

PSE1545 – Psicologia Sensorial

3ªfeira, das 14 as 16hs

Visão 2

Prof. Dr. Marcelo Fernandes da Costa

Profa. Dra. Daniela M. O. Bonci

Profa. Dra. Mirella Gualtieri

Departamento de Psicologia Experimental

Instituto de Psicologia USP

A Organização Laminar da Retina

Anatomia da Retina

Apresenta 10 camadas distintas

- ✓ Camadas de células (corpos celulares)
- ✓ Camadas de integração funcional (locais de sinapses)

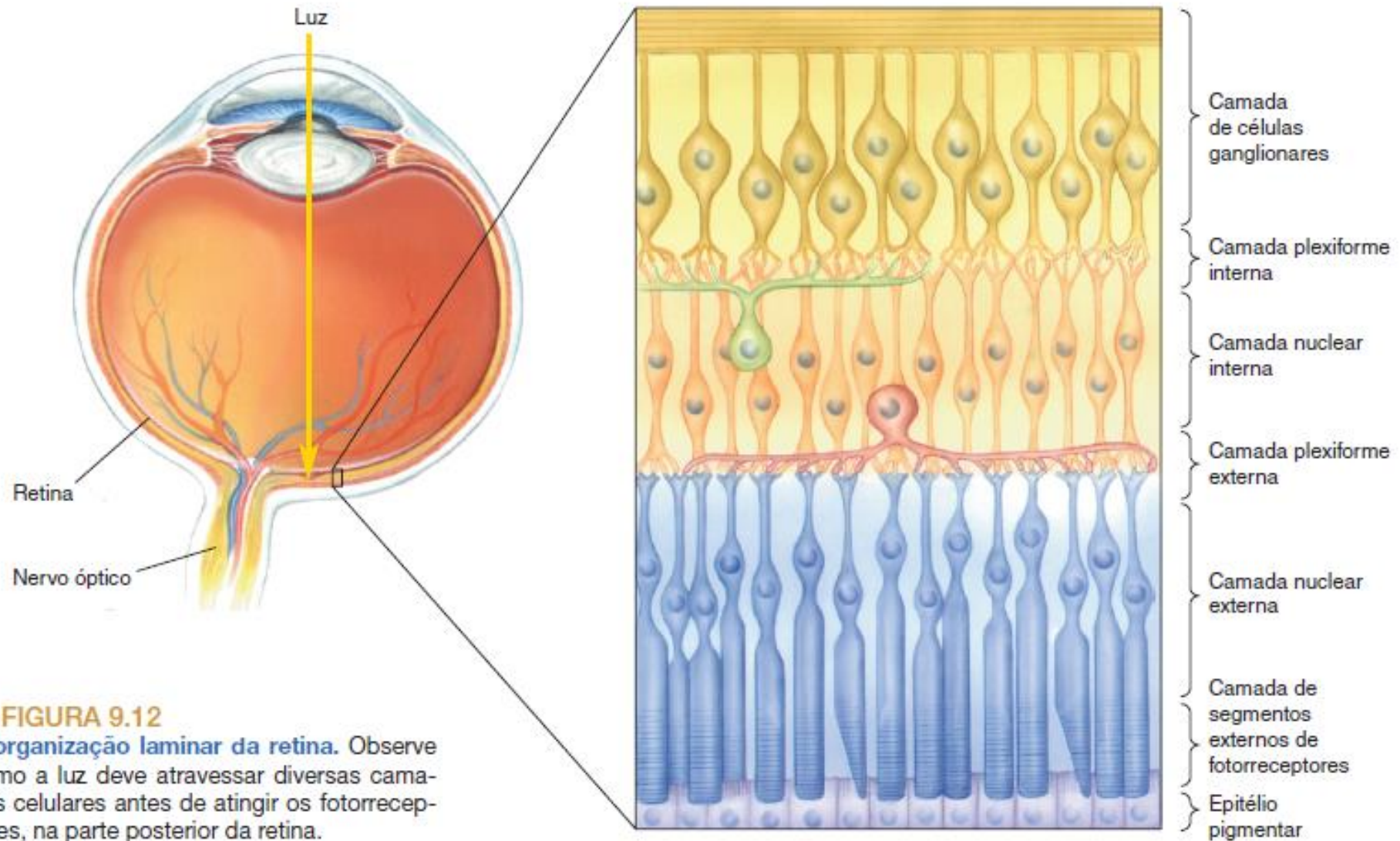
Células de sustentação (c. glias)

- ✓ Homeostase
- ✓ Estrutura

Vascularização e nutrição

- ✓ Interna e externa

A Organização Laminar da Retina

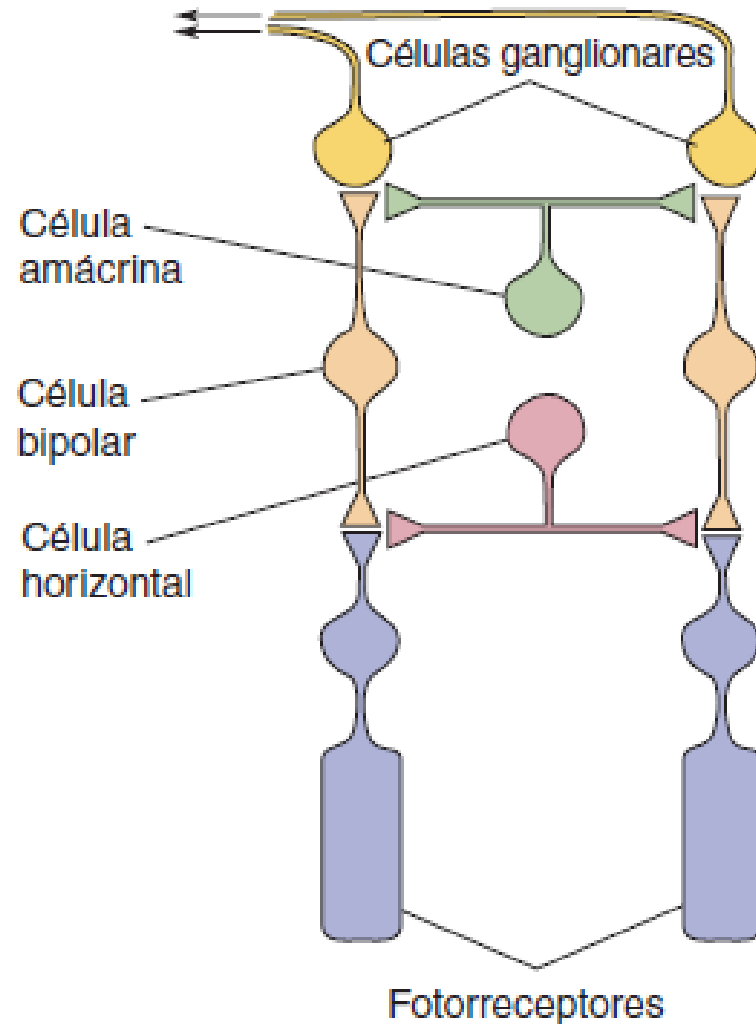


▲ **FIGURA 9.12**

A organização laminar da retina. Observe como a luz deve atravessar diversas camadas celulares antes de atingir os fotorreceptores, na parte posterior da retina.

A Organização Laminar da Retina

Axônios de células ganglionares projetando-se para o prosencéfalo



▲ FIGURA 9.11

O sistema básico de processamento da informação na retina. A informação sobre a luz flui dos fotorreceptores para as células bipolares e daí para as células ganglionares, as quais projetam axônios para fora do olho no nervo óptico. As células horizontais e amácrinas modificam as respostas das células bipolares e ganglionares via conexões laterais.

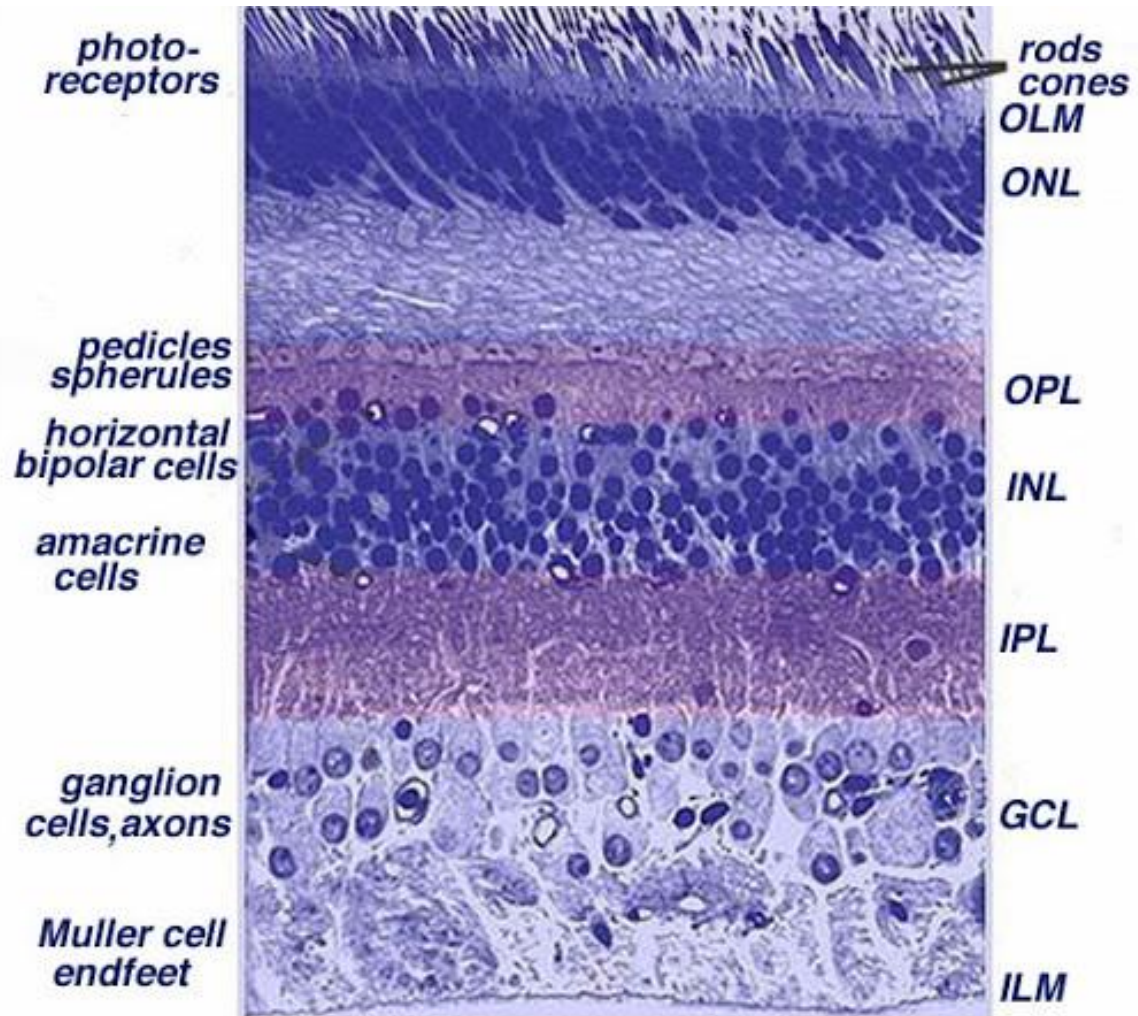
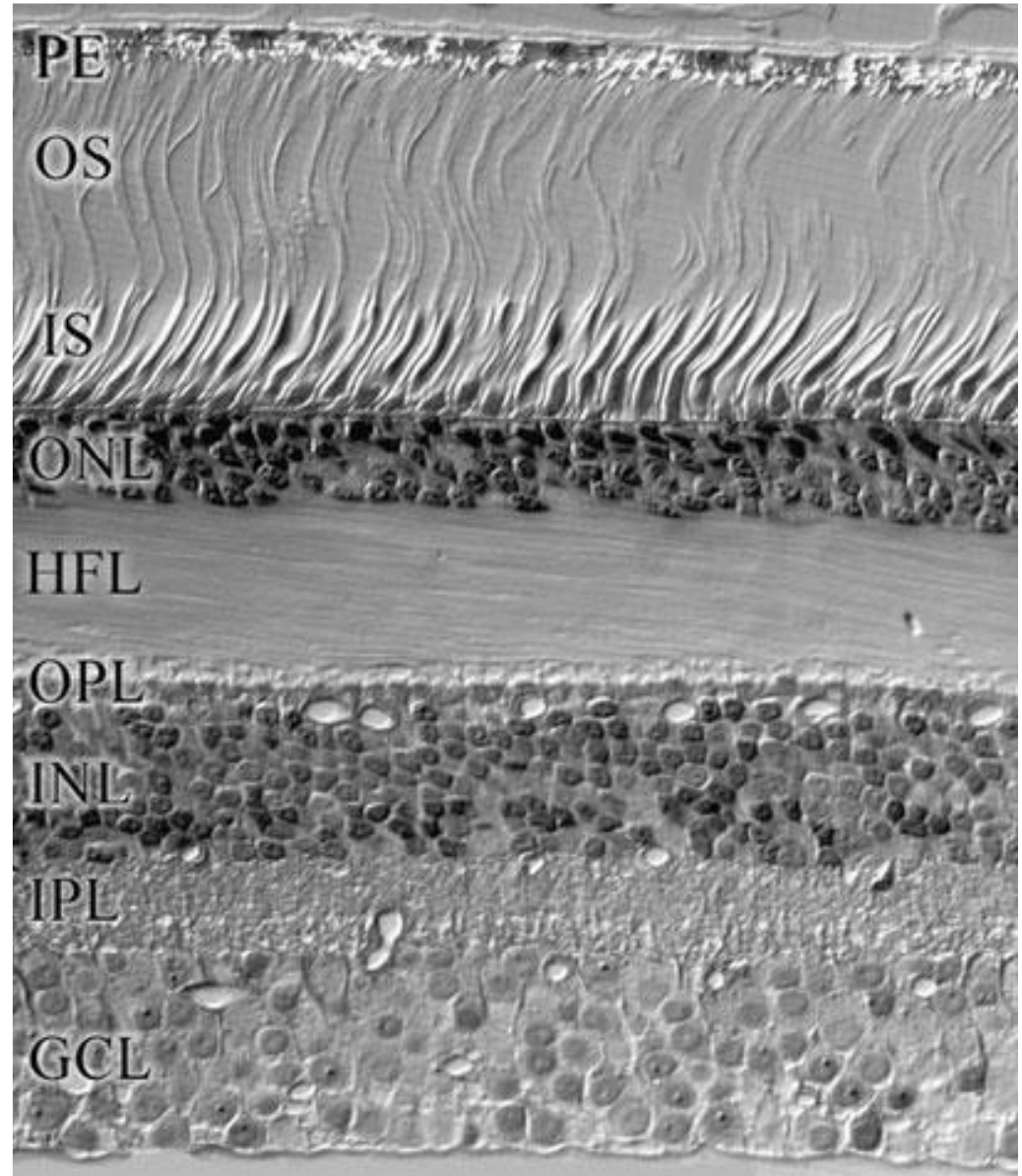


Fig. 3. Light micrograph of a vertical section through central human retina.

