



PGCA005 - Fundamentos de Processamento de Imagens

Introdução (aula-01):

O Campo: consiste em desenvolver técnicas para compreender os mecanismos de visão natural e artificial, além de fornecer ferramentas cujo desempenho aproxima-se, o mais possível, das extraordinárias capacidades do sistema visual humano.

A Meta: busca simular experiências (tais como criar movimentos, distorções, iluminação de objetos, etc.) em uma cena de maneira a resolver o problema proposto e/ou comparar variáveis específicas com padrões previamente armazenados.

A Área: multidisciplinar, envolvendo Eletrônica, Óptica, Inteligência Artificial, Ciência da Computação, etc.

Domínio: Conceitos de Física e Matemática.

Necessita: Linguagens de Programação.

O que é uma imagem?



Latim (“imago”): representação visual.

Grego Antigo:

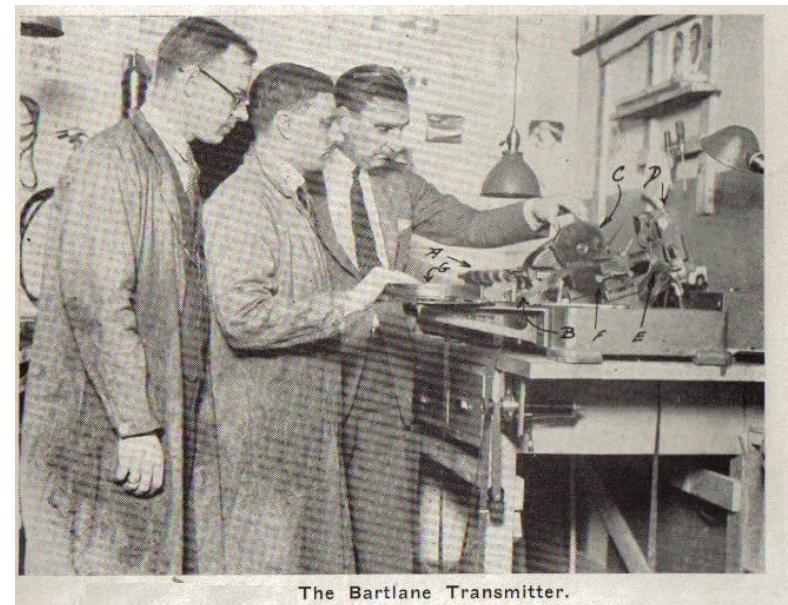
- **Platão (“eidos”):** raiz etimológica do termo “idea” ou “eidea”, imagem como sendo uma projeção da mente – Teoria de Platão: o idealismo.
- **Aristóteles:** uma aquisição pelos sentidos, a representação mental de um objeto real - Teoria de Aristóteles: realismo.

Matematicamente: função $f(x, y)$ contínua (amplitude e espaço), relacionada ao brilho (ou cor) na posição (x, y) ;

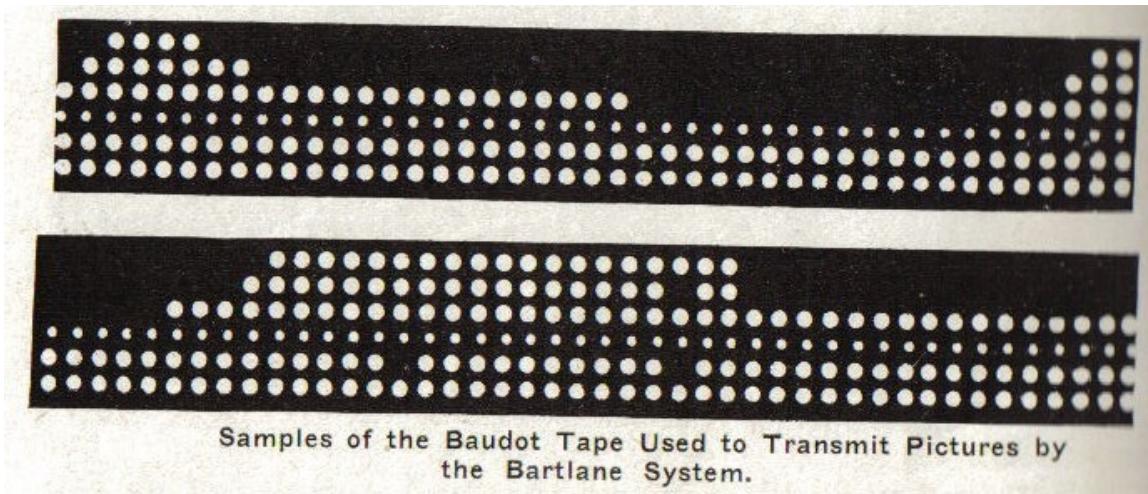
* **Processamento de Imagens:** aprimora informações pictóricas para interpretação humana.

1920 (The Bartlane System - Coded System): formas de aprimorar a qualidade de impressão de imagens digitalizadas (5 níveis) transmitidas através do sistema Bartlane de transmissão de imagens por cabo submarino entre Londres e Nova Iorque.

1929: 15 níveis, ao mesmo tempo em que era desenvolvido um método aprimorado de revelação de filmes através de feixes de luz modulados por uma fita que continha informações codificadas sobre a imagem.



The Bartlane Transmitter.



Samples of the Baudot Tape Used to Transmit Pictures by the Bartlane System.



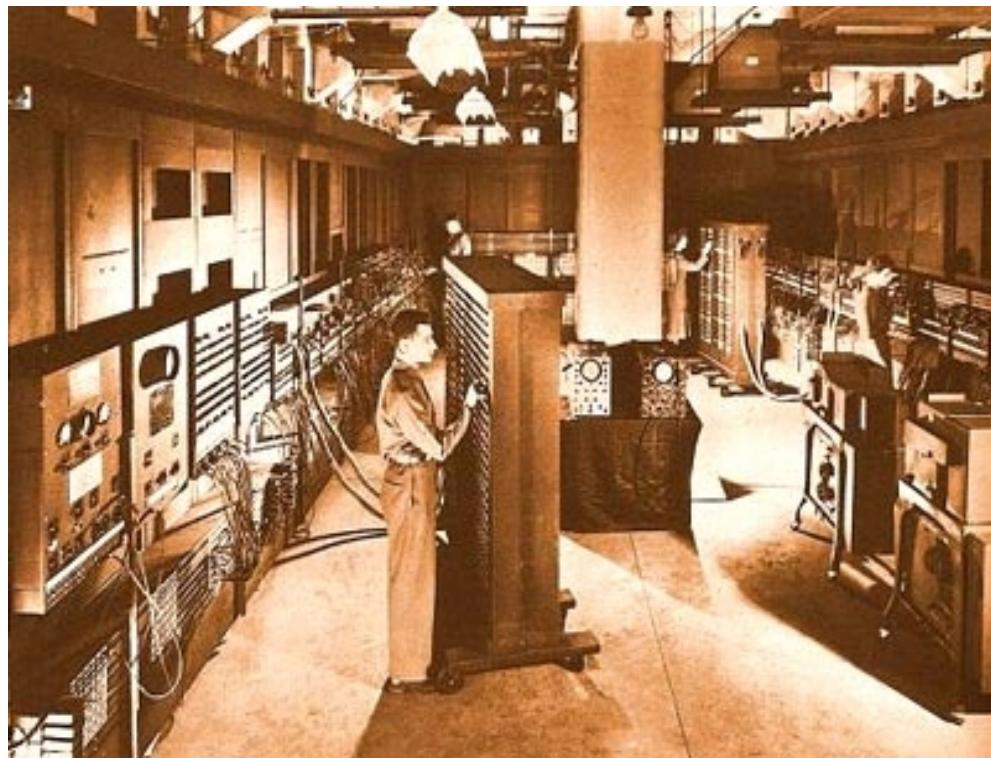
Picture Transmitted and Reproduced by the Bartlane System.

Impulso em Processamento de Imagens:

1946: primeiros computadores eletrônicos de grande porte (1947/ n.º 3 120 606.)

1961: início do programa espacial norte-americano.

1964 (JPL/NASA): uso de técnicas computacionais para aprimorar as imagens da Lua transmitidas pela sonda americana Ranger 7, i.e., corrigir vários tipos de distorção inerentes à câmera de TV acoplada.



