

## Instituto de Computação - Unicamp

### MC102 - Algoritmos e Programação de Computadores

# Laboratório 18 - Filtros de Imagens

---

Prazo de entrega: **16/06/2017 23:59:59**

Peso: **2**

*Professor:* Eduardo C. Xavier

*Professor:* Guido Araújo

*Monitor:* Arthur Pratti Dadalto

*Monitor:* Cristina Cavalcante

*Monitor:* Klairton de Lima Brito

*Monitor:* Luís Felipe Mattos

*Monitor:* Paulo Finardi

*Monitor:* Paulo Lucas Rodrigues Lacerda

*Monitor:* Pedro Alves

*Monitor:* Renan Vilas Novas

*Monitor:* Vinicius de Novaes Guimarães Pereira

## Descrição

---

Esta tarefa tem como objetivo exercitar conceitos ligados a matrizes e processamento de arquivos.

Programas de edição e processamento de imagens, como [Gimp](#) e [Adobe Photoshop](#), possuem diversos filtros que são utilizados para se manipular as cores de uma imagem, tais como [Equalizar](#), [Equilíbrio de Branco](#), [Esticar Contraste](#), [Normalizar](#), e [Realce de Cor](#).

Uma imagem digital nada mais é do que a projeção de uma matriz, que

representa a imagem, na tela do computador. Cada posição da matriz possui uma cor que deve ser projetada na posição correspondente da imagem na tela do computador. Cada uma dessas posições é denominada de pixel (*picture element*).

As imagens coloridas utilizam o sistema RGB (*Red, Green, Blue*), onde para cada pixel existem três valores indicando, respectivamente, a intensidade das cores vermelho, verde e azul, que quando projetadas em conjunto formam uma cor, entre milhares de possibilidades de cor.

Uma imagem colorida de  $n \times m$  pixels pode ser representada com 3 matrizes  $n \times m$ , cada uma para as intensidades de R, G e B, respectivamente, do sistema RGB. Assim, para cada cor (R, G e B) temos uma matriz, onde cada posição  $(x,y)$  tem um certo valor  $p(x,y)$  indicando a intensidade daquela cor naquele pixel. As coordenadas da matriz seguem a ordem *raster* (de cima para baixo, da esquerda para direita).

Por exemplo, a cor preta numa posição  $(x,y)$  é representada pelas três matrizes com valores iguais a zero nesta posição, e o branco com as três com o valor máximo (no caso 255). A Figura 1 apresenta um exemplo desta forma de representação de imagens.

**Figura 1: Exemplo de representação de imagens com matrizes de intensidade RGB.**

**(a)** Imagem.



(b) Zoom do centro da imagem com valores das componentes RGB de alguns pixels.

123	120	131	131	116	119
107	106	118	117	098	100
075	073	080	075	069	069
126	118	128	147	148	127
112	101	115	137	140	113
072	067	077	095	101	080
126	120	132	138	148	147
110	105	120	127	137	138
072	070	080	088	097	097
130	132	124	127	136	135
118	120	109	112	124	121
074	074	072	070	084	086

Neste laboratório, seu desafio será implementar três filtros para imagens PPM que utilizam o sistema RGB.

## Imagens PPM

As imagens coloridas PPM (*Portable PixMap*) podem ser escritas como arquivos de texto simples, cujo conteúdo segue o seguinte formato:

- Um marcador (string) do tipo de arquivo, que indica se os valores são representados em ASCII ou em binário. Neste laboratório, o valor do marcador será sempre `P3`, indicando que os valores são representados em ASCII, e que as intensidades de cores vão de 0 até 255.
- Dois valores inteiros, (**W**) e (**H**), que definem, respectivamente, o comprimento e altura da imagem, em número de pixels.
- Um valor inteiro (**Imax**) que define a intensidade (**Imax**) máxima adotada na imagem. Neste laboratório, o valor de **Imax** será sempre 255.
- Valores RGB de cada pixel na ordem *raster*.

