

Nº 179931

**Estudo de ventilação para diferentes configurações de aberturas
no Santuário Nacional de Aparecida**

Eliane Hayashi Suzuki
Fúlvio Vittorino

*Pôster apresentado na Palestra
do CONGRESSO DE
MODELAGEM, SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL E IA DO
IPT, 2025, São Paulo. 1 slide.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT,
apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar
relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**



ESTUDO DE VENTILAÇÃO PARA DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE ABERTURAS NO SANTUÁRIO NACIONAL DE APARECIDA

Eliane Hayashi Suzuki¹, Fulvio Vittorino¹

¹ Laboratório de Conforto Ambiental (LCAP) - Habitação e Edificações (HE) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)

Introdução

Garantir o conforto térmico em espaços em que há uma elevada ocupação em um intervalo de tempo específico, é um desafio operacional para o sistema de climatização. No caso de locais onde são realizados cultos, como o Santuário Nacional de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, cuja capacidade é de até 45.000 pessoas [1], este desafio é particularmente maior.

Objetivos

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes geometrias de abertura para as janelas laterais do térreo da basílica, considerando a necessidade de trocar os atuais cobogós por vitrais e manter taxas de ventilação natural suficientes para garantir condições adequadas, mesmo em momentos com uma alta densidade de pessoas em seu interior.

Metodologia

O trabalho consistiu na realização de medições *in loco* e na realização de simulações computacionais para o dimensionamento das aberturas para ventilação e na verificação de seu impacto sobre a temperatura do ar na zona ocupada por pessoas durante a realização de cultos.

Caso de estudo

O Santuário de Nossa Senhora Aparecida é constituído de um andar de subsolo que possui lojas e área de alimentação, um andar térreo onde se localizam o altar central, sacristia e capelas, e um mezanino com áreas técnicas. Para simulação, foram considerados os modelos da janela atual, com cobogós, e as variações de geometria considerando vitrais com básculas inclinadas, bem como a verificação da temperatura do ar no interior da basílica em diferentes condições de ocupação.

Medições in loco

As medições foram realizadas em setembro de 2024, em que a temperatura máxima do ar externo atingiu 32° C e a ocupação de pessoas era baixa. Foram coletados parâmetros de velocidade do ar (para calibrar os diferenciais de pressão), temperatura do ar e temperatura de superfície (para uma pré-avaliação das condições de conforto no interior da edificação).

Modelagem

Para o estudo da ventilação, foi realizada a modelagem somente da seção da janela, utilizando o programa Fire Dynamic Simulation (FDS) v.6 [2] e a visualização no SmokeView (SMV). Para o estudo de conforto térmico, realizou-se uma modelagem 3D da nave oeste da edificação no SketchUp 2023 (Figura 1b) e a simulação térmica no programa EnergyPlus v.24.1 [3]. A Figura 1a destaca as malhas adotadas no modelo do FDS-SMV, sendo considerada uma malha fina na janela e uma malha mais grossa em regiões distantes desta. A Figura 1c apresenta o cobogó atualmente existente.

