XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8907

Análise de estratégias de ventilação natural sobre a taxa de renovação do ar para edificações NZEB no campus Darcy Ribeiro

Nicolly Carollyne Silva Rodrigues
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | nicolly.rodrigues@aluno.unb.br
Endel Lucas de Oliveira Silva
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | silva.endel@aluno.unb.br
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | joaracronemberger@unb.br
Gustavo de Luna Sales
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | gustavoluna@unb.br

Resumo

Este artigo aborda o procedimento de identificação e quantificação de estratégias de aproveitamento da ventilação natural em espaços representativos da sala de aula, espaço de pesquisa e espaço administrativo no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. Por meio da revisão sistemática da literatura, caracterização de modelagem numérica de estudos de caso e parametrização de cenários, foi possível estimar a eficácia de três principais estratégias de aproveitamento da ventilação natural: i) modificação da área de abertura; ii) modificação da orientação da abertura; e iii) inserção de aberturas (ventilação cruzada). Como principais resultados identificou-se que o acréscimo de aberturas pode representar um aumento de até 30 vezes na taxa de renovação do ar, com potencial impacto direto sobre o conforto térmico a eficiência energética.

Palavras-chave: Ventilação Natural. Renovação do Ar. Conforto. Eficiência Energética. Estratégias de Projeto.

Abstract

This article addresses the procedure for identifying and quantifying strategies for harnessing natural ventilation in representative classroom, research, and administrative spaces on the Darcy Ribeiro campus of the University of Brasília. Through a systematic literature review, numerical modeling of case studies, and scenario parameterization, it was possible to estimate the effectiveness of three main natural ventilation strategies: (i) modification of the opening area; (ii) modification of the opening orientation; and (iii) insertion of openings (cross ventilation). The main results indicate that increasing the number of openings can lead to up to a 30-fold increase in the air renewal rate, with potential direct impacts on thermal comfort and energy efficiency.

Keywords: Natural Ventilation. Air Renewal. Comfort. Energy Efficiency. Design Strategies.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento da ventilação natural na arquitetura possui, historicamente, uma estreita relação com o favorecimento da salubridade, do conforto térmico passivo e da consequente eficiência no consumo energético dos edifícios. Os trabalhos acadêmicos sobre os benefícios da utilização da ventilação natural sobre o conforto

térmico em espaços escolares, foco desse artigo, são vastos e tocam os mais diversos climas do planeta. Por exemplo, [1] indicam que a ocorrência de taxas de renovação do ar entre 2,4 e 13,5 (m^3/h) estão relacionadas com aumento de até 28% no conforto percebido em salas de aula na realidade brasileira. Já [2], que fazem uma revisão sistemática sobre o comportamento do usuário em diversas tipologias de edificação, apresentam, dentre outros resultados, a forte tendência do usuário em buscar abrir as janelas como meio intuitivo para a obtenção do conforto em espaços escolares – principalmente em países da Ásia. [3] comprovam que a ventilação natural pode ser utilizada para assegurar o conforto térmico em mais de 50% das horas ocupadas em escolas no Sul da Espanha.

Ao estimar o impacto de aspectos arquitetônicos na renovação do ar interno, é possível definir estratégias de projeto que melhorem o conforto térmico e reduzam o consumo de energia. Para edifícios que buscam qualidade, eficiência e alta sustentabilidade, esse parâmetro é decisivo. Nesse contexto, iniciativas para uma produção e manutenção mais sustentáveis do ambiente construído ganharam destaque na agenda política global após sucessivos choques na oferta de energia (1973, 1979, 2022 e 2026, com a crise do conflito entre EUA e Irã), que elevaram seu custo. A busca por edifícios, sobretudo institucionais, de balanço energético nulo (ZEB – *Zero Energy Building*) ou quase nulo (NZEB – *Nearly Zero Energy Building*) decorre desse cenário, marcado pelo aumento da demanda energética do setor edificatório e pelo encarecimento da oferta [4] [5].

O Brasil atravessa uma fase de reconfiguração de seu marco regulatório de eficiência energética, a qual cria condições para quantificar o desempenho energético e o potencial de mitigação e adaptação do setor de edificações frente aos desafios climáticos. Nesse contexto, as diretrizes nacionais relativas às edificações de energia quase zero (NZEB) e às edificações de energia positiva (EEP) articulam-se ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE Edifica). De acordo com a Resolução CGIEE nº 4/2025 [6], as NZEB são edificações com classificação A na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) e com geração renovável in loco capaz de suprir, no mínimo, 50% da demanda anual de energia primária.