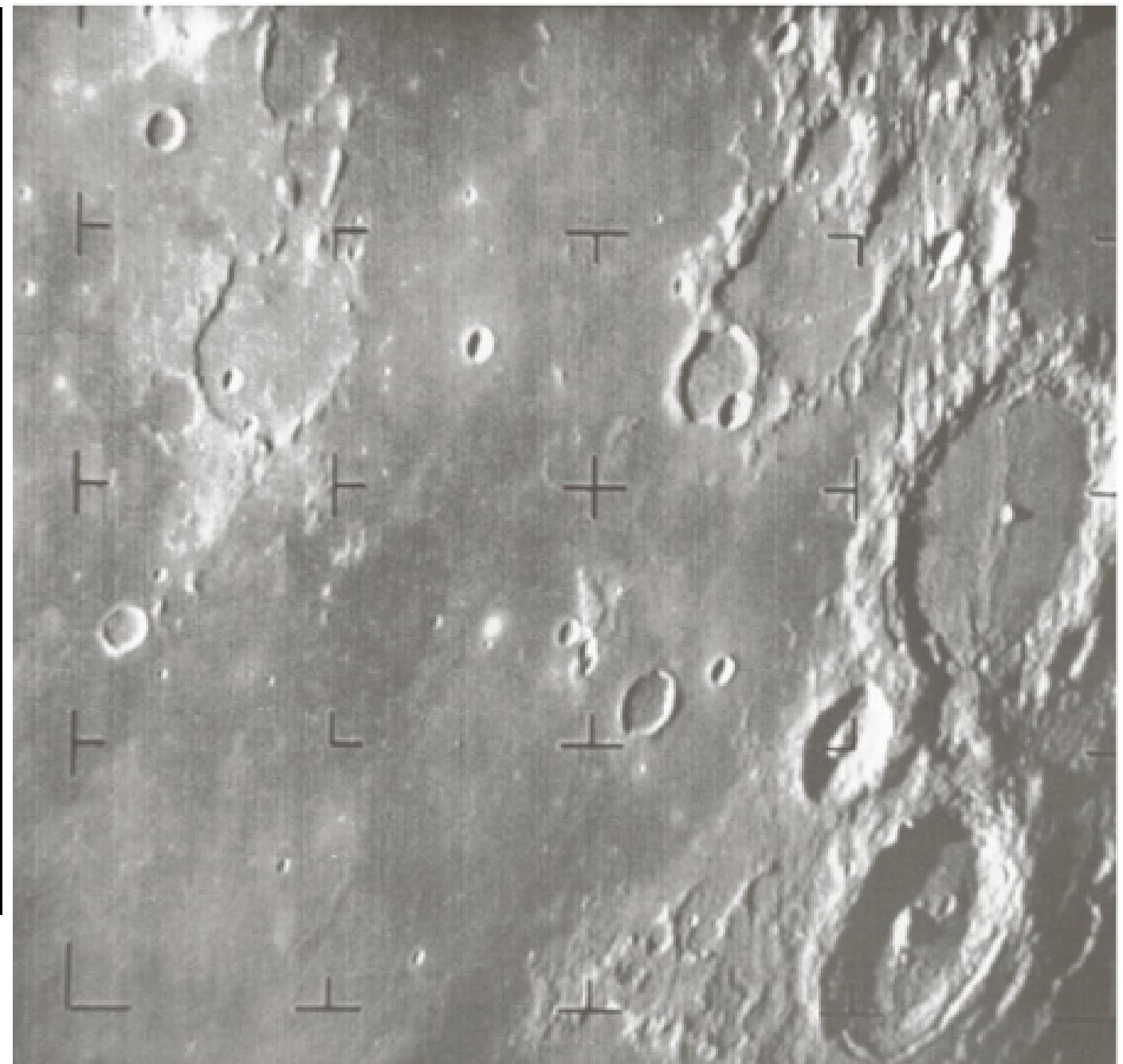
ENIAC: Electronic Numerical Integrator and Computer.



Programa APOLLO (USA): 1961-1972.



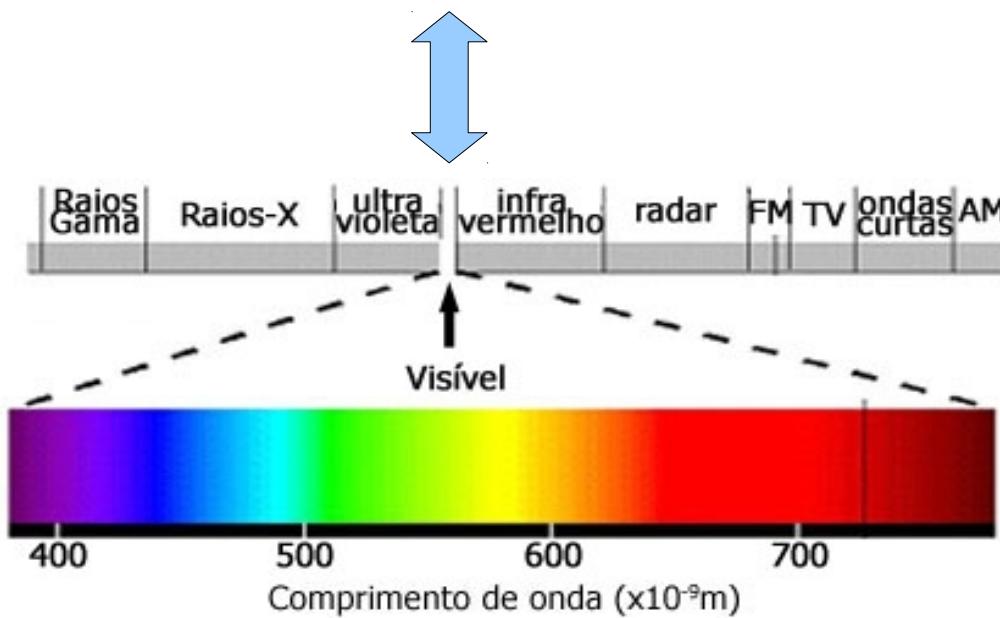
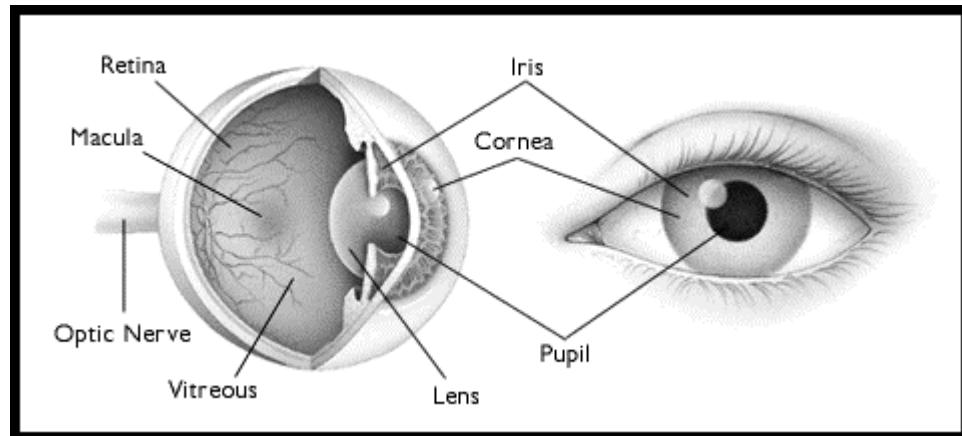
Ranger 7 – NASA (1964)



1a foto da Lua tirada pela Ranger 7, em 31/07/1964 às 9h9m (EUA), cerca de 17 minutos antes do impacto na superfície lunar.