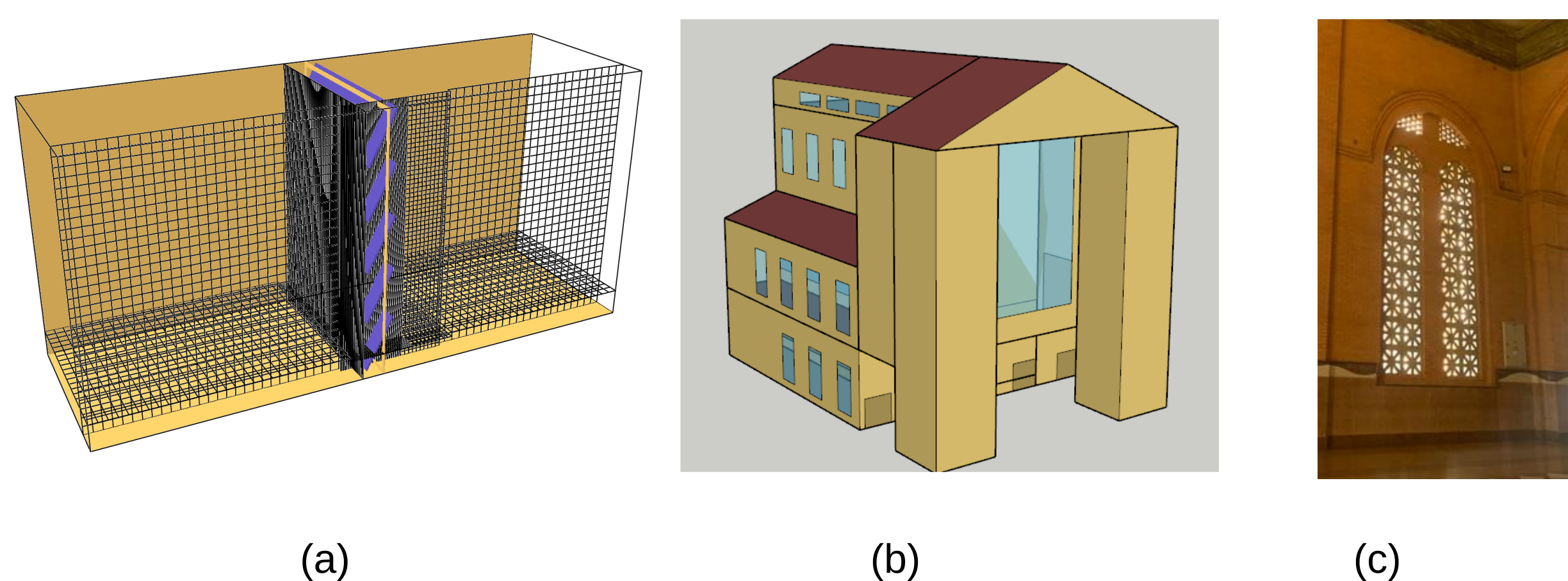


Figura 1: (a) Modelo do FDS-SMV com detalhe para as malhas, (b) modelo do SketchUp para o EnergyPlus e (c) configuração atual dos cobogós

Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta os resultados de escoamento de ar através da janela considerando tanto a geometria atual, quanto as geometrias propostas, a partir da visualização do *slice* de velocidade do ar. Em todos os casos, a velocidade variou de 0,4 a aproximadamente 4 m/s.

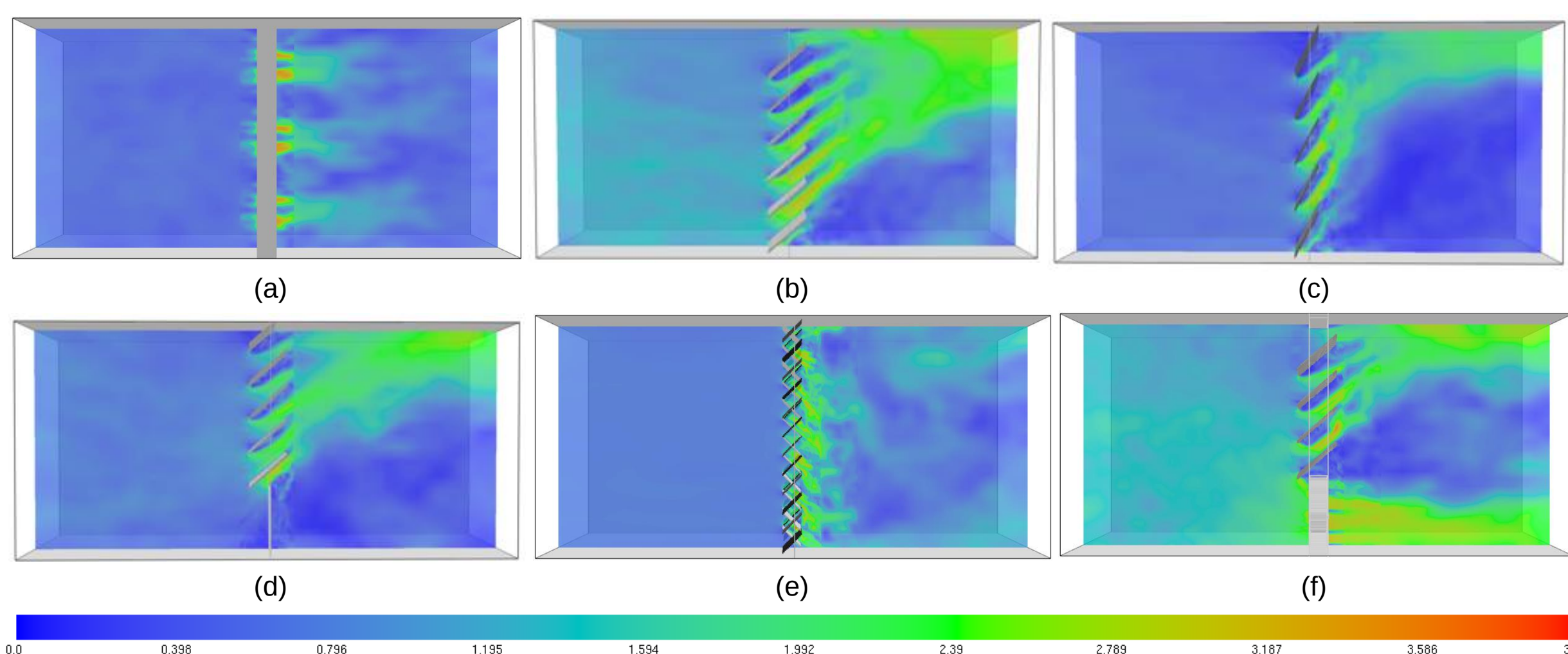


Figura 2: Velocidade do ar (m/s) para: (a) cobogós, (b) lâminas paralelas a 40°, (c) lâminas paralelas a 60°, (d) lâminas a 40° com bandeira fixa, (e) lâminas intercaladas a 45° e (f) lâminas a 40° e cobogó na parte inferior.

A Figura 3a mostra os correspondentes resultados de vazão de ar, sendo que nos primeiros instantes, os valores representam a evolução do processo de convergência numérica.

