

— BASES EM —

# NEUROANATOMIA

Luiz Fernando Takase



# BASES EM NEUROANATOMIA

# BASES EM NEUROANATOMIA

Luiz Fernando Takase

*Professor Associado do Laboratório de Anatomia do Departamento de Morfologia e Patologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar*

PLANEJAMENTO GRÁFICO: Luiz Fernando Takase

CAPA: Imagem gerada com auxílio do ChatGPT (OpenAI). Maio de 2026.

ILUSTRAÇÕES: Luiz Fernando Takase

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Takase, Luiz Fernando  
Bases em neuroanatomia [livro eletrônico] / Luiz  
Fernando Takase. -- São Carlos, SP : Ed. do Autor,  
2026.  
PDF

ISBN 978-65-02-10546-7

1. Anatomia humana 2. Corpo humano 3. Morfologia  
4. Neurociências 5. Neuroanatomia 6. Sistema nervoso  
- Doenças I. Título.

26-359873.0

CDD-611.8  
NLM-WL-101

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Neuroanatomia humana : Ciências médicas 611.8
2. neuroanatomia humana : Ciências médicas WL-101

Camila Aparecida Rodrigues - Bibliotecária CRB -  
SP-010133/0



*Ao curvar-te com a lâmina rija de teu bisturi sobre o cadáver desconhecido, lembra-te que este corpo nasceu do amor de duas almas; cresceu embalado pela fé e esperança daquela que em seu seio o agasalhou, sorriu e sonhou os mesmos sonhos das crianças e dos jovens; por certo amou e foi amado e sentiu saudades dos outros que partiram, acalentou um amanhã feliz e agora jaz na fria lousa, sem que por ele tivesse derramado uma lágrima sequer, sem que tivesse uma só prece. Seu nome só Deus o sabe; mas o destino inexorável deu-lhe o poder e a grandeza de servir a humanidade que por ele passou indiferente.*

Karl Rokitansky (1876)

*Houve um homem enviado de Deus, cujo nome era João.*

*Este veio para testemunho, para que testificasse da luz, para que todos cressem por ele.*

*Não era ele a luz, mas para que testificasse da luz.*

*Ali estava a luz verdadeira, que ilumina a todo o homem que vem ao mundo.*

Bíblia Sagrada, João 1: 6-9

## PREFÁCIO

---

### Neuroanatomia

A Neuroanatomia é um dos ramos mais fascinantes — e ao mesmo tempo mais desafiadores — da Anatomia Humana. Inserida dentro do estudo do corpo humano, ela se dedica à compreensão da organização estrutural do sistema nervoso, abrangendo o sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. Trata-se de uma área fundamental para diversas profissões da saúde, pois o entendimento das estruturas nervosas é indispensável para a compreensão das funções, dos déficits neurológicos e das bases anatômicas das doenças que afetam o sistema nervoso.

Este livro foi concebido com o objetivo de oferecer uma base sólida em Neuroanatomia, especialmente para estudantes que estão tendo seu primeiro contato com a disciplina. A proposta não é substituir as aulas, os atlas ou os livros clássicos, mas servir como um guia introdutório e organizado, auxiliando o aluno a estruturar o raciocínio anatômico, compreender relações espaciais e facilitar o estudo tanto teórico quanto prático. Ao longo da obra, busca-se apresentar os conteúdos de forma clara, progressiva e integrada, respeitando a complexidade do tema, mas sem torná-lo inacessível.

O estudo da Neuroanatomia exige método, constância e, acima de tudo, envolvimento ativo do estudante. Nesse sentido, algumas orientações podem fazer grande diferença no processo de aprendizagem.

Este livro foi pensado para acompanhar o estudante ao longo dessa trajetória, servindo como apoio, orientação e base para o desenvolvimento do raciocínio neuroanatômico. A Neuroanatomia exige esforço, mas também recompensa o aluno com uma compreensão profunda e fascinante do sistema que integra, coordena e dá sentido ao corpo humano.

Um Fraternal Abraço . . .

Prof Dr Luiz Fernando Takase

Lab de Anatomia

Depto de Morfologia e Patologia – CCBS - UFSCar

## O ESTUDO DA NEUROANATOMIA

---

O estudo da Neuroanatomia é um processo contínuo e integrado, que se constrói a partir da integração entre as aulas teóricas, as atividades práticas em laboratório e o estudo individual em casa. Na sala de aula, o aluno organiza o raciocínio e compreende os conceitos fundamentais; no laboratório, transforma esse conhecimento em percepção espacial através do reconhecimento das estruturas; e, em casa, consolida o aprendizado por meio da revisão, da leitura e da organização do conteúdo.

Nenhuma dessas etapas funciona plenamente de forma isolada: a teoria orienta a prática, a prática dá sentido à teoria, e o estudo domiciliar conecta e fixa ambos. Quando essas três dimensões caminham juntas, o aprendizado deixa de ser meramente decorativo e passa a ser consistente, duradouro e verdadeiramente compreendido.

### Aulas teóricas

- *As aulas são o primeiro contato organizado com a Neuroanatomia* - É nelas que o aluno começa a construir um mapa mental do conteúdo, entendendo não só o que estudar, mas como os temas se relacionam entre si.
- *A presença em aula é fundamental* - Se estudar apenas por livros fosse suficiente, não haveria necessidade de professores. O docente atua como mediador do conhecimento, destacando o que é essencial, antecipando dificuldades comuns e ajudando a enxergar conexões que nem sempre ficam claras na leitura isolada.
- *Aprender exige postura ativa* - A aprendizagem não é um processo passivo. Ouvir com atenção, refletir sobre o que está sendo explicado, relacionar com conhecimentos prévios e formular perguntas aumentam significativamente a compreensão e a retenção do conteúdo.
- *Preparar-se minimamente antes da aula ajuda* - Quando possível, uma leitura rápida ou uma olhada nos tópicos que serão abordados “prepara o terreno” e facilita o entendimento durante a explicação.
- *Não copie tudo, selecione o que é importante* - Não é produtivo copiar todos os slides ou transcrever literalmente tudo o que o professor fala. O ideal é anotar ideias centrais, conceitos-chave, definições importantes e pontos que o docente enfatiza ou repete.

- *Use as anotações como guia de estudo* - As anotações feitas em aula devem servir de roteiro para o estudo em casa. Complementá-las com observações pessoais, esquemas simples ou palavras-chave ajuda a organizar o raciocínio.
- *Gerencie sua atenção durante a aula* - Sempre que possível, evite distrações como celular, redes sociais ou atividades paralelas. Mesmo interrupções breves quebram o raciocínio e dificultam o acompanhamento de conteúdos interligados, comuns na Neuroanatomia.
- *Perguntar faz parte do aprendizado* - Não sair da aula com dúvidas acumuladas é fundamental. Perguntar não é sinal de desconhecimento, mas de interesse e envolvimento. Muitas vezes, a dúvida de um aluno é compartilhada por vários outros.
- *A aula não termina quando ela acaba* - Revisar brevemente as anotações no mesmo dia, reler os principais pontos e marcar o que não ficou claro são estratégias simples que ajudam a consolidar o aprendizado e tornam o estudo posterior mais eficiente.
- *Aulas bem aproveitadas reduzem o esforço depois* - Quando a aula teórica é bem utilizada, o estudo em casa se torna mais leve, organizado e menos desgastante — e esse é um dos grandes segredos para aprender Neuroanatomia com mais segurança.

### **Aulas práticas**

- *A Neuroanatomia se aprende no contato direto com as peças anatômicas* - As aulas práticas são o momento em que a Neuroanatomia deixa de ser apenas nomes e passa a se tornar uma realidade concreta e tridimensional. Sem imagens, modelos e peças anatômicas, o aprendizado fica incompleto.
- *O atlas de anatomia é indispensável* - Ter sempre um atlas à mão não é uma sugestão, mas uma necessidade. Estudar Neuroanatomia sem atlas simplesmente não funciona, pois ele permite compreender formas, limites, relações espaciais e continuidade das estruturas — algo que o texto sozinho não consegue transmitir.
- *As peças de Neuroanatomia exigem cuidado redobrado* - O tecido nervoso é muito mais frágil do que o de outros sistemas orgânicos. Encéfalo, cerebelo, tronco encefálico e medula espinal deformam-se e degradam-se com facilidade quando manipulados de forma inadequada.
- *Evite instrumentos que possam danificar a peça* - Recomenda-se fortemente não utilizar pinças anatômicas nem qualquer instrumento que comprima, rasgue ou marque o tecido

nervoso. Da mesma forma, não se deve apontar estruturas com canetas, lápis ou objetos rígidos.

- *Manuseio cuidadoso é parte da formação profissional* - O cuidado, o respeito e a atenção no manuseio das peças preservam o material anatômico, garantem melhores condições de estudo para todos e refletem uma postura profissional desde a graduação.
- *Adote uma postura ativa no laboratório* - A aula prática não se resume a “olhar a peça”. É preciso explorar o material de forma sistemática, com atenção aos detalhes e às relações entre as estruturas.
- *Estude a mesma estrutura em diferentes perspectivas* - Sempre que possível, observe a estrutura em vistas anterior, posterior, superior e inferior, além de cortes sagitais, frontais e transversais. Essa repetição ajuda a evitar a memorização mecânica de uma única imagem.
- *Estude a mesma estrutura em diferentes peças* - Cada peça anatômica possui características próprias. Algumas são seccionadas em planos específicos, outras foram dissecadas para evidenciar determinadas estruturas, além das variações anatômicas naturais e dos diferentes graus de preservação do material.
- *Aprenda a reconhecer variações anatômicas* - A anatomia real não é perfeita nem padronizada. O contato com diferentes peças permite desenvolver um reconhecimento mais seguro e flexível, preparando melhor o aluno para as avaliações e para a prática profissional.
- *Familiarize-se com as peças do laboratório* – As peças utilizadas nas aulas práticas costumam ser as mesmas cobradas nas provas. Quanto mais natural for o contato com elas, menor será a ansiedade no momento da avaliação prática.
- *Integre atlas e peça anatômica* - Uma boa estratégia é localizar primeiro a estrutura no atlas e depois na peça. Em seguida, tente fazer o caminho inverso: identificar a estrutura diretamente na peça e usar o atlas apenas para confirmar.
- *Estude em grupo sempre que possível* - Discutir estruturas, explicar para colegas e corrigir erros são formas muito eficazes de aprendizagem. Ensinar alguém ajuda a organizar o raciocínio e revela lacunas no próprio conhecimento.
- *A aula prática continua fora do laboratório* - Revisar posteriormente o que foi visto no laboratório, utilizando atlas, imagens e materiais complementares, ajuda a consolidar o aprendizado. A prática constante transforma a Neuroanatomia em um conhecimento sólido, visual e funcional.

## Estudo em casa

Ao longo da graduação, cada estudante descobre como aprende melhor: lendo, escrevendo, desenhando esquemas, explicando em voz alta ou combinando estratégias. Não existe um método único que funcione para todos, cada aluno tem seu próprio método de estudo.

Mesmo com estilos diferentes, certos cuidados costumam favorecer o aprendizado da maior parte dos estudantes, especialmente em uma disciplina complexa como a Neuroanatomia.

Alguns princípios gerais ajudam a maioria dos alunos:

- *Planeje o estudo e distribua o conteúdo no tempo* - Estudar aos poucos, de forma regular, é muito mais eficaz do que concentrar todo o conteúdo na véspera da prova. O acúmulo de matéria gera ansiedade, cansaço e baixo aproveitamento.
- *Sessões curtas e frequentes funcionam melhor* - Pequenos períodos de estudo bem focado tendem a render mais do que longas horas de estudo cansativo e pouco produtivo.
- *Um ambiente adequado faz diferença* - Procure estudar em um local confortável, com boa iluminação e ventilação. Esses fatores ajudam na concentração e reduzem a fadiga mental.
- *Reduza ao máximo as distrações* - Celular, redes sociais, televisão e notificações constantes fragmentam a atenção e dificultam a fixação do conteúdo. Mesmo poucos minutos de estudo sem interrupções já trazem melhores resultados.
- *Tenha bons materiais de apoio* - Um livro-texto e um atlas de anatomia devem acompanhar o aluno ao longo de toda a disciplina, servindo como referência para revisão e esclarecimento de dúvidas.
- *Busque material complementar de forma criteriosa* - Livros adicionais, vídeos, animações, plataformas educacionais e conteúdos confiáveis na internet ajudam a visualizar estruturas tridimensionais e reforçar o que foi visto em aula, desde que usados com senso crítico.
- *Organize o conteúdo estudado* - Fazer resumos, esquemas, tabelas ou mapas mentais ajuda a estruturar as informações e a identificar o que é realmente essencial.
- *Resolva exercícios e questões sempre que possível* - Exercícios são uma excelente forma de testar o próprio entendimento e perceber quais pontos precisam ser revisados.
- *Respeite seus limites físicos e mentais* - Fazer pausas regulares, descansar adequadamente e manter hábitos básicos de sono e alimentação são fundamentais para um bom desempenho.

- *Estudar bem também é estudar com equilíbrio* - A Neuroanatomia exige dedicação, mas o aprendizado se torna muito mais eficiente quando feito de forma consciente, organizada e equilibrada.

### **Dia da prova**

Os dias de avaliações por si só, já causam estresse e ansiedade a todos os alunos, no entanto, alguns cuidados costumam auxiliar:

- *A organização começa antes da prova* - Planeje o horário com folga, separe com antecedência tudo o que será necessário (documento, jaleco, caneta, lápis, borracha) e tente chegar cedo. Imprevistos acontecem, e qualquer correria desnecessária aumenta o estresse e prejudica a concentração.
- *Chegar cedo ajuda a controlar a ansiedade* - Estar no local com antecedência permite “assentar a cabeça”, organizar o pensamento e iniciar a prova com mais tranquilidade e controle emocional.
- *Dormir bem faz parte do estudo* - Virar a noite estudando costuma dar a falsa sensação de produtividade, mas raramente melhora o desempenho. Uma boa noite de sono é essencial para a consolidação da memória e para um raciocínio mais claro no dia seguinte.
- *Na véspera, prefira revisão leve* - Revisar pontos principais de forma organizada rende mais do que tentar aprender conteúdos novos de madrugada. Dormir bem não é perda de tempo — é estratégia.
- *Na prova teórica, leia o enunciado com atenção* - Muitos erros acontecem porque o aluno responde o que acha que a questão perguntou, e não o que ela realmente pede.
- *Fique atento às palavras-chave do enunciado* - Termos como “exceto, não, incorreta, mais provável, melhor conduta ou assinale a alternativa correta” mudam completamente o sentido da questão.
- *Releia o enunciado após responder a questão* - Essa é uma dica clássica, muito usada em estratégias de vestibular, e ajuda a confirmar se a alternativa escolhida realmente responde ao que foi pedido.
- *Na prova prática, transforme o nervosismo em método* - Em vez de tentar adivinhar rapidamente, siga um raciocínio passo a passo. Método reduz erros e aumenta a segurança.

- *Passo 1 – Identifique o tipo de peça* - Pergunte-se: é um encéfalo inteiro? telencéfalo isolado? tronco encefálico? cerebelo? medula? uma secção? um hemisfério?
- *Passo 2 – Reconheça o plano de corte, quando houver* - Identifique se é um corte sagital, frontal/coronal ou transversal. Isso elimina muita confusão inicial.
- *Passo 3 – Oriente a peça no espaço* - Defina claramente o que é anterior, posterior, superior e inferior (e, quando aplicável, medial e lateral). Muitas vezes, só isso já “destrava” a identificação.
- *Passo 4 – Localize estruturas de referência maiores* - Procure sulcos marcantes, ventrículos, corpo caloso, tálamo, pedúnculos, ponte, pirâmides ou fissuras cerebelares. Pense sempre: “onde estou no mapa?”
- *Passo 5 – Observe exatamente onde o alfinete toca* - Veja se está na substância cinzenta ou branca, em um sulco, em uma borda, em uma saliência ou em uma estrutura simétrica.
- *Passo 6 – Nomeie a estrutura com coerência* - Ao identificar uma estrutura, seja específico quando necessário: se é corpo caloso, qual parte? joelho, tronco ou esplênio? Se é cápsula interna, qual porção? (quando aplicável).
- *Treinar esse método reduz o “chute”* - Quanto mais esse raciocínio for praticado nas aulas práticas, mais automático ele se torna na prova, diminuindo erros e aumentando a sensação de controle.
- *Segurança vem do método, não da pressa* - Ter um passo a passo claro ajuda a lidar melhor com o nervosismo e melhora significativamente o desempenho na prova prática.

Contexto	Orientações essenciais
Aulas teóricas	Compareça às aulas regularmente; mantenha postura ativa; evite distrações; anote ideias centrais e conceitos-chave; não copie tudo literalmente; faça perguntas e esclareça dúvidas ainda em sala; revise brevemente o conteúdo no mesmo dia.
Aulas práticas (laboratório)	Utilize sempre um atlas de anatomia; estude a mesma estrutura em diferentes peças e sob várias perspectivas; observe planos de corte; familiarize-se com as peças do laboratório; estude em grupo; correlacione atlas e peça anatômica; respeite as normas de manuseio e conservação do material. Tenha cuidado redobrado com peças de Neuroanatomia; evite pinças anatômicas; nunca aponte estruturas com canetas ou lápis; manuseie com delicadeza; preserve o material para uso coletivo e contínuo.
Estudo em casa	Planeje o estudo com antecedência; distribua o conteúdo ao longo do tempo; estude em ambiente adequado; reduza distrações; utilize livro-texto e atlas; faça resumos, esquemas e mapas mentais; busque materiais complementares confiáveis; faça pausas regulares.
Provas teóricas	Leia atentamente o enunciado; identifique palavras-chave; responda exatamente ao que foi pedido; revise respostas quando possível; evite interpretações precipitadas.

Provas práticas	Identifique a peça; reconheça o plano de corte; oriente a peça no espaço; localize estruturas de referência; analise com calma onde o alfinete toca; nomeie a estrutura com segurança e coerência.
Rotina e bem-estar	Durma bem antes das provas; evite estudar a noite inteira; alimente-se adequadamente; chegue cedo às avaliações; controle a ansiedade com organização e método.

## DICAS DE ESTUDO DO LAB DE ANATOMIA

*Construa seu glossário de  
anatomia*

*Desenhe após as aulas  
e monitorias*

*Entenda o por quê das  
estruturas anatômicas*

*Explique para os colegas!*

*Venham nas monitorias!*

*Se faça presente nas aulas*

*Não madrugue na véspera da prova.*

*Tenha uma boa noite de sono.*

*Prestem atenção no que os professores  
dizem.*

**DEIXE SEU ESTUDO MAIS LEVE!**

**SUMÁRIO**

01 – INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO SIST NERVOSO .....	15
02 – TECIDO NERVOSO .....	28
03 – MEDULA ESPINHAL .....	42
04 – TRONCO ENCEFÁLICO .....	56
05 – CEREBELO .....	75
06 – DIENCÉFALO .....	90
07 – TELENCEFALO .....	110
08 – MENINGES .....	133
09 – VASCULARIZAÇÃO .....	151
10 - SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO .....	166
11 - NERVOS ESPINHAIS E CRANIANOS .....	185
12 - SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO .....	202
13 - ESTRUTURA DO CÓRTEX CEREBRAL .....	226
14 - SISTEMA LÍMBICO .....	246
15 - GRANDES VIAS AFERENTES .....	260
16 - GRANDES VIAS EFERENTE .....	281
BIBLIOGRAFIA .....	296

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO SISTEMA NERVOSO

---

### CONTEÚDO

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Generalidades              | 5. Arco reflexo         |
| 2. Embriologia                | 6. Considerações finais |
| 3. Divisão                    | Material Complementar   |
| 3.1 Critérios anatômicos      | Resumo                  |
| 3.2 Critérios embriológicos   | Casos Clínicos          |
| 3.3 Critérios funcionais      | Questões                |
| 3.4 Segmentação               |                         |
| 4. Organização Morfofuncional |                         |

---

### 1. Generalidades

O corpo humano é composto por trilhões de células organizadas em tecidos com citoarquitetura, características e funções específicas. A manutenção da vida depende de que essas células atuem de forma integrada e coordenada; caso contrário, a execução aleatória de funções como contração, secreção ou síntese muito provavelmente seria incompatível com a vida.

Essa integração é feita principalmente pelo sistema nervoso, com o auxílio do sistema endócrino, que exerce controle sobre os órgãos-alvo por meio dos hormônios, mensageiros químicos de ação mais lenta e difusa. Já o sistema nervoso atua de maneira rápida e precisa, sendo capaz de receber informações sensitivas provenientes tanto do meio externo quanto do meio interno, processá-las e gerar respostas adequadas por meio de seus órgãos efetadores.

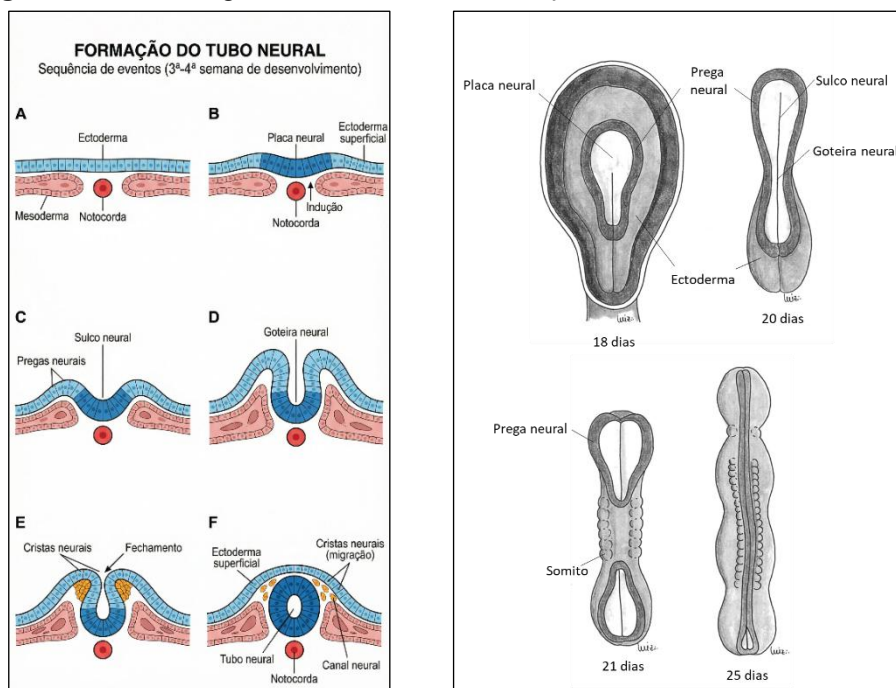
Por essa razão, o sistema nervoso é considerado o mais complexo dos sistemas orgânicos do corpo humano. Ele coordena respostas voluntárias e involuntárias às constantes variações do ambiente interno e externo, além de desempenhar papel essencial nos processos emocionais, comportamentais e cognitivos. É, portanto, o principal sistema responsável pela integração funcional do organismo.

Para a compreensão adequada da organização e do funcionamento do sistema nervoso, é fundamental o conhecimento de sua origem embriológica e dos diferentes critérios utilizados para sua divisão, temas que serão abordados ao longo deste capítulo.

## 2. Embriologia

O sistema nervoso tem origem embriológica no ectoderma, o folheto embrionário mais externo. Durante a terceira semana de desenvolvimento intrauterino, a *notocorda* induz o ectoderma a se especializar, formando a *placa neural*. A porção central da placa neural sofre invaginação, originando o *sulco neural*, que se aprofunda progressivamente até formar a *goteira neural*. O fechamento dos lábios dessa goteira dá origem ao *tubo neural*, processo que ocorre inicialmente na região central e progride nos sentidos cranial e caudal, estando completo ao final da quarta semana de desenvolvimento. O ectoderma superficial recobre o tubo neural, isolando-o do meio externo (Figura 1.1).

**Figura 1.1** – Embriologia do sistema nervoso. Formação do tubo neural e crista neural.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

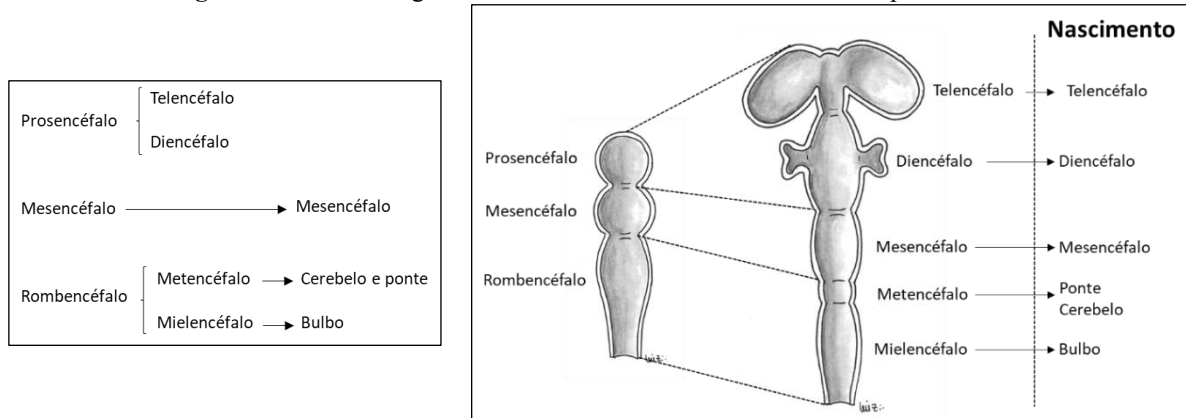
Fonte: Takase, 2025.

O tubo neural origina o sistema nervoso central, enquanto as *cristas neurais*, formadas a partir das bordas da placa neural, dão origem ao sistema nervoso periférico e a outras estruturas não-nervosas, como a medula da glândula suprarrenal, as células C da glândula tireoide e os odontoblastos.

Na extremidade cranial do tubo neural surgem três dilatações, denominadas *vesículas primordiais*: *prosencefalo*, *mesencefalo* e *rombencefalo*. Durante o desenvolvimento, o prosencefalo subdivide-se em *telencefalo* e *diencefalo*. O *mesencefalo* não se divide, mantendo-se como uma estrutura única ao longo do desenvolvimento embrionário. Por fim, o

rombocéfalo origina o *metencéfalo*, que origina a *ponte* e o *cerebelo*; e o *mielocéfalo*, que forma o bulbo (Figuras 1.2).

**Figura 1.2** - Embriologia do SNC. Desenvolvimento das vesículas primordiais.

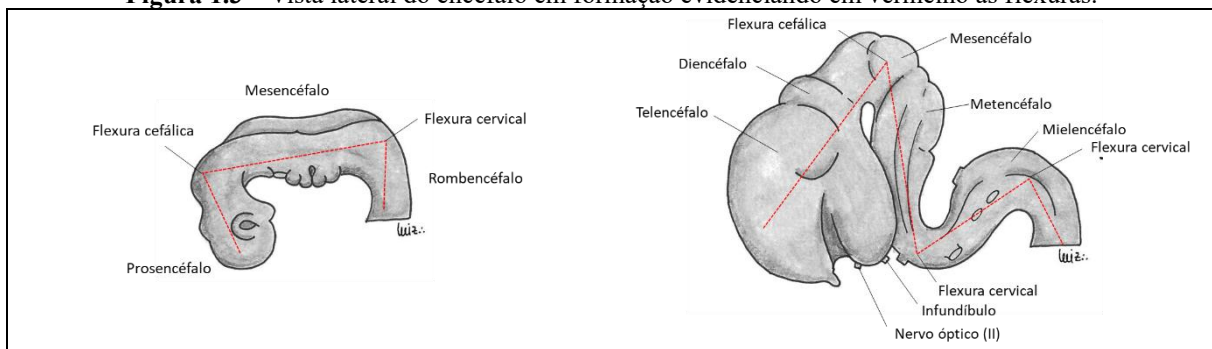


Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

Fonte: Takase, 2025.

Durante o desenvolvimento, o tubo neural apresenta três flexuras: a *flexura cefálica*, localizada entre o prosencéfalo e o mesencéfalo, a única que persiste após o nascimento; a *flexura cervical*, entre o rombocéfalo e a medula primitiva; e a *flexura pontina*, situada entre o metencéfalo e o mielocéfalo, ambas transitórias (Figura 1.3).

**Figura 1.3** – Vista lateral do encéfalo em formação evidenciando em vermelho as flexuras.



Fonte: Takase, 2025.

#### **Correlações Clínicas 1 - Falhas no Fechamento do Tubo Neural**

Alterações no fechamento do tubo neural durante o desenvolvimento embrionário podem resultar em malformações congênitas do SNC. A *espinha bífida* ocorre quando há fechamento incompleto da porção caudal do tubo neural, enquanto a *anencefalia* representa um defeito grave da porção cranial.

### **3. Divisão**

O sistema nervoso pode ser classificado segundo diferentes critérios. Cada forma de divisão enfatiza um aspecto específico, como anatomia, embriologia, função ou organização, ressaltando que todas são complementares entre si. A compreensão dessas classificações é

fundamental para o estudo da Neuroanatomia e para a correta interpretação da organização e do funcionamento do sistema nervoso.

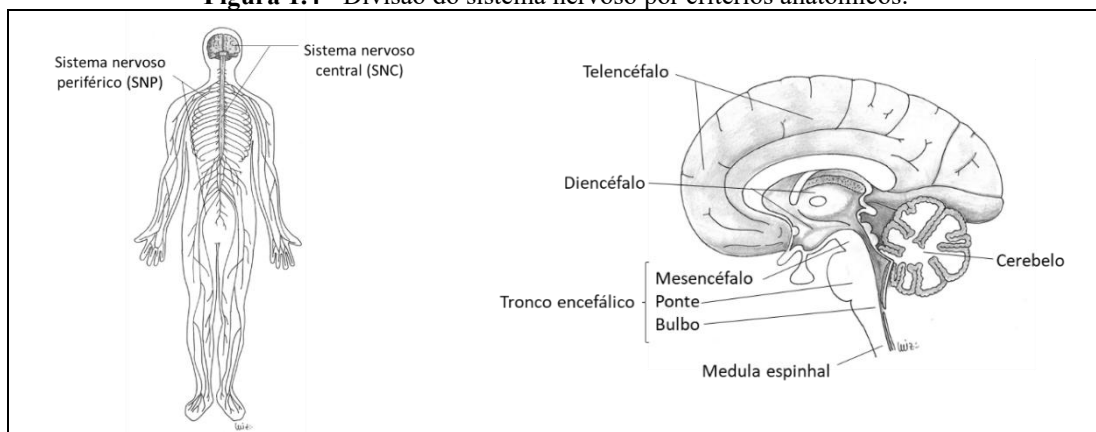
### 3.1 Critérios anatômicos

De acordo com os critérios anatômicos, o sistema nervoso é inicialmente dividido em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico (Figura 1.4).

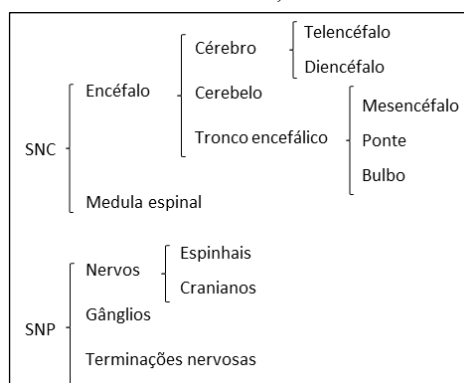
O *sistema nervoso central* (SNC) localiza-se no interior do esqueleto axial e é constituído pela medula espinhal e pelo encéfalo. O encéfalo, por sua vez, é composto pelo tronco encefálico (formado pelo bulbo, ponte e mesencéfalo), cerebelo e cérebro (constituído pelo diencéfalo e telencéfalo).

O *sistema nervoso periférico* (SNP) localiza-se fora do esqueleto axial e é formado pelos nervos, gânglios nervosos e terminações nervosas. Ele é responsável por estabelecer a comunicação entre o SNC e as demais estruturas do organismo.

**Figura 1.4 - Divisão do sistema nervoso por critérios anatômicos.**



Fonte: Takase, 2025.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

### 3.2 Critérios embriológicos

Na divisão segundo critérios embriológicos, as estruturas do sistema nervoso são classificadas de acordo com a vesícula primordial da qual se originaram.

O telencéfalo e o diencéfalo são estruturas *prosencefálicas*; o mesencéfalo mantém-se como uma estrutura *mesencefálica* ao longo do desenvolvimento; e o cerebelo, a ponte e o bulbo são estruturas de origem *rombencefálica*.

Esse critério de divisão é especialmente útil para compreender a organização estrutural e funcional do encéfalo adulto, bem como suas relações durante o desenvolvimento.

### 3.3 Critérios funcionais

Segundo os critérios funcionais, o sistema nervoso divide-se em sistema nervoso somático e sistema nervoso visceral (Figura 1.5).

O *sistema nervoso somático* está relacionado à vida de relação, permitindo a interação consciente com o meio externo. Seu

componente aferente conduz informações sensitivas provenientes do meio externo que se tornam conscientes. O componente eferente inerva a musculatura estriada esquelética, possibilitando a execução de movimentos voluntários.

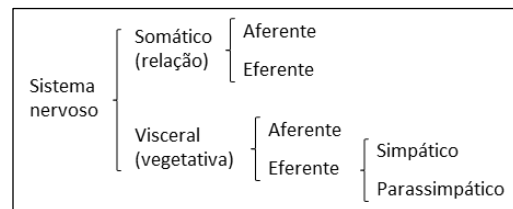
O *sistema nervoso visceral* está relacionado à regulação do meio interno e à manutenção da homeostase do organismo. Seu componente aferente conduz informações provenientes do meio interno, como pressão arterial, pH sanguíneo e glicemia, que não se tornam conscientes, sendo utilizadas principalmente em mecanismos reflexos de controle visceral. A única exceção é a dor visceral, que pode atingir o nível da consciência. O componente eferente do sistema é involuntário e subdivide-se em simpático e parassimpático, sendo responsável pela inervação do músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular.

### 3.4 Segmentação

Na divisão baseada em critérios segmentares, distingue-se o sistema nervoso *supra-segmentar* e o *sistema nervoso segmentar*. As estruturas supra-segmentares, como o cérebro e o cerebelo, apresentam *córtex* constituído por substância cinzenta localizada superficialmente.

As demais estruturas do SNC, bem como o SNP, integram o sistema nervoso segmentar, caracterizado pela ausência de *córtex*. Do ponto de vista funcional, o sistema segmentar

**Figura 1.5** - Divisão do sistema nervoso por critérios funcionais.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

encontra-se subordinado ao sistema supra-segmentar, que exerce controle e modulação de suas atividades.

**Correlação Clínica – Divisão Funcional (Somático × Visceral)**

Lesões que acometem o sistema nervoso somático podem resultar em perda de movimentos voluntários e de sensibilidade consciente, como ocorre em neuropatias periféricas ou lesões medulares.

Em contraste, alterações no sistema nervoso visceral manifestam-se principalmente por distúrbios da homeostase, como alterações da frequência cardíaca, da pressão arterial ou da motilidade visceral.

#### 4. Organização Morfofuncional

O sistema nervoso é constituído por três tipos fundamentais de neurônios, organizados de forma integrada para permitir a recepção, o processamento e a resposta aos estímulos: neurônios sensitivos, neurônios motores e neurônios de associação (Figura 1.6).

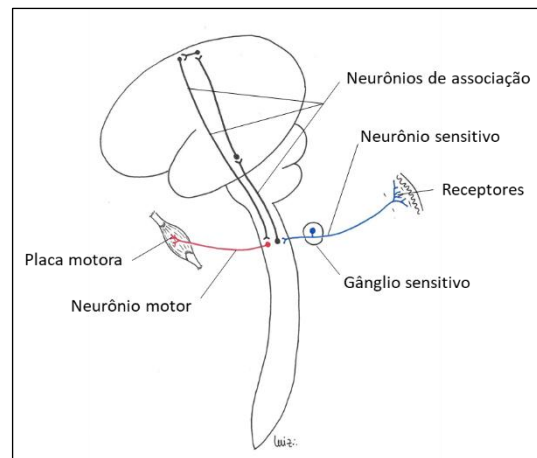
Os *neurônios sensitivos*, ou *aferentes*, conduzem impulsos nervosos provenientes do meio externo ou do meio interno em direção ao SNC. Os *neurônios motores*, ou *eferentes*, conduzem impulsos do SNC até os órgãos

efetadores. Os *neurônios de associação*, ou *internunciais*, estabelecem conexões entre os neurônios, sendo responsáveis pela integração e pelo processamento das informações no SNC. Esta organização morfofuncional desses componentes permite que o organismo responda de maneira adequada às variações do meio externo e às alterações do meio interno.

Estas respostas se iniciam com os neurônios aferentes, cujos corpos celulares estão localizados nos gânglios sensitivos e conduzem impulsos nervosos até a medula espinhal ou o tronco encefálico. A partir desses níveis, os impulsos seguem por meio de neurônios de associação através das grandes vias aferentes em direção ao encéfalo.

No sistema nervoso somático aferente, a maior parte das informações sensitivas que se tornam conscientes alcança o tálamo, onde são processadas e posteriormente encaminhadas para as áreas específicas do córtex cerebral. A única exceção é o olfato, cujos impulsos atingem diretamente o córtex cerebral sem passar previamente pelo tálamo. No sistema nervoso visceral aferente, as informações alcançam principalmente o hipotálamo e não se tornam conscientes,

**Figura 1.6** - Organização morfofuncional do sistema nervoso.



Fonte: Takase, 2025.

sendo utilizadas em mecanismos reflexos de regulação visceral; a única exceção é a dor visceral, que pode atingir o nível da consciência.

As informações são processadas no SNC, que origina as respostas, que seguem pelas vias eferentes. No sistema nervoso somático eferente, um neurônio de associação parte do córtex cerebral em direção ao tronco encefálico ou à medula espinhal, onde faz sinapse com um neurônio motor somático, responsável pela inervação da musculatura estriada esquelética. No sistema nervoso visceral eferente, um neurônio de associação origina-se principalmente no hipotálamo e projeta-se para o tronco encefálico ou para a medula espinhal, onde faz sinapse com um *neurônio pré-ganglionar*. Este, por sua vez, dirige-se a um *gânglio autonômico*, no qual faz sinapse com um *neurônio pós-ganglionar*, responsável pela inervação de músculo liso, músculo estriado cardíaco ou tecido glandular.

#### **Correlação Clínica – Organização Morfofuncional**

Uma lesão que interrompe vias aferentes pode resultar em perda ou diminuição da sensibilidade, enquanto lesões que acometem vias eferentes produzem déficits motores ou alterações da função visceral. Já alterações nos neurônios de associação comprometem a integração das informações, podendo afetar tanto a percepção quanto a resposta ao estímulo.

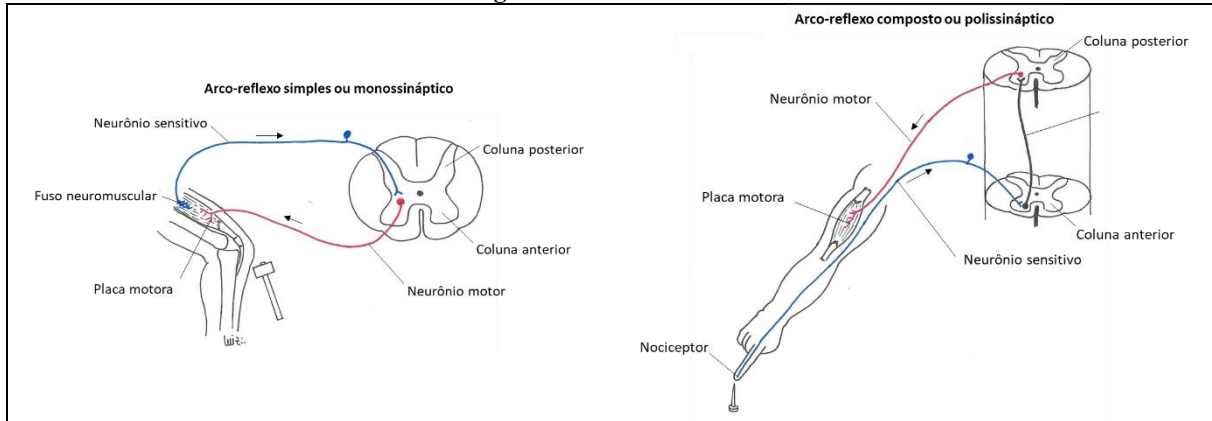
Esses quadros demonstram que a integridade da organização morfofuncional do sistema nervoso é essencial para respostas adequadas aos estímulos internos e externos.

## **5. Arco reflexo**

O reflexo é uma resposta rápida, automática e involuntária, desencadeada por um estímulo sensitivo, com a finalidade de proteger o organismo ou promover adaptações funcionais. Dependendo do tipo de estímulo e do nível de processamento central, a resposta reflexa pode ou não atingir o nível da consciência. A via nervosa responsável pela execução dessas respostas denomina-se arco reflexo, que pode ser classificado como simples ou composto (Figura 1.7).

No *arco reflexo simples*, ou *monossináptico*, o neurônio aferente faz sinapse diretamente com o neurônio eferente. Como essa sinapse ocorre em um único segmento da medula espinhal, o arco reflexo simples também pode ser classificado como intra-segmentar. O reflexo patelar é um exemplo clássico desse tipo de arco reflexo.

No *arco reflexo composto*, ou *polissináptico*, o neurônio aferente estabelece sinapse com um ou mais neurônios de associação, que distribuem o impulso para diferentes segmentos da medula espinhal, onde ocorrem sinapses com múltiplos neurônios eferentes. Por envolver mais de um segmento medular, esse tipo de arco reflexo é classificado como intersegmentar. O reflexo de retirada do membro diante de um estímulo nociceptivo constitui um exemplo típico de arco reflexo composto.

**Figura 1.7 – Arco reflexo.**

Fonte: Takase, 2025.

### **Correlação Clínica – Arcos Reflexos**

A avaliação dos reflexos é uma ferramenta fundamental no exame neurológico. A ausência ou diminuição de um reflexo pode indicar lesão na via aferente, no centro integrador medular ou na via eferente, enquanto reflexos exacerbados sugerem perda do controle exercido por centros superiores.

Assim, o estudo dos arcos reflexos permite correlacionar alterações clínicas com a integridade funcional dos segmentos medulares e das vias nervosas.

## **6. Considerações finais**

Este capítulo apresentou os fundamentos necessários para a compreensão do sistema nervoso sob uma perspectiva anatômica, embriológica, funcional e organizacional. Ao abordar desde sua origem embrionária até sua organização morfofuncional e segmentar, estabeleceu-se a base conceitual indispensável para o estudo das estruturas nervosas e de seus mecanismos de integração.

A distinção entre SNC e SNP, bem como entre os sistemas somático e visceral, permite compreender como o organismo recebe, processa e responde aos estímulos do meio externo e interno. Do mesmo modo, o estudo da organização aferente e eferente evidencia que as respostas nervosas dependem da integridade estrutural e funcional de cada componente do sistema.

A análise dos arcos reflexos reforça o papel do sistema nervoso como elemento fundamental de adaptação e proteção do organismo, demonstrando a importância da organização segmentar e da modulação exercida por centros superiores. As correlações clínicas apresentadas ao longo do capítulo ilustram como alterações estruturais ou funcionais se refletem diretamente na prática clínica, consolidando a relação entre anatomia e função.

Com esses fundamentos estabelecidos, o estudante estará apto a aprofundar o estudo das estruturas específicas do sistema nervoso, compreendendo-as não como elementos isolados, mas como partes integradas de um sistema altamente organizado e funcionalmente interdependente.

# MATERIAL COMPLEMENTAR

---

## RESUMO

### 1. Sistema nervoso

- Regulação e coordenação do organismo
- Atua em conjunto com o sistema endócrino
- Manutenção da homeostase
- Permite interação com o meio externo

### 2. Embriologia

- Origem: Ectoderma
- Placa neural → sulco neural → goteira neural → tubo neural + Cristas neurais

#### 2.1 Tubo neural

- Origina o SNC - encéfalo e medula espinhal
- Cavidades → Ventriculos + Canal central

#### 2.2 Cristas neurais

- Originam o SNP e outras estruturas associadas

### 3. Vesículas primordiais

- Prosencéfalo – Telencéfalo e diencefalo
- Mesencéfalo – Mesencéfalo
- Rombocéfalo – Metencéfalo (ponte e cerebelo) e mielocéfalo (bulbo)

### 4. Divisões do sistema nervoso

#### 4.1 Critério Anatômico -

- SNC – encéfalo e medula espinhal
- SNP – nervos cranianos, nervos espinhais, gânglios e terminações nervosas

#### 4.2 Critério Funcional

- Sistema Nervoso Somático - Vida de relação
  - Aferente: estímulos do meio externo → conscientes
  - Eferente: músculo estriado esquelético → voluntário

- Sistema Nervoso Visceral - Vida vegetativa
  - Aferente: meio interno → inconsciente (exceção: dor visceral)
  - Eferente – sistema nervoso autônomo – simpático e parassimpático

#### 4.3 Critério Segmentar

- Supra-segmentar – Presença de córtex – cérebro e cerebelo
- Segmentar – subordinado ao supra-segmentar – medula, tronco encefálico e SNP

### 5. Organização morfofuncional

- Neurônios aferentes - conduzem estímulos ao SNC
- Neurônios de associação - integração e processamento
- Neurônios eferentes - conduzem respostas aos órgãos efetadores

#### 5.1 Aferência

- Somática - Tálamo (exceção: olfato) → Córtex → Consciência
- Visceral – Hipotálamo → Inconsciente (exceção: dor visceral)

#### 5.2 Eferência

- Somática – Córtex motor → voluntário → músculo estriado esquelético
- Visceral – Hipotálamo → involuntário → músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular

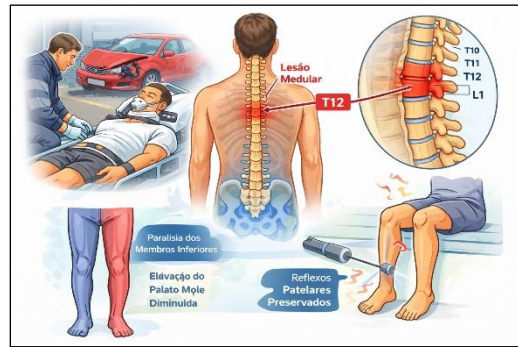
### 6. Arcos reflexos

- Arco reflexo simples – Monossináptico e intra-segmentar
- Arco reflexo composto – Polissináptico e intersegmentar

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 – Lesão Medular e Organização Segmentar

Um paciente de 32 anos sofre um acidente automobilístico e apresenta trauma na coluna vertebral ao nível de T12. Após o atendimento inicial, observa-se perda dos movimentos voluntários dos membros inferiores, perda da sensibilidade consciente abaixo do nível da lesão, mas com reflexos patelares preservados.

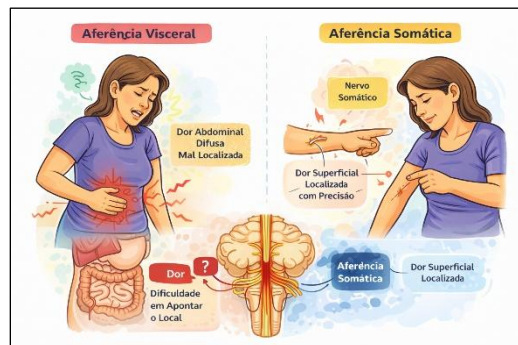


#### Perguntas:

1. Qual porção do sistema nervoso está primariamente acometida nesse caso: SNC ou SNP?
2. A perda dos movimentos voluntários indica comprometimento de qual componente funcional do sistema nervoso?
3. Por que os reflexos patelares permanecem preservados, apesar da perda do controle voluntário?
4. Esse quadro está relacionado principalmente ao sistema nervoso segmentar ou supra-segmentar?

### 2. Caso Clínico 2 – Aferência Somática × Aferência Visceral

Uma paciente de 45 anos relata dor abdominal difusa e mal localizada, acompanhada de náuseas. Durante o exame, observa-se que a paciente tem dificuldade em apontar com precisão o local da dor, diferentemente do que ocorre quando apresenta dor em um corte superficial na pele.



#### Perguntas:

1. A dor descrita pela paciente está relacionada ao sistema nervoso somático ou visceral?
2. Por que a dor visceral é descrita como difusa e de difícil localização?
3. Para qual estrutura encefálica as informações aferentes viscerais são predominantemente conduzidas?
4. Por que a dor visceral constitui uma exceção entre as aferências do sistema nervoso visceral?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Qual é a principal função do sistema nervoso no organismo?
2. De qual folheto embrionário se origina o sistema nervoso?
3. O que é o tubo neural e qual a sua importância?
4. Quais são as vesículas encefálicas primordiais?
5. Qual vesícula encefálica não se subdivide durante o desenvolvimento embrionário?
6. Como o sistema nervoso é dividido do ponto de vista anatômico?
7. Diferencie, de forma simples, o sistema nervoso somático do sistema nervoso visceral.
8. As informações aferentes do sistema nervoso visceral tornam-se conscientes? Explique.

9. Quais são os três tipos fundamentais de neurônios envolvidos na organização morfofuncional do sistema nervoso?
10. O que é um arco reflexo?

### TESTES

**11. Durante o desenvolvimento embrionário do sistema nervoso, assinale a alternativa correta:**

- A. O prosencéfalo origina diretamente o cérebro, sem subdivisões intermediárias.
- B. O rombencéfalo permanece como uma vesícula única ao longo do desenvolvimento.
- C. O mesencéfalo não se subdivide e mantém sua identidade estrutural no encéfalo adulto.
- D. As cristas neurais originam o SNC e parte do encéfalo.
- E. As flexuras cefálica, cervical e pontina persistem após o nascimento.

**12. Com base nos critérios funcionais do sistema nervoso, assinale a alternativa correta:**

- A. Todas as aferências viscerais alcançam o córtex cerebral e tornam-se conscientes.
- B. A aferência somática conduz informações que não atingem a consciência.
- C. O sistema nervoso autônomo corresponde, para a maioria dos autores, ao componente aferente do sistema nervoso visceral.
- D. A dor visceral constitui exceção entre as aferências viscerais por poder atingir o nível da consciência.
- E. O sistema nervoso visceral é responsável exclusivamente por respostas voluntárias.

**13. Em relação à organização morfofuncional do sistema nervoso, assinale a alternativa correta:**

- A. Neurônios de associação conduzem impulsos diretamente aos órgãos efetadores.
- B. Neurônios eferentes sempre se originam nos gânglios sensitivos.
- C. Os neurônios aferentes possuem corpos celulares localizados no SNC.
- D. A integração das informações ocorre exclusivamente no córtex cerebral.
- E. A resposta motora depende da integração entre aferência, neurônios de associação e eferência.

**14. Sobre as vias aferentes e sua relação com a consciência, assinale a alternativa correta:**

- A. Todas as vias aferentes somáticas atingem o córtex sem passar pelo tálamo.
- B. As aferências viscerais projetam-se principalmente ao córtex cerebral.
- C. O sistema olfatório constitui exceção por não realizar sinapse talâmica antes de alcançar o córtex.
- D. A dor visceral não atinge a consciência.
- E. O tálamo participa apenas das vias motoras.

**15. Com relação aos arcos reflexos, assinale a alternativa correta:**

- A. Arcos reflexos simples são monossinápticos e intra-segmentares.
- B. Arcos reflexos simples envolvem múltiplos segmentos medulares.
- C. Arcos reflexos compostos são sempre conscientes.
- D. A presença de reflexos exacerbados sugere lesão periférica.
- E. Arcos reflexos dependem exclusivamente do controle dos centros supra-segmentares.

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. O SNC, mais especificamente a medula espinhal, que se encontra no interior do esqueleto axial.
2. O comprometimento ocorre no sistema nervoso somático eferente, responsável pela condução de impulsos motores voluntários do SNC para a musculatura estriada esquelética.
3. Os reflexos patelares permanecem preservados porque os arcos reflexos medulares estão localizados abaixo do nível da lesão e não dependem do controle dos centros supra-segmentares para sua execução. A perda do controle voluntário indica apenas a interrupção das vias descendentes.
4. O quadro envolve principalmente o sistema nervoso segmentar, que é funcionalmente subordinado ao sistema supra-segmentar, mas capaz de manter respostas reflexas de forma independente.

#### 2. Caso clínico 2

1. A dor descrita está relacionada ao sistema nervoso visceral, pois se origina de estímulos provenientes do meio interno.
2. A dor visceral é mal localizada porque as vias aferentes viscerais apresentam menor discriminação espacial e menor representação cortical quando comparadas às vias aferentes somáticas.
3. As informações aferentes viscerais são conduzidas predominantemente ao hipotálamo, onde participam de mecanismos de regulação visceral.
4. A dor visceral é uma exceção porque, diferentemente das demais aferências viscerais, pode atingir o nível da consciência, funcionando como um importante mecanismo de alerta para alterações do meio interno.

### QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. A principal função do sistema nervoso é integrar e coordenar as atividades do organismo, permitindo a recepção de estímulos do meio externo e interno, o processamento dessas informações e a geração de respostas adequadas, contribuindo para a adaptação do organismo e a manutenção da homeostase.
2. O sistema nervoso origina-se do ectoderma, o folheto embrionário mais externo, a partir da formação da placa neural durante o desenvolvimento embrionário.
3. O tubo neural é uma estrutura embrionária formada a partir da placa neural e é responsável pela origem do SNC, incluindo o encéfalo e a medula espinhal.
4. As vesículas encefálicas primordiais são o prosencéfalo, o mesencéfalo e o rombencéfalo, que darão origem às principais estruturas do encéfalo adulto.
5. O mesencéfalo é a única vesícula encefálica primordial que não se subdivide, mantendo-se como mesencéfalo no encéfalo adulto.
6. Anatomicamente, o sistema nervoso divide-se em SNC, formado pelo encéfalo e pela medula espinhal, e SNP, constituído pelos nervos, gânglios e terminações nervosas.
7. O sistema nervoso somático está relacionado à vida de relação, permitindo movimentos voluntários e sensibilidade consciente. O sistema nervoso visceral está relacionado à

regulação do meio interno e à manutenção da homeostase, atuando de forma involuntária.

8. As informações aferentes do sistema nervoso visceral não se tornam conscientes. A única exceção é a dor visceral, que pode atingir o nível da consciência.
9. Os três tipos fundamentais de neurônios são os neurônios aferentes, que conduzem informações ao SNC; os neurônios de associação, que realizam a integração; e os neurônios eferentes, que conduzem as respostas aos órgãos efetadores.
10. O arco reflexo é a via nervosa responsável por respostas rápidas, automáticas e involuntárias a estímulos sensitivos, envolvendo neurônios aferentes, centros integradores e neurônios eferentes.
11. C - O mesencéfalo é a única vesícula encefálica primordial que não se subdivide, mantendo-se como mesencéfalo no encéfalo adulto. O prosencéfalo e o rombencéfalo sofrem subdivisões, e apenas a flexura cefálica persiste após o nascimento.
12. D - As aferências viscerais não se tornam conscientes, sendo utilizadas em mecanismos reflexos, com exceção da dor visceral, que pode atingir a consciência. A maioria dos autores considera o sistema nervoso autônomo como a porção eferente do sistema nervoso visceral.
13. E - A organização morfofuncional do sistema nervoso baseia-se na sequência aferência → integração → eferência. Os neurônios de associação realizam o processamento das informações no SNC, permitindo respostas adequadas.
14. C - A maior parte das aferências somáticas que se tornam conscientes passa pelo tálamo antes de alcançar o córtex cerebral. O sistema olfatório é a exceção, projetando-se diretamente ao córtex sem sinapse talâmica prévia.
15. A - Os arcos reflexos simples são monossinápticos, com sinapse direta entre neurônio aferente e eferente, e ocorrem em um único segmento medular, sendo classificados como intra-segmentares. Eles não dependem do controle consciente para sua execução.

## CAPÍTULO 2 – TECIDO NERVOSO

### CONTEÚDO

1. Generalidades	5. Fibras nervosas
2. Neurônios	5.1 Fibras mielínicas
2.1 Classificação morfológica	5.2 Fibras amielínicas
2.2 Classificação funcional	6. Nervos
2.3 Sinapses	6.1 Terminações nervosas
3. Substância branca e substância cinzenta	Material Complementar
4. Células da glia	Resumo
	Casos Clínicos
	Questões

### 1. Generalidades

O estudo morfofuncional do sistema nervoso exige a compreensão de sua organização citoarquitetônica básica, uma vez que suas células formam um sistema altamente integrado e complexo, responsável por funções como percepção, controle motor, manutenção da homeostase, comportamento emocional e processamento cognitivo. Esses princípios estruturais são fundamentais para o entendimento da anatomia do sistema nervoso, tanto central quanto periférico.

De maneira geral, o tecido nervoso é constituído por dois grandes tipos celulares, cujas funções são complementares e indissociáveis:

- *Neurônios* – São a unidade funcional do sistema nervoso. São células eletricamente excitáveis, especializadas na recepção, integração, processamento e condução dos impulsos nervosos, transmitindo informações a outras células por meio das sinapses.
- *Células da glia* – Correspondem aos elementos não neuronais do tecido nervoso. Embora não gerem potenciais de ação, desempenham funções essenciais para a atividade neuronal, como suporte estrutural e metabólico, isolamento elétrico, manutenção do ambiente extracelular e participação nos mecanismos de defesa e regulação do sistema nervoso.

A interação funcional entre neurônios e células da glia constitui a base estrutural sobre a qual se organizam os circuitos neurais, permitindo a integração anatômica e funcional que será explorada ao longo deste capítulo.

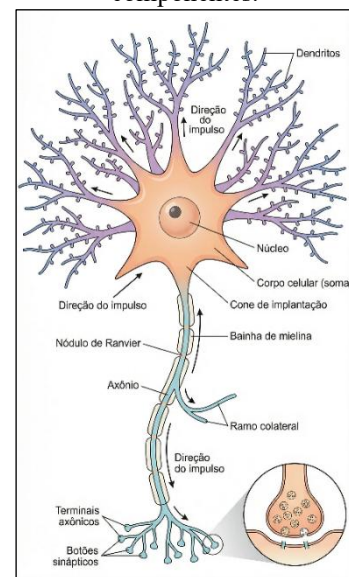
## 2. Neurônios

Os *neurônios* são células altamente especializadas que, devido sua distribuição e atuação nas diferentes regiões do sistema nervoso, apresentam grande diversidade de formas, tamanhos e propriedades eletrofisiológicas. Essa diversidade estrutural está diretamente relacionada à organização dos circuitos neurais e às funções desempenhadas em cada área do sistema nervoso.

Apesar dessa variedade, a maioria dos neurônios apresenta três componentes morfofuncionais básicos (Figura 2.1):

- *Corpo celular* ou *soma* – Corresponde ao centro metabólico do neurônio, onde se localizam o núcleo e as principais organelas. É responsável pelo processamento e integração das informações recebidas e pela manutenção da atividade celular.
- *Dendritos* – São prolongamentos geralmente curtos e altamente ramificados que se projetam a partir do corpo celular, aumentando a superfície de contato do neurônio. Desempenham papel fundamental na recepção dos estímulos provenientes de outros neurônios e na condução dessas informações em direção ao corpo celular.
- *Axônio* – É um prolongamento único, geralmente longo e de calibre uniforme, especializado na condução do impulso nervoso do corpo celular em direção a outros neurônios ou a células efetadoras. Pode emitir ramos colaterais e, em sua porção terminal, divide-se em múltiplas *terminações nervosas*.

**Figura 2.1** - Neurônio e seus componentes.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

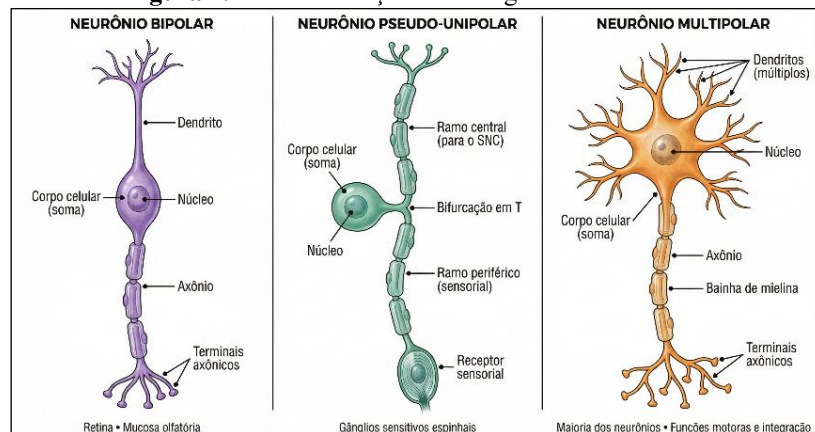
De maneira geral, o fluxo de informação no neurônio ocorre dos dendritos para o corpo celular e, a partir deste, ao longo do axônio até suas terminações, organizando uma polaridade funcional que fundamenta a transmissão dos sinais nos circuitos do sistema nervoso.

### 2.1 Classificação morfológica

Do ponto de vista morfológico, os neurônios podem ser classificados de acordo com o número e a disposição de seus prolongamentos, relação diretamente associada à sua função e à organização dos circuitos do sistema nervoso (Figura 2.2):

- *Neurônios bipolares* – Apresentam um dendrito e um axônio, com o corpo celular interposto entre esses dois prolongamentos. São encontrados principalmente em estruturas sensoriais especializadas, como a retina e a mucosa olfatória.
- *Neurônios pseudo-unipolares* – Possuem um corpo celular do qual se origina um único prolongamento que se bifurca em forma de “T”, dando origem a um ramo periférico, funcionalmente relacionado à recepção sensorial, e a um ramo central, que conduz o impulso em direção ao SNC. Representam os neurônios sensitivos, cujos corpos celulares localizam-se nos gânglios sensitivos.
- *Neurônios multipolares* – Apresentam múltiplos dendritos associados a um único axônio. Constituem a maioria dos neurônios do sistema nervoso e estão relacionados tanto a funções motoras quanto a processos de integração e associação no SNC.

**Figura 2.2** – Classificação morfológica dos neurônios.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

## 2.2 Classificação funcional

Funcionalmente, os neurônios podem ser classificados de acordo com a direção em que conduzem a informação nos circuitos do sistema nervoso:

- *Neurônios sensitivos* ou *aferentes* – São responsáveis por receber estímulos provenientes do meio externo ou do meio interno e conduzi-los em direção ao SNC. Seus corpos celulares localizam-se em gânglios sensitivos situados fora do SNC.
- *Neurônios motores* ou *eferentes* – Conduzem impulsos originados no SNC até os órgãos efetadores, como músculo estriado esquelético, músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular. Seus corpos celulares localizam-se, em geral, no SNC, com exceção dos neurônios pós-ganglionares do sistema nervoso autônomo.

- *Neurônios internunciais* ou de *associação* – Correspondem à maior parte dos neurônios do sistema nervoso e estão restritos ao SNC. Exercem função integradora, conectando neurônios sensitivos e motores ou interligando diferentes regiões, formando redes neurais responsáveis pelo processamento e modulação das informações.

### 2.3 Sinapses

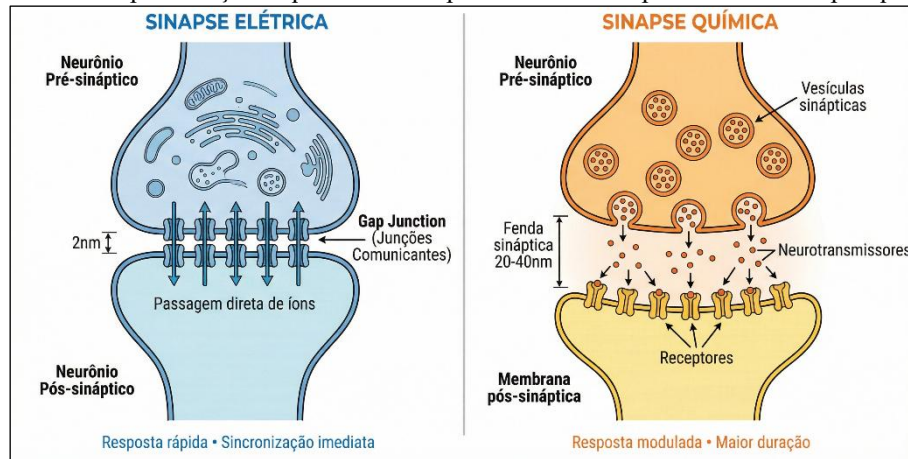
As *sinapses* são regiões especializadas de contato funcional entre a terminação de um neurônio e outro neurônio, célula muscular ou célula glandular. Constituem os pontos de comunicação do sistema nervoso e variam quanto à sua estrutura, ao mecanismo de transmissão e à velocidade com que a informação é conduzida, influenciando diretamente a organização dos circuitos neurais (Figura 2.3).

Do ponto de vista funcional, as sinapses podem ser classificadas em:

- *Sinapses elétricas* – Ocorrem exclusivamente entre neurônios e caracterizam-se pela condução direta do impulso nervoso de uma célula para outra por meio de junções comunicantes (*gap junctions*), que permitem a passagem de íons entre os citoplasmas celulares. Esse tipo de sinapse possibilita respostas muito rápidas e sincronizadas, embora de curta duração, sendo importante em circuitos que exigem coordenação imediata da atividade neuronal, como em determinados controles motores e respostas reflexas.
- *Sinapses químicas* – Correspondem à maioria das sinapses do sistema nervoso, incluindo todas as sinapses neuroefetadoras. Apresentam três componentes básicos: *membrana pré-sináptica*, *fenda sináptica* e *membrana pós-sináptica*. Nessas sinapses, a transmissão da informação ocorre por meio da liberação de *neurotransmissores* na fenda sináptica, os quais interagem com receptores específicos na membrana pós-sináptica, desencadeando a resposta da célula-alvo. Embora sejam mais lentas que as sinapses elétricas, permitem maior modulação da informação e maior duração do efeito sináptico.

Os neurotransmissores são substâncias químicas envolvidas na comunicação sináptica e apresentam diferentes efeitos sobre a célula pós-sináptica, podendo atuar de forma excitatória, inibitória ou moduladora, conforme o tipo de receptor ativado e o circuito neural envolvido.

**Figura 2.3** – Representação esquemática comparativa entre sinapse elétrica e sinapse química.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

### 3. Substância branca e substância cinzenta

A substância cinzenta e a substância branca constituem os principais componentes estruturais do SNC e apresentam diferenças marcantes quanto à composição e à organização, desempenhando papéis complementares no processamento e na condução das informações no encéfalo e na medula espinhal.

A *substância cinzenta* é formada predominantemente por corpos celulares de neurônios, dendritos, terminais axonais não mielinizados e células da glia. Sua coloração acinzentada decorre da baixa concentração de mielina e da elevada densidade de corpos celulares. Funcionalmente, corresponde ao principal local de integração das informações no SNC, estando relacionada ao processamento sensorial, ao controle motor e às funções cognitivas.

Do ponto de vista anatômico, a substância cinzenta organiza-se da seguinte forma:

- *Córtex* – Camada de substância cinzenta que reveste a superfície dos hemisférios do telencéfalo e do cerebelo.
- *Substância cinzenta da medula espinhal* – Disposta em forma de “H” ou borboleta, composta pelas colunas anterior, posterior e lateral, além da substância cinzenta intermédia medial e lateral.
- *Núcleos* – Agrupamentos de corpos celulares localizados no interior da substância branca encefálica, com organização e função específicas, como os núcleos da base e os núcleos centrais do cerebelo.
- *Gânglios* – Agrupamentos de corpos celulares situados fora do SNC, como os gânglios sensitivos e os gânglios do sistema nervoso autônomo.

A *substância branca*, por sua vez, é constituída predominantemente por axônios mielinizados, o que lhe confere a coloração esbranquiçada característica. Atua como um sistema de conexão, permitindo a comunicação entre diferentes regiões do SNC e com o SNP.

Anatomicamente, a substância branca pode ser organizada em diferentes tipos de feixes e disposições:

- *Tratos* – Conjuntos de fibras nervosas que compartilham origem, trajeto, função e destino comuns.
- *Fascículos* – Tratos cujas fibras nervosas apresentam maior grau de compactação.
- *Lemniscos* – Feixes de fibras nervosas organizados em forma de fita.
- *Funiculos* – Porções da substância branca da medula espinhal dispostas em forma de cordões, formados por diferentes tratos e fascículos.
- *Decussações* – Conjuntos de fibras que cruzam o plano mediano de forma oblíqua.
- *Comissuras* – Feixes de fibras que cruzam o plano mediano de forma horizontal, conectando regiões simétricas dos dois hemisférios.
- *Fibras de projeção* – Fibras que conectam o córtex a estruturas subcorticais ou à medula espinhal.
- *Fibras de associação* – Fibras que conectam áreas distintas dentro de um mesmo hemisfério cerebral.

#### 4. Células da glia

As *células da glia* são componentes essenciais do sistema nervoso e desempenham papel fundamental na organização, manutenção e funcionamento dos circuitos neurais. Embora não participem diretamente da condução dos impulsos nervosos, exercem funções indispensáveis, como suporte estrutural e metabólico, isolamento elétrico, regulação do ambiente extracelular, participação na transmissão sináptica e defesa imunológica. Estudos atuais demonstram que a proporção entre neurônios e células da glia é aproximadamente de 1:1, evidenciando a importância funcional dessas células (Figura 2.4).

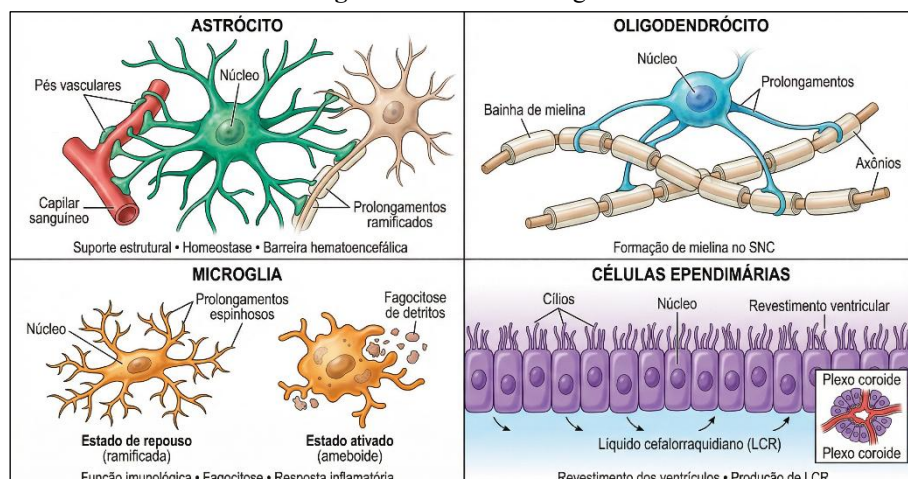
Do ponto de vista morfofuncional, as principais células da glia do SNC podem ser classificadas da seguinte forma:

- *Astrócitos* – Células com numerosos prolongamentos ramificados, presentes tanto na substância cinzenta quanto na substância branca. Estão relacionados ao suporte estrutural do tecido nervoso, à manutenção da homeostase do meio extracelular, à

nutrição neuronal e à participação na barreira hematoencefálica, além de atuarem em processos de reparo tecidual.

- *Oligodendrócitos* – Células menores, com poucos prolongamentos, encontradas em maior número na substância branca. São responsáveis pela formação e manutenção das bainhas de mielina dos axônios no SNC, desempenhando papel fundamental na organização das vias nervosas.
- *Microglia* – Células pequenas e altamente móveis, com função imunológica. Atuam como macrófagos do SNC, participando da fagocitose de detritos celulares, da resposta inflamatória e da remodelação sináptica, especialmente durante o desenvolvimento.
- *Células ependimárias* – Células que revestem os ventrículos encefálicos e o canal central da medula espinhal. Nos ventrículos, células ependimárias especializadas formam os plexos coróides, responsáveis pela produção do líquido cefalorraquidiano.

**Figura 2.5** – Células da glia.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

## 5. Fibras nervosas

As *fibras nervosas* são formadas pelos axônios dos neurônios e por seus envoltórios de origem glial, constituindo os elementos responsáveis pela condução dos impulsos nervosos do corpo celular até as terminações nervosas. Do ponto de vista estrutural, podem ser classificadas em fibras mielínicas e fibras amielínicas, distinção fundamental para a organização das vias nervosas no SNC e SNP.

### 5.1 Fibras mielínicas

As *fibras mielínicas* são aquelas cujos axônios são envolvidos por bainhas de mielina, que atua como isolante elétrico e permite maior velocidade de condução do impulso nervoso.

No SNC, a bainha de mielina é formada pelos *oligodendrócitos*, cujos prolongamentos podem envolver segmentos de múltiplos axônios. Já no SNP, essa função é desempenhada pelas *células de Schwann*, que mielinizam apenas um segmento de um único axônio. A disposição sequencial dessas células ao longo do axônio origina os segmentos internodais, separados por interrupções conhecidas como *nódulos de Ranvier*.

As fibras mielínicas estão associadas à condução rápida e eficiente dos impulsos nervosos, sendo características de circuitos relacionados ao controle motor somático e à transmissão de informações sensitivas especializadas, como toque discriminativo e propriocepção.

### 5.2 Fibras amielínicas

As fibras amielínicas são aquelas que não possuem bainha de mielina organizada. No SNC, seus axônios podem estar diretamente expostos ao ambiente extracelular, enquanto no SNP podem estar parcialmente envoltos por uma *célula de Schwann*, sem a formação de camadas concêntricas de mielina.

Nessas fibras, a condução do impulso nervoso ocorre de forma contínua ao longo da membrana axonal, resultando em velocidades de transmissão menores quando comparadas às fibras mielínicas. Estão associadas, principalmente, às fibras pós-ganglionares do sistema nervoso autônomo e às vias sensitivas relacionadas à dor difusa.

## 6. Nervos

Os *nervos* são estruturas esbranquiçadas constituídas por feixes de fibras nervosas associadas a tecidos conjuntivos e vasos sanguíneos. Representam os principais elementos de conexão entre o SNC e a periferia, permitindo a transmissão de informações sensitivas, motoras e autonômicas.

De acordo com o tipo de informação conduzida, os nervos podem ser classificados em:

- *Nervos sensitivos* – Conduzem informações provenientes do meio externo ou do meio interno em direção ao SNC.
- *Nervos motores* – Responsáveis por conduzir impulsos do SNC até os órgãos efetadores.
- *Nervos mistos* – Contêm, em sua estrutura, fibras sensitivas e motoras.

Os nervos também podem ser classificados conforme sua origem anatômica em *nervos espinhais*, que se originam da medula espinhal e são representados por 31 pares, todos de natureza mista; e *nervos cranianos*, que se originam no encéfalo e são constituídos por 12 pares, numerados em algarismos romanos, podendo ser sensitivos, motores ou mistos.

### 6.1 Terminações nervosas

As *terminações nervosas* são estruturas especializadas localizadas nas porções finais dos axônios de neurônios sensitivos ou motores, constituindo os pontos de contato do sistema nervoso com seus receptores ou órgãos efetadores.

As *terminações sensitivas*, também denominadas *receptores*, são responsáveis por captar estímulos e conduzir informações em direção ao SNC. Podem ser classificadas em *somáticas*, relacionadas à recepção de estímulos provenientes do meio externo; ou *viscerais*, responsáveis pela captação de informações provenientes do meio interno.

As *terminações motoras* conduzem impulsos do SNC até os órgãos efetadores localizados na periferia. Podem ser classificadas em *somáticas*, responsáveis pela inervação do músculo estriado esquelético, por meio das placas motoras; e *viscerais*, responsáveis pela inervação do músculo liso, do músculo estriado cardíaco e do tecido glandular, geralmente por meio das varicosidades.

## 7. Considerações finais

Neste capítulo foram apresentados os elementos estruturais fundamentais que compõem o tecido nervoso, estabelecendo as bases da organização citoarquitetônica do sistema nervoso. A compreensão dos neurônios, das células da glia, das sinapses, das fibras nervosas e da organização em substância branca e substância cinzenta é indispensável para o entendimento da neuroanatomia ao longo de seus diferentes níveis de complexidade.

Ao situar esses componentes dentro de uma perspectiva morfofuncional, o capítulo permite ao estudante reconhecer como as unidades celulares se organizam em circuitos, vias e nervos, formando a base estrutural que sustenta as funções sensoriais, motoras, autonômicas e integrativas do sistema nervoso. Essa abordagem possibilita a transição do nível microscópico para a organização anatômica macroscópica, sem a necessidade de aprofundamentos citológicos ou histológicos específicos.

Dessa forma, o conteúdo apresentado não deve ser interpretado como um instrumento conceitual que facilitará a compreensão dos capítulos subsequentes, nos quais serão abordadas as grandes divisões anatômicas do SNC e SNP.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Tecido Nervoso

- O tecido nervoso constitui a base estrutural e funcional do sistema nervoso, permitindo a recepção, integração e transmissão de informações no organismo
- Tipos celulares:
  - Neurônios - condução e processamento dos impulsos nervosos
  - Células da glia - suporte estrutural, metabólico e funcional aos neurônios, além de participarem da organização das vias nervosas e da defesa do sistema nervoso

#### 2. Neurônios

- Corpo celular (soma) - integração das informações
- Dendritos - especializados na recepção dos estímulos
- Axônio - condução do impulso nervoso até outras células
- Classificação morfológica: bipolares, pseudo-unipolares e multipolares
- Classificação funcional: sensitivos, ou aferentes, que conduzem informações ao SNC; motores, ou eferentes, que levam comandos aos órgãos efetutores; e internúnciais, ou de associação, responsáveis pela integração e organização dos circuitos neurais no SNC
- Sinapses

- Elétricas - transmissão rápida e sincronizada
- Químicas - predominantes no sistema nervoso e capazes de modular a informação transmitida

#### 3. Células da Glia

- Astrócitos - ligados à sustentação e homeostase
- Oligodendrócitos - responsáveis pela mielinização
- Microglia - com função imunológica
- Células endoteliais - associadas ao sistema ventricular e à produção do líquido

#### 4. Fibras nervosas

- Mielínicas, associadas à condução rápida
- Amielínicas, associadas à condução mais lenta

#### 5. Nervos

- Formados por feixes de fibras nervosas e constituem a principal via de comunicação entre o SNC e a periferia, podendo ser sensitivos, motores ou mistos
- Terminações nervosas - pontos finais dos axônios

#### 6. Organização

- Substância cinzenta, relacionada ao processamento e integração das informações
- Substância branca, responsável pela conexão entre diferentes regiões do sistema nervoso.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 - Alteração da sensibilidade periférica

Um estudante de 19 anos sofreu um pequeno corte profundo na região posterior da perna durante uma atividade esportiva. Após a cicatrização, ele relata diminuição da sensibilidade tátil e dolorosa em uma faixa da pele, sem alteração da força muscular. Durante o exame, observou-se sensibilidade reduzida na região afetada, movimentos preservados e reflexos motores normais.

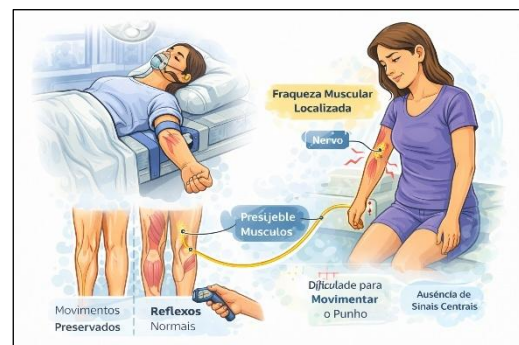


#### Perguntas:

1. Que tipo funcional de neurônio está provavelmente envolvido nessa alteração?
2. Onde estão localizados os corpos celulares desses neurônios?
3. As fibras nervosas envolvidas nessa alteração são, predominantemente, mielínicas ou amielínicas?
4. Essa informação sensitiva chega ao SNC por meio da substância branca ou da substância cinzenta?

### 2. Caso Clínico 2 – Alteração motora após lesão nervosa

Uma paciente de 22 anos sofreu uma compressão prolongada do braço durante um procedimento cirúrgico. Após o despertar, apresenta dificuldade para movimentar determinados músculos, sem alterações importantes da sensibilidade. O exame revelou fraqueza muscular localizada, sensibilidade preservada e ausência de sinais centrais (como alteração da consciência).



#### Perguntas:

1. Que tipo funcional de neurônio está diretamente relacionado à alteração apresentada?
2. Onde se localiza o corpo celular desses neurônios?
3. O nervo acometido pode ser classificado como sensitivo, motor ou misto? Justifique.
4. A comunicação final entre o neurônio e o músculo ocorre por meio de qual tipo de terminação nervosa?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Quais são os dois principais tipos celulares do tecido nervoso e qual a função geral de cada um?
2. Cite os três componentes morfofuncionais básicos do neurônio e indique a principal função de cada um.
3. Explique a diferença morfológica entre neurônios bipolares, pseudo-unipolares e multipolares.
4. Diferencie neurônios sensitivos, motores e internúnciais quanto à função e à localização geral de seus corpos celulares.
5. O que é uma sinapse e qual a principal diferença funcional entre sinapses elétricas e químicas?

6. Relacione substância cinzenta e substância branca com suas principais funções no SNC.
7. O que são núcleos e gânglios? Em que aspecto anatômico eles se diferenciam?
8. Cite os principais tipos de células da glia do SNC e indique uma função básica de cada uma.
9. Diferencie fibras nervosas mielínicas e amielínicas quanto à estrutura e à velocidade de condução do impulso nervoso.
10. O que são nervos e como podem ser classificados quanto à função e à origem?

## TESTES

**11. Assinale a alternativa que melhor explica, do ponto de vista estrutural, por que a substância cinzenta é o principal local de integração das informações no SNC.**

- A. Porque contém maior número de vasos sanguíneos
- B. Porque é formada predominantemente por axônios mielinizados
- C. Porque apresenta alta concentração de corpos celulares, dendritos e sinapses
- D. Porque contém exclusivamente neurônios internunciais
- E. Porque é responsável pela condução rápida dos impulsos nervosos

**12. Um feixe de fibras nervosas que cruza o plano mediano horizontalmente, conectando áreas correspondentes dos dois hemisférios cerebrais, é denominado:**

- A. Tracto
- B. Fascículo
- C. Lemnisco
- D. Decussação
- E. Comissura

**13. Qual das alternativas descreve corretamente uma diferença estrutural entre a mielinização no SNC e no SNP?**

- A. No SNC, a mielina é formada por células de Schwann
- B. No SNP, um oligodendrócito mieliniza múltiplos axônios
- C. No SNC, cada segmento internodal corresponde a uma célula diferente
- D. No SNP, uma célula de Schwann mieliniza apenas um segmento de um axônio
- E. No SNC, não existem fibras mielínicas

**14. A alternativa que correlaciona corretamente tipo de neurônio, localização do corpo celular e função é:**

- A. Neurônio motor – gânglio sensitivo – condução aferente
- B. Neurônio pseudo-unipolar – SNC – integração
- C. Neurônio internuncial – SNC – integração de informações
- D. Neurônio bipolar – gânglio autonômico – condução eferente
- E. Neurônio sensitivo – corno anterior da medula – resposta motora

**15. Sobre as terminações nervosas, assinale a alternativa correta:**

- A. Varicosidades são típicas da inervação autonômica visceral
- B. Terminações motoras somáticas inervam músculo liso por placas motoras
- C. Terminações sensitivas viscerais captam estímulos do meio externo
- D. Placas motoras estão associadas ao músculo estriado cardíaco

- E. Todas as terminações nervosas utilizam sinapses elétricas

## RESPOSTAS COMENTADAS CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1

1. Neurônios sensitivos (aférentes) - Esses neurônios são responsáveis por conduzir informações do meio externo, como tato e dor, em direção ao SNC. Como não há alteração motora, os neurônios motores não estão envolvidos.
2. Nos gânglios sensitivos espinhais - Os corpos celulares dos neurônios sensitivos localizam-se fora do SNC, nos gânglios sensitivos associados às raízes dorsais dos nervos espinhais.
3. Ambas, dependendo da modalidade sensitiva, mas principalmente fibras amielínicas para dor difusa - Sensações dolorosas difusas são conduzidas, em grande parte, por fibras amielínicas, enquanto o tato fino utiliza fibras mielínicas. Como o quadro é sensitivo e localizado, ambas podem estar envolvidas, mas a dor difusa destaca o papel das fibras amielínicas.
4. Pela substância branca - Os impulsos sensitivos percorrem feixes de fibras nervosas organizados na substância branca até alcançarem regiões de processamento na substância cinzenta.

### 2. Caso Clínico 2

1. Neurônios motores (eferentes) - A dificuldade de movimentação muscular indica comprometimento da via motora, responsável por conduzir impulsos do SNC até o músculo estriado esquelético.
2. No SNC - Os corpos celulares dos neurônios motores somáticos localizam-se no SNC, principalmente no corno anterior da medula espinhal ou em núcleos motores encefálicos.
3. Nervo misto - A maioria dos nervos periféricos contém fibras motoras e sensitivas. Mesmo que apenas a função motora esteja alterada, estruturalmente o nervo é classificado como misto.
4. Terminação motora somática (placa motora) - A comunicação entre o neurônio motor e o músculo estriado esquelético ocorre por meio das placas motoras, que são terminações nervosas especializadas.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O tecido nervoso é formado por neurônios e células da glia. Os neurônios são responsáveis pela recepção, integração e condução dos impulsos nervosos. As células da glia oferecem suporte estrutural e metabólico, participam da mielinização, da proteção e da manutenção do ambiente extracelular.
2. Os três componentes básicos do neurônio são: corpo celular (soma), que integra as informações recebidas e mantém a atividade celular; dendritos, que recebem os estímulos provenientes de outros neurônios; e axônio, responsável por conduzir o impulso nervoso até outras células.
3. Bipolares: apresentam um dendrito e um axônio. Pseudo-unipolares: possuem um único prolongamento que se bifurca em ramo periférico e ramo central. Multipolares: apresentam múltiplos dendritos e um único axônio.

4. Neurônios sensitivos (aférentes): conduzem informações ao SNC; seus corpos celulares localizam-se em gânglios sensitivos. Neurônios motores (eferentes): conduzem impulsos do SNC aos órgãos efetadores; corpos celulares geralmente no SNC. Neurônios internunciais: fazem a integração entre neurônios no SNC; corpos celulares exclusivamente no SNC.
5. A sinapse é a região de comunicação entre um neurônio e outra célula. As sinapses elétricas permitem transmissão rápida e direta por meio de junções comunicantes. As sinapses químicas utilizam neurotransmissores e permitem maior modulação da informação.
6. A substância cinzenta está relacionada ao processamento e à integração das informações. A substância branca é responsável pela condução e conexão entre diferentes regiões do sistema nervoso.
7. Núcleos são agrupamentos de corpos celulares localizados no interior do SNC. Gânglios são agrupamentos de corpos celulares situados fora do SNC. A principal diferença anatômica entre eles é sua localização em relação ao SNC.
8. Astrócitos: suporte estrutural e homeostase. Oligodendrócitos: formação da mielina no SNC. Microglia: defesa imunológica. Células ependimárias: revestimento ventricular e produção do líquido.
9. As fibras mielínicas possuem bainha de mielina e conduzem impulsos rapidamente. As fibras amielínicas não possuem mielina organizada e conduzem impulsos de forma mais lenta.
10. Os nervos são feixes de fibras nervosas que conectam o SNC à periferia. Podem ser classificados quanto à função (sensitivos, motores ou mistos) e quanto à origem (nervos espinhais e nervos cranianos).
11. C - A integração da informação ocorre onde há corpos celulares, dendritos e sinapses — elementos predominantes da substância cinzenta. A substância branca está relacionada principalmente à condução, não ao processamento.
12. E - As comissuras conectam regiões simétricas dos hemisférios por cruzamento horizontal. As decussações cruzam o plano mediano de forma oblíqua e geralmente envolvem vias funcionais específicas.
13. D - No SNP, cada célula de Schwann mieliniza apenas um segmento de um único axônio. No SNC, os oligodendrócitos podem mielinizar segmentos de vários axônios.
14. C - Os neurônios internunciais localizam-se exclusivamente no SNC e exercem função integradora, conectando neurônios e organizando circuitos neurais.
15. A - As varicosidades são características das terminações motoras viscerais do sistema nervoso autônomo, permitindo liberação difusa de neurotransmissores sobre músculo liso, músculo cardíaco e glândulas.

## CAPÍTULO 3 - MEDULA ESPINHAL

---

### CONTEÚDO

1. Generalidades	6. Funções
2. Morfologia	7. Considerações finais
2.1 Substância cinzenta	Material Complementar
2.2 Substância branca	Resumo
3. Segmento medular	Roteiro de Aula Prática
4. Topografia vertebromedular	Casos Clínicos
5. Envoltórios da medula espinhal	Questões

---

### 1. Generalidades

A *medula espinhal* é uma estrutura cilíndrica de tecido nervoso localizada no interior do canal vertebral, constituindo a principal via de comunicação entre o encéfalo e a periferia.

Seu limite superior situa-se no nível do forame magno, onde se continua com o bulbo, sendo convencionalmente delimitado por uma linha imaginária que passa imediatamente acima do primeiro filamento radicular do primeiro nervo cervical. O limite inferior localiza-se, na maioria dos adultos, ao nível da segunda vértebra lombar (L2), razão pela qual a medula não ocupa toda a extensão do canal vertebral.