Retina humana

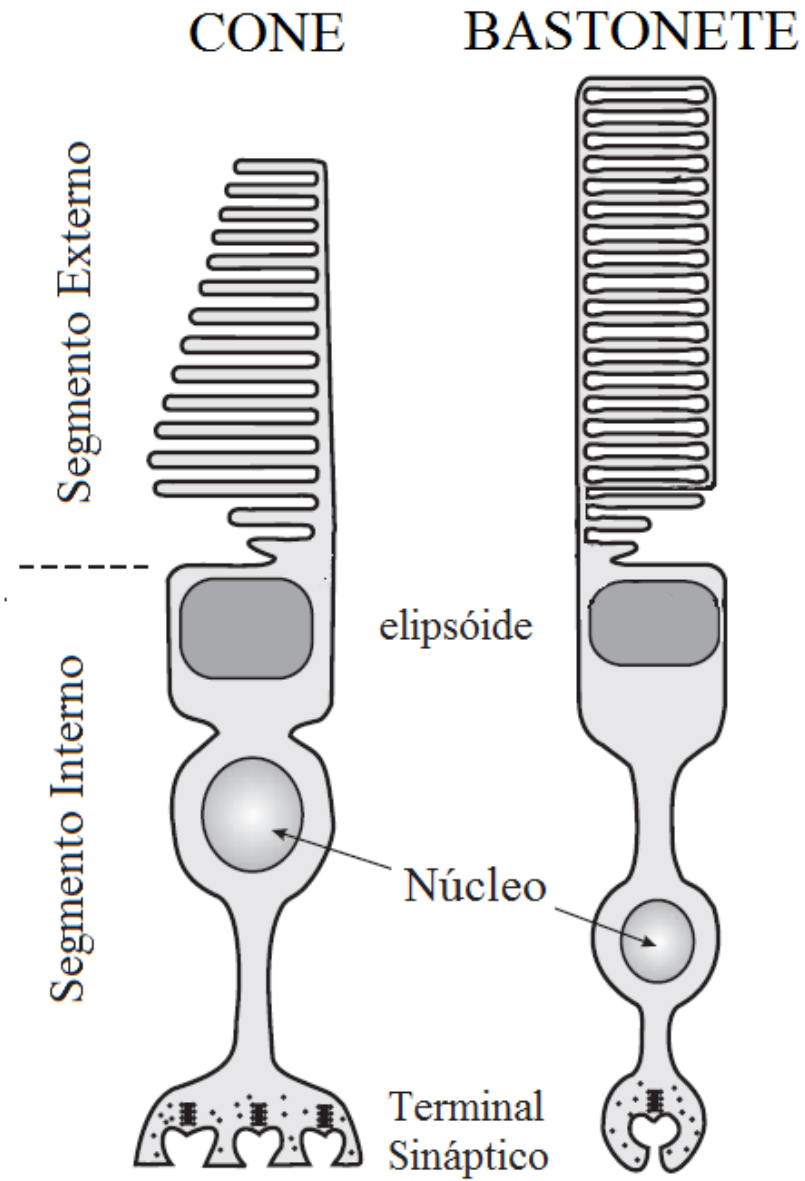


Retina macaco

1. *Com apenas uma exceção, as únicas células sensíveis à luz na retina são os fotorreceptores cones e bastonetes.* Todas as outras células são influenciadas pela luz apenas por meio de interações sinápticas diretas e indiretas com os fotorreceptores.
2. *As células ganglionares são a única fonte de sinais de saída da retina.* Nenhum outro tipo de célula da retina projeta axônios através do nervo óptico.

Receptor

- Variação de luz é muito grande em 24hs
- Controle de Iluminação retiniana ocorre por várias estratégias
 - Tamanho pupilar
 - Duplo sistema de receptores
 - Pigmentação de estruturas



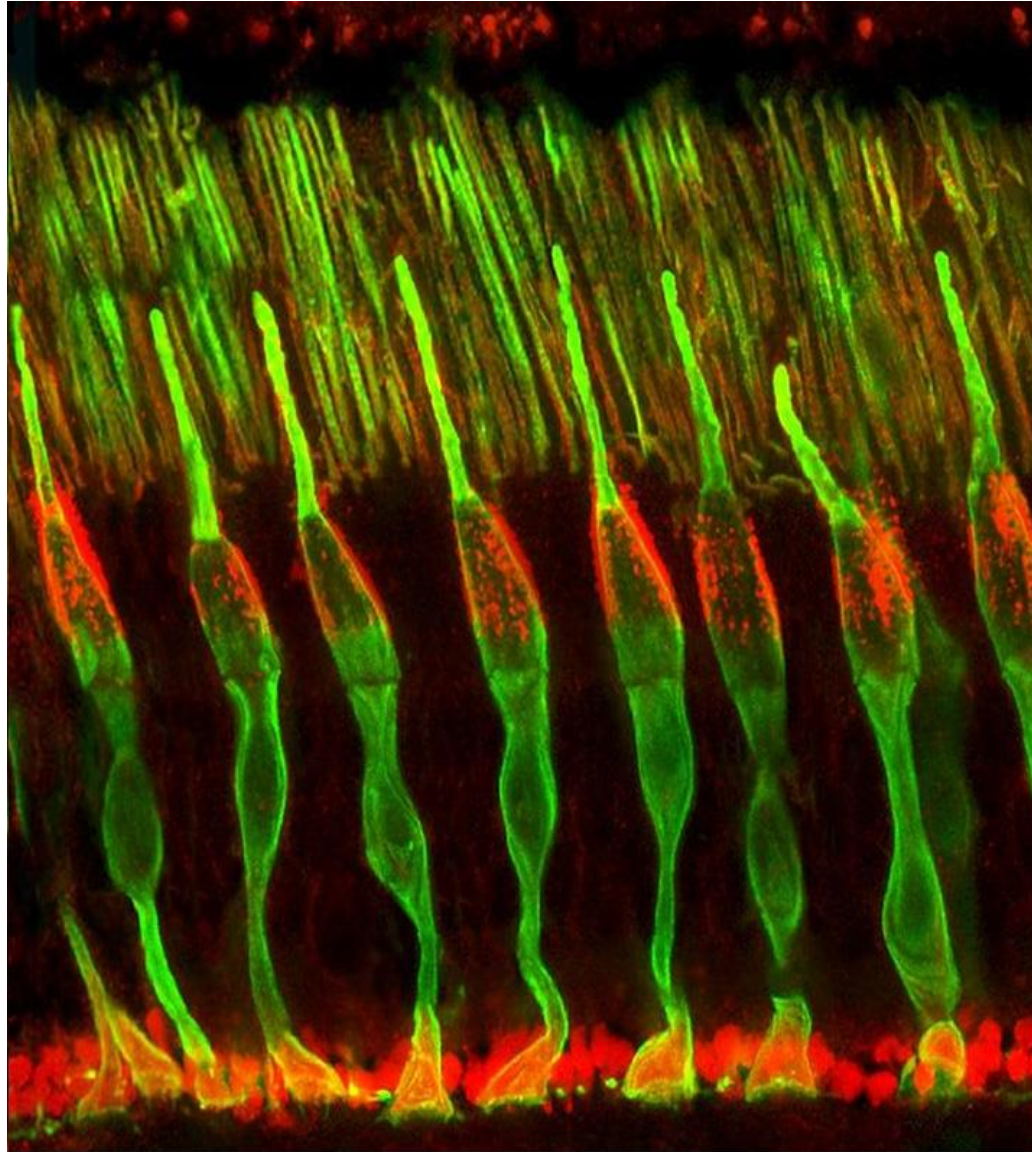
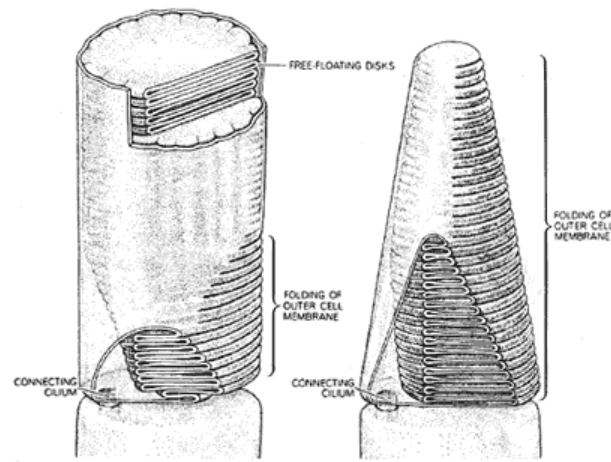
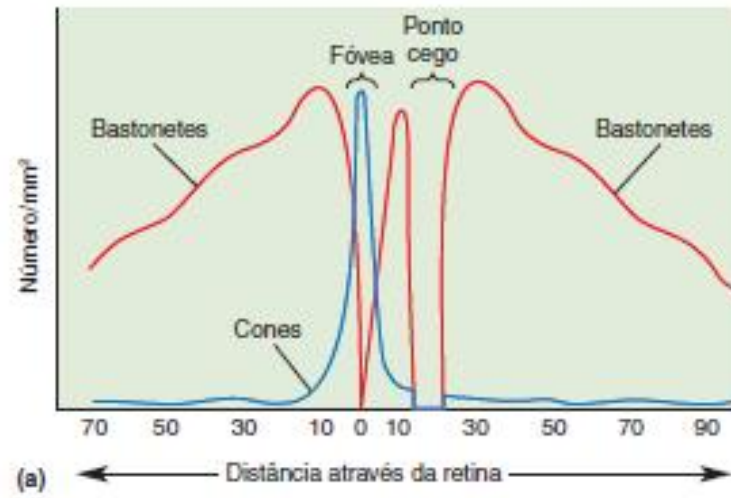


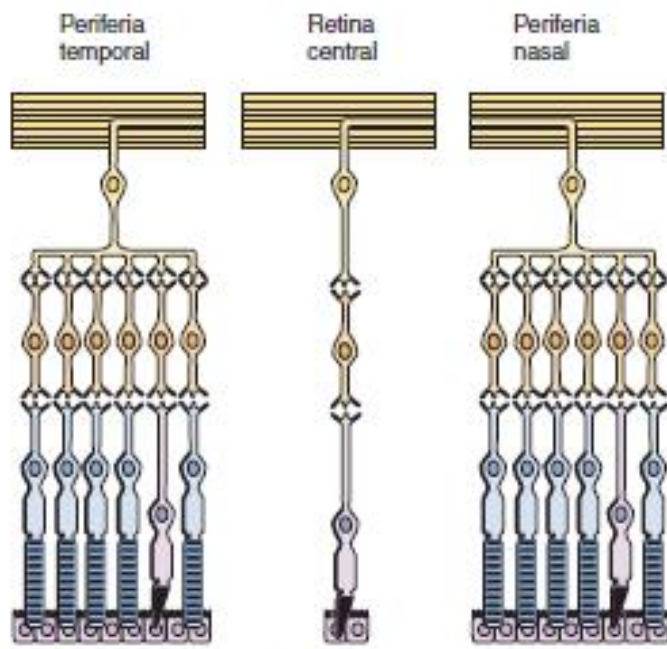
Fig. 01. Confocal micrograph to show the cones of the monkey retina. Monkey retinal sections were triple immunolabeled with antibodies against alpha-synuclein in red, and arrestin and rhodopsin in green to show the entire morphology of cones (green, elongated cells) from the outer segment to their axon terminals (pedicles), and rod outer segments (top green lines) and rod axon terminal (spherules, red dots). (from Cuenca 2009, first prize in Vision Research, Europe, 2009, www.vision-research.eu)



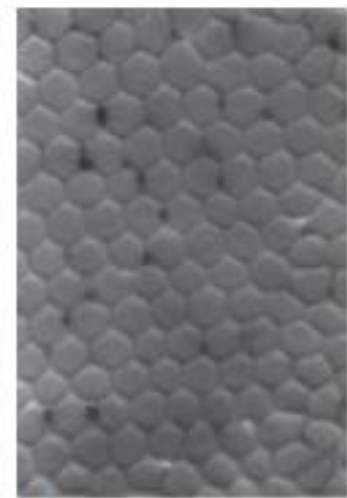
Bastonetes	Cones
Alta sensibilidade, especializada para visão noturna.	Baixa sensibilidade, especializada para visão diurna.
Mais fotopigmento.	Menos fotopigmento
Alta amplificação do estímulo, detecção de um único fóton.	Baixa amplificação do estímulo
Satura na luz do dia	Satura apenas em luz intensa
Baixa resolução temporal	Alta resolução temporal
Resposta lenta, longo tempo de integração.	Resposta rápida, curto tempo de integração.
Mais sensível à luz difusa Sistema de baixa acuidade	Mais sensível a raios axiais diretos. Sistema de alta acuidade



(a) ← Distância através da retina →



(b) Retina periférica Retina central Retina periférica



(c)



(d)

Acuidade Visual

- ✓ Capacidade de distinguir entre dois pontos próximos em 100% de contraste;
- ✓ Depende de fatores como: espaçamento dos fotorreceptores e precisão da refração do olho

Vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=r00eU3P2GjE>

- ✓ Clinicamente, a avaliação da visão espacial é de fundamental importância na rotina com os cuidados visuais;
- ✓ Praticamente todas as consultas oftalmológicas incluem a determinação da resolução espacial (acuidade visual), uma medida sensível da função visual.

