

# UNIVERSIDADE DE AVEIRO

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, TELECOMUNICAÇÕES E INFORMÁTICA

## Informação e Codificação (2025/26)

Exame Modelo — Duração: 1h30m

### Importante / Important notes

**O exame é individual / The exam is to be done only by yourself**

**Justifique todas as respostas / Justify all your answers**

1. (1.5 valores) Um certo serviço de imagiologia médica produz imagens digitais com  $6000 \times 4000$  pixels, 12 bits por pixel. Em média, são geradas 1000 destas imagens durante um dia, as quais têm que ser enviadas para os serviços centrais através de um canal com 10 Mbit/s de débito binário. Calcule o tempo que é necessário, em média, para transmitir todas as imagens produzidas num dia.

*A certain medical imaging service produces digital images with  $6000 \times 4000$  pixels, 12 bits per pixel. On average, 1000 of these images are generated during a day, which have to be sent to the central services through a channel with a bitrate of 10 Mbit/s. Calculate the average time it takes to transmit all the images produced in a day.*

2. (1.5 valores) Considere o sistema de tempo discreto definido por  $H[x(n)] = x(n) + 0.5x(n - 22050)$ . Consider the discrete-time system defined by  $H[x(n)] = x(n) + 0.5x(n - 22050)$ .

- (a) Se este sistema for usado para processar um sinal de áudio amostrado a 44100 Hz, qual seria o efeito que esperaria ouvir? Porquê?

*If this system is used to process an audio signal sampled at 44100 Hz, what effect would you expect to hear? Why?*

- (b) Este sistema é linear? Porquê?

*Is this system linear? Why?*

- (c) Este sistema é sempre causal? Porquê?

*Is this system always causal? Why?*

3. (3 valores) Usando um código de comprimento variável, necessita de representar, eficientemente, símbolos que ocorrem com probabilidades

*Using a variable-length code, you need to efficiently represent symbols that occur with probabilities*

$$p_i \in \{0.6, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, 0.05\}.$$

- (a) Proponha um código que minimize o número médio de bits produzidos por uma fonte de informação que segue esta distribuição de probabilidades.

*Propose a code that minimizes the average number of bits produced by an information source that follows this probability distribution.*

- (b) Assumindo independência na ocorrência dos símbolos, qual é a redundância do código que propôs?

*Assuming independence in the occurrence of symbols, what is the redundancy of the code you proposed?*

- (c) Suponha que usava o seu código para representar símbolos cuja distribuição de probabilidades diferia da que usou para construir o código. Se essa distribuição fosse
- Suppose you used your code to represent symbols whose probability distribution differed from the one you used to construct the code. If that distribution were*

$$p'_i \in \{0.4, 0.15, 0.15, 0.1, 0.1, 0.1\},$$

qual seria o comprimento médio da codificação gerada? Seria maior ou menor do que o gerado se a distribuição correspondesse à original? Porquê?

*What would be the average length of the generated code? Would it be longer or shorter than the length generated if the distribution matched the original? Why?*

4. (4 valores) Considere uma fonte binária com alfabeto

*Consider a binary source with alphabet  $\Sigma = \{A, B\}$ .*

- (a) Proponha, justificando, uma sequência de comprimento 20, com entropia de primeira ordem máxima, e que seja a mais favorável possível para um codificador LZW, ou seja, que origine o menor número possível de códigos para a representar.

*Propose, justifying, a sequence of length 20, with maximum first-order entropy, that is as favorable as possible for an LZW encoder, that is, that generates the fewest possible number of codes to represent it.*

- (b) Usando a sequência produzida, proponha um modelo probabilístico para prever o próximo símbolo, tendo como contexto os dois últimos símbolos. Indique, segundo esse modelo, qual é a probabilidade do próximo símbolo ser um “A”.

*Using the sequence produced, propose a probabilistic model to predict the next symbol, given the last two symbols as context. According to this model, what is the probability that the next symbol will be an “A”.*

- (c) Caso fosse produzido um “B”, quantos bits seriam gerados por um codificador aritmético que usasse esse modelo?

*If a “B” were produced, how many bits would be generated by an arithmetic encoder using this model?*

5. (2.5 valores) A desigualdade de Kraft coloca limites na construção de códigos livres de prefixo. Explique de que forma essa limitação acontece.

*Kraft's inequality places limits on the construction of prefix-free codes. Explain how this limitation occurs.*

6. (2.5 valores) Explique, sucintamente, como funciona o modo de compressão sem perdas de um codificador JPEG.

*Briefly explain how the lossless compression mode of a JPEG encoder works.*

7. (2.5 valores) Explique quais são as principais características do sistema auditivo humano que são usadas nos modelos psico-acústicos dos codificadores de áudio e qual a sua finalidade.

*Explain the main characteristics of the human auditory system that are used in the psychoacoustic models of audio encoders and what their purpose is.*

8. (2.5 valores) Explique o que é que entende por escalabilidade num codificador de vídeo, e indique quais são as vantagens e desvantagens do uso desta técnica.

*Explain what you mean by scalability in a video encoder, and indicate the advantages and disadvantages of using this technique.*