

Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Edição VII

Capítulo 31

ANATOMIA E FISILOGIA OCULAR: FUNDAMENTOS ESTRUTURAIS DA VISÃO

MARCELA BATISTA LOPES¹
ANA LAURA RICARTE HASS LOPES²
ISADHORA VENTURA ROSENAL DE CARVALHO²
SARAH MARIA SARMENTO DO NASCIMENTO²

1. Docente - Medicina da Faculdade Federal de São João Del-Rei Campus Donna Lindu.

2. Discente - Medicina da Faculdade Federal de São João Del-Rei Campus Donna Lindu.

Palavras-chave: Sistema Visual; Anatomia Ocular; Fisiologia da Visão.

INTRODUÇÃO À VISÃO

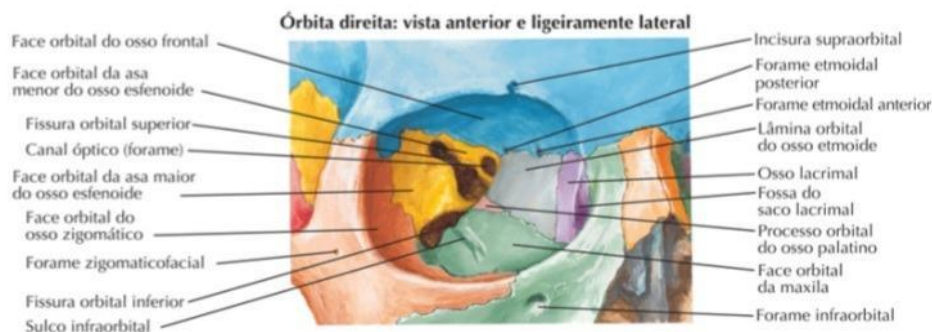
A visão humana resulta da integração entre estruturas anatômicas especializadas e mecanismos fisiológicos que permitem a captação, modulação e conversão da luz em sinais neurais interpretáveis pelo sistema nervoso central. O globo ocular organiza-se em três túnicas concêntricas com funções complementares: a túnica fibrosa, responsável pela proteção e pelo poder refrativo; a túnica vascular, envolvida na regulação da entrada de luz, na acomodação e no suporte metabólico; e a túnica interna, representada pela retina, onde ocorre a transdução do estímulo luminoso e se inicia a via visual. A compreensão integrada da anatomia e da fisiologia ocular é fundamental para o entendimento do funcionamento normal da visão e de seus distúrbios, uma vez que alterações estruturais, mesmo discretas, podem comprometer a formação da imagem e a experiência visual (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008; LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019; AIRES, 2008; KANSKI, 2010).

ANEXOS OCULARES

Os anexos oculares constituem o conjunto de estruturas responsáveis por proteger o globo ocular, manter a estabilidade da superfície óptica e garantir condições fisiológicas adequadas ao funcionamento da visão. Embora não participem diretamente da formação da imagem, exercem papel fundamental na homeostase ocular, na defesa contra agentes externos e na preservação da transparência da córnea. Integram esse sistema a órbita, as pálpebras, a conjuntiva, o sistema lacrimal e a cápsula de Tenon, que atuam de maneira coordenada para sustentar a função visual (LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

A órbita é uma cavidade osteofibrosa que aloja o globo ocular e suas estruturas associadas, fornecendo proteção mecânica e suporte às vias neurovasculares. Seu conteúdo adiposo permite o adequado posicionamento e deslizamento do olho durante os movimentos oculares, enquanto alterações inflamatórias, traumáticas ou expansivas podem comprometer a motilidade ou a função visual (**Figura 31.1**) (RIBEIRO *et al.*, 2019; KANSKI, 2010).

Figura 31.1 Ossos da órbita, canal orbitário e fissura orbitária superior



Fonte: Adaptado de NETTER, 2014.

As pálpebras representam a principal barreira de proteção externa do olho e desempenham papel essencial na distribuição do filme lacrimal por meio do piscar. Associadas a glândulas especializadas, contribuem para a estabilidade

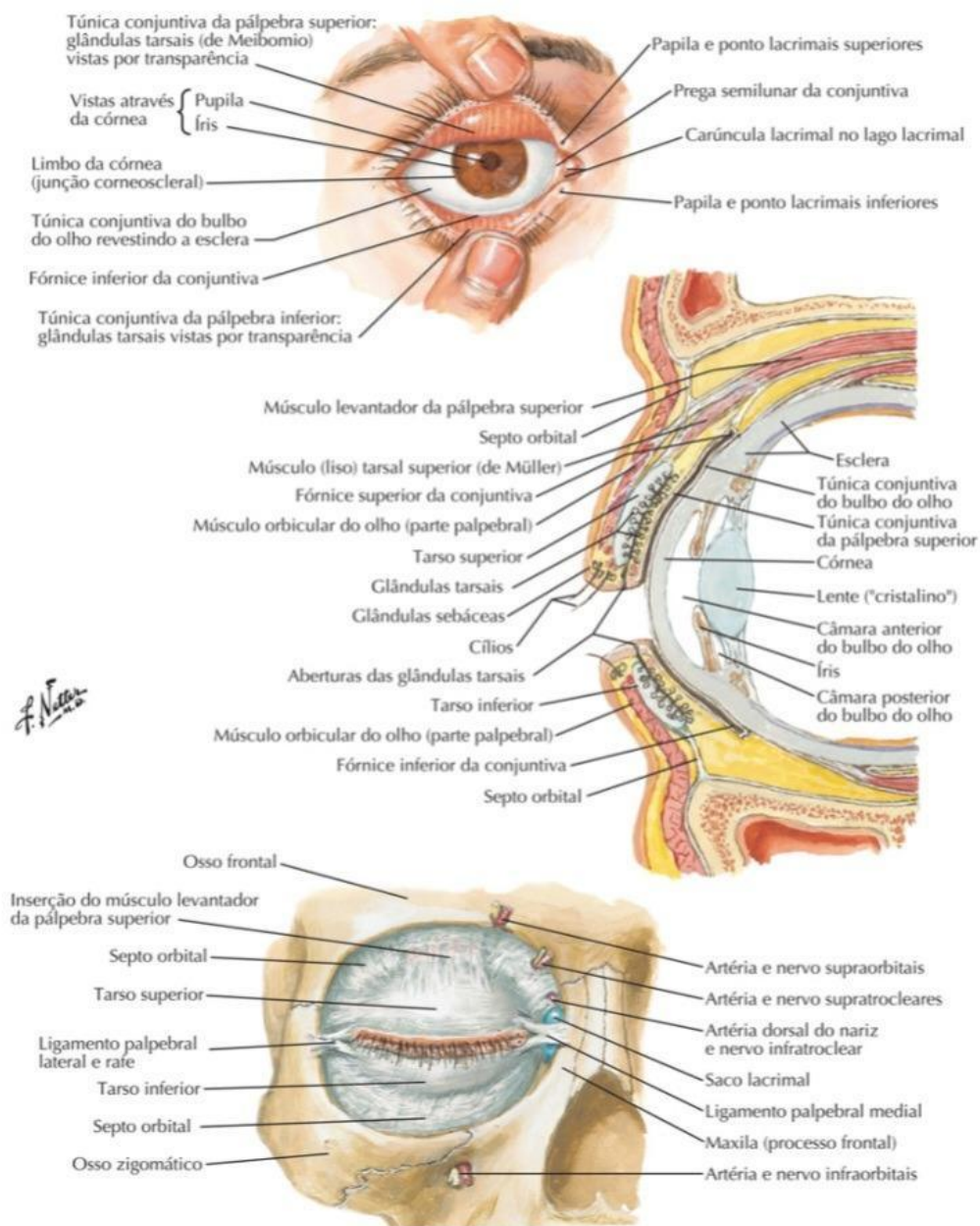
da superfície ocular e para a manutenção da transparência corneana. A conjuntiva, por sua vez, reveste a face interna das pálpebras e a superfície anterior da esclera, participando da produção da lágrima, da imunovigilância local e da

