

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**LUCAS ANJOS DA SILVA
00329736**

**ENG04477 – Processamento Digital De Sinais
Tarefa 07: DCT e Janelamento**

**Porto Alegre
2025**

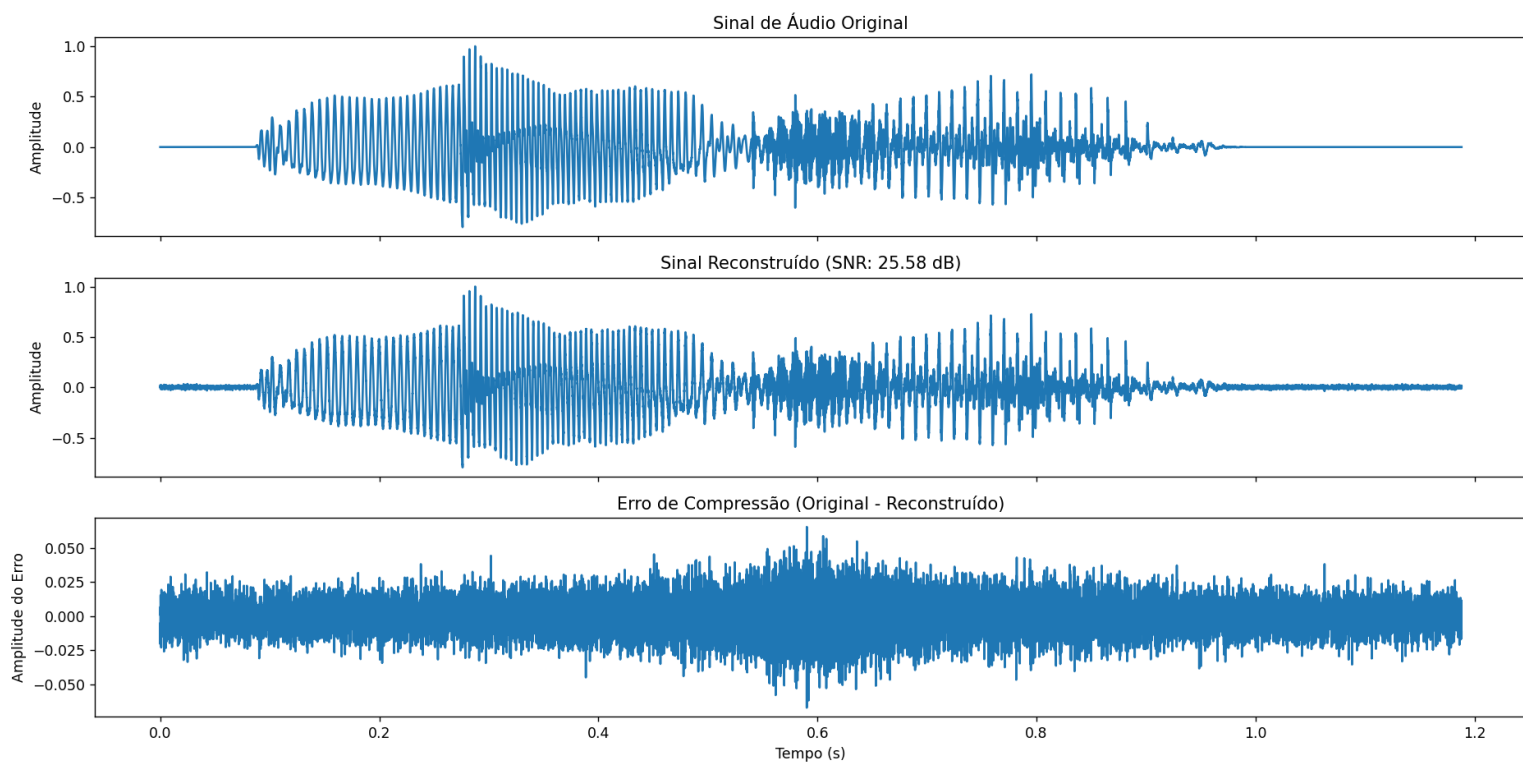
01. INTRODUÇÃO

Este documento tem como finalidade apresentar a solução proposta pelo aluno ao problema apresentado na Tarefa 06 da disciplina ENG04477- Processamento Digital de Sinais. A tarefa proposta pelo professor tem como objetivo a análise dos efeitos das diferentes técnicas de compressão de áudio estudadas em aula, com foco em ZRCL (*Zero Run-Length Encoding*) e janelamento para essa tarefa.

