

# Desenvolvimento Embrionário do Sistema Nervoso

Simone Gualberto Santos

2023

Editora Científica

# SUMÁRIO

Apresentação .....	04
Desenvolvimento embrionário.....	05
Origem do sistema nervoso.....	07
Neurulação.....	08
Formação da medula espinhal .....	13
Formação das meninges da medula espinhal.....	15
Mielinização das fibras nervosas.....	17
Formação do encéfalo.....	19
Anomalias do sistema nervoso central.....	28
Referencias .....	38



# APRESENTAÇÃO

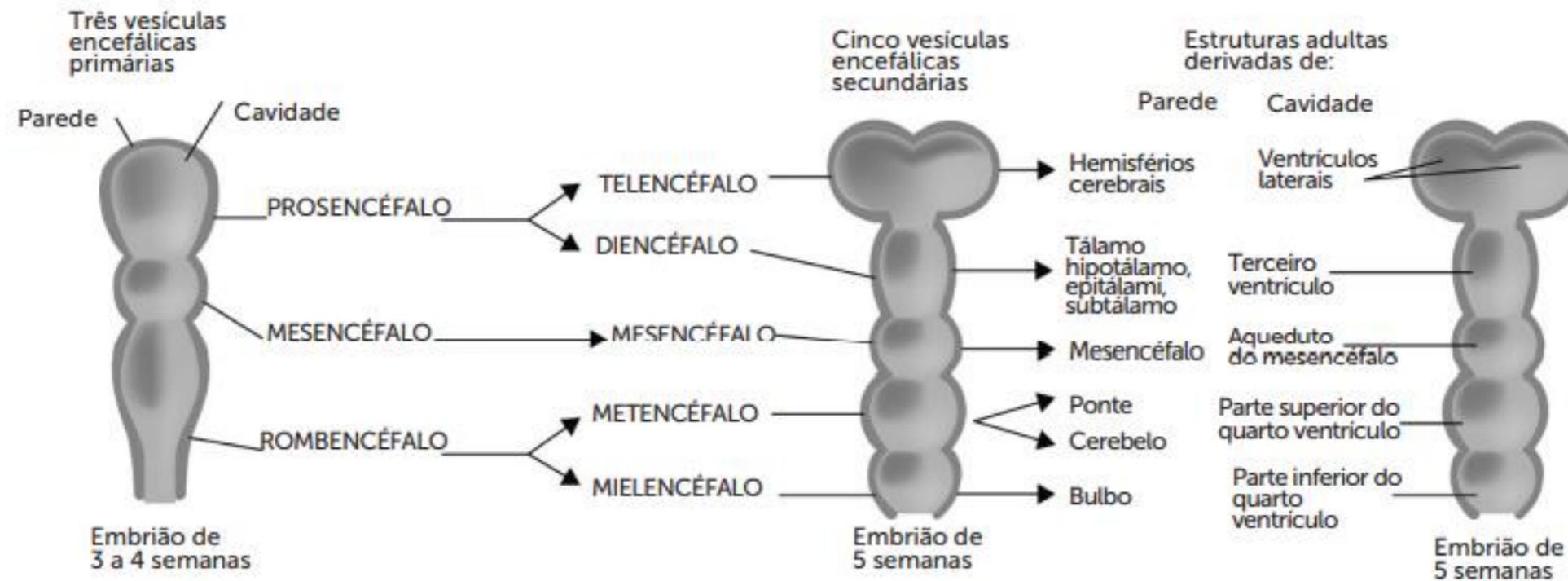
- O corpo humano é considerado como a estrutura total do organismo. Sistema Nervoso tem a capacidade de coordenar todas as ações que são voluntárias e involuntárias no nosso corpo e transmitir estes sinais a diferentes partes do organismo.
- Acredita-se que o tecido nervoso tenha surgido há cerca de 550 a 600 milhões de anos, com os primeiros organismos vivos. O sistema nervoso é dividido em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. O sistema nervoso central é subdividido em encéfalo e medula espinal, e o sistema nervoso periférico é subdividido em sistema autônomo e sistema somático, meninges e líquido.
- O conhecimento da embriogênese do sistema nervoso é fundamental para entendermos as relações que as estruturas fazem entre si e para a compreensão das malformações desse sistema, principalmente porque os defeitos congênitos provocam a maior parte dos óbitos durante o primeiro ano de vida.



# DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

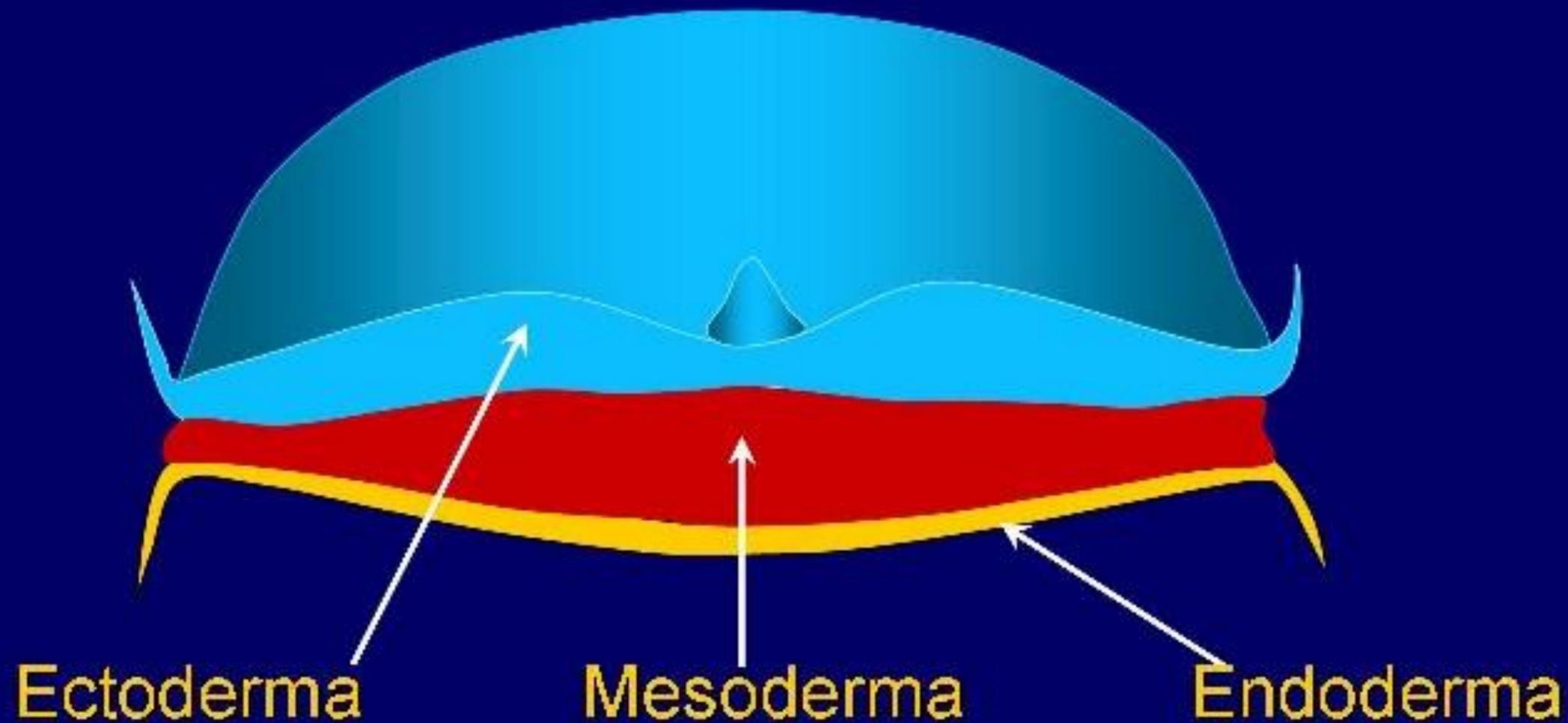
A partir da 3ª semana do desenvolvimento embrionário inicia-se um período que é caracterizado por um rápido desenvolvimento. Três camadas germinativas primárias são estabelecidas, o que acaba determinando a base para o desenvolvimento dos órgãos nas semanas seguintes, da 4ª à 8ª semana.

Figura 1.2 | Desenvolvimento embrionário



Fonte: Tortora (2011, p. 618).

