

PMR2560 – Visão Computacional

Detecção de cores e “blobs”

Prof. Eduardo L. L. Cabral



Objetivos

- Detecção de cores;
- Detecção de “blobs”.

Detecção de cores

- Cores são facilmente identificadas nas imagens.
- Cor a ser identificada precisa ser caracterizada a priori.
- Cor é a percepção da luz refletida pelos objetos em uma cena.
- A percepção de cor é fortemente ligada ao nível de iluminação.
- Padrões de cor de interesse RGB e HSI.
- Cores são freqüentemente combinadas com outras características para detectar objetos.

Detecção de cores

➤ Usando HSI:

- Baseado na cor → Hue (matiz);
- Saturação e intensidade são usadas como informação adicional;
- Geralmente se obtém resultados muito bons;
- Exige a transformação de RGB para HSI;
- Computacionalmente mais intensivo do que usar RGB.

➤ Usando RGB:

- Cor descrita por RGB é muito dependente da iluminação;
- Geralmente se obtém bons resultados se usar padrão RGB normalizado;
- Deve-se definir a cor média a ser detectada ⇒ processo não muito simples;
- Cor média pode ser definida por meio de um pixel exemplo da imagem.

Detecção de cores

➤ Usando o espaço RGB de cores:

- Obter vetor de cor padrão a ser detectada no espaço RGB normalizado;

$$\mathbf{a}^* = r * \mathbf{i} + b * \mathbf{j} + g * \mathbf{k}$$

onde \mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} são vetores unitários ao longo de R, G e B, e:

$$r = \frac{R}{R + G + B}; \quad g = \frac{G}{R + G + B}; \quad b = \frac{B}{R + G + B}$$

- Definir uma função de distância, $d(\mathbf{v})$;
- Cores de interesse \mathbf{a} :

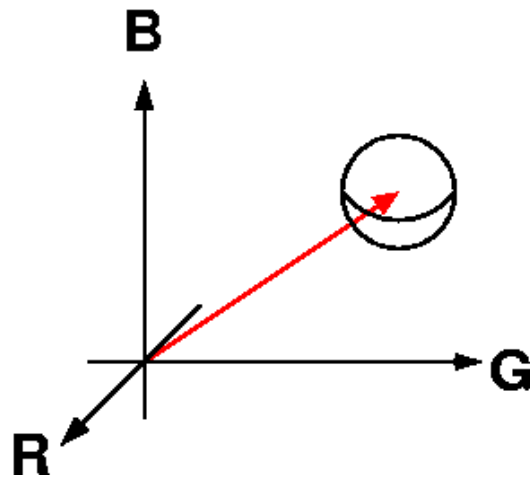
$$d(\mathbf{a}, \mathbf{a}^*) \leq d_0$$

onde d_0 é o limite de aceitação da cor como sendo a mesma do padrão a ser detectado.

Detecção de cores

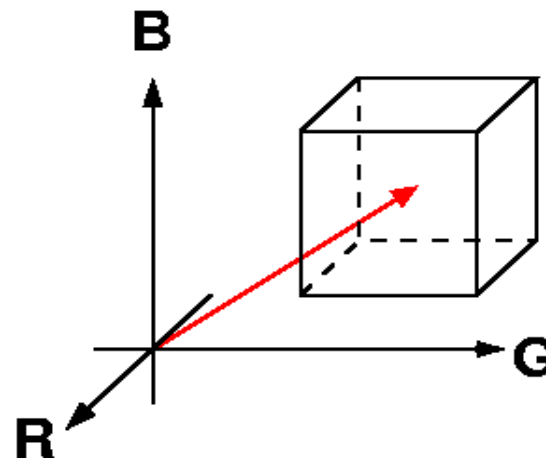
- Tipos de função de distância:

Euclidiana



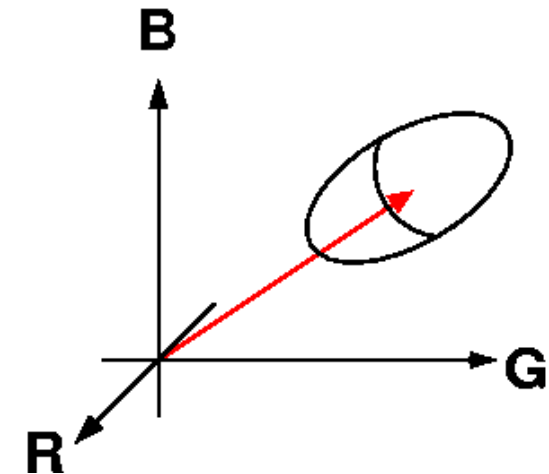
$$d(\mathbf{a}, \mathbf{a}^*) = \|\mathbf{a} - \mathbf{a}^*\| = \sqrt{(r - r^*)^2 + (g - g^*)^2 + (b - b^*)^2}$$

