

**CONSTRU  
METAL**  
2023

**2 1 s e t**  
8 h - 21 h  
allianz parque  
são paulo - sp

# CONTRIBUIÇÕES TECNOCIENTÍFICAS

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOÇÃO

**Francal Feiras** DESDE 1969

**ESTUDO COMPARATIVO DE CARREGAMENTO QUASI-ESTÁTICO  
DE VENTO  
SOBRE A COBERTURA DE UM GALPÃO ATRAVÉS DE MÉTODO  
TRANSIENTE DE FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL**

**Aron L. Zavelinski**  
**Rodrigo S. Romanus**  
**Alan Lugarini**  
**Admilson T. Franco**  
**Federal do Paraná**

**AeroSim**  
**AeroSim**  
**AeroSim**

**Universidade Tecnológica**

## Sobre a AeroSim

- Spin-off acadêmico, fundada em 2021, Curitiba (Paraná)
- Desenvolvimento de softwares para aerodinâmica computacional
- Foco em CFD de alta performance e alta fidelidade



[www.aerosim.i](http://www.aerosim.i)



[/aerosimtech](https://www.linkedin.com/company/aerosimtech)



## Vento sobre galpões metálicos

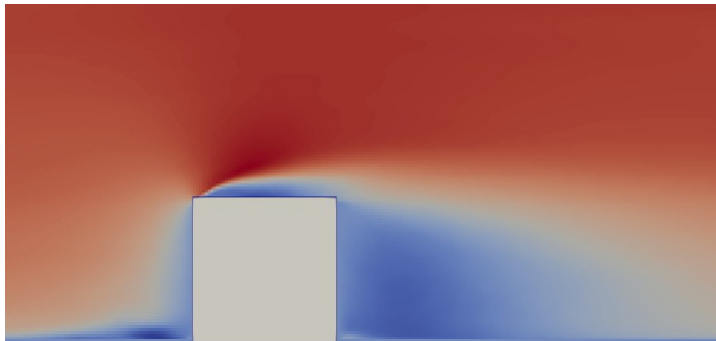
- Estruturas leves, metálica para a cobertura
- Altas sucções nos beirais dos telhado
- Incertezas nas soluções de normas (ex NBR 6123):
  - Elementos variados como marquises, lanternins, etc.
  - Interação entre vento, topografia e edificação
  - Coeficientes aerodinâmicos para poucas tipologias



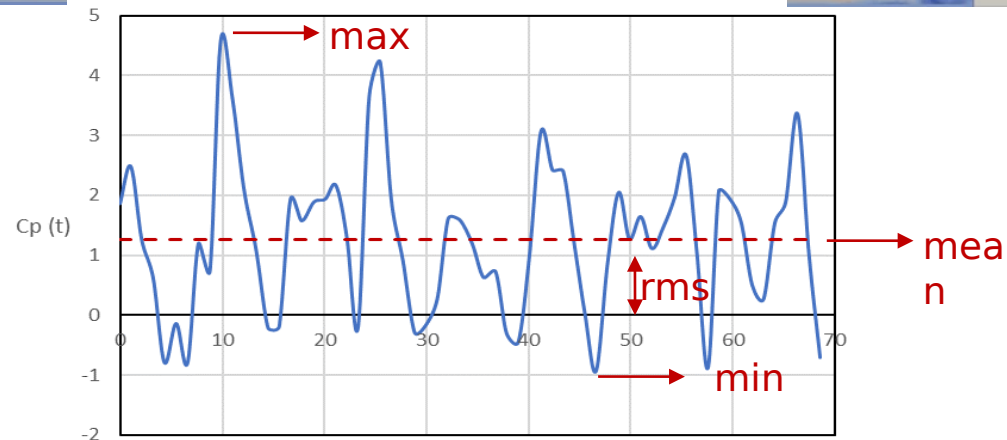
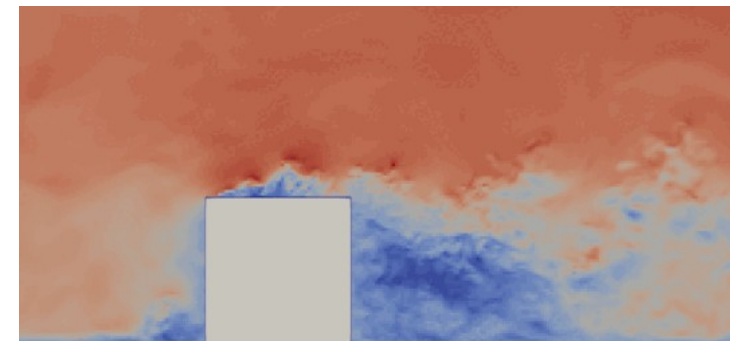
## Aerodinâmica Computacional (CFD)

