

Visão Computacional

Prof. Maurício Pamplona Segundo

Prof. Rubisley de Paula Lemes

Universidade Federal da Bahia

1º semestre de 2015

REFERÊNCIAS

GONZALEZ, R. C. and WOODS, R. E. (2000).
"Processamento de Imagens Digitais", Ed.
Edgard Blüncher.

SHAPIRO, L. and STOCKMAN, G. (2001).
"Computer Vision", Prentice Hall.

SCHALKOFF, R. J. (1989). "Digital image processing
and computer vision", Wiley.

SANZ, J. L. C. (1989). "Advances in Machine Vision",
Springer-Verlag.

JAIN, R., KASTURI, R. and SCHUNCK, B. G. (1995).
"Machine Vision", McGraw-Hill.

RUSS, J. C. (1995). "The Image Processing
Handbook", CRC Press.

REFERÊNCIAS

BESL, P. J. (1988). "Surfaces in Range Image Understanding", Springer-Verlag.

BALLARD, D. H. (1981). "Generalizing the hough transform to detect arbitrary shapes". Pattern Recognition, 13(2):111-122.

OpenCV <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>

IEEE Xplore <http://ieeexplore.ieee.org/>

Web of Science <http://apps.isiknowledge.com/>

Science Direct <http://www.sciencedirect.com/>

Portal CAPES <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

Keith Price <http://iris.usc.edu/Vision-Notes/>

Google Scholar <http://scholar.google.com.br/>

INTRODUÇÃO

Pesquisas com Imagens Digitais

Diversidade de aplicações presentes no dia-a-dia

Impressões Digitais, Diagnósticos Médicos,
Leitores de Códigos de Barras, Segurança,
Mapas ...

Multidisciplinaridade

Física, Medicina, Matemática, Engenharia,
Química, Astronomia, Arqueologia...

CONCEITOS BÁSICOS

Processamento de Imagens

Processos de baixo nível para análise de imagens. Melhoramento dos dados de entrada para uma aplicação.

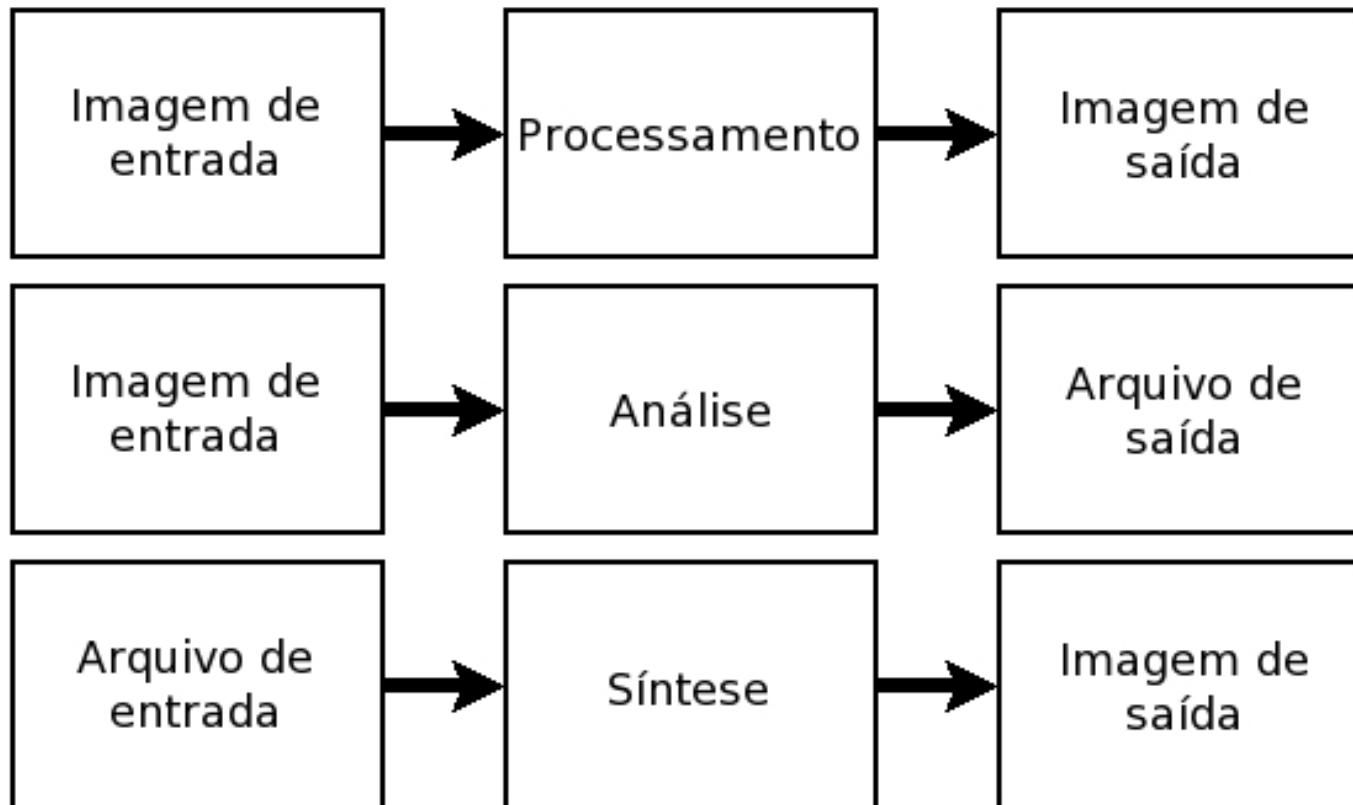
Visão Computacional

Processos de alto nível. Interpretação da imagem. Modelos de representação da informação.

