



Relatório

Trabalho 1 - Codificação PCM de sinais de áudio

Unidade Curricular:
Processamento Audiovisual (PA)

Licenciatura em Engenharia e Ciência de Dados

Realizado por:

Diogo Beltran Dória, 2020246139
Mariana Lopes Paulino, 2020190448

Ano Letivo 2022/2023

Introdução	3
Experiências a realizar	3
Análise de Resultados	4
1ª Experiência	4
2ª Experiência	4
3ª Experiência	7

Introdução

Neste trabalho de Processamento Audiovisual começámos por correr um script no Matlab de modo a realizar o processo de quantização com N bits de um sinal de áudio. Obtendo assim 2 painéis, o da **Escolha de Parâmetros** e o **Painel de Gráficos**. Como parâmetros é possível seleccionar o ficheiro que pretendemos utilizar como amostra, a partir daí realizar as experiências que pretendemos como tais: a definição do número N de bits para a quantização, a realização da quantização, reprodução do sinal de áudio escolhido, áudio quantizado e também o erro do sinal de áudio já quantizado. Os gráficos que podemos observar são o **gráfico do sinal original**, o **gráfico do sinal quantizado**, o **gráfico de erro de quantização do sinal**, o **gráfico do espectro de potência do sinal e do ruído de quantização** e finalmente o **histograma de erro de quantização do sinal**. Calculando também a **relação sinal-ruído** referente ao sinal quantizado e ao ruído.

Experiências a realizar

É pedido como primeira experiência escolher o ficheiro "Interlude_mono.wav" e realizar a quantização deste sinal com um **quantizador uniforme de 10 bits**. Reproduzindo o **sinal de entrada e de seguida o sinal quantizado**, de modo a **identificar** se existem **diferenças ou não**. Reproduzimos o sinal de erro de quantização de forma a distinguir qualquer semelhança com um som natural. Verificamos o valor da SNR apresentada na janela de comandos do Matlab. Analisamos os espectros de potência do sinal e do ruído de quantização e identificamos a frequência em que a potência do ruído é maior que a do sinal.

Para a segunda experiência repetimos os passos da anterior, seleccionando o **ficheiro de áudio "joni name.wav"** e quantizando com 10, 8, 6 e 4 bits. Analisando e comparando a qualidade do áudio quantizado, relacionando-a com a SNR e os espectros e potência de cada caso.

Para a terceira e última experiência, seleccionamos os ficheiros de áudio **"out female.wav"** e **"out_male.wav"**, quantizados ambos para 16, 8, 6 e 4 bits. Tomando nota das SNRs e calculando o número de bits por segundo para cada caso. Sendo este valor o **produto de amostras por segundo fs (samples/second)** apresentado nos gráficos e do número de bits por amostra. Finalizando com apresentação dos gráficos onde comparamos o valor da SNR com o bitrate para os dois ficheiros de áudio.

Análise de Resultados

1ª Experiência

Selecionamos o ficheiro de áudio “**Interlude_mono.wav**” como sinal de entrada, realizamos a quantização deste sinal com um quantizador uniforme de 10 bits, obtemos os seguintes resultados.

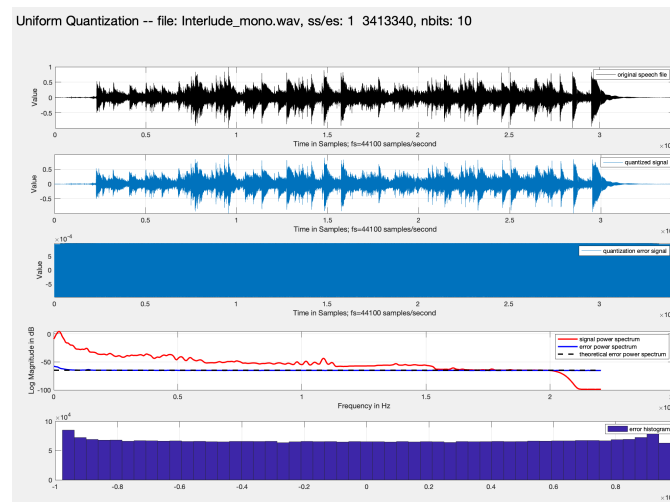


Figura 1. Quantizador uniforme de 10 bits do sinal de entrada “Interlude_mono.wav”

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, não identificamos qualquer diferença entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O **valor da SNR** apresentado na janela de comandos do Matlab é **48.41**. A **frequência em que a potência de ruído é maior que a do sinal**, analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização, é **a partir de 2 Hz**.