- **Não é um método**
- Alguns exemplos de métodos para turbulência são:

### RANS – Reynolds Averaged Navier Stokes

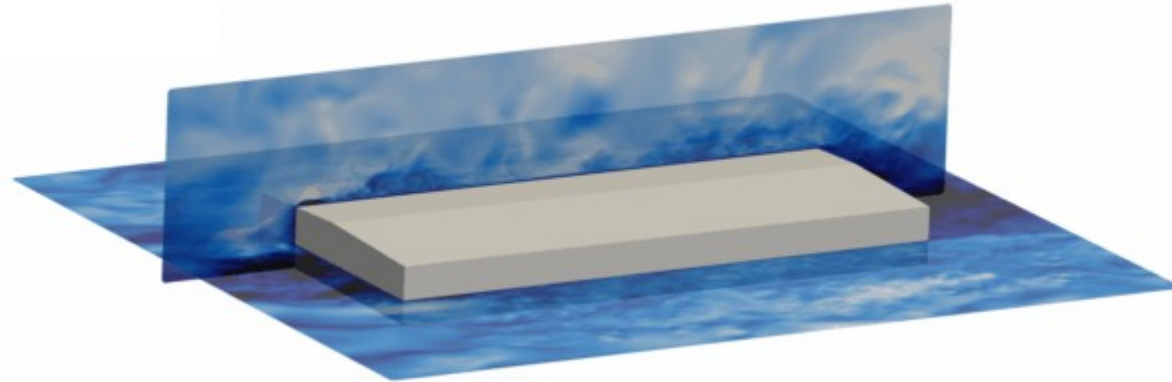


### LES – Large Eddy Simulation

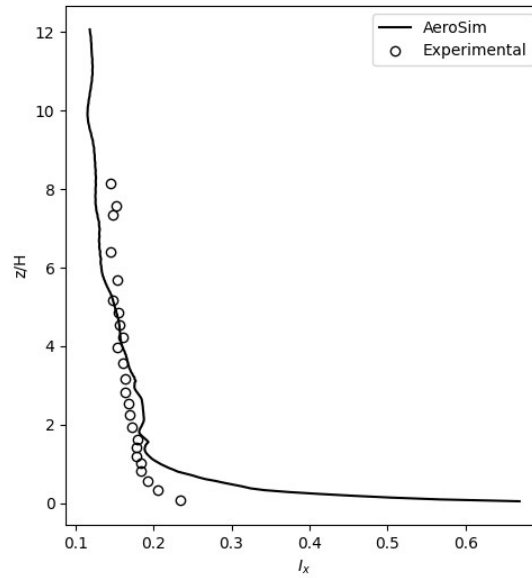
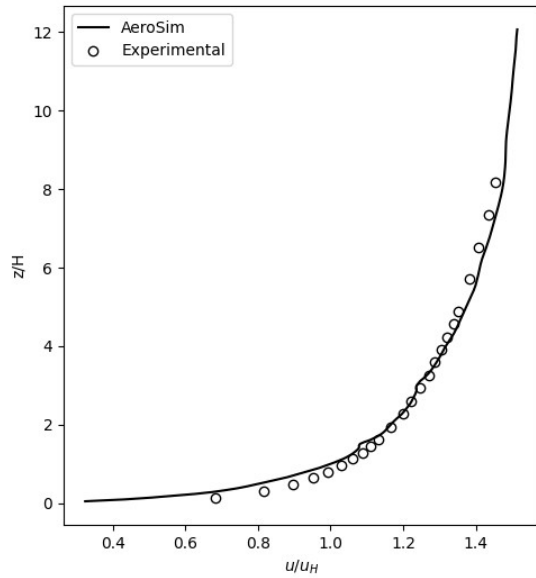
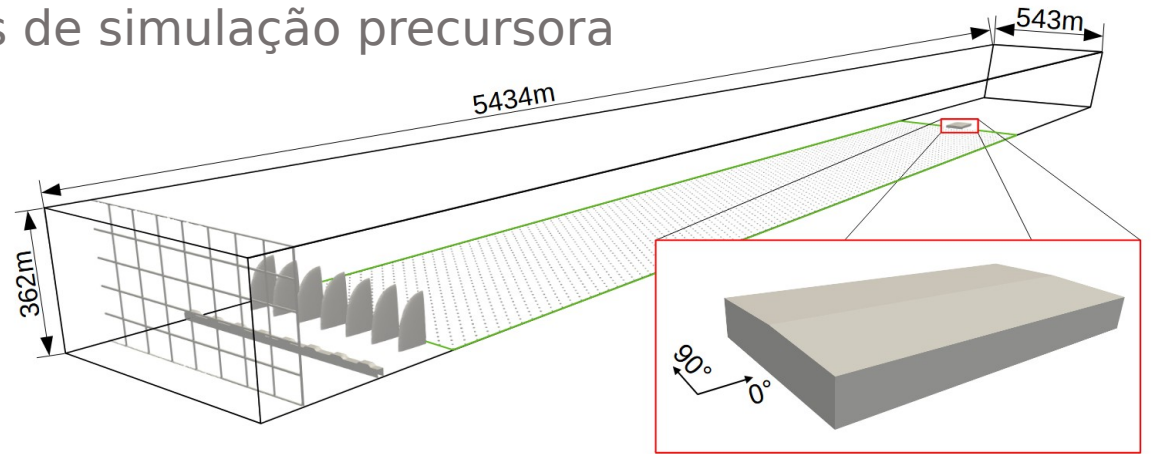


