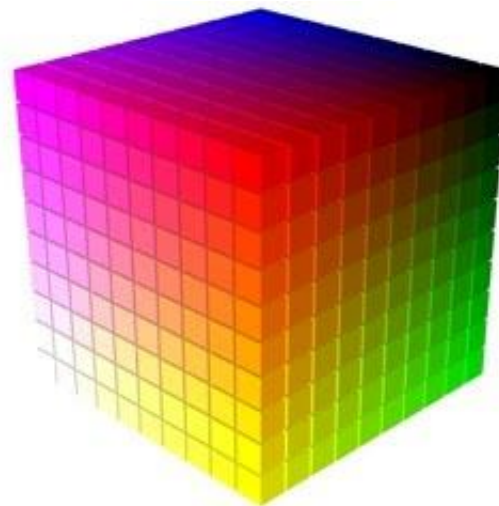




PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS



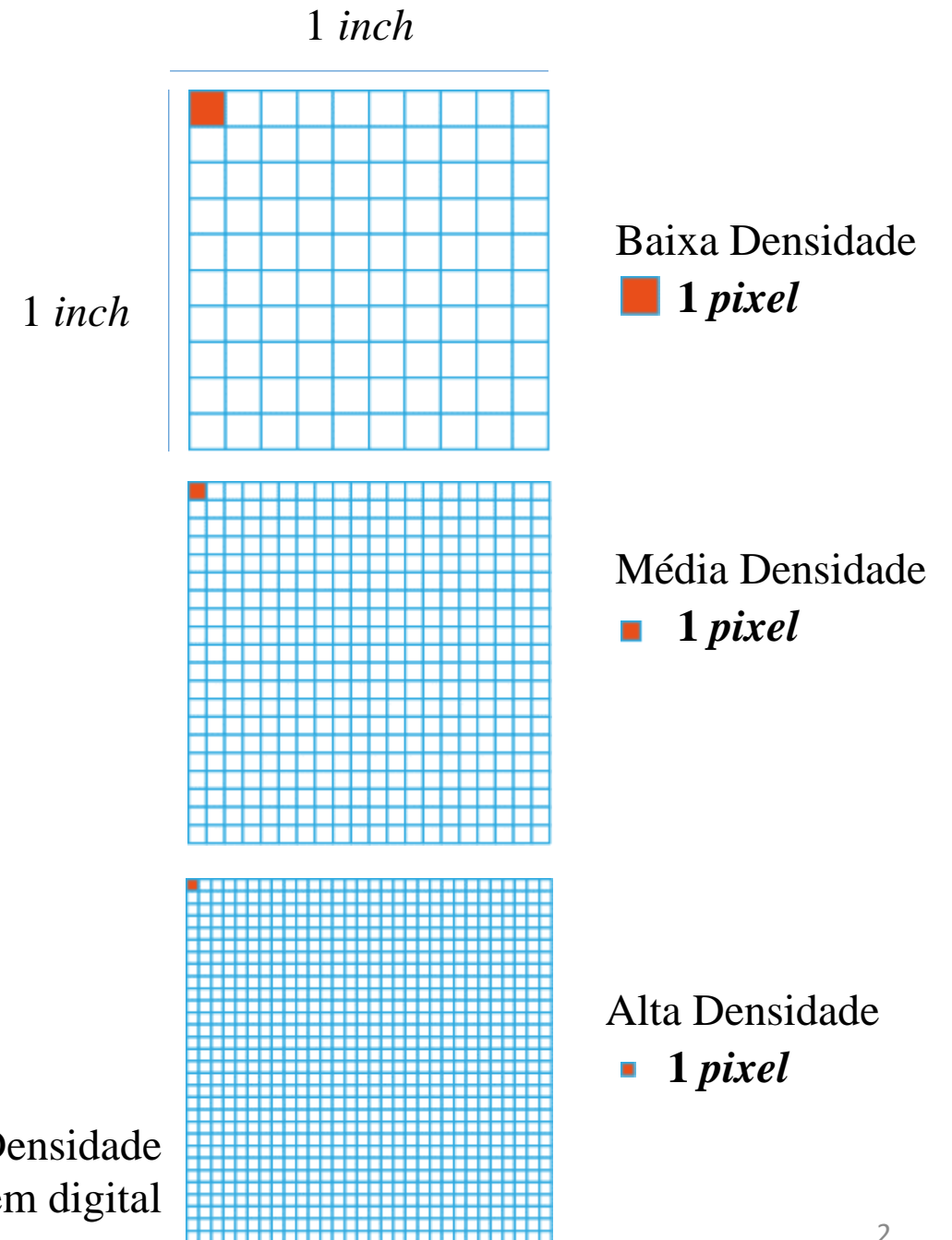
Projeto de Ensino Material didático sobre processamento digital de imagens
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas - DCET
Discente - Luciana Roncarati - Ciência da Computação

O QUE É PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS?

Uma imagem digital pode ser definida como uma função bidimensional, $f(x, y)$, em que x e y são coordenadas espaciais (plano), e a amplitude de f em qualquer par de coordenadas (x, y) é chamada de intensidade ou nível de cinza da imagem nesse ponto.

PIXEL

- Uma imagem digital é composta de um número finito de elementos com localização e valor específicos, são chamados de elementos pictóricos, elementos de imagem, *pels* e *pixels*.
- *Pixel* é o termo mais utilizado para representar os elementos de uma imagem digital.



ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO (EM)

Os seres humanos são limitados à banda visual do espectro eletromagnético (EM). Animais como felinos conseguem captar uma faixa maior de comprimentos de ondas. Aparelhos de processamento de imagens cobrem quase todo o espectro EM, variando de ondas gama a ondas de rádio.