## Derivados dos folhetos germinativos:

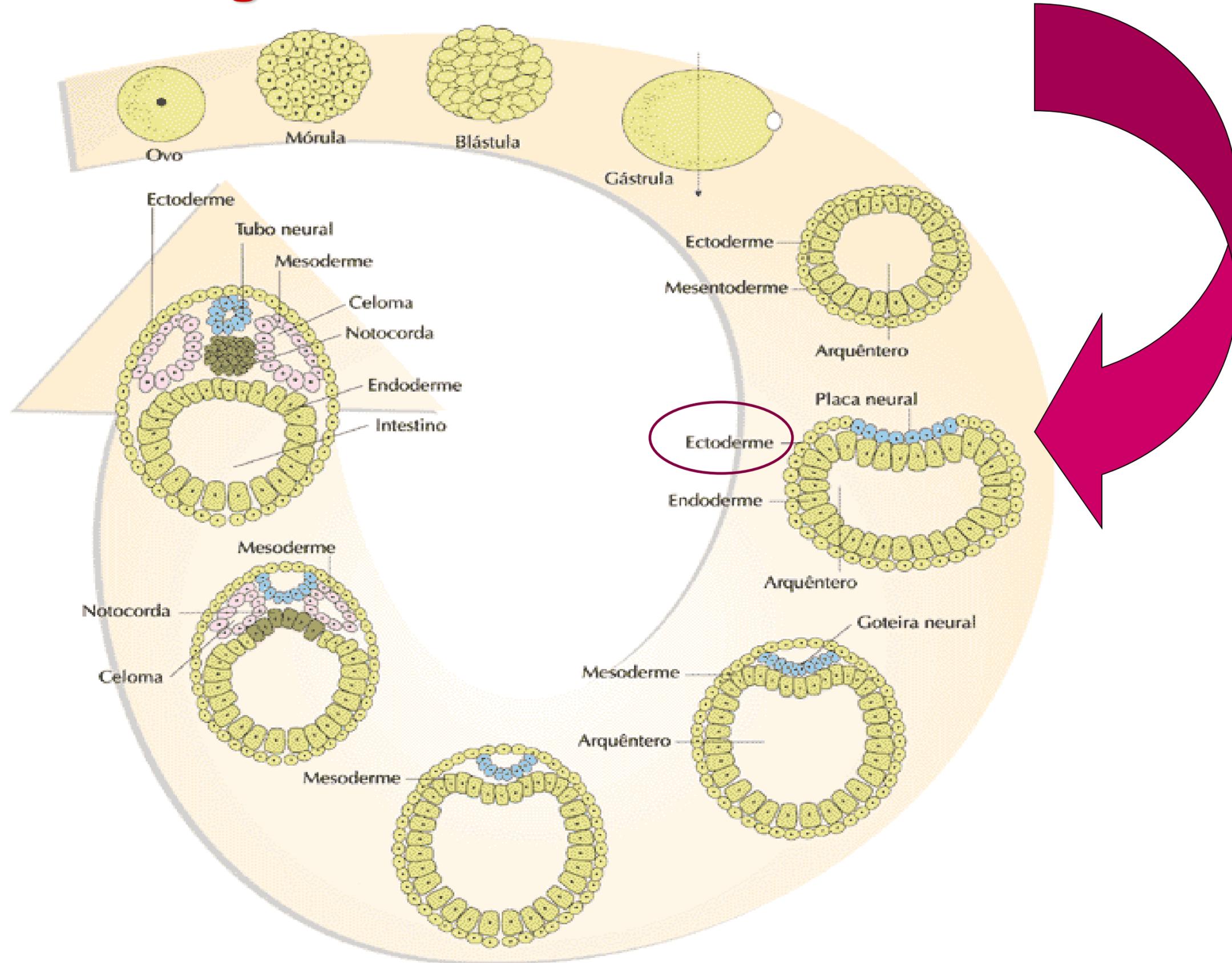


- Epiderme e anexos
- SNC e SNP

- Tec. Conjuntivos
- Músculos
- Sist. Cardiovascular

Epitélios dos Sistemas Respiratório e Digestivo, inclusive glândulas.

# Origem do sistema nervoso



# NEURULAÇÃO

- Processos envolvidos na formação da placa neural e pregas neurais e fechamentos destas pregas para formar o tubo neural.
- A formação do tubo neural começa no início da 4ª semana (dias 22 a 23) e termina no final da 4ª semana, quando ocorre o fechamento do neuróporo caudal (posterior).

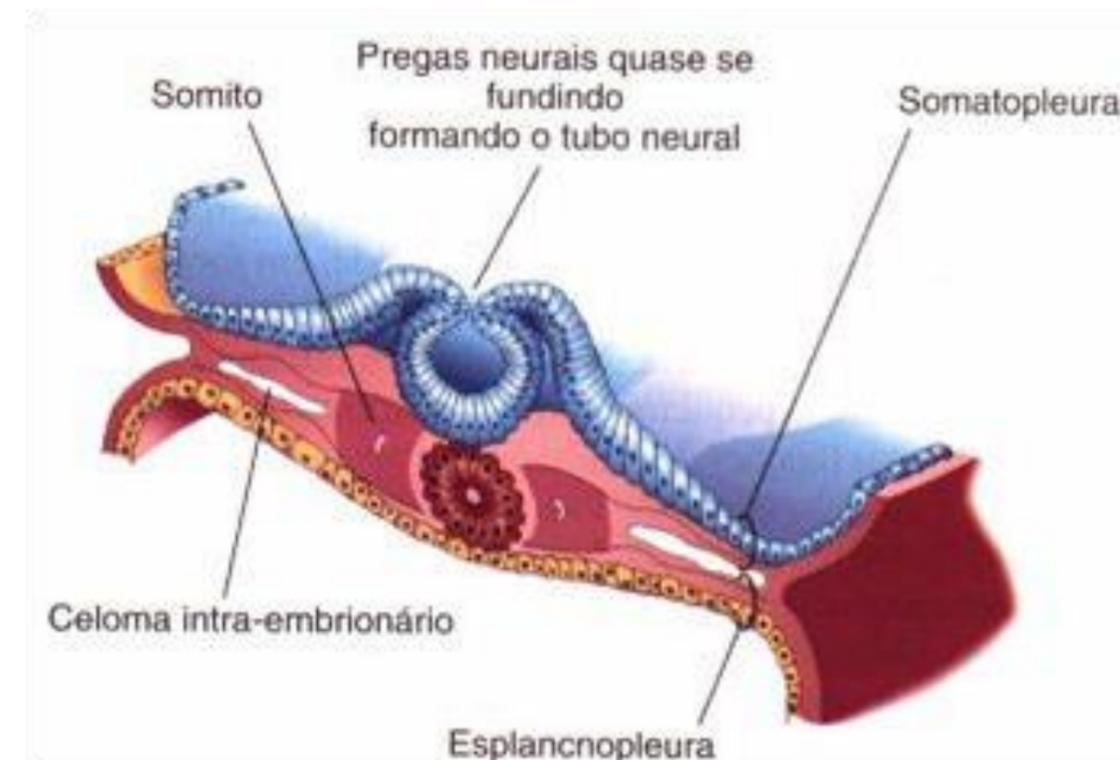
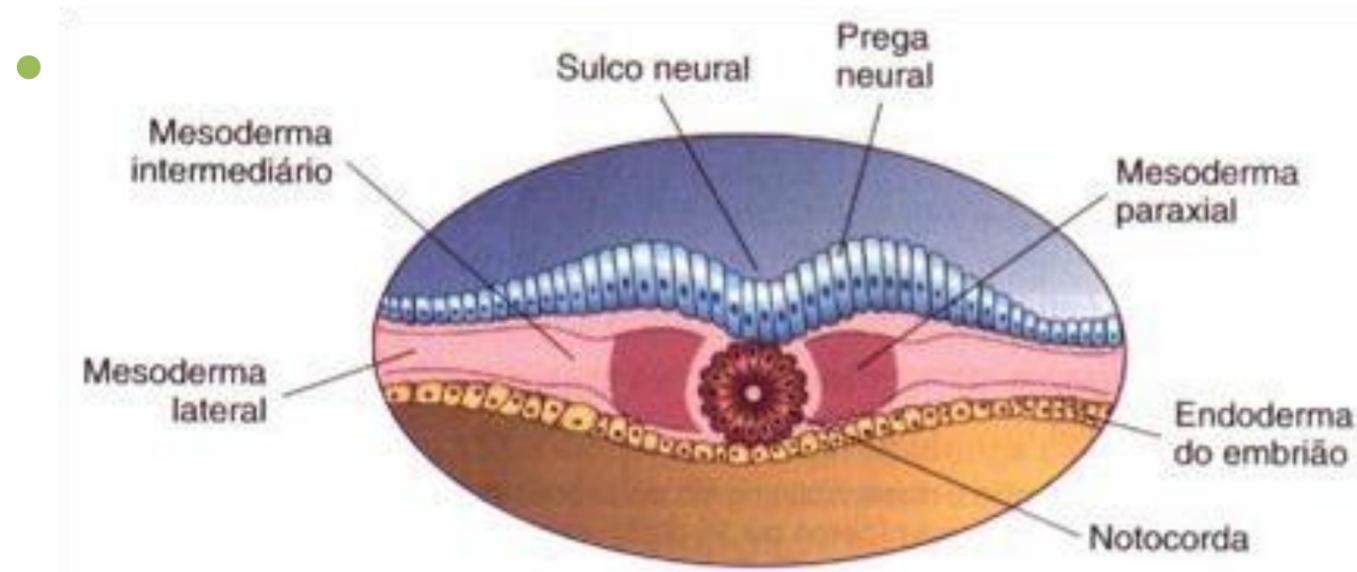
# NEURULAÇÃO