## Tecnologia AeroSim

- Solver CFD-LES baseado no método de Lattice-Boltzmann (LBM)
- Execução paralelizada em GPUs - High Performance Computing
- Foi desenvolvido para tornar a abordagem LES viável como ferramenta de engenharia

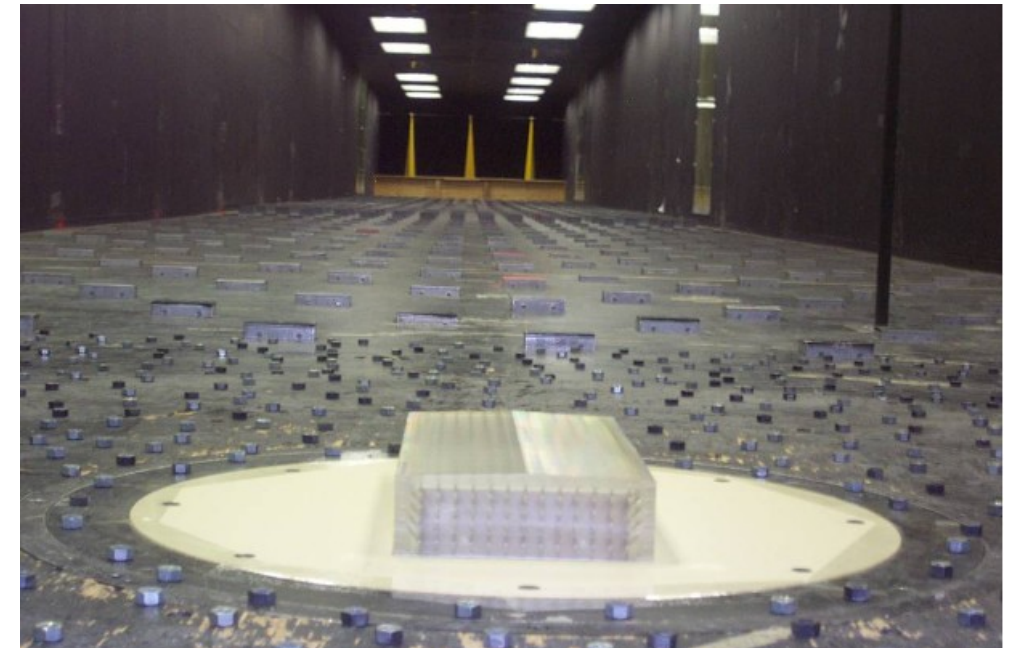
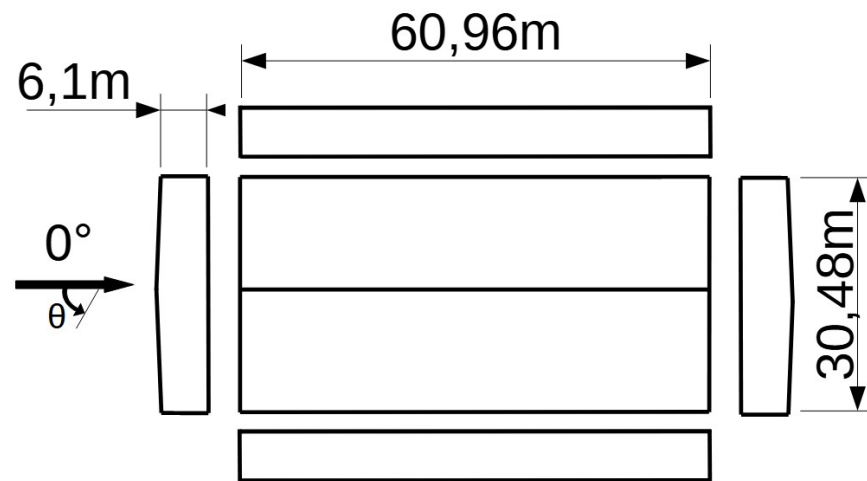