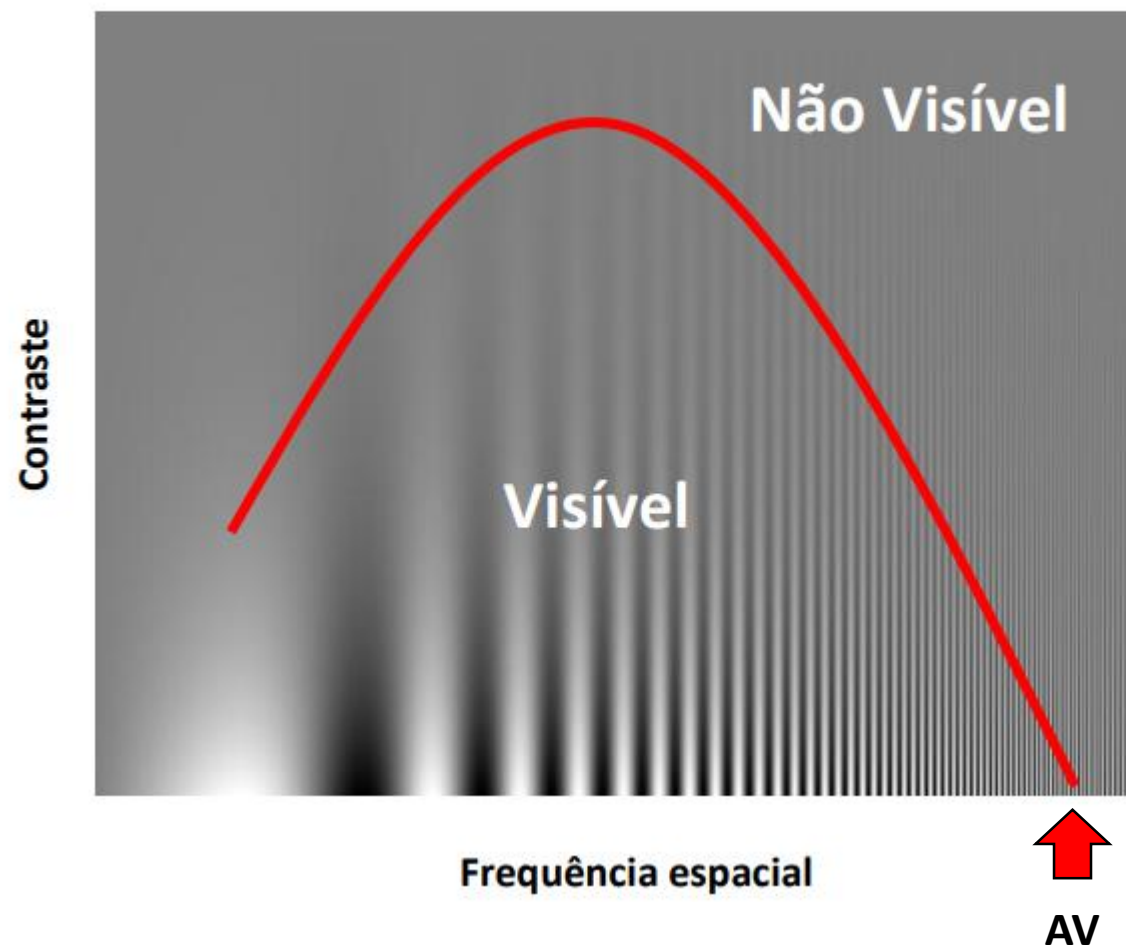
E	1	20/200
F P	2	20/100
T O Z	3	20/70
L P E D	4	20/50
P E C F D	5	20/40
E D F C Z P	6	20/30
F E L O P Z D	7	20/25
D E F P O T E C	8	20/20
L E F O D P C T	9	
F D P L T C E O	10	
P E Z O L C F T D	11	

Tabela de optotipos

100% de contraste

E	1	20/200
F P	2	20/100
T O Z	3	20/70
L P E D	4	20/50
P E C F D	5	20/40
E D F C Z P	6	20/30
F E L O P Z D	7	20/25
D E F P O T E C	8	20/20
L E F O D P C T	9	
F D P L T C E O	10	
P E Z O L C F T D	11	

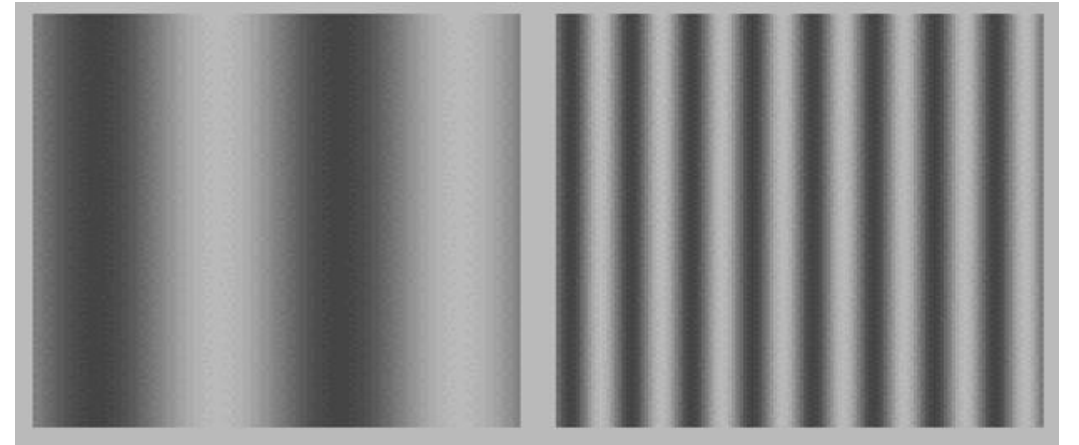
Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial Humano



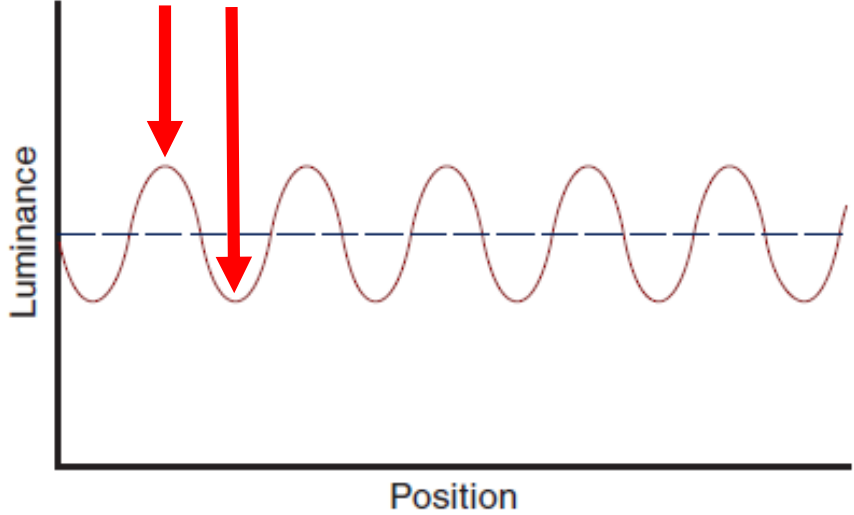
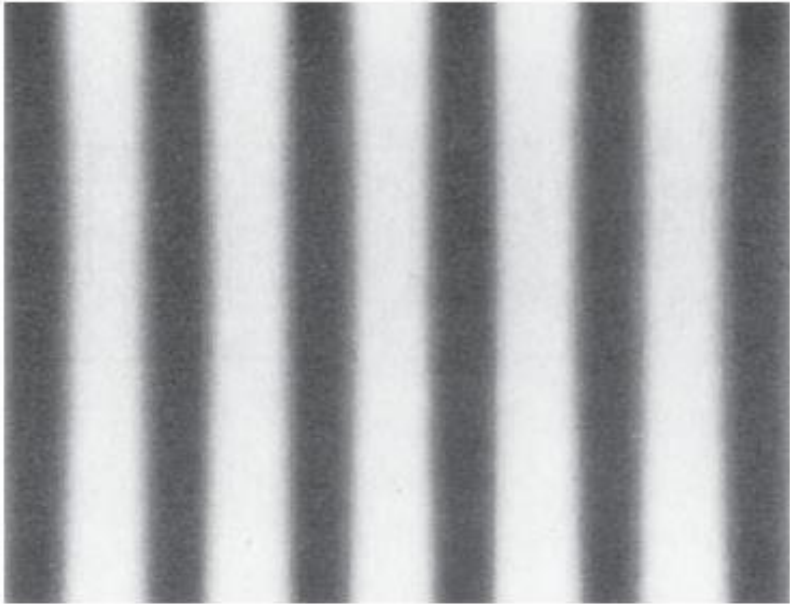
- ✓ De modo geral, vemos contornos quando há algum contraste de luz entre áreas adjacentes;
- ✓ O contraste permite que o sistema visual faça distinção de contornos graças às interações neurais criadas nos dois elementos receptores.



- ✓ Como estudar o complexo processo da visão espacial?
- ✓ A resposta é escolher um estímulo simples que sirva como blocos para a construção de um estímulo mais complexo.
- ✓ Grades de ondas senoidais servem para esse propósito!



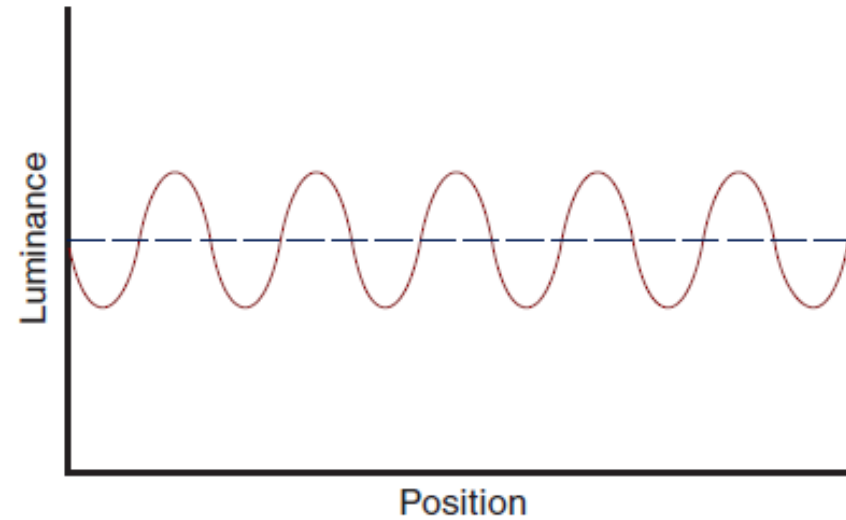
Grades de ondas senoidais



Grades de ondas senoidais

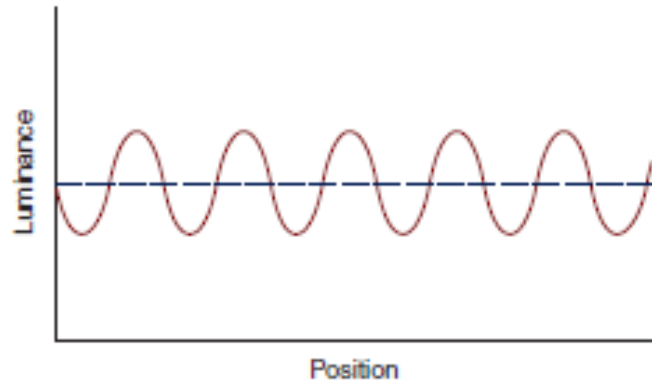
Para descrever uma grade de onda senoidal, é necessário especificar:

1. Frequência espacial;
2. Contraste;
3. Fase;
4. Orientação.

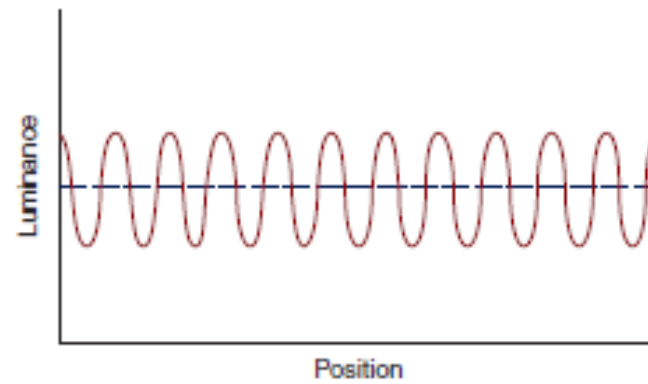


1. Frequência Espacial

Baixa frequência espacial



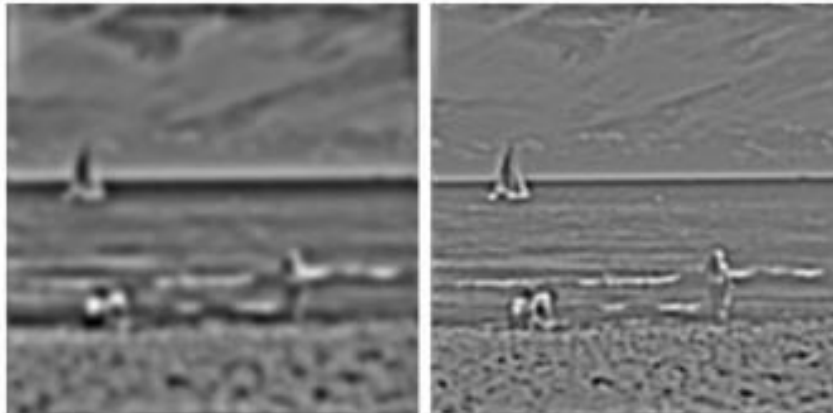
Alta frequência espacial



Low spatial frequencies
LSF



High spatial frequencies
HSF

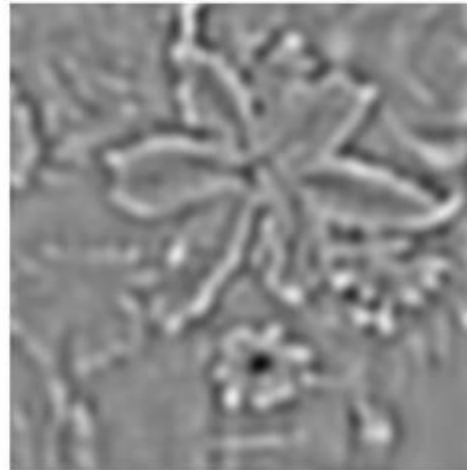
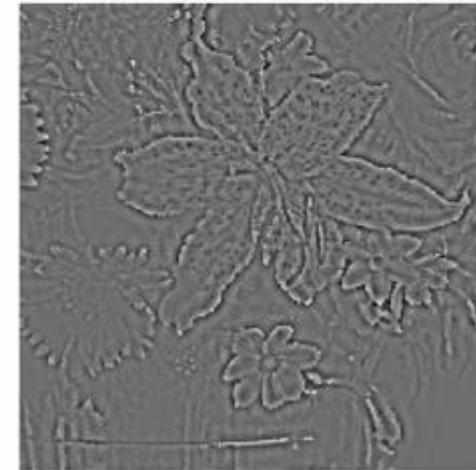


Peyrin & Musel, On the Specific Role of the Occipital Cortex in Scene Perception, 2012

'Low' spatial frequency filters encode coarse luminance variations in the world (e.g. large objects, overall shape)



'High' spatial frequency filters respond to the fine spatial structure of the world (e.g. small objects, detail)



Medium

Fine

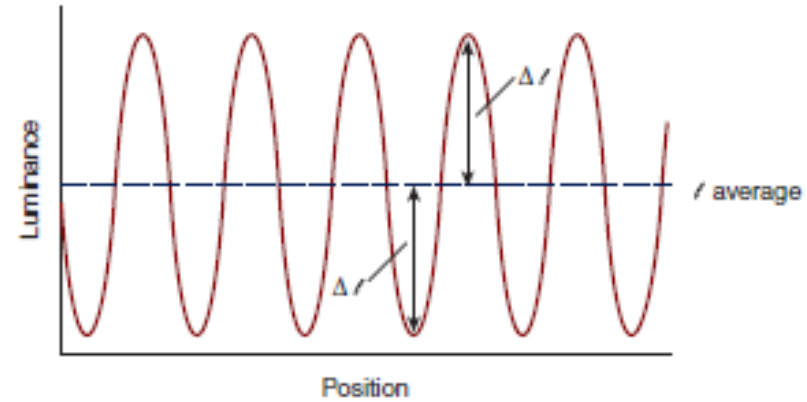
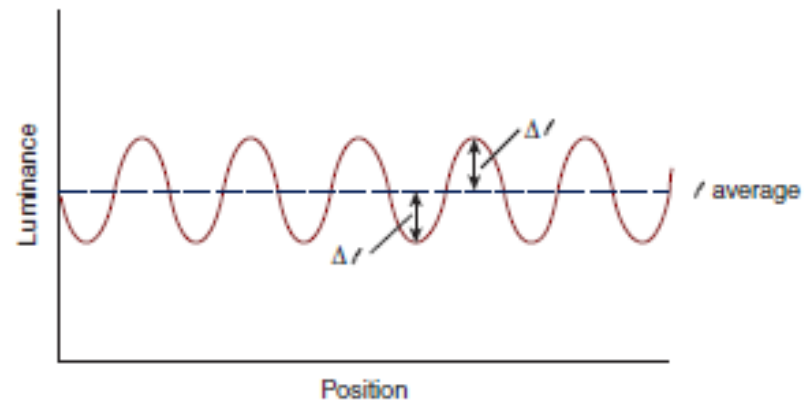
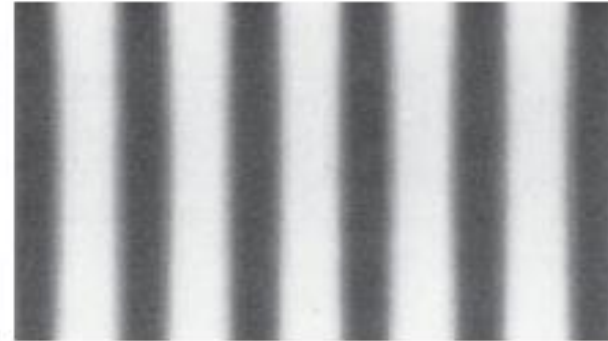
2. Contraste

Frequência espacial: igual
Contraste: diferente

Baixo Contraste



Alto Contraste



Baixo Contraste



Alto Contraste



Médio Contraste

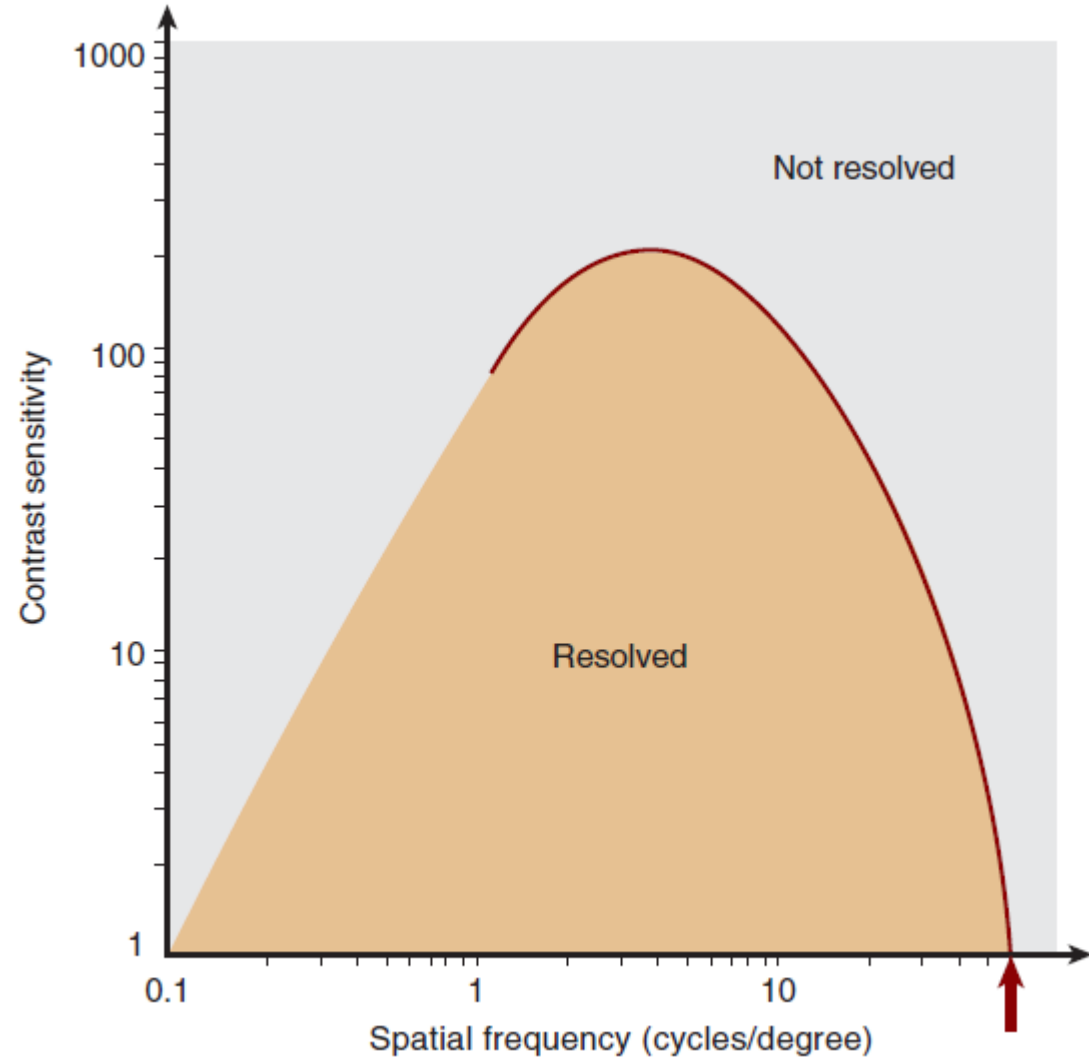


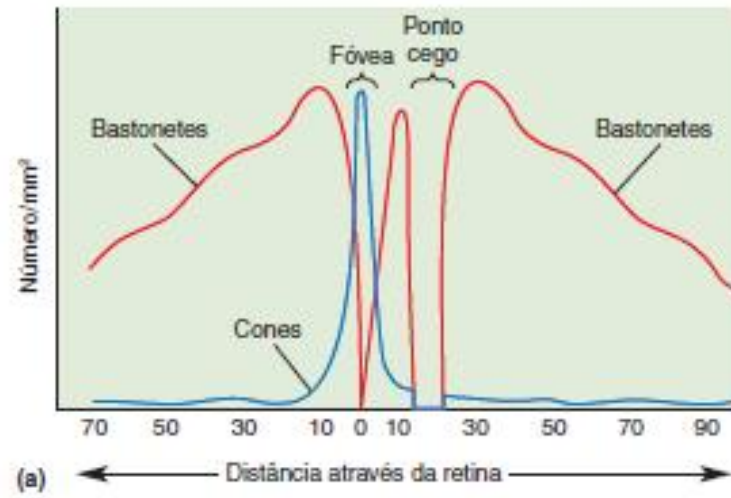
Tabela de optotipos

100% de contraste

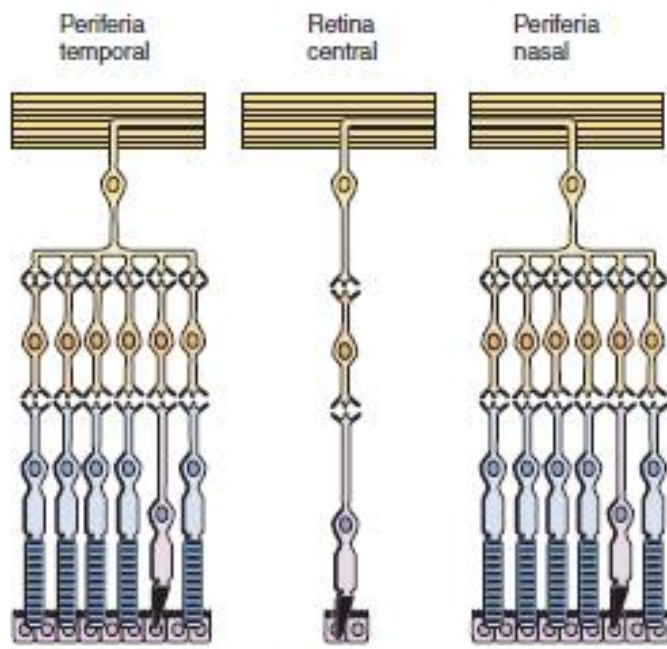
E	1	20/200
F P	2	20/100
T O Z	3	20/70
L P E D	4	20/50
P E C F D	5	20/40
E D F C Z P	6	20/30
F E L O P Z D	7	20/25
D E F P O T E C	8	20/20
L E F O D P C T	9	
F D P L T C E O	10	
P E Z O L C F T D	11	

Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial Humano

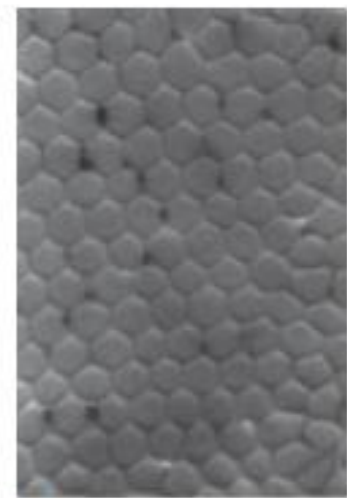




(a) ← Distância através da retina →



(b) Retina periférica Retina central Retina periférica

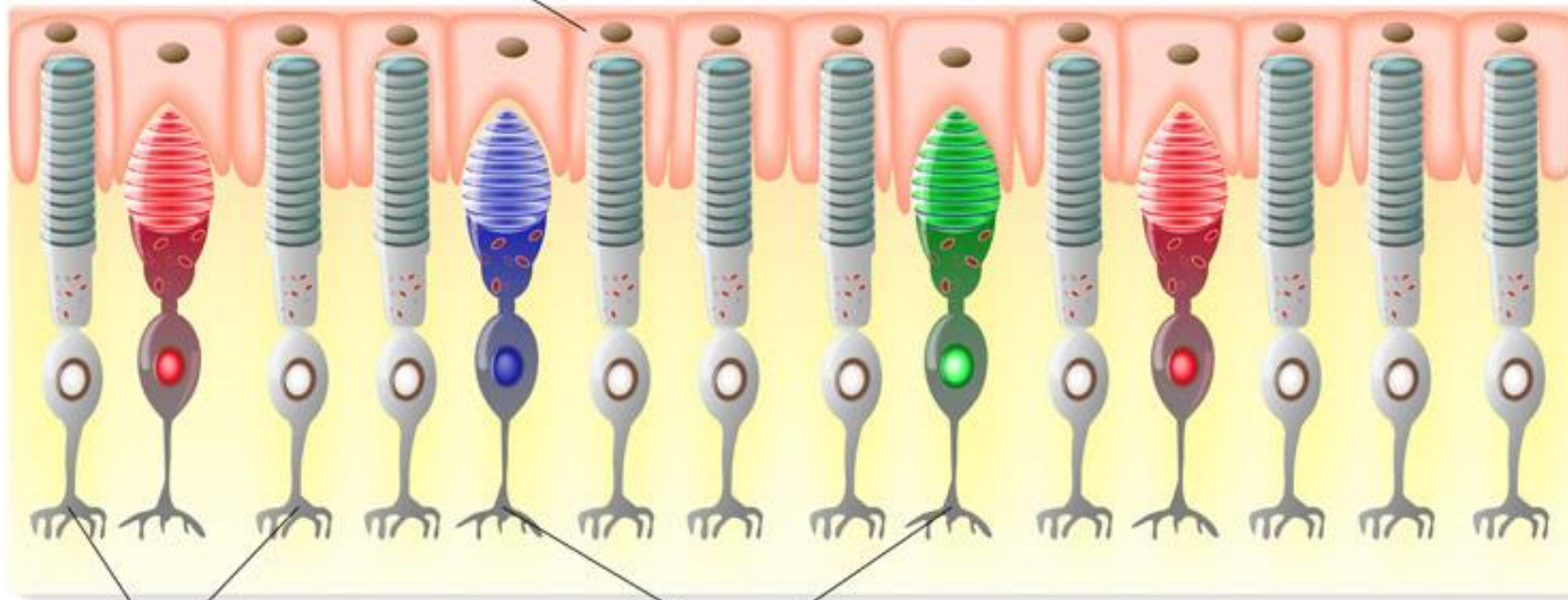


(c)



(d)

Retinal pigment epithelium



Rods

Cones

Retina humana existem 3 tipos de cones:



Cone L – com sensibilidade espectral máxima em comprimentos de onda longos



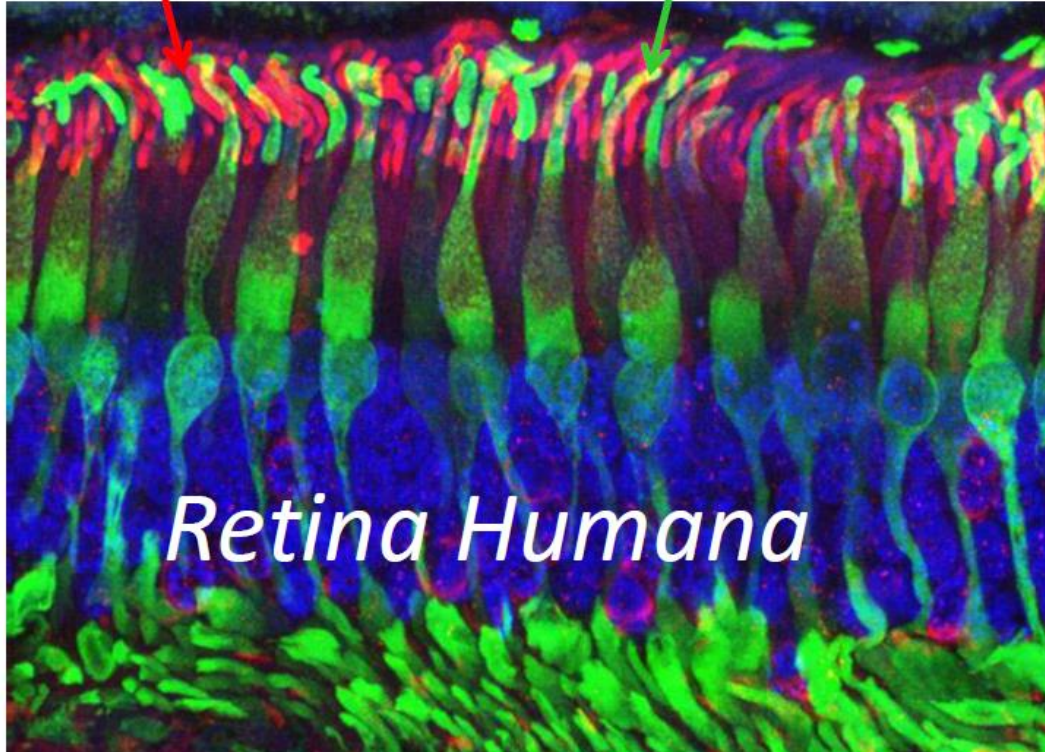
Cone M – com sensibilidade espectral máxima em comprimentos de onda médios



Cone S – com sensibilidade espectral máxima em comprimentos de onda curtos (*short*)

Bastonetes

Cones



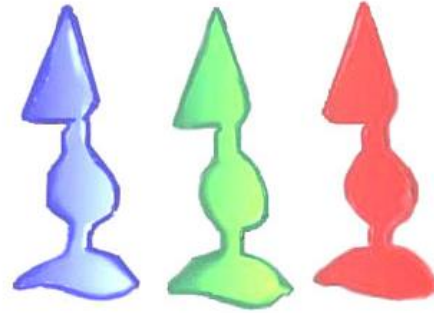
Retina Humana

Para que haja visão de cores é necessário:

- ✓ Dois ou mais tipos de fotorreceptores com sensibilidades espectrais diferentes;
- ✓ Substrato neural para comparar os sinais desses fotorreceptores;
- ✓ Observar um comportamento de discriminação de cores.

Tipos de visão de cores:

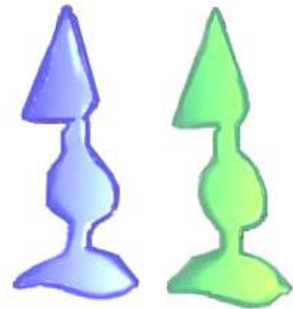
Tricromata



Espectro luminoso



Dicromata



Espectro luminoso



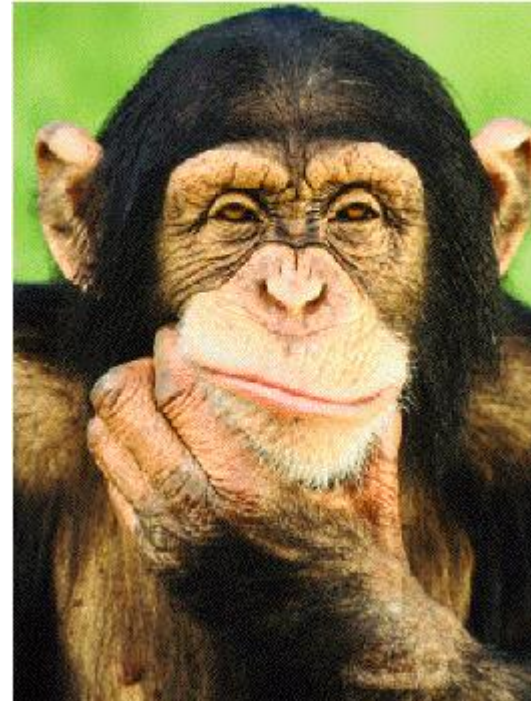
Monocromata



Espectro luminoso



Por que visão
de cores?





Bonci, Mull Island, Escócia, 2009



Bonci, Mull Island, Escócia, 2009

Detecção de folhas maduras

Dicromata



Tricromata



Bonci, 2009

Detecção de frutos maduros

Onde está o tomate mais maduro?

Dicromata



Neitz, 1999

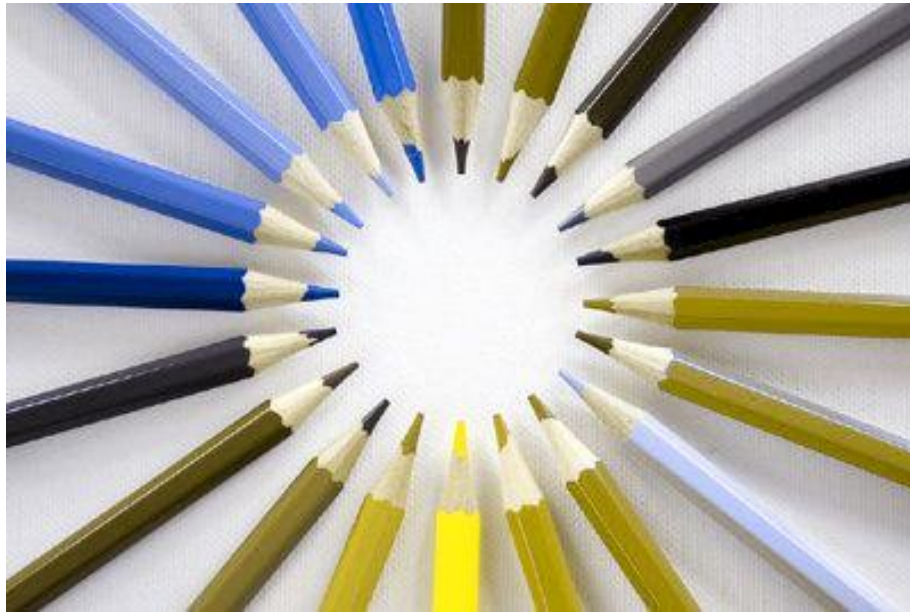
Tricromata



Tarefas diárias - humanos

Onde está o lápis vermelho?