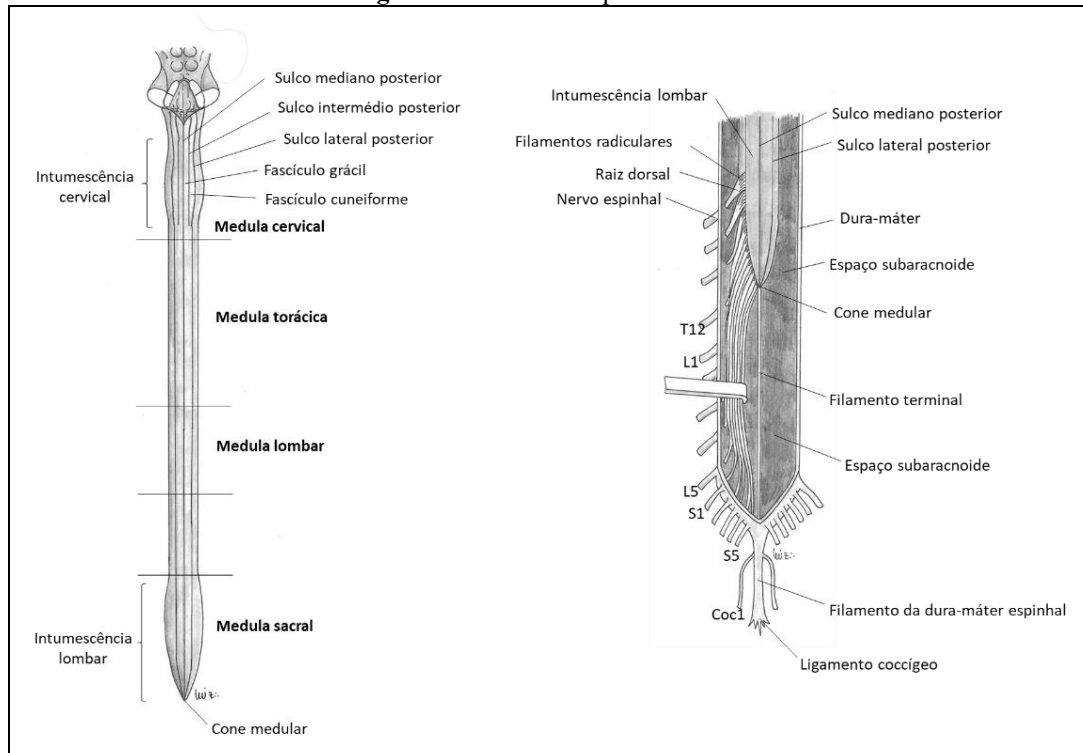
### 2. Morfologia

A medula espinhal mede aproximadamente 42 a 45 cm de comprimento e apresenta formato cilíndrico, levemente achatado no sentido anteroposterior. Seu diâmetro não é uniforme ao longo do trajeto, sendo possível observar duas dilatações denominadas *intumescência cervical* (entre C4 e T1) e *intumescência lombar* (entre T11 e L1), relacionadas à inervação dos membros superiores e inferiores, respectivamente (Figura 3.1). Essas dilatações decorrem do maior número de neurônios e fibras nervosas nessas regiões.

Inferiormente, a medula afila-se progressivamente, formando o *cone medular*, a partir do qual se origina o *filamento terminal*, uma estrutura delgada constituída por pia-máter, responsável pela fixação da medula espinhal ao interior do canal vertebral. Abaixo e ao redor do cone medular, observa-se a *cauda equina*, formada por um conjunto de raízes nervosas lombares, sacrais e coccígea, que descem pelo canal vertebral até seus respectivos forames intervertebrais.

Na superfície da medula espinhal identificam-se sulcos longitudinais ao longo de todo o seu eixo: *fissura mediana anterior*, *sulco mediano posterior*, *sulcos laterais anteriores* e *sulcos laterais posteriores*. Na medula cervical, observa-se ainda o *sulco intermédio posterior*, situado entre o sulco mediano posterior e o sulco lateral posterior.

**Figura 3.1** - Medula espinhal em vista dorsal.



Fonte: Takase, 2025.

## 2.1 Substância cinzenta

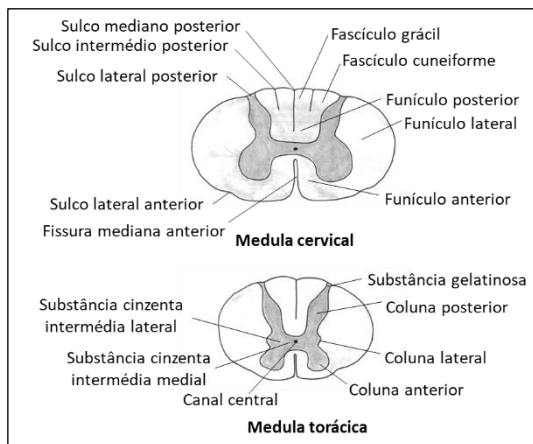
Em corte transversal, a medula espinhal apresenta a substância cinzenta disposta em forma de um “H”, podendo ser dividida em coluna anterior, coluna posterior, substância cinzenta intermédia central e substância cinzenta intermédia lateral (Figura 3.2).

A *coluna anterior* contém corpos de neurônios motores somáticos, responsáveis pela inervação dos músculos estriados esqueléticos. A *coluna posterior* está relacionada ao processamento das informações sensitivas somáticas e viscerais que chegam à medula espinhal.

Na medula torácica e no início da medula lombar, lateralmente à *substância cinzenta intermédia lateral*, observa-se a *coluna lateral*, a qual abriga neurônios pré-ganglionares do sistema nervoso autônomo simpático, relacionados ao controle visceral.

A *substância cinzenta intermédia medial* situa-se ao redor do canal central da medula e atua como uma região de integração, conectando as colunas anterior, posterior e lateral, participando da modulação de reflexos e da comunicação entre diferentes circuitos medulares.

**Figura 3.2** – Secção transversal da medula cervical e medula torácica.



Fonte: Takase, 2025.

No centro da substância cinzenta localiza-se o *canal central da medula*, um remanescente do tubo neural embrionário.

## 2.2 Substância branca

A *substância branca* da medula espinhal é formada predominantemente por fibras nervosas mielinizadas, organizadas em feixes ascendentes e descendentes, responsáveis pela condução de informações sensitivas em direção ao encéfalo e de comandos motores para a periferia (Figura

3.2).

Essas fibras agrupam-se em três regiões:

- *Funículo anterior* – Localizado entre a fissura mediana anterior e o sulco lateral anterior, contém feixes relacionados principalmente ao controle motor e à integração bilateral da atividade medular.
- *Funículo lateral* – Situado entre o sulco lateral anterior e o sulco lateral posterior, abriga feixes ascendentes e descendentes envolvidos tanto na condução sensitiva quanto no controle motor.
- *Funículo posterior* – Localizado entre o sulco lateral posterior e o sulco mediano posterior, é constituído predominantemente por feixes ascendentes responsáveis pela condução de informações sensitivas conscientes.

Na medula cervical, o sulco intermédio posterior divide o funículo posterior em *fascículos grácil e cuneiforme*. A porção de substância branca situada entre a substância cinzenta e o fundo da fissura mediana anterior corresponde à *comissura branca*, local onde parte das fibras nervosas cruza o plano mediano.

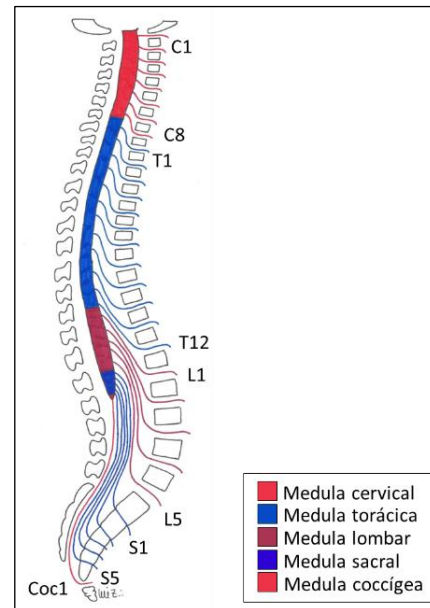
## 3. Segmento medular

O *segmento medular* corresponde a uma divisão funcional da medula espinhal associada ao ponto de origem de um par de nervos espinhais. A medula está organizada em 31 segmentos, distribuídos de acordo com as regiões vertebrais: 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e 1 coccígeo (Figura 3.3).

De cada segmento medular emergem diversos *filamentos radiculares*, delgados prolongamentos de tecido nervoso que se originam no sulco lateral anterior e no sulco lateral

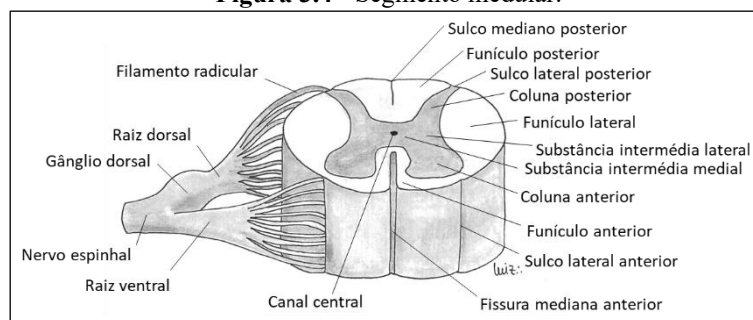
posterior. Esses filamentos unem-se para formar, respectivamente, a *raiz ventral*, responsável pela condução de impulsos motores, e a *raiz dorsal*, responsável pela condução de impulsos sensitivos. A raiz dorsal apresenta uma dilatação denominada *gânglio dorsal*, que abriga os corpos celulares dos neurônios sensitivos. A união das raízes ventral e dorsal dá origem ao *nervo espinhal*, estrutura que contém fibras motoras e sensitivas, permitindo a comunicação entre a medula espinhal e a periferia (Figura 3.4).

**Figura 3.3** – Relação dos segmentos medulares e nervos espinhais com as vértebras.



Fonte: Takase, 2025.

**Figura 3.4** - Segmento medular.



Fonte: Takase, 2025.

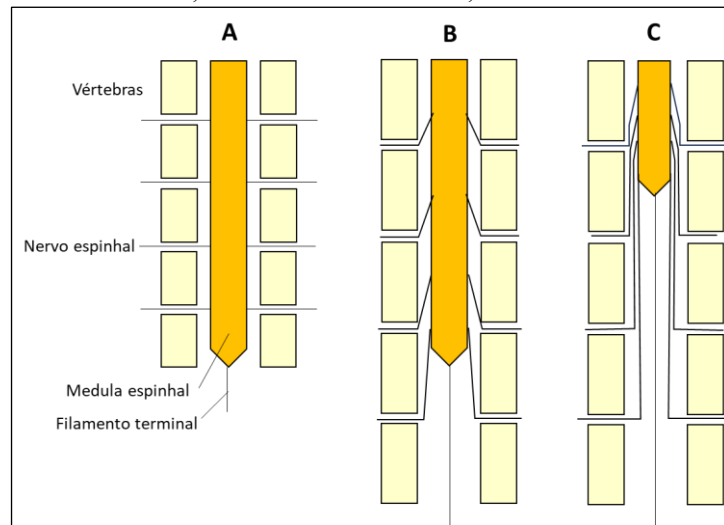
#### 4. Topografia vertebromedular

Até aproximadamente o 4º mês de vida intrauterina, a medula espinhal e o canal vertebral apresentam comprimentos semelhantes. Nesse período, os nervos espinhais originam-se da medula em ângulo praticamente reto, seguindo diretamente até seus respectivos forames intervertebrais (Figura 3.5).

A partir do 4º mês, as vértebras passam a crescer mais rapidamente que a medula espinhal, resultando no afastamento progressivo entre os segmentos medulares e suas vértebras correspondentes. Como os nervos espinhais mantêm sua relação com os forames intervertebrais, suas raízes alongam-se progressivamente, fazendo com que o ângulo de emergência em relação à medula torne-se cada vez mais oblíquo.

Na porção caudal do canal vertebral, as raízes dos nervos espinhais lombares, sacrais e coccígeo dispõem-se ao redor do cone medular e do filamento terminal, formando a *cauda equina* (Figuras 3.3 e 3.5).

**Figura 3.5** - Topografia vertebromedular durante o desenvolvimento da medula espinhal e vértebras. A – 4 meses de vida I.U., B – 7 meses de vida I.U., C - nascimento



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

#### Correlação clínica 1 – Topografia vertebromedular

O conhecimento da relação entre a medula espinhal e a coluna vertebral possui grande importância clínica. Em adultos, o término da medula espinhal ocorre geralmente ao nível de L2, enquanto o espaço subaracnóideo se estende até S2. Por esse motivo, procedimentos como a punção lombar e a anestesia raquidiana são realizados preferencialmente entre as vértebras L3–L4 ou L4–L5, reduzindo o risco de lesão direta da medula.

## 5. Envoltórios da medula espinhal

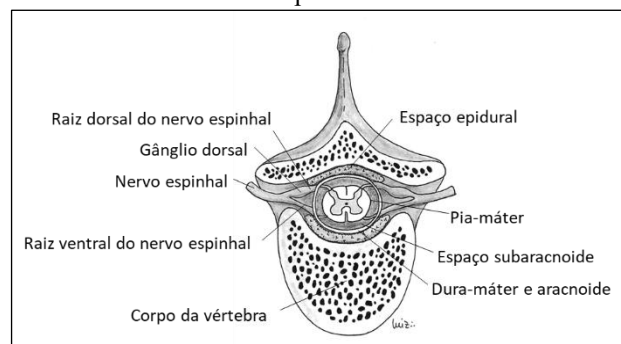
Todo o SNC é revestido por um conjunto de membranas conjuntivas denominadas meninges, organizadas em três camadas concêntricas: dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter (Figura 3.6).

A *dura-máter* é a mais externa das meninges, sendo espessa, resistente e formada predominantemente por tecido conjuntivo denso rico em fibras

colágenas. Envolve toda a medula espinhal, formando o *saco dural*, que se estende até o nível de S2. Inferiormente, a dura-máter acompanha o filamento terminal, formando o *filamento da dura-máter espinhal*, que segue até sua fixação no coccix, formando o *ligamento coccígeo*.

A *aracnoide-máter* é uma membrana delgada, avascular, intimamente justaposta à dura-máter. A *pia-máter* é a meninge mais interna e delicada, encontrando-se em íntimo contato com

**Figura 3.6** – Secção transversal da vértebra e medula espinhal.



Fonte: Takase, 2025.

o tecido nervoso, acompanhando seus contornos e penetrando, inclusive, na fissura mediana anterior da medula espinhal.

Entre as meninges existem espaços de grande importância anatômica e clínica:

- *Espaço epidural* ou *extradural* – Localizado entre a dura-máter e o periósteo das vértebras, contém vasos sanguíneos, tecido conjuntivo frouxo e tecido adiposo, desempenhando papel de proteção mecânica da medula espinhal.
- *Espaço subdural* – Situado entre a dura-máter e a aracnoide-máter, é um espaço potencial ou virtual em condições normais.
- *Espaço subaracnóideo* – Localizado entre a aracnoide-máter e a pia-máter, é um espaço amplo preenchido pelo líquido cefalorraquidiano.

#### **Correlação clínica 2 – Meninges e espaços meníngeos**

O conhecimento dos envoltórios da medula espinhal e de seus espaços é fundamental para a prática clínica. O espaço epidural é utilizado para a realização da anestesia epidural, empregada em procedimentos cirúrgicos e obstétricos. Já o espaço subaracnóideo, por conter líquido cefalorraquidiano, é o local de escolha para a anestesia raquidiana e para a punção lombar destinada à coleta de líquido para análise diagnóstica.

Alterações patológicas nesses espaços, como hemorragias ou processos infecciosos, podem comprometer a função da medula espinhal e das raízes nervosas, reforçando a importância do conhecimento anatômico preciso das meninges.

## **6. Funções**

De maneira geral, a medula espinhal exerce duas funções fundamentais no sistema nervoso: via de condução dos impulsos nervosos entre o corpo e o encéfalo, e como centro integrador de respostas reflexas.

A substância branca da medula espinhal é organizada em tratos ou fascículos que constituem as principais vias neurais do organismo. As vias ascendentes conduzem informações sensitivas somáticas e viscerais da periferia em direção ao encéfalo. As vias descendentes, originadas no córtex cerebral, no hipotálamo ou no tronco encefálico, transmitem comandos motores responsáveis pela inervação somática e visceral.

A substância cinzenta, por sua vez, desempenha papel essencial como centro integrador, participando da regulação de funções corporais em nível inconsciente por meio dos arcos reflexos medulares. Esses circuitos são responsáveis por respostas rápidas e automáticas a estímulos sensitivos, contribuindo para a proteção do organismo, a manutenção da postura e a coordenação dos movimentos.

**Correlação clínica 3 – Lesões medulares**

As lesões da medula espinhal podem resultar de traumatismos, compressões ou processos inflamatórios, vasculares e degenerativos, e sua gravidade depende do nível e da extensão do comprometimento da substância cinzenta e branca. De modo geral, produzem déficits motores, sensitivos e autonômicos, além de alterações dos reflexos. Lesões cervicais tendem a causar tetraplegia, lesões torácicas paraplegia, e lesões lombares ou sacrais afetam principalmente os membros inferiores e o controle esfinteriano. Lesões completas interrompem totalmente a condução abaixo do nível da lesão, enquanto lesões incompletas preservam funções de forma parcial.

**7. Considerações finais**

O estudo da medula espinhal constitui um dos pilares da Neuroanatomia, pois integra aspectos morfológicos, funcionais e clínicos fundamentais para a compreensão do sistema nervoso como um todo. Ao longo deste capítulo, foi possível reconhecer a medula espinhal como uma estrutura organizada de forma segmentar, intimamente relacionada à coluna vertebral, às raízes nervosas e aos nervos espinhais.

A organização interna da medula, com a disposição característica da substância cinzenta e da substância branca, evidencia a integração entre recepção sensitiva, respostas reflexas e condução de informações motoras e sensitivas entre o encéfalo e a periferia. Além disso, o estudo de seus envoltórios e da topografia vertebromedular fornece a base anatômica necessária para a compreensão de procedimentos clínicos e diagnósticos amplamente utilizados na prática em saúde.

Assim, a medula espinhal deve ser compreendida não apenas como uma via de passagem, mas como uma estrutura ativa, essencial para a comunicação neural, a coordenação motora, a sensibilidade e a proteção do organismo.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Localização e limites

- Localização - Canal vertebral
- Estende-se do forame magno até L2 - não ocupa toda a extensão do canal vertebral

#### 2. Morfologia externa

- Estrutura cilíndrica, levemente achatada no sentido anteroposterior
- Comprimento - 42–45 cm
- Intumescência cervical → inervação dos membros superiores
- Intumescência lombar → inervação dos membros inferiores
- Cone medular - porção final
- A partir do cone origina-se o filamento terminal
- Abaixo e ao redor do cone encontra-se a cauda equina
- Sulcos superficiais:
  - fissura mediana anterior
  - sulco mediano posterior
  - sulcos laterais anterior e posterior
  - sulco intermédio posterior (na medula cervical)

#### 3. Organização interna – Substância cinzenta

- “H” medular
- Coluna anterior → motora
- Coluna posterior → sensitiva
- Coluna lateral → SNA (simpática)
- Substância cinzenta intermédia medial e lateral
- Canal central da medula

#### 4. Organização interna – Substância branca

- Funículos – anterior, lateral e posterior
- Vias ascendentes (sensitivas) e vias descendentes (motoras)

- Medula cervical - funículo posterior divide-se em fascículo grácil e fascículo cuneiforme
- Comissura branca - cruzamento de fibras

#### 5. Segmentação medular

- Cada segmento origina um par de nervos espinhais
- A medula apresenta 31 segmentos: 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais, 1 coccígeo

#### 6. Raízes nervosas e nervo espinhal

- Raiz dorsal - impulsos sensitivos e possui o gânglio dorsal
- Raiz ventral - impulsos motores
- União das raízes forma o nervo espinhal - misto

#### 7. Topografia vertebromedular

- Inicialmente, medula e coluna possuem comprimentos semelhantes
- Com o crescimento, a coluna cresce mais que a medula
- Resulta em deslocamento dos segmentos medulares e trajeto oblíquo das raízes nervosas inferiores
- Formação da cauda equina nos níveis inferiores

#### 8. Envoltórios da medula espinhal

- Envolvida por três meninges - dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter
- Espaços meníngeos – epidural, subdural (virtual) e subaracnóideo (contém líquido)

#### 9. Funções da medula espinhal

- Condução nervosa - comunicação entre corpo e encéfalo
- Integração reflexa - respostas automáticas e rápidas e manutenção da postura e proteção do organismo

## MEDULA ESPINHAL - ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (*Laboratório de Anatomia*)

### 1. Observação geral

Inicie a observação identificando a medula espinhal em posição, ainda no canal vertebral.

- A medula não ocupa todo o comprimento do canal vertebral.
- Limite superior - primeiros *filamentos radiculares* do primeiro nervo espinhal.
- Limite inferior - *cone medular*, que normalmente se encontra ao nível da vértebra L2.

### 2. Superfície medular

Observe a superfície da medula ao longo de todo o seu eixo longitudinal e identifique sucessivamente:

- *fissura mediana anterior* - mais profunda e bem marcada.
- *sulco lateral anterior*.
- *sulco lateral posterior*.
- *sulco mediano posterior* - mais delicado que a fissura anterior.

Na medula cervical, procure um sulco adicional: o *sulco intermédio posterior*, localizado entre o sulco mediano posterior e o sulco lateral posterior. Este sulco divide o funículo posterior em dois feixes:

- *fascículo grácil* - localizado medialmente.
- *fascículo cuneiforme* - localizado lateralmente.

Observe agora as duas dilatações naturais da medula:

- *Intumescência cervical* - relacionada à inervação dos membros superiores.
- *intumescência lombar* - relacionada à inervação dos membros inferiores.

Acompanhe a medula até sua extremidade inferior, onde ela se afina formando o *cone medular*.

Ao redor do cone, observe um conjunto de longas raízes nervosas, formando a *cauda equina*, constituída por raízes dorsais e ventrais dos nervos espinhais.

A partir da ponta do cone medular, identifique o *filamento terminal*, uma estrutura delgada formada por pia-máter, que lhe confere coloração esbranquiçada, permitindo diferenciá-lo das raízes nervosas da cauda equina.

### 3. Segmento medular

Observe atentamente os *filamentos radiculares*, que emergem ao longo dos sulcos laterais anterior e posterior da medula.

Esses filamentos se unem para formar:

- *raiz ventral* – motora.
- *raiz dorsal* – sensitiva.

Na raiz dorsal, identifique uma dilatação característica: o *gânglio da raiz dorsal*, onde se localizam os corpos celulares dos neurônios sensitivos.

Acompanhe o trajeto das duas raízes e observe o ponto em que elas se unem, formando o *nervo espinhal*.

Reforce a sequência anatômica: *filamentos radiculares* → *raízes* → *nervo espinhal*.

### 4. Corte transversal ou modelo anatômico

No corte transversal da medula ou em modelo anatômico, identifique inicialmente as duas grandes porções:

- *substância cinzenta* – central.
- *substância branca* – periférica.

Observe que a substância cinzenta apresenta o formato de um “H” ou borboleta

Pode ser dividido em:

- *Coluna anterior*.
- *Coluna posterior*.
- *Coluna lateral* - presente apenas nos níveis torácicos da medula.

Na região central do “H”, identifique:

- *Substância cinzenta intermédio lateral*.
- *Substância cinzenta intermédio central* - onde se localiza o *canal central da medula*.

Em seguida, observe a substância branca, organizada em três regiões:

- *Funículo anterior* - entre os dois sulcos laterais anteriores.
- *Funículo lateral* - entre os sulcos laterais anterior e posterior.
- *Funículo posterior* - entre os sulcos medianos posteriores.

Antes de avançar, compare os dois lados do corte e confirme a simetria das estruturas.

## 5. Meninges

Observe que a medula espinhal é envolvida por três membranas protetoras, chamadas meninges.

- *Dura-máter* - espessa e resistente.

- *Aracnoide-máter* - delgada, justaposta à dura-máter, sem aderência firme.
- *Pia-máter* - intimamente relacionado com o tecido nervoso da medula.

A dura-máter ao redor da medula forma o *saco dural*, comparável ao dedo de uma luva.

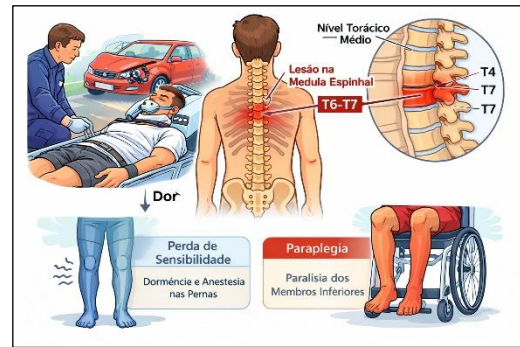
Ao final desse saco, identifique o *filamento da dura-máter espinhal*, que se prolonga até o cóccix, formando o *ligamento coccígeo*.

Finalize relacionando as meninges com a proteção mecânica e funcional da medula espinhal.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 – Localização e segmentação medular

Um estudante de 22 anos sofre um acidente automobilístico e apresenta trauma na coluna vertebral. Durante a avaliação inicial, observa-se perda da sensibilidade e da força muscular em ambos os membros inferiores, enquanto os membros superiores permanecem preservados. Exames de imagem indicam comprometimento da medula espinhal em nível torácico médio.

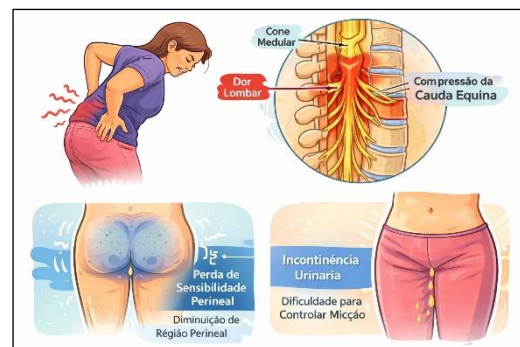


#### Perguntas:

1. Qual porção da medula espinhal está relacionada com a inervação dos membros inferiores?
2. Qual intumescência medular está associada a essa região?
3. A lesão compromete quais segmentos corporais em termos gerais?
4. Considerando a organização da medula, quais tipos de vias podem estar afetadas abaixo do nível da lesão?

### 2. Caso clínico 2 – Raízes nervosas e cauda equina

Uma paciente de 45 anos apresenta dor lombar intensa após esforço físico. Ao exame, observa-se diminuição da sensibilidade na região perineal e dificuldade para controlar a micção. Exames complementares mostram compressão das estruturas nervosas localizadas abaixo do cone medular.



#### Perguntas:

1. Qual estrutura anatômica está envolvida nesse quadro: medula espinhal ou raízes nervosas?
2. Como se denomina o conjunto de raízes nervosas localizadas abaixo do cone medular?
3. Essas estruturas pertencem ao SNC ou periférico?
4. Em que região do canal vertebral esse conjunto de estruturas é encontrado?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Descreva a localização da medula espinhal no canal vertebral e indique seus limites superior e inferior no adulto.
2. Explique o que são as intumescências da medula espinhal e as relacione com sua função.
3. Defina cone medular, filamento terminal e cauda equina, explicando a relação entre essas estruturas.
4. Descreva a organização da substância cinzenta da medula espinhal em corte transversal e relacione suas colunas às funções básicas.
5. Explique a organização da substância branca da medula espinhal e o significado funcional dos funículos.
6. Defina segmento medular e explique como a medula espinhal está segmentada.
7. Diferencie raiz dorsal e raiz ventral e explique por que o nervo espinhal é considerado uma estrutura mista.
8. Explique como se estabelece a discrepância entre os níveis vertebrais e os segmentos medulares ao longo do desenvolvimento.

9. Descreva as meninges da medula espinhal e os espaços existentes entre elas.  
10. Explique as duas funções fundamentais da medula espinhal no sistema nervoso.

### TESTES

**11. Em relação aos limites anatômicos da medula espinhal no adulto, assinale a alternativa correta:**

- A. Estende-se do forame magno até o nível de S2, acompanhando todo o saco dural.
- B. Estende-se do forame magno até o nível de L2, não ocupando toda a extensão do canal vertebral.
- C. Estende-se do bulbo até o nível de L5, formando diretamente a cauda equina.
- D. Termina ao nível de T12, onde se inicia o filamento terminal.
- E. Estende-se até o cóccix, sendo fixada exclusivamente pela dura-máter.

**12. A presença das intumescências cervical e lombar da medula espinhal está relacionada principalmente:**

- A. Ao aumento da quantidade de substância branca nessas regiões.
- B. À maior concentração de fibras autonômicas simpáticas.
- C. Ao aumento do número de neurônios e fibras relacionados à inervação dos membros.
- D. À presença do sulco intermédio posterior.
- E. À divisão do funículo posterior em fascículos grácil e cuneiforme.

**13. Em um corte transversal da medula espinhal ao nível torácico, é correto afirmar que:**

- A. A coluna lateral está ausente e a substância cinzenta apresenta apenas colunas anterior e posterior.
- B. A coluna lateral contém neurônios relacionados ao sistema nervoso autônomo simpático.
- C. A coluna posterior é responsável exclusivamente pela função motora.
- D. O canal central está localizado na substância branca.
- E. A substância cinzenta não apresenta organização em forma de “H”.

**14. Sobre a organização da substância branca da medula espinhal, assinale a alternativa correta:**

- A. O funículo posterior contém predominantemente feixes descendentes motores.
- B. O funículo anterior é delimitado pelo sulco mediano posterior e sulco lateral posterior.
- C. Os funículos contêm feixes ascendentes e descendentes relacionados à sensibilidade e ao controle motor.
- D. A comissura branca localiza-se entre os funículos posterior e lateral.
- E. Os fascículos grácil e cuneiforme estão presentes em toda a extensão da medula.

**15. A formação da cauda equina está diretamente relacionada:**

- A. À interrupção precoce do desenvolvimento embrionário da medula.
  - B. Ao crescimento mais rápido da medula em relação à coluna vertebral.
  - C. À persistência do canal central até os níveis sacrais.
  - D. Ao crescimento mais rápido da coluna vertebral em relação à medula espinhal.
  - E. À presença do ligamento coccígeo.
-

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. Está relacionada principalmente aos segmentos lombares e sacrais da medula espinhal.
2. A intumescência lombar é responsável pela maior concentração de neurônios destinados à inervação dos membros inferiores.
3. Uma lesão torácica média compromete funções abaixo do nível da lesão, afetando tronco inferior e membros inferiores, com preservação das funções dos membros superiores.
4. Podem estar comprometidas:
  - vias ascendentes sensitivas (sensibilidade),
  - vias descendentes motoras (movimento), reforçando a função da medula como via de condução.

#### 2. Caso clínico 2

1. O quadro envolve raízes nervosas, e não a medula espinhal propriamente dita.
2. O conjunto de raízes nervosas abaixo do cone medular denomina-se cauda equina.
3. As raízes nervosas pertencem ao sistema nervoso periférico, mesmo estando localizadas dentro do canal vertebral.
4. A cauda equina encontra-se caudalmente ao cone medular, ocupando a porção inferior do canal vertebral, até a saída dos nervos pelos forames intervertebrais.

### QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. A medula espinhal localiza-se no interior do canal vertebral, estendendo-se do forame magno, onde se continua com o bulbo, até aproximadamente o nível da segunda vértebra lombar (L2) no adulto. Ela não ocupa toda a extensão do canal vertebral, o que explica a presença da cauda equina nos níveis inferiores.
2. As intumescências são dilatações da medula espinhal observadas nas regiões cervical e lombar. A intumescência cervical está relacionada à inervação dos membros superiores, enquanto a lombar relaciona-se à inervação dos membros inferiores. Essas regiões apresentam maior número de neurônios e fibras nervosas.
3. O cone medular é a porção afilada final da medula espinhal. A partir dele origina-se o filamento terminal, estrutura de pia-máter que contribui para a fixação da medula. A cauda equina é formada pelo conjunto de raízes nervosas lombares, sacrais e coccígea que descem no interior do canal vertebral abaixo do cone medular.
4. A substância cinzenta apresenta-se em forma de “H” em corte transversal. A coluna anterior está relacionada à função motora, a coluna posterior ao processamento sensitivo e a coluna lateral, presente principalmente na medula torácica, relaciona-se ao sistema nervoso autônomo simpático.
5. A substância branca organiza-se em funículos anterior, lateral e posterior, formados por fibras mielinizadas. Esses funículos contêm feixes ascendentes, responsáveis pela condução de informações sensitivas, e feixes descendentes, responsáveis pela condução de comandos motores.
6. O segmento medular corresponde à porção da medula associada à origem de um par de nervos espinhais. A medula espinhal apresenta 31 segmentos: 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e 1 coccígeo.
7. A raiz dorsal conduz impulsos sensitivos e possui o gânglio dorsal, onde se localizam os corpos celulares dos neurônios sensitivos. A raiz ventral conduz impulsos motores.

A união dessas duas raízes forma o nervo espinhal, que é misto por conter fibras sensitivas e motoras.

8. Durante o desenvolvimento, a coluna vertebral cresce mais rapidamente que a medula espinhal. Como resultado, os segmentos medulares tornam-se progressivamente mais altos em relação às vértebras correspondentes, e as raízes nervosas passam a apresentar trajeto oblíquo, especialmente nos níveis inferiores.
9. A medula espinhal é envolvida pela dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter. Entre a dura-máter e o perióstio das vértebras encontra-se o espaço epidural; entre a dura-máter e a aracnoide, o espaço subdural (virtual); e entre a aracnoide e a pia-máter, o espaço subaracnóideo, preenchido por líquido.
10. A medula espinhal atua como via de condução de impulsos nervosos entre o corpo e o encéfalo, por meio das vias ascendentes e descendentes, e como centro integrador de reflexos, permitindo respostas automáticas e rápidas a estímulos sensitivos.
11. B - A medula espinhal estende-se do forame magno até aproximadamente L2 no adulto, não ocupando toda a extensão do canal vertebral. O saco dural, por sua vez, estende-se até S2, o que explica a presença do espaço subaracnóideo abaixo do término da medula.
12. C - As intumescências cervical e lombar refletem o maior número de neurônios e fibras nervosas relacionados à inervação dos membros superiores e inferiores, respectivamente.
13. B - Na medula torácica, a coluna lateral está presente e abriga neurônios relacionados ao sistema nervoso autônomo simpático.
14. C - A substância branca organiza-se em funículos que contêm feixes ascendentes (sensitivos) e descendentes (motores), fundamentais para a condução de informações entre o corpo e o encéfalo.
15. D - A cauda equina forma-se porque, durante o desenvolvimento, a coluna vertebral cresce mais rapidamente que a medula espinhal, fazendo com que as raízes nervosas inferiores se alonguem e assumam trajeto descendente.

## CAPTÍTULO 3 - TRONCO ENCEFÁLICO

### CONTEÚDO

1. Generalidades	8. Funções
2. Bulbo	8.1 Bulbo
2.1 Morfologia	8.2 Ponte
2.2 Estrutura	8.3 Mesencéfalo
3. Ponte	8.4 Núcleos dos nervos cranianos
3.1 Morfologia	8.5 Formação Reticular
3.2 Estrutura	9. Considerações finais
4. IV ventrículo	Material Complementar
5. Mesencéfalo	Resumo
5.1 Morfologia	Roteiro de Aula Prática
5.2 Estrutura	Casos Clínicos
6. Nervos cranianos	Questões
7. Formação reticular	

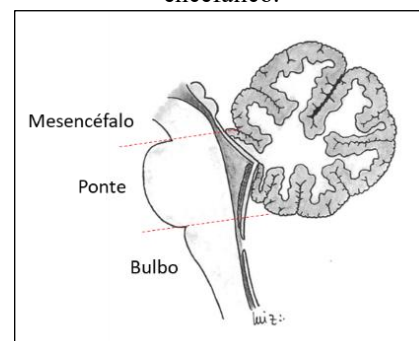
### 1. Generalidades

O *tronco encefálico* está localizado na fossa craniana posterior, superiormente à medula espinhal, inferiormente ao diencéfalo e anteriormente ao cerebelo. É uma região de transição do SNC, composta por diversos núcleos que recebem e emitem fibras nervosas, as quais se organizam em feixes denominados tratos, fascículos e lemniscos.

Entre esses núcleos e feixes encontram-se os componentes responsáveis pela origem da maioria dos *nervos cranianos*. Dos doze pares, dez emergem diretamente do tronco encefálico, evidenciando sua importância na integração das funções sensitivas, motoras e autonômicas da cabeça e do pescoço.

Anatomicamente, o tronco encefálico é dividido em três porções: bulbo, ponte e mesencéfalo (Figura 4.1). O *bulbo* constitui sua porção mais inferior, estabelecendo continuidade com a medula espinhal e limitando-se superiormente com a ponte. A *ponte* ocupa a posição intermediária entre o bulbo e o mesencéfalo. O *mesencéfalo*, por sua vez, corresponde à porção superior do tronco encefálico, situando-se entre a ponte e o diencéfalo.

**Figura 4.1** – Divisão do tronco encefálico.



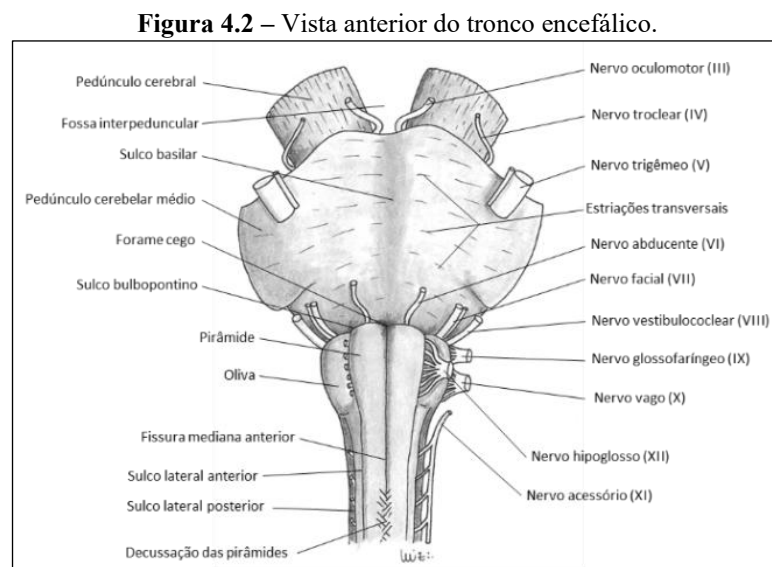
Fonte: Takase, 2025.

## 2. Bulbo

O *bulbo* constitui a porção mais caudal do tronco encefálico, situando-se entre a ponte e a medula espinhal. Seu limite inferior não apresenta uma divisão anatômica nítida, sendo convencionalmente estabelecido por uma linha imaginária que passa imediatamente acima do primeiro filamento radicular do primeiro nervo espinhal, aproximadamente ao nível do forame magno. O limite superior com a ponte é definido pelo *sulco bulbo-pontino*.

### 2.1 Morfologia

Na superfície do bulbo, os sulcos longitudinais da medula espinhal apresentam continuidade, sendo identificados a *fissura mediana anterior*, o *sulco lateral anterior*, o *sulco lateral posterior*, o *sulco intermédio posterior* e o *sulco mediano posterior* (Figuras 4.2 e 4.3).



Fonte: Takase, 2025.

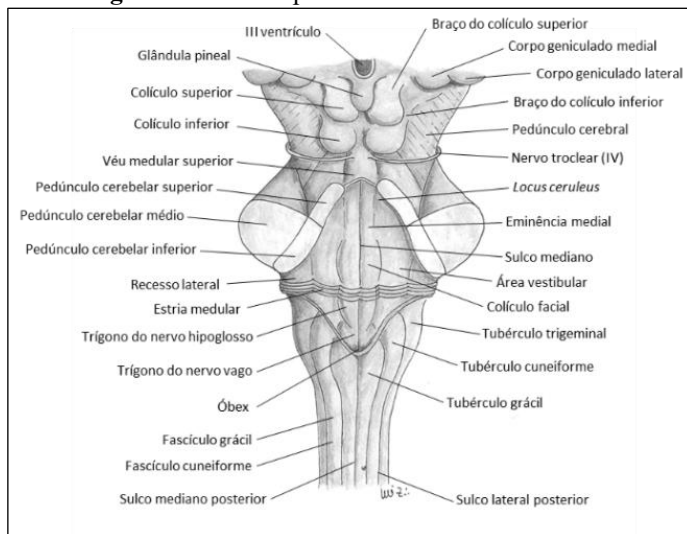
Para fins didáticos, o bulbo pode ser dividido em áreas anterior, lateral e posterior.

A *área anterior* localiza-se entre a fissura mediana anterior e o sulco lateral anterior. Nessa região, o *forame cego* encontra-se na intersecção entre a fissura mediana anterior e o sulco bulbo-pontino. As *pirâmides do bulbo* correspondem a duas dilatações alongadas situadas superiormente, posicionadas lateralmente à fissura mediana anterior. Caudalmente, observa-se a *decussação das pirâmides*, formada por fibras nervosas que cruzam obliquamente o plano mediano, promovendo a interrupção da fissura mediana anterior.

A *área lateral* corresponde à estreita faixa compreendida entre o sulco lateral anterior e o sulco lateral posterior. Nessa região, destaca-se a *oliva*, uma dilatação bilateral de formato ovalado, localizada lateralmente às pirâmides.

A *área posterior* estende-se entre o sulco mediano posterior e o sulco lateral posterior, podendo ser subdividida em parte fechada e parte aberta do bulbo. A *parte fechada* é atravessada pelo *canal central do bulbo*, continuação direta do canal central da medula espinhal.

**Figura 4.3** – Vista posterior do tronco encefálico.



Fonte: Takase, 2025.

A transição para a *parte aberta* é delimitada por uma linha imaginária transversal que passa pelo *óbex*, ponto de abertura do canal central no IV ventrículo.

O *fascículo grácil* é um feixe de fibras que ascende entre o sulco mediano posterior e o sulco intermédio posterior, terminando em uma dilatação denominada *tubérculo grácil*. Lateralmente a este, o *fascículo cuneiforme* segue

cranialmente entre o sulco intermédio posterior e o sulco lateral posterior, finalizando em uma dilatação denominada *tubérculo cuneiforme*, localizada látero-superiormente ao tubérculo grácil.

O *pedúnculo cerebelar inferior* consiste em um feixe de fibras que conecta a medula espinhal e o bulbo ao cerebelo, formando as bordas laterais da metade caudal do IV ventrículo.

## 2.2 Estrutura

No bulbo, a substância cinzenta é constituída principalmente por núcleos associados aos nervos cranianos, núcleos de integração reflexa e núcleos relacionados às vias sensitivas. Destacam-se os *núcleos grácil e cuneiforme*, envolvidos no processamento da sensibilidade somática consciente, bem como núcleos motores e autonômicos que participam do controle de funções vitais, como a respiração, a atividade cardiovascular e reflexos fundamentais, incluindo deglutição, tosse e vômito.

Importantes vias ascendentes e descendentes também são observadas. Entre as vias sensitivas, destacam-se os *fascículos grácil e cuneiforme*, que conduzem informações de tato discriminativo, propriocepção consciente e vibração, e o *lemnisco medial*, formado após a decussação dessas fibras. Também atravessam o bulbo os *tratos espinotalâmicos*, responsáveis pela condução de dor e temperatura. Entre as vias motoras, o principal destaque é o *trato cortiço-espinhal*, que passa pelas pirâmides do bulbo, além de tratos descendentes envolvidos no controle postural, como os *tratos reticuloespinais e vestibuloespinais*.

**Correlação clínica 1 – Lesões bulbares**

Lesões bulbares podem comprometer funções vitais, pois o bulbo abriga os centros respiratórios e cardiovasculares. Alterações nessa região podem levar a distúrbios respiratórios, instabilidade da pressão arterial e da frequência cardíaca. Além disso, podem ocorrer dificuldades de deglutição, tosse ineficaz e alterações da voz, devido ao envolvimento de núcleos de nervos cranianos e de reflexos protetores. Por concentrar centros essenciais à manutenção da vida, lesões extensas ou bilaterais do bulbo são potencialmente letais.

**3. Ponte**

A *ponte* é a porção intermediária do tronco encefálico, situada entre o bulbo e o mesencéfalo. Encontra-se posicionada anteriormente ao cerebelo, apoiando-se sobre a porção basilar do osso occipital e o dorso da sela túrcica do osso esfenoide. Inferiormente, é delimitada do bulbo pelo sulco bulbo-pontino.

**3.1 Morfologia**

Na face anterior da ponte observa-se, ao longo da linha mediana, o *sulco basilar*, o qual aloja a artéria basilar. Essa face apresenta ainda numerosas *estriações transversais*, formadas por fibras nervosas orientadas predominantemente no sentido horizontal (Figura 4.2).

Grande parte dessas fibras dirige-se lateral e posteriormente em direção ao cerebelo, constituindo o *braço da ponte*, que se continua com o *pedúnculo cerebelar médio* e penetra no hemisfério cerebelar correspondente.

A face posterior da ponte participa da formação do *assoalho do IV ventrículo*, em conjunto com a porção aberta da área posterior do bulbo (Figura 4.3).

**3.2 Estrutura**

Na ponte, a substância cinzenta distribui-se nos *núcleos dos nervos cranianos*, *núcleos pontinos* e componentes da *formação reticular*. Os núcleos pontinos estabelecem importantes conexões com o cerebelo, contribuindo para a coordenação motora. Além disso, os núcleos de nervos cranianos localizados nessa região participam do controle da mastigação, da expressão facial, da audição e do equilíbrio, integrando funções motoras, sensitivas e autonômicas.

A ponte atua predominantemente como via de passagem e integração entre o bulbo, o mesencéfalo e o cerebelo. Nela transitam vias ascendentes, como o *lemnisco medial* e os *tratos espinotalâmicos*, além do *lemnisco lateral*, relacionado à condução de informações auditivas. As vias descendentes incluem os *tratos cortico-espinais* e *corticobulbares*, responsáveis pela condução dos impulsos motores voluntários. A ponte também contém abundantes *fibras pontocerebelares*, que se dirigem ao cerebelo por meio do pedúnculo cerebelar médio.

**Correlação clínica 2 – Lesões na ponte**

Lesões na ponte frequentemente afetam a coordenação motora e a mímica facial, em razão do envolvimento de núcleos dos nervos trigêmeo, facial e vestibulo-coclear. Podem surgir paralisia facial, alterações da sensibilidade da face, distúrbios da audição e do equilíbrio. Alterações pontinas também podem interferir na modulação do ritmo respiratório.

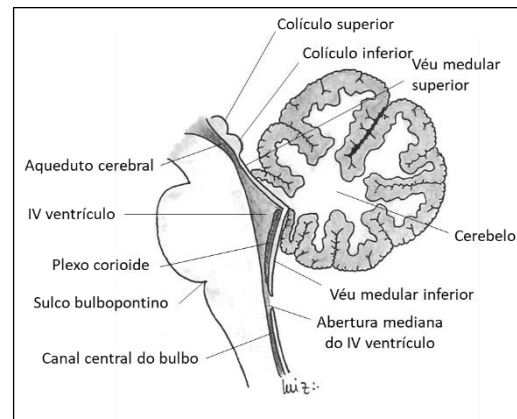
**4. IV ventrículo**

O *IV ventrículo* apresenta formato losangular e localiza-se entre o tronco encefálico e o cerebelo. Comunica-se superiormente com o III ventrículo por meio do *aqueduto cerebral* e continua-se inferiormente com o canal central do bulbo. Além disso, estabelece comunicação com o espaço subaracnóideo por meio de uma *abertura mediana* (Figura 4.4) e de duas *aberturas laterais do IV ventrículo* (Figura 4.3).

O assoalho do IV ventrículo, denominado *fossa romboide*, apresenta diversos acidentes anatômicos característicos, descritos a seguir (Figura 4.3):

- *Sulco mediano* – Estende-se por toda a fossa romboide, desde a abertura do aqueduto cerebral até a entrada do canal central do bulbo, ao nível do óbex.
- *Sulcos limitantes* – Situam-se lateralmente ao sulco mediano e, após as eminências medianas, convergem em direção à entrada do canal central do bulbo.
- *Eminências medianas* – Dilatações localizadas na porção superior da fossa romboide, situadas superiormente aos colículos faciais.
- *Fóveas superiores e inferiores* – Depressões posicionadas lateralmente aos sulcos limitantes.
- *Colículos faciais* – Dilatações localizadas inferiormente às eminências medianas e medialmente às fóveas superiores.
- *Trígono do nervo hipoglosso* – Pequenas áreas triangulares, com o vértice voltado inferiormente, situadas na porção inferior das eminências medianas.
- *Trígonos do nervo vago* – Pequenas áreas triangulares, com o vértice voltado superiormente, localizadas lateralmente aos trígonos do nervo hipoglosso e inferiormente às fóveas inferiores.

**Figura 4.4** – Corte sagital mediano do tronco encefálico.



Fonte: Takase, 2025.

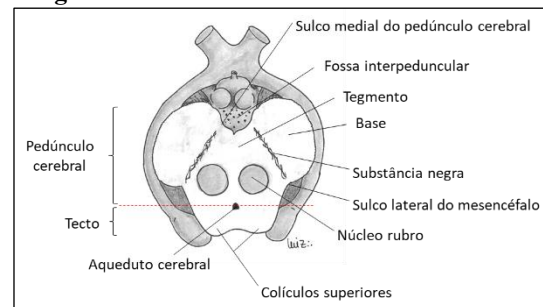
- *Áreas vestibulares* – Regiões triangulares localizadas lateralmente aos sulcos limitantes, estendendo-se até os recessos laterais do IV ventrículo.
- *Estrias medulares do IV ventrículo* – Cordões finos de fibras nervosas que se originam nas fôveas inferiores e cruzam transversalmente as áreas vestibulares em direção ao sulco mediano.
- *Locus coeruleus* – Áreas de coloração azulada, visíveis bilateralmente, que se estendem desde as fôveas superiores até a entrada do aqueduto cerebral.

O teto do IV ventrículo é formado pelo *véu medular superior*, pelo *nódulo do cerebelo* e pelo *véu medular inferior*. Associado a essas estruturas, encontra-se o *plexo corióide* do IV ventrículo, um tecido altamente vascularizado responsável pela produção do líquido cefalorraquidiano.

## 5. Mesencéfalo

O *mesencéfalo* corresponde à porção superior do tronco encefálico, situando-se entre a ponte e o diencéfalo. Seu limite superior com o diencéfalo é convencionalmente estabelecido por uma linha imaginária que passa pelos corpos mamilares superiormente e pela comissura posterior inferiormente. Essa região é atravessada pelo aqueduto cerebral, o qual serve como referência anatômica fundamental para a organização interna do mesencéfalo (Figura 4.5).

**Figura 4.5** – Corte transversal do mesencéfalo.



Fonte: Takase, 2025.

Com base na relação com o aqueduto cerebral, o mesencéfalo pode ser dividido em:

- *Tecto do mesencéfalo* – Localizado posteriormente ao aqueduto cerebral.
- *Pedúnculos cerebrais* – Localizados anteriormente ao aqueduto cerebral, podendo ser subdivididos em *tegmento*, *base do pedúnculo* e *substância negra*.

### 5.1 Morfologia

No tecto do mesencéfalo observam-se quatro eminências arredondadas, denominadas colículos, sendo dois superiores e dois inferiores. Os *colículos superiores* estão relacionados com os reflexos visuais, enquanto os *colículos inferiores* relacionam-se com os reflexos auditivos.

Os *braços dos colículos superiores* conectam-nos aos corpos geniculados laterais, ao passo que os *braços dos colículos inferiores* estabelecem conexão com os corpos geniculados mediais. Inferiormente aos colículos inferiores encontram-se os *pedúnculos cerebelares superiores*, que promovem a ligação entre o mesencéfalo e o cerebelo. Entre esses pedúnculos pode ser observado o *véu medular superior* (Figura 4.3).

O tegmento do mesencéfalo é constituído predominantemente por núcleos, entre os quais se destaca o *núcleo rubro*, caracterizado por sua coloração avermelhada.

As bases dos pedúnculos cerebrais formam dois volumosos feixes de fibras nervosas que se originam na borda superior da ponte e seguem em direção ao diencéfalo. O espaço situado entre esses feixes recebe a denominação de *fossa interpeduncular*.

A substância negra localiza-se entre o tegmento e a base do pedúnculo cerebral, correspondendo topograficamente ao *sulco lateral do mesencéfalo* e ao *sulco medial do pedúnculo cerebral*. É constituída por neurônios pigmentados, ricos em melanina, e representa a principal fonte de dopamina encefálica.

## 5.2 Estrutura

No mesencéfalo, a substância cinzenta organiza-se em núcleos profundamente relacionados à integração sensório-motora. Destacam-se estruturas como os *colículos superiores* e *inferiores*, envolvidos nos reflexos visuais e auditivos; o *núcleo rubro*, associado à modulação da atividade motora; e a *substância negra*, fundamental para o controle dos movimentos voluntários por meio de suas projeções dopaminérgicas. Essa região também abriga núcleos de nervos cranianos relacionados aos movimentos oculares.

No mesencéfalo concentram-se e reorganizam-se diversas vias ascendentes e descendentes. As vias sensitivas incluem o *lemnisco medial*, os *tratos espinotalâmicos* e o *lemnisco lateral*, que termina nos colículos inferiores. Entre as vias motoras, destacam-se os *tratos cortiço-espinais* e *corticobulbares*, que percorrem a base dos pedúnculos cerebrais, além de vias envolvidas na modulação motora e nos reflexos posturais, como os *tratos rubroespinais* e *tectoespinais*.

### **Correlação clínica 3 – Lesões no mesencéfalo**

Comprometimentos do mesencéfalo podem resultar em alterações dos movimentos oculares, como estrabismo ou dificuldade de movimentação dos olhos, devido ao acometimento de núcleos oculomotores. Lesões envolvendo a substância negra estão associadas a distúrbios do controle motor. Alterações nos colículos podem afetar reflexos visuais e auditivos.

## 6. Nervos cranianos

Os *nervos cranianos* constituem doze pares de nervos que apresentam origem aparente no encéfalo e são identificados por numerais romanos, dispostos no sentido crânio-caudal (Figuras 4.2 e 4.3). Desses doze pares, os *nervos olfatório* (I) e *óptico* (II) têm origem no telencéfalo e no diencéfalo, respectivamente, enquanto os demais pares originam-se no tronco encefálico, evidenciando a estreita relação dessa estrutura com as funções sensitivas, motoras e autonômicas da cabeça e do pescoço.

Diferentemente dos nervos espinhais, que são sempre mistos, os nervos cranianos podem ser classificados como sensitivos, motores ou mistos. Cada um apresenta uma origem real, correspondente aos seus núcleos localizados no encéfalo; uma origem aparente no encéfalo, que indica o ponto de emergência das fibras; e uma origem aparente no crânio, representada pelos forames cranianos por onde esses nervos atravessam.

No tronco encefálico, os núcleos dos nervos cranianos organizam-se em colunas longitudinais fragmentadas, funcionalmente homólogas à substância cinzenta da medula espinhal. Essas colunas refletem a diversidade funcional dos nervos cranianos, que apresentam componentes aferentes e eferentes, somáticos e viscerais, gerais e especiais. Apesar da variedade de tipos de fibras, esses componentes organizam-se em seis colunas nucleares principais, incluindo uma coluna aferente visceral comum às fibras viscerais gerais e especiais.

**Tabela 4.1** – Nervos cranianos.

Nervo craniano	Tipo	Origem aparente no encéfalo	Origem aparente no crânio	Principal função
I – Olfatório	Sensitivo	Bulbo olfatório	Lâmina crivosa do etmóide	Olfação
II – Óptico	Sensitivo	Corpo geniculado lateral	Canal óptico	Visão
III – Oculomotor	Motor	Sulco medial do pedúnculo cerebral	Fissura orbital superior	Movimentos oculares e constrição pupilar
IV – Troclear	Motor	Face posterior do Mesencéfalo	Fissura orbital superior	Movimentos oculares
V – Trigêmeo	Misto	Braço da ponte	Fissura orbital superior, forame redondo e forame oval	Sensibilidade da face e motricidade dos músculos da mastigação
VI – Abducente	Motor	Sulco bulbo-pontino	Fissura orbital superior	Movimentos oculares
VII – Facial	Misto	Sulco bulbo-pontino	Meato acústico interno	Expressão facial, gustação (2/3 anteriores da língua)
VIII – Vestibulococlear	Sensitivo	Sulco bulbo-pontino	Meato acústico interno	Audição e equilíbrio
IX – Glossofaríngeo	Misto	Sulco lateral posterior	Forame jugular	Gustação (1/3 posterior da língua) e deglutição
X – Vago	Misto	Sulco lateral posterior	Forame jugular	Controle parassimpático das vísceras torácicas e abdominais
XI – Acessório	Motor	Sulco lateral posterior	Forame jugular	Motricidade da cabeça e dos ombros
XII – Hipoglosso	Motor	Sulco lateral anterior	Canal do hipoglosso	Motricidade da língua

## 7. Formação reticular

A *formação reticular* consiste em uma rede difusa de grupamentos neuronais e fibras que interagem com praticamente todas as regiões do SNC. O termo “reticular” deriva do latim *reticulum* (pequena rede), em referência à sua aparência histológica, caracterizada por uma malha neuronal dispersa entre núcleos e tratos.

Trata-se de um sistema essencial, atuando como um centro integrador polimodal que modula diversas funções do SNC. Sua atuação estende-se desde a regulação do estado de consciência e do ciclo sono-vigília até o controle de funções somáticas e viscerais. A formação reticular recebe aferências de quase todas as modalidades sensoriais, bem como de estruturas como o córtex cerebral, o cerebelo e o sistema límbico. Suas eferências, por sua vez, são amplas e difusas, o que lhe confere grande influência sobre a atividade neural global.

Do ponto de vista anatômico, a formação reticular distribui-se ao longo de todo o eixo do tronco encefálico, estendendo-se do bulbo ao mesencéfalo. Funcionalmente, entretanto, seus efeitos alcançam desde a porção rostral da medula espinhal até o diencéfalo.

A formação reticular não constitui uma estrutura homogênea, podendo ser organizada em três colunas longitudinais principais:

- *Coluna mediana (núcleos da rafe)* – Principal fonte das projeções serotoninérgicas para o encéfalo e a medula espinhal.
- *Coluna medial (gigantocelular)* – Origina importantes projeções eferentes descendentes, como os tratos reticuloespinais, e projeções ascendentes envolvidas no Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA).
- *Coluna lateral (parvocelular)* – Recebe fibras aferentes sensitivas, bem como projeções provenientes de vias corticais e cerebelares, atuando como um centro de convergência e integração sensorial.

## 8. Funções

### 8.1 Bulbo

O bulbo desempenha funções vitais relacionadas à manutenção da vida e à integração de reflexos fundamentais. Nele localizam-se centros responsáveis pelo controle da respiração e da atividade cardiovascular, incluindo a regulação da frequência cardíaca e do tônus vascular. Além disso, o bulbo atua como centro integrador de reflexos essenciais, como os reflexos da deglutição, do vômito, da tosse e do espirro.

Do ponto de vista da condução neural, abriga vias motoras e sensitivas importantes, destacando-se a decussação das pirâmides, responsável pelo cruzamento das fibras corticoespinais.

## **8.2 Ponte**

A ponte exerce papel fundamental como elo funcional entre o tronco encefálico e o cerebelo, participando da coordenação motora e do ajuste fino dos movimentos. Suas fibras transversais estabelecem ampla comunicação com os hemisférios cerebelares por meio do pedúnculo cerebelar médio.

Além disso, a ponte contém núcleos de nervos cranianos envolvidos na motricidade da face, na mastigação, na audição e no equilíbrio, bem como centros que contribuem para a modulação do ritmo respiratório, atuando em conjunto com os centros bulbares.

## **8.3 Mesencéfalo**

O mesencéfalo atua como um importante centro de integração sensorio-motora. Seus colículos superiores e inferiores estão relacionados, respectivamente, aos reflexos visuais e auditivos, permitindo respostas rápidas a estímulos luminosos e sonoros.

Essa região também participa do controle da motricidade voluntária e do tônus muscular, abrigando estruturas como o núcleo rubro e a substância negra, fundamentais para a modulação dos movimentos e para o funcionamento adequado dos circuitos motores.

## **8.4 Núcleos dos nervos cranianos**

O tronco encefálico concentra a origem da maioria dos nervos cranianos, desempenhando papel central no controle motor e sensitivo da cabeça e do pescoço. Por meio desses nervos, são executadas funções como os movimentos oculares, a mastigação, a expressão facial, a deglutição, a fonação e a sensibilidade da face.

Além disso, alguns nervos cranianos possuem componentes autonômicos, responsáveis pela inervação de glândulas e vísceras, integrando o sistema nervoso autônomo às funções craniofaciais.

## **8.5 Formação Reticular**

A formação reticular exerce funções amplas e integradoras no SNC. Atua no controle do estado de consciência e do ciclo sono-vigília por meio do Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA), influenciando diretamente a atividade elétrica cortical.

Também participa da modulação da motricidade somática, da regulação do sistema nervoso autônomo e da modulação eferente da sensibilidade. Diversos núcleos da formação reticular são fontes primárias de neurotransmissores, como acetilcolina, serotonina, dopamina, noradrenalina e histamina, que exercem efeitos difusos em praticamente todo o SNC.

## 9. Considerações finais

O tronco encefálico constitui uma das regiões mais complexas e funcionalmente relevantes do SNC. Ao longo deste capítulo, foi possível compreender sua organização anatômica e estrutural, evidenciando-se a estreita relação entre forma e função que caracteriza essa região. A disposição longitudinal de núcleos e feixes de fibras confere ao tronco encefálico o papel de principal via de integração entre a medula espinhal, o cerebelo e as estruturas encefálicas superiores.

A análise detalhada do bulbo, da ponte e do mesencéfalo permitiu reconhecer não apenas seus principais acidentes anatômicos externos, mas também a organização interna da substância cinzenta e da substância branca, fundamentais para a condução de impulsos nervosos e para o processamento de informações sensitivas, motoras e autonômicas. A presença da maioria dos núcleos dos nervos cranianos nessa região reforça sua importância no controle das funções da cabeça e do pescoço, bem como na integração de reflexos essenciais à sobrevivência.

O estudo do IV ventrículo e da formação reticular ampliou a compreensão do tronco encefálico como um sistema dinâmico, envolvido na circulação do líquido cefalorraquidiano, na modulação do estado de consciência e na regulação de funções viscerais e somáticas. Esses elementos evidenciam que o tronco encefálico não atua apenas como via de passagem, mas como um centro ativo de integração e modulação neural.

Por fim, a compreensão do tronco encefálico é fundamental para o entendimento das bases anatômicas de quadros clínicos potencialmente graves, uma vez que lesões nessa região podem comprometer funções vitais. Assim, o domínio de sua organização anatômica e funcional constitui um alicerce indispensável para o estudo da neuroanatomia, da neurologia e das demais áreas da saúde que lidam com o SNC.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Localizado na fossa craniana posterior, ventralmente ao cerebelo
- Composto por núcleos e feixes de fibras
- Origem de dez dos doze pares de nervos cranianos
- Dividido em bulbo, ponte e mesencéfalo

#### 2. Bulbo

- Limite inferior ao nível do forame magno e limite superior no sulco bulbo-pontino
- Áreas anterior, lateral e posterior
- Centros respiratórios, cardiovasculares e reflexos vitais
- Atravessado por importantes vias ascendentes e descendentes

#### 3. Ponte

- Localizada anteriormente ao cerebelo
- As fibras pontocerebelares formam o pedúnculo cerebelar médio
- Participa da coordenação motora e da modulação do ritmo respiratório
- Contém núcleos de nervos cranianos relacionados à face, audição e equilíbrio

#### 4. IV ventrículo

- Cavidade de formato losangular localizada entre o tronco encefálico e o cerebelo
- Comunica-se com o III ventrículo pelo aqueduto cerebral
- Comunica-se com o espaço subaracnóideo pelas aberturas laterais e abertura mediana do IV ventrículo
- Fossa romboide - acidentes anatômicos importantes

- O teto contém o plexo coriódio, responsável pela produção do líquido

#### 5. Mesencéfalo

- Limitado superiormente pelo diencéfalo
- Atravessado pelo aqueduto cerebral
- Tecto e pedúnculos cerebrais
- Colículos superiores e inferiores relacionados a reflexos visuais e auditivos
- Núcleo rubro e substância negra participam do controle motor

#### 6. Nervos cranianos

- Sensitivos, motores ou mistos
- Núcleos organizam-se em colunas longitudinais funcionais

#### 7. Formação reticular

- Rede difusa de neurônios ao longo do tronco encefálico
- Atua como centro integrador polimodal
- Regula estado de consciência e ciclo sono-vigília
- Participa do controle motor, autonômico e sensitivo
- Fonte de importantes neurotransmissores do SNC

#### 8. Funções

- Condução de vias motoras e sensitivas
- Origem e integração dos nervos cranianos
- Controle de funções vitais (respiração e circulação)
- Integração de reflexos somáticos e autonômicos
- Modulação do nível de consciência e da atividade cortical

## ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (*Laboratório de Anatomia*)

### 1. Observação geral

Inicie a prática identificando o tronco encefálico em posição anatômica, preferencialmente:

- dentro do crânio, quando possível.
- em corte sagital mediano da cabeça.
- peça isolada, orientando corretamente anterior/posterior e superior/inferior.

Antes de focar nos detalhes, identifique suas três partes:

- *Bulbo* – porção inferior.
- *Ponte* – porção intermediária.
- *Mesencéfalo* – porção superior.

Observe essas três estruturas em corte sagital mediano, em vista anterior e em vista posterior.

Somente depois de reconhecer o conjunto, avance para cada região separadamente.

### 2. Bulbo

#### 2.1 Limites

- Limite superior - *sulco bulbopontino*.
- Limite inferior - linha imaginária logo acima do primeiro filamento radicular do primeiro nervo espinhal.

Certifique-se de que consegue distinguir claramente o bulbo da ponte acima e da medula espinhal abaixo.

#### 2.2 Superfície bulbar – orientação geral

Acompanhe a superfície do bulbo ao longo de seu eixo longitudinal e identifique:

- *Fissura mediana anterior*.
- *Sulco lateral anterior*.
- *Sulco lateral posterior*.
- *Sulco intermédio posterior*.
- *Sulco mediano posterior*.

Observe como esses sulcos delimitam áreas anatômicas específicas.

#### 2.3 Área anterior (entre os sulcos laterais anteriores)

Localize a fissura mediana anterior, profunda e bem evidente.

Lateralmente a ela, identifique duas elevações alongadas:

- *Pirâmides do bulbo*.

Acompanhe-as inferiormente até observar a *decussação das pirâmides*, onde fibras oblíquas cruzam o plano mediano.

Observe também o *forame cego*, pequena depressão localizada na interseção entre o sulco bulbopontino e a fissura mediana anterior.

#### 2.4 Área lateral (entre o sulco lateral anterior e o sulco lateral posterior)

Lateralmente às pirâmides, identifique as *olivas*, que são dilatações ovaladas com formato semelhante a azeitonas.

Observe que estão posicionadas lateralmente às pirâmides e anteriormente ao sulco lateral posterior.

#### 2.5 Área posterior

Primeiro, identifique o *óbex*, ponto onde o canal central se abre no IV ventrículo.

Trace mentalmente uma linha passando pelo óbex:

- Acima dessa linha - *área aberta do bulbo*.
- Abaixo dessa linha - *área fechada do bulbo*.

Identifique essas regiões em corte sagital mediano e em vista posterior do tronco encefálico.

Na superfície posterior do bulbo, observe:

- *Sulco mediano posterior*.
- *Sulco intermédio posterior*.
- *Sulco lateral posterior*.

Esses sulcos delimitam:

- *Fascículo grácil (medial)*.
- *Fascículo cuneiforme (lateral)*.

Ao seguir esses fascículos superiormente, identifique suas dilatações:

- *Tubérculo grácil*.
- *Tubérculo cuneiforme*.

Nesta região, também observe o pedúnculo cerebelar inferior.

### 3. Ponte

Antes de detalhar, delimite seus limites:

- Inferior - *sulco bulbopontino*.
- Superior - *sulco pontomesencefálico*.

### 3.1 Vista anterior

Observe:

- *Estriações transversais* na superfície anterior.
- O *sulco basilar*, no plano mediano.

Acompanhe as fibras transversais lateralmente até observar a formação do *braço da ponte*, que segue em direção ao cerebelo para formar o *pedúnculo cerebelar médio*.

### 3.2 Vista posterior

Na face posterior da ponte, identifique a *fossa romboide*, que corresponde ao:

- *Assoalho do IV ventrículo*.

Observe que essa região é rica em acidentes anatômicos, que serão detalhados na parte do IV ventrículo.

## 4. IV Ventrículo

Cavidade encefálica de formato piramidal, localizada posteriormente ao tronco encefálico e anteriormente ao cerebelo.

Observe suas comunicações com o espaço subaracnoide:

- *Abertura mediana* – próxima ao óbex.
- *Aberturas laterais* – nos recessos laterais.

### 4.1 Teto

Identifique:

- *Véu medular superior*.
- *Nódulo do cerebelo*.
- *Véu medular inferior* (com *plexo coroide*).

### 4.2 Assoalho – Fossa romboide

Observe e identifique:

- *Sulco mediano*.
- *Sulcos limitantes*.
- *Eminências medianas*.
- *Fóveas superiores e inferiores*.
- *Colículos faciais*.
- *Trígono do nervo hipoglosso*.

- *Trígono do nervo vago*.
- *Áreas vestibulares*.
- *Estrias medulares do IV ventrículo*.
- *Locus coeruleus*.

Observe essas estruturas com calma, comparando lados direito e esquerdo.

## 5. Mesencéfalo

Primeiro, delimite:

- Limite inferior: *sulco pontomesencefálico*.
- Limite superior: região de transição com o diencéfalo.

Em corte sagital ou transversal, identifique o aqueduto cerebral.

Use-o como referência para dividir o mesencéfalo em:

- *Tecto* (posterior ao aqueduto).
- *Pedúnculo cerebral* (anterior ao aqueduto).

### 5.1 Tecto

Identifique:

- *Colículos superiores*.
- *Colículos inferiores*.

Observe que os colículos superiores se relacionam com o corpo geniculado lateral e colículos inferiores se relacionam com o corpo geniculado medial por meio dos *braços dos colículos*.

Identifique também o *pedúnculo cerebelar superior*.

### 5.2 Pedúnculo cerebral

Em corte transversal, subdivida em:

- *Base*.
- *Substância negra*.
- *Tegmento*.

Em vista anterior, observe:

- *Fossa interpeduncular* - entre os dois pedúnculos cerebrais.
- *Sulco lateral do mesencéfalo* e *sulco medial do pedúnculo cerebral* (origem do nervo óculo motor).

## 6. Nervos Cranianos

Agora identifique, na superfície do encéfalo:

- I – *Olfatório* - bulbo olfatório (telencéfalo).
- II – *Óptico* - quiasma óptico (diencéfalo).

No tronco encefálico:

- III – *Oculomotor* - fossa interpeduncular.
- IV – *Troclear* - face posterior, inferior aos colículos inferiores.
- V – *Trigêmeo* - braço da ponte.
- VI – *Abducente* - sulco bulbopontino, próximo ao plano mediano.

- VII – *Facial* - sulco bulbopontino, lateral ao VI.
- VIII – *Vestibulococlear* - lateral ao VII.
- IX – *Glossofaríngeo* - sulco lateral posterior do bulbo, posterior à oliva.
- X – *Vago* - inferior ao IX.
- XI – *Acessório* - inferior ao X.
- XII – *Hipoglosso* - sulco lateral anterior, entre pirâmide e oliva.

Observe cada nervo em relação aos sulcos e estruturas vizinhas.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 – Nevralgia do Trigêmeo

Paciente de 55 anos relata episódios súbitos de dor intensa, em choque, na face direita, principalmente na região da bochecha e da mandíbula. A dor dura poucos segundos, mas é extremamente forte, sendo desencadeada por estímulos leves como escovar os dentes, falar ou tocar o rosto. Entre as crises, o paciente não apresenta alterações motoras aparentes.

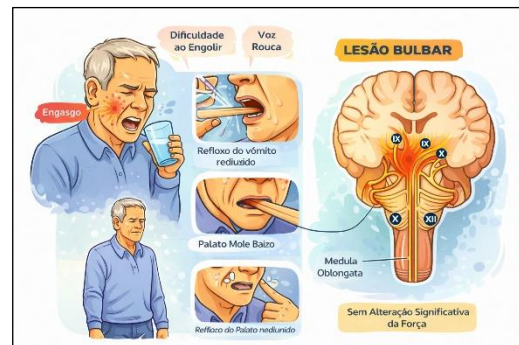


#### Perguntas:

1. Qual nervo craniano está mais provavelmente envolvido nesse quadro?
2. Esse nervo é classificado como motor, sensitivo ou misto?
3. Em qual parte do tronco encefálico ocorre a origem aparente desse nervo?
4. De forma geral, qual a principal função desse nervo relacionada ao caso?

### 2. Caso clínico 2 – Lesão Bulbar

Paciente de 68 anos é admitido no pronto-socorro com dificuldade para engolir, voz rouca e engasgos frequentes ao tentar beber água. O exame neurológico mostrou redução do reflexo do vômito e dificuldade na elevação do palato mole, mas sem alteração significativa da força nos membros superiores e inferiores.



#### Perguntas:

1. Qual região do tronco encefálico está mais provavelmente comprometida?
2. Cite dois nervos cranianos possivelmente envolvidos nesse quadro.
3. Por que lesões nessa região podem ser potencialmente graves?
4. Esse quadro envolve mais funções motoras, sensitivas ou autonômicas?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. O tronco encefálico localiza-se entre quais estruturas do SNC?
2. Quais são as três divisões anatômicas do tronco encefálico, no sentido crânio-caudal?
3. Qual é o principal marco anatômico que delimita inferiormente o bulbo?
4. As pirâmides do bulbo estão relacionadas principalmente a qual via nervosa?
5. Qual a principal função das fibras pontocerebelares presentes na ponte?
6. O IV ventrículo comunica-se com o espaço subaracnóideo por meio de quais aberturas?
7. Quais estruturas do mesencéfalo estão relacionadas, respectivamente, aos reflexos visuais e auditivos?
8. Quantos pares de nervos cranianos têm origem aparente no tronco encefálico?
9. Qual é a principal função do Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA)?
10. Por que lesões no tronco encefálico são potencialmente graves do ponto de vista funcional?

**TESTES**

**11. Durante o estudo de uma peça anatômica, um aluno observa uma estrutura localizada lateralmente às pirâmides do bulbo, com formato ovalado. Essa estrutura está diretamente relacionada a:**

- A. Núcleo grácil
- B. Núcleo cuneiforme
- C. Oliva
- D. Fascículo longitudinal medial
- E. Decussação das pirâmides

**12. A interrupção da fissura mediana anterior no bulbo está diretamente relacionada a qual evento anatômico?**

- A. Emergência dos nervos hipoglossos
- B. Formação do lemnisco medial
- C. Formação do IV ventrículo
- D. Decussação das pirâmides
- E. Passagem dos tratos espinotalâmicos

**13. Uma lesão restrita à face posterior da ponte tem maior probabilidade de comprometer diretamente qual estrutura?**

- A. Assoalho do IV ventrículo
- B. Sulco basilar
- C. Base do pedúnculo cerebral
- D. Fossa interpeduncular
- E. Pirâmides do bulbo

**14. Em relação ao mesencéfalo, assinale a alternativa correta:**

- A. Os colículos superiores relacionam-se com reflexos auditivos
- B. A substância negra localiza-se no tecto do mesencéfalo
- C. Os pedúnculos cerebelares superiores conectam a ponte ao cerebelo
- D. O núcleo rubro está localizado na base do pedúnculo cerebral
- E. O aqueduto cerebral separa o tecto dos pedúnculos cerebrais

**15. Uma lesão que compromete o Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA) está mais diretamente associada a qual manifestação?**

- A. Perda da sensibilidade dolorosa da face
  - B. Alterações do nível de consciência
  - C. Paralisia dos músculos da mastigação
  - D. Comprometimento dos reflexos visuais
  - E. Alterações da audição
-

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. Nervo craniano está envolvido - nervo trigêmeo (V). Ele é o principal nervo sensitivo da face e está classicamente associado à nevralgia do trigêmeo.
2. Classificação do nervo - O nervo trigêmeo é um nervo misto, pois possui: componente sensitivo (sensibilidade da face) e componente motor (músculos da mastigação)
3. Origem aparente no tronco encefálico - O nervo trigêmeo emerge da ponte, na sua face ântero-lateral.
4. Função relacionada ao caso - No contexto da nevralgia, a função mais envolvida é a sensibilidade da face (dor, tato e temperatura), especialmente nos territórios dos seus ramos maxilar e mandibular.

#### 2. Caso clínico 2

1. Região comprometida - bulbo - região do tronco encefálico relacionada à deglutição, fonação e reflexos protetores.
2. Nervos cranianos envolvidos: nervo glossofaríngeo (IX) e nervo vago (X) - Ambos têm núcleos localizados no bulbo e participam da deglutição e da fonação.
3. Lesões bulbares são graves porque o bulbo abriga centros respiratórios, centros cardiovasculares e núcleos de reflexos vitais. Lesões nessa região podem comprometer funções essenciais à vida.
4. Tipo de função mais envolvida - predominantemente motoras e autonômicas, relacionadas à musculatura da faringe, laringe e ao controle reflexo da deglutição.

### QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O tronco encefálico localiza-se entre a medula espinhal, inferiormente, e o diencéfalo, superiormente, estando ventral ao cerebelo. Essa posição explica seu papel de via de passagem e integração.
2. As três divisões anatômicas do tronco encefálico são: bulbo, ponte e mesencéfalo. Essa organização é fundamental para o estudo topográfico e funcional.
3. Inferiormente, o bulbo é delimitado por uma linha imaginária situada logo acima do primeiro filamento radicular do primeiro nervo espinhal, aproximadamente ao nível do forame magno. Não há um limite anatômico nítido visível na peça.
4. As pirâmides do bulbo estão relacionadas ao trato corticoespinal, principal via motora voluntária. A decussação das pirâmides explica o controle motor contralateral.
5. As fibras pontocerebelares têm como principal função estabelecer comunicação entre a ponte e o cerebelo, participando da coordenação e do ajuste fino dos movimentos. Elas formam o pedúnculo cerebelar médio.
6. O IV ventrículo comunica-se com o espaço subaracnóideo por meio de: uma abertura mediana e duas aberturas laterais. Essa comunicação é essencial para a circulação do líquido.
7. Colículos superiores → reflexos visuais, colículos inferiores → reflexos auditivos. Ambos fazem parte do tecto do mesencéfalo.
8. Dez pares de nervos cranianos têm origem aparente no tronco encefálico. Apenas os nervos olfatório (I) e óptico (II) não se originam nessa região.

9. O Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA) é responsável pelo controle do estado de consciência e da ativação cortical. Alterações nessa via podem levar a sonolência profunda ou coma.
10. Lesões no tronco encefálico são potencialmente graves porque essa região: Abriga centros vitais (respiração e circulação), contém núcleos de nervos cranianos e conduz vias motoras e sensitivas essenciais. Pequenas lesões podem gerar grandes déficits funcionais.
11. C - A oliva é uma dilatação ovalada visível na face lateral do bulbo, localizada lateralmente às pirâmides. Os núcleos grácil e cuneiforme são posteriores, e a decussação das pirâmides ocorre na linha mediana.
12. D - A decussação das pirâmides ocorre no bulbo e provoca a interrupção da fissura mediana anterior, sendo responsável pelo cruzamento das fibras do trato corticoespinal.
13. A - A face posterior da ponte participa da formação do assoalho do IV ventrículo. As demais alternativas referem-se a estruturas localizadas em outras regiões do tronco encefálico.
14. E - O aqueduto
15. cerebral é a principal referência anatômica do mesencéfalo, separando o tecto (posterior) dos pedúnculos cerebrais (anteriores). As demais alternativas apresentam erros conceituais clássicos.
16. B - O SARA, parte da formação reticular, é fundamental para a manutenção do estado de vigília e da consciência. Lesões nessa via podem levar à sonolência profunda ou coma.

## CAPÍTULO 5 - CEREBELO

---

### CONTEÚDO

1. Generalidades	7. Funções
2. Morfologia	8. Considerações finais
3. Núcleos centrais do cerebelo	Material Complementar
4. Fissuras do cerebelo	Resumo
5. Lóbulos do cerebelo	Roteiro de Aula Prática
5.1 Lóbulos do vérmis	Casos Clínicos
5.2 Lóbulos dos hemisférios	Questões
6. Divisão do cerebelo	
6.1 Divisão ontogenética	
6.2 Divisão filogenética	
6.3 Divisão longitudinal	

---

### 1. Generalidades

O *cerebelo* faz parte do sistema nervoso supra-segmentar juntamente com o cérebro, desempenhando papel fundamental na coordenação e no ajuste da atividade motora. Está alojado na fossa cerebelar do osso occipital, localizado posteriormente ao tronco encefálico e inferiormente aos lobos occipitais do telencéfalo, sendo separado destes pela tenda do cerebelo.

Do ponto de vista funcional, o cerebelo atua predominantemente no controle motor. Suas funções estão relacionadas à manutenção do equilíbrio e da postura, ao controle do tônus muscular, à coordenação e ao refinamento dos movimentos voluntários, bem como à aprendizagem motora. Importante destacar que o cerebelo não inicia os movimentos, mas ajusta continuamente sua execução, garantindo precisão, fluidez e adequação temporal das respostas motoras.

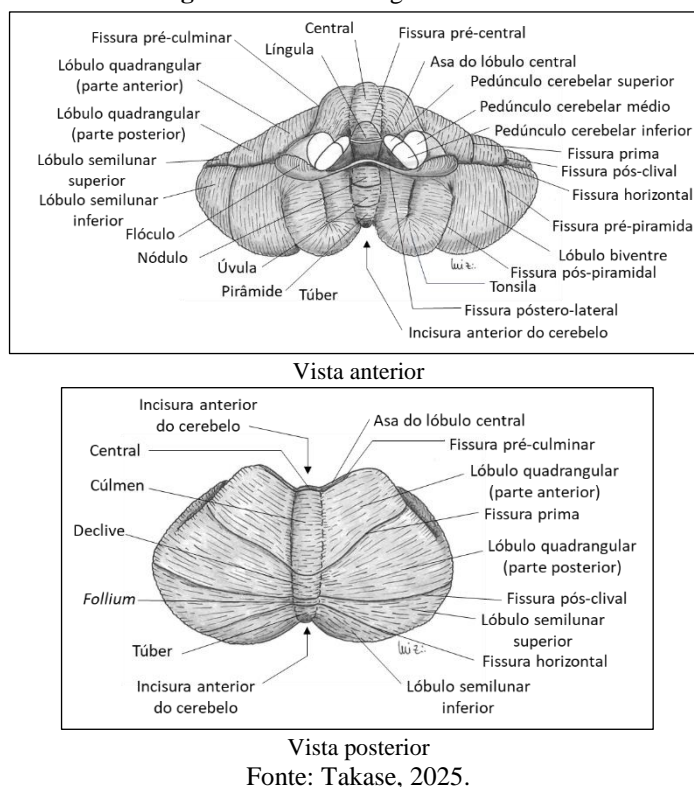
### 2. Morfologia

Macroscopicamente, o cerebelo é constituído por dois *hemisférios*, unidos no plano mediano pelo *vérmis*. Sua superfície apresenta numerosas lâminas de tecido nervoso, denominadas *folhas do cerebelo*, separadas entre si por *fissuras do cerebelo*. Algumas destas fissuras são mais profundas e bem definidas, estando presentes em todos os cerebelos, recebendo denominações próprias. Elas delimitam os lóbulos do cerebelo tanto no vérmis quanto nos hemisférios (Figura 5.1).

O cerebelo mantém suas conexões com a medula espinhal e com o tronco encefálico por meio de três pares de pedúnculos cerebelares. O *pedúnculo cerebelar inferior* estabelece comunicação com a medula espinhal e o bulbo, o *pedúnculo cerebelar médio* conecta o cerebelo à ponte, e o *pedúnculo cerebelar superior* o liga ao mesencéfalo.

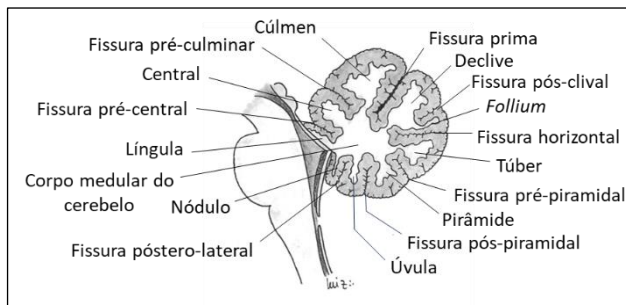
Em corte sagital mediano, observa-se um centro de substância branca denominado *corpo medular do cerebelo*, do qual partem *lâminas brancas* que se ramificam em direção à periferia, formando um padrão característico conhecido como *arbor vitae* ou “árvore da vida”. Revestindo superficialmente essas lâminas, encontra-se o *córtex cerebelar*, constituído por uma fina camada de substância cinzenta (Figura 5.2).

**Figura 5.1 – Morfologia do cerebelo.**



Fonte: Takase, 2025.

**Figura 5.2 – Corte sagital mediano do cerebelo.**



Fonte: Takase, 2025.

#### **Correlações clínicas 1 – Lesões do vérmis e dos hemisférios cerebelares**

Lesões no vérmis cerebelar comprometem principalmente o controle do tronco e da postura, resultando em ataxia de tronco, instabilidade para manter a posição sentada ou em pé e marcha com base alargada.

Já lesões nos hemisférios cerebelares afetam a coordenação dos movimentos dos membros, produzindo dismetria, tremor de intenção e dificuldade na execução de movimentos finos.

Essas diferenças refletem as distintas conexões do vérmis com o núcleo fastigial e dos hemisférios com o núcleo dentado.

### **3. Núcleos centrais do cerebelo**

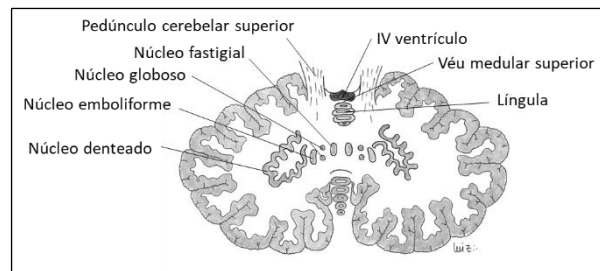
No interior do corpo medular do cerebelo localizam-se quatro pares de grupamentos neuronais, denominados *núcleos centrais do cerebelo*, que representam as principais estruturas

de saída do córtex cerebelar. Esses núcleos estão profundamente situados na substância branca e recebem fibras provenientes das diferentes regiões do córtex cerebelar (Figura 5.3).

O *núcleo denteado*, localizado lateralmente, é o maior dos núcleos centrais.

Sua denominação decorre de seu aspecto irregular, caracterizado por numerosas endentações. Medialmente ao núcleo denteado encontram-se o *núcleo emboliforme* e o *núcleo globoso*, que, devido às suas semelhanças morfológicas e funcionais, são frequentemente agrupados sob a denominação de *núcleo interpósito*. Por fim, o *núcleo fastigial* situa-se próximo ao plano mediano, na região do vérmis, apresentando estreita relação com as porções medianas do cerebelo.

**Figura 5.3** – Núcleos centrais do cerebelo.



Fonte: Takase, 2025.

#### 4. Fissuras do cerebelo

Algumas fissuras do cerebelo são mais proeminentes e constantes, podendo ser identificadas tanto em corte sagital mediano quanto nas vistas anterior e posterior.

As fissuras cerebelares são: *fissura pré-central*, *fissura pré-culminar*, *fissura prima*, *fissura pós-clival*, *fissura horizontal*, *fissura pré-piramidal*, *fissura pós-piramidal* e *fissura póstero-lateral*. Estas constituem importantes marcos anatômicos responsáveis por delimitar os lóbulos no vérmis e nos hemisférios do cerebelo (Figuras 5.1 e 5.2 e Tabela 5.1).

Entre elas, duas fissuras merecem destaque especial por sua profundidade e facilidade de identificação nas peças anatômicas. A *fissura prima* é a mais profunda das fissuras do cerebelo e a primeira a surgir durante o desenvolvimento embrionário. Por sua constância e posição estratégica, constitui um importante marco anatômico para a orientação no estudo do cerebelo. A *fissura horizontal*, também bastante profunda, estende-se paralelamente ao plano horizontal, sendo facilmente observada em vista lateral, na mesma linha do pedúnculo cerebelar médio.

#### 5. Lóbulos do cerebelo

As fissuras do cerebelo são responsáveis pela delimitação dos lóbulos cerebelares, que podem ser organizados em lóbulos do vérmis e lóbulos dos hemisférios. O estudo conjunto dessas estruturas facilita a compreensão da morfologia do cerebelo e a memorização de suas partes.