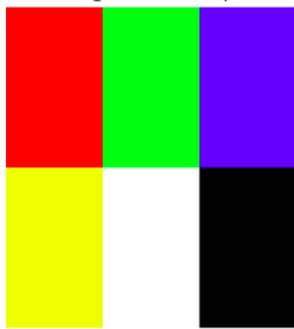
**Importante:** os valores no arquivo podem estar separados por qualquer quantidade de caracteres invisíveis (espaço, tab ou quebra de

linha).

A Figura 2 exemplifica a formato de arquivo descrito acima para representar uma imagem PPM. A imagem em (a) tem 6 pixels, e em (b) está o arquivo texto que a representa. Note que para esta imagem  $W=3$  e  $H=2$ . O pixel da posição  $(0,0)$  (vermelho) tem intensidades de cor 255 para o vermelho, 0 para o verde, e 0 para o azul. Já o pixel da posição  $(0,2)$  (azul) possui intensidades 0 para o vermelho, 0 para o verde e 255 para o azul.

**Figura 2: Exemplo de imagem PPM representada com arquivo texto**

(a) Imagem com 6 pixels



(b) Arquivo PPM.

```
P3
3 2
255
255 0 0 0 255 0 0 0 255
255 255 0 255 255 255 0 0 0
```

## Efeitos a Serem Implementados

Os três filtros que você deve implementar neste laboratório são:

- Escala de Cinza
- Esticar Contraste
- Normalizar

### Escala de Cinza

Uma imagem pode ser convertida em escala de cinza modificando as 3 matrizes para terem em cada posição um mesmo valor. Para cada posição  $(x,y)$  de cada matriz, seu novo valor será o piso da média das 3 intensidades originais.

Assim:

```
novaR[X][Y] = [(imagemR[X][Y] + imagemG[X][Y] + imagemB[X][Y]) /  
novaG[X][Y] = novaR[X][Y]  
novaB[X][Y] = novaR[X][Y]
```

**Figura 3: Exemplo do filtro "escala de cinza".**

**(a)** Imagem original.



**(b)** Imagem em escala de cinza.



## Esticar Contraste

O filtro "esticar contraste" distribui as intensidades de cada

componente RGB para a faixa 0-255. Ele ajusta as cores esticando os valores de cada componente RGB individualmente. Assim, para cada matriz correspondente a uma cor (R, G ou B), ele calcula o valor máximo (**Rmax**, **Gmax** e **Bmax**, respectivamente) e o valor mínimo (**Rmin**, **Gmin** e **Bmin**, respectivamente) de intensidade. Em seguida, ele mapeia linearmente os valores das intensidades de tal forma que o valor mínimo é transformado em 0, e o valor máximo é transformado na intensidade máxima 255.

Por exemplo, se a matriz correspondente à componente azul tem a intensidade mínima **Bmin** 46 e máxima **Bmax** 211, então a intensidade original de azul **imagemB** será convertida para uma intensidade **novaB**, onde  $\text{novaB}[X][Y] = \lfloor ((\text{imagemB}[X][Y] - \text{Bmin}) * 255) / (\text{Bmax} - \text{Bmin}) \rfloor$ . Desta forma, para a componente azul, os pixels com intensidade igual a 66 são convertidos para 30 ( $30 = \lfloor (66 - 46) * (255 / (211 - 46)) \rfloor$ ) na imagem resultante.

Assim:

```
novaR[X][Y] = ⌊((imagemR[X][Y] - Rmin) * 255) / (Rmax - Rmin)⌋
novaG[X][Y] = ⌊((imagemG[X][Y] - Gmin) * 255) / (Gmax - Gmin)⌋
novaB[X][Y] = ⌊((imagemB[X][Y] - Bmin) * 255) / (Bmax - Bmin)⌋
```

**Figura 4: Exemplo de filtro "esticar contraste".**

**(a)** Imagem original.



(b) Imagem com contraste esticado.