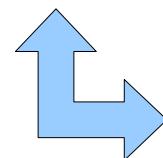
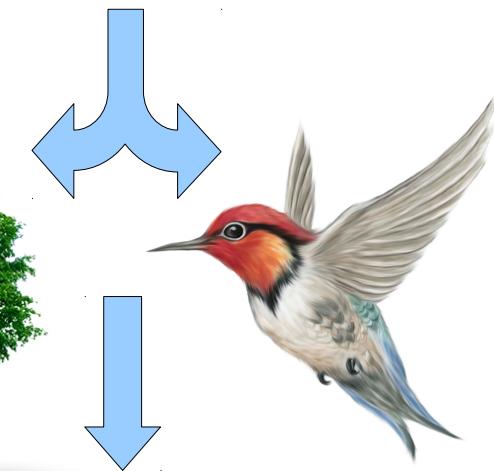
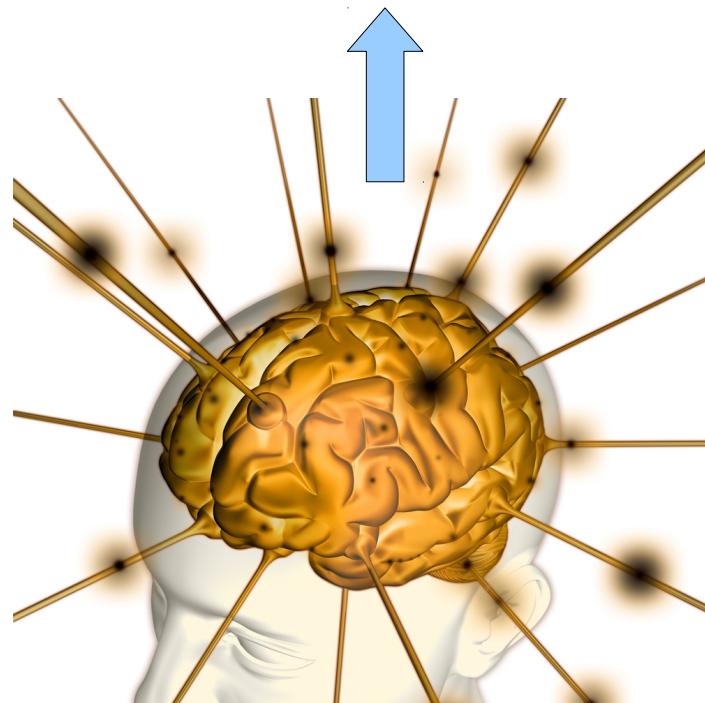
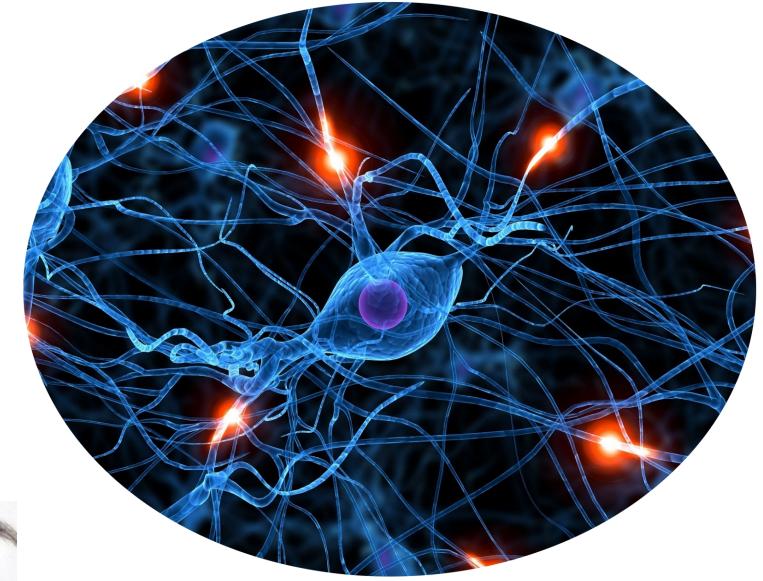
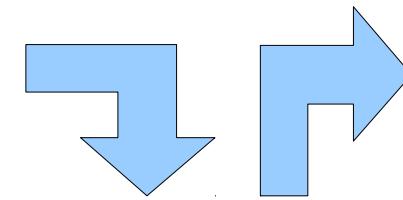
1.1 A Visão Humana (complexo sistema biológico)

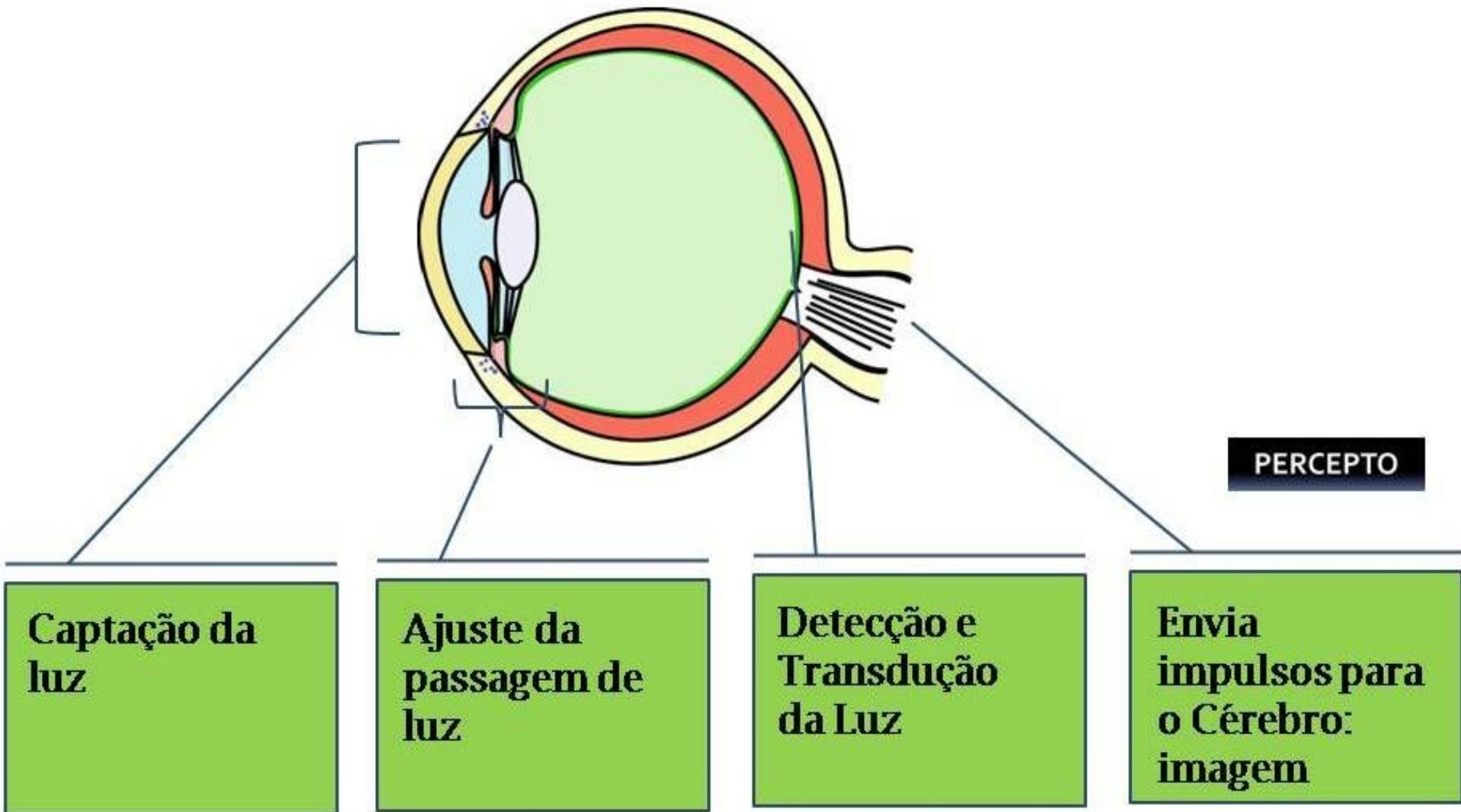
Visão: meio mais eficiente para captar **informações** originadas no ambiente que o cerca.