adaptação da superfície ocular aos movimentos do globo (AIRES, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

O sistema lacrimal é responsável pela produção e drenagem da lágrima, cuja organização em camadas lipídica, aquosa e mucosa assegura lubrificação, nutrição e proteção da córnea avascular. A cápsula de Tenon completa o con-

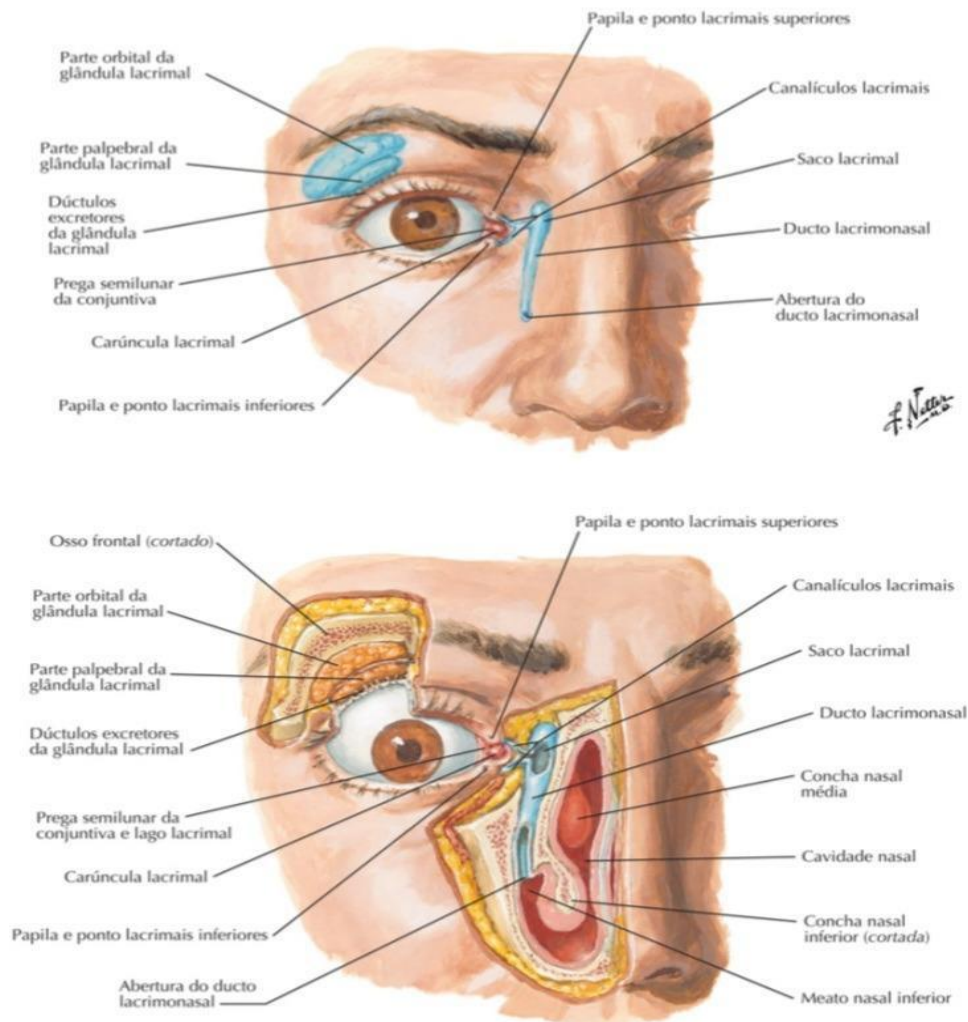
junto dos anexos oculares ao permitir o deslizamento suave do globo em relação aos tecidos orbitários, favorecendo a mobilidade ocular. Alterações anatômicas ou funcionais em qualquer desses componentes repercutem diretamente na qualidade da visão e no conforto ocular (Figuras 31.2 e 31.3) (LENS *et al.*, 2008; BAKRI *et al.*, 2021).

Figura 31.2 Anatomia das pálpebras superior e inferior e suas relações com a conjuntiva



Nota: Observa-se a conjuntiva palpebral, os fórnices conjuntivais e a conjuntiva bulbar, bem como as glândulas tarsais (glândulas de Meibômio). **Fonte:** Adaptado de NETTER, 2014.

Figura 31.3 Anatomia do sistema lacrimal



Nota: Observa-se a glândula lacrimal (porções orbital e palpebral), seus ductos excretorios, os pontos e canaliculos lacrimais, o saco lacrimal e o ducto nasolacrimal, que drena a lágrima para o meato nasal inferior. **Fonte:** Adaptado de NETTER, 2014.

ESTRUTURAS INTERNAS DO OLHO

Túnica fibrosa: esclera e córnea

A túnica fibrosa é formada pela esclera e pela córnea e confere proteção, resistência mecânica e suporte estrutural ao globo ocular. A esclera corresponde à porção posterior opaca do olho, sendo composta por tecido conjuntivo denso rico em colágeno tipo I, o que lhe garante rigidez e resistência. Além de proteger o conteúdo intraocular, serve como ponto de inserção para os músculos extraoculares e apresenta baixa vascularização direta, recebendo suprimento

