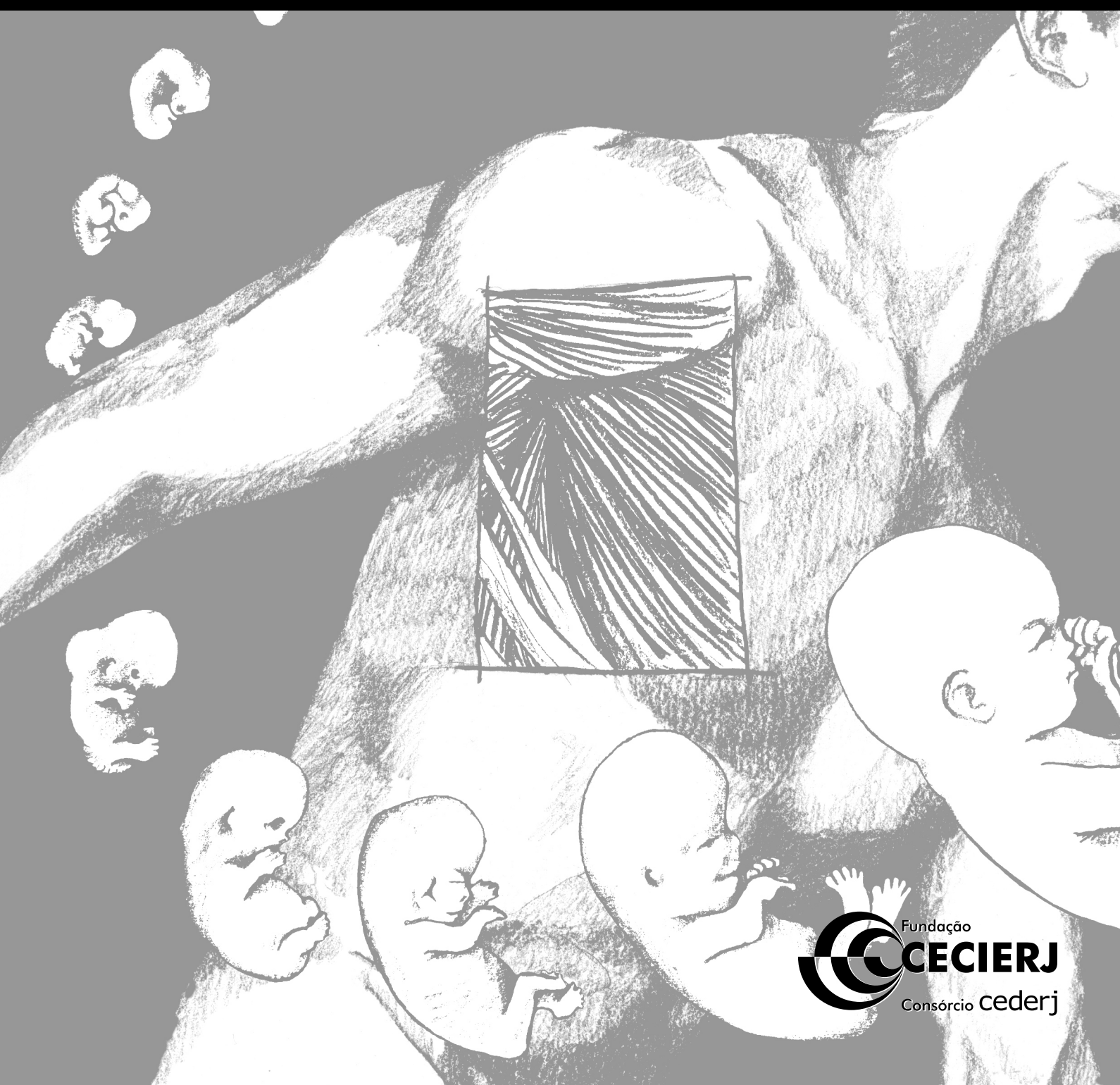


Alfred Sholl-Franco
Alessandra Alves Thole
Daniela Uziel
Neide Lemos de Azevedo

Volume | 1
2ª edição

Corpo Humano I



tipos de neurotransmissores e funções, como se pode observar na **Figura 6.5**. Resumidamente, o SN simpático participa das respostas do corpo ao estresse (fuga e luta), ao passo que o parassimpático atua para a conservação dos recursos do corpo (repouso e digestão) e para a manutenção da homeostase. O sistema entérico controla o funcionamento dos músculos e das glândulas intestinais. Você estudará mais a fundo o SNA e seus subsistemas na Aula 11 desta disciplina.

SETE REGIÕES CENTRAIS REGULAM O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NERVOSO

As divisões anatômicas do SNC adulto são baseadas no seu desenvolvimento em vesículas durante a vida embrionária (para lembrar, retorne às Aulas 2 e 3 desta disciplina), o que proporciona uma separação inicial em encéfalo e medula. Podemos novamente dividir o encéfalo em sete porções (medula espinhal, bulbo, ponte, mesencéfalo, diencefalo, estruturas subcorticais e córtex), algumas das quais ilustradas na **Figura 6.6**.