Na região Centro-Oeste, o Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (LACAM/FAU/UnB) está desenvolvendo o projeto de pesquisa “Cenários e propostas para eficiência energética em edifícios e campus de balanço energético nulo”, financiado pela FAP/DF e CNPq. Neste projeto, o objetivo geral é comprovar o desempenho das estratégias projetuais e tecnológicas para edifícios NZEB adequadas ao clima tropical de altitude, através do estudo de caso do edifício demonstrativo LabZero/UnB. Assim, propõe a construção de cenários para conversão do parque construído do campus Universitário Darcy Ribeiro em Distrito de Balanço Energético Nulo (*Zero Energy District - ZED*), através da extrapolação da experiência otimizada do estudo de caso do LabZero.

O objetivo deste artigo é apresentar o estudo e a quantificação dos impactos de estratégias projetuais para o aproveitamento de ventilação natural sobre a taxa de

renovação de ar (m³/h) em ambientes representativos de três categorias de uso: salas de aula (SA), espaços de pesquisa (EP) e espaços administrativos (EA). Como estudo de caso, foram utilizados os edifícios do LabZero, Bloco de Salas de Aula Norte (BSAN) e Instituto de Ciência Política (IPOL). Esta pesquisa possui rebatimentos no mapeamento de estratégias de projeto, com foco na ventilação natural, que possam ser estendidas para outros edifícios do campus da UnB apara auxiliar na conversão do parque construído do campus em Distrito de Balanço Energético Nulo (*ZED*).

MÉTODO

O método para o desenvolvimento da pesquisa está dividido em três momentos: i) revisão da literatura; ii) caracterização dos estudos de caso para a identificação de ambientes representativos de salas de aula (SA), espaços de pesquisa (EP) e espaços administrativos (EA); iii) quantificação da influência dos aspectos mais relevantes identificados na literatura sobre os cenários estabelecidos.

LEVANTAMENTO TEÓRICO

Como recortes para o levantamento teórico foram definidos: a) pesquisas publicadas na base *Scopus* entre 2015 e 2025; b) pesquisas publicadas no Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído entre 2019 e 2025; c) pesquisas encontradas pelas palavras-chave, em português e inglês: ventilação natural; conforto térmico; eficiência energética; edificações escolares e comerciais; ZEB e NZEB. A revisão da literatura foi adaptada do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020). Os itens levantados são apresentados na Tabela 1. O levantamento fundamentou a identificação das estratégias projetuais relevantes e viáveis para o aproveitamento da ventilação natural em edificações ZEB ou NZEB.

Tabela 1: Itens levantados na revisão da literatura

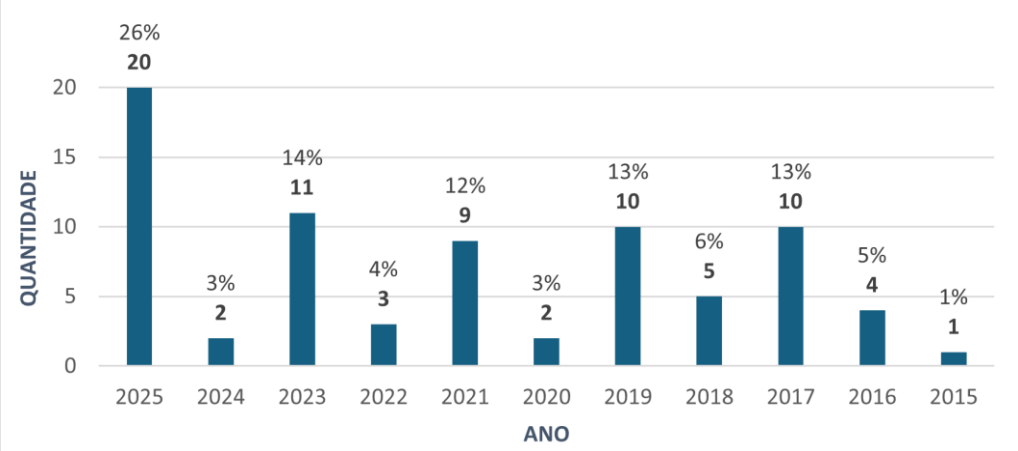
Itens	**Informações**
Data da Busca	Data de coleta do trabalho
Palavras-Chave	Palavras-chave utilizadas para encontrar o trabalho
Título, Autor(es) e Ano de Publicação	-
Nome da revista/congresso	Título da revista ou congresso onde o trabalho foi publicado
Resumo	Analisar o resumo e verificar seu alinhamento com a pesquisa
Métodos Utilizados	Analisar os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho
Resultados obtidos	Analisar os resultados obtidos
Dados ou diretrizes identificados(as)	Identificar as diretrizes e/ou dados que possam alimentar o desenvolvimento de cenários para a pesquisa
Estratégias de ventilação possíveis de utilização nos estudos de caso	Agrupamento e verificação da compatibilidade e viabilidade de aplicação tendo em vista a realidade da UnB e o método de quantificação a ser utilizados na pesquisa.

Fonte: Autores.

