

Capítulo 2

Fundamentos da imagem digital



Elementos da percepção visual:

PDI baseia-se em fórmulas matemáticas e estatísticas e etc;

Mas a escolha da técnica aplicada em PDI depende muitas vezes da percepção visual;

Algumas questões interessantes sobre o nosso sensor de captação de imagens.

Como o olho humano adapta-se a mudança de iluminação?

Qual o limite da resolução da imagem que o olho humano consegue captar?

Vamos tentar entender um pouco a estrutura do olho humano (figura 2.1).

O olho é quase uma esfera de 20mm de diâmetro.

3 membranas o revestem: a córnea (e a esclera), a coroide e a retina.

Elementos da percepção visual:

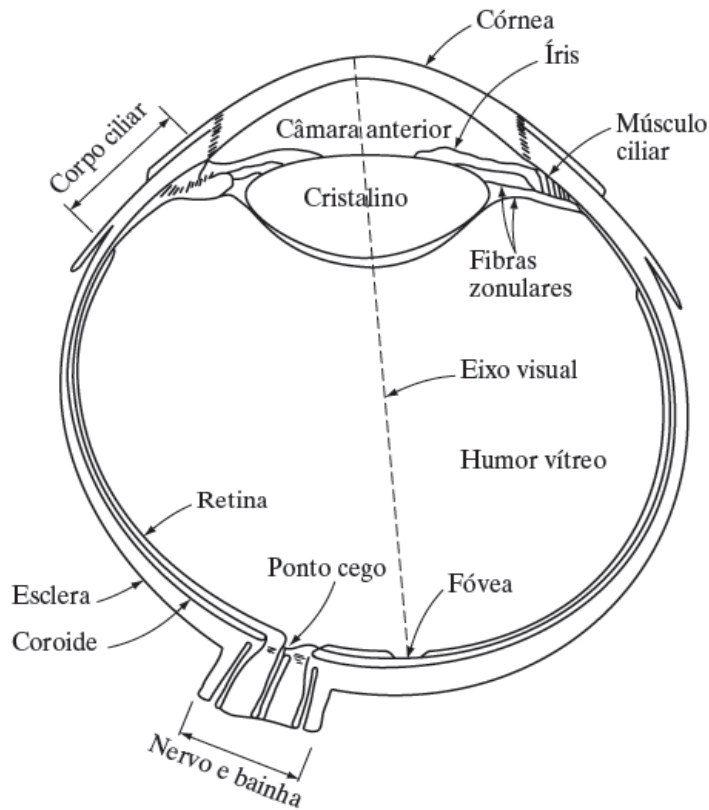


Figura 2.1 Diagrama simplificado de um corte transversal do olho humano.

A coróide tem revestimento pigmentado reduzindo a quantidade de luz interna;

A íris se contrai ou expande controlando a luz que entra;

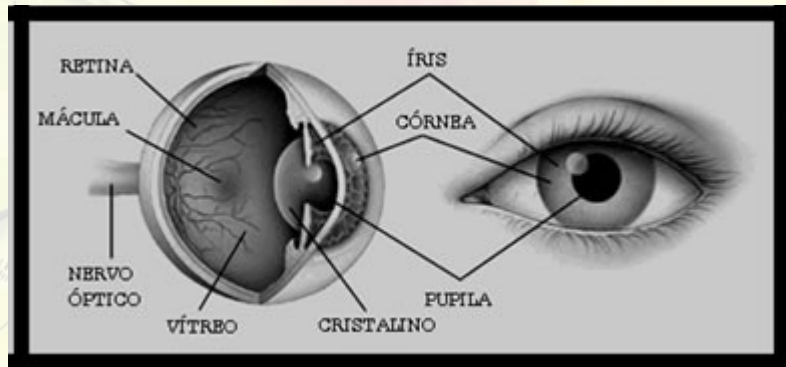
A abertura central é chamada de pupila;

O cristalino (lente) absorve cerca de 8% do espectro da luz visível;

A membrana mais interna é denominada de retina onde a imagem é formada.

A captação é realizada por receptores discretos de luz na retina (cones e bastonetes);

Elementos da percepção visual:



Cada olho tem cerca de 6 a 7 milhões de cones;

Concentram-se na fóvea (imagem detalhada, cor);

O número de bastonetes fica entre 75 e 150 milhões (imagem geral, sem cor);

A figura 2.2 mostra a distribuição de cones e bastonetes em relação ao eixo visual (em graus);

A concentração de cones na fóvea (1,5mm x 1,5mm) atinge 150.000 elementos por mm².

Formação da imagem no olho:

Numa câmera comum, a lente tem uma distância focal e essa distância deve variar para objetos próximos e distantes;

No olho humano essa distância não varia e a focalização adequada é obtida variando o formato do cristalino;

