

# SISTEMA SENSORIAL E SENTIDOS ESPECIAIS

RENATO LEONARDO DE FREITAS

➤ **Uma onda vinda do alto mar, quebrando na praia onde não há nenhuma espécie animal, ela faz barulho?**

➤ **O mar era azul antes que o homem o visse?**



# FISIOLOGIA SENSORIAL

*Tópicos da aula:*

- ***Receptores sensoriais***
- ***Sistema sensorial somático: tato, temperatura, propriocepção e dor***
- ***Sentidos especiais: visão, olfato, paladar e audição***

# *Processamento da Informação pela Divisão Sensitiva do Sistema Nervoso*

## *Consciência*

### **Sentidos Especiais**

Visão

Audição

Gustação

Olfação

Equilíbrio

### **Sentidos Somáticos**

Pressão ao toque

Temperatura

Dor

Propriocepção

## *Subconsciência*

### **Estímulos Somáticos**

Extensão e tensão muscular

### **Estímulos viscerais**

Pressão arterial

pH e oxigênio no sangue

pH do fluido cerebrospinal

Enchimento dos pulmões

Osmolaridade dos fluidos corporais

Temperatura

Glicose sanguínea

Distensão do trato gastrintestinal

# ESTRUTURA DO SISTEMA NERVOSO SENSORIAL

## ➤ Receptores sensoriais

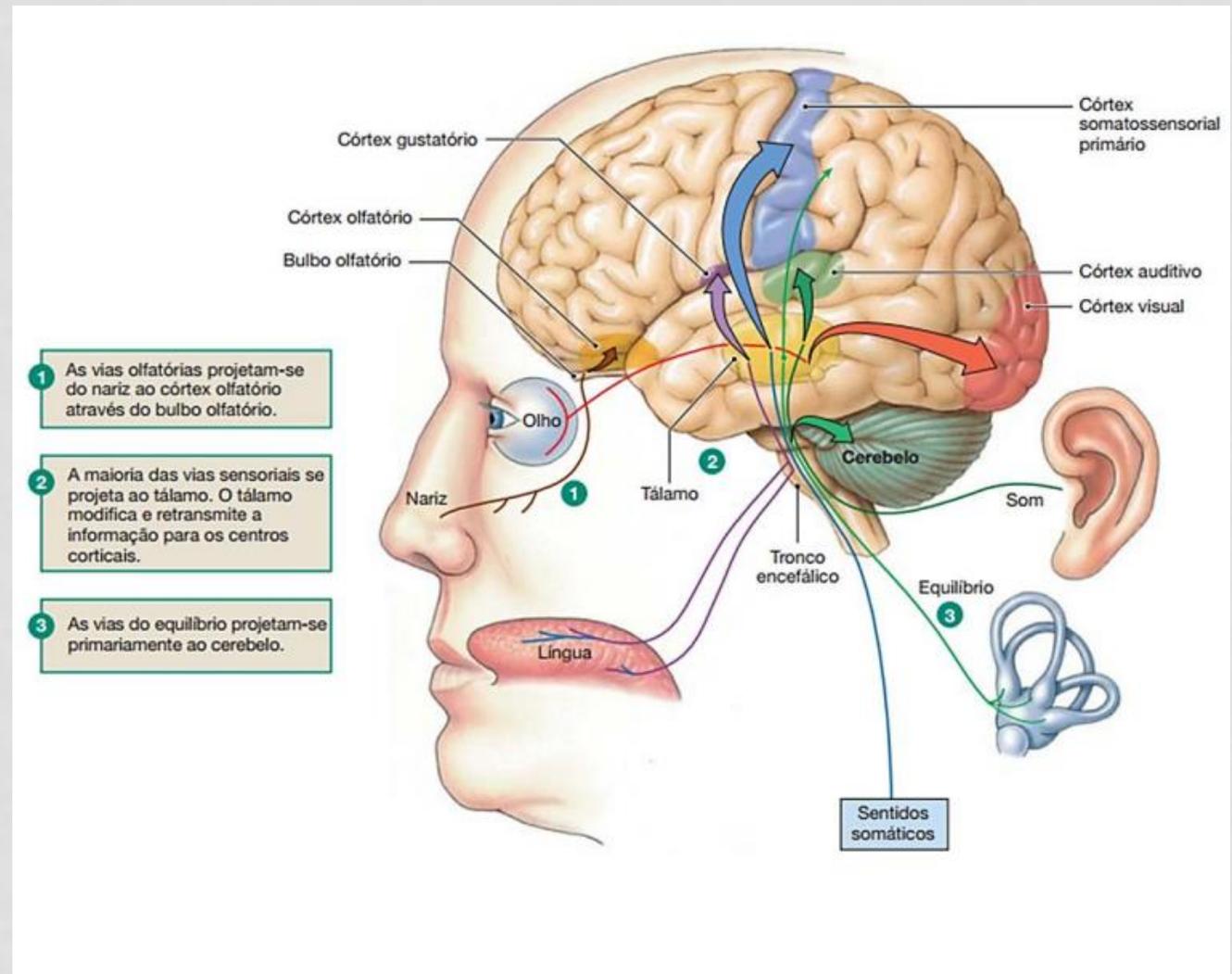
- Respondem a um estímulo externo ou interno
- Transdutores que fazem a conversão em potenciais de ação

## ➤ Vias e circuitos sensoriais

- Convergência dos neurônios primários (ou sensitivos) para os neurônios secundários e terciários (Via Neurônios Aferentes)

## ➤ Centros superiores de integração

- Envio dos estímulos para o encéfalo



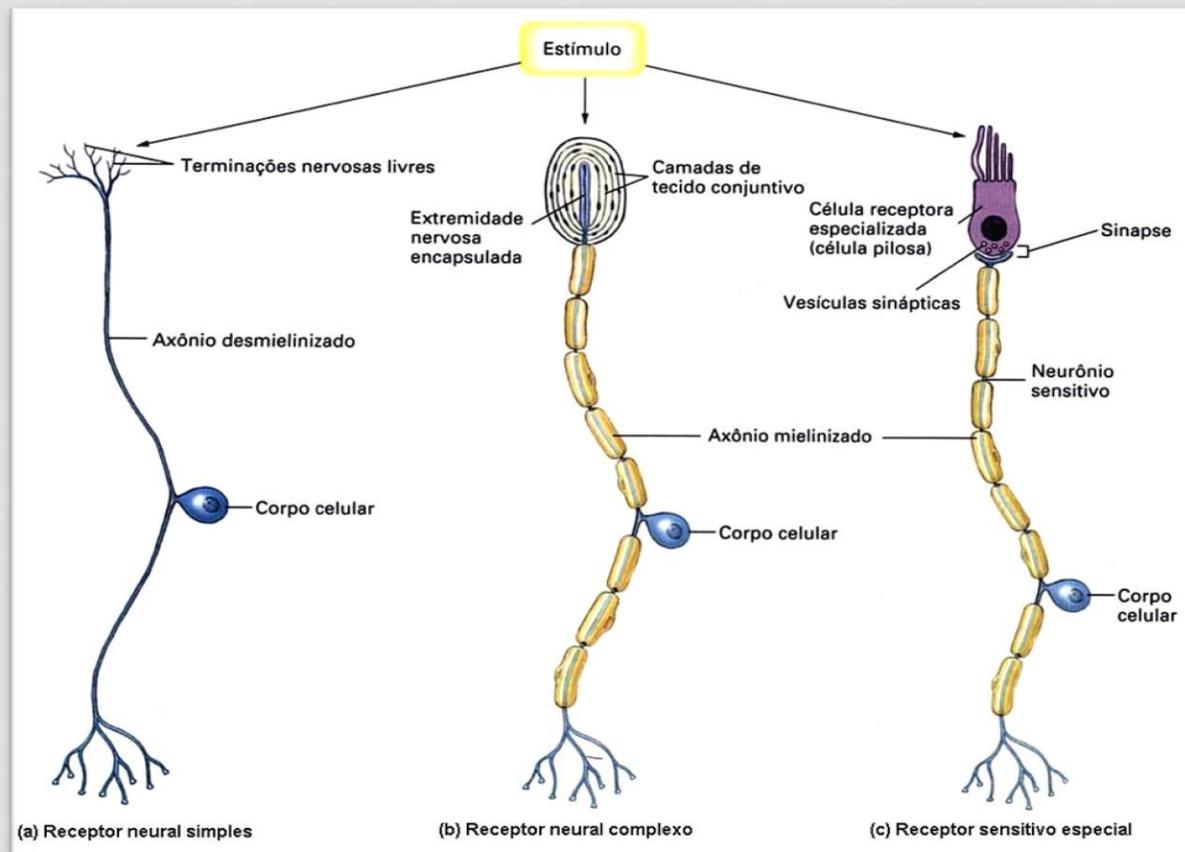
# RECEPTORES SENSORIAIS

- Tipo de receptor sensorial
- Vias sensoriais específicas
- Campos receptivos/Discriminação de estímulos.
- Codificação do estímulo: Modalidade, Localização, Intensidade e Duração.

*Diferentes tipos de estímulos são transduzidos em sinais nervosos e transmitidos da periferia para o sistema nervoso central.*

# TIPOS DE RECEPTORES SENSORIAIS

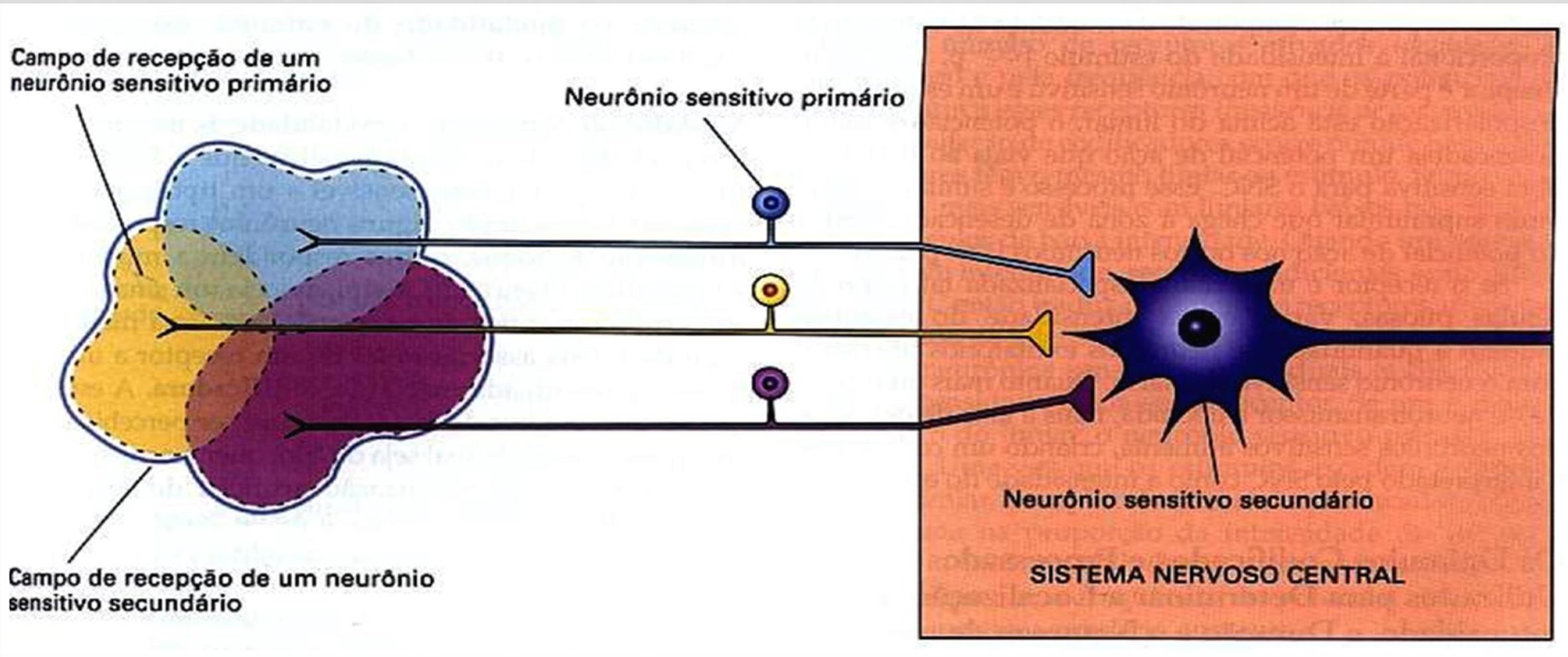
- Mecanorreceptores
- Quimiorreceptores
- Termorreceptores
- Fotorreceptores
- Nociceptores