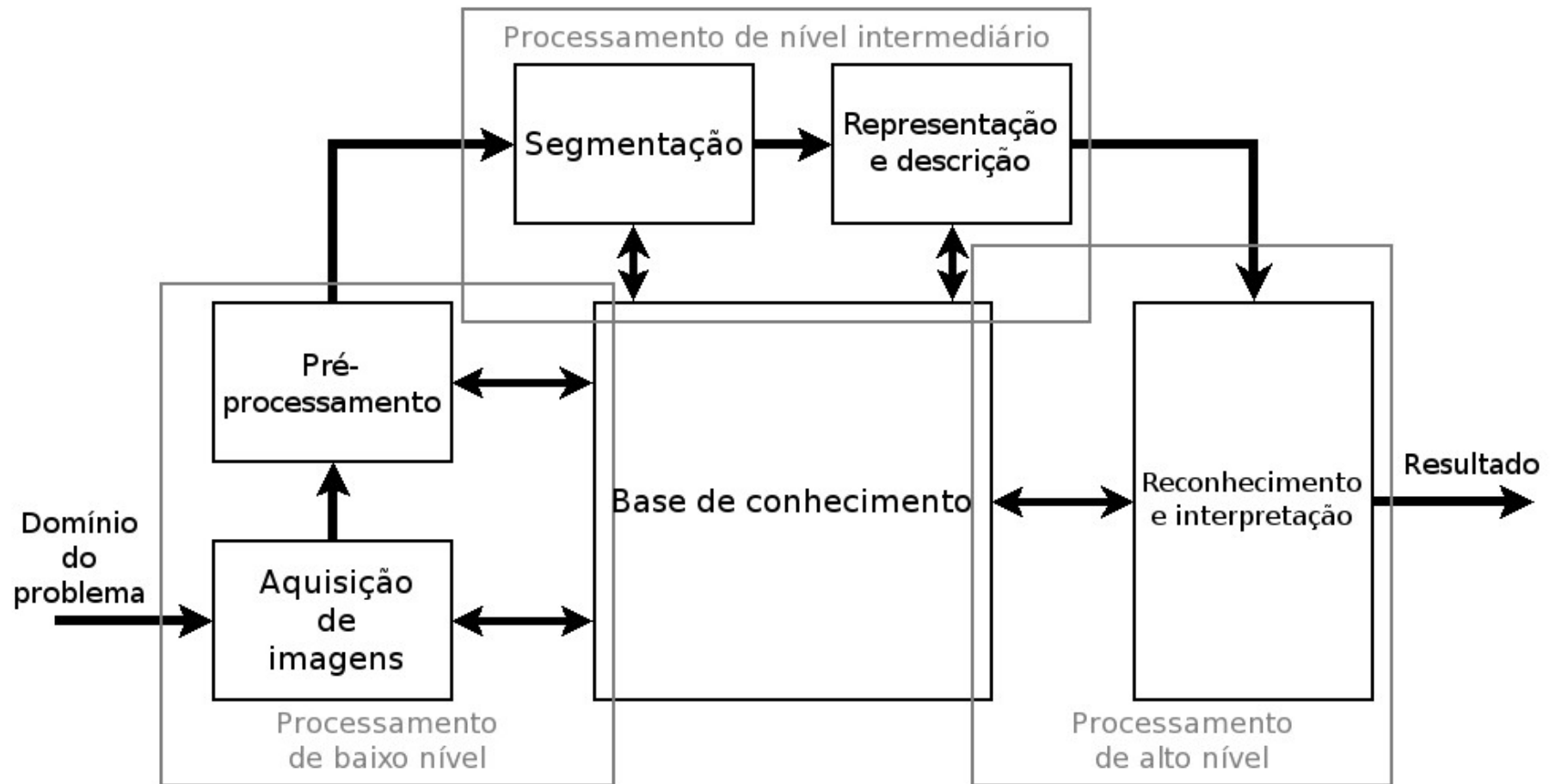
Computação Gráfica

Síntese da imagem com base em modelos matemáticos.

CONCEITOS BÁSICOS



CONCEITOS BÁSICOS



ANÁLISE DE IMAGENS

Problemas das aplicações

Dados de entrada imprecisos

Informações imprecisas entre etapas

Propagação de erros no processo todo

Custo computacional elevado (etapas finais)

Obtenção de um sistema robusto

CONCEITO DE IMAGEM

Imagens de Intensidade Luminosa

Função bidimensional de intensidade de luz
 $f(x,y)$

f no ponto (x,y) é proporcional ao brilho (níveis de cinza) na posição

Luz é energia então $f(x,y)$ varia entre 0 e infinito

Sinal 2D contínuo (representa infinitos pontos na imagem)

No computador a imagem deve assumir elementos finitos (limite para coordenadas e intensidade)

CONCEITO DE IMAGEM

Representação da imagem

Limitar dados

Discretizar coordenadas espaciais (x e y)

Representada como uma matriz

Discretizar brilho (entre 0 e 255)

255 branco (reflexão total), 0 preto (absorção total)

Pixel (*Picture Element*)

REPRESENTAÇÃO DA IMAGEM

$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(1,3)$...	$f(1,n)$
$f(2,1)$	$f(2,2)$	$f(2,3)$...	$f(2,n)$
...
$f(m,1)$	$f(m,2)$	$f(m,3)$...	$f(m,n)$

M

N

REPRESENTAÇÃO DA IMAGEM

Formatos PGM e PPM

Portable Gray Map (PGM)

Identificador "P2" ou "P5"

Whitespace (Espaço, TAB, Enter)

Largura (decimal em ASCII)

Whitespace

Altura (decimal em ASCII)

Whitespace

Tom de cinza máximo (decimal em ASCII, > 0 , < 65536)

Whitespace

Vetor de tons de cinza (concatenação de linhas)