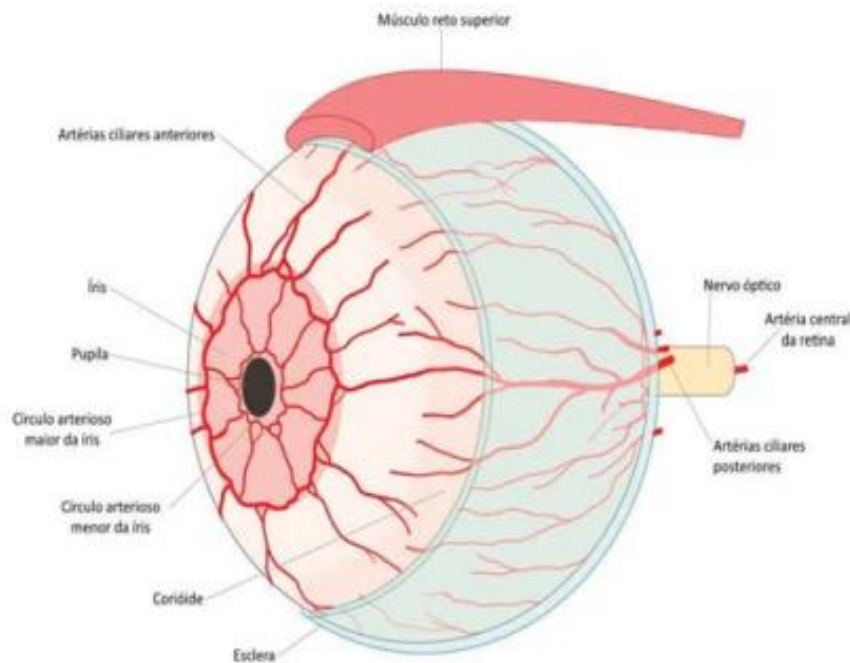
principalmente dos vasos episclerais e das artérias ciliares posteriores (LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

A córnea constitui a continuação anterior da esclera e caracteriza-se por sua transparência e elevada curvatura, sendo responsável por cerca de dois terços do poder refrativo do olho. É avascular e recebe nutrientes do humor aquoso, do filme lacrimal e dos capilares do limbo. Sua transparência decorre da disposição regular das fibras colágenas no estroma e do controle rigoroso da hidratação, mantido principalmente pelo endotélio corneano. Classicamente, a córnea

é descrita em cinco camadas: epitélio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet e endotélio, cada uma com funções específicas na proteção, refração e manutenção da

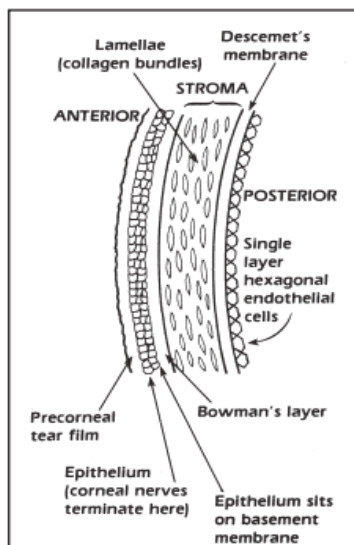
transparência (**Figuras 31.4 e 31.5**) (LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Figura 31.4 Esclera, coróide, íris, pupila, artérias ciliares anteriores e posteriores, nervo óptico e artéria central da retina



Fonte: RIBEIRO *et al.*, 2019.

Figura 31.5 Camadas da córnea



Nota: Observa-se o epitélio (*epithelium*), a membrana de Bowman (*Bowman's layer*), estroma (*stroma*), membrana de Descemet (*Descemet's layer*) e endotélio (*single layer hexagonal endothelial cells*). **Fonte:** LENS *et al.*, 2008.

Túnica vascular: coróide, íris e corpo ciliar

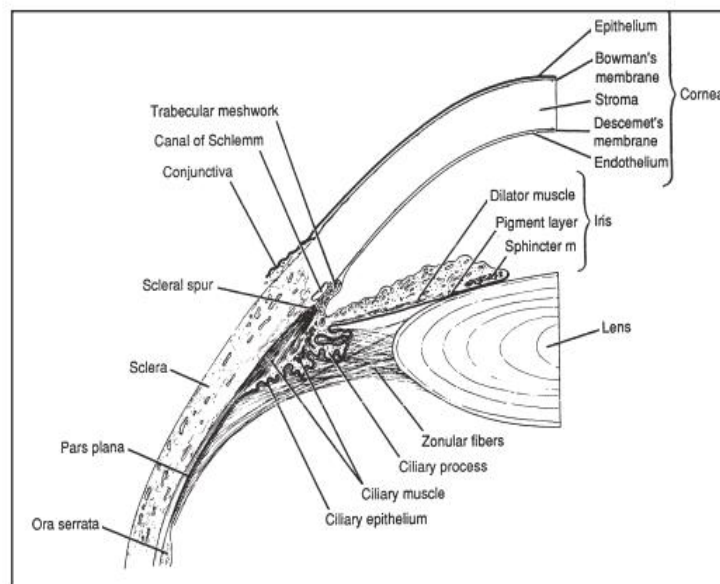
A túnica vascular, ou úvea, compreende a coróide, a íris e o corpo ciliar. A coróide localiza-se entre a retina e a esclera e é altamente vascularizada e pigmentada, desempenhando papel essencial no suporte metabólico das camadas externas da retina e na redução do espalhamento da luz. Organiza-se em camadas vasculares progressivamente menores, culminando na coriocapilar, que nutre diretamente os fotorreceptores (**Figura 31.6**) (AIRES, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

A íris forma um diafragma pigmentado situado anteriormente ao cristalino, responsável por regular a quantidade de luz que entra no olho por meio da pupila. Sua coloração depende da quantidade de melanina presente no estroma, e

seu diâmetro pupilar é controlado por musculatura lisa sob ação dos sistemas nervosos simpático e parassimpático, permitindo a adaptação às variações de luminosidade (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008).

O corpo ciliar conecta a coroide à íris e exerce funções fundamentais, como a acomodação do cristalino e a produção do humor aquoso. Sua musculatura lisa permite o ajuste do foco visual, enquanto os processos ciliares participam da secreção do humor aquoso e da fixação do cristalino por meio das fibras da zônula (**Figura 31.7**) (LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Figura 31.7 Estruturas do corpo ciliar e da íris

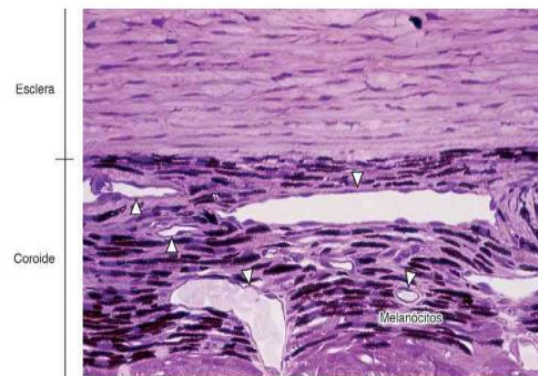


Nota: Observa-se o processo ciliar (*ciliary process*), o músculo ciliar (*ciliary muscle*), o epitélio ciliar (*ciliary epithelium*), as fibras da zônula ciliar (*zonular fibers*), o músculo dilatador da pupila (*dilator muscle*), o músculo esfíncter da pupila (*sphincter m*) e a camada pigmentar da pupila (*pigment layer*). Observam-se ainda a malha trabecular (*trabecular meshwork*) e o canal de Schlemm (*canal of Schlemm*). **Fonte:** LENS *et al.*, 2008.