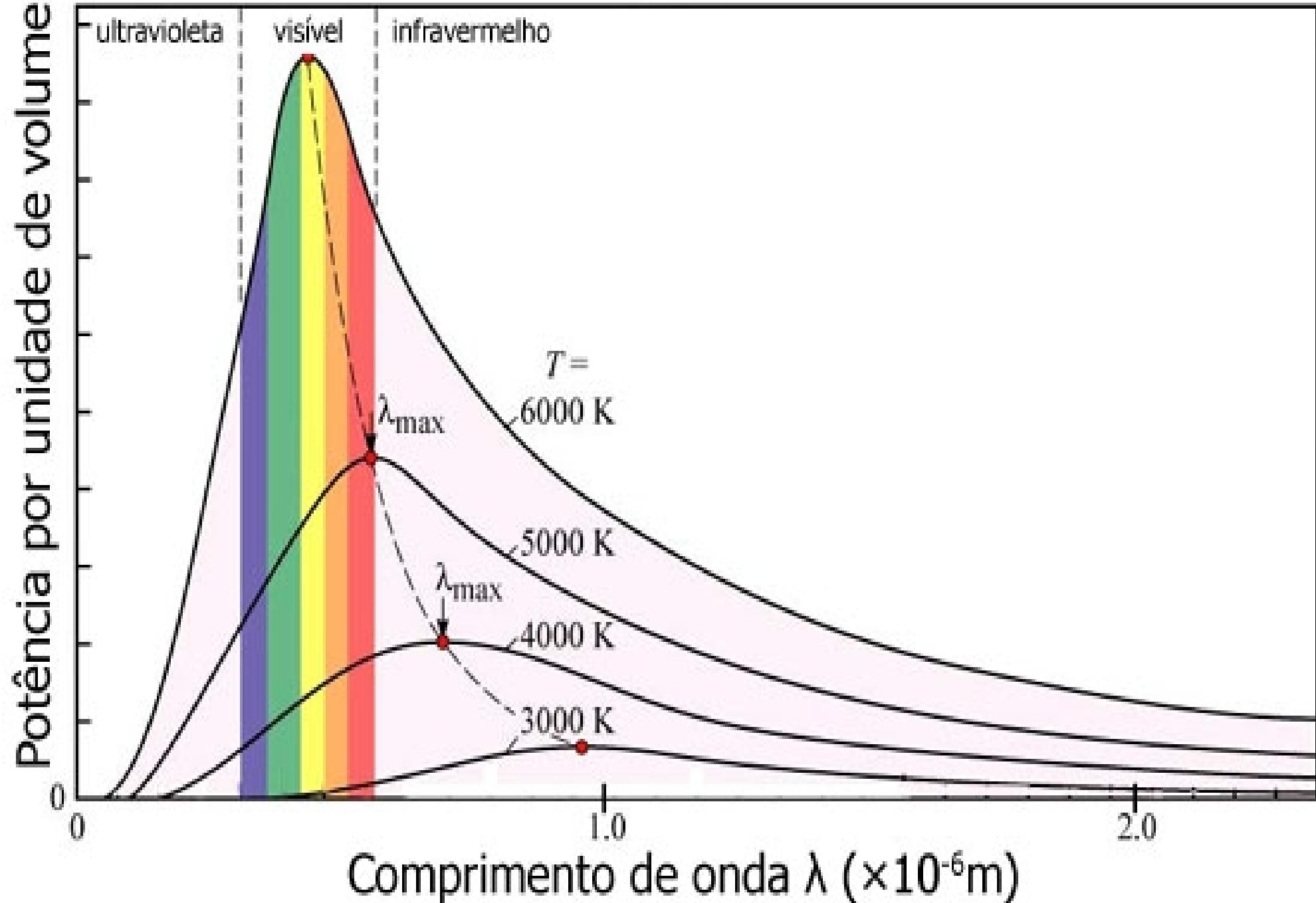
Etapas da Visão Humana

- (a) emissão de sinais luminosos por reflexão da luz;
- (b) recepção dos sinais luminosos pelo sistema visual;
- (c) transformação dos sinais luminosos pela superfície sensível;
- (d) armazenamento da informação;
- (e) processamento da informação;
- (f) resposta nervosa;



