



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



## Trabalho Prático 1

Alex Pinheiro - 2014227184

Bruno Grifo - 2014228262

Fábio Antunes - 2014206491

# Introdução

Foi-nos proposto como trabalho prático, realizar a ficha PL1 disponibilizada no inforestudatante. Esta ficha aborda os temas dados nas aulas teóricas e teórico-práticas e tem como objetivo aplicarmos os nossos conhecimentos e tirar conclusões dos resultados dos mesmos. Os exercícios do trabalho focam-se essencialmente no tema Entropia, Informação e códigos de Huffman sendo que os resultados dos mesmos serão demonstrados na continuação deste relatório.

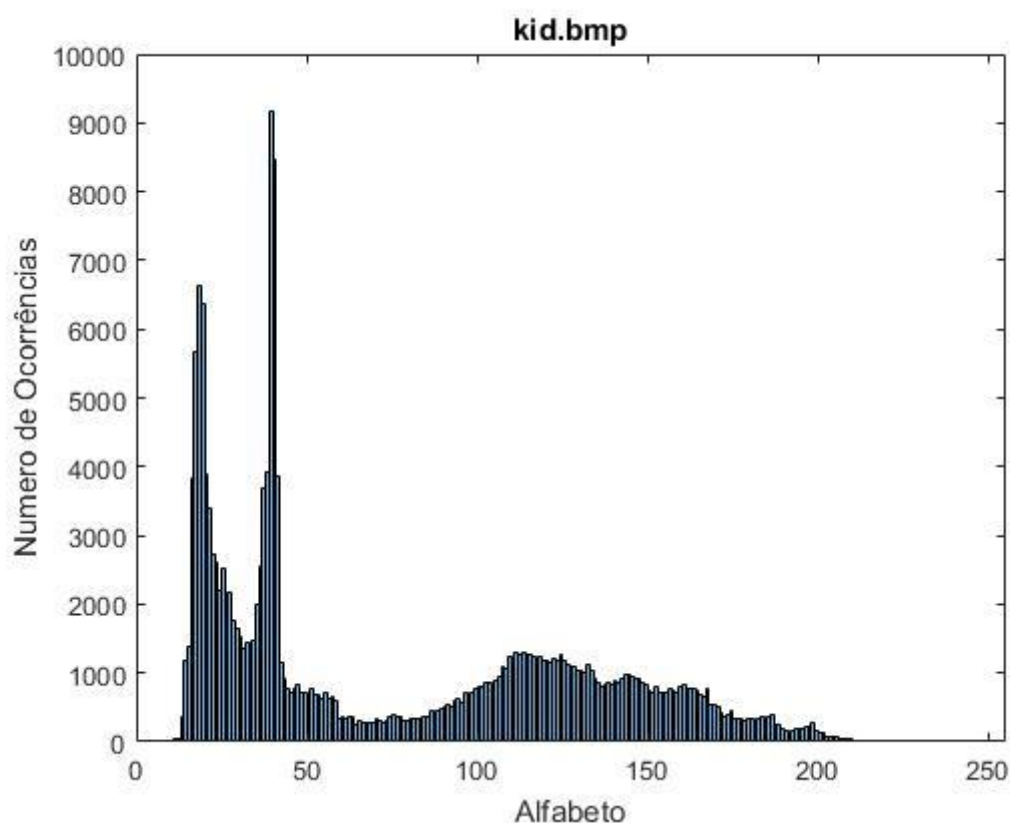
## Exercícios 1,2, e 3

Para o a visualização do histograma dos respetivos ficheiros utilizamos a função `histogram()` do Matlab. Utilizamos como *inputs* a fonte de informação e o alfabeto para representar visualmente o numero de ocorrências de cada símbolo.

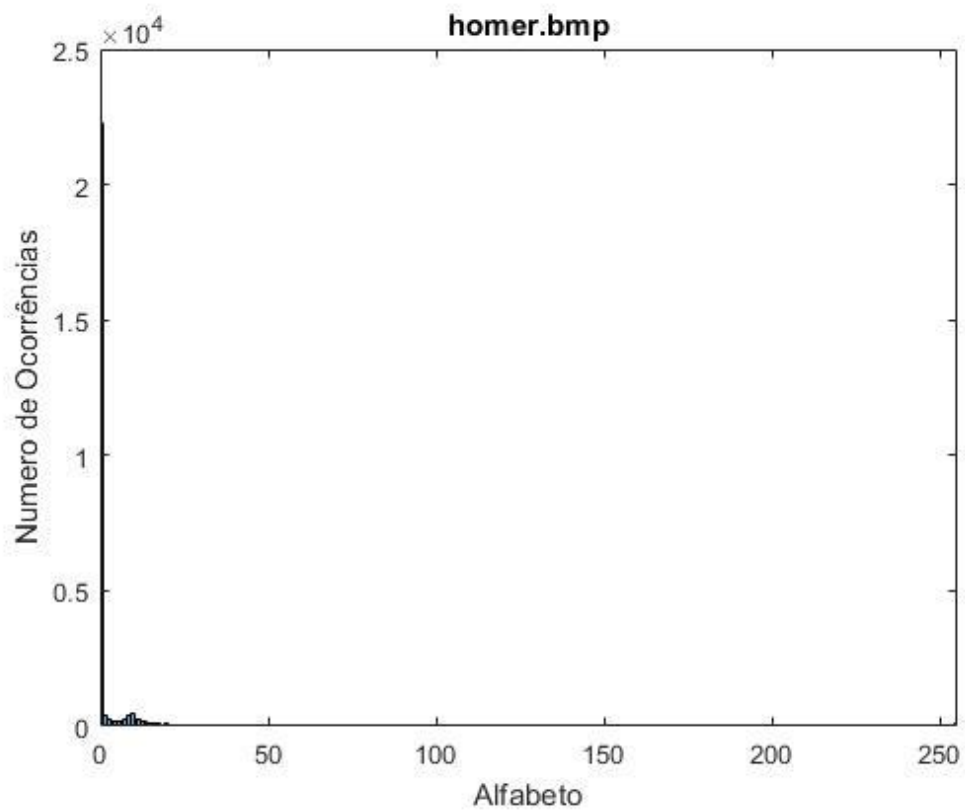
Para o calculo do limite mínimo teórico para o número médio de bits por símbolo dos respetivos ficheiros utilizamos a função da entropia dada pelo professor das aulas teóricas:

$$H(X) = - \sum_i P(X = x_i) \log_2 P(X = x_i)$$

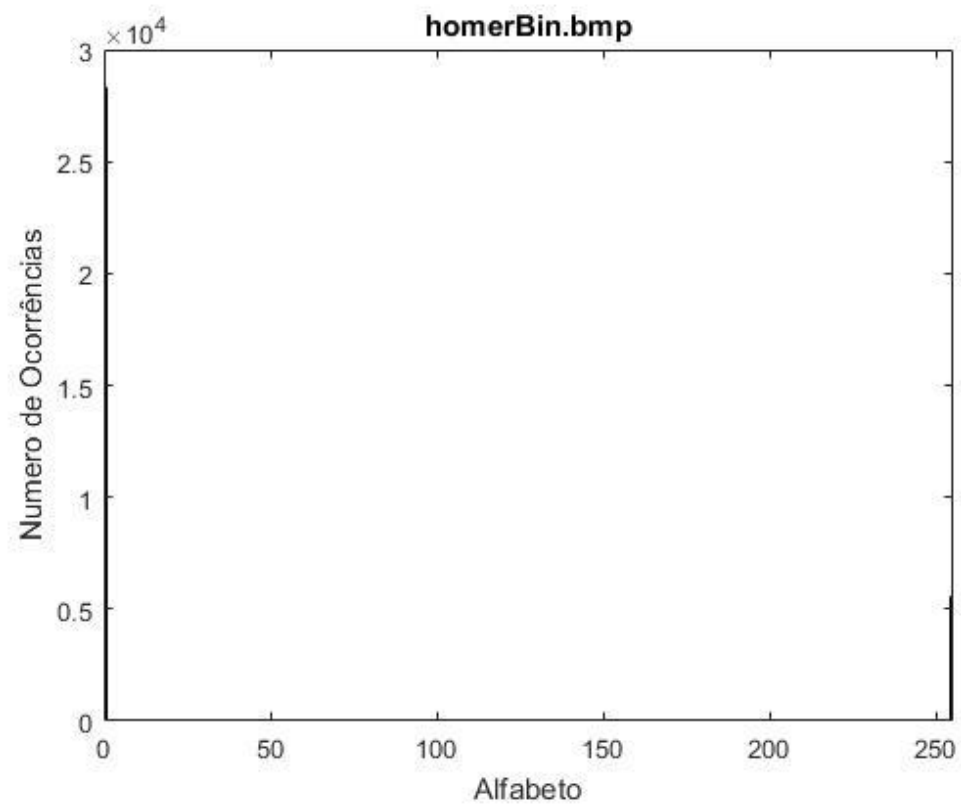
Determinamos o histograma e a entropia da fonte de informação de alguns dos ficheiros disponibilizados pelo professor e os resultados foram os seguintes:



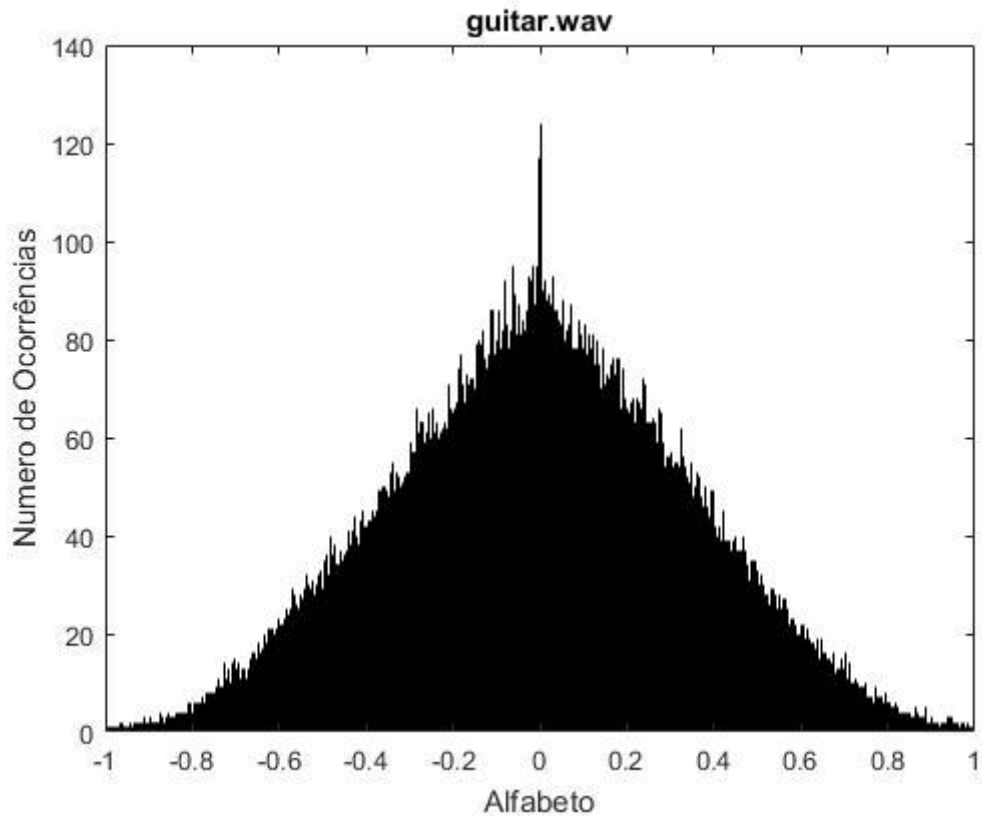
Entropia de kid.bmp: 6.9541



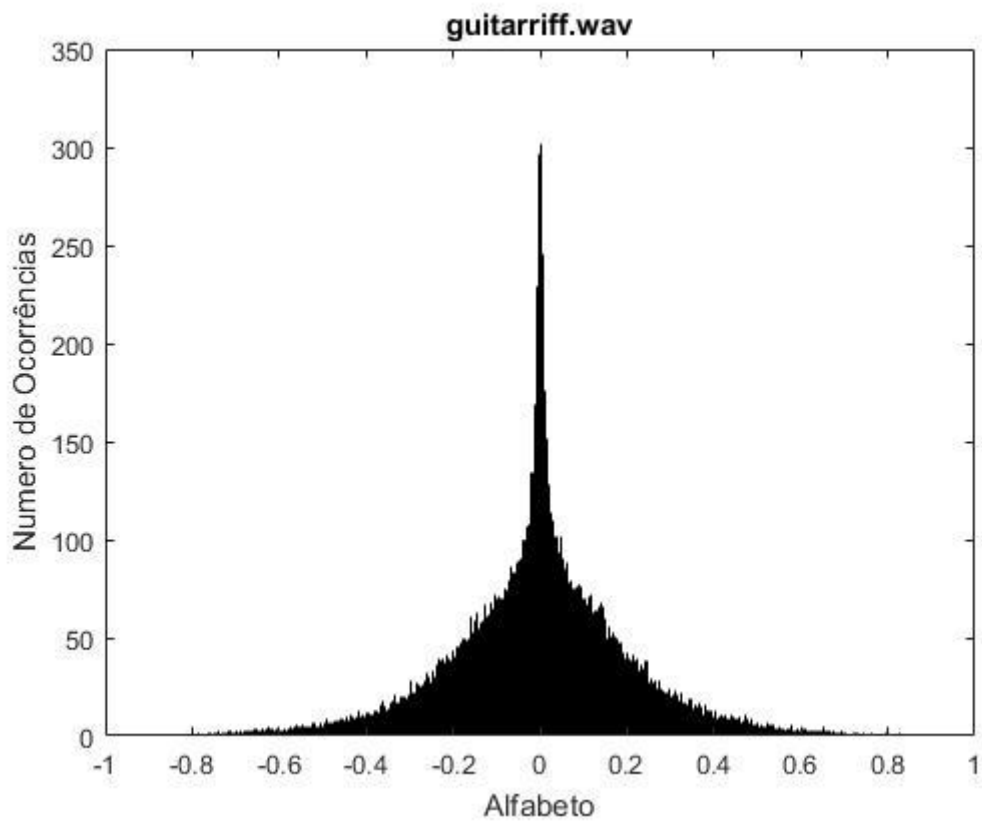
Entropia de homer.bmp: 3.4659



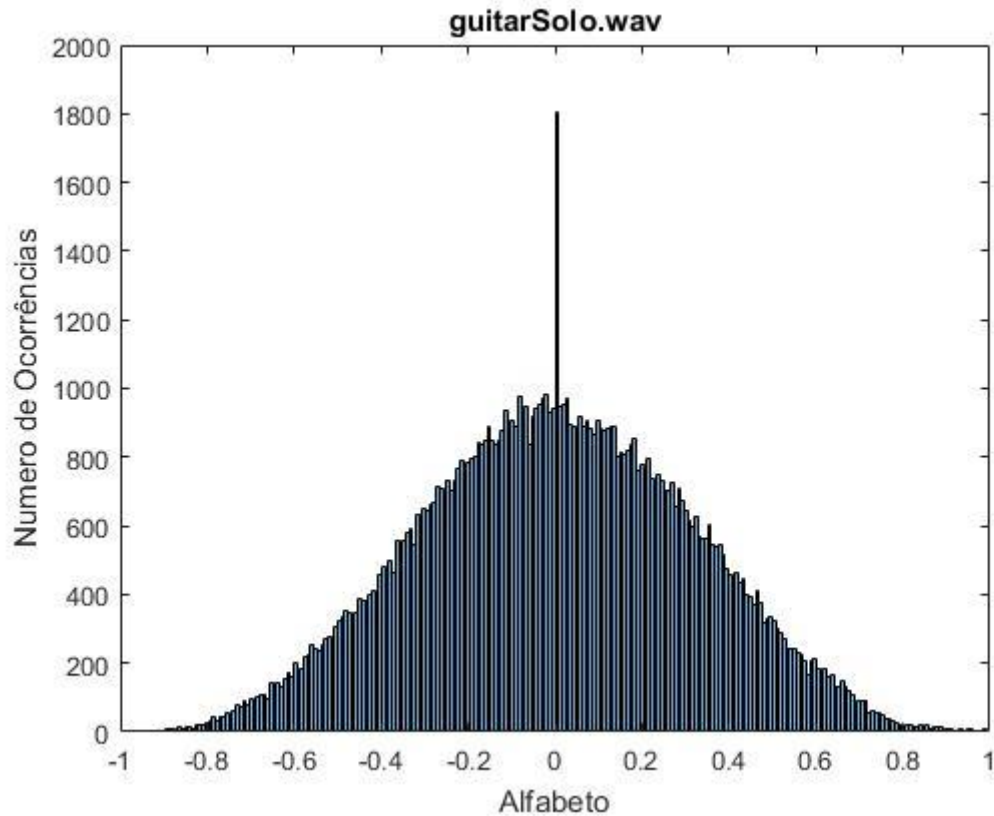
Entropia de homerBin.bmp: 0.6448



Entropia de guitar.wav: 15.3193



Entropia de guitarriff.wav: 14.2819



Entropia de guitarSolo.wav: 7.3580

### Taxas de compressão:

guitar.wav : 4.25%

guitarriff.wav : 10.74%

guitarSolo.wav : 8.025%

homer.bmp : 56.68%

homerBin.bmp : 91.94%

kid.bmp : 13.07%

Formula Compressão:  $\frac{\text{Número max de bits/símbolo} - \text{Entropia}}{\text{Número max de bits/símbolo}} * 100$

## Analise de resultados

Analisando os resultados das imagens podemos reparar que o valor obtido para a entropia da imagem kid.bmp é muito alto e o valor obtido para a entropia da imagem homerBin.bmp é bastante mais baixo que os restantes. Isto deve-se ao facto da primeira imagem utilizar um elevado numero de níveis de cinzento e a segunda utilizar apenas duas cores. O mesmo se verifica para a imagem homer.bmp e homerBin.bmp. As imagens têm o mesmo tamanho e resolução, a diferença está na fonte de informação. A imagem homer.bmp utiliza vários tons de cinzento tendo uma entropia de 3.4659 enquanto que a imagem homerBin.bmp apenas utiliza 2 cores (branco e preto) o que faz com que apenas tenhamos de codificar 2 cores e consequentemente tenhamos uma entropia bastante baixa.

Analisando o resultado dos ficheiros de som, apesar de não ser tão notório como nas imagens, também podemos tirar as mesmas conclusões. No ficheiro de musica guitarriff.wav temos um conjunto de valores na nossa fonte de informação (notas musicais) que são representados com maior frequência, enquanto que no ficheiro de som guitar.wav os valores estão mais distribuídos, sendo que a entropia vai ser consequentemente maior.

# Exercícios 4

Neste exercício calculamos número médio de bits por símbolo para cada uma das fontes de informação utilizando as rotinas de codificação de Huffman que nos foram fornecidas. Os resultados foram os seguintes:

## guitar.wav

Entropia de guitar.wav: 15.3193

Comprimento medio de bits por símbolo: 15.3484

## guitarriff.wav

Entropia de guitarriff.wav: 14.2819

Comprimento medio de bits por símbolo: 14.3097

## guitarSolo.wav

Entropia de guitarSolo.wav: 7.3580

Comprimento medio de bits por símbolo: 7.3791

## homer.bmp

Entropia de homer.bmp: 3.4659

Comprimento medio de bits por símbolo: 3.5483

## homerBin.bmp

Entropia de homerBin.bmp: 0.6448

Comprimento medio de bits por símbolo: 1.000

## kid.bmp

Entropia de kid.bmp: 6.9541

Comprimento medio de bits por símbolo: 6.9832

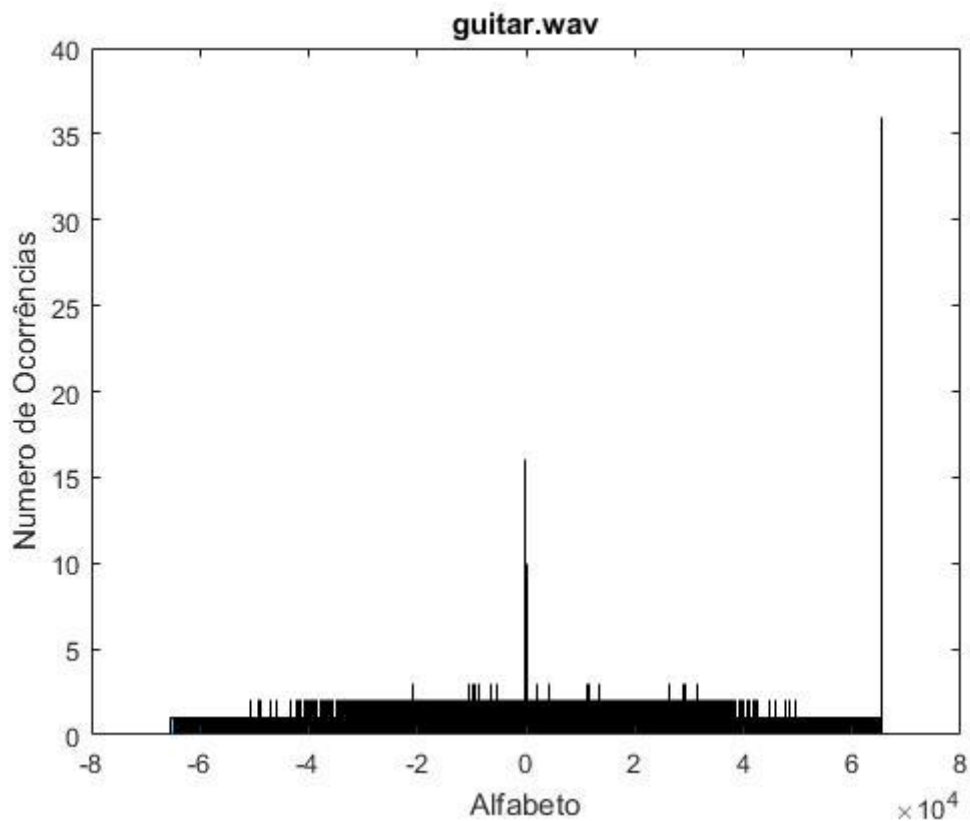


## Analise de resultados

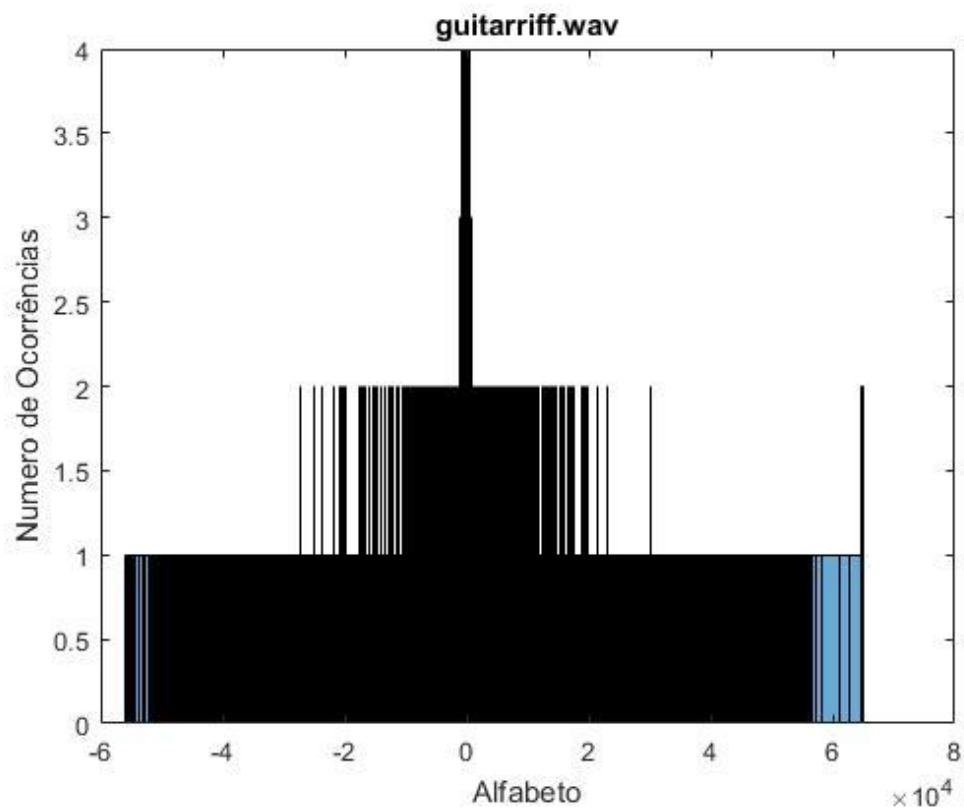
Como sabemos a entropia dá-nos o limite mínimo teórico de bits em média que necessitamos para codificar um símbolo. Contudo, isto acontece num ambiente ótimo e as rotinas de codificação de Huffman dá-nos reais. Um ótimo exemplo para ajudar a confirmar são os resultados do homerBin.bmp no exercício 4. Em teoria, visto que esta imagem é representada com apenas duas cores, logo a sua entropia é muito baixa, conseguimos codificar cada símbolo, em média, com apenas 0.6448, contudo, é impossível representarmos um símbolo menos de 1 bit.

## Exercícios 5

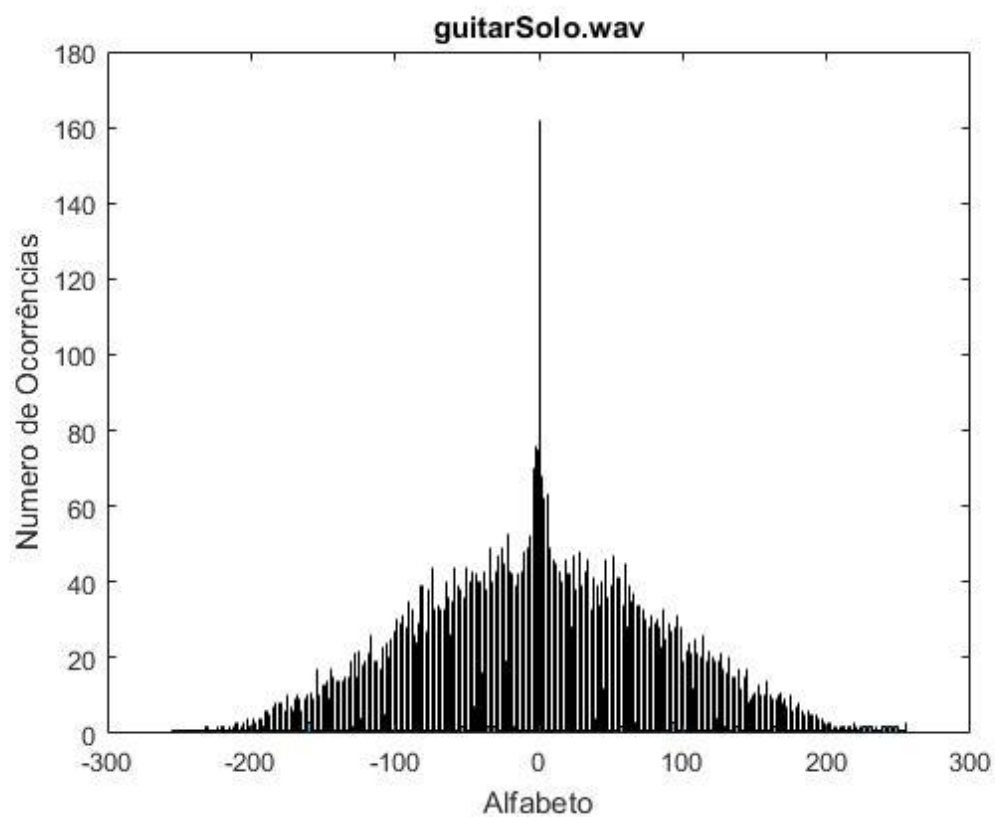
Neste exercido repetimos o exercício 3 aplicando agrupamentos de símbolos. No agrupamento de símbolos, juntamos uma sequencia de dois símbolos em apenas um, aplicando um *shift* lógico para a esquerda no primeiro símbolo e de seguida somando o segundo símbolo. Os resultados foram os seguintes:



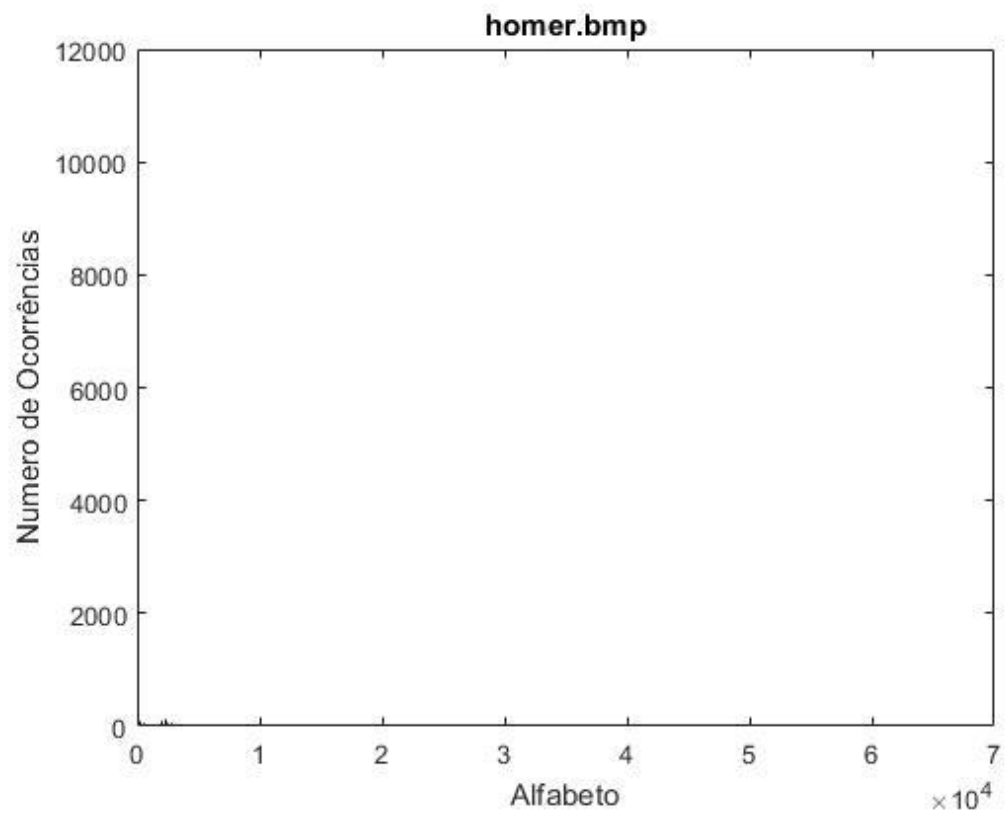
Entropia de guitar.wav 2 a 2: 9.8151



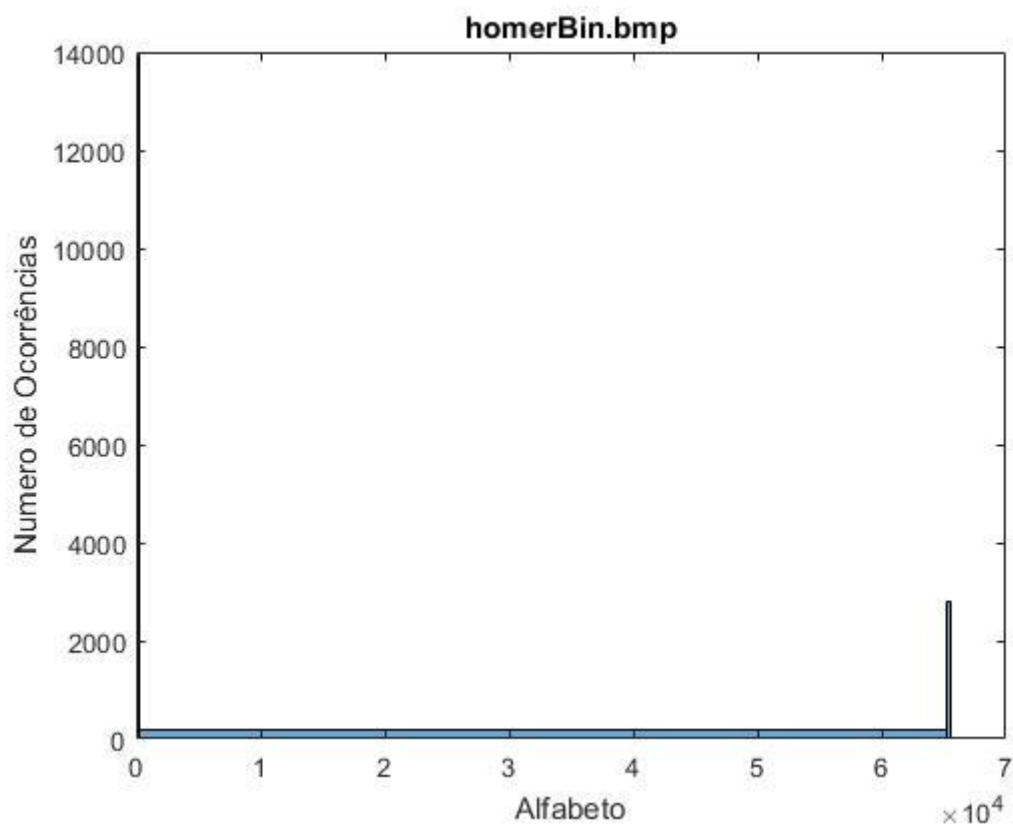
Entropia de guitarriff 2 a 2: 9.3964



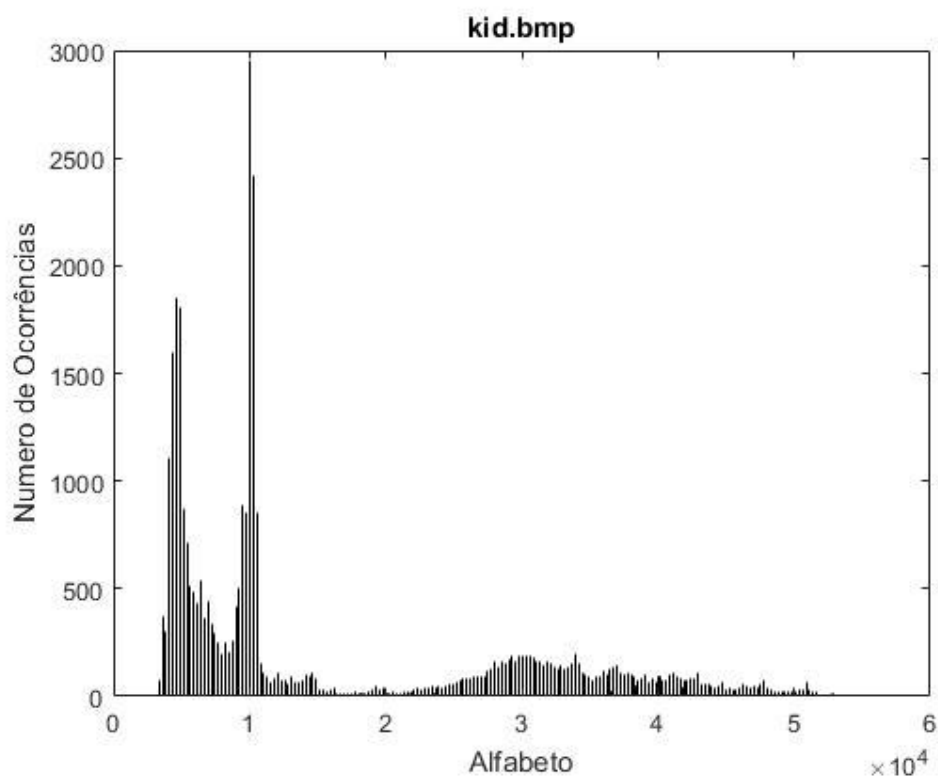
Entropia de guitarSolo.wav 2 a 2: 5.7808



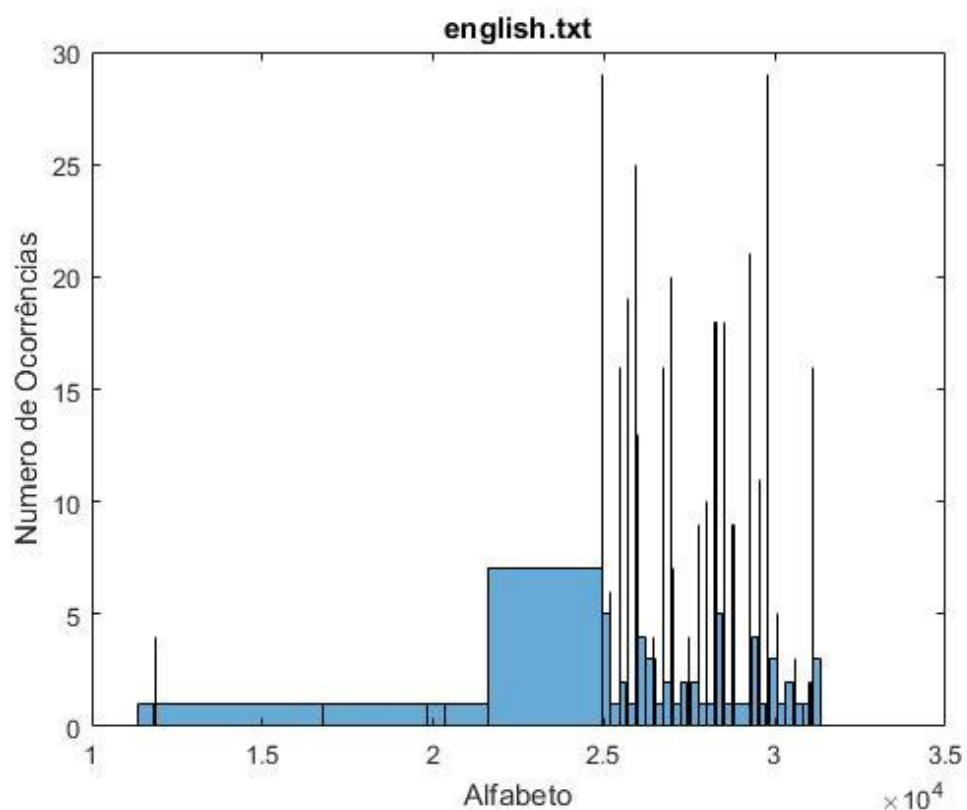