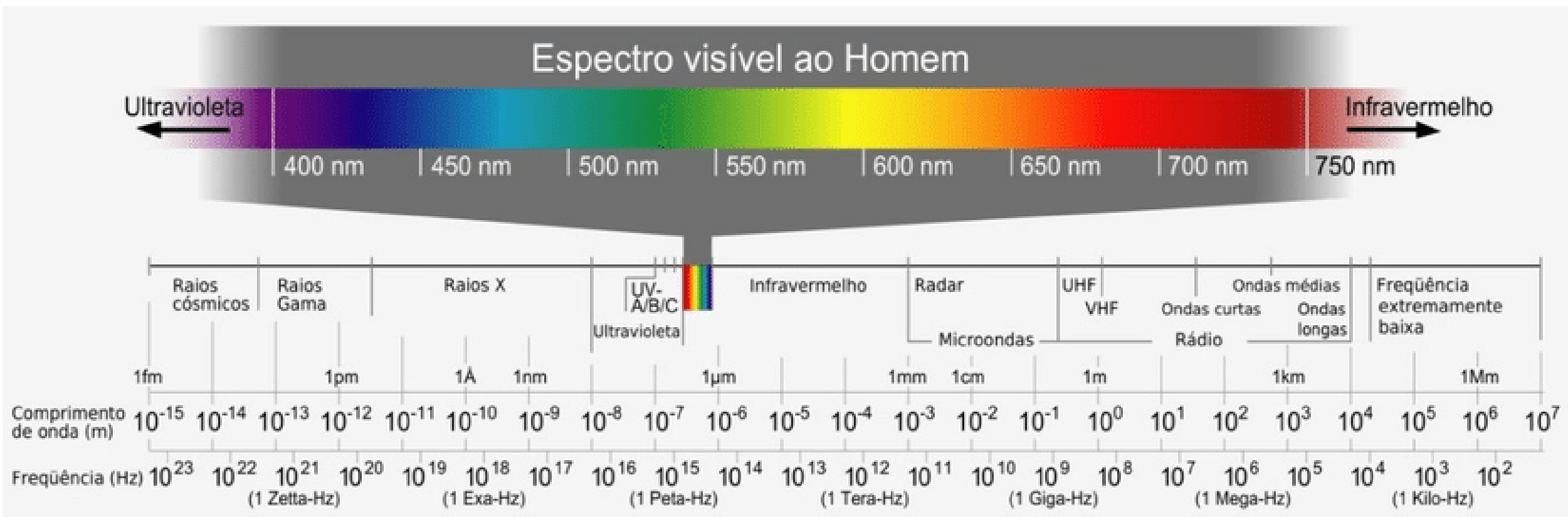


Figura 2 - Espectro eletromagnético (EM)

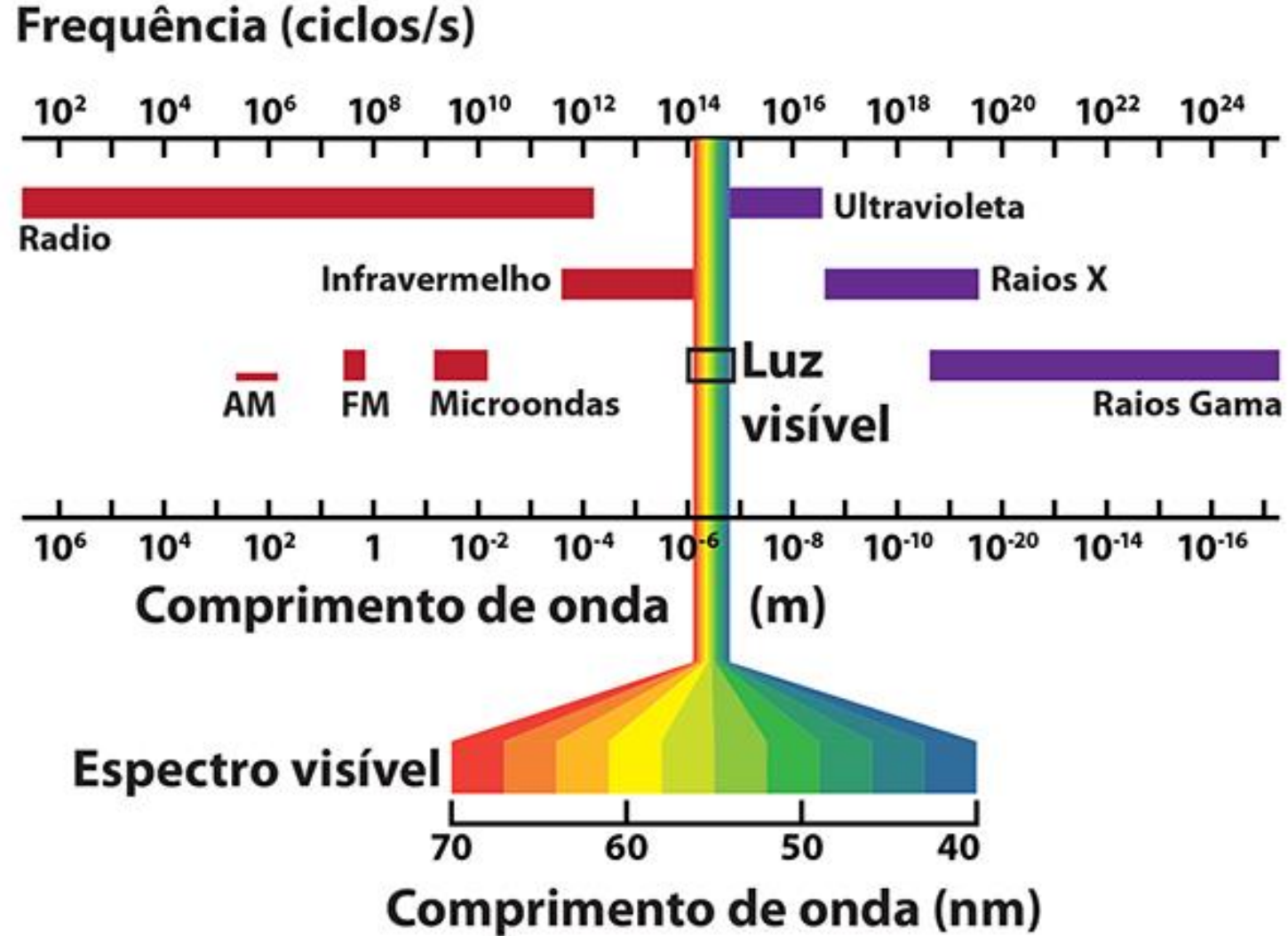


Figura 3 - Espectro eletromagnético (EM) - frequências

INTENSIDADE LUMINOSA

- A maioria das imagens considera o espaço bidimensional, sendo definida como $f(x, y)$, onde x e y são as coordenadas espaciais e o valor de f na coordenada espacial (x, y) fornece a intensidade determinada pelo brilho da imagem no ponto.
- A imagem depende da “quantidade de luz” incidente na cena e da “quantidade de luz” refletida pelos objetos da cena.

