



ANATOMIA FÁCIL

# #ANATOMYFLIX

# NEUROANATOMIA

Rogério Gozzi

## APOSTILA

O cérebro é o mais complexo e misterioso órgão do corpo humano e controla todas as funções do nosso organismo. O sistema nervoso se apresenta como uma extensa rede elétrica, produzindo estímulos elétricos que percorrem todo este sistema para controlar e coordenar os movimentos dos músculos, a sensibilidade da pele, os batimentos do coração, a respiração, as emoções e todas as outras funções que nossos órgãos internos desempenham. As principais células do tecido nervoso são os neurônios. Temos cerca de 80 a 100 bilhões de neurônios no sistema nervoso e é através deles que a energia elétrica é conduzida. Existem diversas doenças que afetam o sistema nervoso, sendo o AVE (acidente vascular encefálico), popularmente chamado de derrame, a doença neurológica que provoca maior morbidade e mortalidade dentre todas as outras doenças neurológicas. O AVE é uma doença vascular que provoca sequelas neurológicas, porém o sistema nervoso pode também ser afetado por doenças degenerativas (doença de Parkinson, mal de Alzheimer e Esclerose Múltipla), tumorais (meningiomas e gliomas), compressivas (hérnias de disco) e traumáticas (fraturas e traumatismos crânio-encefálicos). Porém mesmo sendo acometido por diversas doenças, o cérebro tem grande capacidade de recuperação de sequelas em um processo denominado "neuroplasticidade", que ocorre quando o cérebro tem uma de suas áreas lesadas e outras áreas próximas podem realizar esta função perdida, caso seja devidamente estimulada. O ramo das ciências médicas que estuda o sistema nervoso é a *Neurologia*.

### Divisões e Embriologia do Sistema Nervoso

O sistema nervoso é muito complexo, portanto para que fique mais fácil e didático o estudo deste sistema devemos dividi-lo em partes. O sistema nervoso pode ser dividido utilizando-se quatro critérios: anatômicos, funcionais, embriológicos e segmentares.

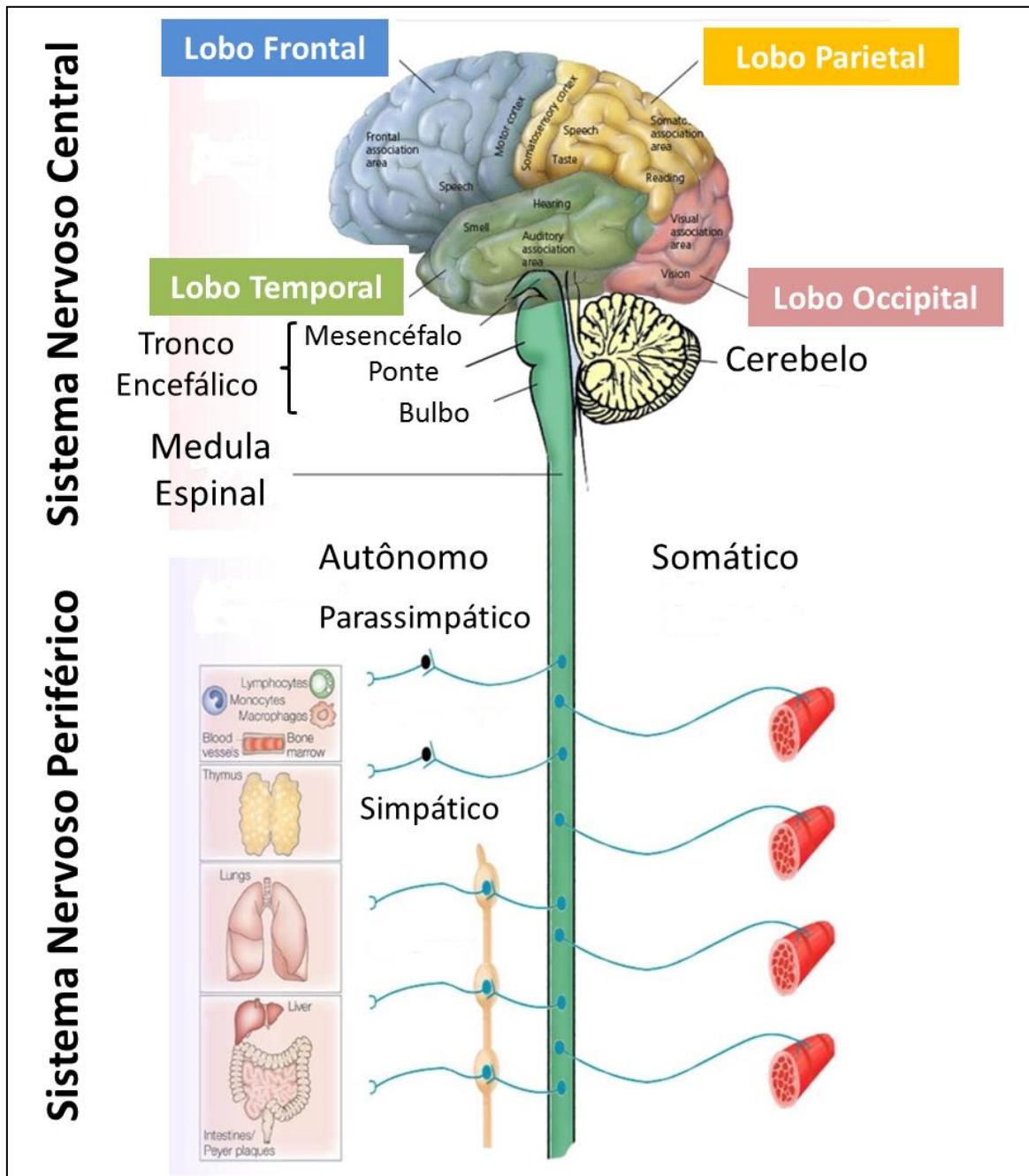
### Divisões Anatômicas do Sistema Nervoso

Na divisão anatômica separamos o sistema nervoso em duas partes principais: o **Sistema Nervoso Central (SNC)** e o **Sistema Nervoso Periférico (SNP)**.

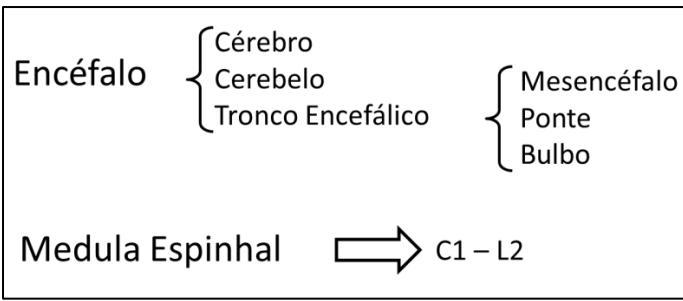
O **Sistema Nervoso Central** comprehende o **encéfalo** (cérebro, cerebelo, tronco encefálico) e a **medula espinal**. O **cérebro** é dividido em **telencéfalo** (hemisférios cerebrais unidos pelo corpo caloso) e **diencéfalo** (tálamo, hipotálamo, eitálamo e subtálamo). O **tronco encefálico** é dividido

em **mesencéfalo, ponte e bulbo**. A medula espinal tem início na altura da vértebra C1 (após sua saída no forame magno do crânio) e término na altura da vértebra L2.

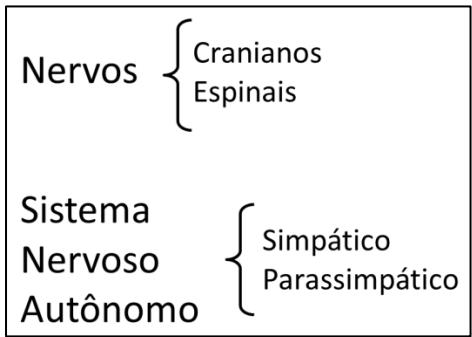
O **Sistema Nervoso Periférico**, por sua vez, compreende os **nervos somáticos**, que podem ser **cranianos** ou **espinais**. No SNP ainda se destaca uma outra divisão, que compreende o **sistema nervoso autônomo** (simpático e parassimpático) ou visceral.



### SISTEMA NERVOSO CENTRAL:



### SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO:



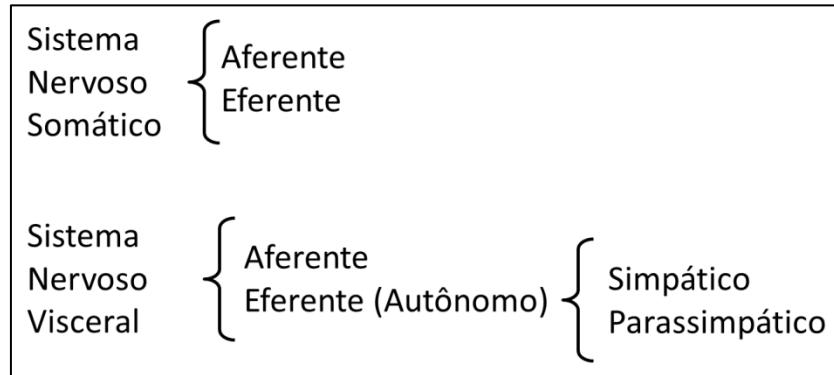
### **Divisões Funcionais do Sistema Nervoso**

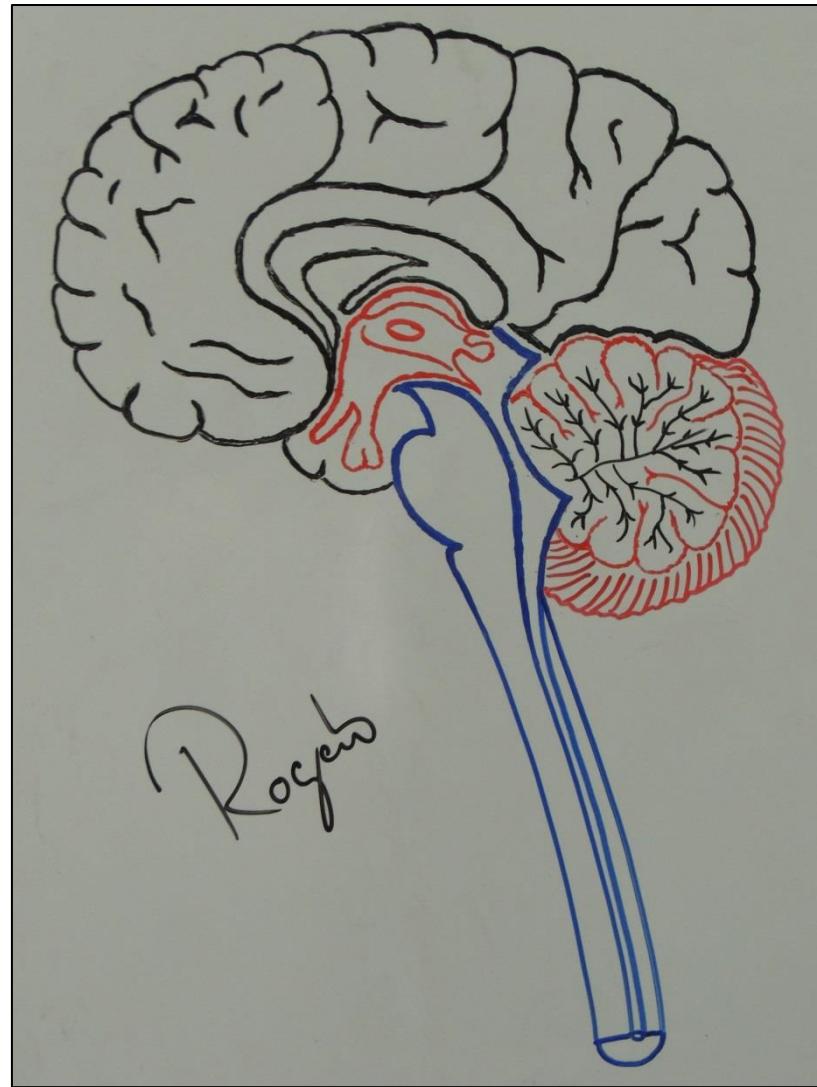
Do ponto de vista funcional, o sistema nervoso pode ser dividido em **somático** e **visceral**. A porção **somática** é também chamada de *sistema nervoso da vida de relação* (tem esse nome por relacionar o indivíduo ao meio ambiente) e é **responsável pelo controle voluntário dos músculos esqueléticos e da sensibilidade da pele**. A porção **visceral** é também chamada de *sistema nervoso da vida vegetativa* e é **responsável pelo controle involuntário das vísceras** e compreende o chamado sistema nervoso autônomo.

Existem outras duas divisões funcionais do sistema nervoso, de acordo com a direção do estímulo nervoso, são elas a **eferente** e a **aferente**.

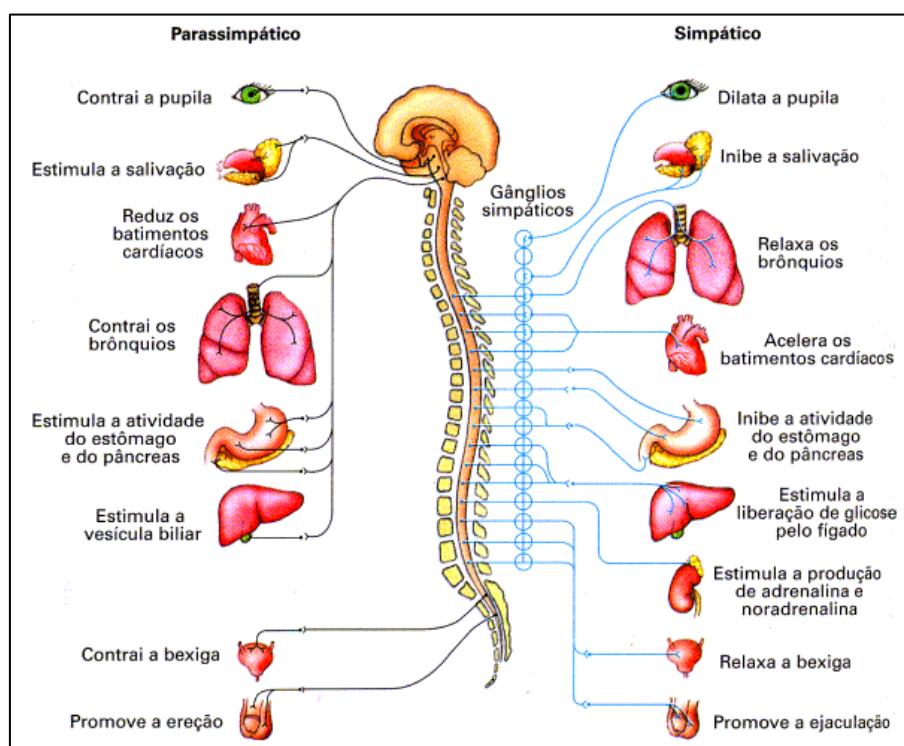
A divisão **eferente** comprehende os neurônios motores, assim definidos por **conduzirem impulsos do SNC para o SNP**.

A divisão **aferente**, ou sensorial, conduz estímulos na direção oposta, ou seja, **do SNP para o SNC**.



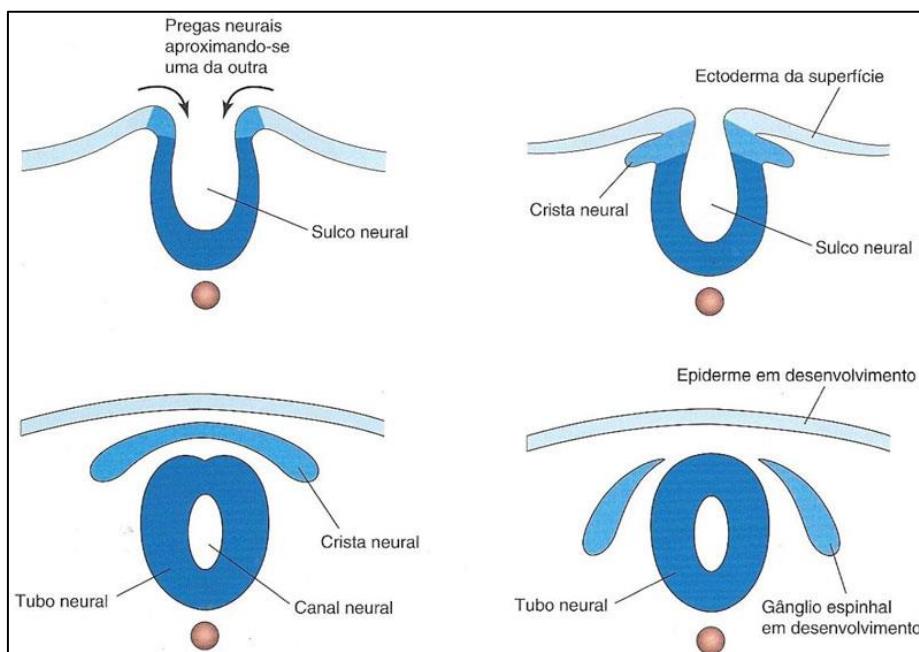


Portanto temos o sistema nervoso somático, que pode ser eferente ou aferente e o sistema nervoso visceral, que também pode ser eferente ou aferente. **A divisão eferente do sistema nervoso visceral corresponde ao sistema nervoso autônomo.**



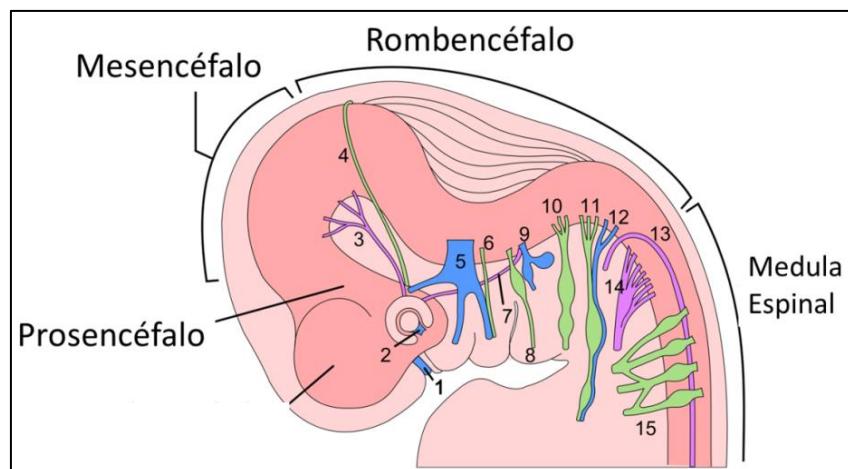
## Embriologia do Sistema Nervoso

A origem do sistema nervoso se dá a partir do **ectoderma**, que é o folheto mais externo do embrião humano. Em torno do 15º dia de vida embrionária, o ectoderma formará a chamada **placa neural**. A placa neural sofre um pequeno aprofundamento chamado **sulco neural**. Este sulco neural formará uma invaginação denominada **goteira neural**. No final do desenvolvimento da goteira neural teremos a formação do **tubo neural** e das **cristas neurais**. O **tubo neural dará origem aos elementos do SNC e a crista neural dará origem os elementos do SNP**.

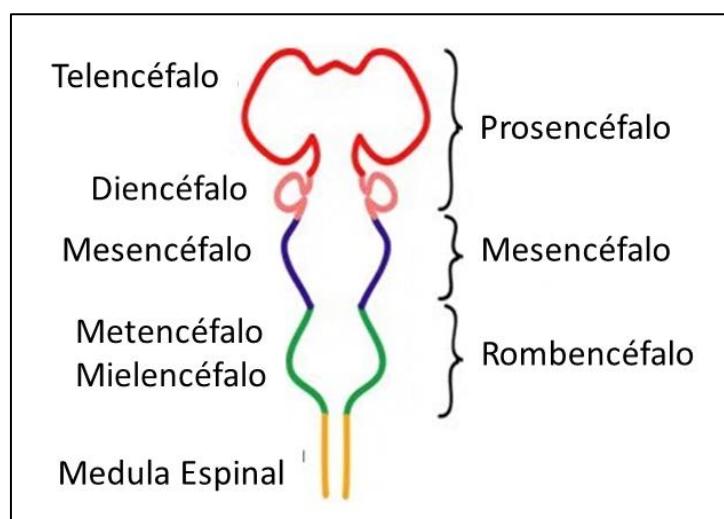


## Divisões Embriológicas do Sistema Nervoso

Durante o desenvolvimento embrionário o sistema nervoso central, que inicialmente se constituía de um tubo cilíndrico (o tubo neural) começa a se dilatar formando as 3 vesículas primárias: o **Prosencéfalo, o Mesencéfalo e o Rombencéfalo**.



