

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial

ARTHUR MEDEIROS GUIMARÃES

DAVIDSON MARCEL SEABRA DANTAS

Processamento Digital de Sinais – PDS

Relatório 01 - Quantizador

João Pessoa – PB,
Setembro de 2018

Sumário

Introdução	3
Fundamentação Teórica	3
Metodologia e Resultados	6
Apêndice	10

Introdução

Com o surgimento da computação criou-se a necessidade de transformar um sinal analógico num sinal digital. Isto é, transformar um sinal com infinitos valores em amplitude e no tempo num sinal com valores finitos em amplitude e no tempo, isto dar-se ao fato que a quantidade de dados que do processamento computacional é finita e limitada à capacidade da máquina. Sendo assim, uma forma de processar computacionalmente os dados analógicos da vida real é por meio da conversão de sinais analógico para sinais digitais por intermédio de um Conversor A/D. Esta conversão para o sinal digital traz diversas vantagens, como a alta resistência ao ruído, armazenamento simples, menor custo computacional e melhor relação custo-benefício.

Fundamentação Teórica

Para descrever uma grandeza analógica de forma computacional é necessário realizar uma conversão de Analógica para Digital, esta conversão é feita por intermédio de um Conversor A/D. O Conversor A/D segue o esquemático da Figura 1, no qual possuímos um sinal de entrada analógico, esse sinal de entrada é amostrado por meio do Amostrador, após amostrado o sinal torna-se analógico em amplitude e discreto no tempo, posterior ao Amostrador existe o Quantizador, no qual é responsável por discretizar o sinal em amplitude, transformando o sinal de entrada analógico num sinal de saída digital.

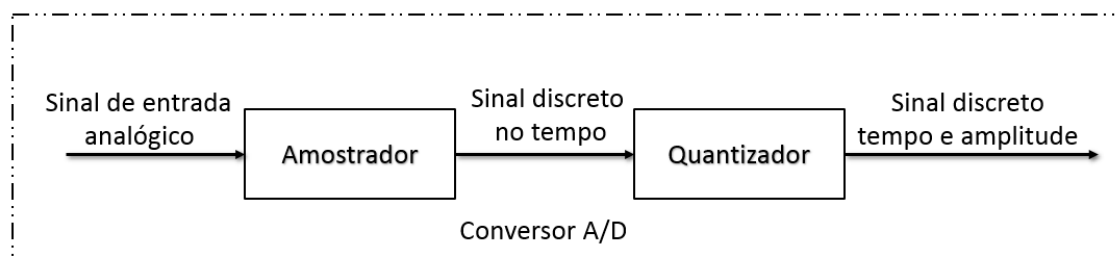


Figura 1: Conversor A/D.

Fonte: Autoria Própria.

O Amostrador é o responsável por discretizar o sinal no tempo, ou seja, transforma o sinal com infinitos valores no tempo num sinal com valores finitos no tempo, para obter um sinal finito no tempo o amostrador pega valores a cada instante igualmente espaçado no tempo, esta etapa é chamada de amostragem do sinal e a relação de quantidade de amostras por segundo é dada de acordo com o Teorema de Nyquist-Shannon. O Teorema diz que um sinal pode ser recuperado desde que a taxa de amostragem seja, pelo menos, duas vezes maior que a maior frequência do sinal. A Figura 2 ilustra um sinal de entrada analógico em azul e um sinal amostrado em vermelho.