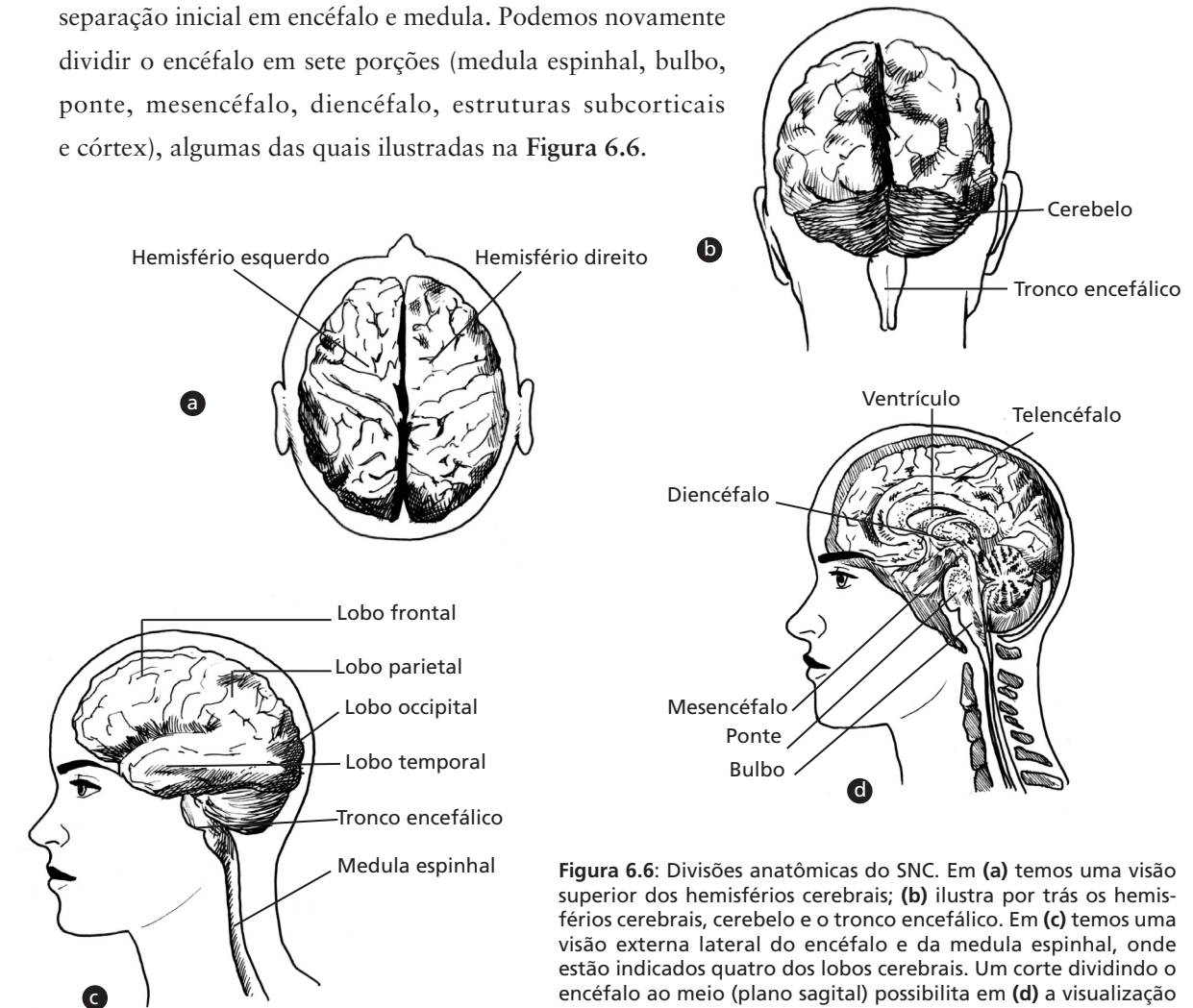


Figura 6.6: Divisões anatômicas do SNC. Em (a) temos uma visão superior dos hemisférios cerebrais; (b) ilustra por trás os hemisférios cerebrais, cerebelo e o tronco encefálico. Em (c) temos uma visão externa lateral do encéfalo e da medula espinhal, onde estão indicados quatro dos lobos cerebrais. Um corte dividindo o encéfalo ao meio (plano sagital) possibilita em (d) a visualização de estruturas internas, tais como os ventrículos, o mesencéfalo e a porção interna da ponte, cerebelo e bulbo.

! Algumas das estruturas que compõem o SNC ainda podem ser subdivididas em dois ou mais componentes. Assim, subdividimos o diencefalo em tálamo, hipotálamo e epitálamo, e os hemisférios cerebrais em córtex cerebral e núcleos da base. Quanto mais nos aprofundamos na anatomia e fisiologia do sistema nervoso, mais subdivisões podemos destacar.

UM CAMINHO ENTRE O CENTRO E A PERIFERIA: A MEDULA ESPINHAL

A medula espinhal é a porção menos complexa do SNC, estendendo-se da primeira vértebra lombar até a base do osso occipital (base do crânio). Lá, ao nível do forâmen magno, junta-se com o encéfalo. Fica alojada no canal medular, que pode ser visualizado em cada uma de nossas vértebras, como ilustrado na **Figura 6.7.a**. Se olharmos a medula em seu eixo craniosacral (da região mais superior, próxima ao crânio, até sua porção mais inferior, no final da coluna vertebral), poderemos perceber que a medula espinhal tem uma clara segmentação em humanos, podendo ser dividida em 31 segmentos (**Figura 6.7.b**), de onde partem e chegam os axônios que vão compor os pares de nervos espinais. Assim, cada segmento medular recebe um nome correspondente às vértebras: cervicais, torácicas, lombares e sacrais. Como se observa na **Figura 6.7**, temos ao todo 8 segmentos cervicais, 12 torácicos, 5 lombares e 5 sacrais e 1 coccígeo.