Portable Gray Map

```
P2
# feep.pgm
24 7
15
```

```
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 3 3 3 3 0 0 7 7 7 7 0 0 11 11 11 11 0 0 15 15 15 15 0
0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 11 0 0 0 0 0 15 0 0 15 0
0 3 3 3 0 0 0 7 7 7 0 0 0 11 11 11 0 0 0 15 15 15 15 0
0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 11 0 0 0 0 0 15 0 0 0 0
0 3 0 0 0 0 0 7 7 7 7 0 0 11 11 11 11 0 0 15 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```



REPRESENTAÇÃO DA IMAGEM

Formatos PGM e PPM

Portable Pixel Map (PPM)

Identificador "P3" ou "P6"

Whitespace (Espaço, TAB, Enter)

Largura (decimal em ASCII)

Whitespace

Altura (decimal em ASCII)

Whitespace

Valor máximo para cor (decimal em ASCII, > 0 , < 65536)

Whitespace

Vetor de pixels RGB (concatenação de linhas)

Portable Pixel Map

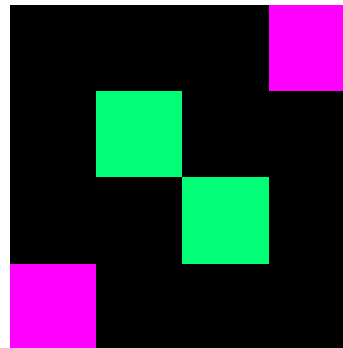
P3

feep.ppm

4 4

15

0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15
0	0	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	0	0
15	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0



AMOSTRAGEM E QUANTIZAÇÃO

Amostragem

Digitalização das coordenadas espaciais de pontos da imagem

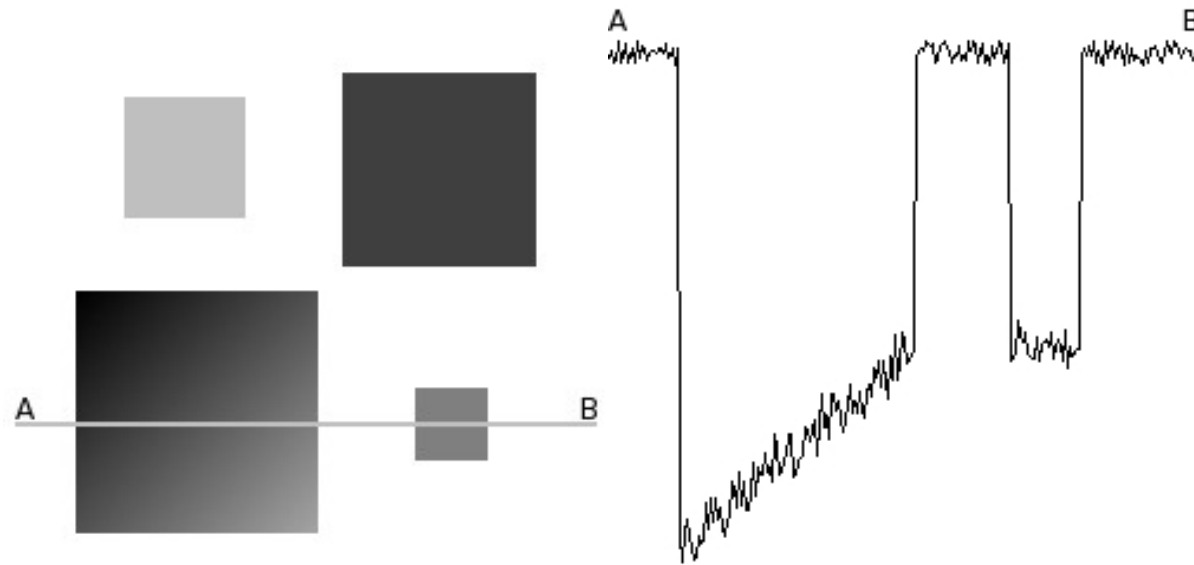