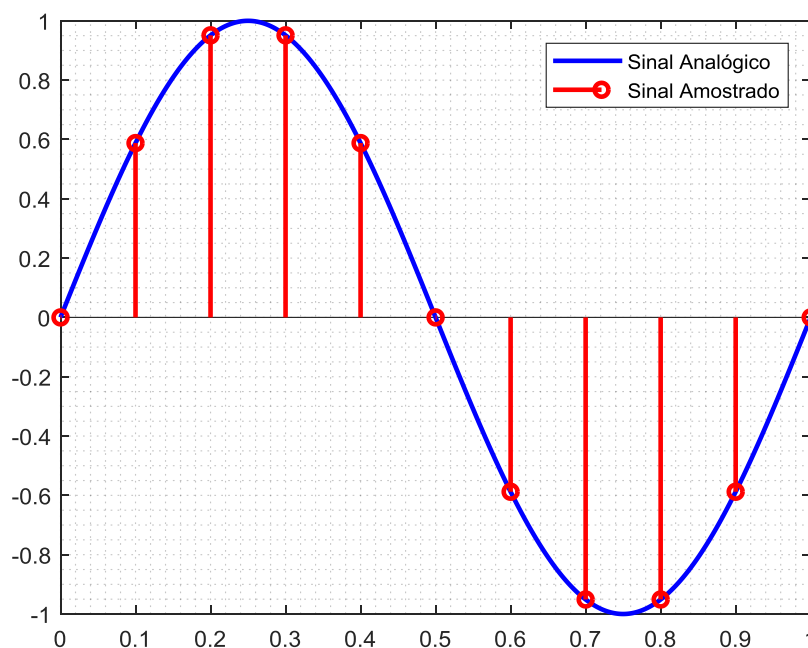


Figura 2: Comparativo sinal analógico e sinal amostrado.

Fonte: Autoria Própria.

Após realizada a amostragem do sinal, faz-se necessário realizar a discretização da amplitude do sinal, esta etapa do conversor A/D dar-se por intermédio do quantizador, no qual transformar em finitos os números assumidos na amplitude. Para tal, o quantizador define uma quantidade de valores possíveis para a amplitude, esses valores são chamados de níveis de quantização e possui quantidade limitadas de acordo com o número de bits disponível. A quantidade de níveis é de acordo com a quantidade de valores que uma determinada quantidade de bits pode representar, por exemplo um quantizador de 3 bits possui 8 níveis de quantização, enquanto um quantizador de 8 bits assume um total de 256 níveis de quantização. O processo de quantização provoca um erro chamado de erro de quantização e

quanto menor a quantidade bits maior é o erro de quantização. A Figura 3 ilustra um comparativo entre os sinais analógico, o sinal amostrado e o sinal digital.

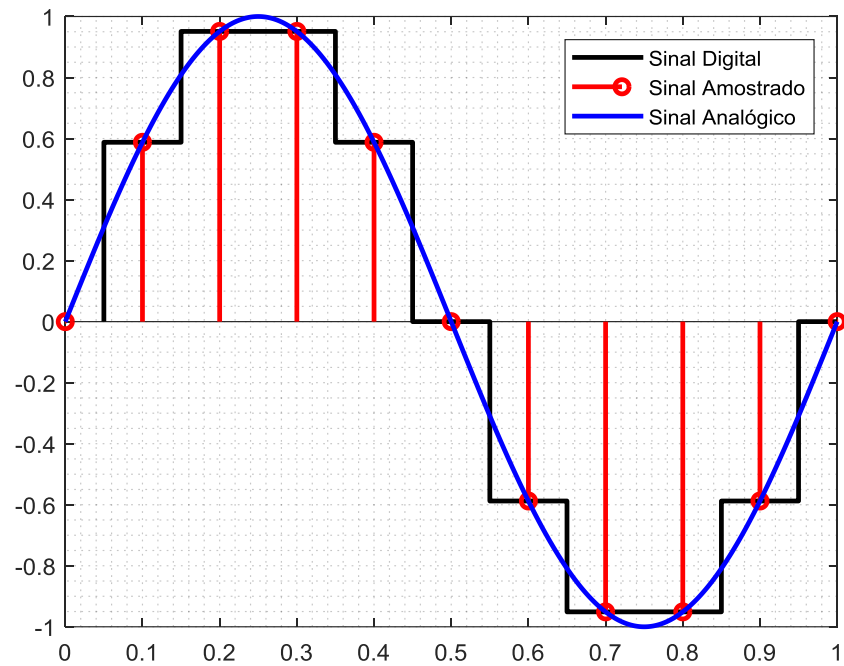


Figura 3: Comparativo entre os sinais analógico, amostrado e digital.