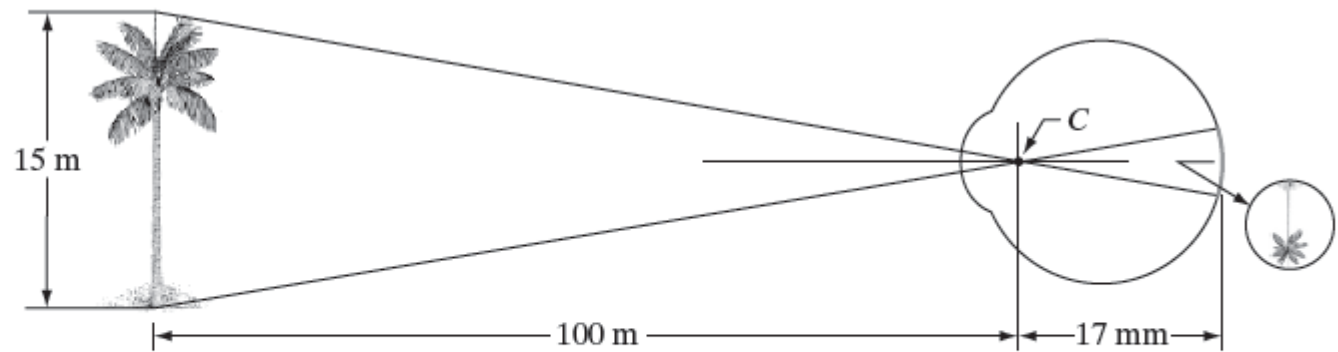


Figura 2.3 Representação gráfica do olho focalizando uma árvore. O ponto C é o centro óptico do cristalino.

Adaptação ao brilho:

A capacidade de discriminar mudanças de intensidade da luz é de interesse da ciência.

A razão de Weber (ver figura 2.5) é usada para experimentalmente medir essa capacidade.

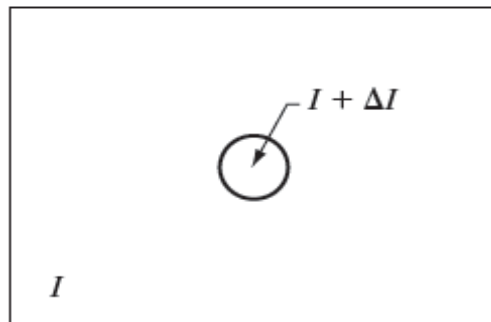


Figura 2.5 Configuração experimental básica utilizada para caracterizar a discriminação de brilho.

Baixo valor de $\Delta I/I$: boa discriminação de brilho;

Alto valor de $\Delta I/I$: discriminação de brilho ruim;

Dois fenômenos demonstram que o brilho percebido não é uma simples função da intensidade:

- 1) o sistema visual subestima ou superestima contornos entre regiões de diferentes intensidades (figura 2.7);
- 2) contraste simultâneo: o brilho percebido depende do contraste com as regiões vizinhas (figura 2.8);

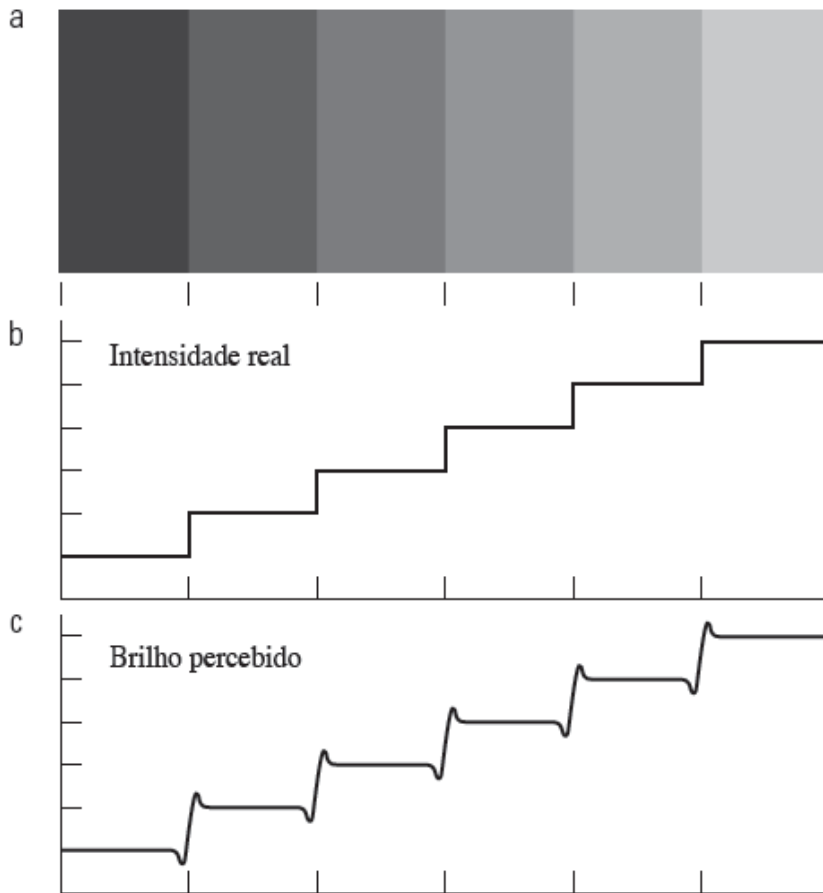


Figura 2.7 Ilustração do efeito de bandas de Mach. O brilho percebido não é uma simples função da intensidade real.

Contraste simultâneo: o brilho percebido depende do contraste com as regiões vizinhas (figura 2.8);

O brilho do quadrado no centro é o mesmo para todas as figuras.