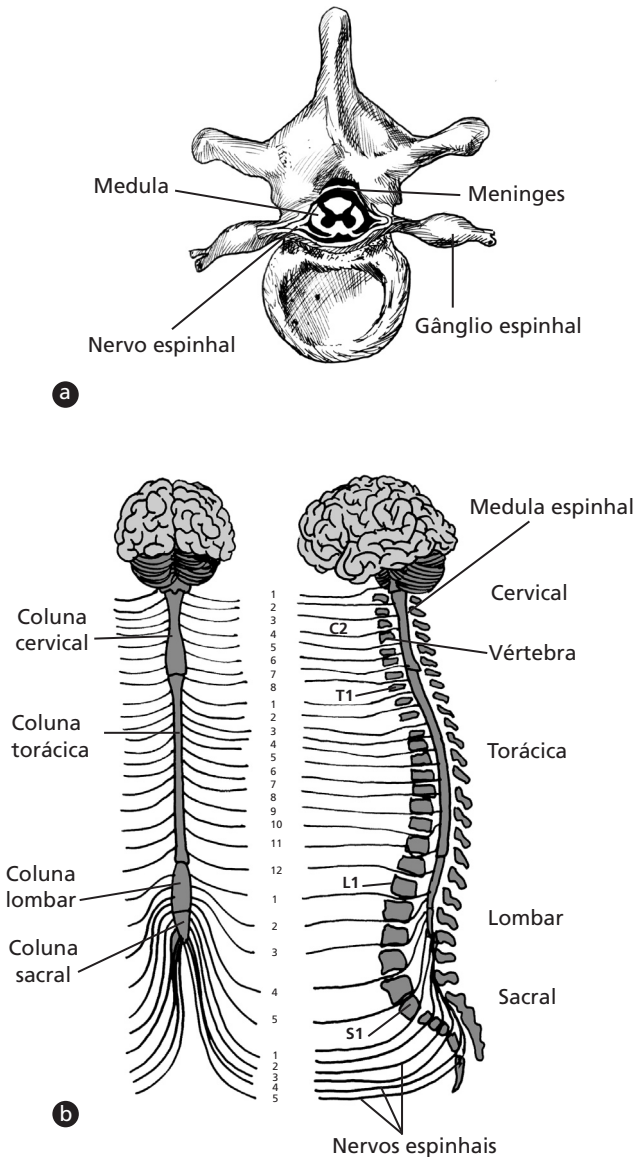


Figura 6.7: Em **(a)** temos um corte transversal da medula espinhal dentro de uma vértebra, mostrando sua localização na coluna vertebral e as meninges que a envolvem. Em **(b)** vemos a organização segmentar da medula espinhal. À direita temos a medula espinhal encerrada dentro do canal vertebral. Os nervos espinais são nomeados pelo nível da medula espinhal do qual eles partem e numerados segundo a ordem das vértebras cervicais, torácicas, lombares e sacrais (do nível mais rostral para o caudal).

Como estações de recebimento e de emissão de informações, os segmentos medulares serão formados por neurônios que recebem informações sensoriais da pele, das articulações e dos músculos do tronco e dos membros, bem como informações sensoriais dos órgãos internos. A medula também contém os corpos celulares dos motoneurônios, as células cujos axônios se projetam para os grupamentos musculares levando informações de movimentos voluntários e reflexos, bem como os axônios que atingem as vísceras, controlando seu funcionamento.

Se olharmos um corte transversal da medula (**Figura 6.7.a**), percebemos que ela apresenta um “H” central mais acinzentado (**SUBSTÂNCIA CINZENTA**), onde se encontram os corpos celulares dos neurônios, e uma região periférica mais esbranquiçada (**SUBSTÂNCIA BRANCA**), por onde passam feixes de axônios. Em outras regiões do SN encontramos áreas onde corpos celulares estão mesclados com axônios e que apresentam um aspecto reticular (**SUBSTÂNCIA RETICULAR**).

Os neurônios e axônios que veiculam as informações sensitivas ficam alojados na parte posterior da medula; os neurônios motores e a maioria das fibras motoras ficam alojados na região mais anterior da medula (**Figura 6.8**). Dessa forma, falamos que as raízes dorsais trazem para o SNC as informações sensoriais dos músculos, pele e vísceras, ao passo que nas raízes ventrais encontramos os axônios que inervam os músculos esqueléticos e axônios pré-ganglionares simpáticos e parassimpáticos. Observamos também que a medula apresenta um canal em seu centro, denominado canal medular, preenchido por liquor (você verá mais adiante nesta aula).

A medula carrega sensações oriundas do tronco, membros superiores, inferiores e controla os seus músculos. Já o tronco cerebral, que aparece logo acima dela, está relacionado com as sensações oriundas da pele, músculos e articulações da cabeça e pescoço, e com os sentidos da visão, audição, olfato, paladar e com o equilíbrio corporal.

SUBSTÂNCIA BRANCA

Áreas do sistema nervoso ricas em axônios, cuja aparência esbranquiçada se deve à cobertura por uma camada de mielina.