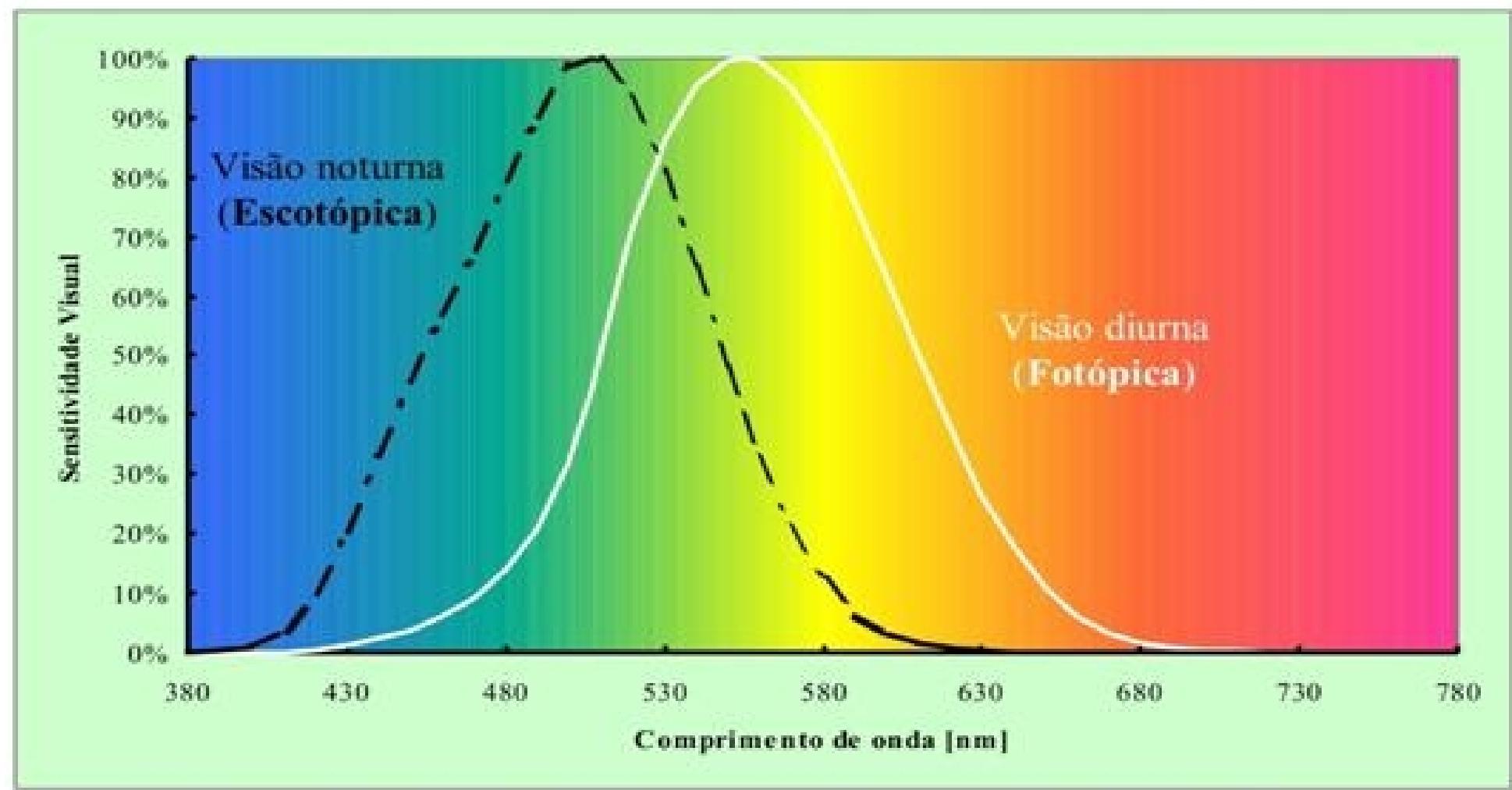


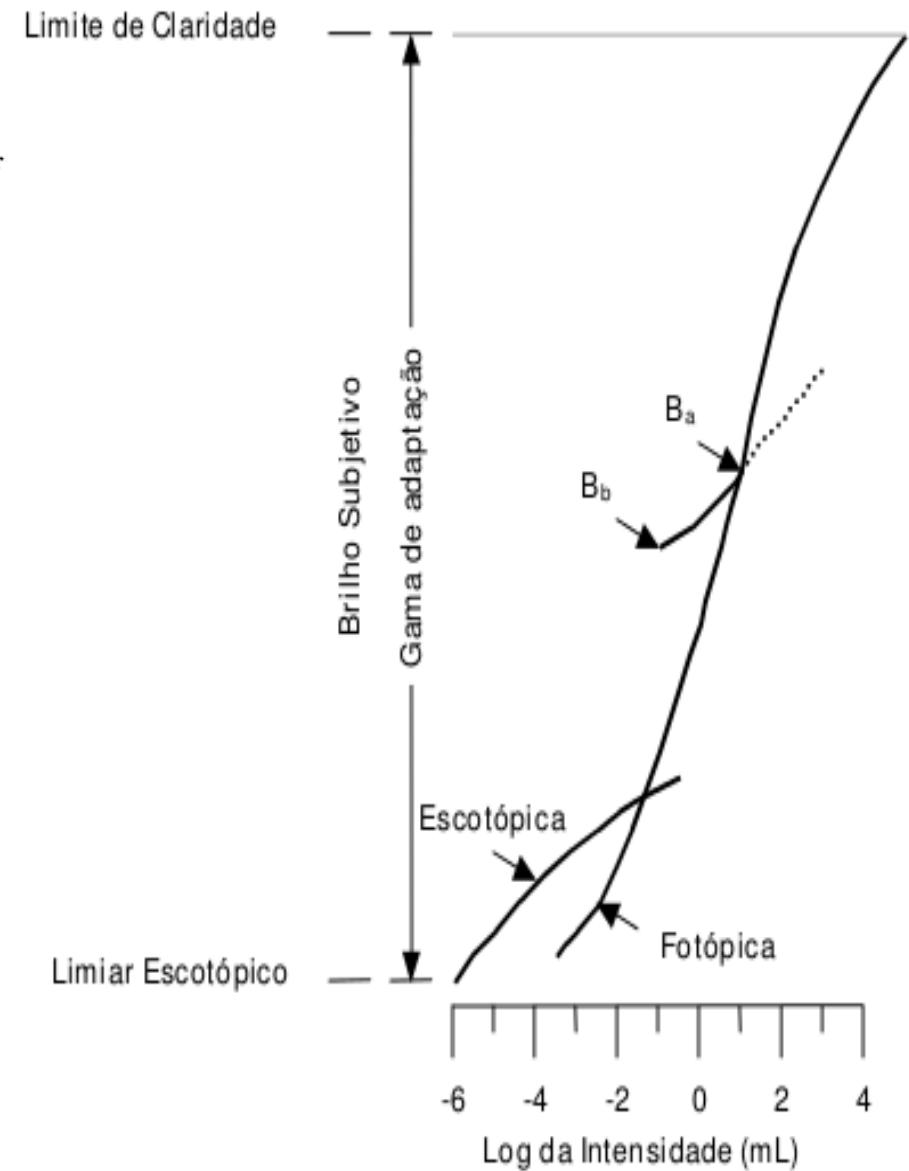
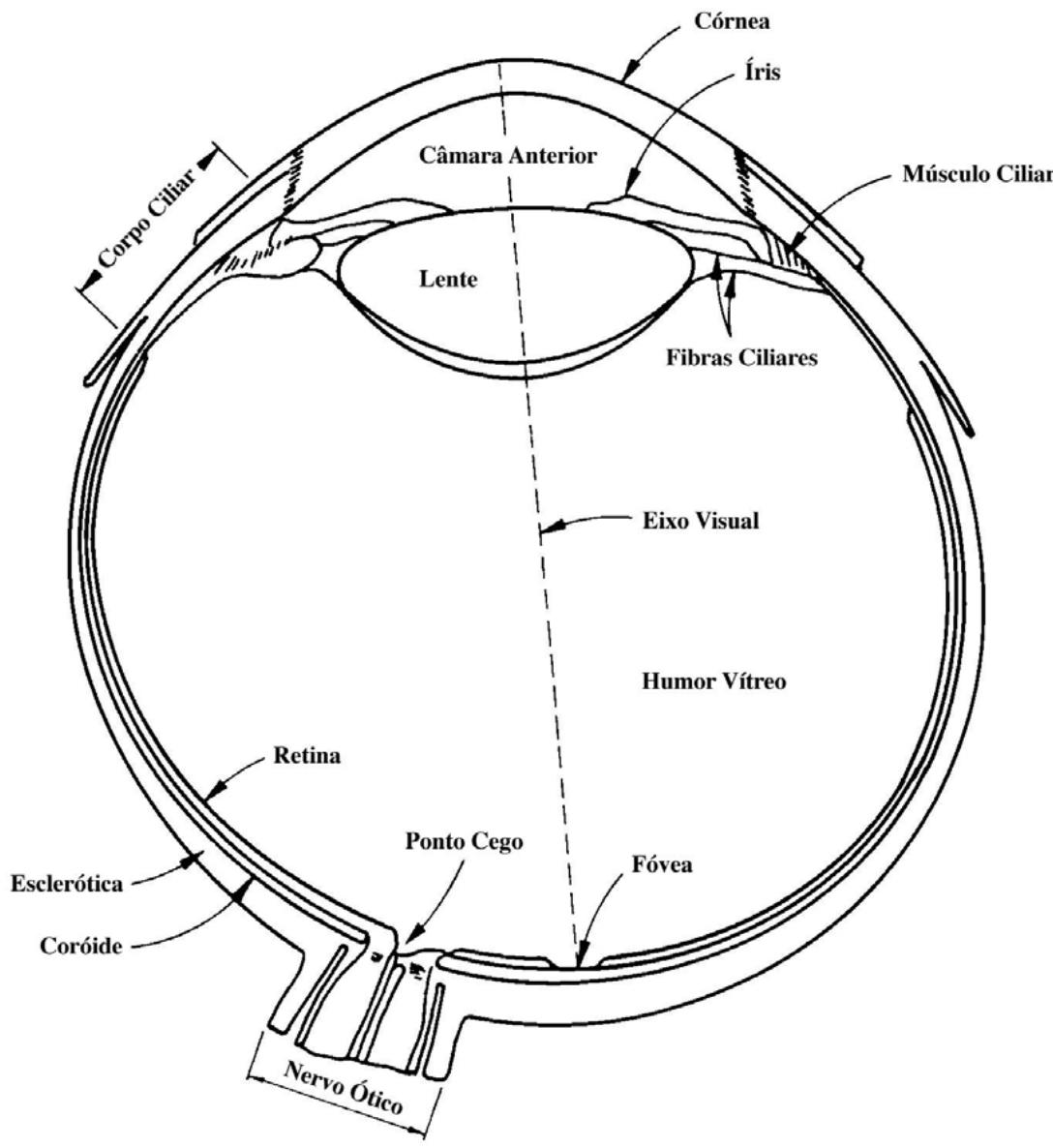
Visão Humana: abrange operações fisiológicas do olho humano, seu processo de conversão da radiação eletromagnética do espectro visível em sinais neuronais e operações de processamento de baixo, médio e alto nível que ocorrem em diversas áreas do cérebro.



1.2 Características do Sistema Visual

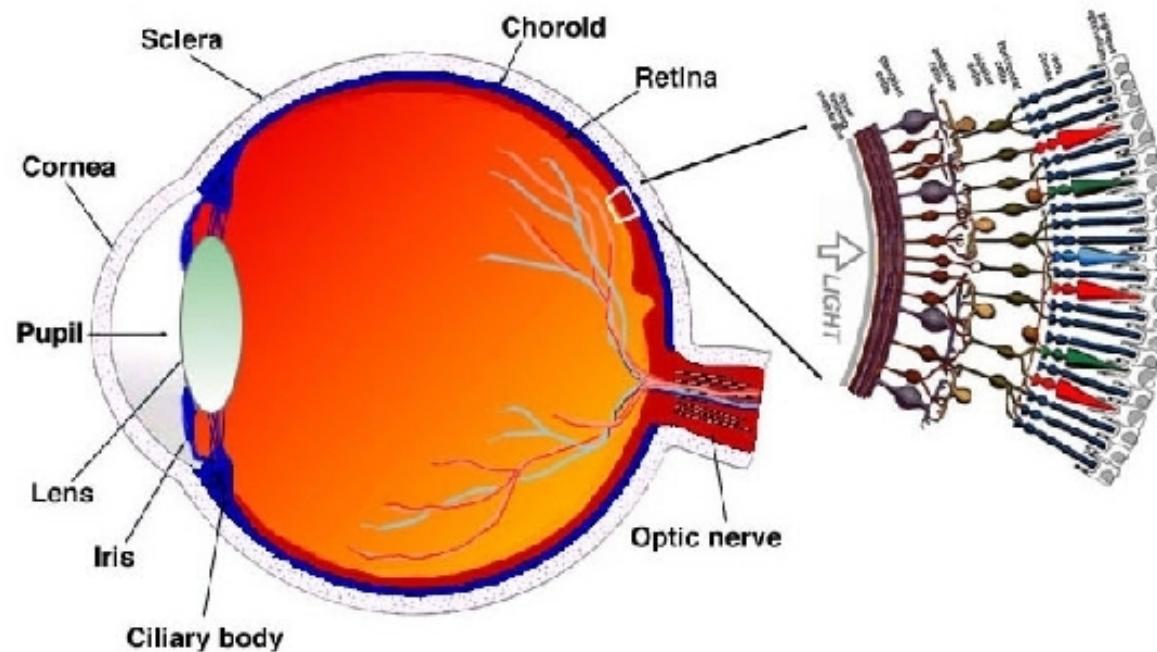
- * assimilação da informação;
- * eficiência do processamento;
- * diversidade do ambiente (visão escotópica e visão fotópica).