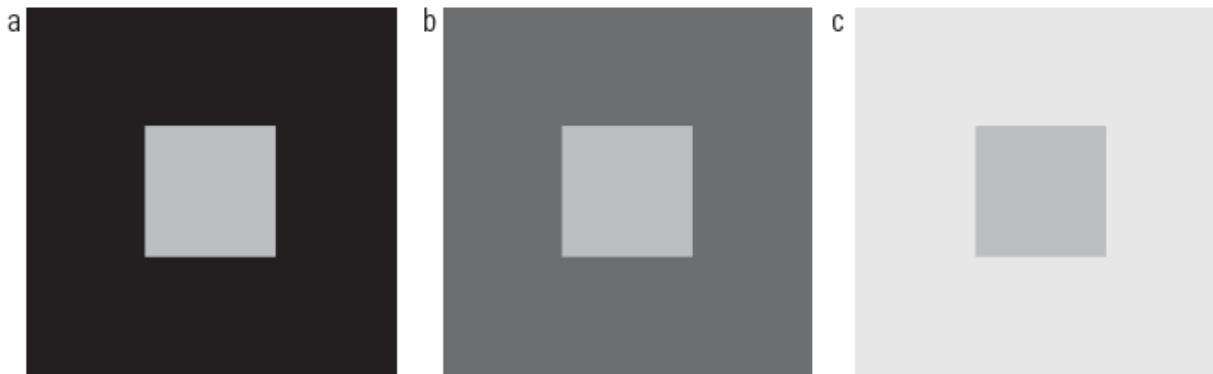


Figura 2.8 Exemplos de contraste simultâneo. Todos os quadrados menores possuem exatamente o mesmo nível de cinza, mas parecem progressivamente mais escuros à medida que o fundo da imagem fica mais claro.

Fenômenos da percepção visual humana: ilusão de ótica.

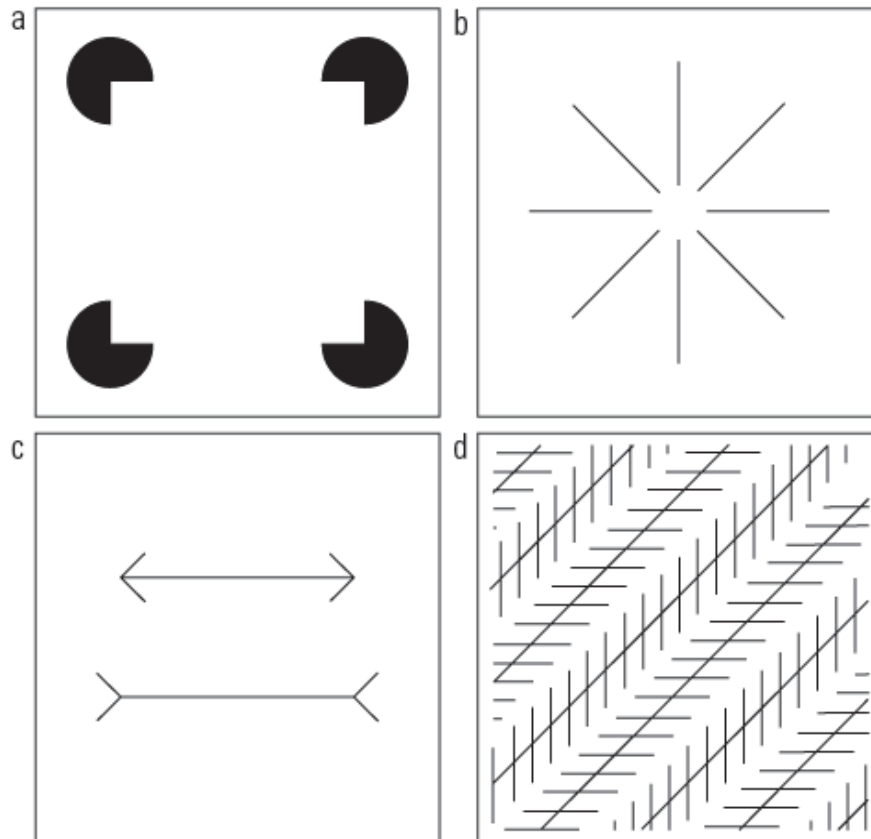


Figura 2.9 Algumas ilusões de ótica conhecidas.

a) contorno do quadrado é perceptível mas não existe;

b) contorno do círculo é perceptível mas não existe;

c) segmentos de reta de mesmo tamanho;

d) todas as linhas maiores estão orientadas a 45° , são equidistantes e paralelas.

Sensores e aquisição de imagens:

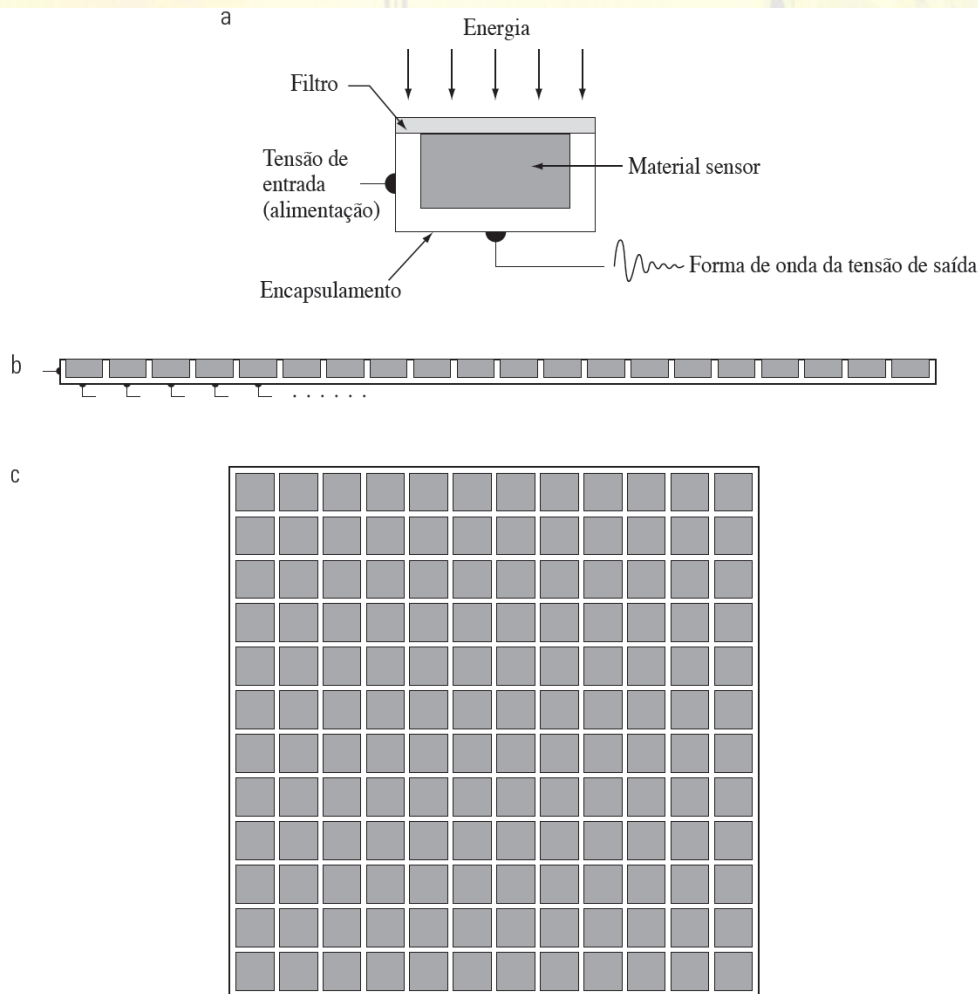


Figura 2.12 (a) Um único sensor de aquisição de imagens. (b) Sensores de linha. (c) Sensores de área (matricial).

Se um sensor capta energia numa banda do EM é possível gerar imagens de interesse nessa banda.

No entanto o comprimento de onda EM necessário deve ser de mesmo tamanho ou menor que o objeto.

Ex: molécula de água 10^{-10} m, logo necessário fonte de raios X ou gama.

Sensores e aquisição de imagens:

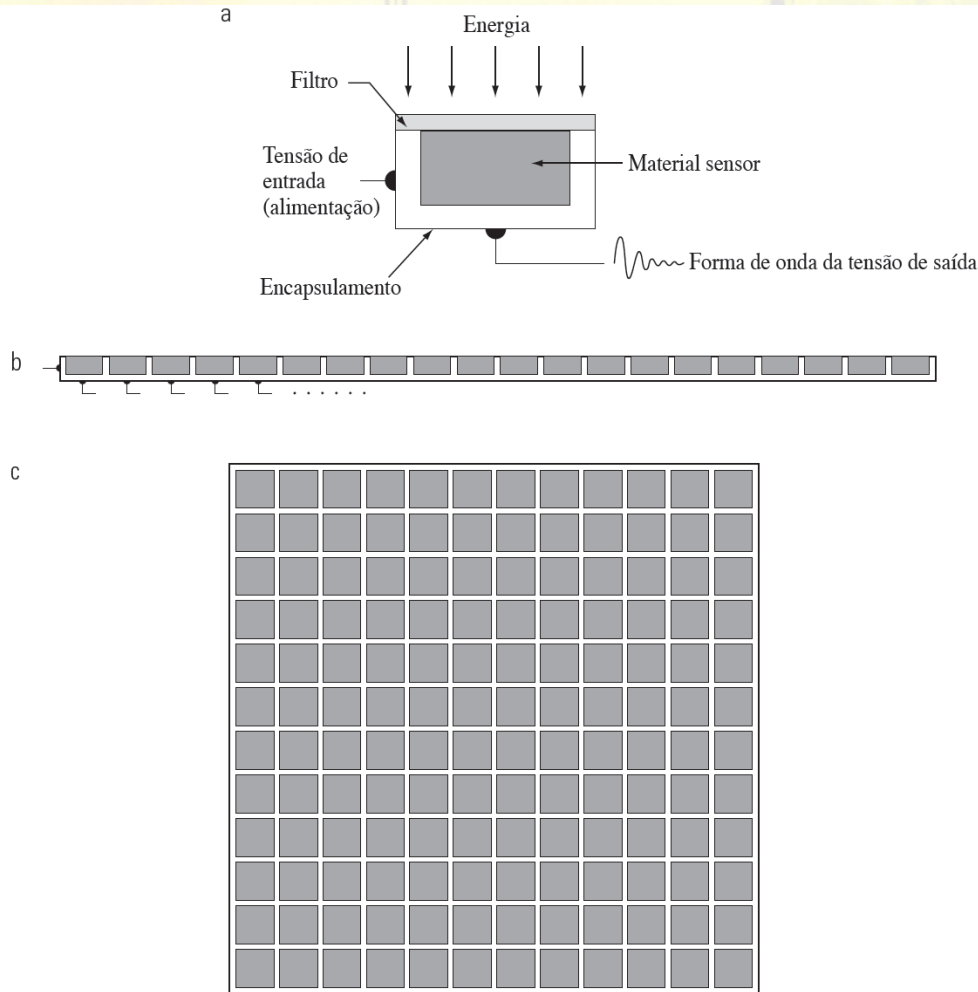


Figura 2.12 (a) Um único sensor de aquisição de imagens. (b) Sensores de linha. (c) Sensores de área (matricial).