02. EXERCÍCIO 01: SINAL COMPRIMIDO COM ZRLC

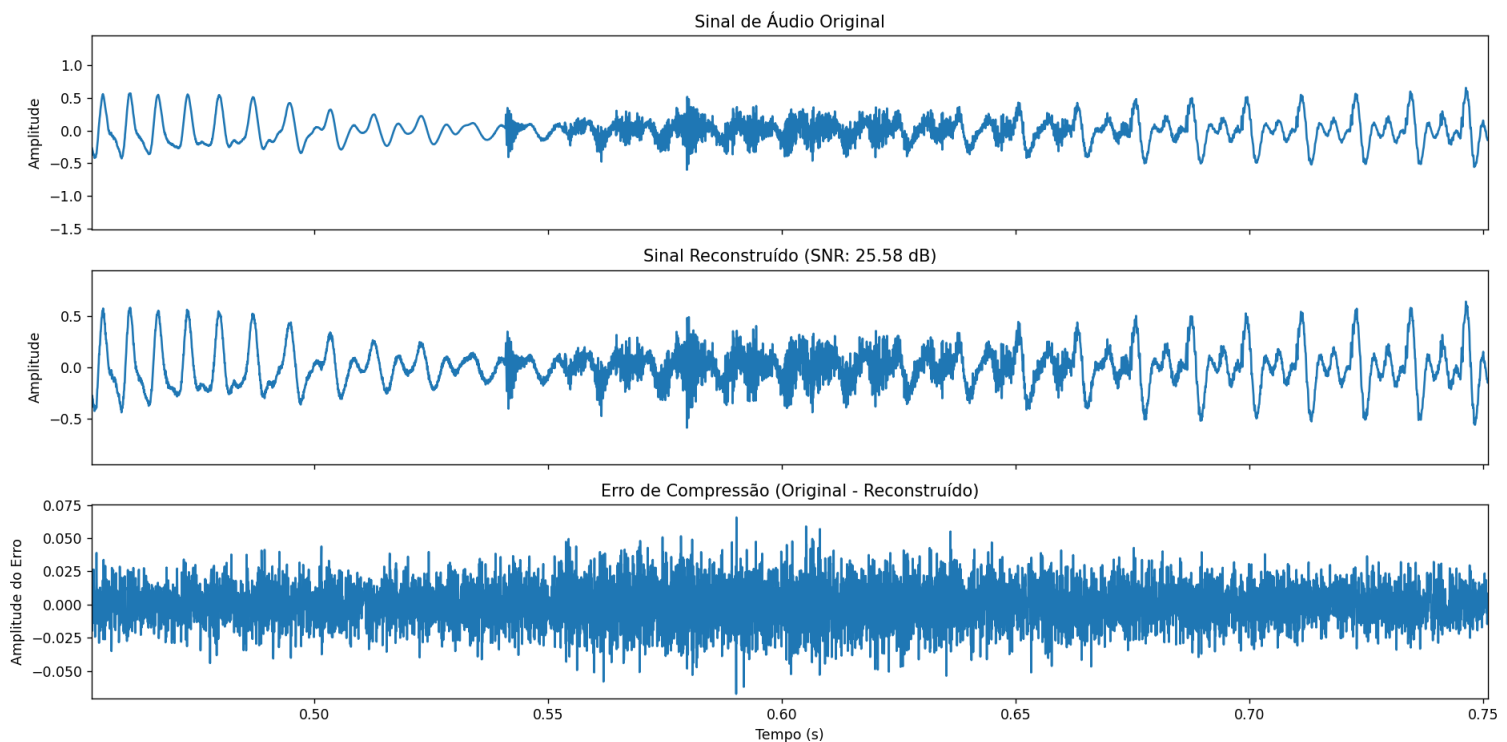
Após realizar a compressão e descompressão do sinal com a técnica mencionada, obtemos os seguintes resultados:

Figura 1 – Comparações dos sinais no tempo



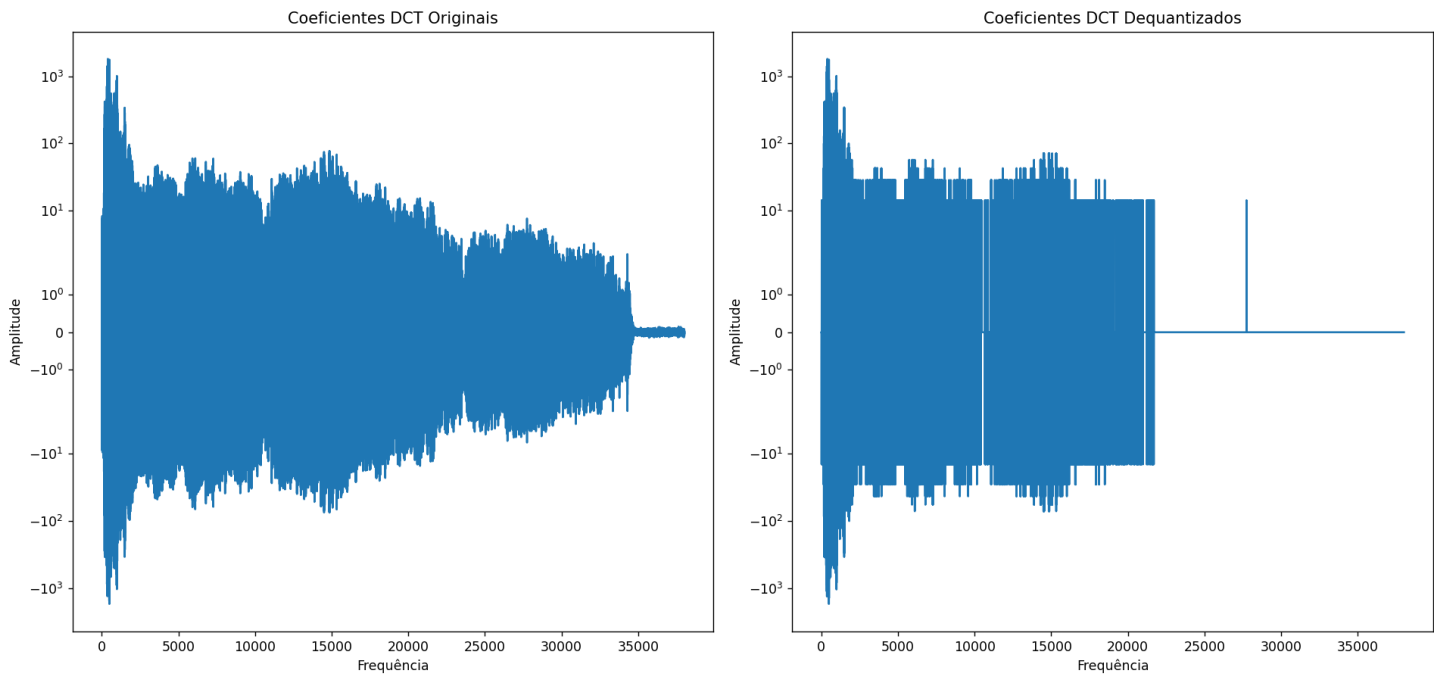
Dando um zoom na parte que possui maior erro, percebe-se a perda de informações, principalmente em harmônicas mais altas, ocasionando um “alisamento” do sinal, deixando-o sem as mudanças bruscas percebidas no áudio original.

Figura 2 – Comparações dos sinais no tempo, com zoom no período de 0,45s à 0,75s.



Isso é confirmado ao analisar o espectro de frequência, que, ao deduzir as informações truncando valores, perdem-se muitos harmônicos. Em áudio, isso é percebido como um abafamento no som, com um ruído em alta frequência (agudo) de fundo.

Figura 3 – Comparações dos sinais na Frequência.