$f(x, y) = i(x, y) * r(x, y)$ onde:

- $i(x, y)$ depende da fonte de luz,
 - $(0 < i(x, y) < \infty)$
- $r(x, y)$ depende do tipo de material que compõe o objeto,
 - $(0 \leq r(x, y) \leq 1)$

Verifica-se que $r(x, y)$ assume o valor **0** (zero) para absorção total e o valor **1** (um) para reflexão total.

MATRIZ-IMAGEM BIDIMENSIONAL

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, n-1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, n-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(m-1, 0) & f(m-1, 1) & \dots & f(m-1, n-1) \end{bmatrix}$$

Figura 4 – Matriz-imagem bidimensional

CUBO RGB

Os valores assumidos em cada ponto medido são quantificados em um número pertencente a uma escala de diferentes cores. Em imagens em níveis de cinza é atribuído o valor zero à cor mais escura (preto) e o valor máximo M à cor mais clara da escala (branco).

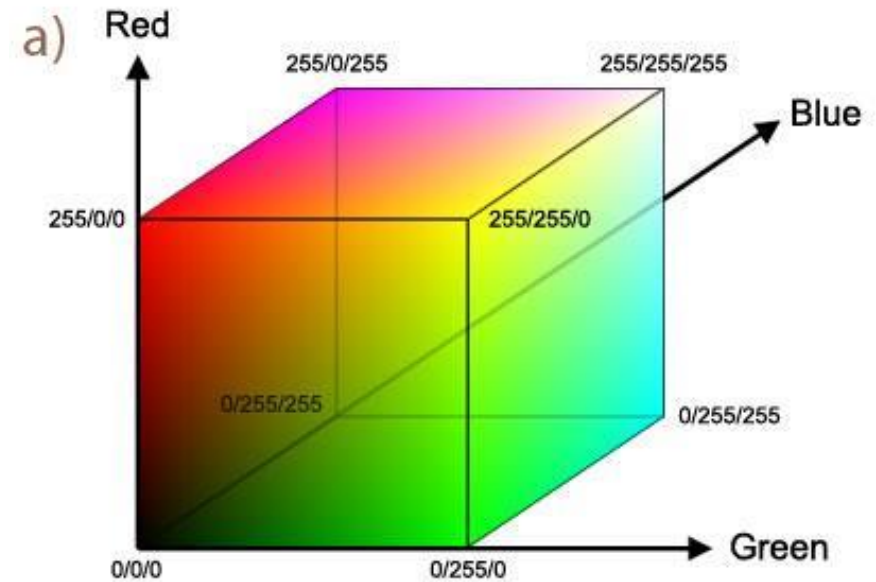


Figura 5 – RGB Cube

Cada ponto ou elemento
constituente da
matriz-imagem é
chamado de “*pixel*”



Figura 6
Incremento de *Dots Per Inch*

DPI -*Dots Per Inch*, em
Pontos por Polegada
número de pontos
encontrados em uma
polegada de uma
imagem.

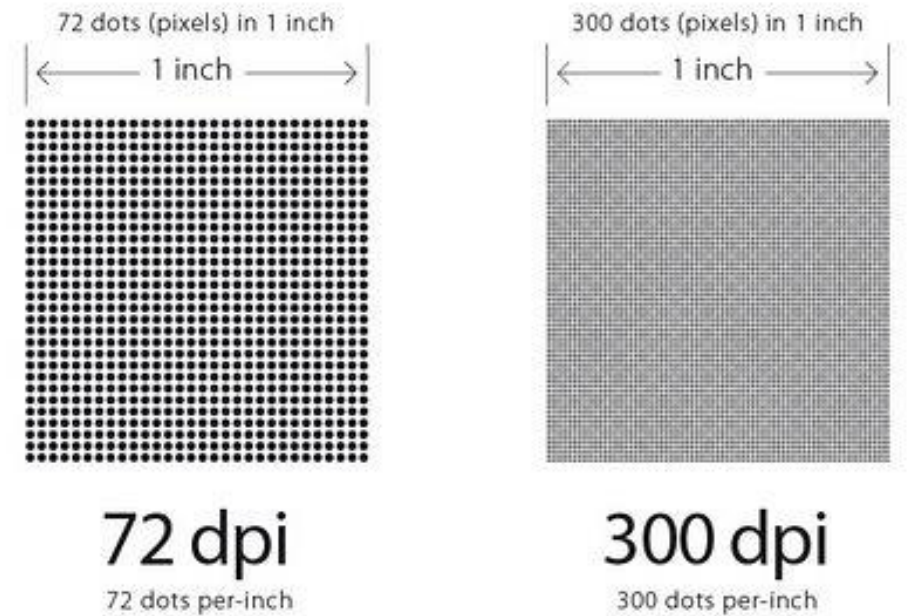


Figura 7 – DPI

RELAÇÕES BÁSICAS ENTRE PIXELS.

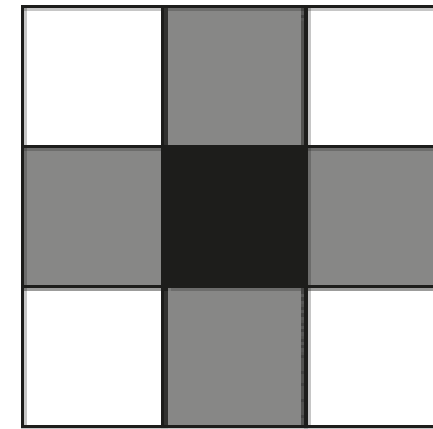
VIZINHANÇA

vizinhança de 4 $N_4(p)$

Seja p , um pixel nas coordenadas (x, y) :

- A vizinhança de 4 do *pixel* p – ou $N_4(p)$ – é composta por seus vizinhos de coordenadas

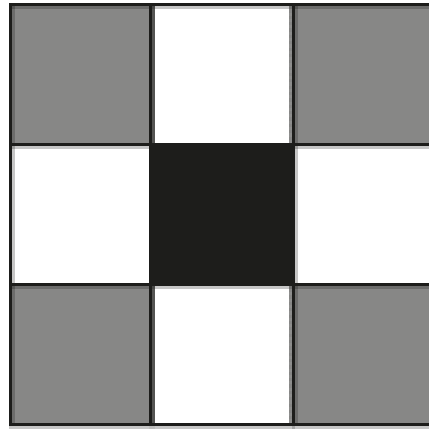
$$(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1).$$



vizinhança-de-4

Figura 8 (a)

Figura 8 (b)



