

# Relatório - AC1 - Sinais

Bruno Amaral Salles - RA: 281129

14/09/2025

## 1 Introdução

Este relatório visa analisar os resultados obtidos na Atividade Computacional 1 da matéria EA614 - Análise de Sinais, cujo tema é Sistemas LIT (Lineares Invariantes no Tempo). Essa atividade consistiu na convolução de sinais anecoicos emitidos de um dentre 5 pontos, os quais são captados por um modelo de cabeça posicionado no centro de um quadrado e que se comporta como nosso observador do sinal. Para cada posição de fonte, é conhecida a resposta ao impulso do sistema formado pelo observador-fonte, permitindo descrever completamente as características do sistema e, também, obter sua saída para qualquer sinal de entrada.

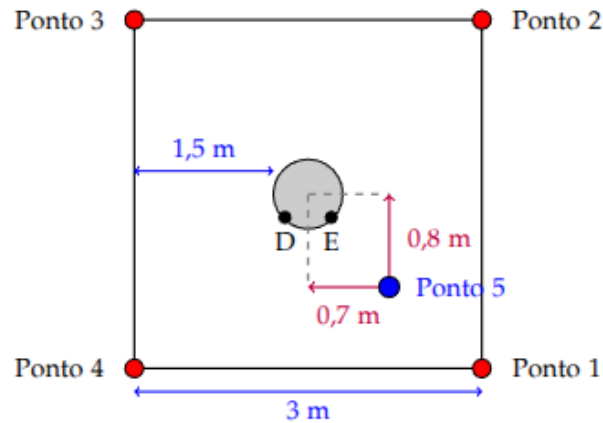


Figure 1: Diagrama da simulação

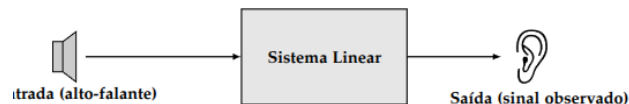


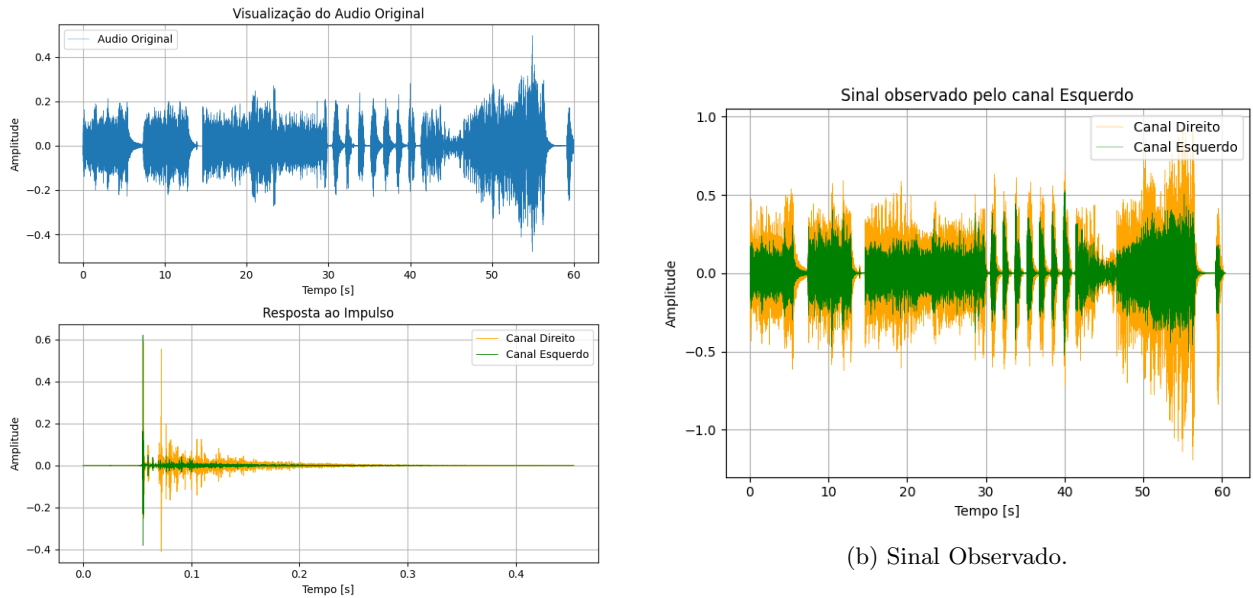
Figure 2: Representação de um sistema Linear e Invariante no Tempo

A discussão aborda, sobretudo, o efeito da posição da fonte na percepção do som obtido, as limitações do método de interpolação e, por fim, compara os resultados da simulação com uma medição real.

