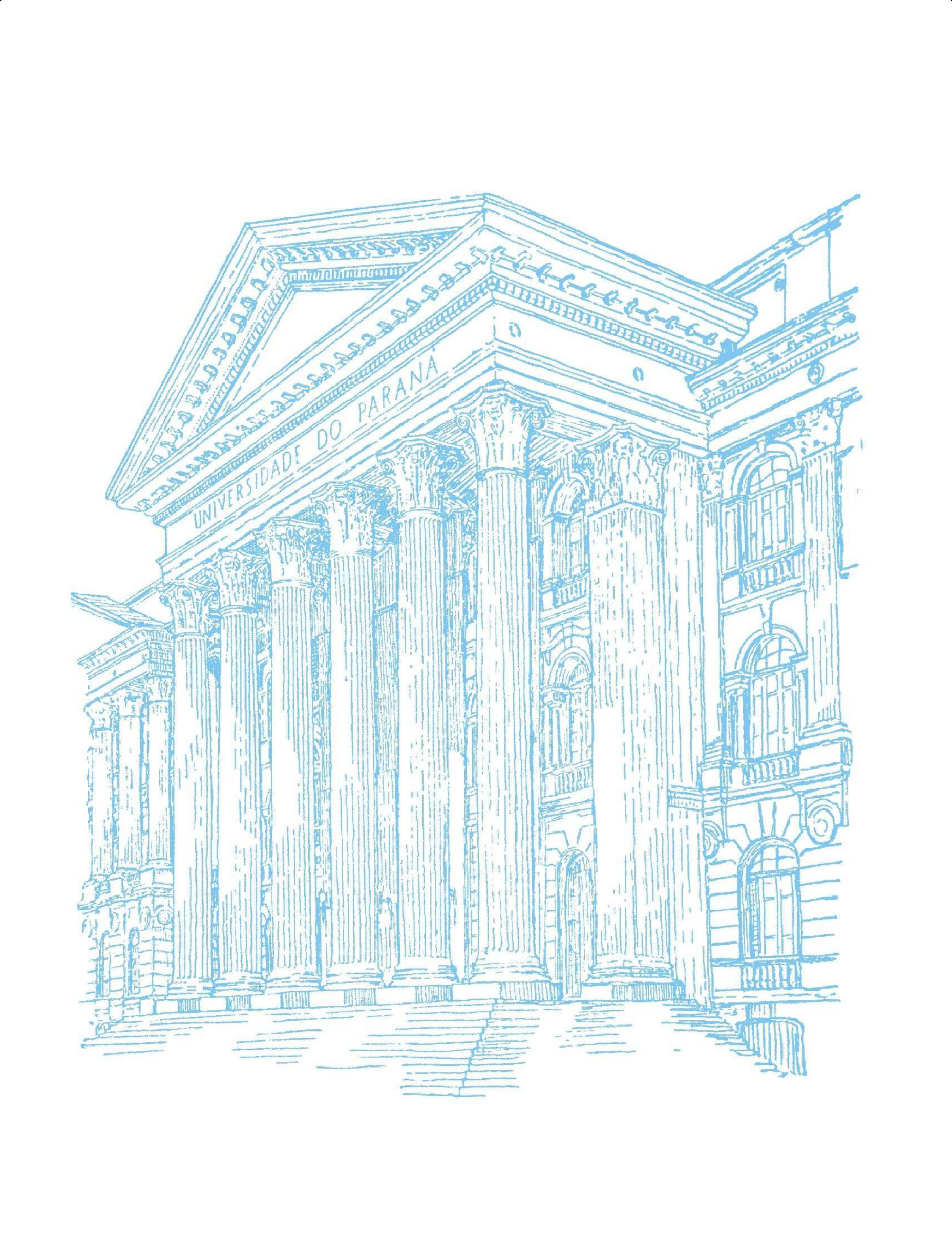
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**SETOR DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**TE 903- COMUNICAÇÃO DIGITAL**

Schadrac Wanza Isula – GRR20169906

**RELATÓRIO SIMULAÇÃO 3–TE903-NA – Simulação do Equivalente em Banda Base de um Sistema 16-QAM – DATA 19/12/2020**

CURITIBA

2020

Schadrac Wanza Isula – GRR20169906

**RELATÓRIO SIMULAÇÃO 3–TE903-NA – Simulação do Equivalente em Banda Base de um Sistema 16-QAM – DATA 19/12/2020**

Relatório acadêmico apresentado à a disciplina de comunicação digital, do curso de graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Orientador: Prof. Evelio Martin Garcia Fernandez