Túnica interna: retina e estruturas associadas

A retina é um tecido neural especializado que reveste o interior do globo ocular, estendendo-se da ora serrata ao disco óptico. É responsável pela detecção da luz e pela conversão do estímulo luminoso em sinais elétricos. Estruturalmente, apresenta dez camadas histológicas,

Figura 31.6 Corte transversal da coroide e da esclera



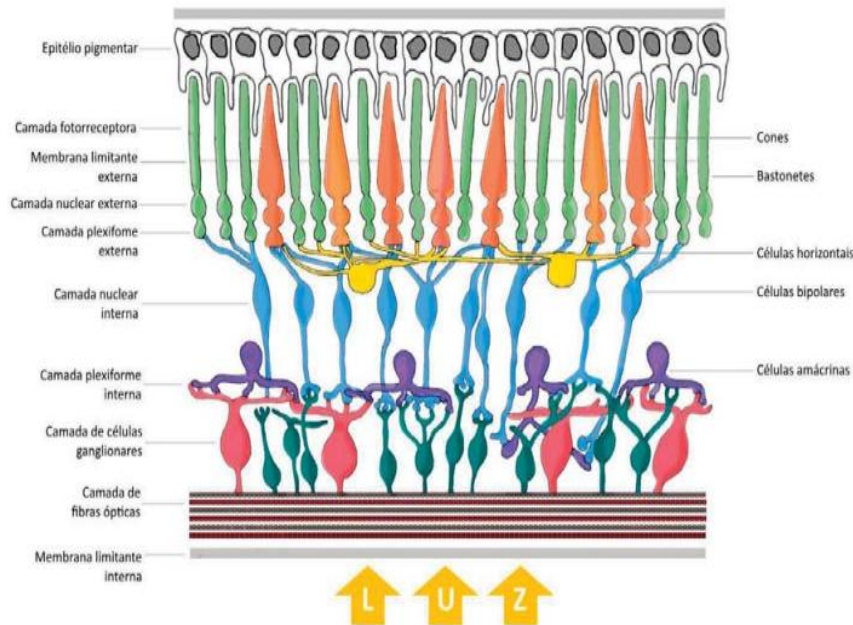
Nota: Observa-se muitos vasos sanguíneos (pontas de seta) e células com melanina na coroide. **Fonte:** JUNQUEIRA *et al.*, 2017.

incluindo o epitélio pigmentar da retina e as camadas neurosensoriais, que abrigam os fotorreceptores, interneurônios e células ganglionares (LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019). Funcionalmente, a retina divide-se em uma porção óptica, que contém cones e bastonetes, e uma porção cega. Os bastonetes predominam

na periferia retiniana e são especializados na visão em baixa luminosidade, enquanto os cones concentram-se na mácula e na fóvea, regiões responsáveis pela alta acuidade visual e pela percepção de cores. Os axônios das células gan-

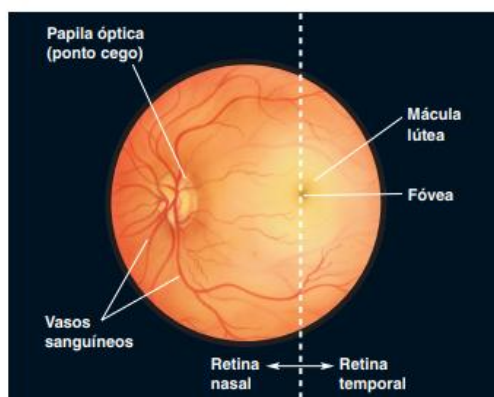
glionares convergem para formar o nervo óptico, enquanto a irrigação retiniana ocorre de forma dupla, envolvendo a artéria central da retina e a coriocapilar (**Figuras 31.8 e 31.9**) (BEAR *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Figura 31.8 Camadas da retina



Nota: Observa-se o epitélio pigmentar da retina, os cones, os bastonetes, as células horizontais, as bipolares, as amácrinas, e as ganglionares. **Fonte:** RIBEIRO *et al.*, 2019.

Figura 31.9 Fundoscopia



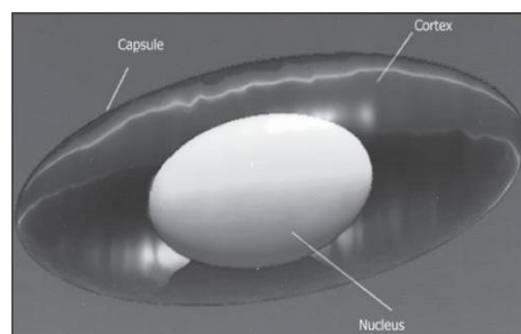
Nota: Observa-se a retina, a papila óptica, a mácula lútea e fóvea. **Fonte:** BEAR *et al.*, 2017.

Cristalino

O cristalino é uma lente biconvexa, transparente e avascular, localizada posteriormente à íris e suspensa pela zônula ciliar. Contribui com

cerca de um terço do poder refrativo do olho e é essencial para o processo de acomodação. Com o envelhecimento, ocorre progressivo enrijecimento da lente, resultando na presbiopia (**Figura 31.10**) (AIRES, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Figura 31.10 Camadas do cristalino



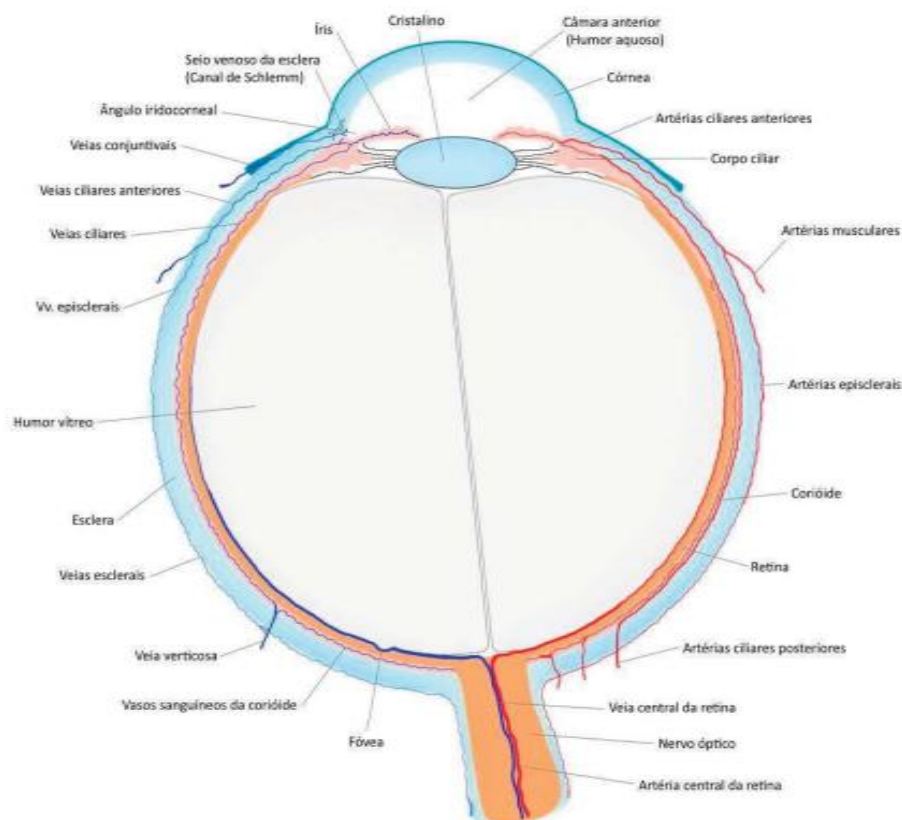
Nota: Observa-se a cápsula (capsule), o córtex (cortex) e o núcleo (nucleus). **Fonte:** LENS *et al.*, 2008.