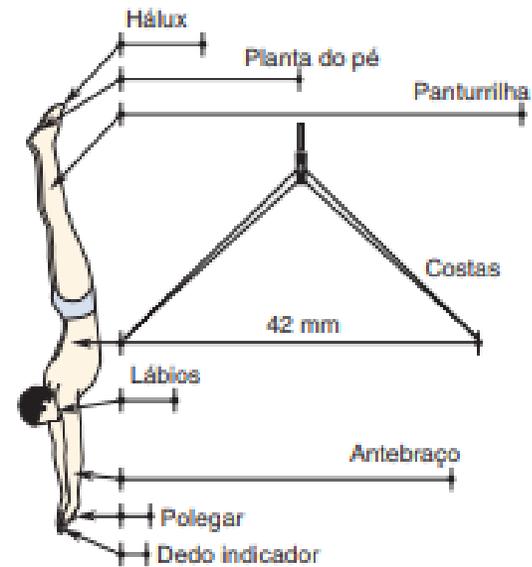
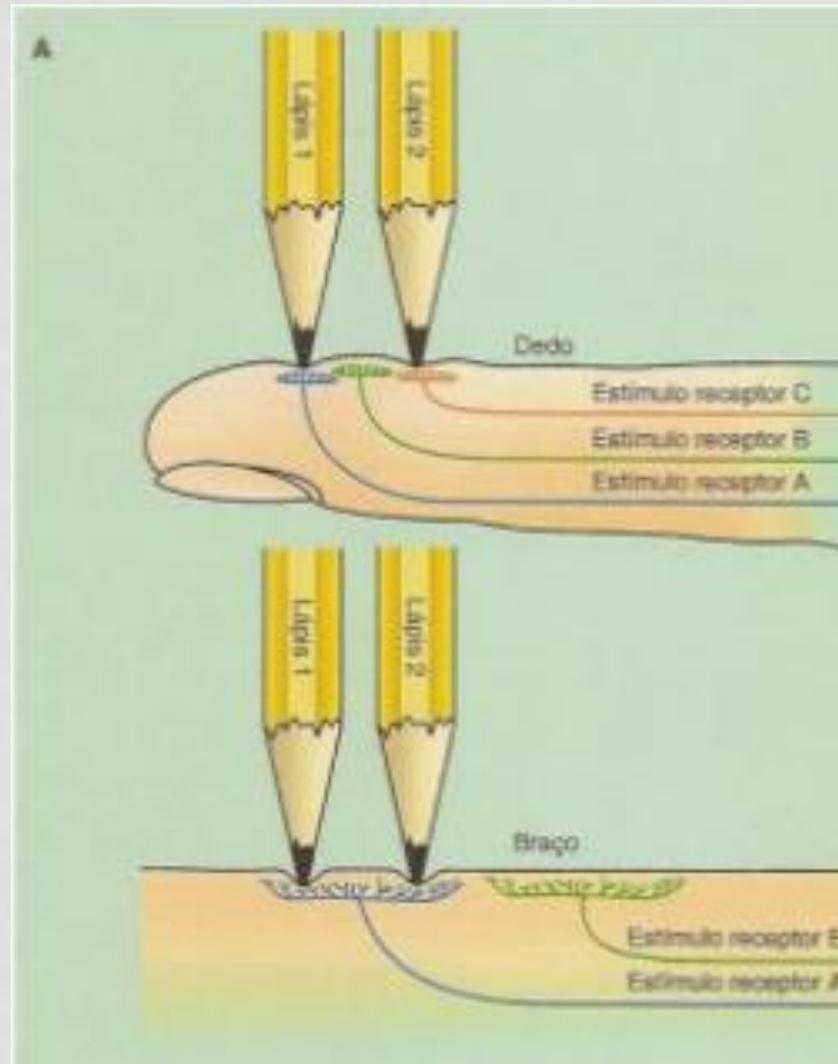
**Diferentes tipos de estímulos (energias diferentes/estímulo adequado) são transmitidos da periferia para o sistema nervoso central por vias neurais específicas.**

# CAMPOS RECEPTIVOS

- Neurônios primários.
- Neurônios secundários.



# CAMPO RECEPTIVO: *DISCRIMINAÇÃO ENTRE DOIS PONTOS*



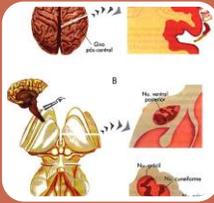
▲ FIGURA 12.7

**Discriminação de dois pontos na superfície corporal.** Os pares de pontos mostram a distância mínima necessária para sentir dois pontos distintos tocando o corpo simultaneamente. Observe a sensibilidade da ponta dos dedos quando comparada à do resto do corpo. Todas as medidas estão mostradas em escala proporcional.

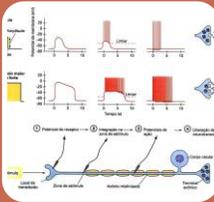
# CODIFICAÇÃO DO ESTÍMULO



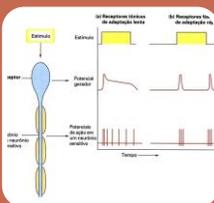
Modalidade



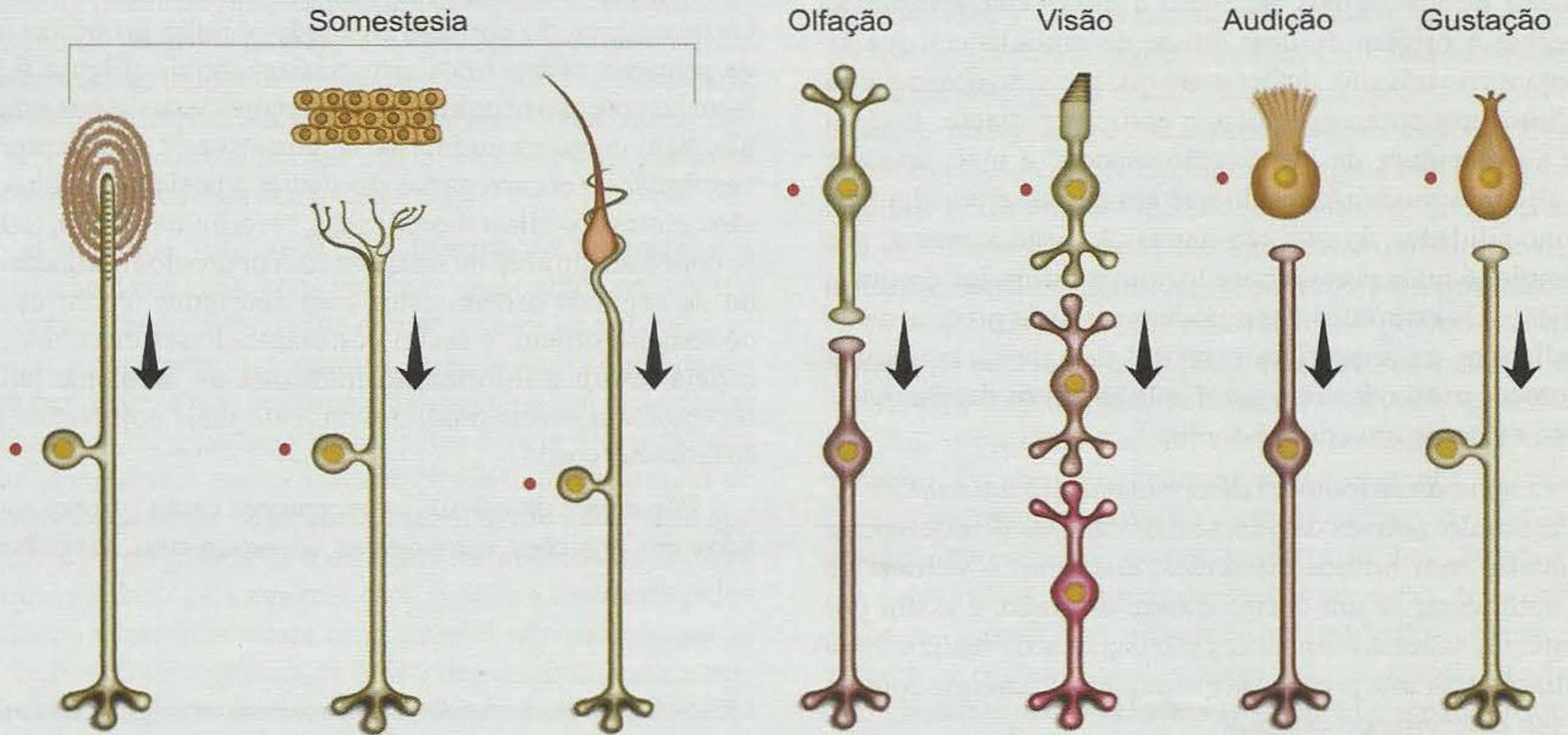
Localização



Intensidade

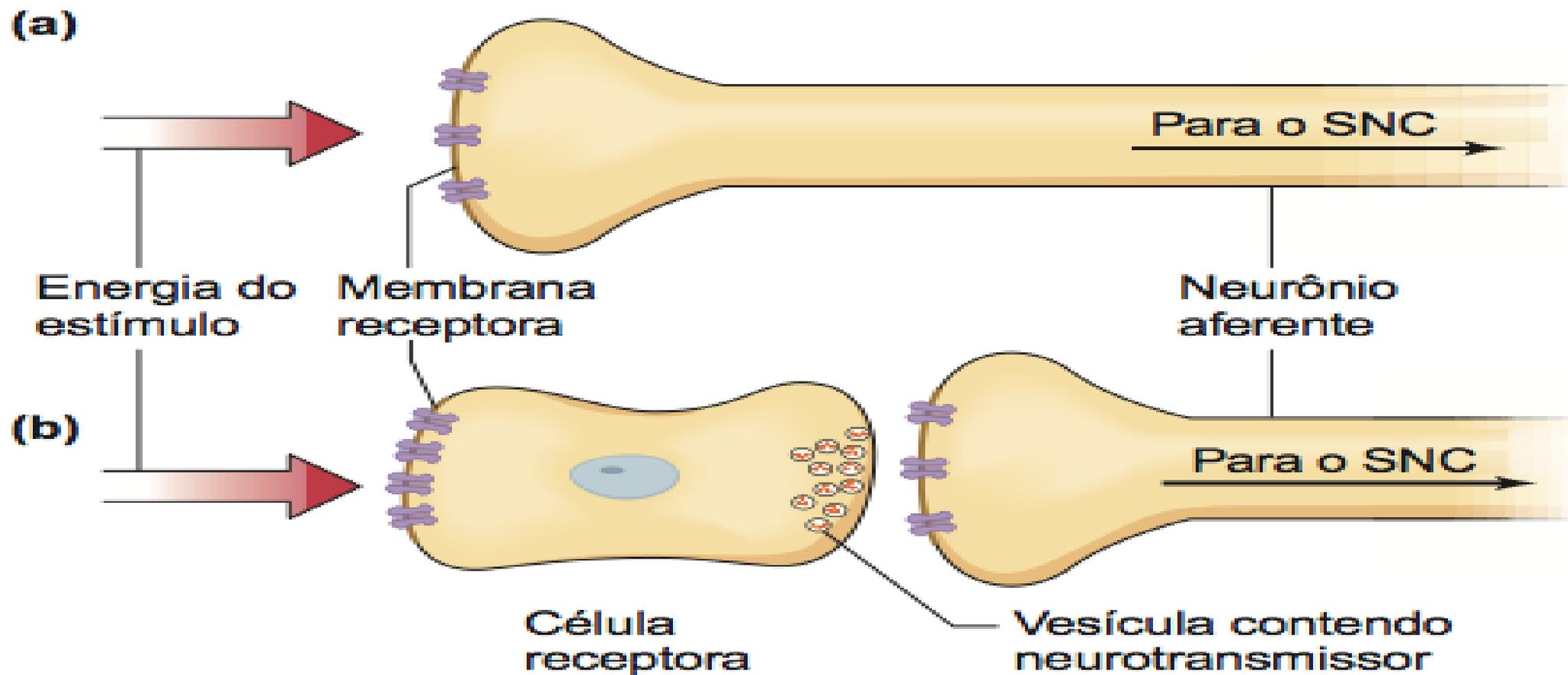


Duração

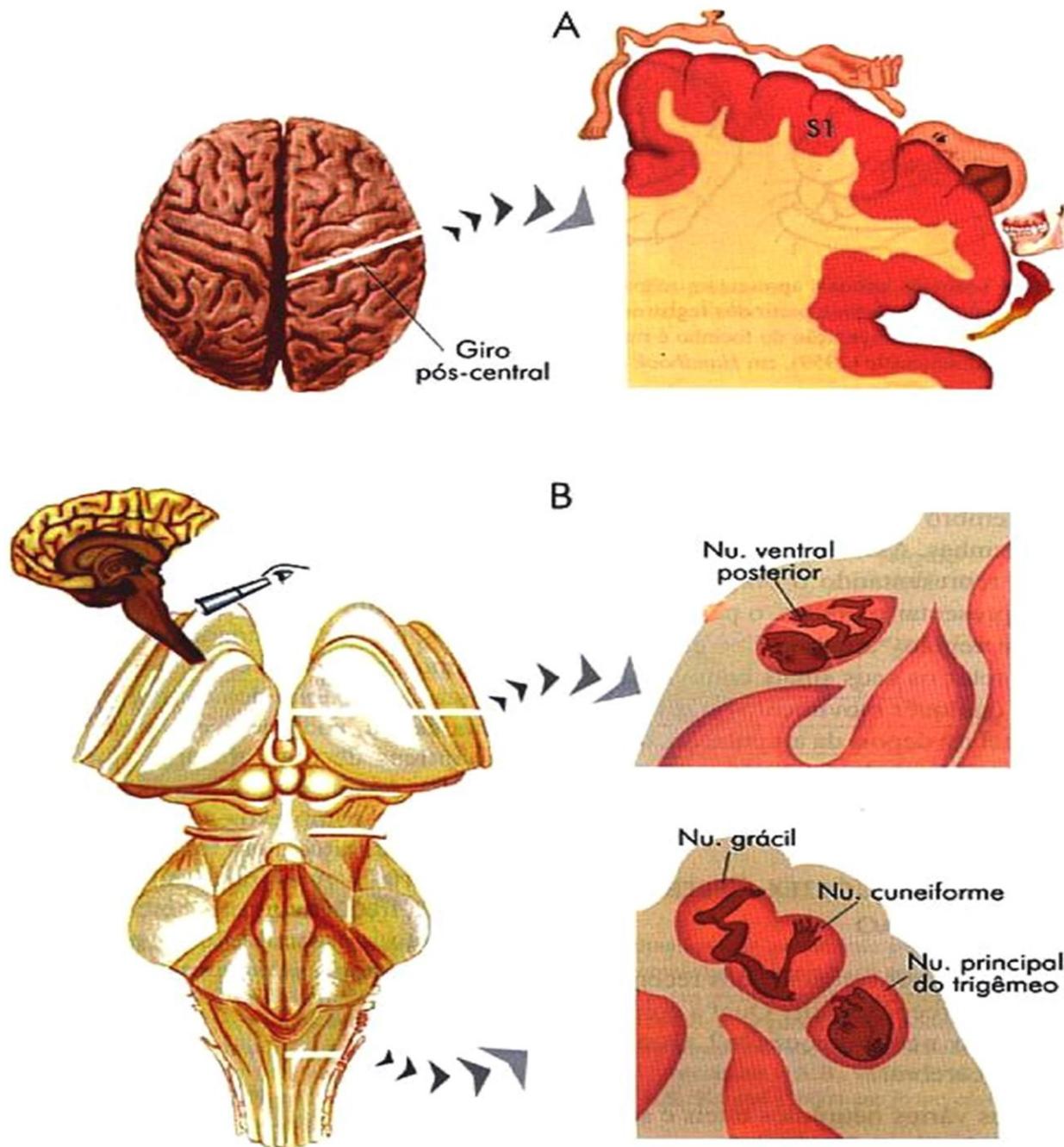


► **Figura 6.1.** Os receptores sensoriais (assinalados por pontos vermelhos) são células especializadas em captar a energia que provém do ambiente (externo ou interno ao organismo). São também as células primárias dos sistemas sensoriais.