CURITIBA

2020

SUMÁRIO

[1 INTRODUÇÃO 1](#_Toc11522875)

[2 PARTE 1 SINAL SEM RUIDO **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc11522876)

[3 Parte 2 SINAL COM RUIDO **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc11522879)

[4CONCLUSÃO **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc11522880)

# 1 INTRODUÇÃO

Esse relatório consistiu-se em fazer simulações em matlab de transmissão digital de um sistema equivalente de 16-QAM em Banda passante. Foi tirado do script *simulação\_4\_pam.m* modificado para ter um sistema 16-QAM, gerar um sinal 4-Pam e depois separara-lo em duas partes. Consistiu-se em duas partes canal sem distorção e o canal com distorção.

# 2 Parte 1Canal sem distorção

Nesta parte, com o script *simulação\_4\_pam.m*, foi gerado um sinal 4-pam e depois foi separa-lo com os comandos abaixo para gerar sequencia em fase (I) e em quadradura (Q).

pam\_I=pam(1:length(pam)/2);

pam\_Q=pam(length(pam)/2+1:length(pam));

Foi obtido a função de transferência do canal passa-baixos como mostrado na figura 1 gráfico 3 abaixo:

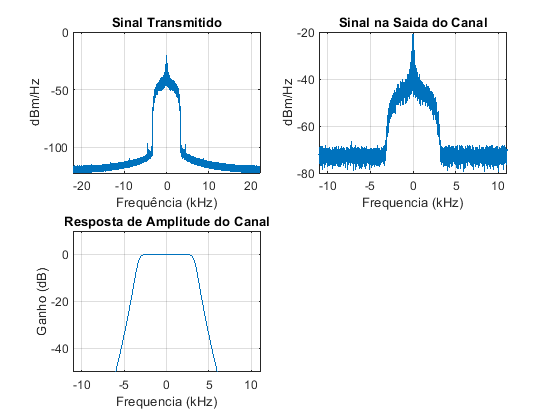


Figura 1 sinais de entrada, saída do canal e função transferência

Foi plotado também o diagrama de olho dos sinais na saída dos filtros casados para sinais em fase e quadratura com snr=20, no comando:

eyediagram(sinal\_rx\_casado(1,1000:6000),2\*oversampling);

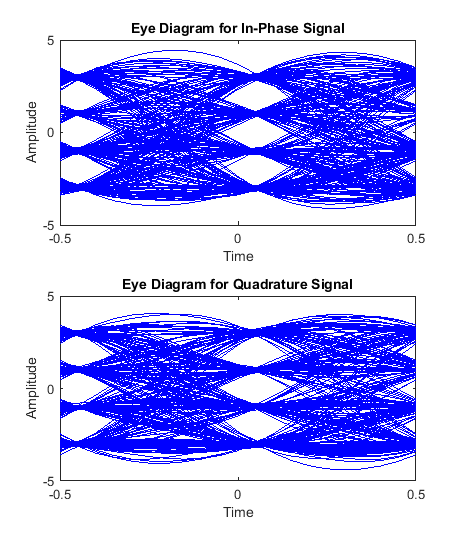
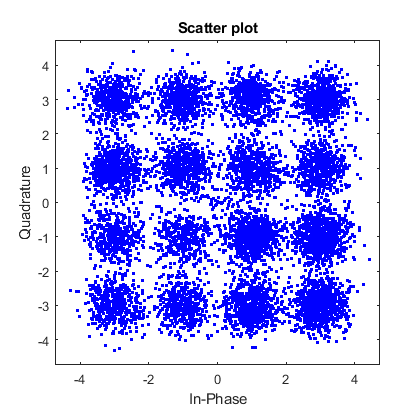


Figura 2: Diagrama de olho

Foram mudado o valor de SNR = 5 dB e obtemos o diagrama de constelação e observamos as nuvens formado fique bem perto de um ao outro, como mostrado na figura 3 abaixo:



*Figura 3: Diagrama de constelação*

Para SNR = 10 dB foi obtido o diagrama de constelação abaixo:



Figura 4: Diagrama de constelação snr 10 dB

Para SNR = 20 foi obtido o diagrama abaixo:

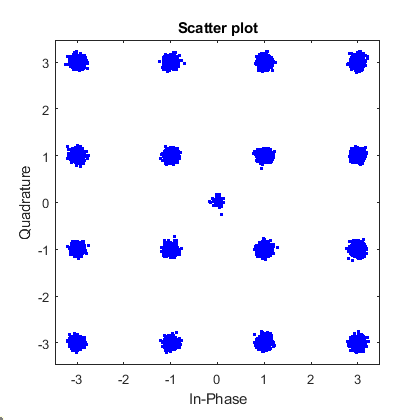


Figura 5: Diagrama de constelação snr 20 dB

Foi mostrado também a imagem transmitida e recebida em SNR = 20 dB, com os comandos abaixo:

qam\_rx=downsample(sinal\_rx\_casado,oversampling);

qam\_rx=qam\_rx(del\*2+1:length(qam\_rx)-del\*2);

pam\_rx\_I=downsample(sinal\_rx\_casado\_I,oversampling);

pam\_rx\_Q=downsample(sinal\_rx\_casado\_Q,oversampling);

pam\_rx\_I=pam\_rx\_I(del\*2+1:length(pam\_rx\_I)-del\*2);

pam\_rx\_Q=pam\_rx\_Q(del\*2+1:length(pam\_rx\_Q)-del\*2);

alphabet=[-3 -1 1 3];

symbols\_rx\_quant\_I=quantalph(pam\_rx\_I,alphabet);

symbols\_rx\_quant\_Q=quantalph(pam\_rx\_Q,alphabet);

a=[0 1 2 3];

symbols\_rx\_I=(symbols\_rx\_quant\_I+3)/2+1;

symbols\_rx\_Q=(symbols\_rx\_quant\_Q+3)/2+1;

symbols\_rx=zeros(1,length(pam));

symbols\_rx\_I=a(symbols\_rx\_I);

symbols\_rx\_Q=a(symbols\_rx\_Q);

bit\_symbols\_rx\_I=de2bi(symbols\_rx\_I);

bit\_symbols\_rx\_Q=de2bi(symbols\_rx\_Q);

bit\_matrix\_rx=reshape([bit\_symbols\_rx\_I;bit\_symbols\_rx\_Q], im\_size, L);

im\_vec\_rx=bi2de(bit\_matrix\_rx);

im\_in\_rx=reshape(im\_vec\_rx,size\_r,size\_c);

figure(2);

subplot(2,1,1);

colormap(gray);

h=image(im\_in);

set(h,'CDataMapping','scaled')

axis('equal');

title('Imagem Transmitida');

hold;

subplot(2,1,2);

colormap(gray);

h=image(im\_in\_rx);

set(h,'CDataMapping','scaled')

axis('equal');

title('Imagem Recebida');

foi observado que a imagem transmitida e recebida são quase a mesma e isso implique o erro obtido foi 0.

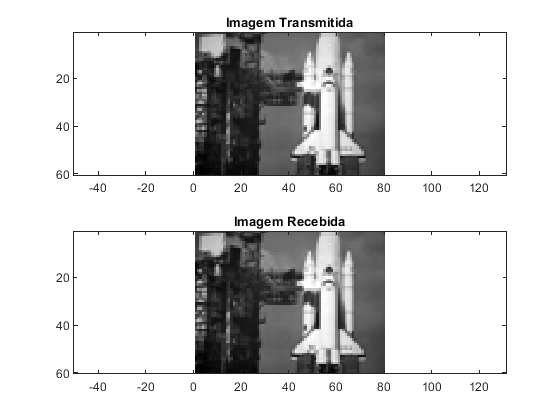


Figura 6 Imagem transmitida e recebida

# 3 Parte 2 Canal com distorção

A simulação foi feita baseado em o arquivo *simulao\_4\_pam.m* para criar a distorção foi utilizado os comando abaixo:

ISI\_channel = [0.19+.59j .45-1.28j -.14-.53j -.19+.23j .33+.51j];

sinal\_rx\_ISI=filter(ISI\_channel,1,sinal\_QAM);

sinal\_rx\_ISI = awgn(sinal\_rx\_ISI,snr,'measured');

e foi obtido os resultados abaixo:

Foi obtido a função de transferência do canal passa-baixos

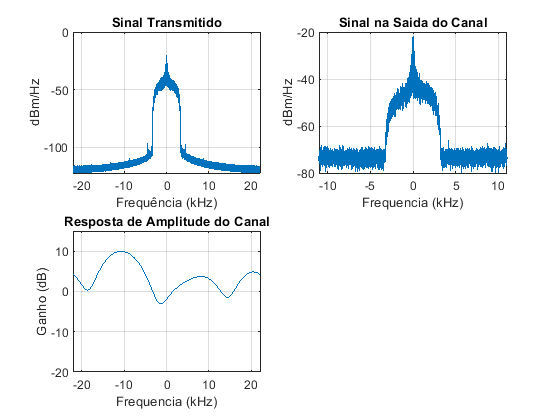


Figura 7 Função de transferência do canal com distorção

o diagrama de olho também foi obtido e não consegui formação do olho por causa de distorção, como mostrado na figura baixo:

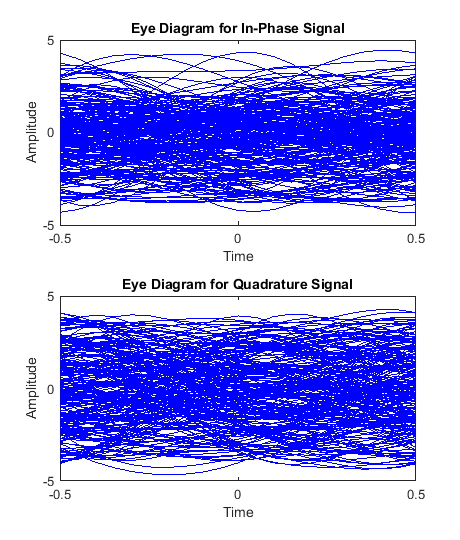


Figura 8 Diagrama de olho com distorção

Para SNR de (5 dB, 10 dB e 20 dB) foram obtidas as figuras abaixos:

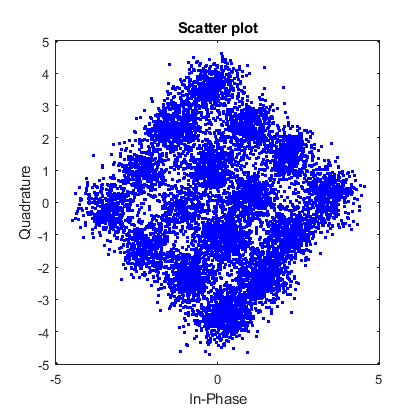


Figura 9: Diagrama de constelação com distorção SNR = 5 dB

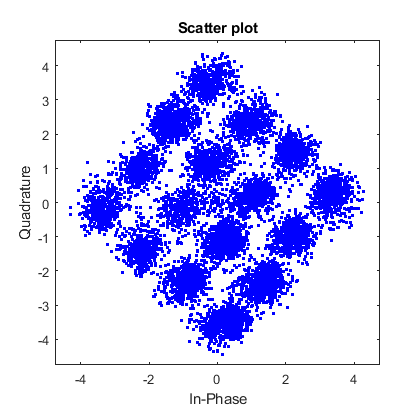


Figura 10: Diagrama de constelação com distorção SNR = 10 dB

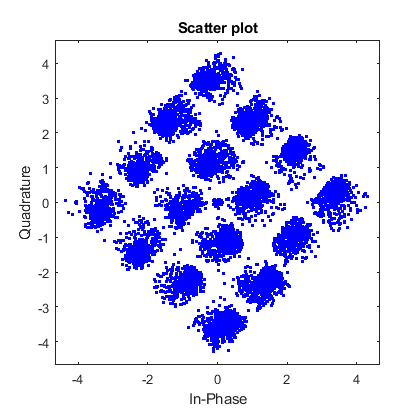


Figura 11: Diagrama de constelação com distorção SNR = 20 dB

Aqui foi observado que a imagem transmitida e recebida não são a mesma e isso implique o erro obtido foi 12977, como mostrado na figura abaixo:

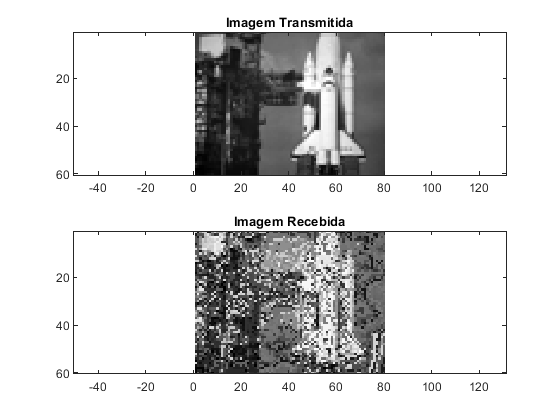


Figura 12: Imagem transmitida e recebida

Com canal de distorção

# 6 CONCLUSÃO

Analisando os dados obtidos nessa simulação, conclui-se que o experimento foi bem sucedido. Demonstrado a diferença de enviar um sinal sem ruído e um sinal com ruído.