Meios internos: humor aquoso e humor vítreo

O humor aquoso é produzido pelos processos ciliares na câmara posterior a uma taxa aproximada de 2–2,5 $\mu\text{L}/\text{min}$, fluindo pela pupila até a câmara anterior, onde é drenado principalmente pela rede trabecular para o seio venoso da esclera (canal de Schlemm); o equilíbrio entre produção e drenagem determina a pressão intraocular (AIRES, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019). Trata-se de um fluido transparente, com composição semelhante ao plasma e baixa concentração proteica, que integra o meio óptico ocular e exerce funções essenciais como

manutenção do formato do globo, remoção de metabólitos e nutrição de estruturas avasculares, como córnea e íris (BEAR *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2019). O humor vítreo, por sua vez, é um gel transparente que ocupa a câmara vítrea, correspondendo a cerca de quatro quintos do volume ocular, composto predominantemente por água, com pequenas quantidades de colágeno e ácido hialurônico, sem reposição significativa na vida adulta; sua função é manter a forma esférica do olho, sustentar o cristalino posteriormente e garantir a adequada aposição da retina à parede ocular (**Figura 31.11**) (LENS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Figura 31.11 Humor vítreo, nervo óptico, retina, esclera, cristalino, câmara anterior, íris, corpo ciliar e córnea



Fonte: RIBEIRO *et al.*, 2019.

ASPECTOS FUNCIONAIS DA VISÃO

Os aspectos funcionais da visão descrevem como o sistema visual organiza a percepção do espaço e da nitidez da imagem. O campo visual corresponde à área do espaço percebida com o

olhar fixo em um único ponto e resulta da projeção organizada dos campos receptivos da retina ao longo das vias visuais centrais. Em condições fisiológicas, o campo visual monocular estende-se aproximadamente 95° no sentido temporal, 65° nos sentidos nasal e superior e 75°

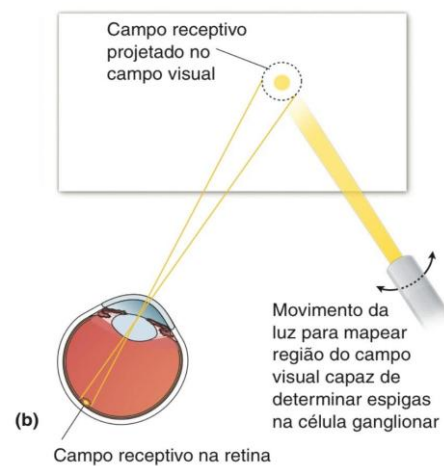
no inferior, podendo variar conforme características anatômicas individuais (AIRES, 2008).

A visão central é determinada principalmente pela mácula lútea e pela fóvea, região caracterizada por elevada densidade de cones e mínima convergência entre fotorreceptores e células ganglionares, o que garante alta acuidade visual e percepção detalhada, essenciais para tarefas de precisão, leitura e reconhecimento facial (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008). Em contraste, a retina periférica apresenta maior concentração de bastonetes e maior convergência neural, resultando em menor resolução espacial, porém maior sensibilidade à luminância e ao movimento, permitindo a detecção eficiente de alterações globais do ambiente (BEAR *et al.*, 2017; JOHNSON & REYNOLDS, 2015).

A acuidade visual expressa a capacidade de discriminar dois pontos próximos depende de fatores ópticos, relacionados ao foco da imagem na retina, e de fatores neurais, como a densidade dos fotorreceptores e o processamento cortical. O disco óptico, localizado cerca de 15°

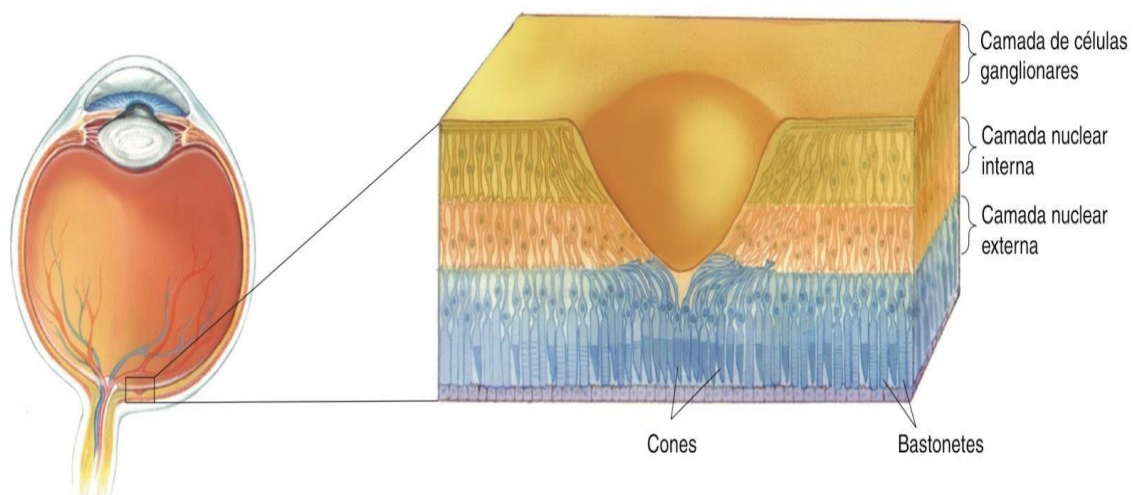
nasalmente à mácula, não contém fotorreceptores e corresponde ao ponto cego fisiológico; contudo, essa região não é percebida como uma lacuna visual devido à integração das informações provenientes das áreas adjacentes da retina e do olho contralateral (Figuras 31.12, 31.13 e 31.14) (PURVES *et al.*, 2008).

Figura 31.12 Campo receptivo da retina e sua projeção no campo visual



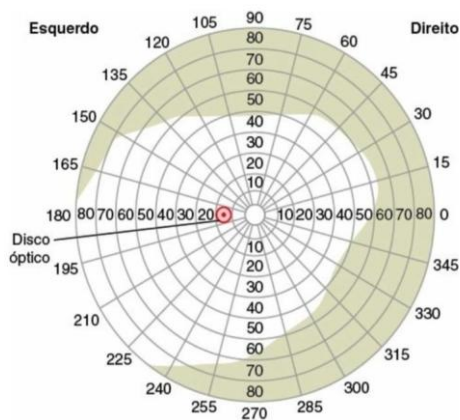
Nota: O estímulo luminoso é movido para mapear a região do campo visual capaz de gerar potenciais de ação na célula ganglionar. **Fonte:** Adaptado de BEAR *et al.*, 2017.

Figura 31.13 Representação da densidade dos fotorreceptores ao longo da retina, destacando a predominância de cones na fóvea e de bastonetes na periferia



Fonte: Adaptado de BEAR *et al.*, 2017.

Figura 31.14 Campo visual monocular obtido por perimetria, com identificação do ponto cego fisiológico associado ao disco óptico, local de saída do nervo óptico

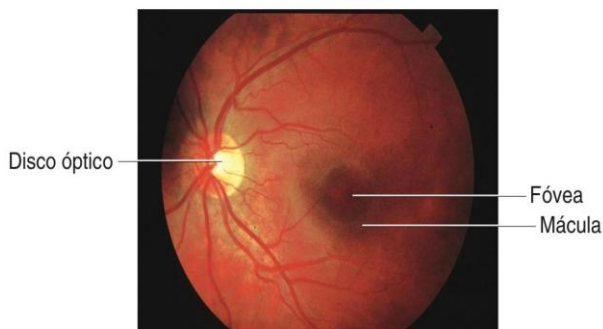


Fonte: BEAR *et al.*, 2017.

Acuidade visual e resolução espacial

A acuidade visual corresponde à capacidade de discriminar dois pontos próximos como distintos e depende da interação entre fatores ópticos, relacionados ao foco adequado da imagem na retina, e fatores neurais, como a densidade dos fotorreceptores, o grau de convergência entre fotorreceptores e células ganglionares e o processamento cortical da informação. Na fóvea, a relação quase 1:1 entre cones e células ganglionares permite a transmissão precisa de pequenas diferenças espaciais, resultando em acuidade visual máxima (**Figura 31.15**) (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008).

Figura 31.15 Fundo do olho humano observado por oftalmoscopia, evidenciando o disco óptico, a mácula e a fóvea



Nota: A imagem mostra a disposição anatômica das principais estruturas visíveis da retina em um exame de fundo de olho. Fonte: PURVES *et al.*, 2010.

Em contraste, a retina periférica apresenta maior concentração de bastonetes e maior convergência neural, o que reduz a resolução espacial, mas aumenta a sensibilidade à luminância e à detecção de movimentos; assim, enquanto a visão central é especializada na percepção detalhada, a visão periférica é mais eficiente para identificar mudanças globais no campo visual (AIRES, 2008; JOHNSON & REYNOLDS, 2015).

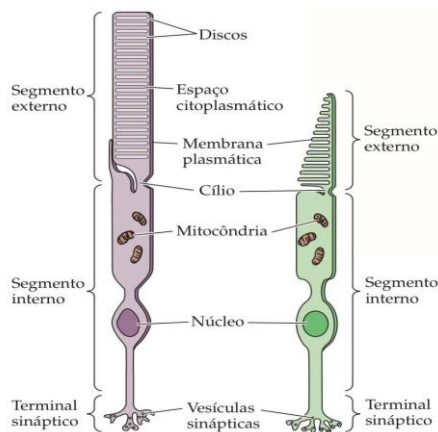
Sensibilidade luminosa e regiões de visão

O sistema visual humano é capaz de operar em ampla faixa de intensidades luminosas graças à atuação integrada de dois sistemas de fotorreceptores. Os cones predominam em condições de alta luminância, permitindo visão detalhada e percepção de cores, enquanto os bastonetes atuam em baixos níveis de iluminação, sendo responsáveis pela sensibilidade luminosa e pela visão escotópica; essa interação assegura a adaptação visual eficiente frente às variações de luminosidade do ambiente (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008; AIRES, 2008).

Os sistemas de fotorreceptores organizam-se funcionalmente em visão escotópica, mediada pelos bastonetes, e visão fotópica, mediada pelos cones, sendo a transição entre esses modos sustentada pelos processos de adaptação ao escuro e à claridade. Durante a adaptação ao escuro, ocorre regeneração da rodopsina e reorganização da circuitaria retiniana, aumentando a convergência dos sinais provenientes dos bastonetes para as células ganglionares, o que eleva a sensibilidade luminosa (PURVES *et al.*, 2008; JOHNSON & REYNOLDS, 2015). Quando um olho adaptado ao escuro é exposto subitamente à luz intensa, verifica-se saturação transitória seguida de adaptação à claridade ao longo de aproximadamente 5 a 10 minutos, processo de-

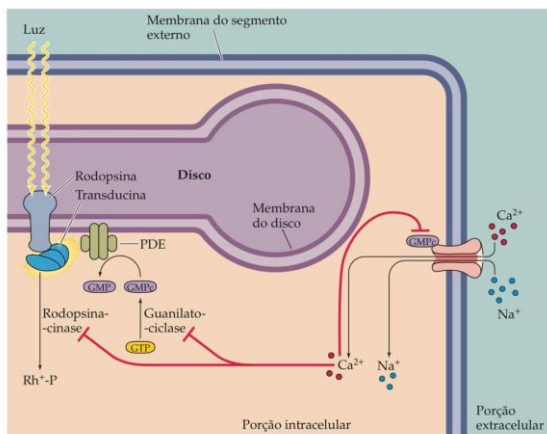
pendente de alterações na concentração intracelular de cálcio nos cones (Figuras 31.16 e 31.17) (AIRES, 2008).

Figura 31.16 Estrutura dos fotorreceptores da retina, evidenciando as diferenças morfológicas entre cones e bastonetes, bem como a organização de seus segmentos externos e internos



Fonte: PURVES *et al.*, 2010.

Figura 31.17 Mecanismo molecular da fototransdução nos bastonetes, mostrando a ativação da rodopsina e da transducina, a ação da fosfodiesterase e o fechamento dos canais de Na^+ e Ca^{2+} dependentes de GMPc durante a resposta à luz



Fonte: PURVES *et al.*, 2010.

Visão escotópica e visão fotópica

A visão escotópica é mediada pelos bastonetes, fotorreceptores altamente sensíveis que operam em condições de baixa luminosidade, permitindo a percepção de contornos e variações cromáticas limitadas, predominantemente em tons azul-esverdeados (AIRES, 2008;

JOHNSON & REYNOLDS, 2015). Em contraste, a visão fotópica é mediada pelos cones, que apresentam limiar de ativação mais elevado, porém possibilitam maior acuidade visual e discriminação de cores; assim, em ambientes bem iluminados, a predominância da atividade dos cones confere melhor resolução espacial e maior detalhamento da imagem visual (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008).

Visão de cores

A visão cromática resulta da atividade integrada de diferentes tipos de cones, cada um contendo fotopigmentos com maior sensibilidade a faixas específicas do espectro luminoso, permitindo ao sistema visual extrair informações de cor por meio da comparação das respostas relativas entre os cones e de mecanismos oponentes, como vermelho-verde e azul-amarelo. Esse processamento ocorre desde a retina até áreas corticais especializadas e possibilita a discriminação de sutis diferenças espectrais mesmo em condições semelhantes de luminância, sendo fundamental para o reconhecimento de objetos e a interpretação de sinais ambientais (Figura 31.18) (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008).