Foram levantados 77 trabalhos relacionados com as palavras-chave estabelecidas, sendo 42 (55%) identificados na plataforma *Scopus* e 35 (45%) nos anais dos ENCAC's. Observou-se uma tendência de aumento nos últimos 10 anos da publicação de temas com esse escopo, saltando de uma média de 32 trabalhos nos cinco primeiros anos para 45 nos últimos cinco (Gráfico 1). Após análise dos dados, os trabalhos foram

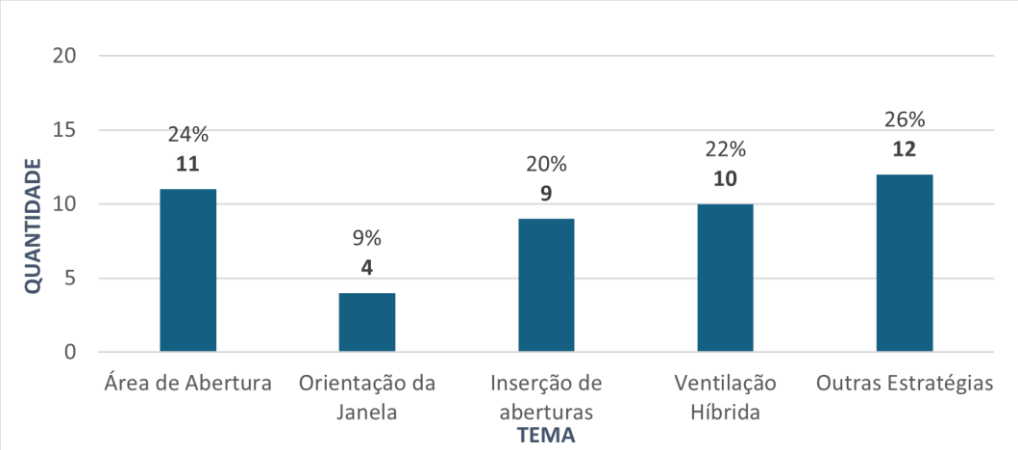
agrupados por tipo de estratégia de ventilação natural sendo descartados trabalhos com enfoque puramente teórico e de desenvolvimento de métodos. O agrupamento realizado é apresentado pelo Gráfico 2.

Gráfico 1: Número de artigos levantados pela pesquisa por ano de publicação



Fonte: Autores.

Gráfico 2 – Agrupamento dos trabalhos levantados por tipo estratégia de ventilação natural abordada.



Fonte: Autores.

Destaca-se que estratégias relacionadas com a “ventilação híbrida” apresentaram um peso importante na publicação de trabalhos nos últimos cinco anos, sendo agrupada em um tipo específico de estratégia. Além disso, a utilização de ventilação por efeito chaminé, por sistemas de resfriamento por dutos etc. também foram agrupadas em um grupo específico - “outros”. As estratégias agrupadas em “ventilação híbrida” e “outros”, foram consideradas, para efeito dessa pesquisa, como inviáveis para análise e/ou implementação. Isso decorre da falta de informação quanto aos diversos sistemas de ventilação mecânica presentes na UnB bem como da falta de sensibilidade de cálculo dentro do modelo numérico estabelecido para o presente artigo. Assim, as estratégias de ventilação natural identificadas como viáveis para a implementação e com possibilidade de quantificação foram: i) modificação da área de abertura; ii)

inserção de novas aberturas (ventilação cruzada); iii) alteração na orientação das aberturas.

CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Como edificações representativas na UnB para (SA), (EP) e (EA), foram selecionados os prédios do LabZero, do Bloco de Salas de Aula Norte (BSAN) e do Instituto de Ciência Política (IPOL), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Vista geral do LabZero (esquerda), BSAN (centro) e IPOL (direita).



Fonte: [7] [8].

Concebido para ser um edifício demonstrativo de edifícios de balanço energético nulo, o LabZero conta com estratégias ativas e passivas, tais como forma pouco profunda, com as maiores fachadas orientadas a Norte-Sul, proteção solar nas janelas, envoltória isolada e cores claras [7]. Projetado em 2015 como modelo replicável nos *campi* da instituição, o edifício BSAN tem forma retangular, implantado no eixo Norte-Sul. Seus dois pavimentos estão distribuídos ao redor de um pátio interno, para o qual se abrem as circulações internas. Já o IPOL, edificado em 2014, tem forma retangular alongada com idêntica orientação, dois andares desenvolvidos em volta de três pátios internos. Ambos apresentam *brises* horizontais e cobogós [7] (Tabela 2 e Figura 2).