## Normalizar

O filtro "normalizar" permite eliminar da imagem algumas distorções causadas por efeitos de luz e/ou sombra. Para isto, o filtro divide o valor da intensidade de cada pixel pela soma dos valores das três intensidades R, G e B do pixel.

Assim:

```
novaR[X][Y] = [imagemR[X][Y] * 255 / (imagemR[X][Y] + imagemG[X][Y] + imagemB[X][Y])]  
novaG[X][Y] = [imagemG[X][Y] * 255 / (imagemR[X][Y] + imagemG[X][Y] + imagemB[X][Y])]  
novaB[X][Y] = [imagemB[X][Y] * 255 / (imagemR[X][Y] + imagemG[X][Y] + imagemB[X][Y])]
```

**Figura 5: Exemplo de filtro "normalizar".**



**(a)** Imagem original.



**(b)** Imagem normalizada.



## Entrada

---

A função `main` receberá em `argv` dois nomes de arquivos que serão copiados para as variáveis `arqEntrada` e `arqSaida`, respectivamente. Em `arqEntrada` estará o nome do arquivo contendo a imagem original, e em `arqSaida` o nome do arquivo de saída que deverá ser escrito pelo seu programa. A imagem original terá intensidade máxima igual a 255 e tamanho  $n \times m$ , onde  $n, m \leq 128$ . O efeito a ser aplicado (cinza,



`esticar` ou `normalizar` ) deve ser lido da entrada padrão e armazenado na variável `efeito` , conforme implementação parcial da função `main` no arquivo auxiliar [lab18.c](#) .

## Saída

---

A imagem resultante deve ser escrita em PPM no arquivo de saída ( `arqSaida` ).

## Exemplos

---

### Teste 04 - Escala de Cinza

[arqEntrada](#)

```
P3
128 94
255
107 73 64 102 67 56 106 73 60 105 72 59 104 71 58 :
102 67 59 101 67 55 104 70 57 103 70 57 101 67 57 :
100 66 58 100 68 56 100 67 55 102 69 56 98 66 57 99
98 61 55 98 64 54 100 67 56 100 68 57 101 71 57 100
98 63 55 96 59 55 99 64 55 98 66 55 100 71 55 103
104 76 57 97 62 55 98 65 57 106 80 59 104 78 57 105
102 72 57 99 65 56 99 68 58 100 71 57 98 66 56 95
100 68 56 98 66 56 97 64 54 98 68 55 100 72 55 104
102 73 58 98 67 56 98 66 56 103 75 56 101 74 55 99
99 68 56 98 66 54 97 65 55 96 64 55 98 70 54 98 72
97 65 55 96 64 54 96 64 54 96 65 54 97 68 54 97 67
98 65 56 99 68 55 99 70 56 95 61 54 101 74 57 104
98 67 56 97 66 55 97 68 55 96 65 55 98 67 55 102 70
100 70 57 99 70 55 102 75 56 98 70 55 96 66 54 96
101 73 57 101 74 56 101 74 56 102 76 57 95 65 54 90
99 72 53 106 83 56 104 80 56 97 68 53 96 66 54 97
106 81 56 104 78 56 100 74 55 99 72 53 97 69 53 96
```

## arqSaida

P3

128 94

255

```
81 81 81 75 75 75 79 79 79 78 78 78 77 77 77 73 73
76 76 76 74 74 74 77 77 77 76 76 76 75 75 75 75 75
74 74 74 74 74 74 74 74 74 75 75 75 73 73 73 73 73
71 71 71 72 72 72 74 74 74 75 75 75 76 76 76 74 74
72 72 72 70 70 70 72 72 72 73 73 73 75 75 75 78 78
79 79 79 71 71 71 73 73 73 81 81 81 79 79 79 80 80
77 77 77 73 73 73 75 75 75 76 76 76 73 73 73 71 71
74 74 74 73 73 73 71 71 71 73 73 73 75 75 75 79 79
77 77 77 73 73 73 73 73 73 78 78 78 76 76 76 76 76
74 74 74 72 72 72 72 72 72 71 71 71 74 74 74 75 75
72 72 72 71 71 71 71 71 71 71 71 71 73 73 73 72 72
73 73 73 74 74 74 75 75 75 70 70 70 77 77 77 80 80
73 73 73 72 72 72 73 73 73 72 72 72 73 73 73 78 78
75 75 75 74 74 74 77 77 77 74 74 74 72 72 72 71 71
77 77 77 77 77 77 77 77 77 78 78 78 71 71 71 72 72
74 74 74 81 81 81 80 80 80 72 72 72 72 72 72 73 73
81 81 81 70 70 70 76 76 76 74 74 74 72 72 72 72 72
```