SUBSTÂNCIA CINZENTA

Áreas do sistema nervoso compostas predominantemente por corpos celulares, levando a uma aparência cinzenta.

SUBSTÂNCIA RETICULAR

Área composta de corpos celulares e axônios misturados entre si, o que produz uma aparência mesclada de cinza e branco ou semelhante a uma rede.

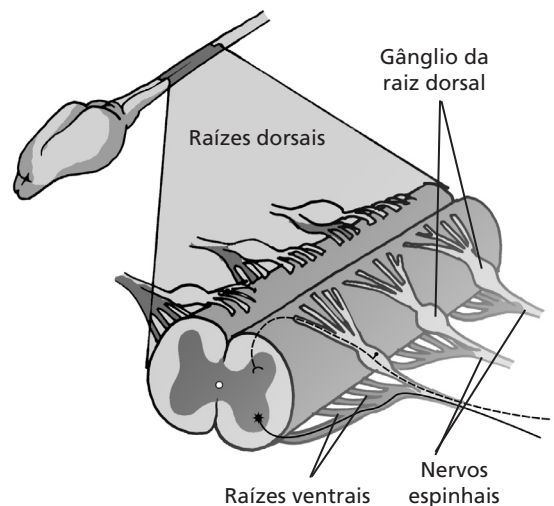


Figura 6.8: Raízes dorsal e ventral da medula espinhal. O “H” medular, localizado na região mais central, é onde ficam dispostos os corpos celulares de neurônios medulares. Estas células emitem axônios que saem da medula pela raiz ventral, ou recebem conexões que chegam a ela pela raiz dorsal, cujas células estão localizadas nos gânglios da raiz dorsal. Note que as raízes dorsal (sensitiva) e ventral (motora) se unem para formar os nervos espinhais, que apresentam sempre composição mista.

O TRONCO ENCEFÁLICO: BULBO, PONTE E MESENCÉFALO

O tronco encefálico aparece logo acima da medula. Tem relevos e depressões em sua estrutura externa. Estes acidentes anatômicos recebem nomes específicos e nos permitem delimitar o bulbo, a ponte e o mesencéfalo, como visto na **Figura 6.6**. Os neurônios que formam o tronco encefálico se agrupam em núcleos (agrupamento de neurônios de forma organizada) enquanto seus axônios se agrupam em feixes denominados tratos, fascículos ou lemniscos (assim como denominamos “nervos” os agrupamentos de axônios do SNP). Esses grupos de neurônios recebem informações de regiões mais inferiores, como a medula, e de regiões mais superiores, como o córtex cerebral, podendo ser encarados como subestações de processamento de informação. Em geral, os neurônios localizados no tronco apresentam três funções principais:

1. Recebem informações sensitivas de todo o corpo e as repassam para outros neurônios localizados em estruturas mais superiores.
2. Transmitem informações motoras do encéfalo para a medula espinhal.
3. Regulam nosso estado atencional, uma função ainda não completamente compreendida.

Muitas outras funções específicas podem ser destacadas para cada um dos segmentos que constituem o tronco encefálico.

O bulbo encefálico (temos também um par de bulbos olfatórios dos quais falaremos mais tarde, na Aula 10 desta disciplina, sendo importante destacar aqui que se trata de estruturas diferentes com nomes semelhantes) é uma estrutura com organização funcional muito semelhante à da medula espinhal, com agregados de células que constituem núcleos, e feixes de axônios (**Figura 6.9.a**). Acima do bulbo encontra-se a ponte, composta por um grande número de neurônios que retransmitem as informações vindas dos hemisférios cerebrais para o cerebelo (mais detalhes a seguir). Existem núcleos que se estendem do bulbo até a ponte e atuam para regular a pressão arterial e a respiração (**Figura 6.9.b**).

O mesencéfalo é a menor parte do tronco cerebral e fica situado acima da ponte. Nele encontraremos vários núcleos, dentre os quais podemos destacar aqueles responsáveis pelo controle dos movimentos dos olhos (**Figura 6.9.c**). Na parte posterior do mesencéfalo, observam-se

quatro protuberâncias chamadas corpos quadrigêmeos ou colículos (dois superiores e dois inferiores), que são estruturas características do mesencéfalo cujos neurônios participam no processamento visual e auditivo (Figura 6.10).

