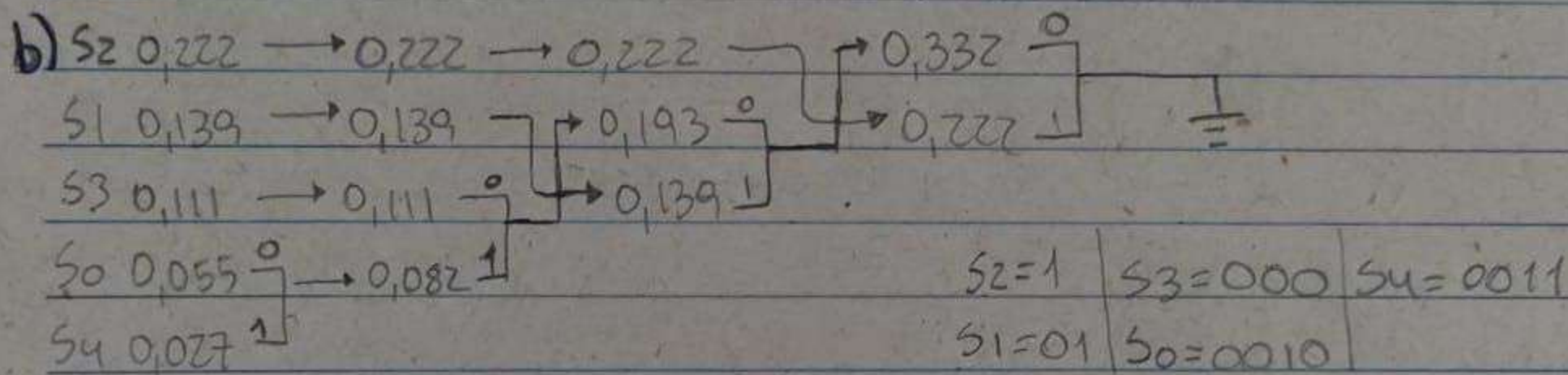


Aluno: João Victor da Silva Prado
Teoria da Informação
Lista de Exercícios 06

1) $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ total no histograma: 1800 símbolos

$P(s_0) = 100/1800 = 0,055$	$P(s_2) = 400/1800 = 0,222$	$P(s_4) = 50/1800 = 0,027$
$P(s_1) = 250/1800 = 0,139$	$P(s_3) = 200/1800 = 0,111$	

a) $H(s) = 0,055 \log_2(1/0,055) + 0,139 \log_2(1/0,139) + 0,222 \log_2(1/0,222) + 0,111 \log_2(1/0,111) + 0,027 \log_2(1/0,027) \Rightarrow \underline{1,60 \text{ bit}}$



c) $L = (4 \cdot 0,055) + (2 \cdot 0,139) + (1 \cdot 0,222) + (3 \cdot 0,111) + (4 \cdot 0,027)$
 $L = \underline{1,161 \text{ bit}}$

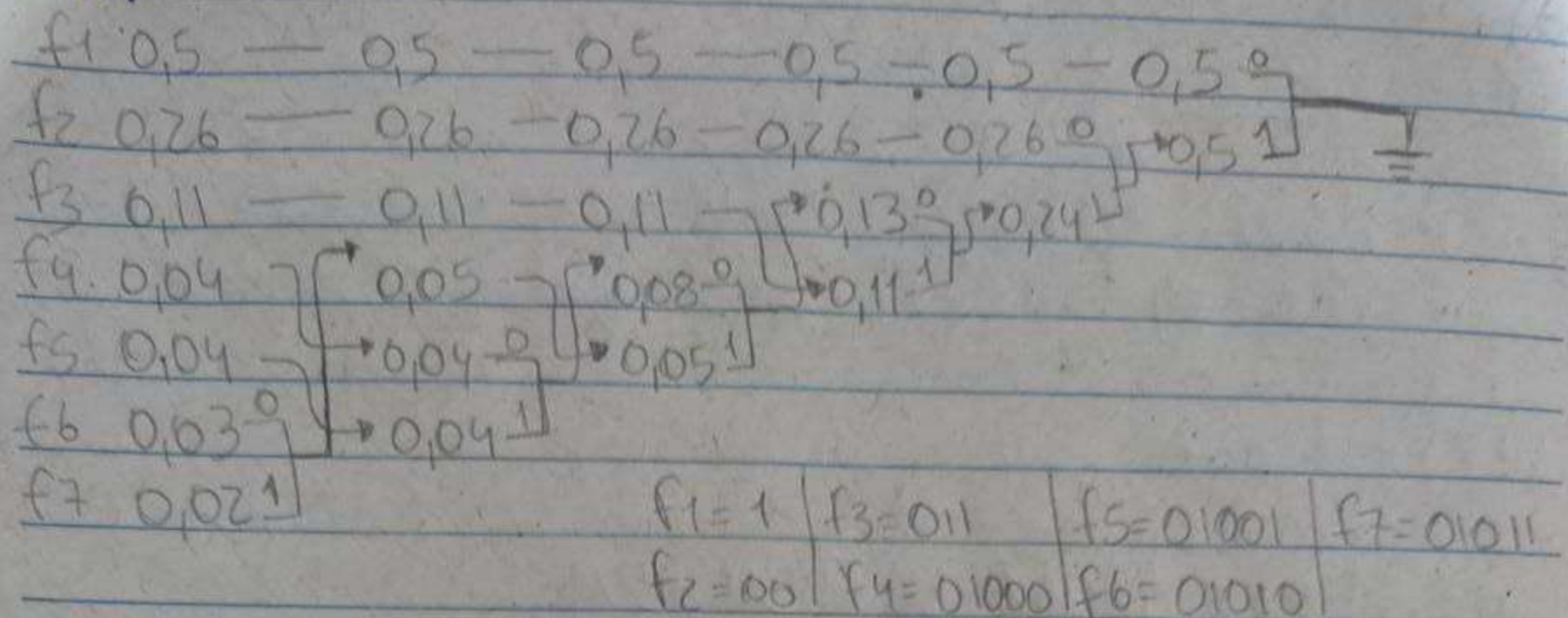
Aplicando o teorema da codificação:

$H(w) \leq L \leq H(w) + 1 \rightarrow 1,60 \leq 1,161 \leq 2,6 \text{ X}$

Não satisfaz o teorema!

d) Como o teorema da codificação não foi satisfeito, não podemos calcular a eficiência.

2)a)

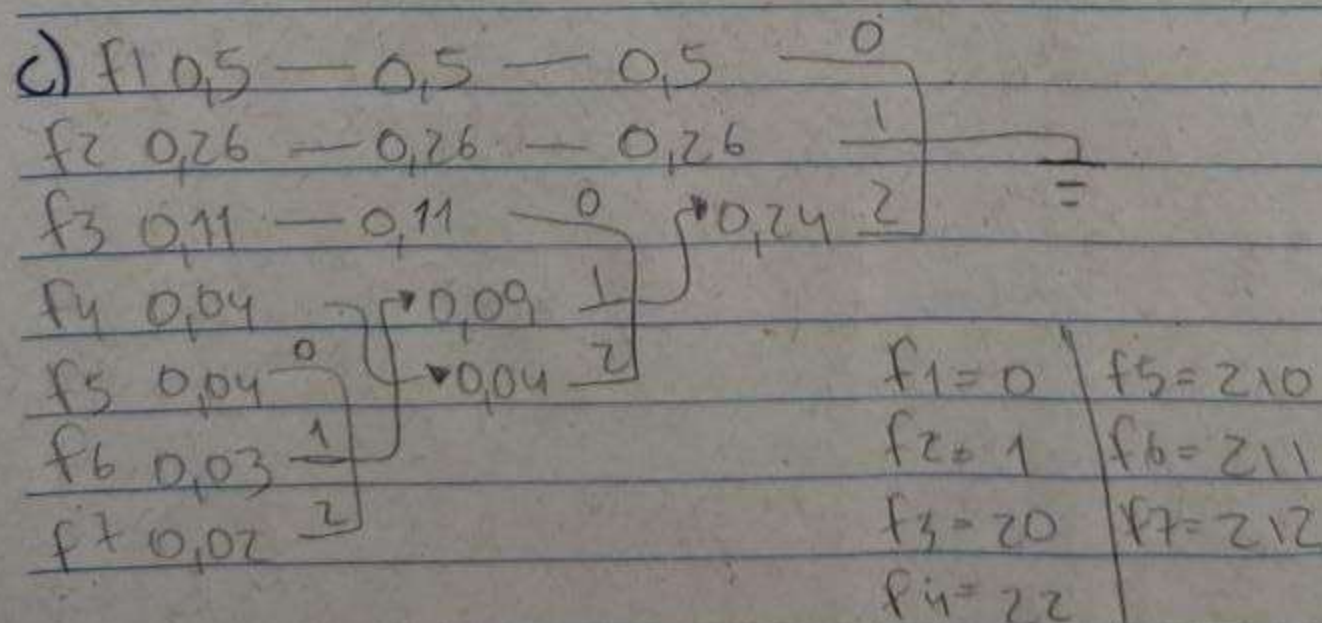


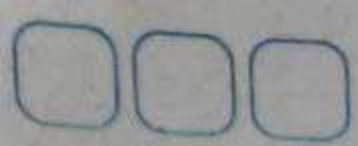
b) $H(F) = 0,5 \log_2(1/0,5) + 0,26 \log_2(1/0,26) + 0,11 \log_2(1/0,11) + 0,03 \log_2(1/0,03) + 2[0,04 \log_2(1/0,04)] + 0,02 \log_2(1/0,02)$

