

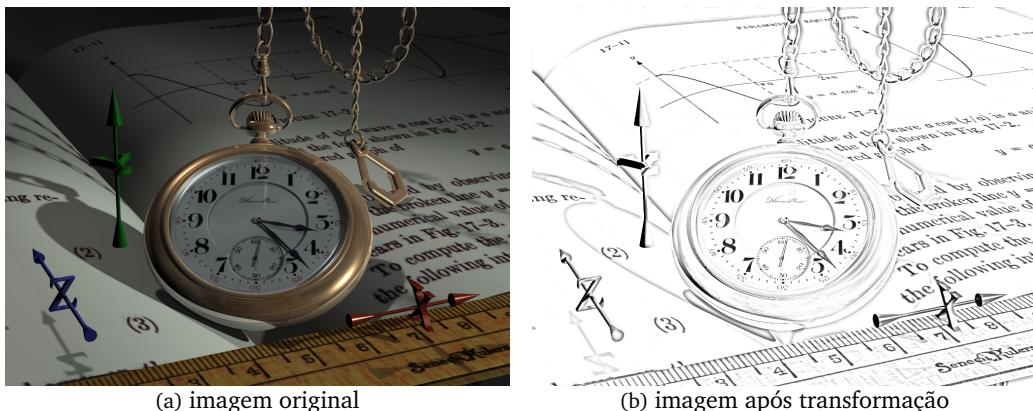
## Trabalho 1

### 1 Especificação do Problema

O objetivo deste trabalho é realizar alguns processamentos básicos em imagens digitais. Quando pertinente, a vetorização de comandos deve ser empregada nas operações.

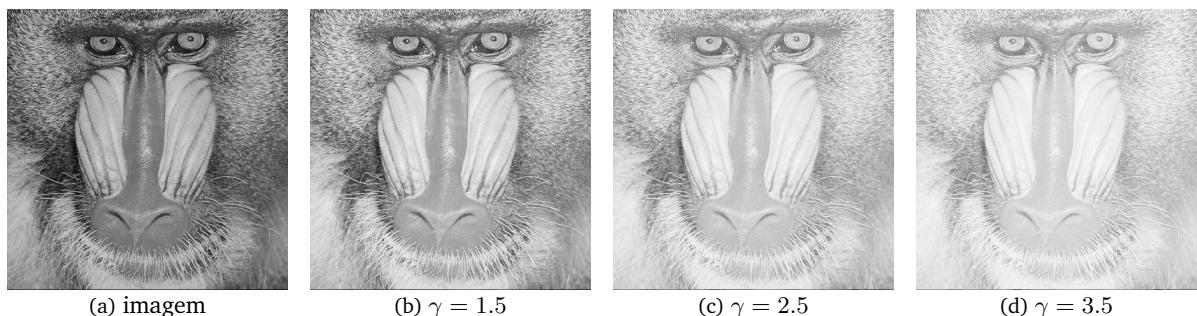
#### 1.1 Esboço a Lápis

Implementar um efeito de esboço a lápis em uma imagem por meio dos seguintes passos: (i) converter a imagem colorida para níveis de cinza, (ii) aplicar um filtro de desfoque gaussiano (por exemplo, com uma máscara de  $21 \times 21$  pixels) para suavizar os detalhes da imagem e (iii) dividir a imagem em tons de cinza pela versão desfocada para realçar os contornos.



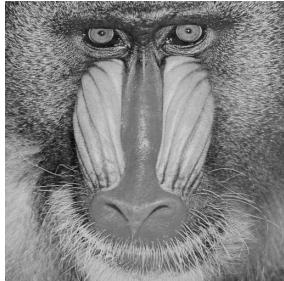
#### 1.2 Ajuste de Brilho

Aplicar a correção gama para ajustar o brilho de uma imagem monocromática  $A$  de entrada e gerar uma imagem monocromática  $B$  de saída. A transformação pode ser realizada (i) convertendo-se as intensidades dos pixels para o intervalo de  $[0, 255]$  para  $[0, 1]$ , (ii) aplicando-se a equação  $B = A^{(1/\gamma)}$  e (iii) convertendo-se os valores resultantes de volta para o intervalo  $[0, 255]$ . Realizar a correção com diferentes valores de  $\gamma$ .



