

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Campus São José

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CURSO DE ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Aluno: Vinícius Souza
Matéria: COM1 - 2019/1

Data: 21/04/2019

COM1 - Relatório 3

Seção I - Introdução

Este relatório tem por objetivo testar e validar conceitos sobre parte do processo de conversão analógico-digital. Este processo pode ser dividido em três etapas: amostragem, quantização e codificação. Os experimentos que serão realizados fazem parte da etapa de quantização.

Para o desenvolvimento das atividades utilizaremos o software MatLab, bem como algumas funções disponibilizadas em sua biblioteca.

Seção II - Embasamento Teórico

Alguns conceitos são imprescindíveis para o desenvolvimento e entendimento deste relatório, por conta disso, abordaremos estes conceitos nesta seção. Além disso, tem-se como premissa, a leitura dos relatórios anteriores, os quais servem de base conceitual para desenvolvimento deste.

Sinal Analógico → sinal contínuo no domínio do tempo, possuindo, entre um ponto e outro, infinitas amostras. É dito como sendo o sinal em que “o desenhamos sem tirar o lápis do papel”.

Sinal Digital → sinal que é definido somente determinados instantes, ou seja, é discreto no domínio do tempo.

Conversão analógico-digital → processo que visa transformar um sinal analógico em um sinal digital. É utilizado em dispositivos eletrônicos que precisam, de alguma forma, processar o sinal, que originalmente, era analógico.

Amostragem → dado que um sinal analógico é existente para todo instante de tempo, amostragem é o processo que visa capturar amostras deste sinal em intervalos fixos de tempo, preservando o valor de cada amostra.

Quantização → é a adequação do sinal amostrado em valores fixos de amplitude, valores estes, que já são previamente definidos.

Codificação → processo que codifica o sinal a ser transmitido em uma codificação que seja conhecida pelo transmissor e receptor, a fim de que a informação possa ser recuperada.

Filtragem → processo que visa filtrar frequências existentes no sinal.

Seção III - Desenvolvimento

Nesta seção serão apresentados os gráficos e os comentários referente as atividades desenvolvidas na elaboração do relatório, buscando relacionar os exercícios de acordo com os conceitos apresentados na seção anterior.

Exercício 1

Neste exercício, utilizaremos um arquivo de áudio com o intuito de simular a entrada de um sinal analógico. A partir do arquivo, realizaremos o processo de quantização do sinal variando o número de bits de quantização. Tendo em vista que utilizaremos uma amplitude fixa, a variação destes bits fará com que varie também o espaçamento entre um degrau e outro na amplitude, ou seja, a tendência é que, quanto maior for o número de bits utilizados, menor será este espaçamento e, portanto, mais fidedigno será o sinal quantizado, em relação ao sinal de áudio original.

Utilizaremos 3, 5, 8 e 13 bits de quantização, e para cada caso, iremos reproduzir o sinal na placa de som do computador. Além disso, para cada taxa utilizada (3, 5, 8 e 13), passaremos o sinal por um filtro passa-baixas de 8 KHz, o que deve melhorar a sensação ao escutar o áudio.

Primeiramente, observemos o sinal original. Sua representação no domínio do tempo e da frequência.