(b) vizinhança diagonal;

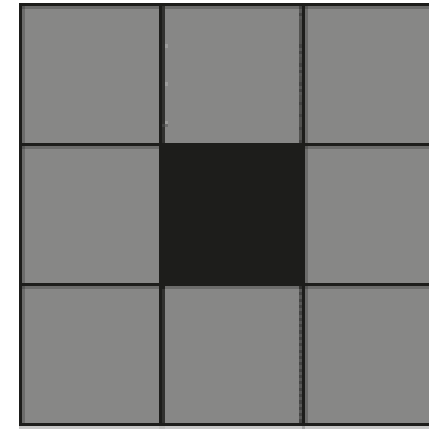


Figura 8 (c)

(c) vizinhança-de-8

vizinhança de 8 $N8(p)$

A vizinhança diagonal do pixel p – ou $ND(p)$ – é composta por seus vizinhos de coordenadas:

$$(x + 1, y + 1), (x + 1, y - 1), (x - 1, y + 1), (x - 1, y - 1).$$

A vizinhança de 8 – ou $N8(p)$ – é composta pelo conjunto de todos os pixels vizinhos, ou seja, $N4(p) \cup ND(p)$.

ADJACÊNCIA

A adjacência é característica de um par de pixels vizinhos que compartilham uma borda ou um vértice, sendo que:

- um par de pixels compartilha uma borda é dito “adjacente por borda” ou “4-adjacente”.
- um par de pixels de uma imagem que compartilha um vértice é dito “adjacente por vértice” ou “8-adjacente”.

CONNECTIVIDADE

Conceito usado para estabelecer bordas de objetos e componentes de regiões em uma imagem. Dois pixels são conectados se:

a) São adjacentes.

b) obedecem a um critério de similaridade dentro de uma escala de cor, isto é, seus valores estão dentro de um conjunto pré-estabelecido de valores de cinza.

CONECTIVIDADE

Seja $V=\{G1, G2, ..., Gk\}$ o conjunto de k valores de níveis de cinza usado para definir a conectividade. São definidos três tipos de conectividade:

1. Conectividade - 4: dois pixels p e q com valores em

$$V \text{ e } q \supset N4(p);$$

2. Conectividade-8: dois pixels p e q com valores em

$$V \text{ e } q \supset \mathbf{N8}(p);$$

3. Conectividade-m: dois pixels p e q com valores em V e:

3.1) $q \supset \mathbf{N4}(p)$ ou

3.2) $q \supset \mathbf{ND}(p)$ e $\mathbf{N4}(p) \cap \mathbf{N4}(q) = \emptyset$.

DISTÂNCIA ENTRE *PIXELS*

A distância entre pixels é um valor mensurável

- $d(x, y) = 0$, se $x = y$;
- $d(x, y) = d(y, x)$;
- $d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z)$.

⌚ Distância Euclidiana:

$$d(p, q) = \sqrt{(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2}$$

⌚ Distância *City Block* (ou *de Manhattan*):

$$d(p, q) = |x_p - x_q| + |y_p - y_q|$$

⌚ Distância *Chessboard*:

$$d(p, q) = \max\{|x_p - x_q|, |y_p - y_q|\}$$

HISTOGRAMA

O histograma é uma função que fornece a frequência de cada nível de cinza na imagem, como demonstrado na Figura 9. O valor do histograma em um nível de cinza, dado por $H(k)$, é a quantidade de pixels da imagem com aquele valor de nível de cinza.



Figura 9 - Imagem em níveis de cinza

HISTOGRAMA DA IMAGEM RESULTANTE

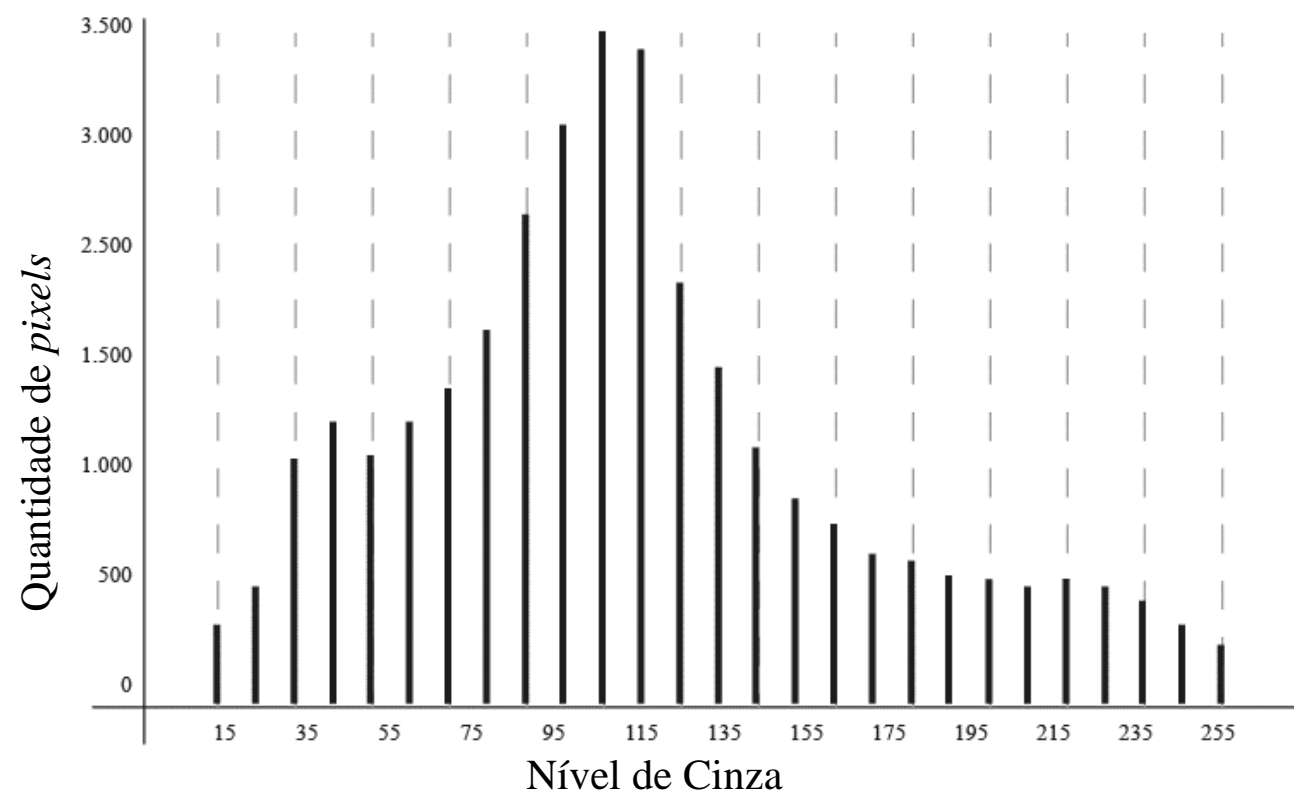


Figura 10 - Histograma da Imagem



Figura 11 - Imagem em níveis de cinza atenuados

HISTOGRAMA DA IMAGEM RESULTANTE

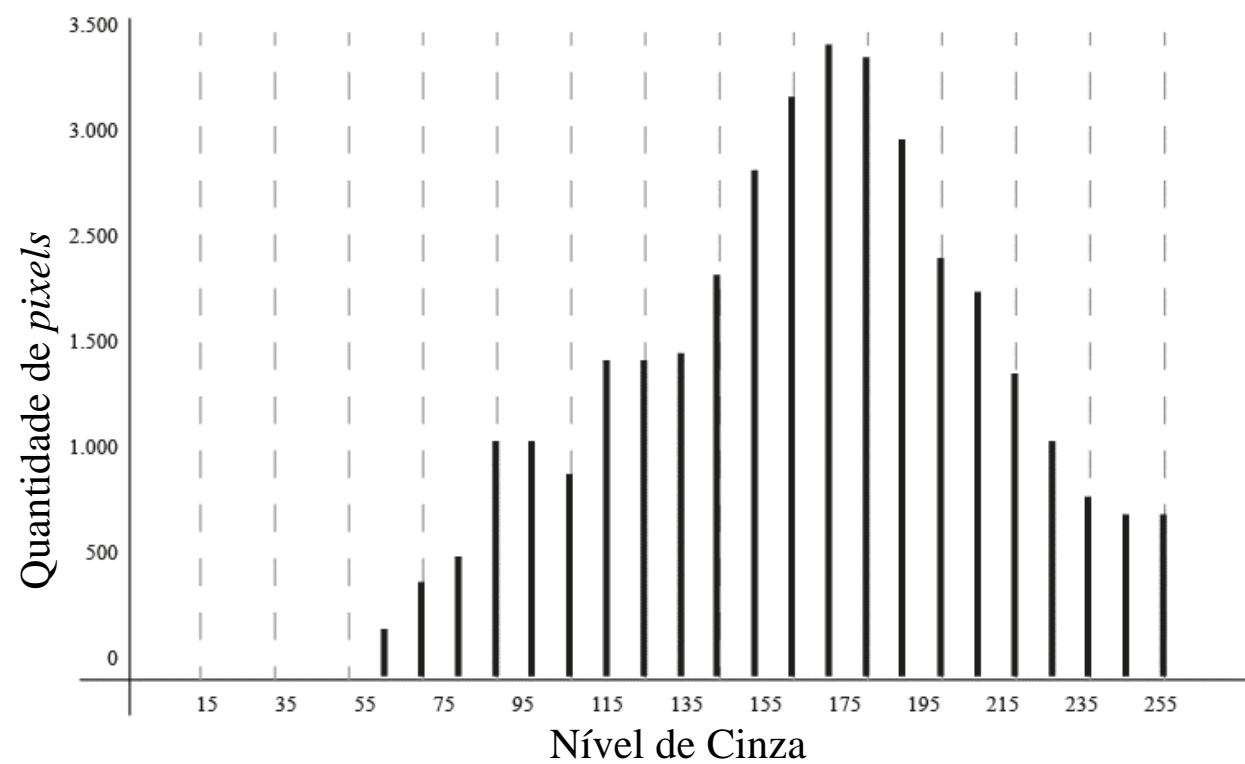


Figura 12 - Histograma da Imagem



Figura 13 - Imagem em níveis de cinza acentuados

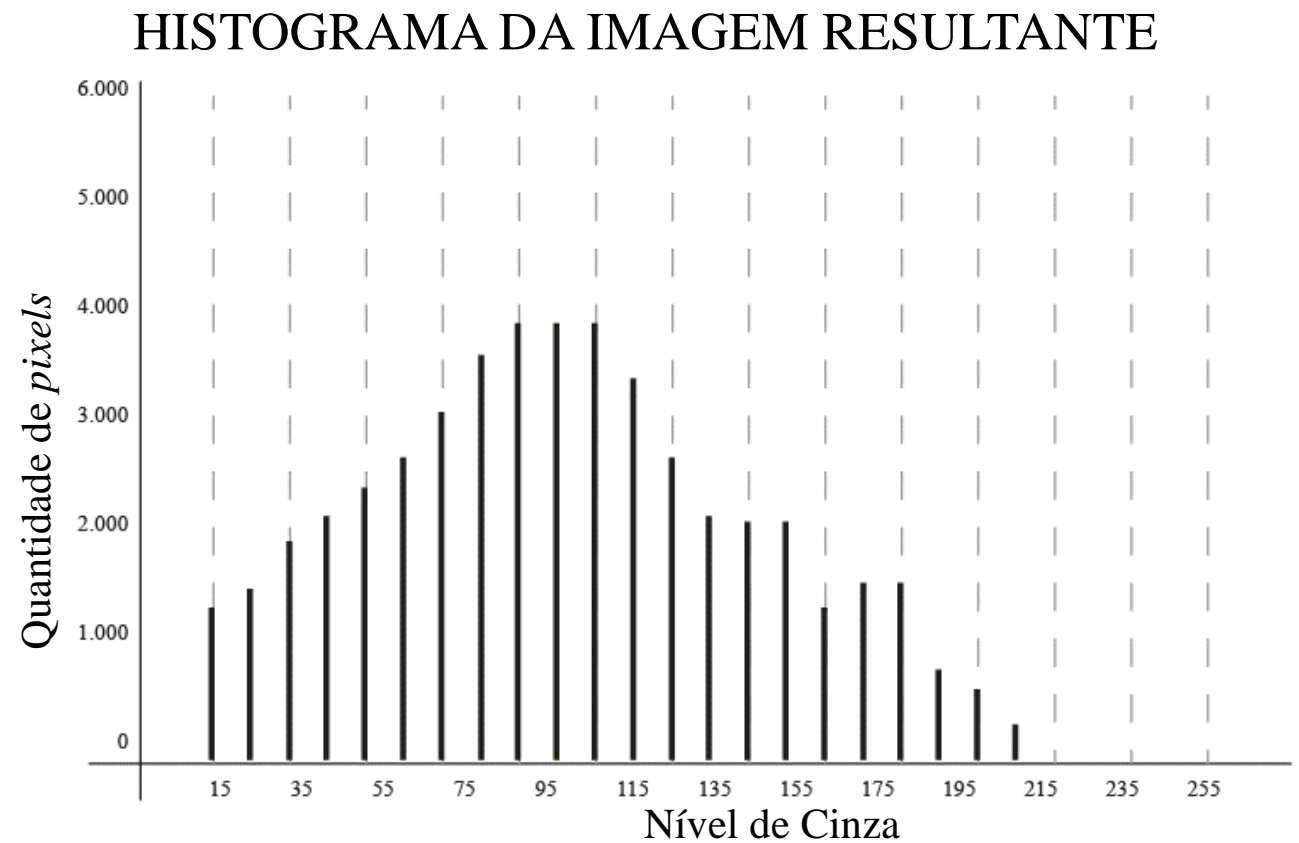


Figura 14 - Histograma da Imagem


```
defina constante brilho
  para linha = 1 até quantidade_linhas
  para coluna = 1 até quantidade_colunas
    pixel linha , coluna ← pixel linha , coluna + constante_brilho
  fim para
  fim para
```

Figura 15- Algoritmo para implementação de alteração global no brilho de uma imagem

QUANTIZAÇÃO DO HISTOGRAMA

A quantização ou agrupamento do histograma é a redução da quantidade de níveis de cinza diferentes na imagem, promovendo um efeito de aumento de contraste. A implementação desta técnica considera intervalos da escala de cinza para agrupar os valores do histograma, como a quantidade de nível de cinza empregados é drasticamente diminuída, tem-se o efeito de maior nitidez das estruturas presente na imagem.



Figura 15 (a) imagem original



Figura 15 (b) imagem quantizada com 10 níveis de cinza

HISTOGRAMA DA IMAGEM RESULTANTE

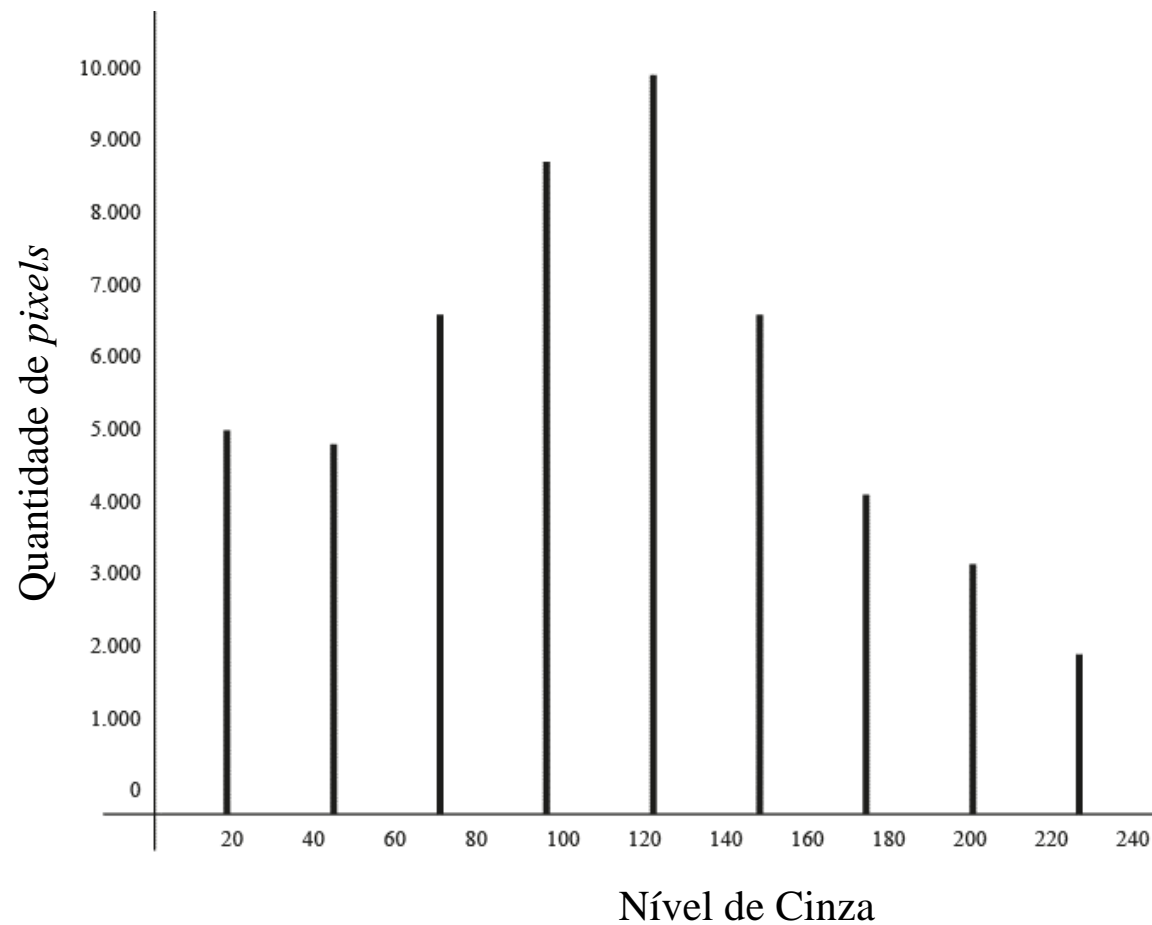


Figura 16- Histograma da Imagem quantizada com 10 níveis de cinza.

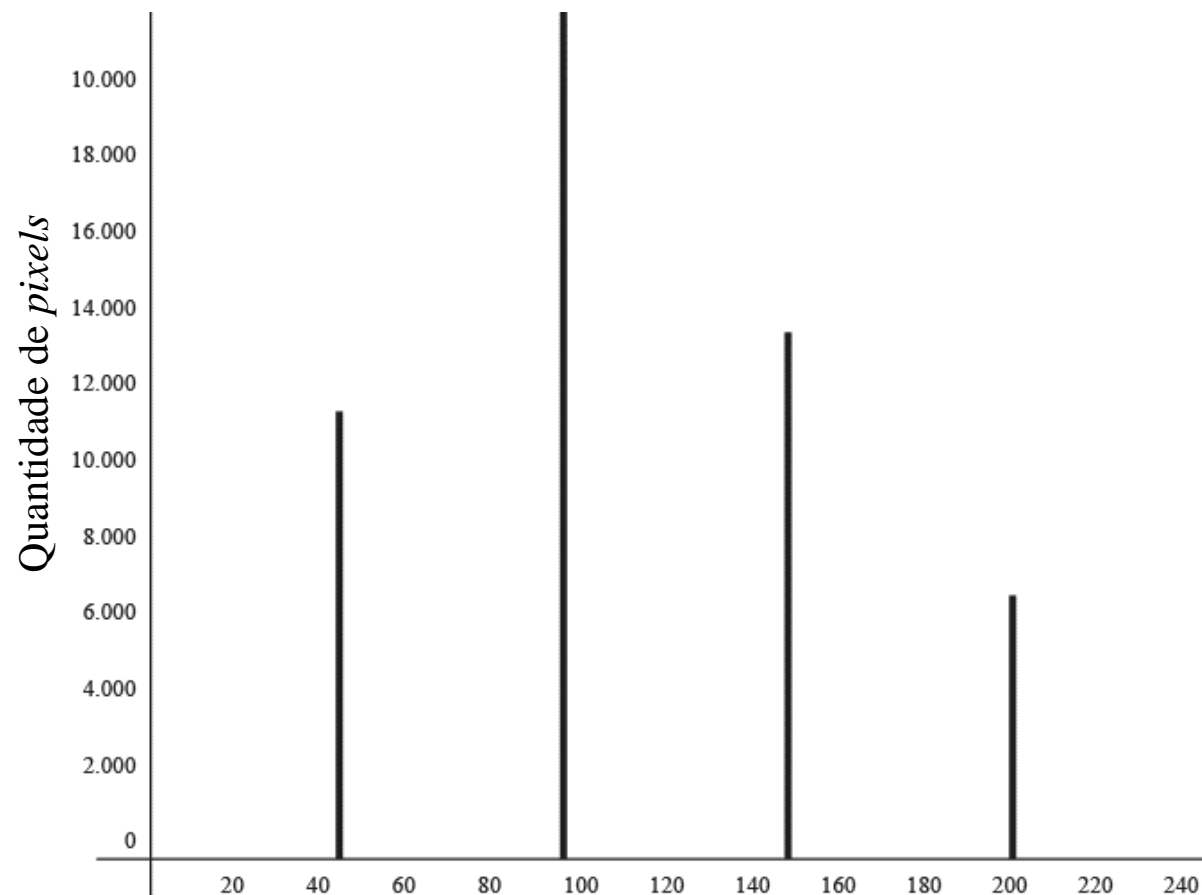


Figura 16 (a) imagem original



Figura 16 (b) imagem quantizada com 5 níveis de cinza

HISTOGRAMA DA IMAGEM RESULTANTE



Nível de Cinza

Um exemplo de quantização é mostrado através da imagem e do histograma apresentados na Figura 15 (b). A implementação desta técnica considera intervalos da escala de cinza para agrupar os valores do histograma, conforme sugere o algoritmo da Figura 16. Ao final, como a quantidade de nível de cinza empregados é drasticamente diminuída, tem-se o efeito de maior nitidez das estruturas presente na imagem, como pode ser observado na Figura 15 (b)

```
passo ← nível_máximo_cinza/quantidade_níveis_desejado
  para linha = 1 até quantidade_linhas
    para coluna = 1 até quantidade_colunas
      pixel_linha , coluna ← arredonda (pixel_linha , coluna/ passo)* passo
    fim para
  fim para
```

Figura xxx. Algoritmo para implementação de *splitting* do histograma

SPLITTING

A técnica de *Splitting* (divisão) tem o objetivo de aumentar o contraste de uma imagem com base no seu histograma. Esta operação consiste em dividir os pixels em dois grupos distintos de níveis de cinza. Desta forma, os pixels com valores menores da imagem (cores escuras) são diminuídos ainda mais e aqueles com valores altos (*pixels* claros) tornam-se ainda mais claros.