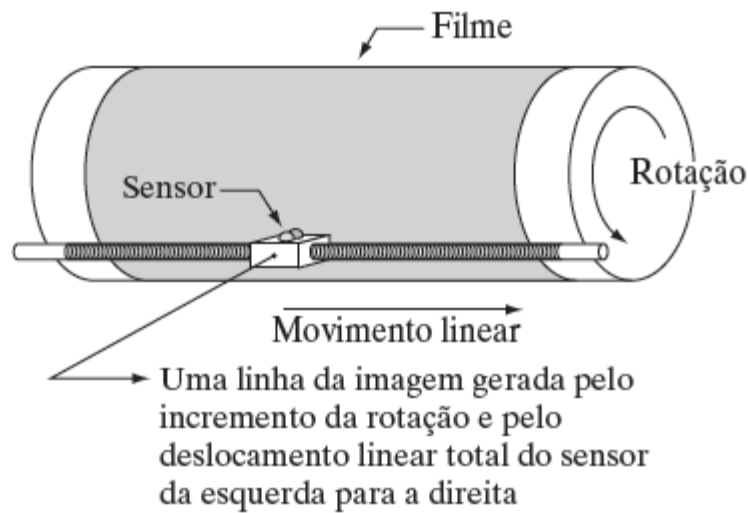
a) Funcionamento básico de um sensor: a energia que entra é convertida em tensão (fotodiodo – semiconductor). O filtro define a banda sensível;

b) disposição de sensores em linha;

c) disposição de sensores em forma de matriz;

Sensores e aquisição de imagens:

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS



Uso de um único sensor para capturar imagem 2D (lento e baixo custo).

Figura 2.13 Combinação de um único sensor com movimento para gerar uma imagem bidimensional (2-D).

Sensores e aquisição de imagens:

Sensores de varredura de linha: scanner de mesa, CAT, etc.

Pode ser necessário processamento para reconstrução da imagem.

