

**Universidade de São Paulo**  
**Escola de Engenharia de São Carlos**

# Uso de aprendizado de máquina para beamforming aeroacústico

Guilherme Hiroshi Sinoara

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

27 de janeiro de 2025

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Justificativa
- 4 Referencial Teórico
- 5 Resultados preliminares
- 6 Referências

# Introdução

Beamforming

# Introdução

Aprendizado de máquina

# Introdução

## Beamforming e Aprendizado de Máquina



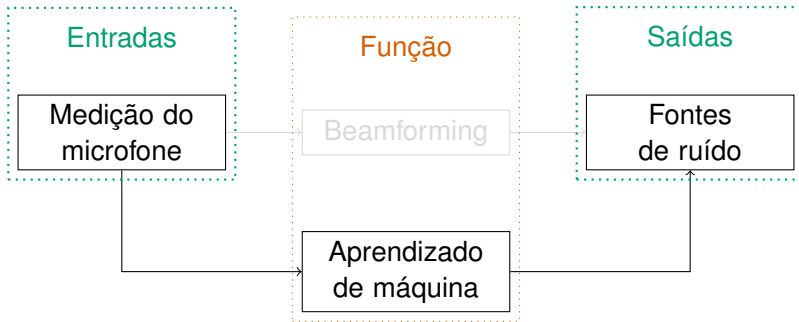
# Introdução

## Beamforming e Aprendizado de Máquina



# Introdução

## Beamforming e Aprendizado de Máquina



# Objetivos

Avaliar o uso de modelos de aprendizado de máquina no processamento de sinais em experimentos de aeroacústica;

- 1 Comparar o impacto do tamanho do conjunto de dados de treinamento no desempenho do modelo;
- 2 Comparar o impacto de diferentes hiperparâmetros no desempenho do modelo;
- 3 Comparar a acurácia do modelo com a de métodos tradicionais de beamforming;
- 4 Comparar o tempo computacional com o de métodos tradicionais de beamforming;



## Justificativa

Os métodos de beamforming são computacionalmente intensos, principalmente quando usados com algoritmos de deconvolução (CARRANZA, 2022).

Sendo possível interpretá-los como uma função que mapeia as leituras dos microfones às fontes de ruído, são candidatos a serem substituídos por aprendizado de máquina.

Ademais, as redes neurais podem ser projetadas de modo a diminuir a interferência de ruído, (IBIAS et al., 2024) aumentando sua acurácia.



Figura: Marca abnTeX2. Fonte: <<http://www.abntex.net.br/>>

# Referencial Teórico

## Aeroacústica linear

Para calcular a pressão sonora causada por uma fonte na posição  $y$  em um microphone na posição  $x$ , serão usadas as seguintes relações (GLEGG; DEVENPORT, 2023):

$$r = |x - y| \quad (1)$$

$x$  posição do microfone

$y$  posição da fonte

$r$  distância entre a fonte e o microfone

$$\hat{A} = A \exp(i\phi) = A(\cos \phi + i \sin \phi) \quad (2)$$

$\hat{A}$  amplitude complexa na fonte

$A$  amplitude máxima na fonte

$\phi$  fase da onda

# Referencial Teórico

## Aeroacústica linear

$$\hat{p} = \frac{\hat{A} \exp(ikr)}{r} \quad (3)$$

$$k = \frac{\omega}{c} \quad (4)$$

$\hat{p}$  amplitude complexa no ponto  $x$

$\omega$  frequência da onda

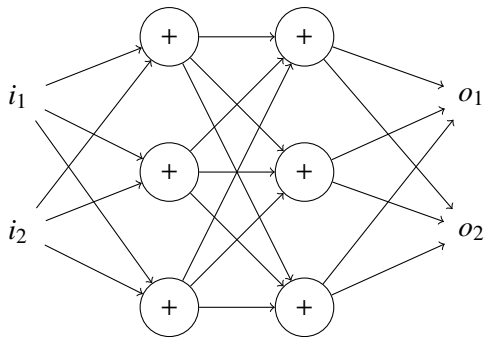
$k$  número de onda (inverso do comprimento de onda)

$c$  velocidade da onda no meio

# Referencial Teórico

## Redes Neurais

Figura: Exemplo de rede neural artificial



Fonte: Elaborada pelo autor.

# Referencial Teórico

## Redes Neurais

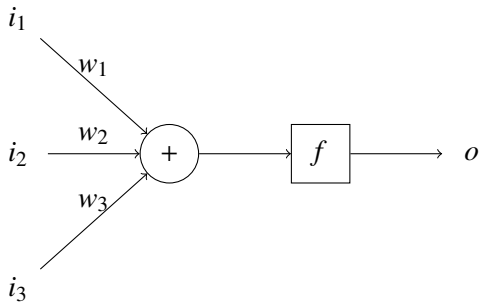





Figura: Modelo de neurônio. Fonte: Elaborada pelo autor.

# Resultados preliminares

## Referências I

 CARRANZA, D. M. *High-Resolution Localization of Aeroacoustic Sources Using Advanced Phased Array Setups*. Tese (Doutorado) — UC Irvine, 2022.

 GLEGG, S.; DEVENPORT, W. *Aeroacoustics of low mach number flows*. 2. ed. San Diego, CA: Academic Press, 2023.

 IBIAS, A. et al. *Improving Noise Robustness through Abstractions and its Impact on Machine Learning*. 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2406.08428>>.