- Geração da camada limite atmosférica através de simulação precursora
- Rugosidade CAT II



## Caso de estudo

- Reprodução de um caso avaliado no NIST/TTU Cooperative Agreement - Windstorm Mitigation Initiative
- Inclinação do telhado 1:24, escala do modelo 1:200
- Incidências de vento avaliadas:  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $90^\circ$



Túnel de vento da University of Western Ontario (UWO)

Estatísticas locais

Média  $\bar{C}_p = \frac{1}{T} \int_T \frac{p(t) - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho U_H^2} dt$

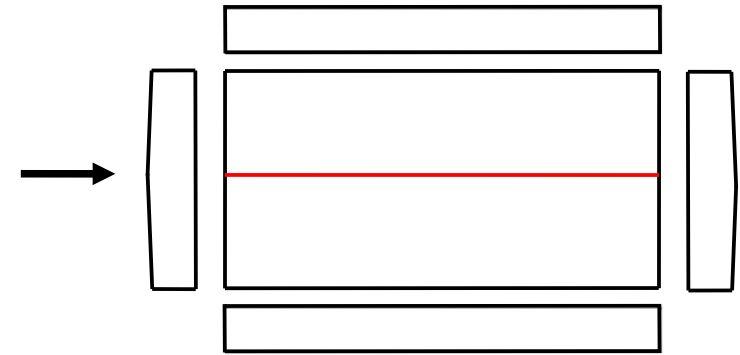
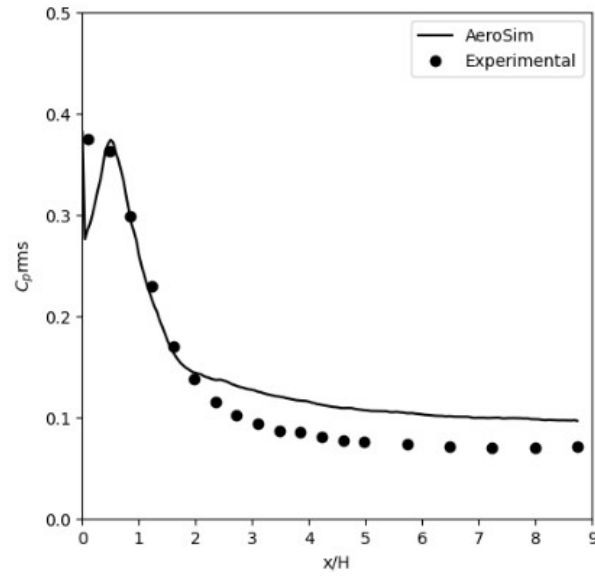
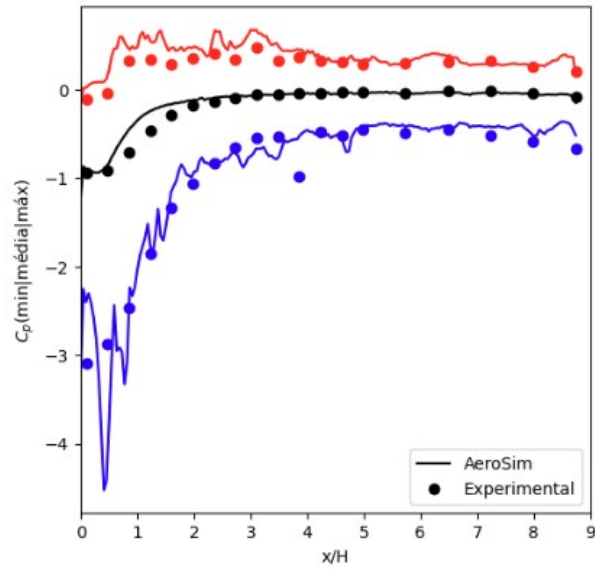
Desvio padrão  $C_{p_{ms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T \frac{(p(t) - \bar{p})^2}{\frac{1}{2} \rho U_H^2} dt}$