2ª Experiência

Selecionamos o ficheiro de áudio “**joni_name.wav**” como sinal de entrada, realizamos a quantização deste sinal com um quantizador **uniforme de 10 bits**. obtemos os seguintes resultados.

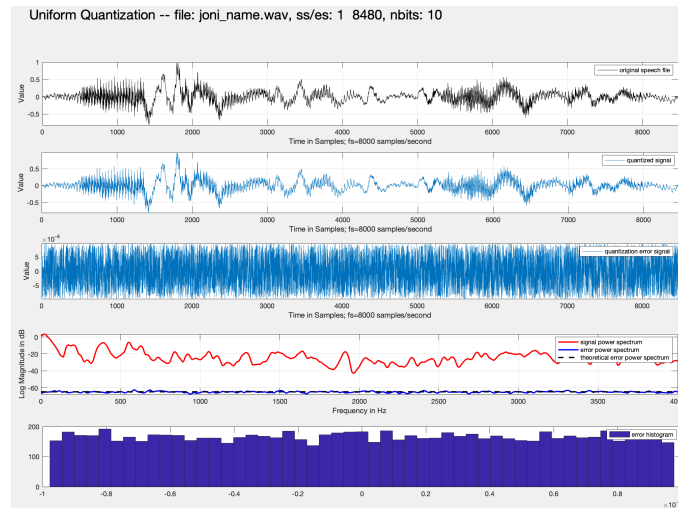


Figura 2. Quantizador uniforme de 10 bits do sinal de entrada “joni_name.wav”

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, não identificamos qualquer diferença entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O **valor da SNR** apresentado na janela de comandos do Matlab é **50.20**. Analisando o **espectro de potência do sinal e do ruído de quantização não identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal**.

Voltamos a realizar a quantização deste sinal com um quantizador uniforme de 8 bits, obtendo os seguintes resultados.

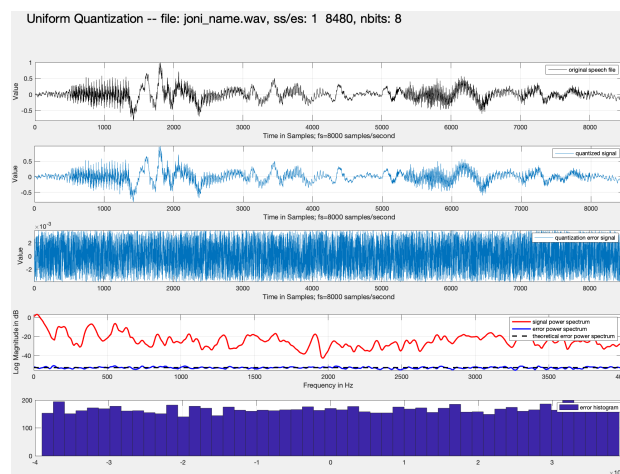


Figura 3. Quantizador uniforme de 8 bits do sinal de entrada “joni_name.wav”

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, não identificamos qualquer diferença entre eles. **O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído**. O **valor da SNR** apresentado na janela de comandos do Matlab é **38.10**. Analisando o **espectro de potência do sinal e do ruído de quantização não identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal**.

De seguida realizamos a quantização deste sinal com um quantizador uniforme de 6 bits, obtendo os seguintes resultados.