Entropia de homer.bmp 2 a 2: 2.4127



Entropia de homerBin.bmp 2 a 2: 0.3978



Entropia de kid.bmp 2 a 2: 4.9091



Entropia de english.txt: 4.2280

Entropia de english.txt 2 a 2: 3.6834

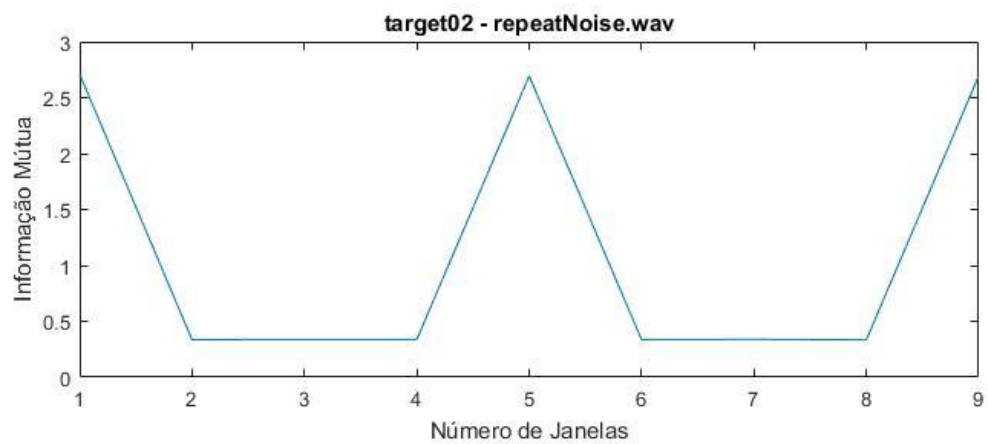
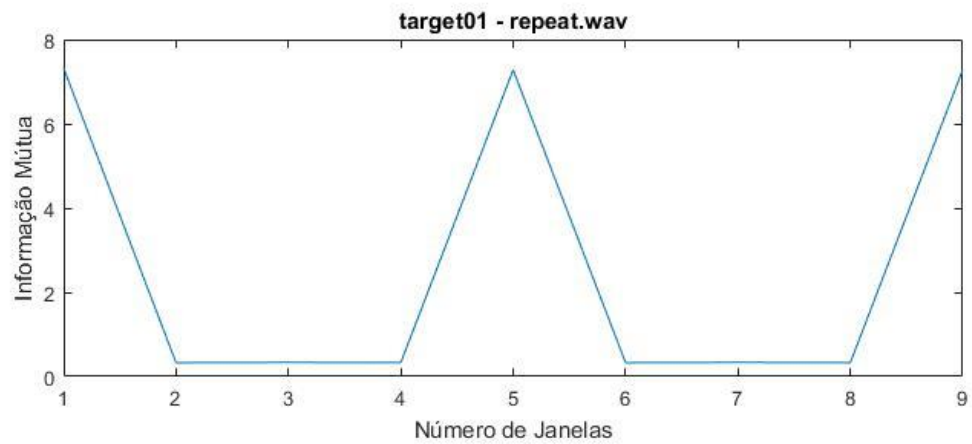
## Analise de resultados

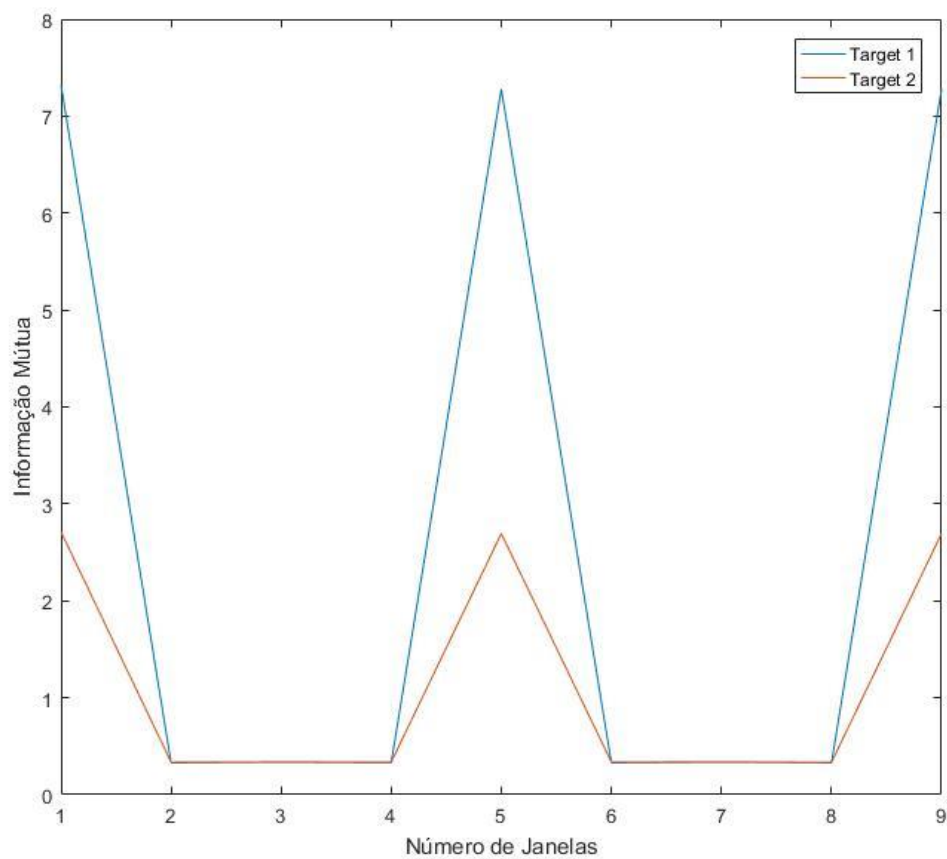
Analisando os resultados reparamos que em todos os casos temos melhorias na entropia. Isto deve-se ao facto de a probabilidade do símbolo atual ser igual ao próximo. Notámos um maior melhoramento com a imagem homerBin.bmp visto que a sua fonte de informação apenas contem dois símbolos diferentes( Preto e Branco) logo a probabilidade de dois símbolos seguidos serem, por exemplo, zero (Preto) é muito elevada.

## Exercícios 6 b)

Para o calculo da Informação mútua utilizamos a formula:

$$I(X,Y) = H(X) + H(Y) - H(X,Y)$$



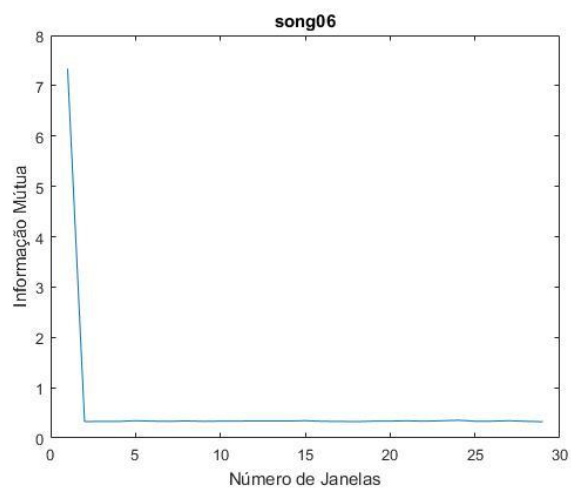
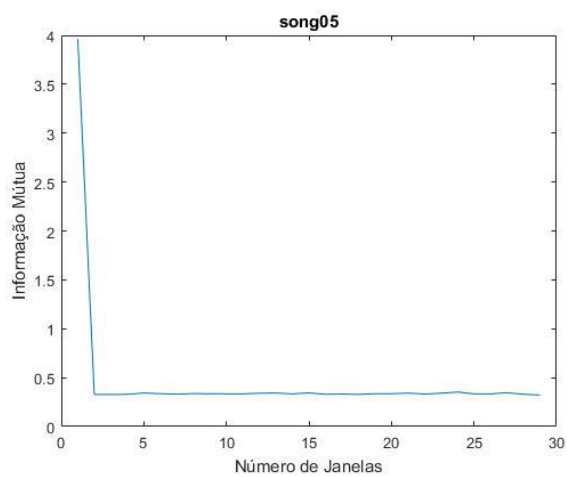
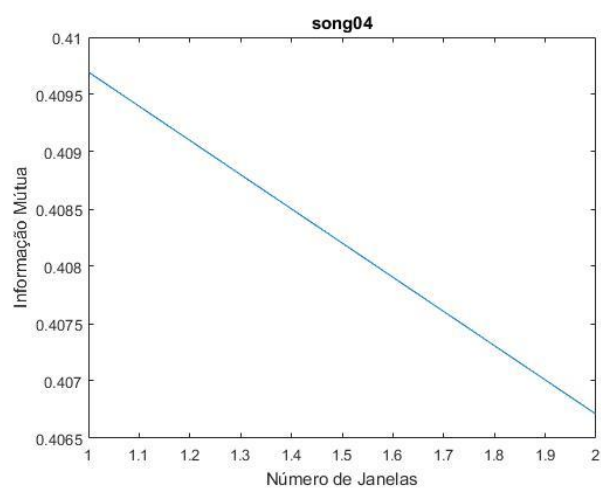
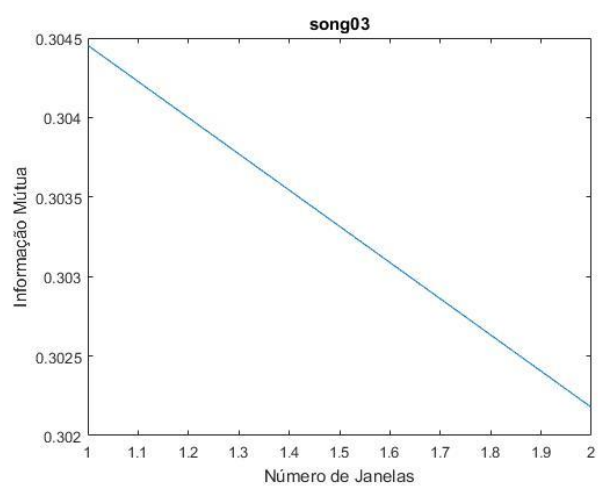
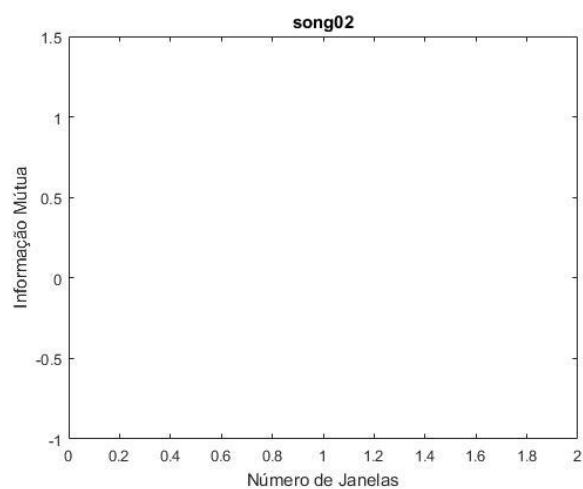
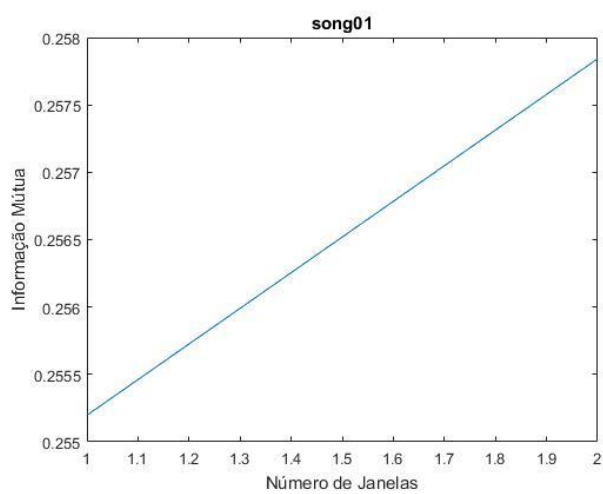