$H(F) = 0,5 + (0,26 \cdot 1,94) + (0,11 \cdot 3,18) + (0,03 \cdot 5,06) + 2(0,04 \cdot 4,64) + (0,02 \cdot 5,64)$
 $H(F) = 1,99 \text{ bit}$

$L = (0,5 \cdot 1) + (0,26 \cdot 2) + (0,11 \cdot 3) + [5 \cdot (0,04 + 0,04 + 0,02 + 0,03)]$
 $L = 2 \text{ bits}$

$\eta = H(F)/L = 1,99/2 \Rightarrow 99,5\%$





D S T Q Q S S

$$d) L = (0,5 \cdot 1) + (0,26 \cdot 1) + (0,11 \cdot 2) + (0,04 \cdot 2) + [3 \cdot (0,04 + 0,03 + 0,02)]$$
$$L = \underline{1,33 \text{ bit}}$$

$$H(F) = 0,5 \log_2(1/0,5) + 0,26 \log_2(1/0,26) + 0,11 \cdot \log_2(1/0,11) \\ + 2[0,04 \log_2(1/0,04)] + 0,03 \cdot \log_2(1/0,03) + 0,02 \log_2(1/0,02)$$

$$H(F) = 1,256$$

$$\eta = \frac{H(F)}{L} = 1,256 / 1,33 = \underline{94,43\%}$$

3)a)

- x1 0,2-0,2-0,2-0,2-0,2-0,2-0,2-0,2-0,2
- x2 0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1
- x3 0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1-0,1
- x4 0,06-0,06-0,06-0,06-0,06-0,06-0,06-0,06-0,06
- x5 0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05
- x6 0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05
- x7 0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05-0,05
- x8 0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04
- x9 0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04
- x10 0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04
- x11 0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04-0,04
- x12 0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03
- x13 0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03
- x14 0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03
- x15 0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03-0,03
- x16 0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02
- x17 0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02
- x18 0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02
- x19 0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02
- x20 0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02-0,02
- x21 0,01-0,01-0,01-0,01-0,01-0,01-0,01-0,01-0,01

Continue

0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,25
 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,2
 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,1 - 0,2
 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,09
 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,08 - 0,09
 0,07 - 0,07 - 0,07 - 0,07 - 0,07 - 0,07 - 0,07 - 0,07 - 0,08
 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,07
 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,06 - 0,07
 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,06
 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,05 - 0,06
 0,04 - 0,04 - 0,04 - 0,04 - 0,04 - 0,04 - 0,04 - 0,04 - 0,05

0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,3
 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,3
 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,2 - 0,3
 0,19 - 0,19 - 0,19 - 0,19 - 0,19 - 0,19 - 0,19 - 0,19 - 0,2
 0,16 - 0,16 - 0,16 - 0,16 - 0,16 - 0,16 - 0,16 - 0,16 - 0,2

O código é:

$x_1 = 11$	$x_{11} = 01000$	$x_{21} = 010011$
$x_2 = 101$	$x_{12} = 01010$	
$x_3 = 0000$	$x_{13} = 01011$	
$x_4 = 0111$	$x_{14} = 01100$	
$x_5 = 1000$	$x_{15} = 01101$	
$x_6 = 1001$	$x_{16} = 000110$	
$x_7 = 00010$	$x_{17} = 000111$	
$x_8 = 00101$	$x_{18} = 001000$	
$x_9 = 00110$	$x_{19} = 001001$	
$x_{10} = 00111$	$x_{20} = 010010$	

Entropia:

$$H(x) = 0,2 \log_2(1/0,2) + 2[0,1 \log_2(1/0,1)] + 0,06 \log_2(1/0,06) \\ + 3[0,05 \log_2(1/0,05)] + 4[0,04 \log_2(1/0,04)] + 4(0,03 \log_2(1/0,03)) \\ + 5[0,02 \log_2(1/0,02)] + 0,01 \log_2(1/0,01)$$

$$H(x) = 3,9996 \text{ bits}$$

Comprimento medio:

$$L_1 = (2 \cdot 0,2) + (3 \cdot 1) + 4[0,1 + 0,06 + 2 \cdot (0,05)] + 5[0,05 + 4(0,04) + \\ 4(0,03)] + 6[5(0,02) + 0,01]$$