Fonte: Autoria Própria

Metodologia e Resultados

Nesse trabalho foi quantizado um sinal de áudio que representa uma sequência de aplausos, o áudio original foi retirado da internet com o nome de “*aplausos*” do site “www.baixamais.net/efeitos-sonoros/aplausos” e sendo um arquivo do tipo “*mp3*”, posteriormente esse arquivo de áudio foi convertido para um arquivo do formato “*wav*” pelo site “audio.online-convert.com/convert-to-wav”, pois utilizou-se o *software* MatLabR2017B para a quantização e esse *software* não reconhece arquivos “*mp3*”. O áudio de aplausos, por ser um arquivo “*wav*”, já é um sinal digital. O arquivo possui uma taxa de amostragem de 96.000 amostras por segundos, uma quantização de 32 bits e tempo total de 2,978 segundos de áudio.

Após obter o sinal de entrada, é necessário observar o espectro do sinal para saber a frequência máxima do sinal, desta forma poder-se determinar a quantidade mínima de taxa de amostragem respeitando os parâmetros do Teorema de Nyquist-Shannon, ou seja, a taxa de amostragem tem que ser de no mínimo duas vezes a maior frequência do sinal. A Figura 4 ilustra o sinal de entrada e seu devido espectro, observa-se que a informação útil do áudio está na faixa de valores de 0 à 3 kHz, logo uma taxa de amostragem de 6 mil é satisfatória para o Teorema de Nyquist-Shannon, porém foi utilizado uma taxa de amostragem de 8 mil amostras por segundo, pois essa é a taxa utilizada para amostragem de sinais de voz.

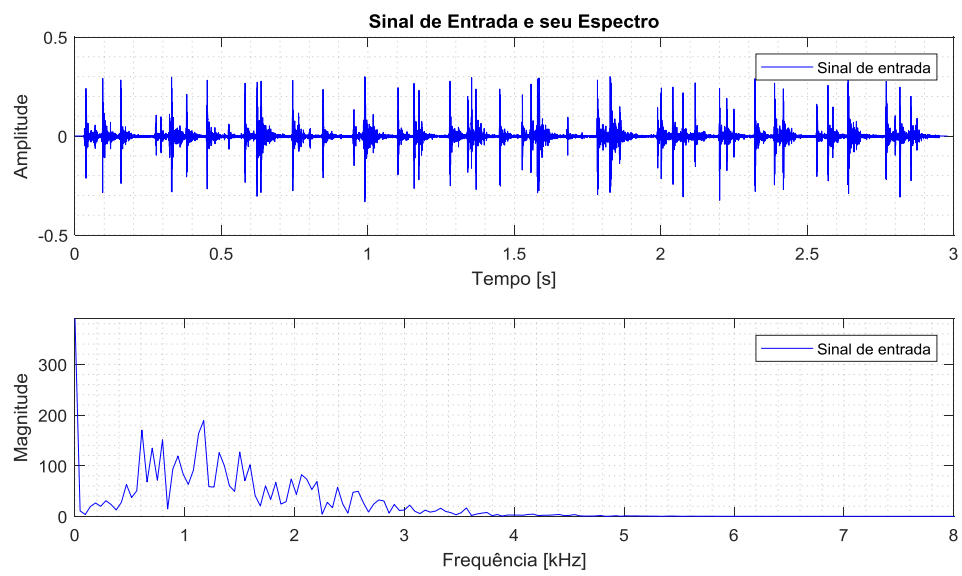


Figura 4: Espectro do sinal de entrada.