## Teste 05 - Esticar Contraste

### arqEntrada

P3

128 94

255

```
107 73 64 102 67 56 106 73 60 105 72 59 104 71 58 103
102 67 59 101 67 55 104 70 57 103 70 57 101 67 57 100
100 66 58 100 68 56 100 67 55 102 69 56 98 66 57 99
98 61 55 98 64 54 100 67 56 100 68 57 101 71 57 100
98 63 55 96 59 55 99 64 55 98 66 55 100 71 55 103
104 76 57 97 62 55 98 65 57 106 80 59 104 78 57 100
102 72 57 99 65 56 99 68 58 100 71 57 98 66 56 95
100 68 56 98 66 56 97 64 54 98 68 55 100 72 55 104
102 73 58 98 67 56 98 66 56 103 75 56 101 74 55 99
99 68 56 98 66 54 97 65 55 96 64 55 98 70 54 98 72
97 65 55 96 64 54 96 64 54 96 65 54 97 68 54 97 67
98 65 56 99 68 55 99 70 56 95 61 54 101 74 57 104
98 67 56 97 66 55 97 68 55 96 65 55 98 67 55 102 70
100 70 57 99 70 55 102 75 56 98 70 55 96 66 54 96
101 73 57 101 74 56 101 74 56 102 76 57 95 65 54 90
99 72 53 106 83 56 104 80 56 97 68 53 96 66 54 97
106 81 56 104 78 56 100 74 55 99 72 53 97 69 53 96
```

## arqSaida

P3

128 94

255

```
44 37 39 34 27 24 42 37 31 40 35 29 38 34 27 32 24
34 27 29 32 27 22 38 32 26 36 32 26 32 27 26 32 29
30 26 27 30 29 24 30 27 22 34 31 24 26 26 26 28 26
26 18 22 26 23 20 30 27 24 30 29 26 32 34 26 30 31
26 21 22 23 15 22 28 23 22 26 26 22 30 34 22 36 40
38 41 26 24 20 22 26 24 26 42 48 29 38 45 26 40 45
34 35 26 28 24 24 28 29 27 30 34 26 26 26 24 21 23
30 29 24 26 26 24 24 23 20 26 29 22 30 35 22 38 46
34 37 27 26 27 24 26 26 24 36 40 24 32 38 22 28 37
28 29 24 26 26 20 24 24 22 23 23 22 26 32 20 26 35
24 24 22 23 23 20 23 23 20 23 24 20 24 29 20 24 27
26 24 24 28 29 22 28 32 24 21 18 20 32 38 26 38 46
26 27 24 24 26 22 24 29 22 23 24 22 26 27 22 34 41
30 32 26 28 32 22 34 40 24 26 32 22 23 26 20 23 26
32 37 26 32 38 24 32 38 24 34 41 26 21 24 20 23 27
28 35 18 42 52 24 38 48 24 24 29 18 23 26 20 24 32
12 10 24 28 15 24 20 22 22 28 25 18 24 21 18 22 20
```

