

```
import numpy as np
import cv2

def equalizar_histograma(img):
    if len(img.shape) == 3:
        img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    return cv2.equalizeHist(img)

def histograma(img):
    hist = np.zeros(256, dtype=int)
    for valor in img.flatten():
        hist[valor] += 1
    return hist

def histograma_normalizado(img):
    hist = histograma(img)
    return hist / hist.sum()

def histograma_acumulado(img):
    hist = histograma(img)
    return np.cumsum(hist)

def histograma_acumulado_normalizado(img):
    hist_acum = histograma_acumulado(img)
    return hist_acum / hist_acum[-1]

def mostrar_histograma(hist, titulo='Histograma'):
    import matplotlib.pyplot as plt
    plt.figure()
    plt.title(titulo)
    plt.xlabel('Intensidade')
    plt.ylabel('Frequência')
    plt.plot(hist)
    plt.xlim([0, 255])
    plt.show()

def planos_de_bits(img, nome='Imagem'):
    if img is None:
        print(f"Imagem não carregada: {nome}")
        return
    if len(img.shape) == 3:
        img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

```

for i in range(8):
    plano = cv2.bitwise_and(img, 1 << i)
    plano = np.where(plano > 0, 255, 0).astype(np.uint8)
    cv2.imshow(f'{nome} - Plano de bit {i}', plano)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

def cinza (img):
    c = img[:, :, 0]/3 + img[:, :, 1]/3 + img[:, :, 2]/3
    result = c.astype(np.uint8)
    return result.astype(np.uint8)

def negativo(img):
    return 255 - img

def normalização(img):
    return cv2.normalize(img, None, 0, 100, cv2.NORM_MINMAX)

def oplogaritmico(img, c=1):
    if img is None or np.max(img) == 0:
        return np.zeros_like(img, dtype=np.uint8)
    img_float = img.astype(np.float32)
    c = np.log1p(img_float) * (255 / np.log1p(np.max(img_float)))
    c = cv2.normalize(c, None, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
    return c.astype(np.uint8)

def potencia(img, gamma=2, c=1):
    img = img / 255.0
    img = c * (img ** gamma)
    img = cv2.normalize(img, None, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
    return img.astype(np.uint8)

img_unequalized = cv2.imread('unequalized.jpg')
img_lena = cv2.imread('Aula 2/lena.png')
img_aluno = cv2.imread('Aula 2/img_aluno.jpg')

cinza_img_lena = cinza(img_lena)
cinza_img_aluno = cinza(img_aluno)

equalizado_lena = equalizar_histograma(cinza_img_lena)
equalizado_aluno = equalizar_histograma(cinza_img_aluno)

```

```
cv2.imshow('Lena', equalizado_lena)
cv2.imshow('Aluno', equalizado_aluno)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```