Fonte: Autoria Própria

Após determina a taxa de amostragem, o sinal é amostrado e por meio das Figura 5 e 6 é ilustrada a amostragem do sinal em comparação ao sinal de entrada.

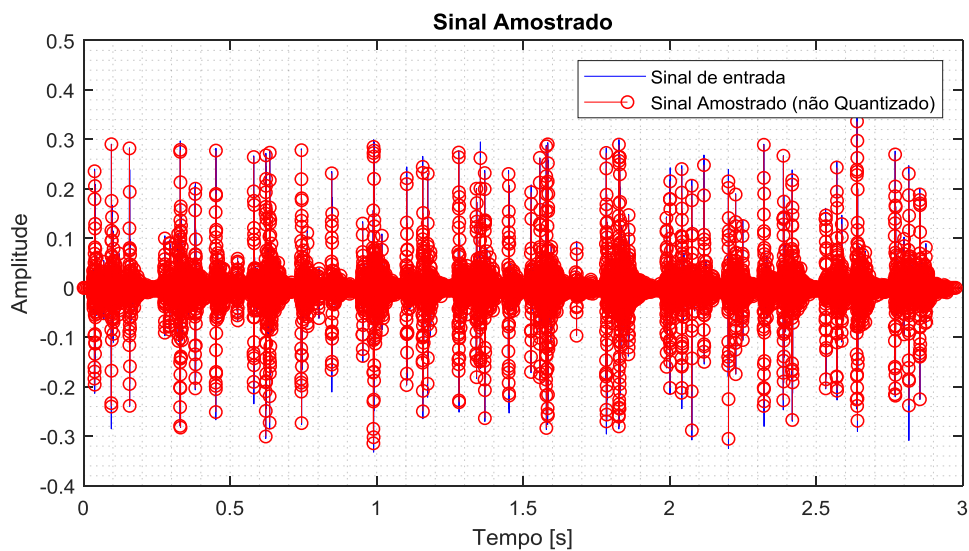


Figura 5: Comparativo sinal de entrada e sinal amostrado.

Fonte: Autoria própria.

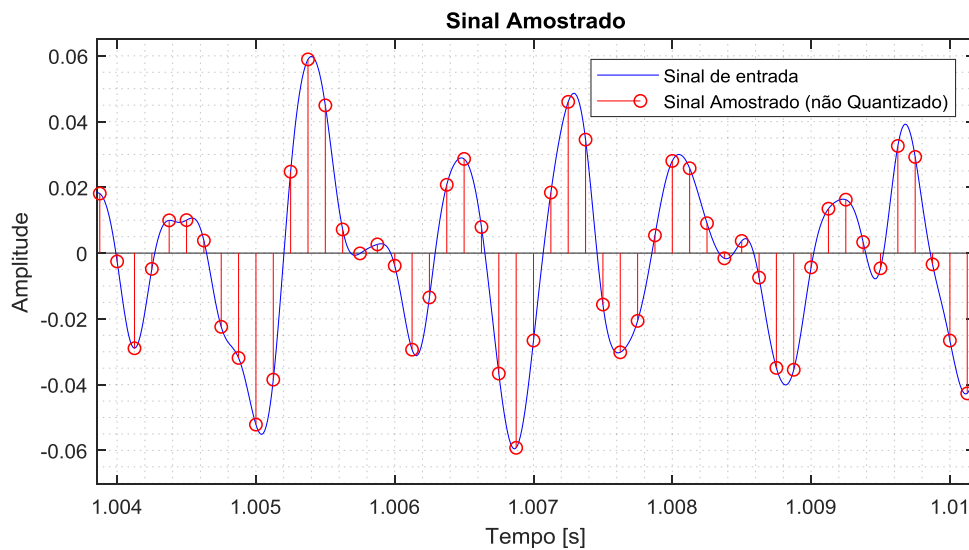


Figura 6: Zoom da Figura 5.

Fonte: Autoria Própria.