Dicromata



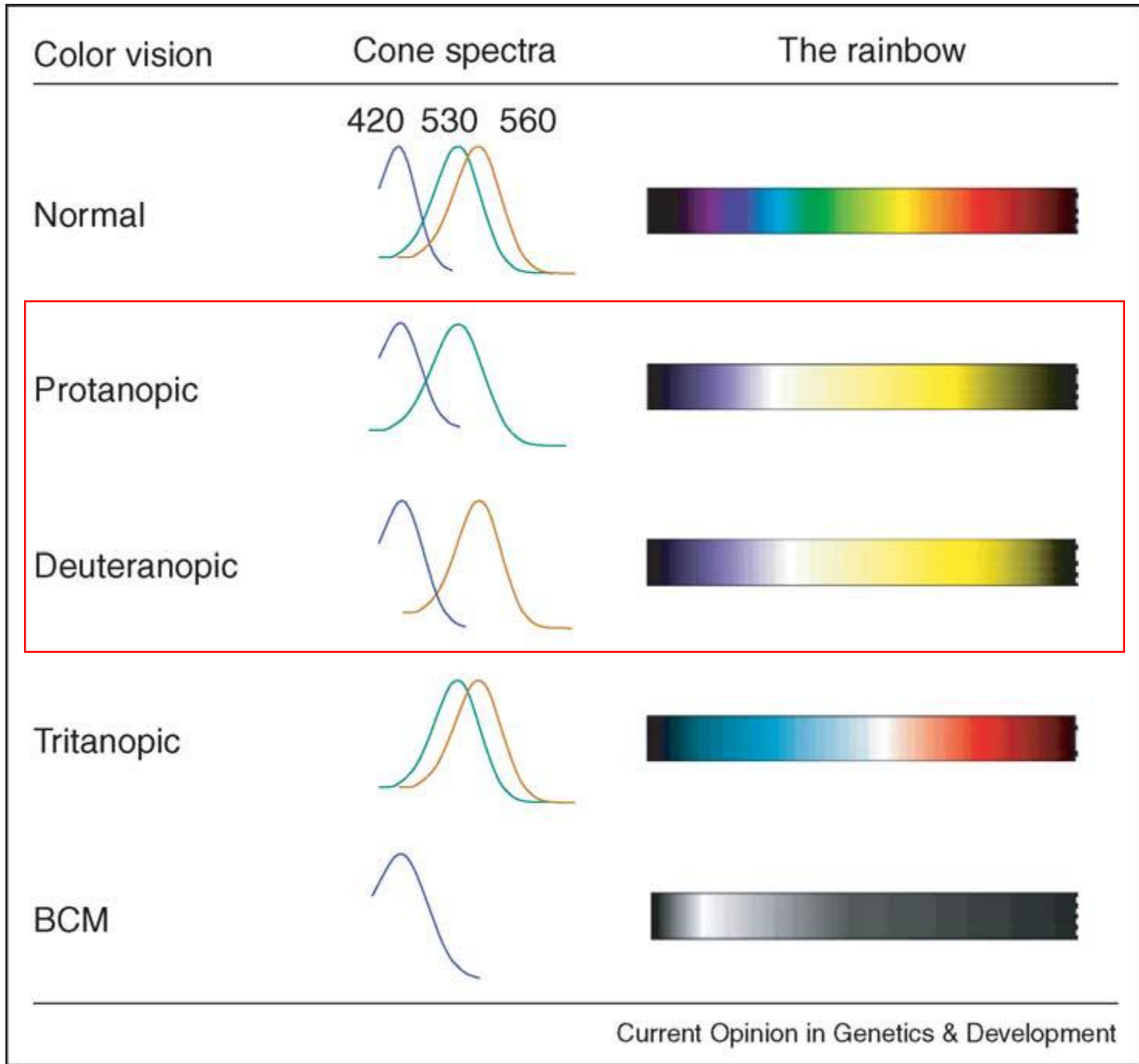
Tricromata



Tarefas diárias - humanos

Cuidado com os bebês

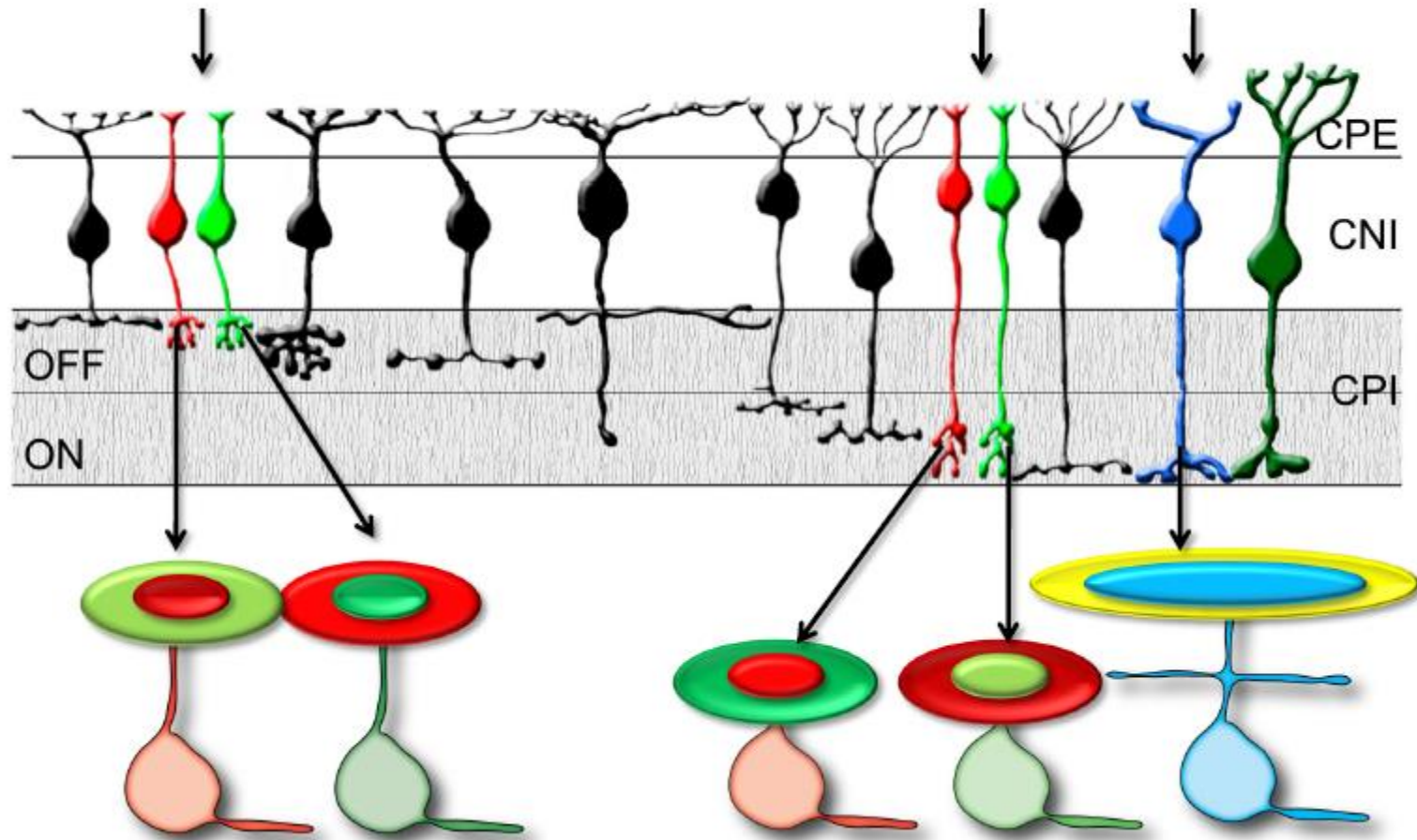




Para que haja visão de cores é necessário:

- ✓ Dois ou mais tipos de fotorreceptores com sensibilidades espectrais diferentes;
- ✓ Substrato neural para comparar os sinais desses fotorreceptores;
- ✓ Observar um comportamento de discriminação de cores.

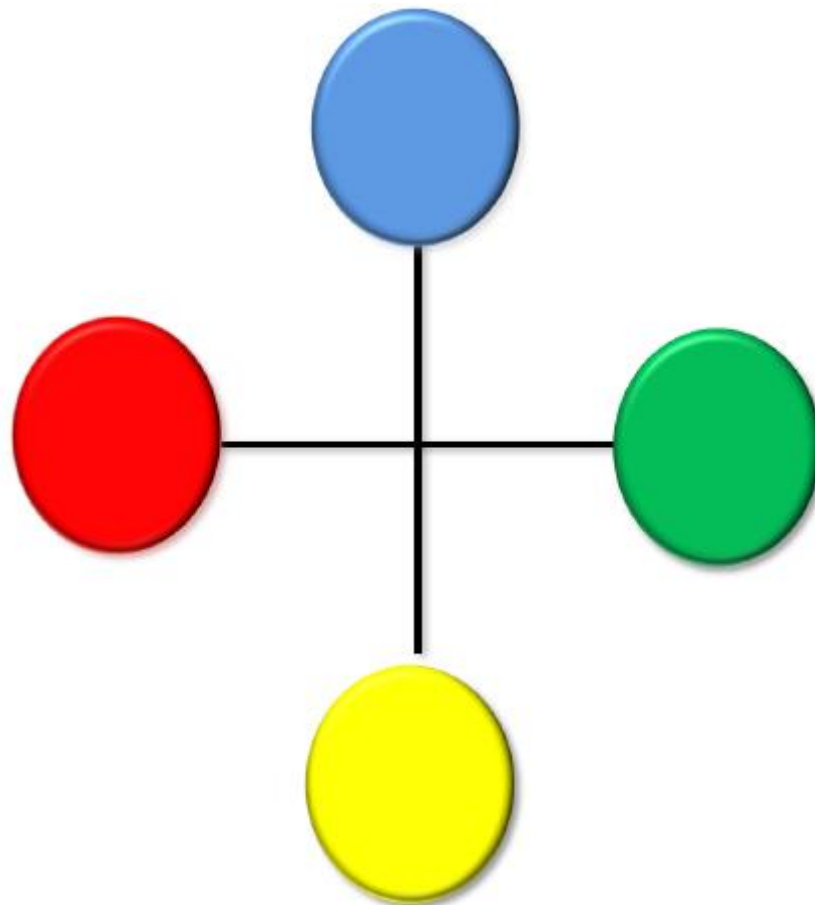
Canais de oponência cromática



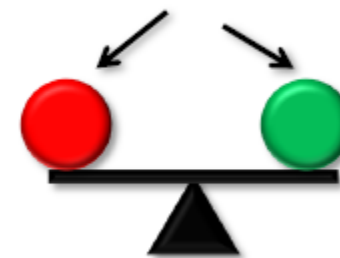
2 canais oponentes cromáticos:

✓ Verde – Vermelho

✓ Azul - Amarelo



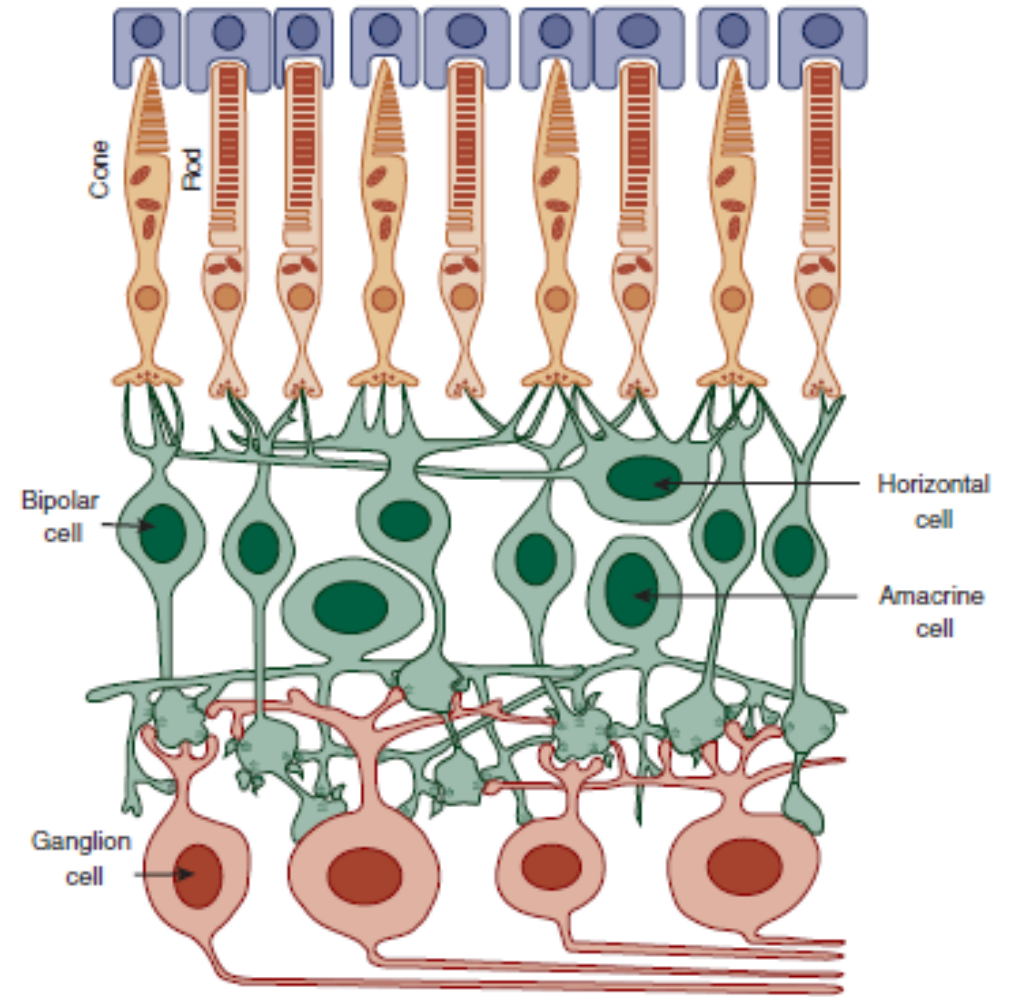
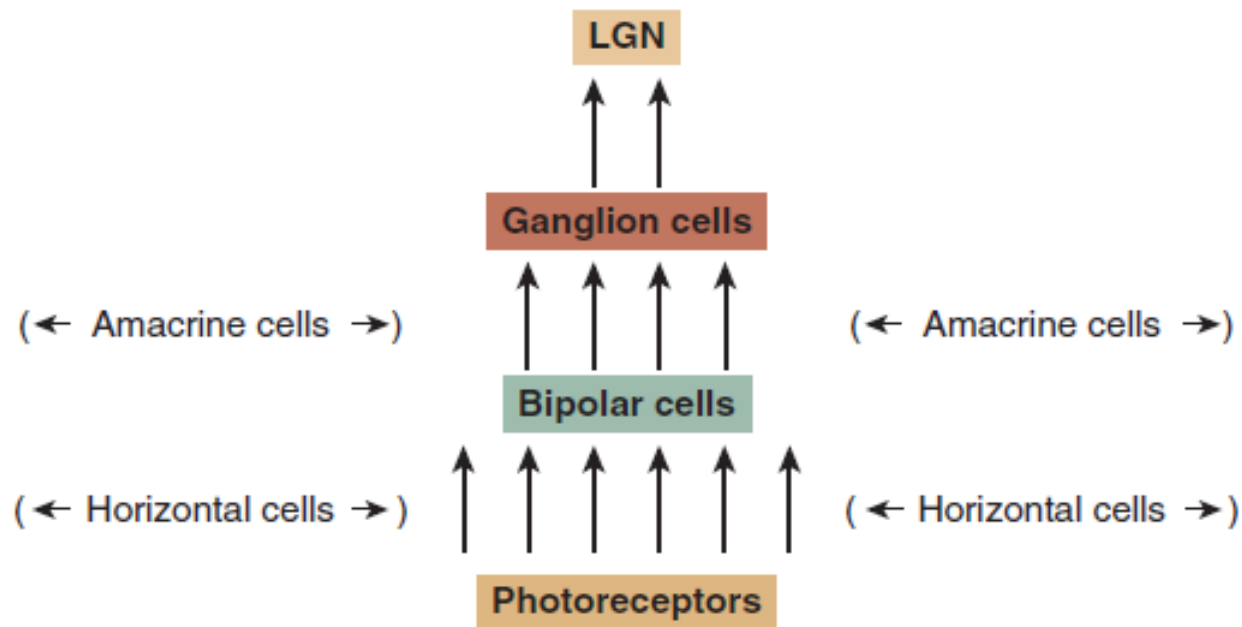
Oponência de cores