## Placa neural e tubo neural

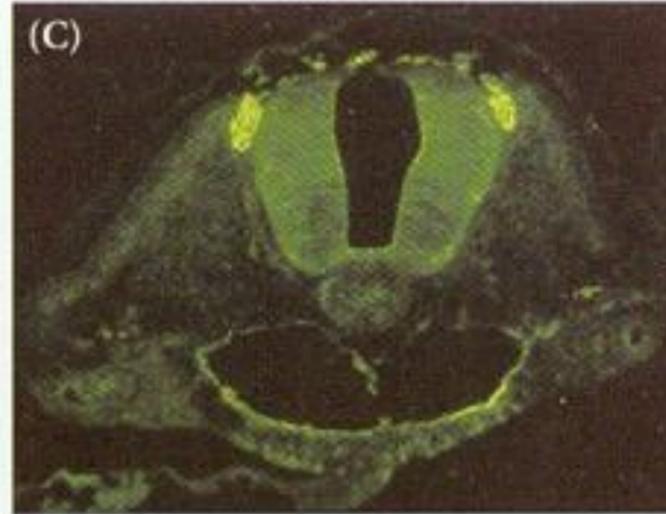
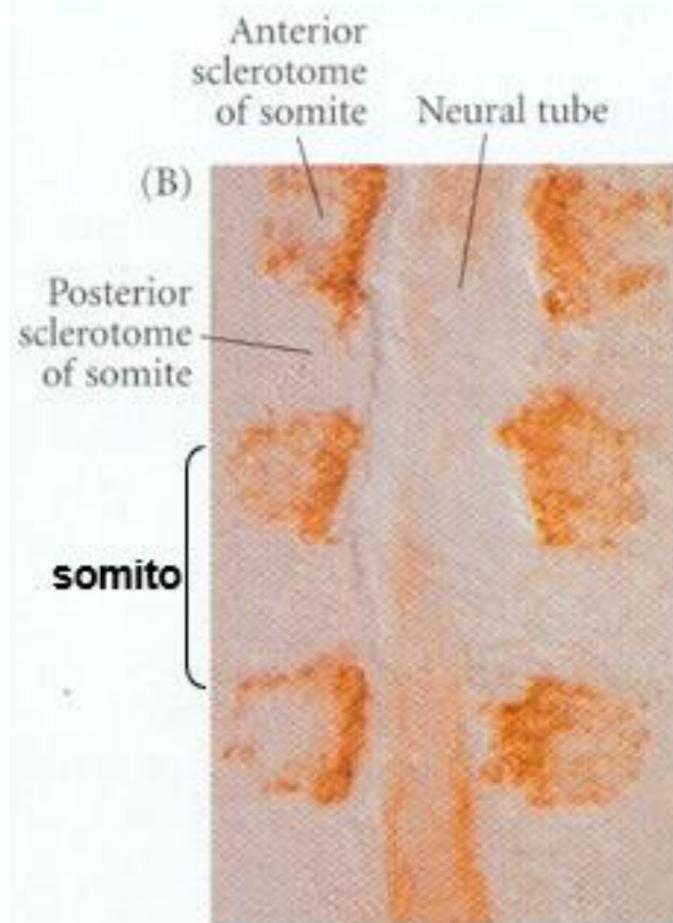
- A notocorda em desenvolvimento induz a formação da placa neural.
- Dia 18 → invaginação da placa neural formando um sulco neural mediano, com as pregas neurais de ambos lados (proeminentes na região cefálica – primeiros sinais de desenvolvimento do encéfalo).
- Fim da terceira semana → aproximação das pregas, que começam a fundir-se.

# Formação da crista neural

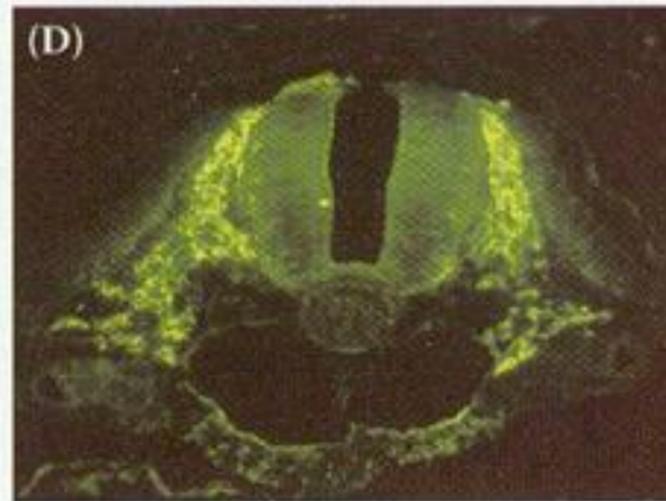
Quando o **tubo neural** se separa do ectoderma na superfície, células da crista neural migram dorsolateralmente de ambos lados do tubo neural e formam uma massa achatada, a **crista neural** (entre o tubo neural e o ectoderma superficial subjacente).



## rotas de migração de células da crista neural do tronco

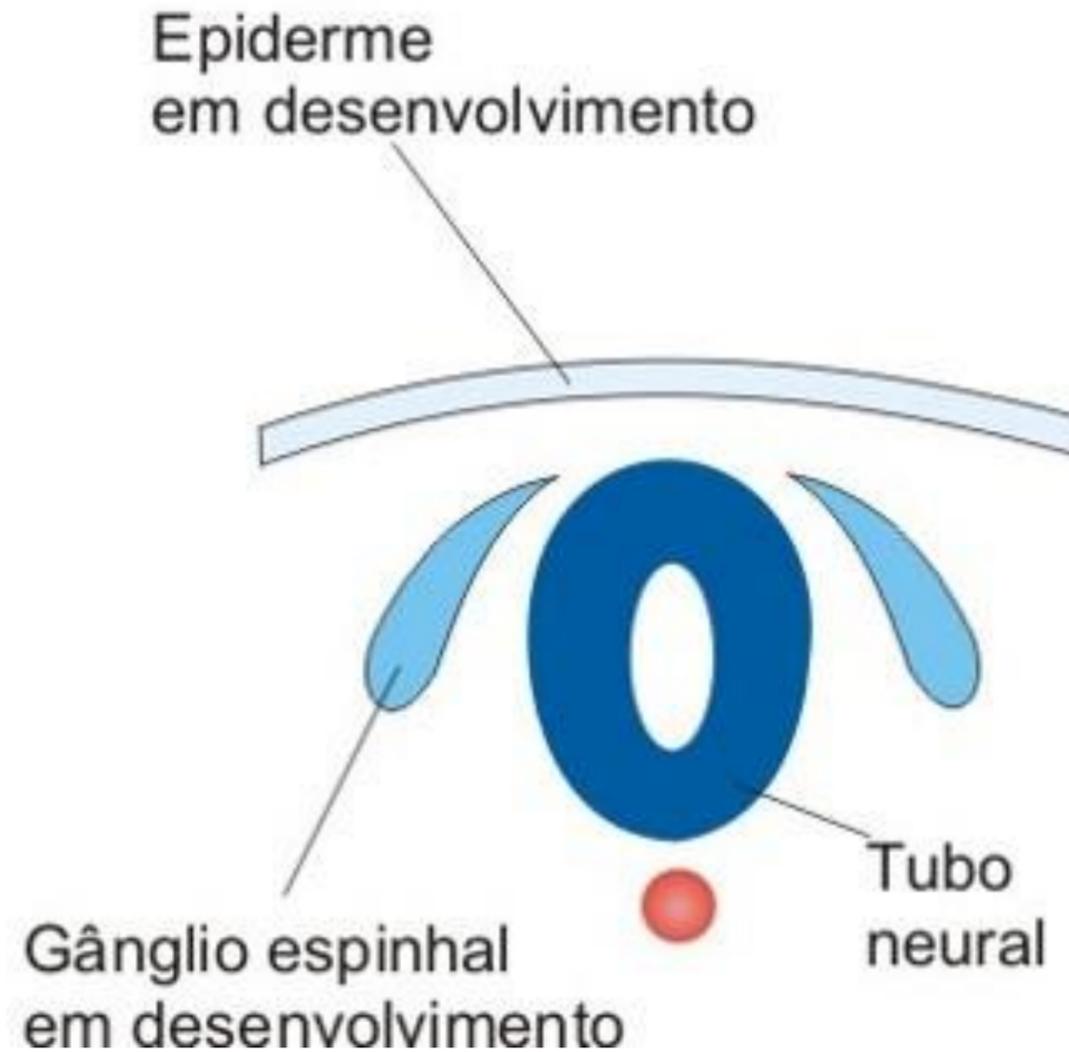
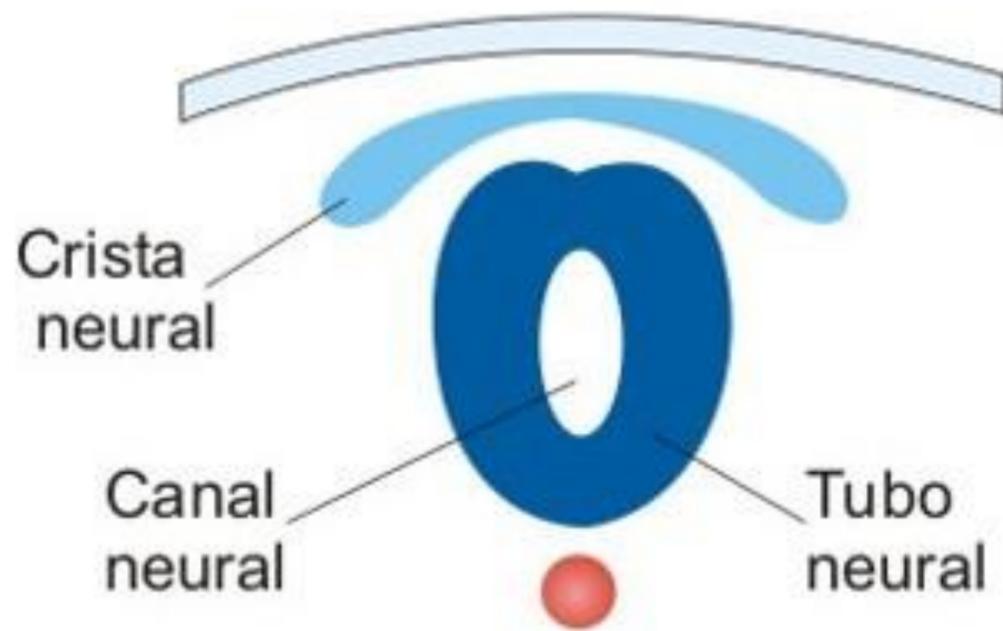
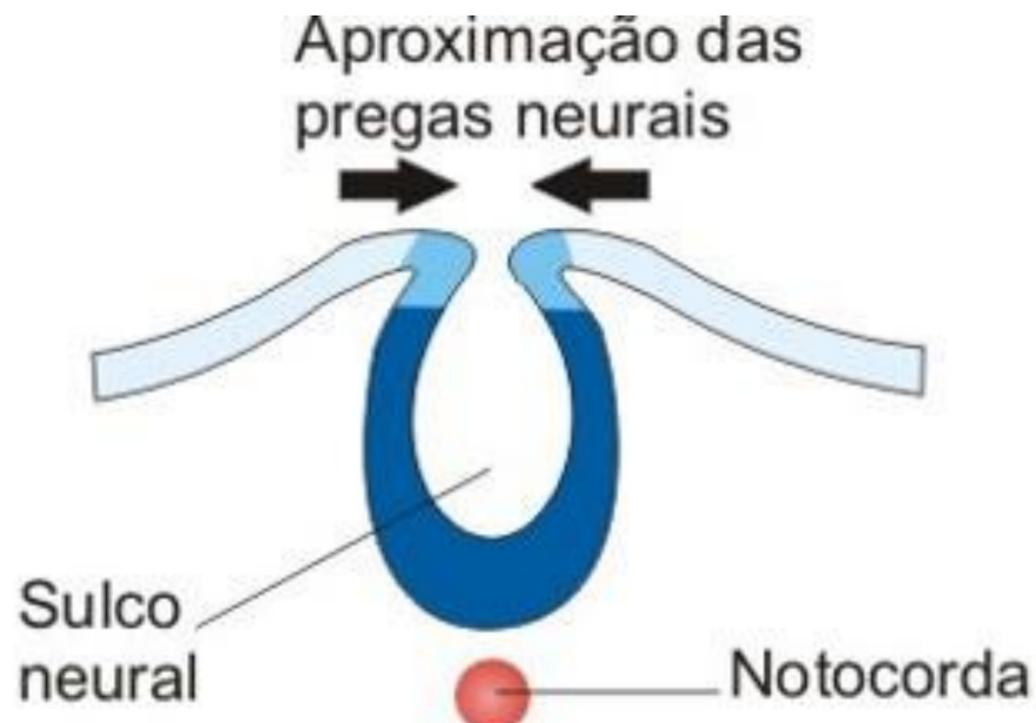