Após a amostragem do sinal de entrada, é realizada a quantização por intermédio do Quantizador. Para tal, faz-se necessário determinar a quantidade de bits para definir a quantidade de níveis e o valor assumido de cada nível. Nesse trabalho, utiliza-se uma quantidade de 8 bits, logo um total de 256 níveis de quantização. Desta forma, obtém-se um sinal digital, ou seja, um sinal com valores finitos no tempo e na amplitude, de 8.000 amostrar por segundo, uma quantização de 8 bits e um tempo total de 2,978 segundos de áudio. As Figuras 7 e 8 ilustram os resultados obtidos, ilustrando o sinal digital com o sinal de entrada e o sinal amostrado.

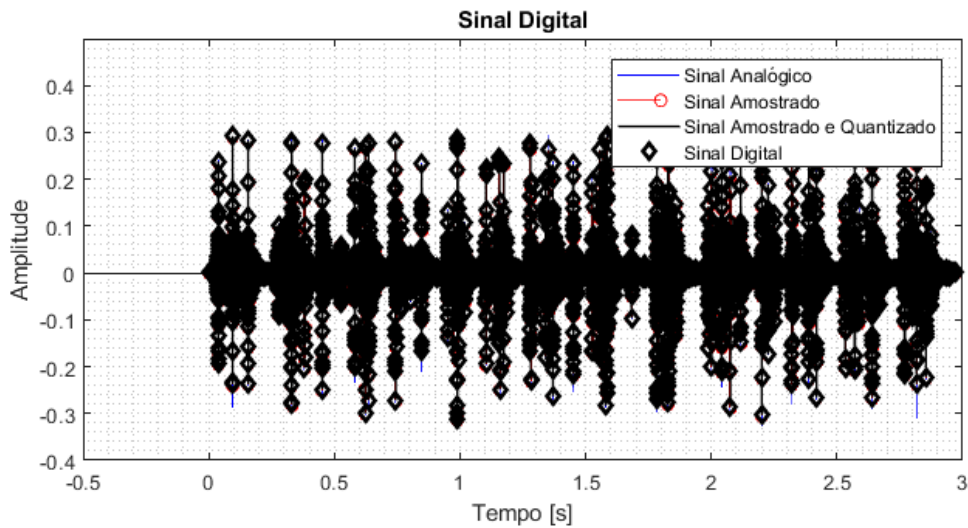


Figura 7: Comparativo entre os sinais analógico, amostra e digital.

Fonte: Autoria Própria.

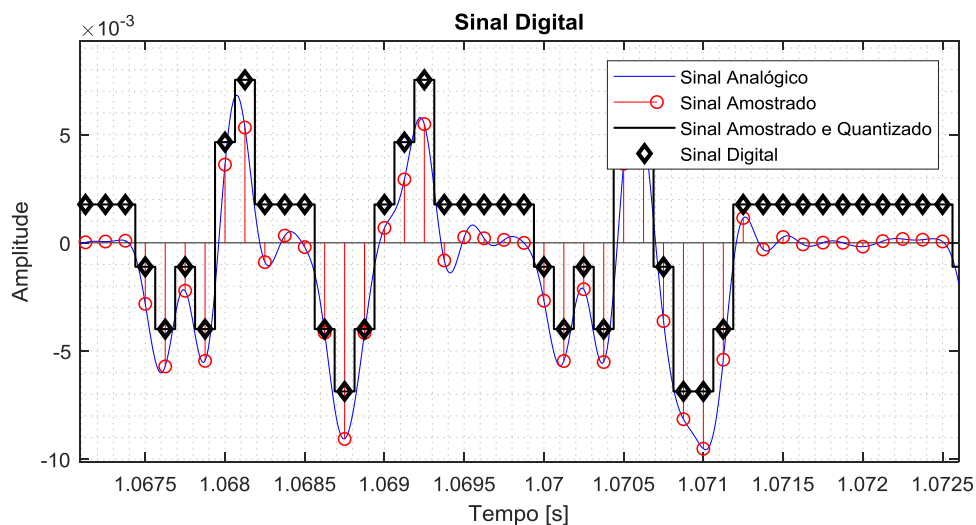


Figura 8: Zoom na Figura 7.