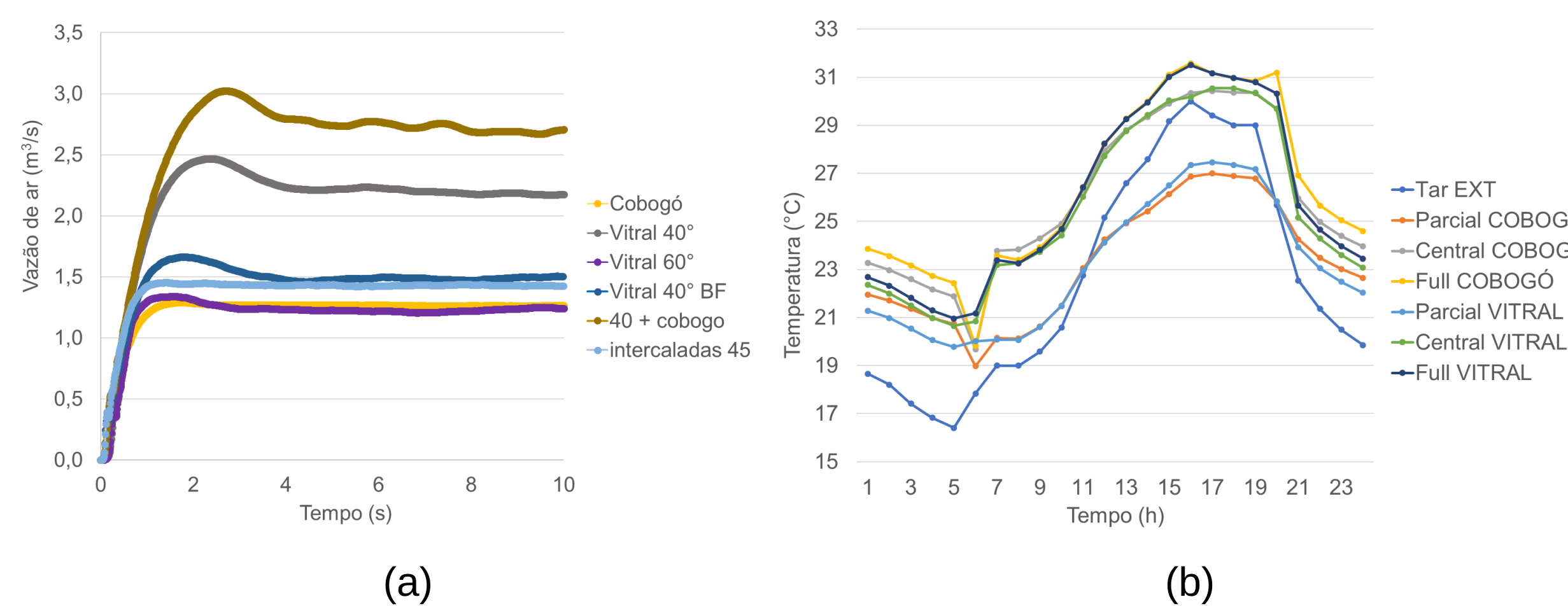


Figura 3: (a) Vazão de ar das diferentes geometrias de janela e (b) Temperatura do a interior considerando janela com cobogó e a janela com vitral para diferentes níveis de ocupação

Para a avaliação do conforto térmico, foram consideradas as janelas atuais e a janela com a configuração de vitral com lâminas a 40° e cobogó na parte inferior (Figura 2f), para três cenários de ocupação, sendo parcial (16 m²/pessoa – dia de semana normal de visitação), central (2 pessoas/m² – ocupação plena de pessoas sentadas) e *full* (2 pessoas/m² na área central e 4 pessoas/m² nas laterais – ocupação plena de pessoas sentadas na área central e pessoas em pé nas laterais). A Figura 3b mostra os resultados de temperatura do ar na zona ocupada, em que se observa pouca diferença de temperatura entre estes dois tipos de janela para uma mesma densidade de ocupação.

Conclusões

Verificou-se que o uso de uma solução com vitrais inclinados a 40° combinados com cobogós na região mais baixa da janela produzem taxas de renovação e circulação de ar sobre o corpo dos ocupantes similares ao que se tem hoje, com as fachadas usando apenas o cobogó. Nessa alternativa, de vitral, as condições de conforto térmico futuras serão equivalentes à situação atual, o que não seria conseguido com as outras alternativas analisadas.

Destaca-se que nesses edifícios pouco convencionais, o uso de mais de uma ferramenta de simulação permite a realização de análises mais detalhadas e abrangentes

Referências

- [1] Prefeitura de Aparecida. Santuário Nacional. Disponível em: <https://www.aparecida.sp.gov.br/porta/turismo/0/9/2696/santuari-o-nacional>. Acesso em set. 2025.
- [2] MCGRATTAN, K. et al. Fire Dynamic Simulator User's guide. NIST Special Publication 1019. 6th ed. NIST, 2024.
- [3] U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Input Output Reference. EnergyPlus Version 24.1.0 Documentation, 2024.