**Receptores Sensoriais:** região sensível da membrana que responde a determinado estímulo.

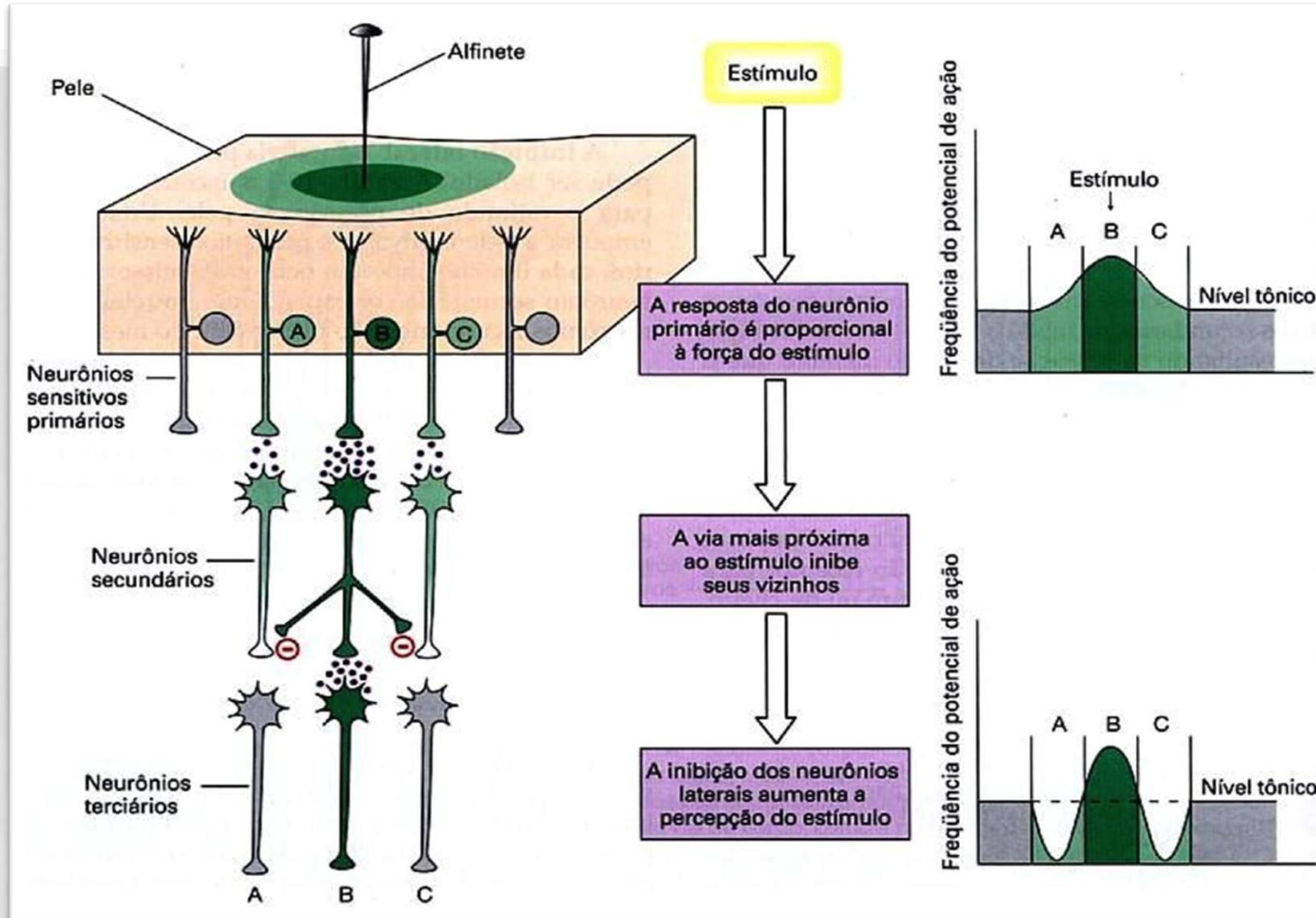


## LOCALIZAÇÃO



- *Organização Topográfica das vias sensoriais.*
- *Ocorre em todos os níveis do sistema nervoso.*

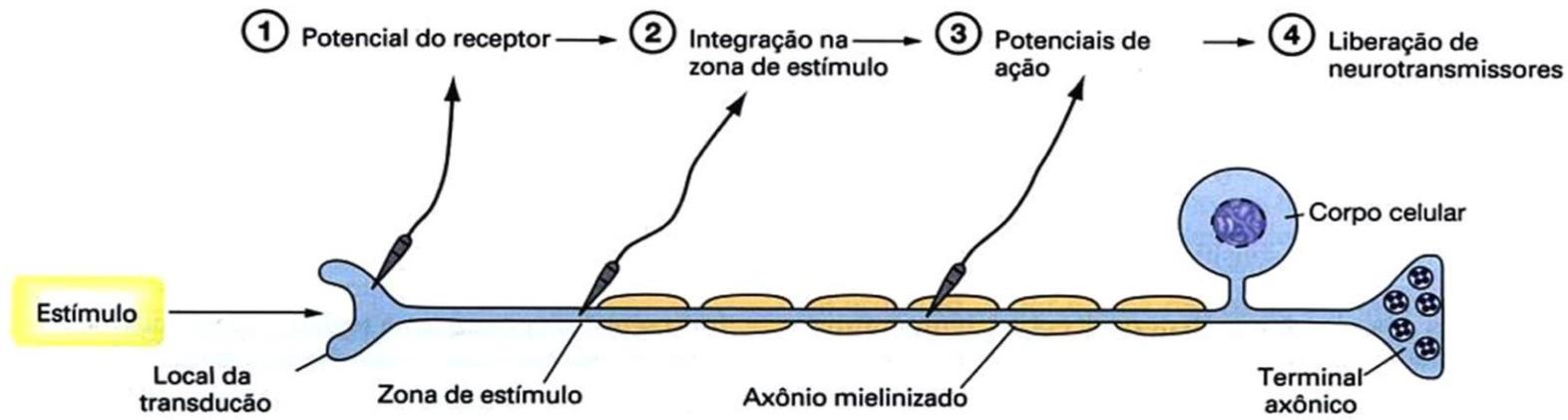
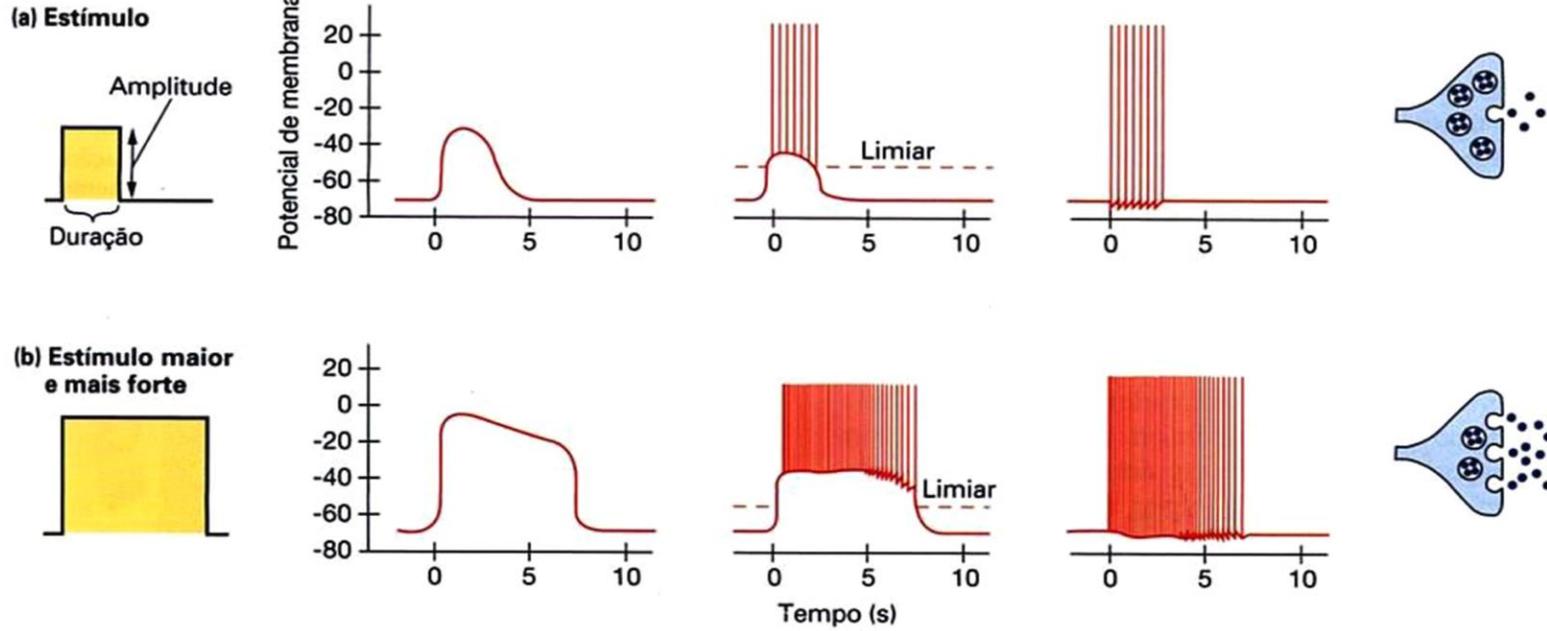
# LOCALIZAÇÃO: CONTRIBUIÇÃO DO FENÔMENO DE INIBIÇÃO LATERAL



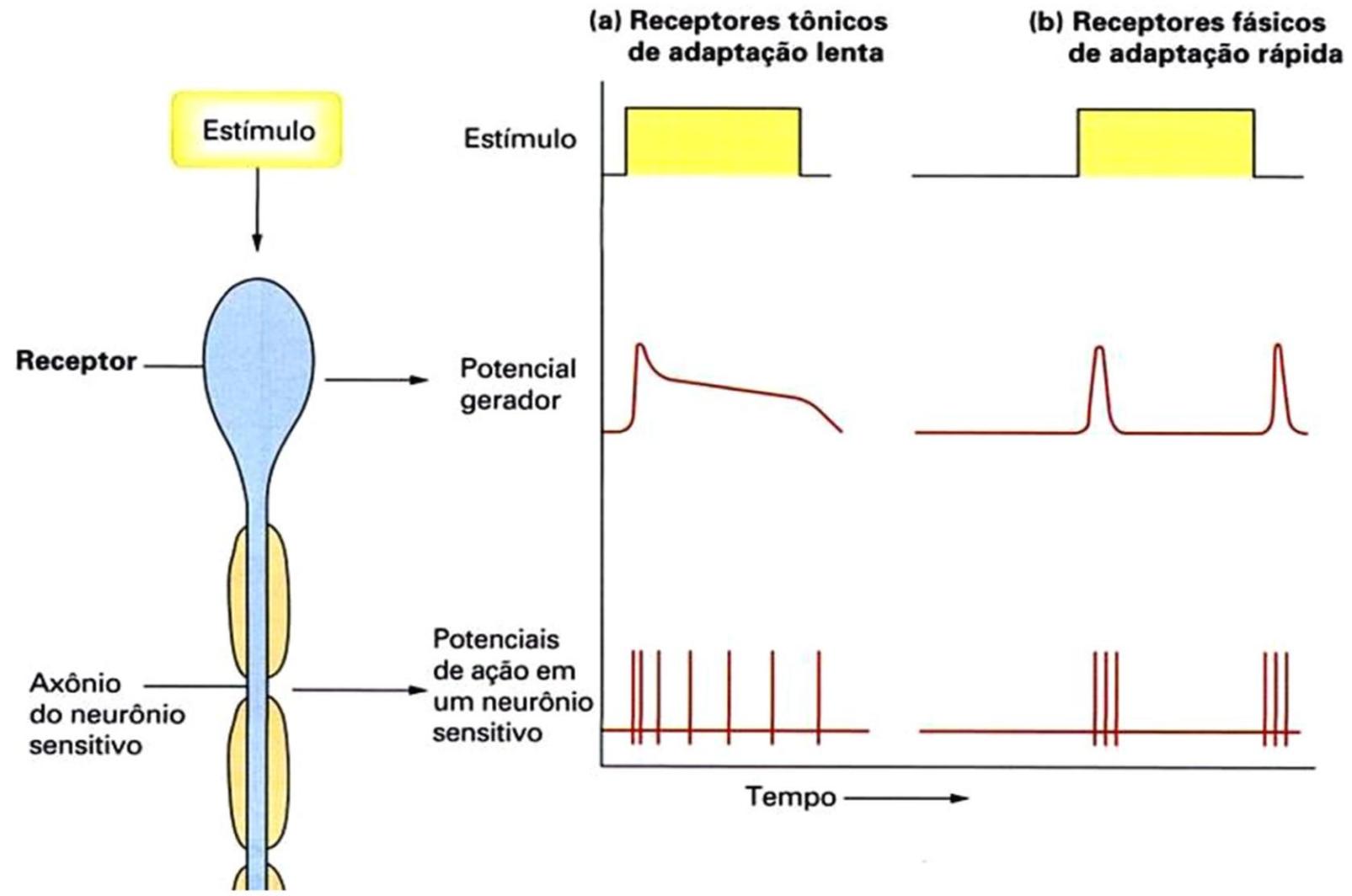
# INTENSIDADE

❖ **INTENSIDADE:** NÚMERO DE P.A. E FREQUÊNCIA.

❖ **POTENCIAL RECEPTOR:** GRADUADO. É **DIFERENTE** DE POTENCIAL DE AÇÃO.



- 1 A amplitude e a duração do potencial receptor variam de acordo com o estímulo.
- 2 O potencial receptor é integrado na zona de disparo.
- 3 A frequência dos potenciais de ação é proporcional à intensidade do estímulo. A duração de uma série de potenciais de ação é proporcional à duração do estímulo.
- 4 A liberação do neurotransmissor varia de acordo com o padrão dos potenciais de ação que chegam ao terminal axônico.



