao ambiente circundante. Ele foimeticulosamente concebido para aproveitar ao máximo o conforto proporcionado pela sua envoltória, minimizando ao mesmo tempo, a demanda por energia elétrica. Nesse contexto, a análise do impacto da velocidade do ar torna-se especialmente relevante, uma vez que se insere em um projeto que já incorpora os princípios da arquitetura bioclimática.

Dessa forma, é crucial conduzir uma análise de conforto dos usuários da maneira mais adequada possível. Para isso, serão considerados dois métodos de avaliação de conforto como referência: o modelo adaptativo e o analítico.

Na pesquisa realizada por Rupp e Ghisi (2018), onde analisaram o conforto térmico em edificações híbridas e com condicionamento central de ar-condicionado na cidade de Florianópolis/SC, ou seja, um clima subtropical úmido, foi possível concluir que o modelo adaptativo é mais coerente quando o modo ventilação natural está em funcionamento, pois as pessoas tendem a se adaptar a temperatura externa, principalmente com os ajustes de vestimenta. O conforto térmico adaptativo tem como características ampliar o potencial da utilização da ventilação natural, pois os usuários tendem a se adaptarem às condições da temperatura externa e, com isso, amplia o potencial de economia de energia.

Já para o uso do sistema de ar-condicionado, o método analítico de Fanger foi que melhor representou o conforto dos usuários, não demonstrando uma relação da temperatura interna com a externa, indicando assim uma desconectividade com o clima da rua.

Após a identificação dos métodos adequados de conforto para cada etapa da simulação, será realizado a modelagem do prédio selecionado. A pesquisa se deterá em analisar os dados da simulação do prédio com as características reais de projeto juntamente com ventilação híbrida, trocador de calor e condicionamento artificial comparando com a simulação do mesmo modelo adicionando ventiladores de teto e o incremento do set-point do ar-condicionado através do cálculo do PMV e assim comparar economias de energia com essas estratégias. O fluxograma a seguir exemplifica a simulação proposta.