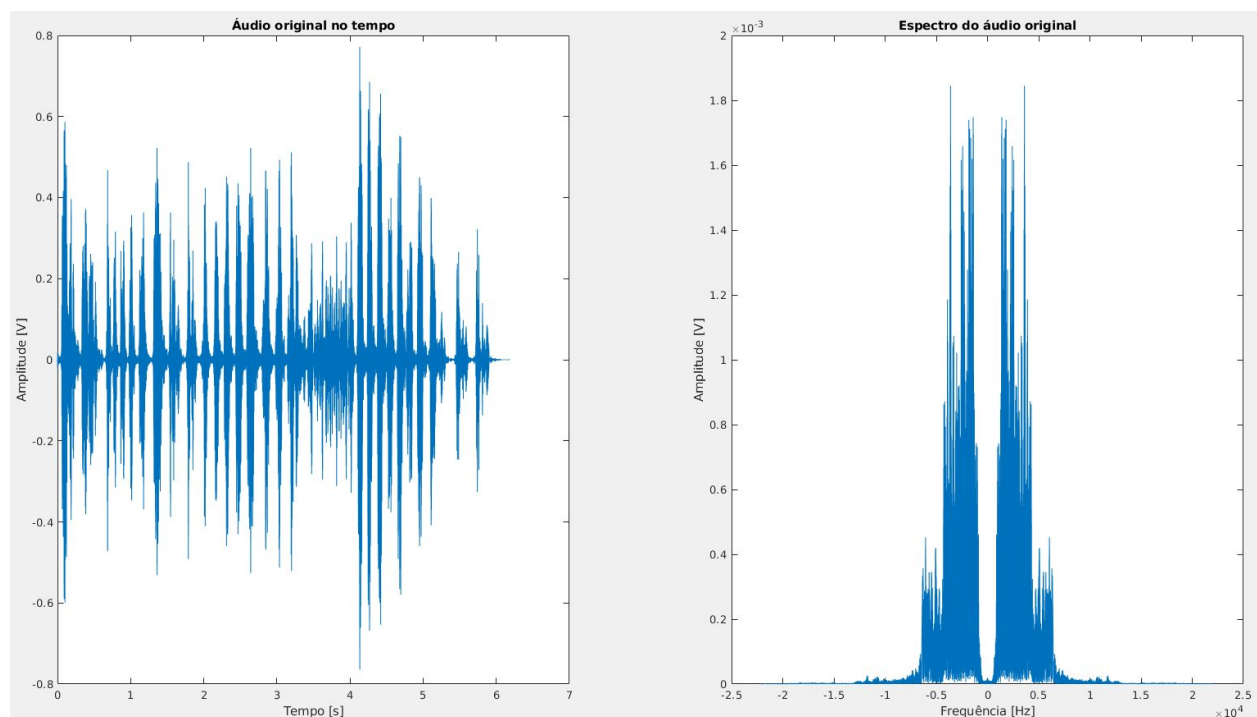


Figura 1 - Sinal de áudio original

Agora, observemos o sinal original quantizado com 3 bits, o que nos dá 8 níveis de quantização, com um passo de 0,25V com tensão entre -1 e 1V.