## Teste 06 - Normalizar

### arqEntrada

P3

128 94

255

```
107 73 64 102 67 56 106 73 60 105 72 59 104 71 58 103
102 67 59 101 67 55 104 70 57 103 70 57 101 67 57 100
100 66 58 100 68 56 100 67 55 102 69 56 98 66 57 99
98 61 55 98 64 54 100 67 56 100 68 57 101 71 57 100
98 63 55 96 59 55 99 64 55 98 66 55 100 71 55 103 70
104 76 57 97 62 55 98 65 57 106 80 59 104 78 57 100
102 72 57 99 65 56 99 68 58 100 71 57 98 66 56 95 100
100 68 56 98 66 56 97 64 54 98 68 55 100 72 55 104 70
102 73 58 98 67 56 98 66 56 103 75 56 101 74 55 99 70
99 68 56 98 66 54 97 65 55 96 64 55 98 70 54 98 72 59
97 65 55 96 64 54 96 64 54 96 65 54 97 68 54 97 67 56
98 65 56 99 68 55 99 70 56 95 61 54 101 74 57 104 70
98 67 56 97 66 55 97 68 55 96 65 55 98 67 55 102 70 59
100 70 57 99 70 55 102 75 56 98 70 55 96 66 54 96 100
101 73 57 101 74 56 101 74 56 102 76 57 95 65 54 90 70
99 72 53 106 83 56 104 80 56 97 68 53 96 66 54 97 70
106 81 56 104 78 56 100 74 55 99 72 53 97 69 53 96
```

## arqSaida

```

P3
128 94
255
111 76 66 115 75 63 113 77 64 113 77 63 113 77 63 :
114 74 65 115 76 62 114 77 62 114 77 63 114 75 64 :
113 75 66 113 77 63 114 76 63 114 77 62 113 76 65 :
116 72 65 115 75 63 114 76 64 113 77 64 112 79 63 :
115 74 64 116 71 66 115 74 64 114 76 64 112 80 62 :
111 81 61 115 73 65 113 75 66 110 83 61 110 83 60 :
112 79 62 114 75 64 112 77 65 111 79 63 113 76 64 :
113 77 63 113 76 64 115 75 64 113 78 63 112 80 61 :
111 79 63 113 77 64 113 76 64 112 81 61 111 82 60 :
113 77 64 114 77 63 113 76 64 113 75 65 112 80 62 :
113 76 64 114 76 64 114 76 64 113 77 64 112 79 62 :
114 75 65 113 78 63 112 79 63 115 74 65 111 81 62 :
113 77 64 113 77 64 112 78 63 113 76 64 113 77 63 :
112 78 64 112 79 62 111 82 61 112 80 62 113 77 63 :
111 80 62 111 81 61 111 81 61 110 82 61 113 77 64 :
112 81 60 110 86 58 110 85 59 113 79 61 113 77 63 :
111 85 58 111 82 60 111 82 61 112 81 60 112 80 61 :

```

Para mais exemplos, consulte os [testes abertos no Susy](#).

## Observações

- O número máximo de submissões é **10**.
- Para evitar problemas de precisão, faça todas as contas em ponto flutuante e transforme em inteiro apenas o resultado final.
- Para calcular o piso utilize a função `floor` da biblioteca `math.h`.
- Para a realização dos testes do SuSy, a compilação dos programas desenvolvidos irá considerar o comando: `gcc -std=c99 -pedantic -Wall -o lab18 lab18.c -lm`.
- Para a realização dos testes do SuSy, a execução do código se dará da seguinte forma: `./lab18 arqXX.in.ppm arqXX.out.ppm < arqXX.in`, onde XX é o número do teste.
- Você deve incluir, no início do seu programa, uma breve descrição dos objetivos do programa, da entrada e da saída, além do seu nome e do seu RA.
- Indente corretamente o seu código e inclua comentários no

decorrer do seu programa.

- Para melhor verificar seus resultados, você pode abrir os arquivos com extensão **ppm** diretamente no Linux ou no Windows com o visualizador [IrfanView](#), por exemplo.

## Critérios importantes

---

Independentemente dos resultados dos testes do *SuSy*, o não cumprimento dos critérios abaixo implicará em nota zero nesta tarefa de laboratório.

- Para os programas em linguagem C, os únicos headers aceitos para essa tarefa serão os `stdio.h`, `stdlib.h`, `math.h` e `string.h`.