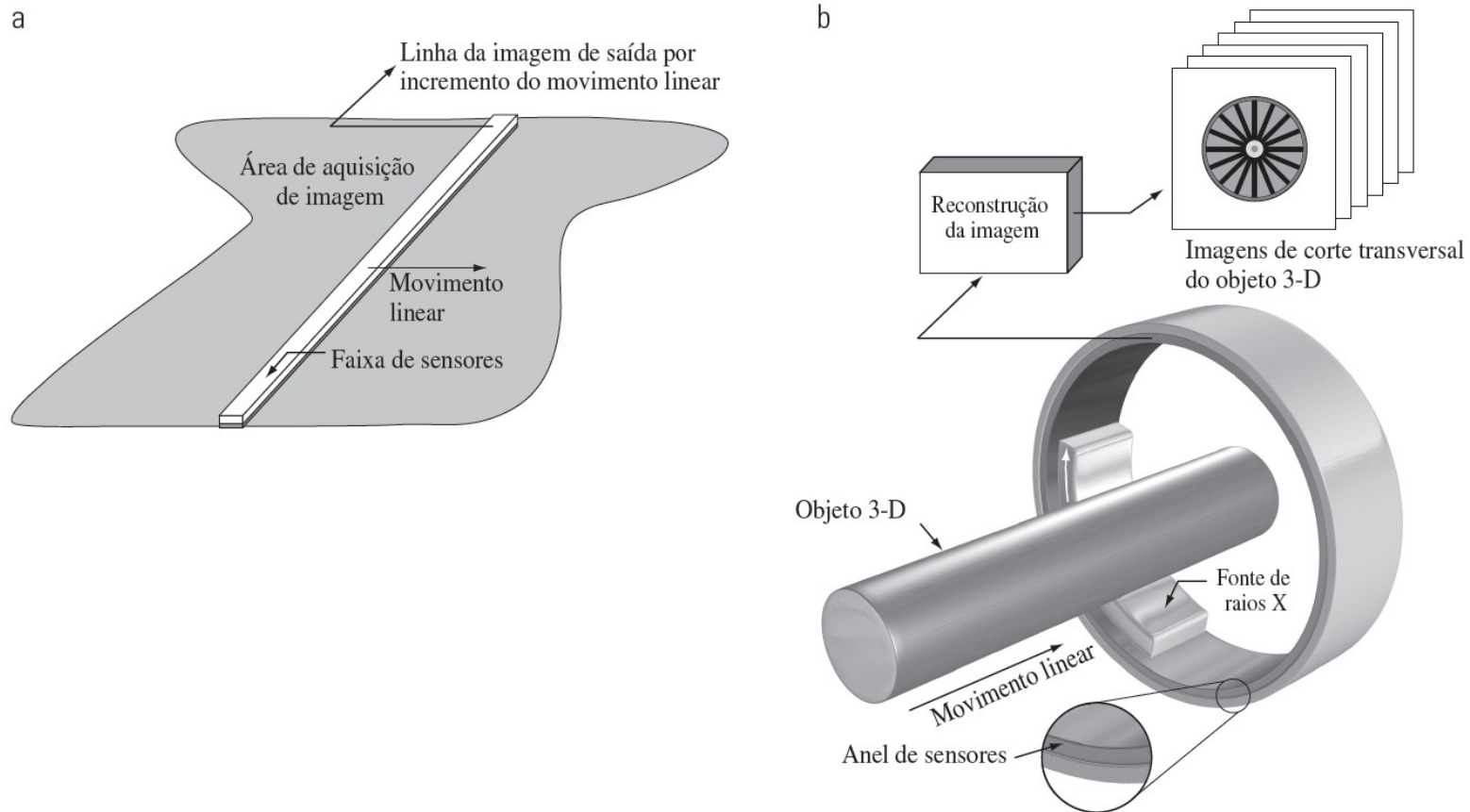


Figura 2.14 (a) Aquisição de imagens utilizando um arranjo plano de sensores por varredura de linha. (b) Aquisição de imagens utilizando um arranjo circular de sensores por varredura de linha.

Sensores e aquisição de imagens:

Sensores matriciais: câmera fotográfica, etc.

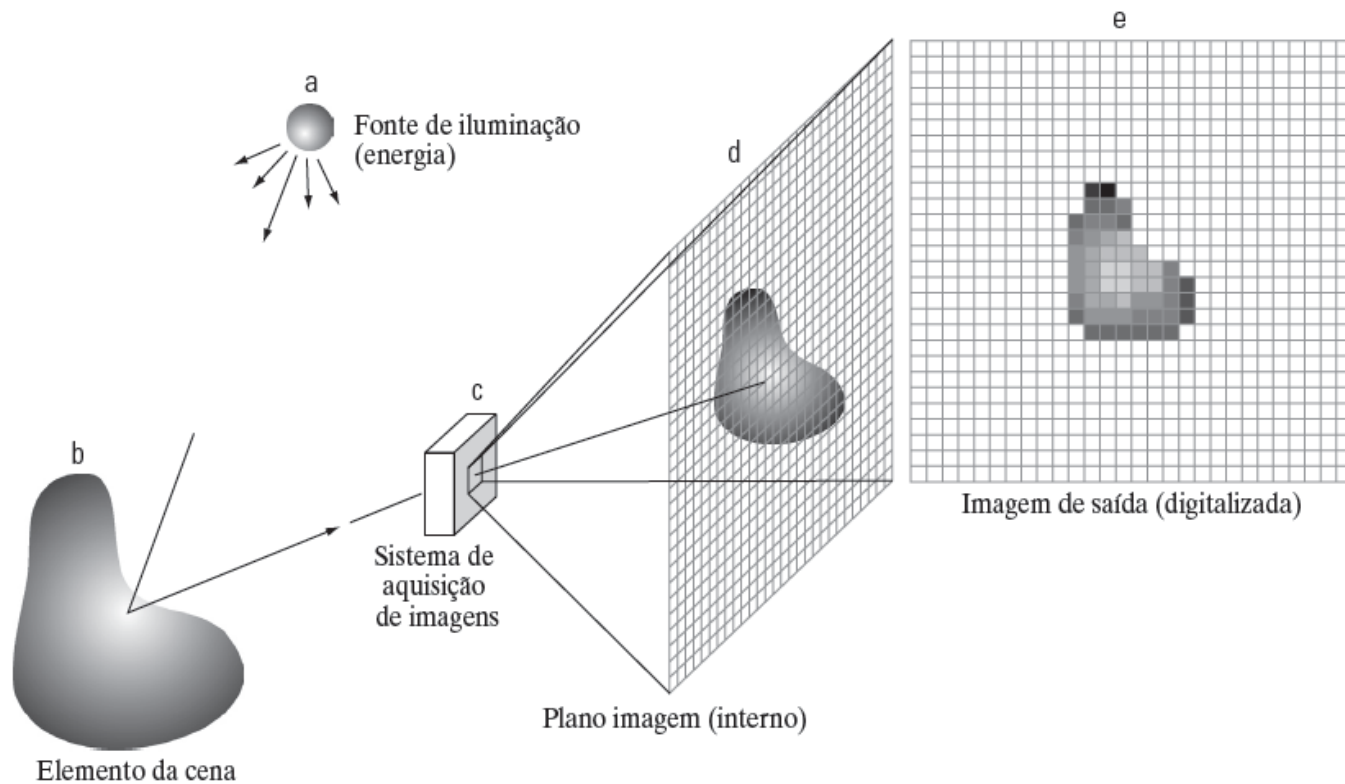


Figura 2.15 Exemplo do processo de aquisição de uma imagem digital (a) Fonte de energia ("iluminação"). (b) Um elemento de uma cena. (c) Sistema de aquisição de imagens. (d) Projeção da cena no plano imagem. (e) Imagem digitalizada.