## DURAÇÃO

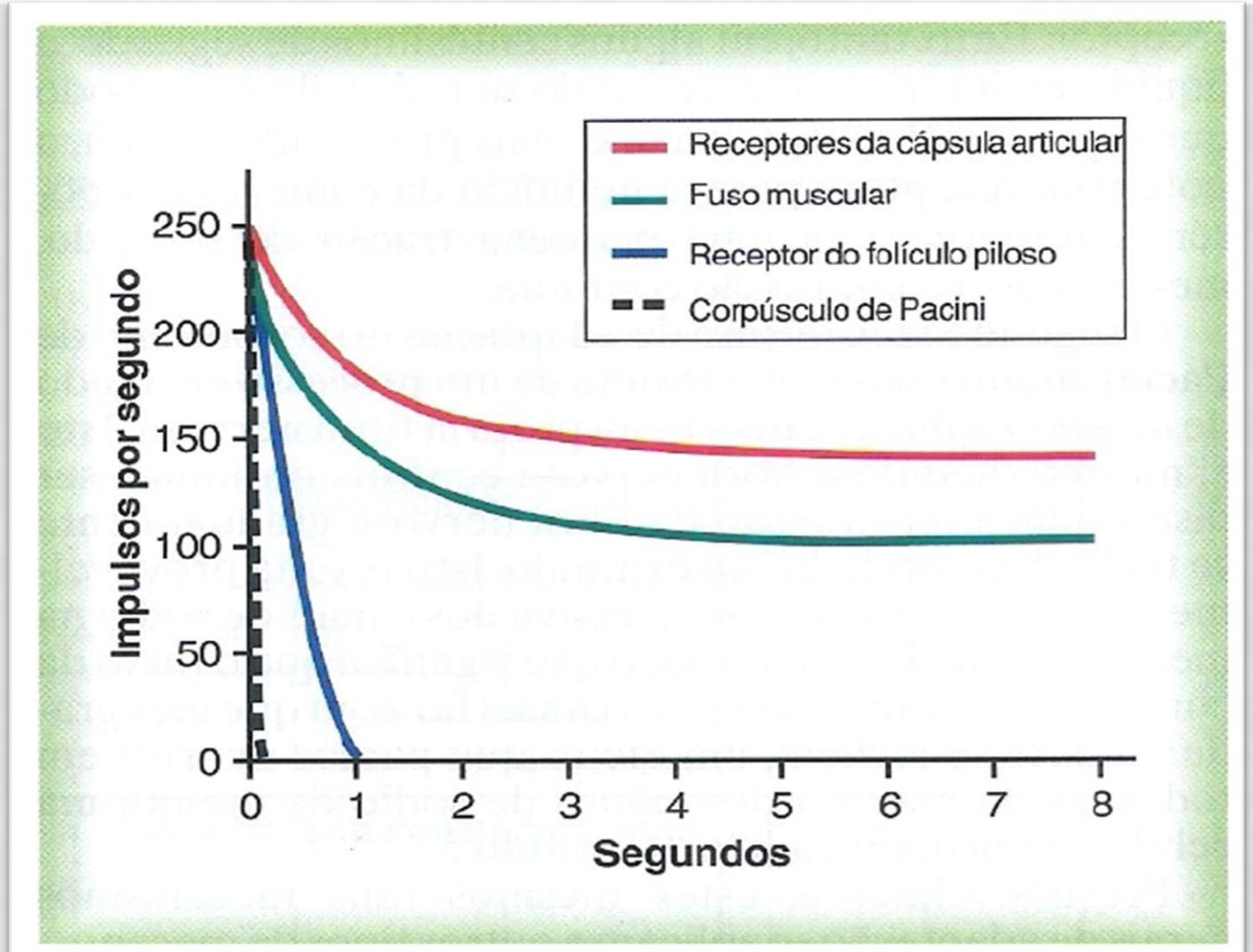
✓ *RECEPTORES FÁSICOS*

*E TÔNICOS.*

✓ *Adaptação.*

# ADAPTAÇÃO

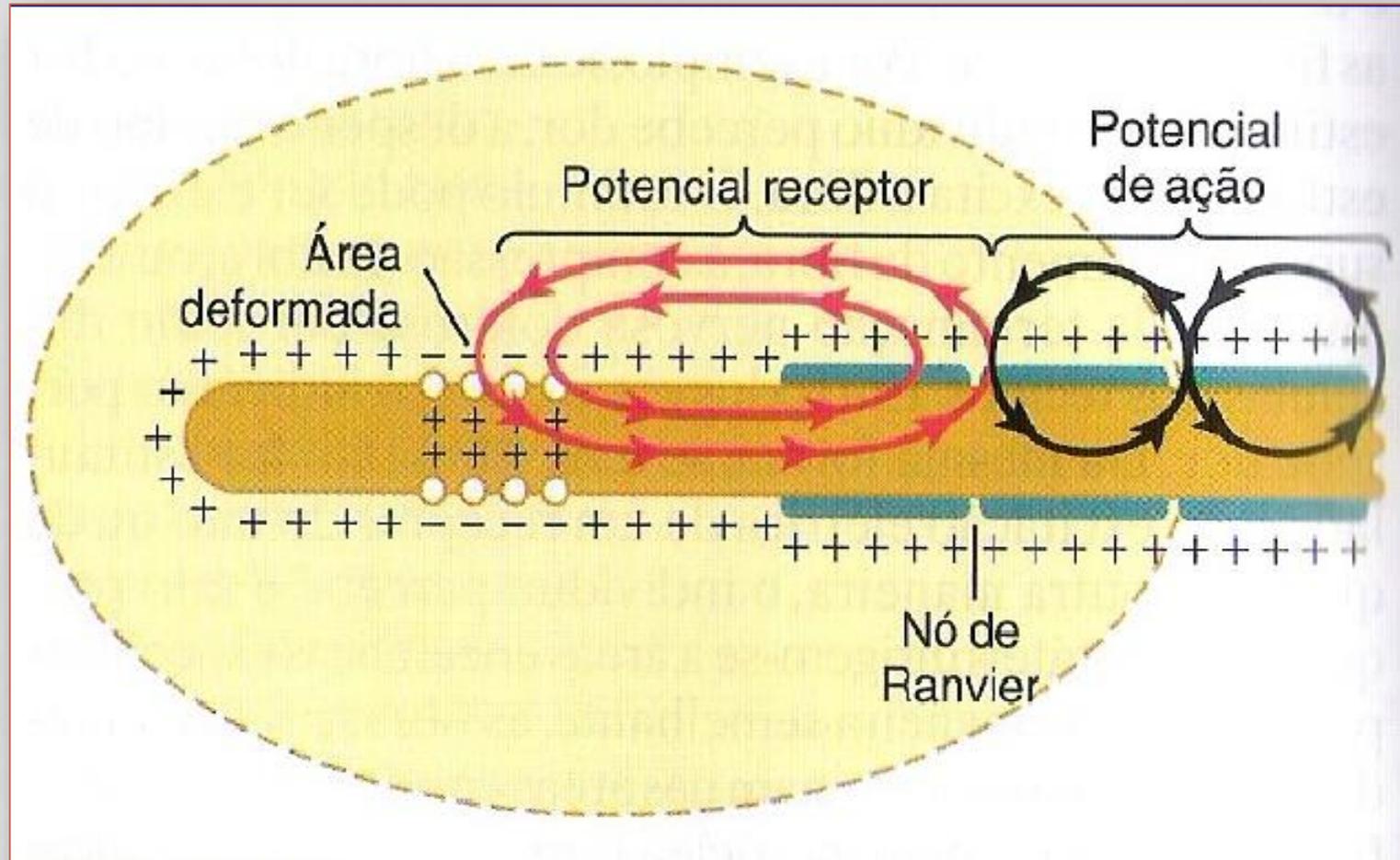
- Depende da inativação progressiva dos canais de  $\text{Na}^+$ .
- Reajustes na forma do receptor.



# POTENCIAL RECEPTOR X POTENCIAL DE AÇÃO

**POTENCIAL RECEPTOR** é graduado, ocorre no terminal sensorial

**POTENCIAL DE AÇÃO**, TUDO OU NADA, “caminha pelo axônio”



# TRANSDUÇÃO DOS ESTÍMULOS SENSORIAIS

➔ Conversão da energia de um estímulo em um  **sinal elétrico**



# DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

## *SOMESTESIA*

Latim: Soma = Corpo  
Aesthesia = Sensibilidade



Capacidade que um organismo tem de receber e processar informações provenientes da superfície do corpo e do interior do corpo

## *SENSAÇÕES SOMÁTICAS*



Tato



Temperatura



Dor



Propriocepção

# O QUE É SOMESTESIA?

**SOMESTESIA** do latim *soma* (corpo) e *aesthesia* (sensibilidade)

É uma modalidade sensorial que permite às pessoas receberem informações sobre as partes de seus corpos

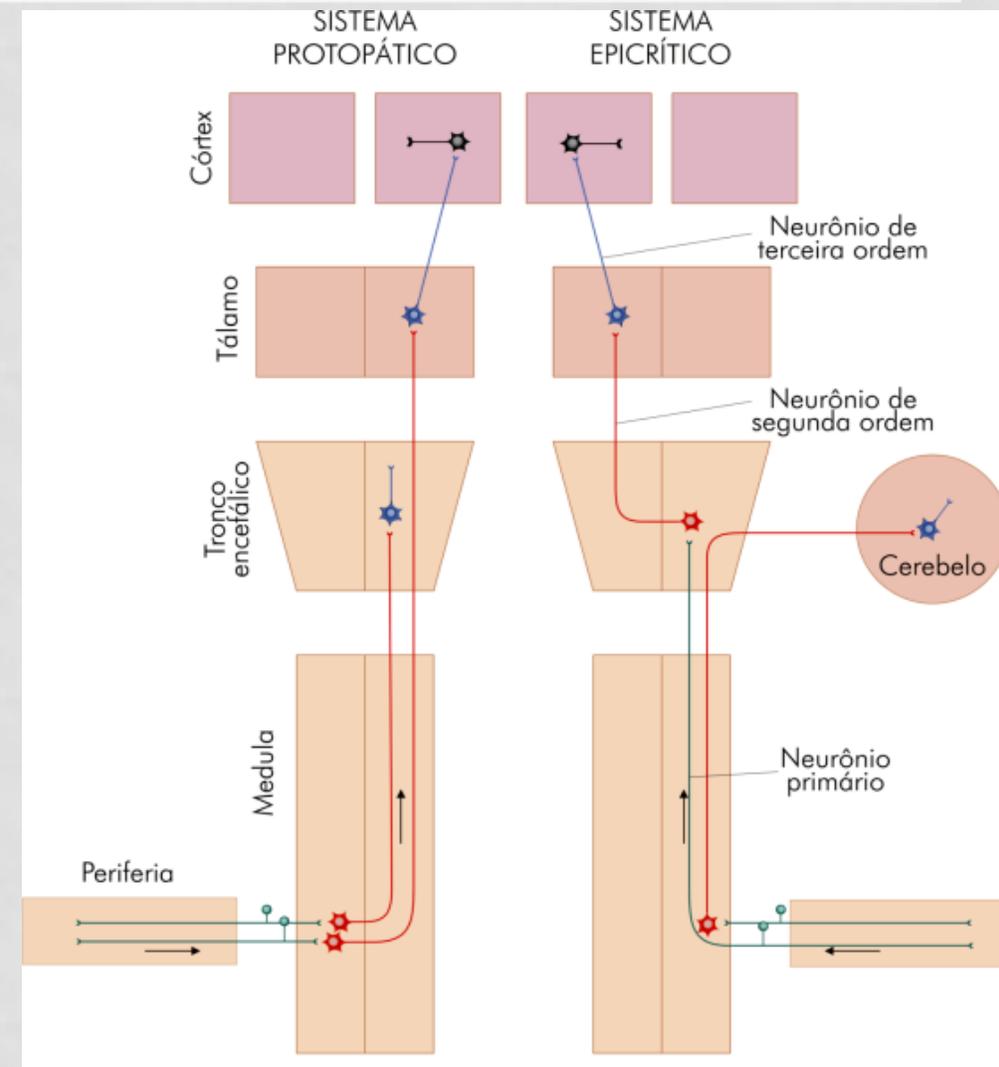
• Submodalidades:

- Tato
- Propriocepção

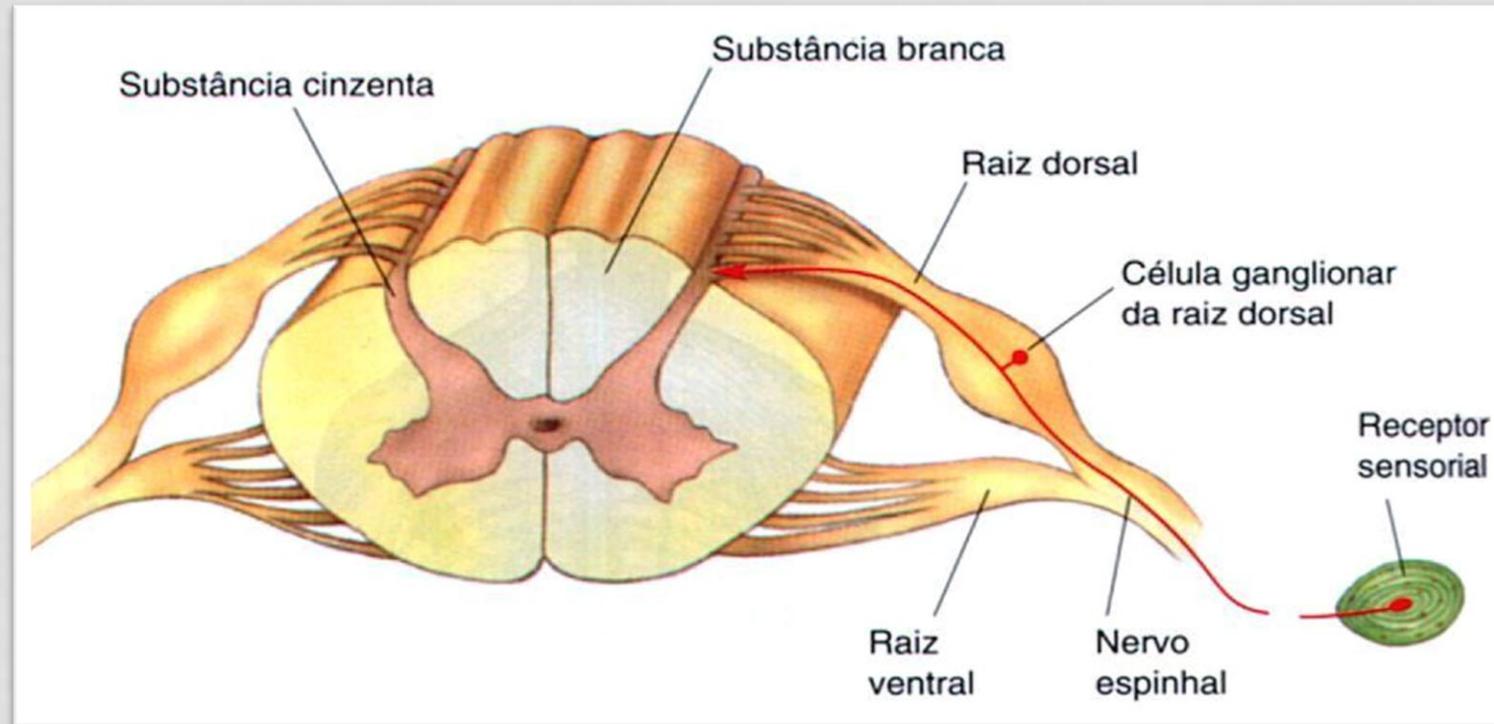
} **SISTEMA EPICRÍTICO**

- Termocepção
- Dor

} **SISTEMA PROTOPÁTICO**



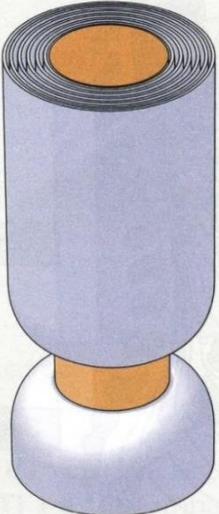
# NEURÔNIO PRIMÁRIO



- Corpo celular : no **GÂNGLIO DA RAIZ DORSAL** ou no **GÂNGLIO TRIGEMINAL**.
  - Neurônios pseudounipolares.
- Medula espinhal: raiz dorsal, corpos neuroniais e tratos de fibras.

# FIBRA AFERENTE PRIMÁRIA

- Axônios do neurônio primário.
- Diversos diâmetros refletem diferenças na velocidade de condução.
- Classificação.

	A $\alpha$	A $\beta$	A $\delta$	C
Axônios da pele				
Axônios dos músculos	Grupo I	II	III	IV
				
Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )	13-20	6-12	1-5	0,2-1,5
Velocidade (m/s)	80-120	35-75	5-30	0,5-2
Receptores sensoriais	Proprioceptores do músculo esquelético	Mecanorreceptores da pele	Dor, temperatura	Temperatura, dor, prurido

# TATO

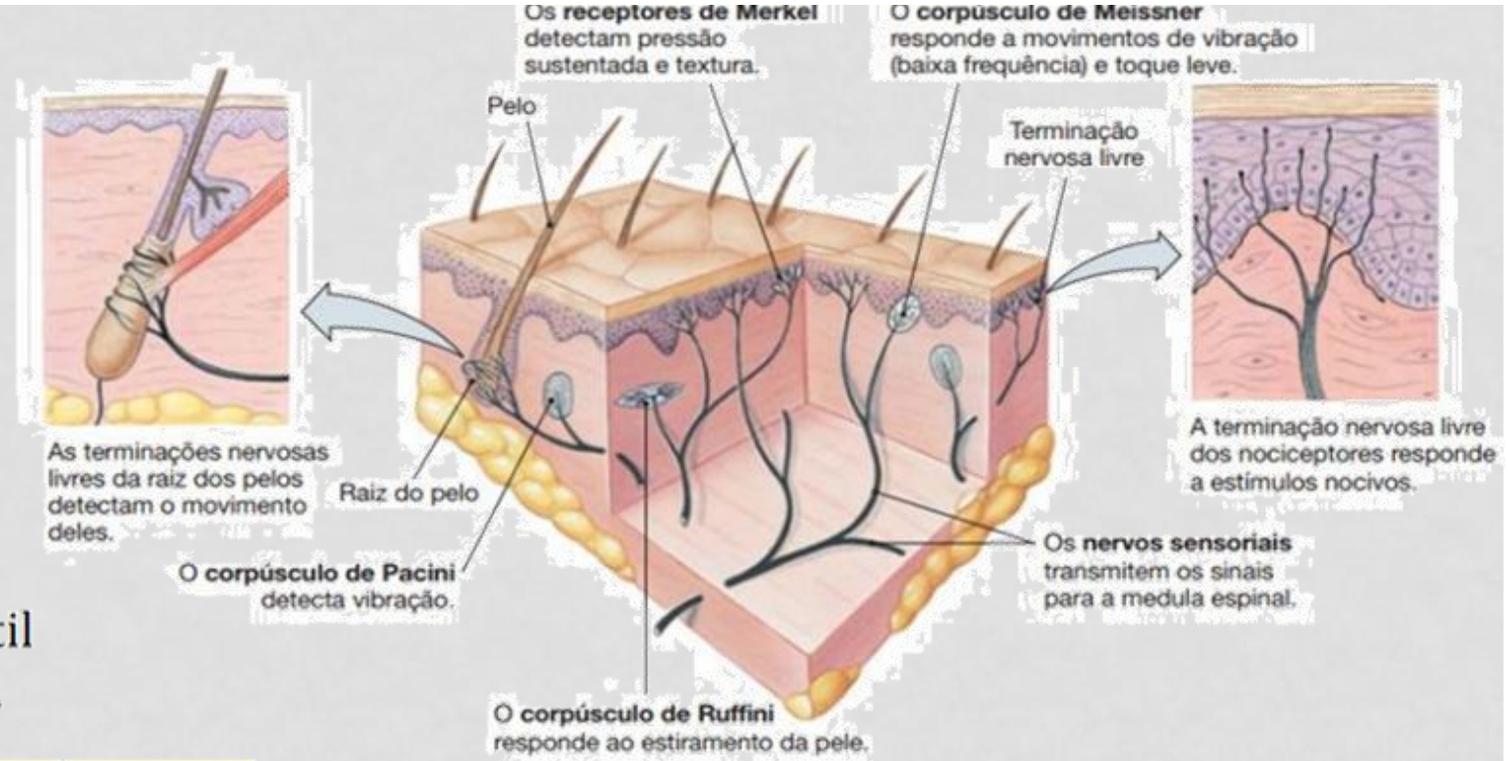
**Receptores táteis podem ser:**

**Encapsulados:**

**Não encapsulados:**

**Terminações Nervosas livres** – podem detectar toque e pressão (pouco discriminativo).

**Órgão Piloso Terminal** – na base dos pêlos há uma fibra nervosa entrelaçada – deslocamento do pêlo causa a sensação tátil – adaptação muito rápida e discriminativa.



Receptor	Estímulo	Localização	Estrutura	Adaptação
Terminações nervosas livres	Temperatura, estímulo nocivo, movimento do pelo	Ao redor da raiz dos pelos e sob a superfície da pele	Terminações nervosas não mielinizadas	Variável
Corpúsculos de Meissner	Vibração (baixa frequência), toque leve	Camadas superficiais da pele	Encapsulados em tecido conectivo	Rápida
Corpúsculos de Pacini	Vibração (alta frequência)	Camadas profundas da pele	Encapsulados em tecido conectivo	Rápida
Corpúsculos de Ruffini	Estiramento da pele	Camadas profundas da pele	Terminações nervosas alargadas	Lenta
Receptores de Merkel	Pressão contínua, textura	Camadas superficiais da pele	Célula epidérmica em contato sináptico com terminal nervoso alargado	Lenta

Os receptores da sensibilidade corporal

<i>Tipo morfológico</i>	<i>Transdução</i>	<i>Tipo de fibra*</i>	<i>Localização</i>	<i>Função</i>	<i>Adaptação</i>
Terminações livres	Mecanoelétrica, Termoelétrica, Quimioelétrica	C, A $\delta$	Toda a pele, órgãos internos, vasos sanguíneos, articulações	Dor, temperatura, tato grosseiro, propriocepção	Lenta
Corpúsculos de Meissner	Mecanoelétrica	A $\beta$	Epiderme glabra	Tato, pressão vibratória	Rápida
Corpúsculos de Pacini	Mecanoelétrica	A $\beta$	Derme, periósteo, paredes das vísceras	Pressão vibratória	Rápida
Corpúsculos de Ruffini	Mecanoelétrica	A $\beta$	Toda a derme	Indentação da pele	Lenta
Discos de Merkel	Mecanoelétrica	A $\beta$	Toda a epiderme glabra e pilosa	Tato, pressão estática	Lenta
Bulbos de Krause	Mecanoelétrica? Termoelétrica?	A $\beta$	Bordas da pele com as mucosas	Tato? Temperatura?	Lenta?
Folículos pilosos	Mecanoelétrica	A $\beta$	Pele pilosa	Tato	Rápida

# TEMPERATURA

O ser humano é capaz de perceber diferentes gradações de frio e calor

Frio congelante → frio → morno (indiferente)  
→ calor → calor escaldante

Há quatro tipos de termorreceptores:

**1 - Receptores de frio**

**2 - Receptores de calor**

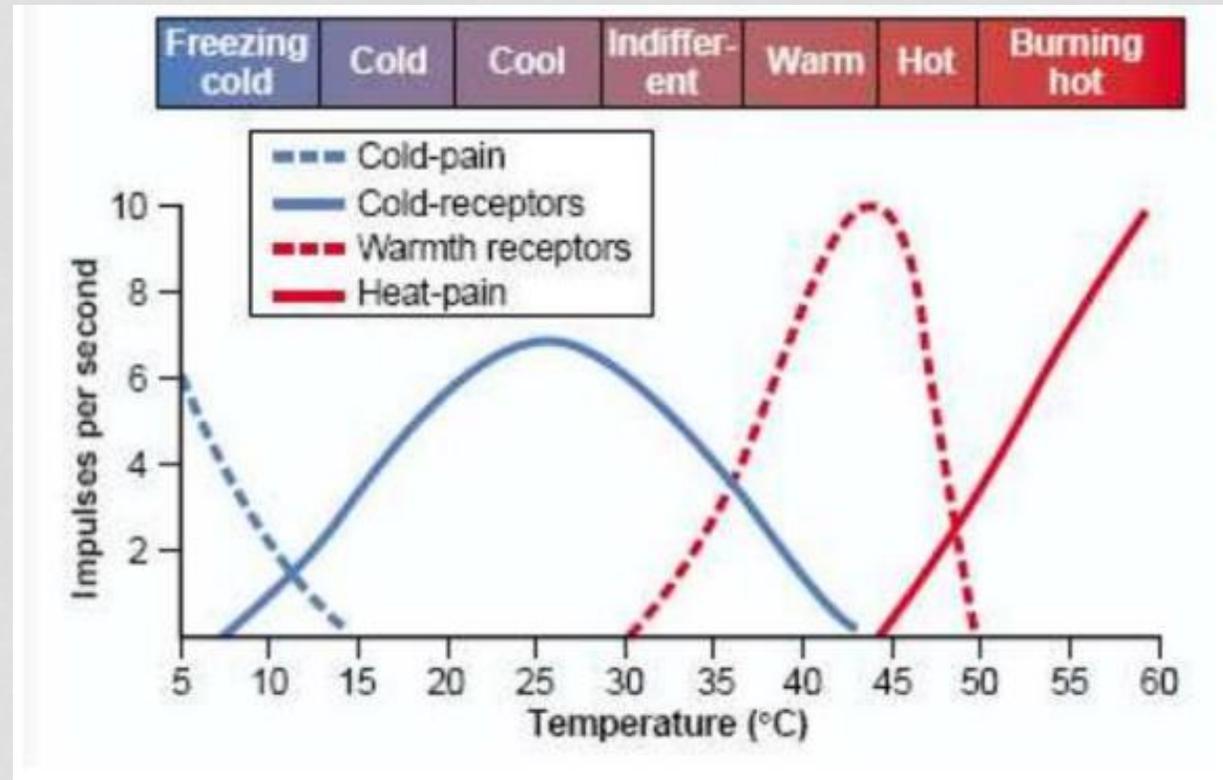
**3 - Receptores de dor por frio**

**4 - Receptores de dor por calor**

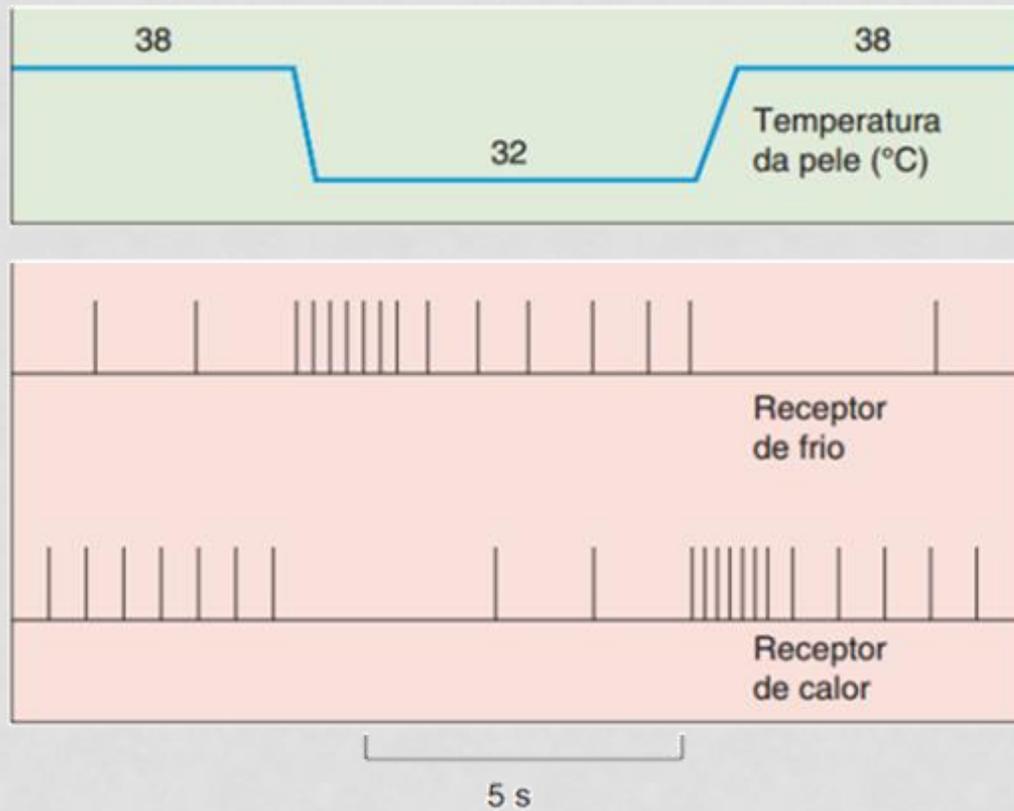
Frio – fibras mielinizadas finas –  $A\delta$

Calor – fibras não mielinizadas – C

Por isso, a sensação de frio instala-se mais rapidamente que a de calor.