1ª rota central  
(através dos  
somitos),  
2ª rota dorsolateral

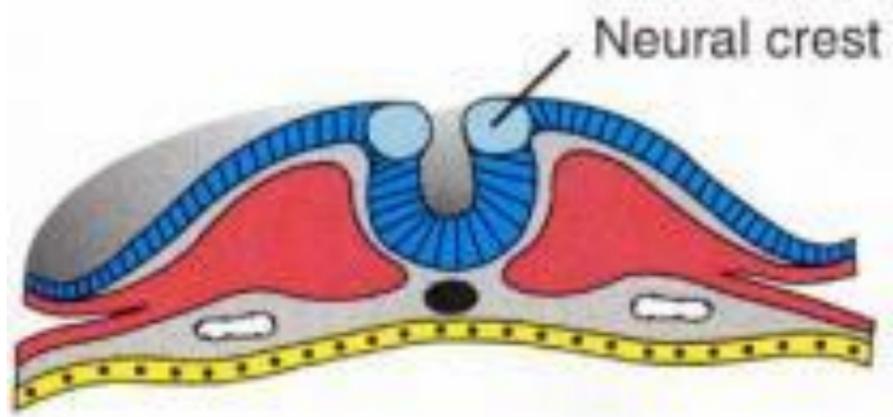


Fatores da matriz  
extracelular limitam  
rotas de migração  
(apenas através da  
parte anterior dos  
somitos)

## Formação da crista neural



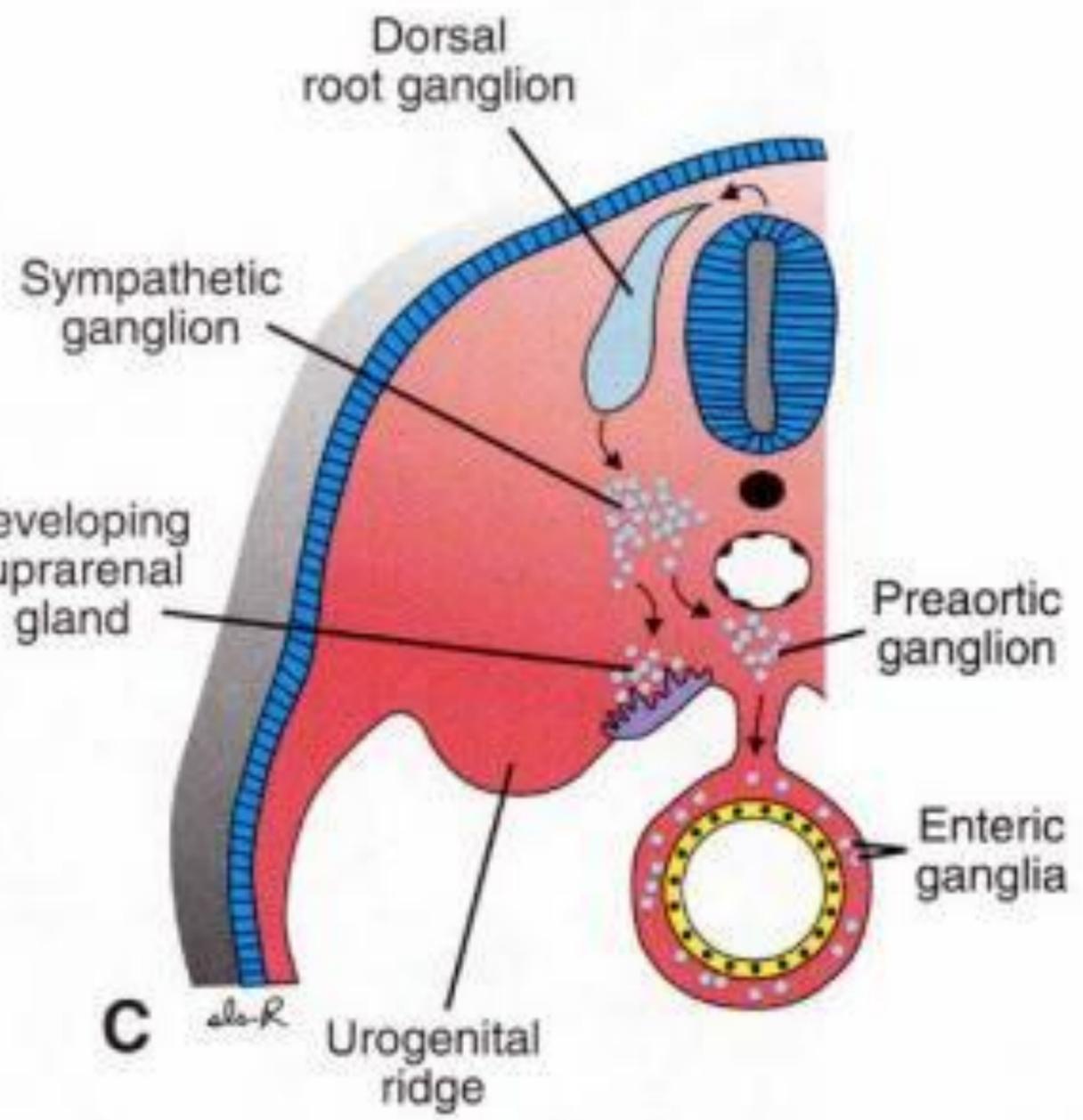
- Dá origem aos gânglios sensitivos dos nervos espinhais e cranianos.
- Células da crista neural migram em várias direções e se dispersam pelo parênquima.