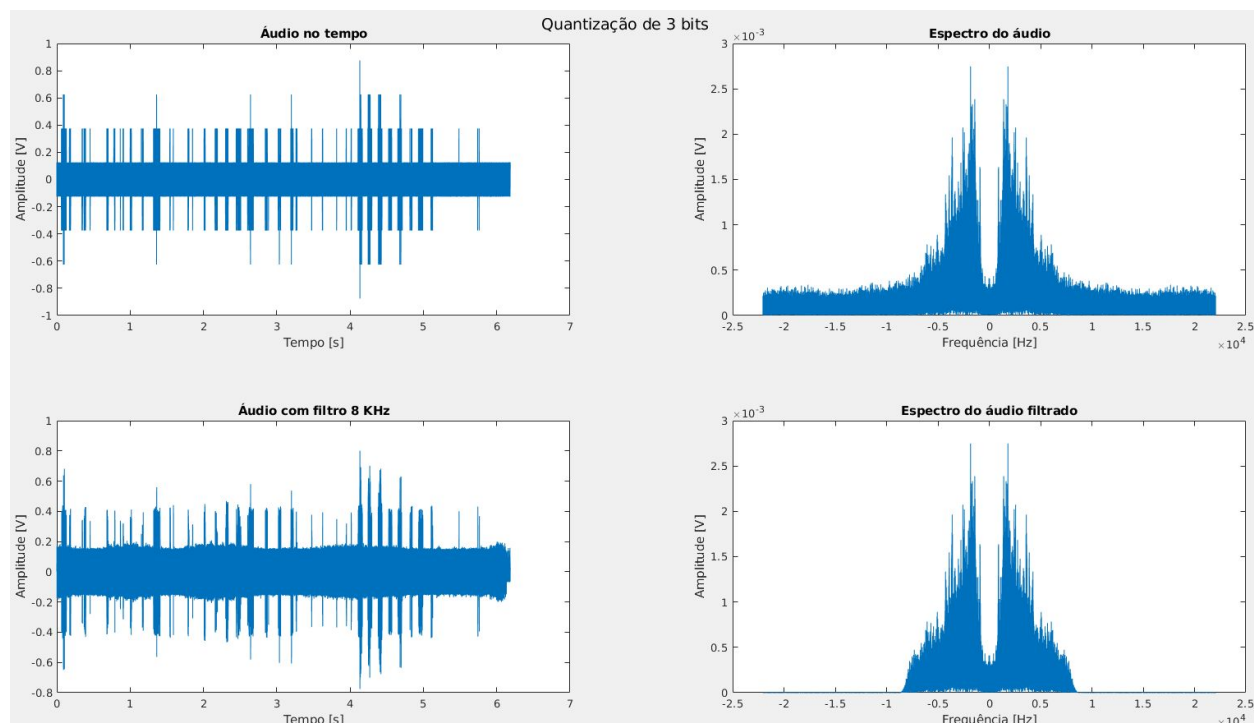


Figura 2 - Sinal quantizado com 3 bits

A partir do gráfico anterior é possível identificar os 8 níveis utilizados para quantização, que variam de -0,875 até +0,875V. De acordo com o primeiro gráfico, intitulado “Áudio no tempo”, nota-se que a forma de onda está mais “quadrada”, e isto é consequência da baixa taxa de bits para quantização. A segunda consequência desta taxa reduzida de bits, aparece no gráfico “Espectro do áudio”, onde é possível identificar a presença de um ruído em toda a faixa de frequência do áudio. Isso acontece, pois a transformada de Fourier de uma onda quadrada no tempo, se reflete em uma função do tipo *sinc* na frequência. O somatório destas ondas *sinc*, fazem com que apareça, no espectro, o ruído observado no gráfico. Este fenômeno é chamado de ruído de quantização.

Ainda na figura 2, foi realizada a filtragem do sinal em uma frequência de 8 KHz, o que fica bastante visível no gráfico “Espectro do áudio filtrado”. Devido a realização da filtragem, temos uma onda que parece mais “arredondada” no gráfico “Áudio com filtro 8 KHz” (no tempo), isto é consequência do mesmo efeito da transformada de Fourier explicado no parágrafo anterior, pois foram retiradas componentes do *sinc* gerado na frequência.

Até aqui, na placa de áudio do computador, o áudio inicial foi reproduzido três vezes. Na primeira, o áudio original. Na segunda, o áudio quantizado com 3 bits e sem filtragem, e na terceira, o áudio quantizado com 3 bits, com filtragem em 8 KHz. Na segunda reprodução

ouvimos um chiado bastante forte, que justamente, é efeito do ruído de quantização observado nos gráficos. Na terceira, o ruído é minimamente reduzido, e o áudio parece mais baixo. Efeito que acontece devido a filtragem das altas frequências (acima de 8 KHz).

Agora, observe a figura a seguir, na qual foram utilizados 5 bits de quantização.