Um modelo simples de formação de imagem:

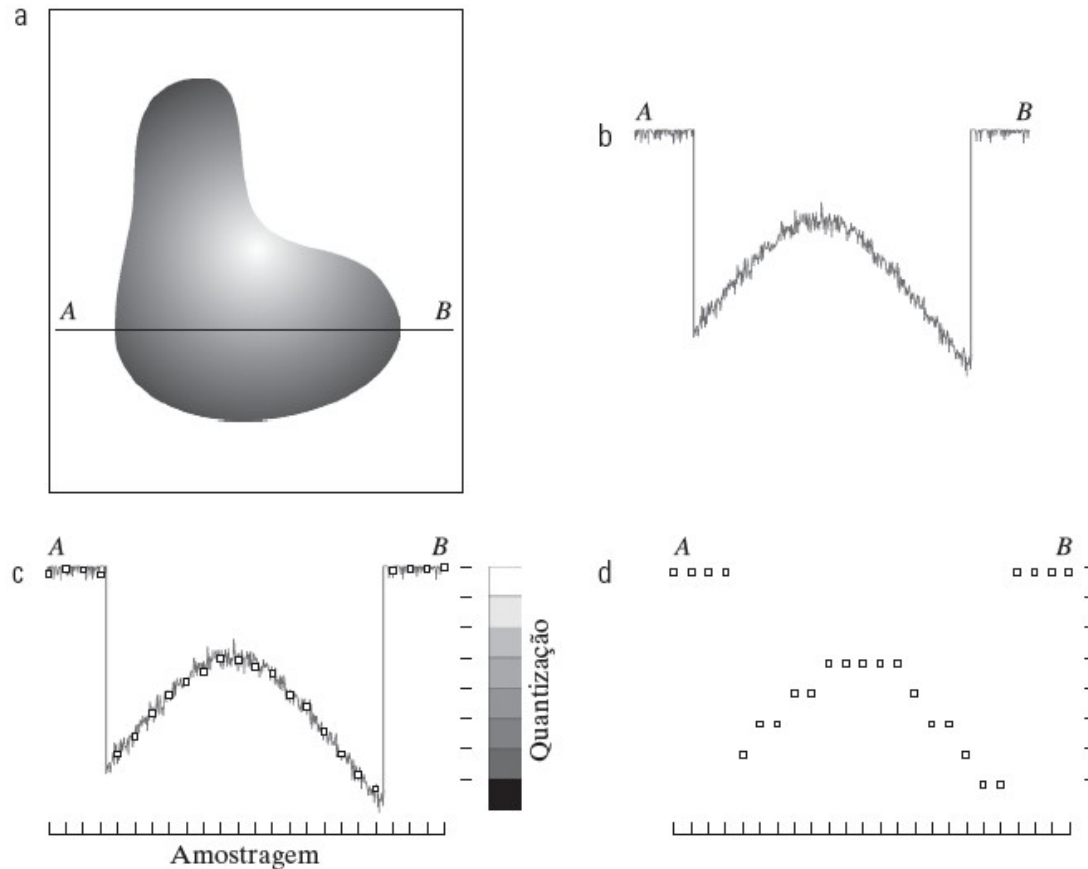


Figura 2.16 Produzindo uma imagem digital. (a) Imagem contínua. (b) Linha de varredura de A a B na imagem contínua utilizada para ilustrar os conceitos de amostragem e quantização. (c) Amostragem e quantização. (d) Linha de varredura digital.

Amostragem e quantização de imagens:

Para criar uma imagem digital é necessário converter os dados contínuos do sensor para um formato digital: amostragem e quantização (figura 2.16).

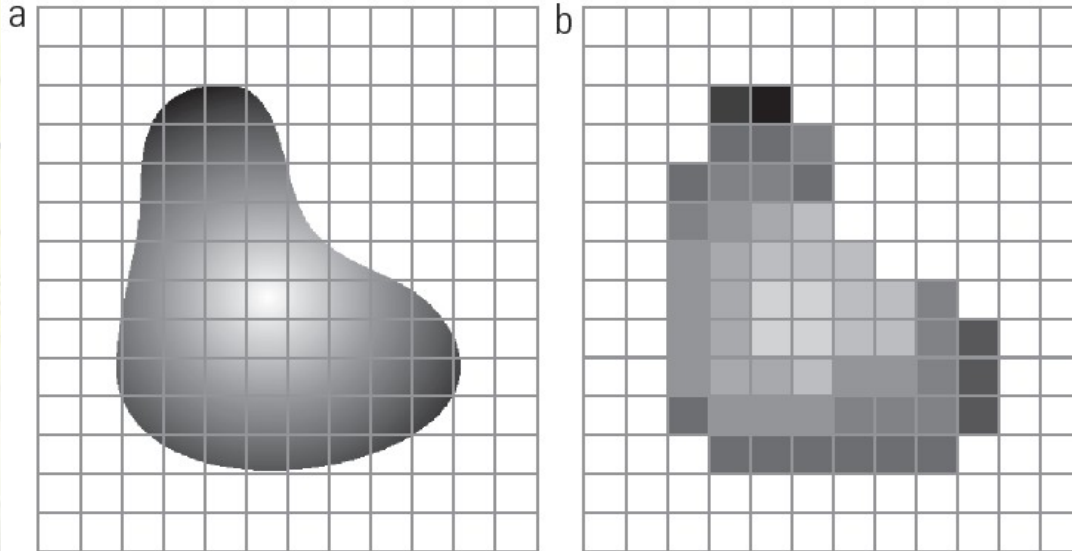


Figura 2.17 (a) Imagem contínua projetada em uma matriz de sensores. (b) Resultado da amostragem e quantização da imagem.

Amostragem: digitalização dos valores de coordenada

(leitura dos valores em cada x,y).

Quantização: digitalização dos valores de amplitude

(conversão de cada valor lido/amostrado num valor de uma escala em amplitude).

Amostragem e quantização de imagens:

A qualidade da imagem digital é determinada pelo número de amostras e de níveis discretos de intensidade usados na amostragem e quantização.

