1	a	b	c	1,25	1,25	1,25
2	a	b		1,25	1,25	
3	i	ii	iii	1,5	1,5	1,25
4				2,0		
5				1,25		
6	i	ii	iii	1,25	1,25	1,25
7	i	ii		1,25	1,25	

---

① $f[m,n] \rightarrow E_f = 172$

a) Valor de A

$E_f = 172 \;(\equiv)\;\; 1^2 + (-2)^2 + 2^2 + 3^2 + (-3)^2 + 1^2 + A^2 = 172$

$(\equiv)\;\; 1 + 4 + 4 + 9 + 9 + 1 + A^2 = 172$

$(\equiv)\;\; 5 + 13 + 10 + A^2 = 172$

$(\equiv)\;\; A^2 + 28 = 172$

$(\equiv)\;\; A^2 = 144$ (100)

$(\equiv)\;\; A = \pm 12$

b) $m_f = \dfrac{1}{\sqrt{M}} \cdot \dfrac{1}{\sqrt{N}} \cdot F[0,0] = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \cdot \dfrac{1}{\sqrt{4}} \cdot 1 = \dfrac{1}{2\sqrt{3}} = 0,2887$ // (100)

$M = 3$
$N = 4$

c) $g[m,n] = 4 + 2f[m,n]$

$G[u,v] = \begin{cases} \dfrac{24}{\sqrt{3}} + 2F[u,v], & u = v = 0 \\[2mm] 2F[u,v], & \text{outros } u \text{ e } v \end{cases}$

$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix} + 2f[m,n]$

$\uparrow$
$F'[0,0] = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \cdot \dfrac{1}{\sqrt{4}} \cdot 48$
$= 1 \cdot 24 = \dfrac{24}{\sqrt{3}}$

$= \begin{cases} 15,8564, & u = v = 0 \\[2mm] 2F[u,v], & \text{outros } u \text{ e } v \end{cases}$ (50)

(50) $G[u,v] = \begin{bmatrix} 15,8564 & -4 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & 0 & 2 & 24 \end{bmatrix}$

$\uparrow$
$2A$

② a) A — intensity slicing (20)

10, 20 → Red   (300 pixels)
30, 40 → Green   (450 pixels) (30)
50   → Blue   (100 pixels)

Red → [63 0 0] (50)
Green → [0 63 0]
Blue → [0 0 63]

b)

x	R	G	B
10	53	10	10
20	43	20	20
30	33	30	30
40	23	40	40
50	13	50	50

(50)

Intensity to RGB transform (20)

5 cores distintas (30)
com estes códigos

---

③ i) Input: RGB image $f[m,n]$ (20)
     output: Binary image $g[m,n]$

$[M,N]$ = size (f);   g = make_zero_binary_image (M,N)
for m = 1 : M   (80)
    for m = 1 : N
        R = getRed(f, m, n); G = getGreen(f, m, n); B = getBlue(f, m, n);
        if (R == 0 && G == 255 && B == 0)
            $g[m,n]$ = 1
        end
    end
end

ii) Input: RGB image $f[m,n]$ (20)
     output: RGB image $g[m,n]$

$[M,N]$ = size(f);
g = make_RGB_image (M,N); / g = f;
neutral_color = [128 128 128];
for m = 1 : M   (80)
    for m = 1 : N
        R = getRed(f, m, n); G = getGreen(f, m, n); B = getBlue(f, m, n);
        if (R != 255 || G != 50 || B != 50)
            $g[m,n]$ = neutral_color;
        end
    end
end

iii)

| R | G | B |

→ Filtro de mediana para o ruído salt&pepper

- Filtro de média ou gaussiano (espacial) (25)
- Ajuste da máscara (dimensões e formato)
- Equalização de histograma → RGB → HSI → HE sobre I → HSI → RGB (50)

(25) → Filtragem na frequência mostra sandas R e B (alternativa)

(4) I_1 – closing / Fecho (50)

I_2 – Dilation and Boundary Extraction / Dilatação e Extração de contornos

(25) (25)

(5) $I_{out} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ (100)

(6) a) t = 5 características (30)

característica 1 é a mais informativa → maior gama de dispersão nos seus valores (35)

característica 4 é a menos informativa → é constante em todos os padrões (35)

b) $X = [11, 9, 1, 2, 6]$

$X_1 =$	18	10	1	2	5
$X_2 =$	13	8	1	2	7
$X_3 =$	15	11	2	2	8
$X_4 =$	10	9	2	2	6

$t_1 = 7 + 1 + 1 = 9$
$t_2 = 2 + 1 + 1 = 4$
$t_3 = 4 + 2 + 1 + 2 = 9$
$t_4 = 1 + 1 = 2 //$

(100) menor distância → É o indivíduo 4

c) $X = [13, 8, 7, 2, 1]$

$t_1 = 5 + 2 + 6 + 4 = 17$
$t_2 = 6 + 6 = 12$ ← (50) YES
$t_3 = 2 + 3 + 5 + 7 = 17$
$t_4 = 3 + 1 + 5 + 5 = 14$

Possível (50) (à partida depende do limiar/FNR/FMR)

7b) $\begin{bmatrix} 2000 0 \\ 0 2000 \\ 0 0 200 \\ 0 0 0 20 \end{bmatrix}$

Matriz de confusão ideal. Nenhum erro em nenhuma classe (50) (50)

(7) $C = \begin{bmatrix} 17 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 20 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 18 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 \end{bmatrix}$ 50

a)

$\%P_1 = \frac{3}{20} = 0,15$ $\%P_2 = \%P_4 = 0$ $\%P_3 = \frac{2}{20} = 0,1$ (25)

$P_{e\,total} = \frac{1}{4}\left(\frac{3}{20} + \frac{2}{20}\right)$ (25)

$= \frac{1}{4} \cdot \frac{5}{20} = \frac{5}{80} = 0,0625$