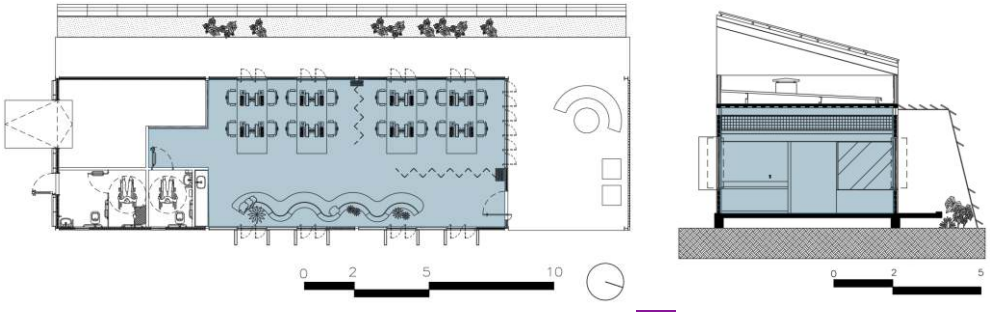
Tabela 2: Características dos edifícios.

Edifício	Área (m²)	Pé direito (m)	Tipo de aberturas
LabZERO	76,32	3,60	8 aberturas pivotantes (EA1 - 2 folhas); 1,20 x 1,80 m; peitoril 0,80 m; orientação norte e sul. 1 abertura pivotante (EA2 - 6 folhas); 3,50 x 1,80 m; peitoril 0,80 m; orientação leste (entrada).
BSAN	130,12	2,80 (Térreo)	1 abertura pivotante+ fixa + venezianas; 9,60 x 2,53 m; peitoril 1,10 m; orientação oeste.
		3,20 (Superior)	1 abertura pivotante + fixa + venezianas; 9,60 x 3,23 m; peitoril 5,00 m; orientação oeste.
IPOL	15,60	2,75	1 abertura pivotante + fixa + basculante; 2,40 x 1,65 m; peitoril 5,20 m; orientação oeste (entrada). 1 abertura basculante alta; 2,40 x 0,66 m; peitoril 2,10 m; orientação leste.

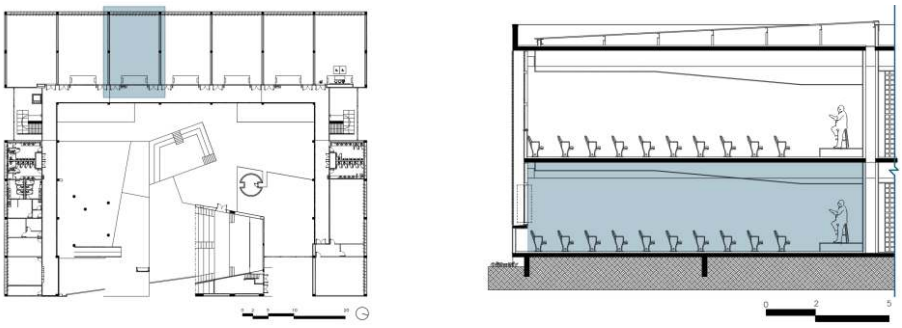
Fonte: Autores.

Figura 2 – Plantas baixas dos estudos de caso com a indicação dos ambientes representativos selecionados.

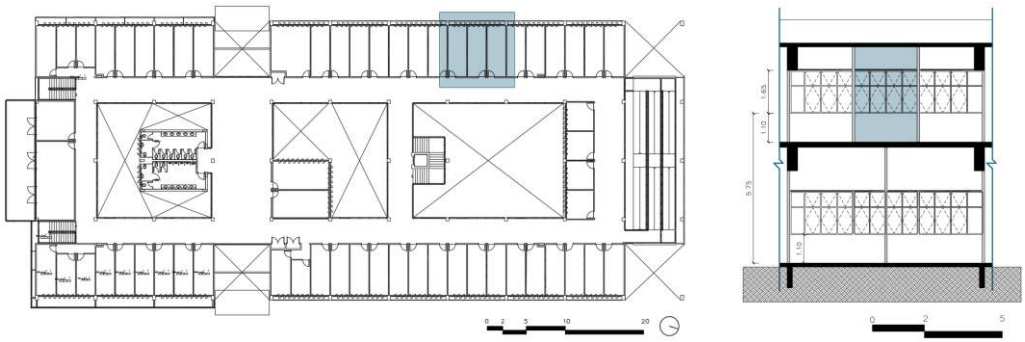
a) EP - LabZero



b) SA - BSAN



c) EA - IPOL



Fonte: [7] [8].

CÁLCULOS DE VENTILAÇÃO NATURAL E CENÁRIOS DE ANÁLISE

Para o cálculo da taxa de renovação de ar (m³/h) proporcionada pela ventilação natural foram utilizadas as equações 1, 2 e 3 sugeridas por [9]. Foi utilizada a norma americana ASHREA 62.1 [10] para a identificação dos parâmetros referentes às taxas de renovação de ar adequadas à espaços de ensino e escritórios, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Taxas de renovação do ar mínimas recomendadas por tipo de ambiente.