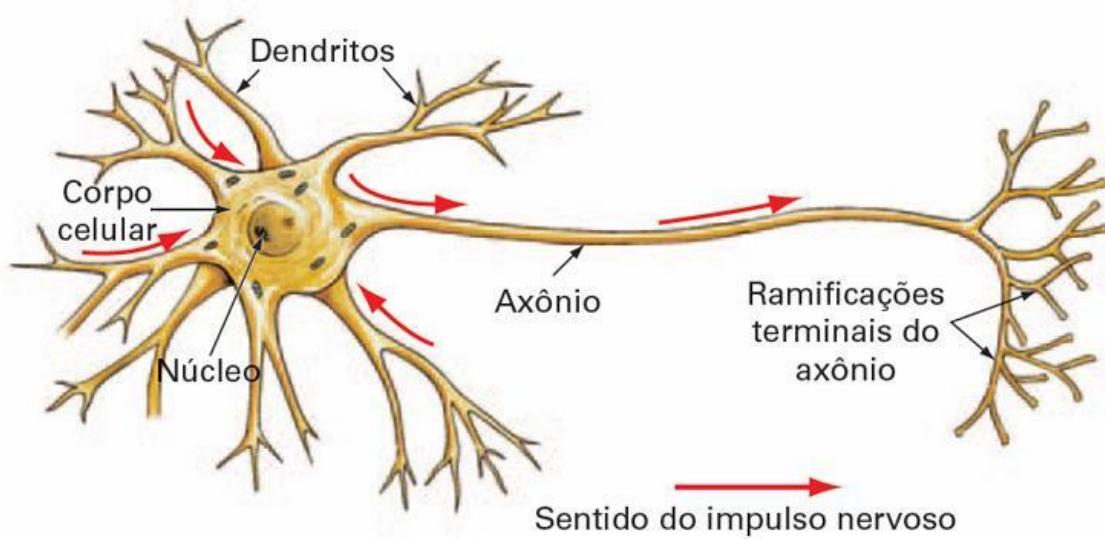
O **Prosencéfalo**, ou encéfalo anterior, dará origem ao telencéfalo e ao diencéfalo. O **Mesencéfalo** tanto no encéfalo em desenvolvimento quanto no encéfalo adulto continuará sendo chamado de mesencéfalo. O **Rombencéfalo**, ou encéfalo posterior, compreende o metencéfalo (que dará origem à ponte e ao cerebelo) e o mielencéfalo (que dará origem ao bulbo).



## Células Nervosas: Neurônios e Células da Glia (Neuróglia)

As células que compõem o sistema nervoso são os **neurônios** e as **células da glia**, ou neuróglia. Os neurônios compreendem as células funcionais do sistema nervoso, pois podem conduzir estímulos elétricos e se ligar a outros neurônios, determinando todas as inúmeras funções que o sistema nervoso pode controlar.

Os neurônios são divididos em quatro partes: o **corpo celular**, os **dendritos**, o **axônio** e os **terminais sinápticos**.



## Corpo Celular

O corpo celular é responsável por manter o neurônio vivo, pois abriga o núcleo e as organelas citoplasmáticas, que desempenharão as funções metabólicas dos neurônios. O citoplasma do corpo celular recebe o nome de **pericárdio**, termo muito utilizado também para designar o corpo celular propriamente dito. Nesta região encontra-se grande quantidade de ribossomos, reticuloso endoplasmático liso e rugoso, e Complexo de Golgi. Perceba que o neurônio possui grande quantidade de organelas envolvidas na síntese proteica, sendo este o centro metabólico do neurônio, responsável pela síntese de todas as proteínas neuronais. O corpo celular é um centro receptor de estímulos, assim como os dendritos, e estes estímulos serão enviados ao axônio. A terminologia Soma é um sinônimo de corpo celular.

## Dendritos

Os dendritos recebem este nome a partir da derivação grega “*dendron*”, que significa árvore, pela semelhança que estes têm com galhos de árvores e geralmente são muito curtos, medindo desde micrometros até alguns milímetros de comprimento. Os dendritos são prolongamentos provenientes do corpo celular e funcionam como centros receptores de estímulos provenientes de outros neurônios, alterando o potencial de repouso da membrana neuronal e iniciando um potencial de ação (despolarização) que irá se propagar por toda a extensão do neurônio. Estes estímulos recebidos pelos dendritos serão conduzidos aos axônios.

## Axônio

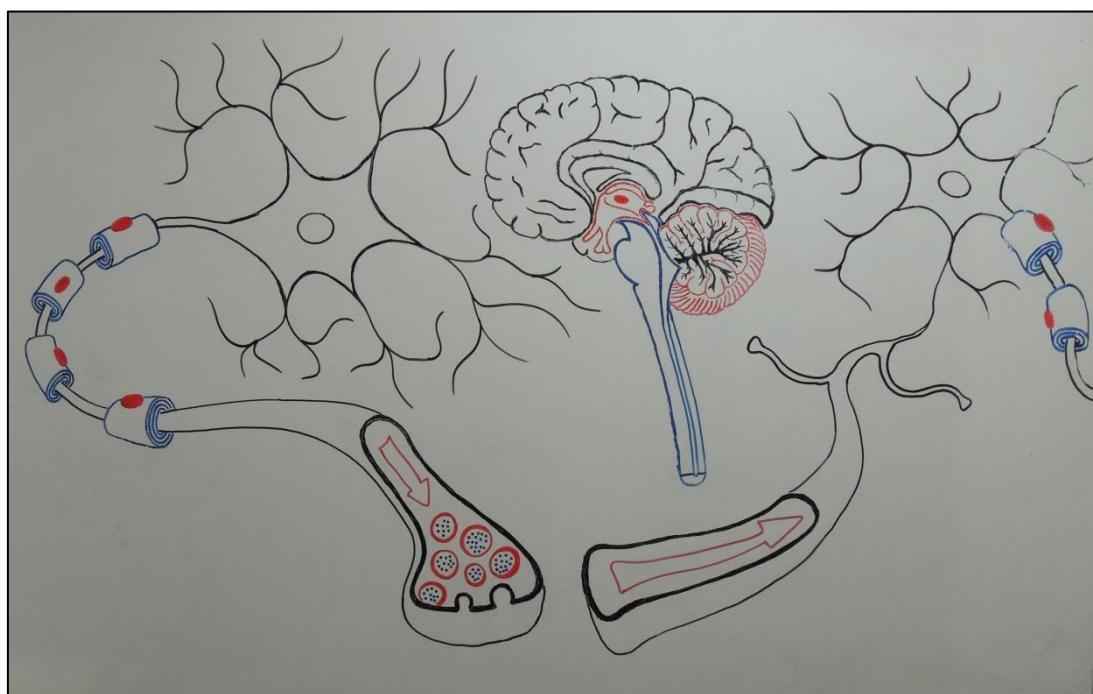
O axônio é um prolongamento geralmente do corpo celular (ou de um dendrito principal) que pode medir de milímetros a até um metro de comprimento. O local onde o axônio se une ao corpo celular é denominado *cône de implantação*, pelo seu formato cônico. A membrana plasmática do axônio é também chamada de **axolema** e o citoplasma do axônio é também chamado de **axoplasma**, contendo microtúbulos, neurofilamentos, microfilamentos, retículo endoplasmático liso, mitocôndrias e vesículas.

Os axônios conduzem estímulos do corpo celular para o terminal sináptico e podem ser **mielínicos ou amielínicos**. O axônio mielínico é revestido por uma capa de gordura denominada

**bainha de mielina**, que protege, isola eletricamente e aumenta a velocidade do impulso elétrico do axônio. Um axônio pode contém milhares de bainhas de mielina, e cada uma delas é separada por um espaço chamado **nodo de Ranvier**. Já o axônio amielínico não possui bainha de mielina e, portanto, conduz o impulso elétrico numa velocidade bem mais baixa. Os axônios podem ser chamados também de **fibras nervosas**.

## Terminais Sinápticos

Os terminais sinápticos são ramificações do axônio e são responsáveis por unir dois ou mais neurônios em um processo denominado **sinapse**. Os terminais sinápticos terminam em uma estrutura denominada botão sináptico, onde serão produzidas as vesículas sinápticas que contém os **neurotransmissores**. Os neurônios não estabelecem contato físico entre si, para isso existe um espaço entre os neurônios chamado de **fenda sináptica**, onde o neurotransmissor será liberado e irá estimular o próximo neurônio (neurônio pós-sináptico).



## Células da Glia ou Neuróglia

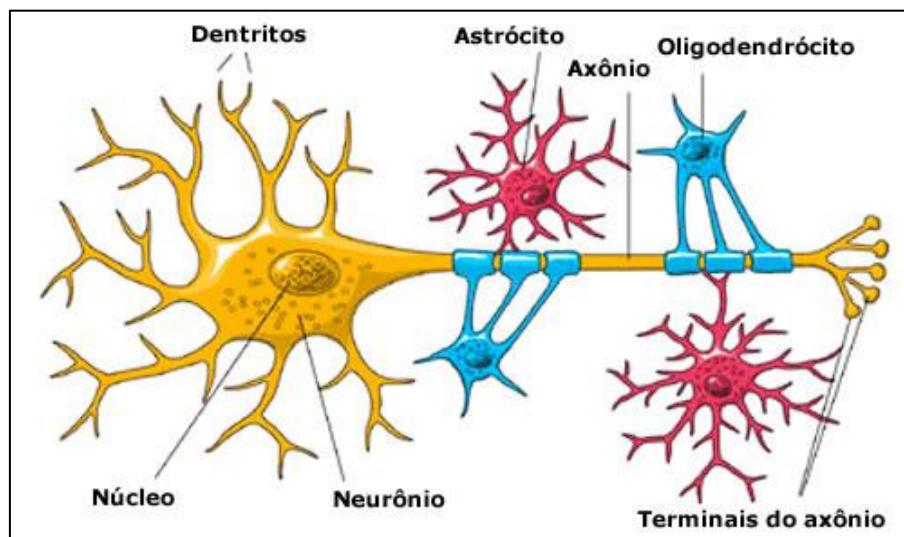
As células da glia ou neuróglia estão em número muito maior no sistema nervoso do que os neurônios e compreendem os **Astrócitos**, a **Micróglia**, as **Células Ependimárias**, os **Oligodendrócitos** e as **Células de Schwann**. As células da glia são células de suporte, nutrição, preenchimento e proteção dos neurônios.

**Astrócitos:** tem esse nome por terem a forma de uma estrela. Existem dois tipos de astrócitos: os *astrócitos protoplasmáticos*, localizados na substância cinzenta, e os *astrócitos fibrosos*, localizados na substância branca do SNC. Ambos os tipos possuem os chamados *pés vasculares*, que se apoiam em capilares sanguíneos fornecendo sustentação e nutrição aos neurônios. Os prolongamentos dos astrócitos ainda fazem contato com os corpos celulares, com os dendritos e com os axônios e envolvem as sinapses no sentido de isolá-las.

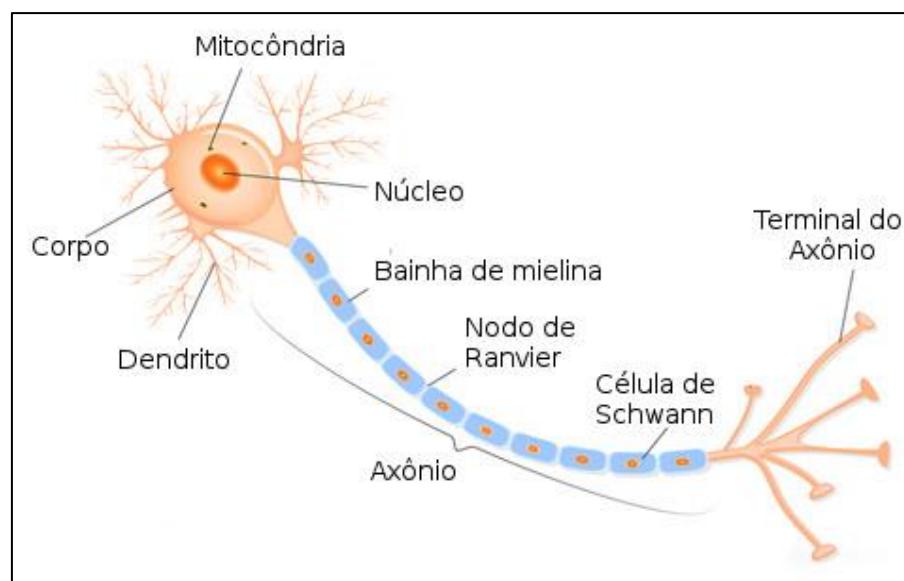
**Micróglia:** São células pequenas e de contorno irregular encontradas tanto na substância branca quanto na substância cinzenta que têm a função de fagocitar células mortas, detritos celulares e microorganismos invasores que porventura adentrem o sistema nervoso central.

**Células Ependimárias:** São células epiteliais de revestimento simples localizadas nas paredes dos ventrículos cerebrais, do aqueduto cerebral e do canal central da medula, responsáveis pela formação dos plexos coroides destas regiões. É nestes plexos coroides que o líquor (líquido cérebro-espinhal que banha o sistema nervoso central) será produzido.

**Oligodendrócitos:** São as células que formam a bainha de mielina dos neurônios do SNC. Um oligodendrócito é capaz de mielinizar vários axônios de uma só vez.



**Células de Schwann:** São as células que formam a bainha de mielina dos neurônios do SNP. As células de Schwann são capazes de mielinizar apenas um axônio de cada vez.



## Sinapses Químicas e Elétricas

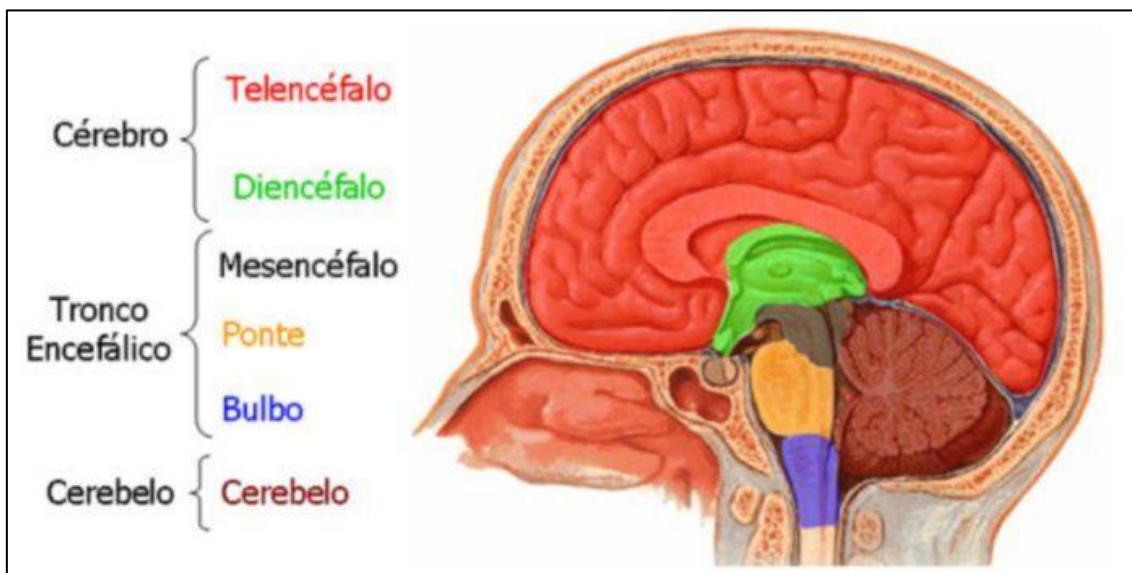
As sinapses são as comunicações existentes entre dois ou mais neurônios. O primeiro neurônio envolvido na sinapse é usualmente chamado de *neurônio pré-sináptico* e o segundo neurônio é chamado de *neurônio pós-sináptico*. As sinapses podem ser químicas ou elétricas.

Nas **sinapses químicas** os neurônios não tem contato físico entre si. As junções realizadas entre os terminais sinápticos do primeiro neurônio e os dendritos do segundo neurônio são feitas através de substâncias químicas chamadas *neurotransmissores*. Os neurotransmissores mais conhecidos são a acetilcolina, a glicina, o glutamato, o aspartato, o ácido gama-amino-butírico (GABA), a dopamina, a histamina, a noradrenalina, a adrenalina e a serotonina, porém existem muito outros neurotransmissores. As sinapses químicas podem ser de quatro tipos: dendro-dendríticas, axo-dendríticas, axo-axônicas e axo-somáticas, de acordo com o local onde elas ocorrerem.

As **sinapses elétricas** são feitas através de junções comunicantes ou “*gap junctions*”. Neste caso, os dois neurônios estabelecem contato físico entre si através de canais iônicos. Isto faz com que estas sinapses sejam muito mais rápidas que as sinapses químicas e o fluxo elétrico pode ocorrer nos dois sentidos da membrana dos neurônios.

## Divisões anatômicas do Cérebro: Sulcos, giros e lobos cerebrais

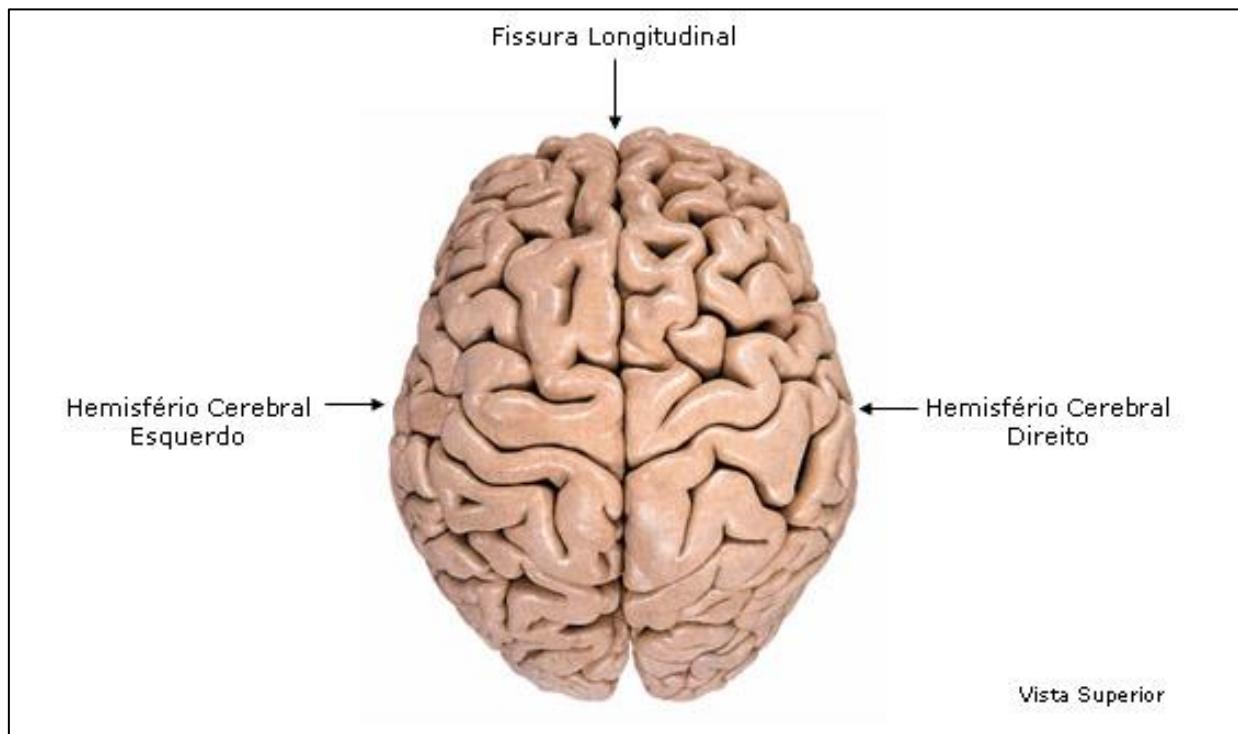
O cérebro é o principal órgão do Encéfalo, pois quando falamos sobre o encéfalo lembramos somente do cérebro, porém não se esqueça que o tronco encefálico e o cerebelo também fazem parte do encéfalo. **O cérebro é composto por duas partes: o Telencéfalo e o Diencéfalo**, porém o cérebro propriamente dito com os hemisférios cerebrais direito e esquerdo como o conhecemos na anatomia pertence ao chamado Telencéfalo, e é a parte mais alta na hierarquia do sistema nervoso.



Os dois hemisférios cerebrais ficam unidos por um feixe de axônios (substância branca) chamado corpo caloso. O corpo caloso une fisicamente os dois hemisférios cerebrais e pelo fato de ser composto por feixes de axônios ele comunica partes do córtex cerebral direito e esquerdo através de fibras de associação, como veremos no próximo capítulo. Acima do corpo caloso observamos a fissura longitudinal do cérebro e no meio desta fissura temos uma forte prega da dura-máter denominada foice do cérebro, separando fisicamente os dois hemisférios cerebrais.

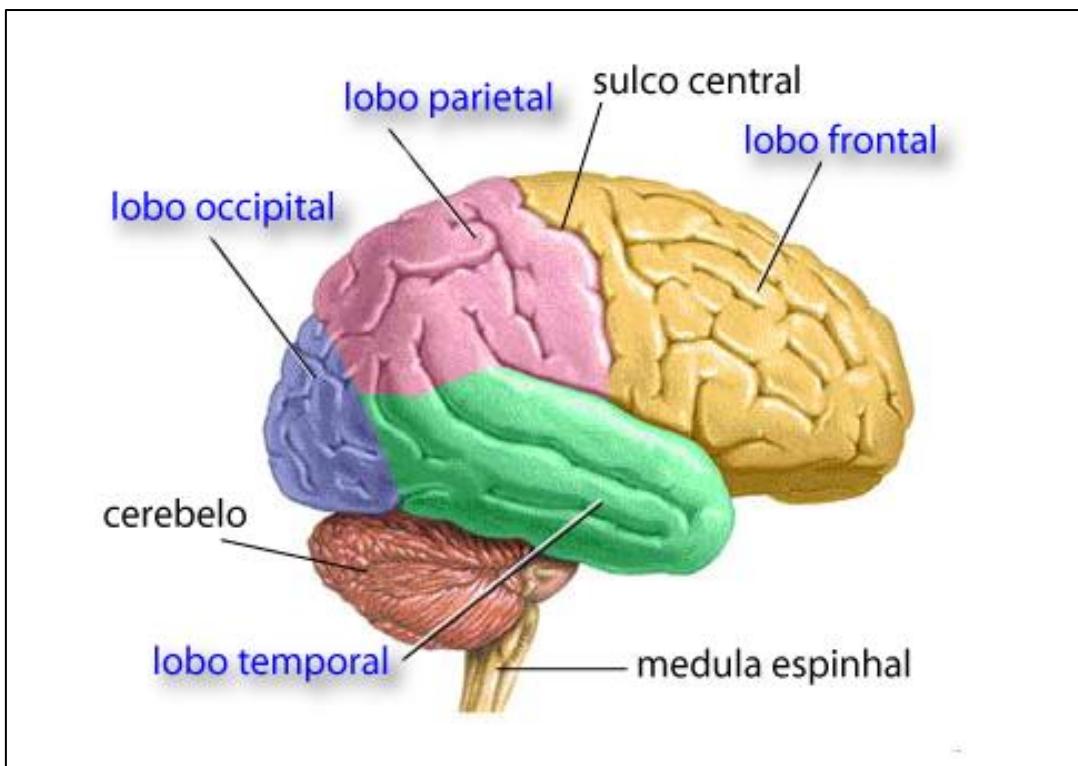
### Sulcos e Giros Cerebrais

O cérebro apresenta sua anatomia característica e parece que está todo amassado dentro do crânio. Ele fica amassado através de dobras do córtex cerebral denominadas giros, que são circunvoluções do tecido cerebral. Durante o desenvolvimento embrionário, o cérebro cresce muito mais rápido do que o crânio e por este motivo ele forma os giros, e entre estes giros temos cavidades denominadas sulcos, portanto o córtex cerebral pode ficar escondido entre estes sulcos e giros. Cerca de 60% do córtex cerebral fica escondido entre os sulcos e os giros presentes no cérebro, portanto esta anatomia característica do cérebro permite que o córtex tenha uma grande área de superfície ocupando um pequeno espaço no crânio. Se o cérebro normal não tivesse estes giros e sulcos, a sua cabeça teria o tamanho da tela de seu computador. O nome dado à má formação congênita onde a pessoa não apresenta sulcos e giros é lisencefalia ("cérebro liso") e eventualmente ocorrerá microcefalia, doença onde a criança terá graves sequelas, como atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, epilepsia, problemas cognitivos e intelectuais, dentre outras alterações neurológicas. Nos dias atuais, o Brasil está apresentando um surto de microcefalia muito possivelmente associado a uma epidemia provocada pelo Zika Vírus, apresentando mais de 3000 casos confirmados de microcefalia na região nordeste do país (2016).



### Anatomia do Cérebro: Lobos Cerebrais

Através do conhecimento dos sulcos e giros podemos dividir o cérebro em partes que são chamadas lobos. **O cérebro apresenta 5 lobos: o frontal, o parietal, os temporais, o occipital e um lobo profundo e mais primitivo denominado ínsula.** Geralmente as divisões entre os lobos cerebrais são delimitadas pelos sulcos, e a partir daí teremos referência para dar nome aos giros, que são relativamente constantes na maior parte da população, podendo haver variações anatômicas. Estes lobos apresentam estes nomes de acordo com os ossos do crânio aos quais eles fazem contato.



## Lobo Frontal

O lobo mais anterior é o frontal, que faz limites com os lobos parietal e temporal. O lobo frontal e o lobo parietal ficam divididos pelo mais importante e evidente sulco do cérebro, o sulco central. Anteriormente ao sulco central temos o giro pré-central, que pertence ao lobo frontal e posteriormente ao sulco central temos o giro pós-central, que pertence ao lobo parietal. O lobo frontal fica separado do lobo temporal através do ramo anterior do sulco lateral.

Na vista súpero-lateral do lobo frontal temos os giros frontal superior e inferior, além do sulco pré-central, que será importante para delimitar o giro pré-central, que fica entre o sulco central e o sulco pré-central.

Na vista medial do lobo frontal temos o sulco do corpo caloso, localizado acima do corpo caloso e separando-o do giro do cíngulo. O sulco do cíngulo, localiza-se acima do giro do cíngulo e se estende desde o rostro do corpo caloso até o sulco central. Ainda na vista medial temos o sulco paracentral.

## Lobo Parietal

O lobo parietal fica localizado na parte mais alta do cérebro e faz limites com todos os outros lobos cerebrais. Ele se separa do lobo occipital através do sulco parieto-occipital, denominando os limites entre estes lobos. O limite entre o lobo parietal e o temporal é feito através do ramo posterior do sulco lateral, e como descrito anteriormente o lobo parietal se separa do lobo frontal através do sulco central.

Na vista súpero-lateral do cérebro podemos destacar o sulco pós central, que irá delimitar o giro pós-central entre este sulco e o sulco central. Ainda nesta vista podemos destacar o sulco intraparietal.

Na vista medial podemos destacar o sulco subparietal (que termina no sulco central) e a região chamada "pré-cuneus".

### Lobos Temporais

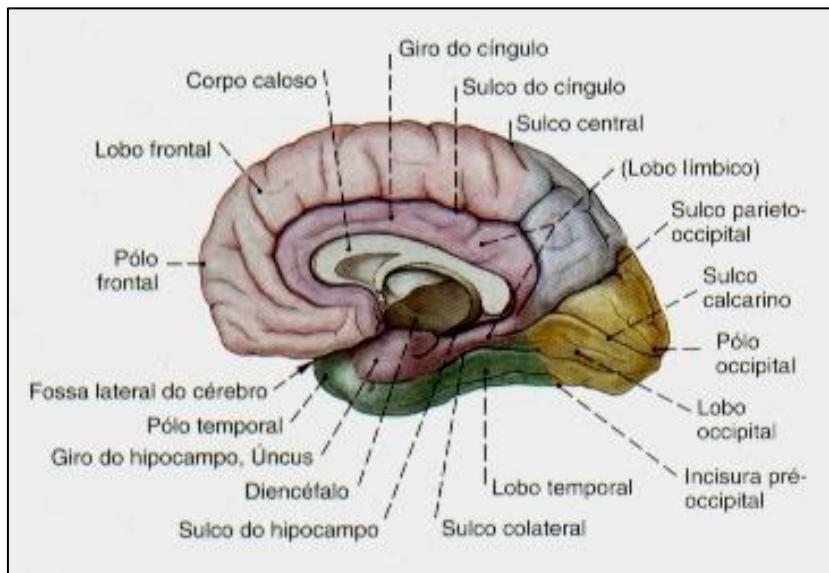
Temos dois lobos temporais anatomicamente separados entre si (mas funcionalmente ligados através de fibras de associação), porém fazem conexões com todos os outros lobos. Ele fica separado dos lobos frontal e parietal através do sulco lateral do cérebro, e não apresenta limites bem definidos através de sulcos com o lobo occipital.

Na vista lateral podemos destacar os sulcos temporais superior e inferior e entre estes sulcos temos os giros temporais superior, médio e inferior.

### Lobo Occipital

O lobo occipital é o lobo mais posterior do cérebro e como já dito anteriormente ele é separado do lobo parietal através do sulco parieto-occipital. Numa vista medial do cérebro é observado um sulco profundo no lobo occipital denominado sulco calcarino. Entre o sulco calcarino e o sulco parieto-occipital temos uma região chamada "cuneus".

Conforme você pôde perceber, a fissura longitudinal do cérebro separa os dois hemisférios cerebrais e os sulcos separam os lobos cerebrais. Portanto uma fissura nada mais é do que um sulco profundo.



### Divisões funcionais do Cérebro: Córtex cerebral, centro branco medular do cérebro e áreas de Brodmann

O cérebro sem dúvida é o órgão mais misterioso e interessante do corpo humano, não pela sua gama de funções, mas sim pela destreza com que ele controla todas as atividades que ocorrem dentro de seu organismo de forma muito harmoniosa e perfeita mantendo a homeostase. O cérebro é a verdadeira "caixinha de supressas" do corpo humano, pois mesmo se ele tiver uma área funcional do córtex lesada, outra área próxima começará a exercer a função perdida se esta for estimulada pelo indivíduo. O nome deste processo é neuroplasticidade e é uma prova de que diariamente o nosso cérebro está se desenvolvendo e aprendendo novas tarefas.

Quando falamos sobre o Sistema Nervoso Central (SNC) teremos agora que lembrar algo que será padrão em todos os órgãos que pertencem a esta parte do sistema nervoso. **Todos os órgãos do SNC (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) apresentam substância cinzenta**, que é composta pelos corpos celulares dos neurônios **e substância branca**, que é composta pelos axônios (ou fibras nervosas) dos neurônios e tem essa coloração principalmente pela presença da bainha de mielina.

Outra nomenclatura que ouvimos muito quando estudamos o SNC se refere aos **NÚCLEOS**, que correspondem a aglomerações de corpos celulares de neurônios (substância cinzenta) no interior de uma estrutura de substância branca no SNC, como por exemplo os núcleos da base. **Não confunda núcleo com gânglio**, pois gânglio é também uma aglomeração de corpos celulares de neurônios, porém no Sistema Nervoso Periférico (SNP), como por exemplo os gânglios das raízes nervosas sensitivas.

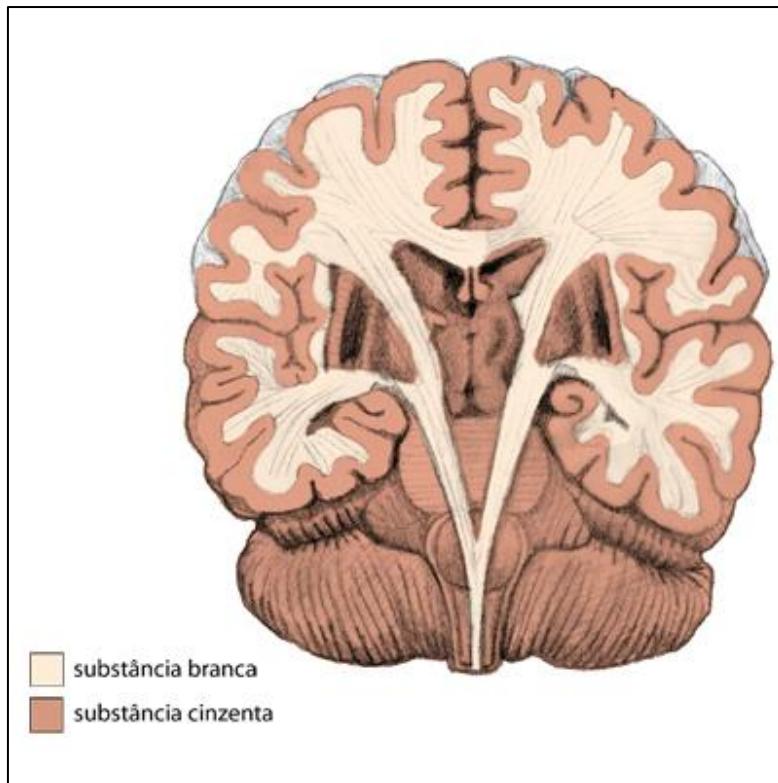
## Córtex Cerebral

Funcionalmente **o cérebro é dividido em Córtex Cerebral e Centro Branco Medular**. A substância cinzenta do cérebro corresponde ao Córtex Cerebral, que corresponde à parte funcional do cérebro, ou seja, é do córtex que partem todos os estímulos que irão para todas as partes do corpo (estímulo eferente), e é para o córtex que seguem todos os estímulos provenientes de todas as partes do corpo (estímulo aferente). O nome córtex significa “casca”, pois vários órgãos do corpo possuem córtex também, e este corresponde à parte mais externa deste órgão, como o córtex dos rins por exemplo.

Portanto o córtex é a camada mais externa do cérebro e é bem fino, medindo cerca de 2 a 5 mm de espessura e é composto por substância cinzenta. Esta parte do cérebro é chamada popularmente de “massa cinzenta”. Cerca de 60% do córtex cerebral fica escondido entre os sulcos e os giros do cérebro, aumentando sua área de superfície. É no córtex cerebral que estão as chamadas Áreas de Brodmann, que serão estudadas a seguir.

## Centro Branco Medular do Cérebro

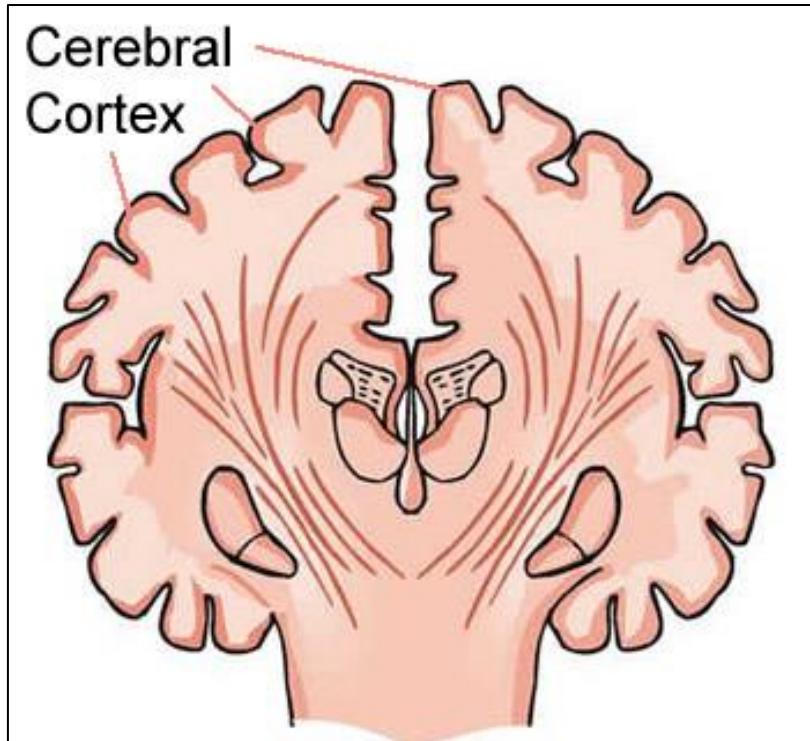
Se fizermos um corte coronal no cérebro observaremos que abaixo do córtex temos o chamado centro branco medular do cérebro, e como o próprio nome já diz, é composto de substância branca, ou seja, é nesta região que estão dispostos os axônios dos neurônios que atravessam o cérebro. O termo medular é relativo a medula, o significa “miolo” ou a parte mais interna de determinado órgão. Mas não confunda, pois vários órgãos de nosso corpo também tem medula, como a medula óssea e a medula supra-renal por exemplo. Sendo assim, **o cérebro tem uma casca chamada CÓRTEX e um miolo denominado CENTRO BRANCO MEDULAR**.



A fibras nervosas (ou axônios) que atravessam o centro branco medular do cérebro podem ser as **fibras de projeção** ou as **fibras de associação**.

As **fibras de projeção** comunicam o córtex a regiões subcorticais do encéfalo, como o tronco encefálico, os núcleos da base e o cerebelo, para nestas regiões realizarem sinapses e controlarem determinada função do organismo. As fibras de projeção mais importantes correspondem à **cápsula interna e à coroa radiada**.

As **fibras de associação** comunicam partes do córtex a outras partes do córtex cerebral, ou seja, comunicam várias partes do cérebro. Se a comunicação ocorrer dentro de apenas um hemisfério teremos fibras de associação **intra-hemisféricas** e se essa comunicação ocorrer entre o hemisfério direito e o esquerdo são chamadas de fibras de associação **inter-hemisféricas**. O **corpo caloso** é o melhor exemplo de fibra nervosa de associação inter-hemisférica, pois ele une os dois hemisférios cerebrais comunicando partes do cérebro direito a partes do cérebro esquerdo.



## Núcleos da Base

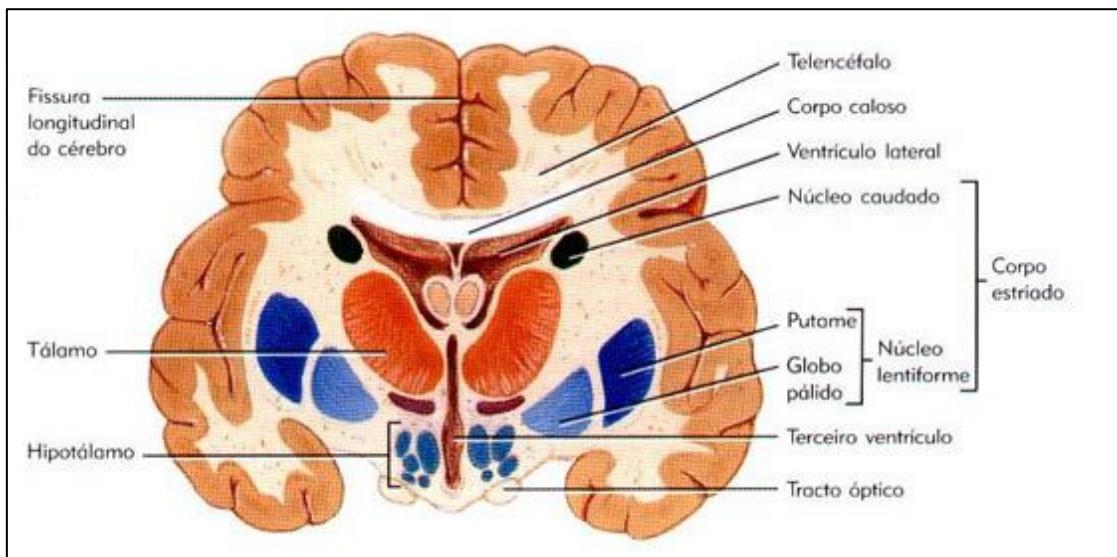
Os núcleos da base correspondem a núcleos de substância cinzenta dentro do centro branco medular localizados na base do cérebro, súpero-lateralmente ao tálamo. Vale a pena salientar que o tálamo NÃO é um núcleo da base e pertence ao diencéfalo. Os núcleos da base são:

**Núcleo Caudado** (é o maior dos núcleos da base e fica localizado superiormente ao tálamo)

**Núcleo Lentiforme** (é composto pelo **Putâmen** e pelo **Globo Pálido** e ficam localizados lateralmente ao tálamo e à cápsula interna)

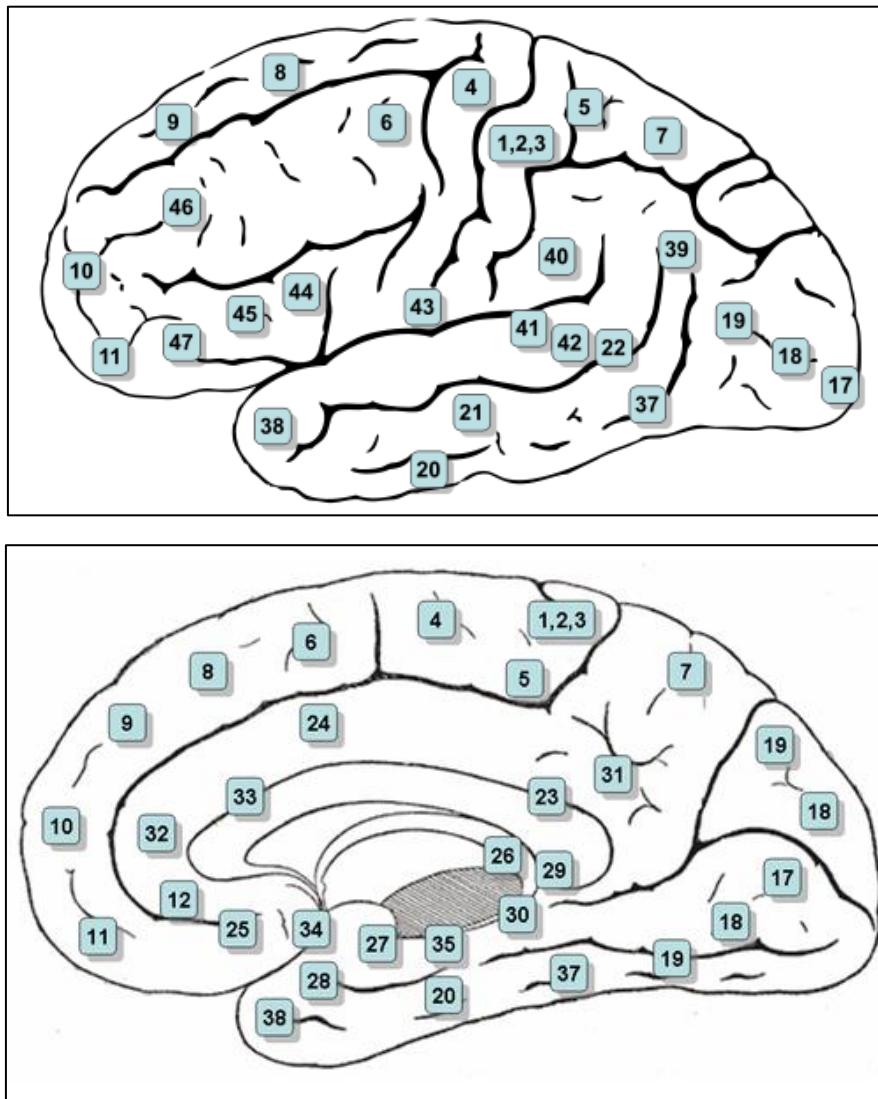
A junção do Núcleo Caudado e do Núcleo Lentiforme é chamada de **Corpo Estriado** ou "Striatum".

**Clastrum, núcleo basal de Meynert e Accumbens** também são núcleos da base.



## Áreas funcionais do Cérebro: As áreas de Brodmann

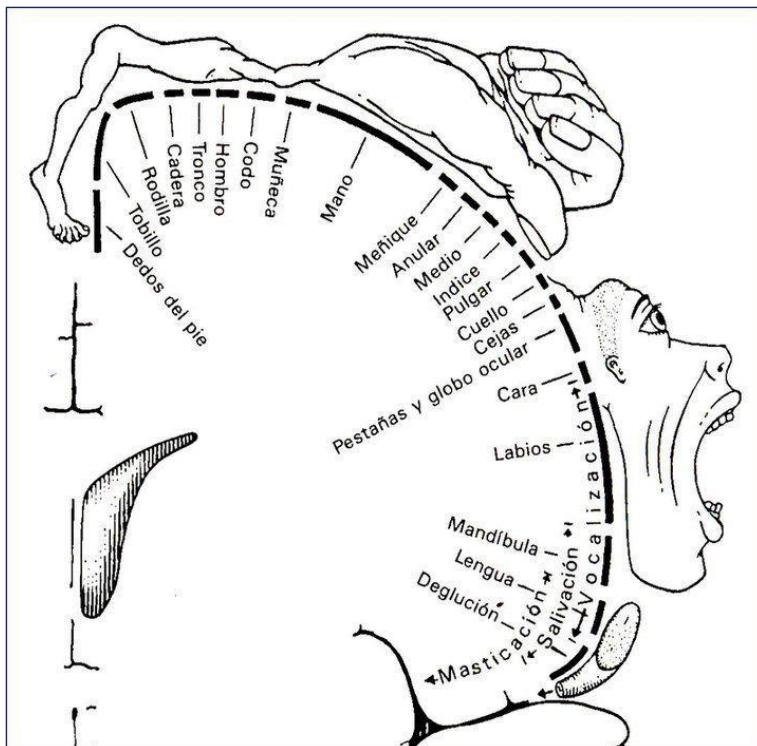
As áreas funcionais do cérebro correspondem às chamadas áreas de Brodmann. Brodmann descreveu este mapa cerebral em 1909 e até hoje é utilizado como referência para estudarmos neuroanatomia funcional. É importante salientar que em 1861 o cirurgião Francês Paul Broca já correlacionava lesões em algumas áreas do Lobo Frontal com perda da linguagem falada (o que hoje é conhecido como afasia de Broca), evidenciando que este lobo cerebral apresentava uma função específica relativa à linguagem. Posteriormente Fritsch & Hitzig fizeram o primeiro mapeamento da área motora do cérebro através de estimulação elétrica do córtex cerebral de cães, estabelecendo conexão entre áreas corticais do cérebro e certas partes do corpo.



As áreas de Brodmann são divididas em números, que vão de 1 a 52 e cada área corresponde uma região do córtex cerebral que comanda a função de alguma parte do corpo do indivíduo. Em 1977 o Neuropsicólogo russo Alexander Luria propôs uma divisão do córtex cerebral de acordo com critérios funcionais em áreas primárias (ou de projeção) e áreas de associação (ou secundárias e terciárias). As áreas primárias correspondem a áreas motoras ou a áreas sensitivas, e as áreas de associação são áreas que auxiliam as áreas primárias ou estão relacionadas com outras funções como emoções, raciocínio, inteligência, cognição, pensamentos, memória, comportamento e planejamento, dentre outras funções. Sendo assim, a numeração foi descrita por Brodmann e a classificação funcional (áreas primárias e de associação) foi proposta por Luria, e devemos muito a

Broca por ter dado o pontapé inicial no estudo da relação entre as áreas cerebrais e as partes do corpo comandadas pelo cérebro.

Penfield & Rasmussen descreveram uma representação tanto do córtex motor quanto do córtex sensitivo que nos dias atuais é chamado de *homúnculo de Penfield*. Nesta representação ele demonstra quais locais dos giros pré e pós-central controlam o movimento e a sensibilidade de cada parte do corpo humano e é uma representação também clássica das funções do córtex cerebral.



#### As áreas primárias são:

**1, 2 e 3:** Área somestésica ou somatossensitiva primária

**4:** Área motora primária

**17:** Área visual primária

**28:** Área olfatória primária

**41 e 42:** Área auditiva primária

**43:** Área gustativa primária

#### As principais áreas de associação são:

**5 e 7:** Área somestésica ou somatossensitiva secundária

**6 e 8:** Área motora secundária

**18, 19, 20, 21 e 37:** Área visual secundária

**34:** Área olfatória secundária

**39 e 40:** Área de Wernicke (área de compreensão da fala)

#### 44 e 45: Área de Broca (área motora da fala)

As demais áreas são de associação, conforme a tabela abaixo que apresenta o número, a área funcional, o local e a função de cada área de Brodmann.

ÁREAS DE BRODMANN			
Área	Área Funcional	Local	Função
<b>1, 2 e 3</b>	Somatossensorial primária	Giro pós central (lobo parietal)	Sensibilidade geral (tato, pressão, dor, frio, calor e propriocepção)
<b>4</b>	Motora primária	Giro pré central (lobo frontal)	Movimentos voluntários
<b>5 e 7</b>	Somatossensorial secundária	Lóbulo parietal superior	Sensibilidade geral (tato, pressão, dor, frio, calor e propriocepção)
<b>6 e 8</b>	Motora secundária (suplementar)	Giros frontal superior, médio, lobo frontal medial	Movimentos voluntários
<b>7</b>	Área associativa parietal posterior	Lóbulo parietal superior	Visuo-motora; percepção
<b>9, 10, 11 e 12</b>	CôrTEX associativo pré-frontal; campos oculares frontais	Giros frontal superior, médio, lobo frontal medial;	Pensamento, cognição, planejamento do movimento
<b>17</b>	Visual primária	Lábio do sulco calcarino (lobo occipital)	Visão
<b>18, 19, 20, 21 e 37</b>	Visual secundária	Lobos occipital e temporal	Visão

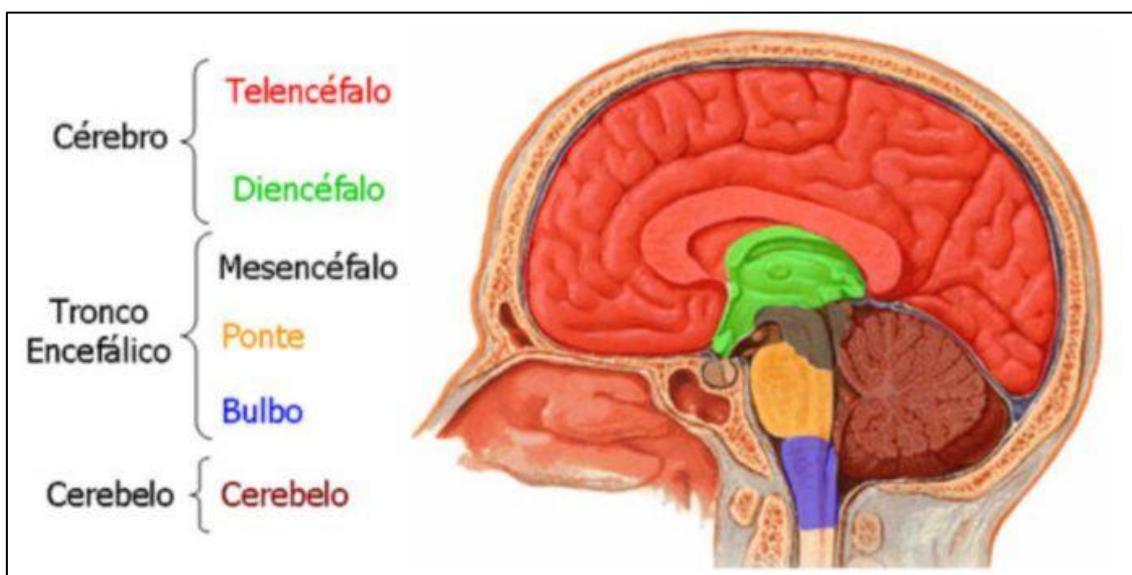
<b>22</b>	Auditiva secundária (parte da área de Wernicke)	Lobo temporal (circundando a área auditiva primária)	Audição/Compreensão do que se ouve (percepção da linguagem)
<b>23, 24, 25, 26 e 27</b>	Córtex associativo límbico	Giro cíngulo, área subcalosa, área retroesplenial e giro parahipocampal	Emoções
<b>28</b>	Olfatória primária	Úncus e giro para hipocampal (Lobo temporal medial)	Olfato
<b>29, 30, 31, 32 e 33</b>	Córtex associativo límbico	Giro do cíngulo e área retroesplenial	Emoções
<b>34</b>	Olfatória secundária	Giro para hipocampal	Olfato
<b>39 e 40</b>	Áreas de Wernicke	Giro angular e giro supra marginal	Audição/Compreensão do que se ouve (percepção da linguagem)
<b>41 e 42</b>	Auditiva primária	Lobo temporal (próximo ao sulco lateral)	Audição
<b>43</b>	Gustativa primária	Base do giro pós central (próxima à área de sensibilidade da língua)	Paladar
<b>44 e 45</b>	Áreas de Broca	Giro frontal inferior (lobo frontal)	Expressão motora da linguagem
<b>46</b>	Área pré-frontal	Giro frontal médio	Pensamento, cognição, planejamento, controle do movimento ocular
<b>47</b>	Área pré-frontal	Giro frontal inferior	Pensamento, cognição, planejamento do comportamento

## Estrutura e funções do Diencéfalo

O Diencéfalo representa a parte inferior do cérebro, localizado abaixo do telencéfalo e do corpo caloso. **Os elementos anatômicos que compõem o Diencéfalo são o Tálamo, o Hipotálamo, o Epitálamo e o Subtálamo.**

Vale a pena sempre lembrar sempre que estes elementos do Diencéfalo pertencem ao SNC, portanto irão apresentar estruturas de substância branca (axônios) e núcleos de substância cinzenta (corpos celulares de neurônios). Nestes núcleos de substância cinzenta irão ocorrer sinapses para o controle de diversas atividades do corpo humano, como movimentos voluntários, sensibilidade, emoções, controle da temperatura e pressão arterial, dentre outras diversas funções.

Anatomicamente o Diencéfalo tem relação direta com o terceiro ventrículo, localizado acima do tronco encefálico e abaixo do Fórnix (elemento do sistema límbico). O diencéfalo, mais precisamente o tálamo, fica posicionado estratégicamente no centro do encéfalo e isto facilita as suas conexões com todas as estruturas do sistema nervoso central, como o córtex cerebral, o cerebelo, o tronco encefálico e a medula espinal.



### Tálamo

O Tálamo possui cerca de 3 cm de diâmetro e comprehende cerca de 80% do volume total do diencéfalo, sendo a maior estrutura presente nesta região. Temos um tálamo direito e um esquerdo e ambos estão conectados através de uma estrutura de substância cinzenta denominada aderência intertalâmica.

O tálamo tem comunicação importante com os tratos espino-talâmicos anterior e lateral da medula espinal, modulando os vários tipos de sensibilidades recebidas pelo organismo e enviando esta informação às áreas somestésicas do córtex cerebral (áreas 1, 2 e 3), para que desta forma os estímulos sensitivos tornem-se conscientes pelo indivíduo. Note que o nome do trato é espino (de medula espinal) talâmico (de tálamo), pois percorre a medula espinal em direção ao tálamo, e do tálamo ao córtex sensitivo (áreas 1, 2 e 3), através da cápsula interna e coroa radiada. Portanto o tálamo nada mais é do que um centro de distribuição de estímulos que percorrem o sistema nervoso.

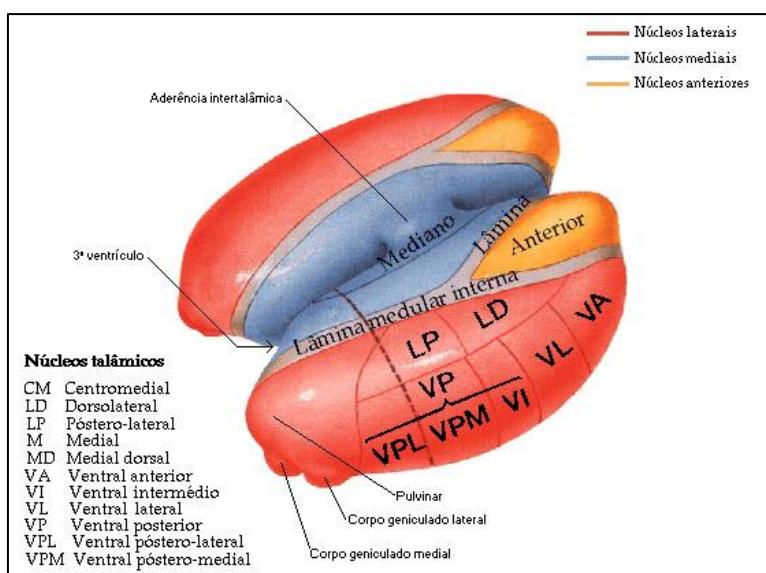
Da mesma forma, o tálamo tem importantes conexões com o cerebelo e com os núcleos da base e isto é importantíssimo na manutenção do tônus muscular, pois o cerebelo e os núcleos da base emitem estímulos ao tálamo e o tálamo envia estes estímulos ao córtex motor, para que desta forma o indivíduo tenha a capacidade de controlar o tônus muscular para desempenhar adequadamente a atividade motora que está realizando.

**O tálamo é dividido em quatro partes: anterior, posterior, lateral e medial** e desta forma conseguimos nos localizar anatomicamente para que consigamos descrever seus núcleos. Quando observamos o tálamo desta forma observamos uma estrutura de substância branca em forma de Y chamada lâmina medular medial (ou lâmina interna), e ela será a referência anatômica para dividirmos o tálamo nestas 4 regiões.

A **porção mais posterior** do tálamo compreende **o núcleo Pulvinar**. Próximo ao núcleo Pulvinar temos **os corpos geniculados lateral e medial**. O corpo geniculado lateral tem relação com a visão, pois os núcleos do nervo óptico (II) têm origem neste local. O corpo geniculado medial tem relação com a audição, pela sua proximidade com os colículos mesencefálicos, estruturas importantes no controle auditivo. Os corpos geniculados lateral e medial formam uma divisão do Diencéfalo denominado Metatálamo.

A **porção medial** do tálamo apresenta dois núcleos: **o dorso-medial anterior e o dorso medial posterior**. Os núcleos dorso-mediais têm relação com as emoções, aprendizado, planejamento, comportamento, raciocínio, cognição pelas suas relações com o sistema límbico.

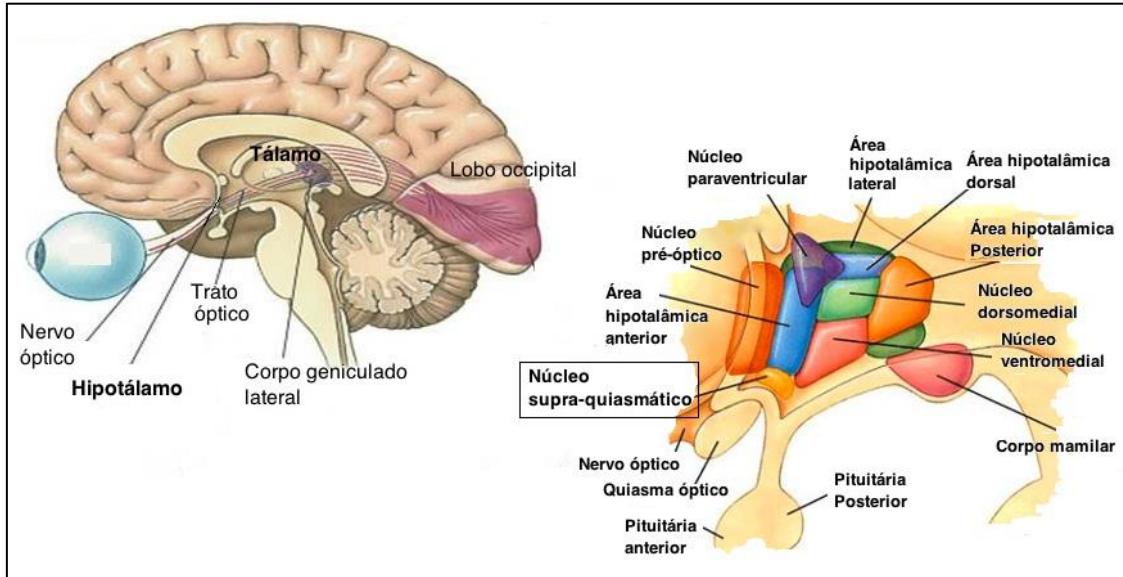
A **porção lateral** do tálamo possui 4 núcleos: **o dorso lateral** (localizado próximo à lâmina medular medial), **o ventro-lateral anterior, o ventro-lateral médio e o ventro-lateral posterior**. Os núcleos ventro-laterais estão relacionados ao controle dos movimentos voluntários, sensibilidade e propriocepção.



## Hipotálamo

O Hipotálamo é uma estrutura de aparência triangular localizada logo abaixo do Tálamo e também compreende uma massa de núcleos de substância cinzenta. O Hipotálamo é considerado o termostato do nosso corpo e tem importante função na manutenção da homeostase, pois comunica-se com a Hipófise (a principal glândula endócrina, também chamada de Pituitária)

através do infundíbulo. Desta forma o Hipotálamo fará o controle neural de diversas funções orgânicas, como a pressão arterial, temperatura, fome, sede e frio, e a Hipófise fará o controle endócrino de diversas funções orgânicas através da secreção de hormônios. Porém, a Hipófise só consegue liberar estes hormônios se for comandada pelo Hipotálamo através de "feedback negativo ou positivo" da presença de diversos hormônios na corrente sanguínea, o que fará com que a Hipófise secrete uma maior ou menor quantidade de hormônios no sangue. Sendo assim, as principais funções do Hipotálamo são o controle do sistema nervoso autônomo e o controle do sistema endócrino para a manutenção da homeostase.



Para entender como isso ocorre devemos fazer um breve resumo sobre a Hipófise. A Hipófise é dividida em Hipófise Anterior (ou Adeno-Hipófise) e Hipófise Posterior (ou Neuro-Hipófise). A Adeno-Hipófise produz e secreta seus hormônios na corrente sanguínea (GH, TSH, FSH, LH, ACTH e Prolactina). A Neuro-Hipófise não produz hormônios, ela apenas armazena e posteriormente libera na corrente sanguínea o ADH e a Ocitocina, que são produzidos e secretados pelos núcleos paraventricular e supra-óptico do Hipotálamo. Daí a importância do Hipotálamo para a manutenção da homeostase.

Anatomicamente **o Hipotálamo é dividido em 4 regiões** (de posterior para anterior): **mamilar, tuberal, supra-óptica e pré-óptica**. Cada uma destas regiões possui vários núcleos, assim como observamos no Tálamo.

A **região mamilar** apresenta 2 núcleos: **o núcleo posterior e corpo mamilar**.

A **região tuberal** possui 3 núcleos: **o dorso medial, o ventro-medial e o núcleo arqueado**.

A **região supra-óptica** é dividida em 3 núcleos: **o paraventricular, o supra-óptico e o supra-quiasmático**.

A **região pré-óptica** é caracterizada pela presença dos **núcleos da área pré-óptica**, evidentemente.

O Hipotálamo apresenta conexões com a Hipófise (através do infundíbulo), com a área pré-frontal do cérebro e com o sistema límbico (através do corpo mamilar). Funcionalmente o Hipotálamo apresenta-se como um termostato, controlando as seguintes funções orgânicas:

Controle do sistema nervoso autônomo

Controle da temperatura corporal (frio e calor)

Controle da fome e sede

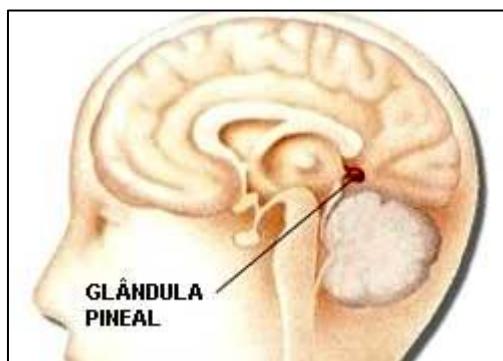
Controle do comportamento emocional através da raiva, amor e estímulos sexuais

Regulação do sono, vigília e ritmo circadiano

Controle da ingestão e eliminação de líquidos

## **Epítálogo: Glândula Pineal**

O Epítálogo está localizado na região posterior do Diencéfalo e compreende a parte endócrina do diencéfalo, e é conhecido também como glândula Pineal ou Epífise. Portanto esta glândula Pineal NÃO é composta por tecido nervoso e sim por células secretoras denominadas *Pinealócitos*. Estas células produzem um hormônio chamado **Melatonina**, importante na regulação do nosso sono, vigília e ritmo circadiano.



A melatonina tem relação direta com a noradrenalina, favorecendo uma maior ou menor liberação de melatonina pela glândula Pineal, portanto esta glândula é controlada pelo sistema nervoso autônomo simpático. Quanto menores os níveis de melatonina, menos sono a pessoa sente. Quanto maiores os níveis de melatonina, mais sono a pessoa apresenta, conforme descrito abaixo.

Durante o dia ocorre diminuição nos níveis de noradrenalina e consequentemente menor liberação de melatonina pela glândula Pineal, mantendo o indivíduo acordado, ou seja, em estado de vigília.

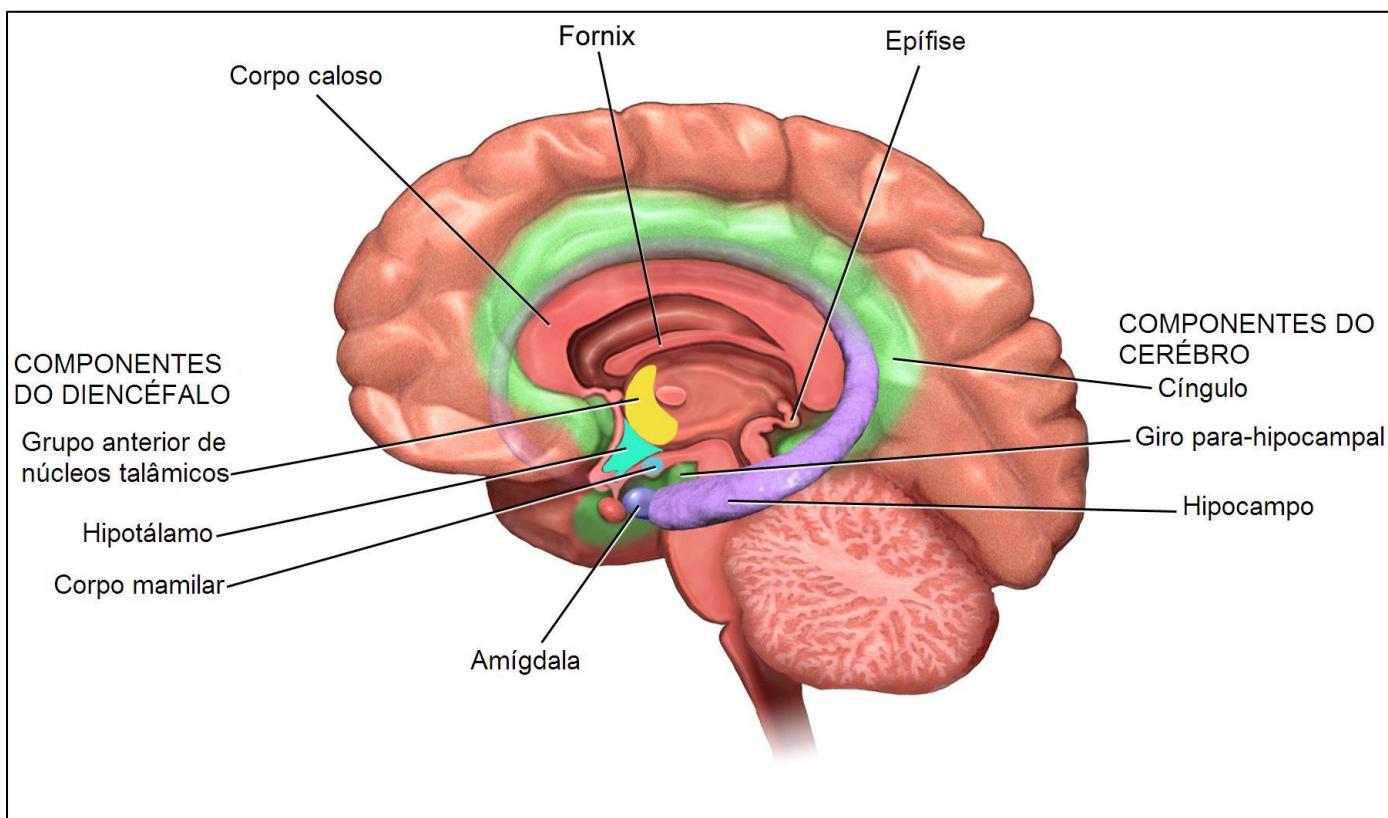
Durante a noite ocorre aumento nos níveis de noradrenalina e consequentemente maior liberação de melatonina pela glândula Pineal, fazendo com que o indivíduo tenha vontade de dormir. Sendo assim, a melatonina é o hormônio do sono.

## **Subtálamo**

Compreendem núcleos subtalâmicos e muitos autores nem os caracterizam como uma divisão verdadeira do Diencéfalo e segundo Machado, são núcleo de difícil visualização em peças anatômicas.

## Sistema Límbico: Áreas relacionadas com as emoções

A área relacionada com as emoções inicialmente foi descrita como "Rinencéfalo" (ou encéfalo olfativo) pelas suas conexões com o nervo olfatório, e por isso o olfato é o nosso sentido que mais aguça as nossas emoções e memórias boas ou ruins, recentes ou antigas. Em 1877 Paul Broca descreveu o "grande lobo límbico" como um lobo cerebral independente de outras áreas corticais, filogeneticamente muito mais antigo que as demais partes do cérebro e presente em todos os vertebrados. James Papez deu continuidade aos estudos do sistema límbico propondo uma nova teoria para o funcionamento desta parte do sistema nervoso e em 1937 descreveu o chamado "círculo de Papez", envolvendo estruturas do tálamo, hipotálamo e lobo límbico, interconectadas e participando dos processos relativos às nossas emoções e memória, que veremos a seguir.



O Sistema Límbico é a principal área do sistema nervoso relacionado com as nossas emoções. O nome límbico é derivado do termo "*limbus*" que significa contorno. Quando estudamos a anatomia percebemos que o sistema límbico apresenta-se contornando principalmente a região do diencéfalo.

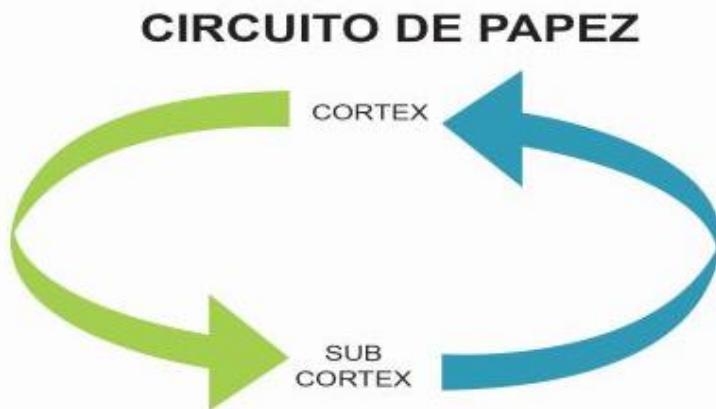
As **áreas relacionadas ás emoções** compreendem a **área pré-frontal do cérebro, o corpo mamilar do hipotálamo e os elementos do sistema límbico**. Os componentes pertencentes ao sistema límbico são divididos em **componentes corticais e subcorticais**.

**Componentes corticais:** giro do cíngulo, giro parahipocampal e hipocampo

**Componentes subcorticais:** Fônix, núcleos mamilares, amigdala (ou corpo amigdaloide), área septal do lobo frontal, núcleos anteriores do tálamo e núcleos habenulares.

### Círculo de Papez

O circuito de Papez refere-se às estruturas do sistema límbico que fazem um circuito circular, iniciando em um ponto e terminando neste mesmo ponto, dali vêm os nomes "círculo", circular ou límbico. Os componentes do circuito de Papez são a área septal, os núcleos mamilares, o núcleo anterior do tálamo, o giro do cíngulo e o hipocampo, e todos estes elementos estão interligados pelo Fórnix.



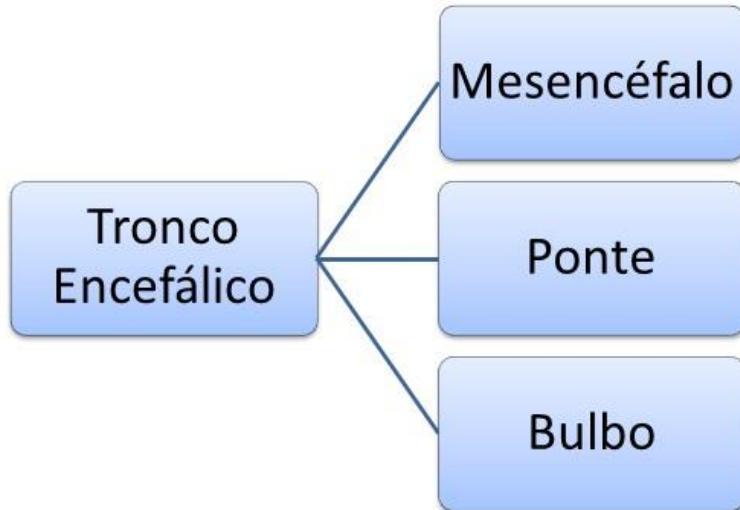
### Funções do Sistema Límbico

As principais funções do sistema límbico dizem respeito às regulações de nossos processos emocionais, regulação do sistema nervoso autônomo e principalmente a manutenção de alguns instintos primitivos essenciais à preservação da vida e da espécie, como a fome, a sede e o sexo. O instinto mais forte dos seres vivos é o de preservação da espécie, portanto os estímulos sexuais são muito mais fortes do que os da preservação da vida do próprio indivíduo e todos eles são desencadeados através do sistema límbico. Além disso, o sistema límbico também está diretamente relacionado com os processos de armazenamento de memória (recente e antiga) o que nos permite o aprendizado de diversas tarefas que realizamos diariamente. As tarefas que fazemos com maior frequência serão armazenadas e o aprendizado se torna cada vez mais produtivo, assim como quando fazemos uma tarefa e nunca mais a realizamos, em alguma etapa da vida que tentarmos fazê-la novamente teremos dificuldades, pois esta informação já foi descartada de nossos bancos de dados cerebrais. Isso é o que chamamos de aprendizado cognitivo. Sendo assim, quanto mais você ler e estudar, mais fortes são as conexões neuronais através do sistema límbico e mais informações serão lançadas em nosso disco rígido cerebral que é o hipocampo, armazenando a maior quantidade possível de dados permitindo que você aprenda cada vez mais coisas. Não existe pessoa mais inteligente que a outra, existe pessoa que LÊ e APRENDE mais coisas que a outra.

### Estrutura e funções do Tronco Encefálico

O tronco encefálico é uma das partes que compreendem o encéfalo. Ele é responsável por conectar o diencéfalo à medula espinal e mede cerca de 8 cm. Anatomicamente, **o tronco encefálico é dividido em três partes**. A parte superior é chamada **mesencéfalo**, a média é chamada **ponte** e a parte inferior é chamada **bulbo** (antiga medula oblonga). Funcionalmente, ele

tem a presença de núcleos que darão origem às vias extrapiramidais e também de núcleos de origem da maior parte dos nervos cranianos. Por toda a extensão do tronco encefálico encontramos uma estrutura reticulada formada pelo entrelaçamento de núcleos formados por substância cinzenta e estrutura de substância branca, que é a chamada formação reticular.



### Mesencéfalo

O mesencéfalo é **dividido em teto e pedúnculos**. O limite entre os dois é o aqueduto cerebral. O **pedúnculo**, por sua vez, é **dividido em tegmento e bases**. Os pedúnculos e as bases ficam separados pela **substância negra**, que é uma região onde temos grande quantidade de neurônios dopaminérgicos, responsáveis pelo controle da motricidade. Na doença de Parkinson ocorre degeneração da substância negra e diminuição da produção de dopamina nessa região, provocando tremores e diversos problemas relacionados aos movimentos. Logo a frente da substância negra encontramos os **núcleos rubros**, que possuem a cor avermelhada, por serem mais vascularizados e possuírem ferro. Nessa região teremos a origem do trato rubroespinal, responsável pelo controle dos movimentos voluntários. No mesencéfalo temos também as **origens dos núcleos dos nervos cranianos de par III (óculomotor) e IV (troclear)**.

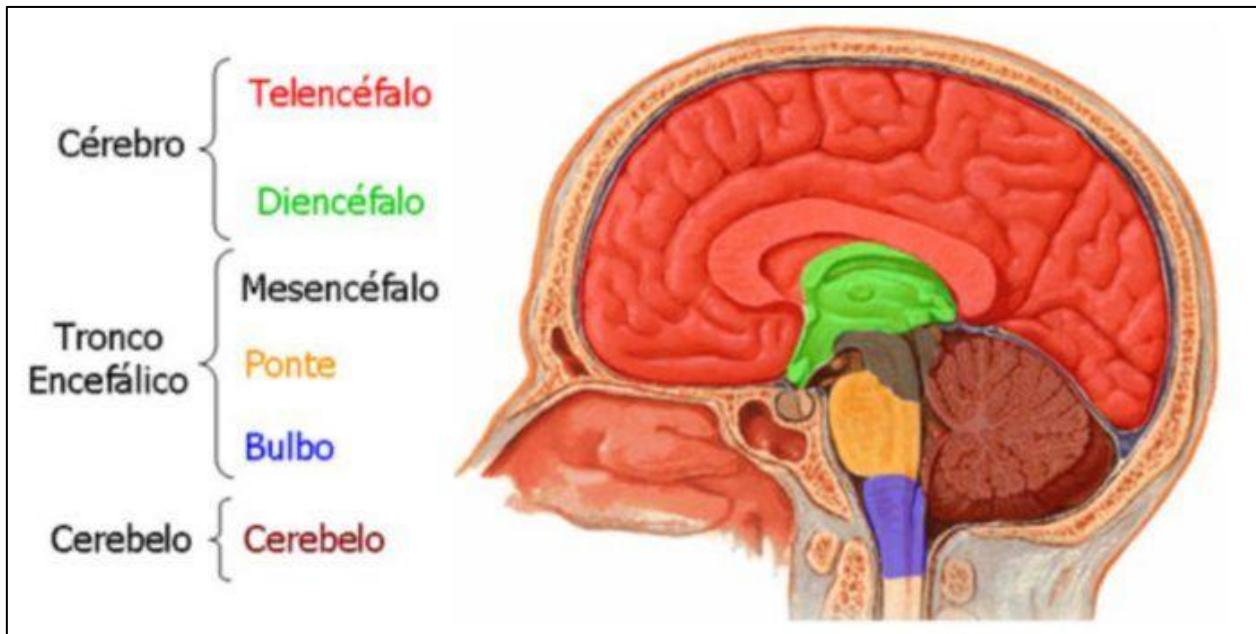
### Ponte

A ponte fica logo à frente do cerebelo e possui cerca de 2,5 cm. Na ponte temos as **origens dos núcleos dos nervos cranianos de pares V (trigêmio), VI (abducente), VII (facial) e VIII (vestíbulo-coclear)**. Na ponte temos também partes do centro respiratório, que correspondem à área pneumotáxica e à área apnêustica.

### Bulbo

O bulbo apresenta as áreas inspiratória e expiratória do **centro respiratório**. Essas são as áreas que controlam os movimentos automáticos da respiração. No bulbo temos também o **centro cardiovascular**, onde ocorrerá o controle dos batimentos cardíacos e da pressão arterial. No bulbo ainda ocorrerá o cruzamento dos feixes do trato córtico-espinal na região das **pirâmides bulbares**. Nessa região teremos o cruzamento destes feixes e, por este motivo, o córtex cerebral direito controla os movimentos do lado esquerdo do corpo, e vice-versa. O cruzamento destes

feixes é chamado **decussação das pirâmides**. No bulbo temos também os **núcleos de origem dos nervos cranianos de par IX (glossofaríngeo), X (vago), XI (acessório) e XII (hipoglosso)**.



### Formação Reticular

A formação reticular é uma estrutura que abrange todo o tronco encefálico e é responsável principalmente pela **manutenção do estado de vigília e pelo controle do sono**. A vigília é controlada em uma região chamada **SARA** (sistema ativador reticular ascendente), enquanto o sono é controlado pelos chamados **núcleos da RAFFE**.

### Estrutura e funções do Cerebelo

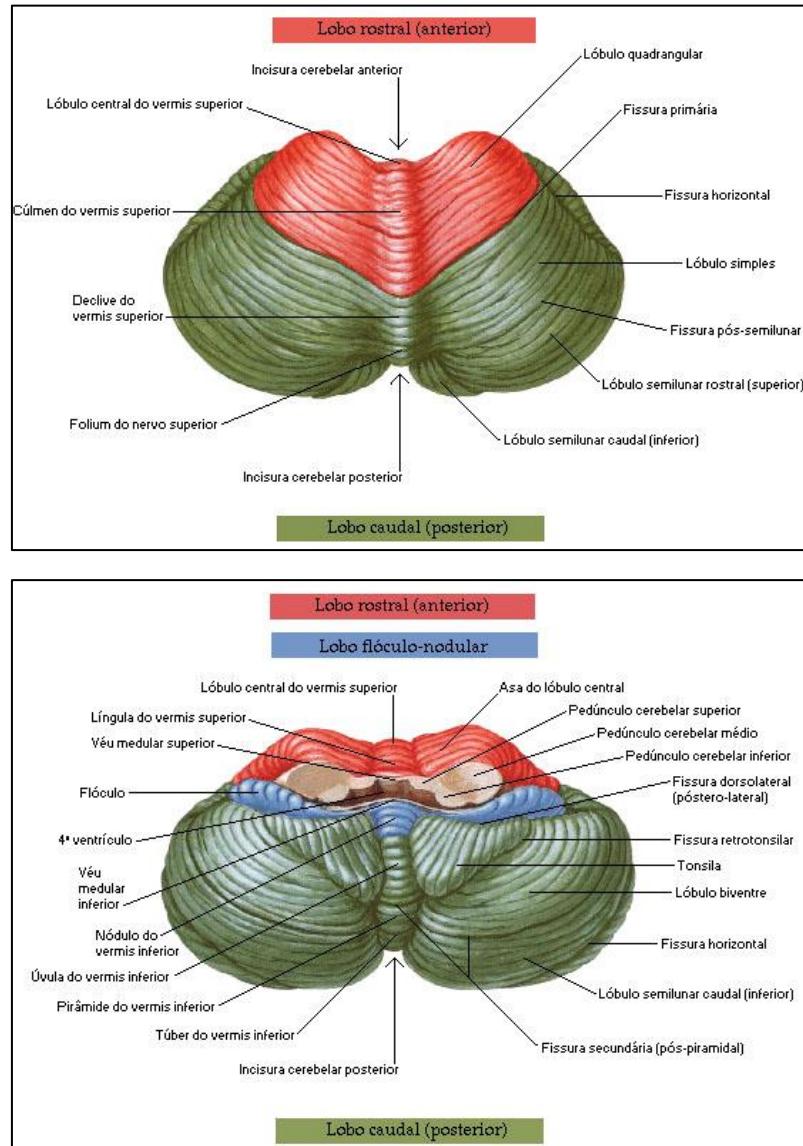
O cerebelo tem esse nome por ser um “pequeno cérebro”, localizado na região pôsterior-inferior do encéfalo e compreende a cerca de 10% do volume total do encéfalo, porém concentra cerca de 50% de todos os neurônios presentes no encéfalo. Ele é dividido do lobo occipital do cérebro pela tenda do cerebelo, uma forte prega da dura-máter que o isola do cérebro e repousa sobre a fossa posterior do crânio.

Assim como todos os elementos do SNC, o cerebelo apresenta córtex que contém substância cinzenta e medula que contém substância branca. A substância branca do cerebelo é também chamada de “árvore da vida”. Funcionalmente, o cerebelo está conectado ao córtex cerebral, aos núcleos da base, ao tronco encefálico e à medula espinal através das fibras da substância branca. Os pedúnculos cerebelares (superior, médio e inferior) são estruturas de substância branca que unem o cerebelo ao tronco encefálico.

O cerebelo apresenta **4 núcleos de substância cinzenta**, são eles: **o núcleo denteadoo, o núcleo fastigial, o núcleo globoso e o núcleo emboliforme**. Nestas regiões ocorrerão sinapses entre os neurônios que conectam o cerebelo às demais partes do encéfalo.