**A**



**B**



**C**

Neural crest

Dorsal root ganglion

Sympathetic ganglion

Developing suprarenal gland

Preaortic ganglion

Enteric ganglia

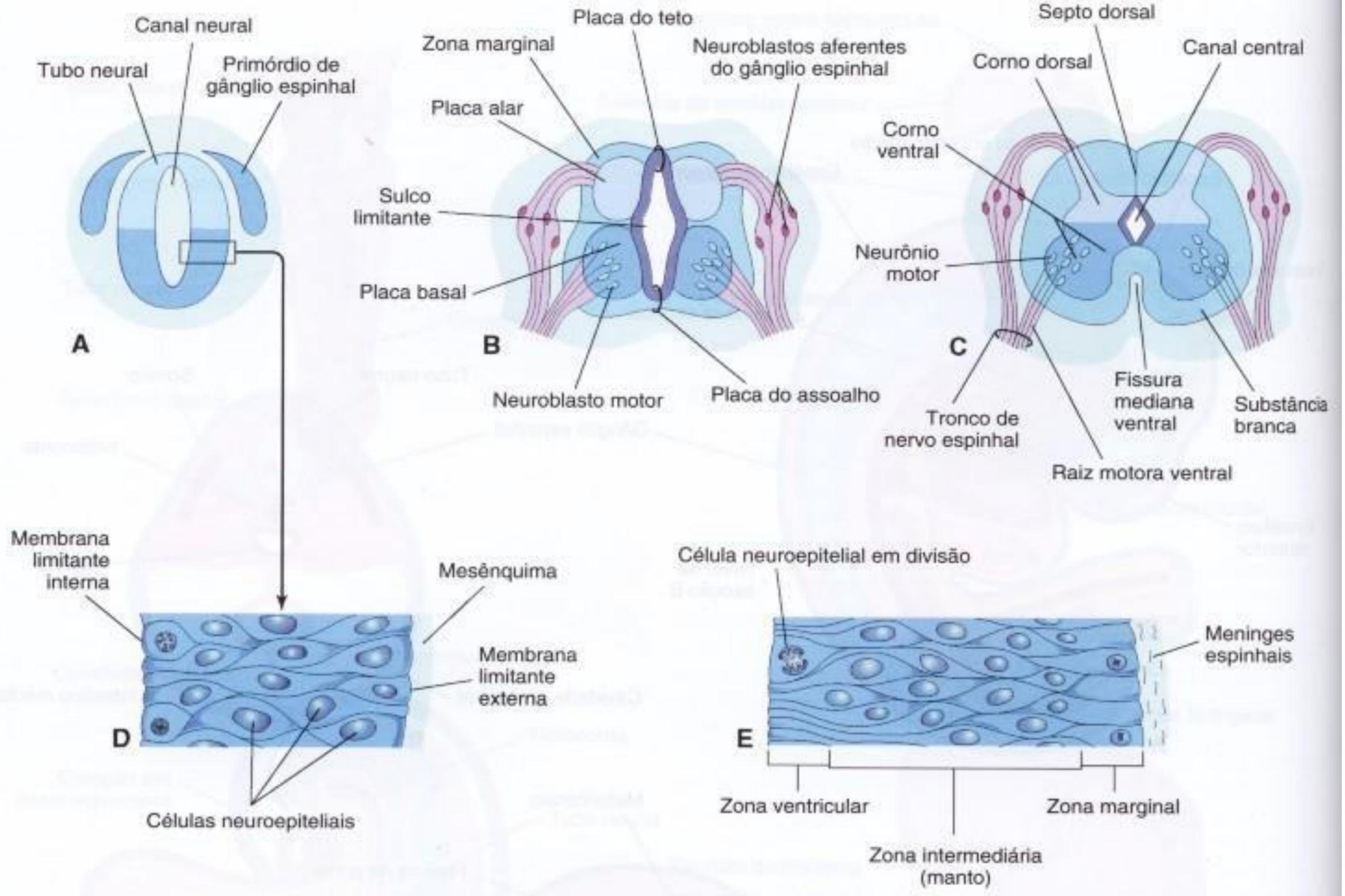
Urogenital ridge

# Formação da medula espinhal

- Espessamento das paredes do tubo neural na região caudal ao 4º par de somitos.
- O canal neural do tubo neural converte-se no sistema de ventrículos do encéfalo e no canal central da medula espinhal.
- As células neuroepiteliais constituem a zona ventricular (camada ependimária) que dá origem aos neurônios e células macrogliais. Posteriormente, se diferenciam em células ependimárias e formam o epêndima que reveste o canal central da medula.
- O crescimento dos axônios forma a substância branca da medula espinhal.
- As células da micróglia derivam de células mesenquimais.

## Formação dos gânglios espinhais

- Derivam das células da crista neural.



## Formação das meninges da medula espinhal

- O mesênquima que envolve o tubo neural se condensa formando uma membrana chamada meninge (membrana) primitiva.
- A camada externa se espessa, formando a dura-máter.
- A camada interna permanece delgada e forma as leptomeninges.

## Formação das meninges da medula espinhal

- Células da crista neural se misturam às leptomeninges.
- Dentro das leptomeninges aparecem espaços cheios de líquido que coalescem e formam o espaço subaracnóide.
- O líquido começa a formar-se durante a quinta semana.

## **Mielinização das fibras nervosas**

- Na medula, as bainhas de mielina começam a formar-se durante o final do período fetal e continuam a formar-se durante o primeiro ano pós-natal.
- As bainhas de mielina que envolvem as fibras nervosas situadas na medula, são sintetizadas por oligodendrócitos.

## **Mielinização das fibras nervosas**

- Nas fibras nervosas periféricas são formadas pelas células de Schwann (originárias da crista neural) –
- Com 20 semanas as fibras periféricas tornam-se esbranquiçadas, pelo depósito de mielina.
- As raízes motoras mielinizam-se antes das sensitivas.

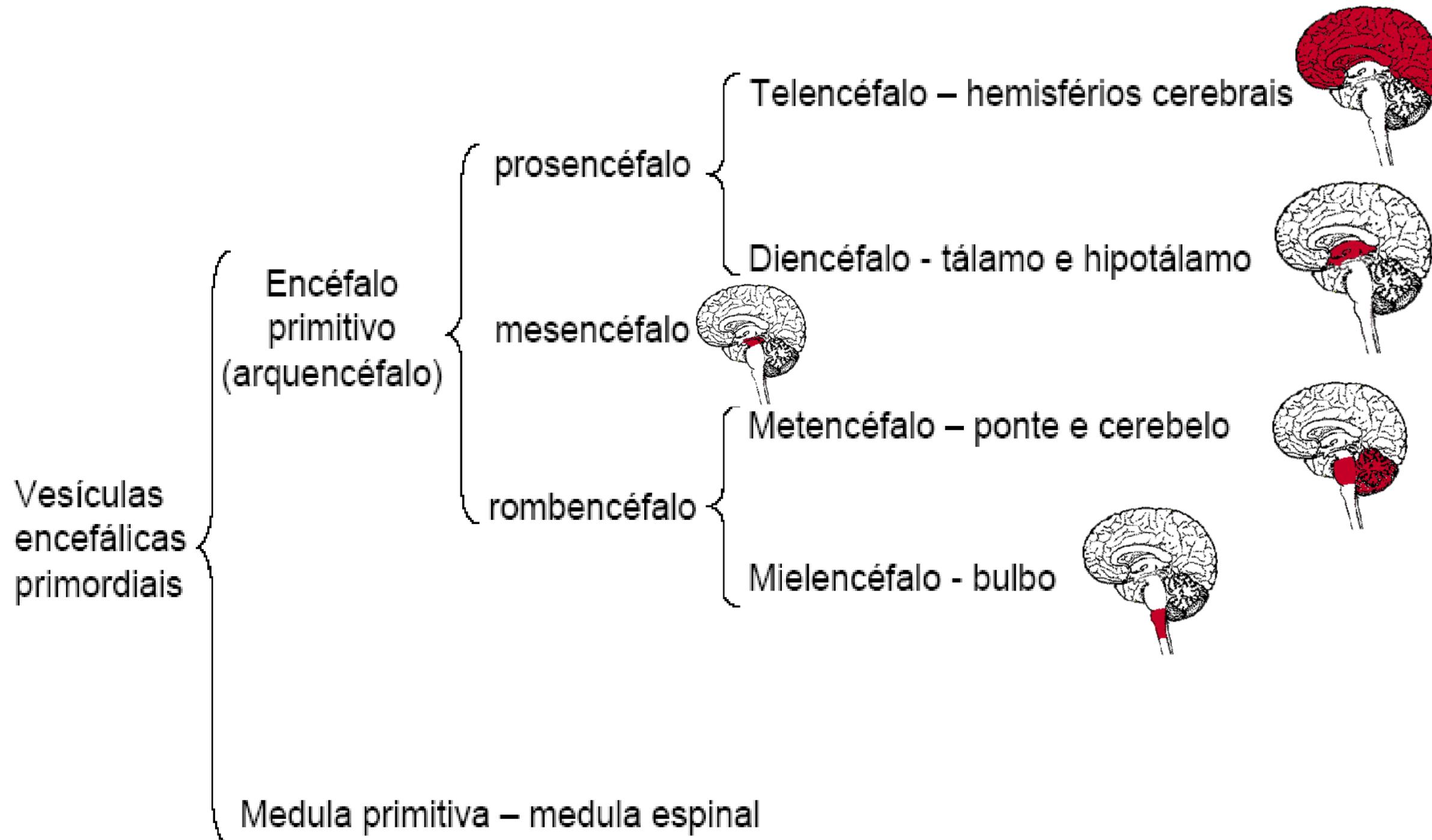
## Formação do encéfalo:

- Tubo neural cefálico ao 4º par de somitos.
- A fusão das pregas neurais da região cefálica e o fechamento do neuróporo rostral formam as três vesículas encefálicas primárias, estas formam:
  - encéfalo anterior (prosencefalo)
  - encéfalo médio (mesencefalo)
  - encéfalo posterior (rombencefalo)

## Formação do encéfalo:

- Durante a 5ª semana, se dividem em vesículas secundárias:
  - encéfalo anterior → telencéfalo (vesículas ópticas, hemisférios cerebrais) e diencéfalo
  - encéfalo médio → não se divide
  - encéfalo posterior → metencéfalo e mielencéfalo (ponte, cerebelo e bulbo)
- Hipófise (4ª semana)