**Tabela 5.1** - Lóbulos e fissuras do cerebelo

Lóbulos		Fissuras
Vérmis	Hemisférios	
Língula	-----	Pré-central
Central	Asa do lóbulo central	Pré-culminar
Cúlmen	Quadrangular (parte anterior)	Prima
Declive	Quadrangular (parte posterior)	Pós-clival
Folium	Semilunar superior	Horizontal
Túber	Semilunar inferior	Pré-piramidal
Pirâmide	Biventre	Pós-piramidal
Úvula	Tonsila	Pósterolateral
Nódulo	Flóculo	

Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

### 5.1 Lóbulos do vérmis

Os lóbulos do vérmis são: *língula*, *lóbulo central*, *cúlmen*, *declive*, *folium*, *túber*, *pirâmide*, *úvula* e *nódulo* (Figuras 5.1 e 5.2 e Tabela 5.1).

Alguns desses lóbulos são identificados com maior facilidade nas peças anatómicas. A *língula* e o *nódulo* participam da formação do teto do IV ventrículo. O *cúlmen* corresponde à porção mais superior do vérmis, podendo ser comparado ao “cume” de uma montanha, enquanto o declive representa a descida desse cume. O *folium* caracteriza-se por ser formado por uma única folha cerebelar.

As fissuras e os lóbulos do vérmis apresentam importante correlação anatómica, o que auxilia significativamente em sua memorização. A fissura pré-central localiza-se anteriormente ao lóbulo central; a fissura pré-culminar, anteriormente ao *cúlmen*; a fissura pós-clival, posteriormente ao declive; e as fissuras pré-piramidal e pós-piramidal situam-se, respectivamente, antes e depois da pirâmide.

### 5.2 Lóbulos dos hemisférios

Os lóbulos dos hemisférios cerebelares são: *asa do lóbulo central*, *quadrangular (parte anterior)*, *quadrangular (parte posterior)*, *semilunar superior*, *semilunar inferior*, *biventre*, *tonsila* e *flóculo*. Com exceção da língula, todos os lóbulos do vérmis apresentam um correspondente nos hemisférios cerebelares (Figuras 5.1 e 5.2 e Tabela 5.1).

O *flóculo*, localizado inferiormente ao ponto de entrada do pedúnculo cerebelar médio no cerebelo e ligado ao nódulo pelo *pedúnculo do flóculo*.

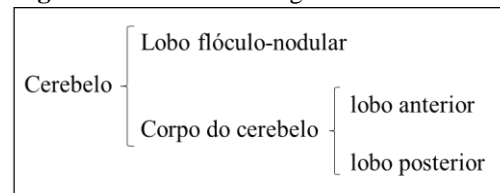
## 6. Divisão do cerebelo

O cerebelo pode ser dividido segundo diferentes critérios, de acordo com o enfoque adotado. As principais formas de divisão são a ontogenética, a filogenética e a longitudinal, cada uma delas destacando aspectos específicos do desenvolvimento, da evolução e da organização funcional do cerebelo.

### 6.1 Divisão ontogenética

A divisão ontogenética do cerebelo, proposta por Larsell, baseia-se nas modificações estruturais observadas ao longo de seu desenvolvimento embrionário, especialmente no surgimento progressivo das fissuras cerebelares (Figura 5.4).

**Figura 5.4** - Divisão ontogenética do cerebelo



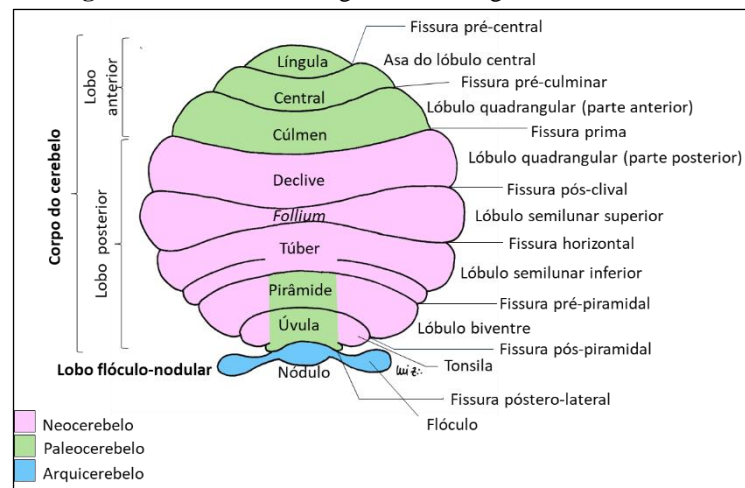
Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

A fissura póstero-lateral divide o cerebelo em duas grandes porções: o *lobo flóculo-nodular*, formado pelo flóculo e pelo nóculo, e o *corpo do cerebelo*, constituído pelo restante da estrutura cerebelar. A fissura prima subdivide o corpo do cerebelo em *lobo anterior* e *lobo posterior*.

### 6.2 Divisão filogenética

A divisão filogenética do cerebelo baseia-se em sua evolução estrutural ao longo da escala evolutiva. Nesse processo, novas porções do cerebelo foram incorporadas progressivamente, sem que as estruturas mais antigas perdessem suas conexões ou funções. Dessa forma, a complexidade estrutural e

**Figura 5.5** – Divisão ontogenética e filogenética do cerebelo



Fonte: Takase, 2025.

funcional do cerebelo acompanha diretamente a complexidade dos movimentos realizados pelo organismo (Figura 5.5).

A primeira fase evolutiva corresponde ao *arquicerebelo*, também denominado *cerebelo vestibular*. Essa porção surgiu em vertebrados mais primitivos, sem membros ou mandíbulas, como as lampreias, que necessitam manter o equilíbrio corporal no meio líquido. Para isso, o

arquicerebelo recebe informações provenientes dos canais semicirculares da orelha interna, regulando a musculatura responsável pela manutenção do equilíbrio. Anatomicamente, corresponde ao lobo flóculo-nodular.

A segunda fase é o *paleocerebelo*, ou *cerebelo espinhal*, que surgiu nos peixes, cujas nadadeiras possibilitaram movimentos mais complexos e coordenados. Nesses animais aparecem, pela primeira vez, os fusos neuromusculares e os órgãos neurotendinosos, proprioceptores responsáveis por informar a posição do corpo no espaço. Esses impulsos são fundamentais para a regulação do tônus muscular e da postura. O paleocerebelo corresponde ao lobo anterior e às porções da pirâmide e da úvula do lobo posterior.

A terceira fase evolutiva corresponde ao *neocerebelo*, também chamado *cerebelo cortical*, que se desenvolveu nos mamíferos, capazes de realizar movimentos mais delicados, precisos e assimétricos, especialmente com os membros superiores. Nessa fase, o cerebelo passa a receber informações do córtex cerebral, estando diretamente relacionado ao planejamento, à coordenação e ao refinamento dos movimentos voluntários finos. Anatomicamente, corresponde ao restante do lobo posterior.

### 6.3 Divisão longitudinal

Os critérios ontogenético e filogenético utilizam uma orientação predominantemente transversal na divisão do cerebelo, com seus componentes distribuídos no sentido rostrocaudal. Em contraste, a divisão longitudinal organiza o cerebelo no sentido médio-lateral e baseia-se nas conexões entre o córtex cerebelar e os núcleos centrais, apresentando, assim, maior correlação funcional e clínica.

Na divisão longitudinal, distinguem-se três zonas. A *zona medial*, ímpar, corresponde ao vérmis e projeta suas fibras para o núcleo fastigial. A *zona intermédia*, localizada lateralmente à zona medial, envia seus axônios para o núcleo interpósito. Por fim, a *zona lateral*, que corresponde à maior parte dos hemisférios cerebelares, projeta suas fibras para o núcleo denteado. O lobo flóculo-nodular não é incluído nessa divisão, uma vez que suas fibras eferentes seguem diretamente para os núcleos vestibulares, sem passar pelos núcleos centrais do cerebelo.

## 7. Funções

As funções cerebelares são predominantemente motoras, desempenhando papel essencial na regulação, coordenação e ajuste fino dos movimentos. É importante ressaltar que o cerebelo não é responsável pela iniciação dos movimentos, mas atua modulando sua

execução, garantindo precisão, fluidez e adequada organização temporal das respostas motoras, de acordo com as necessidades funcionais do organismo.

As principais funções do cerebelo incluem:

- *Manutenção do equilíbrio e da postura* – O lobo flóculo-nodular é a principal estrutura envolvida nessa função. Ele recebe informações relacionadas ao equilíbrio provenientes do sistema vestibular, além de aferências proprioceptivas e visuais, permitindo o ajuste contínuo da posição corporal no espaço.
- *Controle do tônus muscular* – O cerebelo recebe e processa informações proprioceptivas para regular a contração tônica dos músculos em repouso, fundamental para a manutenção da postura. Essa função está principalmente relacionada ao paleocerebelo, que garante que os músculos se encontrem adequadamente preparados para a execução dos movimentos.
- *Controle dos movimentos voluntários* – O neocerebelo recebe informações do córtex motor e participa da programação dos movimentos voluntários, assegurando precisão, fluidez e adequado ajuste temporal. Além disso, contribui para a correção dos movimentos em andamento, ajustando a atividade muscular com base em informações proprioceptivas.
- *Aprendizagem motora* – O cerebelo desempenha papel fundamental na aquisição, adaptação e memorização de habilidades motoras. Essa função envolve circuitos que permitem a detecção e correção de erros motores, favorecendo a execução progressivamente mais eficiente dos movimentos ao longo da prática.

#### **Correlações clínicas 2 – Intoxicação por etanol e cerebelo**

A intoxicação aguda por etanol afeta de forma marcante o cerebelo, especialmente suas regiões envolvidas na coordenação motora e no equilíbrio. Clinicamente, observa-se marcha instável, dificuldade para manter a postura, disartria e incoordenação dos movimentos voluntários. Esses sinais decorrem da depressão funcional dos circuitos cerebelares, evidenciando o papel essencial do cerebelo no ajuste fino dos movimentos, mesmo em situações transitórias e reversíveis.

## **8. Considerações finais**

O estudo do cerebelo revela uma estrutura altamente organizada, cuja complexidade morfológica reflete diretamente a sofisticação de suas funções. Ao longo deste capítulo, foi possível compreender como a disposição de suas fissuras, lóbulos e núcleos centrais estabelece a base anatômica para as diferentes formas de divisão do cerebelo e para sua atuação funcional integrada.

As divisões do cerebelo não representam classificações concorrentes, mas sim perspectivas complementares que auxiliam na compreensão do desenvolvimento, da evolução e da organização funcional do cerebelo. Em especial, a divisão longitudinal destaca-se por sua forte correlação funcional, evidenciando a relação entre regiões do córtex cerebelar e seus respectivos núcleos centrais.

Do ponto de vista funcional, desempenha papel essencial no controle do equilíbrio, da postura, do tônus muscular, da coordenação dos movimentos voluntários e da aprendizagem motora. Embora não seja responsável pela iniciação dos movimentos, sua atuação é indispensável para que eles ocorram de forma precisa, harmônica e eficiente.

Assim, o conhecimento da anatomia do cerebelo constitui base fundamental para a compreensão das manifestações clínicas decorrentes de suas lesões, tema que será explorado de maneira mais aprofundada nos capítulos seguintes. A correta identificação de suas estruturas em peças anatômicas, associada à compreensão de sua organização e funções, é essencial para o estudo integrado da neuroanatomia.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Sistema supra-segmentar
- Localizado posteriormente ao tronco encefálico e inferiormente aos lobos occipitais
- Atua predominantemente no controle motor. Não inicia os movimentos, mas ajusta sua execução (precisão, fluidez e tempo)

#### 2. Morfologia

- Formado por dois hemisférios unidos pelo vérmis
- Superfície composta por folhas cerebelares separadas por fissuras
- Corpo medular e lâminas brancas-substância branca
- Córtex cerebelar - substância cinzenta
- Pedúnculos cerebelares - inferior (bulbo e medula), médio (ponte) e superior (mesencéfalo).

#### 3. Núcleos centrais do cerebelo

- No interior do corpo medular
- Principais vias de saída do córtex cerebelar
- Núcleo denteado (lateral), núcleo interpósito (núcleo globoso + núcleo emboliforme) e núcleo fastigial (medial)

#### 4. Fissuras do cerebelo

- Delimitam os lóbulos do vérmis e dos hemisférios

- Pré-central, pré-culminar, prima, pós-clival, horizontal, pré-piramidal, pós-piramidal e pósterolateral

#### 5. Lóbulos do cerebelo

- Lóbulos do vérmis – língula, lóbulo central, cúlmen, declive, *folium*, túber, pirâmide, úvula e nóculo
- Lóbulos dos hemisférios - asa do lóbulo central, quadrangular (parte anterior), quadrangular (parte posterior), semilunar superior, semilunar inferior, biventre, tonsila e flóculo

#### 6. Divisão do cerebelo

- Divisão ontogenética - lobo flóculo-nodular e corpo do cerebelo, que é subdividido em lobo anterior e lobo posterior
- Divisão filogenética - arquicerebelo, paleocerebelo e neocerebelo
- Divisão longitudinal – zona medial (núcleo fastigial), zona intermédia (núcleo interpósito) e zona lateral (núcleo denteado)

#### 7. Funções do cerebelo

- Manutenção do equilíbrio e da postura
- Controle do tônus muscular
- Coordenação e ajuste dos movimentos voluntários
- Aprendizagem e adaptação motora
- Correção contínua de erros motores durante a execução do movimento

## ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (*Laboratório de Anatomia*)

### 1. Observação geral

Inicie a prática identificando o cerebelo em posição anatômica, preferencialmente:

- dentro do crânio, quando possível.
- em corte sagital mediano da cabeça.
- peça isolada, orientando corretamente anterior/posterior e superior/inferior.

Antes de focar nos detalhes, identifique:

- *Hemisfério cerebelar direito.*
- *Hemisfério cerebelar esquerdo.*
- *Vérmis.*
- *Folhas e fissuras do cerebelo.*

### 2. Corte sagital mediano

Primeiro, identificar:

- *Corpo medular e lâminas brancas do cerebelo* - substância branca.
- *Córtex cerebelar* - substância cinzenta.

Observe primeiro o conjunto antes de nomear as fissuras.

#### 2.1 Fissuras do cerebelo

Identificar as fissuras do cerebelo:

- *Fissura pré-central.*
- *Fissura pré-culminar.*
- *Fissura prima* – mais profunda e pronunciada.
- *Fissura pós-clival.*
- *Fissura horizontal* – paralela ao plano horizontal.
- *Fissura pré-piramidal.*
- *Fissura pós-piramidal.*
- *Fissura póstero-lateral.*

#### 2.2 Lóbulos do vérmis

Usando as fissuras como ponto referência, identificar os lóbulos do vérmis:

- *Língua* – ligada ao véu medular superior, ajuda a formar o teto do IV ventrículo.
- *Lóbulo central.*
- *Cúlmen* – porção mais superior do cerebelo, como o cume da montanha.
- *Declive.*

- *Folium* – formado por uma única folha do cerebelo.
- *Túber.*
- *Pirâmide.*
- *Úvula.*
- *Nódulo.*

Observe a relação direta entre fissuras e lóbulos:

- A fissura pré-central está anteriormente ao lóbulo central.
- A fissura pré-culminar está anteriormente ao cúlmen.
- A fissura pós-clival está após o declive.
- As fissuras pré e pós-piramidal delimitam a pirâmide.

Antes de avançar, percorra novamente mentalmente a sequência crânio-caudal do vérmis.

### 3. Vista anterior e posterior

Identificar as fissuras cerebelares na superfície do cerebelo.

#### 3.1 Lóbulos dos hemisférios

Utilize as fissuras para delimitar os lóbulos dos hemisférios:

- *Asa do lóbulo central.*
- *Quadrangular (parte anterior).*
- *Quadrangular (parte posterior).*
- *Semilunar superior.*
- *Semilunar inferior.*
- *Biventre.*
- *Tonsila.*
- *Flóculo* – o *pedúnculo do flóculo* liga a estrutura ao cerebelo.

Correlacione cada lóbulo do vérmis com seus correspondentes hemisféricos. Lembrando que a língua é o único lóbulo que não tem um correspondente nos hemisférios.

#### 3.2 Pedúnculos cerebelares

Identificar:

- *Pedúnculo cerebelar superior.*
- *Pedúnculo cerebelar médio.*
- *Pedúnculo cerebelar inferior.*

Observe a direção geral dessas estruturas em relação ao tronco encefálico.

**4. Corte transversal** (na altura dos pedúnculos cerebelares médios)

Identificar novamente corpo medular e lâminas brancas do cerebelo e córtex cerebelar.

Dentro com corpo medular identificar:

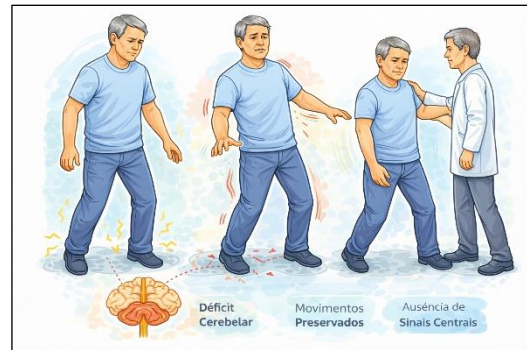
- *Núcleo fastigial* – próximo ao plano mediano, na região do vérmis.
- *Núcleo globoso*.
- *Núcleo emboliforme*.
- *Núcleo denteado* – mais lateral, com contorno caracteristicamente dentado.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 - Instabilidade postural

Um homem de 62 anos procura atendimento relatando dificuldade para manter o equilíbrio ao caminhar. Refere sensação de instabilidade ao ficar em pé, principalmente quando tenta permanecer parado, com necessidade de abrir bastante a base de apoio. Não apresenta perda de força nos membros nem alterações de sensibilidade.

Durante o exame físico, observou-se dificuldade para manter a postura ereta sem apoio, e movimentos dos membros relativamente preservados.



#### Perguntas:

1. Qual região do cerebelo está mais provavelmente envolvida nesse quadro?
2. Qual estrutura anatômica do cerebelo está relacionada ao controle do tronco e da postura?
3. Qual núcleo central do cerebelo está funcionalmente associado a essa região?

### 2. Caso clínico 2 - Dificuldade de coordenação dos membros

Uma mulher de 28 anos refere dificuldade progressiva para realizar movimentos finos com a mão direita, como escrever e abotoar roupas. Relata que os movimentos ficam imprecisos e “passam do ponto” ao tentar alcançar um objeto. Não apresenta alterações do equilíbrio ou da postura.

No exame físico, observou-se dificuldade em realizar movimentos voluntários precisos do membro superior direito.



#### Perguntas:

1. Qual porção do cerebelo está mais provavelmente relacionada a esse quadro?
2. Qual lóbulo do cerebelo está funcionalmente associado à coordenação dos movimentos voluntários finos?
3. Qual núcleo central do cerebelo participa da via de saída dessa região?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. O cerebelo não é responsável pela iniciação dos movimentos. Qual é, então, sua principal função no controle motor?
2. Descreva a organização macroscópica geral do cerebelo, citando seus principais componentes externos.
3. O que são as fissuras do cerebelo e qual a sua importância anatômica?
4. Quais são as duas fissuras do cerebelo consideradas mais importantes para a identificação em peças anatômicas? Justifique.
5. Liste os lóbulos do vérmis cerebelar.
6. Qual lóbulo do vérmis não possui correspondente nos hemisférios cerebelares?
7. Relacione corretamente as zonas da divisão longitudinal do cerebelo com seus respectivos núcleos centrais:

- a) Zona medial
  - b) Zona intermédia
  - c) Zona lateral
8. Explique a divisão ontogenética do cerebelo, citando as fissuras envolvidas.
9. Associe as fases da divisão filogenética do cerebelo às suas principais funções:
- a) Arquicerebelo
  - b) Paleocerebelo
  - c) Neocerebelo
10. Qual é a principal função do lobo flóculo-nodular e por que ele não participa da divisão longitudinal do cerebelo?

## TESTES

**11. A fissura que divide o corpo do cerebelo em lobo anterior e lobo posterior, sendo também a primeira a surgir durante o desenvolvimento embrionário, é:**

- A. fissura horizontal
- B. fissura póstero-lateral
- C. fissura prima
- D. fissura pré-culminar
- E. fissura pós-clival

**12. Um estudante observa uma peça anatômica de cerebelo e identifica uma fissura profunda, contínua, paralela ao plano horizontal, facilmente visível na vista posterior. Essa fissura delimita, no vérmis, o follium do túber. Trata-se da:**

- A. fissura prima
- B. fissura pré-piramidal
- C. fissura póstero-lateral
- D. fissura horizontal
- E. fissura pré-central

**13. Na divisão longitudinal do cerebelo, a região que corresponde à maior parte dos hemisférios cerebelares e projeta suas fibras principalmente para o núcleo denteado é denominada:**

- A. zona medial
- B. zona intermédia
- C. zona lateral
- D. lobo flóculo-nodular
- E. paleocerebelo

**14. Um paciente apresenta dificuldade na coordenação dos movimentos voluntários finos dos membros, sem alterações significativas do equilíbrio ou da postura. Do ponto de vista anatômico-funcional, a região cerebelar mais relacionada a esse quadro é:**

- A. neocerebelo (lobo posterior)
- B. paleocerebelo (lobo anterior)
- C. arquicerebelo (lobo flóculo-nodular)
- D. vérmis cerebelar
- E. zona medial da divisão longitudinal

**15. Sobre os lóbulos do cerebelo, assinale a alternativa CORRETA:**

- A. Todos os lóbulos do vérmis possuem correspondentes nos hemisférios cerebelares.
  - B. A língula é o único lóbulo do vérmis que não possui correspondente nos hemisférios.
  - C. O nódulo não se relaciona com o IV ventrículo.
  - D. O follium possui como correspondente hemisférico o lóbulo semilunar inferior.
  - E. A úvula corresponde, nos hemisférios, ao flóculo.
- 

**RESPOSTAS COMENTADAS****CASOS CLÍNICOS****1. Caso clínico 1**

1. Vérmis cerebelar. O vérmis está relacionado principalmente ao controle do tronco e da postura.
2. Lobos do vérmis, especialmente aqueles associados ao equilíbrio. Alterações do equilíbrio sem grande comprometimento dos membros sugerem envolvimento do vérmis.
3. Núcleo fastigial. O vérmis projeta fibras para o núcleo fastigial, que participa do controle do equilíbrio e da postura axial.

**2. Caso clínico 2**

1. Hemisfério cerebelar. Os hemisférios cerebelares estão relacionados à coordenação dos movimentos dos membros.
2. Neocerebelo (principalmente o lobo posterior). O neocerebelo participa do planejamento e da coordenação dos movimentos voluntários finos.
3. Núcleo denteado. Os hemisférios cerebelares projetam suas fibras principalmente para o núcleo denteado, associado ao controle motor fino.

**QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES**

1. O cerebelo é responsável pelo ajuste fino, coordenação e precisão dos movimentos, garantindo fluidez e adequada organização temporal. Ele não inicia o movimento, mas corrige e ajusta sua execução durante a atividade motora.
2. O cerebelo é formado por dois hemisférios cerebelares unidos pelo vérmis. Sua superfície apresenta folhas cerebelares, separadas por sulcos, sendo que os sulcos mais profundos formam as fissuras. Internamente, apresenta substância branca central (corpo medular) e córtex cerebelar superficial.
3. As fissuras são sulcos profundos do cerebelo responsáveis por delimitar os lóbulos no vérmis e nos hemisférios. Elas funcionam como importantes marcos anatômicos para a identificação das diferentes regiões cerebelares.
4. As duas fissuras mais importantes são a fissura prima e a fissura horizontal, pois são profundas, constantes e facilmente identificáveis nas peças anatômicas, servindo como referência para a divisão geral dos lóbulos.
5. Os lóbulos do vérmis são: língula, lóbulo central, cúlmen, declive, follium, túber, pirâmide, úvula e nódulo.
6. A língula é o único lóbulo do vérmis que não possui correspondente nos hemisférios cerebelares.

7. Zona medial → núcleo fastigial, Zona intermédia → núcleo interpósito e Zona lateral → núcleo denteado. Essa relação é a base da divisão longitudinal do cerebelo.
8. A divisão ontogenética baseia-se no desenvolvimento embrionário do cerebelo. A fissura póstero-lateral separa o lobo flóculo-nodular do corpo do cerebelo. Posteriormente, a fissura prima divide o corpo do cerebelo em lobo anterior e lobo posterior.
9. Arquicerebelo → equilíbrio (cerebelo vestibular), Paleocerebelo → controle do tônus muscular e da postura e Neocerebelo → coordenação e planejamento dos movimentos voluntários finos. Essas fases refletem a evolução da complexidade motora.
10. O lobo flóculo-nodular está relacionado principalmente ao equilíbrio e à orientação espacial, recebendo informações do sistema vestibular. Ele não participa da divisão longitudinal porque suas fibras projetam-se diretamente para os núcleos vestibulares, sem passar pelos núcleos centrais do cerebelo.
11. C - A fissura prima é a primeira a surgir no desenvolvimento embrionário e divide o corpo do cerebelo em lobo anterior e lobo posterior. A fissura póstero-lateral divide o lobo flóculo-nodular do corpo do cerebelo, não o anterior do posterior.
12. D - A descrição clássica de uma fissura profunda, paralela ao plano horizontal, visível na vista posterior e que separa *follium* do túber corresponde à fissura horizontal. Essa questão exige associação entre vista anatômica + lóbulo do vérmis.
13. C - A zona lateral corresponde à maior parte dos hemisférios cerebelares e projeta fibras para o núcleo denteado. Zona medial → fastigial; Zona intermédia → interpósito.
14. A - O neocerebelo está relacionado ao planejamento, coordenação e ajuste fino dos movimentos voluntários, especialmente dos membros. Alterações do equilíbrio seriam mais típicas do arquicerebelo ou vérmis.
15. B - A língula é o único lóbulo do vérmis que não possui correspondente nos hemisférios. O nódulo participa do teto do IV ventrículo; o *follium* corresponde ao lóbulo semilunar superior; a úvula corresponde à tonsila.

## CAPÍTULO 6 – DIENCÉFALO

### CONTEÚDO

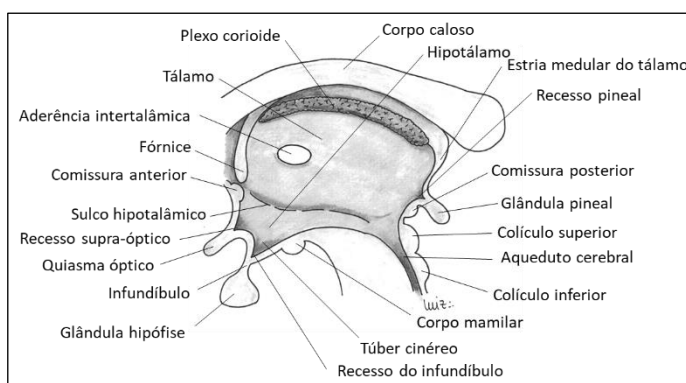
1. Generalidades	4. Epitálamo
2. Tálamo	4.1 Morfologia
2.1 Morfologia	4.2 Funções
2.2 III Ventrículo	5. Subtálamo
2.3 Estrutura	6. Considerações finais
2.4 Funções	Material complementar
3. Hipotálamo	Resumo
3.1 Morfologia	Roteiro de aula prática
3.2 Estrutura	Casos clínicos
3.3 Funções	Questões

### 1. Generalidades

O *diencéfalo* é uma estrutura ímpar do encéfalo, localizada no plano mediano, inferior e anteriormente ao corpo caloso e superiormente ao mesencéfalo. Encontra-se quase totalmente envolvido pelo telencéfalo, sendo visível apenas na face inferior do cérebro ou em cortes sagitais medianos. Seus limites anatômicos incluem, anteriormente, a lâmina terminal e os forames interventriculares; posteriormente, a comissura posterior; superiormente, corpo caloso e fórnix; inferiormente, o mesencéfalo; lateralmente, a cápsula interna; e medialmente, o III ventrículo.

Anatomicamente, o diencéfalo é dividido em quatro grandes componentes: o *tálamo*, responsável pela retransmissão e integração das informações sensitivas e motoras destinadas ao córtex cerebral; o *hipotálamo*, que desempenha papel central na regulação das funções autonômicas, endócrinas e da homeostase; o *epitálamo*, que inclui a glândula pineal e está relacionado à regulação dos ritmos circadianos; e o *subtálamo*, envolvido no controle motor, sendo a única subdivisão do diencéfalo que não pode ser identificada macroscopicamente (Figura 6.1).

**Figura 6.1** - Corte sagital mediano do diencéfalo.



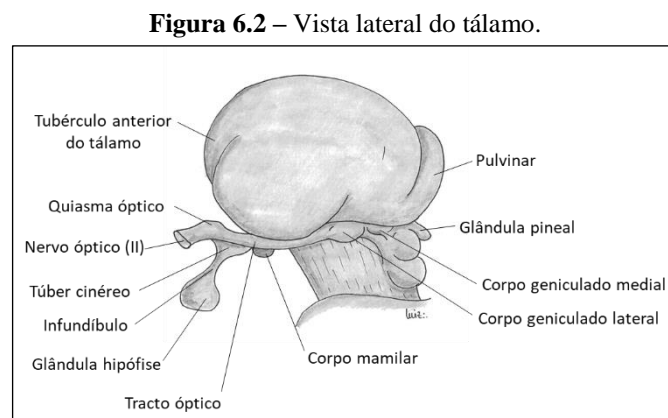
Fonte: Takase, 2025

## 2. Tálamo

O tálamo é o maior componente do diencefalo, constituído por uma massa volumosa de formato ovoide, medindo aproximadamente 3 cm de comprimento, 2 cm de altura e 2 cm de largura. Localiza-se superiormente ao hipotálamo e encontra-se amplamente circundado pelo telencefalo.

### 2.1 Morfologia

Na extremidade anterior do tálamo observa-se uma dilatação denominada *tubérculo anterior do tálamo*, que participa da delimitação do forame interventricular. Na extremidade posterior, identifica-se outra dilatação, o *pulvinar*, além de duas eminências ovais conhecidas como *corpos geniculados medial e lateral* (Figura 6.2).



Fonte: Takase, 2025

A face superior do tálamo contribui para a formação do assoalho do ventrículo lateral e da fissura transversa do cérebro. A face inferior continua-se com o hipotálamo e com o subtálamo. A face medial, separada da face superior pela estria medular do tálamo, constitui a maior parte da parede lateral do III ventrículo. Nessa face, podem ser observados o *sulco hipotalâmico*, que delimita o tálamo do hipotálamo, e a *aderência intertalâmica*, estrutura em forma de trave que atravessa o III ventrículo, conectando os dois tálamos. A face lateral do tálamo mantém relação direta com a cápsula interna.

### 2.2 III Ventrículo

O III ventrículo é uma cavidade encefálica estreita e alongada, situada no plano mediano, entre os dois tálamos. Comunica-se lateralmente com os ventrículos laterais por meio dos *forames interventriculares* e, posteriormente, com o IV ventrículo através do *aqueduto cerebral*, permitindo a circulação do líquido no interior do sistema ventricular.

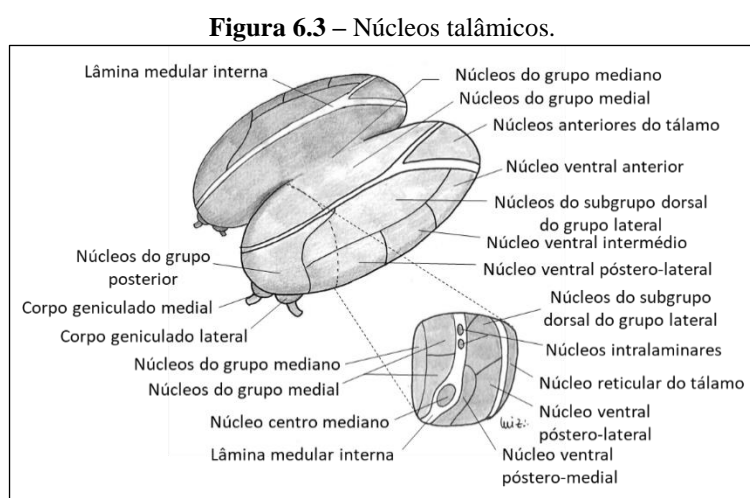
Suas paredes laterais são formadas principalmente pelas faces mediais dos tálamos e, inferiormente, pelo hipotálamo, sendo o sulco hipotalâmico o marco anatômico que separa essas duas estruturas. O assoalho do III ventrículo é constituído por estruturas hipotalâmicas,

enquanto seu teto é formado por uma lâmina endimária associada à *tela corioide*, relacionada à produção do líquido.

A cavidade do III ventrículo apresenta prolongamentos denominados recessos, que correspondem a invaginações de suas paredes: o *recesso óptico*, localizado anteriormente ao quiasma óptico; o *recesso do infundíbulo*, associado ao túber cinéreo e ao infundíbulo; o *recesso pineal*; e o *recesso suprapineal*, ambos relacionados à glândula pineal (Figura 6.1).

### 2.3 Estrutura

O tálamo é constituído por numerosos núcleos, organizados em grupos neuronais de acordo com sua posição anatômica e com suas conexões funcionais. Esses núcleos atuam como estações de retransmissão e integração das informações que se dirigem ao córtex cerebral. A



Fonte: Takase, 2025

organização nuclear do tálamo pode ser compreendida de forma didática por meio da divisão em grupos, conforme ilustrado na Figura 6.3.

- *Grupo anterior* – formado pelos núcleos anterior e ântero-dorsal, está funcionalmente relacionado ao sistema límbico, participando da integração entre emoções, memória e comportamento.
- *Grupo medial* – representado principalmente pelo núcleo medial dorsal, estabelece amplas conexões com o córtex pré-frontal, estando associado a funções cognitivas, emocionais e comportamentais.
- *Grupo lateral* – corresponde ao maior conjunto nuclear do tálamo e pode ser subdividido funcionalmente em porções dorsal e ventral. Inclui os núcleos dorsolateral, látero-posterior, ventral anterior, ventral lateral e ventral posterior, que participam da retransmissão de informações sensitivas e motoras entre o corpo e o córtex cerebral.
- *Grupo mediano* – formado pelos núcleos paraventricular, central e reuniens, localiza-se junto à linha mediana e apresenta conexões com estruturas límbicas e hipotalâmicas,

contribuindo para a integração entre funções autonômicas, emocionais e comportamentais.

- *Grupo intralaminar* – composto pelos núcleos intralaminares, situa-se no interior da lâmina medular interna do tálamo. Esses núcleos apresentam projeções difusas para o córtex cerebral e para os núcleos da base, estando relacionados à modulação da atividade cortical, ao estado de alerta e à consciência.
- *Grupo posterior* – inclui o pulvinar e os corpos geniculados medial e lateral. O pulvinar participa da integração sensorial e de conexões com áreas associativas do córtex, enquanto os corpos geniculados medial e lateral estão diretamente envolvidos nas vias auditiva e visual, respectivamente.

## 2.4 Funções

A diversidade de núcleos que compõem o tálamo confere a essa estrutura um papel central na integração, modulação e retransmissão das informações que se dirigem ao córtex cerebral. De maneira geral, o tálamo atua como uma estação intermediária obrigatória entre a periferia, o tronco encefálico, os núcleos da base, o cerebelo e o córtex cerebral, desempenhando as seguintes funções principais:

- *Integração sensitiva* – A maioria das informações sensitivas que alcançam o nível de consciência é recebida, processada e integrada no tálamo, sendo então retransmitida aos respectivos córtices sensitivos primários. Essa função confere ao tálamo o papel de principal relé sensorial do encéfalo. A única exceção corresponde aos estímulos olfatórios, que alcançam diretamente o córtex olfatório primário, localizado no uncus, sem passagem prévia pelo tálamo.
- *Controle da motricidade* – Os núcleos ventrais anterior e lateral recebem informações provenientes dos núcleos da base e do cerebelo e as retransmitem ao córtex motor e pré-motor. Dessa forma, o tálamo participa indiretamente do planejamento, da programação e da modulação dos movimentos voluntários, ajustando a atividade motora cortical.
- *Comportamento emocional* – Os núcleos do grupo anterior e o núcleo medial dorsal estabelecem conexões com estruturas do sistema límbico e com áreas do córtex pré-frontal. Por meio dessas conexões, o tálamo participa da integração entre emoção, comportamento, memória e processos cognitivos.
- *Ativação cortical* – Os núcleos intralaminares projetam-se de maneira difusa para amplas áreas do córtex cerebral e para os núcleos da base. Essas projeções estão

relacionadas à manutenção do estado de alerta, à modulação da atividade elétrica cortical e aos níveis de consciência, sendo fundamentais para a responsividade do córtex aos estímulos sensoriais.

<b>Tabela 6.1 – Núcleos Talâmicos: organização e funções predominantes</b>				
<b>Grupo nuclear</b>	<b>Núcleo(s) principal(is)</b>	<b>Tipo de informação retransmitida</b>	<b>Área cortical de destino (geral)</b>	<b>Função predominante</b>
Anterior	Núcleo anterior, ântero-dorsal	Informações límbicas	Córtex límbico (giro do cíngulo)	Integração entre emoção, memória e comportamento
Medial	Núcleo medial dorsal	Informações límbicas e cognitivas	Córtex pré-frontal	Processos cognitivos, emocionais e comportamentais
Lateral – porção dorsal	Núcleos dorsolateral e látero-posterior	Informações de associação	Córtex de associação	Integração sensorial e associativa
Lateral – porção ventral	Núcleos ventral anterior e ventral lateral	Informações motoras	Córtex motor e pré-motor	Modulação e planejamento do movimento
Lateral – porção ventral posterior	Núcleo ventral posterior	Informações somatossensitivas	Córtex somatossensitivo primário	Retransmissão da sensibilidade corporal
Posterior	Pulvinar	Informações visuais e associativas	Córtex parietal, temporal e occipital	Integração sensorial e atenção
Posterior	Corpo geniculado lateral	Informação visual	Córtex visual primário	Via visual
Posterior	Corpo geniculado medial	Informação auditiva	Córtex auditivo primário	Via auditiva
Intralaminar	Núcleos intralaminares	Projeções difusas	Córtex cerebral e núcleos da base	Estado de alerta e ativação cortical
Mediano	Núcleos paraventricular, reuniens, central	Informações límbicas e autonômicas	Estruturas límbicas e hipotálamo	Integração límbica-autonômica

#### **Correlação Clínica 1 – Síndrome Talâmica**

Lesões do tálamo, especialmente na região dos núcleos ventrais posteriores, podem causar perda ou alteração da sensibilidade contralateral. Em alguns casos, ocorre dor central intensa e desproporcional ao estímulo, conhecida como dor talâmica. Além dos déficits sensitivos, pode haver alterações no estado de alerta quando núcleos intralaminares estão comprometidos. A localização profunda do tálamo explica a associação frequente com acidentes vasculares encefálicos.

### **3. Hipotálamo**

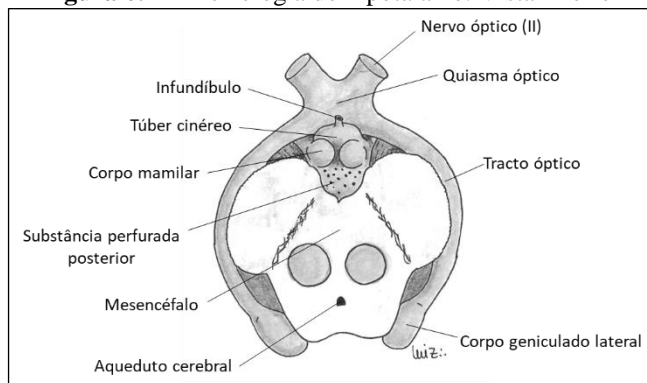
O *hipotálamo* é uma estrutura de pequenas dimensões, com formato aproximado de uma pirâmide invertida, localizada inferiormente ao tálamo, do qual é separado pelo sulco hipotalâmico. Situa-se superiormente ao osso esfenoide e à glândula hipófise, esta última alojada na sela túrcica. Anatomicamente, apresenta como limites o III ventrículo medialmente, o subtálamo lateralmente, a lâmina terminal anteriormente e, posteriormente, estabelece continuidade com o mesencéfalo (Figura 6.1).

Apesar de seu pequeno volume, o hipotálamo exerce funções essenciais para a manutenção da homeostase, integrando sistemas nervoso, endócrino e comportamental.

### 3.1 Morfologia

Tanto na vista inferior do encéfalo quanto em corte sagital mediano, podem ser identificadas diversas estruturas hipotalâmicas. Em sua porção anterior observa-se o *quiasma óptico*, que corresponde ao cruzamento, no plano mediano, de parte das fibras nervosas provenientes dos nervos ópticos, originados no globo ocular.

**Figura 6.4** – Morfologia do hipotálamo. Vista inferior



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

Posteriormente ao quiasma, essas fibras continuam-se sob a forma dos *tratos ópticos*, que se dirigem principalmente aos corpos geniculados laterais (Figura 6.4).

Posteriormente ao quiasma óptico, o hipotálamo afunila-se formando o *túber cinéreo*, cuja porção inferior é denominada *eminência mediana*. A partir dessa região origina-se o *infundíbulo*, estrutura que estabelece a conexão anatômica e funcional entre o hipotálamo e a glândula hipófise.

Na porção posterior do hipotálamo, situada posteriormente ao túber cinéreo e anteriormente à fossa interpeduncular do mesencéfalo, identificam-se duas eminências arredondadas denominadas *corpos mamilares*, importantes estruturas relacionadas a circuitos do sistema límbico.

### 3.2 Estrutura

Assim como o tálamo, o hipotálamo é constituído por diversos núcleos, organizados em grupamentos nucleares de acordo com critérios anatômicos e funcionais. Inicialmente, o *fórnice* divide o hipotálamo em duas grandes zonas: uma *zona lateral*, formada predominantemente por feixes de fibras longitudinais associadas a neurônios dispersos dos núcleos laterais do hipotálamo; e uma *zona medial*, composta principalmente por núcleos bem definidos (Figura 6.5).

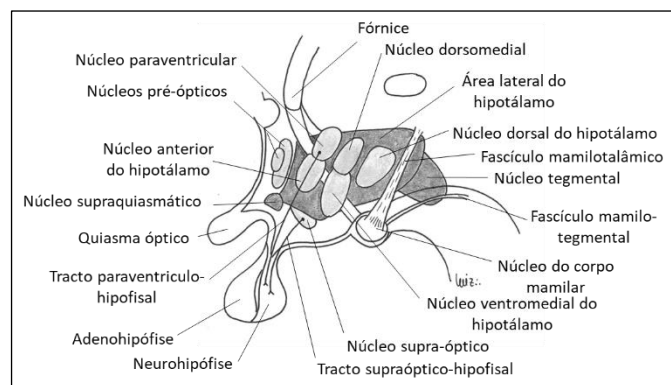
Além dessa divisão longitudinal, o hipotálamo pode ser didaticamente subdividido em quatro regiões dispostas no sentido ântero-posterior, delimitados por planos frontais:

- *Região pré-óptica* – Corresponde à porção mais anterior do hipotálamo,

localizada imediatamente posteriormente à lâmina terminal. É formado pelos núcleos periventricular, pré-óptico medial e pré-óptico lateral, estando relacionado principalmente à regulação da temperatura corporal, do comportamento sexual e de funções neuroendócrinas.

- *Região supraquiasmática* – Situa-se imediatamente acima do quiasma óptico e é constituído pelos núcleos supraquiasmático, supra-óptico, paraventricular e anterior. Esse grupo desempenha papel central na regulação dos ritmos circadianos, no controle endócrino e na integração entre informações visuais e funções autonômicas.
- *Região tuberal* – Localiza-se superiormente ao túber cinéreo e é formado pelos núcleos ventromedial, dorsomedial e arqueado. Está envolvido principalmente na regulação do comportamento alimentar, do metabolismo energético e no controle da liberação de hormônios hipofisários.
- *Região mamilar* – Encontra-se na porção posterior do hipotálamo, imediatamente acima dos corpos mamilares, sendo constituído pelos núcleos mamilares e posterior. Esse grupo está associado a circuitos do sistema límbico, participando de processos relacionados à memória e ao comportamento emocional.

**Figura 6.5** – Núcleos hipotalâmicos.



Fonte: Takase, 2025.

### 3.3 Funções

O hipotálamo exerce um papel central na integração entre os sistemas nervoso, endócrino e comportamental, sendo uma das principais estruturas responsáveis pela manutenção da homeostase. Apesar de seu pequeno tamanho, coordena respostas complexas que garantem o equilíbrio do meio interno frente às constantes variações do ambiente externo. Suas principais funções incluem:

- *Regulação do sistema nervoso autônomo* – O hipotálamo atua como um centro integrador das atividades do sistema nervoso autônomo, coordenando as respostas dos sistemas simpático e parassimpático. Por meio de suas conexões com o tronco encefálico e a medula espinhal, ajusta funções como frequência cardíaca, pressão arterial, motilidade gastrointestinal e sudorese em resposta a alterações dos meios interno e externo.
- *Controle da temperatura corporal* – Termorreceptores hipotalâmicos monitoram continuamente a temperatura do sangue. Diante de elevação térmica, o hipotálamo ativa mecanismos de dissipação de calor, como sudorese e vasodilatação cutânea. Em situações de queda da temperatura, desencadeia mecanismos de conservação e produção de calor, incluindo tremores musculares, vasoconstrição periférica e ativação do tecido adiposo marrom.
- *Regulação do comportamento alimentar* – O núcleo ventromedial atua como centro da saciedade, enquanto a área lateral do hipotálamo está relacionada à fome e à ingestão alimentar. O núcleo arqueado desempenha papel fundamental na integração de sinais hormonais e metabólicos, modulando a atividade desses centros e permitindo o controle do peso corporal e do balanço energético.
- *Regulação do ciclo sono–vigília* – O núcleo supraquiasmático recebe informações luminosas provenientes da retina e atua como o principal marcador do tempo biológico, sincronizando os períodos de vigília e sono de acordo com o ciclo claro–escuro ambiental.
- *Ritmos circadianos* – Além do ciclo sono–vigília, o núcleo supraquiasmático coordena os ritmos circadianos de diversas funções fisiológicas, como secreção hormonal, temperatura corporal e metabolismo, ajustando o funcionamento do organismo às oscilações diárias.
- *Regulação do sistema endócrino* – O hipotálamo controla diretamente a neuro-hipófise, por meio da síntese de ocitocina e do hormônio antidiurético (ADH), produzidos pelos núcleos paraventricular e supra-óptico. Além disso, regula indiretamente a adeno-hipófise através da secreção de fatores liberadores e inibidores, que modulam a liberação dos hormônios hipofisários.
- *Comportamento emocional* – Alguns núcleos hipotalâmicos integram o sistema límbico e participam da expressão das emoções mais primitivas e instintivas, como medo, raiva e comportamentos defensivos, além de respostas motivacionais básicas.

- *Regulação da resposta ao estresse* – O hipotálamo desempenha papel fundamental na ativação do eixo hipotálamo–hipófise–adrenal. Em situações de estresse, o núcleo paraventricular libera o fator liberador de corticotrofina (CRF), que estimula a secreção do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) pela adeno-hipófise, resultando na liberação de corticosteroides pelas glândulas suprarrenais.
- *Controle do comportamento sexual* – Os núcleos pré-óptico e ventromedial estão envolvidos na regulação do comportamento sexual e das funções reprodutivas, integrando estímulos hormonais, sensoriais e emocionais.

**Tabela 6.2 – Núcleos Hipotalâmicos: organização e funções predominantes**

<b>Grupo nuclear</b>	<b>Núcleo(s) principal(is)</b>	<b>Função predominante</b>	<b>Exemplos de funções fisiológicas associadas</b>
Pré-óptico	Núcleo pré-óptico medial e lateral; periventricular	Termorregulação, comportamento sexual e controle neuroendócrino	Regulação da temperatura corporal; controle do comportamento sexual; modulação da liberação hormonal
Supraquiasmático	Núcleo supraquiasmático	Ritmos biológicos	Sincronização do ciclo sono–vigília; regulação dos ritmos circadianos
Supraóptico	Núcleo supra-óptico	Controle da neuro-hipófise	Produção de hormônio antidiurético (ADH)
Paraventricular	Núcleo paraventricular	Integração neuroendócrina e autonômica	Produção de ocitocina; regulação do eixo hipotálamo–hipófise–adrenal
Anterior	Núcleo anterior	Termorregulação e controle autonômico	Dissipação de calor; ativação parassimpática
Tuberal	Núcleos ventromedial, dorsomedial e arqueado	Regulação metabólica e alimentar	Controle da saciedade e da fome; integração de sinais hormonais
Ventromedial	Núcleo ventromedial	Centro da saciedade	Controle da ingestão alimentar e do peso corporal
Lateral	Área lateral do hipotálamo	Centro da fome e vigília	Estímulo à ingestão alimentar; manutenção do estado de alerta
Mamilar	Núcleos mamilares	Integração límbica	Participação em circuitos de memória e comportamento emocional
Posterior	Núcleo posterior	Conservação de calor e ativação simpática	Termogênese; respostas autonômicas ao frio

**Correlação Clínica 2 – Distúrbios Hipotalâmicos**  
 Lesões do hipotálamo podem provocar alterações graves da homeostase, incluindo distúrbios da temperatura corporal, alterações do apetite, distúrbios do sono e disfunções hormonais. Como o hipotálamo controla a hipófise, tumores ou compressões nessa região podem afetar o eixo hipotálamo–hipófise, levando a desequilíbrios endócrinos. Alterações no núcleo supraquiasmático podem comprometer o ritmo circadiano.

#### 4. Epitálamo

O *epitálamo* constitui a menor porção do diencéfalo e localiza-se no plano mediano, posteriormente ao tálamo e superiormente à porção final do sulco hipotalâmico e próximo ao

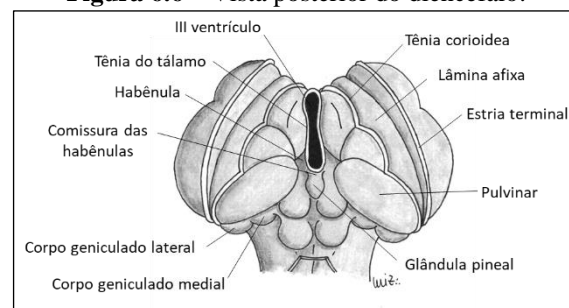
mesencéfalo. Anatomicamente, participa da delimitação posterior do III ventrículo, podendo ser observado tanto em vista posterior do encéfalo quanto em corte sagital mediano.

Embora de pequenas dimensões, o epítalamo abriga estruturas de grande importância funcional, relacionadas principalmente à regulação neuroendócrina e à integração de circuitos límbicos.

#### 4.1 Morfologia

A *glândula pineal*, principal estrutura do epítalamo, faz parte do sistema endócrino. Apresenta formato piriforme, coloração cinza-avermelhada, mede aproximadamente 8 mm de comprimento por 5 mm de largura e possui massa média em torno de 150 mg. Localiza-se no plano mediano, geralmente posicionada entre os dois colículos superiores, superiormente à comissura posterior e inferiormente à comissura das habênulas (Figura 6.6).

**Figura 6.6** – Vista posterior do diencéfalo.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

Os *trígonos das habênulas* correspondem a pequenas eminências triangulares situadas lateral e superiormente à glândula pineal. Entre eles observa-se um feixe de fibras nervosas que cruza o plano mediano, denominado *comissura das habênulas*, responsável pela interconexão bilateral dessas estruturas.

As *estrias medulares do tálamo* são feixes de fibras nervosas originados principalmente na área septal, que percorrem a face medial dos tálamos em direção aos trígonos das habênulas, estabelecendo conexões entre estruturas límbicas e o epítalamo. A *comissura posterior*, por sua vez, localiza-se entre a base da glândula pineal e os colículos superiores, na região de entrada do aqueduto cerebral no III ventrículo.

#### 4.2 Estrutura

A glândula pineal é responsável pela produção e secreção da *melatonina*, um hormônio derivado do triptofano, relacionado com a regulação dos ritmos circadianos e circanuais, contribuindo para a qualidade do sono, além de exercer ação antioxidante, moduladora do sistema imunológico e discreta ação antigonadotrófica.

A secreção de melatonina ocorre na ausência de estímulos luminosos. A informação luminosa captada pela retina é transmitida ao núcleo supraquiasmático do hipotálamo, que atua como o principal relógio biológico do organismo. A partir desse núcleo, impulsos são

conduzidos por vias hipotalâmicas e simpáticas até a glândula pineal, modulando sua atividade secretora.

Os *núcleos habenulares* localizam-se no interior dos triângulos das habênulas, recebem aferências por meio das estrias medulares do tálamo e enviam eferências ao *núcleo interpeduncular* do mesencéfalo através do trato habenulo-interpeduncular. Esses núcleos integram circuitos do sistema límbico e estão relacionados à modulação do comportamento emocional e de respostas motivacionais.

### 4.3 Funções

As funções do epitálamo estão intimamente relacionadas à atividade da glândula pineal e à integração entre estímulos luminosos ambientais e a regulação temporal das funções biológicas. Por meio de vias indiretas provenientes da retina, que alcançam o núcleo supraquiasmático do hipotálamo, o epitálamo participa do ajuste do organismo aos ciclos de luz e escuridão.

Em resposta à ausência de estímulos luminosos, a glândula pineal sintetiza e secreta a melatonina, que atua como um importante modulador do ciclo sono-vigília, contribuindo para a indução e a manutenção do sono, além de auxiliar na sincronização dos ritmos circadianos, ajustando o funcionamento fisiológico diário do organismo.

Além disso, a melatonina exerce influência sobre os ritmos circanuais, participando da adaptação sazonal do organismo. Sua ação antigonadotrófica, discreta em humanos, pode levar à redução temporária da atividade gonadal em determinados períodos do ano, especialmente em espécies com reprodução sazonal. A melatonina também apresenta propriedades antioxidantes e moduladoras do sistema imunológico, reforçando o papel do epitálamo na regulação global do equilíbrio fisiológico.

## 5. Subtálamo

O *subtálamo* é uma porção do diencefalo constituída por substância branca e cinzenta, localizada em sua região posterior e inferior, na zona de transição com o tronco encefálico. Por situar-se profundamente no interior do encéfalo, não pode ser identificado na superfície cerebral. Apresenta limites anatômicos pouco definidos, estando localizado inferiormente ao sulco hipotalâmico, lateralmente ao hipotálamo, medialmente à cápsula interna e inferiormente ao tálamo, estendendo-se em direção ao mesencéfalo.

Anatomicamente, o subtálamo é formado principalmente por três componentes: o *núcleo subtalâmico*, os *campos perizonais* (ou *campos de Forel*) e a *zona incerta*. Essas estruturas

estabelecem extensas conexões com os núcleos da base, o tálamo, o córtex cerebral e o tronco encefálico, desempenhando papel relevante na modulação da atividade motora.

O núcleo subtalâmico é uma estrutura fundamental dos circuitos motores extrapiramidais, integrando-se aos núcleos da base por meio de conexões com o globo pálido e a substância negra. Sua principal função está relacionada à regulação e ao ajuste fino dos movimentos voluntários, contribuindo para a inibição adequada da atividade motora excessiva.

A zona incerta consiste em uma lâmina de substância cinzenta situada entre o tálamo e o subtálamo, apresentando conexões com o tálamo, o córtex cerebral, os núcleos da base e o tronco encefálico. Embora suas funções não estejam completamente esclarecidas, acredita-se que participe da integração de informações sensoriais e motoras, influenciando o controle da motricidade e o estado funcional do sistema motor.

#### **Correlação Clínica 3 – Lesão do Núcleo Subtalâmico**

O núcleo subtalâmico integra os circuitos motores extrapiramidais. Sua lesão pode resultar em movimentos involuntários amplos e abruptos, característicos do hemibalismo, geralmente contralateral à lesão. Essa condição ilustra o papel do subtálamo na modulação da atividade motora e na inibição de movimentos excessivos. Pequenas lesões profundas podem gerar manifestações motoras exuberantes.

## **6. Considerações finais**

O diencefalo constitui uma região central do encéfalo, tanto do ponto de vista anatômico quanto funcional, atuando como uma verdadeira interface entre o córtex cerebral, o tronco encefálico e os sistemas periféricos. Embora muitas de suas estruturas estejam profundamente localizadas e pouco visíveis externamente, sua organização interna e suas extensas conexões conferem ao diencefalo um papel essencial na integração sensitiva, motora, autonômica, endócrina e comportamental.

O tálamo destaca-se como a principal estação de retransmissão e modulação das informações que alcançam o córtex cerebral, organizando os estímulos sensitivos, participando do controle motor e influenciando o estado de consciência e a atividade cortical. O hipotálamo, apesar de seu pequeno volume, exerce controle decisivo sobre a homeostase do organismo, integrando sistemas nervoso e endócrino e regulando funções vitais como temperatura corporal, comportamento alimentar, ciclo sono–vigília, respostas ao estresse e comportamento emocional. O epítálamo, por meio da glândula pineal e dos núcleos habenulares, conecta o organismo aos ciclos ambientais de luz e tempo, contribuindo para a organização dos ritmos biológicos e para a modulação de circuitos límbicos. O subtálamo, por sua vez, integra os circuitos motores extrapiramidais, participando do ajuste fino da atividade motora voluntária.

A compreensão do diencefalo exige, portanto, uma abordagem integrada, que associe morfologia, organização nuclear e função. O estudo dessa região fornece bases fundamentais para o entendimento de processos fisiológicos complexos e de diversas condições clínicas neurológicas e endócrinas, que serão exploradas de forma progressiva ao longo da formação acadêmica. Assim, o domínio dos conceitos apresentados neste capítulo é essencial para a consolidação do conhecimento em neuroanatomia e para sua aplicação nos contextos clínico e profissional.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Localizado no plano mediano, entre o telencéfalo e o tronco encefálico
- Tálamo, hipotálamo, epitálamo e subtálamo

#### 2. Tálamo

- Maior componente do diencefalo, com formato ovoide
- Localizado superiormente ao hipotálamo
- Principal estação de retransmissão e integração das informações sensitivas e motoras destinadas ao córtex cerebral
- Participa do controle motor, da integração límbica e da modulação da atividade cortical e do estado de consciência

#### 3. III Ventrículo

- Localizado entre os dois tálamos
- Forames interventriculares - ventrículos laterais pelos
- Aqueduto cerebral - IV ventrículo
- Recesso óptico, recesso do infundíbulo, recesso pineal e recesso suprapineal

#### 4. Hipotálamo

- Localizado inferiormente ao tálamo e superiormente à hipófise
- Quiasma óptico, túber cinéreo, infundíbulo e corpos mamilares
- Principal centro integrador das funções autonômicas, endócrinas e comportamentais – Regula a

homeostase, a temperatura corporal, o comportamento alimentar, o ciclo sono-vigília, os ritmos circadianos, a resposta ao estresse, o comportamento emocional e sexual.

#### 5. Epitálamo

- Localizado posteriormente ao tálamo
- Glândula pineal, trógonos das habênulas, núcleos das habênulas, estrias medulares, comissura das habênulas e comissura posterior
- Glândula pineal – produção e secreção de melatonina
- Núcleos habenulares - sistema límbico

#### 6. Subtálamo

- Localizado entre o diencefalo e o tronco encefálico, sem limites anatômicos bem definidos
- Núcleo subtalâmico, campos de Forel e zona incerta
- Integra os circuitos motores extrapiramidais, participando do ajuste fino da atividade motora voluntária

#### 7. Síntese Geral

- Elo funcional entre córtex cerebral, tronco encefálico e sistemas autonômico e endócrino
- Integração sensitiva, controle motor, comportamento emocional, controle e regulação do sistema nervoso autônomo

## ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (*Laboratório de Anatomia*)

### 1. Observação geral

Inicie a prática identificando o diencefalo em posição anatômica, preferencialmente:

- dentro do crânio, quando possível.
- em corte sagital mediano da cabeça.
- peça isolada, orientando corretamente anterior/posterior e superior/inferior.

Antes de focar nos detalhes, identifique suas partes:

- *Tálamo* – maior porção do diencefalo, formato ovalado.
- *Hipotálamo* – inferior ao tálamo, formato de pirâmide invertida.
- *Epitálamo* – pequena porção posterior do diencefalo.
- *Subtálamo* – localizado entre o diencefalo e o tronco encefálico (não visível macroscopicamente).

Observe essas estruturas em corte sagital mediano, em vista anterior, em vista posterior e em vista inferior.

Somente depois de reconhecer o conjunto, avance para cada região separadamente.

### 2. Tálamo

Antes de detalhar, delimite o tálamo:

- Inferiormente ao ventrículo lateral.
- Superiormente ao hipotálamo.
- Lateralmente ao III ventrículo.

#### 2.1 Vista lateral

Identifique:

- Extremidade anterior – *tubérculo anterior do tálamo*.
- Extremidade posterior – *pulvinar*.
- Inferoposteriormente ao pulvinar: *corpo geniculado medial* e *corpo geniculado lateral*.

Observe também:

- Face superior – contribui para o assoalho do ventrículo lateral.
- Face inferior – em relação com o hipotálamo.
- Face medial – forma a parede lateral do III ventrículo.

Compare os dois tálamos, se visíveis.

#### 2.2 Vista posterior

Identifique:

- *Pulvinar* – dilatação posterior do tálamo.
- *Corpo geniculado medial* – se comunica com o colículo inferior através do braço do colículo inferior.
- *Corpo geniculado lateral* – se comunica com o colículo superior através do braço do colículo superior.
- *III ventrículo* – localizado entre os dois tálamos.

Para localizar o corpo geniculado lateral com mais facilidade: Comece pelo quiasma óptico → siga o trato óptico → identifique sua terminação no corpo geniculado lateral. Essa sequência ajuda a não confundir estruturas posteriores.

#### 2.3 Corte sagital mediano

- *Estria medular do tálamo* - feixe de fibras na superfície superomedial, dirigindo-se aos núcleos habenulares.
- *Aderência intertalâmica* – ponte que conecta os dois tálamos.
- *Plexo corioide* – no teto do III ventrículo, responsável pela formação do líquido cefalorraquidiano.

Observe cuidadosamente a relação entre tálamo e III ventrículo.

### 3. Hipotálamo

Primeiro, delimite o hipotálamo:

- Superiormente - linha hipotalâmica (separando-o do tálamo).
- Inferiormente - estruturas da base do encéfalo.
- Anteriormente - quiasma óptico.
- Posteriormente - corpos mamilares.

#### 3.1 Vista inferior

- *Quiasma óptico* – estrutura em forma de “X”.

- *Túber cinéreo* – região abaulada do hipotálamo.
- *Eminência mediana do túber cinéreo* – porção mais inferior do túber cinéreo; origina o infundíbulo.
- *Infundíbulo* – conecta o hipotálamo à glândula hipófise.
- *Glândula hipófise* – localizada dentro da cela turca do osso esfenóide (frequentemente ausente nas peças anatômicas).
- *Corpos mamilares* – duas formações arredondadas localizadas posteriormente ao túber cinéreo e anteriormente à fossa interpeduncular.

Observe a disposição anteroposterior dessas estruturas.

### 3.2 Corte sagital mediano

- Linha hipotalâmica – delimita tálamo do hipotálamo.
- Quiasma óptico.
- Recesso supraóptico.
- Túber cinéreo.
- Eminência mediana do túber cinéreo.
- Infundíbulo.
- Recesso do infundíbulo.
- Gl hipófise.
- Corpos mamilares.

Depois de reconhecer as estruturas, delimite as regiões do hipotálamo:

- *Região pré-óptica.*
- *Região supraquiasmática.*
- *Região tuberal.*
- *Região mamilar.*

## 4. Epitálamo

Primeiro, delimite o epitálamo como a porção posterior e superior do diencefalo, relacionada ao teto do III ventrículo.

### 4.1 Vista posterior

- *Trígono das habênulas* – lateral e superiormente à glândula pineal.
- *Comissura das habênulas* – fibras horizontais localizadas superiormente à glândula pineal e conectando os dois trógonos das habênulas.
- *Glândula pineal*
- *Comissura posterior* - fibras horizontais localizadas entre os colículos superiores e glândula pineal.

Observe a relação entre pineal e colículos.

### 4.2 Corte sagital mediano

- *Comissura das habênulas.*
- *Glândula pineal.*
- *Recesso pineal.*
- *Comissura posterior.*

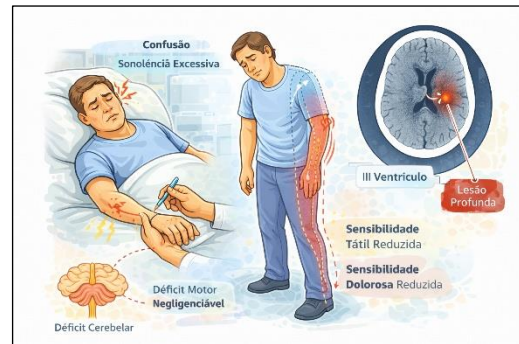
Compare a disposição dessas estruturas com a vista posterior.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 - Distúrbio sensitivo e alteração do estado de alerta

Um paciente de 58 anos é levado ao pronto-socorro após apresentar um episódio súbito de confusão mental, sonolência excessiva e dificuldade para perceber estímulos dolorosos no lado esquerdo do corpo.

Ao exame neurológico, observa-se diminuição da sensibilidade tátil e dolorosa no hemicorpo esquerdo, mas sem déficit motor significativo. A tomografia computadorizada evidencia uma lesão profunda no encéfalo, localizada lateralmente ao III ventrículo.



#### Perguntas:

1. Qual estrutura do diencefalo está mais provavelmente acometida nesse paciente?
2. Qual subdivisão dessa estrutura está diretamente relacionada à alteração da sensibilidade?
3. Por que uma lesão nessa região pode levar à diminuição do estado de alerta?
4. Qual sistema ventricular está anatomicamente relacionado à estrutura lesionada?

### 2. Caso Clínico 2 – Alterações endócrinas e do ciclo sono-vigília

Uma mulher de 35 anos procura atendimento médico relatando insônia persistente, alterações do apetite, ganho de peso progressivo e irregularidade menstrual. Relata também intolerância ao frio e episódios frequentes de fadiga. Exames de imagem mostram uma lesão localizada inferiormente ao tálamo, próxima ao III ventrículo e à haste hipofisária.



#### Perguntas:

1. Qual estrutura do diencefalo está provavelmente envolvida nesse quadro?
2. Quais funções dessa estrutura explicam as alterações do sono e do apetite?
3. Qual núcleo está diretamente relacionado à regulação do ciclo sono-vigília?
4. Por que alterações hormonais podem estar associadas a essa lesão?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Defina o diencefalo quanto à sua localização e cite suas quatro principais subdivisões.
2. Por que o diencefalo é pouco visível na superfície do encéfalo? Em quais situações ele pode ser melhor observado?
3. Explique a posição anatômica do tálamo em relação ao III ventrículo e ao hipotálamo.
4. Quais são os principais grupos nucleares do tálamo e qual a importância funcional geral dessa organização?
5. Por que o tálamo é considerado a principal estação de retransmissão sensitiva do encéfalo? Qual é a exceção a essa regra?
6. Descreva a localização e as principais comunicações do III ventrículo.
7. Cite as principais estruturas visíveis do hipotálamo em vista inferior e explique a importância anatômica de uma delas.

8. Explique como o hipotálamo participa da regulação da homeostase corporal, citando pelo menos três funções.
9. Descreva a função do epitélamo e explique o papel da glândula pineal na regulação dos ritmos biológicos.
10. Qual a importância funcional do subtálamo e com quais sistemas ele se relaciona principalmente?

### TESTES

**11. Uma lesão que compromete seletivamente os núcleos intralaminares do tálamo tende a produzir qual alteração clínica mais característica?**

- A. Perda completa da sensibilidade somática consciente
- B. Déficit motor voluntário contralateral grave
- C. Redução do estado de alerta e da responsividade cortical
- D. Alteração primária do ciclo sono-vigília
- E. Distúrbio hormonal com disfunção hipofisária

**12. A única modalidade sensitiva que não passa pelo tálamo antes de atingir seu córtex primário é:**

- A. Visão
- B. Audição
- C. Dor
- D. Propriocepção
- E. Olfacção

**13. Uma lesão localizada inferiormente ao tálamo, lateralmente ao hipotálamo e medialmente à cápsula interna, associada a movimentos involuntários amplos e descoordenados, sugere comprometimento de qual estrutura?**

- A. Núcleo ventral lateral do tálamo
- B. Núcleo subtalâmico
- C. Núcleo ventromedial do hipotálamo
- D. Corpo geniculado lateral
- E. Núcleo mamilar

**14. O núcleo supraquiasmático do hipotálamo exerce papel central na regulação do ciclo sono-vigília porque:**

- A. Recebe informações luminosas da retina
- B. Produz diretamente melatonina
- C. Estimula a secreção de ACTH
- D. Controla diretamente a adeno-hipófise
- E. Ativa o sistema nervoso parassimpático

**15. A estrutura que delimita posteriormente o III ventrículo e está diretamente relacionada à regulação dos ritmos circadianos é:**

- A. Corpo geniculado lateral
- B. Núcleo paraventricular
- C. Núcleo mamilar

- D. Glândula pineal
  - E. Núcleo ventral posterior do tálamo
- 

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. Tálamo - O tálamo está localizado lateralmente ao III ventrículo e é a principal estação de retransmissão das informações sensitivas conscientes para o córtex cerebral.
2. Grupo lateral do tálamo - Os núcleos ventrais posteriores do grupo lateral são responsáveis pela retransmissão das informações somatossensitivas provenientes do corpo para o córtex sensitivo primário.
3. Comprometimento dos núcleos intralaminares - O tálamo participa da modulação da atividade cortical e do estado de consciência por meio dos núcleos intralaminares. Uma lesão nessa região pode reduzir a ativação cortical, levando à sonolência e confusão mental.
4. III ventrículo - O tálamo forma grande parte das paredes laterais do III ventrículo, o que explica a relação anatômica direta entre a lesão e o sistema ventricular.

#### 2. Caso clínico 2

1. Hipotálamo - O hipotálamo localiza-se inferiormente ao tálamo, forma parte do assoalho do III ventrículo e mantém relação direta com a hipófise, sendo essencial na regulação endócrina e comportamental.
2. Regulação do ciclo sono-vigília e do comportamento alimentar - O hipotálamo controla o sono por meio de seus núcleos relacionados ao ritmo circadiano e regula o apetite através de núcleos envolvidos na fome e na saciedade, como a área lateral e o núcleo ventromedial.
3. Núcleo supraquiasmático - Esse núcleo recebe informações luminosas da retina e atua como o principal relógio biológico do organismo, regulando o ciclo sono-vigília.
4. Controle do eixo hipotálamo-hipófise - O hipotálamo controla a hipófise direta ou indiretamente por meio da liberação de hormônios liberadores e inibidores. Uma lesão nessa região pode levar a desequilíbrios hormonais, explicando alterações menstruais, metabólicas e de termorregulação.

### QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O diencefalo é uma estrutura ímpar do encéfalo localizada no plano mediano, entre o telencefalo e o tronco encefálico, envolvendo o III ventrículo. Suas quatro subdivisões são: tálamo, hipotálamo, epitálamo e subtálamo.
2. O diencefalo encontra-se profundamente localizado e é quase totalmente envolvido pelo telencefalo, o que dificulta sua visualização externa. Ele pode ser melhor observado na face inferior do cérebro e em cortes sagitais medianos.
3. O tálamo está localizado lateralmente ao III ventrículo, formando grande parte de suas paredes laterais, e superiormente ao hipotálamo, do qual é separado pelo sulco hipotalâmico.
4. Os principais grupos nucleares do tálamo são: anterior, medial, lateral, mediano, intralaminar e posterior. Essa organização permite a integração e a retransmissão

organizada de informações sensitivas, motoras, límbicas e cognitivas para o córtex cerebral.

5. O tálamo recebe quase todas as informações sensitivas que se tornam conscientes e as retransmite para os córtices sensitivos primários, atuando como um relé sensorial. A exceção é o sistema olfatório, cujos estímulos chegam diretamente ao córtex olfatório primário sem passagem prévia pelo tálamo.
6. O III ventrículo é uma cavidade estreita localizada no plano mediano, entre os dois tálamos. Comunica-se com os ventrículos laterais pelos forames interventriculares e com o IV ventrículo pelo aqueduto cerebral, participando da circulação do líquido.
7. Em vista inferior, podem ser observados no hipotálamo: quiasma óptico, tratos ópticos, túber cinéreo, infundíbulo e corpos mamilares. O infundíbulo, por exemplo, é importante por estabelecer a conexão anatômica e funcional entre o hipotálamo e a hipófise.
8. O hipotálamo regula a homeostase corporal ao controlar: temperatura corporal, comportamento alimentar, ciclo sono-vigília. Além disso, integra funções autonômicas, endócrinas e emocionais.
9. O epitálamo está relacionado principalmente à regulação dos ritmos biológicos. A glândula pineal secreta melatonina, hormônio que regula o ciclo sono-vigília, os ritmos circadianos e circanuais, além de exercer ação moduladora sobre o sistema endócrino.
10. O subtálamo participa do controle da atividade motora, integrando os circuitos extrapiramidais. Relaciona-se principalmente aos núcleos da base, ao tálamo, ao córtex cerebral e ao tronco encefálico, contribuindo para o ajuste fino dos movimentos voluntários.
11. C - Os núcleos intralaminares projetam-se difusamente para o córtex cerebral e estão relacionados à modulação da atividade cortical e ao estado de consciência. Sua lesão não causa déficits sensitivos ou motores específicos, mas sim diminuição da responsividade cortical e do nível de alerta.
12. E - As informações olfatórias alcançam diretamente o córtex olfatório primário, localizado no uncus, sem retransmissão talâmica prévia. Todas as demais modalidades sensitivas conscientes passam pelo tálamo antes de chegar ao córtex.
13. B - O núcleo subtalâmico integra os circuitos motores extrapiramidais e está envolvido na inibição adequada da atividade motora. Sua lesão clássica está associada a movimentos involuntários amplos, como no hemibalismo.
14. A - O núcleo supraquiasmático recebe aferências diretas da retina e atua como o principal relógio biológico do organismo, sincronizando o ciclo sono-vigília e os ritmos circadianos. A melatonina é produzida pela glândula pineal, não por esse núcleo.
15. D - A glândula pineal faz parte do epitálamo, delimita posteriormente o III ventrículo e secreta melatonina, hormônio fundamental para a regulação dos ritmos circadianos e do ciclo sono-vigília.

## CAPÍTULO 07 - TELENCEFALO

### CONTEÚDO

- |                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Generalidades                    | 8. Núcleos da base          |
| 2. Sulcos, giros e lobos            | 9. Funções                  |
| 3. Face súpero-lateral              | 9.1 Motoras                 |
| 3.1 Lobo frontal                    | 9.2 Sensitivas              |
| 3.2 Lobo temporal                   | 9.3 Cognição                |
| 3.3 Lobos parietal e occipital      | 9.4 Comportamento emocional |
| 3.4 Lobo da ínsula                  | 9.5 Integração              |
| 4. Face medial                      | 10. Considerações finais    |
| 4.1 Lobos frontal e parietal        | Material complementar       |
| 4.2 Lobo occipital                  | Resumo                      |
| 5. Face inferior                    | Roteiro de aula prática     |
| 5.1 Lobo temporal                   | Casos clínicos              |
| 5.2 Lobo frontal                    | Questões                    |
| 6. Ventrículos laterais             |                             |
| 7. Centro branco medular do cérebro |                             |
| 7.1 Fibras de associação            |                             |
| 7.2 Fibras comissurais              |                             |
| 7.3 Fibras de projeção              |                             |

### 1. Generalidades

O *telencéfalo* forma a maior porção do encéfalo e, juntamente com o *diencéfalo*, forma o cérebro. É composto por dois *hemisférios cerebrais* separados pela *fissura longitudinal do cérebro*. Em cada hemisfério descrevem-se três polos, definidos por sua relação com os ossos do crânio: *polo frontal* (anterior), *polo occipital* (posterior) e *polo temporal* (lateral).

Do ponto de vista macroscópico, o hemisfério cerebral apresenta duas grandes porções: um *córtex* superficial de substância cinzenta e um *centro branco medular* profundo, formado por substância branca. Imersos nessa substância branca encontram-se núcleos profundos de substância cinzenta, conhecidos como *núcleos da base*. A área telencefálica aproxima-se de 2.200 cm<sup>2</sup>, e a disposição em giros e sulcos aumenta a superfície cortical em cerca de três vezes.

### 2. Sulcos, giros e lobos

Na superfície cerebral, podem ser observadas diversas circunvoluções denominadas *giros*, que são separados um dos outros pelos *sulcos*. A disposição destes giros e sulcos no telencéfalo segue um certo padrão, no entanto, podem ser observadas diversas variações anatómicas entre indivíduos ou até mesmo entre os dois hemisférios de um mesmo telencéfalo

(Figura 7.1).

Os três sulcos telencefálicos principais, responsáveis por delimitar os lobos do telencéfalo, são:

- *Sulco central* - Geralmente contínuo, se inicia na face medial do telencéfalo, seguindo ântero-inferiormente em direção ao sulco lateral, sendo separado deste por uma pequena porção de tecido cortical.
- *Sulco lateral* - Se inicia na base do cérebro, seguindo superior e posteriormente até a face súpero-lateral.
- *Sulco parieto-occipital* - Observado apenas na face medial, se inicia no sulco calcarino e segue superior e posteriormente em direção da face súpero-lateral do telencéfalo.

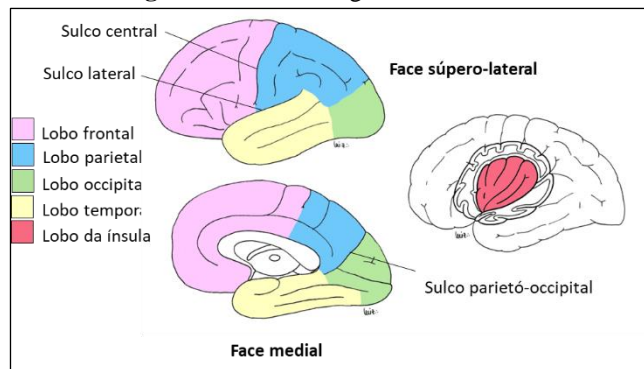
Os lobos cerebrais recebem suas denominações de acordo com os ossos do crânio com os quais se relacionam. O *lobo frontal* está localizado na porção mais anterior do telencéfalo, superiormente ao sulco lateral e anteriormente ao sulco central. O *lobo parietal* está localizado posteriormente ao lobo frontal, situado entre o sulco central e a linha imaginária que se inicia da terminação do sulco parieto-occipital até a incisura pré-occipital. O *lobo occipital* está localizado posteriormente à linha imaginária do sulco parieto-occipital. O *lobo temporal* está localizado na porção lateral do telencéfalo, inferiormente ao sulco lateral. Por fim, o *lobo da ínsula* é o único que não tem relação a nenhum osso do crânio e está localizado internamente, no fundo do sulco lateral.

Para fins didáticos, o estudo morfológico dos giros e sulcos do telencéfalo é tradicionalmente organizado a partir da divisão de sua superfície em três faces. A *face súpero-lateral* é a maior das faces cerebrais, apresenta formato convexo, relaciona-se com os ossos que constituem a abóbada craniana e engloba os cinco lobos cerebrais. A *face medial* é relativamente plana e só pode ser observada por meio de um corte sagital mediano do telencéfalo. Já a *face inferior* apresenta superfície irregular, sendo observada em vista inferior do telencéfalo; relaciona-se anteriormente com a base do crânio e, posteriormente, com a tenda do cerebelo.

### 3. Face súpero-lateral

Na face súpero-lateral concentram-se numerosos sulcos e giros, cuja disposição permite a identificação dos principais lobos cerebrais e serve como referência fundamental para

**Figura 7.1** - Morfologia do telencéfalo.



Fonte: Takase, 2025.

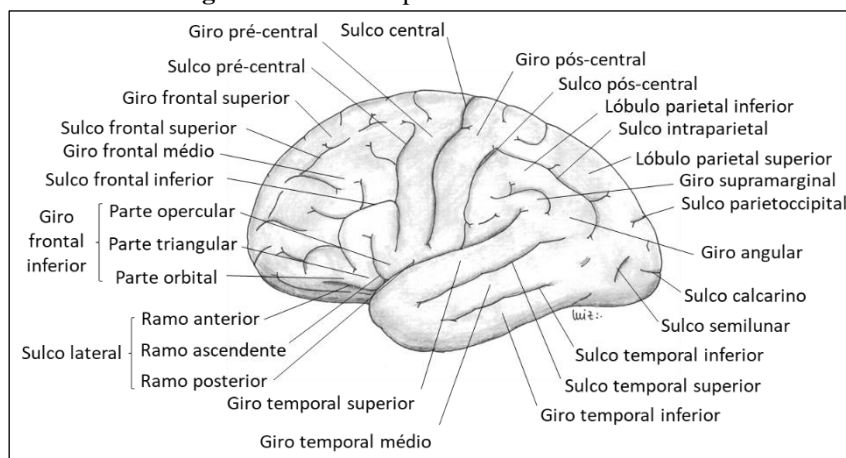
a localização de áreas corticais e estruturas superficiais.

### 3.1 Lobo frontal

Neste lobo, podem ser reconhecidos sulcos dispostos aproximadamente no sentido vertical. O *sulco pré-central*, geralmente dividido em dois segmentos, localiza-se anteriormente e segue paralelo ao sulco central. Entre o sulco central e o sulco pré-central observa-se o *giro pré-central*, que corresponde à área motora primária (Figura 7.2).

O *sulco frontal superior* geralmente origina-se perpendicularmente à porção superior do sulco pré-central e segue anteriormente em direção ao polo frontal, acompanhando, de forma paralela, a fissura longitudinal do cérebro. O *sulco frontal inferior* é mais curto, origina-se na porção inferior do sulco pré-central e dirige-se anterior e inferiormente em direção ao sulco lateral. Esses sulcos delimitam o *giro frontal superior*, o *giro frontal médio* e o *giro frontal inferior*. Este último pode ser subdividido em *parte orbital*, *parte triangular* e *parte opercular*. No hemisfério esquerdo, o giro frontal inferior corresponde à Área de Broca, relacionada à expressão da linguagem.

**Figura 7.2** – Face súpero-lateral do telencéfalo.



Fonte: Takase, 2025.

#### **Correlação clínica 1 – Lesão do giro pré-central**

Lesões que acometem o giro pré-central, localizado anteriormente ao sulco central no lobo frontal, resultam em déficit motor contralateral. A extensão e a distribuição da paresia dependem da área cortical comprometida, em virtude da organização somatotópica da região. Lesões mais laterais tendem a afetar face e membro superior, enquanto lesões mediais comprometem preferencialmente o membro inferior.

### 3.2 Lobo temporal

No lobo temporal, o *sulco temporal superior* segue em direção posterior, paralelamente ao sulco lateral, podendo estender-se até o lobo parietal. O *sulco temporal inferior* é, em geral,

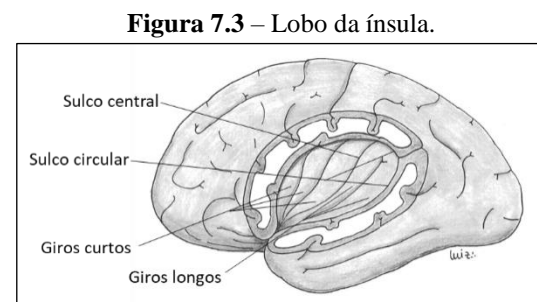
descontínuo e segue paralelamente ao sulco temporal superior. Esses sulcos delimitam o *giro temporal superior*, o *giro temporal médio* e o *giro temporal inferior*. No assoalho do sulco lateral observam-se os *giros temporais transversos*, que correspondem ao córtex auditivo primário (Figura 7.2).

### 3.3 Lobos parietal e occipital

No lobo parietal, o *sulco pós-central* localiza-se posteriormente ao sulco central e delimita anteriormente o *giro pós-central*, correspondente à área somatossensitiva primária. Posteriormente a ele, o *sulco intraparietal* geralmente origina-se de forma perpendicular e segue posteriormente em direção ao lobo occipital. O sulco intraparietal separa o *lóbulo parietal superior* do *lóbulo parietal inferior*, no qual se destacam o *giro supramarginal* e o *giro angular* (Figura 7.2).

### 3.4 Lobo da ínsula

O lobo da ínsula está localizado no fundo do sulco lateral, sendo delimitada pelo *sulco circular da ínsula*. O *sulco central da ínsula* situa-se posteriormente e segue em direção pósterio-superior até alcançar o sulco circular da ínsula, separando os *giros curtos da ínsula*, anteriormente, dos *giros longos da ínsula*, posteriormente (Figura 7.3).



Fonte: Takase, 2025.

## 4. Face medial

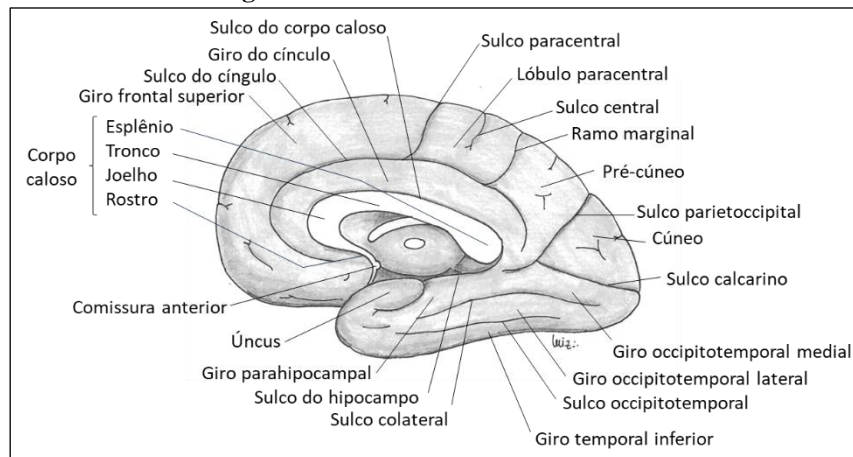
A observação da face medial do telencéfalo requer a realização de uma secção sagital mediana (Figura 7.4). Nessa face, além dos giros e sulcos, destacam-se importantes estruturas comissurais e de conexão, entre as quais:

- *Corpo caloso* – Estrutura comissural formada por fibras mielínicas dispostas predominantemente no sentido transversal, que cruzam o plano mediano e fazem a comunicação entre os dois hemisférios cerebrais. Apresenta-se dividido em *rostro*, *joelho*, *tronco* e *esplênio*. Na extremidade do rostro podem ser identificadas a *lâmina rostral*, a *comissura anterior* e a *lâmina terminal*, que se estende até o quiasma óptico.
- *Fórnice* – Feixe de fibras de formato arqueado que conecta estruturas do sistema límbico, estabelecendo a comunicação entre o hipocampo e os corpos mamilares.

Macroscopicamente, pode ser dividido em *colunas*, *corpo* e *pernas do fórnice*.

- *Septo pelúcido* – Estrutura delgada localizada entre o corpo caloso, superiormente, e o fórnice, inferiormente, responsável por separar os dois ventrículos laterais. É formado por duas lâminas paralelas de tecido nervoso que delimitam entre si a cavidade do septo pelúcido.

**Figura 7.4** – Face medial do telencéfalo.



Fonte: Takase, 2025.

#### 4.1 Lobos frontal e parietal

O *sulco do corpo caloso* inicia-se anterior e inferiormente, acompanhando o contorno do corpo caloso ao longo de sua extensão. Paralelamente a ele, observa-se o *sulco do cíngulo*, que acompanha todo o trajeto do giro do cíngulo e dá origem a ramos importantes, entre os quais se destacam o *sulco paracentral*, o *ramo marginal* e o *ramo subparietal* (Figura 7.4).

O giro frontal superior, visível tanto em vista ântero-superior quanto na face medial, localiza-se superiormente ao sulco do cíngulo e anteriormente ao sulco paracentral. O *giro do cíngulo* situa-se entre o sulco do corpo caloso e o sulco do cíngulo, acompanhando o contorno do corpo caloso em quase toda a sua extensão. Posteriormente, esse giro continua até o *istmo do giro do cíngulo*, localizado imediatamente atrás do esplênio do corpo caloso.

O *lóbulo paracentral* é delimitado pelo sulco paracentral e pelo ramo marginal do sulco do cíngulo; em sua porção superior pode ser observada a extremidade medial do sulco central. O *pré-cúneo* localiza-se posteriormente ao lóbulo paracentral, entre o ramo marginal e o sulco parieto-occipital.

#### 4.2 Lobo occipital

O *sulco calcarino* inicia-se inferiormente ao esplênio do corpo caloso e segue

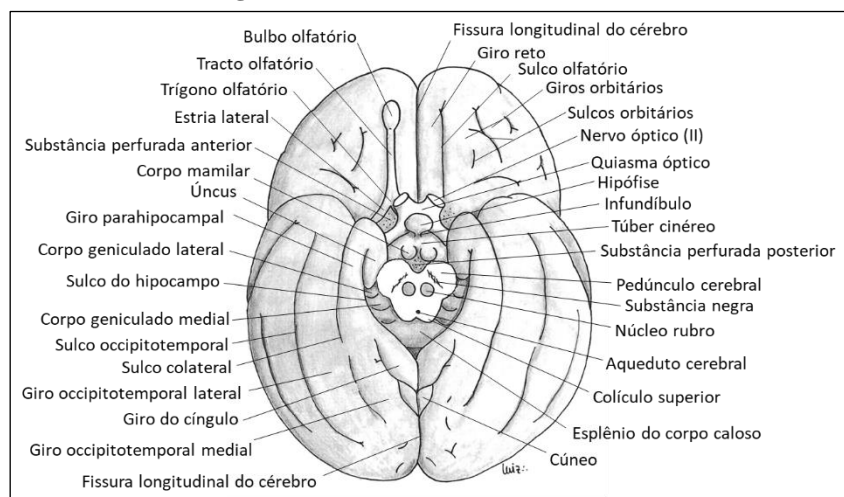
posteriormente até o polo occipital, e seus lábios delimitam o córtex visual primário. O sulco parieto-occipital apresenta trajeto oblíquo e termina no sulco calcarino, formando um ângulo agudo (Figura 7.4).