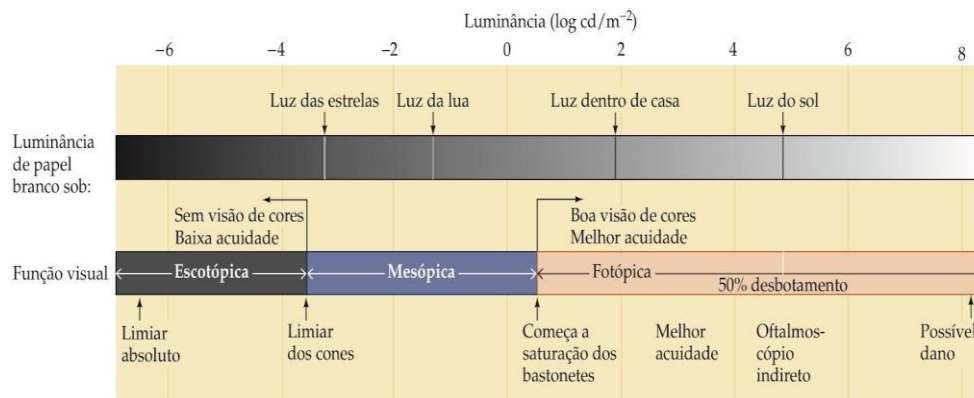
Binocularidade, fusão e percepção de profundidade

Em condições ópticas e neuromusculares fisiológicas, o sistema nervoso central integra as imagens captadas pelas duas retinas em uma percepção única e coerente por meio da fusão binocular. Esse processo baseia-se na análise das disparidades binoculares (pequenas diferenças na posição das imagens retinianas), permitindo ao cérebro extrair informações sobre distância e profundidade, fenômeno conhecido como estereopsia (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008). Quando as imagens incidem em pontos correspondentes das retinas, os objetos

são percebidos no mesmo plano de profundidade; já a presença de disparidade horizontal indica que os objetos estão mais próximos ou mais distantes do observador, conforme a direção dessa diferença. A estereopsia é fundamental para tarefas visuomotoras de precisão e depende de adequado desenvolvimento durante

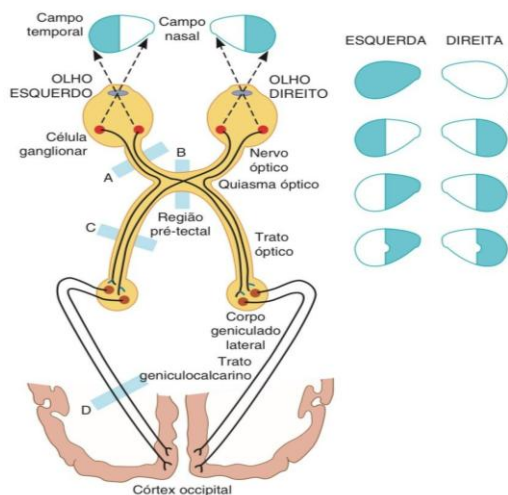
períodos críticos da infância, sendo que alterações não corrigidas precocemente, como estrabismo, anisometropia ou catarata unilateral, podem levar à ambliopia e à perda parcial ou completa da visão estereoscópica (Figura 31.19) (KANSKI, 2010; BEAR *et al.*, 2017).

Figura 31.18 Intervalos de luminância e regimes de funcionamento da visão escotópica, mesópica e fotópica, com indicação das condições de iluminação correspondentes e da transição entre a atuação dos bastonetes e dos cones



Fonte: KANDEL *et al.*, 2014.

Figura 31.19 Vias visuais e correlação com defeitos do campo visual



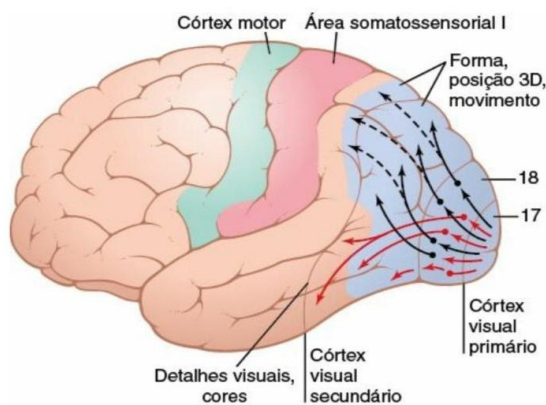
Nota: Esquema das vias ópticas desde a retina até o córtex occipital, incluindo nervo óptico, quiasma óptico, trato óptico, corpo geniculado lateral e radiações ópticas. As seções indicadas demonstram os diferentes padrões de perda do campo visual decorrentes de lesões em pontos específicos da via visual. Fonte: BARRETT *et al.*, 2014.

Percepção de movimento e estabilidade da cena visual

A percepção do movimento é um componente central da função visual, permitindo detectar aproximação e afastamento de objetos, antecipar trajetórias e distinguir movimentos próprios daqueles do ambiente. Sob a perspectiva funcional, essa capacidade depende predominantemente do sistema magnocelular, uma via rápida, sensível a variações de luminância e pouco responsiva à cor, especializada no processamento do movimento e da posição dinâmica no espaço, com neurônios corticais seletivos para direção e velocidade dos estímulos (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008). Paralelamente, apesar da presença contínua de micro-movimentos oculares, sacadas rápidas e deslocamentos da cabeça e do corpo, o sistema visual mantém a estabilidade da cena por meio da integração entre sinais visuais decorrentes do des-

locamento retiniano, cópias eferentes dos comandos motores oculares e informações vestibulares relacionadas à aceleração cefálica; falhas nessa integração podem resultar em oscilopsia, caracterizada pela sensação de instabilidade ou movimento do ambiente, comum em disfunções vestibulares e neuropatias centrais (**Figura 31.20**) (JOHNSON & REYNOLDS, 2015; AIRES, 2008).

Figura 31.20 Organização das vias corticais do processamento visual



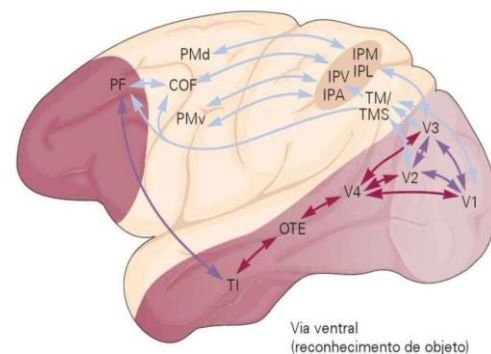
Nota: O esquema ilustra a transmissão dos sinais visuais a partir do córtex visual primário para áreas visuais secundárias, evidenciando a separação funcional entre a via dorsal, relacionada à forma, posição tridimensional e movimento, e a via ventral, associada ao processamento de detalhes visuais e cores. **Fonte:** GUYTON & HALL, 2011.