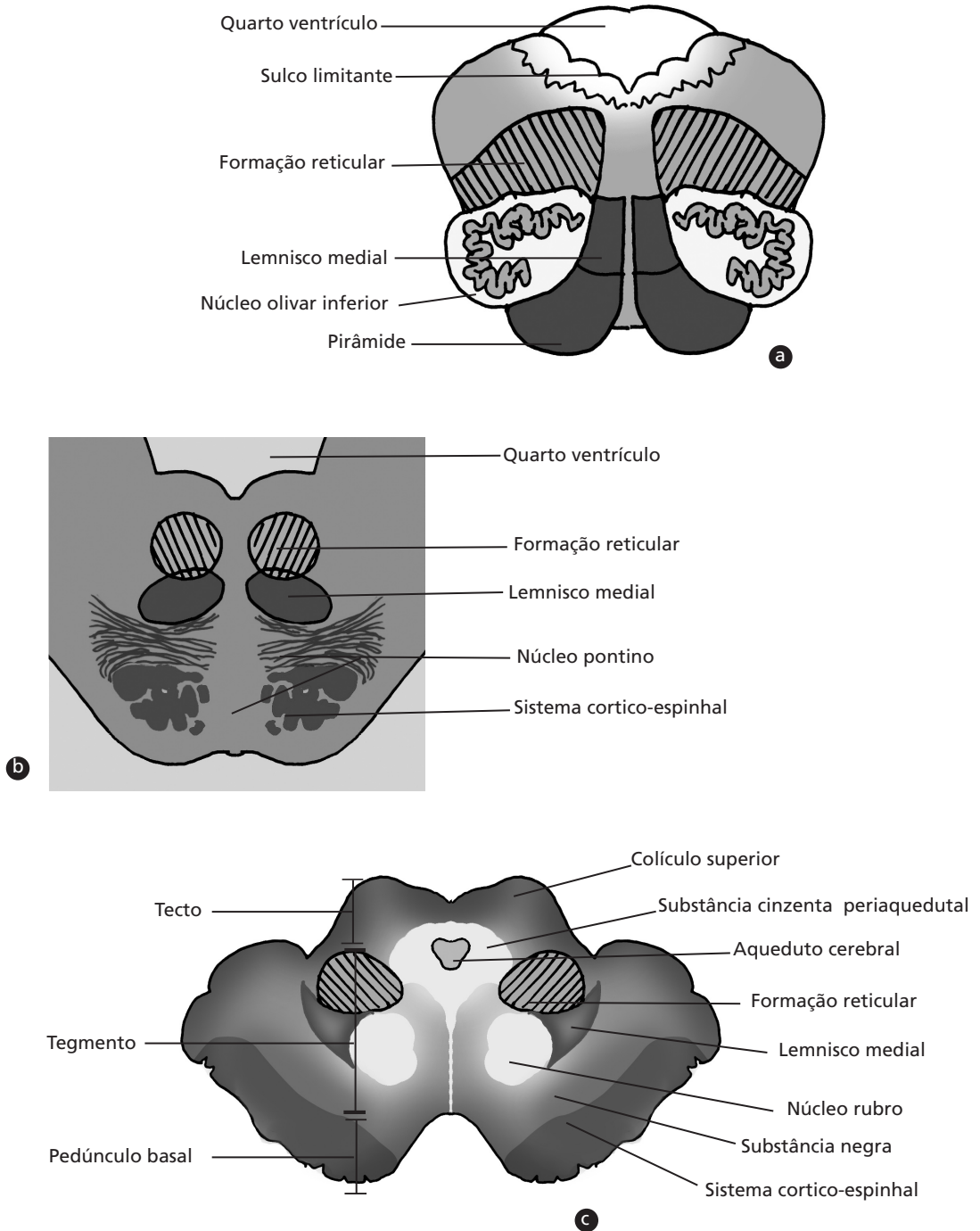


Figura 6.9: Corte transversal no nível do bulbo (a), da ponte (b) e do mesencéfalo (c) mostrando as diferenças morfológicas nos diferentes níveis do tronco encefálico.