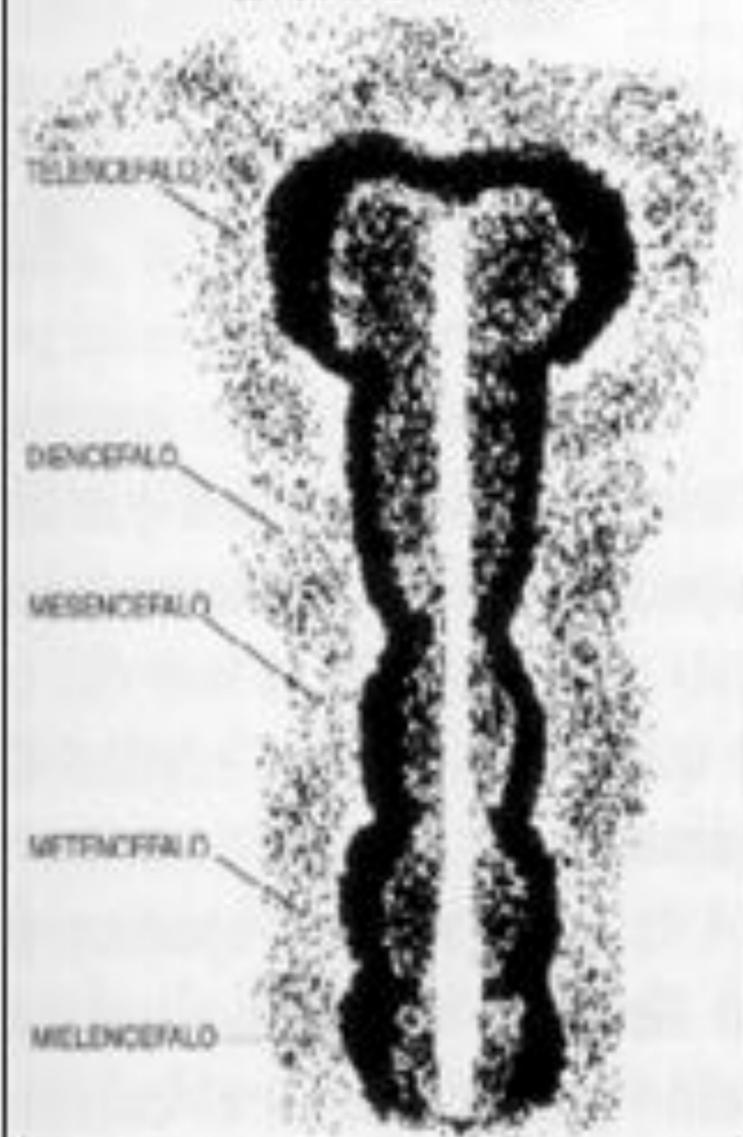
# Subdivisões das vesículas encefálicas

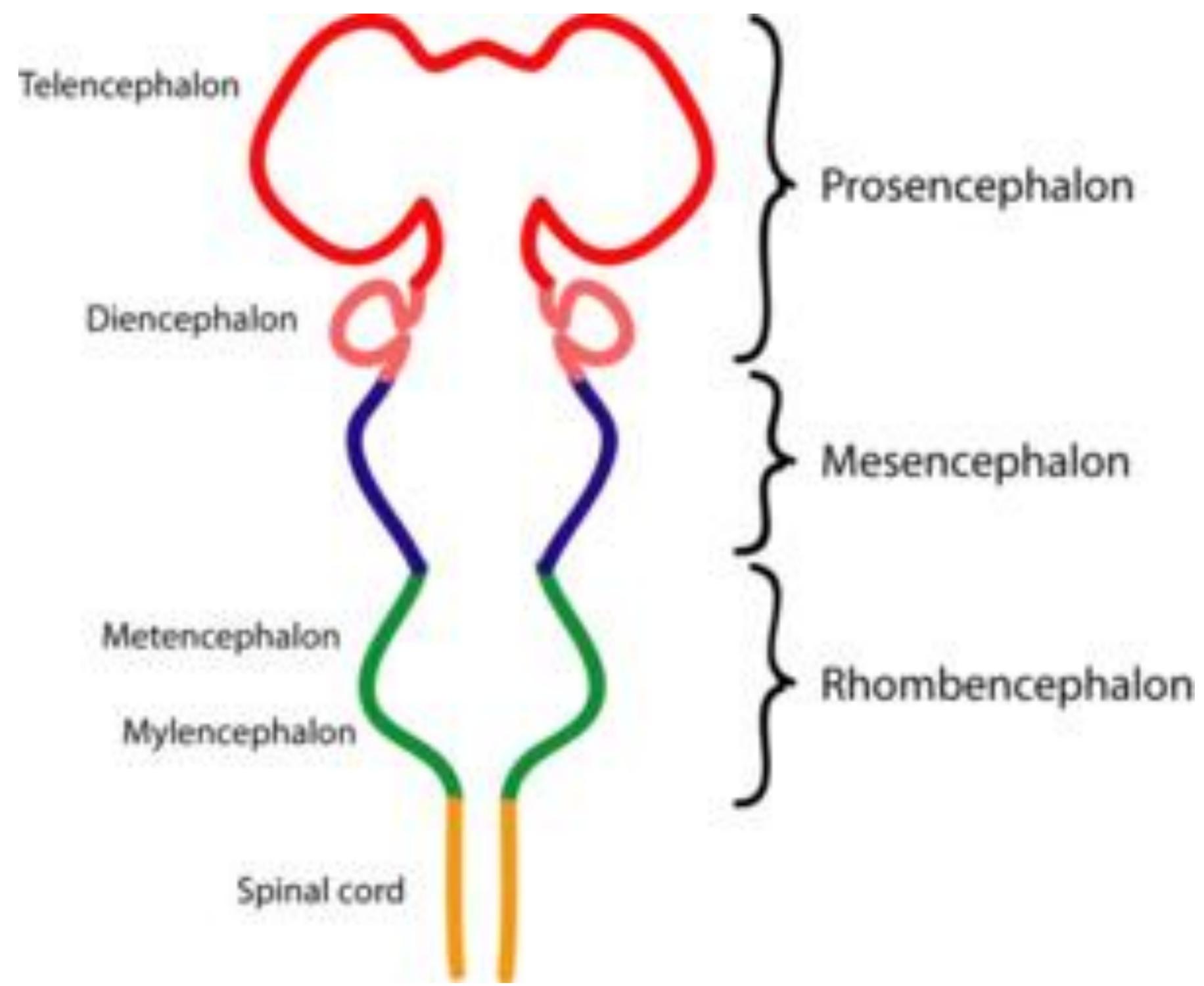


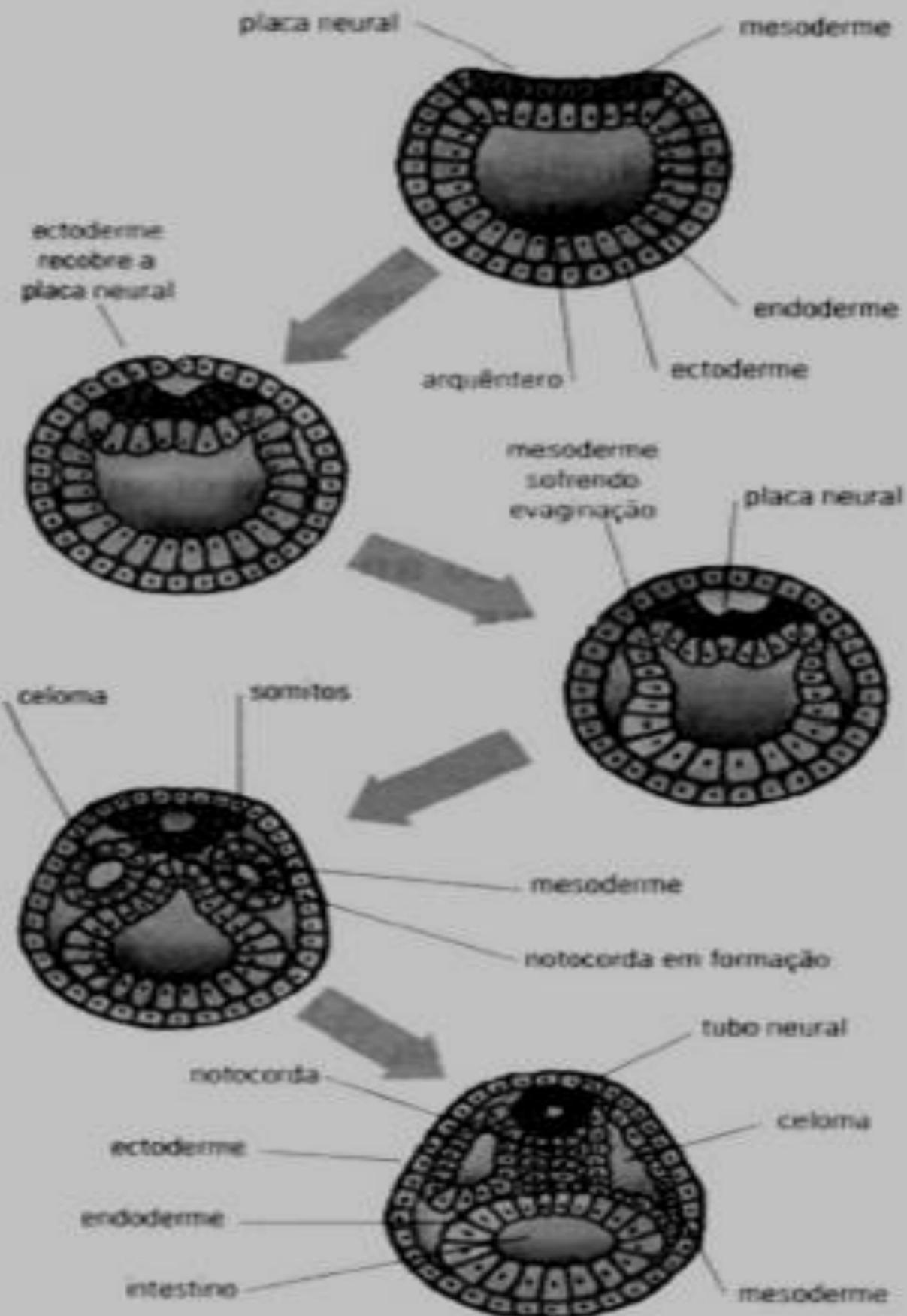
ESTADIO DE TRES VESICULAS



ESTADIO DE CINCO VESICULAS







✓ Origina-se a partir da 3ª semana de um espessamento dorsal da ectoderme - **placa neural**.