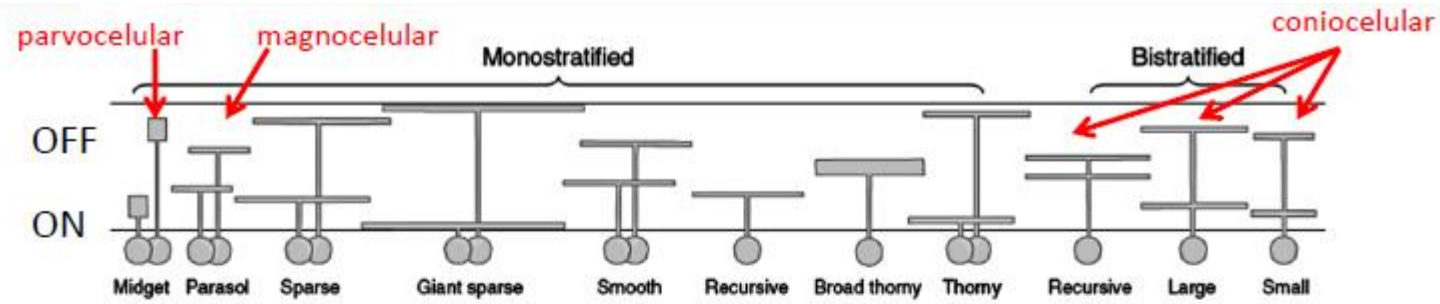


Vias pós-receptorais – Convergência celular

A



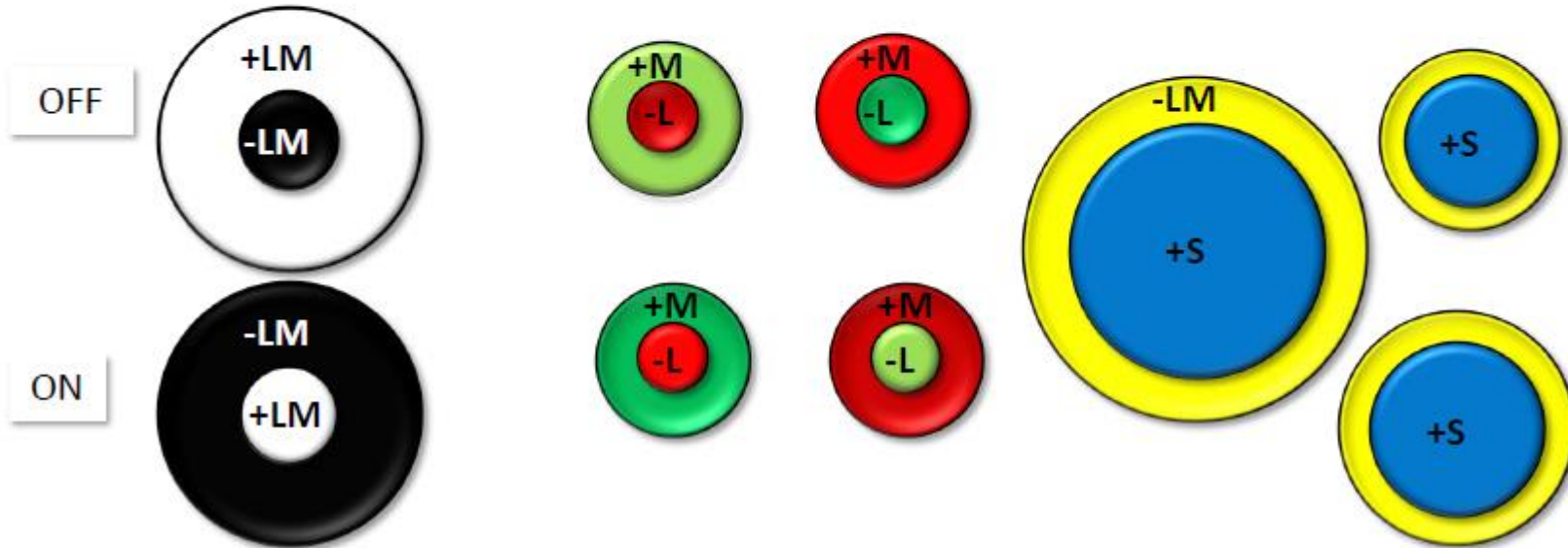
Vias Retinianas



Via magnocelular

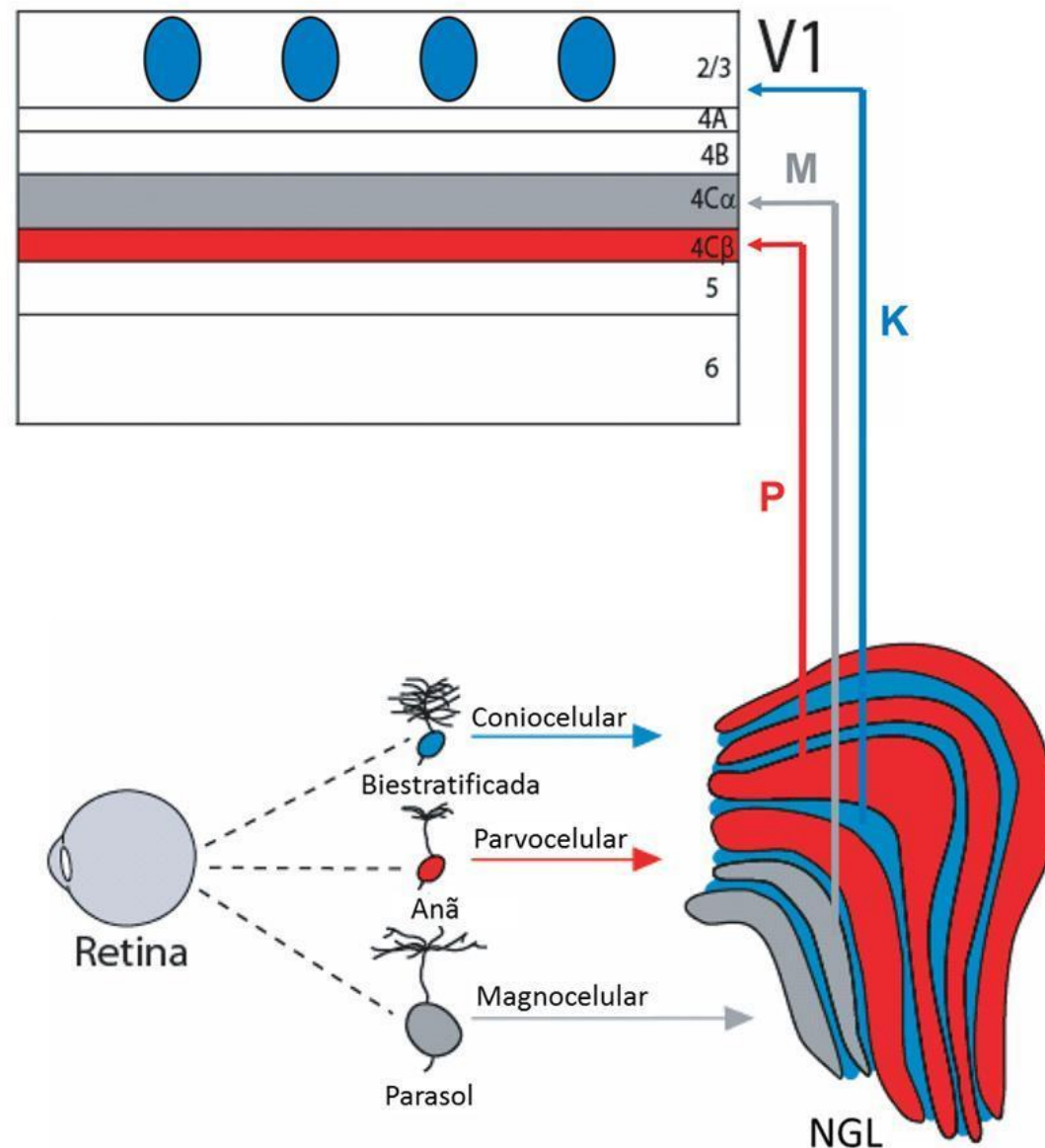
Via parvocelular

Via coniocelular

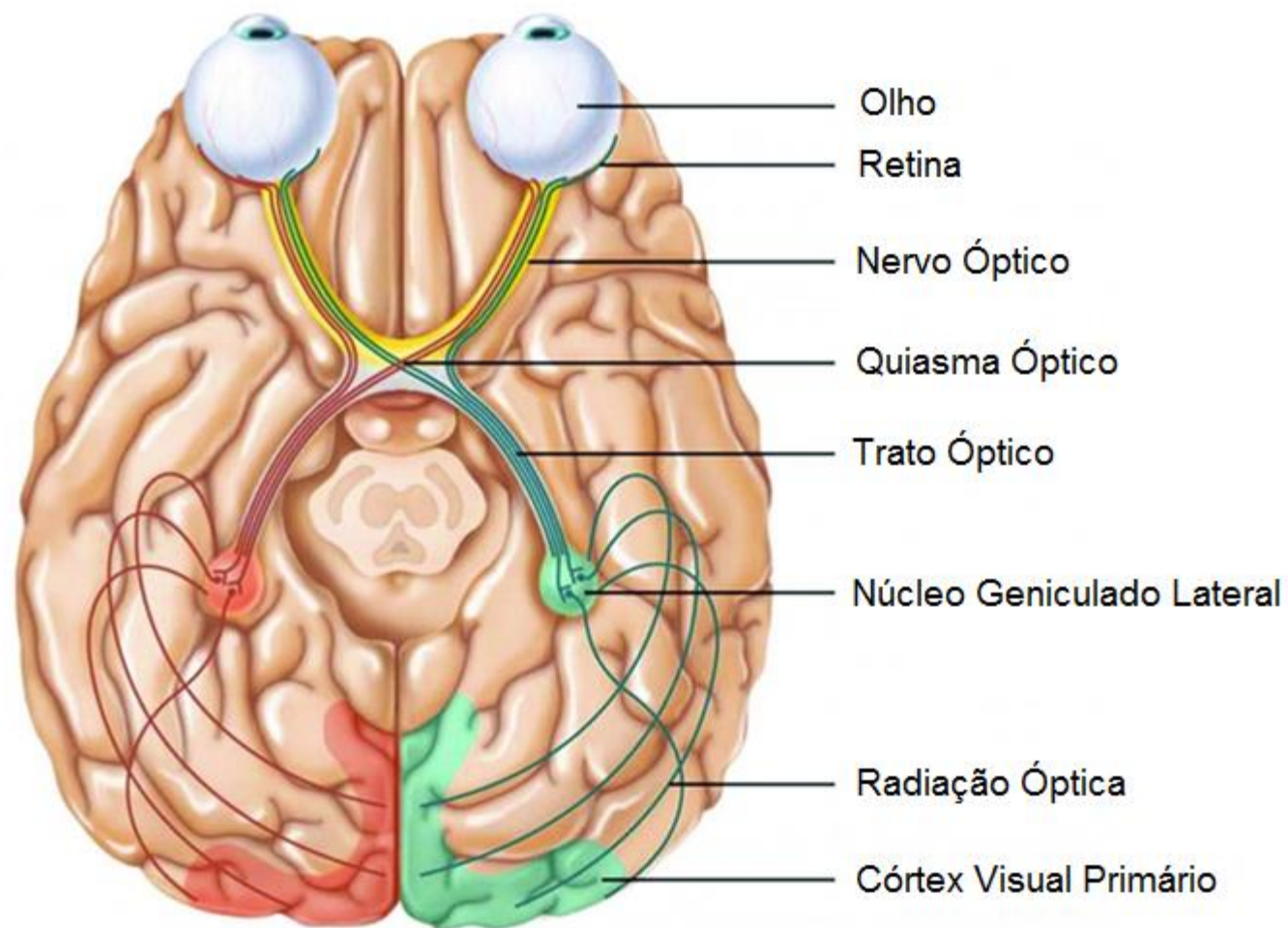


Vias Retinianas

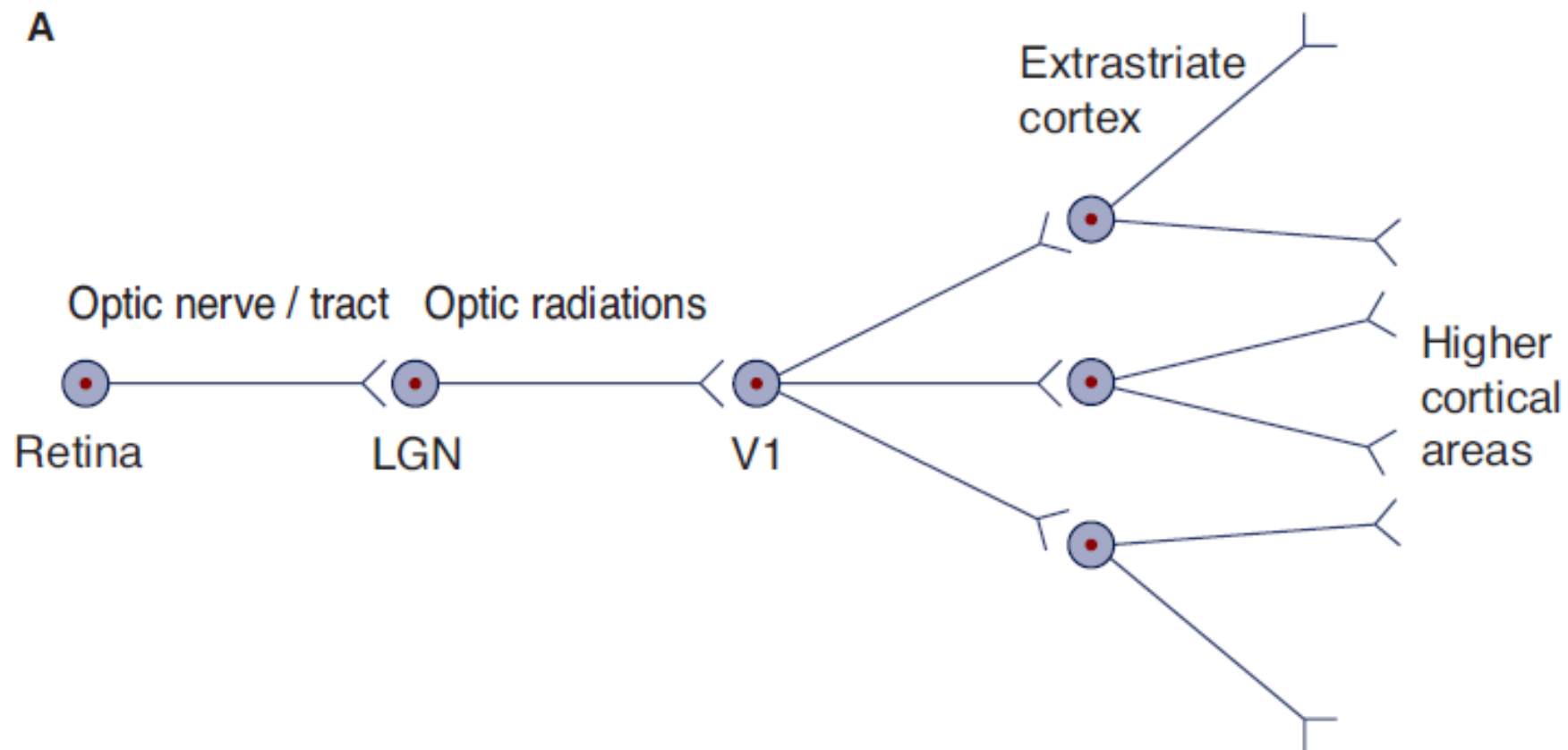
- ✓ Via Magnocelular: processamento de movimento e baixo contraste;