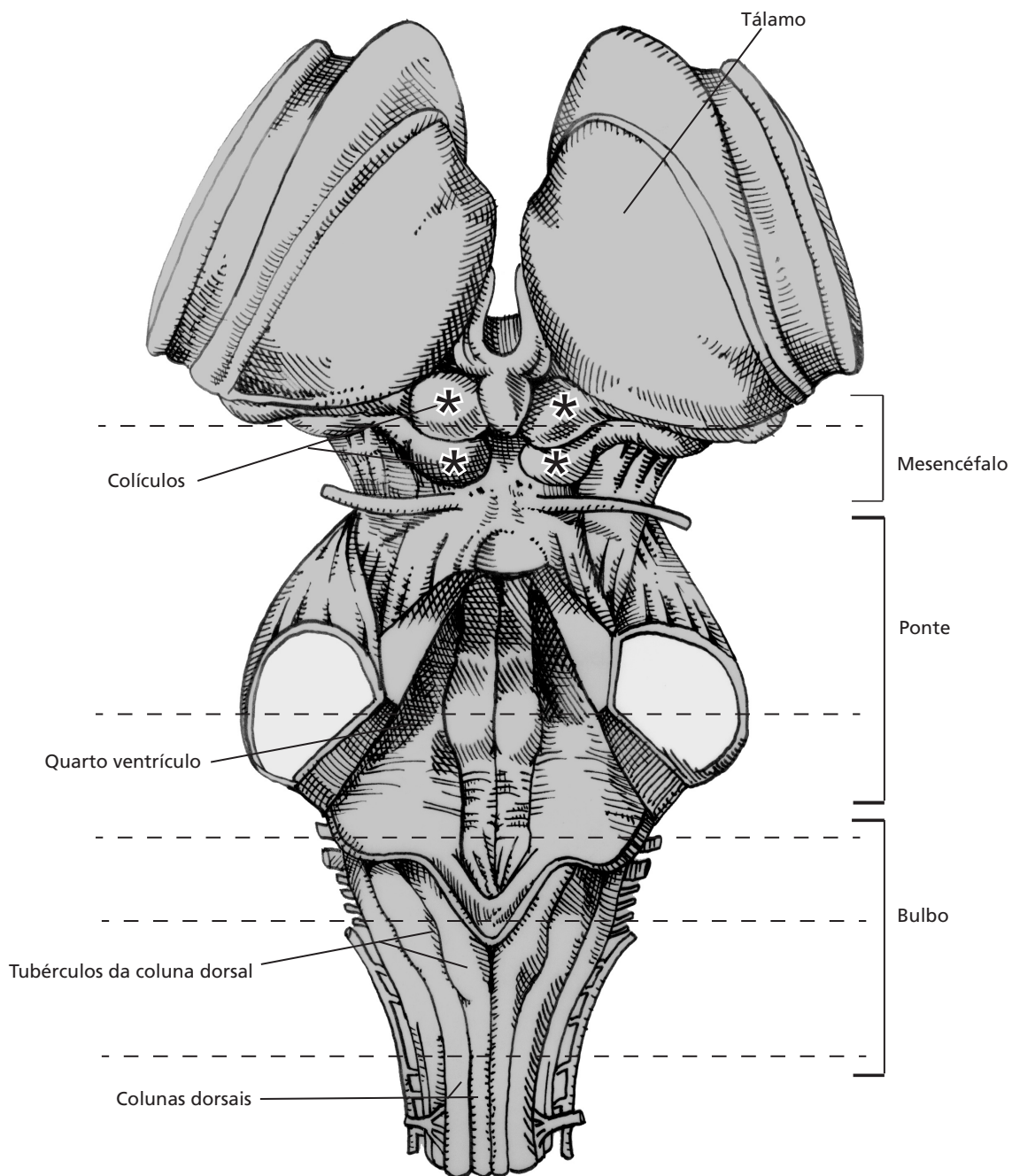


Figura 6.10: Vista posterior do tronco encefálico após a retirada do cerebelo, mostrando o bulbo, a ponte e o mesencéfalo. Os quatro montículos (*) localizados no mesencéfalo são os colículos superiores e inferiores.

O DIENCÉFALO E A HOMEOSTASE: TÁLAMO, HIPOTÁLAMO E EPITÁLAMO

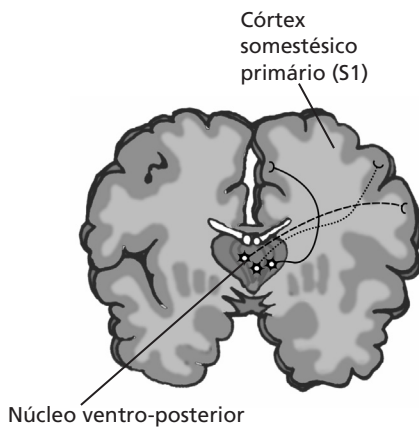


Figura 6.12: Via de processamento somestésico (tato). As informações táteis captadas em um lado do corpo seguem pela medula e cruzam para o lado oposto ao nível do bulbo encefálico. De lá, a informação segue para o tálamo, e finalmente para o córtex somestésico primário.

Quase todas as informações sensoriais que se dirigem para o córtex cerebral são processadas (organizadas) e distribuídas pelo tálamo, que fica situado logo acima do mesencéfalo. É uma segunda estação de processamento, para onde convergem informações visuais, auditivas, gustativas, táteis e dolorosas. Estas informações chegam ao tálamo por feixes de fibras independentes e permanecem separadas até chegarem ao córtex cerebral, a última estação de processamento do sistema nervoso (**Figura 6.12**). O tálamo é uma estrutura globosa que pode ser separada em núcleos funcionais, mas a separação anatômica não é muito clara (**Figura 6.13**).

O hipotálamo, situado ventralmente ao tálamo, regula as funções do SNA e as sensações hormonais através da glândula hipófise. Recebe e envia informações via tálamo, mesencéfalo e algumas áreas corticais que participam da função do SNA. O conhecimento a respeito da organização hipotalâmica é bem maior do que o descrito para o epitálamo, sendo este núcleo o menor componente diencefálico. Ele está relacionado principalmente com a produção de melatonina pela glândula pineal (como você verá na Aula 13 desta disciplina).

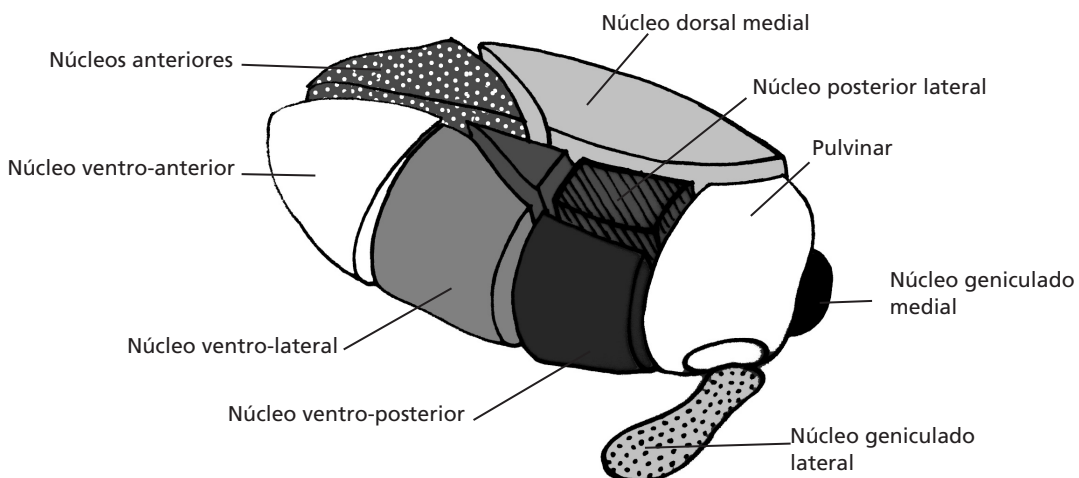


Figura 6.13: Esquema do tálamo humano com suas divisões em diferentes núcleos de processamento.