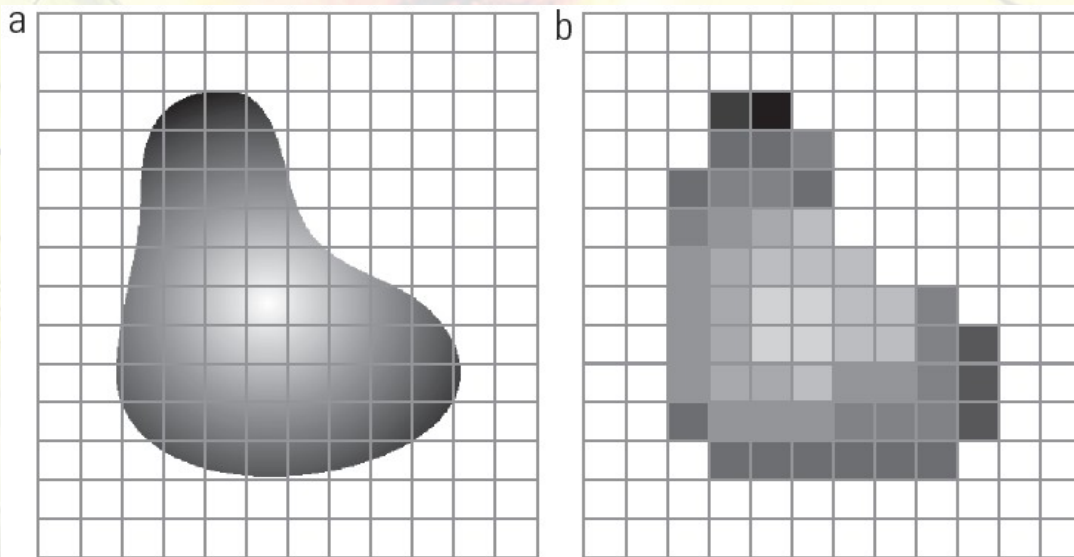


Figura 2.17 (a) Imagem contínua projetada em uma matriz de sensores. (b) Resultado da amostragem e quantização da imagem.

Na prática vai depender também do conteúdo da imagem!

Amostragem e quantização de imagens:
um pouco de prática no computador!

Para trabalhar o assunto de amostragem e quantização seria ideal ter acesso a função de saída de um sensor de imagem.

No entanto, embora seja possível simular o processo, vamos nos ater no momento a ler um arquivo de imagem e verificar os valores quantizados de cada pixel (picture element).

Pode-se usar basicamente qualquer linguagem de programação (será lido dados de arquivos) e qualquer formato de imagem, mas nesses testes iniciais o uso de um formato de imagem em mapa de bits (BMP, PNG) e sem compressão pode ajudar assim como uma linguagem de programação com uma API elementar para manipular imagens (Java e a classe ImageIO).

O primeiro exemplo de código demonstra como criar uma imagem e salvá-la em arquivo no formato PNG (bitmap sem perda e sem compressão).

Criando imagem e salvando em arquivo:

```
import java.awt.Color;
import java.awt.Graphics;
import java.awt.image.BufferedImage;
import java.io.File;

import javax.imageio.ImageIO;

public class CriaSalvaImagem {

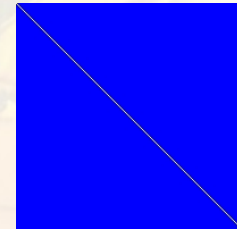
    public static void main(String[] args) throws Exception {

        int width = 200, height = 200;
        BufferedImage buffer = new BufferedImage(width, height, BufferedImage.TYPE_INT_BGR);

        Graphics g = buffer.createGraphics();
        g.setColor(Color.BLUE);
        g.fillRect(0, 0, width, height);
        g.setColor(Color.YELLOW);
        g.drawLine(0, 0, width, height);

        ImageIO.write(buffer, "PNG", new File("criacao.png"));

    }
}
```

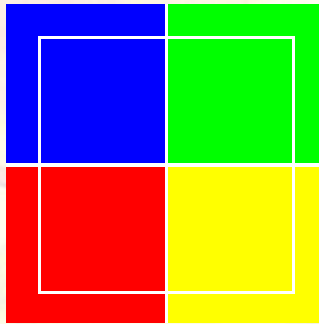


A classe ImageIO tem várias funções/métodos úteis para ler e escrever dados de imagens em alguns formatos como: BMP, PNG, JPG, GIF.

<http://pontov.com.br/site/java/48-java2d/111-trabalhando-com-imagens>

Criando imagem e salvando em arquivo:
exercícios

Exercício1: criar uma classe Java que gera o arquivo da imagem abaixo em PNG (100x100).



Exercício2: criar uma classe Java que gera o arquivo da imagem abaixo em PNG (200x20).



Lendo e modificando uma imagem de arquivo: exercícios

Exercício3: ler a imagem lena_gray_256.png e mudá-la de forma a ter apenas 2 tons, branco e preto, e salvar num novo arquivo lena_bw_256.png:



Exercício4: ler a imagem lena_gray_256.png, e realizar o processo de amostragem usando metade da frequência para amostrar a imagem original. Gravar o resultado num novo arquivo lena_gray_128.png

Lendo e modificando uma imagem de arquivo:
exercícios

Exercício5: ler a imagem lena_gray_256.png e mudá-la de forma a ter apenas 4 tons de cinza, e salvar num novo arquivo lena_4n_256.png:

