



## Fundamentos de Comunicação de Dados (2021/2022)

### Ficha de Exercícios - Teoria da Informação - Duas aulas

1. No contexto da Teoria da Informação, explique e distinga os seguintes conceitos teóricos: *i)* Informação própria *ii)* Entropia e *iii)* Débito de informação.
2. Uma carta é tirada de um baralho de cartas de jogo.
  - a) É informado que a carta que tirou é uma espada. Quanta informação recebeu?
  - b) Quanta informação recebe se lhe for dito que a carta que tirou é um ás?
  - c) Quanta informação recebe se lhe for dito que a carta que tirou é um ás de espadas? Verifique a relação que existe entre este resultado e os obtidos em a) e b).
3. Calcular o débito de informação de uma fonte telegráfica que emite pontos e traços com probabilidades de ocorrência do ponto e do traço respectivamente  $P_p=2/3$ ,  $P_t=1/3$ , tendo em conta que a fonte emite, em média, 3.75 símbolos por segundo.
4. Uma fonte emite  $n$  mensagens distintas  $\{x_1, \dots, x_n\}$  com probabilidades associadas  $\{p_1, \dots, p_n\}$ . Considere o caso em que todas mensagens ocorrem com a mesma probabilidade, i.e.  $p_i=1/n$ . Calcule o valor da entropia da fonte e discuta o resultado obtido.
5. Uma fonte emite oito símbolos distintos  $\{A,B,C,D,E,F,G,H\}$  com as seguintes probabilidades:  $P(A)=1/2$ ,  $P(B)=P(C)=P(D)=1/12$ ,  $P(E)=P(F)=P(G)=P(H)=1/16$ .
  - a) Calcule o valor da entropia desta fonte.
  - b) Qual o rendimento obtido se na codificação da fonte se utilizar um código de comprimento fixo mínimo.
  - c) Codifique a fonte utilizando códigos de *Shannon-Fano* (pp. 208 da sebenta) e refira qual o rendimento e compressão obtida.
  - d) Indique de que forma poderia ainda tentar melhorar a codificação desta fonte.

6.

	Uma fonte emite oito símbolos distintos $\{A,B,C,D,E,F,G,H\}$ com as seguintes probabilidades: $P(A)=1/2$ , $P(B)=P(C)=P(D)=1/12$ , $P(E)=P(F)=P(G)=P(H)=1/16$ .
A1	O valor da entropia da fonte (bits/símbolo) poderia ser superior a 3 bits/símbolo caso se assumisse outros valores para as probabilidades dos símbolos.
B2	O valor da entropia desta fonte é superior a 2 bits/símbolo.
C3	Utilizando códigos de <i>Shannon-Fano</i> , a transmissão de uma qualquer mensagem com $Z$ símbolos desta fonte requer sempre um número total de dígitos binários inferior a $Z*3$ .
D4	Com codificação por blocos de $K$ símbolos, era possível encontrar um valor de $K$ de tal forma comprimento médio de código ( $\bar{N}$ ) fosse inferior a 2.2 dígitos binários por símbolo.

Indique se considera cada uma das afirmações anteriores verdadeira (V) ou Falsa (F):

A1		B2		C3		D4	
----	--	----	--	----	--	----	--



7.

	Uma fonte de informação emite dezasseis símbolos independentes entre si de um alfabeto $X$ , gerando em média 4800 símbolos cada 30 segundos. Sabe-se que o débito de informação desta fonte é de 240 bits/seg.
<b>A1</b>	Com os dados apresentados podemos afirmar que os dezasseis símbolos gerados pela fonte não são equiprováveis.
<b>B2</b>	Com codificação da fonte seria possível obter uma compressão superior a 60%.
<b>C3</b>	Usando códigos binários de comprimento fixo mínimo, para uma codificação por blocos de 3 símbolos ( $K=3$ ) necessitávamos de um código com comprimento de 12 dígitos binários por cada conjunto de três símbolos $x$ .
<b>D4</b>	É possível definir uma codificação binária por blocos de quatro símbolos que permita a obtenção de um comprimento médio de código inferior a 8 dígitos binários por cada conjunto de quatro símbolos $x$ .

Indique se considera cada uma das afirmações anteriores verdadeira (V) ou Falsa (F):

<b>A1</b>		<b>B2</b>		<b>C3</b>		<b>D4</b>	
-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--

8. Uma fonte emite quatro símbolos distintos  $\{A,B,C,D\}$  com as seguintes probabilidades  $P(A)=0.4$ ,  $P(B)=0.4$ ,  $P(C)=0.1$  e  $P(D)=0.1$ .

- Determine o valor da entropia da fonte.
- Determine um código de comprimento variável para a fonte que possua um rendimento não inferior a 97%.

9. Uma fonte de dados binária produz símbolos 0 e 1 com  $P_0=3/8$   $P_1=5/8$  e a influência entre símbolos em grupos de dois símbolos sucessivos é tal que  $P_{01}=1/16$  e  $P_{10}=3/4$ .

- Calcule a entropia real desta fonte com memória.
- Compare o valor obtido em a) com o valor da entropia se a fonte fosse considerada sem memória.
- Determine um código de comprimento variável para a fonte considerando blocos de dois símbolos ( $k=2$ ) e calcule o seu rendimento.

10. Comente a seguinte afirmação: “*Através da utilização de codificações Shannon-Fano é sempre possível obter um código de rendimento superior ao obtido por um código de comprimento fixo mínimo*”.

11. Suponha que pretende desenvolver uma aplicação de compressão/descompressão de ficheiros tendo como base a utilização de códigos *Shannon-Fano*. Neste contexto, raciocine sobre os seguintes aspectos:

- Qual seria a estrutura geral da aplicação a desenvolver e que algoritmos implementaria para as tarefas de compressão/descompressão dos ficheiros?
- Qual seria a estrutura de um ficheiro comprimido pela sua aplicação?



- Seria possível que, após utilizar a sua aplicação para compressão de um determinado ficheiro, o ficheiro resultante fosse maior que o ficheiro original?
- **Sugestão:**  
Implemente um protótipo de uma aplicação deste tipo utilizando uma linguagem de programação da sua preferência. Verifique os níveis de compressão que consegue obter com essa aplicação.