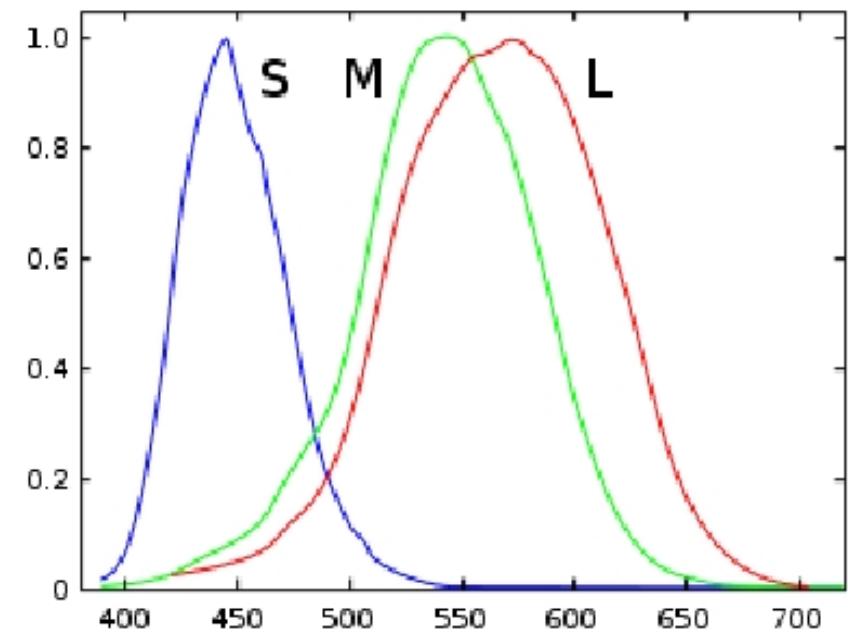
Vista em corte do olho humano (esquerda) e curva que relaciona a sensação subjetiva de brilho com o logaritmo da intensidade luminosa incidente sobre o olho humano (direita).

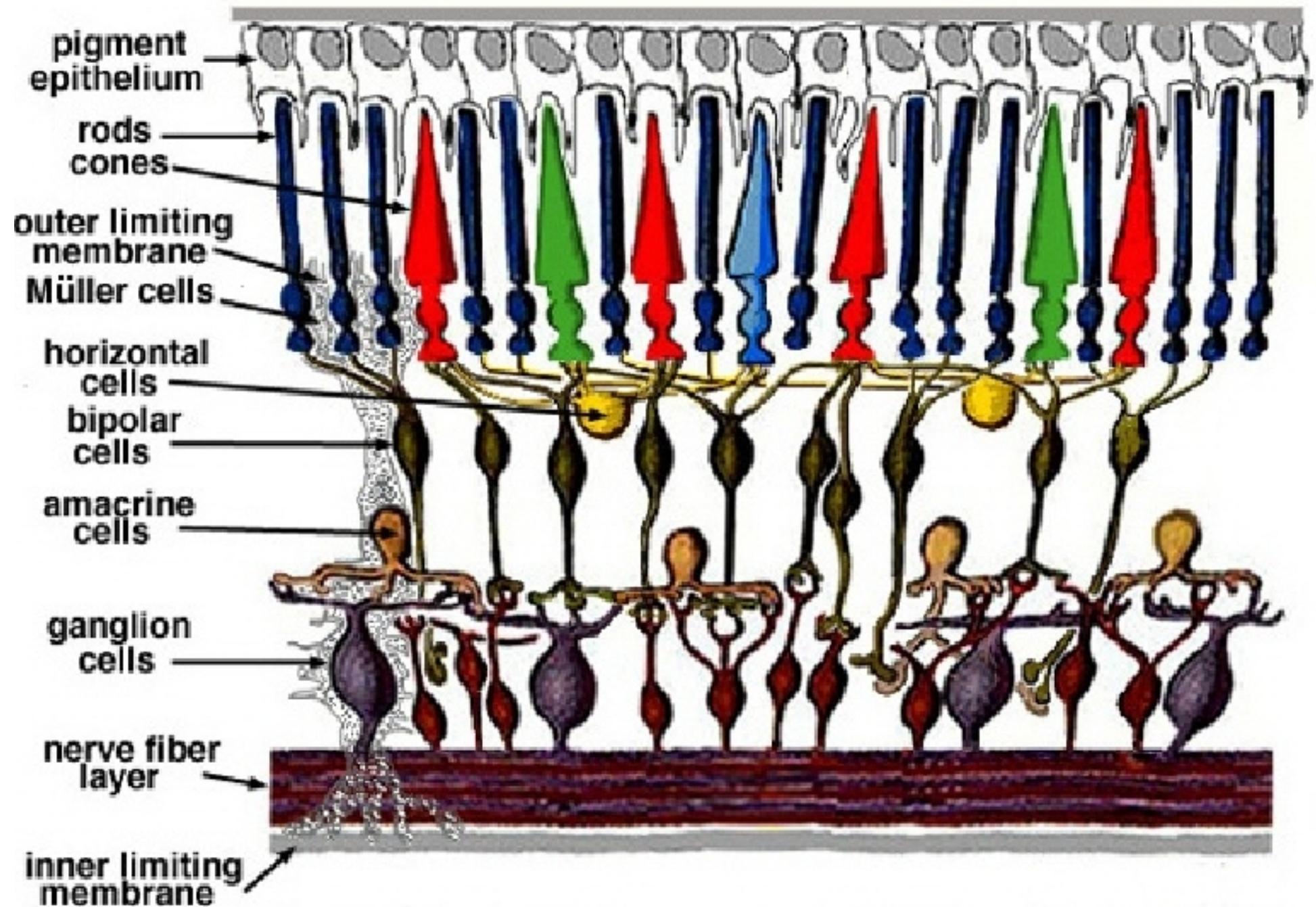
(Fonte: Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Processamento Digital de Imagens, 3^a ed., 2010)