Quanto maior o número de pontos amostrados, maior a resolução (detalhes)

Quantização

Digitalização dos valores de intensidade no ponto (8 bits)

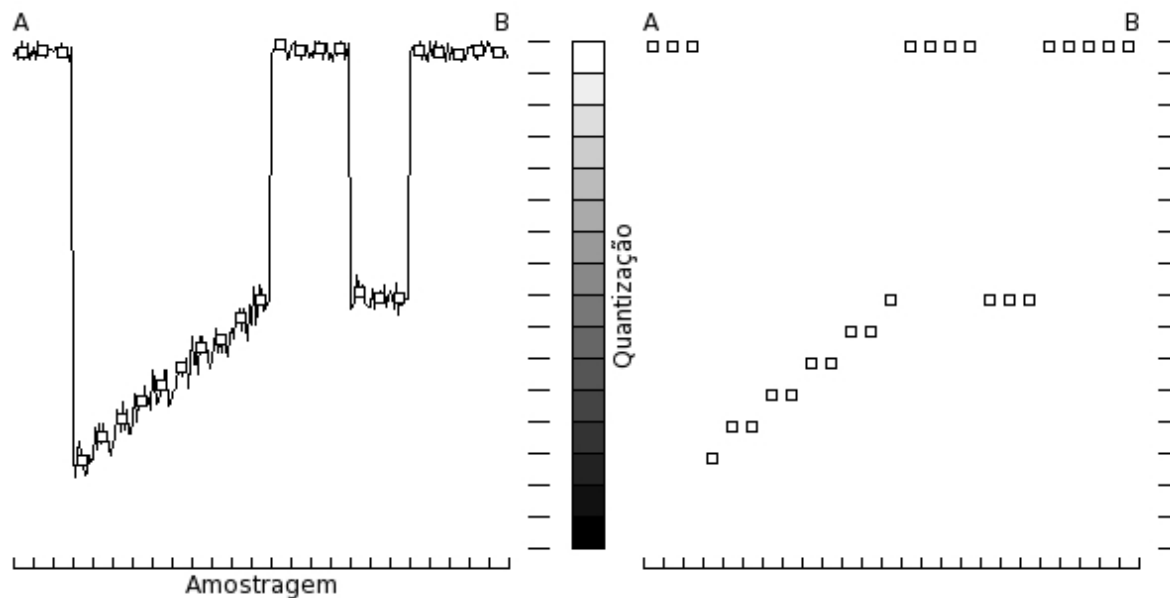
Quanto maior a faixa de valores, mais suave são as mudanças de tons de cinza

AMOSTRAGEM E QUANTIZAÇÃO



Exemplo de sinal contínuo de uma imagem 2D.

AMOSTRAGEM E QUANTIZAÇÃO



Linha obtida após amostragem e quantização.

AMOSTRAGEM E QUANTIZAÇÃO

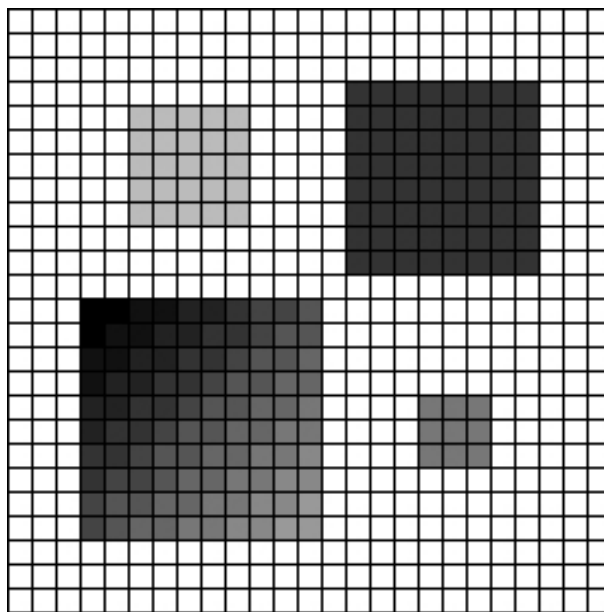


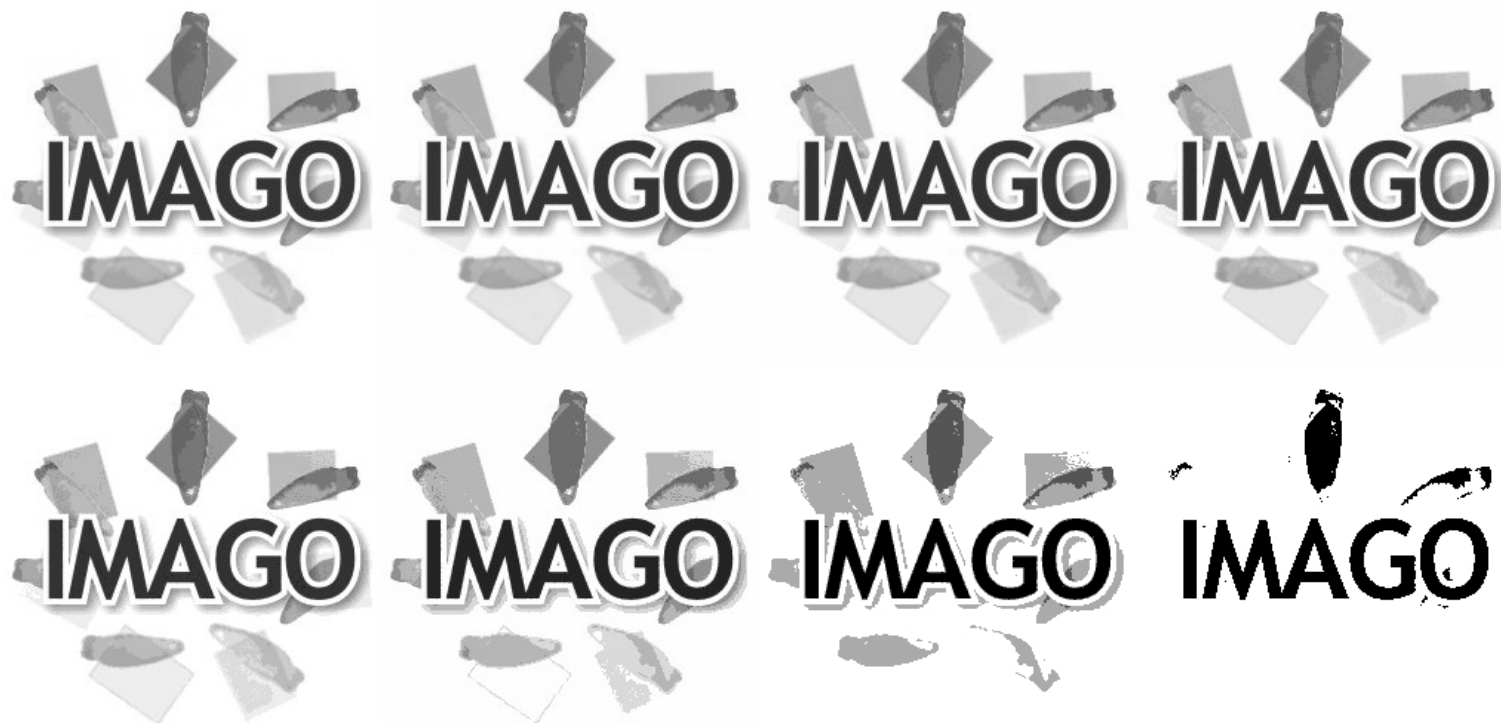
Imagem obtida após amostragem e quantização.

EFEITOS DA AMOSTRAGEM



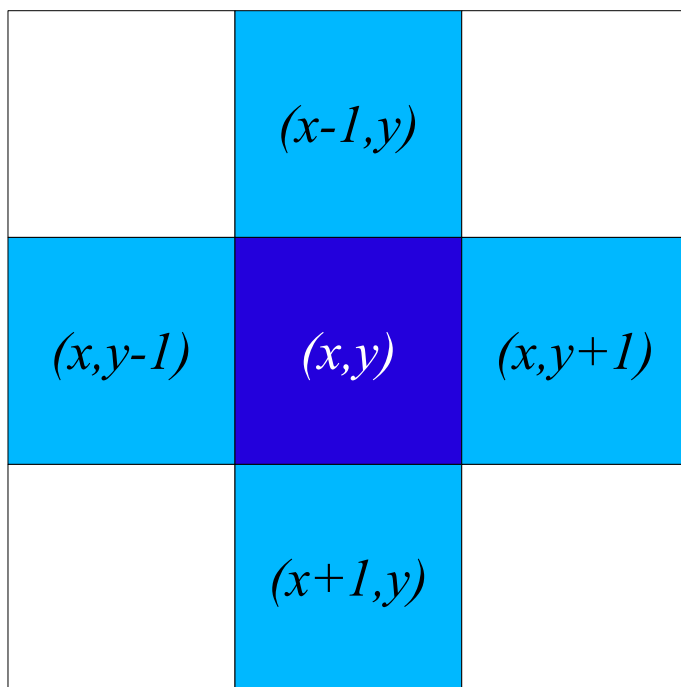
Efeitos da redução na resolução espacial.
Amostragem de 256×256 , 128×128 , 64×64 e 32×32 pixels, respectivamente.

EFEITOS DA QUANTIZAÇÃO

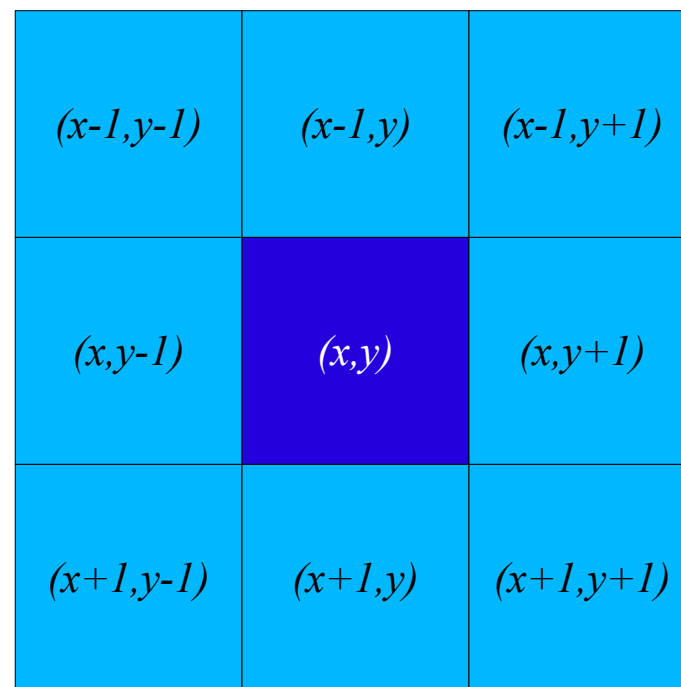


Efeitos da redução do número de bits que representa cada pixel. Imagens com 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 e 1 bits, respectivamente.

RELAÇÕES BÁSICAS

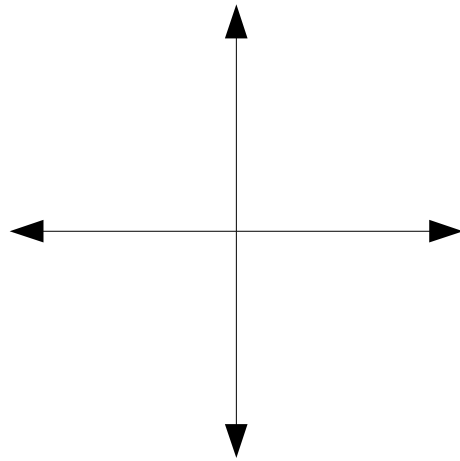


Vizinhança-4

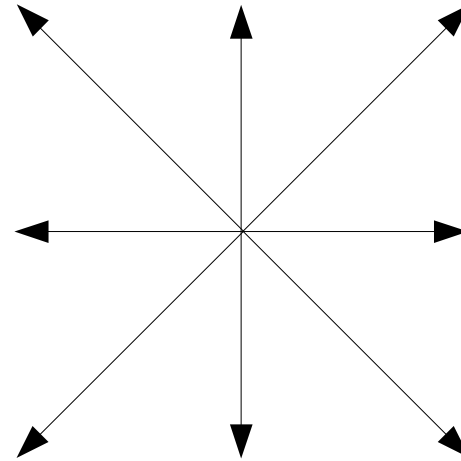


Vizinhança-8

RELAÇÕES BÁSICAS



Conectividade-
4



Conectividade-8