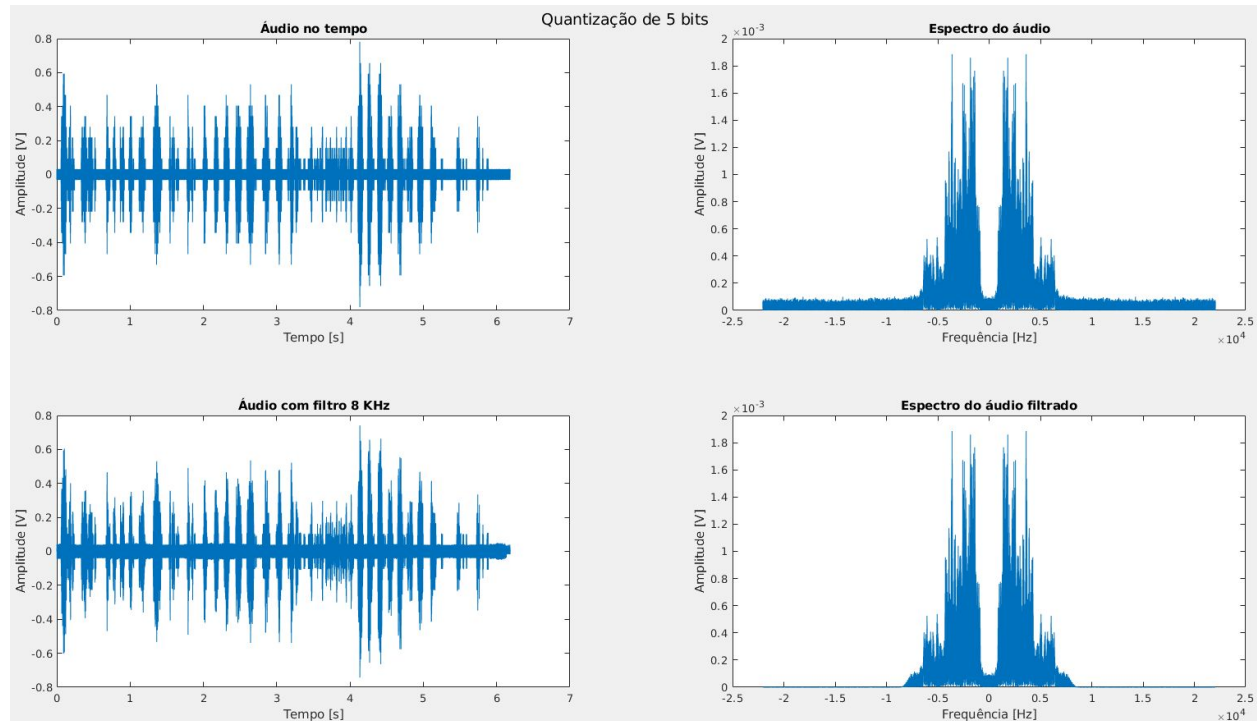


Figura 3 - Sinal quantizado com 5 bits

Utilizando 5 bits de quantização, temos 32 níveis entre -1 e 1V, sendo que o passo entre um nível e outro é de 0,0625V. Desta forma, a onda já nos parece menos “quadrada” do que a anterior, fazendo com que, em seu espectro, seja reduzida a amplitude do ruído de quantização.

O áudio aqui reproduzido é bem mais legível do que o áudio reproduzido na figura anterior, todavia, ainda é perceptível a presença do ruído. Novamente, após a filtragem, escutamos um áudio que parece mais baixo, e a presença do ruído é ainda menos perceptível.

Agora, nas imagens a seguir, observemos a representação utilizando 8 e 13 bits de quantização.