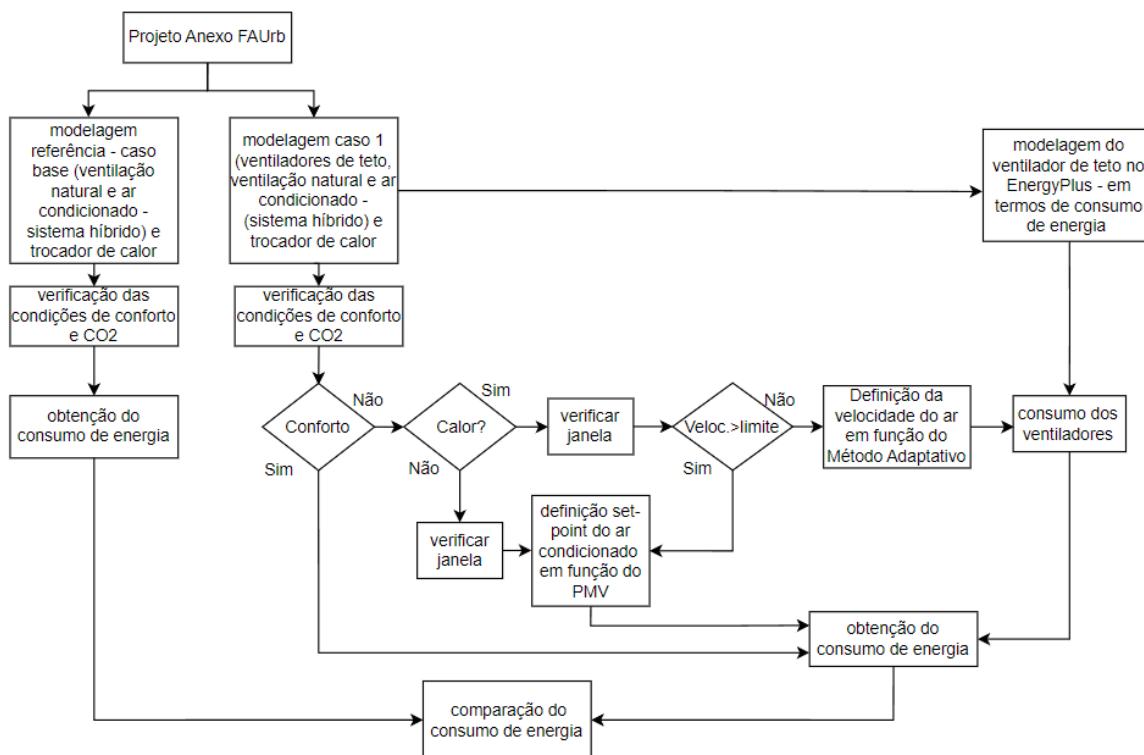


Figura 1 Fluxograma da simulação. Fonte: Autor (2023).

Os limites aceitos para a velocidade do ar apresentam uma grande variabilidade em função, principalmente, do clima e tipo de uso do ambiente. Há uma grande parcela desses estudos que definem o conforto dos usuários em ambientes quente e úmidos com a preferência da alta velocidade do ar, com isso, a pesquisa em questão opta por simular alguns desses limites levando em conta as condições de conforto e a potencial economia de energia.

A relação entre o nível de conforto desejado, a velocidade do ar aceitável e o consumo de energia definem os testes que serão elaborados neste trabalho.

### 3. RESULTADOS ESPERADOS

Atualmente a pesquisa encontra-se em fase de modelagem do prédio definido com suas características no programa *EnergyPlus*. Com a finalização da pesquisa, pretende-se verificar a influência do uso da velocidade do ar no conforto térmico dos usuários e quantificar a economia de energia elétrica gerada pelo uso dessas estratégias quando associadas em condições híbridas de condicionamento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEEM, S; NAEEM, M.A.; WAHEED, A.; THAHEEM, M.J. Examining barriers and measures to promote the adoption of green building practices in Pakistan. **Smart Sustain Built Environment**, 2017.

CÂNDIDO, C.; DE DEAR, R.; LAMBERTS, R. Combined Thermal Acceptability and Air Movement Assessments in a Hot Humid Climate. **Building and Environment**, v. 46, p. 379-385, 2011. DOI:10.1016/j.buildenv.2010.07.032

DE VECCHI, R.; CÂNDIDO, C.; LAMBERTS, R. O efeito da utilização de ventiladores de teto no conforto térmico em salas de aulas com condicionamento híbrido em um local de clima quente e úmido. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 189-202, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético Nacional 2022**: relatório final. Rio de Janeiro, 2022. Acessado em 20 de março de 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>

LAMBERTS, Roberto; CÂNDIDO, Christhina; DE VECCHI, Renata. **Base brasileira de conforto térmico**. 2014. Acessado em 20 de março de 2023. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/projetos/base-brasileira-de-dados-em-conforto-termico>.

MILLER, Dana; RAFTERY, Paul; NAKAJIMA, Mia; SALO, Sonja; GRAHAM, Lindsay T; PEFFER, Therese; DELGADO, Marta; ZHANG, Hui; BRAGER, Gail; DOUGLASS-JAIMES, David; PALIAGA, Gwelen; COHN, Sebastian; GREENE, Mitch; BROOKS, Andy. Cooling energy savings and occupant feedback in a two year retrofit evaluation of 99 automated ceiling fans staged with air conditioning. **Energy and Buildings**. Volume 251, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111319>.

NICOL, J. F. Adaptive Thermal Comfort Standards in the Hot-Humid Tropics. **Energy and Buildings**, v. 36, n. 7, p. 628-637, 2004. DOI: 10.1016/j.enbuild.2004.01.016.

SHAIKH, P.H.; NOR, N.B.M.; NALLAGOWNDEN, P.; ELAMVAZUTHI, I.; IBRAHIM, T. A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 34. P. 409–429, 2014. DOI: 10.1016/j.rser.2014.03.027.

RUPP, R. F.; GHISI, E. Avaliação de modelos preditivos de conforto térmico em escritórios no clima subtropical brasileiro. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 91-107, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000200310>.