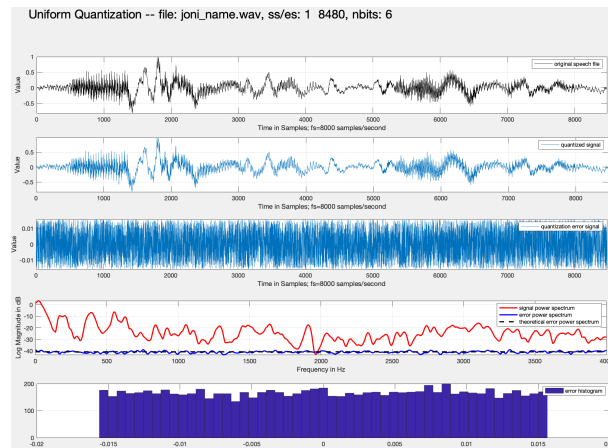


Figura 4. Quantizador uniforme de 6 bits do sinal de entrada “joni_name.wav”

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos algum ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 26.10.** Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos **a frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal. O intervalo que isso acontece é quando a frequência é 1900 Hz a partir de 2000 Hz a potência de ruído não é maior que a do sinal.**

De seguida realizamos a quantização deste sinal com um quantizador uniforme de 4 bits. Obtendo os seguintes resultados.

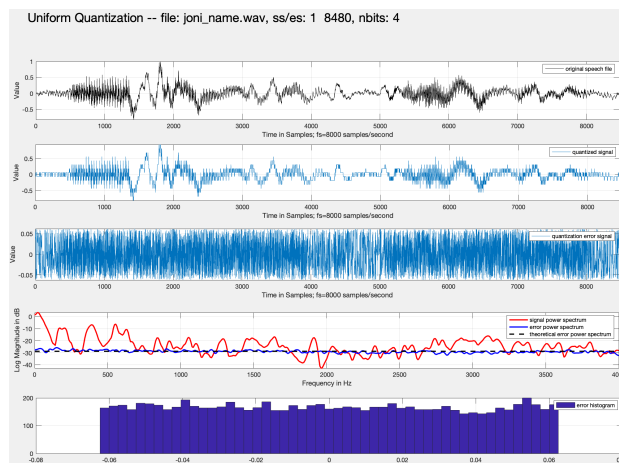


Figura 5. Quantizador uniforme de 4 bits do sinal de entrada “joni_name.wav”

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos algum ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 38.10.** Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos **as frequências em que a potência de ruído seja maior que a do sinal.** Verificamos o seguinte nos seguintes

intervalos: 1100-1200, 1300-1400, 1700-1800, 1900-2000, 2100-2200, 2600-2700, 3400, 3800 Hz.

3ª Experiência

Selecionamos os ficheiros de áudio “out_female.wav” e “out_male.wav” como sinais de entrada, realizamos a quantização destes sinais com um quantizador uniforme de 16, 8, 6 e 4 bits. Para a quantização uniforme de 16 bits do sinal de entrada “Out_female.wav”, obtemos os seguintes resultados.

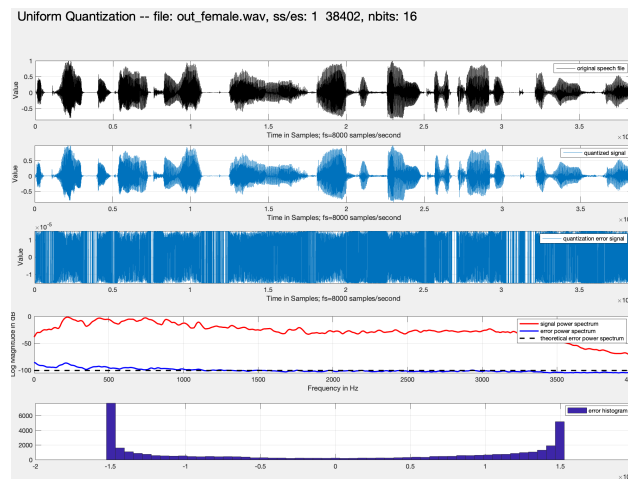


Figura 6. Quantizador uniforme de 16 bits do sinal de entrada "out_female.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, não identificamos qualquer diferença entre eles. O **sinal de erro de quantização aproxima-se de um som natural**. O **valor da SNR** apresentado na janela de comandos do Matlab é **84.51**. Analisando o **espectro de potência do sinal e do ruído de quantização não identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal**.

Para a quantização uniforme de 8 bits do sinal de entrada “Out_female.wav”, obtemos os seguintes resultados.

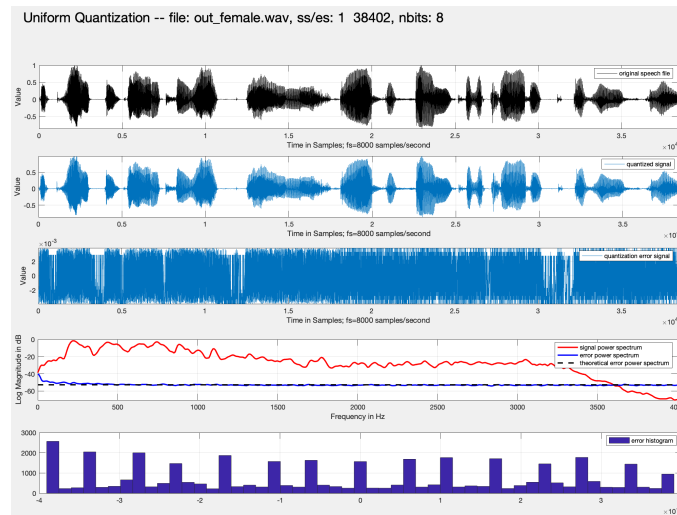


Figura 7. Quantizador uniforme de 8 bits do sinal de entrada "out_female.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos algum ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 38.85. Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal, a partir de 3800 Hz.**

Para a quantização uniforme de 6 bits do sinal de entrada “Out_female.wav”, obtemos os seguintes resultados.

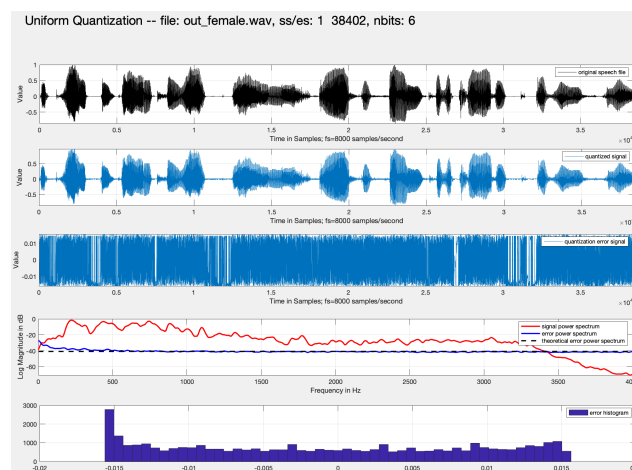


Figura 8. Quantizador uniforme de 6 bits do sinal de entrada "out_female.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 26.36. Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal, a partir de 3400 Hz.**

Para a quantização uniforme de 4 bits do sinal de entrada “Out_female.wav”, obtemos os seguintes resultados.

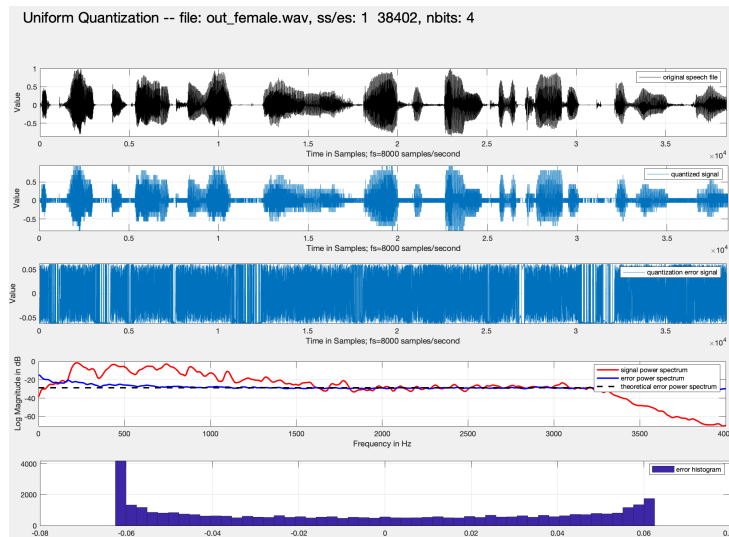


Figura 9. Quantizador uniforme de 4 bits do sinal de entrada "out_female.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos qualquer já bastante ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 13.63.** Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização **identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal, de 0 Hz até 100 Hz e partir de 3300 Hz.**

Para a quantização uniforme de 16 bits do sinal de entrada "Out_male.wav", obtemos os seguintes resultados.