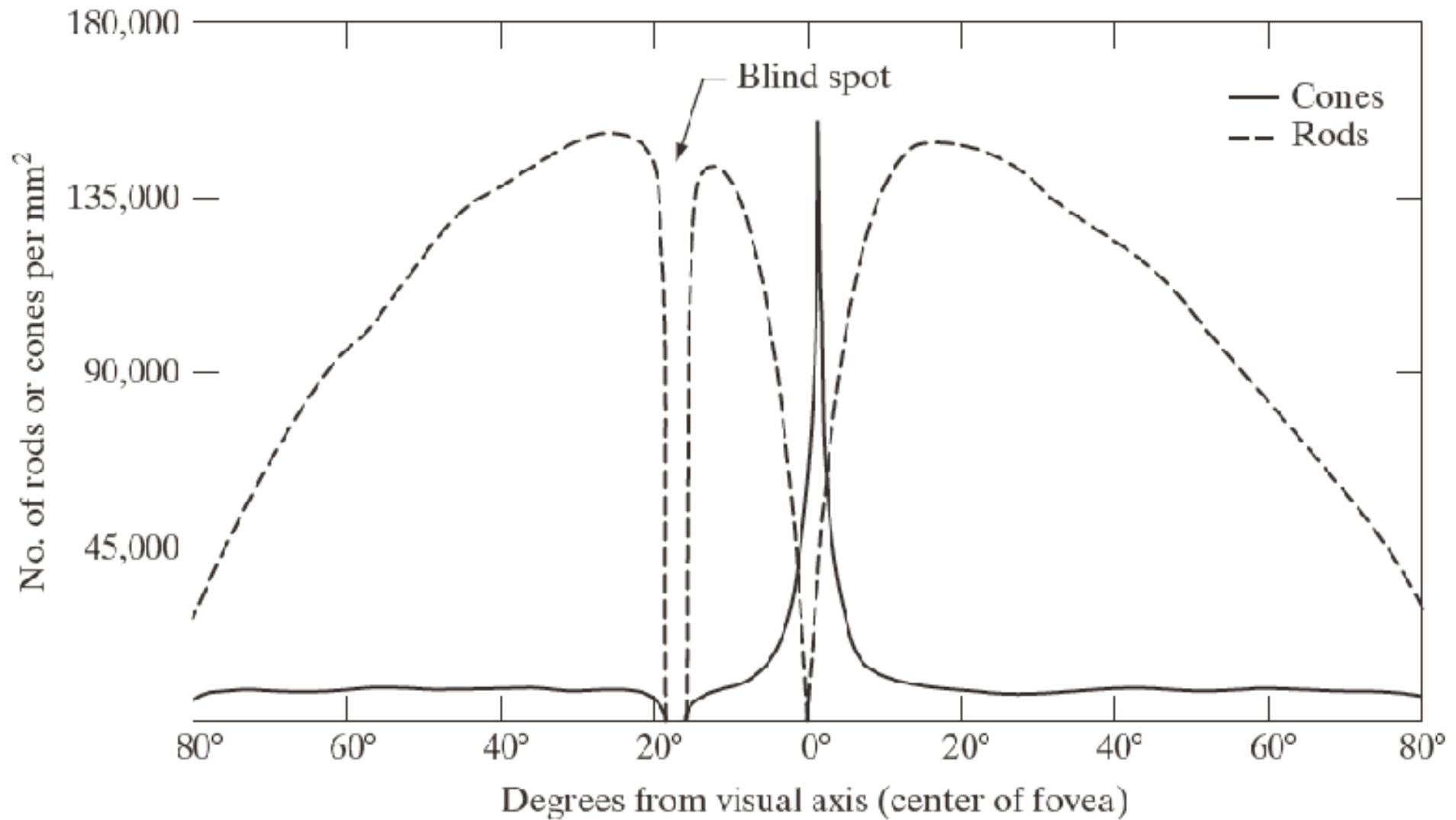


Cones e bastonetes (rods)

- Cones: (S, M, L) – 5 milhões
 - níveis “normais” de luz,
 - permitem a percepção de luz
 - localizados no centro da retina (detalhes da imagem)
- Bastonetes – 100 milhões
 - distribuídos na retina
 - níveis baixos de luz







1.3 Concepção de um Sistema de Visão Artificial

Visam, com auxílio do conhecimento de diversas áreas, obter um conjunto de técnicas e metodologias que possam dar suporte ao desenvolvimento de teorias e produtos eficientes e confiáveis para aplicações práticas.

Ex.: automatização dos processos de controle de qualidade; identificação e classificação de produtos e exploração de ambientes diversos.

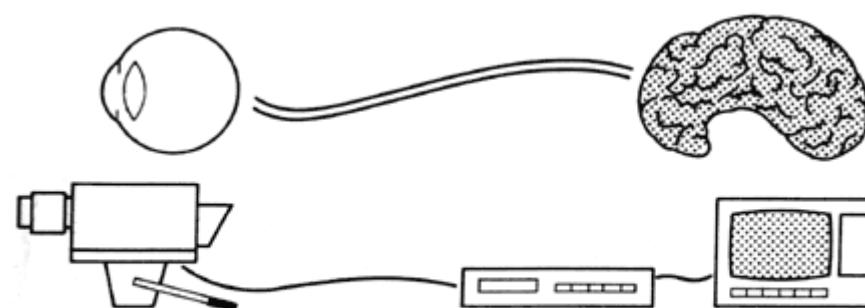
sensores de visão

(aquisição de imagens)
(melhor contraste e qualidade)
(redução de processamento)



hardware de digitalização

(imagem na memória)
(quantificar a qualidade,
o contraste, as cores)



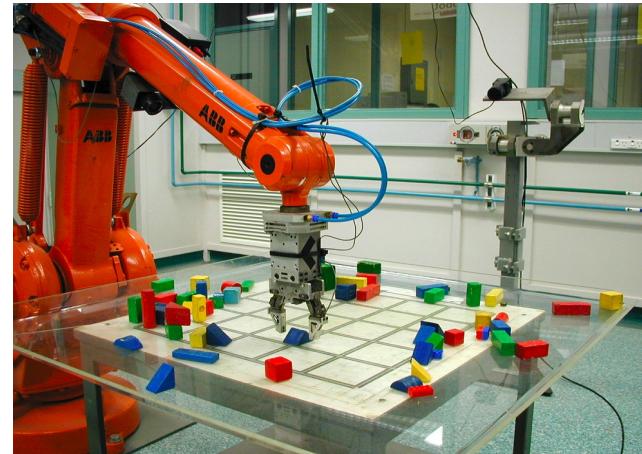
computador

(executar algoritmos)
(processamento)
(tomada de decisões)



1.4 Exemplos de Processamento de Imagens

1.4.1 Tarefas Industriais



* pesquisa e desenvolvimento * gerenciamento robótico

* inspeção visual

1.4.2 Reconhecimento de Padrões



OCR: Optical Character Recognition

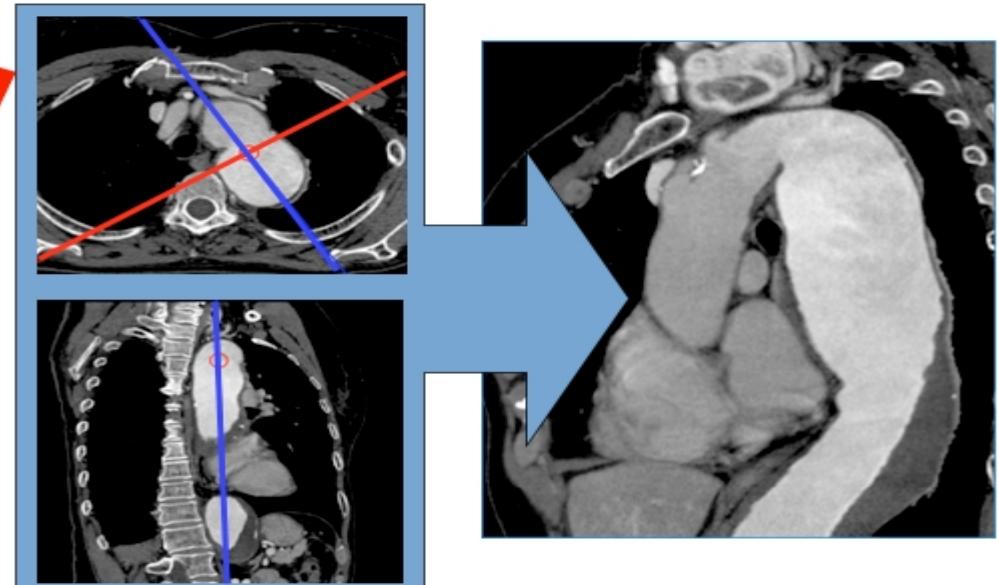
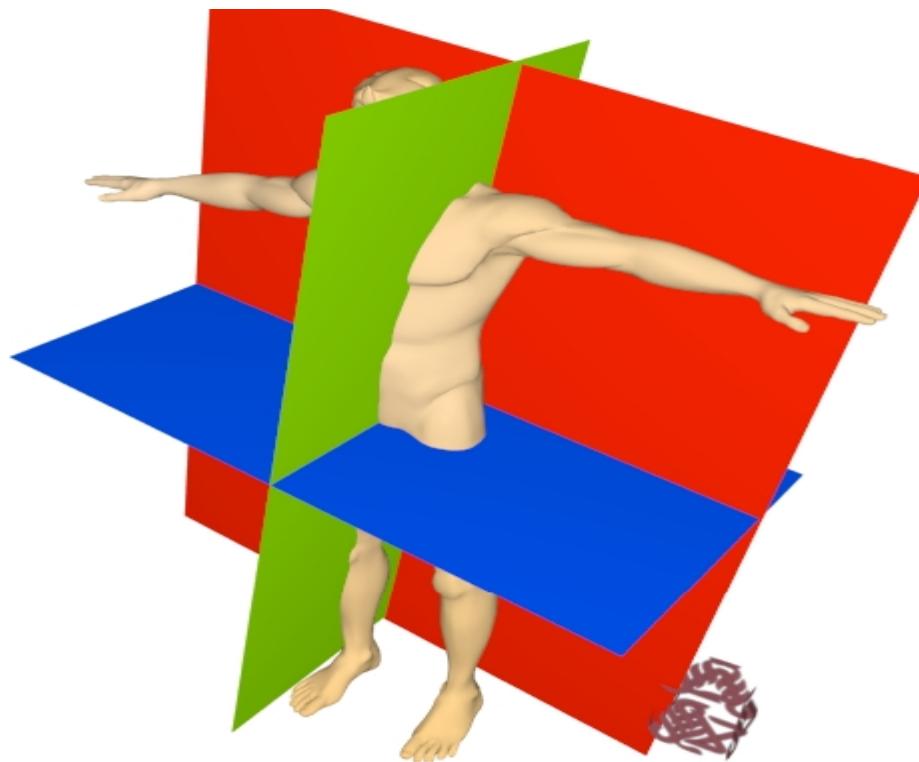