Cúbica



Limiarização RGB

Mahalanobis

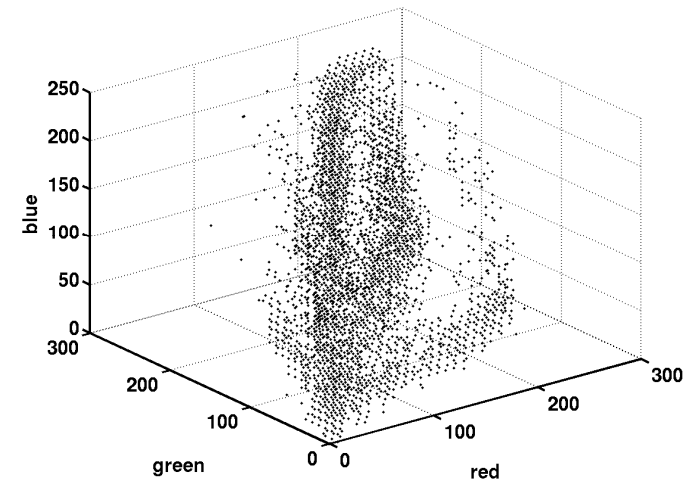
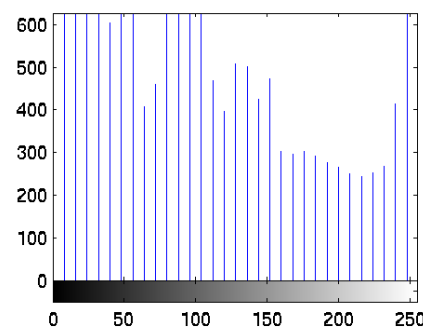
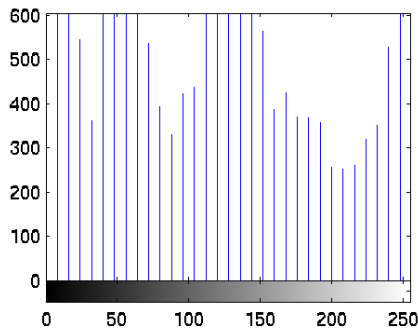
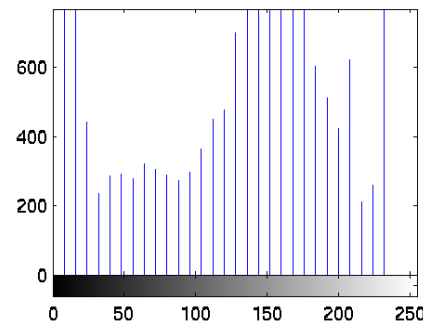


$$d(\mathbf{a}, \mathbf{a}^*) = \sqrt{(\mathbf{a} - \mathbf{a}^*)' \mathbf{C}^{-1} (\mathbf{a} - \mathbf{a}^*)}$$

\mathbf{C} = matriz de covariância

Detecção de cores

- Histograma de uma imagem RGB:



Detecção de cores

- Detecção de cor por meio da distância a um pixel exemplo no espaço RGB normalizado.