$$L_1 = 4,05 \text{ bits}$$

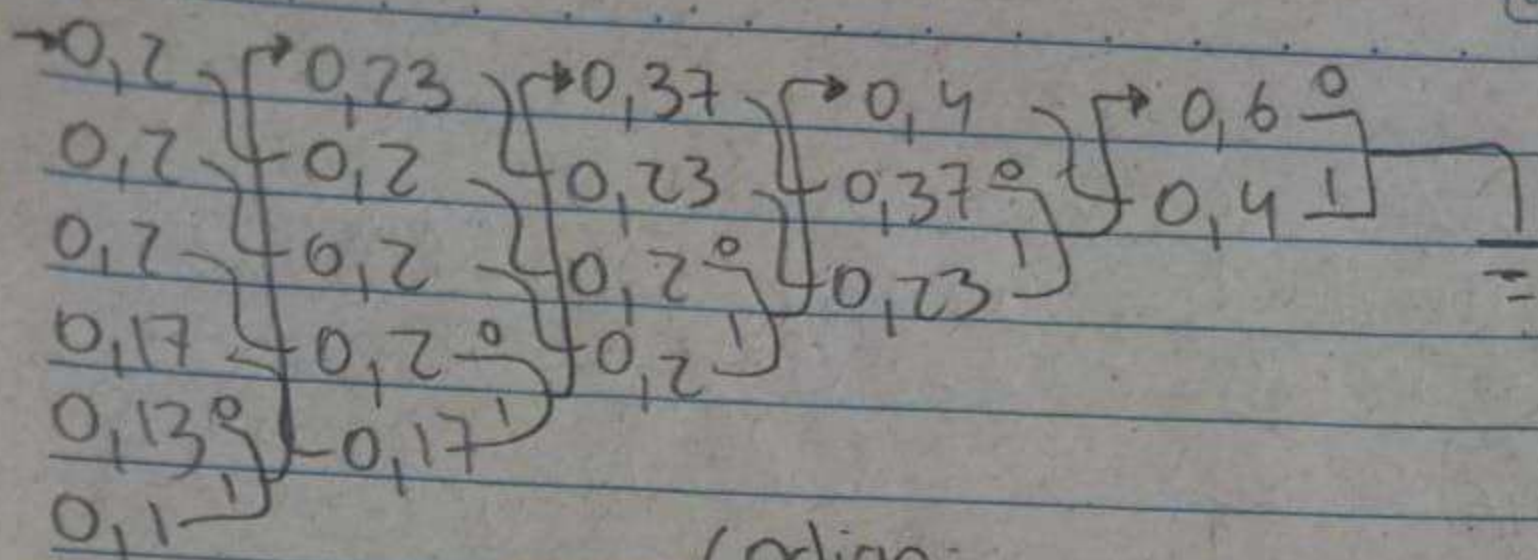
b) $m = 12$

$$A_x = (3 \cdot 0,03) + (5 \cdot 0,02) + 0,01 = 0,2$$

Grupo 1:

A_x	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
x_1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
x_2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	0,17	0,2
x_3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	0,17
x_4	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,1	0,13
x_5	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,10	0,1
x_6	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,1
x_7	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,1
x_8	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,1
x_9	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
x_{10}	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,1
x_{11}	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,1
x_{12}	0,03							0,1

continua



Código:

$$Ax = 10$$

$$x7 \div 00100$$

$$x_1 = 11$$

$$\times 8 = 00101$$

$$x_2 = 011$$

$$X^9 = 00110$$

$$\times 3 = 0000$$

$$X_{10} = 60111$$

$$xy = 0101$$

$$X11 = 6,000$$

$$X5 = 00010$$

$$x1z = 01001$$

$$x_6 = 0001$$

Grupo Z : $\log_2(z_1 - z_2) = 4 \text{ bits}$

$$x_{13} = 00\ 0000$$

$$X17 = 000100$$

$$x_{21} = 001000$$

$$X_{14} = 000001$$

$$x \cdot 18 = 000101$$

$$\times 15 = 000010$$

$$X_{19} = 000110$$

$$\times 16 = 000011$$

$$\times 20 = 0.00111$$

$$H(x) = 3,9996 \text{ bits}$$

$$LZ = (2 \cdot 0,2) + (3 \cdot 0,1) + 4(0,1 + 0,06) + 5(0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,03) + 6[0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,01 + (5 \cdot 0,02)]$$

$$L_2 = 4,24 \text{ bits}$$

D S T Q Q S S

000

c) Eficiências

$$\eta_1 = H(x)/L_1 = 3,9996/4,05 = 98,75\%$$

$$\eta_2 = H(x)/L_2 = 3,9996/4,24 = 94,33\%$$

- * No Huffman tradicional \rightarrow 20 reduções da fonte.
- * No Huffman truncado \rightarrow 12 reduções da fonte.