## 2 Parte 1 e 2

Analisando-se os sinais emitidos pela fonte 1, fica claro os efeitos da simulação da audição binaural no sinal obtido. Ao se posicionar a fonte de som no Ponto 1, à direita do observador, é possível perceber que o sinal capturado pelo lado direito tem maior amplitude e está ligeiramente adiantado em comparação com o canal direito.

Ouvindo-se o áudio estéreo obtido (Tópico 1.5 do Arquivo atividade1.ipynb) com ambos os fones de ouvido, é possível perceber a diferença de captação do áudio do lado esquerdo e direito, assim como os gráficos indicam.



(a) Áudio Original e Resposta ao Impulso.

(b) Sinal Observado.

Figure 3: Comparação completa dos sinais de áudio.

Para a parte 2, tocou-se um áudio diferente, dessa vez no ponto 3, simultaneamente ao áudio do Ponto 1. Os resultados corroboram a análise realizada para a parte 1. Fica clara a diferença de percepção entre o canal direito, mais longe do ponto 3, e esquerdo, mais próximo do ponto 3 (Figura 4). Tocando o áudio obtido no tópico 2.5, fica claro o efeito de profundidade descrito.

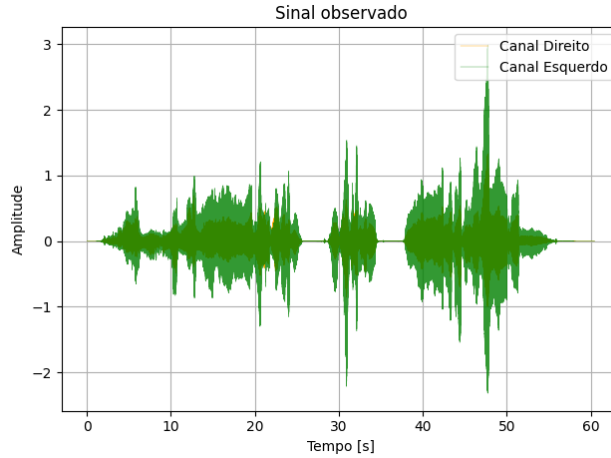


Figure 4: Sinal observado - Fonte posicionada no ponto 3

Quando ambas as fontes (Ponto 3 e 1) passam a emitir som simultaneamente, ocorre um efeito de superposição dos sinais. Como o sistema analisado é linear, uma de suas principais características é a aditividade: Princípio que garante que a resposta a soma de múltiplas entradas é igual a soma das respostas do sistema para cada entrada individualmente. Desse modo, é possível somar os sinais emitidos por ambas as fontes sonoras, obtendo o sinal obtido pelo observador nesse cenário de simulação. O resultado pode ser encontrado no item 2.6.

### 3 Parte 3

A fim de simular a resposta ao impulso não medida, do sistema, para posição 5, realizou-se uma interpolação das respostas ao impulso dos pontos 1,2,3 e 4 utilizando-se o método de Ponderação de Distância Inversa. Comparando-se a resposta ao impulso esperada no ponto 5 (Figura 5) e a resposta ao impulso real (figura 6 - centro), fica claro que o resultado obtido pela interpolação se aproxima do resultado real, entretanto apresenta distorções consideráveis sobre a intensidade do sinal, obtendo um sinal com amplitude, no geral, muito mais atenuada do que o sinal real, um resultado direto da média ponderada utilizada e possivelmente resultante da normalização aplicada sobre os pesos da interpolação.