Mínimo  $\check{C}_p = \frac{\check{p}(t) - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho U_H^2}$

Máximo  $\hat{C}_p = \frac{\hat{p}(t) - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho U_H^2}$

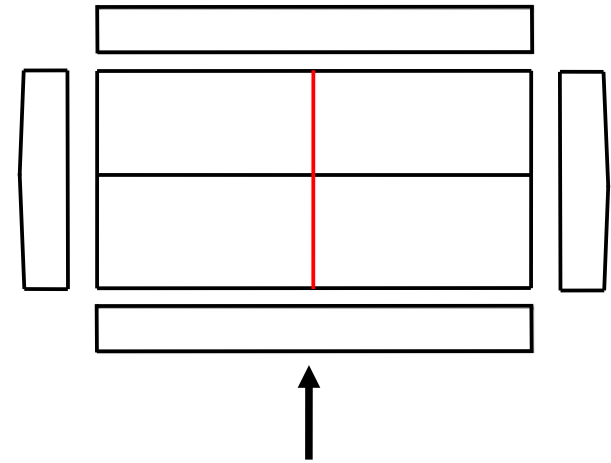
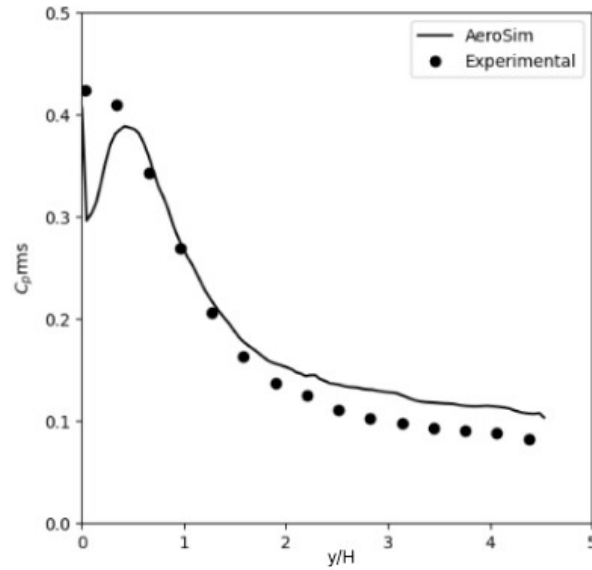
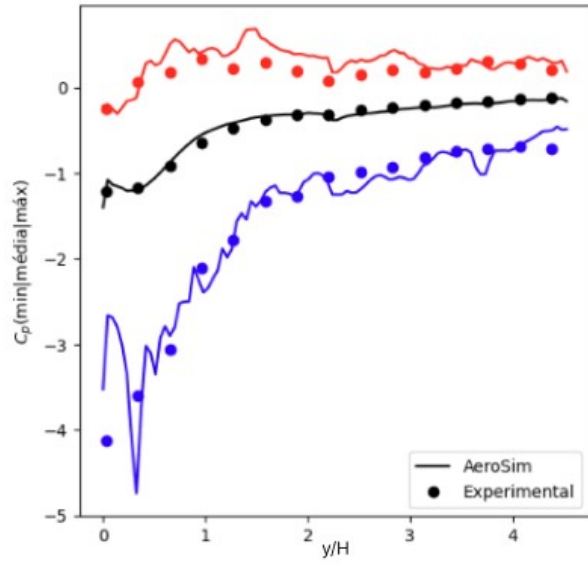
# Resultados