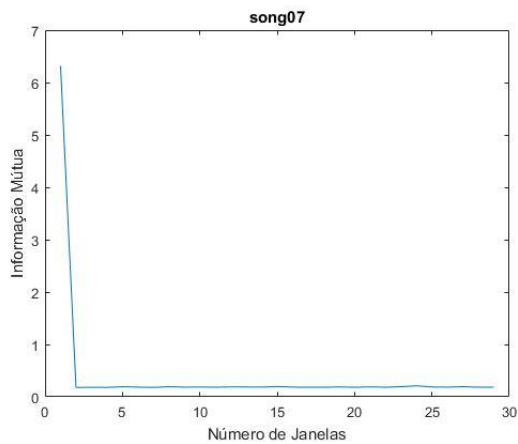
## Analise de resultados

Podemos reparar que na os picos de informação mútua são nas janelas 1,5 e 9. É nestas janelas que o ficheiro de som guitarSolo.wav é mais idêntico ao “target 1” e “target 2” sendo que é mais idêntico ao “target 1”.



## Exercícios 6 c)





Valor máximo de informação mutua da música Song01.wav com a música guitarSolo.wav: 0.2578

Valor máximo de informação mutua da música Song02.wav com a música guitarSolo.wav: 0.3777

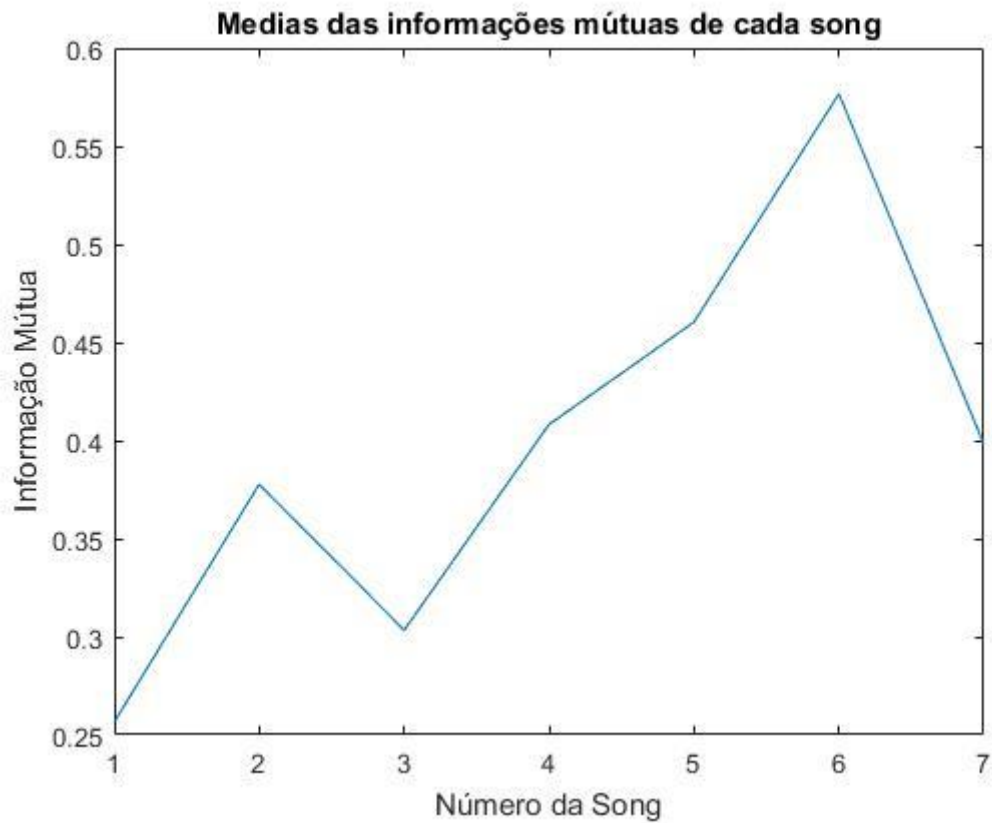
Valor máximo de informação mutua da música Song03.wav com a música guitarSolo.wav: 0.3045

Valor máximo de informação mutua da música Song04.wav com a música guitarSolo.wav: 0.4097

Valor máximo de informação mutua da música Song05.wav com a música guitarSolo.wav: 3.9618

Valor máximo de informação mutua da música Song06.wav com a música guitarSolo.wav: 7.3384

Valor máximo de informação mutua da música Song07.wav com a música guitarSolo.wav: 6.3131



## Analise de resultados

Pelos resultados obtidos concluímos que a song06 teve o maior valor máximo de informação mútua, logo é a musica que algures na musica guitarSolo se identifica mais de todas as 7 songs.