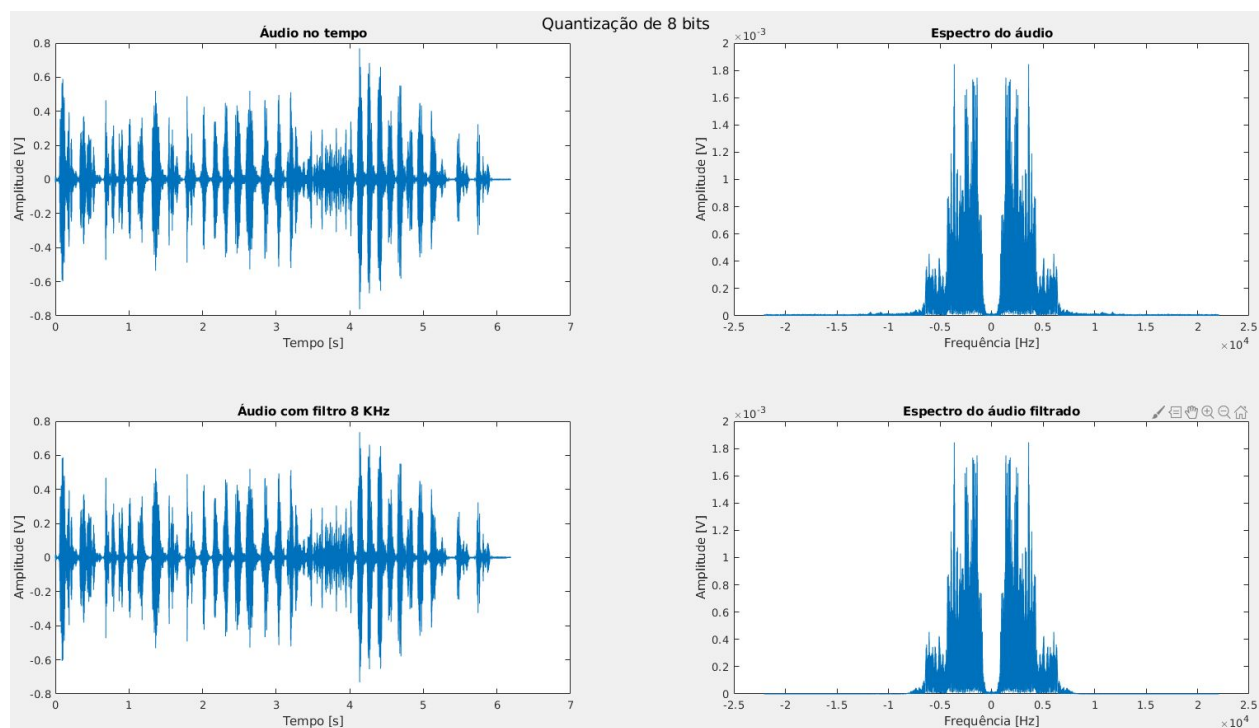


Figura 4 - Sinal quantizado com 8 bits

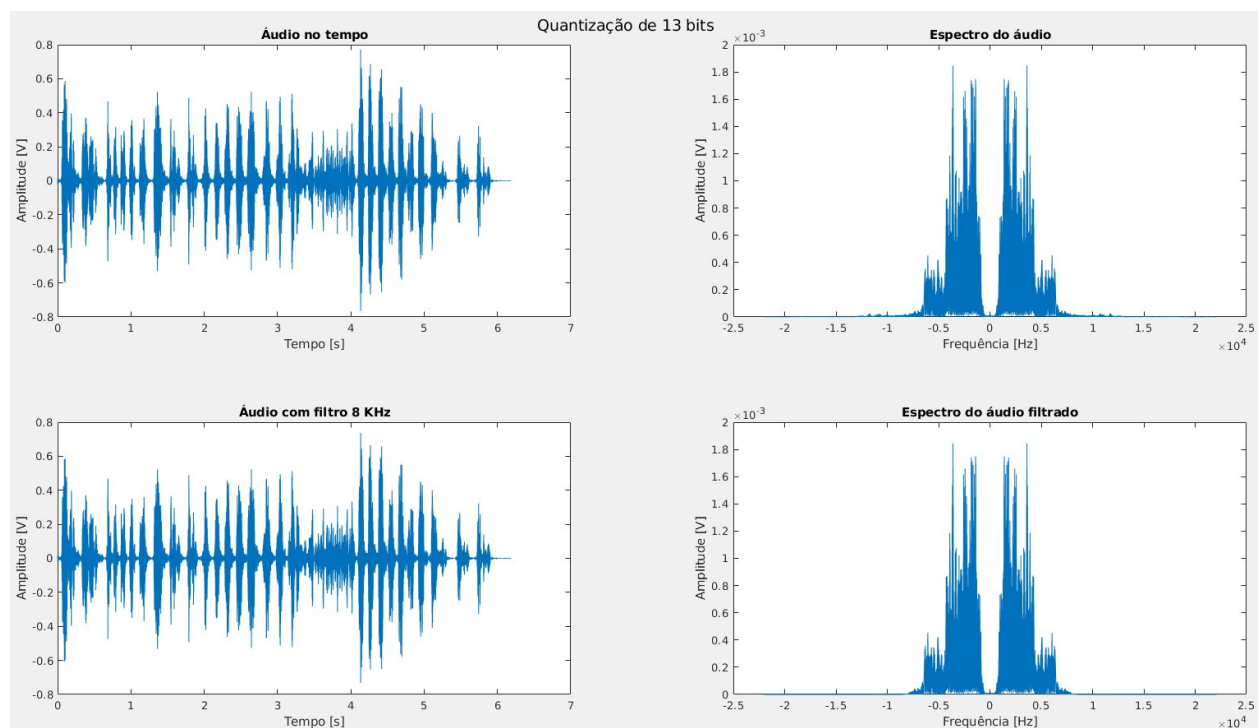


Figura 5 - Sinal quantizado com 13 bits

Utilizando 8 bits de quantização, temos 256 níveis entre -1 e 1V, sendo que o passo entre um nível e outro é de 0,0078V. Já utilizando 13 bits de quantização, temos 8192 níveis entre -1 e 1V, e o passo é de 0.00024414V. Nesses dois casos, principalmente no segundo, já

é imperceptível a presença do ruído de quantização. A única diferença que conseguimos identificar escutando os áudios é ao passar o filtro, que neste caso, parece que está mais baixo, assim como nos outros casos.

No código utilizado neste exercício, foram feitas algumas operações para realização do experimento. Primeiramente, temos o deslocamento do sinal para o eixo positivo, fazendo com que tenhamos somente amostras com valores de tensão positivos. Esse procedimento é feito para que possamos representar os níveis como valores binários positivos, sem a utilização do bit sinalizado. Depois deste deslocamento, através da divisão pelo valor do passo, o nível de tensão é colocado em um dos níveis de quantização (é utilizado arredondamento). Posteriormente, é feito uma checagem para garantir que o máximo e o mínimo estejam dentro dos valores estipulados pela quantização. Finalmente, os bits são enfileirados, simulando o processo de transmissão (nesse caso, podemos até dizer que este seria nosso processo de codificação). Depois de simulada a transmissão, recebemos o sinal e transformamos em um vetor de valores decimais, que devem ser os mesmos gerados na transmissão do sinal. Ai então, multiplicamos esses valores pelo valor do passo (fazendo o contrário do que foi feito na transmissão) e deslocamos o sinal para a faixa de tensão original, ou seja, de -1 a +1V. Por fim, são exibidos os sinais no domínio do tempo e da frequência, pelos quais realizamos nossas análises.

Seção IV - Conclusões

Nesta seção, abordaremos as conclusões chegadas a partir dos exercícios realizados.

Exercício 1

De acordo com os experimentos realizados, foi possível constatar a presença do ruído de quantização, bem como sua origem. Foi possível estudar a forma e como podemos atenuá-lo, que é basicamente de duas maneiras: aumentando a quantidade de bits de quantização e/ou adicionando um filtro no circuito.

Seção V - Códigos

Os códigos utilizados para o desenvolvimento deste relatório estão disponíveis no seguinte endereço: <https://github.com/viniciusluzsouza/COM/tree/master/COM1/relatorio3>