

# UNIVERSIDADE DE AVEIRO

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, TELECOMUNICAÇÕES E INFORMÁTICA

Informação e Codificação (2022/23)

Exame de recurso — 3 de fevereiro de 2023 — Duração: 1h20m

## Notas importantes:

O exame é individual

Justifique todas as suas respostas

1. (2 valores) Um aparelho de raios-X produz imagens digitais com  $4000 \times 2000$  pixeis, 10 bits por pixel. Durante um dia, são geradas 1000 destas imagens, que têm que ser enviadas para os serviços centrais, através de um canal com 10 Mbit/s de débito binário. Quanto tempo é necessário para transmitir todas estas imagens?
2. (2 valores) Um sistema responde ao sinal  $x(n)$  com o sinal  $y(n) = H[x(n)] = x(n) + 0.5x(n-k)$ . Indique, justificando, para que valores de  $k \in \mathbb{Z}$  é que o sistema é:
  - (a) Linear.
  - (b) Invariante no tempo.
  - (c) Causal.
  - (d) Estável.
3. (4 valores) Considere a seguinte tabela de correspondências entre símbolos  $s_i$ , probabilidades  $p_i$ , e palavras de código:

$s_1(p_1 = 0.30)$	$\rightarrow$	00
$s_2(p_2 = 0.30)$	$\rightarrow$	11
$s_3(p_3 = 0.15)$	$\rightarrow$	10
$s_4(p_4 = 0.15)$	$\rightarrow$	111
$s_5(p_5 = 0.10)$	$\rightarrow$	1101

- (a) Este código não está construído corretamente. Porquê?
- (b) Corrija o que achar necessário na tabela, de forma a obter um código de comprimento variável ótimo.
- (c) Considerando que os símbolos ocorrem de forma independente, dê uma expressão para a redundância do código.
- (d) Se usasse codificação aritmética, qual seria o número médio de bits por símbolo que esperaria necessitar para representar os símbolos produzidos por esta fonte de informação?



4. (4 valores) Um decodificador LZ78 recebe a seguinte sequência de códigos:

$$(0, a)(0, b)(1, a)(1, b)(2, b)(5, a)$$

- (a) Indique, justificando, a sequência de símbolos produzida pelo decodificador.
- (b) Faria sentido em seguida receber os códigos  $(1, a)(4, a)$ ? Porquê?
- (c) O dicionário de um codificador LZ78 pode crescer bastante, dependendo da sequência a codificar. Contudo, na prática isso não é em geral conveniente. Proponha soluções para este problema, indicando vantagens e desvantagens.

5. (2 valores) A desigualdade de Kraft,

$$\sum_{i=1}^m 2^{-l_i} \leq 1,$$

mostra que existem limitações nos comprimentos possíveis,  $l_i$ , das  $m$  palavras de um código livre de prefixo. Explique porquê.

6. (2 valores) Considere um alfabeto binário,  $\Sigma = \{a, b\}$ , e  $P(a) = 3/4$ . Usando os princípios da codificação aritmética, indique um valor no intervalo  $[0, 1)$  que represente a sequência “aaab” de forma eficiente.

7. (2 valores) Em geral, ao contrário dos codificadores H.261, os codificadores MPEG-1 não codificam os quadros de vídeo na sua ordem temporal natural. Explique porquê.

8. (2 valores) Explique, sucintamente, o funcionamento do modo sequencial de um codificador JPEG.