Conectividade- m : Possui as mesmas conexões disponíveis na Conectividade-8, mas utiliza uma conexão diagonal apenas quando o pixel conectado por tal ligação não pode ser alcançado indiretamente por ligações verticais e horizontais.

CAMINHO

Um caminho de um pixel p de coordenadas (x,y) até um pixel q de coordenadas (s,t) é uma seqüência de pixels distintos de coordenadas:

$$(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

onde:

$$(x_0, y_0) = (x, y)$$

$$(x_n, y_n) = (s, t)$$

$$(x_i, y_i) \text{ é adjacente a } (x_{i-1}, y_{i-1}), 1 \leq i \leq n$$

n é o comprimento do caminho

MEDIDAS DE DISTÂNCIA

Dados os pixels p , q e z , chama-se D uma função de distância ou métrica se:

$$D(p,q) \geq 0$$

$$D(p,q) = D(q,p)$$

$$D(p,z) \leq D(p,q) + D(q,z)$$

Distância Euclidiana

$$D_e(p,q) = ((x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2)^{1/2}$$

Distância D_4

$$D_4(p,q) = |x_p - x_q| + |y_p - y_q|$$

Distância D_s

$$D_s(p,q) = \max(|x_p - x_q|, |y_p - y_q|)$$

MEDIDAS DE DISTÂNCIA

Euclidiana

$8^{1/2}$	$5^{1/2}$	2	$5^{1/2}$	$8^{1/2}$
$5^{1/2}$	$2^{1/2}$	1	$2^{1/2}$	$5^{1/2}$
2	1	0	1	2
$5^{1/2}$	$2^{1/2}$	1	$2^{1/2}$	$5^{1/2}$
$8^{1/2}$	$5^{1/2}$	2	$5^{1/2}$	$8^{1/2}$

D_4

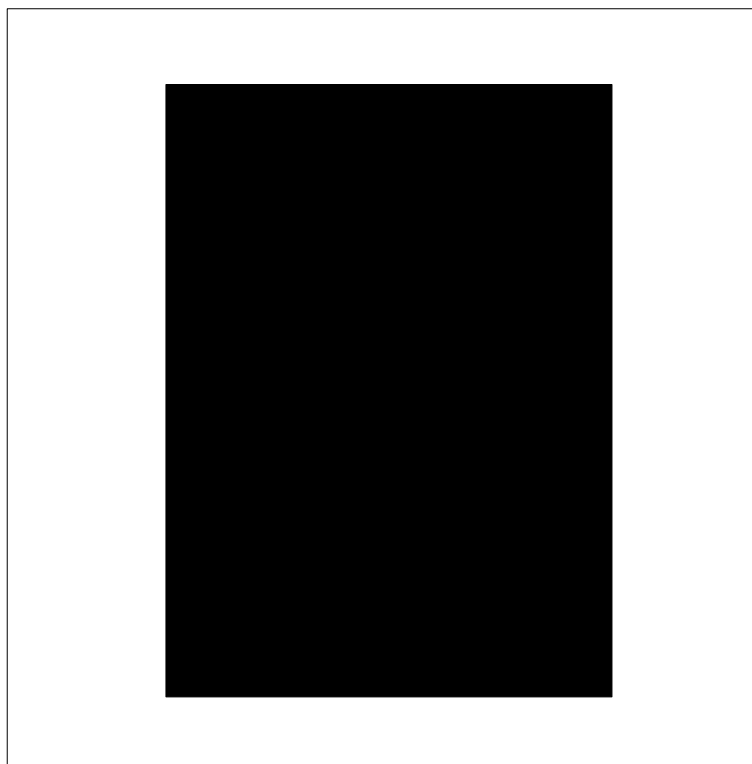
4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