HEMISFÉRIOS CEREBRAIS: CENTRAL DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES

Nos seres humanos, os dois hemisférios cerebrais constituem a parte mais volumosa do encéfalo, normalmente chamado cérebro. Esses hemisférios são formados pelo córtex cerebral, a substância branca subjacente, a formação hipocampal, a amígdala, e por três núcleos profundos, os quais juntos formam os chamados núcleos (ou gânglios) da base. Os hemisférios cerebrais são separados por uma depressão profunda, a fissura inter-hemisférica. Essas estruturas estão funcionalmente relacionadas com a percepção, cognição, memória, emoções e funções motoras elaboradas.

O CÓRTEX CEREBRAL: O PROCESSADOR DO NOSSO COMPUTADOR

Os hemisférios cerebrais têm um aspecto enrugado, formando o que se chama de circunvoluções. Suas superfícies são recobertas por uma fina camada celular de 2mm de espessura, chamada córtex cerebral. As circunvoluções são formadas por depressões denominadas sulcos, que separam regiões mais elevadas chamadas giros.

Como a posição de certos sulcos é a mesma em todos os seres humanos, podemos dividir o córtex em cinco porções, denominadas lobos cerebrais (Figuras 6.6.a e 6.6.c). Os nomes de quatro deles correspondem aos ossos do crânio suprajacentes: frontal, parietal, temporal e occipital (Figura 6.14). O quinto lobo recebe o nome de lobo da ínsula e está localizado mais internamente, só podendo ser visualizado afastando-se o lobo temporal (Figura 6.14).

Cada um dos lobos está relacionado a funções específicas:

- O lobo parietal está mais relacionado ao processamento de funções táteis.
- O lobo temporal processa informações auditivas e de linguagem.
- O lobo occipital é o encarregado de processar todas as informações visuais.
- O lobo frontal controla nossas funções motoras e ali também se localizam áreas importantes de processamento de memória.
- O lobo da ínsula está envolvido com as nossas emoções e nossos comportamentos.

Existem ainda áreas corticais chamadas áreas de associação, distribuídas nos diferentes lobos corticais. A função destas áreas é integrar e processar informações de outras áreas corticais, envolvendo as três principais funções do cérebro: percepção, motivação e movimento.

De uma forma resumida, podemos dizer que as áreas sensoriais corticais recebem as informações sensoriais vindas da periferia com poucas sinapses intermediárias. Essas informações são, então, processadas nessas áreas e repassadas para as áreas de associação que promovem um elo entre sensação e ação, fazendo conexões com as áreas motoras. As áreas motoras, por sua vez, exercem controle sobre neurônios motores (produtores de nossas ações). O córtex cerebral é a região de processamento mais complexo em nosso cérebro, e dele partem nossos atos voluntários motores e nossas reações afetivas. Ele também armazena grande parte de nossas memórias, de modo muito semelhante ao processador de um computador.

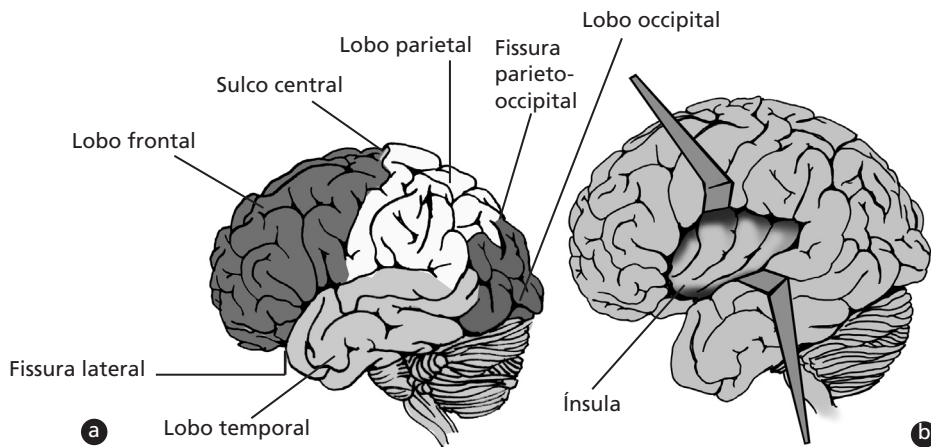


Figura 6.14: Em (a), podemos visualizar quatro dos cinco lobos no hemisfério cerebral esquerdo (frontal, parietal, occipital e temporal). O limite entre o frontal e o parietal é o sulco central; entre o parietal e o temporal é a fissura lateral, e entre o parietal e o occipital é a fissura parieto-occipital. Em (b), visualizamos o lobo da ínsula, após o afastamento dos lobos frontal e temporal.