O *cúneus* apresenta formato aproximadamente piramidal e é delimitado superiormente pelo sulco parieto-occipital e inferiormente pelo sulco calcarino. Inferiormente ao cúneus localiza-se o *giro occípito-temporal medial*, estrutura que pode ser observada tanto na face medial quanto na face inferior do telencéfalo.

## 5. Face inferior

A face inferior do telencéfalo pode ser dividida em duas grandes porções: uma porção frontal, correspondente ao lobo frontal, que se apoia sobre a fossa anterior do crânio, e uma porção póstero-lateral, formada pelos lobos temporal e occipital, que se relacionam com a fossa média do crânio e, posteriormente, com a tenda do cerebelo.

**Figura 7.5** – Face inferior do telencéfalo.



Fonte: Takase, 2025.

### 5.1 Lobo temporal

O *sulco occipito-temporal* acompanha grande parte da extensão do lobo temporal e delimita inferiormente a face súpero-lateral do telencéfalo. Paralelamente a ele, o *sulco colateral* inicia-se próximo ao polo occipital e segue anteriormente em direção ao polo temporal. O *sulco do hipocampo* é a continuação inferior do sulco do corpo caloso; inicia-se na região do esplênio do corpo caloso e segue inferior e anteriormente em direção ao polo temporal (Figura 7.5).

Entre o sulco occipito-temporal e o sulco colateral localiza-se o *giro occípito-temporal*

*lateral*. Medialmente a ele encontra-se o *giro occípito-temporal medial*, situado entre o sulco colateral e o sulco do hipocampo no lobo temporal, e entre o sulco colateral e o sulco calcarino no lobo occipital. O *giro parahipocampal* constitui, em grande parte, a continuação anterior do giro occípito-temporal medial. O *úncus* corresponde à extremidade anterior do giro parahipocampal, que se curva superior e posteriormente sobre o sulco do hipocampo; nessa região localiza-se o córtex olfatório primário.

O *hipocampo* encontra-se localizado profundamente no interior do lobo temporal. Apresenta formato curvado, lembrando um cavalo-marinho — denominação derivada do grego *hippos* (cavalo) e *kampos* (monstro marinho). Integra o sistema límbico e está relacionado à memória espacial e à consolidação de memórias de curto prazo em memórias de longo prazo.

#### **Correlação clínica 2 – Comprometimento do hipocampo**

Lesões envolvendo o hipocampo, estrutura profunda do lobo temporal relacionada ao sistema límbico, podem causar dificuldade na consolidação de novas memórias. Pacientes podem apresentar preservação de memórias antigas, mas incapacidade de formar memórias recentes. Alterações emocionais podem coexistir, devido às conexões do hipocampo com outras estruturas límbicas.

## **5.2 Lobo frontal**

O *sulco olfatório* é facilmente reconhecido por apresentar trajeto retilíneo, seguindo paralelamente à fissura longitudinal do cérebro. Os *sulcos orbitários* correspondem a múltiplos sulcos irregulares que delimitam os giros da face inferior do lobo frontal e produzem impressões na face superior da porção orbital do osso frontal (Figura 7.5).

O *giro reto*, de trajeto retilíneo, localiza-se entre a fissura longitudinal do cérebro e o sulco olfatório. Lateralmente a ele encontram-se os *giros orbitários*, constituídos por giros irregulares delimitados pelos sulcos orbitários.

Ainda na face inferior do telencéfalo observa-se uma dilatação ovoide e achatada de substância cinzenta, localizada inferiormente ao sulco olfatório, denominada *bulbo olfatório*. Essa estrutura recebe as fibras nervosas que constituem o nervo olfatório (I) e continua-se posteriormente como o *trato olfatório*, cuja porção terminal forma o *trígono olfatório*, que se bifurca nas *estrias olfatórias medial e lateral*. Entre essas estrias encontra-se a *substância perfurada anterior*, pequena área atravessada por múltiplos forames por onde passam vasos responsáveis pela irrigação das estruturas da base do cérebro.

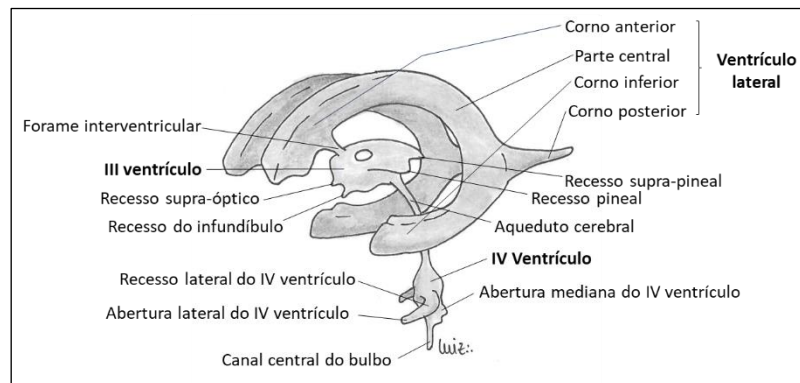
## **6. Ventrículos laterais**

Os *ventrículos laterais* estão localizados no interior dos hemisférios cerebrais e integram o sistema ventricular encefálico, responsável pela produção, circulação e contenção do líquido

cefalorraquidiano. Cada ventrículo lateral comunica-se com o III ventrículo por meio dos *forames interventriculares* (Figura 7.6).

Macroscopicamente, cada ventrículo lateral apresenta o formato de um “C” invertido, acompanhando a curvatura do hemisfério cerebral. É constituído por uma *porção central* (corpo), da qual se projetam três prolongamentos: o *cornu anterior*, o *cornu posterior* e o *cornu inferior*.

**Figura 7.6 – Ventrículos.**



Fonte: Takase, 2025.

## 7. Centro branco medular do cérebro

O *centro branco medular do cérebro*, também denominado *centro semi-oval* devido ao seu formato em cortes transversais, é constituído predominantemente por fibras mielínicas. Localiza-se profundamente ao córtex cerebral e ocupa todo o interior dos hemisférios cerebrais.

Sua principal função é a condução de impulsos nervosos entre áreas corticais do mesmo hemisfério, entre hemisférios opostos e entre o córtex e estruturas subcorticais, como tálamo, núcleos da base, tronco encefálico e medula espinhal.

De acordo com seus trajetos e conexões, suas fibras são classificadas em fibras de associação, comissurais e de projeção.

### 7.1 Fibras de associação

As *fibras de associação* conectam áreas corticais de um mesmo hemisfério cerebral, podendo ser curtas ou longas (Figura 7.7).

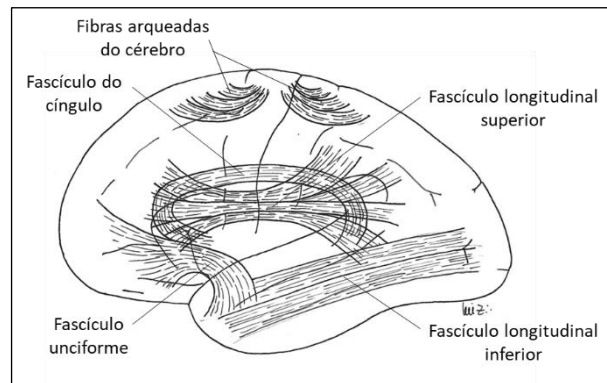
As *fibras curtas*, também chamadas *fibras arqueadas*, ligam giros adjacentes, contornando o fundo dos sulcos.

As *fibras longas* organizam-se em fascículos, destacando-se:

- *Fascículo unciforme* – conecta regiões frontais inferiores ao polo temporal
- *Fascículo do cíngulo* – acompanha o giro do cíngulo até o giro para-hipocampal

- *Fascículo longitudinal superior* – liga lobos frontal, parietal, occipital e temporal
- *Fascículo longitudinal inferior* – conecta os lobos occipital e temporal
- *Fascículo fronto-occipital* – une o polo frontal aos lobos temporal e occipital

**Figura 7.7** – Centro branco medular do cérebro - Fibras de associação.



Fonte: Takase, 2025.

## 7.2 Fibras comissurais

As *fibras comissurais* cruzam o plano mediano e conectam áreas corticais correspondentes dos dois hemisférios cerebrais. A principal estrutura desse grupo é o corpo caloso, a maior comissura do cérebro, localizado no fundo da fissura longitudinal e formando grande parte do teto dos ventrículos laterais.

Outras comissuras incluem a *comissura anterior*, a *comissura posterior*, a *comissura das habênulas* e a *comissura do fórnix*, responsáveis pela integração bilateral de regiões específicas do telencéfalo e do diencéfalo.

## 7.3 Fibras de projeção

As *fibras de projeção* conectam o córtex cerebral a estruturas subcorticais, como núcleos da base, diencéfalo, tronco encefálico e medula espinhal. Organizam-se principalmente no fórnix e na cápsula interna.

O *fórnix* é um feixe em forma de “C” que estabelece a comunicação entre o hipocampo e os corpos mamilares, participando do circuito límbico.

A *cápsula interna* localiza-se entre o núcleo lentiforme e o núcleo caudado/tálamo, concentrando fibras motoras descendentes e sensitivas ascendentes. Superiormente continua-se como *coroa radiada* e, inferiormente, com o *pedúnculo cerebral*. Divide-se em *perna anterior*, *joelho*, *perna posterior*, *parte sublentiforme* e *parte retrolentiforme*, conforme a disposição de suas fibras.

**Correlação clínica 3 – Lesões da cápsula interna**

A cápsula interna, componente do centro branco medular, concentra fibras motoras descendentes e sensitivas ascendentes. Pequenas lesões nessa região podem produzir déficits extensos, como hemiparesia e alterações sensitivas contralaterais. Isso ocorre porque múltiplas vias estão compactadas em um espaço anatômico relativamente reduzido.

**8. Núcleos da base**

Os *núcleos da base* correspondem a um conjunto grupamentos neuronais localizados profundamente na base do telencéfalo. Embora apresentem citoarquitecturas distintas, esses núcleos atuam de forma integrada, constituindo uma unidade funcional, com extensas projeções intrínsecas e extrínsecas (aférentes e eferentes) com estruturas corticais e subcorticais (Figura 7.8). De modo geral, suas funções relacionam-se ao controle e à modulação do movimento voluntário, ao planejamento e execução de ações motoras automáticas, à regulação do tônus muscular e da postura, além de participarem de processos cognitivos e comportamentais.

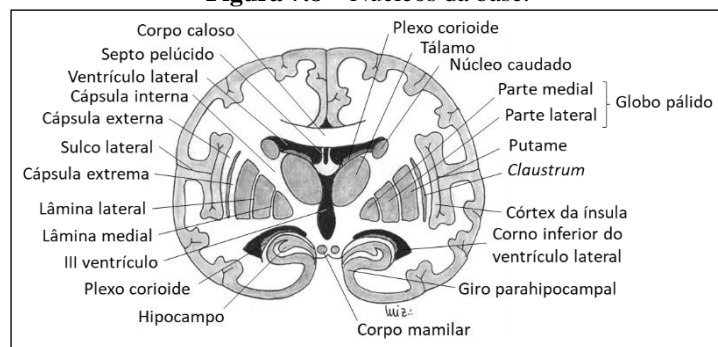
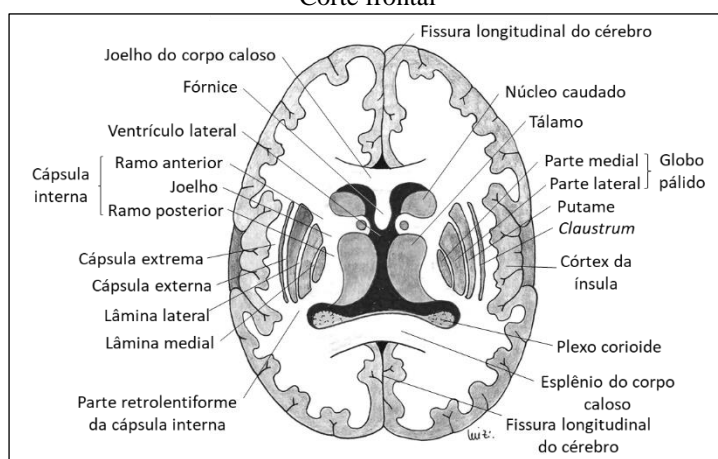
Do ponto de vista macroscópico, os principais componentes dos núcleos da base podem ser identificados tanto em cortes frontais quanto em cortes transversais do encéfalo:

- *Núcleo caudado* –

Localiza-se medialmente à cápsula interna e apresenta formato alongado. Inicia-se anteriormente, acompanha toda a extensão do ventrículo lateral e termina posteriormente e inferiormente na região do corpo amigdalóide.

- *Núcleo lentiforme* – Situa-se entre a cápsula interna e a cápsula externa, inferiormente ao núcleo caudado. É constituído por duas porções: o

putâmen, localizado lateralmente, e o globo pálido, localizado medialmente. Essas estruturas são separadas pela lâmina medular lateral. O globo pálido apresenta coloração

**Figura 7.8 – Núcleos da base.****Corte frontal****Corte transversal**  
Fonte: Takase, 2025.

mais clara e pode ser subdividido em porções medial e lateral, separadas pela lâmina medular medial.

- *Claustrum* – Localiza-se lateralmente ao putâmen e consiste em uma delgada lâmina de substância cinzenta situada entre a cápsula externa e a cápsula extrema, que o separa do córtex do lobo da ínsula.

Alguns autores incluem ainda, no conceito ampliado de núcleos da base, o *núcleo subtalâmico*, localizado no subtálamo e relacionado à modulação motora; a *substância negra*, situada no mesencéfalo e associada à regulação dopaminérgica dos circuitos motores; o *núcleo basal de Meynert*, constituído por neurônios colinérgicos envolvidos na atenção, no aprendizado e na memória; e o *núcleo accumbens*, relacionado aos mecanismos de recompensa, motivação e emoções.

#### **Correlação clínica 4 – Disfunção dos núcleos da base**

Alterações nos núcleos da base, especialmente no putâmen e no globo pálido, podem comprometer a modulação do movimento voluntário, resultando em distúrbios como rigidez, lentificação ou movimentos involuntários. Embora a força muscular possa estar preservada, observa-se dificuldade na fluidez e na coordenação motora. Esses achados refletem o papel dos núcleos da base na seleção e ajuste dos programas motores.

## **9. Funções**

As funções do telencéfalo refletem a complexa organização do SNC, resultando da integração entre suas áreas corticais, estruturas subcorticais e conexões internas. Por meio dessa organização, o telencéfalo participa do controle do movimento voluntário, da percepção consciente do meio externo, dos processos cognitivos, das respostas emocionais e do comportamento. A compreensão dessas funções deve considerar o telencéfalo como um sistema dinâmico e interconectado, no qual a atividade coordenada de diferentes regiões permite a construção da experiência consciente e a adaptação do indivíduo ao ambiente.

### **9.1 Motricidade**

As funções motoras estão relacionadas ao planejamento, à iniciação e à modulação do movimento voluntário, atuando de forma integrada sobre a atividade motora consciente. Diferentemente dos centros reflexos da medula espinhal e do tronco encefálico, o telencéfalo não é responsável pela geração de reflexos, mas pela organização superior da ação motora, conferindo precisão e adaptação aos movimentos.

No telencéfalo ocorre o planejamento motor consciente, no qual são elaboradas sequências de movimentos de acordo com objetivos específicos, experiências prévias e informações sensoriais. Esse planejamento permite a execução de padrões motores complexos,

como gestos coordenados, movimentos finos e ações motoras aprendidas, que exigem integração entre múltiplas áreas corticais e estruturas subcorticais.

A iniciação do movimento voluntário depende da ativação de áreas corticais motoras e pré-motoras, que organizam os impulsos de forma ordenada e direcionada. Durante e após a execução do movimento, o telencéfalo participa da modulação do tônus muscular e da postura, ajustando a intensidade e a coordenação da contração muscular. Esse controle ocorre em estreita integração com os núcleos da base, responsáveis por regular a fluidez, a amplitude e a seleção adequada dos programas motores.

Assim, o telencéfalo atua como o principal centro de comando e refinamento da motricidade voluntária, permitindo que os movimentos sejam precisos, coordenados e adaptados às exigências do ambiente e da intenção do indivíduo.

## 9.2 Sensibilidade

As funções sensitivas estão relacionadas à percepção consciente dos estímulos do meio externo, permitindo que informações sensoriais sejam interpretadas e integradas de forma organizada.

O telencéfalo é responsável pela integração e interpretação da sensibilidade somática consciente, incluindo estímulos táteis, dolorosos, térmicos e proprioceptivos, possibilitando a construção da percepção corporal e espacial. Além disso, abriga áreas corticais especializadas envolvidas na percepção sensorial específica, como visão, audição, olfação e gustação, que exigem processamento cortical altamente diferenciado.

Dessa forma, o telencéfalo atua como o principal centro de elaboração da experiência sensorial consciente, integrando informações provenientes do ambiente externo e do próprio corpo, fundamentais para a interação do indivíduo com o meio.

## 9.3 Cognição

As funções cognitivas estão relacionadas ao processamento superior da informação, permitindo a análise, integração e utilização consciente dos estímulos sensoriais e das experiências prévias. Por meio dessas funções, o telencéfalo possibilita a organização do pensamento e a elaboração de respostas complexas e adaptativas.

Entre as principais funções cognitivas destacam-se a atenção, o aprendizado e a memória, que permitem a aquisição, o armazenamento e a recuperação de informações. O telencéfalo também está envolvido na linguagem, no pensamento abstrato, no planejamento e na tomada de decisão, processos que exigem integração entre múltiplas áreas corticais e estruturas

subcorticais.

Dessa forma, o telencéfalo atua como o principal centro integrador da experiência consciente, possibilitando a compreensão do ambiente, a construção do conhecimento e a orientação do comportamento de forma intencional e consciente.

#### **9.4 Comportamento emocional**

As funções emocionais e comportamentais estão associadas à expressão das emoções, à motivação e à regulação do comportamento social. Essas funções permitem que o indivíduo responda de maneira adequada aos estímulos do ambiente, orientando atitudes, escolhas e interações interpessoais.

O telencéfalo participa da elaboração das emoções, do direcionamento da motivação e do funcionamento do sistema de recompensa, que influencia o comportamento por meio da avaliação de experiências prazerosas ou aversivas. Além disso, atua no controle comportamental, modulando impulsos e favorecendo respostas compatíveis com normas sociais e objetivos individuais.

Essas funções resultam da integração entre áreas corticais, estruturas do sistema límbico e os núcleos da base, formando circuitos responsáveis pela articulação entre emoção, cognição e ação motora.

#### **9.5 Integração**

As funções integrativas correspondem a processos que não podem ser atribuídos a um único sistema, lobo ou área cortical, mas que emergem da interação dinâmica entre múltiplas regiões corticais e subcorticais. Essas funções representam o nível mais elevado de organização funcional do telencéfalo.

Por meio dessa integração, o telencéfalo participa da manutenção da consciência, da construção da identidade pessoal e do planejamento de ações complexas, permitindo a adaptação do indivíduo às constantes mudanças do ambiente. Nesse contexto, ocorre a articulação entre cognição, emoção e ação motora, possibilitando respostas coerentes e ajustadas às demandas externas e internas.

Assim, as funções integrativas refletem propriedades emergentes do funcionamento global do telencéfalo, não sendo localizáveis em um único giro ou sulco, mas resultantes da atividade coordenada de amplas redes neurais.

## 10. Considerações finais

O telencéfalo representa o mais elevado nível de organização morfológica e funcional do SNC, constituindo a base anatômica das funções que caracterizam a experiência consciente, o comportamento e a interação do indivíduo com o ambiente. Neste capítulo, sua organização foi abordada sob uma perspectiva macroscópica, contemplando a disposição dos sulcos, giros e lobos, as diferentes faces dos hemisférios cerebrais, as cavidades ventriculares, o centro branco medular e os núcleos da base, de modo a oferecer uma visão integrada da arquitetura telencefálica.

A compreensão dessa organização estrutural é fundamental para o entendimento das relações espaciais entre córtex, substância branca e núcleos profundos, bem como para a interpretação de cortes anatômicos, exames de imagem e correlações clínicas futuras. Ao percorrer da superfície cortical às estruturas profundas, evidencia-se o telencéfalo como um sistema contínuo e interconectado, no qual forma e função estão intimamente relacionadas.

As funções do telencéfalo, apresentadas de forma geral neste capítulo, refletem essa complexa integração estrutural, envolvendo a motricidade voluntária, a percepção consciente, os processos cognitivos, o comportamento emocional e as funções integrativas superiores. Entretanto, a compreensão detalhada dessas funções exige o estudo específico da organização cortical.

Dessa forma, este capítulo estabelece as bases anatômicas indispensáveis para o aprofundamento subsequente no estudo do córtex cerebral, no qual serão exploradas sua estrutura, organização e especialização funcional, permitindo ao leitor avançar de maneira sólida e progressiva no entendimento da neuroanatomia.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Organização geral

- Dois hemisférios cerebrais, separados pela fissura longitudinal
- Polos frontal, occipital e temporais
- Córtex cerebral (substância cinzenta superficial), centro branco medular (substância branca profunda) e núcleos da base (substância cinzenta profunda)

#### 2. Sulcos, giros e lobos

- Sulcos principais que delimitam os lobos cerebrais
  - Sulco central
  - Sulco lateral
  - Sulco parieto-occipital
- Lobos
  - Frontal
  - Parietal
  - Occipital
  - Temporal
  - Ínsula

#### 3. Faces do telencéfalo

- Face súpero-lateral - convexa, maior superfície, engloba todos os lobos
- Face medial - observada em corte sagital mediano
- Face inferior - irregular, relacionada à base do crânio e à tenda do cerebelo

#### 4. Face súpero-lateral

- Lobo frontal
  - Sulco pré-central
  - Sulcos frontais superior e inferior
  - Giro pré-central
  - Giros frontal superior, médio e inferior
- Lobo temporal
  - Sulcos temporais superior e inferior
  - Giros temporal superior, médio e inferior
  - Giros temporais transversos
- Lobo parietal
  - Sulco pós-central
  - Sulco intraparietal
  - Giro pós-central

- Lóbulos parietais superior e inferior (giros supramarginal e angular)

- Ínsula

- Sulco circular da ínsula
- Sulco central da ínsula
- Giros curtos e giro longo da ínsula

#### 5. Face medial

- Corpo caloso (rosto, joelho, tronco e esplênio)
- Fórnice
- Septo pelúcido
- Lobos frontal e parietal
  - Sulco do corpo caloso
  - Sulco do cíngulo (sulco paracentral, ramo marginal e ramo subparietal)
    - Giro frontal superior
  - Giro do cíngulo
  - Lóbulo paracentral
  - Pré-cúneus
- Lobo occipital
  - Sulco calcarino
  - Sulco parieto-occipital
  - Cúneus
  - Giro occípito-temporal medial

#### 6. Face inferior

- Lobo temporal
  - Sulcos occípito-temporal, colateral e do hipocampo
  - Giros occípito-temporais medial e lateral
  - Giro parahipocampal e úncus
  - Hipocampo
- Lobo frontal
  - Sulco olfatório
  - Sulcos orbitários
  - Giro reto
  - Giros orbitários
  - Bulbo, trato e trígono olfatórios
  - Substância perfurada anterior

#### 7. Ventrículos laterais

- Forames interventriculares.
- Corpo, corno anterior, corno

posterior e corno inferior

### 8. Centro branco medular do cérebro

- Constituído por fibras mielínicas - fibras de associação, comissurais e de projeção
- Condução de impulsos entre áreas corticais e subcorticais

### 9. Núcleos da base

- Núcleo caudado
- Núcleo lentiforme (putâmen e globo pálido)
- Claustrum
- Estruturas funcionalmente associadas
  - Núcleo subtalâmico
  - Substância negra
  - Núcleo basal de Meynert
  - Núcleo accumbens

### 10. Funções do telencéfalo

- Motoras - iniciação, planejamento e modulação do movimento voluntário
- Sensitivas - percepção consciente do meio externo e integração sensorial
- Cognitivas - atenção, memória, aprendizado, linguagem e tomada de decisão
- Emocionais e comportamentais - emoções, motivação, comportamento social e sistema de recompensa
- Integrativas - consciência, identidade pessoal, planejamento de ações complexas e adaptação ao ambiente

## ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (*Laboratório de aula prática*)

### 1. Observação geral

Inicie a prática identificando o telencéfalo em posição anatômica. Sempre que possível, observe:

- dentro do crânio.
- em corte sagital mediano da cabeça.
- ou em peça isolada, orientando corretamente anterior/posterior e superior/inferior.

Primeiro, reconheça as grandes divisões:

- *Hemisfério cerebral direito.*
- *Hemisfério cerebral esquerdo.*
- *Fissura longitudinal do cérebro.*

Antes de entrar nos detalhes, identifique:

- *Polos:* frontal, temporal e occipital.
- *Faces:* súpero-lateral, medial e inferior.

Somente após essa orientação espacial, avance para o estudo dos lobos.

### 2. Lobos

#### 2. Lobos cerebrais

Identifique inicialmente três sulcos fundamentais:

- *Sulco central* – inicia-se na face medial e segue pela face súpero-lateral em direção ao sulco lateral.
- *Sulco lateral* – profundo, inicia-se na base do encéfalo e dirige-se posteriormente, dividindo-se em ramos.
- *Sulco parieto-occipital* – melhor observado na face medial; quase vertical, unindo-se ao sulco calcarino.

Esses sulcos delimitam os lobos:

- *Frontal* – anteriormente ao sulco central.
- *Parietal* – entre o sulco central e o sulco parieto-occipital.
- *Temporal* – inferiormente ao sulco lateral.
- *Occipital* – posteriormente ao sulco parieto-occipital.
- *Ínsula* – localizada profundamente no sulco lateral.

Confirme esses limites antes de estudar

cada face separadamente.

### 3. Face súpero-lateral

#### 3.1 Lobo frontal

- *Sulco pré-central* – paralelo ao sulco central.
- *Sulco frontal superior* – paralelo à fissura longitudinal do cérebro.
- *Sulco frontal inferior*.

Com base nesses sulcos, identifique:

- *Giro pré-central* - área motora primária.
- *Giro frontal superior.*
- *Giro frontal médio.*
- *Giro frontal inferior* - subdividido em *parte orbital*, *parte triangular* e *parte opercular*.

No hemisfério esquerdo, o giro frontal inferior corresponde à Área de Broca, relacionada à expressão da linguagem.

#### 3.2 Lobo temporal

- *Sulco temporal superior* – paralelo ao sulco lateral
- *Sulco temporal inferior* – geralmente descontínuo e segue paralelamente ao sulco temporal superior.

Delimitam:

- *Giro temporal superior.*
- *Giro temporal médio.*
- *Giro temporal inferior.*
- *Giros temporais transversos* - no assoalho do sulco lateral, correspondem ao córtex auditivo primário.

#### 3.3 Lobos parietal e occipital

- *Sulco pós-central* - paralelo ao sulco central.
- *Sulco intraparietal* - segue posteriormente em direção ao lobo occipital.

Delimitam:

- *Giro pós-central* - área somatossensitiva primária.
- *Lóbulo parietal superior.*

- *Lóbulo parietal inferior* – dividido em *giro supramarginal* e o *giro angular*.

### 3.4 Lobo da ínsula

Para observar o lobo da ínsula, deve-se abrir os lábios do sulco lateral ou remover parte dos lobos frontal, parietal e temporal.

- *sulco circular da ínsula*.
- *sulco central da ínsula*.

Delimitam:

- *giros curtos da ínsula* – anteriores.
- *giros longos da ínsula* – posteriores.

### 4. Face medial

A observação da face medial requer a realização de uma secção sagital mediana. Antes de estudar os giros, identifique as estruturas comissurais:

- *Corpo caloso* – dividido em *rostro*, *joelho*, *tronco* e *esplênio*.
- *Fórnice* – dividido em *colunas*, *corpo* e *pernas do fórnice*.
- *Septo pelúcido* – entre o corpo caloso e o fórnice.

#### 4.1 Lobos frontal e parietal

- *Sulco do corpo caloso*.
- *Sulco do cíngulo* – paralelo ao sulco do corpo caloso, dá origem ao *sulco paracentral*, o *ramo marginal* e o *ramo subparietal*.

Delimitam:

- *Giro frontal superior* - visível tanto em vista ântero-superior quanto na face medial.
- *Giro do cíngulo* – paralelo ao corpo caloso.
- *Lóbulo paracentral* – em sua porção superior, encontra-se a extremidade medial do sulco central.
- *Pré-cúneus*

#### 4.2 Lobo occipital

- *Sulco calcarino* - seus lábios delimitam o córtex visual primário.

Delimitam:

- *Cúneus* – entre o sulco parieto-occipital e o sulco calcarino.

- *Giro occípito-temporal medial* – pode ser observada tanto na face medial quanto na face inferior.

### 5. Face inferior

#### 5.1 Lobo temporal

- *Sulco occípito-temporal* - delimita a face inferior da face súpero-lateral.
- *Sulco colateral* – paralelo ao sulco occípito-temporal.
- *Sulco do hipocampo* - continuação inferior do sulco do corpo caloso.
- *Giro occípito-temporal lateral*.
- *Giro occípito-temporal medial*.
- *Giro parahipocampal* - continuação anterior do giro occípito-temporal medial.
- *Úncus* - extremidade anterior do giro parahipocampal, corresponde ao córtex olfatório primário.
- *Hipocampo* - no interior do lobo temporal.

#### 5.2 Lobo frontal

Antes dos giros, identifique:

- *bulbo olfatório* - dilatação ovoide e achatada de substância cinzenta.
- *trato olfatório*.
- *trígono olfatório* – se divide nas *estrias olfatórias medial* e *lateral*.
- *substância perfurada anterior*.

Identifique:

- *sulco olfatório* - trajeto retilíneo e paralelo à fissura longitudinal do cérebro.
- *sulcos orbitários* - múltiplos sulcos irregulares.

Delimitam:

- *giro reto* – retilíneo.
- *giros orbitários* - irregulares e delimitados pelos sulcos orbitários.

### 6. Ventrículos laterais

Em cortes transversais e frontais, identifique:

- Corno anterior.
- Porção central.
- Corno posterior.
- Corno inferior.

Observe os *forames interventriculares*, que comunicam os ventrículos laterais com o III ventrículo.

### 7. Núcleos da base

Em cortes transversais e frontais, identifique:

- *Núcleo caudado*.
- *Núcleo lentiforme* – dividido em *putâmen* e *globo pálido*.
- *Clastrum*.

Identifique também:

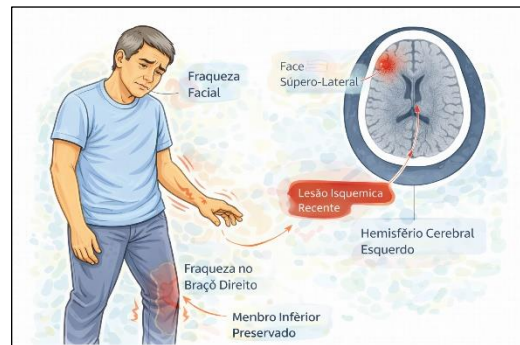
- *Cápsula interna* – separa o tálamo do núcleo lentiforme.
- *Lâmina medular medial* – separa os dois segmentos do globo pálido.
- *Lâmina medular lateral* – separa o putâmen do globo pálido.
- *Cápsula externa* – separa o putâmen do *claustrum*.
- *Cápsula extrema* – separa o *claustrum* do córtex da ínsula.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 — Déficit motor focal após evento vascular

Um homem de 62 anos, hipertenso e diabético, é levado ao pronto-socorro após início súbito de dificuldade para movimentar o braço e a face do lado direito. Ao exame neurológico, observa-se parestesia do membro superior direito, com preservação relativa da força no membro inferior. A sensibilidade encontra-se preservada.

A tomografia computadorizada evidencia uma lesão isquêmica recente na face súpero-lateral do hemisfério cerebral esquerdo.



#### Perguntas:

1. Qual região do telencéfalo está mais provavelmente acometida pela lesão descrita?
2. Em qual lobo cerebral essa região se localiza?
3. Por que o déficit motor acomete predominantemente o membro superior e a face?
4. Por que a sensibilidade foi preservada nesse caso?

### 2. Caso clínico 2 — Alteração de memória e comportamento emocional

Uma mulher de 48 anos apresenta queixas progressivas de dificuldade para formar novas memórias, associadas a alterações do comportamento emocional, com episódios de ansiedade e respostas emocionais exageradas. Exames de imagem revelam uma lesão expansiva envolvendo a face inferior do lobo temporal esquerdo, com comprometimento de estruturas profundas.



#### Perguntas:

1. Qual estrutura telencefálica profunda está mais provavelmente envolvida no quadro de alteração da memória?
2. Em qual face do telencéfalo essa estrutura pode ser observada macroscopicamente?
3. A qual sistema funcional essa estrutura pertence?
4. Por que a lesão pode explicar tanto alterações de memória quanto emocionais?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Defina o telencéfalo e descreva sua organização macroscópica geral.
2. Explique a importância dos sulcos e giros na organização do telencéfalo.
3. Cite os três principais sulcos do telencéfalo e explique sua relevância anatômica.
4. Descreva as faces do telencéfalo e indique como cada uma pode ser observada.
5. Localize e descreva o giro pré-central e o giro pós-central.
6. Quais estruturas podem ser observadas na face medial do telencéfalo e qual sua importância anatômica?
7. Explique a organização geral do centro branco medular do cérebro.
8. Diferencie fibras de associação, comissurais e de projeção.
9. Descreva os principais núcleos da base do telencéfalo e sua localização geral.
10. Explique, de forma geral, como as funções do telencéfalo podem ser organizadas.

**TESTES**

**11. Em um corte sagital mediano do telencéfalo, qual das seguintes estruturas NÃO é corretamente visualizada na face medial?**

- A. Corpo caloso
- B. Fórnice
- C. Giro do cíngulo
- D. Giro pós-central
- E. Sulco calcarino

**12. Uma lesão restrita à face súpero-lateral do lobo frontal, imediatamente anterior ao sulco central, afetará primariamente qual função?**

- A. Percepção somatossensitiva consciente
- B. Planejamento motor e execução do movimento voluntário
- C. Consolidação da memória de longo prazo
- D. Processamento auditivo
- E. Controle do tônus postural reflexo

**13. Em relação ao centro branco medular do cérebro, assinale a alternativa CORRETA.**

- A. É constituído predominantemente por substância cinzenta
- B. Localiza-se superficialmente ao córtex cerebral
- C. Contém fibras de associação, comissurais e de projeção
- D. Não se relaciona com os núcleos da base
- E. Está restrito ao lobo frontal

**14. O sulco intraparietal tem como principal importância anatômica:**

- A. Separar os lobos frontal e parietal
- B. Delimitar os lobos temporal e occipital
- C. Separar o lóbulo parietal superior do inferior
- D. Conectar a face medial à face inferior
- E. Delimitar o córtex visual primário

**15. Qual das alternativas apresenta corretamente uma relação entre estrutura e face do telencéfalo?**

- A. Sulco calcarino – face medial
- B. Hipocampo – face súpero-lateral
- C. Giro do cíngulo – face inferior
- D. Giros temporais transversos – face medial
- E. Bulbo olfatório – face súpero-lateral

---

**RESPOSTAS COMENTADAS****CASOS CLÍNICOS****1. Caso clínico 1**

1. A região mais provavelmente acometida é o giro pré-central - O giro pré-central corresponde à área motora primária, responsável pela execução dos movimentos

- voluntários. Sua lesão resulta em déficit motor contralateral.
2. Essa região localiza-se no lobo frontal - O giro pré-central situa-se na face súpero-lateral do lobo frontal, imediatamente anterior ao sulco central.
  3. Porque existe uma organização somatotópica no giro pré-central - Na face súpero-lateral do giro pré-central estão representados principalmente os músculos da face e do membro superior, enquanto o membro inferior possui representação mais medial, no lóbulo paracentral. Assim, uma lesão lateral tende a poupar o membro inferior.
  4. Porque o giro pós-central não foi acometido - O giro pós-central, localizado posteriormente ao sulco central, corresponde à área somatossensitiva primária. Como a lesão restringiu-se ao giro pré-central, a sensibilidade consciente permaneceu preservada.

## 2. Caso clínico 2

1. A estrutura mais provavelmente envolvida é o hipocampo - O hipocampo é uma estrutura profunda do lobo temporal, relacionada à consolidação da memória de curto prazo em memória de longo prazo.
2. Essa estrutura pode ser relacionada à face inferior do telencéfalo - Embora o hipocampo esteja profundamente localizado, ele está associado ao giro parahipocampal, que pode ser identificado na face inferior do lobo temporal.
3. O hipocampo pertence ao sistema límbico - O sistema límbico é um conjunto de estruturas relacionadas às emoções, à motivação e à memória.
4. Porque memória e emoção compartilham circuitos integrados no telencéfalo - O hipocampo mantém conexões estreitas com outras estruturas límbicas, como a amígdala e áreas corticais, o que explica a associação entre déficits de memória e alterações emocionais observadas no caso.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O telencéfalo é a maior porção do encéfalo e, juntamente com o diencefalo, forma o cérebro. Macroscopicamente, é constituído por dois hemisférios cerebrais separados pela fissura longitudinal do cérebro. Cada hemisfério apresenta um córtex superficial de substância cinzenta, um centro branco medular profundo formado por substância branca e núcleos profundos de substância cinzenta, denominados núcleos da base.
2. Os sulcos e giros aumentam significativamente a superfície cortical, permitindo maior número de neurônios em um espaço limitado pelo crânio. Além disso, servem como referências anatômicas para a divisão dos lobos cerebrais e para a localização de áreas corticais relacionadas a funções específicas.
3. Os três principais sulcos são o sulco central, o sulco lateral e o sulco parieto-occipital. Eles são fundamentais para a delimitação dos lobos cerebrais e para a organização topográfica do córtex, servindo como marcos anatômicos essenciais no estudo do encéfalo.
4. O telencéfalo apresenta três faces: a face súpero-lateral, convexa e visível externamente; a face medial, observada em corte sagital mediano; e a face inferior, irregular, observada em vista inferior do encéfalo e relacionada à base do crânio e à tenda do cerebelo.
5. O giro pré-central localiza-se no lobo frontal, anteriormente ao sulco central, e corresponde à área motora primária. O giro pós-central localiza-se no lobo parietal, posteriormente ao sulco central, e corresponde à área somatossensitiva primária.
6. Na face medial observam-se estruturas como o corpo caloso, o fórnice e o septo pelúcido. Essas estruturas são importantes para a comunicação inter-hemisférica, a conexão entre componentes do sistema límbico e a separação dos ventrículos laterais.
7. O centro branco medular localiza-se profundamente ao córtex cerebral e é constituído

predominantemente por fibras mielínicas. Sua função principal é conduzir impulsos nervosos entre áreas corticais, entre hemisférios opostos e entre o córtex e estruturas subcorticais. As fibras são classificadas em fibras de associação, comissurais e de projeção.

8. As fibras de associação conectam áreas corticais do mesmo hemisfério; as fibras comissurais conectam áreas correspondentes dos dois hemisférios; e as fibras de projeção conectam o córtex cerebral a estruturas subcorticais, como núcleos da base, diencefalo, tronco encefálico e medula espinhal.
9. Os principais núcleos da base do telencéfalo são o núcleo caudado, o núcleo lentiforme (putâmen e globo pálido) e o claustrum. Eles estão localizados profundamente nos hemisférios cerebrais, em íntima relação com a cápsula interna, e atuam de forma integrada no controle da atividade motora e em funções cognitivas e comportamentais.
10. As funções do telencéfalo podem ser organizadas em funções motoras, sensitivas, cognitivas, emocionais e integrativas. Essas funções resultam da atividade coordenada entre áreas corticais, núcleos subcorticais e conexões internas, permitindo o movimento voluntário, a percepção consciente, o processamento cognitivo, o comportamento emocional e a integração global da experiência consciente.
11. D - O giro pós-central é uma estrutura da face súpero-lateral do lobo parietal e não é visualizado diretamente na face medial. Já o corpo caloso, o fórnice, o giro do cíngulo e o sulco calcarino são estruturas típicas da face medial, observadas em corte sagital mediano.
12. B - A região imediatamente anterior ao sulco central corresponde ao giro pré-central, área motora primária, envolvida na execução do movimento voluntário.
13. C - O centro branco medular é formado por substância branca e contém fibras de associação (intra-hemisféricas), comissurais (inter-hemisféricas) e de projeção (córtex–subcortical).
14. C - O sulco intraparietal divide o lobo parietal em lóbulo parietal superior e inferior, sendo este último ocupado pelos giros supramarginal e angular.
15. A - O sulco calcarino é uma estrutura clássica da face medial do telencéfalo, associada ao córtex visual primário.

## CAPÍTULO 08 - MENINGES

---

### CONTEÚDO

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Generalidades                | 6. Barreiras encefálicas            |
| 2. Dura-máter                   | 6.1 Barreira hemo-liquórica         |
| 2.1 Pregas da dura-máter        | 6.2 Barreira líquor-encefálica      |
| 2.2 Cavidades da dura-máter     | 6.3 Barreira hematoencefálica       |
| 2.3 Seios da dura-máter         | 7. Líquor                           |
| 2.3.1 Seios da abóbada craniana | 7.1 Formação, circulação e absorção |
| 2.3.2 Seios da base do crânio   | Material complementar               |
| 3. Aracnóide                    | Resumo                              |
| 3.1 Cisternas aracnoideas       | Roteiro de aula prática             |
| 4. Pia-máter                    | Casos clínicos                      |
| 4.1 Espaço perivascular         | Questões                            |
| 5. Espaços                      |                                     |
| 5.1 Espaço subdural             |                                     |
| 5.2 Espaço subaracnóideo        |                                     |
- 

#### 1. Generalidades

As *meninges* (do grego *meninx*, que significa “membrana”) constituem um sistema de membranas conjuntivas concêntricas que envolvem, sustentam e protegem o SNC. Mais do que simples envoltórios mecânicos, as meninges participam ativamente da organização anatômica, da proteção contra agentes físicos e biológicos e da manutenção da homeostase do tecido nervoso.

Essas membranas são organizadas em três camadas sobrepostas, dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter, que diferem quanto à espessura, histologia, vascularização e relação com o tecido nervoso. Entre essas camadas formam-se espaços de grande relevância anatômica e clínica, especialmente por abrigarem vasos sanguíneos e o líquido.

O estudo das meninges é fundamental para a compreensão dos mecanismos de proteção encefálica, da circulação do líquido, das barreiras encefálicas e de diversas condições patológicas, como traumatismos cranianos, processos infecciosos, hemorragias e alterações da pressão intracraniana.

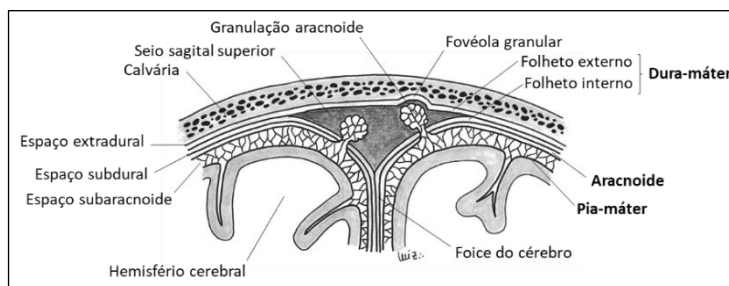
Assim, este capítulo aborda de forma integrada a anatomia das meninges, seus espaços e o líquido, estabelecendo as bases morfológicas necessárias para o entendimento funcional e clínico do SNC.

## 2. Dura-máter

A *dura-máter* é a meninge mais superficial, espessa e resistente, sendo constituída por tecido conjuntivo denso, opaco e rico em fibras colágenas, o que lhe confere grande resistência mecânica. Sua principal função é proteger o SNC contra agentes externos, além de contribuir para a organização interna da cavidade craniana.

Do ponto de vista anatômico, a *dura-máter* apresenta diferenças importantes conforme sua localização. A *dura-máter* que envolve a medula espinhal é formada por um único folheto, que delimita

**Figura 8.1** – Meninges em corte frontal da calota craniana



Fonte: Takase, 2025.

externamente o saco dural. Já a *dura-máter* que envolve o encéfalo é formada por dois folhetos: um *folheto interno*, que se continua inferiormente com a *dura-máter* espinhal e está voltado para o tecido nervoso; e um *folheto externo*, ricamente vascularizado e inervado, que se adere intimamente aos ossos da caixa craniana, exercendo a função de perióstio (Figura 8.1).

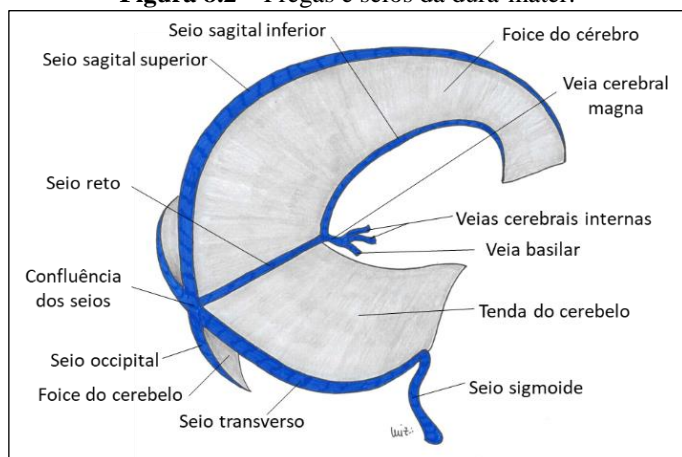
A separação parcial entre esses dois folhetos dá origem a formações da *dura-máter*, como pregas e seios venosos, que desempenham papel fundamental na compartimentalização da cavidade craniana e na drenagem venosa do encéfalo, aspectos que serão abordados a seguir.

### 2.1 Pregas da *dura-máter*

Quando o folheto interno da *dura-máter* se separa do folheto externo, formam-se *pregas da dura-máter*, que se projetam para o interior da cavidade craniana. Essas pregas têm como principal função compartimentalizar a cavidade craniana, contribuindo para sua sustentação, estabilidade e limitação do deslocamento do tecido nervoso no interior do crânio (Figura 8.2).

As pregas da *dura-máter* são:

- *Foixe do cérebro* – É a maior das pregas, apresenta disposição vertical e ocupa a fissura longitudinal do cérebro, separando parcialmente os dois hemisférios do telencéfalo.
- *Tenda do cerebelo* – Prega de orientação predominantemente transversal, localizada entre o cerebelo e os lobos occipitais do telencéfalo. Sua borda anterior livre, situada ao nível do mesencéfalo, recebe o nome de *incisura da tenda*. A tenda do cerebelo divide a cavidade craniana em dois compartimentos: um superior, denominado compartimento supratentorial, e um inferior, denominado compartimento infratentorial.

**Figura 8.2** – Pregas e seios da dura-máter.

Fonte: Takase, 2025.

da glândula hipófise, permitindo sua conexão com o hipotálamo.

- *Foixe do cerebelo* – Pequena prega de formato triangular, localizada entre os hemisférios cerebelares, próxima ao vérmis do cerebelo.

- *Diafragma da sela* – Pequena prega horizontal situada sobre a sela túrcica do osso esfenóide, mantendo a glândula hipófise em seu interior. Apresenta uma pequena abertura central, por onde passa o infundíbulo

## 2.2 Cavidades da dura-máter

Em determinadas regiões, a separação entre o folheto interno e o folheto externo da dura-máter pode delimitar cavidades durais, que podem acomodar estruturas nervosas específicas ou conter sangue em seu interior.

Um exemplo importante é o *cavo trigeminal*, também denominado *loja do gânglio trigeminal*, localizado na porção petrosa do osso temporal. Essa cavidade abriga o gânglio trigeminal, estrutura associada ao nervo trigêmeo (V), responsável principalmente pela sensibilidade da face e motricidade dos músculos da mastigação.

Quando essas cavidades são revestidas internamente por células endoteliais e contêm sangue em seu interior, recebem a denominação de seios da dura-máter, estruturas especializadas na drenagem venosa do encéfalo.

## 2.3 Seios da dura-máter

Os *seios da dura-máter* são canais sanguíneos responsáveis pela drenagem do sangue venoso do encéfalo. Diferem das veias comuns por apresentarem paredes mais espessas e resistentes, geralmente com formato triangular, e por não se colabarem quando vazios, uma vez que suas paredes são formadas por dobras da própria dura-máter.

De acordo com sua localização na cavidade craniana, os seios da dura-máter podem ser classificados em seios da abóbada craniana e seios da base do crânio.

### 2.3.1 Seios da abóbada craniana

Os *seios da abóbada craniana* são canais venosos formados por dura-máter e responsáveis pela drenagem do sangue venoso do encéfalo (Figura 8.2).

Os principais seios dessa região são:

- *Seio sagital superior* – Apresenta formato triangular e está localizado no plano mediano, na base da foice do cérebro, ao longo da porção superior da fissura longitudinal do cérebro. Segue em direção posterior e termina na *confluência dos seios*. Em suas paredes laterais podem ser observadas lacunas laterais, pequenas expansões repletas de granulações aracnoideas.
- *Seio sagital inferior* – Localiza-se na borda livre inferior da foice do cérebro, margeando o corpo caloso. Segue em direção posterior, desembocando no seio reto.
- *Seio reto* – Situado na união entre a foice do cérebro e a tenda do cerebelo. Em sua extremidade anterior recebe o sangue proveniente do seio sagital inferior e da veia cerebral magna, seguindo posteriormente até a confluência dos seios.
- *Seio occipital* – Localizado na base da foice do cerebelo, é pequeno e geralmente apresenta formato triangular, desembocando na confluência dos seios.
- *Seios transversos* – Localizam-se bilateralmente na base da tenda do cerebelo. Estendem-se desde a confluência dos seios até a porção petrosa do osso temporal, onde se curvam inferiormente para continuar como os seios sigmóides.
- *Seios sigmóides* – Localizam-se na fossa posterior do crânio e apresentam trajeto curvilíneo em forma de “S”. Seguem inferiormente, atravessam o forame jugular e continuam como a veia jugular interna.

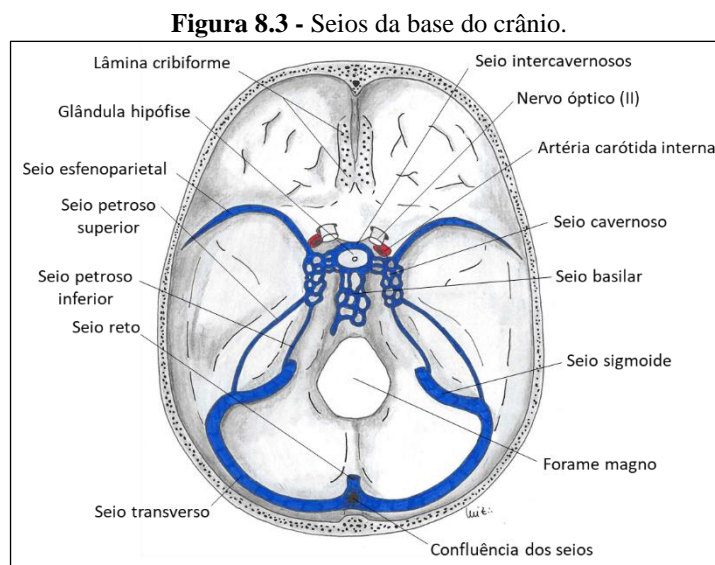
A *confluência dos seios* é uma dilatação localizada na região occipital, geralmente próxima à protuberância occipital interna, onde convergem o seio sagital superior, o seio reto e o seio occipital, dando continuidade bilateralmente aos seios transversos. Constitui um ponto estratégico da drenagem venosa encefálica. Sua configuração anatômica pode apresentar variações individuais quanto à simetria e ao predomínio do fluxo para um dos lados.

### 2.3.2 Seios da base do crânio

Os seios da base do crânio estão localizados na porção inferior da cavidade craniana, intimamente relacionados aos ossos da base do crânio (Figura 8.3).

São constituídos pelos:

- *Seios cavernosos* – Grandes, de contornos irregulares, localizados bilateralmente na face lateral do corpo do osso esfenóide. Diversas estruturas importantes atravessam seu interior, como o nervo oculomotor (III), nervo troclear (IV), nervos oftálmico e maxilar do nervo trigêmeo ( $V_1$  e  $V_2$ ), nervo abducente (VI) e artéria carótida interna.



Fonte: Takase, 2025.

- *Seios intercavernosos* – Localizam-se ao redor da sela túrcica, conectando os dois seios cavernosos e formando um plexo venoso ao redor da glândula hipófise.
- *Plexo basilar* – Localiza-se posteriormente aos seios intercavernosos, sobre a porção basilar do osso occipital. Atua como via de drenagem venosa, conduzindo o sangue para os seios cavernosos e para os seios petrosos inferiores.
- *Seios esfenoparietais* – Localizam-se na face inferior da borda livre da asa menor do osso esfenóide e drenam para os seios cavernosos.
- *Seios petrosos superiores* – Localizam-se ao longo da borda súpero-medial da parte petrosa do osso temporal. Drenam o sangue dos seios cavernosos para os seios sigmóides.
- *Seios petrosos inferiores* – Localizam-se na borda inferior da parte petrosa do osso temporal, inferiormente aos seios petrosos superiores. Drenam o sangue proveniente dos seios cavernosos e do plexo basilar para os seios sigmóides.

#### **Correlações clínicas 1 – Seio cavernoso e infecções da face**

O seio cavernoso possui íntima relação com nervos cranianos e com a artéria carótida interna. Infecções da face, especialmente da região nasal e do lábio superior, podem propagar-se para esse seio por vias venosas, resultando em trombose do seio cavernoso. Clinicamente, essa condição pode causar oftalmoplegia, dor intensa e alterações sensoriais da face. Esse quadro ilustra a importância das relações anatômicas dos seios venosos da base do crânio.

#### 4. Aracnoide-máter

A aracnoide-máter é uma membrana delgada, avascular e está intimamente relacionada à face interna da dura-máter. Diferentemente da pia-máter, a aracnoide-máter não acompanha os sulcos e depressões do encéfalo, mantendo-se relativamente afastada do tecido nervoso.

As *trabéculas aracnoideas* são projeções fibrosas finas e delicadas que se estendem pelo espaço subaracnóideo, da aracnoide-máter até a pia-máter, conferindo sustentação ao encéfalo. Essas trabéculas apresentam aspecto semelhante a teias de aranha, característica que dá nome à membrana.

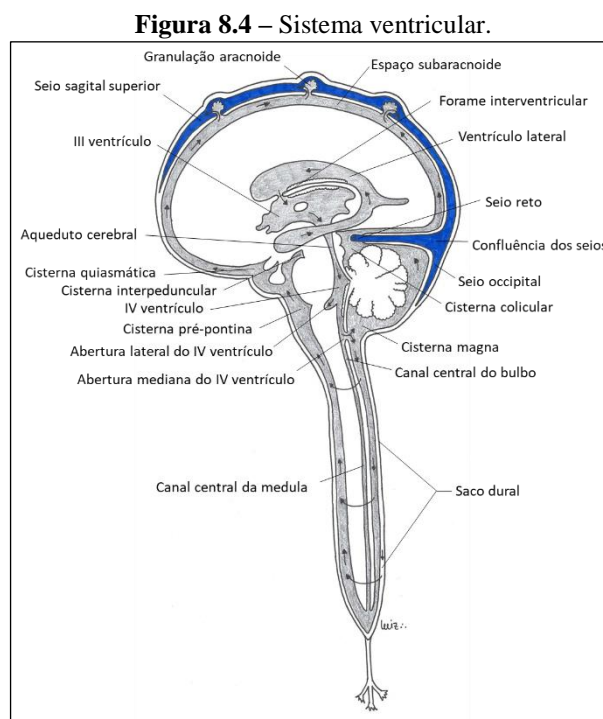
As *granulações aracnoideas* são protruções da aracnoide-máter que se invaginam nos seios da dura-máter, especialmente no seio sagital superior, formando prolongamentos do espaço subaracnoideo. Nessas estruturas ocorre a reabsorção do líquido para a circulação venosa, desempenhando papel fundamental seu equilíbrio (Figuras 8.1 e 8.4).

##### 3.1 Cisternas aracnoideas

Enquanto a pia-máter mantém contato íntimo com a superfície do tecido nervoso, acompanhando sulcos e depressões, a dura-máter e aracnoide-máter acompanham de maneira grosseira os contornos encefálicos. Dessa forma, em determinadas regiões, a distância entre a aracnoide-máter e a pia-máter torna-se maior, originando dilatações do espaço subaracnoideo denominadas *cisternas subaracnóideas* (Figura 8.4).

Do ponto de vista funcional, essas cisternas podem ser comparadas às cisternas de armazenamento de água da construção civil: são regiões de maior capacidade, onde o líquido se acumula temporariamente antes de continuar sua circulação. Assim como as cisternas hidráulicas ajudam a regular o fluxo de água em um sistema, elas contribuem para a correta distribuição do líquido e para a proteção mecânica do encéfalo.

As cisternas subaracnoideas são:



Fonte: Takase, 2025.

- *Cisterna magna*, ou *cisterna cerebello-medular* – É a maior das cisternas e localiza-se inferiormente ao cerebelo e posteriormente ao bulbo, funcionando como uma importante região de acúmulo de líquido na fossa posterior.
- *Cisterna pontina* – Localiza-se anteriormente à ponte, envolvendo a região do sulco bulbopontino e permitindo a circulação ao redor do tronco encefálico.
- *Cisterna interpeduncular* – Situa-se entre os dois pedúnculos cerebrais do mesencéfalo, ocupando a fossa interpeduncular.
- *Cisterna quiasmática* – Localiza-se anteriormente ao quiasma óptico, estando relacionada às estruturas da base do diencéfalo.
- *Cisterna superior*, ou *cisterna da veia cerebral magna* – Localiza-se posteriormente ao teto do mesencéfalo, entre o cerebelo e o esplênio do corpo caloso.
- *Cisterna da fossa lateral do cérebro* – Localiza-se lateralmente no telencéfalo, na depressão formada pelo sulco lateral, permitindo a circulação ao redor das regiões laterais dos hemisférios cerebrais.

#### 4. Pia-máter

A pia-máter é a mais interna e delicada das meninges. Trata-se de uma membrana delgada e translúcida, constituída por tecido conjuntivo fibroso fino, permeável à água e a pequenos solutos. Encontra-se em íntimo contato com o tecido nervoso, acompanhando fielmente seus contornos, inclusive até o fundo dos sulcos e depressões (Figura 8.1).

Entre suas principais funções destaca-se o fornecimento de suporte estrutural ao tecido nervoso, cuja consistência é relativamente gelatinosa, contribuindo para a manutenção de sua forma. Além disso, a pia-máter atua como uma interface física entre o tecido nervoso e os vasos sanguíneos localizados no espaço subaracnoideo, participando da organização do microambiente neural e contribuindo para a eficácia da barreira hematoencefálica.

##### 4.1 Espaço perivascular

Quando os vasos sanguíneos penetram no tecido nervoso, eles levam consigo uma camada da pia-máter. O espaço formado entre essa camada de pia-máter e a parede do vaso sanguíneo denomina-se *espaço perivascular*. Esses espaços correspondem a prolongamentos do espaço subaracnoideo e contêm líquido em seu interior.

Do ponto de vista funcional, este espaço atua como um *manguito protetor* ao redor dos vasos, amortecendo os efeitos da pulsação arterial sobre o tecido nervoso adjacente. Além dessa

função mecânica, os espaços perivasculares desempenham papel importante na drenagem de fluidos e resíduos metabólicos, constituindo uma via fundamental para a drenagem linfática encefálica.

## 5. Espaços

Entre as meninges existem espaços de grande importância anatômica e clínica, que podem ser reais ou potenciais. Esses espaços permitem o deslizamento relativo das membranas, a passagem de vasos sanguíneos e a circulação do líquido, além de estarem diretamente envolvidos em diversas condições patológicas do SNC.

### 5.1 Espaço subdural

O espaço subdural localiza-se entre a dura-máter e a aracnoide-máter. Em condições normais, trata-se de um *espaço virtual*, contendo apenas uma pequena quantidade de líquido, cuja função é evitar a aderência entre essas duas membranas (Figura 8.1).

Em situações patológicas, especialmente em traumatismos cranianos, pode ocorrer o acúmulo de líquido ou sangue nesse espaço, caracterizando edemas subdurais que podem levar à compressão do tecido nervoso subjacente. A importância clínica do espaço subdural decorre justamente de seu caráter potencial, tornando-se evidente apenas quando ocorre sua ocupação anormal.

#### **Correlações clínicas 2 – Espaço subdural e traumatismo craniano**

O espaço subdural é normalmente virtual, tornando-se evidente apenas em situações patológicas. Em traumatismos cranianos, especialmente em idosos ou alcoólatras, pode ocorrer o acúmulo de sangue nesse espaço devido à ruptura de veias de drenagem. Esse acúmulo pode comprimir o tecido nervoso subjacente, causando alterações neurológicas progressivas. A compreensão desse espaço é essencial para diferenciar lesões subdurais de outras hemorragias intracranianas.

### 5.2 Espaço subaracnoideo

O espaço subaracnoideo localiza-se entre a aracnoide-máter e a pia-máter e constitui um espaço real e amplo. Nele circula o líquido, produzido pelos plexos coróides, além de estarem presentes artérias e veias de maior calibre que irrigam e drenam o encéfalo e a medula espinhal (Figura 8.1).

Esse espaço desempenha papel fundamental na proteção mecânica do SNC, funcionando como um meio de amortecimento, além de permitir a distribuição do líquido ao redor do tecido nervoso. As dilatações deste espaço formam as cisternas subaracnoideas, previamente descritas.

## 6. Barreiras encefálicas

As barreiras encefálicas são sistemas estruturais e funcionais que regulam a troca de substâncias entre o sangue, o líquido e o tecido nervoso. Sua principal função é manter a homeostase do meio extracelular do sistema nervoso.

Essas barreiras diferem quanto à localização, ao grau de seletividade e aos mecanismos celulares envolvidos, podendo ser classificadas em barreira hemo-líquórica, barreira líquido-encefálica e barreira hematoencefálica.

### 6.1 Barreira hemo-líquórica

A barreira hemo-líquórica regula a troca de substâncias entre o sangue e o líquido. Está localizada principalmente ao nível dos plexos coróides, sendo formada por células endoteliais modificadas, unidas por junções especializadas, que revestem os ventrículos encefálicos.

Trata-se de uma barreira pouco seletiva, cuja função é controlar a composição química do líquido, permitir a passagem de substâncias necessárias ao seu equilíbrio e impedir a entrada de agentes potencialmente tóxicos. Além disso, participa da remoção de metabólitos e resíduos.

### 6.2 Barreira líquido-encefálica

A barreira líquido-encefálica regula a troca de substâncias entre o líquido e o tecido nervoso. Está relacionada principalmente à interface com o espaço subaracnoideu e a superfície do cérebro e medula espinhal, envolvendo a pia-máter e as células da glia subjacentes.

Essa barreira apresenta baixo grau de seletividade, atuando na proteção do tecido nervoso contra variações químicas bruscas do líquido e contra processos inflamatórios, contribuindo para a estabilidade do microambiente neural.

### 6.3 Barreira hematoencefálica

A barreira hematoencefálica é a mais importante e seletiva das barreiras encefálicas. Ela regula a troca de substâncias entre o sangue e o tecido nervoso, protegendo os neurônios contra a entrada de moléculas grandes, toxinas, agentes patogênicos e variações abruptas da composição sanguínea.

Essa barreira é formada principalmente pelas células endoteliais dos capilares do SNC, que apresentam junções oclusivas (*tight junctions*), associadas a uma membrana basal contínua. Embora altamente seletiva, a barreira hematoencefálica permite a entrada de nutrientes essenciais, como glicose e aminoácidos, por meio de transportadores específicos, garantindo o

metabolismo adequado do tecido nervoso.

## 7. Líquor

O *líquor*, ou *líquido cefalorraquidiano*, é um fluido biológico que se encontra em íntima relação com o SNC e suas meninges. Trata-se de um fluido estéril, incolor e límpido, constituído por um ultrafiltrado do plasma, produzido pelos plexos coroides. Ele circula continuamente pelos ventrículos encefálicos e pelo espaço subaracnoideo, desempenhando papel fundamental na proteção, nutrição e homeostase do tecido nervoso.

Suas principais funções são:

- *Proteção contra impactos mecânicos* – O líquido atua como um verdadeiro coxim líquido, amortecendo choques e variações bruscas de movimento. De acordo com o Princípio de Pascal, a pressão aplicada a um fluido em equilíbrio é transmitida igualmente a todas as suas partes, o que permite a distribuição homogênea das forças mecânicas sobre o SNC.
- *Redução do peso aparente do tecido nervoso* – Conforme o Princípio de Arquimedes, todo corpo imerso em um fluido sofre uma força de empuxo vertical dirigida de baixo para cima, igual ao peso do volume de líquido deslocado. Assim, o encéfalo, que possui massa aproximada de 1,5 kg, passa a exercer um peso efetivo em torno de 50 g quando imerso no líquido, reduzindo a compressão sobre suas próprias estruturas.
- *Defesa e homeostase* – Participa da proteção contra agentes infecciosos e substâncias tóxicas, auxilia na manutenção da homeostase do SNC, contribui para a distribuição de nutrientes e mensageiros químicos e participa da remoção de metabólitos e resíduos celulares.

### 7.1 Formação, circulação e absorção

O líquido é produzido pelos *plexos corioides*, formações especializadas constituídas por células endoteliais modificadas que revestem tufo de tecido conjuntivo ricamente vascularizado, derivados da pia-máter. Estes plexos estão localizados no assoalho dos ventrículos laterais e no teto do III e IV ventrículos (Figura 8.4).

O volume total presente nos ventrículos e no espaço subaracnoideo é, em média, de 100 a 150 mL. Diariamente, cerca de 500 mL de líquido são produzidos, sendo continuamente reabsorvidos, principalmente pelas granulações aracnoideas. Em condições normais, a renovação completa do líquido ocorre aproximadamente a cada oito horas.

Sua circulação inicia-se nos ventrículos laterais, seguindo pelos forames interventriculares até o III ventrículo e alcançando o IV ventrículo através do aqueduto cerebral. A partir do IV ventrículo, o líquido escoar para o espaço subaracnoideo através das aberturas laterais e da abertura mediana do IV ventrículo.

No espaço subaracnoideo, sua circulação é lenta e influenciada pela gravidade. O IV ventrículo recém-formado tende a deslocar-se inferiormente ao longo da porção posterior do saco dural, enquanto o mais antigo é empurrado superiormente em direção à cavidade craniana, onde continua sua circulação até ser reabsorvido pelas granulações aracnoideas.

**Correlações clínicas 3 - Líquor e pressão intracraniana**

Alterações na produção, circulação ou reabsorção do líquido podem levar a aumento da pressão intracraniana. A obstrução da circulação ou a redução de sua reabsorção pode resultar em hidrocefalia. Clinicamente, isso se manifesta por cefaleia, náuseas, vômitos e, em casos graves, comprometimento do nível de consciência. O entendimento da dinâmica do líquido é fundamental para interpretar esses quadros.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Membranas conjuntivas que envolvem e protegem o SNC
- Dura-máter, aracnoide-máter e pia-máter
- Funções: proteção mecânica, organização anatômica e manutenção do meio adequado ao tecido nervoso

#### 2. Dura-máter

- Mais externa, espessa e resistente
- Folheto externo e folheto interno

#### 2.1 Pregas da dura-máter

- Foixe do cérebro – separa os hemisférios cerebrais
- Tenda do cerebelo – separa compartimentos supratentorial e infratentorial
- Foixe do cerebelo – separa os hemisférios cerebelares
- Diafragma da sela – sobre a cela turca e a hipófise

#### 2.2 Seios da dura-máter

- Espaços revestidos de células endoteliais - canais venosos que drenam o sangue do encéfalo
- Seios da abóbada craniana: sagital superior, sagital inferior, reto, occipital, transverso e sigmoide
- Seios da base do crânio: cavernoso, intercavernoso, plexo basilar, efenoparietal, petroso superior e petroso inferior
- Confluência dos seios - ponto de convergência da drenagem venosa

#### 3. Aracnoide-máter

- Intimamente relacionada com a dura-máter
- Trabéculas aracnoideas
- Granulações aracnoideas - reabsorção do líquido

#### 3.1 Cisternas subaracnoideas

- Dilatações do espaço subaracnóideo - áreas de acúmulo e redistribuição do líquido
- Cisternas magna, pontina, interpeduncular, quiasmática, superior e da fossa lateral

#### 4. Pia-máter

- Em íntimo contato com o tecido nervoso
- Suporte estrutural do SNC
- Interface entre vasos sanguíneos e tecido nervoso

#### 4.1 Espaço perivascular

- Formado quando vasos penetram no tecido nervoso levando a pia-máter - contém líquido e funciona como manguito protetor dos vasos

#### 5. Espaços meníngeos

- Espaço subdural - entre dura-máter e aracnoide-máter; normalmente virtual
- Espaço subaracnóideo - entre aracnoide-máter e pia-máter; espaço real, contendo líquido e vasos

#### 6. Barreiras encefálicas

- Barreira hemo-liquórica
- Barreira líquido-encefálica
- Barreira hematoencefálica - altamente seletiva, protege o SNC

#### 7. Líquor (líquor)

- Fluido estéril, incolor e límpido, produzido pelos plexos coróides
- Funções - proteção contra impactos (Princípio de Pascal), redução do peso aparente do encéfalo (Princípio de Arquimedes), defesa, nutrição e homeostase do SNC
- Produzido continuamente, circula lentamente e é reabsorvido pelas granulações aracnoideas

## ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (*Laboratório de Anatomia*)

### 1. Observação geral

Inicie identificando as meninges em conjunto, antes de separá-las.

Reconheça as três camadas, da mais externa para a mais interna:

- *Dura-máter* – mais superficial e resistente.
- *Aracnoide-máter* – delgada, justaposta à dura-máter.
- *Pia-máter* – delgada e intimamente aderida ao tecido nervoso.

Observe cuidadosamente como cada uma se relaciona com o encéfalo e com o crânio.

#### 1.1 Espaços meníngeos

Após identificar as camadas, observe os espaços entre elas:

- *Espaço subdural* – entre dura-máter e aracnoide-máter (virtual em condições normais).
- *Espaço subaracnoide* - entre aracnoide-máter e pia-máter, preenchido por líquido.

Certifique-se de compreender que apenas o espaço subaracnoide contém líquido em condições fisiológicas.

### 2. Dura-máter

Primeiro, identifique seus dois folhetos:

- *Folheto interno* – voltado para o tecido nervoso.
- *Folheto externo* – voltados para o tecido ósseo.

#### 2.1 Pregas da dura-máter

Identifique as principais pregas:

- *Foice do cérebro* - lâmina vertical localizada dentro da fissura longitudinal do cérebro.
- *Tenda do cerebelo* - lâmina horizontal que separa os lobos occipitais do cerebelo.
- *Foice do cerebelo* - pequena lâmina vertical que separa parcialmente os hemisférios cerebelares.
- *Diafragma da sela* - pequena lâmina horizontal que recobre a sela túrcica.

Observe sua localização e relação com as divisões do encéfalo.

#### 2.2 Cavidades da dura-máter

Identifique:

- *Cavo trigeminal*.
- *Seios da dura-máter* – canais venosos revestidos por endotélio.

Observe que os seios são formados pela separação dos folhetos da dura.

#### 2.3 Seios da dura-máter

Antes de nomear, localize seu trajeto geral e suas conexões.

##### 2.3.1 Seios da abóbada craniana

Identifique:

- *Seio sagital superior* – na base da foice do cerebelo.
- *Seio sagital inferior* – na borda livre da foice do cerebelo.
- *Seio reto* – na união da foice do cérebro com a tenda do cerebelo.
- *Seio occipital* – na base da foice do cerebelo.
- *Seios transversos* – na base da tenda do cerebelo.
- *Seios sigmoides* - continuação dos seios transversos.

Identificar a *confluência dos seios*, onde o seio sagital superior, seio reto, seios transversos e seio occipital se encontram.

##### 2.3.2 Seios da base do crânio

Identifique:

- *Seios cavernosos* – nas paredes laterais do corpo do osso esfenoide.
- *Seio intercavernoso* – sobre a cela turca, conecta os dois seios cavernosos.
- *Seios esfenoparietal* – na borda livre da asa menor do esfenoide.
- *Seio basilar* – posteriormente ao seio intercavernoso.
- *Seios petrosos superiores* - na borda superior da parte petrosa do osso temporal.

- *Seios petrosos inferiores* - na fissura petro-occipital.

Observe suas relações com estruturas nervosas e vasculares da base do crânio.

### 3. Aracnoide-máter

Identifique:

- *Granulações aracnoides* - projeções que penetram nos seios da dura-máter (principalmente no seio sagital superior).
- *Trabéculas aracnoides* - delicadas conexões entre aracnoide e pia-máter no espaço subaracnoide.

### 4. Pia-máter

Observe a membrana fina e translúcida que acompanha intimamente:

- Giros.
- Sulcos.
- Vasos sanguíneos superficiais.

Note como ela adere ao tecido nervoso, diferente da aracnoide.

### 5. Espaço subaracnoide

Identifique o espaço entre aracnoide e pia-máter, preenchido pelo líquido.

Observe que, em determinadas regiões, ele se expande formando as cisternas.

#### 5.1 Cisternas subaracnoides

Melhor observadas em corte sagital mediano da cabeça.

- *Cisterna magna* - entre a face inferior do cerebelo e a face posterior do bulbo, sendo a maior cisterna subaracnoide.
- *Cisterna pontinha* - anteriormente à ponte.
- *Cisterna interpeduncular* - entre os pedúnculos cerebrais.
- *Cisterna quiasmática* - anteriormente ao quiasma óptico.
- *Cisterna da fossa lateral* - observada em corte frontal da cabeça, está localizada ao longo do sulco lateral.

Observe a localização de cada uma em relação ao tronco encefálico e à base do cérebro.

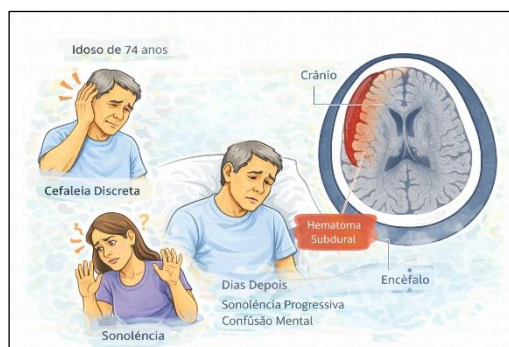
## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 – Trauma craniano em idoso

Um homem de 74 anos sofre uma queda da própria altura e bate levemente a cabeça. Inicialmente apresenta apenas cefaleia discreta, mas após alguns dias passa a apresentar sonolência progressiva e confusão mental. A tomografia computadorizada revela uma coleção líquida em formato de crescente entre o crânio e o encéfalo.

#### Perguntas:

1. Qual espaço meníngeo está envolvido nesse quadro?
2. Por que esse tipo de lesão é mais comum em idosos?
3. Qual a importância anatômica desse espaço para o desenvolvimento do quadro?

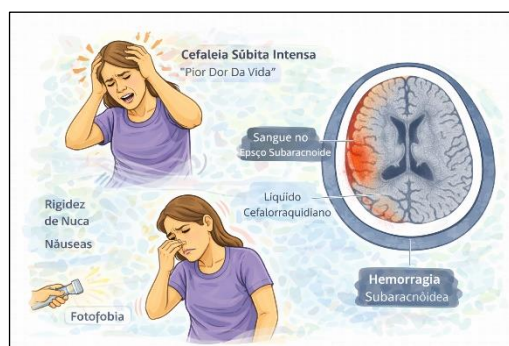


### 2. Caso clínico 2 – Cefaleia súbita e rigidez de nuca

Uma mulher de 45 anos dá entrada no pronto-socorro com cefaleia súbita intensa, descrita como “a pior dor de cabeça da vida”, associada a rigidez de nuca, náuseas e fotofobia. A tomografia sugere presença de sangue misturado ao líquido.

#### Perguntas:

1. Em qual espaço meníngeo ocorreu o sangramento?
2. Por que a rigidez de nuca está associada a esse quadro?
3. Qual estrutura anatômica está diretamente relacionada à circulação e absorção do líquido nesse caso?



## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Descreva as meninges e suas funções gerais.
2. Diferencie a dura-máter encefálica da dura-máter espinhal.
3. Explique a função das pregas da dura-máter.
4. O que são os seios da dura-máter e qual sua função?
5. Caracterize a aracnoide e suas especializações.
6. Explique o que são as cisternas subaracnoideas e sua importância.
7. Descreva a pia-máter e o espaço perivascular.
8. Diferencie espaço subdural e espaço subaracnoideo.
9. Descreva as barreiras encefálicas e destaque a mais importante.
10. Explique a formação, circulação e funções do líquido.

## TESTES

### 11. Sobre a dura-máter encefálica e suas especializações, assinale a alternativa CORRETA.

- A) A foixe do cérebro é formada pelo folheto periosteal da dura-máter.
- B) Os seios da dura-máter são revestidos por epitélio pavimentoso estratificado.
- C) A separação entre os folhetos da dura-máter encefálica pode originar pregas e seios venosos.

- D) A dura-máter espinal apresenta dois folhetos, assim como a encefálica.
- E) As pregas da dura-máter têm função exclusiva de drenagem venosa.

**12. A respeito do espaço subaracnoideo, é CORRETO afirmar que:**

- A) Trata-se de um espaço virtual que só se torna evidente em condições patológicas.
- B) Contém apenas líquido, sendo isento de vasos sanguíneos.
- C) Suas dilatações são denominadas cisternas subaracnoideas.
- D) É delimitado externamente pela dura-máter.
- E) Não apresenta relação com a circulação do líquido.

**13. Um processo infeccioso na região do lábio superior pode evoluir com trombose de qual estrutura, devido às suas conexões venosas e relações anatômicas?**

- A) Seio cavernoso
- B) Seio sagital superior
- C) Seio transversal
- D) Seio petroso superior
- E) Seio occipital

**14. A barreira hematoencefálica distingue-se das demais barreiras encefálicas principalmente por:**

- A) Ser formada pela pia-máter e pela aracnoide.
- B) Permitir livre passagem de toxinas hidrossolúveis.
- C) Regular apenas a composição do líquido.
- D) Estar localizada exclusivamente nos plexos coróides.
- E) Apresentar alto grau de seletividade devido às junções oclusivas endoteliais.

**15. Considerando a dinâmica do líquido, assinale a alternativa CORRETA.**

- A) O líquido é produzido principalmente no espaço subaracnoideo.
- B) A circulação do líquido é rápida e pulsátil no espaço subaracnoideo.
- C) O volume total de líquido produzido diariamente equivale ao volume total presente no SNC.
- D) O líquido é reabsorvido predominantemente pelas granulações aracnoideas.
- E) A absorção do líquido ocorre exclusivamente no IV ventrículo.

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. O espaço envolvido é o espaço subdural, localizado entre a dura-máter e a aracnoide. Trata-se de um espaço normalmente virtual, que se torna evidente em condições patológicas.
2. Em idosos, ocorre maior fragilidade das veias de drenagem e certo grau de atrofia encefálica, o que aumenta a tensão sobre essas veias e facilita sua ruptura mesmo após traumas leves.
3. Por ser um espaço potencial, o acúmulo de sangue ou líquido no espaço subdural pode levar à compressão progressiva do tecido nervoso, explicando o agravamento tardio dos sintomas neurológicos.

## 2. Caso clínico 2

1. O sangramento ocorreu no espaço subaracnoideo, espaço real localizado entre a aracnoide e a pia-máter, onde circula o líquido.
2. A presença de sangue no líquido irrita as meninges, especialmente a aracnoide e a pia-máter, desencadeando dor intensa e rigidez de nuca devido à estimulação meníngea.
3. As granulações aracnoideas estão diretamente relacionadas à absorção do líquido e podem ser comprometidas nesse quadro, contribuindo para alterações da pressão intracraniana.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. As meninges são membranas conjuntivas que envolvem o SNC, sendo constituídas por dura-máter, aracnoide e pia-máter, com funções de proteção, sustentação e organização do SNC. Além da proteção mecânica, as meninges participam da compartimentalização do encéfalo, da circulação do líquido e da manutenção do microambiente neural adequado ao funcionamento dos neurônios.
2. A dura-máter encefálica possui dois folhetos (periosteal e meníngeo), enquanto a dura-máter espinhal é formada por um único folheto. No crânio, o folheto periosteal adere aos ossos e atua como periosteio, enquanto o meníngeo forma pregas e seios venosos; na medula espinhal, essa diferenciação não ocorre.
3. As pregas da dura-máter compartimentalizam a cavidade craniana e auxiliam na sustentação e estabilidade do encéfalo. Essas pregas limitam deslocamentos excessivos do tecido nervoso e organizam anatomicamente regiões como os compartimentos supratentorial e infratentorial.
4. São canais venosos formados por desdobramentos da dura-máter, responsáveis pela drenagem venosa do encéfalo. Diferem das veias comuns por não se colabarem e por possuírem paredes mais rígidas, além de estabelecerem comunicação direta com a veia jugular interna.
5. A aracnoide é uma meninge delgada e avascular, localizada entre a dura-máter e a pia-máter, apresentando trabéculas e granulações aracnoideas. As trabéculas conectam a aracnoide à pia-máter, enquanto as granulações aracnoideas participam da reabsorção do líquido.
6. São dilatações do espaço subaracnoideo onde há maior acúmulo de líquido. Funcionam como “reservatórios” temporários do líquido, auxiliando na sua distribuição e proteção mecânica do encéfalo, especialmente na base do crânio.
7. A pia-máter é a meninge mais interna, aderida ao tecido nervoso; o espaço perivascular forma-se ao redor dos vasos que penetram no SNC. O espaço perivascular contém líquido, atua como amortecedor da pulsação vascular e participa da drenagem de resíduos metabólicos do SNC.
8. O espaço subdural é potencial e localiza-se entre dura-máter e aracnoide; o espaço subaracnoideo é real, entre aracnoide e pia-máter, contendo líquido e vasos. Essa diferença é fundamental para a compreensão de quadros como hematomas subdurais e hemorragias subaracnoideas.
9. As barreiras encefálicas regulam a troca de substâncias entre sangue, líquido e tecido nervoso; a barreira hematoencefálica é a mais seletiva. A barreira hematoencefálica protege o SNC contra toxinas e patógenos, permitindo a passagem seletiva de nutrientes essenciais por transportadores específicos.
10. O líquido é produzido pelos plexos coróides, circula pelos ventrículos e espaço subaracnoideo e é reabsorvido pelas granulações aracnoideas. O líquido protege o SNC

contra impactos, reduz o peso aparente do encéfalo, participa da defesa, nutrição e manutenção da homeostase do SNC.

11. C - Na cavidade craniana, a dura-máter possui folheto periosteal e meníngeo. A separação do folheto meníngeo do periosteal dá origem tanto às pregas quanto aos seios venosos. A dura-máter espinhal apresenta apenas um folheto.
12. C - O espaço subaracnoideo é um espaço real, localizado entre aracnoide e pia-máter, contendo líquido e vasos de maior calibre. Suas dilatações formam as cisternas subaracnoideas, regiões de acúmulo e redistribuição do líquido.
13. A - O seio cavernoso possui conexões venosas com regiões da face e abriga estruturas neurovasculares importantes. Por isso, infecções da chamada “área de perigo da face” podem propagar-se até esse seio, levando à trombose.
14. E - barreira hematoencefálica é altamente seletiva devido às tight junctions entre as células endoteliais dos capilares do SNC, associadas a astrócitos e pericitos, restringindo a passagem de muitas substâncias.
15. D - Embora o volume total de líquido seja de aproximadamente 100–150 mL, cerca de 500 mL são produzidos diariamente. Esse líquido é reabsorvido principalmente pelas granulações aracnoideas, mantendo o equilíbrio do sistema.

## CAPÍTULO 09 - VASCULARIZAÇÃO

### CONTEÚDO

1. Generalidades	4. Drenagem venosa
2. Vascularização da medula espinhal	4.1 Sistema venoso profundo
2.1 Irrigação arterial	4.2 Seios da dura-máter
2.2 Drenagem venosa	5. Considerações finais
3. Irrigação arterial do encéfalo	Material complementar
3.1 Artérias de origem	Resumo
3.2 Ramos do sistema vértebro-basilar	Roteiro de aula prática
3.3 Artérias cerebrais	Casos clínicos
3.4 Círculo arterial do cérebro	Questões

### 1. Generalidades

O tecido nervoso exige um suprimento constante e elevado de glicose e oxigênio, correspondendo a cerca de 25% de todo o montante captado pelo organismo. Para atender a essa demanda metabólica intensa, é indispensável a manutenção de um fluxo sanguíneo contínuo e adequadamente regulado. Diferentemente de outros tecidos, o sistema nervoso apresenta baixíssima capacidade de armazenamento energético, o que o torna particularmente vulnerável a interrupções, mesmo breves, desta perfusão sanguínea.

Qualquer diminuição ou suspensão do fluxo sanguíneo cerebral ou medular pode resultar em manifestações clínicas que variam desde a perda transitória da consciência até lesões neurológicas graves e irreversíveis, como ocorre nos quadros de isquemia e hipóxia. Dessa forma, compreender a organização da vascularização do SNC é fundamental para o entendimento da fisiologia normal e das bases anatômicas das principais afecções neurológicas.

### 2. Vascularização da medula espinhal

#### 2.1 Irrigação arterial

A irrigação da medula espinhal é realizada pela artéria espinhal anterior, pelas artérias espinhais posteriores e pelas artérias radiculares (Figura 9.1).

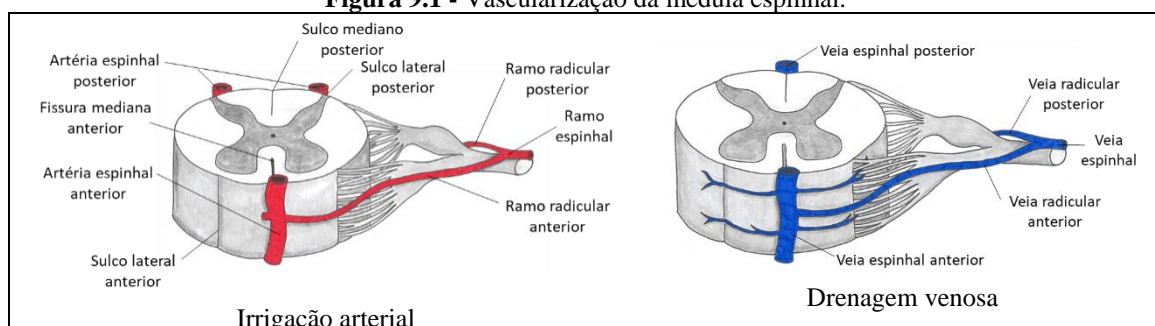
- *Artéria espinhal anterior* – Formada pela união de dois pequenos ramos recorrentes originados das artérias vertebrais, que se unem próximo à fissura mediana anterior. A partir desse ponto, segue ao longo do eixo longitudinal da medula espinhal, distribuindo ramos para sua porção anterior.

- *Artérias espinhais posteriores* – Geralmente originadas das artérias vertebrais, seguem posteriormente até a região dos sulcos laterais posteriores, onde se fletem inferiormente, acompanhando longitudinalmente a medula espinhal.
- *Artérias radiculares* – Possuem múltiplas origens segmentares, atravessam os forames intervertebrais acompanhando os nervos espinhais e dividem-se em artérias radiculares anteriores e posteriores. Essas artérias acompanham as raízes nervosas e anastomosam-se com as artérias espinhais anterior e posteriores.

Do ponto de vista funcional, a organização da irrigação arterial da medula espinhal reflete a distribuição dos seus principais componentes anatômicos. A artéria espinhal anterior é responsável pela irrigação da maior parte da medula, incluindo as colunas anteriores da substância cinzenta e grande parte da substância branca anterior e lateral, regiões diretamente relacionadas à condução de impulsos motores e às principais vias ascendentes e descendentes. As artérias espinhais posteriores irrigam predominantemente a porção posterior da medula, incluindo as colunas posteriores, associados à condução de impulsos sensitivos.

As artérias radiculares desempenham papel fundamental ao reforçar o suprimento sanguíneo ao longo dos diferentes segmentos medulares, uma vez que as artérias espinhais longitudinais, isoladamente, não são suficientes para garantir a perfusão adequada de toda a extensão da medula. Dessa forma, a integridade da circulação medular depende da combinação entre vasos longitudinais e reforços segmentares, garantindo a manutenção do metabolismo neuronal e da condução dos impulsos nervosos.

**Figura 9.1 - Vascularização da medula espinhal.**



Fonte: Takase, 2025.