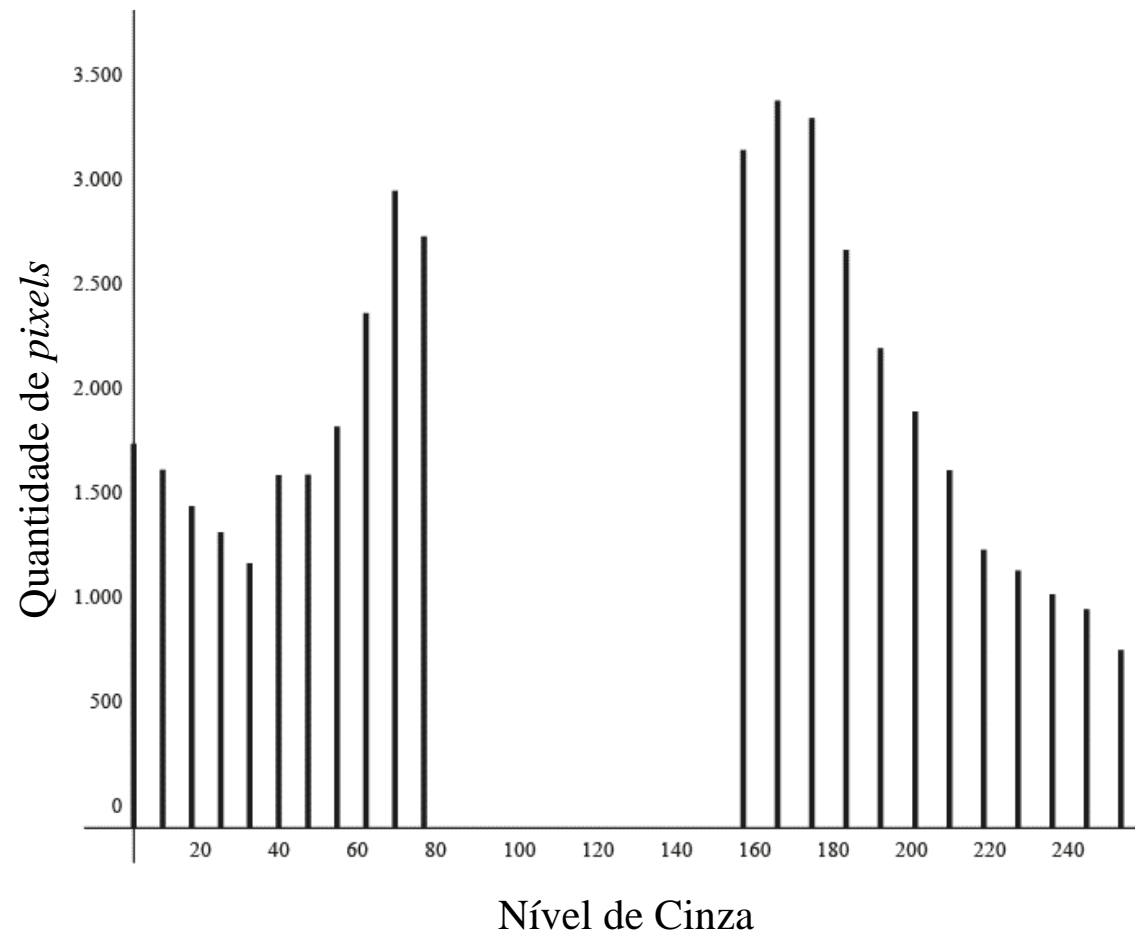


Figura 17 (a) imagem original



Figura 17 (b) imagem após aplicação da técnica de *splitting* considerando uma constante igual a 40 níveis de cinza

HISTOGRAMA DA IMAGEM RESULTANTE



```

defina limiar
  defina      constante_splitting
  para linha = 1 até quantidade_linhas
  para coluna = 1 até quantidade_colunas
    se pixel linha , coluna < limiar
      pixel linha , coluna ← pixel linha , coluna - constante_splitting
    senão
      pixel linha , coluna ← pixel linha , coluna + constante_splitting
    fim se
  fim para
fim para

```

Figura 16 -Algoritmo para implementação de quantização do histograma

EQUALIZAÇÃO

“Linearização de Histograma”, tem a finalidade de obter um histograma uniforme, através do espalhamento da distribuição dos níveis de cinza. É uma técnica muito poderosa, que consegue, muitas vezes, recuperar imagens consideradas perdidas.

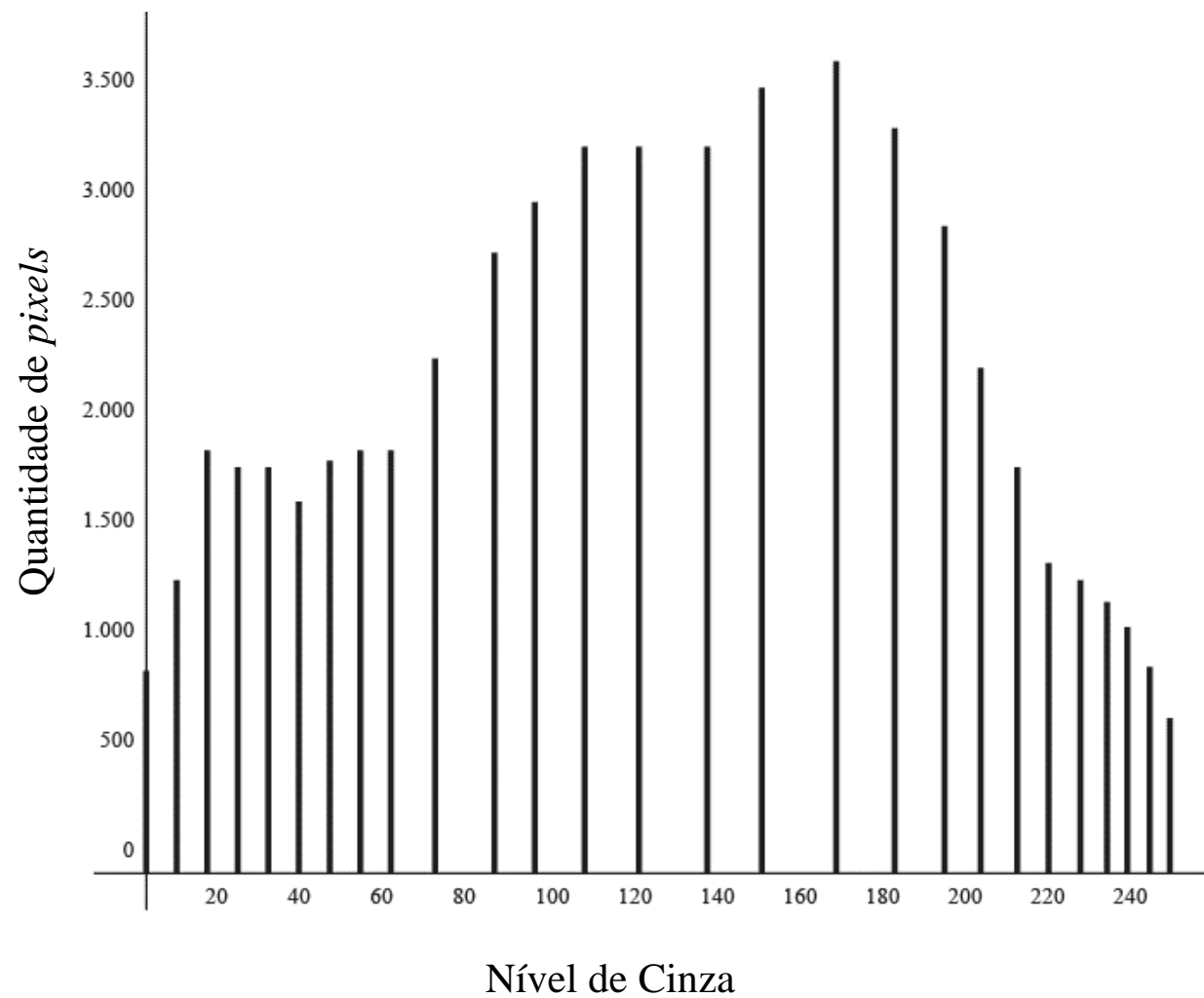


Figura 18 (a) imagem original



Figura 18 (b) imagem após aplicação da técnica equalização

HISTOGRAMA DA IMAGEM RESULTANTE



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NUNES L. S, Fátima - Introdução ao processamento de imagens médicas para auxílio ao diagnóstico - uma visão prática, capítulo 2.
- GONZALEZ C, Rafael. e WOODS, Richard - Processamento digital de imagens - 3. Ed. Pearson Prentice hall, São paulo,2010.