Espaços Representativos	Renovações de ar por pessoa ASHRAE 62.1 (cfm)	Renovações de ar por pessoa (m³/h)	Estimativa de ocupação	Taxa de renovação de ar / pelo volume dos espaços (m³/h)
SA	10	17	106 pessoas	5
EP	5	8,5	16 pessoas	0,37
EA	5	8,5	8 pessoas	1,6

Fonte: adaptado de ASHRAE Standard 62.1 (2022-2025) [10].

(Equação 1)

Onde:
n= renovação de ar por hora
Q – fluxo de ar (m³/s)

v – volume do recinto (m³)

(Equação 2)

$$Q_u = 0{,}025.A.V \quad \text{ou} \quad Q_m = 0{,}6.A_J.V.\sqrt{\Delta C_P}$$

Onde:
Qu – fluxo de ar por ventilação unilateral (m³/s)
Qm – fluxo de ar por ventilação multilateral (m³/s)
A – área de abertura efetiva (m²)
Aj – área equivalente de abertura efetiva (m²)
V – velocidade do vento na altura da abertura de entrada do ar (m/s)
ΔCp – coeficiente de pressão do vento

(Equação 3)

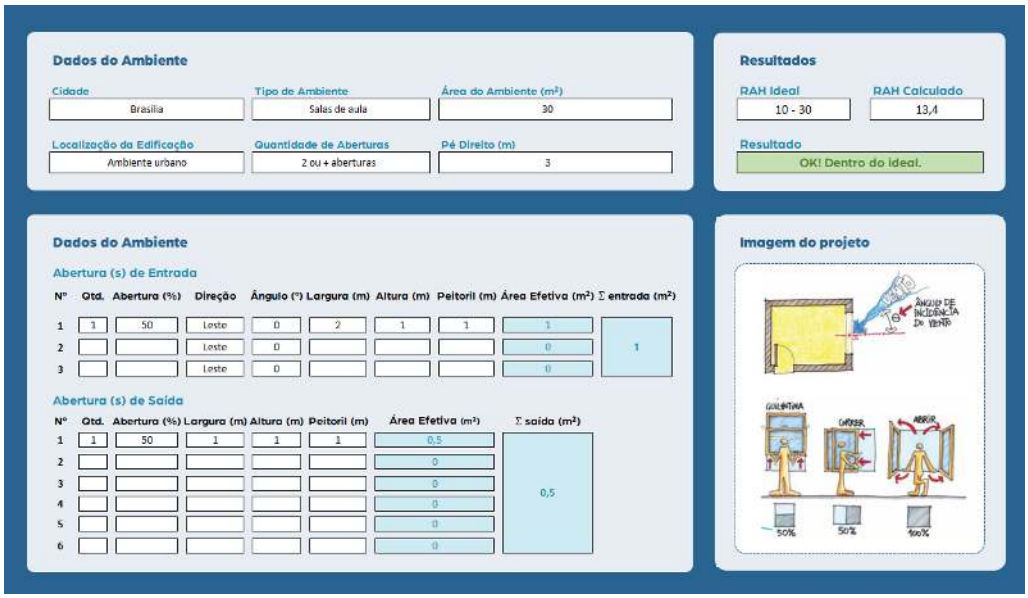
Onde:
Vm – velocidade média do vento
k e a – fatores de correção tabelados de acordo com a rugosidade do local
z – altura da abertura em relação ao solo

As variáveis *Aj*, *V,* ***Δ****Cp* e os fatores de correções *a* e *z* foram calculadas conforme procedimento indicado por [9]. As equações foram inseridas em uma planilha eletrônica no programa *Microsoft Excel* para automatizar o processo de quantificação da influência dos cenários estabelecidos sobre a renovação de ar permitindo a análise paramétrica dos cenários definidos. A planilha foi configurada para integrar, de forma sistematizada, os seguintes parâmetros de entrada: cidade, tipo de ambiente, área do ambiente, pé-direito e localização do edifício; além de variáveis relacionadas às aberturas, como quantidade total de aberturas, aberturas de entrada (quantidade, percentual de abertura, direção do vento predominante, ângulo de incidência do vento, largura, altura e altura de peitoril) e aberturas de saída (quantidade, percentual de abertura, largura, altura e altura de peitoril).

Com base nos valores calculados da taxa de renovação de ar (n), a planilha também realiza um diagnóstico preliminar de desempenho, comparando os resultados com os valores de referência estabelecidos para o tipo de ambiente analisado (citados na Tabela 3). Por fim, a ferramenta gera gráficos automaticamente, facilitando a visualização dos resultados e a comparação entre os diferentes cenários analisados. Os dados de velocidade e direção dos ventos utilizados nas simulações foram obtidos por meio do *software* SOL-AR, considerando as condições climáticas da cidade de Brasília. Esses dados foram incorporados à planilha de forma a representar as condições reais de ventilação natural da cidade.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8907

Figura 3 – Demonstrativo da planilha de cálculos



Fonte: Autores.