# TEMPERATURA



**Adaptações dos termorreceptores.** As respostas dos receptores ao frio e ao calor são mostradas durante um período de redução da temperatura da pele. Ambos os receptores respondem melhor a mudanças repentinas de temperatura, mas se adaptam após alguns segundos de temperatura constante.

**Lembre-se da sensação térmica quando se entra na piscina**

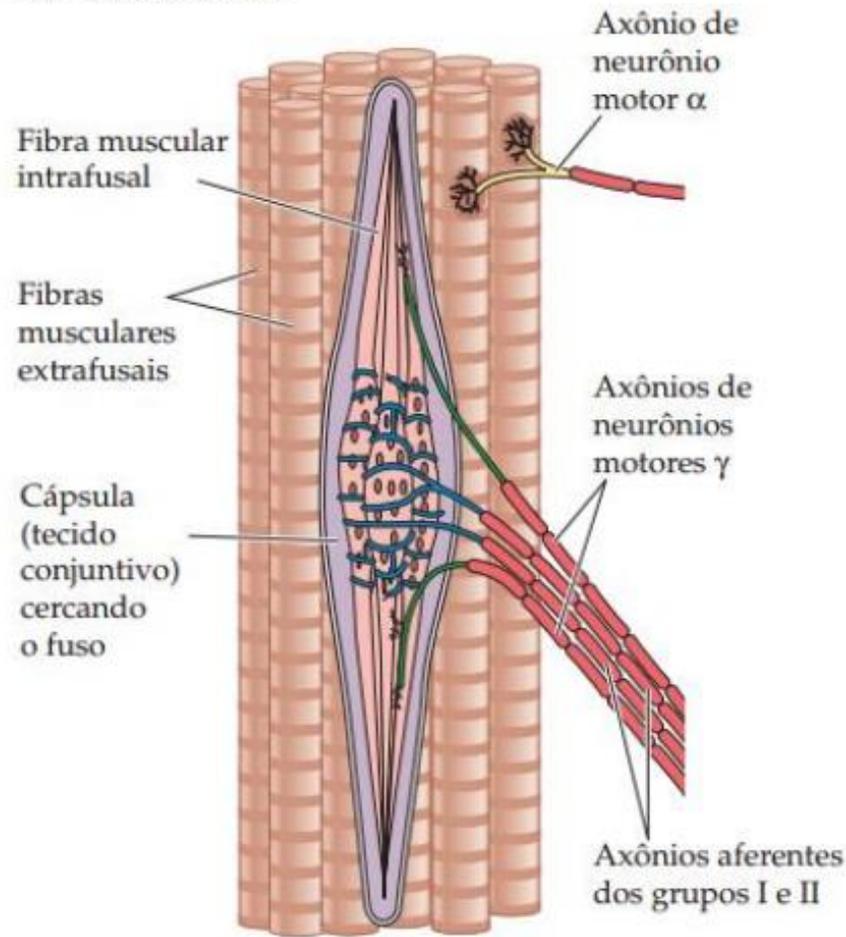
# PROPRIOCEPÇÃO

*Mesmo de olhos fechados somos capazes de saber exatamente em que posição estão as diversas partes de nosso corpo em cada momento.*

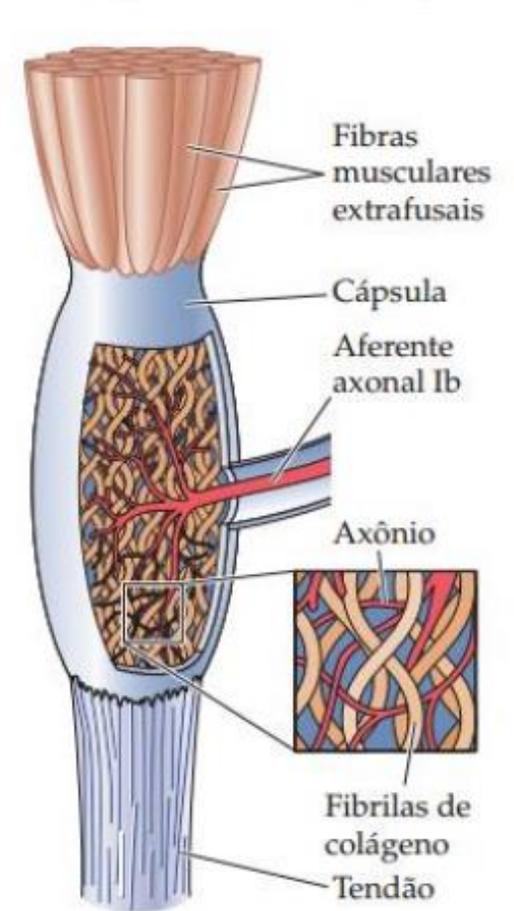
*“receptores para si próprio”*

O propósito dos proprioceptores é principalmente o fornecimento de informação detalhada e contínua acerca da posição dos membros e de outras partes do corpo no espaço.

(A) Fuso muscular



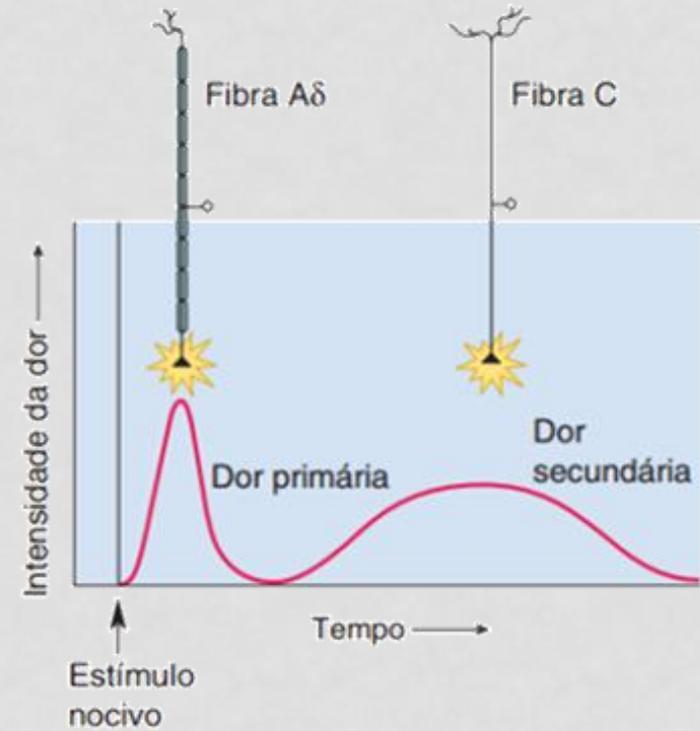
(B) Órgão tendinoso de Golgi



# DOR

**Dores primária e secundária.** A sensação de dor primária que resulta da estimulação nociva é mediada pelas fibras  $A\delta$ , mais rápidas. A sensação de dor secundária, de longa duração, é mediada pelas fibras C, lentas.

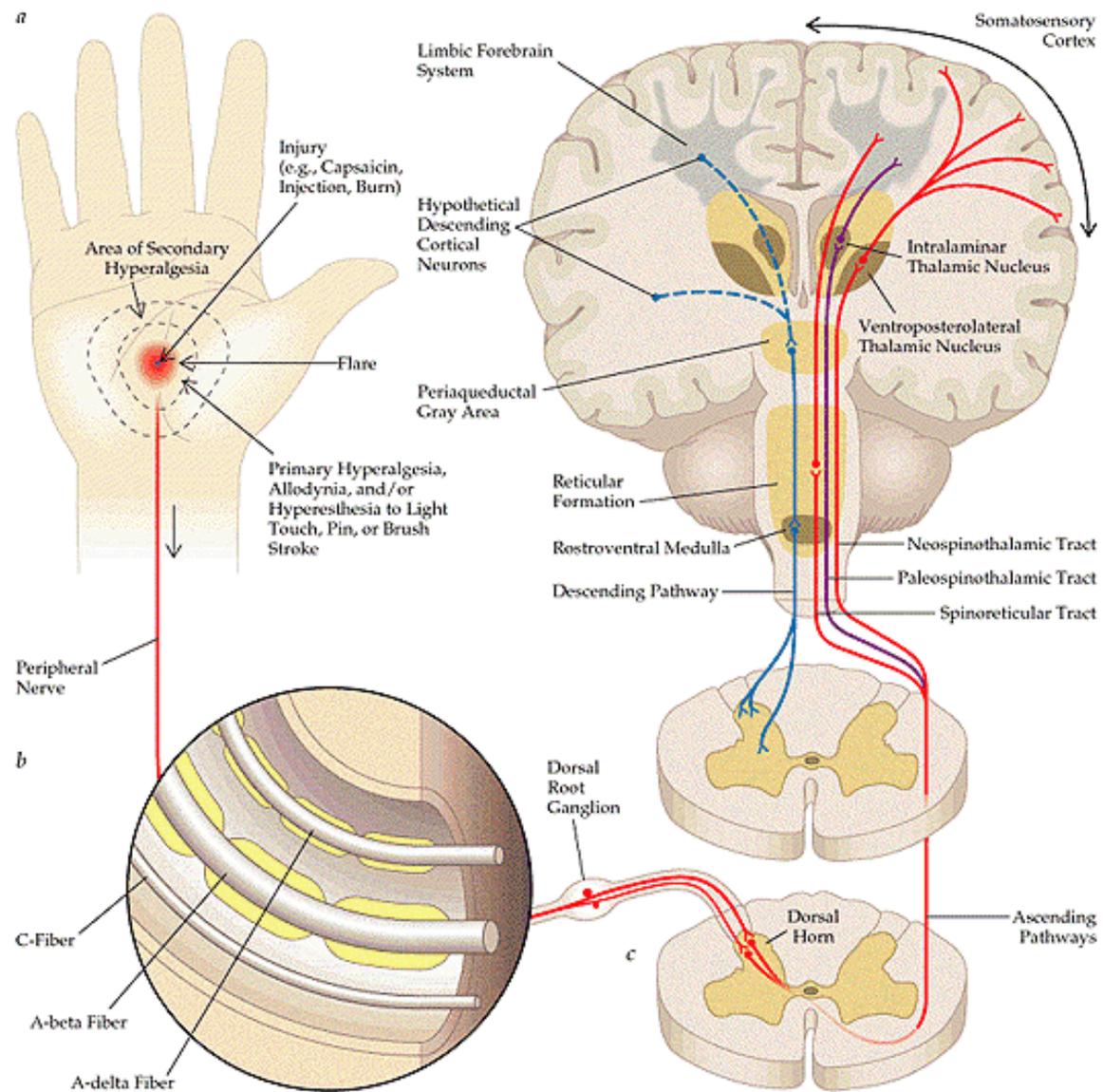
Os **nociceptores** são ativados por estímulos que têm o potencial para causar lesão nos tecidos. Danos aos tecidos podem resultar de estimulação mecânica forte, temperaturas extremas, privação de oxigênio e exposição a certos agentes químicos, entre outras causas. As membranas dos nociceptores contêm canais iônicos que são ativados por esses tipos de estímulos.



A maioria dos nociceptores respondem a estímulos mecânicos, térmicos e químicos e são chamados, portanto, de nociceptores polimodais. Contudo, assim como os mecanorreceptores de tato, muitos nociceptores mostram seletividade nas respostas a estímulos diferentes.