Fonte: Autoria Própria.

Apêndice

Código do Quantizador no MatLab.

```
% Reset do Matlab
clear('variables'); close('all'); clc;

% Lê o sinal de entrada
[x, fs] = audioread('aplausos.wav');

% Calcula o tempo
t = 0:1/fs:(length(x)-1)/fs;

% Pergunta se quer reproduzir o sim
resposta = questdlg('Deseja reproduzir este arquivo de audio?', ...
    'Reproduzir', 'Sim', 'Não', 'Não');
if strcmp(resposta, 'Sim') % Compara as strings
    sound(x, fs);
end

% Gráfico
figure(1)
subplot(2,1,1);
plot(t,x,'b-');
title('Sinal de Entrada e seu Espectro');
xlabel('Tempo [s]');
ylabel('Amplitude');
legend('Sinal de entrada');
grid('minor');
subplot(2,1,2);
% X, Transformada de Fourier
% F, Vetor de frequências
% freqz, Comando para análise de respostas em frequência de filtros
% x, representa o b em coeficientes de filtros, equivalente ao sinal
de
% entrada
% 1, representa A, que equivale a realimentação do filtro
% 1024, representa a quantidade de pontos do espectro
[X, F] = freqz(x,1,1024,fs);
plot(F/1000,abs(X),'b-');
xlabel('Frequência [kHz]');
ylabel('Magnitude');
legend('Sinal de entrada');
axis([0 8 0 max(abs(X))]);
set(gcf, 'color', 'w');
grid('minor');

%% Parâmetros do ADC
ADC_fs = 8000; % em amostras/segundo
ADC_quantizacao = 8; % em bits

% Amostragem do sinal
ADC_x = x(1:fs/ADC_fs:end);
ADC_t = t(1:fs/ADC_fs:end);

% Gráfico
figure(2)
plot(t,x,'b-');
```

```

hold('on');
stem(ADC_t,ADC_x,'r');
title('Sinal Amostrado');
xlabel('Tempo [s]');
ylabel('Amplitude');
legend('Sinal de entrada','Sinal Amostrado (não Quantizado)');
set(gcf,'color','w');
grid('minor');

% Define os níveis lógicos
ADC_QtoNiveis = 2^ADC_quantizacao;
% Cria os níveis lógicos
ADC_niveis = min(x):(max(x)-min(x))/(ADC_QtoNiveis-1):max(x);
% Cria um vetor com o mesmo tamanho de x com zeros
ADC_quantizado = zeros(size(ADC_x));
for i = 1:length(ADC_x)
    ADC_quantizado(i) = ...
        ADC_niveis(find(ADC_niveis>=ADC_x(i),1));
end
ADC_Tquantizado = ADC_t(round(1:0.5:length(ADC_t))) - (ADC_t(2) -
ADC_t(1))/2;
ADC_Xquantizado = ADC_quantizado(floor(1:0.5:length(ADC_t)));
% Gráfico
figure(3)
plot(t,x,'b-');
hold('on');
title('Sinal Digital');
stem(ADC_t,ADC_x,'r');
xlabel('Tempo [s]');
ylabel('Amplitude');
% Plot ilustrativo de quantização
plot(ADC_Tquantizado, ADC_Xquantizado,'k-','LineWidth',1);
% Plot do ponto exato de referência
plot(ADC_t, ADC_quantizado,'kd','LineWidth',2);
set(gcf,'color','w');
grid('minor');
legend('Sinal Analógico','Sinal Amostrado','Sinal Amostrado e
Quantizado','Sinal Digital')

```