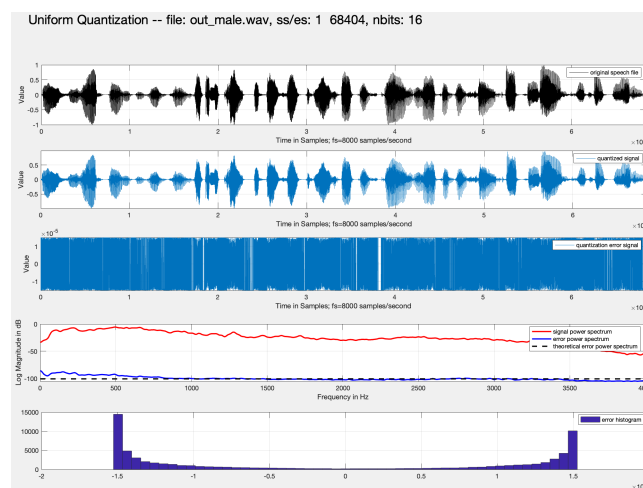


Figura 10. Quantizador uniforme de 16 bits do sinal de entrada "out_male.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **não identificamos qualquer diferença entre eles. O sinal de erro de quantização aproxima-se de um som natural. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 82.20.** Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização **não identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal.**

Para a quantização uniforme de 8 bits do sinal de entrada “Out_male.wav”, obtemos os seguintes resultados.

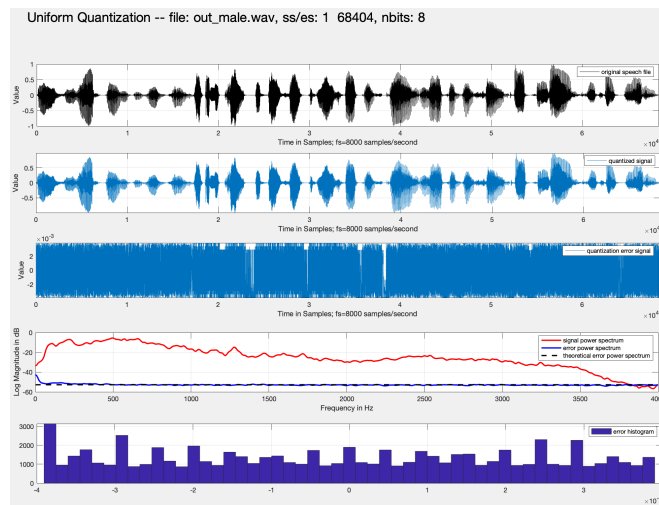


Figura 10. Quantizador uniforme de 8 bits do sinal de entrada "out_male.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos algum ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 37.16. Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal, a partir de 3900 Hz.**

Para a quantização uniforme de 6 bits do sinal de entrada “Out_male.wav”, obtemos os seguintes resultados.

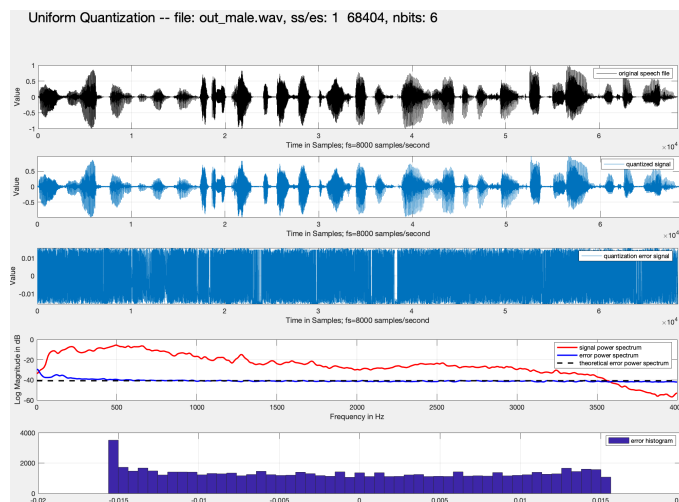


Figura 11. Quantizador uniforme de 6 bits do sinal de entrada "out_male.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos algum ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 24.82. Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal, a partir de 3600 Hz.**

Para a quantização uniforme de 4 bits do sinal de entrada “Out_male.wav”, obtemos os seguintes resultados.