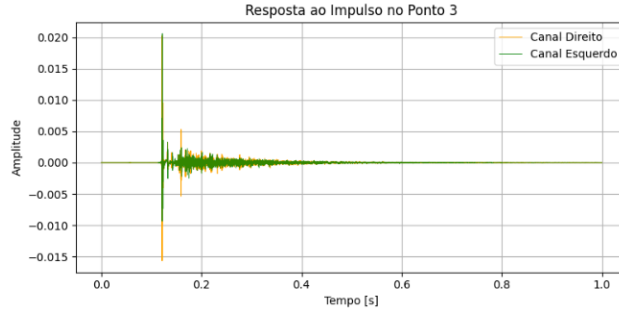


Figure 5: Resposta ao Impulso estimada no ponto 5

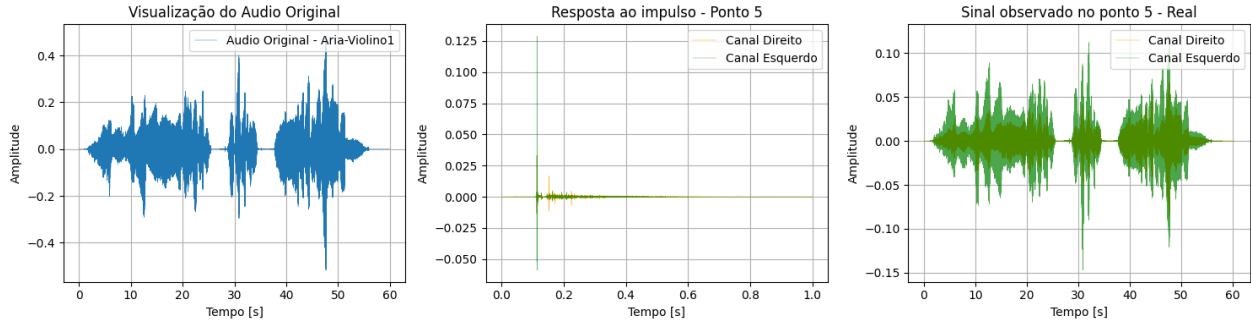


Figure 6: Resultados obtidos para o som emitido no ponto 5 - Real

Realizando-se uma análise auditiva, as diferenças observadas nas respostas ao impulso em ambos os casos (estimado e real) se traduzem em diferenças perceptíveis nos sinais de áudio de saída do sistema. No geral, o áudio gerado a partir da resposta real possui mais clareza e fornece uma representação mais precisa, focada e direcionada da fonte sonora. Além disso, nesse caso, é possível obter uma sensação de espaço mais clara. No caso estimado, o som obtido possui menos nuances e detalhes, soando, no geral, mais difuso e menos definido, somado a um som mais baixo. Isso indica que a interpolação, apesar de captar os detalhes gerais do que seria a resposta do sistema na posição 5, falha em captar detalhes mais aprofundados do áudio real, atuando como uma "simplificação" do sistema.

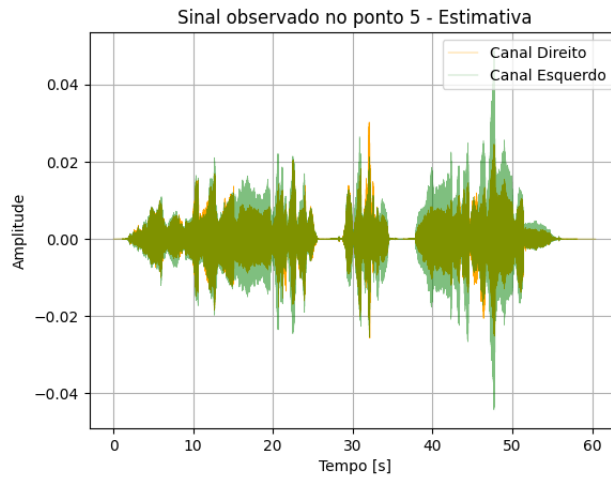


Figure 7: Sinal observado no ponto 5 - Estimativa

## 4 Conclusão

A simulação das fontes sonoras via convolução, adequadas a sistemas LIT, se mostrou eficaz na simulação da captação de áudio binaural. Ao simular-se um novo ponto, a partir de sinais de resposta ao impulso conhecidos, o método de interpolação por distância inversa se mostrou valido para medir a saída do sistema em pontos não previamente medidos, gerando um resultado plausível. Entretanto, como ficou claro nos resultados, fica claro que uma aproximação não captura a complexidade do áudio emitido, resultando em um áudio mais difuso e com menor grau de detalhes e clareza, quando comparado ao áudio real.

## 5 Estrutura do Repositório

```

├── atividade1.ipynb
├── Atividade.pdf
├── Áudios
├── exemplo.ipynb
├── Medições
├── Saídas
│   ├── Parte1
│   ├── Parte2
│   └── Parte3

```