Integração funcional: correntes dorsal e ventral

Após o processamento inicial na retina, no núcleo geniculado lateral e no córtex visual primário, a informação visual é distribuída por duas correntes funcionais paralelas: a corrente dorsal, predominantemente associada às informações magnocelulares, e a corrente ventral, relacionada às informações parvocelulares (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008). A corrente dorsal projeta-se do córtex occipital para as regiões parietais posteriores e é especializada na localização espacial, na análise do movimento e na coordenação visomotora, per-

mitindo orientar, alcançar e interagir com objetos no espaço; lesões nessa via comprometem essas funções, embora preservem o reconhecimento e a acuidade visual. Em contraste, a corrente ventral projeta-se para o lobo temporal inferior e integra informações de alta resolução, como forma e cor, sendo responsável pelo reconhecimento de objetos e faces, leitura e atribuição de significado ao estímulo visual; lesões nessa via prejudicam o reconhecimento e a acuidade, mantendo relativamente preservadas a orientação espacial e a motricidade (**Figura 31.21**) (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008).

Figura 31.21 Organização das áreas visuais corticais a partir do córtex visual primário (V1), mostrando as conexões com áreas visuais secundárias (V2, V3 e V4)



Fonte: BEAR *et al.*, 2017.

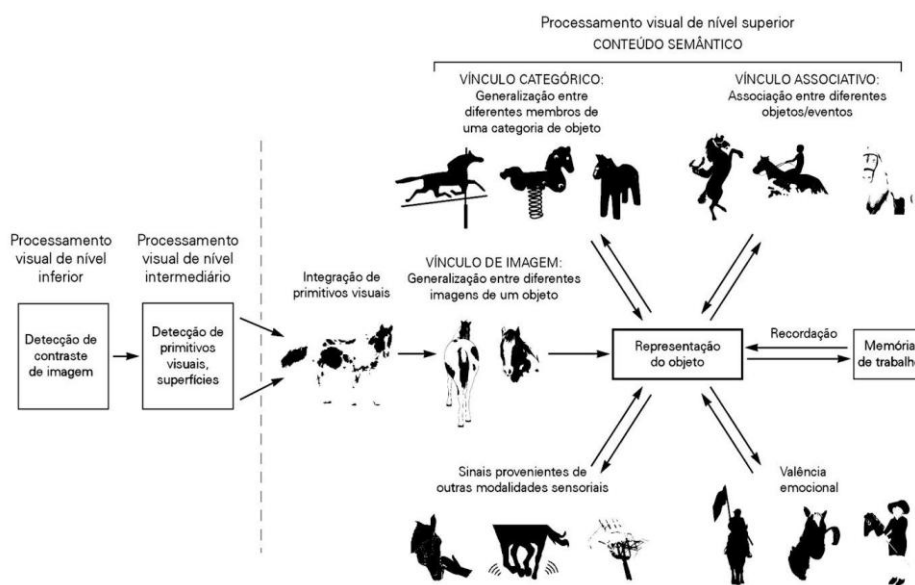
Movimentos oculares sob perspectiva funcional

Os movimentos oculares são fundamentais para a função visual, pois garantem que a imagem de interesse seja projetada sobre a fóvea, permitindo alta acuidade, exploração eficiente do ambiente e estabilidade da imagem mesmo durante movimentos da cabeça e do corpo. Alterações nesses sistemas podem resultar em nistagmo, dificuldade de fixação e sensação de instabilidade visual (BEAR *et al.*, 2017; PURVES *et al.*, 2008; AIRES, 2008). Funcionalmente, esses movimentos classificam-se em sacadas,

que reposicionam rapidamente o olhar para novos alvos; movimentos de perseguição lenta, responsáveis por manter objetos em movimento sobre a fóvea por meio de integração preditiva; movimentos de vergência, que alinham os eixos visuais para diferentes distâncias e asseguram a visão binocular; e o reflexo vestibulo-ocular, que estabiliza a imagem retiniana durante deslocamentos corporais (BEAR *et al.*, 2017;

JOHNSON & REYNOLDS, 2015). Paralelamente, a visão depende da integração perceptiva para manter constâncias visuais — de forma, tamanho e cor — mesmo diante de variações nas condições físicas, processo que envolve a combinação de pistas monoculares, binoculares e da experiência prévia, tornando a percepção visual mais estável, coerente e funcional (Figura 31.22) (PURVES *et al.*, 2008; BEAR *et al.*, 2017).

Figura 31.22 Representação hierárquica do processamento visual e da construção da representação de objetos



Nota: O diagrama ilustra a progressão do processamento visual desde estágios iniciais, responsáveis pela detecção de contrastes e características elementares, até níveis superiores, nos quais ocorre a integração semântica, a categorização, a associação com a memória e a atribuição de valência emocional aos objetos percebidos. **Fonte:** KANDEL *et al.*, 2014.

CONCLUSÃO

A visão humana resulta da integração precisa entre estruturas anatômicas especializadas e mecanismos fisiológicos que garantem a captação, modulação e interpretação dos estímulos luminosos. O funcionamento adequado do sistema visual depende da integridade das túnicas oculares, da retina e dos anexos, cuja organiza-

ção sustenta a formação da imagem e a transmissão da informação visual ao sistema nervoso central.

Assim, o conhecimento integrado da anatomia e da fisiologia ocular constitui fundamento essencial para a compreensão dos processos patológicos e para a prática clínica em oftalmologia, permitindo correlacionar alterações estruturais a repercussões funcionais e orientar abordagens diagnósticas e terapêuticas baseadas em princípios fisiológicos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, M. *Fisiologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- ARAÚJO, L.U.A. *e. al.* Avaliação da qualidade da atenção primária à saúde sob a perspectiva do idoso. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, p. 3521, 2014. doi: 10.1590/1413-81232014198.21862013.
- ARAÚJO, P.T.B. & UCHÔA, S.A.C. Avaliação da qualidade da prescrição de medicamentos de um hospital de ensino. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, p. 1107, 2011. doi: 10.1590/S1413-81232011000700042.
- BAKRI, S.J. *et al.* *Mayo Clinic guide to better vision*. 3. ed. Rochester: Mayo Clinic Press, 2021.
- BARRETT, K.E. *et al.* *Ganong: fisiologia médica*. 24. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- BEAR, M.F. *et al.* *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- GUYTON, A.C. & HALL, J.E. *Tratado de fisiologia médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- JOHNSON, E. & REYNOLDS, P. *Physiology illustrated: ophthalmic physiology*. New York: Oxford University Press, 2015.
- JUNQUEIRA, L.C. *et al.* *Histologia básica: texto e atlas*. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
- KANDEL, E.R. *et al.*, editores. *Princípios de neurociência*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- KANSKI, J.J. *Signs in ophthalmology: causes and differential diagnosis*. Oxford: Elsevier, 2010.
- LENS, A. *et al.* *Ocular anatomy and physiology*. 2. ed. Thorofare: SLACK Incorporated, 2008.
- NETTER, F.H. *Atlas de anatomia humana*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- PURVES, D. *et al.*, editors. *Neuroscience*. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2008.
- PURVES, D. *et al.*, editores. *Neurociências*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- RIBEIRO, J.C.M. *et al.* *Oftalmologia para a graduação*. Fortaleza: Editora Universitária Unichristus, 2019.