## 2.2 Drenagem venosa

A drenagem venosa da medula espinhal é realizada por plexos venosos dispostos na superfície da medula. Esses plexos drenam para as *veias espinhais anterior e posterior*, que acompanham, respectivamente, a fissura mediana anterior e o sulco mediano posterior. As veias espinhais drenam para as *veias radiculares anteriores e posteriores*, que seguem junto

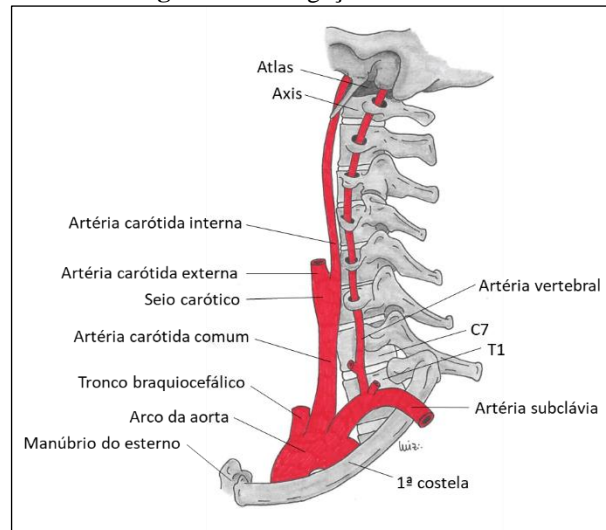
às raízes nervosas, atravessam os forames intervertebrais e se unem para formar a *veia intervertebral* (Figura 9.1).

### 3. Irrigação arterial do encéfalo

As artérias responsáveis pela irrigação encefálica apresentam algumas peculiaridades quando comparadas às artérias de mesmo calibre no restante do corpo. Suas paredes são mais delgadas e possuem menor quantidade de fibras musculares na túnica média, característica compensada por uma maior espessura da túnica elástica interna.

De modo geral, o encéfalo é irrigado por ramos da artéria carótida interna e da artéria vertebral (Figura 9.2).

**Figura 9.2 - Irrigação encefálica.**



Fonte: Takase, 2025.

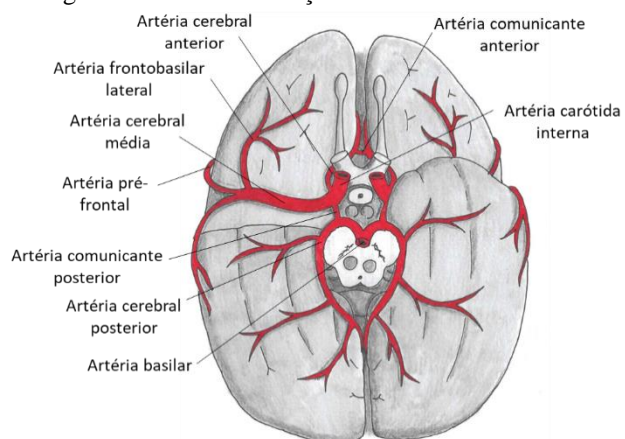
#### 3.1 Artérias de origem

- *Artéria carótida interna* – Origina-se na bifurcação da *artéria carótida comum* e segue superiormente pelo pescoço. Penetra na cavidade craniana através do *canal carotídeo*, percorre o interior do *seio cavernoso* e emerge lateralmente ao *quiasma óptico*. No interior da cavidade craniana, divide-se em

dois ramos terminais: a *artéria cerebral anterior* e a *artéria cerebral média* (Figura 9.3).

- *Artérias vertebrais* – Originam-se das artérias subclávias e seguem superiormente pelo pescoço, atravessando os forames transversários das vértebras cervicais. Penetram na cavidade craniana através do forame magno e ascendem anteriormente ao bulbo, unindo-se ao nível do sulco bulbopontino para formar a *artéria basilar*, cujos ramos terminais são as *artérias cerebrais posteriores* (Figura 9.4).

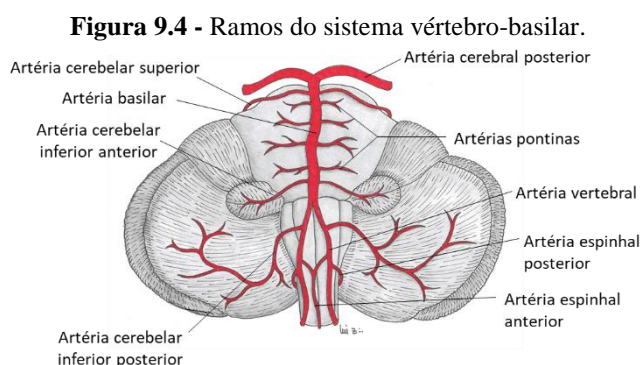
**Figura 9.3 – Vascularização cerebral. Vista inferior.**



Fonte: Takase, 2025.

### 3.2 Ramos do sistema vértebro-basilar

As artérias vertebrais e a artéria basilar emitem ainda diversos ramos responsáveis pela irrigação de porções da medula espinhal, do tronco encefálico e do cerebelo (Figura 9.4).



Fonte: Takase, 2025.

### 3.3 Artérias cerebrais

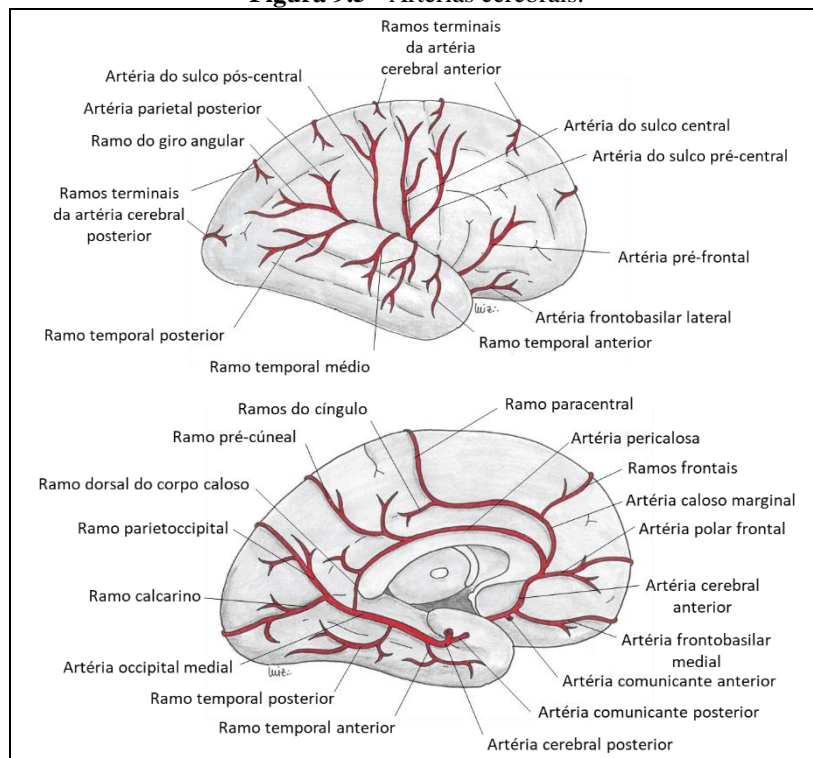
As artérias cerebrais são as principais responsáveis pela irrigação dos hemisférios cerebrais, distribuindo-se pelas superfícies medial, lateral e inferior do encéfalo (Figura 9.5).

- *Artéria cerebral anterior* – Segue em direção à fissura longitudinal do cérebro, acompanhando-a anteriormente e, em seguida, dirigindo-se superiormente pela face medial do telencéfalo. Acompanha o corpo caloso ao longo de seu trajeto, emitindo ramos corticais. Irriga grande parte da face medial do hemisfério cerebral e uma estreita faixa da face súpero-lateral adjacente à fissura longitudinal.
- *Artéria cerebral média* – Dirige-se lateralmente, penetrando profundamente na porção anterior do sulco lateral. A partir desse ponto, emite numerosos ramos que se distribuem pela superfície do hemisfério cerebral. Responsável pela irrigação da maior parte da face súpero-lateral do hemisfério cerebral.
- *Artéria cerebral posterior* – Origina-se da bifurcação da artéria basilar e segue posteriormente, contornando o tronco encefálico em direção à face inferior do hemisfério cerebral. Irriga principalmente a face inferior do lobo temporal e o lobo occipital.

A *artéria comunicante anterior* conecta as duas artérias cerebrais anteriores, enquanto a *artéria comunicante posterior* estabelece comunicação entre a artéria cerebral média e a artéria cerebral posterior.

#### **Correlação clínica 1 – Vulnerabilidade do território da artéria cerebral média**

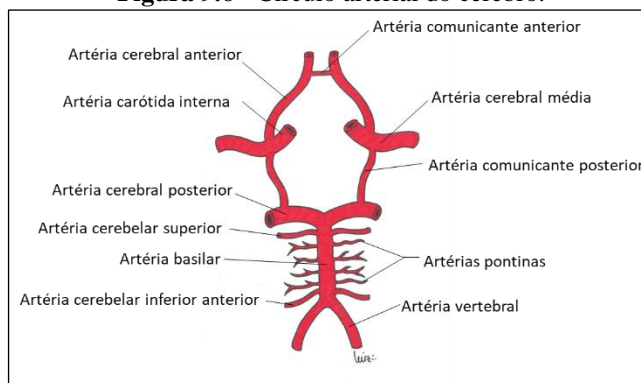
A artéria cerebral média irriga extensa área da face súpero-lateral do hemisfério cerebral, incluindo regiões corticais funcionais amplas. Por essa razão, alterações no seu fluxo sanguíneo estão frequentemente associadas a manifestações neurológicas evidentes. Esse padrão reforça a importância de compreender seu trajeto e território de irrigação durante o estudo da anatomia encefálica.

**Figura 9.5 - Artérias cerebrais.**

Fonte: Takase, 2025.

### 3.4 Círculo arterial do cérebro

O círculo arterial do cérebro, antigamente denominado pelo epônimo “Polígono de Willis”, é um polígono anastomótico localizado na base do cérebro, formado pelas *artérias cerebrais anteriores*, *artéria comunicante anterior*, *artérias cerebrais médias*, *artérias comunicantes posteriores* e *artérias cerebrais posteriores* (Figura 9.6).

**Figura 9.6 - Círculo arterial do cérebro.**

Fonte: Takase, 2025.

Esse arranjo cria uma redundância na circulação cerebral, permitindo o fornecimento de um fluxo sanguíneo colateral entre o sistema carotídeo interno e o sistema vértebro-basilar. Trata-se de um importante mecanismo de proteção em casos de obstrução ou estreitamento de algum desses vasos, contribuindo para a preservação da perfusão cerebral e a redução do risco de isquemia. Na prática, entretanto, esse arranjo apresenta grande variabilidade anatômica entre os indivíduos, em alguns casos, o círculo arterial do cérebro não está completo ou perfeitamente funcional.

**Correlação clínica – Variabilidade do círculo arterial do cérebro**

Embora o círculo arterial do cérebro funcione como via de circulação colateral, sua configuração anatômica apresenta grande variabilidade entre os indivíduos. Em muitos casos, o círculo não está completo ou não é funcionalmente eficiente. Essa variabilidade explica por que obstruções semelhantes podem gerar quadros clínicos distintos em diferentes pacientes.

**4. Drenagem venosa do encéfalo**

Diferentemente do restante do corpo, as veias encefálicas não acompanham as artérias e apresentam maior calibre do que suas contrapartes arteriais. Sua estrutura também possui características próprias: não possuem valvas, apresentam paredes mais delgadas e contêm poucas fibras musculares na túnica média.

De modo geral, as veias do cérebro são organizadas em dois sistemas principais: *sistema venoso superficial* e *sistema venoso profundo*. Ambos drenam para os *seios da dura-máter*, que convergem, ao final, para a *veia jugular interna* (Figura 9.7).

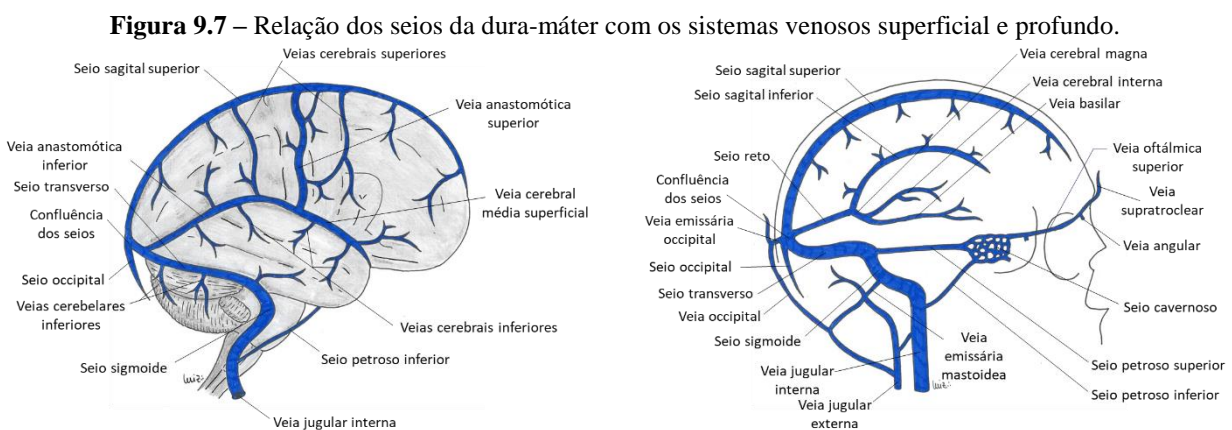
**4.1 Sistema venoso superficial**

É formado pelas *veias cerebrais superficiais superiores*, que drenam as faces superior, súpero-lateral e medial dos hemisférios cerebrais, principalmente para o *seio sagital superior* ou para a *veia cerebral média superficial*, a qual desemboca no seio cavernoso (Figura 9.7).

As *veias cerebrais superficiais inferiores* drenam a base dos hemisférios cerebrais (lobos temporal e occipital), levando o sangue venoso para a veia cerebral média superficial, seio petroso superior, seio cavernoso e seio transverso.

**4.2 Sistema venoso profundo**

É formado principalmente pela *veia cerebral interna*, que se une à *veia basilar* para formar a *veia cerebral magna*, um vaso ímpar que drena para o *seio reto* (Figura 9.7).



Fonte: Takase, 2025.

### 4.3 Seios da dura-máter

Os seios da dura-máter foram estudados com mais detalhes no Capítulo 08. De forma resumida, o sangue proveniente do *seio sagital superior*, do *seio reto* e do *seio occipital* converge para a *confluência dos seios* (Figura 9.7).

A partir desse ponto, formam-se os *seios transversos*, que se curvam inferiormente e continuam como *seios sigmóides*, os quais se continuam com a *veia jugular interna*.

O sangue proveniente do *plexo basilar*, do *seio esfenoparietal* e do *seio intercavernoso* drena para o *seio cavernoso*, que origina o *seio petroso superior* e o *seio petroso inferior*, ambos desembocando no *seio sigmoide*.

#### Correlação clínica – Drenagem venosa facial e comunicação com o meio externo

As veias da face, como a veia angular, estabelecem comunicações diretas com o sistema venoso profundo do crânio por meio das veias oftálmicas, que drenam para o seio cavernoso. Como essas veias não possuem válvulas, infecções superficiais da face, especialmente na região do chamado “triângulo da face”, podem disseminar-se retrogradamente para o interior da cavidade craniana. Essa característica anatômica explica o risco de complicações intracranianas a partir de infecções cutâneas aparentemente simples.

## 5. Considerações finais

A vascularização do SNC apresenta uma organização altamente especializada, diretamente relacionada às elevadas exigências metabólicas do tecido nervoso e à sua limitada capacidade de tolerar interrupções no suprimento sanguíneo. Tanto na medula espinhal quanto no encéfalo, a disposição dos vasos reflete a necessidade de garantir fluxo contínuo e eficiente, assegurando a manutenção da atividade neuronal e da condução dos impulsos nervosos.

Na medula espinhal, a combinação entre as artérias espinhais e artérias radiculares evidencia a importância da integração entre diferentes sistemas vasculares para a adequada perfusão de toda a sua extensão. De modo semelhante, no encéfalo, a participação dos sistemas carotídeo interno e vértebro-basilar, associada à presença do círculo arterial do cérebro, demonstra a existência de mecanismos anatômicos voltados à redistribuição do fluxo sanguíneo e à proteção contra falhas circulatórias.

A drenagem venosa, por sua vez, apresenta características próprias, organizando-se em sistemas superficial e profundo que convergem para os seios da dura-máter e, finalmente, para a veia jugular interna. Essa organização assegura o retorno venoso eficiente e complementa o funcionamento do sistema arterial, contribuindo para o equilíbrio hemodinâmico intracraniano.

Assim, o estudo da vascularização do SNC não se limita à descrição anatômica dos vasos, mas constitui base fundamental para a compreensão da fisiologia nervosa e das alterações estruturais e funcionais observadas nas principais afecções neurológicas. O domínio desses

conceitos anatômicos é indispensável para a interpretação adequada de quadros clínicos e para a integração do conhecimento anatômico com as demais áreas das ciências da saúde.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Alta demanda - cerca de 25% do oxigênio e da glicose captados
- Extremamente vulnerável à interrupção do fluxo sanguíneo - perda transitória da consciência até lesões neurológicas irreversíveis

#### 2. Vascularização da medula espinhal

##### 2.1 Irrigação arterial

- Artéria espinhal anterior – origem nas artérias vertebrais, irriga a maior parte da medula
- Artérias espinhais posteriores - origem nas artérias vertebrais e irrigam predominantemente a porção posterior da medula
- Artérias radiculares – origem segmentar – reforçam o suprimento sanguíneo - essenciais para a perfusão adequada de todos os segmentos medulares

##### 2.2 Drenagem venosa

- Plexos venosos
- Veias espinhais anterior e posterior
- Veias radiculares
- Veia intervertebral

#### 3. Irrigação arterial do encéfalo

- Artérias encefálicas possuem paredes mais delgadas, poucas fibras musculares e túnica elástica interna espessada
- Artéria carótida interna
  - artéria cerebral anterior
  - artéria cerebral média
- Artérias vertebrais – origem nas artérias subclávias, penetram no crânio pelo forame magno e se unem para formar a artéria basilar
  - artéria cerebral posterior

#### 4. Artérias cerebrais

- Artéria cerebral anterior – acompanha a fissura longitudinal e irriga a face medial do hemisfério cerebral e uma pequena faixa da face súpero-lateral

- Artéria cerebral média – penetra no sulco lateral e irriga a maior parte da face súpero-lateral do hemisfério
- Artéria cerebral posterior – segue direção posterior e irriga a face inferior do lobo temporal e o lobo occipital
- Artéria comunicante anterior – liga as artérias cerebrais anteriores
- Artéria comunicante posterior – liga a artéria cerebral média à posterior

#### 5. Círculo arterial do cérebro - conecta os sistemas carotídeo interno e vértebro-basilar

#### 6. Drenagem venosa do encéfalo

- Veias encefálicas geralmente não acompanham as artérias, não possuem sistema de valvas e apresentam paredes delgadas
- Sistema venoso superficial
  - veias cerebrais superficiais superiores – drenam para o seio sagital superior ou para a veia cerebral média superficial
  - veias cerebrais superficiais inferiores – drenam para a veia cerebral média superficial, seio cavernoso, seio petroso superior e seio transversal
- Sistema venoso profundo
  - veias cerebrais internas e veias basilares se unem para formar a veia cerebral magna
- Seios da dura-máter
  - Seio sagital superior, seio reto e seio occipital → confluência dos seios → seios transversos → seios sigmóides → veia jugular interna
  - plexo basilar, seio esfenoparietal e seio intercavernoso → Seio cavernoso → seios petrosos superior e inferior → seios sigmóides → veia jugular interna

## ROTEIRO DE AULA PRÁTICA (Laboratório de Anatomia)

### 1. Observação geral

No cadáver, identifique inicialmente os vasos que levam sangue ao encéfalo:

- *Carótida comum.*
- *Carótida externa.*
- *Carótida interna.*
- *Artéria subclávia.*
- *Artéria vertebral.*

Observe que:

- As carótidas internas irrigam principalmente a porção anterior do encéfalo.
- As artérias vertebrais, ramos das subclávias, irrigam principalmente a porção posterior.

Antes de seguir para o encéfalo, compreenda essa divisão funcional:

Sistema carotídeo anterior × Sistema vértebro-basilar posterior.

### 2. Sistema Vértebro-Basilar

Vista anterior do tronco encefálico, identificar

- *Artérias vertebrais* - ascendem lateralmente ao bulbo; a união das artérias vertebrais forma a artéria basilar.
- *Artéria basilar* – no plano mediano, no sulco basilar da ponte.
- *Artéria cerebral posterior.*

Seguir a artéria cerebral posterior, identificando sua área de irrigação: face inferior e medial do lobo temporal e lobo occipital (córtex visual).

#### 2.1 Ramos das artérias vertebrais e artéria basilar

Identifique:

- *Artéria espinhal anterior* – formada pela união de pequenos ramos das vertebrais; percorre a fissura mediana anterior da medula.
- *Artérias espinhais posteriores* – Dois ramos que seguem próximos ao sulco lateral posterior da medula.
- *Artéria cerebelar inferior posterior* - irriga porção inferior do cerebelo e região lateral do bulbo.

- *Artéria cerebelar inferior anterior* - irriga porção inferior do cerebelo e ponte.
- *Artérias pontinhas* - pequenos ramos transversais da basilar que irrigam a ponte.
- *Artéria cerebelar superior* - irriga porção superior do cerebelo.

### 3. Sistema Carotídeo Interno

Na base do crânio, identifique a carótida interna:

- Passando pelo seio cavernoso.
- Dirigindo-se ao quiasma óptico.
- Dividindo-se em seus ramos terminais.

Identifique:

- *Artéria cerebral média* - segue pelo sulco lateral; irriga grande parte da face súpero-lateral do hemisfério.
- *Artéria cerebral anterior* - segue pela fissura longitudinal; irriga face medial dos lobos frontal e parietal.
- *Artéria comunicante anterior* – conecta as duas artérias cerebrais anteriores.
- *Artéria comunicante posterior* – conecta a carótida interna a artéria cerebral posterior.

Agora siga:

- A artéria cerebral anterior → território medial.
- A artéria cerebral média → território lateral.
- A artéria cerebral posterior → território occipital.

### 4. Círculo arterial do cérebro

Identifique o círculo arterial do cérebro:

- Na base do crânio.
- Em vista inferior do cérebro.

Reconheça seus componentes:

- *Artéria cerebral posterior.*
- *Artéria cerebral média.*
- *Artéria cerebral anterior.*
- *Artéria comunicante anterior.*
- *Artéria comunicante posterior.*

Observe sua função:

→ Permitir compensação do fluxo sanguíneo em caso de obstrução parcial. Reforce que a compensação depende da integridade anatômica do círculo.

### 5. Drenagem venosa

Antes de nomear, compreenda que o sistema venoso encefálico é dividido em:

- *Sistema superficial.*
- *Sistema profundo.*
- *Seios venosos da dura-máter.*

#### 5.1 Sistema venoso superficial

Identifique:

- *Vv cerebrais superficiais superiores* – drenam para o seio sagital superior.
- *Vv cerebrais superficiais inferiores* – drenam veia cerebral média superficial, que por sua vez, drena para o seio cavernoso e seio petroso superior.

#### 5.2 Sistema venoso profundo

Identifique:

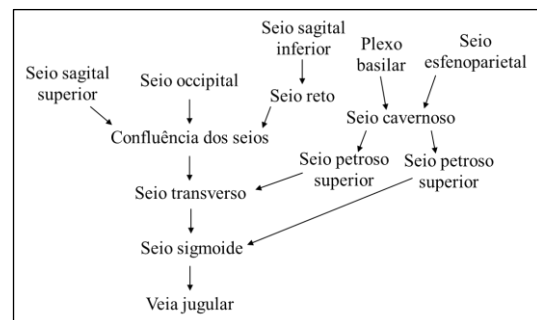
- *Veias cerebrais internas.*
- *Veia basilar.*

Essas formam a *veia cerebral magna*, que drena para o *seio reto*.

Observe sua posição profunda, próxima ao tálamo.

#### 5.3 Seios da dura-máter

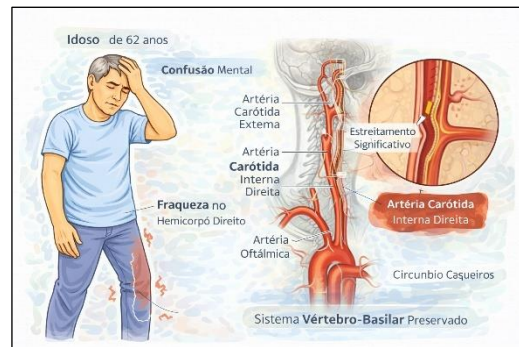
Revise os seios estudados anteriormente e acompanhe o fluxo:



## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 – Obstrução da artéria carótida interna

Um homem de 62 anos apresenta episódio súbito de confusão mental e fraqueza em um dos lados do corpo. Exames de imagem evidenciam estreitamento significativo da artéria carótida interna direita. Não há sinais de lesão no sistema vértebro-basilar.

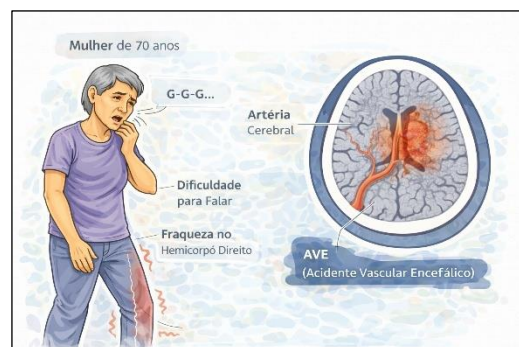


#### Perguntas:

1. Quais artérias encefálicas podem ter seu fluxo diretamente comprometido pela obstrução da carótida interna?
2. Que territórios do encéfalo tendem a ser mais afetados por essa obstrução?
3. Qual a importância do círculo arterial do cérebro nesse contexto?

### Caso clínico 2 – Acidente vascular encefálico (AVE)

Uma mulher de 70 anos é levada ao hospital após início súbito de dificuldade para falar e perda de força no lado direito do corpo. A tomografia revela comprometimento vascular em uma artéria cerebral do hemisfério esquerdo.



#### Perguntas:

1. Considerando os sinais apresentados, qual artéria cerebral está mais provavelmente envolvida?
2. Por que alterações nessa artéria costumam gerar manifestações clínicas evidentes?
3. Como o conhecimento dos territórios de irrigação auxilia na interpretação desse quadro?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Por que o SNC é particularmente vulnerável a interrupções do fluxo sanguíneo?
2. Quais são as principais artérias responsáveis pela irrigação da medula espinhal?
3. Qual é a principal área irrigada pela artéria espinhal anterior?
4. Qual a importância das artérias radiculares na vascularização da medula espinhal?
5. Quais são os dois principais sistemas arteriais responsáveis pela irrigação do encéfalo?
6. Quais são os ramos terminais da artéria carótida interna no interior da cavidade craniana?
7. Qual território encefálico é irrigado predominantemente pela artéria cerebral média?
8. O que é o círculo arterial do cérebro e qual sua principal função?
9. Por que o círculo arterial do cérebro nem sempre garante proteção completa contra isquemia?
10. Como se organiza a drenagem venosa do encéfalo?

## TESTES

### 11. A elevada vulnerabilidade do tecido nervoso a interrupções do fluxo sanguíneo decorre principalmente de qual característica?

- A) Elevada densidade vascular e abundância de anastomoses
- B) Predomínio de metabolismo anaeróbio

- C) Baixa capacidade de armazenamento energético
- D) Presença de circulação colateral eficiente em todos os indivíduos
- E) Alta resistência à hipóxia tecidual

**12. Em relação à irrigação da medula espinhal, assinale a alternativa correta:**

- A) As artérias espinhais posteriores irrigam a maior parte da substância branca anterior
- B) A artéria espinhal anterior irriga apenas os cornos anteriores da substância cinzenta
- C) As artérias radiculares são dispensáveis, pois as artérias espinhais longitudinais são suficientes
- D) A artéria espinhal anterior irriga grande parte da medula, incluindo regiões motoras
- E) A irrigação medular depende exclusivamente do sistema vértebro-basilar

**13. Um estudante afirma que a obstrução da artéria carótida interna compromete apenas a irrigação da artéria cerebral média. Essa afirmação é:**

- A) Correta, pois a artéria cerebral anterior pertence ao sistema vértebro-basilar
- B) Incorreta, pois a carótida interna origina a artéria cerebral anterior e a média
- C) Correta, pois a artéria cerebral anterior depende da artéria comunicante posterior
- D) Incorreta, pois a carótida interna não irriga o encéfalo
- E) Correta, desde que o círculo arterial do cérebro esteja completo

**14. Assinale a alternativa que melhor descreve o papel do círculo arterial do cérebro:**

- A) Garante circulação colateral eficiente em todos os indivíduos
- B) Conecta exclusivamente as artérias cerebrais médias
- C) Atua como sistema de drenagem venosa encefálica
- D) Permite redistribuição do fluxo entre os sistemas carotídeo interno e vértebro-basilar
- E) É responsável pela irrigação direta do tronco encefálico

**15. Sobre a drenagem venosa do encéfalo, assinale a alternativa correta:**

- A) Os seios da dura-máter constituem o principal destino do sangue venoso encefálico
- B) As veias encefálicas possuem válvulas bem desenvolvidas
- C) O sistema venoso superficial e profundo drenam diretamente para o átrio direito
- D) As veias encefálicas acompanham fielmente o trajeto das artérias
- E) A drenagem venosa encefálica ocorre exclusivamente pelo sistema profundo

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. A obstrução da artéria carótida interna compromete principalmente o fluxo sanguíneo para a artéria cerebral anterior e a artéria cerebral média, que são seus ramos terminais.
2. Os territórios mais afetados incluem a face medial do hemisfério cerebral (irrigada pela artéria cerebral anterior) e grande parte da face súpero-lateral do hemisfério cerebral (irrigada pela artéria cerebral média), regiões associadas a funções motoras e sensitivas.
3. O círculo arterial do cérebro pode permitir circulação colateral a partir do sistema vértebro-basilar ou do lado contralateral, reduzindo a gravidade do déficit. Entretanto, como esse círculo apresenta grande variabilidade anatômica, essa compensação nem sempre é eficiente.

## 2. Caso clínico 2

1. Os sinais sugerem comprometimento da artéria cerebral média, que irriga grande parte da face súpero-lateral do hemisfério cerebral, onde se localizam áreas corticais relacionadas à linguagem e ao controle motor.
2. A artéria cerebral média irriga uma extensa área funcional do córtex cerebral, incluindo regiões motoras, sensitivas e associativas. Por isso, alterações no seu fluxo sanguíneo costumam produzir déficits neurológicos facilmente perceptíveis.
3. O conhecimento dos territórios de irrigação arterial permite correlacionar os sinais clínicos observados com a região encefálica afetada, facilitando a compreensão anatômica do AVE, mesmo antes da análise detalhada dos exames de imagem.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O tecido nervoso apresenta alta demanda metabólica por oxigênio e glicose e possui baixíssima capacidade de armazenamento energético. Assim, mesmo interrupções breves da perfusão sanguínea podem comprometer rapidamente a função neuronal, levando a alterações reversíveis ou lesões irreversíveis.
2. A medula espinhal é irrigada pela artéria espinhal anterior, pelas artérias espinhais posteriores e pelas artérias radiculares. Esses vasos atuam de forma integrada para garantir a perfusão adequada ao longo de toda a extensão medular.
3. A artéria espinhal anterior irriga a maior parte da medula espinhal, incluindo os cornos anteriores da substância cinzenta e grande parte da substância branca anterior e lateral, regiões relacionadas principalmente às vias motoras e autonômicas.
4. As artérias radiculares reforçam o suprimento sanguíneo ao longo dos diferentes segmentos medulares. As artérias espinhais longitudinais, isoladamente, não são suficientes para irrigar toda a medula, tornando os reforços segmentares essenciais para a manutenção da perfusão adequada.
5. O encéfalo é irrigado pelos sistemas carotídeo interno e vértebro-basilar, que se comunicam por meio do círculo arterial do cérebro, possibilitando redistribuição do fluxo sanguíneo.
6. A artéria carótida interna divide-se em dois ramos terminais: a artéria cerebral anterior e a artéria cerebral média, responsáveis pela irrigação de extensas áreas do hemisfério cerebral.
7. A artéria cerebral média irriga a maior parte da face súpero-lateral do hemisfério cerebral, incluindo áreas corticais motoras, sensitivas e associativas, o que explica a frequência de manifestações clínicas quando esse vaso é acometido.
8. O círculo arterial do cérebro é um polígono anastomótico localizado na base do cérebro que conecta os sistemas carotídeo interno e vértebro-basilar. Sua principal função é permitir circulação colateral, contribuindo para a manutenção da perfusão cerebral em situações de obstrução arterial.
9. Embora funcione como via de circulação colateral, o círculo arterial do cérebro apresenta grande variabilidade anatômica entre os indivíduos. Frequentemente, ele não está completo ou não é funcionalmente eficiente, limitando sua capacidade de compensação.
10. A drenagem venosa do encéfalo organiza-se em sistema venoso superficial e sistema venoso profundo. Ambos drenam para os seios da dura-máter, que convergem para a veia jugular interna, garantindo o retorno venoso intracraniano.mente eficiente, limitando sua capacidade de compensação.

11. C - O SNC depende quase exclusivamente do metabolismo aeróbio e possui baixíssima capacidade de armazenamento de glicose e oxigênio. Por isso, mesmo interrupções breves do fluxo sanguíneo podem levar rapidamente à disfunção neuronal.
12. D - A artéria espinhal anterior é responsável pela irrigação da maior parte da medula espinhal, incluindo os cornos anteriores e grande parte da substância branca anterior e lateral, áreas diretamente relacionadas às vias motoras.
13. B - A artéria carótida interna divide-se em dois ramos terminais: a artéria cerebral anterior e a artéria cerebral média. Assim, sua obstrução pode comprometer ambos os territórios, dependendo da eficiência da circulação colateral.
14. D - O círculo arterial do cérebro é um polígono anastomótico que conecta os sistemas carotídeo interno e vértebro-basilar, permitindo redistribuição do fluxo sanguíneo em casos de obstrução. Contudo, sua eficiência varia amplamente entre os indivíduos.
15. A - Tanto o sistema venoso superficial quanto o profundo drenam para os seios da dura-máter, que convergem para a veia jugular interna. As veias encefálicas não acompanham as artérias e não possuem válvulas, o que confere características próprias à drenagem venosa intracraniana.

## CAPÍTULO 10 - SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

---

### CONTEÚDO

I - Visão geral	IV - Terminações nervosas
II - Nervos	1. Generalidades
1. Generalidades	2. Terminações nervosas sensitivas
2. Classificação	2.1 Classificação morfológica
2.1 Função	2.2 Classificação fisiológica
2.2 Origem	2.3 Classificação fisiológica (Sherrington)
2.3 Estrutura	3. Terminações nervosas motoras
3. Envoltórios	3.1 Somáticas
4. Condução dos impulsos nervosos	3.2 Viscerais
5. Sinapses	4. Considerações finais
6. Transporte axonal	V - Síntese conceitual do sistema nervoso periférico
7. Considerações finais	
III – Gânglios	Material complementar
1. Generalidades	Resumo
2. Gânglios sensitivos	Casos clínicos
3. Gânglios autonômicos	Questões
3.1 Gânglios simpáticos	
3.2 Gânglios parassimpáticos	
4. Considerações finais	

---

### I - VISÃO GERAL

O sistema nervoso periférico (SNP) compreende o conjunto de estruturas nervosas localizadas fora do sistema nervoso central (SNC), estabelecendo a comunicação entre o encéfalo, a medula espinhal e os diversos tecidos do corpo.

De modo geral, o SNP é responsável por conduzir informações sensitivas da periferia em direção ao SNC e por transmitir comandos motores do SNC para os órgãos efetadores, como músculos e glândulas. Dessa forma, participa tanto da percepção dos estímulos do meio externo e interno quanto da execução das respostas do organismo.

Anatomicamente, é constituído por nervos, gânglios e terminações nervosas. Os *nervos* atuam como vias de condução dos impulsos nervosos; os *gânglios* correspondem a agrupamentos de corpos celulares neuronais fora do SNC; e as *terminações nervosas* representam o ponto de contato funcional entre o sistema nervoso e os tecidos do corpo.

Do ponto de vista funcional, o SNP relaciona-se tanto com o sistema nervoso somático, responsável pelas ações voluntárias e pela sensibilidade consciente, quanto com o sistema nervoso visceral, envolvido no controle involuntário das funções e sensibilidade viscerais.

Assim, o SNP constitui o elo de ligação entre o SNC e o organismo como um todo, garantindo a integração funcional necessária à adaptação, ao movimento e à manutenção da homeostasia.

---

## II - NERVOS

### 1. Generalidades

Os nervos são estruturas longas e esbranquiçadas responsáveis pela condução de impulsos elétricos entre o SNC e as demais estruturas do corpo. Atuam como vias de comunicação, permitindo a transmissão de informações motoras, sensitivas e proprioceptivas, essenciais para o controle e a coordenação das funções do organismo.

Estruturalmente, os nervos são constituídos por *feixes de fibras nervosas*, organizados em unidades denominadas *fascículos*. Essas fibras correspondem aos prolongamentos periférico e central dos neurônios sensitivos, bem como aos axônios dos neurônios motores, reunidos e protegidos por envoltórios conjuntivos.

As fibras nervosas que compõem os nervos podem ser mielinizadas ou amielínicas, característica que influencia diretamente a velocidade de condução do impulso nervoso. Dessa forma, a organização estrutural do nervo está intimamente relacionada à sua função fisiológica.

### 2. Classificação

Os nervos podem ser classificados de acordo com sua função, sua origem e sua estrutura, critérios que facilitam a compreensão de sua organização anatômica e de seu papel funcional no SNP.

#### 2.1 Função

De acordo com a organização das fibras nervosas que os compõem, os nervos podem ser divididos em três grupos:

- *Nervos sensitivos ou aferentes* – conduzem os impulsos nervosos da periferia em direção ao SNC, transmitindo informações sensitivas provenientes do meio externo ou interno.

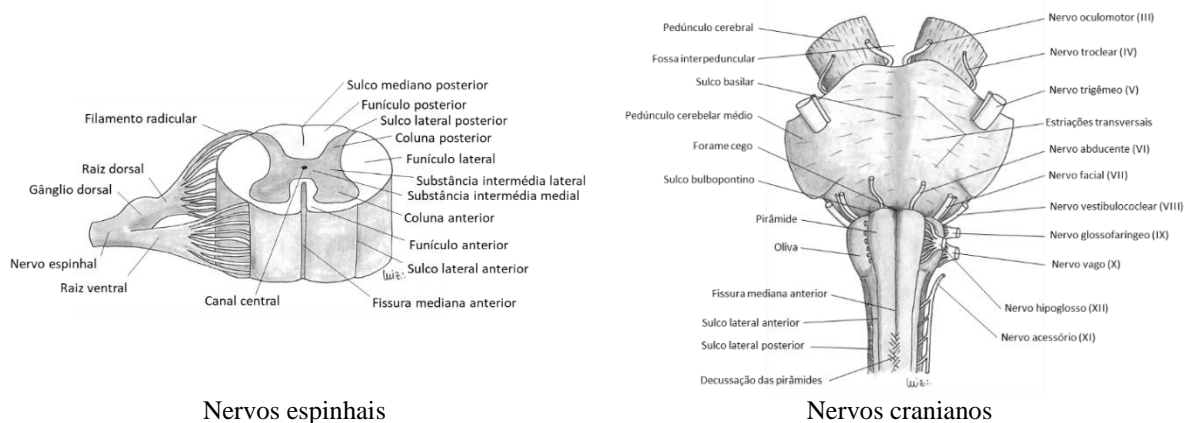
- *Nervos motores ou eferentes* – conduzem os impulsos nervosos do SNC até os órgãos efetadores, como o músculo estriado esquelético, o músculo liso, o músculo estriado cardíaco e o tecido glandular.
- *Nervos mistos* – apresentam, em sua constituição, fibras sensitivas e fibras motoras, sendo responsáveis tanto pela condução de informações aferentes quanto eferentes.

## 2.2 Origem

Quanto à sua origem, os nervos podem ser classificados em:

- *Nervos espinhais* – originam-se na medula espinhal, são sempre nervos mistos e são responsáveis pela inervação geral de grande parte do corpo, incluindo o tronco, os membros superiores e os membros inferiores, além de regiões específicas da cabeça (Figura 10.1).
- *Nervos cranianos* – originam-se no encéfalo e são constituídos por doze pares, numerados com algarismos romanos. Podem ser sensitivos, motores ou mistos e estão relacionados principalmente à inervação da cabeça, do pescoço e aos órgãos dos sentidos (Figura 10.1).

**Figura 10.1** – Nervos espinhais e nervos cranianos.



Nervos espinhais

Nervos cranianos

Fonte: Takase (2025)

Do ponto de vista anatômico, é possível distinguir nos nervos uma origem real e uma origem aparente. A *origem real* corresponde ao local onde se encontram os corpos celulares dos neurônios que formam o nervo, como a coluna anterior da medula espinhal, os núcleos dos nervos cranianos ou os gânglios sensitivos. A *origem aparente*, por sua vez, refere-se ao ponto em que o nervo emerge ou penetra no SNC, podendo ser descrita tanto em relação ao SNC quanto às estruturas do esqueleto.

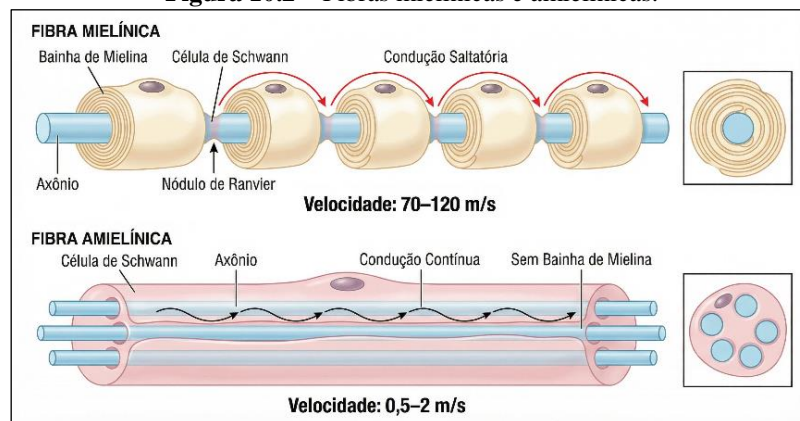
## 2.3 Estrutura

De acordo com a presença ou ausência da bainha de mielina ao redor do axônio, as fibras nervosas podem ser classificadas em mielínicas ou amielínicas. A mielina é uma substância lipoproteica que se dispõe em espiral ao redor do axônio, formando uma capa isolante que interfere diretamente na condução do impulso nervoso. Essa bainha é produzida pelas células de Schwann no SNP e pelos oligodendrócitos no SNC (Figura 10.2).

Nas *fibras mielínicas*, a bainha de mielina apresenta interrupções regulares denominadas *nódulos de Ranvier*, regiões onde ocorre a condução saltatória do impulso nervoso. Esse mecanismo torna a transmissão dos potenciais de ação mais rápida e energeticamente eficiente. Essas fibras estão, em geral, associadas a funções que exigem respostas rápidas, como a motricidade voluntária e a sensibilidade tátil fina.

As *fibras amielínicas*, por outro lado, não apresentam mielina organizada em camadas concêntricas. Nelas, o axônio encontra-se apenas parcialmente envolto por prolongamentos das células de Schwann, sem a formação da verdadeira bainha de mielina. A condução do impulso nervoso ocorre de forma contínua e mais lenta, sendo característica de vias autonômicas e de receptores relacionados à dor difusa.

**Figura 10.2** – Fibras mielínicas e amielínicas.



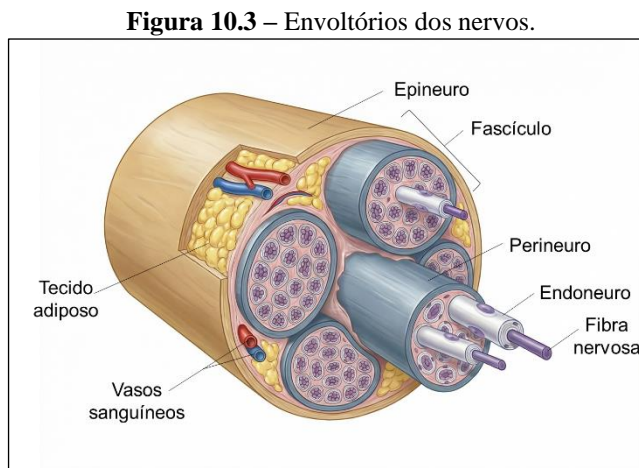
Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

## 3. Envoltórios

A estrutura dos nervos é reforçada por tecido conjuntivo, que se organiza em três envoltórios concêntricos responsáveis pela proteção, suporte estrutural e adequada condução do estímulo nervoso (Figura 10.3).

- *Endoneuro* – envolve individualmente cada *fibra nervosa*. É constituído por uma camada delgada de tecido conjuntivo frouxo, intimamente associada às células de Schwann, oferecendo suporte metabólico e estrutural ao axônio.

- *Perineuro* – envolve cada *fascículo*, isto é, cada feixe de fibras nervosas que compartilham aproximadamente a mesma origem, função e destino. É formado por tecido conjuntivo denso, rico em fibras colágenas, conferindo maior resistência mecânica e elasticidade ao nervo, além de atuar como importante barreira de proteção.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

- *Epineuro* – é o envoltório mais superficial, formando o revestimento externo de todo o nervo. Constituído por tecido conjuntivo denso modelado, rico em colágeno tipo I e fibroblastos, exerce função protetora global. Em sua estrutura, é comum a presença de tecido adiposo, vasos sanguíneos e vasos linfáticos, responsáveis pela nutrição e drenagem do nervo.

A distribuição desses envoltórios não é uniforme ao longo do corpo. Nervos mais superficiais, sujeitos a maior risco de lesões mecânicas, apresentam bainhas conjuntivas mais espessas, aumentando sua resistência. Em contrapartida, nas terminações nervosas, as fibras perdem progressivamente seus envoltórios conjuntivos, tornando-se menos protegidas e mais suscetíveis a lesões.

#### 4. Condução dos impulsos nervosos

A condução do impulso nervoso ao longo das fibras nervosas é o mecanismo pelo qual a informação se propaga de uma região do neurônio para outra, permitindo a comunicação rápida entre o SNC e a periferia. Esse processo ocorre ao longo do axônio e depende das propriedades da membrana da fibra nervosa.

Em condições de repouso, a membrana do neurônio mantém uma diferença de cargas elétricas entre seu interior e exterior. Quando um estímulo adequado atinge a fibra nervosa, essa diferença é temporariamente modificada, desencadeando um fenômeno conhecido como *potencial de ação*, que se propaga ao longo do axônio.

À medida que o potencial de ação se desloca, ocorrem alterações sucessivas na membrana da fibra nervosa, permitindo que o impulso avance de forma ordenada e contínua, sempre no

sentido do corpo celular para a terminação axonal. Esse processo garante que a informação seja transmitida de maneira rápida e eficiente.

Uma característica fundamental da condução do impulso nervoso é o princípio do “tudo ou nada”: uma vez que o estímulo atinge intensidade suficiente para gerar o impulso, este se propaga ao longo de toda a fibra nervosa com a mesma intensidade, independentemente da força inicial do estímulo.

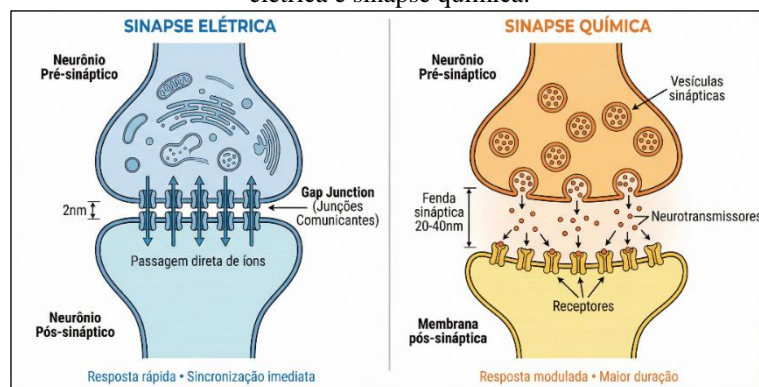
A velocidade de condução do impulso nervoso varia conforme as características da fibra, como o diâmetro do axônio e a presença da bainha de mielina. Nas fibras mielinizadas, o impulso nervoso “salta” entre regiões específicas do axônio, fenômeno denominado condução saltatória, o que torna a transmissão mais rápida quando comparada às fibras amielínicas.

Dessa forma, a condução dos impulsos nervosos permite a integração funcional do sistema nervoso, garantindo respostas rápidas, coordenadas e adequadas às diferentes demandas do organismo.

## 5. Sinapses

As sinapses constituem o mecanismo fundamental de integração das vias nervosas. São regiões especializadas de comunicação entre células do sistema nervoso, permitindo a transmissão de informações entre neurônios ou entre neurônios e células efetoras (Figura 10.4).

**Figura 10.4** - Representação esquemática comparativa entre sinapse elétrica e sinapse química.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

De modo geral, distinguem-se dois tipos principais:

- *Sinapses elétricas* – caracterizam-se pela comunicação direta entre células, permitindo transmissão rápida e, em alguns casos, bidirecional do impulso nervoso. Estão associadas a circuitos que exigem sincronização da atividade neuronal.
- *Sinapses químicas* – representam o tipo mais comum no sistema nervoso. Nelas, a transmissão ocorre por meio da liberação de neurotransmissores na fenda sináptica, promovendo resposta na célula pós-sináptica. Podem ocorrer entre neurônios ou entre neurônios e células efetoras, como na junção neuromuscular.

Os aspectos estruturais e funcionais detalhados das sinapses foram discutidos em capítulo anterior e serão retomados conforme necessário no estudo das vias nervosas e dos sistemas funcionais específicos.

## 6. Transporte axonal

O transporte axonal é o processo pelo qual substâncias são deslocadas ao longo do axônio, permitindo a comunicação e a manutenção adequada do neurônio. Esse mecanismo é necessário porque o axônio pode apresentar grande extensão, tornando inviável que todas as substâncias necessárias à sua atividade sejam produzidas localmente.

De modo geral, o transporte axonal ocorre em dois sentidos. O *transporte anterógrado* desloca materiais do corpo celular em direção às terminações axonais, fornecendo componentes essenciais para o funcionamento da sinapse e para a manutenção da fibra nervosa. Já o *transporte retrógrado* ocorre no sentido inverso, das terminações axonais para o corpo celular, permitindo a reciclagem de materiais e o envio de informações importantes para o neurônio.

Esses mecanismos garantem a integridade estrutural do axônio, o funcionamento adequado das terminações nervosas e a comunicação eficiente entre o neurônio e suas células-alvo.

## 7. Considerações finais

Os nervos constituem as principais vias de comunicação do SNP, conectando o SNC às diferentes regiões do corpo. Por meio deles, informações sensitivas são conduzidas da periferia ao SNC, enquanto comandos motores são transmitidos do SNC aos órgãos efetadores.

A organização estrutural dos nervos, com seus envoltórios conjuntivos e diferentes tipos de fibras, garante proteção, suporte e eficiência na condução dos impulsos nervosos. A compreensão dessas características é fundamental para o entendimento do funcionamento das vias nervosas e das consequências anatômicas e funcionais das lesões periféricas.

Assim, o estudo dos nervos fornece a base necessária para a compreensão dos trajetos nervosos, das vias aferentes e eferentes e das relações entre estrutura e função no SNP.

---

## III – GÂNGLIOS

### 1. Generalidades

Os gânglios nervosos são agrupamentos de corpos celulares de neurônios localizados fora do SNC, fazendo parte do SNP.

No sistema nervoso somático, os gânglios estão relacionados principalmente à recepção e condução de informações sensitivas provenientes do meio externo ou interno, que são encaminhadas ao SNC para processamento e integração.

No sistema nervoso autônomo, os gânglios simpáticos e parassimpáticos são constituídos pelos corpos celulares dos neurônios pós-ganglionares. Esses neurônios são responsáveis por transmitir os impulsos nervosos às vísceras e aos órgãos efetores, como o músculo liso, o músculo estriado cardíaco e as glândulas, participando do controle involuntário das funções orgânicas.

## 2. Gânglios sensitivos

Os gânglios sensitivos são formados, em sua maioria, por neurônios do tipo pseudo-unipolar, que apresentam um corpo celular esférico e um único prolongamento que se divide em ramo periférico e ramo central. Esses neurônios estão relacionados exclusivamente à condução de informações sensitivas em direção ao SNC.

Os gânglios sensitivos dos nervos espinhais correspondem aos *gânglios da raiz dorsal*, localizados próximos à medula espinhal (Figura 10.1). Eles recebem impulsos sensitivos gerais provenientes dos dermatômos correspondentes, conduzindo informações como tato, dor, temperatura e propriocepção ao SNC.

Os gânglios sensitivos dos nervos cranianos estão distribuídos ao longo da base do crânio e associam-se aos nervos responsáveis pela condução de informações sensoriais específicas. Entre os principais, destacam-se:

- *Gânglio trigeminal (V)* – responsável pela sensibilidade geral da face, incluindo cavidades oral e nasal.
- *Gânglio geniculado (VII)* – relacionado à gustação dos dois terços anteriores da língua.
- *Gânglio coclear (VIII)* – associado à audição, transmitindo estímulos sonoros provenientes da cóclea.
- *Gânglio vestibular (VIII)* – relacionado ao equilíbrio e à percepção da posição corporal.
- *Gânglios superior e inferior do nervo glossofaríngeo (IX)* – responsáveis pela gustação do terço posterior da língua e pela sensibilidade da orofaringe.
- *Gânglios superior e inferior do nervo vago (X)* – associados à gustação na epiglote e à sensibilidade visceral de estruturas torácicas e abdominais.

Dessa forma, os gânglios sensitivos atuam como estações intermediárias entre os receptores periféricos e o SNC, desempenhando papel fundamental na condução das informações aferentes.

### 3. Gânglios autonômicos

Os gânglios autonômicos fazem parte do sistema nervoso autônomo (SNA) e são constituídos pelos corpos celulares dos *neurônios pós-ganglionares*. Eles atuam como estações de retransmissão entre os neurônios pré-ganglionares e os órgãos efetores, como músculos lisos, músculo estriado cardíaco e glândulas, participando do controle involuntário das funções viscerais.

Do ponto de vista anatômico, o sistema nervoso autônomo divide-se em simpático e parassimpático, que apresentam organização e distribuição distintas.

#### 3.1 Gânglios simpáticos

Os gânglios simpáticos estão associados aos neurônios pré-ganglionares originados na medula espinhal toracolombar (T1 a L2). De modo geral, esses gânglios organizam-se em cadeias longitudinais paravertebrais, conhecidas como *troncos simpáticos*, dispostas bilateralmente ao longo da coluna vertebral.

Além dos gânglios paravertebrais, o sistema simpático apresenta *gânglios pré-vertebrais*, localizados anteriormente à coluna vertebral, na cavidade abdominal, geralmente próximos às grandes artérias, estando relacionados à inervação das vísceras abdominais e pélvicas.

#### 3.2 Gânglios parassimpáticos

Os gânglios parassimpáticos associam-se aos neurônios pré-ganglionares de origem craniana e sacral. Na porção craniana, estão relacionados a nervos cranianos específicos e localizam-se próximos ou no interior das estruturas que inervam. Na porção sacral, os neurônios pré-ganglionares originam-se dos segmentos S2 a S4 da medula espinhal, dirigindo-se a gânglios situados nas paredes das vísceras pélvicas.

### 4. Considerações finais

Os gânglios representam importantes centros periféricos de organização neural, abrigando corpos celulares de neurônios fora do SNC. Sua presença ao longo dos nervos permite a organização e a modulação das informações que trafegam entre a periferia e o SNC.

Nos gânglios sensitivos, os impulsos aferentes são conduzidos ao SNC sem sinapse, garantindo a transmissão eficiente das informações sensoriais. Já os gânglios autonômicos atuam como estações de retransmissão das vias viscerais, integrando os comandos do sistema nervoso autônomo aos órgãos efetores.

Dessa forma, o estudo dos gânglios é fundamental para compreender a organização das vias sensitivas e autonômicas e para estabelecer a distinção entre estruturas periféricas e centrais no sistema nervoso.

---

## IV - TERMINAÇÕES NERVOSAS

### 1. Generalidades

As terminações nervosas correspondem às extremidades periféricas dos neurônios, especializadas na recepção ou na transmissão dos impulsos nervosos. Representam o ponto de contato funcional entre o sistema nervoso e os tecidos do corpo.

De acordo com sua função, as terminações nervosas podem ser divididas em sensitivas e motoras.

### 2. Terminações nervosas sensitivas

As *terminações nervosas sensitivas*, também denominadas receptores, são responsáveis por captar estímulos provenientes do meio externo ou do meio interno e convertê-los em sinais elétricos, que são conduzidos e interpretados no SNC. De forma geral, essas terminações podem ser classificadas segundo critérios morfológicos ou fisiológicos, de acordo com sua estrutura e função.

#### 2.1 Classificação morfológica

Do ponto de vista morfológico, os receptores sensitivos dividem-se em receptores especiais e receptores gerais.

Os *receptores especiais* apresentam estrutura mais complexa e estão associados aos órgãos dos sentidos especiais, sendo responsáveis pelas modalidades de visão, audição, equilíbrio, gustação e olfação. Esses receptores localizam-se exclusivamente na cabeça e serão abordados de forma detalhada nos capítulos específicos de cada sistema sensorial.

Os *receptores gerais* possuem estrutura mais simples e estão distribuídos por todo o corpo, especialmente na pele, músculos, articulações e vísceras. São responsáveis pela captação de estímulos como tato, pressão, temperatura, dor e propriocepção. De acordo com sua organização estrutural, podem ser classificados em receptores livres e receptores encapsulados.

Os *receptores livres* correspondem a ramificações terminais das fibras nervosas, enquanto os receptores encapsulados apresentam suas terminações envolvidas por cápsulas de tecido conjuntivo, o que lhes confere maior especificidade funcional. Os diferentes tipos de *receptores*

*encapsulados* e suas características morfológicas serão estudados com maior profundidade nas disciplinas de Histologia.

De modo geral, essas terminações permitem ao organismo perceber e responder aos estímulos do ambiente, garantindo a integração sensorial necessária à postura, à coordenação motora e à relação com o meio externo.

## 2.2 Classificação fisiológica

Do ponto de vista fisiológico, as terminações nervosas sensitivas podem ser classificadas de acordo com o tipo de estímulo ao qual respondem, assim, cada grupo de receptores é especializado em detectar uma modalidade sensorial específica.

De forma geral, podem ser reconhecidos os seguintes tipos:

- *Quimiorreceptores* – respondem a estímulos químicos do meio interno ou externo.
- *Osmoceptores* – detectam alterações na osmolaridade dos líquidos corporais.
- *Fotorreceptores* – especializados na percepção da luz.
- *Termorreceptores* – respondem a variações de temperatura.
- *Nociceptores* – relacionados à percepção da dor e a estímulos potencialmente lesivos.
- *Mecanorreceptores* – respondem a estímulos mecânicos, como pressão, vibração e estiramento.

Em conjunto, esses receptores permitem ao organismo perceber, integrar e responder aos estímulos provenientes do meio externo e do meio interno, garantindo a adaptação funcional e a manutenção do equilíbrio corporal.

## 2.3 Classificação fisiológica (Sherrington)

A classificação proposta por Sherrington organiza as terminações nervosas sensitivas de acordo com a origem do estímulo, dividindo os receptores em três grandes grupos:

- *Exteroceptores* - Relacionados à recepção de estímulos provenientes do meio externo. Incluem receptores responsáveis pela percepção do tato, da temperatura, da dor cutânea e dos sentidos especiais, permitindo a interação consciente do indivíduo com o ambiente.
- *Proprioceptores* - Fornecem informações sobre a posição do corpo, o movimento e o estado de contração muscular. Suas informações podem ser conscientes ou inconscientes. Estão associados principalmente aos músculos, tendões e articulações, desempenhando papel fundamental na coordenação motora, no equilíbrio e na manutenção da postura.

- *Interoceptores* - também chamados de *visceroceptores*, detectam alterações no meio interno do organismo. Localizam-se nas vísceras e nos vasos sanguíneos e estão envolvidos na regulação das funções viscerais, sendo suas informações, em geral, inconscientes.

Essa classificação permite compreender, de forma integrada, como o sistema nervoso recebe informações do meio externo, do próprio corpo e do ambiente interno.

### 3. Terminações nervosas motoras

As *terminações nervosas motoras*, por sua vez, são responsáveis por transmitir os impulsos nervosos aos órgãos efetadores, como músculos e glândulas, permitindo a execução das respostas do organismo. Também chamadas de *junções neuroefetadoras*, são as regiões onde o neurônio motor entra em contato com o órgão efector, permitindo a transmissão do impulso nervoso e a execução da resposta.

De acordo com o tipo de tecido inervado, essas terminações podem ser classificadas em somáticas e viscerais.

#### 3.1 Somáticas

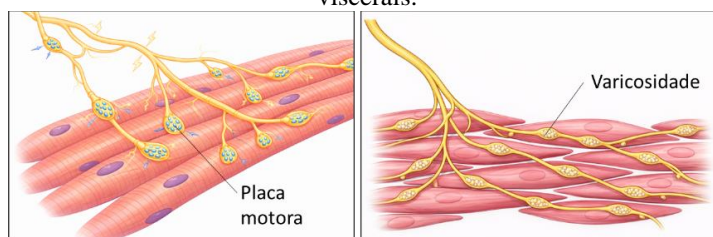
As *terminações nervosas motoras somáticas* são responsáveis pela inervação dos músculos estriados esqueléticos, estabelecendo o contato funcional conhecido como *placa motora*. Esse é o ponto onde o impulso nervoso é transmitido do neurônio motor para a fibra muscular, permitindo a contração voluntária (Figura 10.6).

A *unidade motora* corresponde ao conjunto formado por um neurônio motor e todas as fibras musculares por ele inervadas. O número de fibras em cada unidade motora varia conforme a função do músculo:

músculos que realizam movimentos amplos possuem unidades motoras maiores, enquanto músculos responsáveis por movimentos precisos apresentam unidades motoras menores, o que permite maior controle motor.

Dessa forma, as terminações nervosas motoras somáticas garantem a conversão do impulso nervoso em movimento voluntário, sendo fundamentais para a execução das ações motoras do corpo.

**Figura 10.6** – Terminações nervosas motoras somáticas e viscerais.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

### 3.2 Viscerais

As *terminações nervosas motoras viscerais* são responsáveis pela inervação do músculo liso, do músculo estriado cardíaco e das glândulas, integrando o sistema nervoso autônomo. Estão associadas ao controle involuntário das funções viscerais do organismo (Figura 10.6).

Diferentemente das terminações somáticas, essas terminações apresentam uma organização mais difusa, estabelecendo contato com diversas células efectoras ao longo de seu trajeto. Essa característica permite uma ação mais ampla e gradual, adequada à regulação contínua das funções viscerais.

De modo geral, as terminações motoras viscerais podem atuar por meio dos sistemas simpático e parassimpático, cujas organizações anatômicas e funcionais serão estudadas em capítulo específico.

### 4. Considerações finais

As terminações nervosas representam o ponto final funcional das vias nervosas periféricas, estabelecendo o contato direto entre o sistema nervoso e os tecidos do corpo. É nesse nível que os estímulos são captados e as respostas são efetivamente executadas.

As terminações sensitivas permitem a recepção de informações do meio externo e interno, possibilitando a percepção sensorial e a adaptação do organismo ao ambiente. As terminações motoras, por sua vez, transmitem os comandos nervosos aos órgãos efetadores, viabilizando os movimentos voluntários e o controle involuntário das funções viscerais.

Assim, o estudo das terminações nervosas é essencial para compreender como a informação nervosa se traduz em sensação, movimento e regulação funcional, completando a organização do SNP.

---

## V - SÍNTESE CONCEITUAL DO SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

O SNP desempenha papel fundamental na integração entre o SNC e o restante do organismo, permitindo a percepção dos estímulos do meio externo e interno, bem como a execução das respostas motoras adequadas. Ao longo deste capítulo, foi possível compreender sua organização geral e seus principais componentes anatômicos.

Os nervos constituem as vias de condução dos impulsos nervosos, conectando o SNC às diversas regiões do corpo. Os gânglios representam importantes centros periféricos, abrigando corpos celulares neuronais fora do SNC e participando da organização das vias sensitivas e autonômicas. As terminações nervosas, por sua vez, correspondem ao ponto final dessas vias,

onde ocorre o contato funcional entre o sistema nervoso e os tecidos, seja na captação de estímulos sensitivos ou na ativação dos órgãos efetadores.

A compreensão da estrutura e da organização do SNP é essencial para o entendimento dos mecanismos básicos da sensibilidade, do movimento voluntário e do controle involuntário das funções viscerais. Esses conceitos constituem a base para o estudo de temas mais complexos, como os arcos reflexos, as vias nervosas, o sistema nervoso autônomo e as principais alterações clínicas que acometem os nervos periféricos.

Dessa forma, o conhecimento do SNP permite ao estudante estabelecer uma visão integrada do funcionamento do sistema nervoso como um todo, servindo de alicerce para os conteúdos que serão aprofundados nas disciplinas de Fisiologia, Histologia, Neurologia e áreas clínicas correlatas.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Visão geral

- Localizado fora do SNC (SNC)
- Estabelece a comunicação entre o SNC e a periferia
- Condução de impulsos sensitivos e motores
- Nervos, gânglios e terminações nervosas

#### 2. Nervos

- Formados por feixes de fibras nervosas
- Podem ser classificados quanto à:
  - Função: sensitivos (aférentes), motores (eferentes) ou mistos.
  - Origem: nervos espinhais e nervos cranianos.
- Envoltórios: endoneuro, perineuro e epineuro

#### 3. Gânglios

- Agrupamentos de corpos celulares neuronais fora do SNC
- Podem ser divididos em: gânglios sensitivos e gânglios autonômicos

#### 4. Terminações nervosas

- Extremidades periféricas dos neurônios.

- Podem ser divididas em: sensitivas (receptores) ou motoras

#### 4.1 Terminações nervosas sensitivas

- Responsáveis pela captação de estímulos do meio externo ou interno
- Classificação morfológica: receptores especiais (associados aos sentidos especiais) ou receptores gerais (distribuídos pela pele, músculos, articulações e vísceras)
- Classificação fisiológica: quimiorreceptores, osmoceptores, fotorreceptores, termorreceptores, nociceptores ou mecanorreceptores
- Classificação de Sherrington: exteroceptores, proprioceptores ou interoceptores

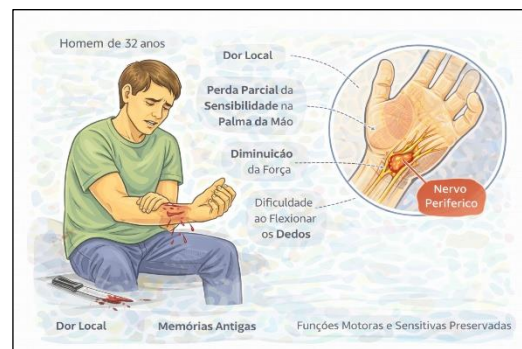
#### 4.2 Terminações nervosas motoras

- Responsáveis pela inervação dos órgãos efetadores
- Classificação: somáticas (músculo estriado esquelético) ou viscerais (músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular)

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 — Lesão de nervo periférico

Um homem de 32 anos sofreu um corte profundo na face anterior do punho direito durante um acidente doméstico. Após a lesão, passou a apresentar dificuldade para flexionar os dedos, Perda parcial da sensibilidade na palma da mão, dor local e diminuição da força muscular. O exame físico sugere comprometimento de um nervo periférico na região.

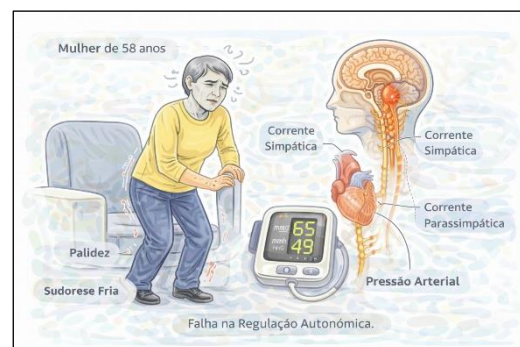


#### Perguntas:

1. Que estrutura do SNP foi provavelmente lesionada?
2. Por que o paciente apresenta tanto déficit motor quanto sensitivo?
3. Qual envoltório conjuntivo protege estruturalmente o nervo como um todo?
4. A perda de sensibilidade está relacionada a que tipo de fibras nervosas?

### 2. Caso Clínico 2 — Alteração autonômica

Uma mulher de 58 anos apresenta episódios de tontura ao levantar-se rapidamente, acompanhados de palidez e sudorese fria. O exame sugere falha na regulação autonômica da pressão arterial.



#### Perguntas:

1. Qual divisão do SNP está envolvida nesse quadro?
2. Que tipo de gânglio participa da via afetada?
3. As terminações motoras envolvidas são somáticas ou viscerais?
4. Essas respostas são voluntárias ou involuntárias?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Defina SNP e cite seus principais componentes.
2. Diferencie nervos sensitivos, motores e mistos.
3. Quais são os três envoltórios conjuntivos dos nervos e qual sua função geral?
4. O que são gânglios nervosos?
5. Diferencie gânglios sensitivos e gânglios autonômicos.
6. O que são terminações nervosas?
7. Cite a classificação morfológica das terminações nervosas sensitivas.
8. Explique a classificação de Sherrington para os receptores sensitivos.
9. O que é placa motora?
10. Diferencie terminações motoras somáticas e viscerais.

## TESTES

### 11. Sobre os envoltórios conjuntivos dos nervos periféricos, assinale a alternativa correta:

A) O endoneuro envolve cada fascículo nervoso e é formado por tecido conjuntivo denso modelado.

- B) O perineuro envolve cada fibra nervosa individualmente e é continuação direta da pia-máter.
- C) O epineuro envolve todo o nervo e pode conter vasos sanguíneos e tecido adiposo.
- D) O perineuro é responsável exclusivamente pela condução do impulso nervoso.
- E) O endoneuro é o envoltório mais externo do nervo periférico.

**12. Em relação aos gânglios sensitivos, é correto afirmar que:**

- A) Contêm corpos celulares de neurônios multipolares que realizam sinapse em seu interior.
- B) São formados predominantemente por neurônios pseudo-unipolares e não realizam sinapse em seu interior.
- C) Estão localizados exclusivamente na cavidade abdominal.
- D) Contêm corpos celulares de neurônios pós-ganglionares simpáticos.
- E) São encontrados apenas nos nervos cranianos.

**A classificação de Sherrington organiza os receptores sensitivos com base:**

- A) No local de origem do estímulo captado.
- B) Na presença ou ausência de cápsula conjuntiva.
- C) No tipo de neurotransmissor liberado.
- D) No diâmetro das fibras nervosas associadas.
- E) Na velocidade de condução do impulso nervoso.

**14. Sobre as terminações nervosas motoras somáticas, assinale a alternativa correta:**

- A) Inervam músculo liso e participam do controle involuntário.
- B) Formam junções difusas ao longo das fibras musculares.
- C) Estão localizadas apenas nos membros inferiores.
- D) Utilizam exclusivamente fibras amielínicas.
- E) Estabelecem contato funcional denominado placa motora ou junção neuromuscular.

**15. Em relação aos nervos periféricos, assinale a alternativa correta:**

- A) Todos os nervos cranianos são mistos.
- B) Nervos espinhais são exclusivamente motores.
- C) Nervos sensitivos conduzem impulsos do SNC para a periferia.
- D) Nervos mistos possuem fibras aferentes e eferentes em sua constituição.
- E) A origem aparente corresponde ao local onde estão os corpos celulares dos neurônios.

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso Clínico 1

1. Um nervo periférico misto. Na região do punho passam nervos que contêm fibras motoras e sensitivas. Como há comprometimento tanto da força muscular quanto da sensibilidade, trata-se de lesão de nervo misto.
2. Porque o nervo lesionado contém fibras eferentes (motoras) e aferentes (sensitivas). Nervos mistos conduzem impulsos do SNC para os músculos e da periferia para o SNC. A lesão compromete ambas as funções.
3. O epineuro, o revestimento externo do nervo e confere proteção estrutural global.
4. A fibras aferentes sensitivas. Essas fibras conduzem estímulos da periferia ao SNC. Sua interrupção causa déficit sensorial.

## 2. Caso Clínico 2

1. O sistema nervoso autônomo, especialmente o sistema simpático. A regulação da pressão arterial é função autonômica, não somática.
2. Gânglios autonômicos simpáticos. A via simpática envolve neurônios pré e pós-ganglionares, com corpos celulares localizados em gânglios periféricos.
3. São terminações motoras viscerais. Elas inervam músculo liso vascular e glândulas sudoríparas.
4. São involuntárias. O controle da pressão arterial e da sudorese não depende da vontade consciente.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O SNP corresponde ao conjunto de estruturas nervosas localizadas fora do SNC. É responsável por estabelecer a comunicação entre o SNC e o restante do corpo. Seus principais componentes são os nervos, os gânglios e as terminações nervosas.
2. Os nervos sensitivos (aférentes) conduzem impulsos da periferia em direção ao SNC. Os nervos motores (eferentes) levam impulsos do SNC até os órgãos efetadores. Os nervos mistos possuem fibras sensitivas e motoras em sua constituição.
3. Os três envoltórios são endoneuro, perineuro e epineuro. O endoneuro envolve cada fibra nervosa individualmente, o perineuro envolve os fascículos e o epineuro envolve todo o nervo. Sua função geral é proteger, sustentar e organizar estruturalmente o nervo.
4. Gânglios nervosos são agrupamentos de corpos celulares de neurônios localizados fora do SNC. Podem estar relacionados às vias sensitivas ou ao sistema nervoso autônomo.
5. Os gânglios sensitivos contêm corpos celulares de neurônios aferentes e estão associados à condução de informações sensitivas ao SNC. Os gânglios autonômicos contêm corpos celulares de neurônios pós-ganglionares e fazem parte do sistema nervoso autônomo.
6. São as extremidades periféricas dos neurônios, especializadas na captação de estímulos (terminações sensitivas) ou na transmissão de impulsos aos órgãos efetadores (terminações motoras).
7. Podem ser classificadas em receptores especiais e receptores gerais. Os receptores especiais estão associados aos sentidos especiais, enquanto os receptores gerais distribuem-se pelo corpo e detectam estímulos como tato, dor e temperatura.
8. Sherrington classificou os receptores em exteroceptores (relacionados ao meio externo), proprioceptores (relacionados à posição e movimento do corpo) e interoceptores (relacionados ao meio interno).
9. É a região de contato entre o neurônio motor somático e a fibra muscular esquelética. Representa o ponto onde o impulso nervoso é transmitido para desencadear a contração muscular.
10. As terminações motoras somáticas inervam músculos estriados esqueléticos e estão relacionadas aos movimentos voluntários. As terminações motoras viscerais inervam músculo liso, músculo cardíaco e glândulas, participando do controle involuntário das funções viscerais.
11. C - O epineuro é o envoltório mais externo do nervo e pode conter vasos sanguíneos, vasos linfáticos e tecido adiposo. O endoneuro envolve cada fibra individualmente, e o perineuro envolve os fascículos.
12. B - Os gânglios sensitivos são compostos principalmente por neurônios pseudo-unipolares e não são locais de sinapse funcional; apenas abrigam os corpos celulares dos neurônios aferentes.

13. A - Sherrington classificou os receptores de acordo com a origem do estímulo: exteroceptores (meio externo), proprioceptores (posição corporal) e interoceptores (meio interno).
14. E - As terminações motoras somáticas formam a placa motora (junção neuromuscular), responsável pela transmissão do impulso ao músculo estriado esquelético.
15. D - Nervos mistos possuem tanto fibras sensitivas (aférentes) quanto motoras (eferentes). A origem real é o local dos corpos celulares; a origem aparente é o ponto de emergência do nervo.

## CAPÍTULO 11 - NERVOS ESPINHAIS E CRANIANOS

### CONTEÚDO

I – Nervos em geral	5. Nervo oculomotor
II - Nervos espinhais	6. Nervo troclear
1. Generalidades	7. Nervo trigêmeo
2. Componentes funcionais	8. Nervo abducente
3. Trajeto	9. Nervo facial
4. Dermátomos	10. Nervo vestibulo-coclear
5. Miótomos	11. Nervo glossofaríngeo
6. Considerações finais	12. Nervo vago
II - Nervos cranianos	13. Nervo acessório
1. Generalidades	14. Nervo hipoglosso
2. Componentes funcionais	15. Considerações finais
3. Nervo olfatório	Material complementar
4. Nervo óptico	Resumo
	Casos clínicos
	Questões

### I – NERVOS EM GERAL

Os nervos constituem as principais vias de comunicação entre o SNC e o restante do organismo. Formados por feixes de fibras nervosas associadas a envoltórios conjuntivos, são responsáveis por conduzir impulsos sensitivos da periferia para o SNC e impulsos motores do SNC para os órgãos efetadores, garantindo a integração funcional entre percepção, processamento e resposta.

No capítulo anterior, foram abordados a estrutura geral dos nervos, seus envoltórios conjuntivos, bem como os diferentes tipos de fibras nervosas e suas classificações funcionais. Neste capítulo, o foco passa a ser a organização anatômica e funcional dos nervos, considerando sua origem, trajeto, territórios de inervação e importância clínica.

De acordo com sua origem aparente no SNC, os nervos são classificados em nervos espinhais e nervos cranianos. Os *nervos espinhais* têm origem na medula espinhal e apresentam organização segmentar, relacionando-se diretamente com os níveis vertebrais e medulares. Já os *nervos cranianos* têm origem no encéfalo e estão associados, principalmente, às funções sensitivas e motoras da cabeça e do pescoço, além de exercerem importante papel na inervação autonômica de diversas vísceras.

Embora apresentem diferenças quanto à origem, composição e distribuição, nervos espinhais e cranianos compartilham princípios anatômicos e funcionais fundamentais, como a presença de fibras aferentes e eferentes, a condução de informações somáticas e viscerais e a organização em territórios específicos de inervação. A compreensão dessas características é essencial para o entendimento da organização do SNP e para a correta interpretação das manifestações clínicas associadas às lesões nervosas.

A partir dessa perspectiva, este capítulo abordará inicialmente os nervos espinhais, destacando sua organização segmentar, ramos, dermatômos e miótômos, e, em seguida, os nervos cranianos, enfatizando seus componentes funcionais, origens aparentes e principais áreas de inervação.

---

## II - NERVOS ESPINHAIS

### 1. Generalidades

Os *nervos espinhais* têm origem na medula espinhal e são responsáveis pela inervação sensitiva e motora de grande parte do tronco e dos membros, além de participarem da inervação de regiões específicas da cabeça e do pescoço.

A medula espinhal apresenta 31 segmentos medulares, cada um associado a um par de nervos espinhais, totalizando 31 pares de nervos, distribuídos de acordo com as regiões vertebrais da seguinte forma: 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e 1 coccígeo.

De modo geral, os nervos espinhais emergem inferiormente à vértebra de mesmo número, com exceção dos nervos cervicais, pois o primeiro nervo cervical emerge entre o osso occipital e o atlas (primeira vértebra cervical), enquanto o oitavo nervo cervical emerge inferiormente à sétima vértebra cervical. Em função dessa disposição, existem oito pares de nervos cervicais, apesar da presença de apenas sete vértebras cervicais.

### 2. Componentes funcionais

As fibras nervosas podem ser classificadas funcionalmente em aferentes ou eferentes, de acordo com a direção em que conduzem os impulsos nervosos em relação ao SNC.

As *fibras aferentes* são responsáveis por conduzir informações sensitivas da periferia em direção ao SNC. Essas fibras podem ser subdivididas em:

- *Fibras aferentes somáticas exteroceptivas* - transmitem impulsos provenientes dos exteroceptores, localizados principalmente na superfície corporal. As informações

conduzidas por essas fibras estão relacionadas à temperatura, dor, pressão e tato, sendo, em sua maioria, conscientes.

- *Fibras aferentes somáticas proprioceptivas* - responsáveis por conduzir impulsos originados nos fusos neuromusculares e nos órgãos neurotendinosos de Golgi, situados nos músculos, tendões e cápsulas articulares. As informações transmitidas por essas fibras podem ser conscientes ou inconscientes, estando relacionadas à posição e ao movimento corporal.
- *Fibras aferentes viscerais* - conduzem impulsos provenientes dos interoceptores (ou viscerosceptores), localizados nas vísceras. Essas informações são, em geral, inconscientes, com exceção dos estímulos nociceptivos viscerais, que podem ser percebidos conscientemente.

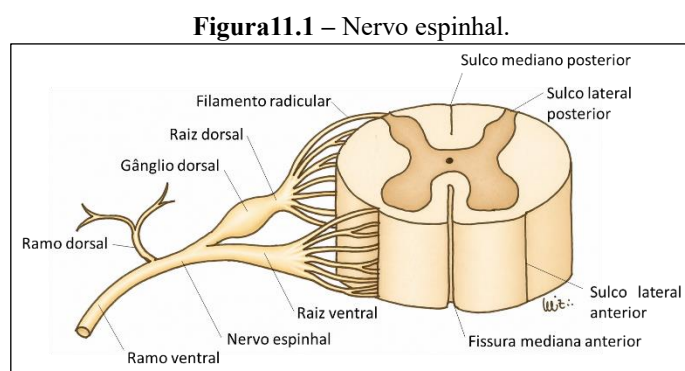
As *fibras eferentes* conduzem impulsos do SNC em direção aos órgãos efetadores. De acordo com o tipo de estrutura inervada, podem ser classificadas em:

- *Fibras eferentes somáticas* - responsáveis pela condução de impulsos motores voluntários destinados à inervação dos músculos estriados esqueléticos.
- *Fibras eferentes viscerais* - conduzem impulsos motores involuntários para a inervação dos músculos lisos, das glândulas e do músculo estriado cardíaco, integrando o sistema nervoso autônomo.

### 3. Trajeto

Os nervos espinhais são constituídos por numerosas fibras nervosas, provenientes de diferentes neurônios, que conduzem impulsos em direções distintas. O isolamento elétrico proporcionado pelos envoltórios conjuntivos (estudados no capítulo anterior) permite que cada fibra conduza seus impulsos de forma independente.

Após emergirem pelo *forame intervertebral*, os nervos espinhais formam um tronco comum, que rapidamente se divide em ramo dorsal e ramo ventral (Figura 11.1)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

Os *ramos dorsais* são mistos, geralmente menores, e seguem posteriormente, sendo responsáveis pela inervação da pele e dos músculos profundos da região dorsal da cabeça, da nuca e do tronco.

Os *ramos ventrais* também são mistos e representam a principal continuação dos nervos espinhais, inervando a pele, os músculos e as demais estruturas da região ântero-lateral do tronco, do pescoço e dos membros.

Na região torácica, os ramos ventrais formam os *nervos intercostais*, que mantêm organização segmentar e são unissegmentares. Nas demais regiões, os ramos ventrais anastomosam-se e originam os *plexos nervosos*, caracterizados por apresentarem fibras provenientes de diferentes segmentos medulares.

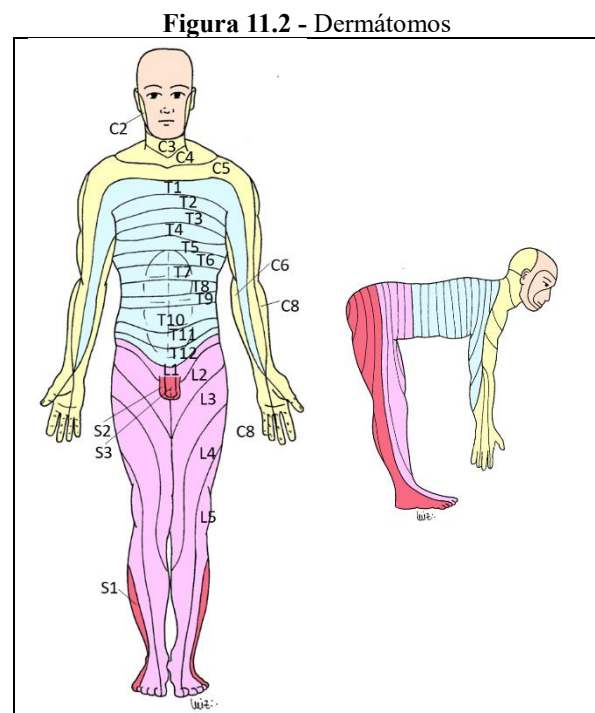
Embora muitos nervos se destinem predominantemente a músculos ou à pele, os nervos espinhais são sempre mistos, contendo fibras sensitivas, motoras e autonômicas, o que reflete a complexidade funcional do SNP.

#### 4. Dermátomos

O *dermátomo* (do grego *derma*, “pele”, e *tome*, “corte”) corresponde a uma faixa ou território da pele inervado por uma única raiz dorsal de um nervo espinhal, responsável pela condução de impulsos sensitivos gerais. São denominados de acordo com o nervo espinhal que os inerva e organizam-se, no tronco, em bandas contínuas, refletindo a segmentação metamérica do corpo (Figura 11.2).

De forma geral, sua distribuição pode ser resumida da seguinte maneira:

- *Dermátomos cervicais* (C1–C2) - rosto e pescoço
- *Dermátomos torácicos* (T2–T12) - região do tórax
- *Dermátomos dos membros superiores* (C5–T2) - braços e mãos
- *Dermátomos lombares e dos membros inferiores* (L1–S1) - pernas e pés
- *Dermátomos sacrais* (S2–S5) - região glútea e áreas adjacentes



Fonte: Takase, 2025.

Nos membros, em decorrência do crescimento e da rotação dos brotos apendiculares durante o desenvolvimento embrionário, a disposição dos dermatômos apresenta aspecto aparentemente irregular. No entanto, quando o corpo é considerado em posição quadrúpede, torna-se evidente a organização sequencial e metamérica dos dermatômos cervicais, torácicos, lombares e sacrais.

Embora os esquemas de dermatômos apresentem limites bem definidos, existe sobreposição de inervação entre territórios adjacentes. Assim, lesões em um gânglio da raiz dorsal costumam resultar em diminuição da sensibilidade na área correspondente, e não em perda sensitiva completa.

O estudo dos dermatômos possui grande importância clínica, especialmente na localização de lesões medulares ou radiculares, como nos casos de traumatismos e hérnias de disco. Um fenômeno associado é a dor referida, caracterizada pela percepção dolorosa em uma região distinta do local de origem do estímulo nociceptivo. Um exemplo clássico ocorre no infarto do miocárdio, em que a dor é percebida no pescoço, ombro e membro superior esquerdo, devido à convergência das aferências viscerais do coração com os dermatômos de T1 a T4.

#### **Correlação Clínica 1 – Herpes-zóster**

A herpes-zóster é causada pela reativação do vírus Varicela-Zóster, que permanece latente nos gânglios da raiz dorsal após infecção primária. Quando reativado, o vírus percorre as fibras sensitivas e provoca erupções cutâneas dolorosas restritas ao território de um dermatômo específico. A distribuição unilateral e segmentar das lesões é característica e reflete a organização metamérica dos nervos espinhais.

## **5. Miótomos**

Os *miótomos*, também denominados campos radiculares motores, correspondem ao conjunto de fibras musculares inervadas por uma única raiz ventral de um nervo espinhal. Dessa forma, cada miótomo representa o território motor de um segmento medular específico, responsável pela condução de impulsos motores destinados aos músculos estriados esqueléticos.

Durante o desenvolvimento embrionário, as fibras motoras de cada segmento medular distribuem-se para grupos musculares determinados, originando os miótomos segmentares, que mantêm organização relativamente constante entre os indivíduos.

Participam da execução dos principais movimentos corporais, como flexão, extensão, adução e abdução, sendo fundamentais para a coordenação da atividade motora voluntária.

Cada raiz nervosa está associada a padrões motores específicos; por esse motivo, o estudo dos miótomos é essencial para a avaliação da integridade neurológica e para a localização de lesões medulares ou radiculares. Lesões da raiz ventral resultam, em geral, em fraqueza

muscular nos músculos pertencentes ao miotomo correspondente e, em casos mais graves, podem levar à paralisia segmentar associada à diminuição dos reflexos osteotendinosos.

A inervação motora pode ser classificada em:

- *Unirradicular* - o músculo é inervado predominantemente por uma única raiz ventral;
- *Plurirradicular* - o músculo recebe fibras motoras de múltiplas raízes, situação comum na maioria dos músculos esqueléticos, garantindo redundância funcional e maior resistência a lesões parciais.

#### **Correlação Clínica 2 – Hérnia de disco lombar**

Na hérnia de disco lombar, a protrusão do disco intervertebral pode comprimir uma raiz nervosa no forame intervertebral. Essa compressão pode causar dor irradiada, parestesias e fraqueza muscular em território correspondente a um dermatomo e miótomo específicos. A identificação do padrão sensitivo-motor permite localizar o nível radicular comprometido.

## **6. Considerações finais**

Os nervos espinhais constituem a principal via de comunicação entre a medula espinhal e a maior parte do corpo, apresentando organização anatômica e funcional fortemente marcada pela segmentação medular. Essa disposição metamérica reflete-se na distribuição dos ramos nervosos, dos dermatomos e dos miótomos, permitindo uma relação direta entre os segmentos da medula espinhal e os territórios sensitivos e motores da periferia.

A divisão dos nervos espinhais em ramos dorsais e ventrais, bem como a formação de nervos intercostais e de plexos nervosos, evidencia a adaptação do SNP às diferentes exigências funcionais do tronco e dos membros. Enquanto os nervos torácicos mantêm organização segmentar mais simples, os plexos garantem redistribuição das fibras nervosas, conferindo maior eficiência funcional e proteção frente a lesões parciais.

O estudo dos dermatomos e miótomos assume papel central na compreensão da organização dos nervos espinhais, fornecendo base anatômica sólida para a avaliação neurológica e para a localização de lesões medulares ou radiculares. A correlação entre segmentação, território de inervação e manifestação clínica reforça a importância dos nervos espinhais como elemento fundamental na integração sensitivo-motora do organismo.

Assim, a compreensão da organização dos nervos espinhais é essencial não apenas para o entendimento da anatomia do SNP, mas também para a interpretação dos sinais e sintomas associados às afecções neurológicas que envolvem a medula espinhal e suas raízes nervosas.

---

## II - NERVOS CRANIANOS

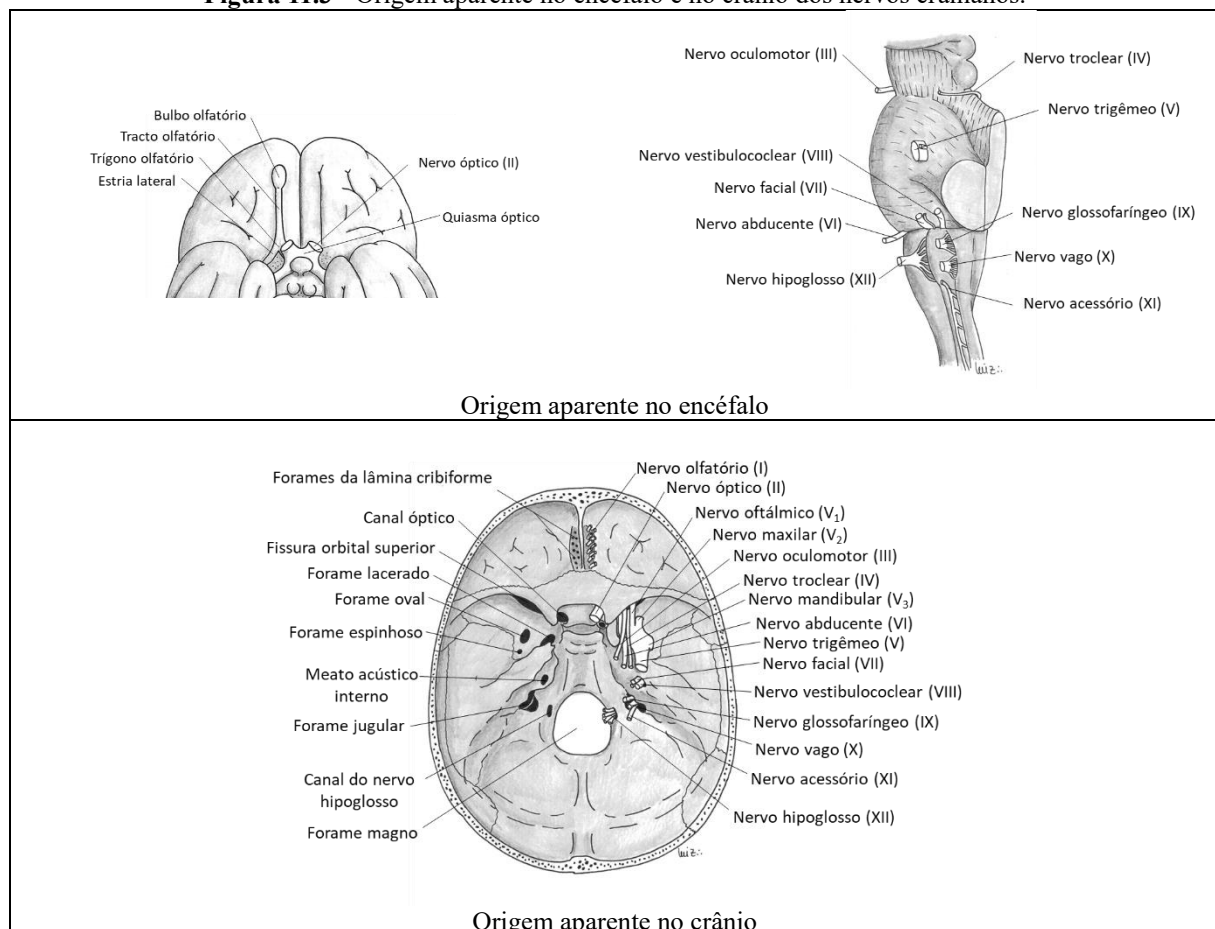
### 1. Generalidades

Os nervos cranianos correspondem a doze pares de nervos com origem aparente no encéfalo. São identificados por numerais romanos e dispostos no sentido crânio-caudal, da seguinte forma: nervo olfatório (I), nervo óptico (II), nervo oculomotor (III), nervo troclear (IV), nervo trigêmeo (V), nervo abducente (VI), nervo facial (VII), nervo vestibulo-coclear (VIII), nervo glossofaríngeo (IX), nervo vago (X), nervo acessório (XI) e nervo hipoglosso (XII).

Do ponto de vista da origem aparente no SNC, os dois primeiros pares têm origem no telencéfalo e no diencéfalo, respectivamente, enquanto os demais nervos cranianos emergem do tronco encefálico.

Diferentemente dos nervos espinhais, que são invariavelmente mistos, os nervos cranianos podem ser classificados, de acordo com sua função, em sensitivos, motores ou mistos (Figura 11.3 e Tabela 11.1).

**Figura 11.3 - Origem aparente no encéfalo e no crânio dos nervos cranianos.**



Fonte: Takase, 2025.

<b>Tabela 11.1 - Classificação, origem aparente no encéfalo e no crânio dos doze pares de nervos cranianos.</b>			
<b>Nervo Craniano</b>	<b>Classificação</b>	<b>Origem aparente no encéfalo</b>	<b>Origem aparente no crânio</b>
I – Olfatório	Sensitivo	Bulbo olfatório	Lâmina crivosa do osso etmoide
II – Óptico	Sensitivo	Quiasma óptico	Canal óptico
III – Oculomotor	Motor	Sulco medial do pedúnculo cerebral	Fissura orbital superior
IV – Troclear	Motor	Véu medular superior	Fissura orbital superior
V – Trigêmeo	Misto	Entre a ponte e o pedúnculo cerebral médio	Fissura orbital superior (V1) Forame redondo (V2) Forame oval (V3)
VI – Abducente	Motor	Sulco bulbopontino	Fissura orbital superior
VII – Facial	Misto	Sulco bulbopontino	Forame estilomastoideo
VIII – Vestibulococlear	Sensitivo	Sulco bulbopontino	Meato acústico interno
IX – Glossofaríngeo	Misto	Sulco lateral posterior	Forame jugular
X – Vago	Misto	Sulco lateral posterior	Forame jugular
XI – Acessório	Motor	Sulco lateral posterior	Forame jugular
XII – Hipoglosso	Motor	Sulco lateral anterior	Canal do hipoglosso

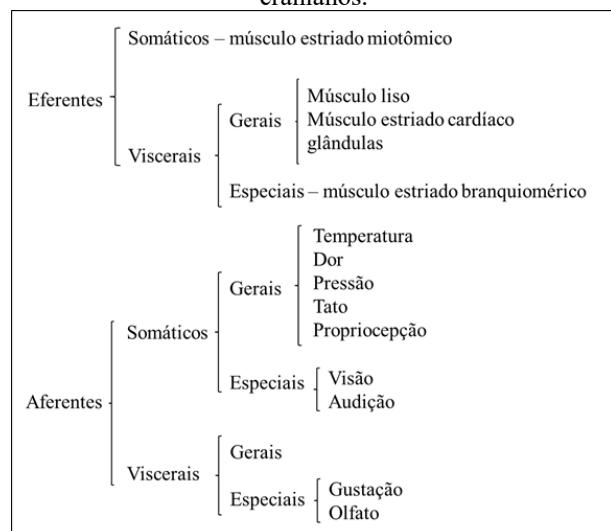
## 2. Componentes funcionais

Os componentes funcionais dos nervos cranianos apresentam maior complexidade quando comparados aos nervos espinhais. Essa complexidade está relacionada, principalmente, às diferentes origens embriológicas dos músculos da cabeça e à presença de aferências provenientes tanto de receptores gerais quanto de receptores especiais (Figura 11.4).

Assim, as fibras que compõem os nervos cranianos podem ser classificadas da seguinte maneira:

- *Fibras eferentes somáticas (ES)* - responsáveis pela inervação de músculos estriados esqueléticos derivados de miômeros.
- *Fibras eferentes viscerais especiais (EVE)* - inervam músculos estriados esqueléticos de origem branquiomérica.
- *Fibras eferentes viscerais gerais (EVG)* - relacionadas à inervação de músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular.
- *Fibras aferentes somáticas gerais (ASG)* - conduzem informações sensitivas gerais provenientes de exteroceptores e proprioceptores.

**Figura 11.4 - Componentes funcionais dos nervos cranianos.**



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

- *Fibras aferentes somáticas especiais (ASE)* - associadas à percepção sensorial da visão e da audição, com origem na retina e na orelha interna.
- *Fibras aferentes viscerais gerais (AVG)* - provenientes de viscerosceptores, responsáveis pela condução de informações sensitivas do meio interno.
- *Fibras aferentes viscerais especiais (AVE)* - originam-se nos receptores gustatórios e olfatórios, sendo consideradas viscerais por estarem relacionadas aos sistemas digestório e respiratório, respectivamente.

### 3. Nervo olfatório

O *nervo olfatório (I)* é exclusivamente sensitivo, formado por fibras aferentes viscerais especiais (AVE) responsáveis pela condução dos estímulos olfatórios. Diferentemente da maioria dos nervos cranianos, não se origina no tronco encefálico, tendo sua origem aparente no *bulbo olfatório*, estrutura relacionada ao telencéfalo. Sua origem aparente no crânio ocorre na *lâmina crivosa* do osso etmoide. O nervo olfatório está relacionado a uma modalidade sensorial visceral especial, associada funcionalmente aos sistemas respiratório e digestório.

### 4. Nervo óptico

O *nervo óptico (II)* é exclusivamente sensitivo, formado por fibras aferentes somáticas especiais (ASE) responsáveis pela condução dos estímulos visuais. Assim como o nervo olfatório, não tem origem no tronco encefálico, apresentando origem aparente no *quiasma óptico*, estrutura derivada do diencefalo. Sua origem aparente no crânio localiza-se no *canal óptico* do osso esfenóide. O nervo óptico conduz uma modalidade sensorial somática especial, relacionada à visão, e apresenta organização estrutural semelhante à de um trato do SNC.

### 5. Nervo oculomotor

O *nervo oculomotor (III)* é predominantemente motor, sendo formado por fibras eferentes somáticas (ES), responsáveis pela movimentação voluntária da maioria dos músculos extrínsecos do olho, e por fibras eferentes viscerais gerais (EVG), relacionadas à inervação autonômica dos músculos ciliares e do esfíncter da pupila. O nervo oculomotor tem origem aparente no tronco encefálico, emergindo do *sulco medial do pedúnculo cerebral*, no mesencéfalo. Sua origem aparente no crânio ocorre na *fissura orbital superior*.

Em conjunto com os nervos troclear e abducente, o nervo oculomotor participa do controle da motricidade ocular, sendo o principal responsável pelos movimentos do globo ocular.

## 6. Nervo troclear

O *nervo troclear (IV)* é exclusivamente motor, formado por fibras eferentes somáticas (ES) responsáveis pela inervação de músculos extrínsecos do olho. Semelhante ao nervo oculomotor, participa da motricidade ocular, porém apresenta menor território funcional. Sua origem aparente no encéfalo ocorre no *véu medular superior*, sendo o único nervo craniano que emerge da face dorsal do tronco encefálico. Sua origem aparente no crânio é na *fissura orbital superior*.

## 7. Nervo trigêmeo

O *nervo trigêmeo (V)* é um nervo misto, composto por uma raiz sensitiva e uma raiz motora. Constitui o principal nervo sensitivo da face, conduzindo fibras aferentes somáticas gerais (ASG) responsáveis pela sensibilidade da face, dentes, cavidades nasal e oral, seios paranasais, conjuntiva ocular e dura-máter craniana. Suas fibras motoras, classificadas como eferentes viscerais especiais (EVE), inervam os músculos da mastigação, além do músculo milo-hióideo, ventre anterior do músculo digástrico, músculo tensor do véu palatino e músculo tensor do tímpano.

Sua origem aparente no encéfalo localiza-se no *braço da ponte*, anteriormente ao pedúnculo cerebelar médio, dirigindo-se anteriormente ao gânglio trigeminal, de onde se originam três ramos principais:

- *Nervo oftálmico (V1)* – exclusivamente sensitivo, emerge pela *fissura orbital superior* e inerva a região frontal, couro cabeludo anterior, pálpebra superior, conjuntiva ocular, parte superior da cavidade nasal, seios frontal, etmoidal e esfenoidal, além da dura-máter da fossa anterior.
- *Nervo maxilar (V2)* – exclusivamente sensitivo, emerge pelo *forame redondo* e inerva a pálpebra inferior, região lateral do nariz, lábio superior, cavidade nasal inferior, seios maxilares e etmoidais, dentes e gengiva superiores, além da dura-máter da fossa média.
- *Nervo mandibular (V3)* – nervo misto, emerge pelo *forame oval*, sendo responsável pela sensibilidade da região temporal, bochecha, lábio inferior, parte da orelha externa, dentes e gengiva inferiores e terço anterior da língua, além da inervação motora dos músculos da mastigação.

Diferentemente dos demais nervos cranianos, o trigêmeo apresenta ampla distribuição sensitiva na face, sendo funcionalmente comparável aos nervos espinhais no que se refere à sensibilidade somática.

## 8. Nervo abducente

O *nervo abducente (VI)* é exclusivamente motor, formado por fibras eferentes somáticas (ES) responsáveis pela movimentação voluntária dos olhos. Assim como os nervos oculomotor e troclear, participa do controle da motricidade ocular, porém atua de forma mais específica. Sua origem aparente no encéfalo ocorre no *sulco bulbopontino*, e sua origem aparente no crânio localiza-se na *fissura orbital superior*.

### Correlação Clínica 3 – Lesão do nervo abducente (VI)

O nervo abducente (VI), responsável pela inervação do músculo reto lateral do olho, pode ser comprometido em casos de hipertensão intracraniana ou lesões no sulco bulbopontino. Sua lesão resulta em incapacidade de abdução do olho, levando à diplopia horizontal. Como compartilha a fissura orbital superior com os nervos III e IV, processos expansivos nessa região podem afetar simultaneamente a motricidade ocular.

## 9. Nervo facial

O *nervo facial (VII)* é um nervo misto, com funções motoras, sensitivas e autonômicas. Suas fibras eferentes viscerais especiais (EVE) inervam os músculos da mímica facial, o músculo estilohióideo e o ventre posterior do músculo digástrico. As fibras eferentes viscerais gerais (EVG) são responsáveis pela inervação autonômica das glândulas lacrimal, submandibular, sublingual e de glândulas do nariz e palato. Apresenta ainda fibras aferentes viscerais especiais (AVE) relacionadas à gustação e fibras aferentes somáticas gerais (ASG) responsáveis pela sensibilidade da pele do meato acústico externo.

Sua origem aparente no encéfalo localiza-se no *sulco bulbopontino*, lateralmente ao nervo abducente e medialmente ao nervo vestibulo-coclear, e sua origem aparente no crânio ocorre no *forame estilomastóideo*.

### Correlação Clínica 4 – Paralisia facial periférica

A paralisia facial periférica ocorre por lesão do nervo facial (VII) após sua emergência do tronco encefálico. Caracteriza-se por perda da motricidade da musculatura da mímica em um lado da face, associada, por vezes, à alteração da gustação e diminuição da secreção lacrimal ou salivar. Diferentemente da paralisia central, compromete toda a hemiface ipsilateral.

## 10. Nervo vestibulo-coclear

O *nervo vestibulo-coclear (VIII)* é exclusivamente sensitivo, formado por fibras aferentes somáticas especiais (ASE) relacionadas à audição e ao equilíbrio. Sua origem aparente no encéfalo localiza-se no *sulco bulbopontino*, lateralmente ao nervo facial, e sua origem aparente no crânio ocorre no *meato acústico interno*.

### 11. Nervo glossofaríngeo

O *nervo glossofaríngeo (IX)* é um nervo misto, com funções motoras, sensitivas e autonômicas. Suas fibras eferentes viscerais especiais (EVE) inervam o músculo estilofaríngeo, enquanto as fibras eferentes viscerais gerais (EVG) são responsáveis pela inervação autonômica da glândula parótida.

Apresenta fibras sensitivas relacionadas à gustação, à sensibilidade da faringe, orelha média e à aferência do glomo e seio carotídeos. Sua origem aparente no encéfalo ocorre na porção superior do *sulco lateral posterior* do bulbo, e sua origem aparente no crânio localiza-se no *forame jugular*.

Funcionalmente, compartilha funções com o nervo vago, especialmente no controle da deglutição.

### 12. Nervo vago

O *nervo vago (X)* é um nervo misto, caracterizado por ampla distribuição autonômica. Suas fibras eferentes viscerais especiais (EVE) inervam músculos da faringe, palato e laringe, enquanto as fibras eferentes viscerais gerais (EVG) são responsáveis pela inervação autonômica de grande parte das vísceras torácicas e abdominais. Apresenta ainda fibras sensitivas relacionadas à gustação e à sensibilidade visceral. Sua origem aparente no encéfalo ocorre no *sulco lateral posterior* do bulbo, inferiormente ao nervo glossofaríngeo, e sua origem aparente no crânio é no *forame jugular*.

### 13. Nervo acessório

O *nervo acessório (XI)* é exclusivamente motor, formado por fibras eferentes viscerais especiais (EVE) responsáveis pela inervação dos músculos esternocleidomastóideo e trapézio, além de participar da inervação de músculos do palato, faringe, laringe e esôfago. Apresenta origem aparente no *sulco lateral posterior* do bulbo, estendendo-se até a medula espinhal, e sua origem aparente no crânio ocorre no *forame jugular*.

### 14. Nervo hipoglosso

O *nervo hipoglosso (XII)* é exclusivamente motor, formado por fibras eferentes somáticas (ES) responsáveis pela movimentação voluntária da língua. Sua origem aparente no encéfalo localiza-se no *sulco lateral anterior* do bulbo, anteriormente à oliva, e sua origem aparente no crânio ocorre no *canal do nervo hipoglosso*, no osso occipital.

## 15. Considerações finais

Os nervos cranianos apresentam organização anatômica e funcional mais diversa quando comparados aos nervos espinhais, refletindo a complexidade embriológica e funcional da cabeça e do pescoço. As origens aparentes no encéfalo, a variabilidade de componentes funcionais e a associação com modalidades sensitivas especiais conferem a esse grupo características singulares dentro do SNP.

Diferentemente da organização segmentar típica dos nervos espinhais, os nervos cranianos não seguem um padrão metamérica uniforme, apresentando trajetos, territórios de inervação e funções específicas. Essa diversidade funcional inclui nervos sensitivos, motores e nervos mistos, com participação relevante na motricidade, sensibilidade e regulação autonômica de estruturas cefálicas e viscerais.

A compreensão de seus componentes funcionais é fundamental para integrar aspectos anatômicos, embriológicos e fisiológicos, permitindo reconhecer as relações entre origem muscular, tipo de fibra nervosa e função desempenhada. Essa abordagem favorece a organização mental dos nervos cranianos em grupos funcionais, facilitando seu estudo e aplicação clínica.

Assim, o estudo dos nervos cranianos constitui etapa essencial para o entendimento da comunicação entre o encéfalo e as estruturas da cabeça, do pescoço e de diversas vísceras, fornecendo base anatômica indispensável para a avaliação neurológica e para a interpretação das manifestações clínicas associadas às lesões desses nervos.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

### RESUMO

#### I – Nervos Espinhais

##### 1. Organização geral

- 31 pares de nervos espinhais
- Emergência geralmente abaixo da vértebra correspondente

##### 2. Constituição funcional

- Mistos
  - Fibras aferentes somáticas (exteroceptivas e proprioceptivas)
  - Fibras aferentes viscerais
  - Fibras eferentes somáticas
  - Fibras eferentes viscerais

##### 3. Trajeto

- Emergem pelo forame intervertebral
- Dividem-se em:
  - Ramo dorsal → inerva musculatura profunda e pele da região dorsal
  - Ramo ventral → inerva região ântero-lateral do tronco e membros
    - Região torácica → nervos intercostais (segmentares)
    - Demais regiões → formação de plexos nervosos

##### 4. Dermátomos

- Território cutâneo inervado por uma única raiz dorsal
- Organização metamérica no tronco
- Sobreposição entre territórios adjacentes
- Importância clínica:
  - localização de lesões radiculares
  - dor referida
  - herpes-zóster

##### 5. Miótomos

- Conjunto de fibras musculares inervadas por uma raiz ventral
- Base para avaliação motora segmentar
- Unirradicular ou plurirradicular

- Organização segmentar e metamérica

#### II – Nervos Cranianos

##### 1. Organização geral

- 12 pares, identificados por numerais romanos (I a XII).
- Origem aparente:
  - I e II → telencéfalo e diencefalo.
  - III a XII → tronco encefálico.

##### 2. Classificação funcional

- Sensitivos, motores ou mistos

##### 3. Componentes funcionais

- ES – Eferente somática
- EVE – Eferente visceral especial
- EVG – Eferente visceral geral
- ASG – Aferente somática geral
- ASE – Aferente somática especial
- AVG – Aferente visceral geral
- AVE – Aferente visceral especial

##### 4. Organização funcional por grupos

###### 4.1 Sensitivos

- Nervo olfatório (I) - olfato
- Nervo óptico (II) - visão
- Nervo vestibulococlear (VIII) - audição e equilíbrio

###### 4.2 Motores

- Nervos oculomotor (III), troclear (IV) e abducente (VI) - motricidade ocular
- Nervo acessório (XI) - musculatura cervical
- Nervo hipoglosso (XII) - musculatura da língua

###### 4.3 Mistos

- Nervo trigêmeo (V) - sensibilidade facial e mastigação
- Nervo facial (VII) - mímica, gustação e secreção glandular
- Nervo glossofaríngeo (IX) → deglutição, gustação e parótida
- Nervo vago (X) - funções viscerais - parassimpático

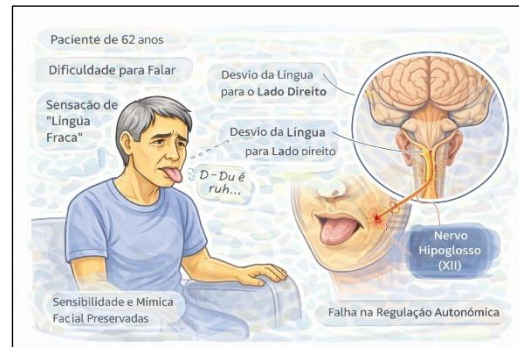
## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 – Lesão do Nervo Hipoglossos (XII)

Um paciente de 62 anos apresenta dificuldade na articulação da fala e sensação de “língua fraca” após episódio isquêmico bulbar. Ao exame físico, observa-se que, ao protruir a língua, ela desvia para o lado direito. Não há alteração da sensibilidade facial nem da mímica.

#### Perguntas:

1. Qual nervo craniano está comprometido?
2. Por que a língua desvia para o lado direito?
3. Trata-se, provavelmente, de lesão central ou periférica?

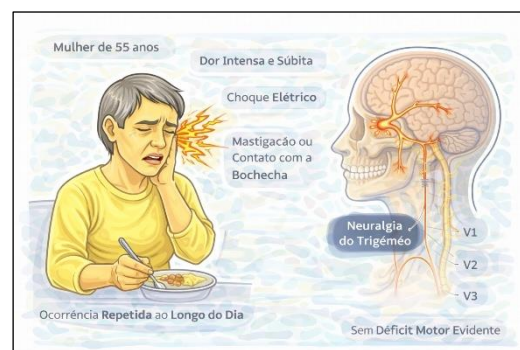


### Caso Clínico 2 – Neuralgia do Trigêmeo

Uma paciente de 55 anos relata episódios súbitos de dor intensa, em choque elétrico, na região da face direita, desencadeados ao mastigar ou tocar a bochecha. A dor dura poucos segundos e ocorre repetidamente ao longo do dia. O exame neurológico não demonstra déficit motor evidente.

#### Perguntas:

1. Qual nervo está envolvido?
2. Qual ramo é mais provavelmente afetado?
3. Por que não há comprometimento motor significativo?



## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Explique o que são nervos espinhais e descreva sua organização geral.
2. Defina dermatomo e explique sua importância clínica.
3. O que são miótomos e como podem auxiliar na avaliação neurológica?
4. Descreva a diferença entre ramo dorsal e ramo ventral dos nervos espinhais.
5. Explique por que os nervos espinhais são considerados mistos.
6. Quantos pares de nervos cranianos existem e como são identificados?
7. Explique a diferença entre fibras aferentes somáticas especiais e fibras aferentes viscerais especiais nos nervos cranianos.
8. Cite três nervos cranianos exclusivamente sensitivos e descreva brevemente suas funções.
9. Explique por que o nervo trigêmeo é considerado um nervo misto.
10. Descreva uma diferença fundamental entre a organização dos nervos espinhais e a dos nervos cranianos.

## TESTES

**11. Um paciente apresenta diminuição da sensibilidade dolorosa na região lateral da perna e dorso do pé, associada à fraqueza na dorsiflexão do pé. Considerando a organização segmentar, a lesão mais provável envolve:**

- A) Ramo dorsal do nervo L2
- B) Raiz dorsal de S2
- C) Raiz de L5

- D) Nervo intercostal T12
- E) Plexo cervical

**12. Em relação aos nervos cranianos, assinale a alternativa correta:**

- A) O nervo troclear emerge da face dorsal do tronco encefálico.
- B) Todos os nervos cranianos emergem do tronco encefálico.
- C) Os nervos I e II possuem organização semelhante à dos nervos espinhais.
- D) O nervo trigêmeo é exclusivamente sensitivo.
- E) O nervo facial não possui fibras autonômicas.

**13. Um paciente apresenta incapacidade de abduzir o olho direito, mantendo preservados os demais movimentos oculares. A lesão está mais provavelmente associada a qual nervo e qual tipo de fibra?**

- A) Nervo oculomotor – fibras EVG
- B) Nervo abducente – fibras ES
- C) Nervo troclear – fibras ES
- D) Nervo trigêmeo – fibras EVE
- E) Nervo facial – fibras ES

**14. A dor referida no infarto do miocárdio é percebida em dermatômos torácicos superiores devido:**

- A) À inervação exclusiva do coração pelo nervo vago.
- B) À convergência de aferências viscerais e somáticas nos mesmos segmentos medulares.
- C) À sobreposição completa entre dermatômos torácicos.
- D) À participação de fibras somáticas especiais.
- E) À ativação direta do córtex motor.

**15. Um paciente apresenta perda da mímica facial em toda a hemiface esquerda, associada à diminuição da gustação nos dois terços anteriores da língua do mesmo lado. A lesão mais provável compromete:**

- A) Nervo trigêmeo (V)
- B) Nervo hipoglosso (XII)
- C) Nervo glossofaríngeo (IX)
- D) Nervo facial (VII)
- E) Nervo vago (X)

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso Clínico 1

1. Nervo hipoglosso (XII), responsável pela inervação motora da musculatura intrínseca e extrínseca da língua.
2. Quando há lesão periférica do nervo hipoglosso, ocorre paralisia da musculatura da língua no lado afetado. Ao protruir a língua, o músculo genioglosso contralateral empurra a língua em direção ao lado lesionado. Assim, o desvio ocorre para o lado da lesão.
3. O desvio ipsilateral sugere lesão periférica do nervo XII após sua emergência do bulbo. Lesões centrais geralmente produzem padrão diferente, associado a outros sinais motores.

## 2. Caso Clínico 2

1. Nervo trigêmeo (V), principal responsável pela sensibilidade somática da face.
2. Geralmente o nervo maxilar (V2) ou o nervo mandibular (V3). A dor desencadeada por mastigação sugere possível envolvimento de V3.
3. Na neuralgia do trigêmeo, o comprometimento costuma afetar predominantemente as fibras sensitivas. Como a raiz motora é distinta da raiz sensitiva, a função motora pode permanecer preservada.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. Os nervos espinhais são 31 pares de nervos que têm origem na medula espinhal. Estão organizados de acordo com os segmentos medulares (cervicais, torácicos, lombares, sacrais e coccígeo). Cada nervo espinhal emerge pelo forame intervertebral e divide-se em ramos dorsal e ventral.
2. Dermátomo é o território cutâneo inervado por uma única raiz dorsal de um nervo espinhal. Sua importância clínica está relacionada à localização de lesões radiculares e medulares, pois alterações sensitivas seguem padrões segmentares.
3. Miótomo é o conjunto de fibras musculares inervadas por uma única raiz ventral. Sua avaliação permite identificar fraquezas musculares segmentares e localizar possíveis lesões neurológicas.
4. O ramo dorsal inerva a pele e os músculos profundos da região posterior do tronco. O ramo ventral inerva a região ântero-lateral do tronco e os membros, podendo formar plexos nervosos.
5. São considerados mistos porque contêm fibras aferentes (sensitivas), eferentes somáticas (motoras voluntárias) e eferentes viscerais (autônômicas).
6. Existem 12 pares de nervos cranianos, identificados por numerais romanos (I a XII), organizados no sentido crânio-caudal.
7. As fibras aferentes somáticas especiais estão relacionadas à visão e audição. As fibras aferentes viscerais especiais estão relacionadas ao olfato e à gustação.
8. Nervos exclusivamente sensitivos: nervo olfatório (I) – olfato, nervo óptico (II) – visão, e nervo vestibulococlear (VIII) – audição e equilíbrio.
9. O nervo trigêmeo é misto porque possui fibras sensitivas (responsáveis pela sensibilidade da face) e fibras motoras (responsáveis pelos músculos da mastigação).
10. Os nervos espinhais apresentam organização segmentar e são sempre mistos. Já os nervos cranianos não seguem padrão metamérica uniforme e podem ser sensitivos, motores ou mistos.
11. C - A região lateral da perna e dorso do pé está associada ao dermatomo de L5. A fraqueza na dorsiflexão também envolve miótomo de L5. A associação sensitivo-motora segmentar indica comprometimento radicular.
12. A - O nervo troclear é o único que emerge da face dorsal do tronco encefálico.
13. B - O nervo abducente (VI) inerva o músculo reto lateral do olho por meio de fibras eferentes somáticas (ES). Sua lesão causa incapacidade de abdução e diplopia horizontal.
14. B - A dor referida ocorre porque fibras viscerais e somáticas convergem nos mesmos neurônios segmentares, levando o cérebro a interpretar erroneamente a origem da dor.
15. D - O nervo facial possui fibras motoras (mímica) e fibras aferentes viscerais especiais (gustação dos dois terços anteriores da língua). A associação dos dois déficits indica lesão do VII par.

## CAPÍTULO 12 - SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

### CONTEÚDO

1. Generalidades	5.5.1 No gânglio paravertebral do mesmo nível
2. Sistema nervoso visceral aferente	5.5.2 Em gânglios paravertebrais acima ou abaixo do nível de origem
2.1 Dor visceral	5.5.3 Em gânglio pré-vertebral
2.2 Dor referida	5.6 Trajeto das fibras pós-ganglionares
3. Sistema nervoso visceral eferente	5.6.1 Via do nervo espinhal
4. Organização do sistema nervoso autônomo	5.6.2 Via de nervo independente
4.1 Sistema nervoso simpático	5.6.3 Via arterial
4.2 Sistema nervoso parassimpático	6. Sistema Nervoso Parassimpático
4.3 Organização estrutural	6.1 Parte Craniana
4.4 Organização neuroquímica	6.1.1 Nervo Oculomotor (III)
4.5 Funções	6.1.2 Nervo Facial (VII)
5. Sistema nervoso simpático	6.1.3 Nervo Facial (VII)
5.1 Tronco simpático	6.1.4 Nervo Glossofaríngeo (IX)
5.2 Nervos esplâncnicos	6.1.5 Nervo Vago (X)
5.2.1 Nervos esplâncnicos torácicos	6.2 Parte Sacral
5.2.2 Nervos esplâncnicos lombares	7. Plexos Viscerais
5.2.3 Nervos esplâncnicos sacrais	7.1 Cavidade Torácica
5.3 Gânglios pré-vertebrais	7.2 Cavidade Abdominal
5.3.1 Gânglios celíacos	7.3 Cavidade Pélvica
5.3.2 Gânglios aórtico-renais	8. Considerações Finais
5.3.3 Gânglio mesentérico superior	Material Complementar
5.3.4 Gânglio mesentérico inferior	Resumo
5.4 Ramos comunicantes	Casos Clínicos
5.4.1 Ramos comunicantes brancos	Questões
5.4.2 Ramos comunicantes cinzentos	
5.4.3 Distribuição	
5.5 Sinapse entre neurônio pré-ganglionar e neurônio pós-ganglionar	

### 1. Generalidades

O *sistema nervoso autônomo* constitui a porção do sistema nervoso responsável pelo controle da vida vegetativa, exercendo papel fundamental na manutenção da homeostase. Por meio de seus mecanismos de regulação, é capaz de ajustar continuamente funções vitais como frequência cardíaca, pressão arterial, ventilação pulmonar, motilidade gastrointestinal, secreções glandulares e equilíbrio metabólico, mesmo na ausência de controle consciente.

Do ponto de vista didático, o sistema nervoso autônomo é tradicionalmente considerado um dos temas mais desafiadores da neuroanatomia. Essa dificuldade decorre não apenas da complexidade de sua organização estrutural e funcional, mas também do fato de que suas ações

são, em grande parte, inconscientes, difusas e moduladoras, contrastando com a lógica mais direta do sistema nervoso somático. Além disso, conceitos como neurônios pré- e pós-ganglionares, gânglios autonômicos, plexos viscerais e ações antagônicas entre simpático e parassimpático frequentemente se sobrepõem, favorecendo confusões conceituais entre os estudantes.

Relembrando a divisão funcional do sistema nervoso, este pode ser classificado em sistema nervoso somático e sistema nervoso visceral. O *sistema nervoso somático*, também denominado sistema nervoso da vida de relação, é responsável pela interação do organismo com o meio externo. Seu componente aferente conduz impulsos sensitivos que atingem o nível da consciência, enquanto seu componente eferente controla a motricidade voluntária dos músculos estriados esqueléticos.

O *sistema nervoso visceral*, por sua vez, está relacionado à regulação do meio interno e à adaptação do organismo às variações fisiológicas constantes. Seu componente aferente conduz informações sensitivas provenientes das vísceras, geralmente sem alcançar a consciência, enquanto seu componente eferente promove a inervação motora involuntária dos músculos lisos, do músculo estriado cardíaco e do tecido glandular. O sistema nervoso visceral eferente subdivide-se em dois grandes sistemas: o *sistema nervoso simpático* e o *sistema nervoso parassimpático*.

A maioria dos autores considera como sistema nervoso autônomo apenas o componente eferente do sistema nervoso visceral. No entanto, alguns adotam uma concepção mais abrangente, incluindo também o componente aferente visceral geral. Essa visão ampliada é particularmente relevante do ponto de vista funcional, uma vez que as informações aferentes provenientes das vísceras são essenciais para a ativação dos centros autonômicos, os quais elaboram respostas ajustadas às necessidades do organismo, garantindo a manutenção da homeostase.

A compreensão adequada do sistema nervoso autônomo é indispensável para o entendimento de inúmeros fenômenos clínicos e fisiopatológicos, como alterações cardiovasculares, distúrbios gastrointestinais, disfunções urinárias, alterações pupilares, respostas ao estresse e efeitos de fármacos que atuam sobre receptores autonômicos. Assim, este capítulo tem como objetivo organizar de forma progressiva e integrada os aspectos anatômicos, funcionais e neuroquímicos do sistema nervoso autônomo, fornecendo ao estudante uma base sólida para a compreensão de seus desdobramentos clínicos futuros.

## 2. Sistema nervoso visceral aferente

O *sistema nervoso visceral aferente* é responsável por conduzir ao SNC, por meio dos viscerorreceptores, informações provenientes do meio interno, como variações na concentração de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e glicose, alterações da pressão arterial, do pH e da temperatura corporal, entre outras.

De modo semelhante ao sistema nervoso somático aferente, essas informações são transmitidas por neurônios pseudounipolares, cujos corpos celulares localizam-se nos gânglios dorsais dos nervos espinhais. Seus prolongamentos centrais projetam-se para a medula espinhal, onde fazem sinapse com neurônios de associação, os quais encaminham os impulsos para estruturas subcorticais envolvidas na regulação autonômica, como o hipotálamo. Em razão desse trajeto, as informações viscerais aferentes, em geral, não alcançam o nível da consciência, sendo a principal exceção os estímulos nociceptivos.

### 2.1 Dor visceral

A dor constitui um importante mecanismo de proteção e alerta do organismo. Quando ocorre lesão tecidual ou disfunção funcional de uma estrutura, há ativação dos nociceptores, que transmitem o impulso nociceptivo ao SNC. No entanto, a *dor visceral* apresenta características próprias, distintas da dor somática.

A dor visceral tende a ser difusa, de alta intensidade, frequentemente associada à hiperalgesia e capaz de causar grande desconforto físico e emocional. Diferentemente da dor somática, a dor visceral não dispõe de um sistema de analgesia endógena eficaz, mecanismo pelo qual estruturas da medula espinhal e do tronco encefálico modulam e atenuam os impulsos dolorosos que atingem o córtex cerebral.

A maioria das vísceras sólidas, como pulmões, fígado e rins, não apresenta nociceptores em sua estrutura. Por esse motivo, processos patológicos que acometem esses órgãos tendem a ser diagnosticados apenas quando já há comprometimento funcional significativo ou envolvimento de estruturas adjacentes.

Em contraste, as vísceras ocas, como estômago, ureteres e intestinos, possuem nociceptores localizados principalmente em suas paredes, os quais são ativados principalmente pela distensão. Assim, estímulos que provocam dor intensa na pele ou nos músculos podem não gerar dor visceral, enquanto a distensão de uma víscera oca pode desencadear dor intensa e prolongada.

## 2.2 Dor referida

Uma característica marcante da dor visceral é a *dor referida*. Nesse fenômeno, lesões, processos inflamatórios ou irritativos em uma víscera provocam sensação dolorosa em regiões cutâneas específicas, correspondentes a determinados dermatômos.

A dor referida está relacionada ao trajeto das fibras nociceptivas viscerais, que acompanham os nervos simpáticos, atravessam os gânglios paravertebrais e os ramos comunicantes brancos, seguindo junto aos nervos espinhais. Ao atingir o córtex cerebral, o impulso é interpretado erroneamente como originado da região cutânea correspondente ao dermatomo daquele nervo espinhal, e não da víscera acometida.

### Correlação clínica 1 – Dor referida

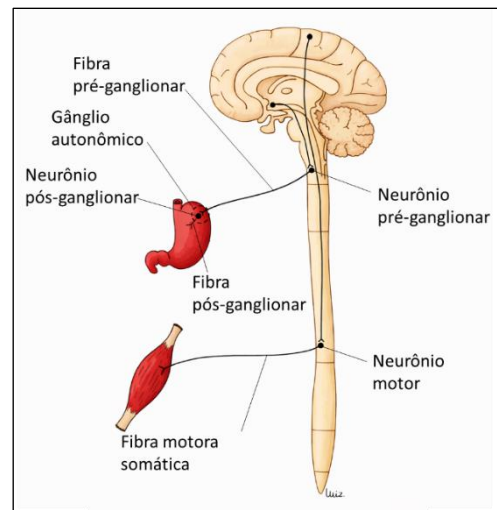
Dois exemplos clássicos de dor referida é a angina e a cólica renal. A angina decorre da isquemia do músculo estriado cardíaco, manifestando-se como dor ou desconforto na região superior esquerda do tórax, frequentemente irradiando-se para o membro superior esquerdo.

A cólica renal provoca dor intensa na região lombar, frequentemente irradiando para a região inguinal. Esse padrão ocorre porque as fibras viscerais aferentes acompanham as vias simpáticas e entram na medula espinhal nos mesmos níveis segmentares dos dermatômos correspondentes. O encéfalo interpreta erroneamente a origem da dor como sendo somática, caracterizando o fenômeno de dor referida.

## 3. Sistema nervoso visceral eferente

Para compreender o funcionamento do *sistema nervoso visceral eferente*, é fundamental compará-lo inicialmente ao sistema nervoso somático eferente, uma vez que ambos apresentam organizações anatômicas e funcionais distintas. Nele, o controle motor ocorre por meio de um único neurônio. Neurônios localizados no córtex motor primário enviam impulsos nervosos a neurônios motores somáticos situados na coluna anterior da medula espinhal. Os axônios desses neurônios formam as fibras motoras dos nervos espinhais, que se dirigem diretamente aos músculos estriados esqueléticos, promovendo movimentos voluntários (Figura 12.1 e Tabela 12.1).

**Figura 12.1** - Diferenças entre sistema nervoso somático eferente e sistema nervoso visceral eferente.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

Em contraste, o sistema nervoso visceral eferente apresenta uma organização em cadeia, composta por dois neurônios. Os neurônios localizados nos centros autonômicos, especialmente no hipotálamo, enviam impulsos a neurônios motores autonômicos denominados *neurônios pré-ganglionares*. Os corpos celulares desses neurônios situam-se na coluna lateral da medula espinhal (nos segmentos torácicos T1 a lombares L2) no caso das vias simpáticas; ou na porção sacral da medula espinhal (segmentos S2, S3 e S4) ou em núcleos específicos do tronco encefálico para as vias parassimpáticas.

Os axônios dos neurônios pré-ganglionares formam as *fibras pré-ganglionares*, que se projetam até um *gânglio autonômico*, onde realizam sinapse com os *neurônios pós-ganglionares*. Estes, por sua vez, originam as *fibras pós-ganglionares*, responsáveis pela inervação dos órgãos efetadores do sistema nervoso autônomo, incluindo o músculo liso, o músculo estriado cardíaco e as glândulas.

Essa organização com dois neurônios e um gânglio autonômico, constitui uma das principais características distintivas do sistema nervoso visceral eferente, sendo fundamental para a compreensão de sua ação moduladora, difusa ou localizada, sobre as funções viscerais.

<b>Tabela 12.1 - Diferenças entre sistema nervoso somático eferente e sistema nervoso visceral eferente.</b>		
	<b>Somático</b>	<b>Visceral</b>
Neurônios	Neurônio motor somático	Neurônio pré-ganglionar Neurônio pós-ganglionar
Localização	Coluna anterior da medula espinhal	Tronco encefálico Coluna lateral da medula espinhal Porção sacral medula
Órgãos efetadores	Músculo estriado esquelético	Músculo liso Músculo estriado cardíaco Glândulas

#### 4. Organização do sistema nervoso autônomo

O sistema nervoso autônomo organiza-se em dois grandes componentes funcionais: o sistema nervoso simpático e o sistema nervoso parassimpático, que atuam de forma integrada e, em muitos casos, antagônica na regulação das funções viscerais.

##### 4.1 Sistema nervoso simpático

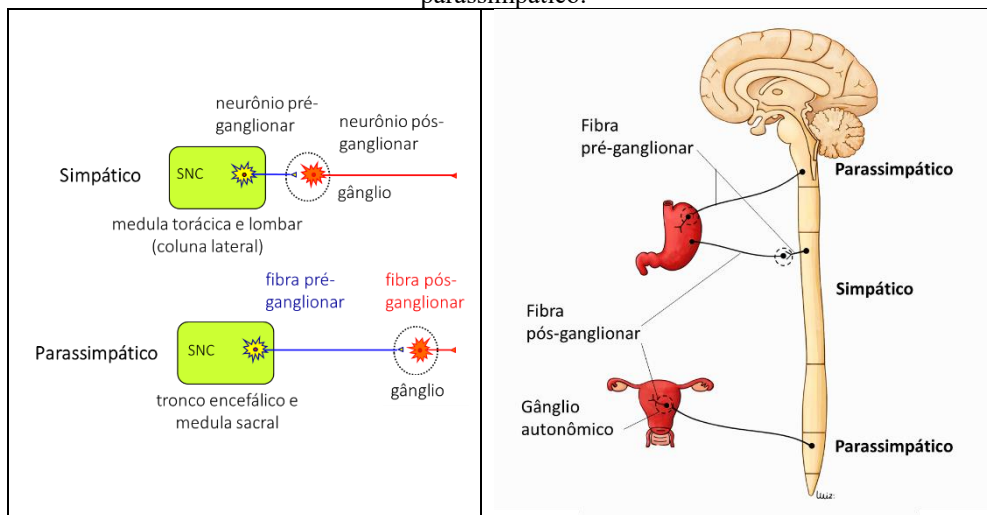
No *sistema nervoso simpático*, os corpos celulares dos neurônios pré-ganglionares localizam-se na coluna lateral da medula espinhal, estendendo-se dos segmentos torácicos T1 aos lombares L2 (Figura 12.2 e Tabela 12.2).

As fibras pré-ganglionares dirigem-se aos gânglios simpáticos, situados próximos ao SNC, onde realizam sinapse com os neurônios pós-ganglionares. As fibras pós-ganglionares,

por sua vez, seguem até os órgãos efetores, exercendo sua ação sobre músculo liso, músculo estriado cardíaco e glândulas.

De modo geral, o sistema simpático caracteriza-se por fibras pré-ganglionares curtas, gânglios próximos ao SNC e fibras pós-ganglionares longas.

**Figura 12.2** - Diferenças entre sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

## 4.2 Sistema nervoso parassimpático

No *sistema nervoso parassimpático*, os corpos celulares dos neurônios pré-ganglionares encontram-se nos núcleos de determinados nervos cranianos do tronco encefálico (como os nervos oculomotor, facial, glossofaríngeo e vago) e na porção sacral da medula espinhal, nos segmentos S2, S3 e S4 (Figura 12.2 e Tabela 12.2).

As fibras pré-ganglionares projetam-se até gânglios parassimpáticos, geralmente localizados nas proximidades ou nas próprias paredes das vísceras, onde fazem sinapse com os neurônios pós-ganglionares. Estes emitem fibras pós-ganglionares curtas, responsáveis pela inervação dos órgãos efetores correspondentes.

Assim, o sistema parassimpático apresenta, como característica geral, fibras pré-ganglionares longas, gânglios próximos ou intramurais e fibras pós-ganglionares curtas.

## 4.3 Organização estrutural

A organização anatômica do sistema nervoso simpático confere-lhe uma ação rápida e difusa, capaz de desencadear respostas simultâneas em múltiplos órgãos. Essa característica

teve grande importância no processo evolutivo, permitindo respostas eficientes a situações de estresse e perigo.

Em contraste, o sistema nervoso parassimpático atua de forma mais lenta e localizada, exercendo controle preciso sobre órgãos específicos. Sua principal função está relacionada ao restabelecimento do equilíbrio orgânico após situações de estresse, promovendo a conservação e a recuperação da energia corporal.

#### 4.4 Organização neuroquímica

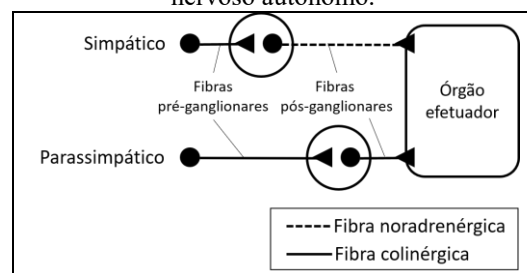
Além das diferenças estruturais, os sistemas simpático e parassimpático apresentam diferenças neuroquímicas. O sistema nervoso autônomo utiliza essencialmente dois neurotransmissores: *acetilcolina* e *noradrenalina*.

Os neurônios pré-ganglionares, tanto do sistema simpático quanto do parassimpático, são colinérgicos, liberando acetilcolina nas sinapses com os neurônios pós-ganglionares. Da mesma

forma, os neurônios pós-ganglionares do sistema parassimpático também liberam acetilcolina nas sinapses com os órgãos efetores (Figura 12.3 e Tabela 12.2).

Em contrapartida, os neurônios pós-ganglionares do sistema simpático são predominantemente noradrenérgicos, liberando noradrenalina como principal neurotransmissor.

**Figura 12.3** - Natureza neuroquímica das fibras pré e pós-ganglionares do sistema nervoso autônomo.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

Tabela 12.2 - Diferenças entre sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático.		
	Simpático	Parassimpático
Posição do neurônio pré-ganglionar	Coluna lateral da medula espinhal (T1 a L2)	Tronco encefálico e medula sacral (S2 a S4)
Posição do neurônio pós-ganglionar	Gânglios autonômicos próximos do SNC	Gânglios autonômicos próximos ou dentro das vísceras
Tamanho das fibras	Fibras pré-ganglionares curtas e fibras pós-ganglionares longas.	Fibras pré-ganglionares longas e fibras pós-ganglionares curtas.
Ação	Ação difusa	Ação localizada
Neurotransmissores	Fibras pré-ganglionares - acetilcolina Fibras pós-ganglionares - noradrenalina	Fibras pré-ganglionares - acetilcolina Fibras pós-ganglionares - acetilcolina

Existem duas exceções importantes a essa organização geral:

- *Glândulas sudoríparas* – Sem inervação parassimpática, e suas fibras pós-ganglionares simpáticas são colinérgicas, liberando acetilcolina em vez de noradrenalina.

- *Glândulas suprarrenais* – Não possuem neurônios pós-ganglionares. São inervadas diretamente por fibras pré-ganglionares simpáticas, que liberam acetilcolina nas células cromafins. Essas células funcionam como neurônios pós-ganglionares modificados, liberando adrenalina e noradrenalina diretamente na corrente sanguínea.

#### 4.6 Funções

De maneira geral, o sistema nervoso simpático e o parassimpático exercem ações antagônicas sobre um mesmo órgão (Tabela 12.3). No entanto, existem exceções relevantes.

Nas glândulas salivares, por exemplo, ambos os sistemas estimulam a secreção, porém com características distintas: o parassimpático promove secreção fluida e abundante, enquanto o simpático estimula uma secreção viscosa e pouco volumosa. No sistema reprodutor masculino, a estimulação simpática está associada à ejaculação, enquanto a parassimpática é responsável pela ereção.

Algumas estruturas não recebem inervação parassimpática, como as glândulas sudoríparas, as glândulas suprarrenais e os músculos eretores dos pelos. Outras estruturas, como as glândulas lacrimais, a bexiga urinária e os vasos sanguíneos, apresentam inervação assimétrica, com predominância funcional de apenas um dos sistemas.

Essas ações antagônicas e complementares permitem a adaptação do organismo às variações do meio interno e externo. A resposta autonômica de um órgão depende não apenas do tipo de neurotransmissor liberado, mas também da distribuição e da organização dos neurônios pós-ganglionares nos sistemas simpático e parassimpático.

<b>Órgão</b>	<b>Simpático</b>	<b>Parassimpático</b>
Íris	Midríase (dilatação da pupila)	Miose (contração da pupila)
Glândulas lacrimais	Pouca ação	Secreção abundante
Glândulas salivares	Secreção viscosa e pouco abundante	Secreção fluida e abundante
Glândulas sudoríparas	Secreção copiosa	Inervação ausente
Músculos eretores dos pelos	Ereção dos pêlos	Inervação ausente
Coração	Taquicardia	Bradycardia
Brônquios	Broncodilatação	Broncoconstrição
Trato gastrointestinal	Diminui peristaltismo	Aumenta peristaltismo
Bexiga urinária	Pouca ação	Contração da bexiga
Órgãos genitais masculinos	Vasoconstrição e ejaculação	Vasodilatação e ereção
Glândulas supra-renais	Secreção de adrenalina	Inervação ausente
Vasos sanguíneos	Vasoconstrição periférica	Pouca ação

## 5. Sistema nervoso simpático

### 5.1 Tronco simpático

O *tronco simpático* consiste em uma cadeia longitudinal de gânglios disposta bilateralmente à coluna vertebral, estendendo-se desde a base do crânio até o cóccix. É formado pelos *gânglios paravertebrais*, interligados entre si por *ramos interganglionares*. Inferiormente, os dois troncos simpáticos unem-se em um único gânglio ímpar, localizado no plano mediano (Figura 12.4).

Os gânglios paravertebrais são tradicionalmente organizados em cinco porções: *cervical*, *torácica*, *lombar*, *sacral* e *coccígea*, sendo esta última representada pelo gânglio ímpar.

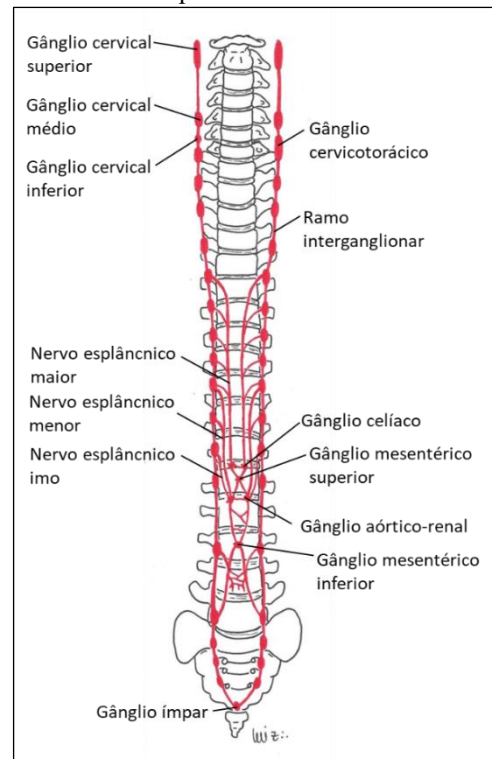
A porção cervical do tronco simpático é composta por três gânglios:

- *Gânglio cervical superior*
- *Gânglio cervical médio*
- *Gânglio cervical inferior*

O gânglio cervical inferior frequentemente encontra-se fusionado ao primeiro gânglio torácico, formando o *gânglio cervicotorácico*, também denominado *gânglio estrelado*.

A porção torácica do tronco simpático é constituída, em geral, por 10 a 12 gânglios paravertebrais. O número de gânglios pode ser inferior ao número de nervos espinhais torácicos, em decorrência da fusão entre gânglios adjacentes. A porção lombar é formada por três a cinco gânglios lombares, apresentando variações individuais quanto ao número e à fusão dos gânglios. A porção sacral do tronco simpático é composta por quatro a cinco gânglios sacrais, também sujeitos a variações anatômicas individuais. A porção coccígea é representada pelo *gânglio ímpar*, estrutura única situada no plano mediano, anteriormente ao cóccix, resultante da fusão terminal dos dois troncos simpáticos.

**Figura 12.4** – Tronco simpático e gânglios pré-vertebrais.

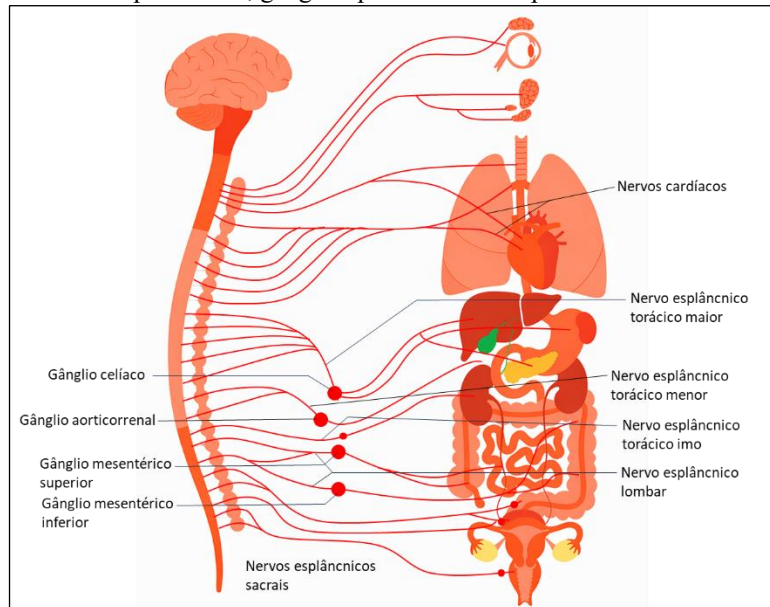


Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

## 5.2 Nervos esplâncnicos

Os nervos esplâncnicos são feixes nervosos compostos principalmente por fibras pré-ganglionares simpáticas associadas a fibras viscerais aferentes, que conectam o tronco simpático aos gânglios pré-vertebrais. Constituem importantes vias de condução autonômica para as vísceras torácicas, abdominais e pélvicas. Podem ser divididos em nervos esplâncnicos torácicos, lombares e sacrais.

**Figura 12.5** – Sistema nervoso simpático - tronco simpático, nervos esplâncnicos, gânglios pré-vertebrais e plexo celíaco



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

Os *nervos esplâncnicos torácicos* localizam-se anteriormente à coluna vertebral e seguem em direção inferior, atravessando o diafragma para alcançar a cavidade abdominal, onde fazem sinapse nos gânglios pré-vertebrais, principalmente no plexo celíaco (Figuras 12.4 e 12.5).

De acordo com sua origem, podem ser divididos em:

- *Nervo esplâncnico maior* - Origina-se a partir dos ramos provenientes do 5º ao 9º (ou 10º) gânglios torácicos. Segue medialmente em relação aos demais nervos esplâncnicos e termina predominantemente no gânglio celíaco.
- *Nervo esplâncnico menor* - É formado por fibras originadas dos 9º e 10º gânglios torácicos. Percorre trajeto lateral ao nervo esplâncnico maior e termina nos gânglios aorticorrenais.
- *Nervo esplâncnico ímo* - Origina-se no último gânglio torácico. Apresenta trajeto lateral ao nervo esplâncnico menor e termina no plexo renal, uma subdivisão do plexo celíaco.

Os *nervos esplâncnicos lombares* originam-se nos gânglios paravertebrais lombares. Dirigem-se aos plexos pré-vertebrais, principalmente ao plexo celíaco e ao plexo hipogástrico superior, participando da inervação autonômica das vísceras abdominais e pélvicas.

Os *nervos esplâncnicos sacrais* têm origem nos dois primeiros gânglios paravertebrais sacrais. Suas fibras seguem em direção ao plexo hipogástrico inferior, desempenhando papel importante na inervação autonômica das vísceras pélvicas.

### 5.3 Gânglios pré-vertebrais

Os gânglios pré-vertebrais localizam-se anteriormente à aorta abdominal, geralmente próximos às origens de seus principais ramos arteriais (Figura 12.4 e 12.5). Esses gânglios constituem importantes centros de sinapse entre as fibras pré-ganglionares simpáticas e os neurônios pós-ganglionares, cujas fibras seguem para as vísceras abdominais e pélvicas.

Do ponto de vista anatômico e funcional, os gânglios pré-vertebrais são tradicionalmente organizados em quatro grupos principais:

- *Gânglios celiacos* - Consistem em massas irregulares situadas em ambos os lados do tronco celíaco. Recebem fibras provenientes principalmente dos nervos esplâncnicos maiores e distribuem fibras para o plexo celíaco, responsável pela inervação autonômica do estômago, fígado, baço, pâncreas e parte do intestino.
- *Gânglios aórtico-renais* - Localizam-se na origem das artérias renais. Recebem fibras oriundas dos nervos esplâncnicos menores e enviam fibras para os plexos renais e adrenais, participando do controle autonômico dos rins e das glândulas suprarrenais.
- *Gânglio mesentérico superior* - Situa-se superiormente à origem da artéria mesentérica superior. Recebe fibras dos nervos esplâncnicos maiores e menores, geralmente por intermédio do plexo celíaco, e distribui fibras para o intestino delgado e para a porção proximal do intestino grosso.
- *Gânglio mesentérico inferior* - Localiza-se superiormente à origem da artéria mesentérica inferior. Recebe fibras provenientes dos nervos esplâncnicos lombares e distribui-as para o intestino grosso distal, reto e estruturas pélvicas.

### 5.4 Ramos comunicantes

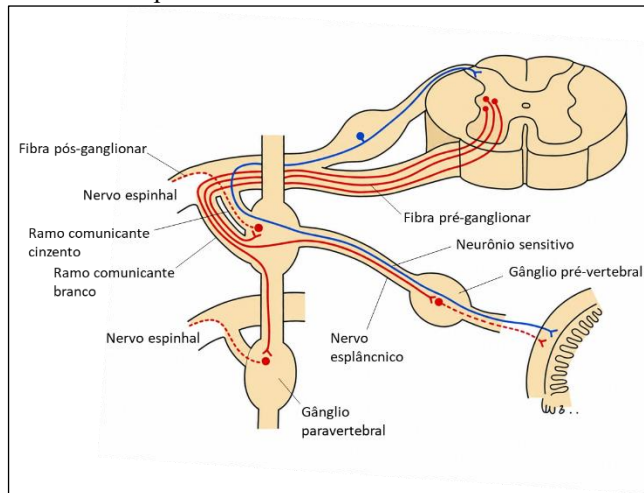
Os *ramos comunicantes* estabelecem a conexão entre os gânglios paravertebrais do tronco simpático e os nervos espinhais, permitindo a distribuição das fibras simpáticas para os territórios somáticos e viscerais correspondentes (Figura 12.6).

Do ponto de vista estrutural e funcional, os ramos comunicantes são classificados em ramos comunicantes brancos e ramos comunicantes cinzentos.

Os *ramos comunicantes brancos* são formados por fibras pré-ganglionares simpáticas associadas a fibras viscerais aferentes. Essas fibras são mielínicas, o que lhes confere a coloração esbranquiçada. Esses ramos estão presentes apenas nos gânglios paravertebrais correspondentes aos segmentos torácicos (T1 a T12) e aos primeiros segmentos lombares (L1 e L2), níveis nos quais se originam as fibras pré-ganglionares do sistema nervoso simpático.

Os *ramos comunicantes cinzentos* são constituídos exclusivamente por fibras pós-ganglionares simpáticas. Essas fibras são amielínicas, o que explica sua coloração acinzentada. Diferentemente dos ramos comunicantes brancos, estão presentes em todos os gânglios paravertebrais do tronco simpático. Por meio deles, as fibras simpáticas alcançam todos os nervos espinhais, permitindo a inervação de estruturas como vasos sanguíneos, glândulas sudoríparas e músculos eretores dos pelos em todo o corpo.

**Figura 12.6** – Trajeto das fibras do sistema nervoso simpático e do sistema visceral aferente.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

Como o número de gânglios paravertebrais é inferior ao número de nervos espinhais, um mesmo gânglio pode emitir mais de um ramo comunicante cinzento. Um exemplo clássico ocorre na região cervical, onde os três gânglios cervicais distribuem fibras simpáticas para os oito nervos cervicais.

### 5.5 Sinapse entre neurônio pré-ganglionar e neurônio pós-ganglionar

A sinapse entre o neurônio pré-ganglionar e o neurônio pós-ganglionar do sistema nervoso simpático pode ocorrer em diferentes pontos do trajeto das fibras pré-ganglionares. O local da sinapse depende do caminho percorrido pela fibra após sua saída da medula espinhal.

#### 5.5.1 No gânglio paravertebral do mesmo nível

Nesse trajeto, a fibra pré-ganglionar origina-se na coluna lateral da medula espinhal, emerge pela raiz ventral, alcança o nervo espinhal e, por meio do ramo comunicante branco, atinge o gânglio paravertebral correspondente ao mesmo nível segmentar. Nesse gânglio, a fibra pré-ganglionar realiza sinapse diretamente com o neurônio pós-ganglionar, que dará origem à fibra responsável pela inervação do órgão efetador. A sinapse ocorre no mesmo nível de origem da fibra pré-ganglionar (Figura 12.6).

#### 5.5.2 Em gânglios paravertebrais acima ou abaixo do nível de origem

Nesse caso, a fibra pré-ganglionar segue inicialmente o mesmo trajeto até alcançar o gânglio paravertebral correspondente ao seu nível de origem. No entanto, não realiza sinapse

nele, a fibra segue pelos ramos interganglionares, ascendendo ou descendendo pelo tronco simpático para fazer sinapse com o neurônio pós-ganglionar em outro nível (Figura 12.6).

### 5.5.3 Em gânglio pré-vertebral

Nesse trajeto, a fibra pré-ganglionar atravessa o gânglio paravertebral sem estabelecer sinapse. Em seguida, prossegue pelos nervos esplâncnicos, que conduzem a fibra até um gânglio pré-vertebral, onde ocorre a sinapse com o neurônio pós-ganglionar, cujas fibras seguem então para as vísceras abdominais e pélvicas. A fibra ignora o tronco simpático e faz sinapse apenas nos gânglios pré-vertebrais (Figura 12.6).

#### **Correlação clínica 2 – Síndrome de Horner**

A síndrome de Horner resulta da interrupção da via simpática que inerva a cabeça e o pescoço, geralmente por lesão no tronco simpático cervical ou no gânglio estrelado. Caracteriza-se por ptose palpebral discreta, miose e anidrose facial ipsilateral. Esses sinais decorrem da perda da inervação simpática para o músculo dilatador da pupila, o músculo tarsal superior e as glândulas sudoríparas. É um exemplo clássico da importância do trajeto ascendente das fibras pré-ganglionares simpáticas.

### 5.6 Trajeto das fibras pós-ganglionares

Após a sinapse entre o neurônio pré-ganglionar e o neurônio pós-ganglionar, as fibras pós-ganglionares podem seguir diferentes trajetos até alcançar seus órgãos efetadores. O caminho percorrido depende da localização do gânglio e do território a ser inervado.

Do ponto de vista didático, esses trajetos podem ser agrupados em três vias principais:

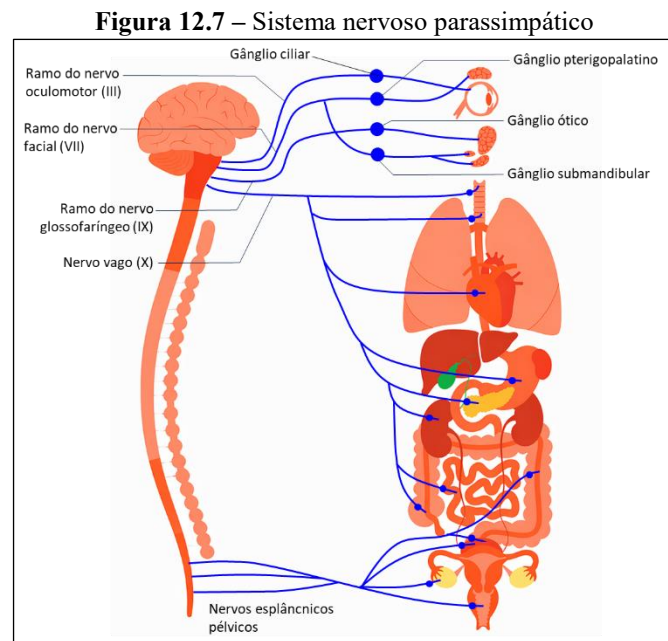
- *Via nervo espinhal* - A fibra pós-ganglionar retorna ao nervo espinhal por meio do ramo comunicante cinzento. A partir daí, distribui-se juntamente com o nervo espinhal para inervar estruturas do mesmo território somático.
- *Via nervo independente* - A fibra pós-ganglionar forma um nervo autônomo independente, que se dirige diretamente ao órgão-alvo, sem retornar ao nervo espinhal. Um exemplo clássico é o *nervo cardíaco cervical* do simpático, originado nos gânglios cervical superior e cervicotorácico (ou gânglio estrelado), cujas fibras seguem em direção ao *plexo cardíaco*, participando do controle autonômico do coração.
- *Via artéria adjacente* - A fibra pós-ganglionar acompanha o trajeto das artérias, formando filetes periarteriais que se distribuem para os órgãos irrigados por esses vasos. Um exemplo clássico é o *plexo carotídeo interno*, no qual fibras simpáticas acompanham a artéria carótida interna até o interior do crânio, participando da inervação de estruturas encefálicas e oculares.

## 6. Sistema nervoso parassimpático

Os neurônios pré-ganglionares do sistema nervoso parassimpático localizam-se no tronco encefálico ou na porção sacral da medula espinhal, o que permite dividir esse sistema em duas partes: parte craniana e parte sacral.

### 6.1 Parte craniana

A *parte craniana* do sistema nervoso parassimpático é constituída por núcleos do tronco encefálico, fibras nervosas e gânglios parassimpáticos. Os neurônios pré-ganglionares estão associados a determinados nervos cranianos (III, VII, IX e X), cujas fibras eferentes deixam o tronco encefálico e seguem até gânglios localizados no crânio ou em suas proximidades. Nesses gânglios ocorre a sinapse com os neurônios pós-ganglionares, cujas fibras alcançam os órgãos efetores, exercendo funções motoras ou secretoras específicas (Tabela 12.4).



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

#### 6.1.1 Nervo oculomotor (III)

Os neurônios pré-ganglionares do *núcleo de Edinger–Westphal* enviam fibras que acompanham o nervo oculomotor até o *gânglio ciliar*, localizado na cavidade orbitária, posteriormente ao bulbo ocular e lateralmente ao nervo óptico (II).

Nesse gânglio ocorre a sinapse com os neurônios pós-ganglionares, cujas fibras, conduzidas pelos nervos ciliares curtos, inervam o músculo esfíncter da pupila, promovendo a miose; e o músculo ciliar, responsável pela acomodação visual.

#### 6.1.2 Nervo facial (VII) – núcleo salivatório superior

Os neurônios pré-ganglionares do *núcleo salivatório superior* enviam fibras que acompanham o nervo facial, passando pelo nervo corda do tímpano e pelo nervo lingual, até alcançar o *gânglio submandibular*, onde as fibras fazem sinapse com os neurônios pós-

ganglionares, cujas fibras inervam a glândula submandibular e glândula sublingual, estimulando secreção salivar fluida e abundante.

### 6.1.3 Nervo facial (VII) – núcleo lacrimal

Os neurônios pré-ganglionares do *núcleo lacrimal* acompanham o nervo facial, seguindo pelo nervo petroso maior e pelo nervo do canal pterigoide até o *gânglio pterigopalatino*, localizado na fossa pterigopalatina. Após a sinapse, as fibras pós-ganglionares seguem junto a ramos do nervo trigêmeo (V) até a glândula lacrimal, promovendo secreção copiosa de lágrimas.

### 6.1.4 Nervo glossofaríngeo (IX)

Os neurônios pré-ganglionares do *núcleo salivatório inferior* enviam fibras que percorrem o nervo timpânico e o nervo petroso menor, alcançando o *gânglio ótico*, localizado medialmente ao ramo mandibular do nervo trigêmeo (V) e inferiormente ao forame oval. Nesse gânglio ocorre a sinapse com neurônios pós-ganglionares, cujas fibras seguem para a glândula parótida, estimulando secreção salivar viscosa.

### 6.1.5 Nervo vago (X)

Os neurônios pré-ganglionares do *núcleo dorsal do vago* emitem fibras que acompanham o nervo vago, atravessando os gânglios superior e inferior do vago sem realizar sinapse. Essas fibras descem pelo pescoço até gânglios localizados próximos ou nas paredes das vísceras torácicas e abdominais, onde fazem sinapse com os neurônios pós-ganglionares. As fibras resultantes inervam vísceras torácicas e abdominais, modulando funções como frequência cardíaca, motilidade gastrointestinal e secreções digestivas.

<b>Neurônio ganglionar</b>	<b>pré-</b>	<b>Nervo</b>	<b>Neurônio ganglionar</b>	<b>pós-</b>	<b>Órgão efetador</b>
Núcleo de Edinger-Westphal		Oculomotor (III)	Gânglio ciliar		Músculo esfíncter da pupila e músculo ciliar
Núcleo salivatório superior		Facial (VII)	Gânglio submandibular		Glândula submandibular e glândula sublingual
Núcleo salivatório inferior		Glossofaríngeo (IX)	Gânglio ótico		Glândula parótida
Núcleo lacrimal		Facial (VII)	Gânglio pterigopalatino		Glândula lacrimal
Núcleo dorsal do vago		Vago (X)	Gânglios nas vísceras torácicas e abdominais		Vísceras torácicas e abdominais

## 6.2 Parte sacral

Os neurônios pré-ganglionares da parte sacral do sistema nervoso parassimpático localizam-se na substância cinzenta da medula espinhal, especificamente nos segmentos sacrais S2, S3 e S4. Esses neurônios constituem o denominado núcleo parassimpático sacral, responsável pelo controle autônomo das vísceras pélvicas (Figura 12.7).

As fibras pré-ganglionares emergem pela raiz ventral dos nervos espinais sacrais e, após integrarem-se ao nervo espinhal correspondente, formam os *nervos esplâncnicos pélvicos*. Essas fibras dirigem-se aos gânglios parassimpáticos localizados nas proximidades ou nas próprias paredes das vísceras pélvicas, onde estabelecem sinapse com os neurônios pós-ganglionares.

As fibras pós-ganglionares resultantes inervam as principais vísceras pélvicas, incluindo a bexiga urinária, o reto, o sigmoide e os órgãos genitais internos. Por meio dessa inervação, o sistema nervoso parassimpático sacral desempenha papel fundamental no controle do esvaziamento vesical e retal, bem como nos mecanismos fisiológicos relacionados à ereção.

### **Correlação clínica 3 – Disfunção erétil de origem neurológica**

A ereção depende predominantemente da inervação parassimpática sacral (S2–S4), enquanto a ejaculação está associada à atividade simpática. Lesões medulares ou neuropatias que acometem os segmentos sacrais podem comprometer o mecanismo de ereção, mesmo na ausência de alterações hormonais. Esse quadro ilustra a importância funcional do núcleo parassimpático sacral e dos nervos esplâncnicos pélvicos.

## 7. Plexos viscerais

Os *plexos viscerais* constituem redes complexas formadas por fibras nervosas e gânglios localizados nas proximidades das vísceras torácicas, abdominais e pélvicas. Esses plexos são compostos por fibras simpáticas pré-ganglionares (em menor número) e pós-ganglionares, fibras parassimpáticas pré e pós-ganglionares, fibras viscerais aferentes, além de gânglios parassimpáticos e gânglios simpáticos, representados principalmente pelos gânglios pré-vertebrais.

Do ponto de vista anatômico, os plexos viscerais organizam-se de acordo com a cavidade em que se encontram, sendo tradicionalmente classificados em plexos torácicos, abdominais e pélvicos.

### 7.1 Cavidade torácica

Os plexos da cavidade torácica são formados por fibras simpáticas originadas dos três gânglios cervicais e dos seis primeiros gânglios torácicos do tronco simpático, além de fibras parassimpáticas provenientes do nervo vago. Esses plexos são responsáveis pela inervação

autônoma das vísceras torácicas, modulando funções cardíacas, respiratórias e digestivas iniciais.

- *Plexo cardíaco* - Localizado entre o arco da aorta e o tronco pulmonar, constituindo uma porção superficial, e entre o arco da aorta e a bifurcação da traqueia, formando uma porção profunda. É formado por ramos cardíacos provenientes dos gânglios simpáticos cervicais e torácicos superiores, além de fibras do nervo vago e do nervo laríngeo recorrente.
- *Plexo pulmonar* - Dispõe-se anteriormente e posteriormente ao hilo pulmonar. O plexo anterior, de menor extensão, é formado principalmente por ramos do nervo vago e por fibras simpáticas oriundas do plexo cardíaco superficial. O plexo posterior, mais desenvolvido, é constituído por ramos do nervo vago, do nervo laríngeo recorrente e por fibras simpáticas cardíacas provenientes do segundo ao quinto gânglios paravertebrais torácicos.
- *Plexo esofágico* - Estende-se ao longo dos dois terços inferiores do esôfago, região em que o músculo estriado esquelético do terço superior é progressivamente substituído por músculo liso. Esse plexo é formado por fibras simpáticas oriundas dos gânglios cervicais e torácicos do tronco simpático e por fibras parassimpáticas derivadas do nervo vago, que formam uma extensa rede ao redor do esôfago distal.

## 7.2 Cavidade abdominal

O *plexo celíaco* é o maior plexo autônomo do corpo humano. Localiza-se profundamente na região epigástrica, aproximadamente ao nível da décima segunda vértebra torácica (T12) e da primeira vértebra lombar (L1), situando-se posteriormente ao estômago e anteriormente ao pilar do diafragma e ao início da aorta abdominal.

Esse plexo é constituído pelos *gânglios pré-vertebrais* simpáticos, principalmente os gânglios celíacos e aórtico-renais, pelos ramos dos nervos esplâncnicos maior, menor e ímo, além de fibras parassimpáticas provenientes dos troncos vagais anterior e posterior.

A partir do plexo celíaco originam-se diversos plexos secundários que acompanham o trajeto das principais artérias abdominais, como as artérias hepática, esplênica, gástrica, renal e mesentérica superior. Esses plexos distribuem-se para as vísceras abdominais, incluindo estômago, fígado, baço, pâncreas, rins e porções iniciais do intestino delgado (Figura 12.4).

**Correlação clínica 4 – Íleo paralítico pós-operatório**

Após cirurgias abdominais, pode ocorrer redução ou ausência do peristaltismo intestinal, quadro conhecido como íleo paralítico. Esse fenômeno está relacionado à predominância da atividade simpática, que inibe a motilidade gastrointestinal. A compreensão dos plexos celíaco e mesentéricos ajuda a explicar por que manipulações cirúrgicas podem desencadear esse desequilíbrio autonômico transitório.

**7.3 Cavidade pélvica**

O *plexo hipogástrico* é responsável pela inervação autonômica das vísceras da cavidade pélvica. Ele é constituído por fibras viscerais aferentes, fibras simpáticas pós-ganglionares (provenientes do gânglio mesentérico inferior e dos gânglios paravertebrais lombares e sacrais), além de fibras parassimpáticas pré-ganglionares oriundas dos nervos esplâncnicos pélvicos, que se dirigem aos gânglios autonômicos localizados nas paredes das vísceras pélvicas.

Anatomicamente, o plexo hipogástrico divide-se em duas porções. O *plexo hipogástrico superior* localiza-se anteriormente ao promontório do sacro, entre as artérias ilíacas comuns. Superiormente, continua-se com o plexo aórtico-abdominal e, inferiormente, bifurca-se nos plexos hipogástricos direito e esquerdo, que descem em direção à pelve.

Os *plexos hipogástricos inferiores* são formações pares localizadas ao longo das paredes laterais do reto, do útero e da bexiga urinária. Cada plexo inferior conecta-se superiormente ao plexo hipogástrico superior por meio dos nervos hipogástricos direito e esquerdo.

Esses plexos constituem a principal via de integração entre os sistemas simpático e parassimpático na pelve, permitindo o controle autonômico da bexiga urinária, do reto e dos órgãos genitais internos.

**8. Considerações finais**

O sistema nervoso autônomo representa um dos sistemas mais complexos e integrados do organismo, sendo responsável pela regulação contínua e inconsciente das funções viscerais que garantem a manutenção da homeostase. Diferentemente do sistema nervoso somático, cuja organização é mais direta e facilmente observável, o sistema nervoso autônomo caracteriza-se por uma arquitetura em múltiplos níveis, envolvendo centros encefálicos, cadeias ganglionares, plexos viscerais e trajetos nervosos altamente interconectados.

Ao longo deste capítulo, foi possível compreender que a organização do sistema nervoso autônomo se baseia em princípios anatômicos bem definidos, como a presença de neurônios pré- e pós-ganglionares, a existência de gânglios autonômicos e a atuação integrada dos sistemas simpático e parassimpático. Embora frequentemente descritos como antagonistas, esses sistemas atuam de forma complementar e coordenada, ajustando finamente a atividade dos órgãos conforme as demandas do meio interno e externo.

A análise dos trajetos nervosos, dos tipos de sinapse, da distribuição dos ramos comunicantes e da formação dos plexos viscerais evidencia que a ação autonômica não depende apenas do neurotransmissor liberado, mas também da organização espacial das fibras e da localização dos gânglios em relação aos órgãos efetores. Essa lógica estrutural explica tanto a ação difusa característica do sistema simpático quanto a ação mais localizada do sistema parassimpático.

Do ponto de vista clínico, o domínio da anatomia do sistema nervoso autônomo é indispensável para a compreensão de inúmeras condições patológicas, como alterações cardiovasculares, distúrbios gastrointestinais, disfunções urinárias e sexuais, síndromes dolorosas viscerais e efeitos farmacológicos sobre receptores autonômicos. Assim, o estudo do sistema nervoso autônomo não deve ser encarado como um conjunto de nomes e trajetos isolados, mas como um sistema funcional integrado, cuja organização anatômica sustenta diretamente suas manifestações fisiológicas e clínicas.

Portanto, a compreensão sólida do sistema nervoso autônomo constitui um alicerce fundamental para o estudo da neuroanatomia, da fisiologia e da prática clínica futura, permitindo ao estudante interpretar de forma crítica e integrada os mecanismos que regulam a vida vegetativa do organismo humano.

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Controle da vida vegetativa e manutenção da homeostase
- Involuntário e predominantemente inconsciente

#### 2. Divisão funcional

##### 2.1 Sistema nervoso visceral aferente

- Informações do meio interno
- Geralmente inconsciente
- Dor visceral e dor referida

##### 2.2 Sistema nervoso visceral eferente

- Organização em dois neurônios: neurônio pré-ganglionar, neurônio pós-ganglionar e gânglio autonômico

#### 3. Divisão anatômica do SNA

##### 3.1 Sistema nervoso simpático

- Origem: T1 a L2
- Fibras pré-ganglionares curtas e pós-ganglionares longas, gânglios próximos ao SNC

##### 3.2 Sistema nervoso parassimpático

- Origem: Tronco encefálico (III, VII, IX, X) ou medula sacral (S2–S4)
- Fibras pré-ganglionares longas e pós-ganglionares curtas, gânglios próximos das vísceras

#### 4. Neurotransmissores

- Acetilcolina - pré-ganglionares (simpático e parassimpático) e pós-ganglionares parassimpáticos
- Noradrenalina - pós-ganglionares simpáticos

#### 5. Sistema nervoso simpático

##### 5.1 Tronco simpático

- Gânglios paravertebrais
  - Cervicais (3)
  - Torácicos (10–12)
  - Lombares (3–5)
  - Sacrais (4–5)
  - Gânglio ímpar

##### 5.2 Nervos esplâncnicos

- Torácicos - maior, menor e ímo
- Lombares

- Sacrais

- Dirigem-se aos gânglios pré-vertebrais

##### 5.3 Gânglios pré-vertebrais

- Celíacos, aórtico-renais, mesentérico superior e mesentérico inferior

##### 5.4 Ramos comunicantes

- Brancos → mielínicos (T1–L2)
- Cinzentos → amielínicos (todos os níveis)

##### 5.5. Localização da sinapse

- No gânglio no mesmo nível
- Em gânglios acima ou abaixo no tronco simpático
- Gânglio pré-vertebral

##### 5.6 Trajeto das fibras pós-ganglionares

- Via do nervo espinhal
- Via de nervo independente
- Via arterial

#### 6. Sistema nervoso parassimpático

##### 6.1 Parte craniana

- III → pupila e acomodação
- VII → glândulas submandibular, sublingual e lacrimal
- IX → parótida
- X → vísceras torácicas e abdominais

##### 6.2 Parte sacral (S2–S4)

- Nervos esplâncnicos pélvicos
- Inervação da bexiga, reto e órgãos genitais internos

#### 7. Plexos viscerais

##### 7.1 Torácicos

- Cardíaco
- Pulmonar
- Esofágico

##### 7.2 Abdominais

- Plexo celíaco (principal)

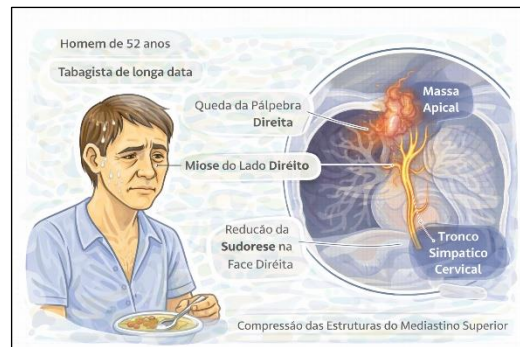
##### 7.3 Pélvicos

- Plexo hipogástrico superior
- Plexos hipogástricos inferiores

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 – Lesão do tronco simpático cervical

Um homem de 52 anos, tabagista de longa data, procura atendimento por apresentar queda discreta da pálpebra direita e diminuição do tamanho da pupila no mesmo lado. Relata ainda redução da sudorese na metade direita da face. A tomografia revela massa apical pulmonar comprimindo estruturas do mediastino superior.

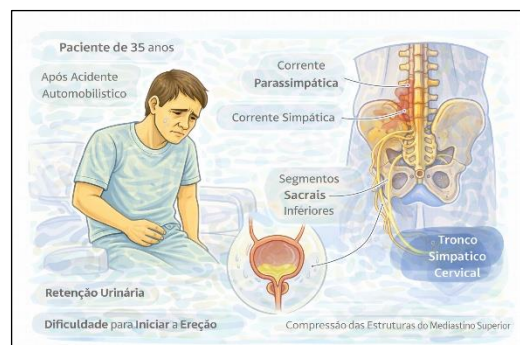


#### Perguntas:

1. Qual estrutura autonômica provavelmente está comprometida?
2. Como se explica a miose observada nesse paciente?
3. Por que há diminuição da sudorese facial?

### 2. Caso Clínico 2 – Lesão sacral e disfunção autonômica pélvica

Um paciente de 35 anos sofre trauma raquimedular envolvendo os segmentos sacrais inferiores após acidente automobilístico. Após estabilização clínica, passa a apresentar retenção urinária e dificuldade para iniciar a ereção, apesar de função hormonal preservada.



#### Perguntas:

1. Quais segmentos medulares provavelmente foram comprometidos?
2. Qual sistema autonômico está diretamente envolvido na dificuldade de ereção?
3. Por que ocorre retenção urinária nesse caso?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Defina o sistema nervoso autônomo e cite sua principal função no organismo.
2. Explique a diferença estrutural entre o sistema nervoso somático eferente e o sistema nervoso visceral eferente.
3. Indique a origem medular do sistema nervoso simpático.
4. Descreva a origem do sistema nervoso parassimpático.
5. Explique a diferença entre ramos comunicantes brancos e ramos comunicantes cinzentos.
6. Quais são os três possíveis locais de sinapse da fibra pré-ganglionar simpática?
7. O que são nervos esplâncnicos e qual sua principal função?
8. Cite dois exemplos de gânglios pré-vertebrais e suas localizações gerais.
9. Explique o fenômeno da dor referida.
10. Descreva a função do sistema nervoso parassimpático sacral.

## TESTES

**11. Uma fibra pré-ganglionar simpática origina-se no segmento T8 da medula espinhal e realiza sinapse em um gânglio situado anteriormente à aorta abdominal, próximo à origem da artéria mesentérica superior. Essa fibra provavelmente percorreu qual trajeto?**

- A) Sinapse no mesmo nível do tronco simpático e retorno pelo ramo comunicante cinzento
- B) Ascensão pelo tronco simpático até o gânglio cervical superior
- C) Travessia do tronco simpático sem sinapse, formando nervo esplâncnico
- D) Retorno imediato ao nervo espinhal por meio do ramo comunicante branco
- E) Sinapse no gânglio estrelado

**12. A interrupção dos ramos comunicantes brancos ao nível de L4 produziria qual das seguintes consequências?**

- A) Perda total da inervação simpática do membro inferior
- B) Interrupção da via pré-ganglionar simpática nesse nível
- C) Perda das fibras pós-ganglionares simpáticas para a pele
- D) Comprometimento da sudorese apenas na região torácica
- E) Paralisia do músculo liso intestinal

**13. Um paciente apresenta midríase persistente à esquerda, sem alterações na sudorese facial. A lesão mais provável envolve:**

- A) Nervo oculomotor esquerdo
- B) Gânglio cervical superior esquerdo
- C) Núcleo de Edinger-Westphal
- D) Plexo carotídeo interno esquerdo
- E) Núcleo dorsal do vago

**14. Sobre os plexos viscerais, assinale a alternativa correta:**

- A) O plexo celiaco é formado exclusivamente por fibras simpáticas pós-ganglionares.
- B) O plexo esofágico é exclusivamente parassimpático.
- C) O plexo cardíaco é formado apenas por fibras do nervo vago.
- D) O plexo pulmonar não recebe fibras simpáticas cervicais.
- E) O plexo hipogástrico inferior contém fibras simpáticas, parassimpáticas e aferentes viscerais.

**15. Em relação ao sistema nervoso parassimpático, assinale a alternativa correta:**

- A) Todos os seus gânglios estão localizados ao longo do tronco simpático.
- B) As fibras pré-ganglionares são curtas e as pós-ganglionares longas.
- C) O nervo vago realiza sinapse em gânglios paravertebrais torácicos.
- D) A parte sacral origina-se nos segmentos S2–S4 e forma os nervos esplâncnicos pélvicos.
- E) O núcleo salivatório inferior está associado ao nervo facial.

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso Clínico 1

1. Provável lesão do tronco simpático cervical, especialmente das fibras que ascendem até o gânglio cervical superior. O quadro clínico é compatível com síndrome de Horner.
2. A dilatação pupilar depende da inervação simpática do músculo dilatador da pupila. A interrupção dessa via impede a ação simpática, permanecendo a ação parassimpática sem oposição, resultando em miose.
3. As glândulas sudoríparas recebem inervação simpática pós-ganglionar (colinérgica). A lesão do tronco simpático impede a chegada dessas fibras à face, levando à anidrose ipsilateral.

## 2. Caso Clínico 2

1. Provavelmente os segmentos S2, S3 e S4, onde se localiza o núcleo parassimpático sacral.
2. A ereção depende predominantemente da atividade parassimpática sacral, conduzida pelos nervos esplâncnicos pélvicos. A lesão desses segmentos compromete o mecanismo vasodilatador responsável pela ereção.
3. O esvaziamento vesical depende da contração do músculo detrusor, mediada pelo sistema parassimpático sacral. A interrupção dessa via impede a contração adequada da bexiga, resultando em retenção urinária.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O sistema nervoso autônomo é a parte do sistema nervoso responsável pelo controle involuntário das funções viscerais. Sua principal função é manter a homeostase, regulando atividades como frequência cardíaca, pressão arterial, motilidade gastrointestinal e secreções glandulares.
2. No sistema somático eferente, há apenas um neurônio motor que liga diretamente o SNC ao músculo estriado esquelético. No sistema visceral eferente, há dois neurônios em sequência — pré-ganglionar e pós-ganglionar — com sinapse obrigatória em um gânglio autonômico.
3. O sistema nervoso simpático tem origem na coluna lateral da medula espinhal, entre os segmentos T1 e L2, sendo por isso denominado sistema toracolombar.
4. O sistema nervoso parassimpático tem origem no tronco encefálico (nervos cranianos III, VII, IX e X) e na medula espinhal sacral (segmentos S2, S3 e S4), sendo chamado de sistema craniosacral.
5. Os ramos comunicantes brancos contêm fibras pré-ganglionares simpáticas mielínicas e estão presentes apenas entre T1 e L2. Os ramos comunicantes cinzentos contêm fibras pós-ganglionares amielínicas e estão presentes em todos os níveis da medula.
6. A fibra pré-ganglionar simpática pode fazer sinapse no gânglio paravertebral do mesmo nível; em gânglio paravertebral acima ou abaixo do nível de origem; ou em gânglio pré-vertebral, através dos nervos esplâncnicos.
7. Os nervos esplâncnicos são feixes formados principalmente por fibras pré-ganglionares simpáticas que seguem do tronco simpático para os gânglios pré-vertebrais, participando da inervação autonômica das vísceras.
8. Exemplos de gânglios pré-vertebrais são os gânglios celíacos, localizados próximos ao tronco celíaco, e o gânglio mesentérico superior, situado próximo à origem da artéria mesentérica superior.
9. A dor referida ocorre quando um estímulo doloroso visceral é percebido como dor em uma região cutânea correspondente ao mesmo segmento medular. Isso acontece porque fibras viscerais e somáticas convergem para os mesmos neurônios na medula espinhal.
10. O sistema nervoso parassimpático sacral controla as vísceras pélvicas, participando do esvaziamento da bexiga e do reto, além de atuar nos mecanismos de ereção por meio das fibras originadas em S2–S4.
11. C - A sinapse anterior à aorta abdominal indica gânglio pré-vertebral. Para chegar até ele, a fibra atravessou o tronco simpático sem sinapse, formando um nervo esplâncnico. As demais alternativas envolvem sinapse paravertebral ou estruturas cervicais.
12. B - Os ramos comunicantes brancos existem apenas entre T1 e L2. Em L4, não há origem de fibras pré-ganglionares simpáticas. Logo, sua interrupção não afeta

diretamente fibras nesse nível. A alternativa mais adequada é a interrupção da via pré-ganglionar nesse território funcional.

13. A - Midríase indica perda da ação parassimpática (esfíncter da pupila), não perda simpática. A sudorese preservada indica que o simpático está íntegro. Logo, a lesão envolve o nervo oculomotor, responsável pela inervação parassimpática ocular.
14. E - O plexo hipogástrico inferior contém fibras simpáticas, parassimpáticas e aferentes viscerais, sendo o principal centro de integração autonômica pélvica. As demais alternativas estão incorretas por exclusividade indevida ou omissão de componentes.
15. D - A parte sacral do sistema parassimpático origina-se em S2–S4 e forma os nervos esplâncnicos pélvicos.

## CAPÍTULO 13 – ESTRUTURA E FUNÇÃO DO CÓRTEX CEREBRAL

### CONTEÚDO

1. Generalidades	7. Áreas de associação
2. Citoarquitetura	7.1 Áreas de associação secundárias
3. Fibras e circuitos corticais	7.1.1 Sensitivas
4. Classificação	7.1.2 Motoras
4.1 Anatômica	8. Áreas de associação terciárias
4.2 Filogenética	8.1 Área pré-frontal
4.3 Estrutural	8.2 Área temporoparietal
4.4. Funcional	8.3 Áreas límbicas
5. Áreas sensitivas primárias	9. Áreas relacionadas com a linguagem
5.1 Área somestésica	10. Assimetrias funcionais
5.2 Área visual	11. Considerações finais
5.3 Área auditiva	Material Complementar
5.4 Área vestibular	Resumo
5.5 Área olfatória	Casos Clínicos
5.6 Área gustativa	Questões
6. Área motora primária	

### 1. Generalidades

O *córtex cerebral* é a fina camada de substância cinzenta que reveste a superfície do telencéfalo, envolvendo o centro branco medular. Constitui a porção mais desenvolvida do SNC e está diretamente relacionada à consciência dos estímulos sensitivos, ao controle da motricidade voluntária e às funções mentais superiores, como cognição, pensamento e comportamento emocional.

Do ponto de vista filogenético, apresenta crescimento acentuado nas áreas mais recentes, associadas às funções superiores. Trata-se de um tecido de elevada atividade metabólica, com grande dependência de oxigênio e glicose. Assim, alterações como anóxia ou hipoglicemia levam rapidamente à perda da consciência, podendo causar lesões irreversíveis em poucos minutos.

### 2. Citoarquitetura

O córtex cerebral é formado por neurônios, células da glia e fibras nervosas organizados em camadas, cuja disposição está diretamente relacionada às funções corticais.

## 2.1 Divisão citoarquitetônica

De acordo com o número de camadas celulares, o córtex cerebral pode ser dividido em:

- *Isocórtex* - constituído por seis camadas, corresponde à maior parte da área cortical e está relacionado às funções superiores, como percepção sensorial, motricidade voluntária e cognição.
- *Alocórtex* - formado por três ou quatro camadas, ocupa uma menor extensão e associa-se a funções filogeneticamente mais antigas, como olfato e emoções.

Entre essas duas divisões, alguns autores descrevem uma zona de transição denominada *mesocórtex*, apresentando uma citoarquitetura de três a seis camadas.

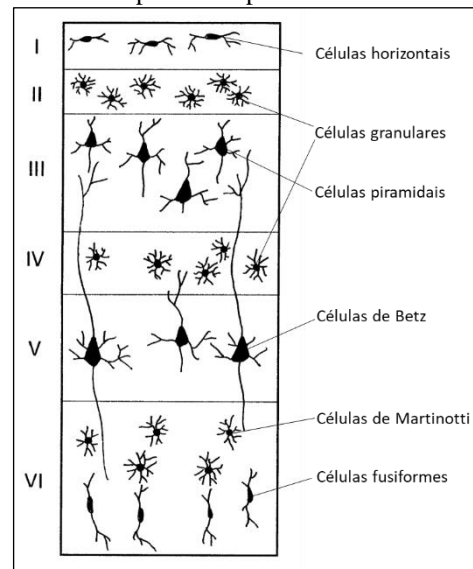
## 2.2 Camadas do isocórtex

O isocórtex apresenta seis camadas celulares organizadas, cuja disposição reflete o fluxo funcional do processamento cortical (Figura 13.1):

- *Camada I (molecular)*: camada mais superficial, com poucos corpos celulares, relacionada à integração local e à passagem de fibras intracorticais.
- *Camada II (granular externa)*: participa das conexões intracorticais, especialmente entre áreas corticais próximas.
- *Camada III (piramidal externa)*: importante origem de fibras de associação, permitindo a comunicação entre diferentes regiões do córtex cerebral.
- *Camada IV (granular interna)*: principal camada de recepção das aferências talâmicas, sendo mais desenvolvida nas áreas sensitivas.
- *Camada V (piramidal interna)*: relacionada às eferências corticais, constituindo uma das principais origens das vias motoras descendentes.
- *Camada VI (multiforme ou fusiforme)*: estabelece conexões com o tálamo, integrando os circuitos córtico-talâmicos.

De forma geral, as camadas superficiais (I a III) estão associadas à integração intracortical, a camada IV à entrada sensorial, e as camadas profundas (V e VI) à saída de

**Figura 13.1** – Camadas corticais com os respectivos tipos celulares.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

informações do córtex para estruturas subcorticais.

### 2.3 Tipos celulares

O córtex cerebral apresenta diferentes tipos neuronais, cuja organização permite a integração, o processamento e a transmissão das informações corticais (Figura 13.1).

- *Células horizontais (de Cajal)* - localizadas na camada molecular (I), participam de conexões intracorticais locais, com prolongamentos paralelos à superfície cortical.
- *Células granulares (ou estreladas)* - atuam principalmente como neurônios internunciais, estando presentes em várias camadas e desempenhando papel central na integração local das aferências corticais.
- *Células piramidais* - constituem o principal tipo eferente do córtex cerebral, com axônios que se projetam para a substância branca, formando fibras de associação, comissurais e de projeção. As *células de Betz*, presentes na área motora primária, representam uma forma especializada desse tipo celular.
- *Células fusiformes* - localizam-se principalmente nas camadas profundas e participam das conexões córtico-subcorticais, especialmente com o tálamo.
- *Células de Martinotti* - são interneurônios com axônios ascendentes, exercendo papel modulador sobre a atividade cortical local.

De modo geral, a interação entre esses diferentes tipos celulares constitui a base estrutural dos circuitos responsáveis pelas funções sensoriais, motoras e cognitivas do córtex cerebral.

## 3. Fibras e circuitos corticais

O funcionamento do córtex cerebral depende de sistemas organizados de fibras nervosas que permitem a comunicação entre áreas corticais e entre o córtex e estruturas subcorticais. Essas fibras percorrem o centro branco medular e constituem os circuitos corticais, fundamentais para a integração sensorial, motora e cognitiva.

Funcionalmente, as fibras corticais podem ser divididas em fibras de projeção e fibras de associação.

### 3.1 Fibras de projeção

As *fibras de projeção* conectam o córtex cerebral a estruturas subcorticais, podendo ser aferentes ou eferentes. As *fibras aferentes* conduzem informações para o córtex, originando-se principalmente no tálamo e terminando, em especial, na camada granular interna (IV), mais

desenvolvida nas áreas sensitivas. Outras fibras, de origem extra-talâmica, exercem papel modulador sobre a atividade cortical. As *fibras eferentes* têm origem principalmente na camada piramidal interna (V) e conduzem comandos do córtex para o tronco encefálico, a medula espinhal e os núcleos motores dos nervos cranianos, participando do controle da motricidade voluntária.

### 3.2 Fibras de associação

As *fibras de associação* conectam diferentes áreas do córtex cerebral, permitindo a integração das informações processadas. Podem ligar áreas de um mesmo hemisfério ou conectar áreas correspondentes dos dois hemisférios, principalmente por meio do corpo caloso. Essas fibras constituem a base anatômica da comunicação entre áreas primárias, secundárias e terciárias do córtex.

De modo geral, por meio das fibras de projeção e de associação, o córtex cerebral funciona como uma rede integrada, transformando estímulos sensoriais em percepções conscientes e comandos motores em ações voluntárias.

## 4. Classificação

As diferentes regiões do córtex cerebral apresentam variações morfológicas, estruturais e funcionais, podendo ser classificadas segundo critérios anatômicos, filogenéticos, estruturais e funcionais.

### 4.1 Anatômica

A classificação anatômica baseia-se na organização do córtex em giros e sulcos, distribuídos nas faces súpero-lateral, medial e inferior do telencéfalo, bem como nos lobos frontal, parietal, occipital, temporal e na ínsula.

Trata-se de uma divisão puramente anatômica, uma vez que diferentes regiões de um mesmo lobo ou giro podem apresentar funções e citoarquitetura distintas.

### 4.2 Filogenética

Do ponto de vista evolutivo, o córtex cerebral pode ser dividido em:

- *Arquicórtex* - porção mais antiga, constituído por allocórtex e relacionado principalmente ao hipocampo, associado à memória e ao comportamento emocional.
- *Paleocórtex* - formado pelo allocórtex, corresponde ao córtex olfatório, incluindo o úncus e parte do giro parahipocampal.

- *Neocórtex* - porção mais recente, formado por isocórtex e responsável pela maior parte das funções superiores, como percepção sensorial, cognição, linguagem e controle motor voluntário, compondo cerca de 90% da área cortical.

### 4.3 Estrutura

A classificação estrutural baseia-se em características citoarquitetônicas, como composição celular, organização das camadas e espessura cortical (Figura 13.2).

Como visto anteriormente, o córtex pode ser dividido em isocórtex e allocórtex. O isocórtex pode ser ainda subdividido em *homotípico*, com seis camadas bem definidas, e *heterotípico*, no qual há predomínio de determinados tipos celulares.

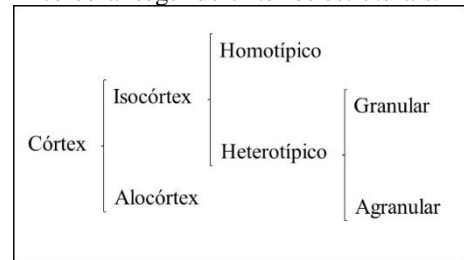
O *isocórtex heterotípico granular* é típico das áreas sensitivas, enquanto o *isocórtex heterotípico agranular* caracteriza as áreas motoras. De modo geral, o isocórtex corresponde ao neocórtex, enquanto o allocórtex está associado às áreas filogeneticamente mais antigas (arquicórtex e paleocórtex).

A partir desses critérios de estrutura e organização celular, o anatomista alemão Korbinian Brodmann dividiu o córtex cerebral em cerca de 52 áreas citoarquiteturais numeradas (Figura 13.3). Este mapa mapeia regiões físicas a funções específicas como visão, audição, fala e controle motor, sendo fundamental na neuroimagem moderna.

### 4.4 Funcional

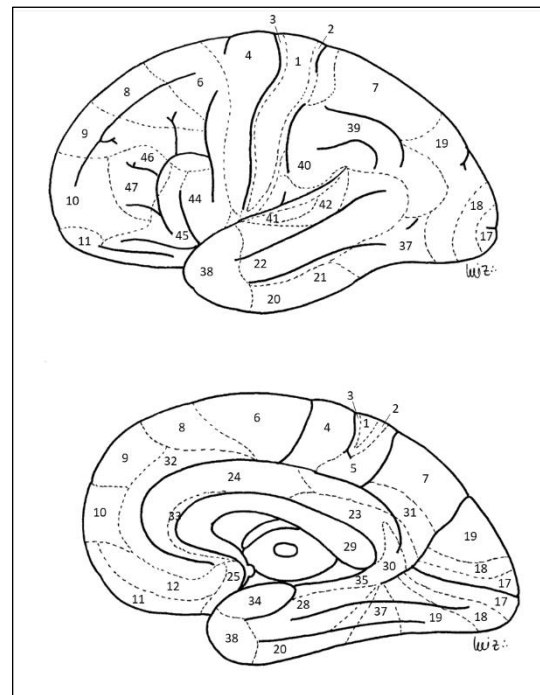
Do ponto de vista funcional, o córtex cerebral pode ser dividido, de forma didática, em áreas de projeção e áreas de associação, de acordo com o tipo de informação processada e o grau de complexidade das funções exercidas (Figura 13.4).

**Figura 13.2** – Classificação do córtex cerebral segundo critérios estruturais.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

**Figura 13.3** – Classificação estrutural de Brodmann.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

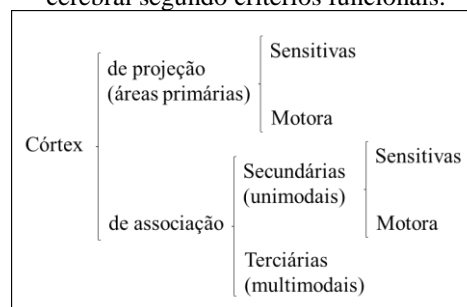
As *áreas de projeção* mantêm conexões diretas e específicas com estruturas subcorticais, como tálamo, tronco encefálico, medula espinhal e núcleos motores. Incluem as *áreas sensitivas primárias*, responsáveis pela recepção consciente dos estímulos sensoriais, e a *área motora primária*, relacionada à execução do movimento voluntário. Essas áreas apresentam organização somatotópica definida e realizam processamento mais elementar da informação. As áreas sensitivas primárias são formadas por isocórtex heterotípico granular, enquanto a área motora primária é constituída por isocórtex heterotípico agranular.

As *áreas de associação* ocupam a maior parte da superfície cortical e são responsáveis pela integração e interpretação das informações, bem como pela organização de respostas motoras complexas e de processos cognitivos e comportamentais. Não se conectam diretamente a receptores periféricos ou neurônios motores inferiores, estabelecendo extensas conexões córtico-corticais e córtico-subcorticais. No neocórtex, são formadas por isocórtex homotípico, enquanto no arquicórtex e paleocórtex correspondem a allocórtex.

Funcionalmente, as áreas de associação podem ser subdivididas em secundárias (unimodais) e terciárias (supramodais). As *áreas secundárias* relacionam-se a uma única modalidade sensitiva ou motora, enquanto as *áreas terciárias* integram múltiplas modalidades, possibilitando funções superiores como linguagem, memória, atenção, planejamento, tomada de decisão e comportamento social.

De modo geral, a organização funcional do córtex cerebral é hierárquica e integrada, permitindo que estímulos simples sejam transformados em percepções conscientes complexas e comportamentos voluntários.

**Figura 13.4** – Classificação do córtex cerebral segundo critérios funcionais.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

**Tabela 13.1 - Organização funcional do córtex cerebral.**

<b>Tipo de área cortical</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Função principal</b>	<b>Nível de processamento</b>	<b>Exemplo</b>	<b>Alteração típica na lesão</b>
Áreas de projeção sensitivas	Única	Recepção consciente inicial do estímulo	Elementar (sensação)	Área somestésica primária	Déficit sensitivo
Área de projeção motora	Única	Execução do movimento voluntário	Elementar (execução)	Área motora primária	Paresia / paralisia
Áreas de associação secundárias	Única	Interpretação sensitiva ou programação motora	Intermediário (gnosia / praxia)	Área visual secundária	Agnosia ou apraxia
Áreas de associação terciárias	Múltiplas	Integração multimodal e funções superiores	Complexo (cognição)	Área pré-frontal	Alterações cognitivas e comportamentais

## 5. Áreas sensitivas primárias

As áreas sensitivas primárias do córtex cerebral são responsáveis pela recepção consciente inicial das informações sensoriais. O processamento realizado nessas áreas é elementar, voltado principalmente para a identificação da natureza e da localização do estímulo.

### 5.1 Área somestésica

A *área somestésica primária* é responsável pela percepção consciente da sensibilidade somática geral, incluindo tato, dor, temperatura e propriocepção. Localiza-se no giro pós-central, imediatamente posterior ao sulco central, correspondendo às áreas 1, 2 e 3 de Brodmann, sendo a área 3 a principal porta de entrada das aferências somatossensoriais.

As informações chegam ao córtex por meio das radiações talâmicas, originadas nos núcleos ventral pósterolateral (VPL), para o corpo, e ventral pósteromedial (VPM), para a face.

Funcionalmente, essa área permite a percepção consciente dos estímulos aplicados à metade oposta do corpo e apresenta organização somatotópica, formando o homúnculo somestésico, no qual regiões com maior sensibilidade possuem maior representação cortical. Lesões comprometem a discriminação e a propriocepção consciente, sem abolir totalmente a sensibilidade.

### 5.2 Área visual

A *área visual primária* é responsável pela recepção consciente inicial dos estímulos visuais. Corresponde à área 17 de Brodmann, também chamada de córtex estriado, e localiza-se na face medial do lobo occipital, ao longo do sulco calcarino.

As aferências visuais chegam a essa região por meio da *radiação óptica*, originada no

*corpo geniculado lateral* do tálamo, mantendo a organização espacial da retina.

Essa área apresenta organização retinotópica, com representação ordenada do campo visual. A região macular, relacionada à visão de alta acuidade, possui grande representação cortical.

Funcionalmente, o córtex visual primário permite a percepção consciente dos elementos básicos da visão, como luminosidade, contraste e orientação. Lesões produzem déficits visuais bem delimitados, como escotomas e hemianopsias.

### 5.3 Área auditiva

A *área auditiva primária* é responsável pela recepção consciente inicial dos estímulos sonoros. Corresponde às áreas 41 e 42 de Brodmann e localiza-se nos *giros temporais transversos*, na face superior do lobo temporal, profundamente na fissura lateral.

As aferências auditivas chegam ao córtex por meio da *radiação auditiva*, originada no *corpo geniculado medial* do tálamo. A via auditiva possui organização bilateral, razão pela qual lesões corticais unilaterais não causam surdez completa.

Funcionalmente, o córtex auditivo primário analisa as características físicas básicas do som, como intensidade e frequência, apresentando organização tonotópica. A interpretação do significado dos sons depende das áreas auditivas de associação. Lesões podem comprometer a discriminação sonora, e estímulos irritativos podem gerar alucinações auditivas elementares.

### 5.4 Área vestibular

A *área vestibular* está relacionada à percepção consciente da orientação espacial, do equilíbrio e da posição da cabeça. Diferentemente de outras áreas sensitivas, não corresponde a uma única área cortical bem delimitada, sendo definida principalmente por critérios funcionais.

Localiza-se predominantemente no lobo parietal, em regiões próximas à área somestésica da face, refletindo a integração entre informações vestibulares e somatossensitivas. Funcionalmente, relaciona-se mais à propriocepção do que à audição.

As informações vestibulares, originadas nos canais semicirculares, utrículo e sáculo, chegam ao córtex após integração no tronco encefálico, cerebelo e tálamo, sendo combinadas com aferências visuais e somáticas.

Lesões nessa região não produzem déficits vestibulares isolados, mas podem causar alterações da percepção espacial e sensação de desequilíbrio.

## 5.5 Área olfatória

A *área olfatória primária* é responsável pela percepção consciente inicial dos estímulos olfatórios. Localiza-se principalmente no *úncus* e no *giro parahipocampal*, na face medial do lobo temporal, correspondendo à área 34 de Brodmann.

As informações olfatórias, originadas nos nervos olfatórios (I), seguem pelo bulbo olfatório e trato olfatório até chegar na sua área respectiva cortical.

Trata-se de uma área filogeneticamente antiga, intimamente relacionada ao sistema límbico, o que explica a associação entre olfato, emoção e memória. Diferentemente das demais modalidades sensitivas, as aferências olfatórias atingem o córtex sem passagem prévia pelo tálamo.

Funcionalmente, essa área permite a identificação básica dos odores. O reconhecimento mais elaborado depende das áreas olfatórias de associação. Estímulos irritativos podem causar alucinações olfatórias, achado clássico em alterações do lobo temporal.

## 5.6 Área gustativa

A *área gustativa primária* é responsável pela percepção consciente inicial dos estímulos gustatórios. Corresponde à área 43 de Brodmann e localiza-se na porção inferior do giro pós-central, próxima à representação da língua.

As informações gustatórias chegam ao córtex após integração no tronco encefálico e no tálamo, por meio de aferências relacionadas aos nervos facial, glossofaríngeo e vago.

Funcionalmente, essa área permite a identificação básica da qualidade e intensidade do sabor. A interpretação mais complexa depende das áreas gustatórias de associação e de conexões com o sistema límbico. Estímulos irritativos podem causar alucinações gustatórias.

**Tabela 13.2 – Áreas sensitivas primárias.**

Área	Localização	Informação processada
Somestésica	Giro pós-central	Tato, dor, propriocepção
Visual	Lábios do sulco calcarino	Visão
Auditiva	Giros temporais transversos	Audição
Gustativa	Giro pós-central inferior	Gustação
Olfatória	Úncus / giro parahipocampal	Olfato
Vestibular	Parietal	Equilíbrio / orientação

## 6. Área motora primária

A *área motora primária* é responsável pela execução da motricidade voluntária, constituindo o último nível cortical de comando motor. Localiza-se no giro pré-central do lobo frontal e corresponde à área 4 de Brodmann.

Do ponto de vista estrutural, é um isocórtex heterotípico agranular, com grande desenvolvimento da camada piramidal interna (V), onde predominam neurônios piramidais de grande porte, incluindo as células de Betz, refletindo sua função eferente.

Funcionalmente, controla os movimentos da metade contralateral do corpo e apresenta organização somatotópica, formando o homúnculo motor, com maior representação cortical das regiões envolvidas em movimentos finos, como mãos e face.

Origina a maior parte das fibras dos tratos córtico-espinhal e córtico-nuclear, responsáveis pela condução direta dos comandos motores aos neurônios motores inferiores.

#### **Correlação clínica 1 - Lesões em áreas corticais primárias**

Lesões nas áreas sensitivas primárias resultam em perda ou redução da percepção consciente do estímulo correspondente, geralmente no hemicorpo contralateral.

Na área somestésica primária, ocorre prejuízo da discriminação tátil e da propriocepção consciente.

Lesões na área visual primária produzem hemianopsias ou escotomas bem delimitados.

Na área auditiva primária, déficits costumam ser discretos, devido à organização bilateral da via auditiva.

Lesões na área motora primária causam paresia ou paralisia contralateral, com preservação da compreensão da tarefa.

## **7. Áreas de associação**

As *áreas de associação* do córtex cerebral são responsáveis pela integração e interpretação das informações, não participando diretamente da recepção sensitiva primária nem da execução motora.

Ocupam grande parte da superfície cortical e estabelecem amplas conexões cortico-corticais e cortico-subcorticais, permitindo a transformação de estímulos simples em percepções conscientes complexas, comportamentos organizados e respostas adaptativas.

Funcionalmente, podem ser divididas em áreas de associação secundárias e áreas de associação terciárias, de acordo com o grau de complexidade do processamento realizado.

### **7.1 Áreas de associação secundárias**

As áreas de *associação secundárias* são unimodais, ou seja, relacionadas a uma única modalidade sensitiva ou à motricidade. Recebem aferências das áreas primárias adjacentes e realizam um processamento mais elaborado da informação, ainda restrito a um sistema funcional específico, encaminhando os resultados às áreas de associação terciárias.

#### **7.1.1 Sensitivas**

As *áreas de associação sensitivas* secundárias são responsáveis pela interpretação dos estímulos sensoriais, permitindo seu reconhecimento consciente.

De forma didática, o processamento sensorial cortical pode ser dividido em duas etapas:

- *Sensação* - nas áreas sensitivas primárias, relacionada à identificação das características físicas básicas do estímulo.
- *Gnosia* - nas áreas de associação secundárias, na qual a informação é comparada com experiências prévias, possibilitando o reconhecimento do estímulo.

De modo geral, lesões nas áreas de associação sensitivas secundárias resultam em agnosias, nas quais a sensação está preservada, mas o significado do estímulo é perdido (Tabela 13.3).

- *Área somestésica secundária* - Localiza-se no lobo parietal superior, posteriormente ao córtex somestésico primário, envolvendo principalmente as áreas 5 e 7 de Brodmann. Integra as modalidades da sensibilidade somática e permite o reconhecimento de objetos pelo tato. Lesões causam agnosia tátil, com sensibilidade preservada.
- *Área visual secundária* - Localiza-se ao redor do córtex visual primário, no lobo occipital, correspondendo principalmente às áreas 18 e 19 de Brodmann. Realiza o processamento visual elaborado, permitindo o reconhecimento de formas, cores e objetos. Lesões resultam em agnosias visuais.
- *Área auditiva secundária* - Situa-se principalmente na área 22 de Brodmann, no lobo temporal, e é responsável pela interpretação de sons complexos. No hemisfério esquerdo relaciona-se à linguagem; no direito, à música e prosódia. Lesões causam agnosias auditivas, afasias sensoriais ou amusia.
- *Área vestibular secundária* - Localiza-se no lobo parietal, próxima às áreas somestésicas de associação. Integra informações vestibulares, visuais e proprioceptivas, permitindo a percepção consciente da orientação espacial. Lesões causam alterações da percepção espacial e sensação de instabilidade.
- *Área gustatória secundária* - Relaciona-se à interpretação dos estímulos gustatórios, com conexões com o sistema límbico. Permite o reconhecimento de sabores complexos e sua associação com memória e emoção. Lesões causam agnosia gustatória, com preservação da percepção básica do sabor.

### 7.1.2 Áreas de associação motoras

As *áreas de associação motoras* estão relacionadas ao planejamento e à programação dos movimentos voluntários, não participando da execução final, função da área motora primária. Nelas, intenções motoras são transformadas em programas motores organizados. Lesões nessas

regiões causam apraxias, caracterizadas pela incapacidade de realizar movimentos voluntários aprendidos, apesar da força, sensibilidade e compreensão preservadas. Didaticamente, incluem a área motora suplementar, a área pré-motora e a área de Broca.

- *Área motora suplementar* - Localiza-se na face medial do lobo frontal, anteriormente à área motora primária. Relaciona-se ao planejamento de sequências motoras complexas, especialmente movimentos bilaterais e temporalmente organizados. É ativada durante a imaginação do movimento e participa da seleção e organização dos atos motores voluntários.
- *Área pré-motora* - Localiza-se na face súpero-lateral do lobo frontal, anteriormente à área motora primária. Está envolvida na programação de movimentos guiados por estímulos sensoriais, como ajustes posturais e movimentos orientados visualmente. Lesões causam dificuldade na organização do movimento, podendo ocorrer parestesia associada.
- *Área de Broca* - Localiza-se no giro frontal inferior e é uma área de associação motora especializada na programação dos movimentos da fala. Lesões resultam em afasia motora, com fala não fluente e compreensão relativamente preservada.

#### **Correlação clínica 2 - Lesões em áreas de associação**

Lesões nas áreas de associação secundárias não abolem a sensação ou o movimento, mas causam agnosias ou apraxias, refletindo perda de interpretação ou programação.

O indivíduo é capaz de ver, ouvir ou tocar, mas não reconhece o estímulo ou não consegue executar um movimento aprendido.

Lesões nas áreas de associação terciárias, como o córtex pré-frontal, resultam em alterações do comportamento, da personalidade e do julgamento.

Déficits cognitivos e dificuldades de planejamento são mais evidentes do que alterações motoras ou sensitivas. Esses quadros evidenciam o papel integrador das áreas de associação no funcionamento cortical.

<b>Tabela 13.3 - Lesão cortical × Manifestação</b>	
<b>Área lesionada</b>	<b>Manifestação</b>
Somestésica secundária	Agnosia tátil
Visual secundária	Agnosia visual
Auditiva secundária	Agnosia auditiva
Área de Broca	Afasia motora
Área de Wernicke	Afasia sensitiva
Área pré-frontal	Alterações comportamentais

## **8. Áreas de associação terciárias**

As *áreas de associação terciárias* representam o nível mais elevado de organização funcional do córtex cerebral, atuando como as principais regiões integradoras do sistema nervoso. Diferentemente das áreas primárias e secundárias, não estão vinculadas a uma única modalidade sensitiva ou motora, recebendo e integrando informações já processadas pelas áreas

de associação secundárias, além de dados motores, emocionais e motivacionais.

Nessas áreas ocorre a síntese global da experiência consciente, permitindo a integração entre percepção, memória, emoção, linguagem e ação. Por não apresentarem organização somatotópica rígida, refletem seu caráter altamente integrador e plástico, constituindo a base anatômica das funções cognitivas superiores e do comportamento adaptativo.

### 8.1 Área pré-frontal

O *córtex pré-frontal* corresponde à porção anterior do lobo frontal e atua como o principal centro integrador das funções corticais superiores. Recebe aferências das áreas de associação, do sistema límbico, do tálamo e dos núcleos da base.

Funcionalmente, relaciona-se às funções executivas, incluindo planejamento, tomada de decisão, atenção, memória de trabalho, controle inibitório e modulação do comportamento social.

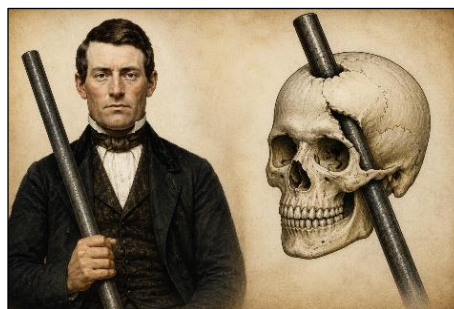
Lesões nessa região não causam déficits motores ou sensitivos evidentes, mas produzem alterações marcantes da personalidade, do julgamento e do comportamento.

#### Correlações clínicas 3 - Caso de Phineas Gage

Phineas Gage foi um operário ferroviário que, em 1848, sofreu um grave acidente no qual uma barra de ferro atravessou o lobo frontal, lesionando extensas áreas do córtex pré-frontal. Apesar de sobreviver sem déficits motores ou sensitivos significativos, apresentou profundas alterações de personalidade e comportamento.

Após o acidente, tornou-se impulsivo, irresponsável, socialmente inadequado e incapaz de planejar ou manter comportamentos orientados por metas, contrastando fortemente com sua conduta anterior. O caso demonstrou, de forma pioneira, que o córtex pré-frontal não está relacionado à força ou à sensibilidade, mas sim às funções executivas, ao controle do comportamento, ao julgamento moral e à tomada de decisões.

O estudo de Phineas Gage foi fundamental para estabelecer a relação entre lesões frontais e alterações comportamentais, consolidando o conceito de que funções cognitivas superiores dependem da integração cortical. Até hoje, esse caso é um marco histórico da neuroanatomia funcional e da neurologia clínica.



### 8.2 Área temporoparietal

A área temporoparietal é uma importante região de integração multimodal, situada na transição entre os lobos temporal e parietal. Recebe informações visuais, auditivas, somatossensitivas e vestibulares.

Está envolvida na percepção espacial e corporal, contribuindo para a construção do esquema corporal e para a orientação no ambiente. Lesões podem causar distúrbios da percepção espacial, como negligência e alterações do esquema corporal.

### 8.3 Áreas límbicas

As áreas límbicas podem ser incluídas entre as áreas de associação terciárias por integrarem informações sensoriais, cognitivas e viscerais, atribuindo-lhes significado emocional e motivacional.

Relacionam-se às emoções, motivação, recompensa e comportamento, atuando na interface entre cognição, emoção e ação. Devido à sua complexidade, serão abordadas de forma específica no capítulo seguinte.

## 9. Áreas relacionadas com a linguagem

A linguagem é uma função cognitiva complexa que depende da integração de múltiplas áreas corticais, destacando-se uma área relacionada à expressão e outra à compreensão.

A *área de Broca* localiza-se no giro frontal inferior do hemisfério dominante (geralmente o esquerdo) e está relacionada à programação motora da linguagem. Lesões nessa área causam afasia motora, caracterizada por fala não fluente, com compreensão relativamente preservada.

A *área de Wernicke* localiza-se na porção posterior do giro temporal superior do hemisfério dominante e está relacionada à compreensão da linguagem. Lesões produzem afasia sensitiva, com fala fluente, porém desorganizada e com prejuízo da compreensão.

A comunicação entre essas áreas ocorre por meio do fascículo arqueado, essencial para a fluência da linguagem. Lesões nessa via resultam em afasia de condução, com dificuldade marcante de repetição.

De modo geral, a linguagem depende de uma rede cortical integrada, envolvendo áreas motoras, sensitivas e de associação.

## 10. Assimetrias funcionais

As assimetrias funcionais correspondem à lateralização das funções corticais entre os hemisférios cerebrais, ocorrendo principalmente nas áreas de associação. As áreas sensitivas e motoras primárias são semelhantes em ambos os hemisférios.

De modo geral, o hemisfério dominante, geralmente o esquerdo, está relacionado à linguagem, pensamento lógico e habilidades matemáticas. O hemisfério direito associa-se ao processamento visuoespacial, percepção global, prosódia e conteúdo emocional da comunicação.

Apesar dessa especialização, as funções cognitivas dependem da integração entre os hemisférios. A linguagem, por exemplo, é lateralizada à esquerda, mas requer o hemisfério direito para entonação e aspectos emocionais.

Em indivíduos destros, cerca de 90% apresentam dominância da linguagem no hemisfério esquerdo; em canhotos, essa proporção é menor, evidenciando que a lateralização não é absoluta.

A integração inter-hemisférica ocorre principalmente pelo corpo caloso, essencial para a coordenação funcional e a unidade da experiência consciente.

## 11. Considerações finais

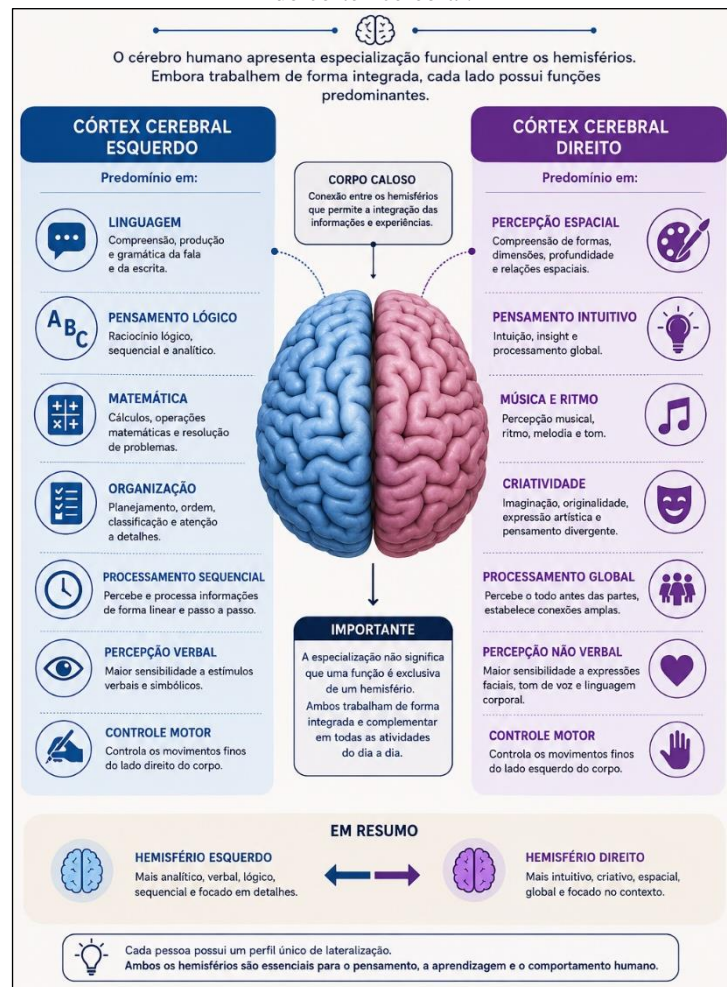
O córtex cerebral apresenta uma organização funcional integrada, na qual estrutura e função estão intimamente relacionadas. Não atua por áreas isoladas, mas como uma rede hierarquizada, capaz de transformar estímulos sensoriais simples em percepções conscientes e intenções em ações voluntárias.

As áreas de projeção constituem os pontos de entrada e saída da informação cortical, enquanto as áreas de associação secundárias permitem a interpretação dos estímulos dentro de cada modalidade. As áreas de associação terciárias representam o nível mais elevado de integração, reunindo informações sensoriais, motoras, emocionais e cognitivas.

A comunicação entre essas áreas depende das fibras e circuitos corticais, e a lateralização funcional demonstra especialização hemisférica sem prejuízo da atuação integrada, mediada principalmente pelo corpo caloso.

Assim, o estudo da organização funcional do córtex cerebral fornece a base para a compreensão clínica e para o aprofundamento dos sistemas abordados nos capítulos seguintes.

**Figura 13.5** – Infográfico evidenciando as assimetrias funcionais do córtex cerebral.



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026)

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- Relacionada à consciência, à motricidade voluntária e às funções mentais superiores
- Alta atividade metabólica - dependente do intenso fluxo de oxigênio e glicose

#### 2. Citoarquitetura

- Isocórtex (seis camadas) - funções superiores
  - Camadas I–III: integração intracortical
  - Camada IV: entrada sensorial
  - Camadas V–VI: saída para estruturas subcorticais
- Allocórtex (três ou quatro camadas) - funções filogeneticamente antigas

#### 3. Tipos celulares

- Células piramidais - principais neurônios eferentes
- Células granulares - interneurônios de integração local
- Células horizontais, fusiformes e de Martinotti - modulação e conexões intracorticais

#### 4. Fibras e circuitos corticais

- Fibras de projeção
  - Aferentes - principalmente talâmicas → camada IV
  - Eferentes - principalmente da camada V → tronco encefálico e medula
- Fibras de associação
  - Conectam áreas corticais do mesmo hemisfério ou de hemisférios opostos

#### 5. Classificação

- Anatômica - giros, sulcos e lobos
- Filogenética - arquicórtex, paleocórtex e neocórtex
- Estrutural - áreas citoarquitetônicas - isocórtex homotípico e heterotípico
- Funcional

- Áreas de projeção (sensitivas e motoras)
- Áreas de associação (secundárias e terciárias)

#### 6. Áreas sensitivas primárias - recepção consciente do estímulo

- Áreas somestésica, visual, auditiva, vestibular, olfatória e gustativa
- Somatotopia, retinotopia, tonotopia

#### 7. Área motora primária - giro pré-central

- Motricidade voluntária contralateral
- Somatotopia - homúnculo motor
- Tratos córtico-espinal e córtico-nuclear

#### 8. Áreas de associação

- Não recebem estímulos primários nem executam movimento
- Integração e interpretação

#### 8.1 Áreas de associação secundárias - unimodais

- Gnosia (sensitivas) e praxia (motoras)

#### 8.2 Áreas de associação terciárias - multimodais

- Integram cognição, emoção, linguagem e ação
- Áreas pré-frontal, temporoparietal e límbicas

#### 9. Linguagem

- Área de Broca - expressão da linguagem
- Área de Wernicke - compreensão da linguagem
- Fascículo arqueado - integração entre ambas

#### 10. Assimetrias funcionais

- Hemisfério esquerdo: linguagem e lógica
- Hemisfério direito: visuoespacial e prosódia

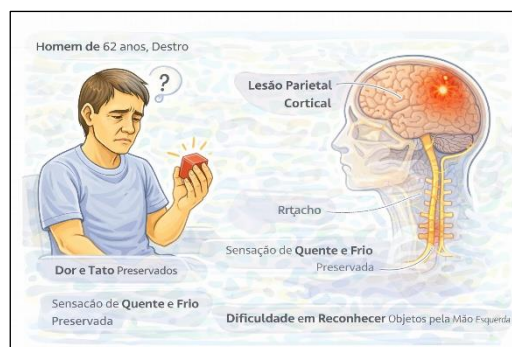
#### 11. Considerações finais

- Rede hierárquica e integrada - estrutura, conexões e função

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 – Lesão cortical parietal

Um homem de 62 anos, destro, é levado ao pronto atendimento após apresentar dificuldade para reconhecer objetos com a mão esquerda. Ele relata que consegue sentir quando algo toca sua mão e distingue se o objeto é quente ou frio, mas não consegue identificar o que está segurando sem olhar. No exame neurológico apresentou força muscular preservada, sensibilidade à dor e ao tato preservada, dificuldade em reconhecer objetos pelo tato na mão esquerda, sem alterações visuais.

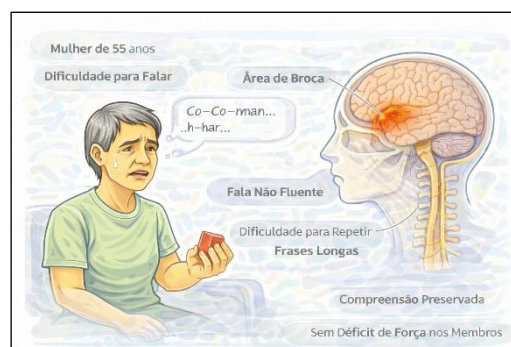


#### Perguntas:

1. Qual é o nome do distúrbio apresentado pelo paciente?
2. A lesão provavelmente acomete área primária ou área de associação?
3. Em qual lobo cerebral a lesão é mais provável?
4. A lesão está no hemisfério direito ou esquerdo?

### 2. Caso Clínico 2 – Distúrbio de linguagem

Uma mulher de 55 anos apresenta início súbito de dificuldade para falar. Ela compreende comandos simples, mas sua fala é lenta, com grande esforço articulatório e frases curtas. Não há déficit motor significativo nos membros. Ao exame clínico apresentou compreensão preservada, fala não fluente, dificuldade para repetir frases longas, mas sem alteração da força nos membros.



#### Perguntas:

1. Qual tipo de afasia está presente?
2. Qual área cortical está provavelmente acometida?
3. Em qual hemisfério é mais provável que esteja a lesão?
4. Essa área é classificada como primária, secundária ou terciária?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. Defina córtex cerebral e explique, de forma geral, sua importância funcional no SNC.
2. Explique a diferença entre isocórtex e allocórtex, destacando sua organização em camadas e sua importância funcional.
3. Descreva a organização funcional das seis camadas do isocórtex, relacionando-as de forma simplificada à entrada, processamento e saída da informação.
4. Diferencie fibras de projeção e fibras de associação no córtex cerebral.
5. Explique a diferença entre áreas de projeção e áreas de associação do córtex cerebral.
6. Descreva a organização somatotópica do córtex somestésico primário e explique o significado do homúnculo somestésico.
7. Explique a organização funcional da área motora primária e sua relação com o homúnculo motor.
8. Defina áreas de associação secundárias e explique o que se entende por gnosia.
9. Explique o que são áreas de associação terciárias e cite dois exemplos com suas funções principais.

10. Descreva o conceito de lateralização funcional e explique o papel do corpo caloso nesse contexto.

### TESTES

**11. Um paciente apresenta incapacidade de reconhecer objetos pela mão direita, apesar de força e sensibilidade primária preservadas. A lesão mais provável acomete:**

- A) Camada IV do córtex somestésico primário esquerdo
- B) Área somestésica secundária esquerda
- C) Área motora primária direita
- D) Corpo caloso
- E) Núcleo ventral pósterolateral do tálamo

**12. Uma lesão restrita à camada V do giro pré-central resultará principalmente em:**

- A) Déficit de reconhecimento tátil
- B) Perda da percepção consciente da dor
- C) Comprometimento das vias motoras descendentes
- D) Incapacidade de compreender linguagem
- E) Alteração da percepção visual elementar

**13. Um indivíduo apresenta fala fluente, porém desorganizada e sem sentido, associada a importante prejuízo da compreensão verbal. A estrutura mais provavelmente acometida é:**

- A) Área 44 de Brodmann
- B) Área 4 de Brodmann
- C) Área 22 de Brodmann no hemisfério dominante
- D) Área 17 de Brodmann
- E) Área 6 de Brodmann (face medial)

**14. A integração entre compreensão e expressão da linguagem depende principalmente de fibras que:**

- A) Conectam a área motora primária ao tálamo
- B) Conectam os giros de Heschl ao cerebelo
- C) Ligam o córtex pré-frontal ao hipotálamo
- D) Conectam a área de Broca à área de Wernicke
- E) Ligam o giro pós-central ao giro pré-central

**15. A respeito das áreas de associação terciárias, é correto afirmar que:**

- A) Integram informações multimodais e emocionais
- B) Recebem apenas informações sensitivas
- C) Apresentam organização somatotópica rígida
- D) Estão restritas ao lobo frontal
- E) São constituídas predominantemente por allocórtex

---

### RESPOSTAS COMENTADAS

#### CASOS CLÍNICOS

##### 1. Caso Clínico 1

1. O distúrbio é uma agnosia tátil (astereognosia). O paciente percebe o estímulo, mas não consegue atribuir significado ao objeto pelo tato.
2. A lesão acomete uma área de associação secundária. A sensibilidade primária está preservada, indicando que o córtex somestésico primário está íntegro.
3. A lesão localiza-se no lobo parietal, especificamente na área somestésica secundária (áreas 5 e 7 de Brodmann).
4. A lesão está no hemisfério direito. Como o déficit ocorre na mão esquerda, e a organização é contralateral, a lesão está no hemisfério direito.

## 2. Caso Clínico 2

1. Trata-se de uma afasia motora (afasia de Broca). Caracteriza-se por fala não fluente e esforço articulatorio, com compreensão relativamente preservada.
2. A área acometida é a área de Broca (áreas 44 e 45 de Brodmann).
3. A lesão está no hemisfério dominante, geralmente o esquerdo. A paciente é presumivelmente destra, o que torna o hemisfério esquerdo o mais provável.
4. A área de Broca é uma área de associação motora secundária especializada. Ela não executa o movimento final (função da área motora primária), mas programa os movimentos da linguagem.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O córtex cerebral é a camada de substância cinzenta que reveste o telencéfalo. É responsável pela percepção consciente dos estímulos sensitivos, pela execução da motricidade voluntária e pelas funções cognitivas superiores, como linguagem, memória e planejamento. Representa o nível mais elevado de integração do SNC.
2. O isocórtex possui seis camadas celulares e corresponde à maior parte do córtex cerebral, estando relacionado às funções superiores. O allocórtex apresenta três ou quatro camadas e está associado a funções filogeneticamente mais antigas, como olfato e emoções. A diferença estrutural reflete diferenças funcionais e evolutivas.
3. As camadas superficiais (I a III) participam principalmente da integração intracortical. A camada IV é a principal camada de recepção das aferências talâmicas (entrada sensorial). As camadas profundas (V e VI) estão relacionadas às eferências corticais (saída de informação para estruturas subcorticais). Essa organização reflete a dinâmica de entrada, processamento e saída da informação.
4. As fibras de projeção conectam o córtex a estruturas subcorticais e podem ser aferentes (entrada) ou eferentes (saída). As fibras de associação conectam diferentes áreas do próprio córtex, podendo ser intra-hemisféricas ou inter-hemisféricas (como as que passam pelo corpo caloso).
5. As áreas de projeção recebem diretamente estímulos sensitivos ou enviam comandos motores (ex.: áreas sensitivas primárias e área motora primária). As áreas de associação realizam integração e interpretação das informações, podendo ser secundárias (unimodais) ou terciárias (multimodais).
6. O córtex somestésico primário apresenta organização somatotópica, na qual cada parte do corpo é representada em uma região específica do giro pós-central. O homúnculo somestésico representa essa distribuição cortical, sendo proporcional à sensibilidade da região corporal e não ao seu tamanho anatômico.
7. A área motora primária, localizada no giro pré-central, é responsável pela execução da motricidade voluntária e controla a metade contralateral do corpo. Apresenta

- organização somatotópica, formando o homúnculo motor, no qual regiões que exigem movimentos finos, como mãos e face, ocupam maior área cortical.
8. As áreas de associação secundárias são regiões unimodais que recebem informações das áreas primárias e realizam sua interpretação. Gnosia é a capacidade de reconhecer e atribuir significado a um estímulo sensorial previamente percebido.
  9. As áreas de associação terciárias integram informações de múltiplas modalidades sensoriais, motoras e emocionais. Exemplos: Córtex pré-frontal: relacionado ao planejamento, tomada de decisão e função executiva; e área temporoparietal, relacionada à percepção espacial e ao esquema corporal.
  10. A lateralização funcional refere-se à especialização dos hemisférios cerebrais em determinadas funções, como linguagem (geralmente no hemisfério esquerdo). O corpo caloso permite a comunicação entre os hemisférios, garantindo integração funcional e unidade da experiência consciente.
  11. B - O paciente apresenta agnosia tátil (astereognosia), caracterizada por incapacidade de reconhecer objetos apesar de sensibilidade preservada. Isso indica lesão na área somestésica secundária, responsável pela interpretação (gnosia), e não na área primária.
  12. C - A camada V (piramidal interna) contém neurônios piramidais que originam as vias motoras descendentes, como o trato córtico-espinhal. Lesão nessa camada compromete a saída motora cortical.
  13. C - Fala fluente porém sem sentido, associada a prejuízo da compreensão, caracteriza afasia de Wernicke. A área 22 de Brodmann, no hemisfério dominante, corresponde à área posterior da linguagem.
  14. D - A comunicação entre compreensão (Wernicke) e expressão (Broca) ocorre por meio do fascículo arqueado, parte do fascículo longitudinal superior.
  15. A - As áreas de associação terciárias integram informações sensoriais, motoras, emocionais e cognitivas, sendo multimodais.

## CAPÍTULO 14 - SISTEMA LÍMBICO

### CONTEÚDO

1. Generalidades	6.2 Hipocampo
1.1 Emoções	7. Conexões extrínsecas
2. Funções	7.1 Aferentes
3. Organização morfofuncional	7.2 Eferentes
4. Componentes corticais	8. Considerações finais Material Complementar
4.1 Lobo límbico	Resumo
4.2 Córtex olfatório	Casos Clínicos
5. Componentes subcorticais	Questões
6. Conexões intrínsecas	
6.1 Circuito de Papez	

### 1. Generalidades

O *sistema límbico* corresponde a um conjunto funcional de estruturas encefálicas envolvidas principalmente na regulação das emoções, dos comportamentos motivados e dos processos de memória. Diferentemente de outros sistemas do SNC, não constitui uma unidade anatômica isolada, mas uma rede integrada de componentes corticais e subcorticais, distribuídos sobretudo no telencéfalo e no diencéfalo.

Funcionalmente, o sistema límbico atua como uma interface entre os estímulos sensitivos, os estados emocionais e as respostas comportamentais e fisiológicas. A partir da integração de informações provenientes do meio externo e do meio interno, participa da geração de respostas adaptativas essenciais à sobrevivência do indivíduo e à preservação da espécie, como comportamentos de defesa, alimentação, reprodução e interação social.

#### 1.1 Emoções

As emoções podem ser compreendidas como estados mentais que resultam da avaliação subjetiva de eventos internos ou externos, desencadeando respostas cognitivas, comportamentais e fisiológicas. De modo geral, distinguem-se emoções mais instintivas, predominantemente moduladas pelo sistema límbico, e emoções mais complexas, influenciadas por fatores cognitivos e sociais, com importante participação do córtex pré-frontal. Independentemente dessa distinção, as emoções envolvem um componente central, relacionado à percepção consciente do estado emocional, e um componente periférico, responsável por sua expressão por meio de respostas autonômicas, endócrinas e motoras.

Diversas áreas encefálicas participam do processamento emocional. O sistema límbico integra informações sensoriais e emocionais, enquanto o hipotálamo e o tronco encefálico estão principalmente envolvidos na expressão fisiológica das emoções, por meio da regulação do sistema nervoso autônomo e de respostas endócrinas. O tálamo atua na integração de informações relacionadas à emoção e à memória, e o córtex pré-frontal exerce papel fundamental na modulação consciente das emoções, no controle de impulsos e na tomada de decisões.

Dessa forma, o sistema límbico não apenas participa da percepção das emoções, mas também coordena suas manifestações fisiológicas e comportamentais, integrando emoção, cognição e comportamento em um sistema funcional essencial para a adaptação do indivíduo ao ambiente.

## 2. Funções

O sistema límbico atua na integração entre informações sensitivas, estados emocionais, respostas comportamentais e mecanismos fisiológicos, compondo um sistema funcional voltado à adaptação do indivíduo ao ambiente e à preservação da espécie.

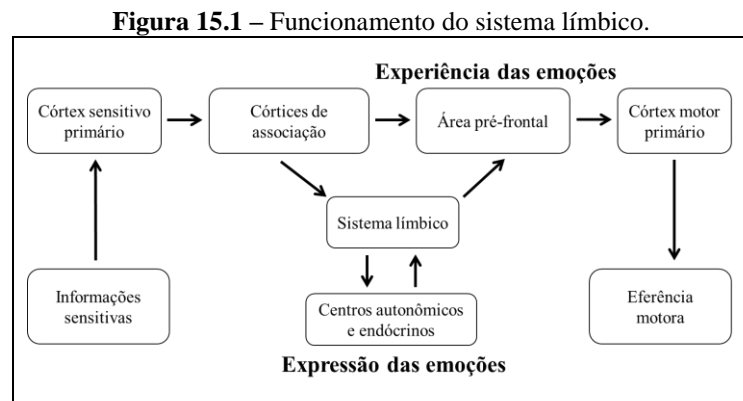
As principais funções do sistema límbico incluem:

- *Comportamento emocional* - Processa informações do meio externo e interno para a geração de emoções predominantemente instintivas, como medo, raiva, prazer, tristeza e ansiedade, influenciando diretamente o comportamento e preparando o organismo para respostas adaptativas.
- *Preservação do indivíduo* - Regula comportamentos essenciais à sobrevivência, como respostas de luta ou fuga, comportamento alimentar e ingestão de líquidos, por meio da integração entre emoção, motivação e respostas autonômicas.
- *Preservação da espécie* - Participa da regulação do comportamento sexual e social, modulando impulsos relacionados à reprodução, ao vínculo afetivo e às interações sociais, fundamentais para a perpetuação da espécie.
- *Memória* - Está envolvido na consolidação da memória declarativa, especialmente da memória episódica, associando experiências emocionais aos registros mnêmicos e conferindo maior significado e durabilidade às memórias emocionalmente relevantes.

- *Motivação* - Atuando em conjunto com o sistema de recompensa, modula comportamentos motivados, direcionando o indivíduo à busca por estímulos essenciais, como alimento, água e parceiros.

### 3. Organização morfofuncional

De maneira geral, o sistema límbico é ativado por estímulos sensitivos provenientes do meio externo ou do meio interno, os quais podem desencadear respostas emocionais e/ou comportamentos motivados. Esse processamento ocorre de forma integrada e sequencial, envolvendo diferentes níveis do SNC (Figura 15.1).



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

De forma esquemática, a organização morfofuncional do sistema límbico pode ser descrita em quatro etapas principais:

- Recepção sensitiva* - As informações sensitivas (somatossensoriais, visuais, auditivas, gustatórias ou olfatórias) alcançam inicialmente os córtices sensitivos primários e, em seguida, os córtices sensitivos secundários, onde ocorre o processamento específico de cada modalidade.
- Integração cortical* - A partir dos córtices secundários, as informações seguem para os córtices de associação terciários (multimodais), onde diferentes modalidades sensoriais podem ser integradas. Informações com relevância emocional ou motivacional podem ser direcionadas ao sistema límbico.
- Processamento límbico* - No sistema límbico, os estímulos são avaliados quanto ao seu significado emocional e motivacional, resultando no desencadeamento de uma resposta emocional, de um comportamento motivado ou de ambos. As informações podem ser encaminhadas ao córtex pré-frontal, para análise consciente e tomada de decisão, ou a centros autonômicos e endócrinos.
- Expressão da resposta emocional* - A expressão da emoção ocorre por meio de respostas comportamentais e fisiológicas. As respostas motoras são organizadas por áreas corticais associativas e motoras, enquanto as alterações fisiológicas são mediadas por centros autonômicos e endócrinos.

Tabela 14.1 - Organização morfofuncional do sistema límbico.	
Etapa	Descrição resumida
Recepção sensitiva	Estímulos do meio externo e interno chegam aos córtices sensitivos
Integração cortical	Áreas de associação integram informações relevantes
Processamento límbico	Avaliação emocional e motivacional do estímulo
Expressão da resposta	Resposta comportamental e fisiológica da emoção

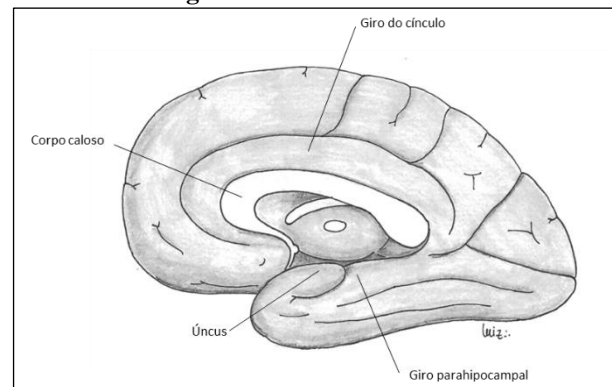
## 4. Componentes corticais

### 4.1 Lobo límbico

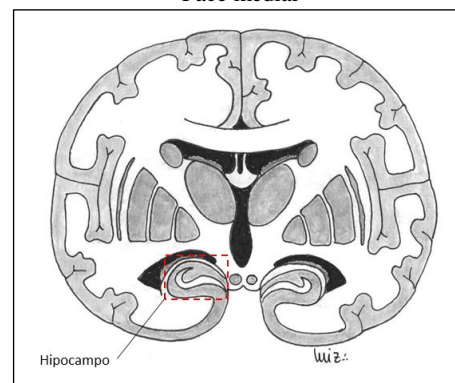
O lobo límbico pode ser observado na face medial do telencéfalo, formando uma orla ao redor do corpo caloso e do diencefalo (Figura 15.2). Reúne áreas corticais envolvidas principalmente na integração entre emoções, memória e comportamento. É constituído, de modo geral, pelas seguintes estruturas:

- *Giro do cíngulo* - Localizado superiormente ao corpo caloso, o giro do cíngulo participa da integração de informações emocionais, comportamentais e autonômicas, atuando como interface entre processos cognitivos e respostas emocionais.
- *Giro parahipocampal* - Situado na face medial do lobo temporal, inclui a área entorrinal e funciona como uma importante via de integração entre informações sensoriais, emoção e memória, além de representar a principal via de entrada de informações para o hipocampo.
- *Hipocampo* - Localizado profundamente no lobo temporal medial, o hipocampo constitui uma das estruturas centrais do sistema límbico, estando relacionado principalmente à consolidação da memória declarativa, ao aprendizado e à orientação espacial, além de participar da modulação do comportamento emocional.

Figura 15.2 – Lobo límbico.



Face medial



Corte frontal

Fonte: Takase, 2025.

## 4.2 Córtex olfatório

O córtex olfatório é responsável pelo processamento dos estímulos do olfato, cujos impulsos chegam ao encéfalo pelo nervo olfatório (I), a partir de receptores localizados na mucosa olfatória da cavidade nasal.

Diferentemente das demais modalidades sensitivas conscientes, os estímulos olfatórios não passam inicialmente pelo tálamo, atingindo diretamente o córtex olfatório primário, localizado no úncus. A partir dessa região, as informações seguem para o giro parahipocampal, correspondente ao córtex olfatório secundário.

Essa organização confere ao olfato uma via de acesso direto ao sistema límbico, explicando sua estreita relação com respostas emocionais rápidas e com a evocação de memórias associadas a estímulos olfatórios.

## 5. Componentes subcorticais

Os componentes subcorticais do sistema límbico correspondem a núcleos profundos envolvidos principalmente no processamento das emoções, na memória e na integração entre respostas emocionais e mecanismos autonômicos.

- *Corpo amigdalóide (amígdala)* - Localizado no lobo temporal medial, anteriormente ao hipocampo, desempenha papel central no processamento emocional, estando relacionada às respostas automáticas de defesa, à memória emocional e à modulação do comportamento social. Também participa da ativação de respostas autonômicas e hormonais associadas às emoções.
- *Área septal* - Localizada inferiormente ao rostro do corpo caloso e à anteriormente à lâmina terminal e à comissura anterior. Possui conexões amplas e complexas, estando relacionada com a modulação das emoções e na resposta a estímulos sociais e recompensa.
- *Núcleos mamilares* - Participam da integração entre processos emocionais e mnêmicos. Estão relacionados à consolidação da memória e à regulação do comportamento emocional, atuando como importantes elementos de conexão entre estruturas límbicas.
- *Núcleos anteriores do tálamo* - Participam da integração entre informações emocionais e processos de memória e aprendizado, funcionando como um elo entre estruturas subcorticais e corticais do sistema límbico.

- *Núcleos habenulares* – Localizados na região do triângulo das habenulas no epitélamo, recebem aferências do prosencéfalo límbico (via estria medular) e projetam para centros monoaminérgicos, conectando emoções a respostas fisiológicas.

#### **Correlações clínicas 1 — Lesão do corpo amigdalóide**

Lesões do corpo amigdalóide estão associadas a alterações importantes no processamento emocional, especialmente relacionadas ao medo e à agressividade. Indivíduos com comprometimento dessa estrutura podem apresentar redução ou ausência de respostas de medo diante de estímulos potencialmente ameaçadores. Também podem ocorrer alterações no comportamento social e na avaliação emocional de situações. Esse tipo de alteração evidencia o papel da amígdala nas respostas emocionais automáticas.

## **6. Conexões intrínsecas**

### **6.1 Circuito de Papez**

O *circuito de Papez*, descrito por James Papez em 1937, corresponde a um circuito funcional fechado do sistema límbico, envolvido principalmente na integração entre emoções e memória (Figura 15.3). Esse circuito está relacionado, sobretudo, à experiência consciente das emoções e à consolidação da memória.

Do ponto de vista anatômico, inicia-se no hipocampo, cujas projeções seguem para os corpos mamilares do hipotálamo por meio do fórnix. A partir dos corpos mamilares, as informações são conduzidas aos núcleos anteriores do tálamo pelo fascículo mamilotalâmico, alcançando em seguida o giro do cíngulo. Deste, os impulsos seguem para o giro parahipocampal, retornando ao hipocampo e completando o circuito.

Funcionalmente, o circuito de Papez participa principalmente da consolidação da memória episódica e da integração da carga emocional às experiências vividas, contribuindo para a elaboração consciente das emoções. Sua atuação está mais relacionada à percepção e ao processamento emocional do que à expressão fisiológica das emoções, a qual depende predominantemente de outras conexões do sistema límbico com o hipotálamo e o tronco encefálico.

#### **Correlações clínicas 2 — Alterações no circuito de Papez**

O comprometimento de estruturas do circuito de Papez pode resultar em distúrbios da memória e da integração emocional. Lesões envolvendo núcleos mamilares ou núcleos anteriores do tálamo podem causar déficits de memória associados a alterações emocionais. Esses quadros são observados, por exemplo, em condições relacionadas à deficiência de tiamina. O circuito de Papez ilustra a integração entre emoção e memória no sistema límbico.



**Correlações clínicas 3 — Comprometimento do hipocampo**

Lesões bilaterais do hipocampo estão classicamente associadas à amnésia anterógrada, caracterizada pela dificuldade ou incapacidade de formar novas memórias declarativas. Apesar disso, memórias antigas e habilidades motoras costumam permanecer preservadas. O indivíduo pode lembrar de eventos passados, mas não registrar experiências recentes. Esse quadro destaca a importância do hipocampo na consolidação da memória episódica.

**7. Conexões extrínsecas****7.1 Aferentes**

As conexões aferentes do sistema límbico conduzem informações provenientes do meio externo e do meio interno, permitindo a integração entre estímulos sensoriais, estados fisiológicos e processamento emocional. De modo geral, os estímulos sensoriais alcançam inicialmente o tálamo e os córtices sensitivos, sendo posteriormente integrados por áreas de associação e transmitidos às estruturas límbicas (Figura 15.3).

Uma exceção importante é a via olfatória, cujos estímulos atingem diretamente componentes do sistema límbico, o que explica a forte associação entre olfato, emoções e memória. Além disso, informações viscerais relacionadas ao estado interno do organismo também alcançam o sistema límbico, contribuindo para a ativação de comportamentos motivados e para a modulação do estado emocional.

**7.2 Eferentes**

As conexões eferentes permitem que o processamento realizado no sistema límbico influencie tanto o comportamento quanto a expressão fisiológica das emoções (Figura 15.3).

Projeções para áreas corticais, especialmente o córtex pré-frontal, participam da modulação consciente e experiência das emoções, do planejamento e da tomada de decisões. As demais projeções seguem para o hipotálamo e formação reticular do tronco encefálico, estando relacionadas à expressão autonômica e endócrina das emoções. Por meio dessas conexões, o sistema límbico promove ajustes fisiológicos compatíveis com o estado emocional, integrando emoção, cognição e resposta corporal.

**8. Considerações finais**

O sistema límbico constitui um sistema funcional integrado do SNC, atuando principalmente na regulação das emoções, dos comportamentos motivados e dos processos de memória. Suas funções resultam da interação coordenada entre componentes corticais e subcorticais, e não da ação isolada de uma única estrutura.

A organização morfofuncional do sistema límbico evidencia a relação entre estímulos sensitivos, avaliação emocional e respostas comportamentais e fisiológicas. Estruturas como o hipocampo, o corpo amigdalóide e áreas corticais associadas permitem a associação entre experiências sensoriais, estados emocionais e memória.

Por meio de suas conexões, o sistema límbico integra a percepção consciente das emoções com sua expressão autonômica e comportamental, contribuindo para respostas adaptativas essenciais à sobrevivência do indivíduo e à interação com o ambiente. A compreensão desses princípios fornece a base necessária para o estudo de comportamentos normais e de alterações emocionais e cognitivas.

<b>Estrutura</b>	<b>Localização geral</b>	<b>Função principal</b>
Corpo amigdalóide	Lobo temporal medial	Processamento emocional, especialmente medo e respostas automáticas
Hipocampo	Lobo temporal medial	Consolidação da memória declarativa e memória episódica
Giro do cíngulo	Face medial do telencéfalo	Integração entre emoção, cognição e comportamento
Giro parahipocampal	Face medial do lobo temporal	Integração sensorial, emoção e memória
Núcleos mamilares	Hipotálamo	Integração emocional e memória
Núcleos anteriores do tálamo	Diencefalo	Integração entre emoção e memória

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- O sistema límbico é um conjunto funcional de estruturas encefálicas envolvidas na regulação das emoções, dos comportamentos motivados e da memória
- Não constitui uma unidade anatômica isolada, mas uma rede integrada de componentes corticais e subcorticais
- Atua como interface entre estímulos sensitivos, estados emocionais e respostas comportamentais e fisiológicas, permitindo respostas adaptativas ao ambiente

#### 2. Funções

- Regulação do comportamento emocional
- Preservação do indivíduo (luta, fuga, alimentação)
- Preservação da espécie (comportamento sexual e social)
- Consolidação da memória, especialmente a memória episódica
- Modulação da motivação

#### 3. Organização morfofuncional

- Recepção das informações sensitivas
- Integração cortical associativa
- Processamento límbico do significado emocional

- Expressão comportamental e fisiológica da emoção

#### 4. Componentes corticais

- Giro do cíngulo
- Giro parahipocampal
- Hipocampo
- Córtex olfatório

#### 5. Componentes subcorticais

- Corpo amigdalóide (processamento emocional)
- Hipocampo (memória e integração emocional)
- Núcleos mamilares
- Núcleos anteriores do tálamo

**6. Circuito de Papez** - integra emoções e memória, estando relacionado principalmente à experiência consciente das emoções e à consolidação da memória episódica.

**7. Conexões aferentes** - conduzem informações sensoriais e viscerais ao sistema límbico, com destaque para a via olfatória, que possui acesso direto.

**8. Conexões eferentes** - permitem que o sistema límbico influencie o comportamento consciente e a expressão autonômica e endócrina das emoções.

**9. Considerações finais** - O sistema límbico integra emoção, cognição e comportamento, sendo essencial para a adaptação do indivíduo ao ambiente.

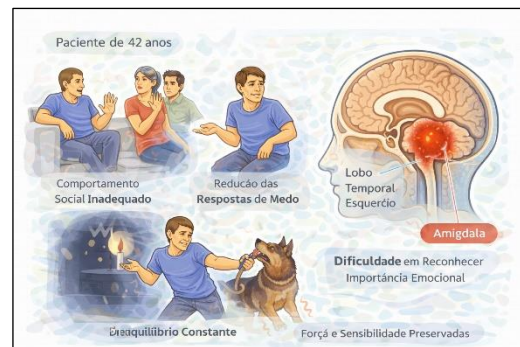
## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso Clínico 1 — Alteração do comportamento emocional

Um paciente de 42 anos sofreu um traumatismo cranioencefálico envolvendo a porção medial do lobo temporal. Após o evento, familiares relatam que ele passou a apresentar comportamento social inadequado, redução das respostas de medo diante de situações perigosas e dificuldade em reconhecer a importância emocional de determinados estímulos, apesar de manter preservadas as funções motoras e sensitivas básicas.

#### Perguntas:

1. Qual estrutura do sistema límbico está mais provavelmente comprometida?
2. Qual a principal função dessa estrutura relacionada ao quadro apresentado?

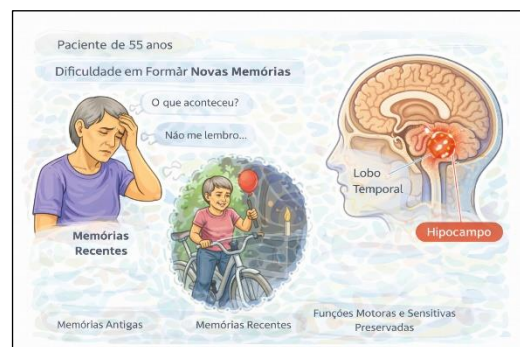


### Caso Clínico 2 — Alteração da memória episódica

Uma paciente de 55 anos apresenta história de dificuldade progressiva para formar novas memórias após um episódio de encefalite. Ela consegue relatar fatos de sua infância e juventude, mas não se lembra de eventos recentes, como conversas ocorridas no mesmo dia. O exame neurológico não evidencia déficits motores ou sensitivos significativos.

#### Perguntas:

1. Qual estrutura do sistema límbico está mais associada a esse quadro?
2. Que tipo de memória está principalmente comprometida?



## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. O que é o sistema límbico?
2. Quais são as principais funções do sistema límbico?
3. Por que o sistema límbico não é considerado uma estrutura anatômica única?
4. Qual o papel do corpo amigdalóide no sistema límbico?
5. Qual a principal função do hipocampo no sistema límbico?
6. O que é o circuito de Papez e qual sua função básica?
7. Cite duas estruturas subcorticais essenciais do sistema límbico e suas funções gerais.
8. Qual a diferença geral entre conexões aferentes e eferentes do sistema límbico?
9. Por que o olfato possui uma relação especial com o sistema límbico?
10. Como o sistema límbico integra emoção, cognição e comportamento?

## TESTES

**11. O sistema límbico é definido como um sistema funcional e não como uma unidade anatômica isolada principalmente porque:**

- A) Suas estruturas estão restritas ao diencéfalo e não possuem conexões corticais.

- B) É formado exclusivamente por núcleos subcorticais relacionados à emoção.
- C) Suas funções resultam da interação entre estruturas corticais e subcorticais distribuídas no encéfalo.
- D) Atua apenas em respostas emocionais instintivas, sem participação cognitiva.
- E) Depende exclusivamente do sistema nervoso autônomo para sua função.

**12. Um paciente apresenta dificuldade específica em formar novas memórias conscientes, mantendo preservadas memórias antigas e habilidades motoras. O comprometimento mais provável envolve qual estrutura do sistema límbico?**

- A) Corpo amigdalóide.
- B) Hipocampo.
- C) Núcleos anteriores do tálamo.
- D) Núcleos mamilares.
- E) Giro do cíngulo.

**13. Em relação ao circuito de Papez, assinale a alternativa CORRETA:**

- A) Está relacionado principalmente à expressão autonômica das emoções.
- B) Integra exclusivamente informações motoras e sensoriais.
- C) Participa da integração entre emoção e memória, especialmente da experiência consciente.
- D) Tem como principal função a regulação do sistema nervoso autônomo.
- E) Atua de forma independente do hipocampo.

**14. A relação especial entre o olfato e o sistema límbico ocorre principalmente porque:**

- A) Os estímulos olfatórios são processados exclusivamente no tronco encefálico.
- B) As informações olfatórias passam por múltiplos núcleos talâmicos antes de atingir o córtex.
- C) O nervo olfatório possui função motora associada à emoção.
- D) Os estímulos olfatórios alcançam diretamente estruturas límbicas, sem passagem inicial pelo tálamo.
- E) O olfato depende do circuito de Papez para sua percepção consciente.

**15. As conexões eferentes do sistema límbico permitem que:**

- A) O processamento límbico influencie o comportamento consciente e a expressão fisiológica das emoções.
- B) Informações emocionais sejam integradas exclusivamente ao tálamo.
- C) Estímulos sensoriais cheguem diretamente ao córtex sensitivo primário.
- D) O sistema límbico atue de forma isolada, sem integração com outras áreas encefálicas.
- E) A memória episódica seja formada sem participação cortical.

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso Clínico 1

1. Corpo amigdalóide (amígdala) - A amígdala localiza-se no lobo temporal medial e está diretamente envolvida no processamento emocional, especialmente nas respostas automáticas de defesa e no reconhecimento do significado emocional dos estímulos.
2. Processamento emocional e respostas de medo - A amígdala participa da avaliação emocional de estímulos e da geração de respostas automáticas, como medo e

agressividade. Sua lesão pode levar à redução dessas respostas, além de alterações no comportamento social, como observado no caso clínico.

## 2. Caso Clínico 2

1. Hipocampo - O hipocampo é uma das estruturas centrais do sistema límbico e desempenha papel fundamental na consolidação da memória declarativa, especialmente na formação de novas memórias.
2. Memória episódica (memória declarativa recente) - A paciente apresenta amnésia anterógrada, caracterizada pela incapacidade de formar novas memórias episódicas, enquanto memórias antigas permanecem preservadas. Esse padrão é típico de lesões hipocâmpais.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. O sistema límbico é um conjunto funcional de estruturas encefálicas envolvidas principalmente na regulação das emoções, dos comportamentos motivados e dos processos de memória. Ele não constitui uma unidade anatômica isolada, mas uma rede integrada de componentes corticais e subcorticais.
2. As principais funções do sistema límbico incluem o comportamento emocional, a preservação do indivíduo, a preservação da espécie, a consolidação da memória e a motivação. Essas funções atuam de forma integrada para permitir a adaptação do indivíduo ao ambiente.
3. Porque ele é formado por várias estruturas distribuídas no telencéfalo e no diencéfalo, que atuam de maneira integrada. Assim, o sistema límbico é definido funcionalmente, e não como uma unidade anatômica isolada.
4. O corpo amigdalóide está relacionado principalmente ao processamento emocional, especialmente às respostas automáticas de defesa, como medo e agressividade. Também participa da memória emocional e da modulação do comportamento social.
5. O hipocampo está envolvido principalmente na consolidação da memória declarativa, especialmente da memória episódica. Ele também participa do aprendizado, da orientação espacial e da integração entre emoção e memória.
6. O circuito de Papez é um circuito funcional do sistema límbico que integra emoções e memória. Está relacionado principalmente à consolidação da memória episódica e à experiência consciente das emoções.
7. O corpo amigdalóide, relacionado ao processamento emocional, e o hipocampo, relacionado à consolidação da memória declarativa. Ambas são fundamentais para a integração entre emoção e memória.
8. As conexões aferentes levam informações sensoriais e viscerais ao sistema límbico, enquanto as conexões eferentes permitem que o sistema límbico influencie o comportamento e a expressão fisiológica das emoções.
9. Porque os estímulos olfatórios não passam inicialmente pelo tálamo, alcançando diretamente estruturas do sistema límbico. Isso explica a forte associação entre olfato, emoções e evocação de memórias.
10. O sistema límbico integra estímulos sensoriais e estados internos para gerar emoções, que influenciam tanto o comportamento consciente, por meio de conexões com áreas corticais, quanto respostas fisiológicas, por meio de conexões com o hipotálamo e o tronco encefálico.

11. C - O sistema límbico é definido funcionalmente porque suas funções dependem da interação entre estruturas corticais (como o giro do cíngulo e o córtex pré-frontal) e subcorticais (como hipocampo e amígdala), distribuídas no encéfalo.
12. B - O hipocampo é essencial para a consolidação da memória declarativa, especialmente da memória episódica. Sua lesão causa amnésia anterógrada, com preservação de memórias antigas.
13. C - O circuito de Papez está relacionado principalmente à integração entre emoção e memória e à experiência consciente das emoções, e não à expressão autonômica direta.
14. D - Diferentemente das demais modalidades sensitivas, os estímulos olfatórios não passam inicialmente pelo tálamo, alcançando diretamente estruturas relacionadas ao sistema límbico, o que explica sua forte ligação com emoções e memória.
15. A - As conexões eferentes do sistema límbico permitem que o processamento emocional influencie tanto o comportamento consciente (via córtex pré-frontal) quanto a expressão fisiológica das emoções (via hipotálamo e tronco encefálico).

## CAPÍTULO 15 - GRANDES VIAS AFERENTES

### CONTEÚDO

1. Generalidades	5.3 Vias trigeminais
2. Vias aferentes viscerais	5.3.1 Exteroceptiva
3. Vias aferentes somáticas	5.3.2 Proprioceptiva
4. Vias que chegam ao SNC via nervos espinhais	5.4 Via gustativa
4.1 Vias de dor e temperatura	5.5 Via auditiva
4.1.1 Via neoespino-talâmica	5.6 Vias vestibulares conscientes e inconscientes
4.1.2 Via paleoespino-talâmica	5.6.1 Via vestibular consciente
4.2 Via de pressão e tato protopático	5.6.2 Via vestibular inconsciente
4.3 Via de propriocepção consciente, tato epicrítico e sensibilidade vibratória	6. Considerações finais
4.4 Vias de propriocepção inconsciente	Material Complementar
5. Vias que chegam ao SNC via nervos cranianos	Resumo
5.1 Via olfatória	Casos clínicos
5.2 Via óptica	Questões

### 1. Generalidades

As *grandes vias aferentes* são responsáveis por conduzir informações sensitivas dos receptores periféricos até o SNC. Esses impulsos podem representar estímulos tanto do meio externo, como visão, audição, olfato, paladar, tato, dor ou temperatura; quanto do meio interno, geralmente relacionados ao funcionamento dos órgãos e à manutenção da homeostase.

Do ponto de vista funcional, estas vias podem ser divididas em somáticas e viscerais. As vias aferentes somáticas transmitem informações provenientes da pele, dos músculos, das articulações e de estruturas da cabeça e dos membros, permitindo tanto a percepção consciente quanto o controle motor coordenado. Já as vias aferentes viscerais conduzem informações originadas nas vísceras, nos vasos sanguíneos e nas glândulas, relacionadas principalmente a parâmetros internos como distensão, pressão e estado funcional dos órgãos. Em geral, essas informações viscerais são processadas de forma inconsciente, participando do ajuste autonômico e da regulação do meio interno; a principal exceção é a dor visceral, que pode alcançar a consciência e costuma ser difusa e pouco localizada.

Em termos organizacionais, as vias aferentes seguem um modelo em cadeia neuronal. Na maioria das vias conscientes, a informação é retransmitida por uma sequência de neurônios até

alcançar o córtex cerebral. Nas vias inconscientes, a informação é direcionada a centros subcorticais, como o cerebelo e o tronco encefálico, sendo utilizada para ajustes automáticos da postura, do equilíbrio e da atividade motora.

De modo geral, o neurônio de primeira ordem conecta o receptor periférico ao SNC, com corpo celular localizado em gânglios sensitivos. O neurônio de segunda ordem situa-se no tronco encefálico ou na medula espinhal e origina feixes ascendentes, frequentemente após cruzar o plano mediano. O neurônio de terceira ordem localiza-se no tálamo e projeta-se ao córtex somestésico, onde ocorre a percepção consciente do estímulo. Essa organização em cadeia permite integrar e modular as informações sensitivas em diferentes níveis do SNC, aumentando a precisão e a flexibilidade das respostas.

## 2. Vias aferentes viscerais

As *vias aferentes viscerais* conduzem ao SNC informações provenientes do meio interno. Em geral, essas fibras acompanham os nervos do sistema nervoso autônomo, sobretudo o simpático, embora as aferências das vísceras pélvicas sigam predominantemente vias parassimpáticas.

Essas informações estão relacionadas ao controle da homeostase, incluindo parâmetros como distensão visceral, pressão e estado funcional dos órgãos. Seu processamento ocorre, na maior parte dos casos, de forma inconsciente, contribuindo para a regulação autonômica e para a manutenção do organismo.

A principal exceção é a dor visceral, que pode atingir o nível consciente. Essa dor caracteriza-se por ser difusa, mal localizada e frequentemente irradiada, estando geralmente associada a distensão excessiva, isquemia ou processos inflamatórios das vísceras.

### 2.1 – Dor visceral

A *dor visceral* tem origem em terminações nervosas livres localizadas nas paredes das vísceras e dos vasos sanguíneos. Os impulsos nociceptivos seguem predominantemente pelas fibras aferentes viscerais associadas ao sistema nervoso autônomo, em especial ao simpático, alcançando a medula espinhal pelas raízes dorsais.

A organização dessa via é semelhante à das vias somatossensitivas, porém com projeções centrais menos precisas e mais difusas. Após a entrada na medula espinhal, os impulsos são retransmitidos para centros superiores, alcançando o tálamo e, posteriormente, o córtex cerebral, onde a dor pode ser percebida de forma consciente.

A dor visceral caracteriza-se por ser difusa, mal localizada e frequentemente irradiada. Essas características decorrem da convergência das aferências viscerais e somáticas sobre os mesmos neurônios da medula espinhal, dificultando a identificação precisa da origem do estímulo pelo SNC.

Uma consequência desse mecanismo é o fenômeno da *dor referida*, no qual a dor originada em uma víscera é percebida em regiões somáticas correspondentes ao mesmo segmento medular.

**Correlações clínicas 1 - Dor visceral e dor referida**

A dor visceral caracteriza-se por ser difusa, mal localizada e frequentemente percebida à distância do órgão acometido. Esse fenômeno, denominado dor referida, ocorre devido à convergência das fibras aferentes viscerais e somáticas sobre os mesmos neurônios da medula espinhal.

Como o SNC está mais habituado a interpretar estímulos somáticos, a dor é projetada para regiões corporais específicas. Esse mecanismo explica manifestações clássicas, como dor cardíaca irradiada para o membro superior esquerdo.

**3. Vias aferentes somáticas**

As *vias aferentes somáticas* são responsáveis pela condução das informações sensitivas provenientes da pele, dos músculos, das articulações e das estruturas associadas ao movimento e à interação com o meio externo. Essas vias permitem a percepção consciente de estímulos como tato, dor, temperatura e propriocepção, além de fornecer informações utilizadas de forma inconsciente para o ajuste da atividade motora.

Do ponto de vista funcional, as vias somáticas organizam-se em sistemas distintos, de acordo com a modalidade sensitiva conduzida e com o nível de processamento da informação. Algumas vias projetam-se ao córtex cerebral, possibilitando a percepção consciente e a discriminação dos estímulos, enquanto outras direcionam-se a centros subcorticais, especialmente ao cerebelo, onde participam do controle automático da postura, do equilíbrio e da coordenação motora.

Nos tópicos a seguir, serão abordadas as principais vias aferentes somáticas que alcançam o SNC por meio dos nervos espinhais e cranianos, destacando seus trajetos gerais, funções e princípios organizacionais, sem aprofundamento excessivo em detalhes anatômicos.

#### 4. Vias que chegam ao SNC via nervos espinhais

As vias aferentes que alcançam o SNC por meio dos nervos espinhais conduzem informações sensitivas relacionadas à dor, temperatura, tato, pressão, vibração, propriocepção consciente e inconsciente, além da sensibilidade visceral. Esses estímulos originam-se em diferentes tipos de receptores periféricos e seguem trajetos ascendentes organizados na medula espinhal e no tronco encefálico, de acordo com a modalidade sensitiva conduzida.

Do ponto de vista funcional, essas vias organizam-se em sistemas distintos, permitindo tanto a percepção consciente dos estímulos quanto o processamento inconsciente envolvido no controle postural e motor.

##### 4.1 Vias de dor e temperatura

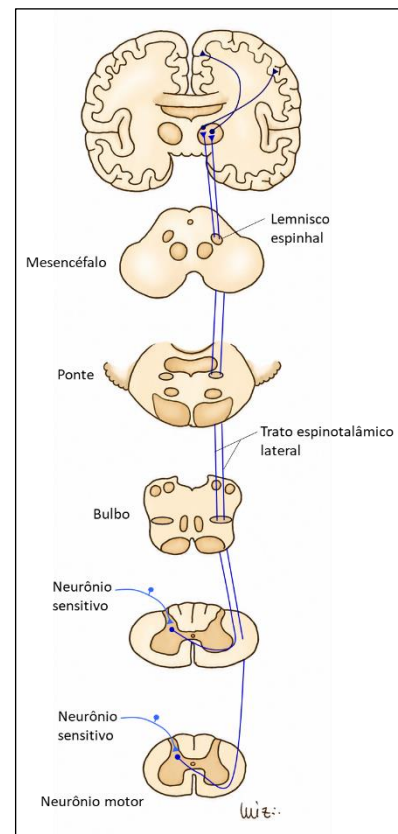
As vias responsáveis pela condução da dor e da temperatura têm início em terminações nervosas livres e transmitem essas informações ao SNC por meio de duas rotas principais: a *via neoespino-talâmica* e a *via paleoespino-talâmica*. De maneira geral, é essencial compreender que ambas conduzem estímulos nociceptivos e térmicos, diferindo principalmente quanto à precisão da informação e ao tipo de dor percebida.

##### 4.1.1 Via neoespino-talâmica

A via neoespino-talâmica é filogeneticamente mais recente e está relacionada à condução da dor aguda, bem localizada, e da temperatura discriminativa (Figura 15.1).

Os neurônios de primeira ordem localizam-se nos gânglios espinhais das raízes dorsais e conduzem os impulsos das terminações nervosas livres até a medula espinhal. Os neurônios de segunda ordem situam-se no corno posterior da medula, de onde seus axônios cruzam o plano mediano e ascendem no funículo lateral contralateral, formando o *trato espinotalâmico lateral*. Durante a ascensão, essas fibras integram o *lemnisco espinhal* e alcançam o tálamo. O trato espinotalâmico lateral apresenta *organização somatotópica*, permitindo identificar com maior precisão a região corporal de origem do estímulo.

**Figura 15.1 - Via neoespino-talâmica.**



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

No tálamo, os neurônios de terceira ordem projetam-se para o córtex somestésico primário, localizado no giro pós-central, onde ocorre a percepção consciente da dor e da temperatura, com localização relativamente precisa do estímulo.

Enquanto a via neoespino-talâmica permite localizar e discriminar o estímulo doloroso, a via paleoespino-talâmica está mais relacionada ao impacto emocional e ao caráter persistente da dor.

#### 4.1.2 Via paleoespino-talâmica

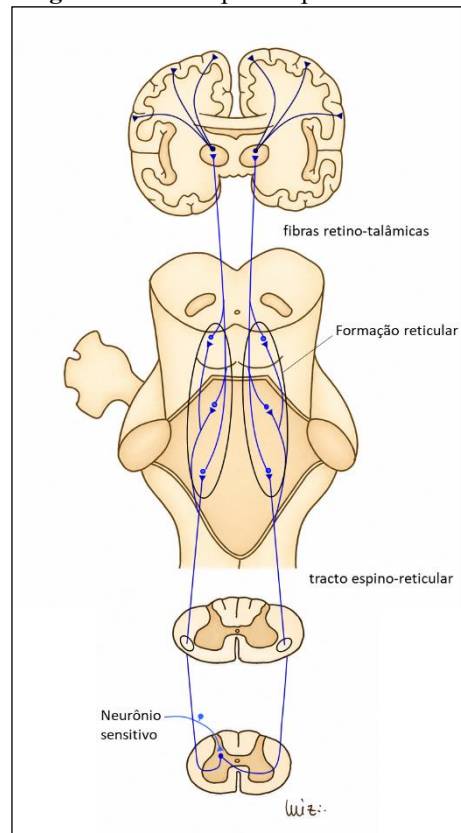
A via paleoespino-talâmica é filogeneticamente mais antiga e está relacionada à condução de dores crônicas, mal localizadas e difusas, além de participar da resposta emocional e autonômica associada à dor. Diferentemente da via neoespino-talâmica, essa via não apresenta organização somatotópica definida, o que explica a imprecisão na localização do estímulo doloroso (Figura 15.2).

Os impulsos têm origem em terminações nervosas livres, cujos corpos celulares dos neurônios de primeira ordem localizam-se nos gânglios espinhais das raízes dorsais. Após penetrar na medula espinhal, a informação é retransmitida por neurônios do corno posterior e segue trajetos ascendentes que acompanham, em parte, o sistema espinotalâmico.

Essas fibras alcançam a *formação reticular* do tronco encefálico e, a partir dela, projetam-se para núcleos talâmicos de projeção difusa. Do tálamo, os impulsos distribuem-se amplamente pelo córtex cerebral, sem uma área de projeção bem delimitada.

Essa organização funcional explica por que a dor conduzida por essa via é percebida de forma pouco precisa e frequentemente associada a respostas emocionais, comportamentais e autonômicas, características típicas da dor crônica.

**Figura 15.2** - Via paleoespino-talâmica.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

**Correlação clínica 1 - Lesão do trato espinotalâmico lateral**

A interrupção do trato espinotalâmico lateral compromete a condução da dor e da temperatura provenientes do lado oposto do corpo, alguns segmentos abaixo do nível da lesão.

Isso ocorre porque as fibras dessa via cruzam o plano mediano logo após entrar na medula espinhal.

Clinicamente, o paciente pode apresentar perda de dor e temperatura contralateral, com preservação do tato discriminativo.

Esse padrão é típico de lesões medulares parciais, como na síndrome de Brown-Séquard.

**4.2 Via de pressão e tato protopático**

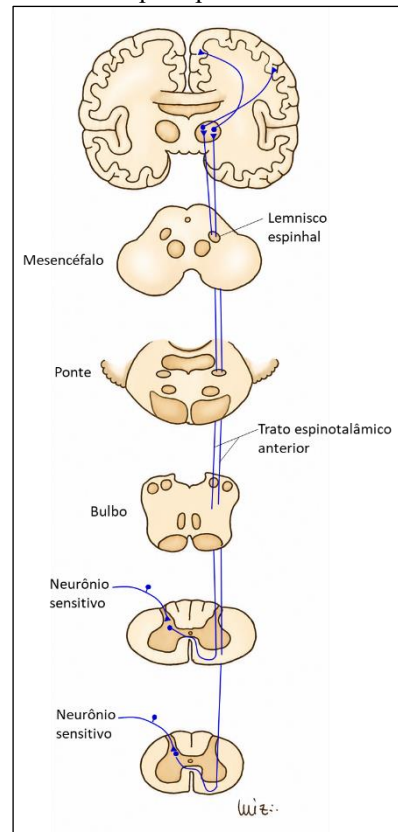
O *tato protopático* corresponde a sensibilidade tátil mais grosseira e pouco discriminativa, incapaz de localizar com precisão o ponto exato do estímulo. Predominante em regiões corporais com menor densidade de mecanorreceptores especializados, como dorso, tórax e abdome (Figura 15.3).

Os impulsos originam-se em mecanorreceptores cutâneos e são conduzidos por neurônios de primeira ordem localizados nos gânglios espinhais das raízes dorsais. Após penetrar na medula espinhal, essas fibras fazem sinapse no corno posterior, onde se originam os neurônios de segunda ordem.

Os axônios dos neurônios de segunda ordem cruzam o plano mediano e ascendem no funículo anterior contralateral, formando o *trato espinotalâmico anterior*. Durante a ascensão, essas fibras integram o sistema espinotalâmico e alcançam o tálamo.

No tálamo, os neurônios de terceira ordem projetam-se para o córtex somestésico primário, onde ocorre a percepção consciente da pressão e do tato protopático.

**Figura 15.3 - Via de pressão e tato protopático.**



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

**4.3 Via de propriocepção consciente, tato epicrítico e sensibilidade vibratória**

A *propriocepção consciente*, também chamada de cinestesia, permite a percepção consciente da posição e do movimento das diferentes partes do corpo. É essencial para o controle motor voluntário, a execução de movimentos precisos e a coordenação motora fina (Figura 15.4).

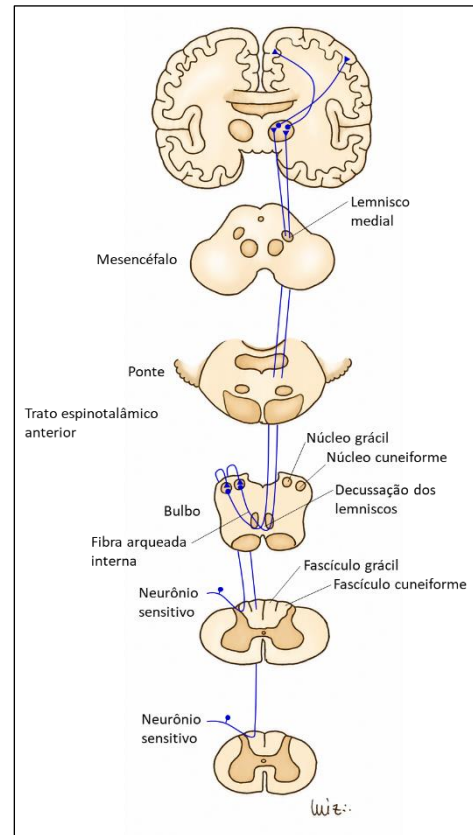
O *tato epicrítico* corresponde à sensibilidade tátil fina e altamente discriminativa, possibilitando reconhecer forma, textura e tamanho dos objetos, esta capacidade é denominada

de estereognosia. Predominante em regiões com alta densidade de mecanorreceptores, como as pontas dos dedos, os lábios e a língua.

Os impulsos relacionados a essas modalidades têm origem em receptores musculares, tendíneos e cutâneos, sendo conduzidos por neurônios de primeira ordem localizados nos gânglios dorsais. Após penetrar na medula espinhal, essas fibras ascendem ipsilateralmente pelo funículo posterior, formando os *fascículos grácil e cuneiforme*.

No bulbo, os neurônios de segunda ordem retransmitem a informação, cujos axônios cruzam o plano mediano e seguem como *lemnisco medial* em direção ao tálamo, onde os neurônios de terceira ordem projetam-se para o córtex somestésico primário. Por ser mais refinado, o tato epicrítico apresenta maior representação cortical e maior precisão espacial em comparação ao tato protopático.

**Figura 15.4** - Via de propriocepção consciente, tato epicrítico e sensibilidade vibratória.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

#### Correlações clínicas 2 - Lesão dos fascículos grácil e cuneiforme

Lesões dos fascículos grácil e cuneiforme comprometem a propriocepção consciente, o tato epicrítico e a sensibilidade vibratória do lado da lesão.

O paciente apresenta dificuldade em reconhecer a posição dos membros e em discriminar estímulos táteis finos. Como essas fibras cruzam apenas no bulbo, a perda sensitiva ocorre de forma ipsilateral abaixo da lesão.

Esse quadro explica a instabilidade postural observada em ambientes escuros, quando a informação visual é reduzida.

Tabela 15.1 - Tato protopático × tato epicrítico		
Aspecto	Tato protopático	Tato epicrítico
Tipo de estímulo	Tato grosseiro e pressão	Tato fino e discriminativo
Precisão espacial	Baixa, com localização imprecisa	Alta, com localização precisa
Capacidade discriminativa	Não permite distinguir forma, textura ou tamanho	Permite estereognosia (reconhecimento de objetos pelo tato)
Tipo de receptor	Receptores táteis pouco especializados	Mecanorreceptores especializados
Via principal	Trato espinotalâmico anterior	Fascículos grácil e cuneiforme
Local do cruzamento	Medula espinhal	Bulbo raquidiano
Organização somatotópica	Pouco definida	Bem definida
Representação cortical	Menor	Maior
Importância funcional	Detecção geral de contato e pressão	Análise detalhada do estímulo tátil

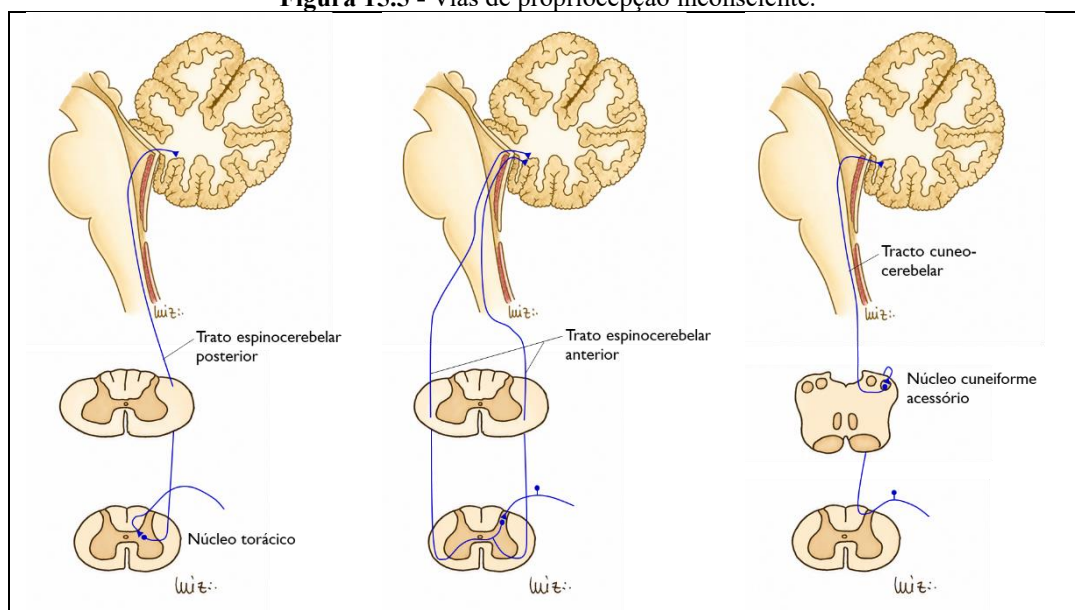
#### 4.4 Vias de propriocepção inconsciente

A *propriocepção inconsciente* conduz informações relacionadas à posição e ao movimento do corpo diretamente ao cerebelo, sem atingir o córtex cerebral. Esse sistema é essencial para o controle automático do equilíbrio, da postura e da coordenação motora, permitindo ajustes rápidos e contínuos da atividade muscular durante os movimentos (Figura 15.5).

Os impulsos originam-se nos fusos neuromusculares e nos órgãos neurotendinosos e são conduzidos por neurônios de primeira ordem localizados nos gânglios dorsais. Após penetrar na medula espinhal, essas informações são retransmitidas por neurônios que projetam diretamente para o córtex cerebelar através das *vias espinocerebelares e cuneocerebelares*, responsáveis por transmitir informações provenientes do tronco, dos membros inferiores, do pescoço e dos membros superiores.

Essas informações permitem o ajuste automático do tônus muscular, da postura e da coordenação dos movimentos, garantindo precisão, equilíbrio e harmonia motora, sem participação consciente do indivíduo.

**Figura 15.5 - Vias de propriocepção inconsciente.**



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

<b>Tabela 15.2 - Vias aferentes conscientes × inconscientes</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Vias aferentes conscientes</b>	<b>Vias aferentes inconscientes</b>
Destino final	Córtex cerebral	Cerebelo, tronco encefálico ou centros subcorticais
Percepção	Resultam em percepção consciente do estímulo	Não atingem o nível da consciência
Número de neurônios	Geralmente três neurônios em sequência	Geralmente dois neurônios
Passagem pelo tálamo	Presente, como estação obrigatória de retransmissão	Ausente
Função principal	Identificação, discriminação e localização do estímulo	Ajuste automático da postura, do equilíbrio e da atividade motora
Tipo de resposta	Voluntária ou perceptiva	Reflexa e automática
Modalidades envolvidas	Dor discriminativa, tato epicrítico, vibração, propriocepção consciente, sentidos especiais	Propriocepção inconsciente, reflexos posturais e vestibulares
Exemplos de vias	Fascículos grácil e cuneiforme, via neoespinotalâmica, vias óptica e gustativa	Vias espinocerebelares, vias vestibulares inconscientes
Importância funcional	Permitem reconhecer e interpretar estímulos sensoriais	Garantem estabilidade corporal e coordenação motora contínua

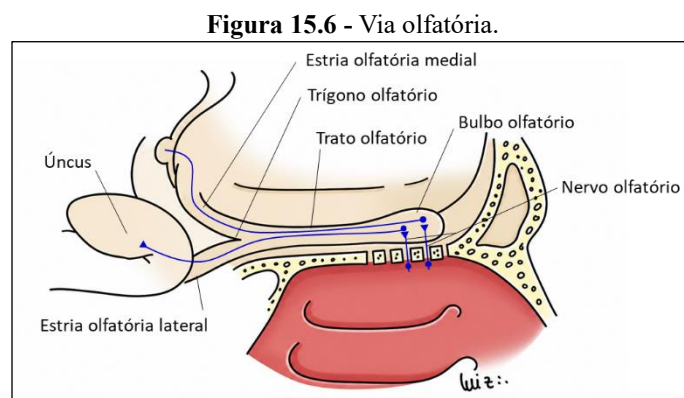
## 5. Vias que chegam ao SNC via nervos cranianos

As vias aferentes que alcançam o SNC por meio dos nervos cranianos são responsáveis pela condução dos impulsos relacionados à sensibilidade somática geral da cabeça e do pescoço. As informações relacionadas a dor, temperatura, tato, pressão, vibração e propriocepção estão organizadas de modo semelhantes aos das vias espinhais, porém adaptadas à anatomia do tronco encefálico. Também chegam por esta via, informações relacionadas aos sentidos especiais, como olfato, visão, gustação, audição e equilíbrio.

### 5.1 Via olfatória

A *via olfatória* apresenta características peculiares em relação às demais vias aferentes: é formada por apenas dois neurônios, os impulsos não passam pelo tálamo, e projeta-se para áreas do allocórtex que estão intimamente relacionadas ao sistema límbico (Figura 15.6).

Os neurônios de primeira ordem localizam-se no epitélio olfatório da cavidade nasal. Seus prolongamentos centrais formam o nervo olfatório (I), que atravessam a lâmina crivosa do osso etmóide e alcançam o bulbo olfatório, onde fazem sinapse com os neurônios de segunda ordem. Suas fibras formam



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

o trato olfatório, que segue posteriormente e se divide em duas estrias. As fibras da *estria olfatória lateral* projetam-se para o córtex olfatório primário, enquanto as fibras da *estria olfatória medial* estabelecem conexões com estruturas do sistema límbico, integrando os estímulos olfatórios a respostas emocionais, comportamentais e mnésicas.

## 5.2 Via óptica

A *via óptica* corresponde ao trajeto responsável pela condução dos estímulos visuais desde a retina até o córtex visual primário, localizado no lobo occipital, nos lábios do sulco calcarino (Figura 15.7).

A retina constitui o componente sensorial do sistema visual e contém os fotorreceptores responsáveis por converter a luz em impulsos nervosos. Esses impulsos são transmitidos em sequência por neurônios retinianos, cujos axônios formam o *nervo óptico (II)*.

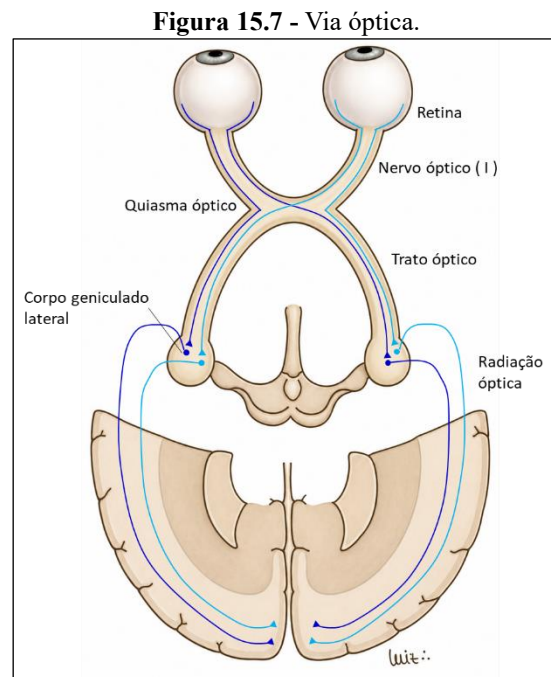
Os nervos ópticos seguem posteriormente até o *quiasma óptico*, onde ocorre uma decussação parcial das fibras: as provenientes da metade nasal da retina cruzam o plano

mediano, enquanto as da metade temporal permanecem homolaterais. Essa organização permite a visão binocular e a percepção da profundidade.

Após o quiasma, as fibras seguem pelos *tratos ópticos*, que terminam predominantemente no *corpo geniculado lateral* do tálamo. A partir daí, os impulsos seguem pela *radiação óptica* até o *córtex visual primário*, onde ocorre a percepção consciente da informação visual.

Uma pequena parcela das fibras não se projeta ao corpo geniculado lateral, participando de vias reflexas e inconscientes relacionadas aos reflexos pupilares, à orientação visual e à regulação do ritmo sono-vigília.

A via óptica apresenta organização topográfica precisa, garantindo a correspondência entre as regiões da retina e as áreas do córtex visual responsáveis pela percepção da imagem. Essa organização explica por que lesões em diferentes pontos da via óptica produzem padrões característicos de perda visual.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

### 5.3 Vias trigeminais

A sensibilidade somática geral e a propriocepção da cabeça e face alcançam o tronco encefálico principalmente por meio do nervo trigêmeo, com participação adicional dos nervos facial, glossofaríngeo e vago. Em conjunto, essas vias exercem papel equivalente ao das vias espinhais responsáveis pela sensibilidade do restante do corpo (Figura 15.8).

#### 5.3.1 Exteroceptiva

As *vias trigeminais exteroceptivas* conduzem os impulsos de dor, temperatura, tato e pressão. Do ponto de vista funcional, são análogas às vias medulares, diferindo principalmente quanto à organização anatômica no tronco encefálico.

Os impulsos sensitivos originados nos receptores cutâneos e mucosas são conduzidos por neurônios cujos corpos celulares estão localizados nos gânglios sensitivos associados aos nervos cranianos (V, VIII, IX e X). Ao alcançar o tronco encefálico, essas fibras fazem sinapse em núcleos sensitivos do sistema trigeminal.

A partir desses núcleos, os axônios cruzam o plano mediano e ascendem em direção ao tálamo, formando o *lemnisco trigeminal*. No tálamo, as informações são retransmitidas para o córtex somestésico primário.

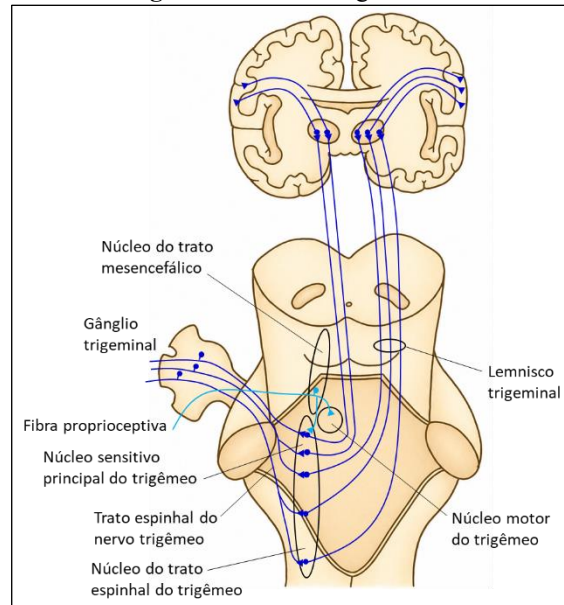
#### 5.3.2 Proprioceptiva

A *via trigeminal proprioceptiva* apresenta uma característica singular em relação às demais vias de propriocepção do corpo, pois seus neurônios de primeira ordem localizam-se no interior do SNC, no *núcleo do trato mesencefálico do trigêmeo*, e não em gânglios sensitivos.

Essa via conduz informações proprioceptivas dos músculos da mastigação, da mímica facial e da língua, além de estruturas associadas à articulação temporomandibular. Os impulsos podem seguir três destinos funcionais principais:

- Núcleo motor do trigêmeo - constituindo o arco reflexo responsável pelo reflexo mandibular.

**Figura 15.8 - Vias trigeminais.**



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

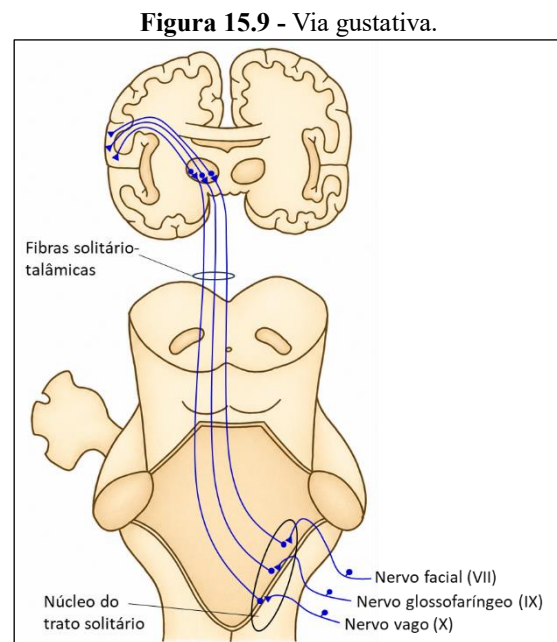
- Cerebelo - participando do controle inconsciente da coordenação e do ajuste fino dos movimentos orofaciais.
- Núcleos sensitivos do tronco encefálico - originando a via proprioceptiva consciente da cabeça e da face.

Estas informações proprioceptivas conscientes alcançam o tálamo e projetam-se para o córtex somestésico primário. Essa organização permite o controle voluntário preciso de funções como mastigação, deglutição e fonação.

#### 5.4 Via gustativa

A *via gustativa* é responsável pela condução dos impulsos relacionados à percepção do paladar e tem início nos calículos gustatórios localizados nas papilas da língua e na epiglote. Essas estruturas contêm quimiorreceptores capazes de detectar diferentes qualidades gustativas (Figura 15.9).

Estas informações chegam ao o SNC por meio de três nervos cranianos. O nervo facial leva informações gustativas dos dois terços anteriores da língua; o nervo glossofaríngeo, do terço posterior da língua; e o nervo vago, da epiglote.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

Os corpos celulares dos neurônios de primeira ordem localizam-se em gânglios sensitivos associados a esses nervos. Seus prolongamentos centrais dirigem-se ao tronco encefálico, onde fazem sinapse no *núcleo do trato solitário*. A partir desse núcleo, as informações gustativas ascendem em direção ao tálamo.

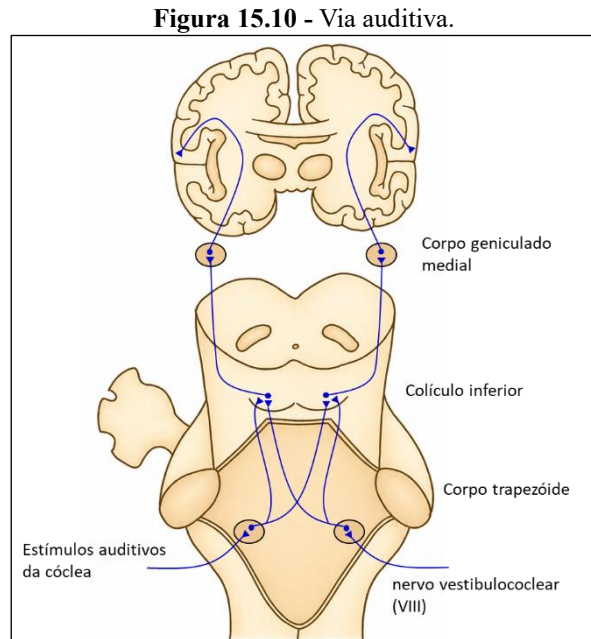
No tálamo, os impulsos são retransmitidos para o córtex gustatório primário. Essa organização permite a integração da gustação com outras modalidades sensoriais, como o olfato e a sensibilidade somática oral, compondo a experiência gustativa.

#### 5.5 Via auditiva

Os estímulos auditivos têm origem na cóclea, onde as vibrações sonoras são transformadas em impulsos nervosos por células especializadas. Esses impulsos são conduzidos

por neurônios cujos axônios formam a porção coclear do nervo vestibulococlear, que penetra no tronco encefálico (Figura 15.10).

No tronco encefálico, a informação auditiva é retransmitida por diferentes núcleos e segue trajetos ascendentes que apresentam cruzamentos parciais. Como resultado, a via auditiva possui organização bilateral, de modo que cada hemisfério cerebral recebe informações provenientes de ambos os ouvidos, característica fundamental para a localização espacial dos sons.



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

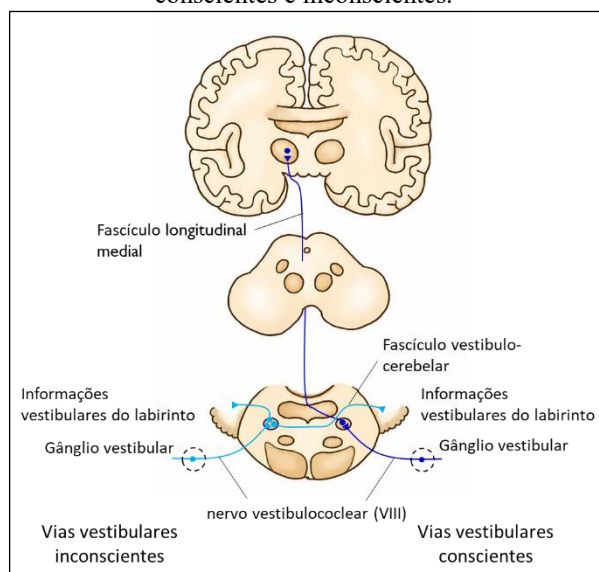
Os impulsos chegam ao tálamo e se projetam para o córtex auditivo primário. De forma geral, a via auditiva é polissináptica e apresenta organização tonotópica, permitindo a distinção entre sons de diferentes frequências ao longo de todo o trajeto até o córtex.

## 5.6 Vias vestibulares conscientes e inconscientes

As *vias vestibulares* são responsáveis pela condução das informações relacionadas ao equilíbrio, orientação espacial e coordenação dos movimentos oculares e posturais. Esses estímulos têm origem em receptores localizados no ouvido interno, que captam as acelerações e aos movimentos da cabeça (Figura 15.11).

Os impulsos são conduzidos por neurônios cujos corpos celulares localizam-se no gânglio vestibular. Seus axônios formam o nervo vestibular, que se une ao nervo coclear para constituir o nervo vestibulococlear (VIII), que leva essas informações ao tronco encefálico, onde fazem sinapse

**Figura 15.11 - Via auditiva e vias vestibulares conscientes e inconscientes.**



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

em núcleos específicos, a partir dos quais as informações seguem dois destinos principais:

centros corticais, relacionados à percepção consciente do equilíbrio e da posição da cabeça no espaço; e centros subcorticais, envolvidos no controle automático da postura, do tônus muscular e dos movimentos oculares.

Essa organização funcional permite a integração entre equilíbrio, visão e controle motor, garantindo a estabilidade corporal e visual durante os movimentos. O funcionamento adequado das vias vestibulares depende da integração contínua com os sistemas visual e proprioceptivo.

### **5.6.1 Via vestibular consciente**

Na *via vestibular consciente*, as informações originadas nos núcleos vestibulares são transmitidas a centros superiores responsáveis pela percepção da posição e do movimento da cabeça no espaço. Parte dessas fibras conecta-se aos núcleos oculomotores, permitindo a coordenação dos movimentos dos olhos durante os movimentos da cabeça, fenômeno conhecido como reflexo vestibulo-ocular.

Outras fibras seguem em direção ao tálamo e, a partir dele, projetam-se para áreas corticais relacionadas à sensibilidade vestibular. Nessas regiões ocorre a percepção consciente do equilíbrio e da orientação espacial, integrando informações vestibulares com estímulos visuais e proprioceptivos.

### **5.6.2 Via vestibular inconsciente**

Na *via vestibular inconsciente*, as informações vestibulares são direcionadas a centros responsáveis pelo controle automático do equilíbrio e da postura. Parte dessas fibras projeta-se diretamente ao cerebelo, especialmente a regiões envolvidas no ajuste fino da coordenação motora e do tônus muscular.

Outras fibras influenciam diretamente os motoneurônios da medula espinhal, permitindo a correção automática da postura corporal e a manutenção dos reflexos antigravitacionais. Esses mecanismos ocorrem sem participação consciente, garantindo respostas rápidas e eficientes aos deslocamentos da cabeça e do corpo.

De forma integrada, as vias vestibulares conscientes e inconscientes asseguram tanto a percepção do equilíbrio quanto o ajuste automático da postura e dos movimentos oculares, permitindo estabilidade corporal e visual durante o movimento.

<b>Tabela 15.3 - Vias aferentes espinhais × vias aferentes trigeminais.</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Vias aferentes espinhais</b>	<b>Vias aferentes trigeminais</b>
Origem	Tronco, membros e vísceras	Cabeça, face, cavidade oral e dentes
Nervos	Nervos espinhais	Nervos cranianos V (principal), VII, IX e X
Gânglio sensitivo	Gânglio espinhal (raiz dorsal)	Gânglio trigeminal e gânglios sensitivos cranianos
Entrada no SNC	Medula espinhal	Tronco encefálico
Núcleos de retransmissão	Corno posterior da medula e núcleos bulbares	Núcleo sensitivo principal do trigêmeo e núcleo do trato espinhal do trigêmeo
Cruzamento das fibras	Geralmente na medula ou no bulbo, conforme a via	Predominantemente no tronco encefálico
Núcleo talâmico	Núcleo ventral póstero-lateral (VPL)	Núcleo ventral póstero-medial (VPM)
Área de projeção cortical	Área somestésica primária (giro pós-central)	Área somestésica primária correspondente à face
Modalidades	Dor, temperatura, tato, vibração, propriocepção	Dor, temperatura, tato e propriocepção da face
Exceções	Vias espinocerebelares (inconscientes)	Propriocepção trigeminal com neurônio I no SNC
Organização funcional	Modelo clássico das vias somatossensitivas	Modelo equivalente adaptado à cabeça e face

## 6. Considerações finais

O estudo das grandes vias aferentes demonstra que a condução das informações sensitivas ao SNC segue princípios organizacionais comuns, apesar das diferentes modalidades sensoriais e trajetos anatômicos envolvidos. De modo geral, essas vias organizam-se em cadeias neuronais bem definidas, com núcleos de retransmissão e áreas de projeção central específicas.

As vias aferentes espinhais evidenciam claramente a distinção entre sensibilidade consciente e inconsciente, bem como entre modalidades somáticas e viscerais. Enquanto algumas vias permitem a percepção consciente de estímulos como dor, tato e propriocepção, outras destinam-se ao ajuste automático da postura, do equilíbrio e da coordenação motora. A sensibilidade visceral, por sua vez, é processada predominantemente de forma inconsciente, tendo na dor visceral sua principal manifestação consciente, caracterizada por percepção difusa e pouco precisa.

As vias aferentes cranianas ampliam esse modelo ao incorporar os sentidos especiais e a sensibilidade da cabeça e da face. Nessas vias, observa-se tanto a repetição da organização funcional das vias espinhais quanto a presença de exceções importantes, como a via olfatória e a propriocepção trigeminal. As vias óptica, auditiva e vestibular ilustram de forma clara a integração entre percepção consciente, reflexos automáticos e controle motor.

A distinção entre vias conscientes e inconscientes reforça a ideia de que nem toda informação sensitiva tem como finalidade a percepção consciente. Muitas aferências destinam-se à modulação reflexa, à regulação autonômica e ao ajuste fino da atividade motora, permitindo respostas rápidas e eficientes às variações do meio interno e externo.

Dessa forma, o conhecimento das grandes vias aferentes constitui um fundamento essencial para a compreensão da neuroanatomia funcional e para a interpretação dos déficits sensoriais observados na prática clínica, evidenciando a estreita relação entre estrutura, função e manifestação clínica no sistema nervoso.

**Tabela 15.4 - Síntese das grandes vias aferentes.**

<b>Via</b>	<b>Origem</b>	<b>Trajetó</b>	<b>Função principal</b>
Via neoespinotalâmica	Terminações nervosas livres (pele)	Gânglio espinhal → corno posterior → cruzamento medular → trato espinotalâmico lateral → tálamo → córtex somestésico	Dor aguda bem localizada e temperatura discriminativa
Via paleoespinotalâmica	Terminações nervosas livres (pele e vísceras)	Gânglio espinhal → corno posterior → trajetos ascendentes difusos → formação reticular → tálamo → córtex difuso	Dor crônica, difusa, com componente emocional e autonômico
Via do tato protopático	Receptores táteis pouco especializados	Gânglio espinhal → corno posterior → cruzamento → trato espinotalâmico anterior → tálamo → córtex	Tato grosseiro e pressão
Via do tato epicrítico e propriocepção consciente	Mecanorreceptores especializados, fusos neuromusculares	Gânglio espinhal → fascículos grácil e cuneiforme → bulbo → cruzamento → lemnisco medial → tálamo → córtex	Tato discriminativo, vibração e posição consciente
Vias espinocerebelares	Fusos neuromusculares e órgãos neurotendinosos	Gânglio espinhal → núcleos medulares/bulbares → pedúnculos cerebelares → cerebelo	Propriocepção inconsciente e ajuste motor
Via olfatória	Epitélio olfatório	Bulbo olfatório → trato olfatório → córtex olfatório	Percepção dos odores
Via óptica	Retina	Nervo óptico → quiasma → trato óptico → tálamo → córtex visual	Percepção visual
Via gustativa	Botões gustativos da língua e faringe	Nervos VII, IX e X → tronco encefálico → tálamo → córtex gustatório	Percepção dos sabores
Via auditiva	Órgão espiral da cóclea	Nervo vestibulococlear → tronco encefálico → tálamo → córtex auditivo	Percepção sonora
Vias vestibulares	Receptores do labirinto vestibular	Nervo vestibular → núcleos vestibulares → tálamo/córtex e cerebelo/medula	Equilíbrio, postura e coordenação ocular

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- As vias aferentes conduzem informações sensitivas dos receptores periféricos ao SNC (SNC)
- Essas vias organizam-se em cadeias neuronais, geralmente com três neurônios nas vias conscientes e dois neurônios nas vias inconscientes
- O neurônio de 1ª ordem conecta o receptor periférico ao SNC; o de 2ª ordem promove a retransmissão central; o de 3ª ordem projeta-se ao córtex cerebral
- As vias aferentes podem ser classificadas em somáticas e viscerais, bem como em conscientes e inconscientes

#### 2. Vias aferentes espinhais

- Conduzem informações sensitivas provenientes do tronco, dos membros e das vísceras
- A via neoespinotalâmica transmite dor aguda bem localizada e temperatura discriminativa
- A via paleoespinotalâmica conduz dor crônica, difusa, com forte componente emocional
- O tato protopático corresponde ao tato grosseiro e pouco discriminativo
- O tato epicrítico permite a discriminação fina, a percepção da forma e da textura dos objetos
- A propriocepção consciente fornece informações sobre posição e movimento corporal ao córtex cerebral
- A propriocepção inconsciente projeta-se ao cerebelo, permitindo o ajuste automático da atividade motora
- A sensibilidade visceral é processada predominantemente de

forma inconsciente, tendo a dor visceral como principal manifestação consciente

#### 3. Vias aferentes cranianas

- Conduzem os impulsos relacionados aos sentidos especiais e à sensibilidade da cabeça e da face.
- A via olfatória é curta, não passa pelo tálamo e projeta-se em áreas corticais primitivas
- A via óptica apresenta decussação parcial no quiasma óptico e projeção cortical organizada
- A via gustativa conduz a informação dos botões gustativos ao córtex gustatório
- A via auditiva é bilateral, permitindo a localização espacial dos sons
- As vias vestibulares relacionam-se ao equilíbrio, à postura e à coordenação dos movimentos oculares
- As vias trigeminais conduzem a sensibilidade somática e proprioceptiva da face, com exceções anatômicas importantes

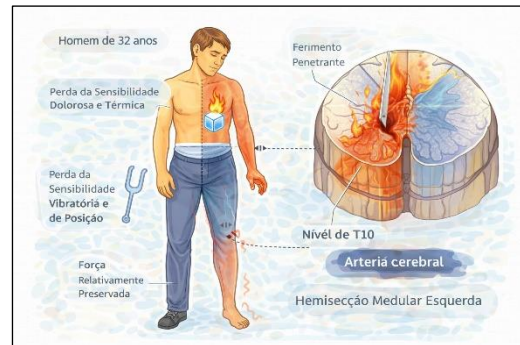
#### 4. Integração funcional

- Nem toda informação sensitiva gera percepção consciente.
- Muitas vias destinam-se ao controle reflexo, postural e autonômico.
- O tálamo atua como principal estação de retransmissão sensitiva para o córtex.
- O cerebelo participa do processamento inconsciente das informações sensoriais relacionadas ao movimento.
- A organização anatômica das vias aferentes explica os padrões de déficits sensitivos observados clinicamente.

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 - Perda sensitiva dissociada após lesão medular

Um homem de 32 anos sofreu um ferimento penetrante na região lateral esquerda da medula espinhal, ao nível de T10. Após o trauma, passou a apresentar perda da sensibilidade dolorosa e térmica no lado direito do corpo, abaixo da lesão. No lado esquerdo, observa-se dificuldade em perceber a posição dos membros e estímulos vibratórios, enquanto a força muscular está relativamente preservada.



#### Perguntas:

1. Quais vias aferentes estão comprometidas nesse paciente?
2. Por que a perda de dor e temperatura ocorre no lado oposto à lesão?
3. Por que a propriocepção consciente está alterada no mesmo lado da lesão?

### 2. Caso clínico 2 - Alteração do equilíbrio e instabilidade postural

Uma mulher de 58 anos refere sensação constante de desequilíbrio, piora ao caminhar em ambientes escuros e dificuldade em manter a postura durante movimentos rápidos da cabeça. Não há queixas de perda de força ou de sensibilidade consciente nos membros.



#### Perguntas:

1. Qual sistema sensorial está primariamente envolvido nesse quadro?
2. Por que os sintomas pioram em ambientes com pouca iluminação?
3. Essas informações sensoriais atingem o nível da consciência?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. O que são vias aferentes e qual sua função geral?
2. Qual a diferença básica entre vias aferentes conscientes e inconscientes?
3. Quantos neurônios formam, em geral, uma via aferente consciente?
4. Qual a principal função da via neoespinotalâmica?
5. Por que a dor conduzida pela via paleoespinotalâmica é mal localizada?
6. O que caracteriza o tato protopático?
7. Quais modalidades sensitivas são conduzidas pelos fascículos grácil e cuneiforme?
8. Para onde se projeta a propriocepção inconsciente?
9. Qual é a principal característica da via olfatória em relação às demais vias sensitivas?
10. Qual a função principal das vias vestibulares?

## TESTES

11. Um paciente apresenta perda da sensibilidade vibratória e da propriocepção consciente no membro inferior direito, associada à preservação da dor e da temperatura nesse mesmo membro. O local mais provável da lesão é:

- A) Trato espinotalâmico lateral esquerdo
- B) Fascículo grácil direito
- C) Fascículo cuneiforme esquerdo
- D) Trato espinotalâmico anterior direito
- E) Lemnisco medial esquerdo

**12. A característica funcional que melhor diferencia a via paleoespinotalâmica da via neoespinotalâmica é:**

- A) Tipo de receptor periférico ativado
- B) Local de entrada no SNC
- C) Grau de organização somatotópica e projeção cortical
- D) Número de neurônios da via
- E) Modalidade sensitiva conduzida

**13. Qual das alternativas descreve corretamente uma via aferente inconsciente?**

- A) Passa obrigatoriamente pelo tálamo antes de atingir o córtex
- B) Possui três neurônios em sequência e termina no giro pós-central
- C) É responsável pela percepção consciente da posição corporal
- D) Projeta-se principalmente ao cerebelo e participa do ajuste motor
- E) Apresenta organização somatotópica cortical bem definida

**14. A principal exceção anatômica entre as vias aferentes cranianas, em relação ao padrão geral das vias sensitivas, é:**

- A) A via auditiva, por apresentar organização bilateral
- B) A via gustativa, por envolver múltiplos nervos cranianos
- C) A via óptica, por apresentar decussação parcial
- D) A via vestibular, por projetar-se ao cerebelo
- E) A via olfatória, por não apresentar intermediação talâmica

**15. A dificuldade em manter o equilíbrio ao caminhar no escuro, na ausência de perda de força ou de sensibilidade consciente, sugere comprometimento predominante de:**

- A) Vias espinotalâmicas
- B) Fascículos posteriores
- C) Vias vestibulares inconscientes
- D) Via óptica acessória
- E) Vias trigeminais exteroceptivas

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. Vias comprometidas - Estão comprometidos o trato espinotalâmico lateral e os fascículos posteriores (grácil e cuneiforme). O trato espinotalâmico conduz dor e temperatura, enquanto os fascículos posteriores conduzem propriocepção consciente, tato epicrítico e vibração.
2. Perda contralateral de dor e temperatura - As fibras da via espinotalâmica cruzam o plano mediano logo após entrar na medula espinhal. Assim, uma lesão unilateral compromete a condução da dor e da temperatura provenientes do lado oposto do corpo, alguns segmentos abaixo do nível da lesão.

3. Perda ipsilateral da propriocepção consciente - As fibras dos fascículos grácil e cuneiforme ascendem ipsilateralmente na medula espinhal e só cruzam no bulbo. Dessa forma, a lesão medular afeta a propriocepção consciente do mesmo lado da lesão.

## 2. Caso clínico 2

1. Sistema sensorial envolvido - O quadro está relacionado às vias vestibulares, responsáveis pelo equilíbrio, orientação espacial e coordenação dos movimentos oculares e posturais.
2. Piora no escuro - Em ambientes com pouca iluminação, a contribuição do sistema visual para o equilíbrio é reduzida. Assim, o controle postural passa a depender mais das informações vestibulares e proprioceptivas, evidenciando o déficit vestibular.
3. Nível de consciência das informações - A maior parte das informações vestibulares é processada de forma inconsciente, sendo utilizada para ajustes automáticos da postura e do tônus muscular. Apenas uma parcela dessas informações atinge o córtex cerebral, permitindo a percepção consciente do equilíbrio.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. São vias nervosas responsáveis por conduzir informações sensitivas dos receptores periféricos ao SNC. As vias aferentes levam ao SNC informações provenientes do meio externo e interno, permitindo sua integração, percepção consciente ou utilização inconsciente para ajustes motores e autonômicos.
2. As vias conscientes alcançam o córtex cerebral; as inconscientes não atingem o nível da consciência. As vias conscientes permitem identificar e localizar estímulos, enquanto as inconscientes participam do controle automático da postura, do equilíbrio e da coordenação motora.
3. Três neurônios. O neurônio de 1ª ordem conecta o receptor ao SNC, o de 2ª ordem promove a retransmissão central e o de 3ª ordem projeta-se ao córtex cerebral.
4. Conduzir dor aguda bem localizada e temperatura discriminativa. Essa via possui organização somatotópica, permitindo localizar com maior precisão a região corporal estimulada.
5. Porque essa via não apresenta organização somatotópica definida. Além disso, suas projeções corticais são difusas e associadas a respostas emocionais e autonômicas.
6. Tato grosseiro, pouco discriminativo e de baixa precisão espacial. Essa modalidade permite detectar contato e pressão, mas não identificar forma ou textura dos objetos.
7. Tato epicrítico, sensibilidade vibratória e propriocepção consciente. Essas fibras ascendem ipsilateralmente na medula e cruzam apenas no bulbo raquidiano.
8. Para o cerebelo. Essas informações não atingem o córtex cerebral e são utilizadas para o ajuste automático da atividade motora.
9. Não passa pelo tálamo antes de atingir o córtex. Além disso, projeta-se em áreas corticais primitivas e apresenta organização mais simples.
10. Manter o equilíbrio, a postura e a coordenação dos movimentos oculares. Essas vias atuam de forma integrada, envolvendo percepção consciente do equilíbrio e ajustes posturais automáticos.
11. B - O fascículo grácil conduz propriocepção consciente, tato epicrítico e vibração provenientes do membro inferior. Como essas fibras ascendem ipsilateralmente na medula e cruzam apenas no bulbo, a lesão provoca déficit ipsilateral abaixo do nível acometido.
12. C - Ambas conduzem dor, mas a via neoespinalâmica é bem organizada e permite localização precisa do estímulo, enquanto a paleoespinalâmica apresenta projeções difusas, associadas ao componente emocional e ao caráter persistente da dor.

13. D - As vias aferentes inconscientes não atingem o córtex cerebral. Elas se projetam principalmente ao cerebelo ou a centros subcorticais, sendo responsáveis pelo controle automático da postura e da coordenação motora.
14. E - A via olfatória é a principal exceção ao modelo clássico das vias aferentes, pois não passa pelo tálamo antes de alcançar o córtex, além de projetar-se em áreas corticais primitivas.
15. C - As vias vestibulares inconscientes são fundamentais para o ajuste automático da postura e do equilíbrio. Em ambientes escuros, a redução da informação visual evidencia déficits vestibulares, mesmo sem alteração da sensibilidade consciente.

## CAPÍTULO 16 - GRANDES VIAS EFERENTES

---

### CONTEÚDO

1. Generalidades	6. Organização do movimento voluntário
2. Via eferente visceral	7. Conclusões finais
3. Vias eferentes somáticas	Material Complementar
4. Vias piramidais	Resumo
4.1 Trato córtico-espinhal	Casos Clínicos
4.2 Trato córtico-nuclear	Questões
5. Vias extrapiramidais	
5.1 Trato rubro-espinhal	
5.2 Trato tecto-espinhal	
5.3 Trato vestibulo-espinhal	
5.4 Trato retículo-espinhal	

---

### 1. Generalidades

As *grandes vias eferentes* são responsáveis por estabelecer a conexão entre os córtices cerebral e cerebelar e seus respectivos órgãos efetadores, permitindo a execução das respostas motoras do corpo. Podem ser divididas em dois grandes grupos:

- *Vias eferentes viscerais* – Responsáveis pelo controle dos movimentos involuntários, fundamentais para a manutenção da homeostase. Inervam músculo liso, músculo estriado cardíaco e glândulas, integrando o sistema nervoso autônomo.
- *Vias eferentes somáticas* – Responsáveis pelos movimentos voluntários e automáticos, bem como pela regulação do tônus muscular e da postura. Inervam o músculo estriado esquelético, possibilitando a interação do indivíduo com o meio externo.

### 2. Vias eferentes viscerais

As *vias eferentes viscerais* constituem o sistema nervoso autônomo e é responsável pelo controle das funções motoras involuntárias relacionadas à manutenção da homeostase. Embora tenha sido abordada de forma mais detalhada no Capítulo 13, sua organização geral merece ser retomada no contexto das grandes vias eferentes.

De maneira geral, o neurônio central dessa via está localizado em centros superiores, especialmente no *hipotálamo*, de onde partem projeções descendentes para o tronco encefálico ou para a medula espinhal. Nessas regiões, o axônio faz sinapse com um *neurônio pré-ganglionar*, que emite sua fibra até um *gânglio autonômico*, onde ocorre a sinapse com o

*neurônio pós-ganglionar*. Este último envia sua fibra até o órgão efetuator. Assim, diferentemente da via eferente somática, a via eferente visceral é caracterizada pela presença de dois neurônios motores e um gânglio autonômico.

### 3. Vias eferentes somáticas

Nas vias eferentes somáticas, os neurônios localizados no córtex motor primário emitem seus axônios em direção inferior até o tronco encefálico ou a medula espinhal,

onde fazem sinapse com *neurônios motores somáticos*, responsáveis pela inervação do músculo estriado esquelético, permitindo a execução dos movimentos voluntários e automáticos (Figura 16.1).

Do ponto de vista anatômico e funcional, as vias responsáveis pela regulação da motricidade podem ser organizadas em dois grandes sistemas:

- *Sistema piramidal* – Formado por fibras eferentes que passam pelas pirâmides do bulbo. É constituído pelo trato córtico-espinhal e pelo trato córtico-nuclear, estando diretamente relacionado ao controle dos movimentos voluntários.
- *Sistema extrapiramidal* – Formado por fibras eferentes que não passam pelas pirâmides do bulbo, seguindo por outras estruturas do tronco encefálico. É constituído pelos tratos rubro-espinhal, tecto-espinhal, vestibulo-espinhal e retículo-espinhal, atuando de forma integrada no controle da motricidade, tônus muscular e postura.

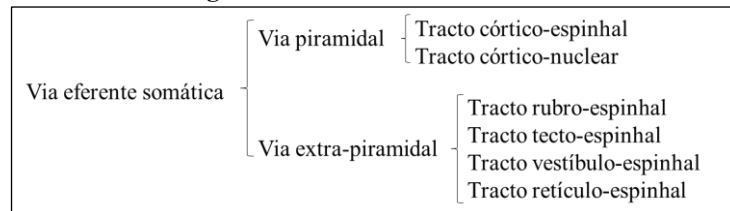
### 4. Vias piramidais

As vias piramidais estão diretamente relacionadas ao controle dos movimentos voluntários. São constituídas pelo *trato córtico-espinhal*, responsável pela motricidade voluntária do tronco e dos membros, e pelo *trato córtico-nuclear*, que atua de forma semelhante ao córtico-espinhal, porém direcionado aos núcleos motores dos nervos cranianos no tronco encefálico.

#### 4.1 Trato córtico-espinhal

O *trato córtico-espinhal* tem origem predominantemente no giro pré-central, correspondente à área 4 de Brodmann. Suas fibras seguem em direção inferior, passando pela

**Figura 16.1** - Via eferente somática

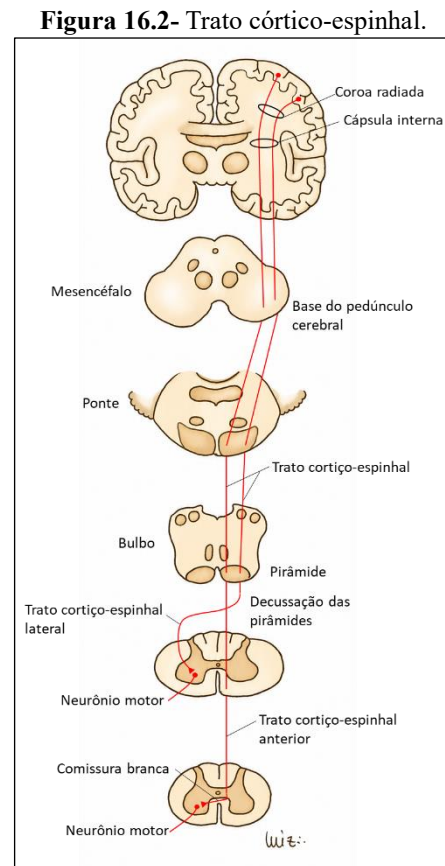


Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

*coroa radiada, perna posterior da cápsula interna, base do pedúnculo cerebral, a base da ponte e as pirâmides do bulbo.*

Ao nível da *decussação das pirâmides*, aproximadamente 75 a 90% das fibras cruzam o plano mediano, formando o *trato córtico-espinal lateral*, que desce pelo funículo lateral heterolateral da medula espinhal e faz sinapse com neurônios motores da coluna anterior responsáveis pela inervação da musculatura apendicular.

As fibras remanescentes seguem inicialmente de forma homolateral pelo funículo anterior, constituindo o *trato córtico-espinal anterior*. Essas fibras cruzam o plano mediano ao nível do segmento medular de destino, através da *comissura branca*, e fazem sinapse com neurônios motores da coluna anterior relacionados à inervação da musculatura axial (Figura 16.2).



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

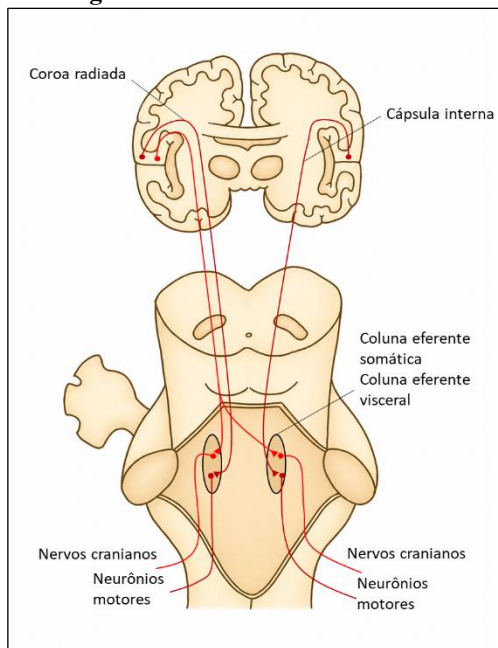
#### **Correlações clínicas 1 — Lesão do trato córtico-espinal**

Lesões do trato córtico-espinal comprometem principalmente os movimentos voluntários finos, especialmente da musculatura distal dos membros. Quando a lesão ocorre acima da decussação das pirâmides, os déficits motores manifestam-se no lado contralateral do corpo. Já lesões abaixo da decussação produzem déficits ipsilaterais. Clinicamente, podem ser observados sinais de liberação piramidal, como aumento do tônus muscular e hiperreflexia.

## **4.2 Trato córtico-nuclear**

O *trato córtico-nuclear* tem origem predominantemente na porção inferior do giro pré-central, correspondente à área 4 de Brodmann. Suas fibras seguem em direção inferior, atravessando a *coroa radiada*, o *joelho da cápsula interna* e o tronco encefálico, frequentemente associadas às fibras do trato córtico-espinal. Ao longo de seu trajeto pelo tronco encefálico, emite fibras que fazem sinapse com neurônios motores localizados nos núcleos da coluna eferente somática e da coluna eferente visceral especial dos nervos cranianos (Figura 16.3).

Diferentemente do trato córtico-espinal, cujas projeções são predominantemente contralaterais, as fibras do trato córtico-nuclear apresentam inervação bilateral ou contralateral, a depender do grupo muscular envolvido. A representação bilateral é particularmente evidente

**Figura 16.3 - Trato córtico-nuclear.**

Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

em músculos que não podem ser contraídos de forma isolada em apenas um lado, como os músculos da faringe e da laringe, músculos da porção superior da face (orbicular do olho, frontal e corrugador do supercílio), músculos elevadores da mandíbula (masseter, temporal e

pterigoideo medial) e músculos extrínsecos dos olhos. Em contraste, os músculos da porção inferior da face recebem predominantemente inervação contralateral do trato córtico-nuclear.

Em conjunto, o trato córtico-espinal e o trato córtico-nuclear constituem a principal via de comando direto dos movimentos voluntários, estabelecendo a ligação entre o córtex motor e os neurônios motores do tronco encefálico e medula

espinal. A organização topográfica dessas vias permite o controle preciso e diferenciado da musculatura axial, apendicular e craniofacial, garantindo a execução dos movimentos de forma coordenada e consciente.

## 5. Vias extrapiramidais

Em abordagens clássicas da neuroanatomia, as vias extrapiramidais eram descritas como responsáveis exclusivamente pelos reflexos e movimentos automáticos, bem como pela manutenção do tônus muscular e da postura. No entanto, a concepção de dois sistemas motores totalmente distintos e independentes não é mais aceita. Estudos atuais demonstram que as vias extrapiramidais, além de modularem a atividade dos neurônios motores associados à via piramidal, participam de forma efetiva da organização e da execução da motricidade voluntária.

As vias extrapiramidais são constituídas pelos *trato rubro-espinal*, *trato tecto-espinal*, *trato vestibulo-espinal* e *trato retículo-espinal*, que atuam de maneira integrada às vias piramidais e exercem papel fundamental na modulação da atividade motora, influenciando o tônus muscular, a postura e a coordenação dos movimentos.

Ao atuarem sobre os neurônios motores da medula espinal e do tronco encefálico, essas vias contribuem não apenas para os movimentos automáticos, mas também para o ajuste fino e a estabilidade da motricidade voluntária, evidenciando a atuação conjunta dos diferentes sistemas motores.

**Correlações clínicas 2 — Alterações das vias extrapiramidais**

Disfunções das vias extrapiramidais não causam paralisia completa, mas levam a alterações do tônus muscular, da postura e da coordenação dos movimentos. O paciente pode apresentar rigidez, instabilidade postural ou dificuldade em iniciar ou ajustar movimentos voluntários. Esses sintomas refletem o papel modulador dessas vias sobre a atividade motora, atuando de forma integrada com o sistema piramidal.

**5.1 Trato rubro-espinhal**

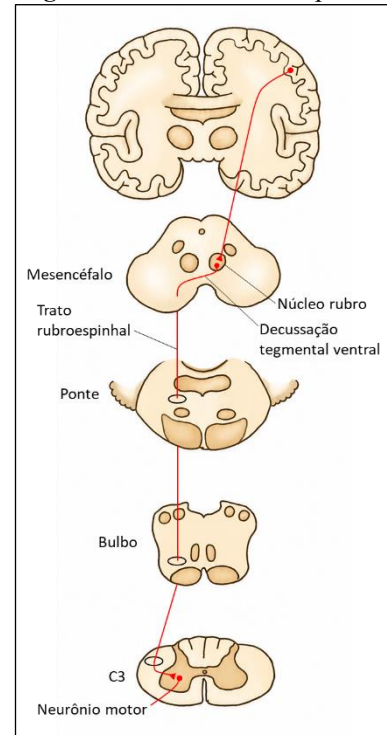
O *trato rubro-espinhal* tem origem nos neurônios do *núcleo rubro*, que está localizado no mesencéfalo e recebe informações do córtex motor. Suas fibras cruzam o plano mediano na *decussação tegmental ventral* e seguem inferiormente pelo funículo lateral da medula espinhal, onde fazem sinapse com neurônios motores do grupo lateral da coluna anterior, responsáveis pela inervação da musculatura distal dos membros (Figura 16.4).

Embora esse trato seja bem desenvolvido em outros mamíferos, apresenta número reduzido de fibras em humanos, provavelmente estendendo-se apenas até os segmentos cervicais superiores, em torno de C3. Estudos clínicos sugerem que, após lesões do trato córtico-espinhal, o trato rubro-espinhal pode assumir parcialmente funções relacionadas ao controle motor distal.

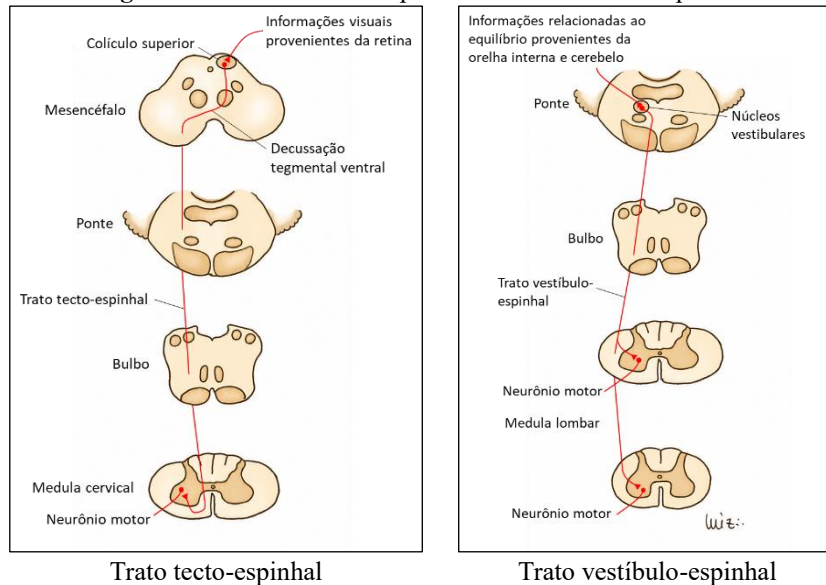
**5.2 Trato tecto-espinhal**

O *trato tecto-espinhal* tem origem nos neurônios dos *colículos superiores* do mesencéfalo, estruturas que recebem informações visuais provenientes da retina. Suas fibras cruzam o plano mediano na *decussação tegmental ventral* e seguem inferiormente pelo funículo anterior da medula espinhal, onde fazem sinapse com neurônios motores responsáveis pela inervação da musculatura axial superior (Figura 16.5).

Por estar relacionado aos movimentos reflexos da cabeça e do pescoço em resposta a estímulos visuais, esse trato é observado principalmente nos segmentos cervicais superiores da medula espinhal.

**Figura 16.4 - Trato rubroespinhal.**

Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

**Figura 16.5 – Trato tecto-espinhal e trato vestibulo-espinhal.**

Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio de Inteligência Artificial (2026).

### 5.3 Trato vestibulo-espinhal

O *trato vestibulo-espinhal* tem origem nos neurônios dos *núcleos vestibulares lateral, superior e inferior*, localizados na área vestibular do assoalho do IV ventrículo. Esses núcleos recebem informações relacionadas ao equilíbrio provenientes da orelha interna e arquicerebelo (Figura 16.5).

Suas fibras seguem em direção inferior pelo funículo lateral homolateral da medula espinhal, estendendo-se até os segmentos lombares, onde fazem sinapse com neurônios motores responsáveis pela inervação da musculatura axial e proximal dos membros. Dessa forma, o trato vestibulo-espinhal desempenha papel essencial na manutenção do equilíbrio e da postura, especialmente após alterações abruptas da posição do corpo no espaço.

#### Correlações clínicas 3 – Comprometimento da via vestibulo-espinhal

Lesões envolvendo os núcleos vestibulares ou o trato vestibulo-espinhal afetam o controle do equilíbrio e da postura. O indivíduo pode apresentar instabilidade ao ficar em pé ou caminhar, especialmente após mudanças bruscas da posição da cabeça. Esses sinais decorrem da dificuldade em ajustar a musculatura axial e proximal dos membros frente às variações do corpo no espaço.

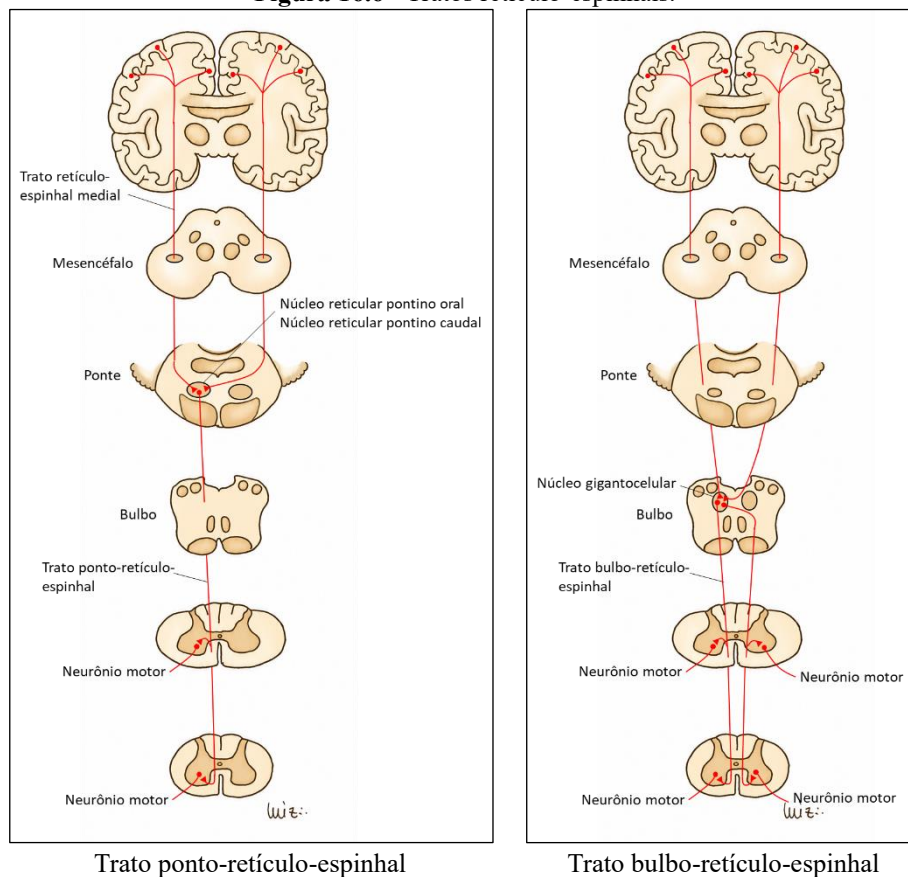
### 5.4 Trato retículo-espinhal

O *trato retículo-espinhal* tem origem nos neurônios da formação reticular do tronco encefálico, estrutura que recebe extensas informações provenientes do córtex cerebral e do cerebelo. Suas fibras seguem em direção inferior até a medula espinhal por meio de duas subdivisões principais: trato ponto-retículo-espinhal e trato bulbo-retículo-espinhal (Figura 16.6)

O *trato ponto-retículo-espinhal* tem origem nos *núcleos reticular pontino oral e reticular pontino caudal*, cujas fibras descem pelo funículo anterior homolateral, formando o *trato retículo-espinhal medial*. O *trato bulbo-retículo-espinhal* origina-se no *núcleo gigantocelular* do bulbo, com fibras que seguem pelo funículo lateral, de forma homo e contralateral. Ambos fazem sinapse com neurônios motores do grupo medial da coluna anterior da medula, estando relacionados ao controle dos movimentos voluntários e automáticos da musculatura axial e proximal dos membros.

Além disso, o trato retículo-espinhal participa do controle de funções motoras autônomas, do ajuste da postura básica para a execução de movimentos delicados, da regulação do tônus muscular e da manutenção da postura e da marcha.

**Figura 16.6 - Tratos retículo-espinhais.**



Fonte: Ilustração elaborada pelo autor.

<b>Tabela 16.1 - Quadro comparativo - via piramidal x via extrapiramidal</b>		
<b>Característica</b>	<b>Via piramidal</b>	<b>Via extrapiramidal</b>
Função principal	Comando direto dos movimentos voluntários	Modulação da atividade motora
Tipo de movimento	Movimentos voluntários precisos	Ajuste do tônus, postura e coordenação
Via principal	Trato córtico-espinhal e trato córtico-nuclear	Trato rubro-espinhal, trato tecto-espinhal, trato vestibulo-espinhal e trato retículo-espinhal
Origem cortical	Córtex motor primário (área 4)	Múltiplas estruturas corticais e subcorticais
Trajeto pelo bulbo	Passa pelas pirâmides do bulbo	Não passa pelas pirâmides do bulbo
Decussação	Principalmente na decussação das pirâmides, e comissura branca	Variável, dependendo do trato
Relação com o movimento voluntário	Responsável pela execução direta	Atua de forma integrada ao comando voluntário
Efeito da lesão	Fraqueza ou paralisia voluntária	Alterações do tônus, postura e coordenação
Tipo de controle	Predominantemente consciente	Predominantemente modulador e automático
Integração funcional	Atua em conjunto com vias extrapiramidais	Atua em conjunto com vias piramidais

## 6. Organização do movimento voluntário

De maneira geral, as vias eferentes somáticas estabelecem a ligação entre as estruturas supra-segmentares envolvidas na motricidade voluntária e a musculatura estriada esquelética. O córtex motor envia projeções aos neurônios motores do tronco encefálico e da medula espinhal de forma direta, por meio das vias piramidais, ou de maneira indireta, por intermédio das vias extrapiramidais. As interações entre o córtex cerebral, os núcleos da base e o cerebelo modulam essa atividade motora por meio de circuitos integrados, permitindo a adequada execução dos movimentos voluntários.

A organização do movimento voluntário pode ser didaticamente dividida em quatro fases principais:

- *Fase de preparação* – Realizada pelas áreas de associação supramodais do córtex cerebral, onde estão armazenadas as informações relacionadas ao movimento a ser executado, correspondendo à *intenção do movimento*.
- *Fase de programação* – Envolve a atuação conjunta da área motora suplementar, da zona lateral do cerebelo e do corpo estriado dos núcleos da base, responsáveis pela elaboração do *plano motor*, definindo quais músculos serão ativados, a intensidade da contração e a sequência de ativação.
- *Fase de execução* – Realizada predominantemente pelo córtex motor primário, que envia os impulsos nervosos aos neurônios motores localizados nos *núcleos motores* do tronco encefálico ou na coluna anterior da medula espinhal.

- *Fase de correção* – Executada pela zona intermédia do cerebelo, que recebe informações proprioceptivas do movimento em curso por meio dos tratos espinocerebelares e as compara com a programação motora, promovendo os ajustes necessários por intermédio do *circuito interpósito-tálamo-cortical*.

Em conjunto, as vias eferentes somáticas, organizadas nos sistemas piramidal e extrapiramidal, permitem que os comandos motores gerados nas estruturas corticais e subcorticais sejam transmitidos, modulados e ajustados de forma precisa. A integração entre córtex cerebral, núcleos da base, cerebelo, tronco encefálico e medula espinhal garante não apenas a execução dos movimentos voluntários, mas também sua coordenação, estabilidade e adaptação contínua às demandas funcionais do organismo.

<b>Característica</b>	<b>Via Eferente Visceral</b>	<b>Via Eferente Somática</b>
Sistema	Sistema Nervoso Autônomo	Sistema Nervoso Somático
Tipo de controle	Involuntário	Voluntário e automático
Função principal	Manutenção da homeostase	Interação com o meio externo
Número de neurônios motores	Dois neurônios motores em série	Um único neurônio motor
Presença de gânglio	Gânglio autonômico	Não há gânglio
Origem central	Hipotálamo, tronco encefálico e medula espinhal	Córtex motor primário
Tipo de fibra final	Fibra pós-ganglionar	Axônio do neurônio motor
Órgãos efetadores	Músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular	Músculo estriado esquelético
Tipo de resposta	Lenta e moduladora	Rápida e precisa
Efeito da lesão	Alterações viscerais e autonômicas	Fraqueza ou paralisia muscular

## 7. Conclusões finais

As grandes vias eferentes constituem o principal sistema de comunicação entre as estruturas encefálicas responsáveis pelo planejamento e controle motor e os órgãos efetadores na periferia. Por meio dessas vias, o SNC transforma intenções motoras em respostas efetivas, permitindo a execução, modulação e adaptação contínua dos movimentos.

A distinção entre vias eferentes viscerais e somáticas evidencia diferenças estruturais e funcionais fundamentais. Enquanto a via eferente visceral, integrante do sistema nervoso autônomo, atua no controle involuntário das funções orgânicas por meio de uma cadeia de neurônios pré- e pós-ganglionares, a via eferente somática estabelece uma conexão direta entre o córtex motor e a musculatura estriada esquelética, possibilitando a interação voluntária com o meio externo.

No âmbito da motricidade somática, os sistemas piramidal e extrapiramidal atuam de forma integrada. As vias piramidais exercem papel central no comando direto dos movimentos

voluntários, enquanto as vias extrapiramidais contribuem para a modulação do tônus muscular, da postura e da coordenação motora, além de participarem ativamente da organização da motricidade voluntária. Essa atuação conjunta reforça a compreensão atual de que o controle motor resulta da interação dinâmica entre múltiplos circuitos neurais, e não de sistemas isolados.

Por fim, a organização do movimento voluntário em fases de preparação, programação, execução e correção demonstra que o ato motor é um processo complexo, dependente da integração entre córtex cerebral, núcleos da base, cerebelo, tronco encefálico e medula espinhal. A compreensão das grandes vias eferentes fornece, portanto, a base anatômica necessária para o entendimento dos mecanismos normais do movimento e para a interpretação das alterações motoras observadas nas diferentes condições neurológicas.

<b>Tabela 16.3 – Síntese geral das grandes vias eferentes</b>			
<b>Via</b>	<b>Origem</b>	<b>Trajeta</b>	<b>Função principal</b>
Via eferente visceral	Hipotálamo, tronco encefálico e medula espinhal	Neurônio central → neurônio pré-ganglionar → neurônio pós-ganglionar (gânglio autonômico) → órgão efetuator	Controle motor involuntário e manutenção da homeostase
Trato córtico-espinhal lateral	Giro pré-central (área 4)	Coroa radiada → cápsula interna → tronco encefálico → decussação das pirâmides → funículo lateral	Controle dos movimentos voluntários da musculatura apendicular
Trato córtico-espinhal anterior	Giro pré-central (área 4)	Coroa radiada → cápsula interna → tronco encefálico → funículo anterior → decussação segmentar	Controle dos movimentos voluntários da musculatura axial
Trato córtico-nuclear	Porção inferior do giro pré-central	Coroa radiada → joelho da cápsula interna → tronco encefálico → núcleos motores dos nervos cranianos	Controle dos movimentos voluntários da musculatura craniofacial
Trato rubro-espinhal	Núcleo rubro	Decussação tegmental ventral → funículo lateral da medula	Modulação da motricidade distal dos membros
Trato tecto-espinhal	Colículos superiores	Decussação tegmental ventral → funículo anterior	Movimentos reflexos da cabeça e pescoço em resposta a estímulos visuais
Trato vestibulo-espinhal	Núcleos vestibulares	Funículo lateral homolateral até segmentos lombares	Manutenção do equilíbrio e da postura
Trato retículo-espinhal	Formação reticular	Funículo anterior e lateral	Controle do tônus muscular, postura, marcha e movimentos automáticos

## MATERIAL COMPLEMENTAR

---

### RESUMO

#### 1. Generalidades

- As grandes vias eferentes conectam córtices cerebral e cerebelar aos órgãos efetadores
- Permitem a execução, modulação e ajuste dos movimentos
- São divididas em vias eferentes viscerais e somáticas

#### 2. Via eferente visceral

- Sistema nervoso autônomo
- Funções motoras involuntárias relacionadas à homeostase
- Dois neurônios motores
  - neurônio pré-ganglionar
  - neurônio pós-ganglionar
- Gânglio autonômicos
- Músculo liso, músculo estriado cardíaco e glândulas.

#### 3. Vias eferentes somáticas

- Movimentos voluntários
- Apenas um neurônio motor
- Músculo estriado esquelético
- Divisão
  - Piramidal
  - Extrapiramidal

#### 4. Vias piramidais

- Trato córtico-espinhal
- Trato córtico-nuclear

##### 4.1 Trato córtico-espinhal

- Giro pré-central (área 4)
- Pirâmides
- Decussação das pirâmides
  - trato córtico-espinhal lateral → musculatura apendicular
  - trato córtico-espinhal anterior → musculatura axial

##### 4.2 Trato córtico-nuclear

- Porção inferior do giro pré-central
- Núcleos motores dos nervos cranianos
- inervação bilateral ou contralateral, conforme o grupo muscular

- Musculatura inferior da face recebe inervação predominantemente contralateral

#### 5. Vias extrapiramidais

- Atuam na motricidade voluntária e de forma integrada às vias piramidais, modulando tônus muscular, postura e coordenação dos movimentos
  - trato rubro-espinhal
  - trato tecto-espinhal
  - trato vestibulo-espinhal
  - trato retículo-espinhal

##### 5.1 Trato rubro-espinhal

- Núcleo rubro
- Musculatura distal dos membros superiores
- Pouco desenvolvido em humanos

##### 5.2 Trato tecto-espinhal

- Colículos superiores
- Movimentos reflexos da cabeça e pescoço associados a estímulos visuais

##### 5.3 Trato vestibulo-espinhal

- Núcleos vestibulares
- Musculatura axial e proximal para manutenção do equilíbrio e postura

##### 5.4 Trato retículo-espinhal

- Formação reticular.
- Trato ponto-retículo-espinhal
- Trato bulbo-retículo-espinhal
- Controle do tônus, postura, marcha e movimentos automáticos

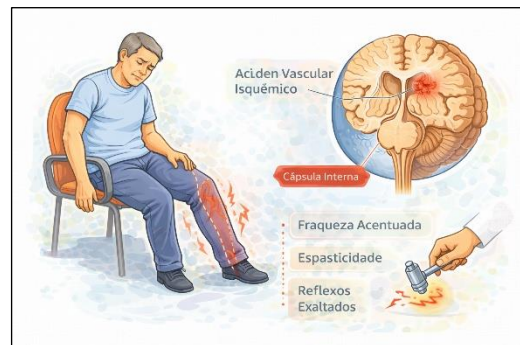
#### 6. Organização do movimento voluntário

- Preparação – intenção do movimento
- Programação – elaboração do plano motor
- Execução – envio dos comandos motores
- Correção – ajustes finos do movimento em curso

## CASOS CLÍNICOS

### 1. Caso clínico 1 — Déficit motor voluntário

Um paciente de 58 anos sofreu um acidente vascular encefálico isquêmico envolvendo a região da cápsula interna esquerda. Após o evento, passou a apresentar fraqueza acentuada nos membros superiores e inferiores do lado direito do corpo, associada a aumento do tônus muscular e reflexos exaltados.

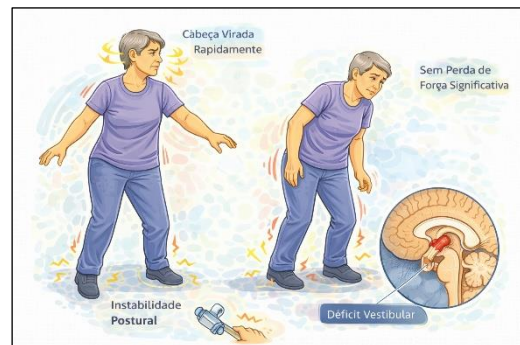


#### Perguntas:

1. Qual grande via eferente está primariamente comprometida nesse caso?
2. Por que os déficits motores se manifestam no lado direito do corpo?
3. Qual tipo de musculatura é principalmente afetada?

### 2. Caso clínico 2 — Alteração do equilíbrio e da postura

Uma paciente de 65 anos relata dificuldade para manter o equilíbrio ao caminhar, especialmente após virar rapidamente a cabeça. Ao exame neurológico, observa-se instabilidade postural e dificuldade em ajustar a posição do tronco e dos membros inferiores, sem perda significativa da força muscular.



#### Perguntas:

1. Qual trato extrapiramidal está mais provavelmente envolvido nesse quadro?
2. Por que não há paralisia muscular evidente?
3. Que grupo muscular é mais afetado por essa via?

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

1. O que são as grandes vias eferentes e qual sua função geral?
2. Cite as duas grandes categorias das vias eferentes e a principal diferença entre elas.
3. Como é organizada a via eferente visceral em termos de número de neurônios?
4. Quais tecidos são inervados pela via eferente visceral?
5. Qual é a principal função das vias eferentes somáticas?
6. Quais são os dois grandes sistemas das vias eferentes somáticas?
7. Onde se origina o trato córtico-espinal e qual sua principal função?
8. Explique a diferença funcional entre o trato córtico-espinal lateral e o anterior.
9. Cite dois tratos extrapiramidais e uma função geral dessas vias.
10. Quais são as quatro fases da organização do movimento voluntário?

## TESTES

**11. Um paciente apresenta lesão restrita ao trato córtico-espinal anterior em níveis torácicos da medula espinal. Qual alteração motora é mais esperada?**

- A) Perda completa dos movimentos voluntários dos membros inferiores
- B) Déficit predominante da musculatura distal dos membros
- C) Paralisia ipsilateral da musculatura da face inferior

- D) Alteração grave do equilíbrio, sem déficit motor voluntário
- E) Comprometimento da musculatura axial, com preservação relativa dos movimentos finos

**12. A principal característica anatômica que diferencia a via eferente visceral da via eferente somática é:**

- A) Origem cortical exclusiva da via visceral
- B) Presença de decussação obrigatória na via visceral
- C) Existência de dois neurônios motores em série na via visceral
- D) Inervação exclusiva de músculos involuntários pela via somática
- E) Uso exclusivo de núcleos do tronco encefálico pela via somática

**13. Uma lesão seletiva dos núcleos vestibulares afetaria mais diretamente qual função motora?**

- A) Ajuste postural e manutenção do equilíbrio
- B) Controle da musculatura distal dos membros
- C) Execução dos movimentos voluntários finos
- D) Movimentos reflexos da cabeça em resposta a estímulos visuais
- E) Coordenação dos movimentos voluntários rápidos

**14. Qual alternativa expressa corretamente a relação entre vias piramidais e extrapiramidais segundo a concepção atual?**

- A) As vias extrapiramidais atuam apenas em movimentos automáticos
- B) As vias extrapiramidais modulam e participam da motricidade voluntária
- C) As vias piramidais são independentes das vias extrapiramidais
- D) As vias piramidais controlam exclusivamente o tônus muscular
- E) As vias extrapiramidais substituem totalmente as vias piramidais após lesão

**15. Durante a organização do movimento voluntário, a comparação entre o movimento planejado e o movimento executado ocorre predominantemente em qual estrutura?**

- A) Área motora primária
- B) Núcleos da base
- C) Zona lateral do cerebelo
- D) Zona intermédia do cerebelo
- E) Formação reticular

---

## RESPOSTAS COMENTADAS

### CASOS CLÍNICOS

#### 1. Caso clínico 1

1. Via comprometida - O quadro sugere lesão do trato córtico-espinhal, principal componente das vias piramidais responsável pelo controle dos movimentos voluntários.
2. Lateralidade do déficit - Como a lesão ocorreu acima da decussação das pirâmides, as manifestações motoras aparecem no lado contralateral ao da lesão encefálica, ou seja, no lado direito do corpo.
3. Musculatura afetada - A musculatura mais comprometida é o músculo estriado esquelético, responsável pelos movimentos voluntários, especialmente da musculatura apendicular.

## 2. Caso clínico 2

1. Trato envolvido - O quadro é compatível com comprometimento do trato vestibulo-espinal, responsável pelo ajuste postural e pela manutenção do equilíbrio em resposta às mudanças da posição da cabeça e do corpo.
2. Ausência de paralisia - As vias extrapiramidais não são responsáveis pelo comando direto do movimento voluntário, mas sim pela modulação do tônus muscular e da postura. Por isso, sua lesão não gera paralisia, mas sim instabilidade e alterações posturais.
3. Grupo muscular afetado - O trato vestibulo-espinal atua principalmente sobre a musculatura axial e proximal dos membros, essencial para a manutenção da postura e do equilíbrio.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS E TESTES

1. São vias nervosas responsáveis por conduzir comandos motores do SNC até os órgãos efetadores, permitindo a execução e modulação dos movimentos. As grandes vias eferentes conectam estruturas encefálicas aos órgãos efetadores, transformando comandos centrais em respostas motoras periféricas.
2. Vias eferentes viscerais e vias eferentes somáticas; diferem quanto ao tipo de controle (involuntário × voluntário) e à organização neuronal. As vias viscerais atuam no controle involuntário e possuem dois neurônios em série; as vias somáticas controlam movimentos voluntários e utilizam apenas um neurônio motor entre o SNC e o músculo.
3. É formada por dois neurônios motores em série: um neurônio pré-ganglionar e um neurônio pós-ganglionar, separados por um gânglio autonômico. A presença de dois neurônios (pré- e pós-ganglionar) é uma característica fundamental do sistema nervoso autônomo.
4. Músculo liso, músculo estriado cardíaco e tecido glandular. Esses tecidos realizam funções involuntárias essenciais à homeostase, justificando sua inervação autonômica.
5. Controlar os movimentos voluntários e automáticos da musculatura estriada esquelética. As vias somáticas permitem a execução consciente dos movimentos e a interação do indivíduo com o meio externo.
6. Sistema piramidal e sistema extrapiramidal. O sistema piramidal é responsável pelo comando direto dos movimentos voluntários, enquanto o extrapiramidal modula e ajusta a atividade motora.
7. Origina-se no giro pré-central (área 4 do córtex cerebral) e controla os movimentos voluntários do tronco e dos membros. O giro pré-central contém os neurônios motores superiores que dão origem ao principal trato voluntário do corpo.
8. O trato lateral inerva a musculatura apendicular, enquanto o trato anterior está relacionado à musculatura axial. Essa divisão reflete a organização funcional da musculatura: músculos dos membros exigem maior precisão, enquanto músculos axiais atuam na postura.
9. Exemplos: rubro-espinal e vestibulo-espinal; atuam na modulação do tônus muscular, postura e coordenação motora. As vias extrapiramidais não causam movimento direto, mas ajustam a qualidade, estabilidade e coordenação dos movimentos.
10. Preparação, programação, execução e correção. Essas fases demonstram que o movimento voluntário é um processo sequencial e integrado, envolvendo múltiplas estruturas do SNC.
11. E - O trato córtico-espinal anterior está relacionado principalmente à musculatura axial. Sua lesão compromete o controle postural e dos músculos do tronco, enquanto os

movimentos finos dos membros, controlados sobretudo pelo trato córtico-espinhal lateral, tendem a ser relativamente preservados.

12. A - A via eferente visceral é caracterizada pela presença de dois neurônios motores em série (pré- e pós-ganglionar), separados por um gânglio autonômico, diferentemente da via somática, que utiliza apenas um neurônio motor entre o SNC e o músculo.
13. C - Os núcleos vestibulares dão origem ao trato vestibulo-espinhal, essencial para o controle do equilíbrio e da postura, especialmente em resposta a mudanças da posição da cabeça e do corpo no espaço.
14. B - Atualmente, entende-se que as vias extrapiramidais não são independentes, mas atuam de forma integrada às vias piramidais, modulando o tônus, a postura e contribuindo ativamente para a motricidade voluntária.
15. D - A zona intermédia do cerebelo é responsável pela correção do movimento em curso, comparando informações proprioceptivas com o plano motor previamente estabelecido e promovendo ajustes por meio do circuito interpósito-tálamo-cortical.

## BIBLIOGRAFIA

---

**AFIFI, Adel K.; BERGMAN, Ronald A.** *Neuroanatomia funcional: texto e atlas*. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008.

**COSENZA, Ramon M.** *Fundamentos de neuroanatomia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

**DRAKE, Richard L.; VOGL, A. Wayne; MITCHELL, Adam W. M.** *Gray: anatomia clínica para estudantes*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

**MACHADO, Angelo B. M.; HAERTEL, Lucia Machado.** *Neuroanatomia funcional*. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2022.

**MOORE, Keith L.; DALLEY II, Arthur F.; AGUR, Anne M. R.** *Anatomia orientada para a clínica*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

**NETTER, Frank H.** *Atlas de anatomia humana*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

**PAULSEN, Friedrich; WASCHKE, Jens.** *Sobotta: atlas de anatomia humana*. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

**SCHÜNKE, Michael; SCHULTE, Erik; SCHUMACHER, Udo.** *Prometheus: atlas de anatomia: coleção em 3 volumes*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2024.

**STANDRING, Susan.** *Gray's anatomia: a base anatômica da prática clínica*. 40. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

**TAKASE, Luiz Fernando.** *Atlas de Neuroanatomia*. 1. ed. São Carlos: Ed. do Autor, 2025.

**TAKASE, Luiz Fernando.** *Caderno de estudos práticos em anatomia*. 1. ed. São Carlos: Ed. do Autor, 2023.

**TAKASE, Luiz Fernando.** *Caderno de estudos práticos em neuroanatomia*. 1. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2019.