0°



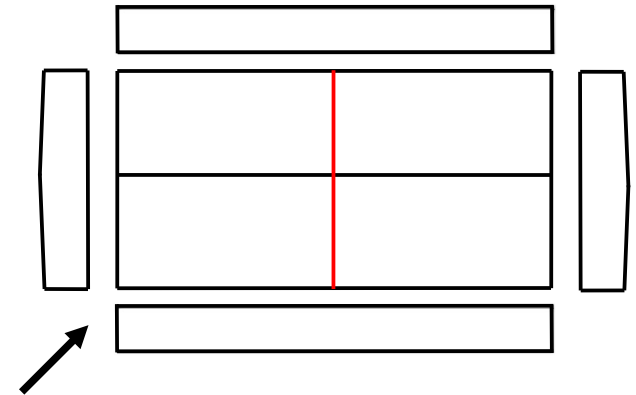
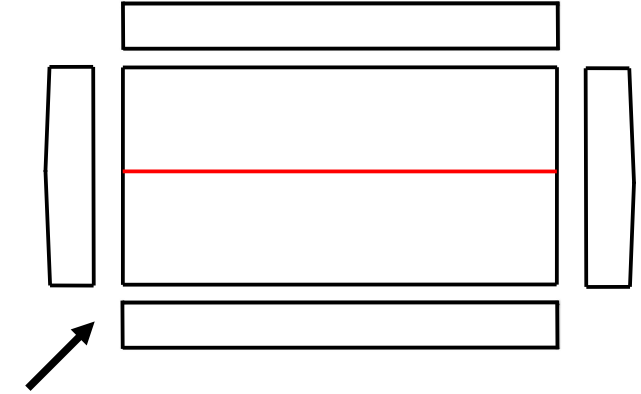
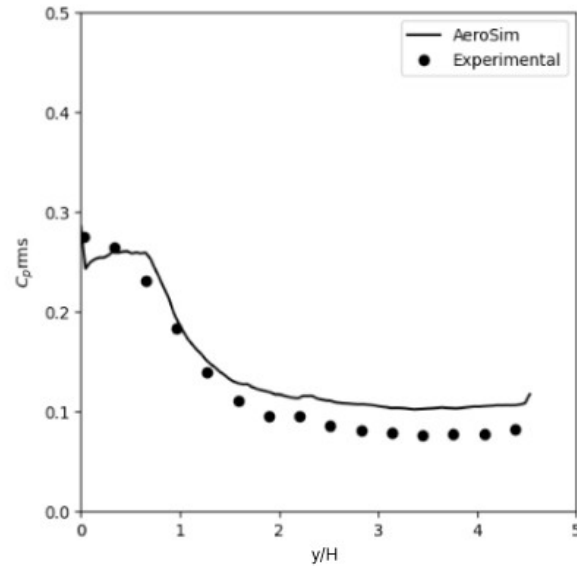