2	1	0	1	2
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4

D_s

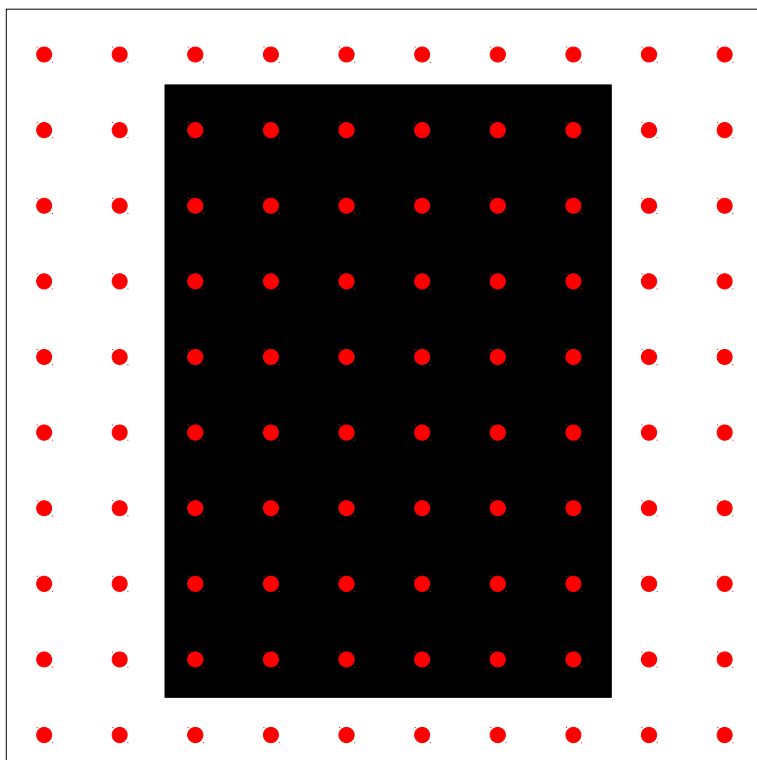
2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

EXERCÍCIOS

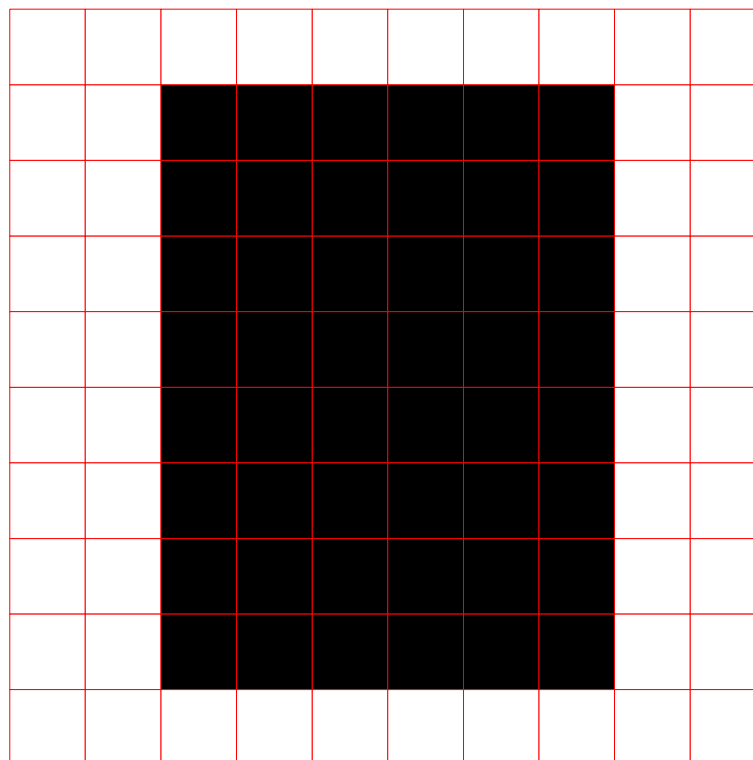
Considere um retângulo preto em um quadrado branco que possui dimensões na imagem de exatamente 5.9×8.1 pixels, e suas laterais estão alinhadas com as linhas e colunas da imagem. Durante o processo de amostragem, qual a menor área que o retângulo pode assumir na imagem de saída? E qual a maior área?



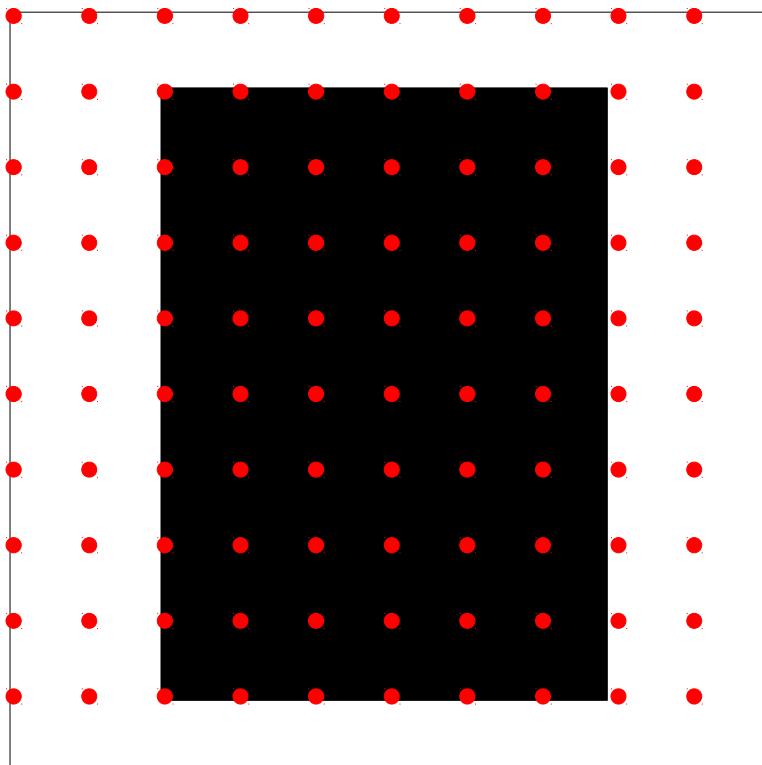
EXERCÍCIOS



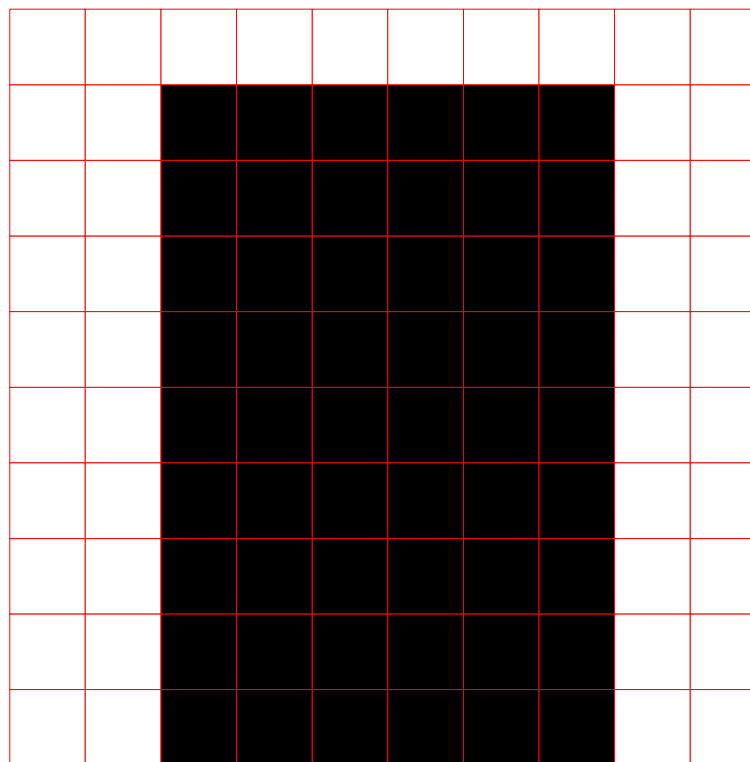
Menor área: 8x6 pixels



EXERCÍCIOS

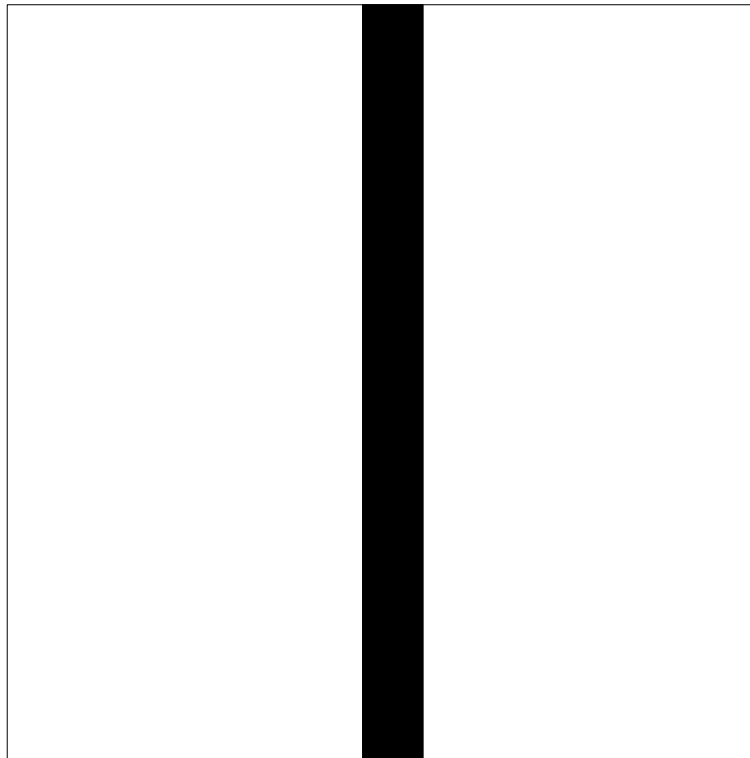


Maior área: 9x6 pixels



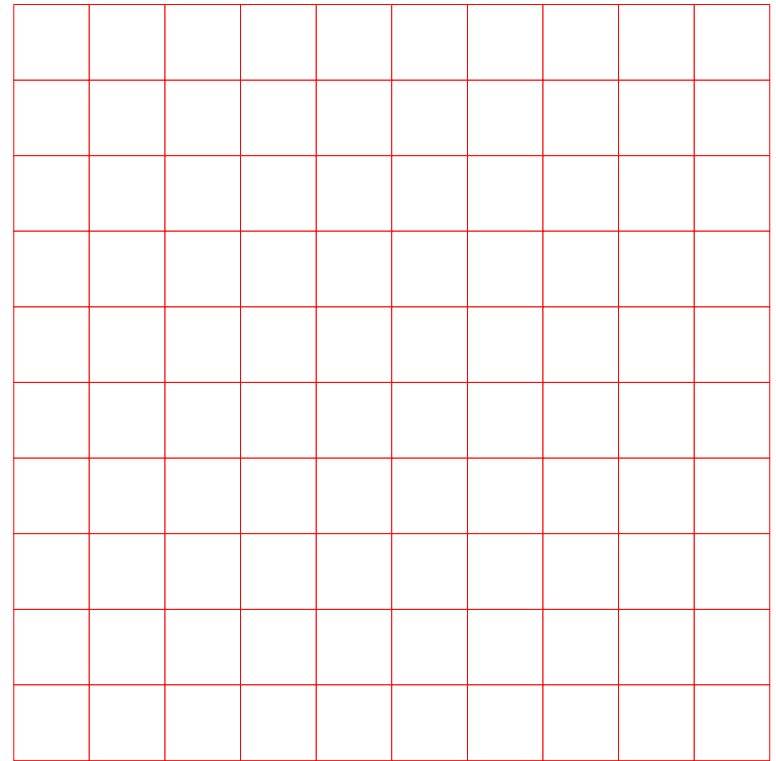
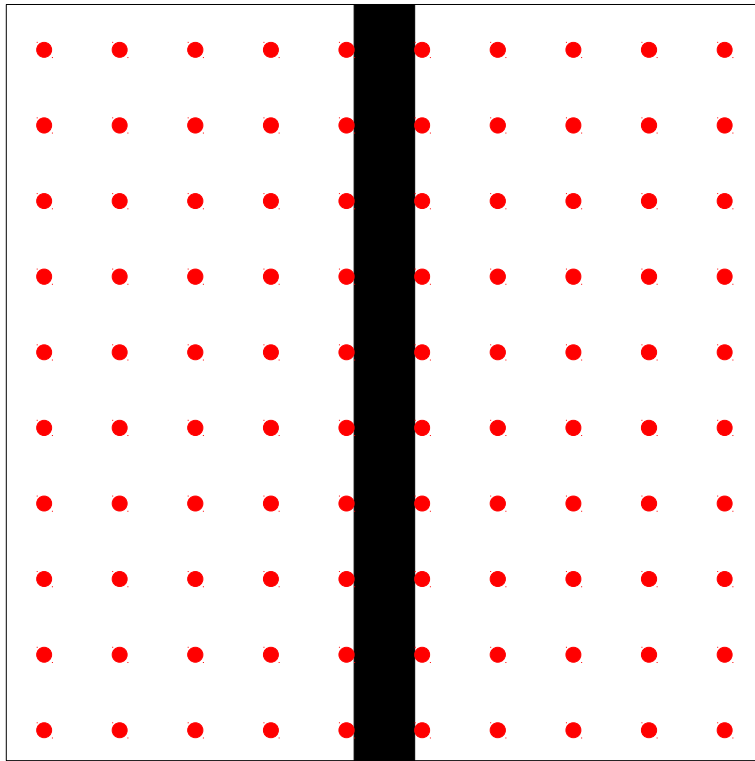
EXERCÍCIOS

Considere uma linha preta em um quadrado branco que possui largura na imagem de exatamente 0.8 pixels, alinhada com as colunas da imagem. Durante o processo de amostragem, esta linha pode desaparecer? Explique!



EXERCÍCIOS

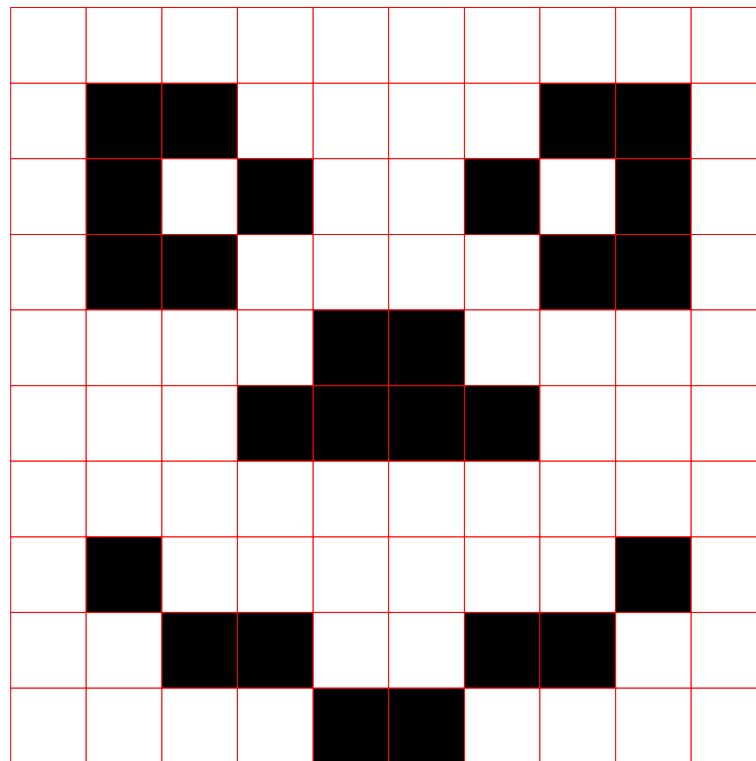
É possível!



A linha pode ficar exatamente entre duas colunas amostradas da imagem, sem que nenhum ponto amostrado esteja localizado sobre ela.