# REVISANDO:

## GERAÇÃO, TRANSDUÇÃO, TRANSMISSÃO E PERCEPÇÃO/PROCESSAMENTO DO ESTÍMULO NOCICEPTIVO -> DOR

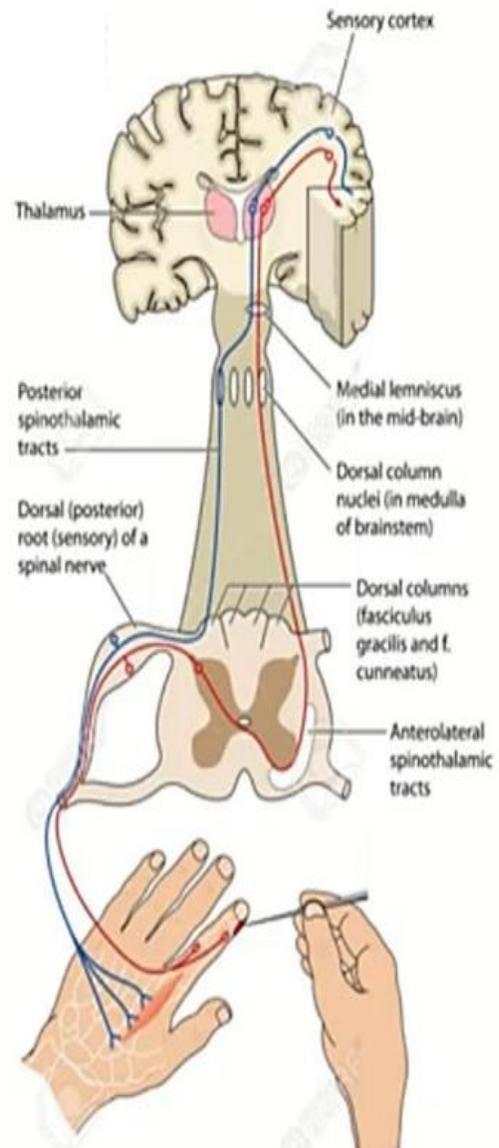


**Quais as vias sensoriais relacionadas com a transmissão dos sinais somáticos até o SNC?**

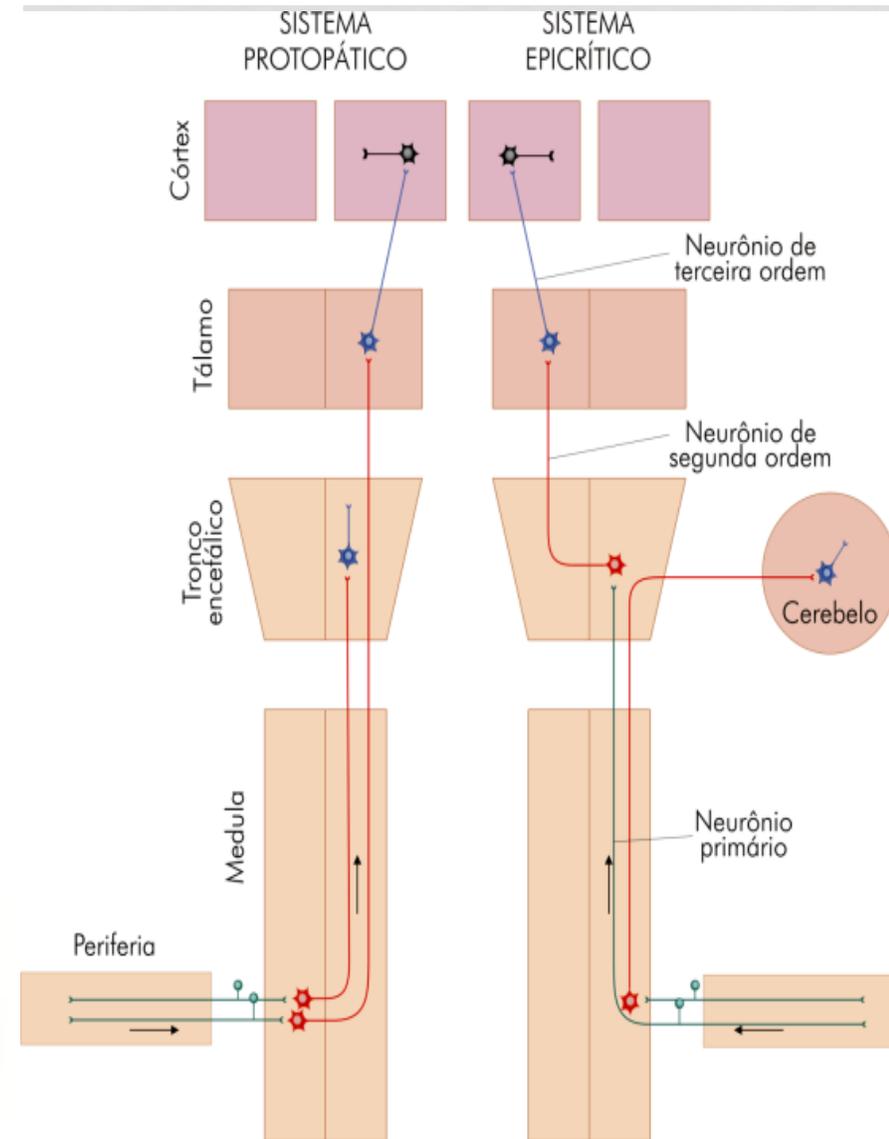


# QUAIS AS VIAS SENSORIAIS RELACIONADAS COM A TRANSMISSÃO DOS SINAIS SOMÁTICOS ATÉ O SNC?

## Sistema da coluna dorsal-lemnisco medial



## Sistema anterolateral



# VIAS SENSORIAIS: O SISTEMA DA COLUNA DORSAL

## A via coluna dorsal-lemnisco medial.

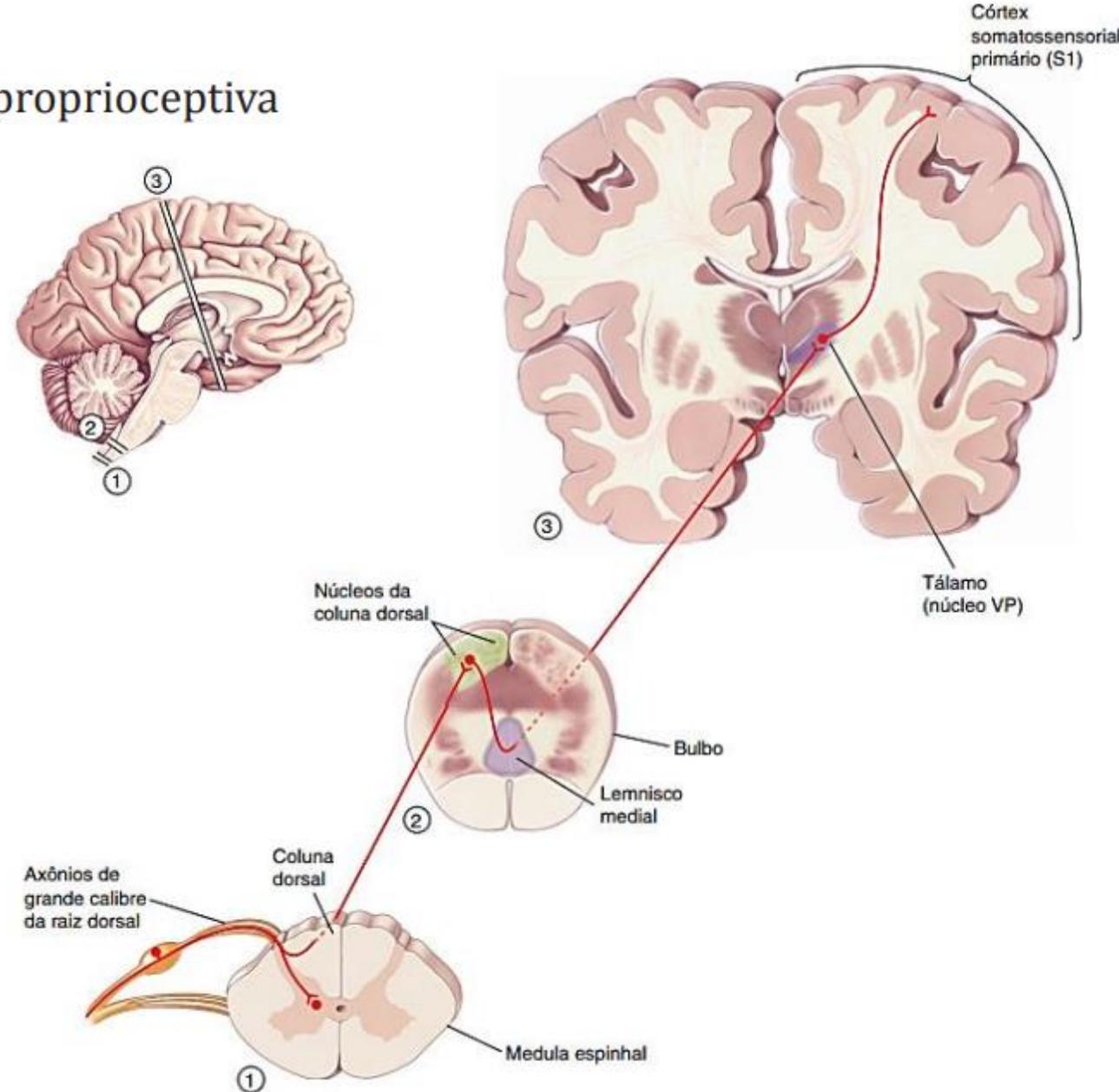
Esta é a principal via pela qual as informações tátil e proprioceptiva ascendem ao córtex cerebral.

Composto de fibras nervosas mielinizadas grossas –  $A\alpha$  e  $A\beta$ .

### Sensações:

- Tato – alto grau de localização do estímulo
- Tato – transmissão de finas gradações de intensidade
- Vibração
- Movimento contra a pele
- Posição ou Propriocepção
- Pressão – com finos graus de julgamento de intensidade

*Portanto, apenas sensações mecanorreceptivas*



# VIAS SENSORIAIS: O SISTEMA DA COLUNA ANTERO-LATERAL (ESPINO-TALÂMICO)

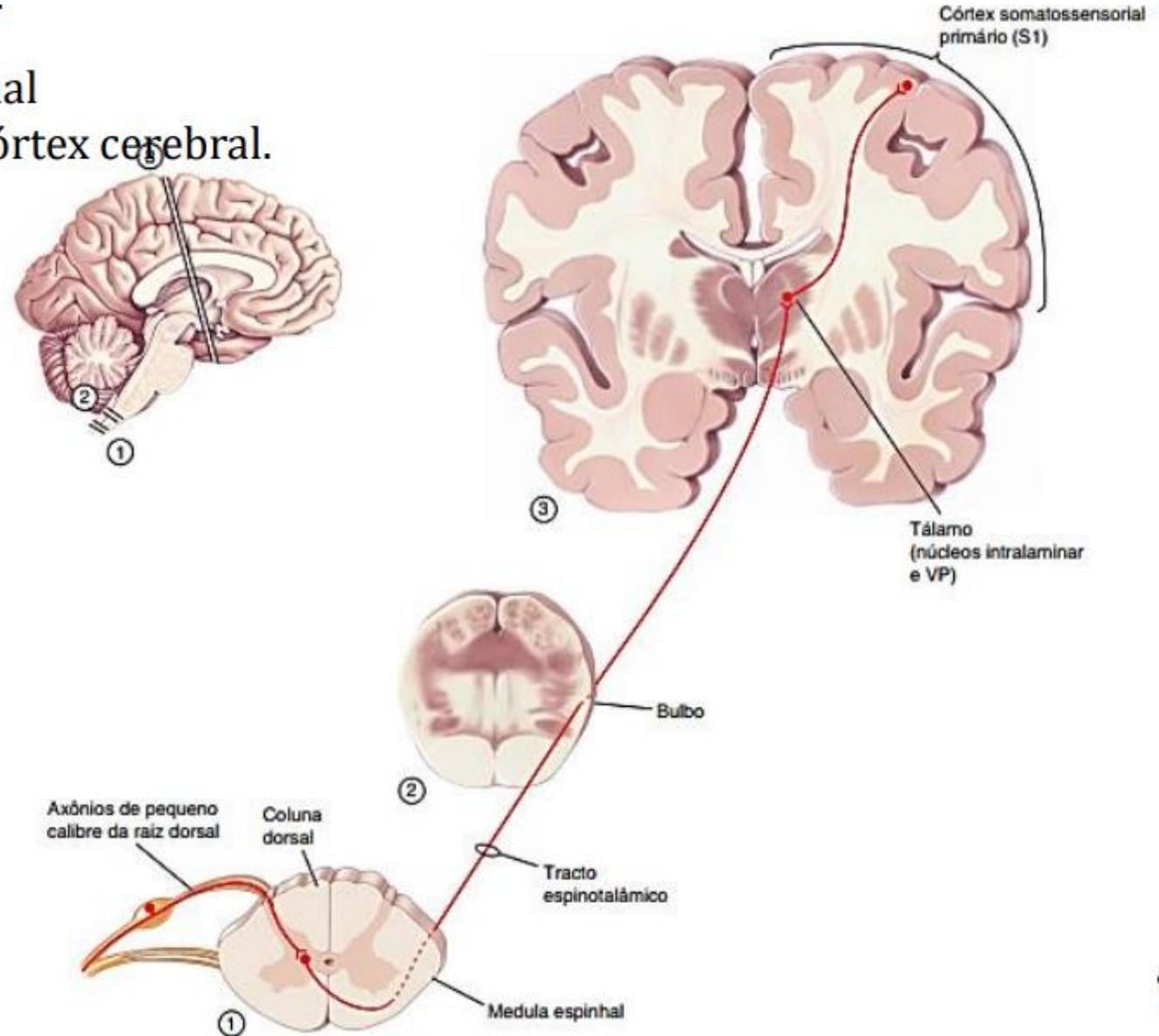
**A via espinotalâmica.** Essa é a principal via pela qual a informação sobre dor e temperatura ascende ao córtex cerebral.

Composto de fibras nervosas mielinizadas finas e fibras nervosas não mielinizadas - A $\delta$  e C.