- ✓ Via Parvocelular: processamento da via oponente de cor verde-vermelho e alto contraste;
- ✓ Via Coniocelular: processamento da via oponente de cor azul-amarelo



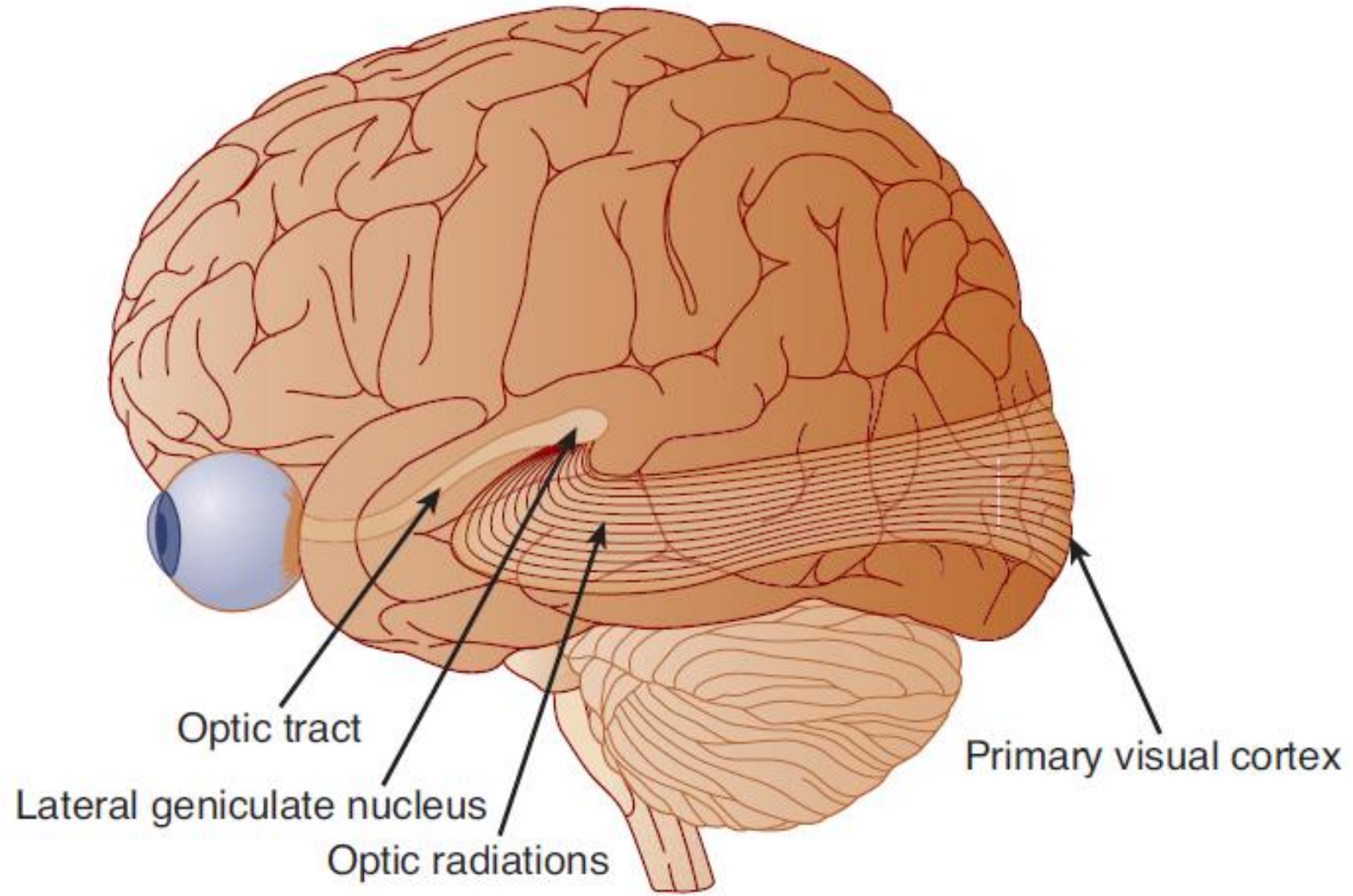
Sistema visual central



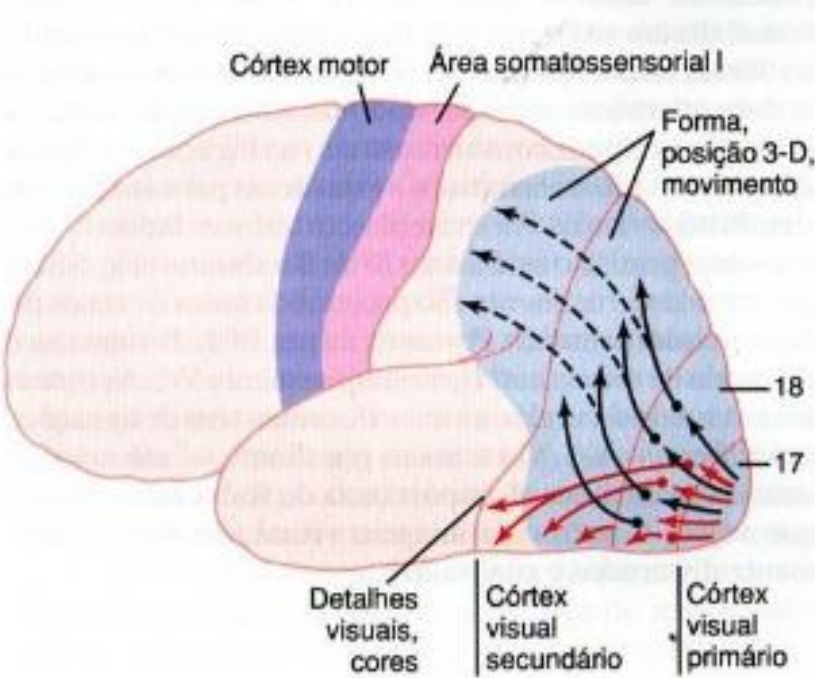
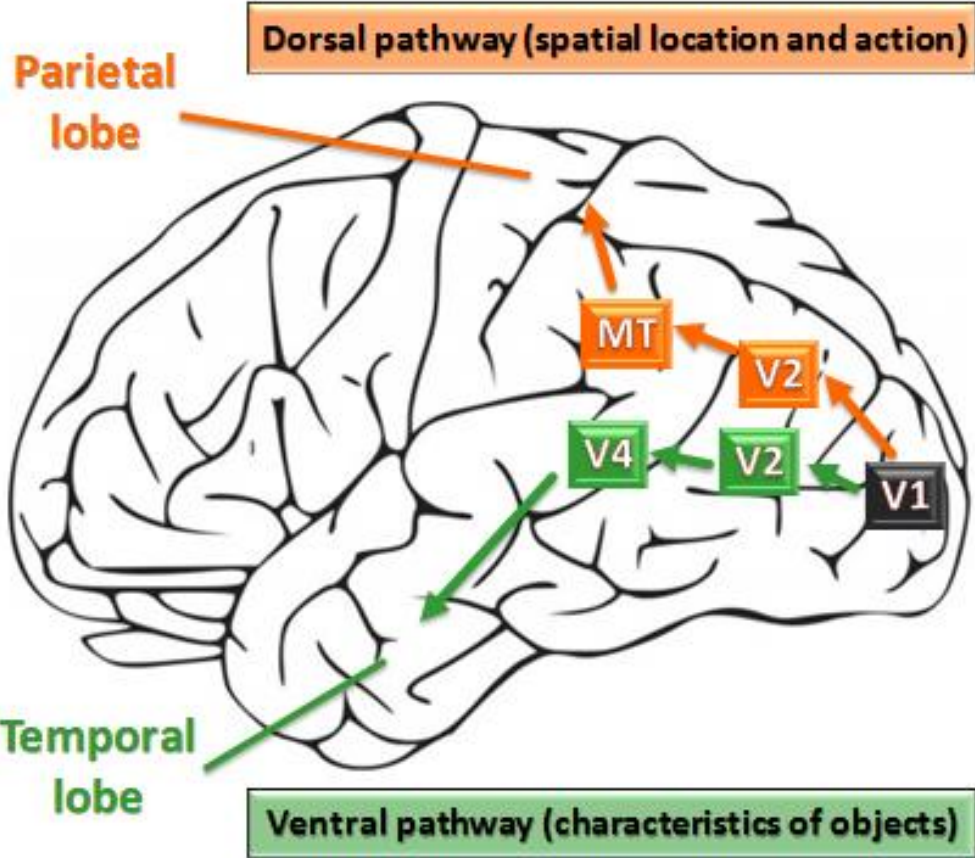
A



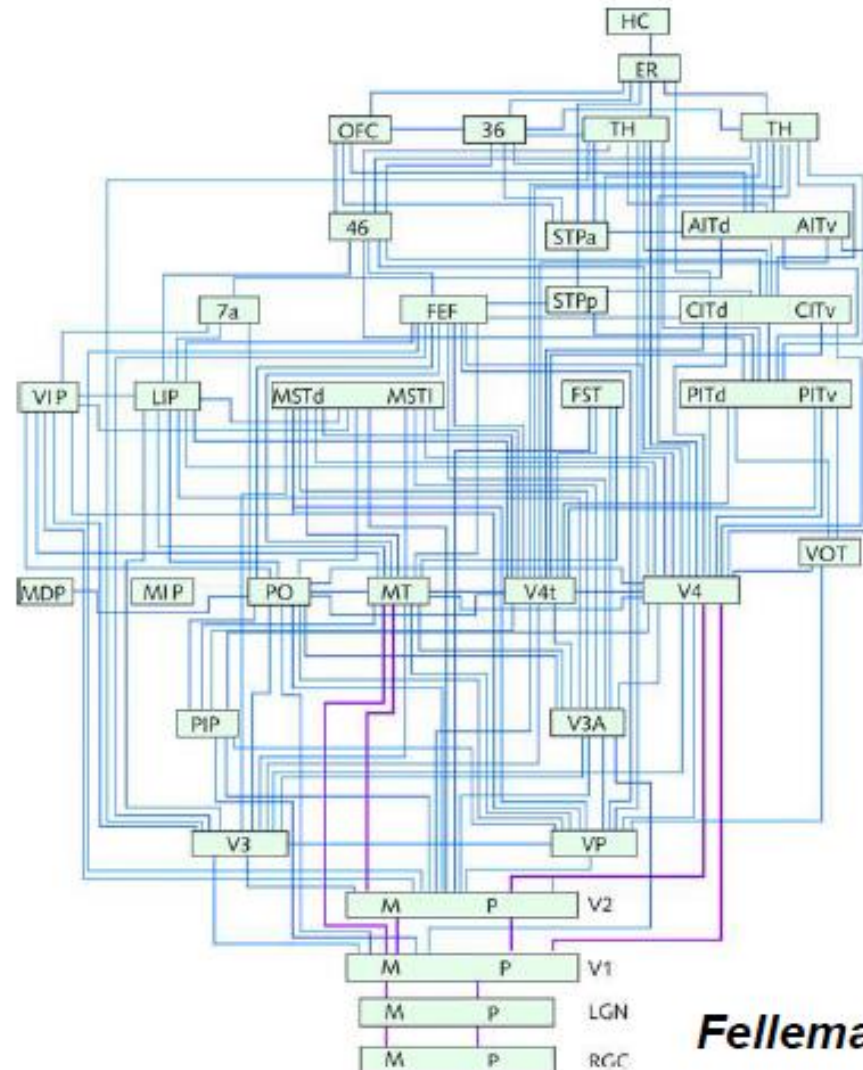
B



Projeções corticais



Integração Visual



Felleman & van Essen, 1991

Obrigada!!