NÚCLEOS DA BASE: OS CONSELHEIROS DOS MOVIMENTOS

Os núcleos da base são constituídos pelos núcleos caudato e putâmen (juntos formam o corpo estriado) e o globo pálido. Anatomicamente, eles estão localizados na parte mais inferior dos hemisférios cerebrais. Estes núcleos recebem axônios provenientes de todos os lobos cerebrais e projetam novos axônios de volta, via tálamo,

RESPOSTA COMENTADA

Como você deve se lembrar, dividimos os hemisférios cerebrais conforme critérios anatômicos e funcionais. O lobo occipital está relacionado ao processamento de informações visuais; o lobo parietal à integração de informação tátil. O lobo temporal processa informações relacionadas com nossa audição e fala; o lobo frontal apresenta importância no controle e iniciação de movimentos, além de estar relacionado com o nosso raciocínio e com a produção de alguns aspectos da linguagem; o lobo da ínsula está envolvido com nossas emoções e comportamentos. Entretanto, você deve se lembrar de que existem áreas associativas, geralmente localizadas entre essas divisões estabelecidas. Lembre-se sempre de que para se processar, integrar e analisar diferentes informações, quase sempre utilizamos mais de um lobo. Eles não trabalham sozinhos: é um trabalho de equipe. Caso você tenha dúvidas sobre esse assunto, busque orientação do seu tutor no pólo.

TODOS SEGUIMOS REGRAS, ATÉ MESMO O SISTEMA NERVOSO

Para compreendermos como as informações são processadas pelo SN, é necessário termos em mente não só a organização anatômica do SN, mas também quatro regras que dirigem seu funcionamento, tais como hierarquia, paralelismo, topografia e contralateralidade. Vamos conhecer melhor estas regras!

HIERARQUIA: SUBESTAÇÕES DE TRANSMISSÃO

As informações que chegam ao SN e saem dali passam por níveis intermediários de processamento, em diferentes pontos do sistema: medula, tronco encefálico, tálamo e córtex. Os sistemas sensoriais e motores são interrompidos nesses pontos por sinapses, que não são simples conexões entre neurônios pré e pós-sinápticos. Nessas sinapses, a informação neural é modificada entre os dois neurônios e sofre influências de informações trazidas por axônios provenientes de centros superiores. Esses núcleos contêm neurônios que formam um conjunto de circuitos, cujos axônios estão confinados aos próprios núcleos, capazes de modular o processamento de informações.

PARALELISMO: ESTRADAS DIFERENTES LEVAM AO MESMO LUGAR

Os sistemas sensoriais, motor e motivacional têm subsistemas anatômica e funcionalmente distintos para realizar cada tarefa. Cada modalidade sensorial é mediada por um subsistema ou via distinta (visual, auditivo, somatossensorial etc.). Esses subsistemas são, por sua vez, subdivididos em outros mais especializados. O sistema visual tem vias separadas para a percepção de objetos que se movem e de objetos estáticos. Porém, a associação dessas vias nos dá a percepção dos objetos em movimento, uma percepção que ocorre ao nível do córtex. Da mesma forma, vias anatômicas separadas conduzem para o córtex cerebral a sensação de toque, de dor ou de pressão proveniente de receptores sensoriais distintos e específicos situados na mesma região da pele. A integração dessas vias ocorrerá ao nível do córtex cerebral.

TOPOGRAFIA: TEMOS MAPAS EM NOSSA CABEÇA?

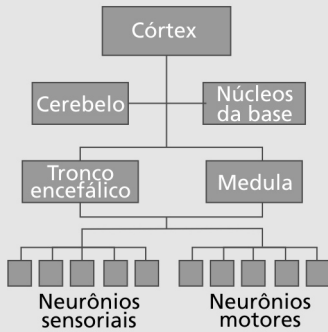
A característica mais marcante dos sistemas sensoriais é que as relações espaciais que ocorrem na superfície periférica onde se localizam os receptores (retina, superfície da pele etc.) são preservadas dentro do SNC, como verdadeiros mapas representando a organização dos receptores sensoriais. Por exemplo, grupos de células vizinhas na retina enviam seus axônios para grupos vizinhos de células no tálamo. Esses grupos enviam seus axônios para regiões vizinhas no córtex visual (lobo occipital). Dessa forma, temos, dentro do nosso córtex, uma réplica de nosso campo visual. De maneira semelhante, a superfície do corpo é representada por neurônios no córtex sensorial que têm a mesma relação espacial com os receptores da pele, formando o chamado mapa somatotópico (na Aula 7 desta disciplina, você saberá mais sobre este assunto).

CONTRALATERALIDADE: DIREITA, ESQUERDA OU AMBOS?

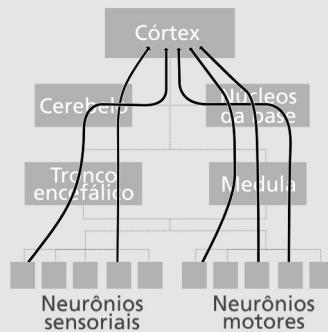
A maior parte das vias neurais passa, em algum ponto, para o lado contralateral no cérebro e na medula. Disso resulta que os estímulos sensoriais e as reações motoras de um lado do corpo são controlados pelo hemisfério cerebral do lado oposto. Esses cruzamentos ocorrem em pontos diferentes para os diferentes sistemas.

Vamos visualizar os princípios de organização do SN?

Hierarquia



Paralelismo



Topografia



Contralateralidade



ATIVIDADE



3. Correlacione os princípios de organização funcional listados na primeira coluna com os seus respectivos conceitos:

- (A) Hierarquia.
- (B) Paralelismo.
- (C) Topografia.
- (D) Contralateralidade.
- (E) Convergência e divergência.