**Sulco neural**



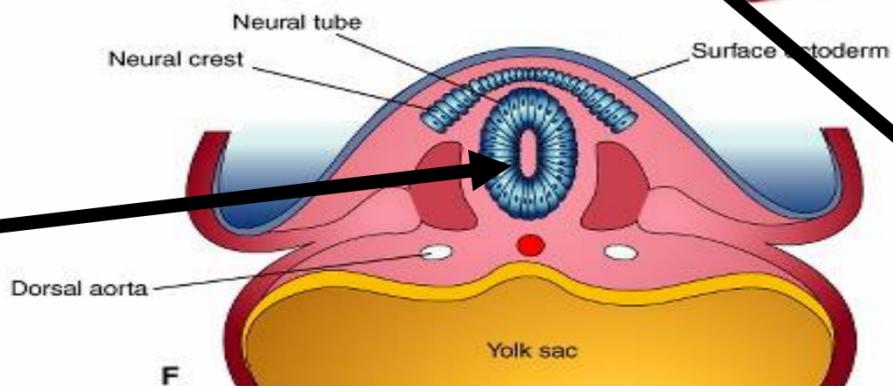
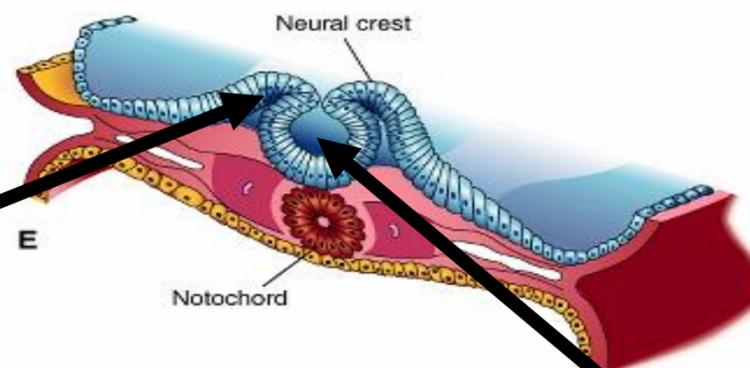
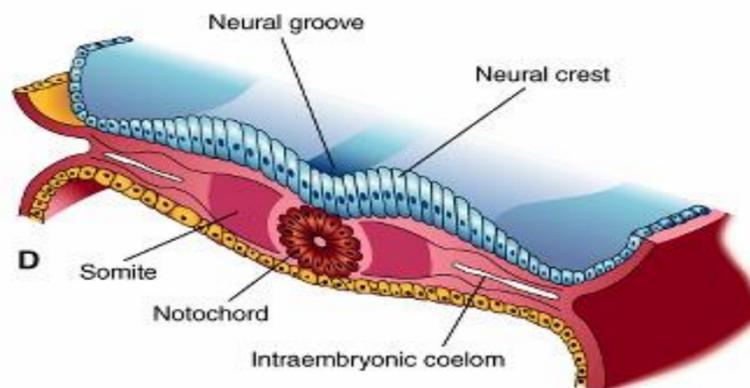
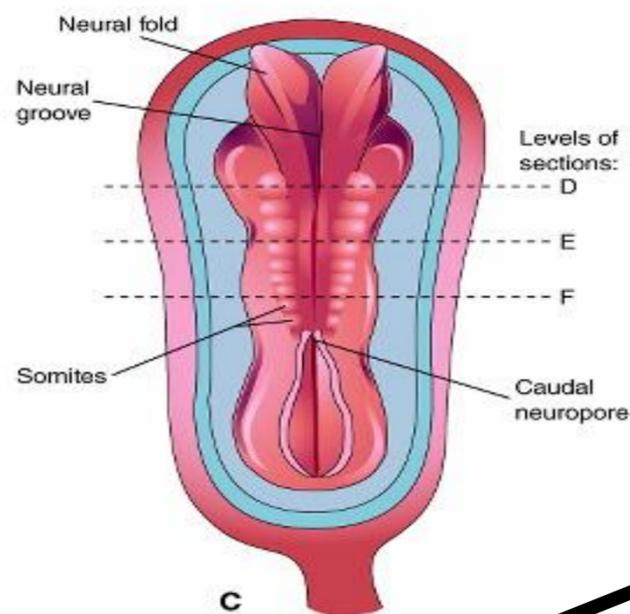
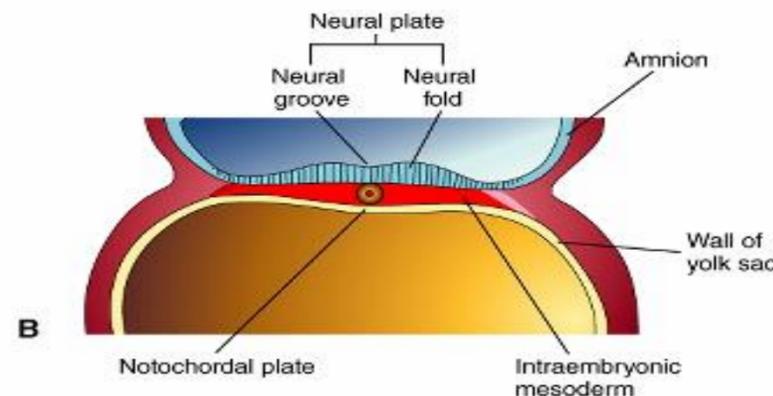
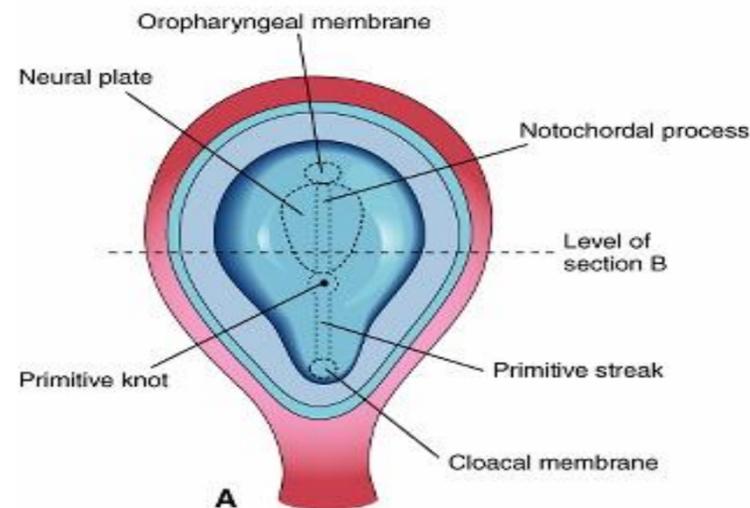
**Goteira neural**



**Tubo neural**



**Crista neural**



✓ **Tubo neural** – Se diferencia em SNC, que consiste em encéfalo e Medula espinhal

✓ **Crista neural** – dá origem às células formadoras da maior parte do SNP e SNA, constituídos pelos gânglios cranianos, espinhais e autônomos.

Pregas neurais

Tubo neural

Sulco neural

# Quais as estruturas terão origem a partir do TUBO NEURAL?

- **Neurônios do SNC;**
- **Células da glia do SNC;**
- **Neurônios somatomotores do SNP;**
- **Neurônios autônomos pré-sinápticos do  
SNP;**

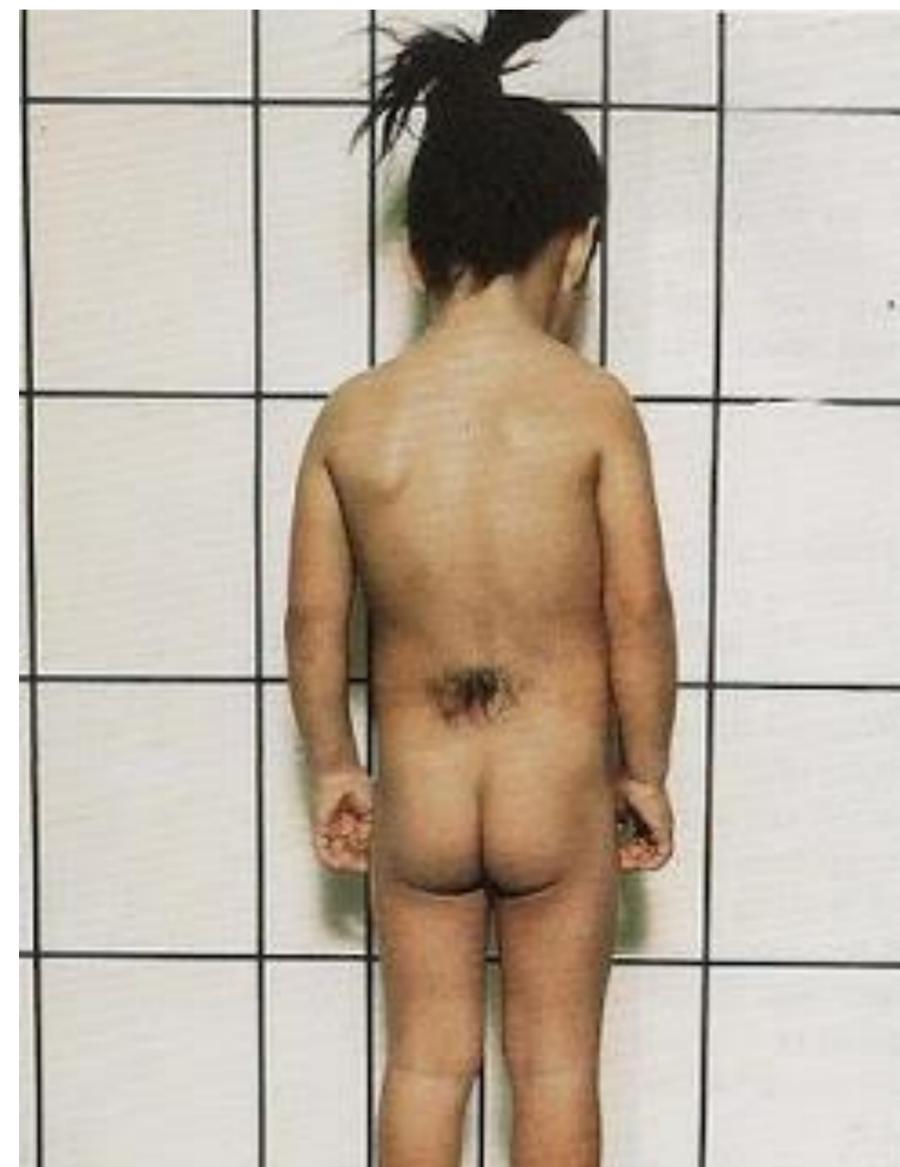
## A CRISTA NEURAL ORIGINA:

- Neurônios sensitivos do SNP;
- Neurônios autônomos pós-sinápticos;
- Gânglios sensitivos;
- Gânglios do SNA;
- Medula da adrenal (ou supra renal);
- Células de Schwann;
- Células C (parafoliculares) a tireóide;
- Pia-máter e aracnóide das meninges
- Dura-máter a partir do mesoderma

# Anomalias do SNC

**Espinha bífida oculta:**

É o resultado de uma falha no crescimento normal das metades embrionárias do arco e na fusão destes no plano mediano.