As informações do processamento são as seguintes:

- Número de coeficientes original: 38016
- Número de itens após ZRLC: 15096
- Taxa de Compressão (ZRLC): 2.52x
- Erros:
 - MSE: 0.00013177
 - SNR: 25.58 dB

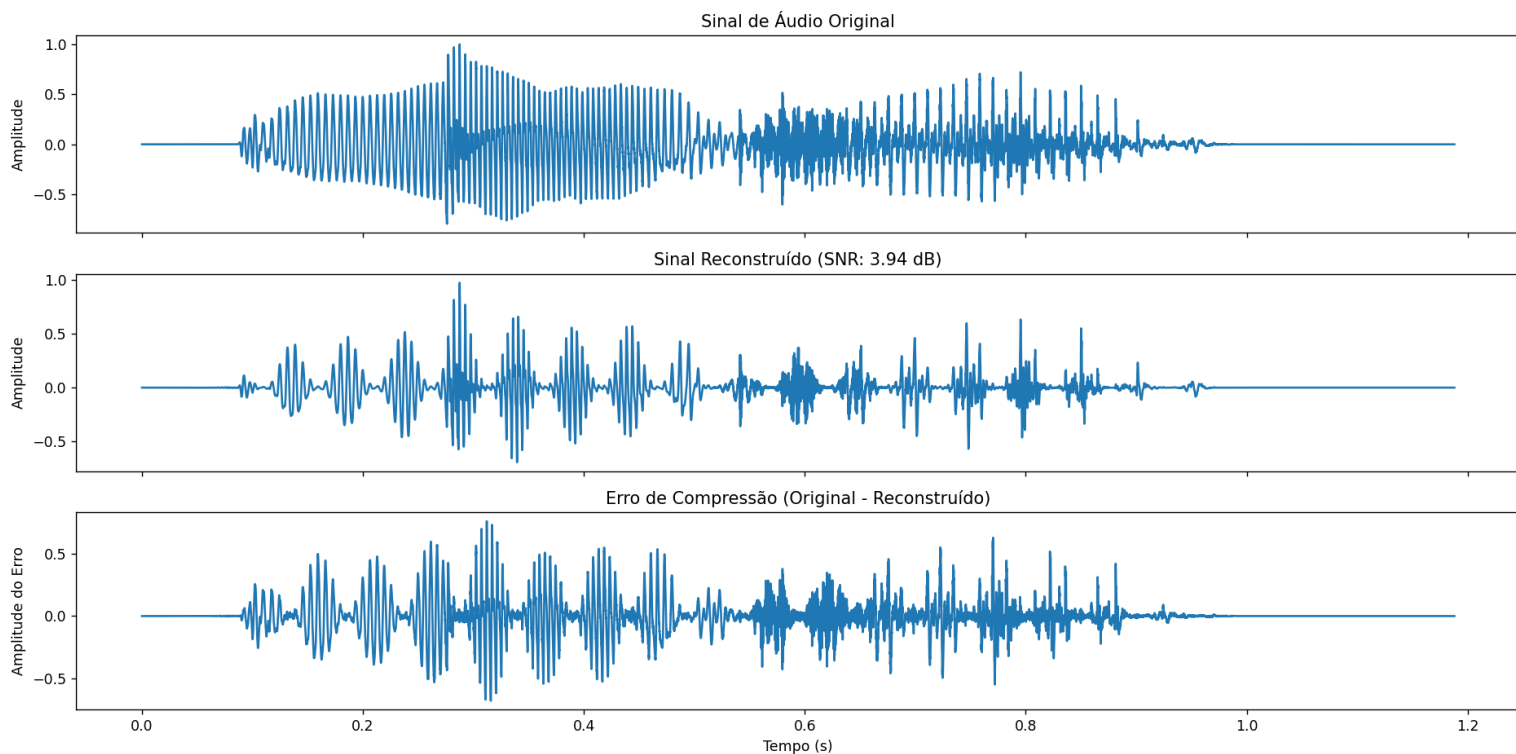
Por fim, conclui-se que técnica utilizada é uma boa alternativa para compressão de sinais, porém, como estamos tratando áudio, a remoção de frequências mais altas refletem em um áudio com uma característica de “abafado”, perdendo certas particularidades audíveis anteriormente. Portanto, essa técnica não deve ser utilizada sozinha, mas sim em complemento de outras que permitam a compensação desses erros.

3. EXERCÍCIO 02: JANELAMENTO

Neste exercício, complementar-se-á o método anterior com o janelamento e superposição dos sinais.

Inicialmente, aplicaremos a função de Hanning com superposição de 20%, conforme abaixo:

Figura 4 – Comparações dos sinais no tempo, sobreposição de 20%.