Assim, para a análise da taxa de renovação de ar (n), foram definidos cenários apresentados na Tabela 4 para as variáveis de; a) tamanho das aberturas, b) orientação das aberturas de entrada e c) a quantidade de aberturas (inserção de novas aberturas). A partir dessas diretrizes teóricas, estruturaram-se diferentes cenários com o objetivo de compreender o impacto dessas variáveis no desempenho da ventilação natural em ambientes internos. A Tabela 4 indica os cenários estabelecidos para os três estudos de caso.

Tabela 4 – Cenários estabelecidos para os três estudos de caso.

a. Percentual de abertura considerados nos cenários (%)								
C(-50)	C(-30)	C(-20)	C(-10)	C(atual)	C(+10)	C(+20)	C(+30)	C(+50)
b. Azimutes considerados nos cenários de orientação das aberturas de entrada do ar								
225°	270°	315°	0°	45°	90°	135°	180°	
c. Inserção de aberturas								
Apenas uma abertura			Abertura + Bandeira Ventilada na Porta			Janela Alta + Bandeira Ventilada na Porta		

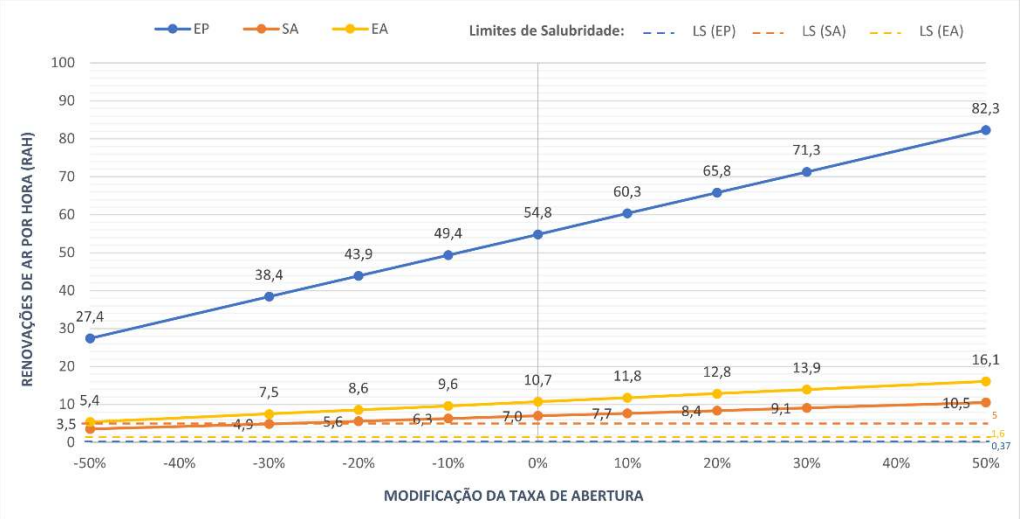
Fonte: Autores.

Para os espaços representativos com ventilação unilateral (BSAN e IPOL), foram propostos cenários adicionais visando simular melhorias no desempenho da ventilação. O primeiro consistiu na inserção de bandeiras ventiladas nas portas de acesso, favorecendo a exaustão do ar. O segundo cenário incorporou, além da bandeira, a adição de uma abertura superior voltada para o interior do edifício, configurando uma condição de ventilação cruzada induzida. Esses cenários permitiram avaliar o potencial de estratégias passivas simples na melhoria da qualidade do ar interno. No caso do edifício LabZero (EP), foram simuladas situações com redução da quantidade de aberturas existentes, com o objetivo didático de demonstrar a influência direta da área de ventilação, quantidade de aberturas e estratégia de ventilação (unilateral ou cruzada) no desempenho da renovação de ar, mesmo em uma edificação originalmente otimizada.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Conforme apresentado na Figura 4, o percentual de aberturas do C_{atual} das salas representativas de espaços (SA, EP e EA) apresentaram, respectivamente, 7,0m³/h, 10,7m³/h e 54,8m³/h de taxa de renovação de ar por volume dos espaços. Esses resultados indicam que para o espaço de salas de aula (SA), a situação atual está próxima do mínimo de 5m³/h recomendado para assegurar a salubridade segundo a ASHRAE 62.1. Além disso, em cenários de redução de 30% a 50% desse percentual de abertura, a taxa de renovação ficaria abaixo do mínimo em termos de salubridade. Por outro lado, no caso do ambiente administrativo (EA) e espaço de pesquisa (EP), a taxa de renovação está muito acima do limite mínimo – respectivamente 10 vezes e 148 vezes maior – com claro potencial de favorecer a salubridade e o conforto térmico.