### Divisões Anatômicas

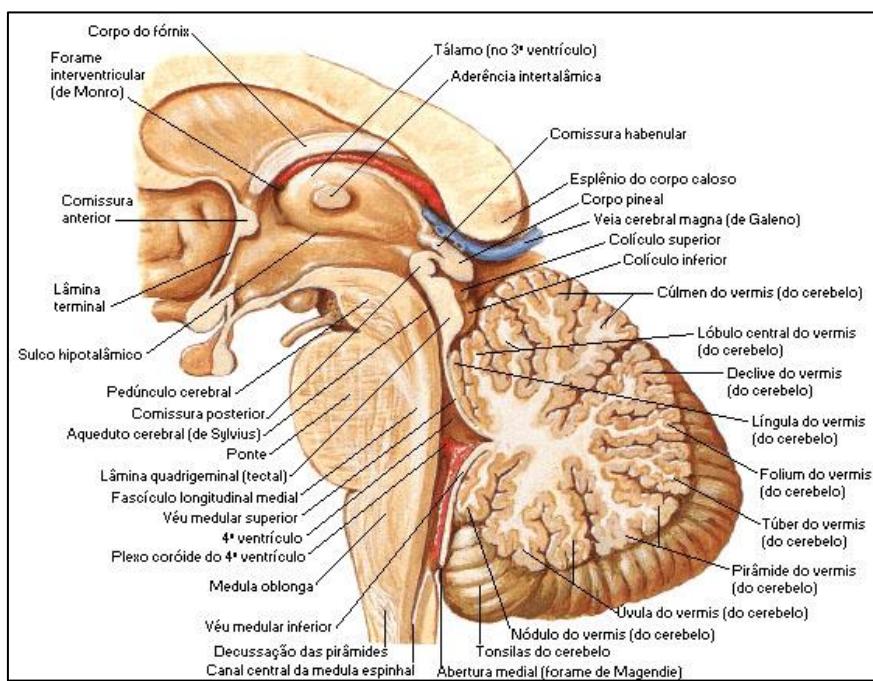
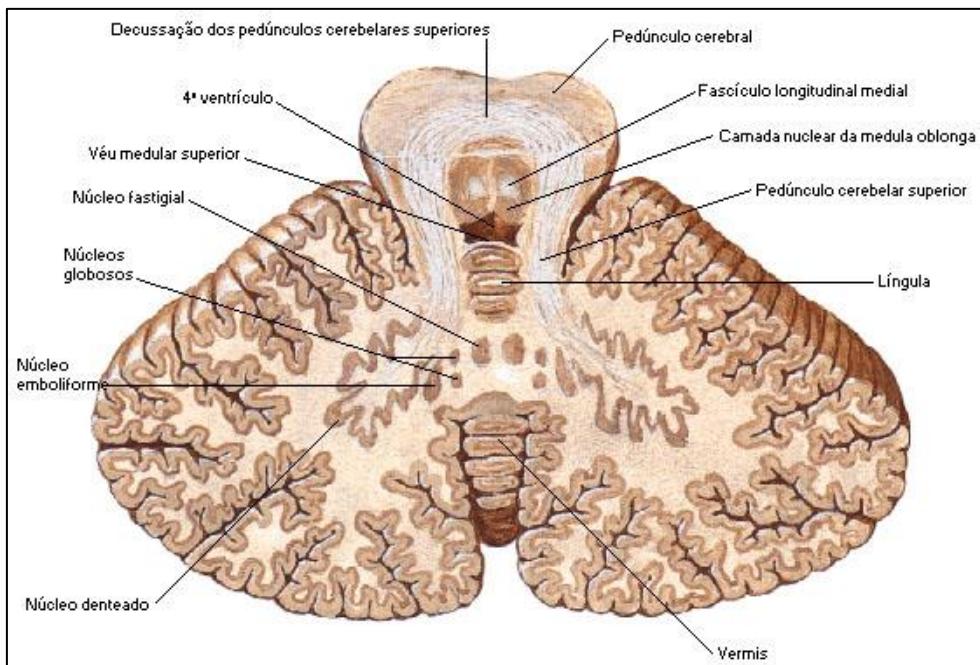
Anatomicamente o cerebelo é dividido em uma porção central, denominada "vermis" e de cada lado do vermis temos os **hemisférios cerebelares direito e esquerdo**. O vermis e os hemisférios cerebelares conferem ao cerebelo o formato de uma borboleta. Estes hemisférios cerebelares estão divididos em lobos e fissuras (assim como o cérebro), sendo que temos **o lobo anterior e o lobo posterior** do cerebelo separados pela fissura prima (ou primária). O cerebelo ainda possui um outro lobo denominado **flóculo-nodular**, que corresponde à parte mais antiga do cerebelo humano. A maior parte da massa do cerebelo é constituída pelo lobo posterior. O vérmis do cerebelo é dividido em: língula, lóbulo central e culmen (que ficam na parte do vérmis posicionada no lobo anterior do cerebelo); declive, fólium, túber, pirâmide e úvula (que ficam na parte do vérmis posicionada no lobo posterior do cerebelo).



## Divisões Filogenéticas

Filogeneticamente (pela idade), o cerebelo é dividido em 3 partes: o **arquicerebelo**, o **paleocerebelo** e o **neocerebelo**. O arquicerebelo é a parte mais antiga do cerebelo humano e corresponde ao lobo flóculo-nodular. O paleocerebelo se desenvolveu posteriormente, conforme o ser humano começou a adquirir maior destreza em seus movimentos, e corresponde a todo o lobo anterior e a parte do vermis entre a fissura pré-piramidal (pirâmide e úvula). Praticamente todo o lobo posterior (exceto pirâmide e úvula) corresponde ao neocerebelo, que foi a última e

maior parte do cerebelo a se desenvolver, pois o ser humano precisou aumentar o desenvolvimento desta parte do cerebelo pelo fato de andar na posição bípede e pela grande habilidade que adquiriu nas mãos e membros superiores.



## Funções do Cerebelo

Funcionalmente, o cerebelo é responsável pelo **controle inconsciente dos movimentos voluntários, propriocepção, tônus muscular, postura e equilíbrio**. O arquicerebelo (lobo flóculo-nodular) é responsável pelo equilíbrio. O controle do tônus muscular e da postura é feito pelo paleocerebelo (lobo anterior, pirâmide e uvula). O neocerebelo (quase todo o lobo posterior) controla os movimentos voluntários e atividades motoras automáticas (como andar de bicicleta e dirigir), ou seja, está relacionado ao aprendizado motor. Quando você aprende uma nova atividade ela fica armazenada no neocerebelo, e isso será importante para liberar o cérebro para aprender

muitas outras novas atividades, enquanto estas atividades automáticas são apenas repetidas e reproduzidas pelo cerebelo.

## Estrutura e funções da Medula Espinal

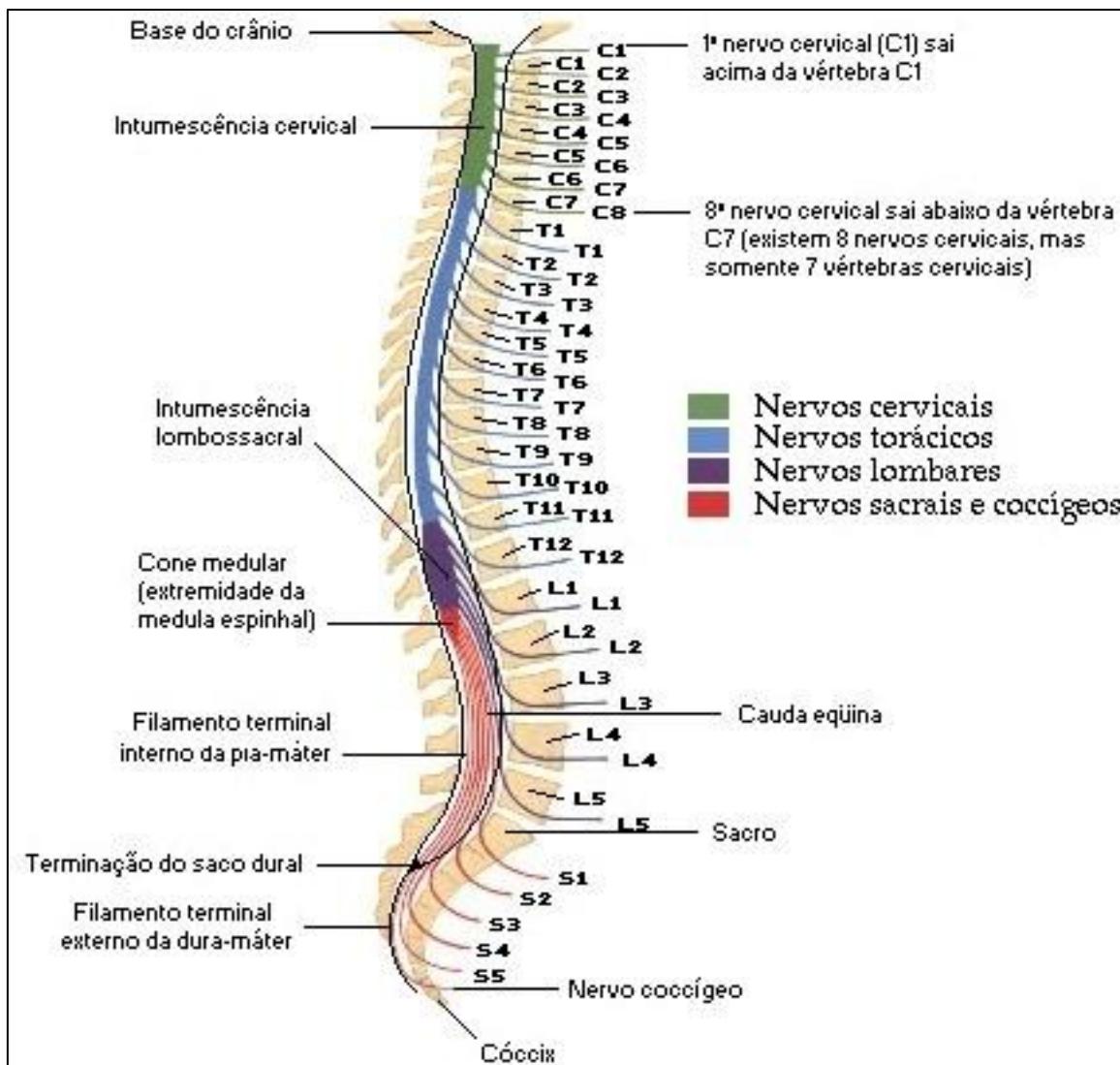
A medula espinal é o principal elemento de conexão entre o encéfalo e os órgãos periféricos como músculos, pele e glândulas, ou seja, todos os estímulos conduzidos do cérebro a estes órgãos ou destes órgãos para o cérebro devem necessariamente atravessar a medula espinal. A medula é também um elemento do SNC juntamente com o cérebro, cerebelo e tronco encefálico, e fato que demonstra isso é ela estar protegida pela coluna vertebral, pois todos os elementos do SNC ficam protegidos por estruturas ósseas devido a sua importância para a manutenção de todas as nossas funções orgânicas.

### Anatomia da Medula Espinal

Anatomicamente podemos destacar que a medula espinal tem início a partir do forame magno do crânio logo após o final do bulbo, e se estende até o cone medular na altura da vértebra L2, portanto entenda que a medula espinal é mais curta do que a coluna vertebral. Isso ocorre porque até o 4º mês de vida embrionária a coluna vertebral e a medula espinal crescem no mesmo ritmo. Depois do 4º mês de vida embrionária a coluna vertebral se desenvolve mais rapidamente do que a medula espinal e esta última torna-se mais curta que a coluna vertebral, terminando na altura da vértebra L2.

A medula espinal termina na altura da vértebra L2 em uma região chamada **cone medular** e daí pra baixo teremos apenas filamentos de nervos espinais, chamados de **cauda equina** por parecerem um rabo de cavalo. A medula espinal fica fixada ao cóccix através de prolongamentos da pia-máter formando o ligamento coccígeo, que evitará que a medula fique solta no canal medular.

Não pense que a medula é uma estrutura tubular uniforme, pois na região cervical e na transição lombossacral temos duas dilatações que são chamadas intumescências. A **intumescência cervical** ocorre pela formação do plexo braquial e a **intumescência lombar** ocorre pela formação do plexo lombossacral, que serão estudados nos próximos capítulos.



A **medula espinal**, assim como a coluna vertebral, **apresenta 5 divisões: a cervical, a torácica, a lombar, a sacral e a coccígea**. A medula é segmentada, e cada segmentação diz respeito ao par de nervos espinais que emergem de cada parte da medula espinal. Ao segmentar cada parte da medula espinal teremos:

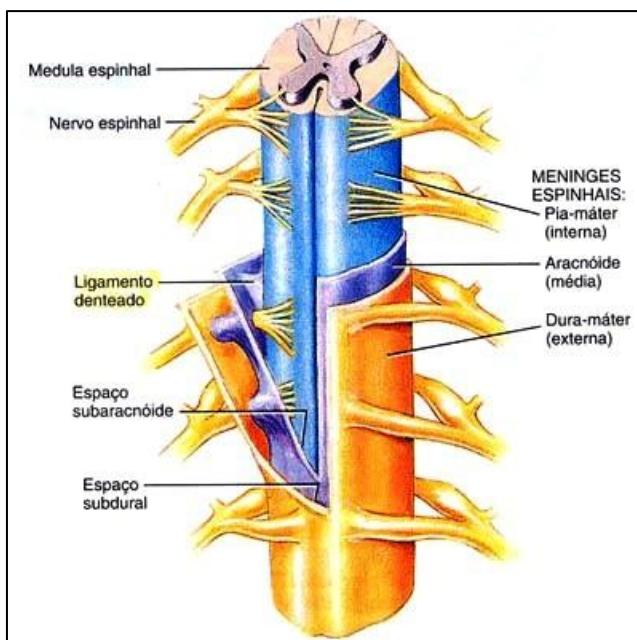
RELAÇÃO ENTRE OS SEGMENTOS MEDULARES E AS VÉRTEBRAS		
REGIÃO	SEGMENTOS MEDULARES	VÉRTEBRAS
Cervical	8	7
Torácica	12	12
Lombar	5	5
Sacral	5	5

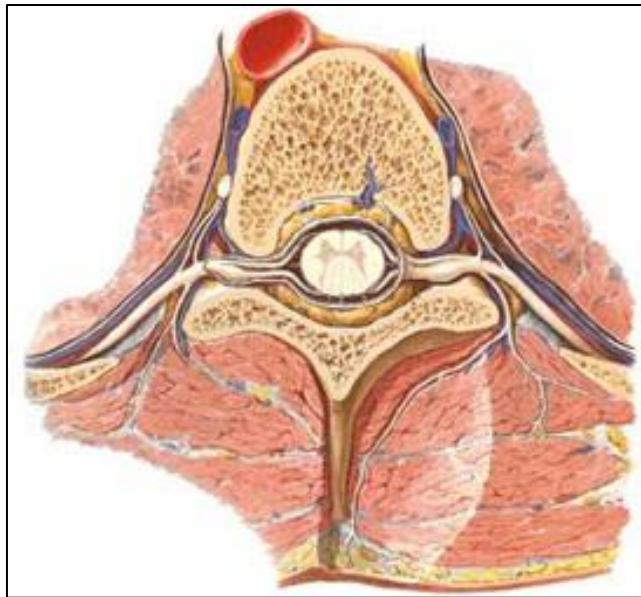
Coccígea	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>33</b>

Perceba que na região cervical temos um segmento medular a mais do que a quantidade de vértebras e na região coccígea temos três segmentos medulares a menos do que o números de vértebras. Nas demais regiões (torácica, lombar e sacral) a quantidade de segmentos medulares e vértebras é a mesma. Assim sendo, temos o total de 31 segmentos medulares, e no próximo capítulo você perceberá que temos também 31 pares de nervos espinais, sendo 1 par de nervos para cada segmento medular.

### Proteção da Medula Espinal

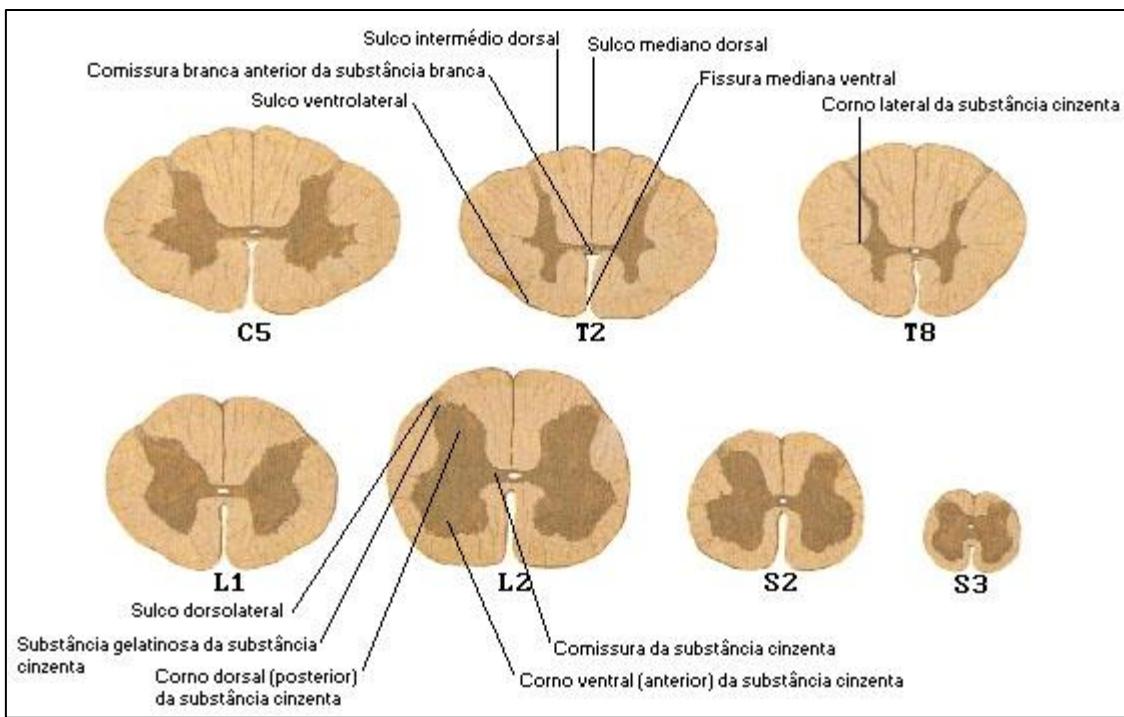
A medula espinal está protegida pelas vértebras, pois fica dentro do canal medular das vértebras e é revestida pelas meninges. Este canal medular contém a gordura epidural que ajuda na proteção da medula contra traumas ou compressões. As **meninges** correspondem ao revestimento protetor do SNC, e são compostas por 3 folhetos: um mais externo denominado **Dura-Máter**, um intermediário denominado **Aracnóide** e o mais profundo em contato direto com a medula denominado **Pia-Máter**. Entre a Aracnóide e a Pia-Máter temos um líquido chamado de **líquor**, líquido céfalo-raquidiano ou líquido cérebro-espinal. Este líquor protege a medula espinal e o encéfalo dissipando a energia de eventuais traumas ocorridos nestas regiões, de acordo com o princípio de Pascal.





### **Substância Cinzenta e Substância Branca da Medula**

Quando cortamos transversalmente a medula espinal podemos observar uma estrutura em formato de borboleta, chamado H medular. Aqui temos que lembrar um conceito básico sobre o SNC, onde todas as estruturas do SNC possuem substância cinzenta (corpos celulares de neurônios) e substância branca (axônios). O H medular é constituído de substância cinzenta e ao redor dele teremos estruturas de substância branca. Na substância cinzenta (H) teremos a coluna anterior (motora), a coluna posterior (sensitiva) e a coluna lateral (autônoma). A coluna lateral só existe na região entre T1 a L2 (porção simpática) e entre S2 e S4 (porção parassimpática). Na substância branca temos os funículos, tratos e fascículos, que são vias de condução de estímulos motores provenientes do cérebro, e de vias sensitivas e proprioceptivas em direção ao cérebro e cerebelo. Ainda na substância branca da medula temos os funículos anterior, posterior e lateral. Dentro destes funículos estão contidos os tratos e fascículos que atravessam a medula: os tratos córtico-espinais (lateral e anterior), retículo-espinal, tecto-espinal, vestíbulo-espinal e rubro-espinal como sendo importantes vias motoras; os tratos espino-talâmicos (lateral e anterior) como sendo importantes vias sensitivas; e os tratos espino-cerebelares (anterior e posterior) e fascículos grátil e cuneiforme como sendo importantes vias proprioceptivas e sensitivas.



## Nervos Espinais

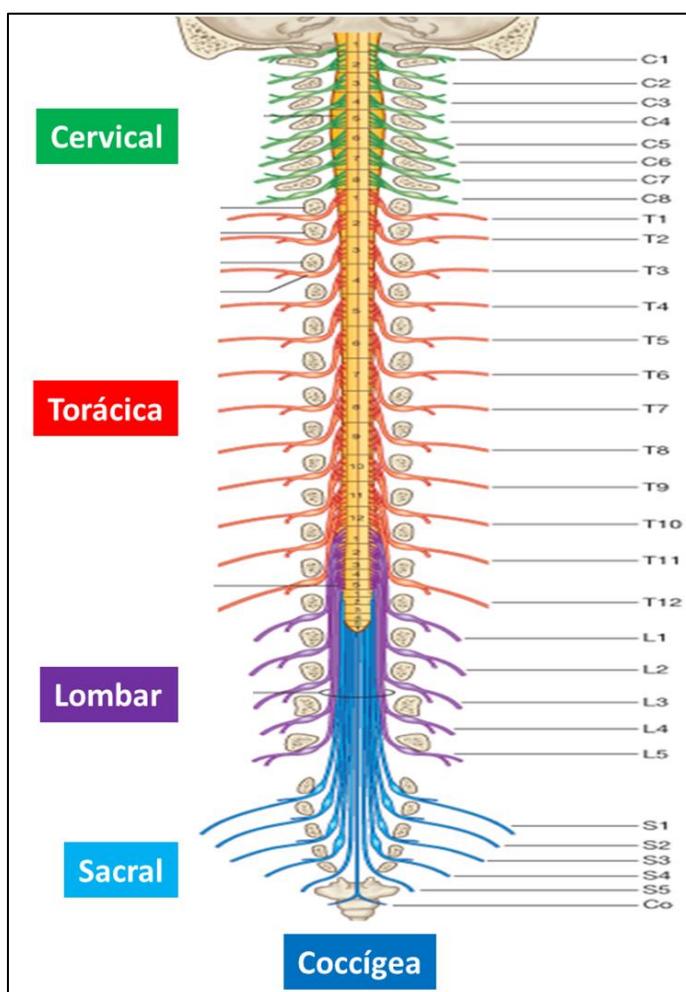
Os nervos espinais são aqueles que têm sua origem na medula espinal e são componentes do sistema nervoso periférico. Temos 31 pares de nervos espinais, assim como temos 31 segmentos medulares, portanto cada par de nervos espinais terá a sua origem em um segmento medular correspondente.

Portanto não confunda o número de vértebras (parte óssea) com o número de nervos espinais (parte neurológica) que emergem destas mesmas vértebras. Os nervos espinais emergem dos forames intervertebrais, localizados entre duas vértebras, mas veja que temos 8 nervos espinais cervicais para 7 vértebras. Isso ocorre porque na 1<sup>a</sup> vértebra cervical (atlas) temos um par de nervos emergindo acima dela e outro par de nervos emergindo abaixo. Daí pra baixo TODOS os nervos espinais emergem abaixo das vértebras, tanto que a relação entre vértebras e nervos não é alterada nas regiões torácica, lombar e sacral. Na região coccígea temos novamente uma diferença, onde teremos 4 vértebras coccígeas para 1 nervo espinal correspondente (ver imagem e tabela abaixo). Portanto as diferenças numéricas entre o total de vértebras (33) e o total de nervos (31) estão na região cervical e na região coccígea.

Desta forma, na região cervical temos 8 pares de nervos espinais, na torácica 12, na lombar 5, na sacral 5 e na coccígea 1, totalizando 31 pares de nervos espinais, conforme tabela abaixo:

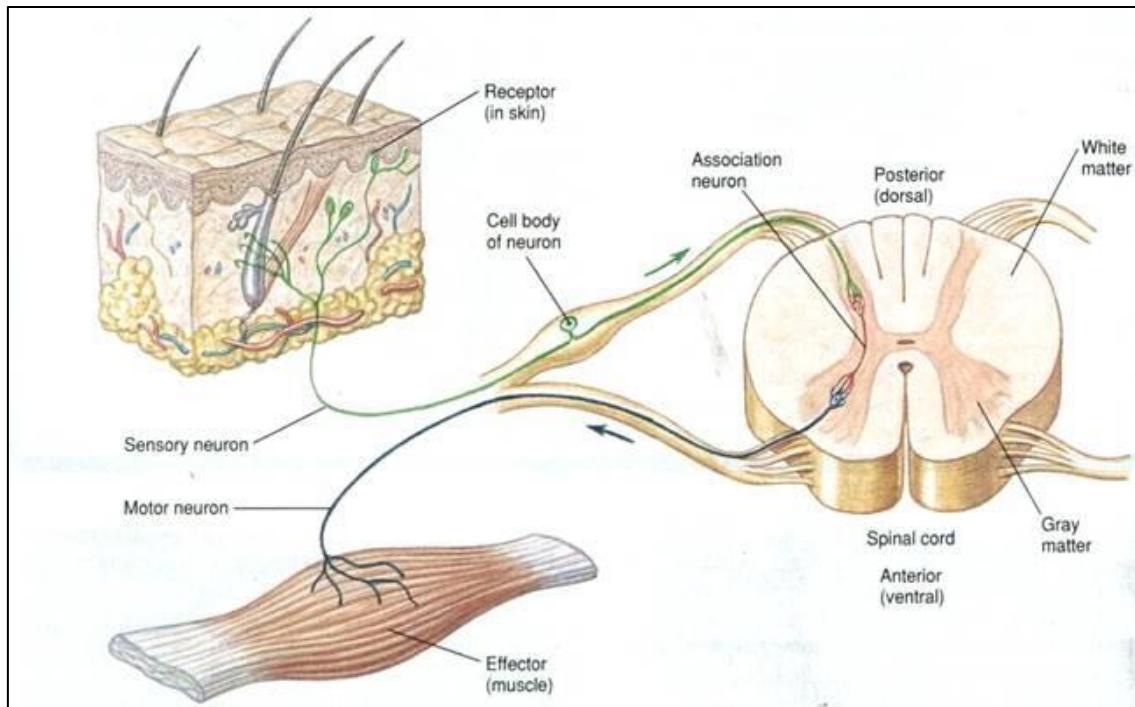
RELAÇÃO ENTRE AS VÉRTEBRAS E OS NERVOS ESPINAIS		
REGIÃO	VÉRTEBRAS	NERVOS ESPINAIS

<b>Cervical</b>	7	8
<b>Torácica</b>	12	12
<b>Lombar</b>	5	5
<b>Sacral</b>	5	5
<b>Coccígea</b>	4	1
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>31</b>



### Formação dos Nervos Espinais

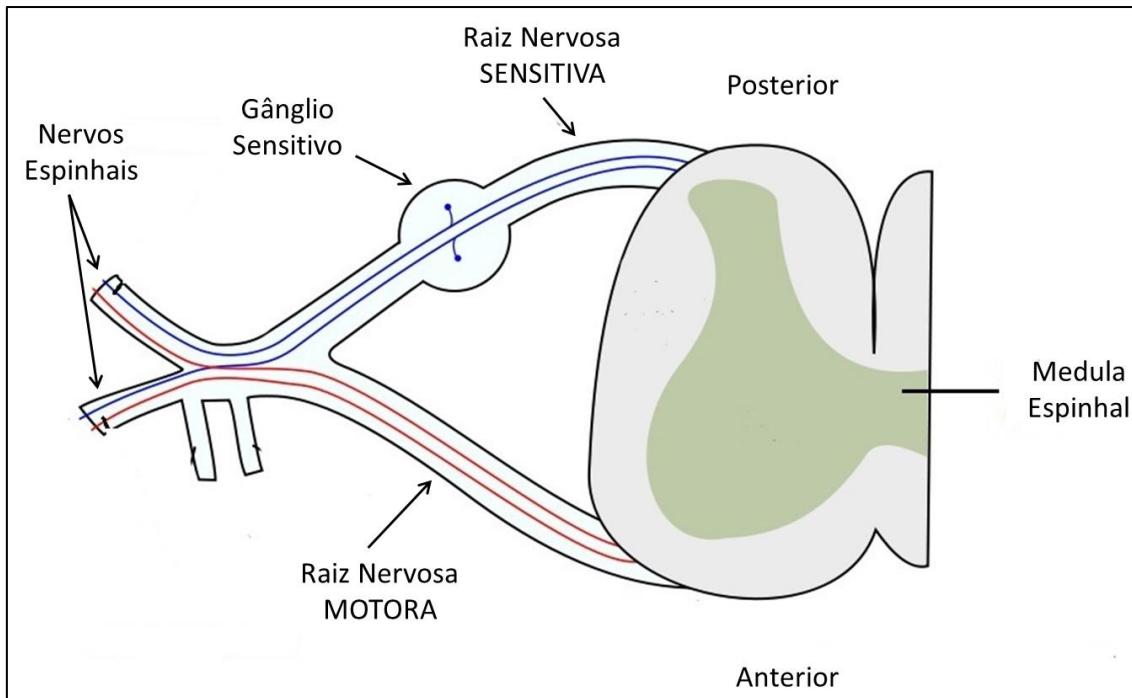
Cada segmento medular dará origem a 1 par de nervos espinais. Os elementos fundamentais que irão compor os nervos espinais são as raízes nervosas motoras e sensitivas, que irão conferir inervação aos músculos para estes gerarem movimentos, e à pele para termos sensibilidade cutânea.



**Raiz Motora:** Terá origem na coluna anterior da medula espinal e será responsável por conduzir **estímulos eferentes (do SNC para o SNP)** aos músculos, através de neurônios multipolares. Este neurônio irá estimular a placa motora do músculo para que ele possa contrair e gerar movimentos voluntários.

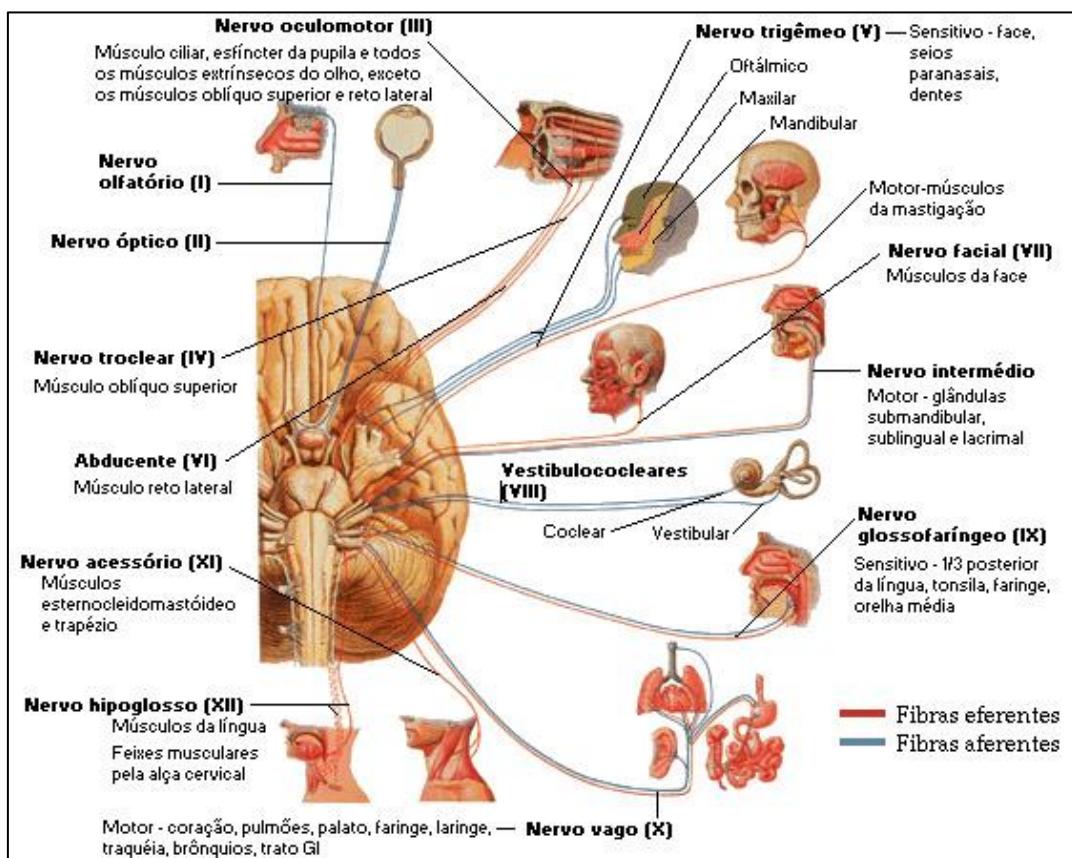
**Raiz Sensitiva:** Tem origem na coluna posterior da medula espinal e será responsável por conduzir **estímulos aferentes (do SNP para o SNC)** provenientes dos receptores sensitivos da pele. Estes receptores conduzem estímulos de dor, calor, frio, tato, pressão e vibração para o sistema nervoso central. Note que a raiz sensitiva possui uma dilatação denominada "gânglio sensitivo", pois os neurônios sensitivos são do tipo pseudo-unipolares e o gânglio abriga o corpo celular destes neurônios.

**Nervo Espinhal:** É formado a partir da união de uma raiz motora e de uma raiz sensitiva, portanto dentro dos nervos trafegam informações eferentes (motoras) e aferentes (sensitivas). Por este motivo os nervos espinais são mistos, pois conduzem estímulos motores aos músculos e sensitivos provenientes da pele e órgãos internos. **Dentro dos nervos temos apenas os AXÔNIOS dos neurônios**, portanto podemos afirmar que os nervos são conjuntos de axônios motores e sensitivos.

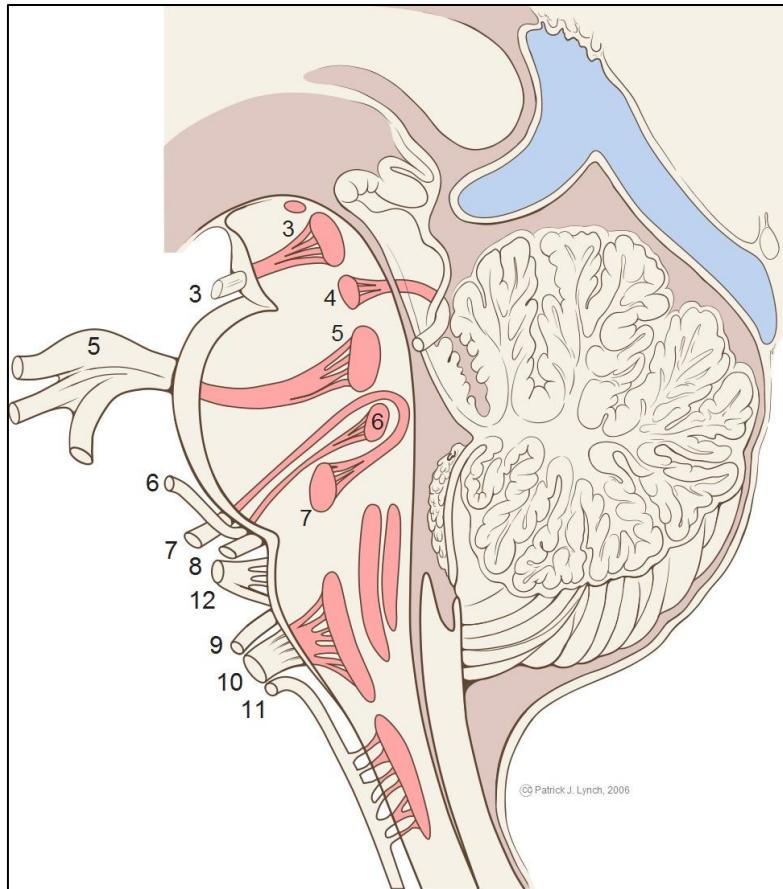


## Nervos Cranianos

Temos 12 pares de Nervos Cranianos e todos estes nervos têm origem no encéfalo (cérebro e tronco encefálico), diferentemente dos nervos espinais que são originados na medula espinal. A contagem dos nervos cranianos é feita de anterior para posterior e eles são numerados em algarismos romanos. De acordo com suas características funcionais os nervos cranianos podem ser sensitivos (afferentes), motores (eferentes), ou mistos (sensitivos e motores), conforme tabela abaixo.



	<b>NERVO</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>FUNÇÃO</b>
I	<b>Olfatório</b>	Bulbo olfatório (telencéfalo)	Sensitivo	Olfato
II	<b>Óptico</b>	Corpo geniculado lateral (tálamo)	Sensitivo	Visão
III	<b>Oculomotor</b>	Núcleos de Edinger-Westphal (Mesencéfalo)	Motor	Movimentos dos olhos (músculos extrínsecos) e das pupilas (músculos intrínsecos)
IV	<b>Troclear</b>	Núcleos do nervo troclear (Mesencéfalo)	Motor	Movimento dos olhos (inerva apenas o músculo oblíquo superior dos olhos)
V	<b>Trigêmeio</b>	Núcleo principal e núcleo motor do nervo trigêmeo (Ponte)	Misto (sensitivo/motor)	S: Sensibilidade da face (ramos oftálmico [V <sub>1</sub> ], maxilar [V <sub>2</sub> ] e mandibular [V <sub>3</sub> ]) e dos 2/3 anteriores da língua  M: Inerva os músculos da mastigação
VI	<b>Abducente</b>	Núcleo do nervo abducente (Ponte)	Motor	Movimento lateral dos olhos (inerva apenas o músculo reto lateral dos olhos)
VII	<b>Facial</b>	Núcleo do nervo facial (Ponte) e núcleo do trato solitário (Bulbo)	Misto (sensitivo/motor)	S: Paladar nos 2/3 anteriores da língua  M: Inerva todos os músculos da mímica (expressão) facial
VIII	<b>Vestíbulo-Coclear</b>	Núcleos vestibulares e núcleos cocleares anterior e posterior (Ponte e Bulbo)	Sensitivo	Equilíbrio (ramo vestibular) e Audição (ramo coclear)
IX	<b>Glosso-Faríngeo</b>	Núcleo do trato solitário (Bulbo)	Misto (sensitivo/motor)	S: Sensibilidade e paladar no 1/3 posterior da língua  M: Deglutição
X	<b>Vago</b>	Núcleo ambíguo, núcleo posterior do nervo vago e núcleo do trato solitário (Bulbo)	Misto (sensitivo/motor)	S: Inervação aferente visceral  M: Deglutição, fonação (fala) e inervação parassimpática das vísceras torácicas e abdominais
XI	<b>Acessório</b>	Núcleo ambíguo (Bulbo) e medula espinal (de C1 a C5)	Motor	Movimentos do pescoço (inerva os músculos esternocleidomastóideo e trapézio)
XII	<b>Hipoglosso</b>	Núcleo do nervo hipoglosso (Bulbo)	Motor	Movimentos da língua (inerva os músculos intrínsecos da língua)



Origens dos nervos cranianos no tronco encefálico

## Plexos Nervosos

Quando os nervos têm origem a partir de apenas um segmento medular eles são chamados de nervos *unisegmentares*, como os nervos intercostais originados na região torácica. Quando os nervos têm origem a partir de vários segmentos medulares eles são chamados nervos *plurisegmentares*. Os plexos braquial e lombossacro (ou lombossacral) são exemplos de regiões onde temos nervos plurisegmentares. Por exemplo, no plexo braquial temos o nervo radial originado das raízes nervosas C5, C6, C7, C8 e T1 inervando parte dos membros superiores. No plexo lombossacro temos o famoso nervo ciático originado das raízes nervosas de L4, L5, S1, S2 e S3 inervando parte dos membros inferiores.

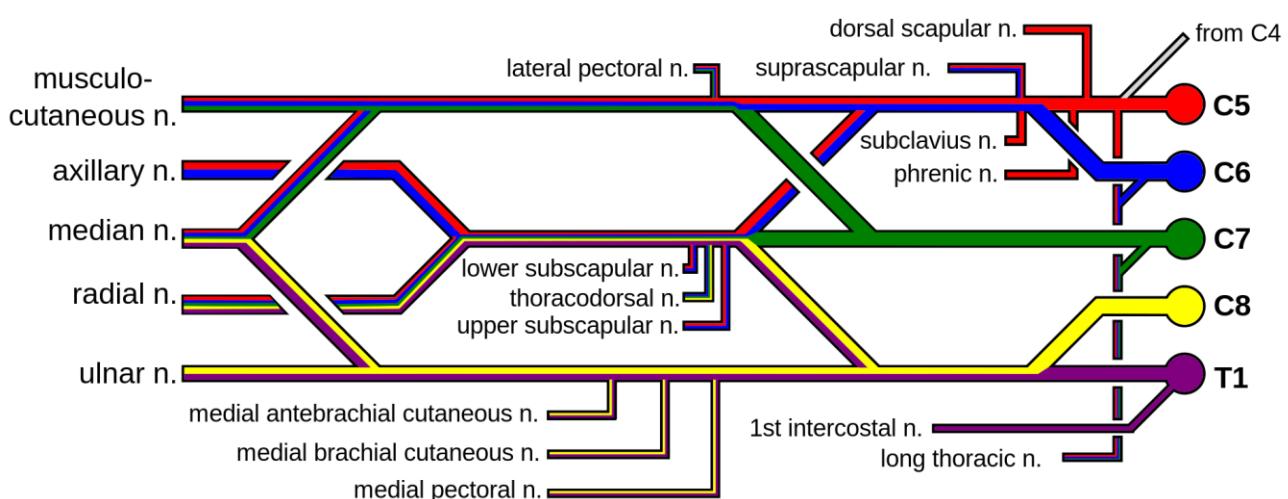
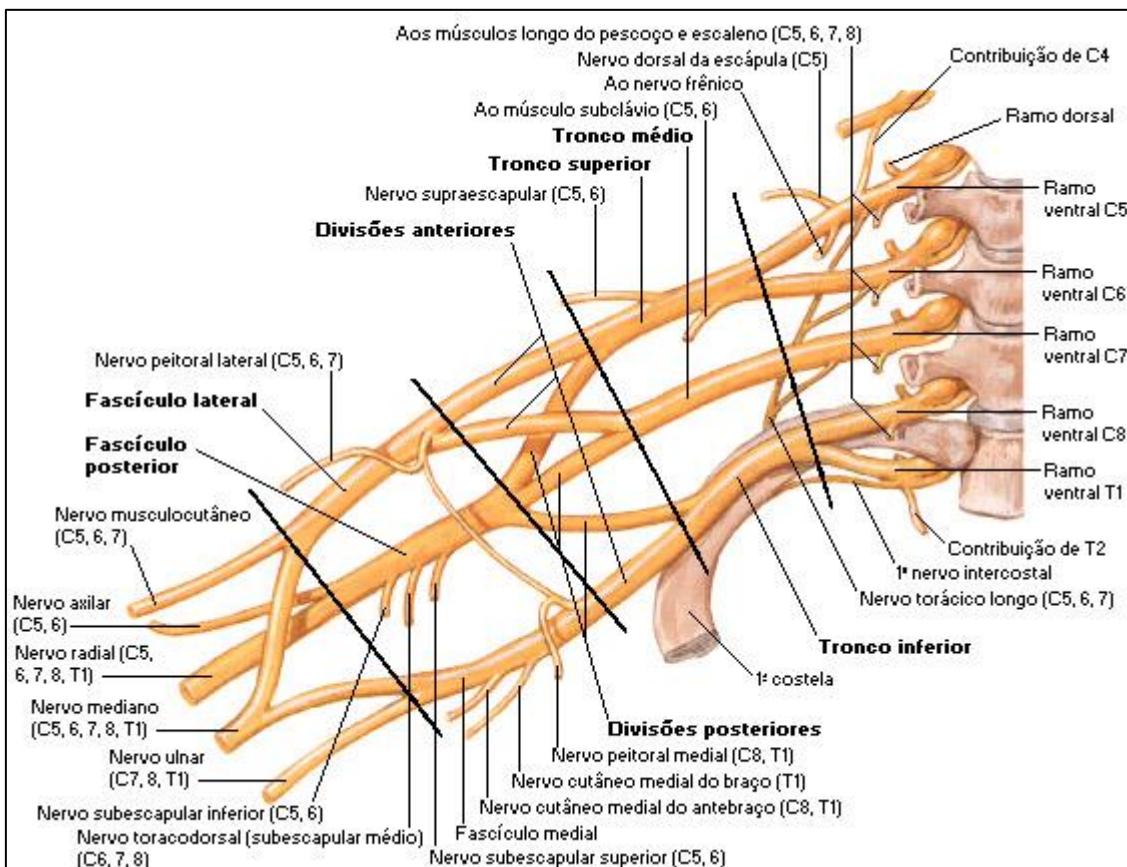
Temos 4 plexos nervosos: o cervical, o braquial, o lombossacral (que eventualmente pode ser dividido em lumbar ou sacral) e o coccígeo.

### Plexo Braquial

Plexo Braquial é o nome dado ao conjunto de raízes nervosas que formam os nervos responsáveis pela ineração muscular e cutânea dos membros superiores. As raízes nervosas que formam o plexo braquial são as raízes de **C5, C6, C7, C8 e T1**, com eventuais contribuições de C4 e T2 quando houverem variações anatômicas.

Anatomicamente, o plexo braquial tem a sua origem nas raízes nervosas de C5 a T1 que se unirão formando os **troncos**. Os troncos por sua vez, irão ramificar-se para a formação das **divisões** do plexo braquial (3 divisões anteriores e 3 divisões posteriores). Estas divisões se unem para a

formação dos **fascículos**, e os fascículos formarão os **ramos**, e é nos ramos que serão formados os principais nervos que inervarão o braço, antebraço e mão (axilar, músculo-cutâneo, radial, mediano e ulnar). Os demais nervos serão formados a partir das raízes nervosas, dos troncos e dos fascículos. A tabela abaixo descreve os nervos formados a partir do plexo braquial, suas origens e área de ineração muscular e cutânea.



## PLEXO BRAQUIAL

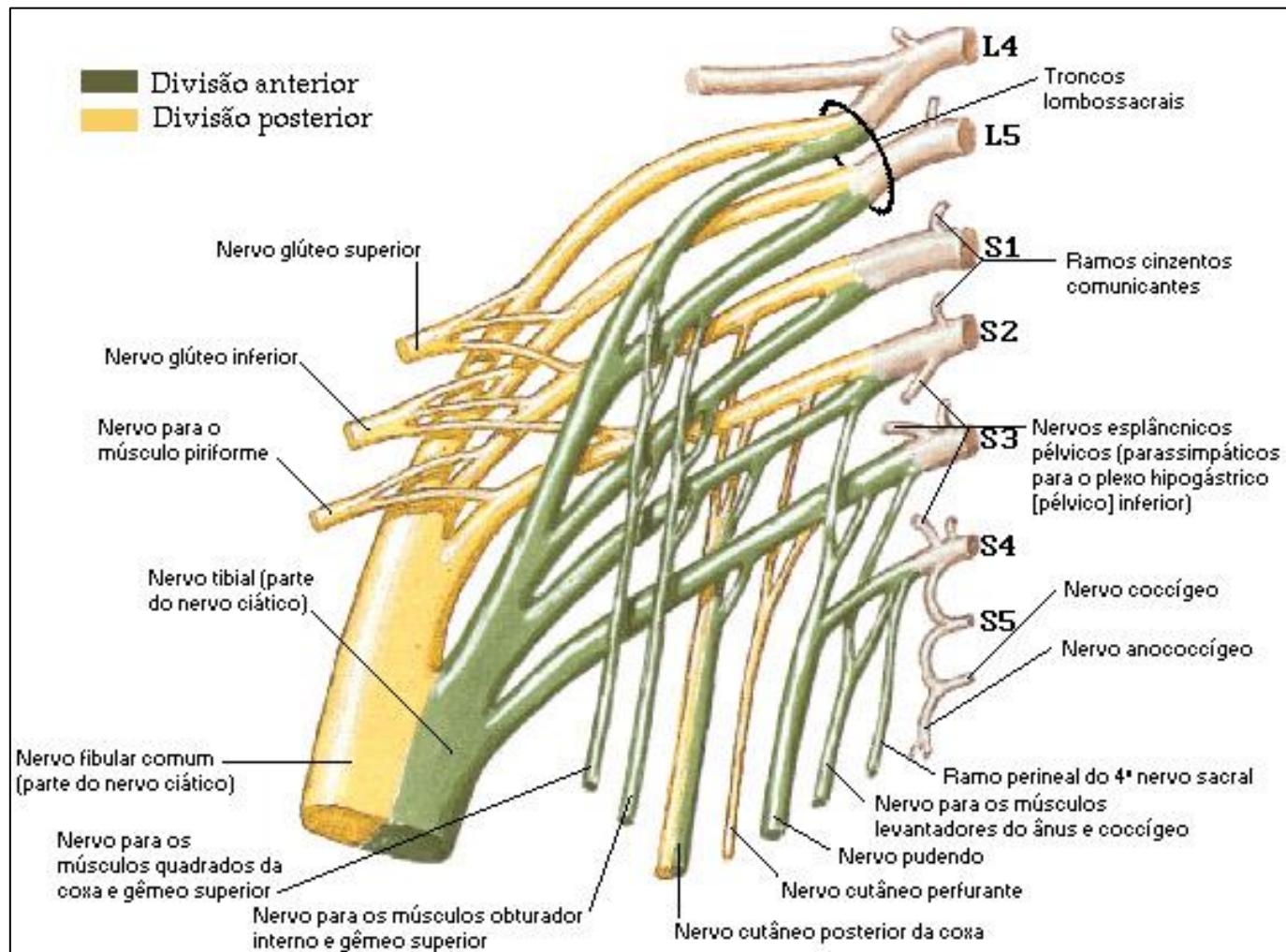
NERVO	ORIGENS	ÁREA DE INERVAÇÃO
-------	---------	-------------------

<b>Torácico Longo</b>	C5-C6-C7	Músculo Serrátil Anterior
<b>Dorsal da Escápula</b>	C5	Músculos Levantador da Escápula, Rombóide Maior e Rombóide Menor
<b>Supra Escapular</b>	C5-C6	Músculos Supra e Infra-Espinal
<b>Subclávio</b>	C5	Músculo Subclávio
<b>Peitoral Lateral</b>	C5-C6-C7	Músculos Peitoral Maior e Menor
<b>Peitoral Medial</b>	C8-T1	Músculos Peitoral Maior e Menor
<b>Subescapular Superior</b>	C5-C6	Músculo Subescapular
<b>Tóraco-Dorsal</b>	C6-C7-C8	Músculo Latíssimo do Dorso (Grande Dorsal)
<b>Subescapular Inferior</b>	C5-C6	Músculos Subescapular e Redondo Maior
<b>Cutâneo Medial do Braço</b>	C8-T1	Sensibilidade da metade medial do braço
<b>Cutâneo Medial do Antebraço</b>	C8-T1	Sensibilidade da parte anterior do braço e da metade medial do antebraço
<b>Músculo-Cutâneo</b>	C5-C6-C7	Músculos Bíceps Braquial, Braquial e Córaco-Braquial
<b>Axilar</b>	C5-C6	Músculos Deltóide e Redondo Menor
<b>Radial</b>	C5-C6-C7-C8-T1	Músculos Tríceps Braquial, Ancôneo, Supinador e todos os músculos Extensores de Punho e Dedos
<b>Ulnar</b>	C8-T1	Músculo Flexor Ulnar do Carpo, metade medial do Flexor Profundo dos Dedos e Músculos Hipotenares
<b>Mediano</b>	C5-C6-C7-C8-T1	Músculos Pronador Redondo, Pronador Quadrado, Músculos Tenares e todos os músculos Flexores de Punho e Dedos, exceto o Flexor Ulnar do Carpo e metade medial do Flexor Profundo dos Dedos

## Plexo Lombossacral

Plexo lombossacral é o nome dado ao conjunto de raízes nervosas que formam os nervos responsáveis pela inervação muscular e cutânea dos membros inferiores. As raízes nervosas que formam o plexo lombossacral são as raízes de **L2, L3, L4, L5, S1, S2, S3 e S4**, com contribuições de T12 e L1 para a formação de alguns nervos que inervarão a cavidade pélvica.

Anatomicamente o Plexo Lombossacral apresenta duas divisões: **a divisão posterior e a divisão anterior**. O plexo lombar é formado a partir da divisão posterior e formará o Nervo Femoral. O plexo sacral é formado a partir da divisão anterior formando o ramo Tibial do Nervo Isquiático. O ramo Fibular Comum é formado a partir da divisão posterior.

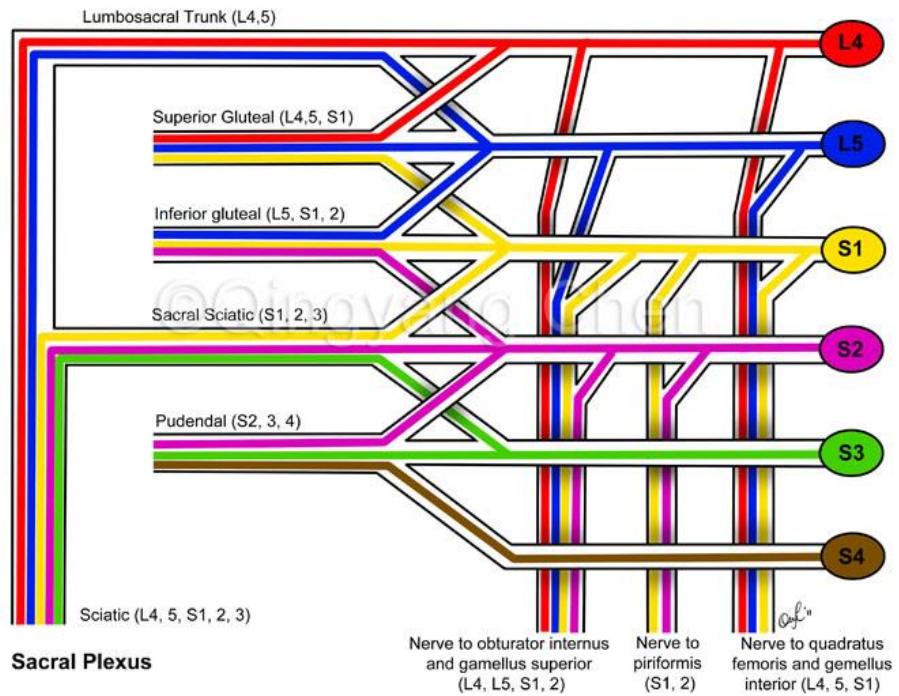


A tabela abaixo descreve os nervos formados a partir do plexo lombossacral, suas origens e área de inervação muscular e cutânea.

### PLEXO LOMBOSSACRAL

NERVO	ORIGENS	ÁREA DE INERVAÇÃO
Femoral	L2-L3-L4	Músculos Iliopsoas, Sartório e Quadríceps Femoral

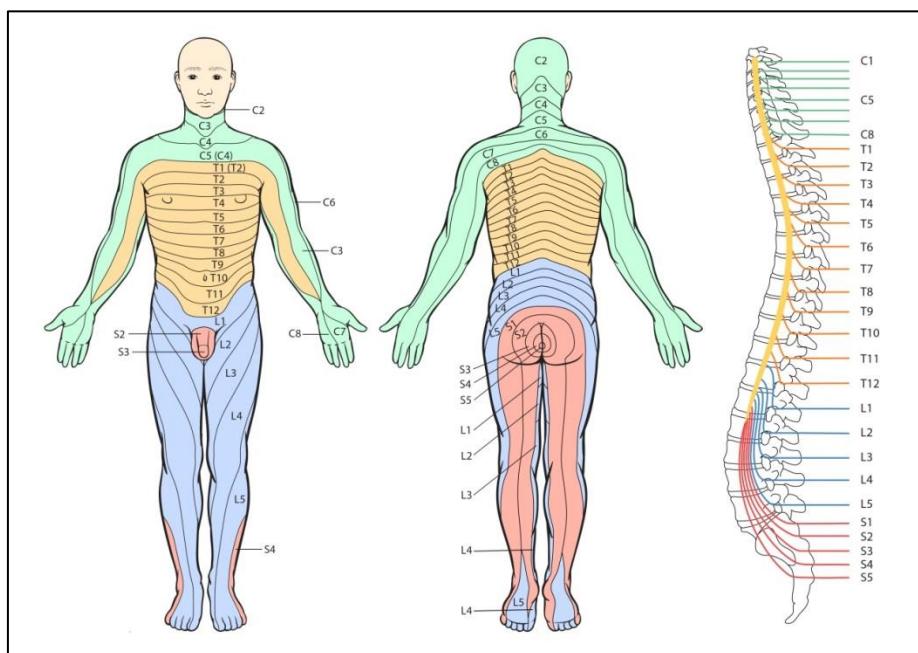
<b>Obturatório</b>	L2-L3-L4	Músculos Adutores Curto, Longo, Magno, Grácil, Pectíneo e Obturador Externo
<b>Cutâneo Femoral Lateral</b>	L2-L3	Sensibilidade da região ântero-lateral da coxa
<b>Glúteo Superior</b>	L4-L5-S1	Músculos Glúteo Mínimo, Glúteo Médio e Tensor da Fáscia Lata
<b>Glúteo Inferior</b>	L5-S1-S2	Músculo Glúteo Máximo
<b>Nervo para o Músculo Piriforme</b>	S1-S2	Músculo Piriforme
<b>Nervo para o Quadrado Femoral e Gêmeo Inferior</b>	L4-L5-S1	Músculos Quadrado Femoral e Gêmeo Inferior
<b>Nervo para o Obturador Interno e Gêmeo Superior</b>	L5-S1-S2	Músculos Obturador Interno e Gêmeo Superior
<b>Isquiático (antigo Nervo Ciático, que ramifica-se em Nervo Tibial e Nervo Fibular Comum))</b>	L4-L5-S1-S2-S3	Músculos Biceps Femoral, Semitendinoso e Semimembranoso (Nervo Isquiático através da porção Tibial)
<b>Tibial</b>	L4-L5-S1-S2-S3	Músculos Gastrocnêmio, Sóleo, Plantar, Poplíteo, Tibial Posterior, Flexor Longo do Hálux e dos Dedos
<b>Fibular Comum (ramifica-se nos Nervos Fibular Superficial e Fibular Profundo)</b>	L4-L5-S1-S2	Músculos Fibular Longo e Curto (através do Nervo Fibular Superficial)
		Músculos Tibial Anterior, Extensor Longo dos Dedos e do Hálux e Músculo Fibular Terceiro (através do Nervo Fibular Profundo)
<b>Pudendo</b>	S2-S3-S4	Musculatura do Períneo e a sensibilidade da pele da genitália tanto masculina quanto feminina



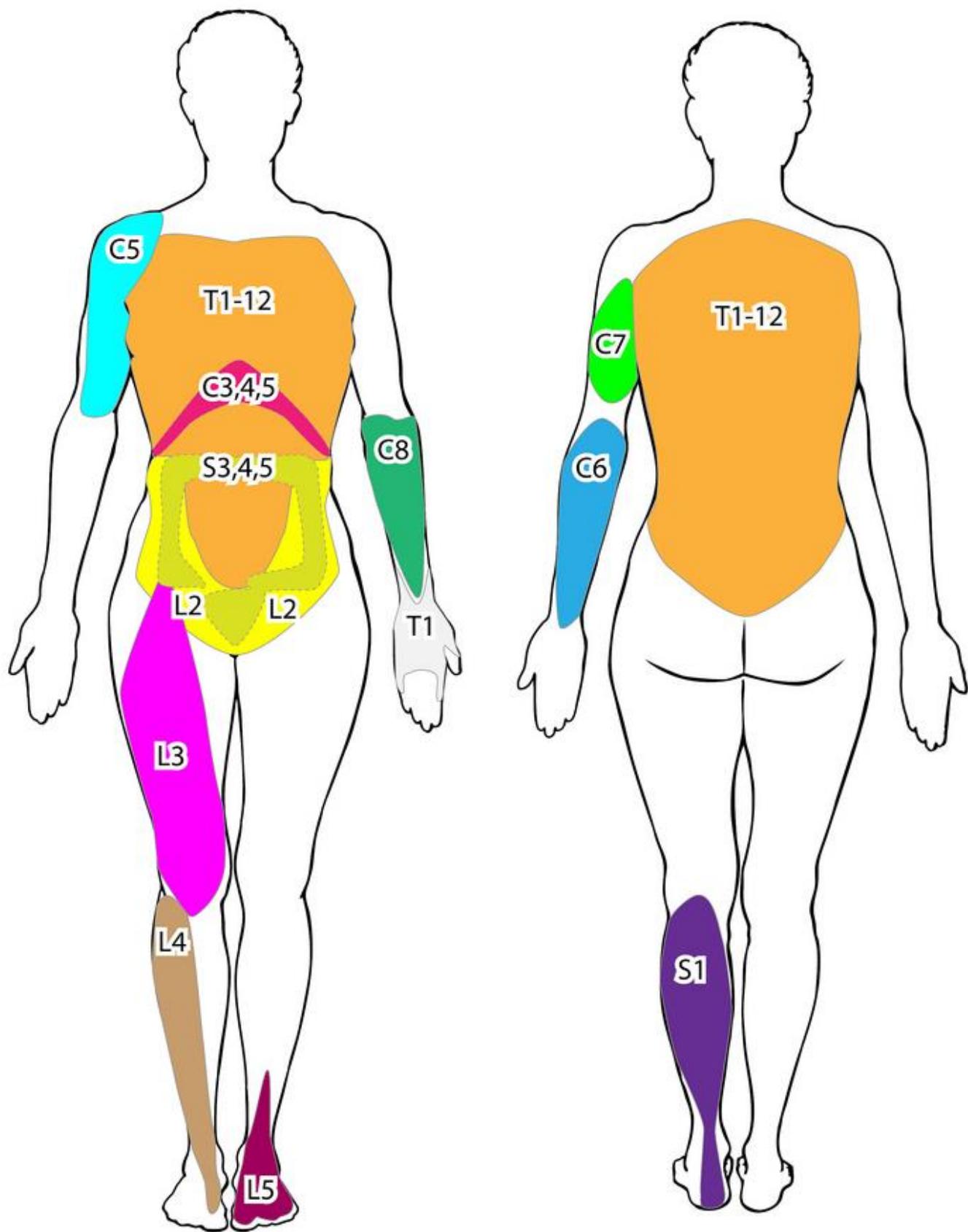
## Dermátomos e Miótomas

Os dermatomos e miótomas são elementos importantes para a avaliação das sequelas de várias doenças neurológicas.

A área de pele inervada por determinado segmento medular é denominada **DERMÁTOMO**. Quando uma pessoa apresenta uma lesão medular, conseguimos detectar a altura da lesão de acordo com as áreas cutâneas com alteração de sensibilidade, pois observe na imagem que cada parte da pele do indivíduo representa 1 segmento medular. Isto representa a avaliação dos dermatomos. Observe que na face não há representação de dermatomos, pois a face é inervada pelo Nervo Trigêmio, que é um nervo craniano, portanto está fora da segmentação medular.



A área muscular inervada por determinado segmento medular é chamada de MIÓTOMO. Os miótomas são avaliados de acordo com a prova de função dos músculos correspondentes a cada segmento medular, conforme a imagem e tabela abaixo:



## AVALIAÇÃO DOS MIÓTOMOS

MIÓTOMO	MOVIMENTOS COMPROMETIDOS	MÚSCULOS ENVOLVIDOS
<b>AVALIAÇÃO RESPIRATÓRIA</b>		
C3-C4-C5	Inspiração	Diafragma
<b>AVALIAÇÃO DO PLEXO CERVICAL</b>		
C1-C2	Flexão Cervical	Esternocleidomastóide
C3	Inclinação Lateral do Pescoço	Esternocleidomastóide e Trapézio
C4	Elevação do Ombro	Trapézio e Levantador da Escápula
<b>AVALIAÇÃO DO PLEXO BRAQUIAL</b>		
C5	Abdução do Ombro	Deltóide
C6	Flexão de Cotovelo Extensão de punho	Bíceps Braquial/Extensores de Punho e dedos
C7	Extensão do Cotovelo Flexão de punho	Tríceps Braquial Flexores de punho e dedos
C8	Extensão do polegar	Extensores Longo e Curto do Polegar
T1	Adução/Abdução dos dedos	Músculos intrínsecos da mão (Lumbricais e interósseos)
<b>AVALIAÇÃO DO PLEXO LOMBOSSACRAL</b>		
L2	Flexão de Quadril	Íliopsoas
L3	Extensão de Joelho	Quadríceps Femoral

L4	Dorsiflexão	Tibial Anterior
L5	Extensão do Hálux	Extensor Longo do Hálux
S1	Plantiflexão	Gastrocnêmio, Sóleo e Tibial Posterior
S2	Flexão de Joelho	Bíceps Femoral, Semitendinoso e Semimembranoso

*"Não existem fronteiras para quem quer atingir um objetivo. Seja um pássaro e voe alto, pois seus objetivos estão mais perto do que você imagina. Faça uma pergunta para você mesmo: - Eu quero? Por que se você quer, você pode! Portanto não pergunte: - Eu quero? Afirme: - Eu posso, eu consigo!!!" – Rogério Gozzi*

## Bibliografia

- Ângelo Machado – Neuroanatomia Funcional
- Dorland – Dicionário Médico
- Tortora & Derrickson – Princípios de Anatomia e Fisiologia
- Guyton – Fisiologia Humana
- Fox – Fisiologia Humana
- Kapit - Anatomia: Manual para Colorir
- Netter - Atlas de Anatomia Humana
- Rohen/Yokochi - Anatomia Humana: Atlas Fotográfico
- Sobotta - Atlas de Anatomia Humana
- Spence - Anatomia Humana Básica
- Wolf-Heideger - Atlas de Anatomia Humana



**ANATOMIA FÁCIL**