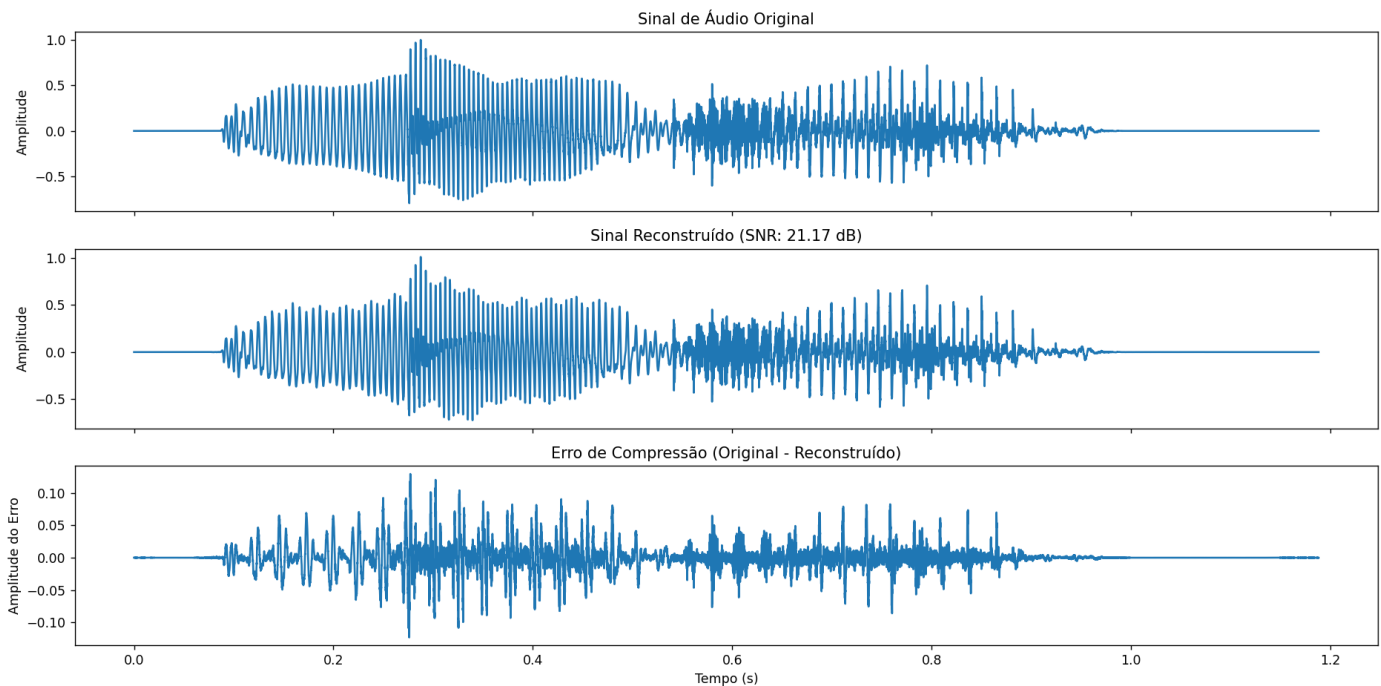
Percebe-se que o sinal de saída apresenta claramente as janelas, mesmo com uma sobreposição de 20%. Isso se traduz em um picotamento claro no áudio, com uma certa “robotização” da voz.

Para esse caso, temos os seguintes resultados:

- Taxa de Compressão Média (ZRLC): 9.94x
- MSE: 0.01899454
- SNR: 3.94 dB

Entretanto, pode-se aumentar a sobreposição para melhorar a fidelidade do sinal de saída. Após realizados testes, um valor adequado de *overlap* em que as perdas e o janelamento não se tornam audíveis fica em torno do 60%:

Figura 5 – Comparações dos sinais no tempo, sobreposição de 60%.



Assim, temos os seguintes resultados de erro:

- Taxa de Compressão Média (ZRLC): 9.55x
- MSE: 0.00036336
- SNR: 21.17 dB

Portanto, vê-se que aumentar a sobreposição do janelamento na faixa de 50% a 60% fornece uma confiabilidade muito maior do sinal, diminuindo os erros de saída sem ocupar quantidades significativas de espaço quando comprimido, comparando-se ao sinal com 20% de *overlap*.

Além disso, esse método permite comprimarmos mais o sinal do que o método simplificado do Exercício 01 e elimine o ruído em alta frequência. Isso evidencia a importância do estudo da combinação de estratégias na hora da compressão de sinais, buscando sempre a maior fidelidade possível com o sinal de entrada.