AFIS: Automatic Fingerprints Identification System



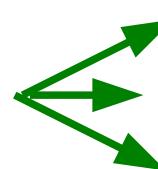
???

1.4.3 Reconstrução 3D



1.5 Arquitetura de um Sistema de Visão Artificial

Tratamento de imagem varia segundo:



natureza
qualidade
conhecimento da cena

Classificação do processamento digital de imagem (grau de abstração):



Baixo nível: os dados de entrada são pixels da imagem original e os dados de saída representam propriedades da imagem, na forma de valores numéricos associados a cada pixel.

Médio nível: o resultado é uma lista de características.

Alto nível: produz, a partir das características, uma interpretação do conteúdo da imagem.

Alto Nível

interpretação



Médio Nível

representação



Baixo Nível

pré-processamento



aquisição



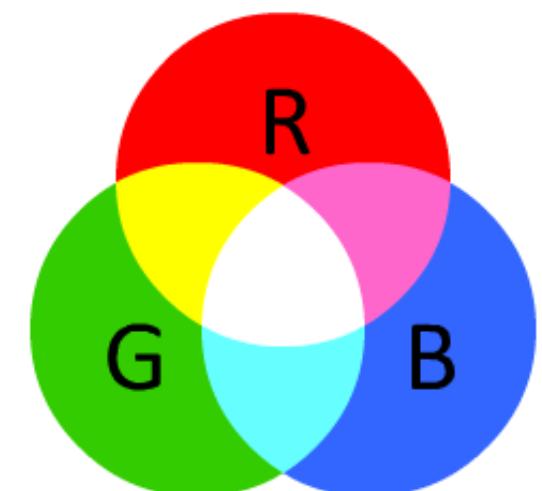
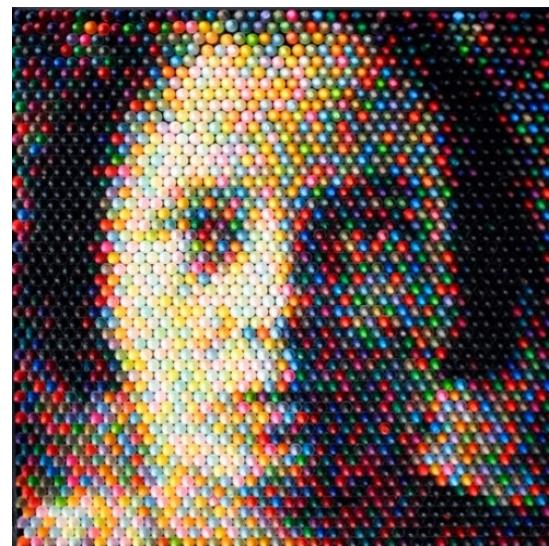
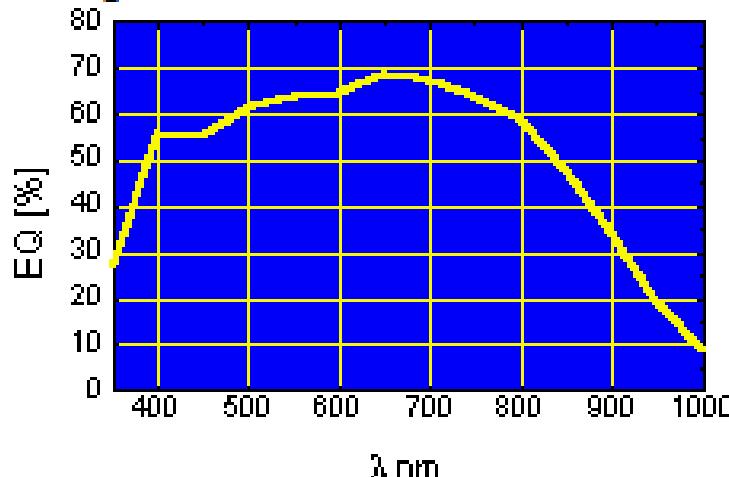
Tabela 1 - Comparação entre o sistema visual humano e um sistema de visão artificial.

	Sistema visual humano	Sistema de visão artificial
Especro	Limitado à faixa de luz visível (300 nm a 700 nm) do espectro de ondas eletromagnéticas.	Pode operar em praticamente todo o espectro de radiações eletromagnéticas, dos raios X ao infravermelho.

The diagram shows the visible light spectrum as a horizontal bar divided into color segments: violet, blue, green, yellow, orange, and red. Below this bar is a numerical scale from 400 to 700, labeled 'Comprimento de onda (x10⁻⁹m)'. Above the visible spectrum, the electromagnetic spectrum is shown as a wider horizontal bar with various regions labeled: 'Raios Gama', 'Raios-X', 'ultra violeta', 'infra vermelho', 'radar', 'FM TV', 'ondas curtas', and 'AM'. A dashed line connects the end of the visible spectrum to the 'infra vermelho' region. An arrow points upwards from the center of the visible spectrum towards the 'ultra violeta' region, with the word 'Visível' written below it.

Flexibilidade	Extremamente flexível, capaz de se adaptar a diferentes tarefas e condições de trabalho.	Normalmente inflexível, apresenta bom desempenho somente na tarefa para a qual foi projetado.
Habilidade	Pode estabelecer estimativas relativamente precisas em assuntos subjetivos.	Pode efetuar medições exatas, baseadas em contagem de pixels e, portanto, dependentes da resolução da imagem digitalizada.
Cor	Possui capacidade de interpretação subjetiva de cores.	Mede objetivamente os valores das componentes R, G e B para determinação de cor.

Temperatura do CCD: 170 K



Sensibilidade	<p>Capaz de se adaptar a diferentes condições de luminosidade, características físicas da superfície do objeto e distância ao objeto.</p> <p>Limitado na distinção de muitos níveis diferentes de cinza, simultaneamente.</p>	<p>Sensível ao nível e padrão de iluminação, bem como à distância em relação ao objeto e suas características físicas.</p> <p>Pode trabalhar com centenas de tons de cinza, conforme projeto do digitalizador.</p>
Tempo de resposta	Elevado, da ordem de 0,1 s.	Dependente de aspectos de hardware, podendo ser tão baixo quanto 0,001 s.



(a)



(b)



(c)

2-D e 3-D

Pode executar tarefas 3-D e com múltiplos comprimentos de onda (dentro do espectro de luz visível) facilmente.

Executa tarefas 2-D com relativa facilidade, mas é lento e limitado em tarefas 3-D.

Percepção

Percebe variações de brilho em escala logarítmica. A interpretação subjetiva de brilho depende da área ao redor do objeto considerado.

Pode perceber brilho em escala linear ou logarítmica.