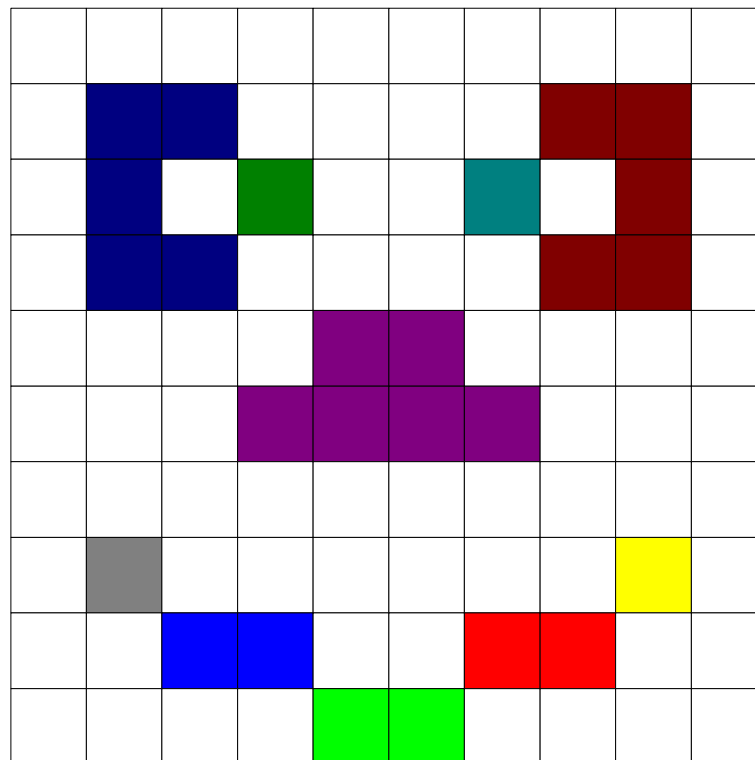
EXERCÍCIOS

Qual a quantidade de componentes conexas na imagem abaixo considerando conectividade-4? E se a conectividade-8 for utilizada?



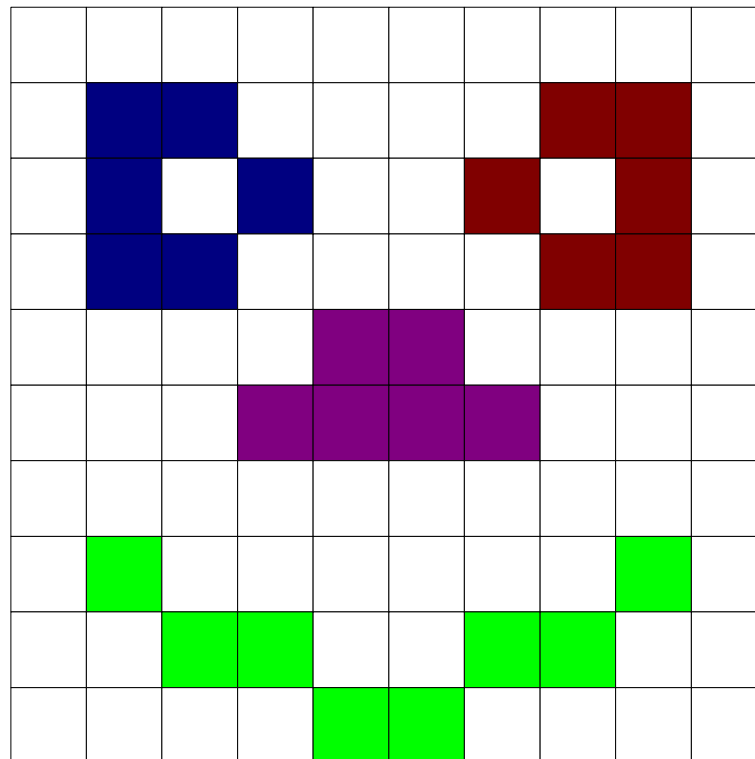
EXERCÍCIOS

Conectividade-4 = 10 componentes conexas



EXERCÍCIOS

**Conectividade-8 = 4 componentes
conexas**



MELHORAMENTO DE IMAGENS

Objetivo

Tornar a imagem processada mais adequada que a original

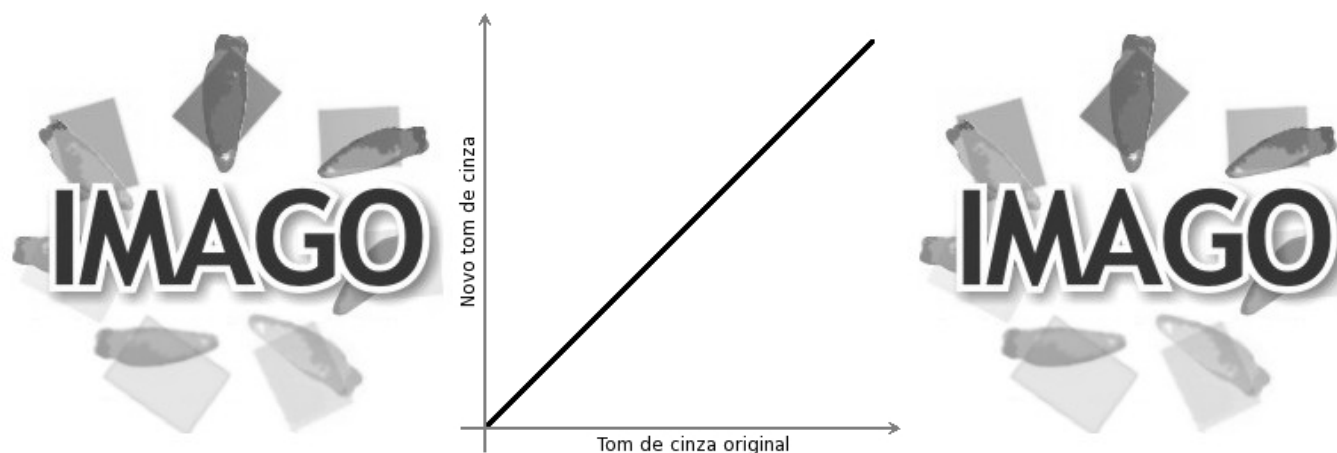
Técnicas orientadas a problemas

Categorias

Métodos no domínio espacial

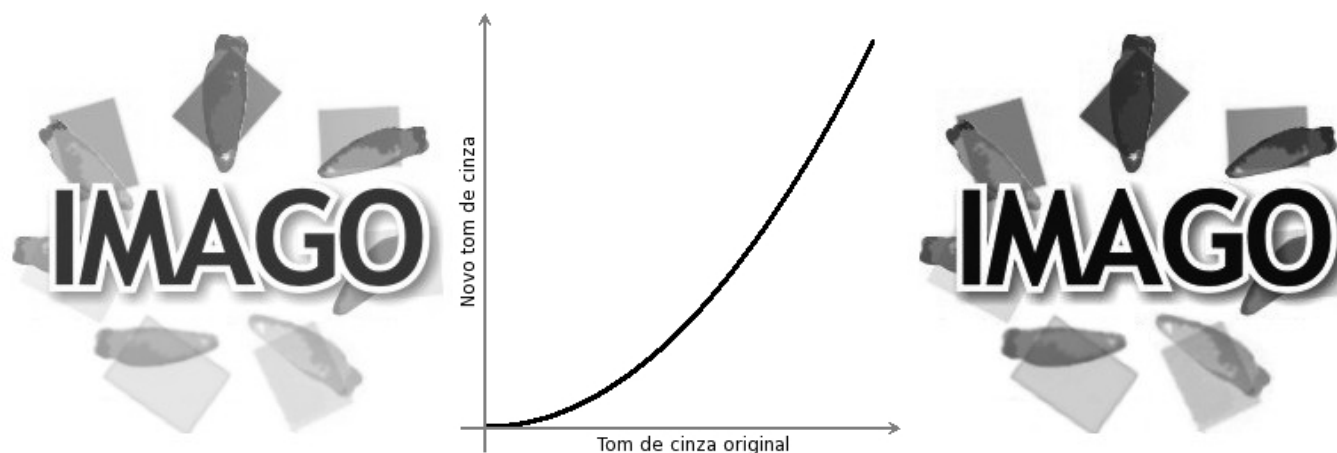
Métodos no domínio da frequência

FUNÇÃO DE CONTRASTE



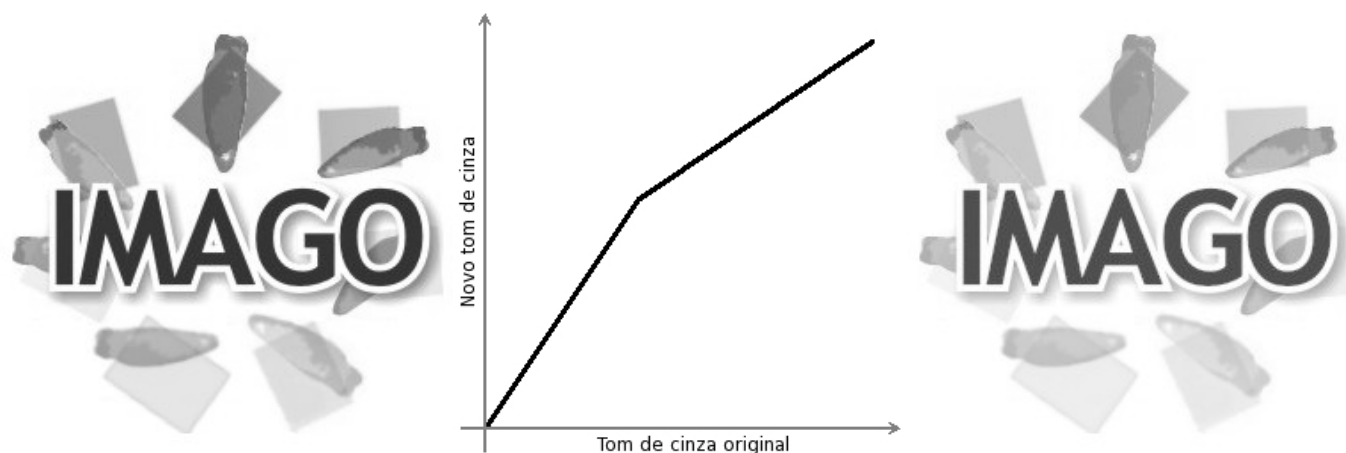
Exemplo de função para melhoramento de contraste.

FUNÇÃO DE CONTRASTE



Exemplo de função para melhoramento de contraste.

FUNÇÃO DE CONTRASTE



Exemplo de função para melhoramento de contraste.

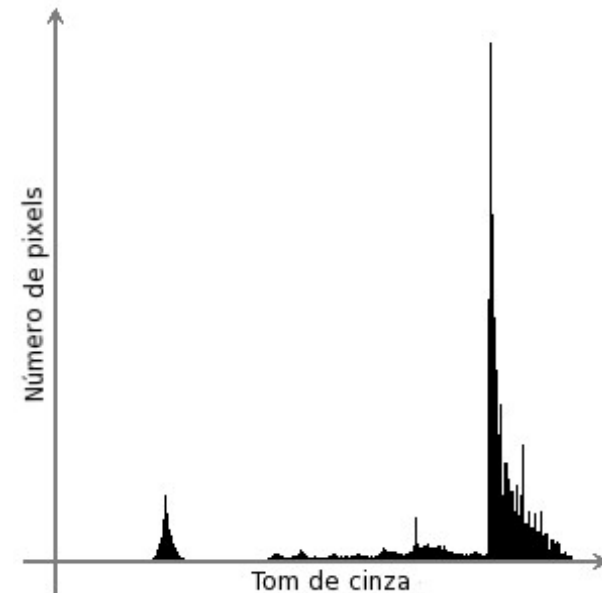
HISTOGRAMA

Algoritmo

/* img é uma matriz com altura H e largura W, com valores variando de 0 à 255, representando uma imagem de entrada */

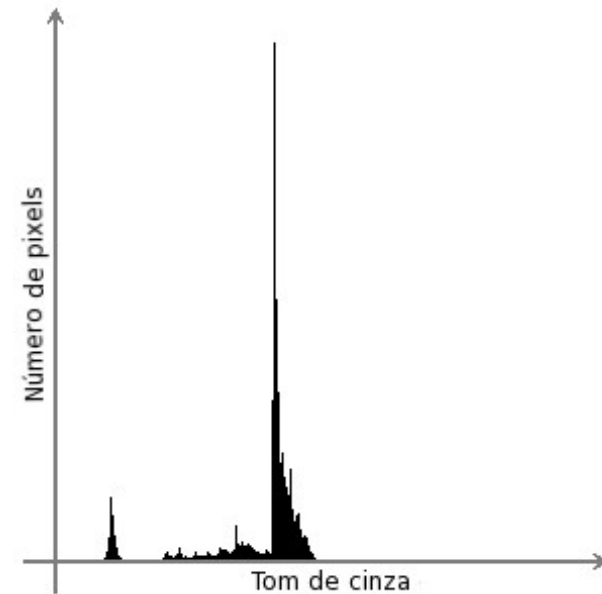
```
int * calculaHistograma(int H, int W, unsigned char **img) {  
    int i, j, *hist=malloc(256*sizeof(int));  
  