# Anomalias do SNC

## Espinha bífida cística:

envolve a protrusão da medula espinhal e/ou das meninges através do defeito no arco vertebral



## Hidrocefalia:

resulta de um prejuízo na circulação e na absorção do LCE ou em casos raros no aumento da produção de LCE.



## Microcefalia:

A calvária e o encéfalo são pequenos, mas a face tem tamanho normal.

As crianças afetadas tem retardo mental grave, pois o encéfalo é subdesenvolvido.



# Holoprosencefalia:

doença grave provocada por fatores genéticos e ambientais (diabete materna e teratógenos, bem como altas doses de álcool).

As crianças apresentam encéfalo anterior pequeno e ventrículos laterais geralmente fundidos. E anomalias na face, como por exemplo olhos anormalmente próximos um do outro conhecido como o hipotelorismo





**Exoencephalia:**

# Encefalocele

- Parecem ser resultado do fechamento incompleto da porção mais rostral do tubo neural durante a embriogênese do encéfalo.
- Como há um fechamento anormal, tanto o tecido neural intracraniano como as meninges podem herniar através de uma falha óssea.
- Se a herniação contém:
  - Somente líquido: meningocele
  - Somente tecido neural + meninges: meningoencefalocele
  - Tecido neural + meninges + partes do sistema ventricular; encefalocistomeningocele



*Meningomielocele é o tipo muito grave, pelo qual emerge também a medula espinhal; a área afetada tem o aspecto de carne viva e é provável que o bebê apresente uma grave incapacidade.*

## **D10-PAPEL DO ÁCIDO FÓLICO NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA NERVOSO ENTÉRICO DE CAMUNDONGOS C57: UM ESTUDO MORFOLÓGICO**

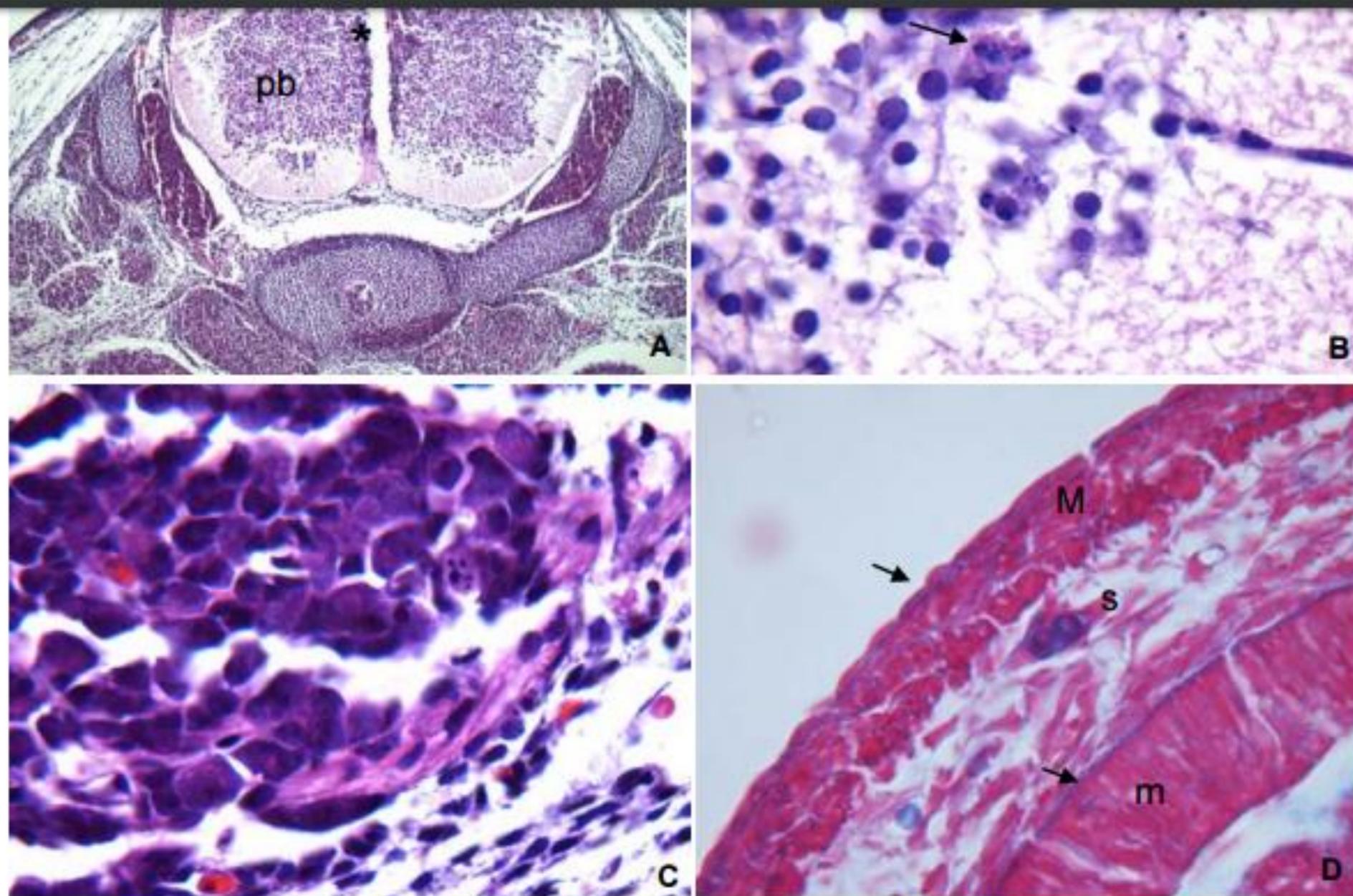
MENDES<sup>1</sup>, Diego dos Santos; HARADA<sup>1</sup>, Dérica Sayuri; ZAPATER<sup>2</sup>, Mariana Cristina Vicente Umada; MALDONADO<sup>3</sup>, Estela; MARTÍNEZ-ÁLVARES<sup>3</sup>, Concepción; HERNANDES<sup>4</sup>, Luzmarina  
**E-mail:** lhernandes@uem.br

- 1- Acadêmico do Curso de Medicina, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR
- 2- Mestranda do Programa de Biociências Aplicadas à Farmácia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR
- 3- Departamento de Anatomía y Embriología Humana I, Facultad de Odontología, Universidad Complutense (UCM), Madrid, Espanha
- 4- Doutora em Biologia Celular e Tecidual, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR

### **Resumo**

Os neurônios do SNE derivam de células das cristas neurais que são suscetíveis à deficiência de ácido fólico, uma vitamina essencial em períodos de rápida divisão celular e crescimento, como ocorre no desenvolvimento embrionário. As células das cristas neurais são suscetíveis à deficiência de ácido fólico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do déficit de ácido fólico no desenvolvimento dos neurônios mioentéricos em camundongos. Cortes histológicos de camundongos C57 com 14,5 dias de gestação corados com H&E e Azan foram avaliados. Não houve evidência morfológica do desenvolvimento de gânglios mioentéricos neste período, o que pode ser sugestivo de um atraso na colonização do intestino pelas células das cristas neurais.

---



**Figura 1** - Corte histológico de embrião de camundongo C57 (E14,5) cujas mães foram submetidas a uma dieta com restrição de ácido fólico. (A) Medula espinhal com adelgaçamento da substância branca na região dorsal (seta), ausência de organização da camada neuroepitelial (\*) e das regiões das placas alar (pa) e basal (pb); (B) foram ainda observados corpos apoptóticos na substância cinzenta (seta); (C) Os gânglios da cadeia dorsal apresentaram citoplasma com intensa basofilia e núcleos irregulares e também muito basofílicos. Em (D) uma alça do intestino médio de embrião de camundongo C57 (E14,5). (M) túnica muscular; (s) camada submucosa; (setas) fibras colágenas em azul; (m) mucosa. Coloração: H&E em a, b e c e Azan em d. Objetivas de 10x em a, e 100x em b, c e d.

# REFERÊNCIAS

- MOORE. K.L. Embriologia Humana. 9ªEd. Elsevier. Rio de Janeiro. 2013.
- MORAES, Alberto Parahyba Quartim de - O Livro do cérebro. Vol 4. São Paulo. SP, Editora Duetto Pag 228. 2009.
- FRANCO S. Norma – Descomplicando as praticas de laboratório de neuroanatomia -2005