Figura 4 – Resultados para Influência do percentual da área da abertura efetiva sobre o %(n)

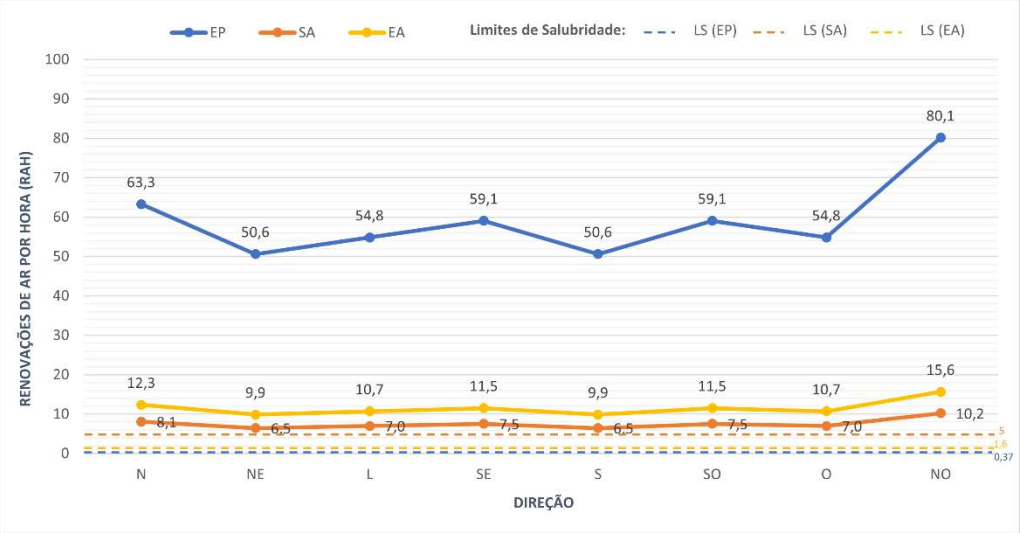


Fonte: Elaboração própria (2026).

Observa-se, ainda, que o aumento da taxa de renovação do ar para os espaços de AS, EA e EP possuem uma sensibilidade percentual linear para a estratégia de aumento do percentual de aberturas. Considerando, por exemplo, um possível aumento de 50% na área de abertura, percebe-se um aumento de aproximadamente 51% na taxa de renovação.

A Figura 5 apresenta a influência do azimute das aberturas de entrada do ar sobre a taxa de renovação do ar dos cenários atuais $C_{(atual)}$ dos espaços representativos. Foi identificado que, para o clima de Brasília, o azimute Noroeste (NO) possibilita o maior aumento do (n) – aumento de 60% em comparação aos azimutes Nordeste (NE) e Sul (S) para todos os ambientes. A segunda melhor opção para o azimute das aberturas de entrada do ar é a orientação Norte(N) apresentando um aumento de 25% em comparação os azimutes NE e S.

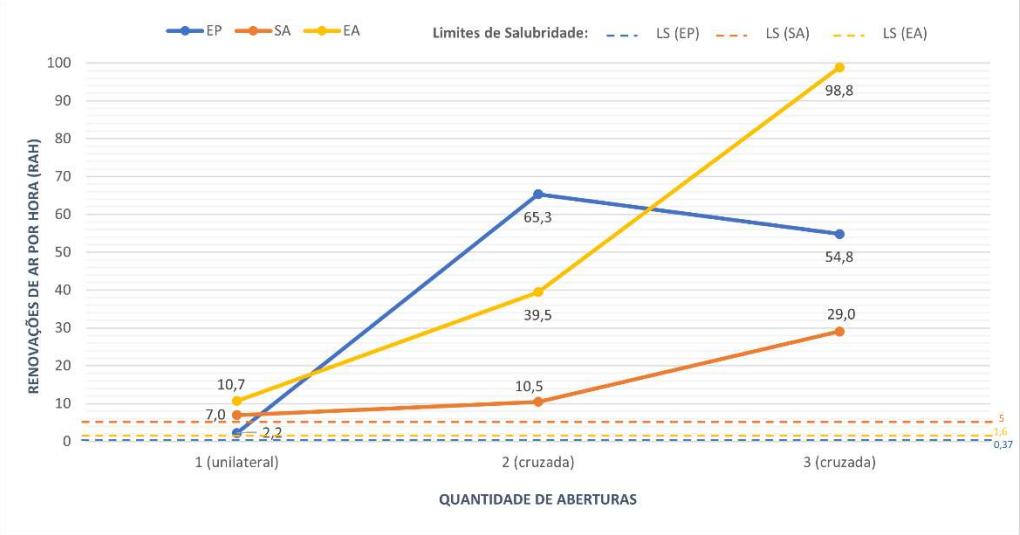
Figura 5 – Resultados para Influência da orientação das aberturas (azimute)



Fonte: Elaboração própria (2026).

Quanto à influência da variação da quantidade de aberturas, Figura 6, os resultados indicam que os ambientes com aberturas unilaterais apresentam (n) próximo do limite mínimo recomendado. Ao inserir uma segunda abertura, os ambientes (EA) e (EP) apresentam aumento de 3,5 e 30 vezes respectivamente. Enquanto a (SA) apresentou um aumento de 1,4 vezes. Quando a ventilação unilateral é comparada com a ventilação multilateral (com 3 aberturas) o ambiente com menor desempenho (SA) apresenta um aumento de 4 vezes o valor de (n) – saindo de 7,0 para 29m³/h.