Pixel exemplo

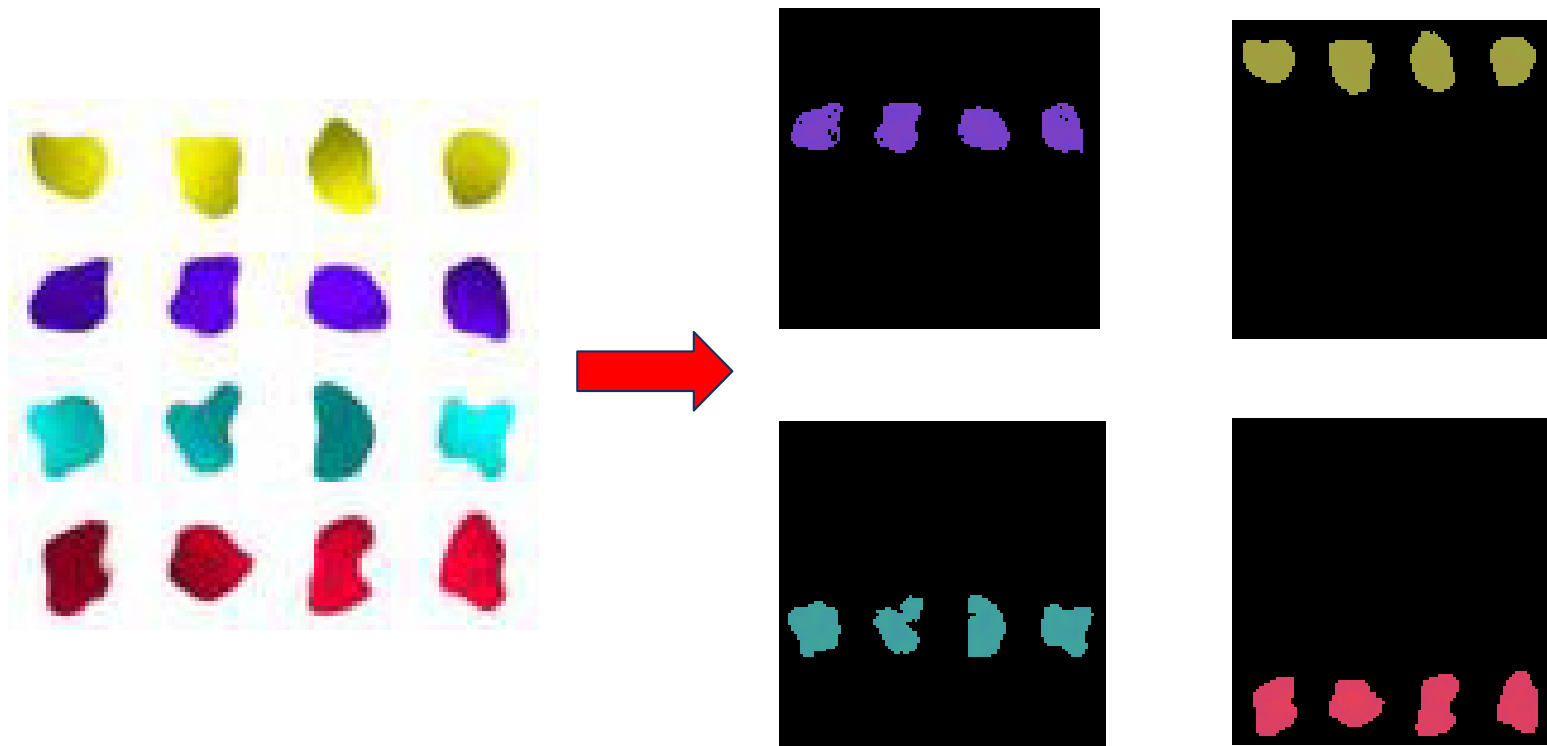


Detecção de cores

- Usando o espaço HSI de cores:
 - Hue como base:
 - Estimar um padrão de cor média para ser detectada \Rightarrow valor de Hue a ser detectado $\rightarrow H^*$.
 - Saturação e intensidade fornecem indicação para identificar preto e branco:
 - Se a cor for preta $\Rightarrow S = 0$ e $I = 0$;
 - Se cor for branca $\Rightarrow S = 0$ e $I = 1$.
 - Definir distância d_0 :
 - Cor de interesse $H \Rightarrow (H^* - d_0) < H < (H^* + d_0)$, juntamente com $d_0 < S < 1 - d_0$ e $d_0 < I < 1 - d_0$;
 - Se cor de interesse for preta $\Rightarrow S < d_0$ e $I < d_0$;
 - Se cor de interesse for branca $\Rightarrow S < d_0$ e $I > 1 - d_0$.

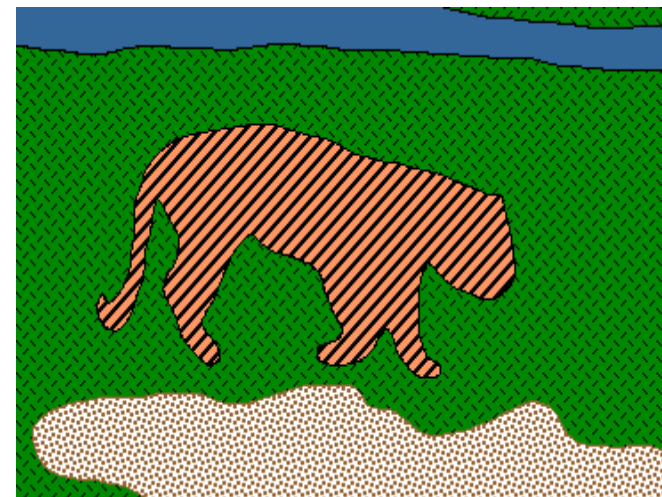
Detecção de cores

- Exemplo de detecção de cor no espaço HSI.



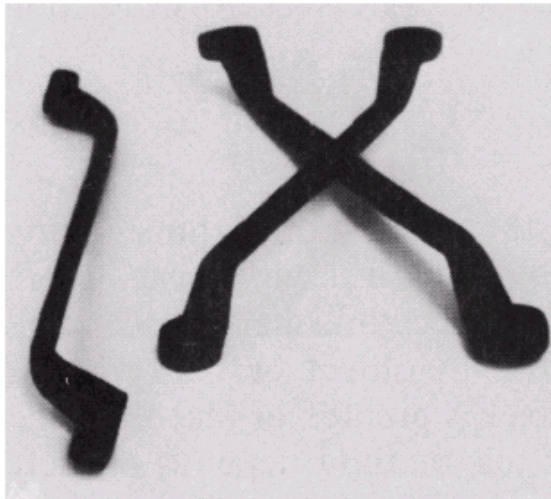
Detecção de “blobs”

- O que são “blobs”?
 - São regiões de uma imagem que apresentam características comuns (coerência).
- Para que servem?
 - Detecção, localização e remoção de objetos etc.
 - Mas os “blobs” são objetos?
 - Em geral não são!



Detecção de “blobs”

- Coerência do “blob” \Rightarrow a forma mais simples de verificar a coerência de um “blob” é por meio da similaridade de cor ou brilho.



As ferramentas se tornam “blobs”



A casa, a grama e o céu formam três “blobs” diferentes

Detecção de “blobs”

- Detecção de “blobs” pela cor:
 - Dada uma imagem com N cores \Rightarrow escolher K cores;
 - Cada uma das K cores irão definir uma região (não necessariamente contínua);
 - Similar a um processo de diminuir a resolução de cores, por exemplo, de 16 milhões para 256.



Imagem de casa com 9000 cores

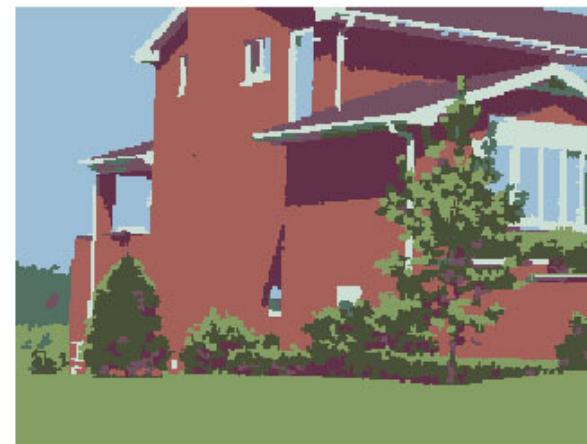


Imagem de casa com 6 “blobs”

Detecção de “blobs”

- Procedimento:
 1. Diminuir número de cores;
 2. Detectar cores de interesse;
 3. Preencher as regiões de mesma cor;
 4. Identificar componentes conectados (segmentação dos “blobs”).

Detecção de “blobs”

1. Diminuir número de cores:

- Processo nem sempre realizado \Rightarrow facilita detecção de cores;
- Deve-se usar um espaço de cor que representa melhor as cores \Rightarrow HSI ou Lab.

Detecção de “blobs”

3. Preencher as regiões de mesma cor:

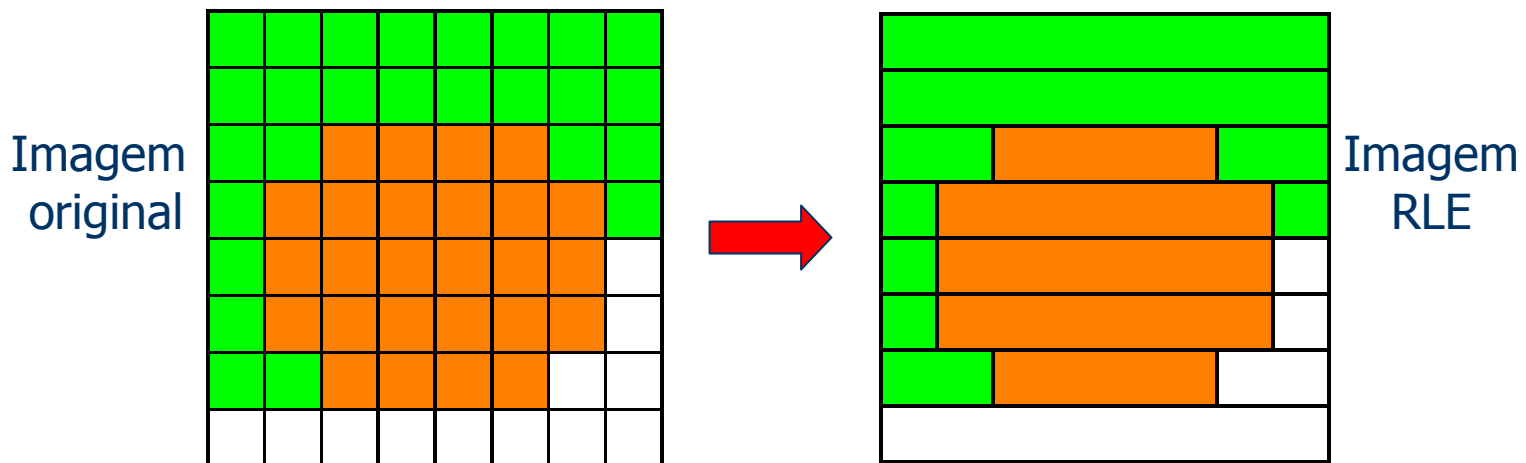
- Processo nem sempre realizado e nem sempre necessário;
- Pode induzir a erros na definição do tamanho e geometria do “blob”;
- Realizado por processamento morfológico da imagem ⇒ **fechamento**;
- Processo de fechamento consiste na combinação de uma seqüência de processos de **dilatação** e **erosão**.

Detecção de “blobs”

4. Identificar componentes conectados (Segmentação):
 - Primeiro passo \Rightarrow Aplicar “Run Length Encoding”, ou Processo de Crescimento de Região, ou ainda Algoritmo de Identificação Seqüencial;
 - Segundo passo \Rightarrow Unir regiões similares conectadas.

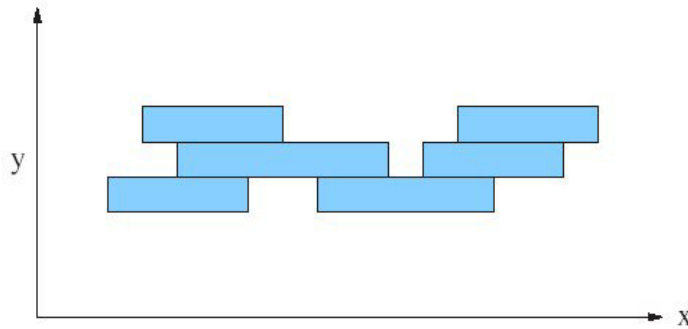
Detecção de “blobs”

- “Run Length Encoding”:
 - Segmentar as linhas da imagem em grupos de pixels similares formando corridas (“runs”):
 - Uma corrida armazena o início e o fim de grupos semelhantes de pixels em uma linha.
 - O processo é realizado linha a linha da esquerda para a direita.

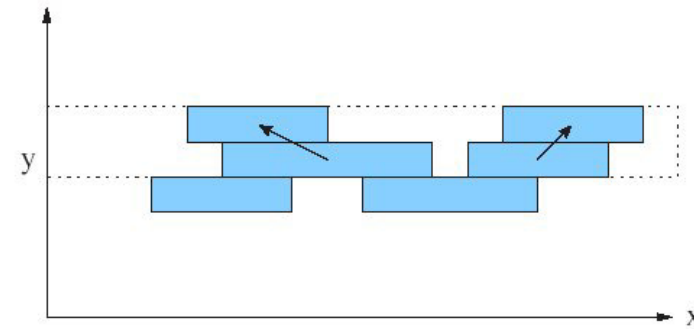


Detecção de “blobs”

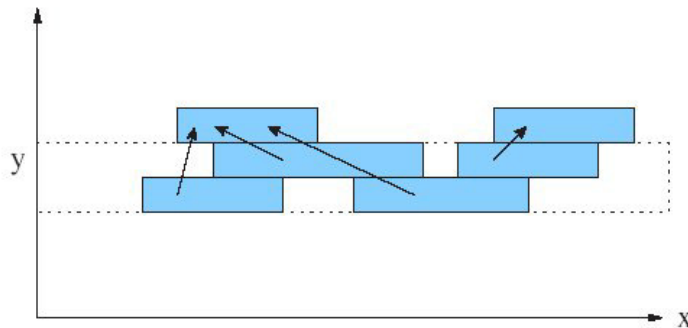
- Unir regiões similares:



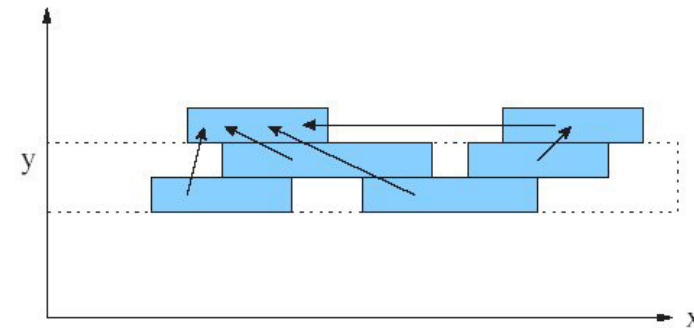
1. As corridas inicialmente são totalmente desconectadas



2. Examinando linhas vizinhas, as corridas similares são unidas



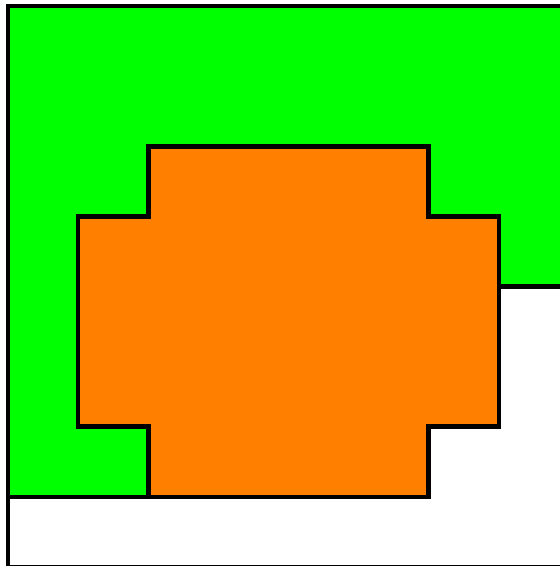
3. Nova atribuição é passada linha a linha entre corridas similares



4. Se alguma sobreposição é detectada, corridas de linhas superiores são atualizadas

Detecção de “blobs”

- As corridas são agrupadas em regiões que podem conter várias linhas.
- A nova imagem é descrita como sendo constituída de regiões contínuas ao invés de somente pixels isolados.



Detecção de “blobs”

- Problemas:
 - Embora freqüentemente muito útil, a detecção de “blobs” não funciona bem em qualquer situação;
 - O método de detecção de “blobs” é primário e considerado como sendo um processo de tentativa e erro;
 - É impossível lidar com uma imagem do tipo da do tigre;
 - Problema é que “blobs” não são objetos!!!



Propriedades dos “blobs”

- Agora que se tem “blobs” bonitos e limpos, o que fazer com eles?
 - Calcular propriedade geométricas:
 - Área;
 - Perímetro;
 - Centro de massa;
 - Orientação;
 - Cor média;
 - Etc.
 - Essas propriedades podem ser usadas para classificar os “blobs” e decidir se eles são ou não objetos de interesse.

Exercícios

1. Identificar as cores na imagem a seguir dada nos padrões RGB e HSI.



Exercícios

- Imagem no padrão RGB normalizado (plano R).

```
255 252 255 255 246 248 255 255 247 249 255 255 255 252 254 253 249 246 249 249 251 255 254
251 255 255 255 246 251 255 255 252 251 254 255 254 251 255 255 247 251 251 254 255 255 255
249 252 253 255 252 248 255 255 251 250 255 254 255 255 252 251 255 255 245 255 255 255 255
252 247 254 253 246 254 129 89 76 82 88 185 253 255 253 254 255 250 251 254 255 255 255
255 255 246 245 251 96 105 90 88 71 77 76 134 247 251 236 239 240 243 248 255 255 247
255 255 254 246 111 151 204 134 77 75 89 79 90 235 239 133 93 110 136 233 238 249 245
253 255 255 255 120 248 177 141 128 61 101 243 152 122 95 113 68 50 78 96 228 233 252
250 255 255 176 101 127 99 58 50 59 74 152 128 113 192 136 58 55 103 134 90 235 251
251 253 255 163 88 98 77 61 43 39 53 50 77 107 189 141 34 50 140 206 138 159 242
255 255 253 243 71 60 58 155 138 176 48 25 52 76 116 89 91 113 139 223 139 90 234
255 255 250 249 62 147 112 122 102 121 116 0 36 47 74 201 194 184 151 141 92 69 231
255 255 255 255 226 118 187 138 92 101 136 117 45 74 138 159 185 189 161 161 83 125 240
255 243 255 254 96 122 187 124 72 99 198 160 177 166 221 255 206 216 206 182 170 255 254
252 254 255 238 81 85 93 81 52 89 188 206 196 181 255 251 236 206 255 255 204 255 255
240 248 254 242 38 15 32 36 52 192 210 212 237 253 202 193 197 200 238 255 207 229 255
241 239 252 241 38 25 14 38 189 250 255 235 255 255 255 167 187 187 199 198 197 234 255
239 245 255 251 231 32 40 70 199 245 255 240 255 255 255 160 182 190 172 176 159 255 255
244 247 255 255 244 29 33 190 192 235 239 242 232 254 243 149 166 172 159 159 136 255 255
252 255 255 255 251 244 244 34 186 204 213 208 216 214 213 120 138 140 135 114 255 255 253
255 254 255 255 252 243 246 255 151 163 165 179 175 175 190 255 103 86 255 255 255 255 255
255 255 255 255 247 251 252 255 255 143 136 135 154 127 255 255 255 255 255 255 245 252 251
255 255 255 249 248 252 248 253 255 255 255 255 255 255 255 255 252 255 247 252 251 241 244
255 255 252 249 248 251 250 255 254 255 255 253 255 255 252 252 255 255 254 248 252 252 249
```


Exercícios

- Imagem no padrão RGB normalizado (plano B).

```
253 247 251 253 254 255 253 253 255 255 249 247 254 254 254 255 255 255 255 254 253 255 253
252 255 250 249 251 255 250 251 255 255 246 251 252 252 255 255 252 255 255 255 254 252 254
255 255 249 254 255 249 248 251 248 251 254 249 255 255 252 250 254 254 246 254 250 249 250
255 253 255 255 250 253 118 77 68 79 85 185 250 255 254 255 254 250 255 253 246 247 253
250 255 253 255 255 97 100 80 80 66 76 77 134 248 255 245 254 255 255 255 253 254 255
250 254 255 253 119 157 205 130 71 69 90 84 97 245 255 164 141 160 176 255 251 255 255
254 254 251 252 127 255 189 147 126 57 101 252 169 150 140 179 161 147 159 157 255 251 255
255 254 250 166 105 140 112 68 53 60 76 167 166 167 254 221 175 176 194 203 141 255 255
252 254 254 163 91 103 82 67 52 49 62 77 145 189 255 225 153 165 211 255 189 198 255
254 255 254 247 73 65 65 169 157 196 62 61 134 167 178 142 156 173 174 255 196 143 255
250 254 246 249 68 160 133 151 136 154 139 29 118 127 100 187 154 144 138 167 160 140 255
254 254 254 255 239 144 219 179 142 148 166 148 94 110 130 107 87 88 105 151 123 175 255
255 239 252 255 122 162 226 172 137 163 235 170 157 130 180 198 97 97 111 117 138 246 255
255 255 252 244 121 139 144 133 109 138 213 200 149 113 194 164 114 75 141 202 128 226 243
255 255 254 255 89 85 99 87 74 195 206 195 201 192 110 73 57 61 124 171 111 157 246
255 255 254 252 85 89 78 81 187 227 233 211 226 208 180 41 37 40 79 95 96 156 245
255 255 253 250 255 74 82 95 190 214 224 205 233 240 187 51 31 29 37 64 70 232 241
255 255 251 252 255 54 59 203 177 203 200 205 207 221 186 57 32 28 37 59 66 240 246
255 255 249 248 255 255 255 39 171 175 175 173 191 183 164 50 42 40 50 49 229 246 242
255 247 251 252 255 253 252 255 137 140 135 148 149 148 154 243 44 27 239 235 248 251 255
254 254 252 253 251 255 255 255 253 128 114 113 133 108 252 244 247 242 248 252 243 255 255
251 253 254 252 253 255 249 252 255 255 253 253 248 254 253 252 246 254 247 255 255 250 253
251 255 255 255 255 255 251 255 253 250 252 244 253 254 255 255 254 255 255 250 255 255 253
```

Exercícios

- Imagem no padrão RGB normalizado (plano G).

255 254 255 253 255 255 253 250 253 255 255 255 255 251 254 252 253 249 251 248 250 253 251
255 255 251 251 255 255 250 249 253 255 255 255 253 247 253 253 248 253 253 253 253 252 253
251 251 246 255 255 254 254 253 243 245 251 245 246 246 244 246 255 255 248 255 255 255 254
248 243 251 252 251 255 122 79 65 72 78 175 241 248 249 255 255 255 255 255 255 255 255
247 250 246 248 251 92 97 79 78 63 71 72 134 252 255 250 255 255 255 255 255 255 255
251 253 253 246 106 145 199 127 71 69 85 80 103 254 255 169 143 161 178 255 255 255 254
255 255 255 253 111 241 177 143 127 58 99 251 177 161 145 178 153 136 152 152 255 253 255
255 255 255 167 91 122 105 69 60 65 75 164 167 169 253 214 159 159 185 198 136 255 255
255 255 255 165 82 97 88 81 67 59 61 70 132 175 250 212 134 148 207 255 184 193 255
255 255 255 248 70 68 84 196 187 220 73 59 120 149 167 134 152 173 180 255 187 133 255
254 255 245 247 68 169 162 191 182 197 171 46 112 116 101 200 180 171 155 168 145 122 255
255 253 251 255 245 161 255 225 191 192 200 168 98 110 141 130 128 130 132 160 115 163 255
253 236 253 255 135 188 255 218 175 190 251 179 166 142 198 225 138 139 145 141 151 251 255
248 251 255 255 147 177 189 170 126 135 194 176 133 110 212 196 153 115 177 232 154 242 250
238 250 255 255 136 136 141 108 62 152 133 113 127 148 115 108 96 100 157 199 139 179 255
246 246 255 255 129 135 114 88 146 151 133 105 132 143 168 63 75 82 114 124 126 180 255
255 255 255 255 255 96 107 89 115 108 124 115 152 178 149 48 66 81 80 100 98 253 252
255 255 255 255 255 59 72 185 84 84 99 117 127 152 131 34 59 77 78 93 90 255 255
248 251 251 249 253 255 255 9 80 58 74 81 101 103 98 16 54 74 79 71 244 255 246
244 239 253 253 251 245 248 232 62 46 49 68 72 77 96 210 48 47 255 247 255 254 255
244 248 255 255 254 255 255 242 210 73 64 64 86 66 225 230 250 250 254 255 244 255 255
242 249 255 255 255 255 253 248 237 229 230 230 225 236 248 252 248 255 247 255 255 247 250
243 250 255 255 255 255 255 255 251 246 249 239 248 253 255 255 255 255 255 249 255 255 252

Exercícios

- Imagem no padrão HSI (plano H):

212	201	212	0	132	128	0	26	118	128	212	212	212	71	0	71	114	99	99	79	71	43	29
160	0	247	241	146	128	0	14	99	128	208	212	234	50	43	43	93	106	106	64	21	0	21
99	75	18	212	128	164	218	234	27	49	33	19	43	43	43	35	212	212	156	212	212	212	220
60	68	52	71	135	191	240	249	11	30	30	43	33	43	50	128	212	170	128	191	212	212	212
15	43	85	97	85	50	15	3	8	15	36	50	0	162	128	142	130	128	128	128	212	212	128
247	21	64	85	69	64	49	18	0	0	50	93	147	148	128	133	129	128	129	128	137	128	124
149	212	212	241	61	64	85	99	234	245	43	123	140	139	131	127	124	123	124	125	128	131	128
128	212	212	251	54	74	104	131	158	164	106	120	128	129	127	124	122	122	124	125	124	128	128
160	149	212	170	56	79	151	158	155	149	123	117	120	121	125	122	121	122	125	128	124	123	128
212	0	149	135	71	143	159	156	154	151	146	125	121	120	121	122	125	128	133	128	122	120	128
220	212	8	43	128	145	152	152	152	152	153	143	125	122	129	215	227	226	203	129	119	118	128
212	21	33	0	140	144	150	150	149	148	150	144	130	128	202	236	238	238	235	216	120	118	128
43	18	241	128	141	144	145	148	143	139	140	148	236	241	237	235	240	241	240	240	238	231	128
60	52	212	156	144	145	147	145	136	125	94	35	10	2	243	240	242	243	242	231	241	231	230
81	96	170	128	148	145	143	139	104	45	41	36	29	17	253	243	244	244	243	241	243	243	212
100	103	141	136	148	145	142	133	41	33	36	35	33	25	5	248	245	244	243	244	243	243	212
128	128	212	178	128	142	143	118	39	34	33	31	34	35	15	1	246	242	242	242	242	216	221
128	128	212	212	128	134	141	74	37	34	31	31	33	29	21	8	247	241	241	241	241	212	212
60	43	241	250	106	128	128	49	37	35	32	32	34	31	25	13	250	241	241	241	230	212	240
43	23	234	241	75	93	99	43	37	35	32	31	33	32	27	32	253	241	212	229	212	222	0
39	37	212	212	145	128	128	43	41	34	30	30	30	30	39	24	240	228	218	212	234	128	128
30	29	212	149	139	128	162	35	43	43	40	40	33	41	31	0	241	212	0	128	128	114	114
29	43	128	128	128	128	162	0	29	19	21	15	31	21	128	128	212	0	128	106	128	128	118

Execícios

- Imagem no padrão HSI (plano S):