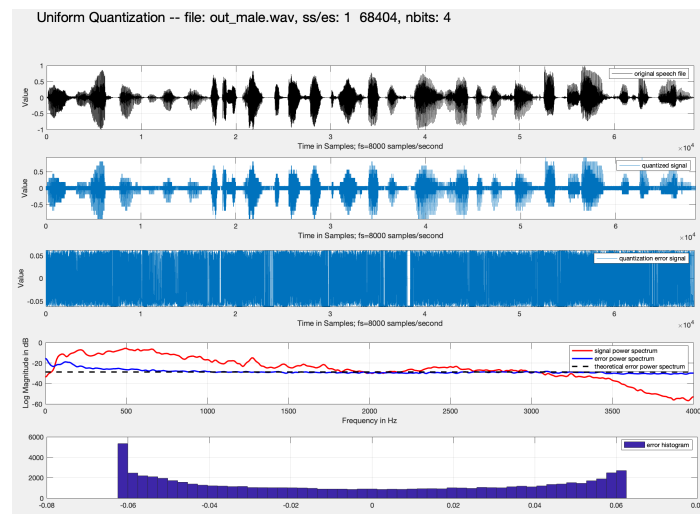


Figura 12. Quantizador uniforme de 4 bits do sinal de entrada "out_male.wav"

Depois de reproduzir o sinal de entrada e o sinal quantizado, **identificamos bastante ruído entre eles. O sinal de erro de quantização não se aproxima de um som natural, é só ruído. O valor da SNR apresentado na janela de comandos do Matlab é 11.86.** Analisando o espectro de potência do sinal e do ruído de quantização identificamos frequência em que a potência de ruído seja maior que a do sinal, **no início de 0 Hz até 100 Hz e a partir de 3200 Hz.**

Finalmente, apresentamos os **gráficos SNR vs Bitrates** para os dois ficheiros de áudio desta experiência.

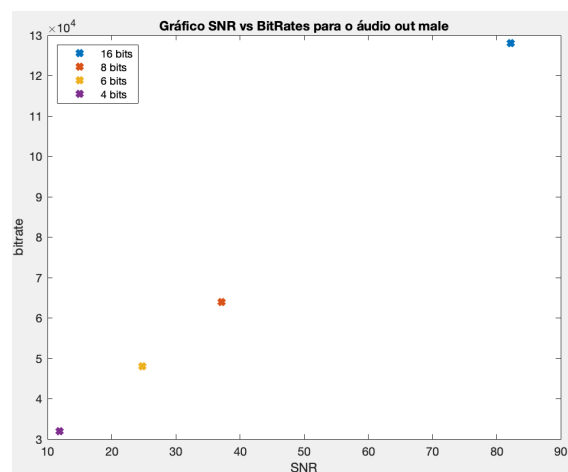


Figura 13. SNR vs bitrate para o ficheiro “out_male.wav”

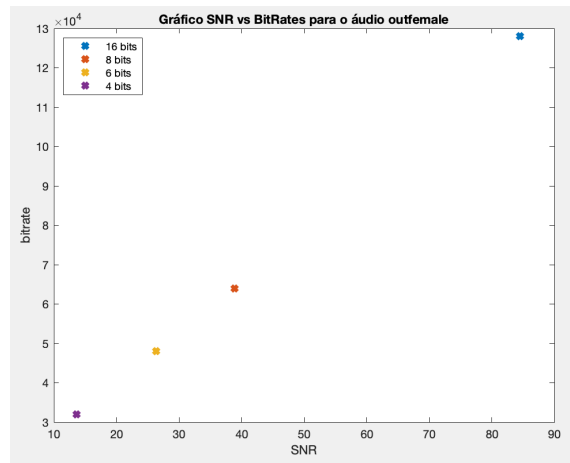


Figura 14. SNR vs bitrate para o ficheiro “out_female.wav”