Figura 6 – Resultados para Influência de variação da quantidade de aberturas



Fonte: Elaboração própria (2026).

O EP, apresentou taxas de renovação de ar muito acima da mínima recomendada pela normativa em todos os cenários simulados. Quanto aos outros ambientes, das três estratégias testadas, a que mais parece favorecer a salubridade e potencialmente influenciar positivamente o conforto térmico foi aumentar o número de aberturas para permitir a ventilação cruzada. Quanto à orientação das aberturas, a taxa de renovação apresentou alterações significativas para a orientação (NO). No entanto, a

escolha do azimute das aberturas nem sempre é uma variável a escolha do projetista. Assim, como segunda melhor alternativa, por fim, foi o aumento do percentual de abertura que pode aumentar o valor (n) proporcionalmente. Os resultados explicitam uma série de combinações de estratégias passivas de ventilação natural que poderiam ser exploradas na replicação de projetos pelos vários *campi* da instituição, de maneira a promover a salubridade e o conforto térmico dos usuários.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primordialmente, aos professores orientadores Doutor Gustavo de Luna Sales e Doutora Joara Cronemberger Ribeiro Silva, pela orientação, apoio e contribuições fundamentais ao longo do desenvolvimento desta pesquisa. Agradecemos, também, à Universidade de Brasília (UnB), à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-UnB) e ao Laboratório de Sustentabilidade aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo (LaSUS), pelo suporte institucional e pelo fornecimento dos dados necessários às análises apresentadas neste artigo, bem como ao Programa de Iniciação Científica (ProIC) da UnB, por meio do Edital do Programa de Iniciação Científica 2025-2026, pelo incentivo à realização desta pesquisa.

Agradecemos, ainda, ao projeto ESCOLAB: Laboratório de Inovação em Projeto, Tecnologia e Sustentabilidade em Escolas no Contexto Brasileiro, desenvolvido pela FAU/UnB e financiado pela Finatec, pela concessão da bolsa de pesquisa que viabilizou a realização deste trabalho, desenvolvido em paralelo às demais atividades do projeto. Agradecemos, por fim, ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG) da UnB, pelo subsídio concedido por meio do Edital DEG/DAIA Nº 50/2025 de Apoio à Participação de Estudantes de Graduação em Eventos no Brasil ou no Exterior, que viabilizou nossa participação e a submissão deste trabalho no XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (2026).

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] OLIVEIRA, M.; CARLO, J. **Avaliação de conforto térmico e renovação de ar em ambientes com chaminés solares**. Ambiente Construído, v. 21, n. 1, p. 293–314, 2020.

[2] ARSAD, F.; HOD, R.; AHMAD, N.; BAHAROM, M.; JA'AFAR, M. **Assessment of indoor thermal comfort temperature and related behavioral adaptations: systematic review**. Environmental Science and Pollution Research, v. 30, p. 73137-73149, 2023.

[3] ESCANDÓN, R.; CALAMA-GONZÁLEZ, C.M.; SUÁREZ, R. **Experimental assessment of the interaction between indoor air quality and thermal comfort in naturally ventilated secondary classrooms in southern Spain.** Case studies in thermal engineering, v. 72, art. 106335, Elsevier, 2025.

[4] GELLER, H. **A Revolução Energética – políticas para um futuro sustentável**. 1.ed., Rio de Janeiro: Relumi Demurá, 2009.

[5] CALBER, B. **Architecture: From Prehistory to Climate Emergency**. London: Pelican Books, 2022. E-book.

[6] BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resolução CGIEE Nº 4, de 26 de Setembro de 2025**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia - MME, 2025.

[7] AMORIM, C. N.D.; CRONEMBERGER, J.; BAUCHSPIESS, A.; EGITO, M. A.; SOUSA, J. A. B.; Silva, C. F. ; SEKEFF, A. ; Pimenta, J. M. D. ; SOARES, M. T. B. **Anexo VI - Relatório Técnico de Projeto de Pesquisa**. Brasília, DF: UnB, 2024 (Relatório de pesquisa).

[8] GÓES, T. ; MEDEIROS, A. D. ; FARIA, R. C. A. ; CRONEMBERGER, J. ; AMORIM, C. N. D. ; Silva, C. F. . LABZERO|UNB: **Simulação Para O Desempenho De Edifício De Balanço Energético Nulo em Brasília**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, Palmas: ANTAC, 2021.

[9] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Rio de Janeiro: Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL, 2014.

[10] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE; AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS.ANSI/ASHRAE. **Standard 62.1-2022: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality**. Atlanta: ASHRAE, 2022.