### 1.3 Mosaico

Construir um mosaico de  $4 \times 4$  blocos a partir de uma imagem monocromática. A disposição dos blocos deve seguir a numeração mostrada na figura (c).



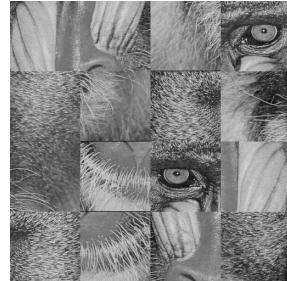
(a) imagem

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(b) ordem dos blocos

6	11	13	3
8	16	1	9
12	14	2	7
4	15	10	5

(c) nova ordem dos blocos



(d) mosaico

### 1.4 Alteração de Cores

Implementar um filtro para simular o efeito de fotografias antigas por meio da aplicação de uma transformação linear nas cores da imagem. Cada pixel deve ser multiplicado pela seguinte matriz de transformação:

$$\begin{bmatrix} 0.393 & 0.769 & 0.189 \\ 0.349 & 0.686 & 0.168 \\ 0.272 & 0.534 & 0.131 \end{bmatrix}$$



(a) imagem original



(b) imagem após transformação

Após a transformação, os valores dos pixels devem ser ajustados para permanecer no intervalo de 0 a 255.

### 1.5 Transformação de Imagens Coloridas

(a) Dada uma imagem colorida no formato RGB, alterar a imagem conforme as seguintes operações:

$$R' = 0.393R + 0.769G + 0.189B$$

$$G' = 0.349R + 0.686G + 0.168B$$

$$B' = 0.272R + 0.534G + 0.131B$$

Após a transformação, caso  $R'$ ,  $G'$  ou  $B'$  tenha valor maior do que 255, ele deve ser limitado em 255.

(b) Dada uma imagem colorida no formato RGB, alterar a imagem tal que ela contenha apenas uma banda de cor, cujos valores são calculados pela média ponderada:

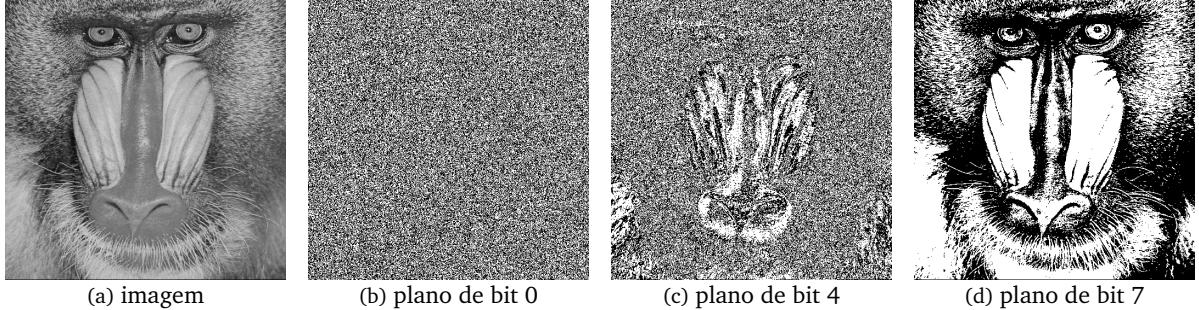
$$I = 0.2989R + 0.5870G + 0.1140B$$

## 1.6 Planos de Bits

Extrair os planos de bits de uma imagem monocromática. Os níveis de cinza de uma imagem monocromática com  $m$  bits podem ser representados na forma de um polinômio de base 2:

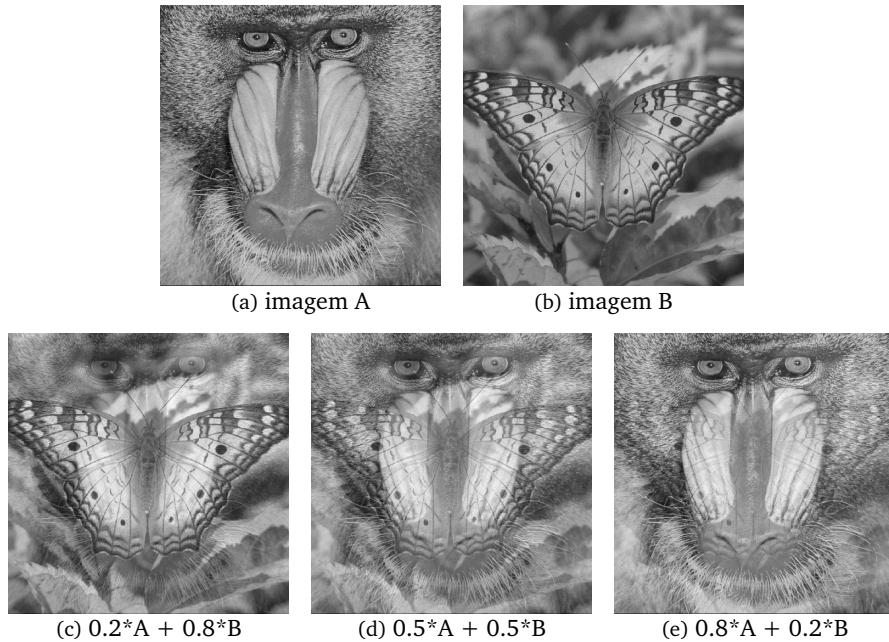
$$a_{m-1} 2^{m-1} + a_{m-2} 2^{m-2} + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0 \quad (1)$$

O plano de bits de ordem 0 é formado pelos coeficientes  $a_0$  de cada pixel, enquanto o plano de bits de ordem  $m - 1$  é formado pelos coeficientes  $a_{m-1}$ .



## 1.7 Combinação de Imagens

Combinar duas imagens monocromáticas de mesmo tamanho por meio da média ponderada de seus níveis de cinza.



## 1.8 Transformação de Intensidade

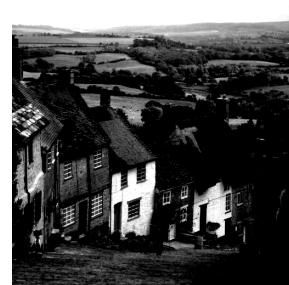
Dada (a) uma imagem monocromática, transformar seu espaço de intensidades (níveis de cinza) para (b) obter o negativo da imagem, ou seja, o nível de cinza 0 será convertido para 255, o nível 1 para 254 e assim por diante, (c) converter o intervalo de intensidades para [100, 200], (d) inverter os valores dos pixels das linhas pares da imagem, ou seja, os valores dos pixels da linha 0 serão posicionados da direita para esquerda, os valores dos pixels da linha 2 serão posicionados da direita para a esquerda e assim por diante, (e) espelhar as linhas da metade superior da imagem na parte inferior da imagem e (f) aplicar um espelhamento vertical na imagem levando-se em conta todas as linhas da imagem.



(a) imagem original



(b) negativo da imagem



(c) imagem transformada



(d) linhas pares invertidas



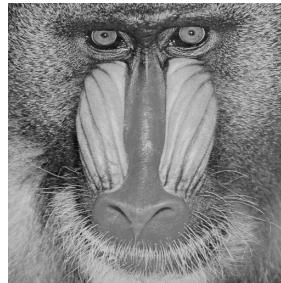
(e) reflexão de linhas



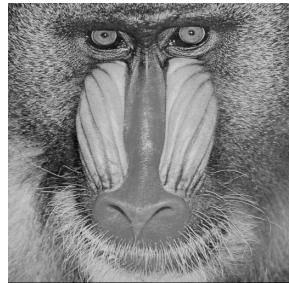
(f) espelhamento vertical

## 1.9 Quantização de Imagens

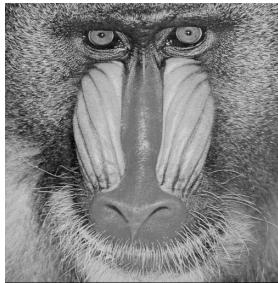
Quantização refere-se ao número de níveis de cinza usados para representar uma imagem monocromática. A quantização está relacionada à profundidade de uma imagem, a qual corresponde ao número de bits necessários para armazenar a imagem. Representar uma imagem com diferentes níveis de quantização.