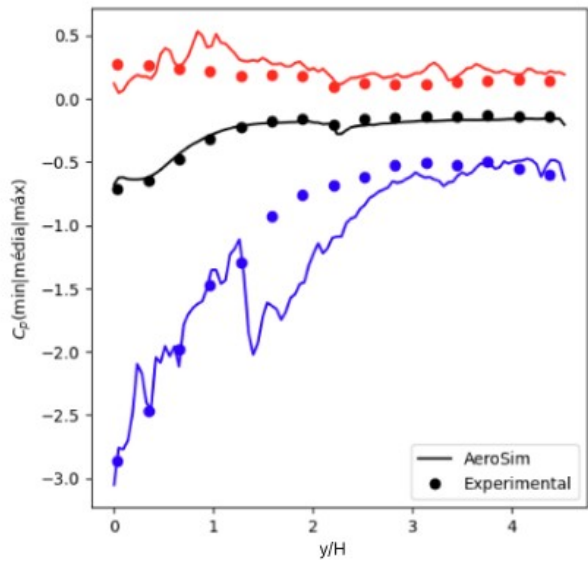
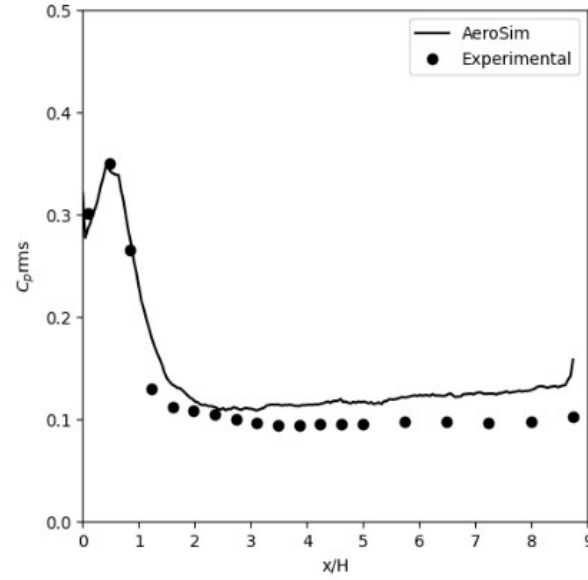
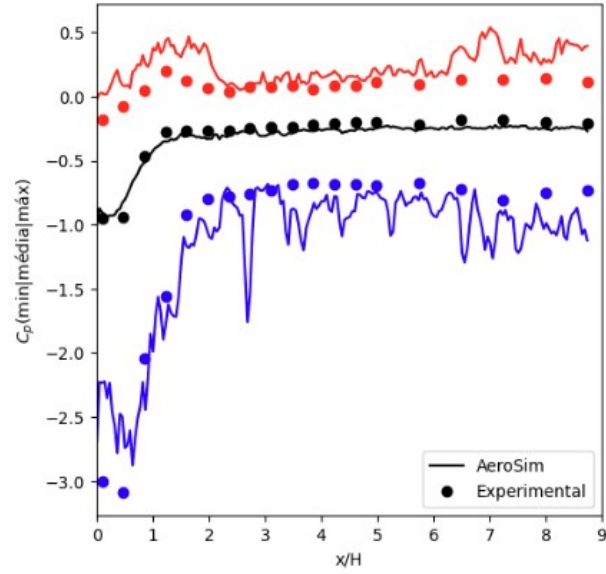
# Resultados