1	4	3	1	6	5	1	3	5	4	4	5	1	1	0	1	3	4	3	2	1	1	2
2	0	2	3	5	3	2	3	1	3	6	3	1	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1
3	2	3	1	2	2	4	2	4	4	2	4	6	6	5	3	1	1	1	1	3	4	3
4	5	2	1	3	1	10	15	17	19	17	9	7	5	3	1	1	2	3	1	6	5	1
4	3	2	4	1	8	9	12	12	14	13	10	0	2	3	8	11	10	8	5	1	1	5
2	1	1	2	14	10	5	7	7	7	9	6	18	10	11	37	66	60	43	15	10	4	6
1	1	3	1	18	7	6	5	2	7	3	6	22	39	64	71	119	140	102	74	19	13	2
3	1	3	6	21	15	15	27	20	10	3	14	43	62	45	73	142	147	92	63	67	14	3
2	1	1	1	15	6	17	32	52	52	25	61	89	81	47	68	174	150	63	35	48	34	9
1	0	1	3	5	17	41	27	36	28	54	123	125	107	63	68	81	67	39	22	51	67	14
3	1	2	1	15	19	44	54	69	59	47	255	151	131	49	12	32	34	17	28	78	96	17
1	1	2	0	11	42	39	60	89	80	48	48	110	62	12	48	89	90	53	10	57	48	10
1	4	1	1	47	57	41	70	112	87	34	15	15	28	25	32	87	91	71	52	25	5	1
4	2	2	8	77	93	88	94	116	67	13	24	42	47	30	50	82	110	67	31	54	16	6
7	3	0	9	144	206	165	136	43	39	70	89	83	64	58	106	130	126	72	46	69	42	6
7	8	2	9	140	178	203	115	41	71	91	109	90	74	42	139	160	156	101	81	80	46	7
11	7	1	2	17	134	121	44	80	109	98	98	73	53	62	113	170	181	157	111	91	15	9
7	5	3	2	7	99	101	10	113	132	114	96	83	70	76	147	160	178	152	110	82	10	6
4	3	3	3	2	7	7	171	115	153	132	121	103	97	97	189	118	135	110	95	14	6	5
7	8	2	1	2	4	3	16	119	154	148	123	116	108	88	28	82	126	11	11	5	2	0
7	4	2	1	4	3	2	9	31	93	99	98	79	87	20	14	4	7	4	2	1	2	3
8	3	1	3	4	2	2	3	12	18	17	17	19	13	4	1	3	1	0	2	3	5	5
7	3	2	4	5	3	2	0	2	4	3	7	4	1	2	2	1	0	1	1	2	2	2

Exercícios

- Imagem no padrão HSI (plano I):

254	251	254	254	252	253	254	253	252	253	253	252	255	252	254	253	252	250	252	250	251	254	253
253	255	252	252	251	254	252	252	253	254	252	254	253	250	254	254	249	253	253	254	254	253	254
252	253	249	255	254	250	252	253	247	249	253	249	252	252	249	249	255	255	246	255	253	253	253
252	248	253	253	249	254	123	82	70	78	84	182	248	253	252	255	255	252	254	254	252	252	254
251	253	248	249	252	95	101	83	82	67	75	75	134	249	254	244	249	250	251	253	254	255	252
252	254	254	248	112	151	203	130	73	71	88	81	97	245	250	155	126	144	163	248	248	253	251
254	255	254	253	119	248	181	144	127	59	100	249	166	144	127	157	127	111	130	135	246	246	254
253	255	253	170	99	130	105	65	54	61	75	161	154	150	233	190	131	130	161	178	122	248	254
253	254	255	164	87	99	82	70	54	49	59	66	118	157	231	193	107	121	186	239	170	183	251
255	255	254	246	71	64	69	173	161	197	61	48	102	131	154	122	133	153	164	244	174	122	248
253	255	247	248	66	159	136	155	140	157	142	25	89	97	92	196	176	166	148	159	132	110	247
255	254	253	255	237	141	220	181	142	147	167	144	79	98	136	132	133	136	133	157	107	154	250
254	239	253	255	118	157	223	171	128	151	228	170	167	146	200	226	147	151	154	147	153	251	255
252	253	254	246	116	134	142	128	96	121	198	194	159	135	220	204	168	132	191	230	162	241	249
244	251	254	251	88	79	91	77	63	180	183	173	188	198	142	125	117	120	173	208	152	188	252
247	247	254	249	84	83	69	69	174	209	207	184	204	202	201	90	100	103	131	139	140	190	252
250	252	254	252	247	67	76	85	168	189	201	187	213	224	197	86	93	100	96	113	109	247	249
251	252	254	254	251	47	55	193	151	174	179	188	189	209	187	80	86	92	91	104	97	250	252
252	254	252	251	253	251	251	27	146	146	154	154	169	167	158	62	78	85	88	78	243	252	247
251	247	253	253	253	247	249	247	117	116	116	132	132	133	147	236	65	53	250	246	253	253	255
251	252	254	254	251	254	254	251	239	115	105	104	124	100	244	243	251	249	252	254	244	254	254
249	252	255	252	252	254	250	251	249	246	246	246	243	248	252	253	249	255	247	254	254	246	249
250	253	254	253	253	254	252	255	253	250	252	245	252	254	254	254	255	255	255	249	254	254	251

Exercícios

2. Compare o resultado das cores detectadas com a imagem do exercício (1) nos dois padrões.
3. Identificar os “blobs” na imagem do exercício (1) partindo das cores identificadas.