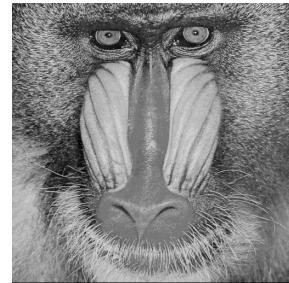
(a) 256 níveis



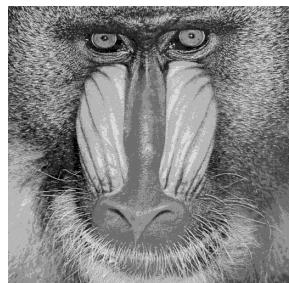
(b) 64 níveis



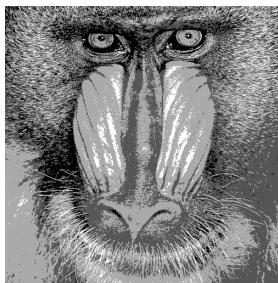
(c) 32 níveis



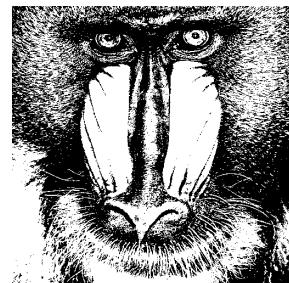
(d) 16 níveis



(e) 8 níveis



(f) 4 níveis



(g) 2 níveis

## 1.10 Filtragem de Imagens

A filtragem aplicada a uma imagem digital é uma operação local que altera os valores de intensidade dos pixels da imagem levando-se em conta tanto o valor do pixel em questão quanto valores de pixels vizinhos.

No processo de filtragem, utiliza-se uma operação de convolução de uma máscara pela imagem. Este processo equivale a percorrer toda a imagem alterando seus valores conforme os pesos da máscara e as intensidades da imagem.

Aplicar os filtros  $h_1$  a  $h_{11}$  em uma imagem digital monocromática.

$$h_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 \\ -1 & -2 & 16 & -2 & -1 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$h_2 = \frac{1}{256} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_3 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_4 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_5 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$h_6 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_7 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$h_8 = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$h_9 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_{10} = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & 2 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & 8 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & 2 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$h_{11} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Explicar os efeitos de cada filtro. Os filtros  $h_3$  e  $h_4$  deverão ser aplicados à imagem tanto individualmente quanto de forma combinada somando-se as respostas de cada um dos filtros por meio da expressão:  $\sqrt{(h_3)^2 + (h_4)^2}$ .

## 2 Entrada de Dados

As imagens de entrada estão no formato PNG (*Portable Network Graphics*). Alguns exemplos encontram-se disponíveis no diretório: [http://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens\\_png/](http://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/)

### **3 Saída de Dados**

As imagens de saída devem estar no formato PNG (*Portable Network Graphics*). Resultados intermediários podem ser também exibidos na tela.

### **4 Especificação da Entrega**

- A entrega do trabalho deve conter os seguintes itens:
  - código fonte: o arquivo final deve estar compactado (por exemplo, no formato *zip* ou *tgz*), contendo todos os programas ou dados necessários para sua execução.
  - relatório: deve conter uma descrição dos algoritmos e das estruturas de dados, considerações adotadas na solução do problema, testes executados, discussão dos resultados, eventuais limitações ou situações especiais não tratadas pelo programa.
- O trabalho deve ser submetido por meio da plataforma *Google Classroom*.
- Data de entrega: 07/04/2025.

### **5 Observações Gerais**

- Os programas serão executados em ambiente Linux. Os formatos de entrada e saída dos dados devem ser rigorosamente respeitados pelo programa, conforme definidos anteriormente.
- Os seguintes aspectos serão considerados na avaliação: funcionamento da implementação, clareza do código, qualidade do relatório técnico.