90°



# Resultados

45°



Fator de pico

$$\check{C}_p = \overline{C}_p - g C'_p$$

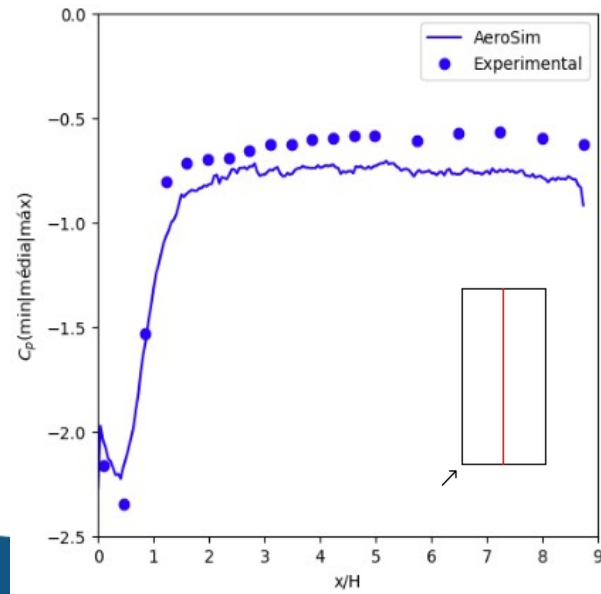
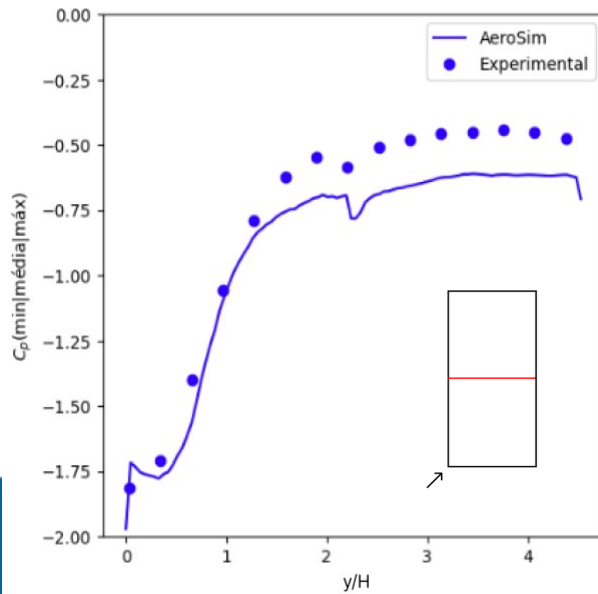
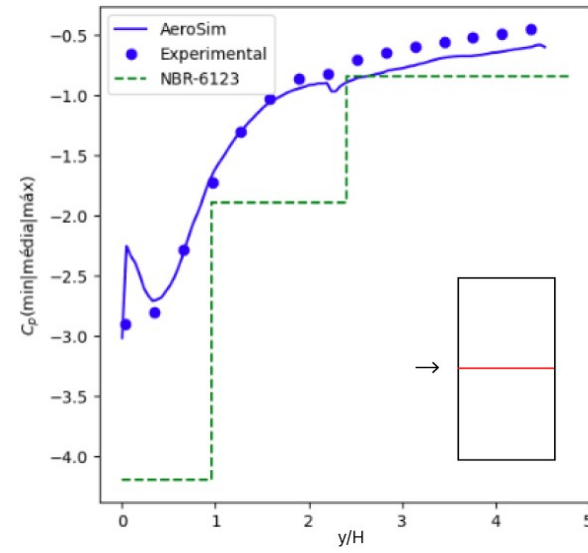
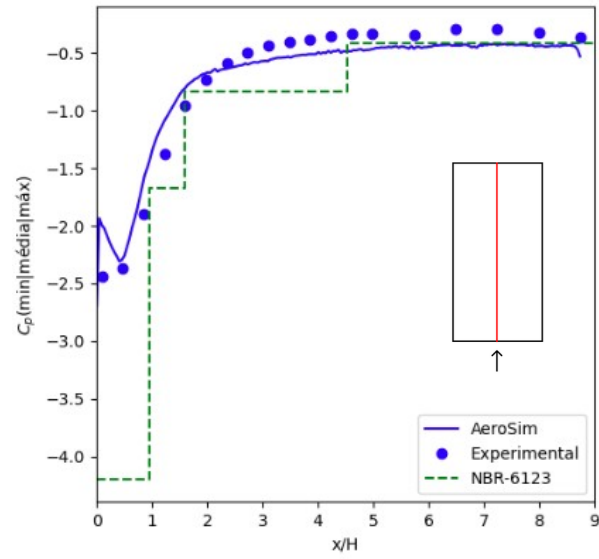
$\check{C}_p$  Coeficiente de pressão extremo

$\overline{C}_p$  Coeficiente de pressão médio

$C'_p$  Coeficiente de pressão rms

$g$  Fator de pico

# Cargas de Projeto



- Propriedades estatísticas relevantes para a composição das cargas de projeto, como rms e valores extremos, foram reproduzidas com precisão razoável.
- O erro da solução numéricas tem viés de alta. Ainda assim, seu resultado é significativamente mais preciso do que as soluções analíticas.
- A técnica apresentada pode ser utilizada para estimar as cargas de vento em edificações baixas, permitindo a consideração da topografia e dos edifícios vizinhos.

## Agradecimentos



# CONSTRU METAL 2023

**2 1 s e t**  
8 h - 21 h  
allianz parque  
são paulo - sp



@congressoconstrumetal  
congressoconstrumetal.com.br

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOCIÓN

**Franca! Feiras** DESDE 1969