    for(i=0; i < 256; i++)  
        hist[i] = 0;  
  
    for(i=0; i < H; i++)  
        for(j=0; j < W; j++)  
            hist[img[i][j]]++;  
  
    return hist;  
}
```

HISTOGRAMA



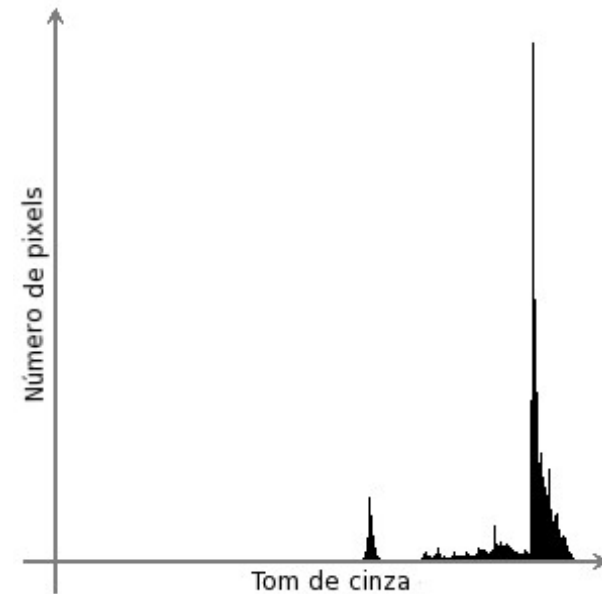
Exemplo de histograma de imagem com alto contraste.

HISTOGRAMA



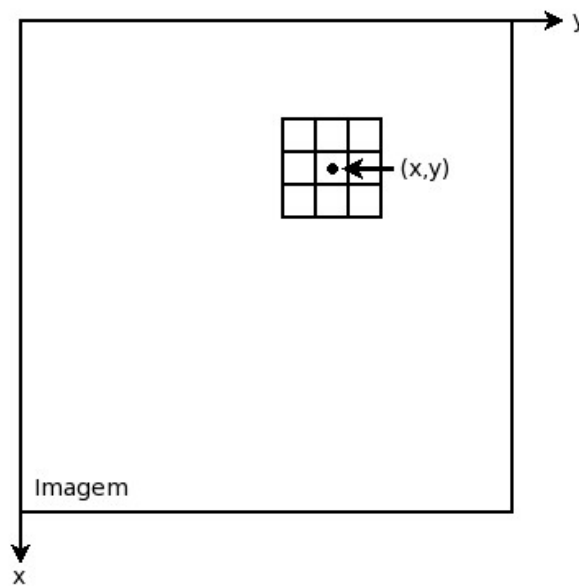
Exemplo de histograma de imagem escura.

HISTOGRAMA



Exemplo de histograma de imagem clara.

MÁSCARAS E FILTROS



Máscara 3×3 em torno de um ponto (x,y) da imagem.

Filtro da média: soma-se os valores dos pixels que pertencem à máscara, e divide-se o valor obtido pelo número de pixels que compõe a máscara.

FILTRO DA MÉDIA

7	4	5
8	4	4
4	6	5

$$(7+4+5+8+4+4+4+6+5)/9 = 47/9 = 5,222$$

Filtro da média: obtem-se o valor médio dos pixels contidos na máscara utilizada.

SUAVIZAÇÃO DE IMAGENS



Imagem original e imagens com filtragem da média aplicada com máscaras 3×3 , 5×5 , 7×7 , 9×9 , 11×11 .

FILTRO DA MEDIANA

7	2	5
8	1	4
3	6	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Filtro da mediana: obtém-se o valor do pixel que ocupa a posição central da série de pixels da máscara utilizada ordenados.

SUAVIZAÇÃO DE IMAGENS



Imagem original e imagem com aplicação de ruído.

SUAVIZAÇÃO DE IMAGENS



Imagem com ruído suavizada pelos filtros da média e da mediana.