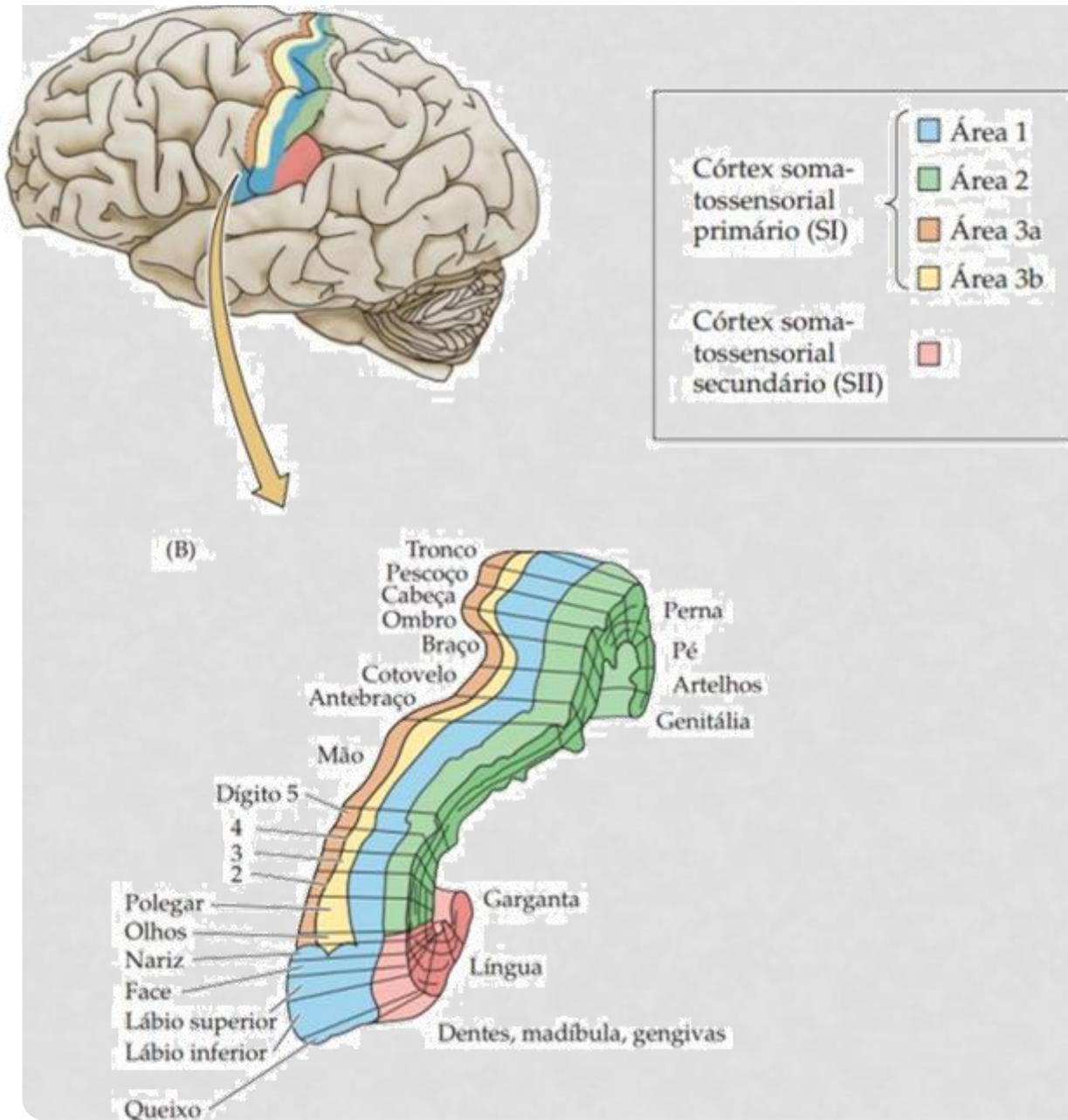
## Sensações:

- Dor
- Sensações térmicas
- Tato grosseiro, pouco grau de localização e intensidade
- Cógega e prurido

*Portanto, conduz sensações mecanorreceptivas, termorreceptivas, quimiorreceptivas e nociceptivas*



# CÓRTEX SENSORIAL SOMÁTICO



É a área do córtex cerebral em que as informações sensoriais são interpretadas para gerar sensações e percepções.

Cada sistema sensorial tem uma área cortical associada específica: áreas sensoriais primárias e áreas secundárias.

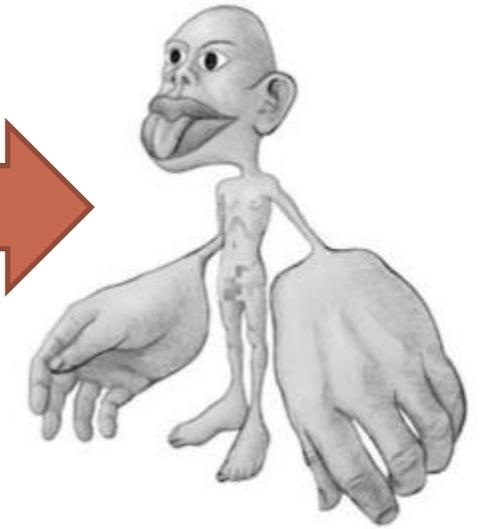
**Área primária:** são as que recebem primeiro as informações provenientes do receptor – sensação

**Área secundária:** envolvidas com a interpretação de aspectos seletivos da informação sensorial percepção.

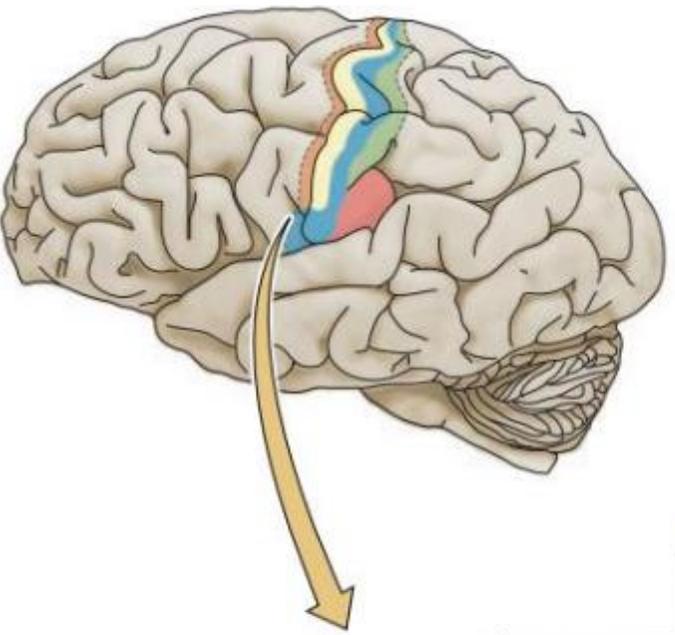
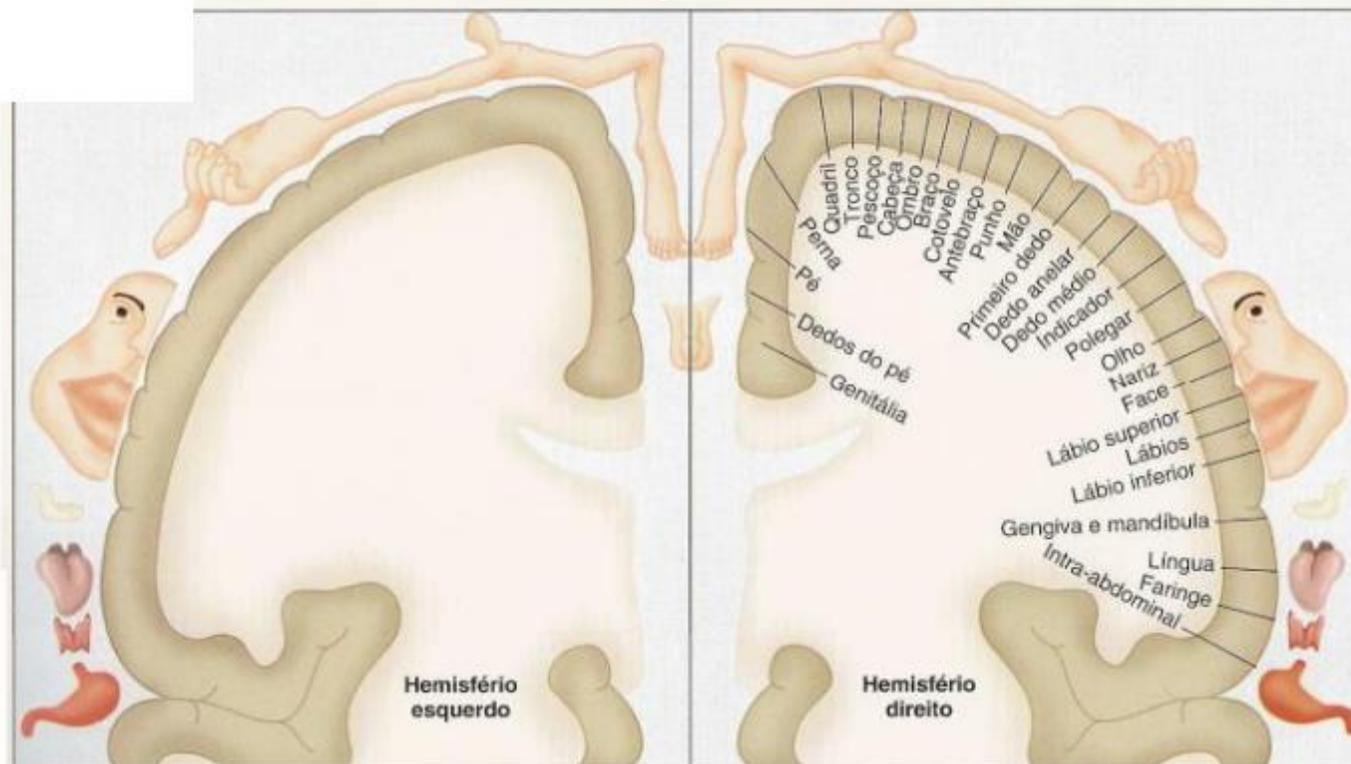
**Áreas de Associação:** reúnem dados interpretados pelas áreas primárias e secundárias para criar uma percepção coesa e coerente – reúnem informações provenientes de vários sistemas sensoriais.

# CÓRTEX SENSORIAL SOMÁTICO

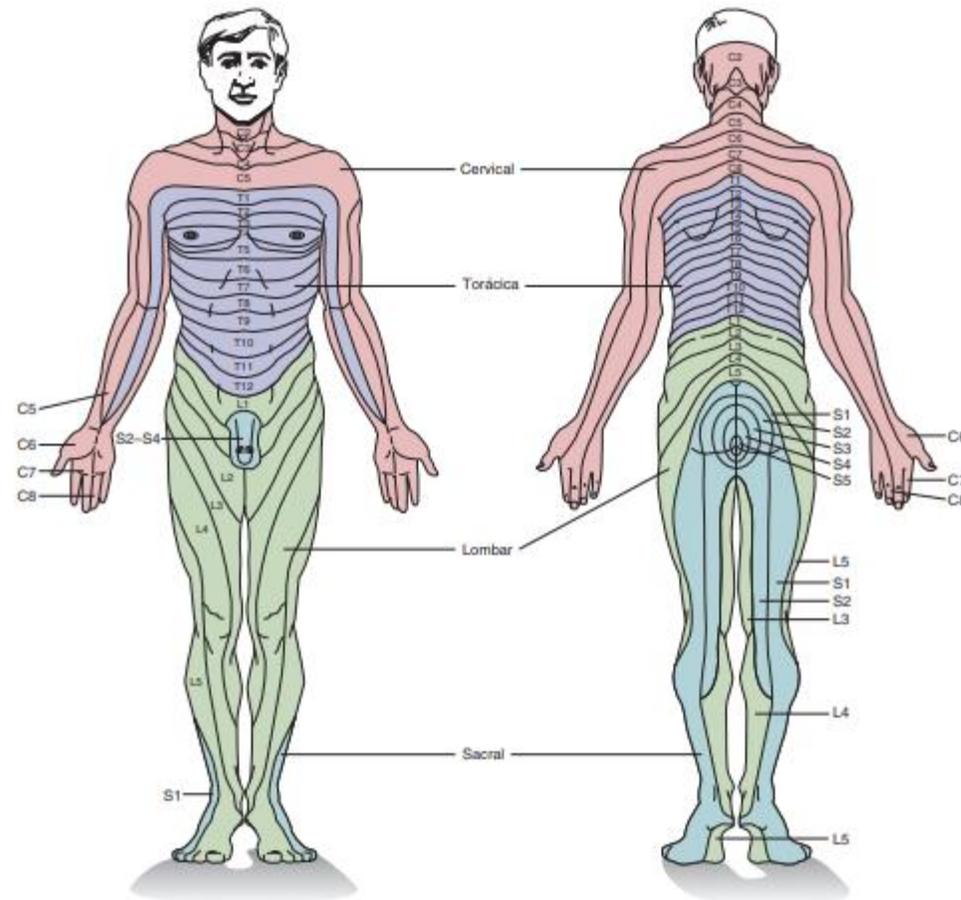
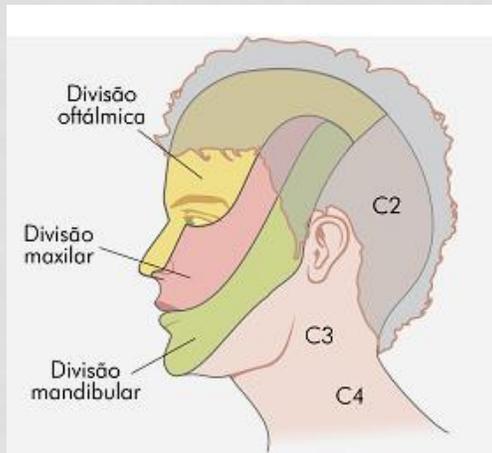
A QUANTIDADE DE ESPAÇO  
NO CÓRTEX  
SOMATOSSENSORIAL  
DEDICADA A CADA PARTE DO  
CORPO É PROPORCIONAL À  
SENSIBILIDADE DESSA PARTE



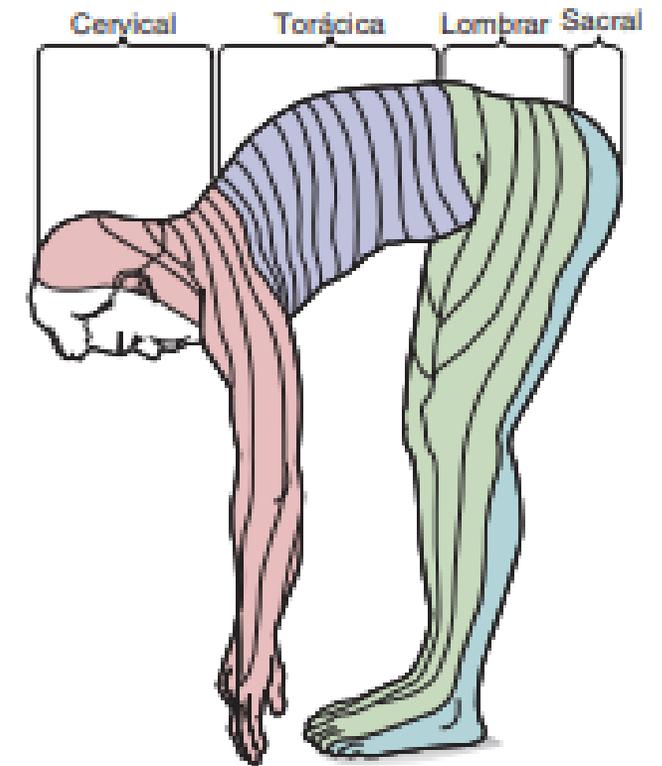
## Somatotopia Cortical



# A ORGANIZAÇÃO SEGMENTAR DOS NERVOS ESPINHAIS E A INERVAÇÃO SENSORIAL DA PELE ESTÃO RELACIONADAS



▲ FIGURA 12.12  
Dermátomos. Estas ilustrações mostram o mapeamento aproximado dos territórios dos dermatômeros no corpo.



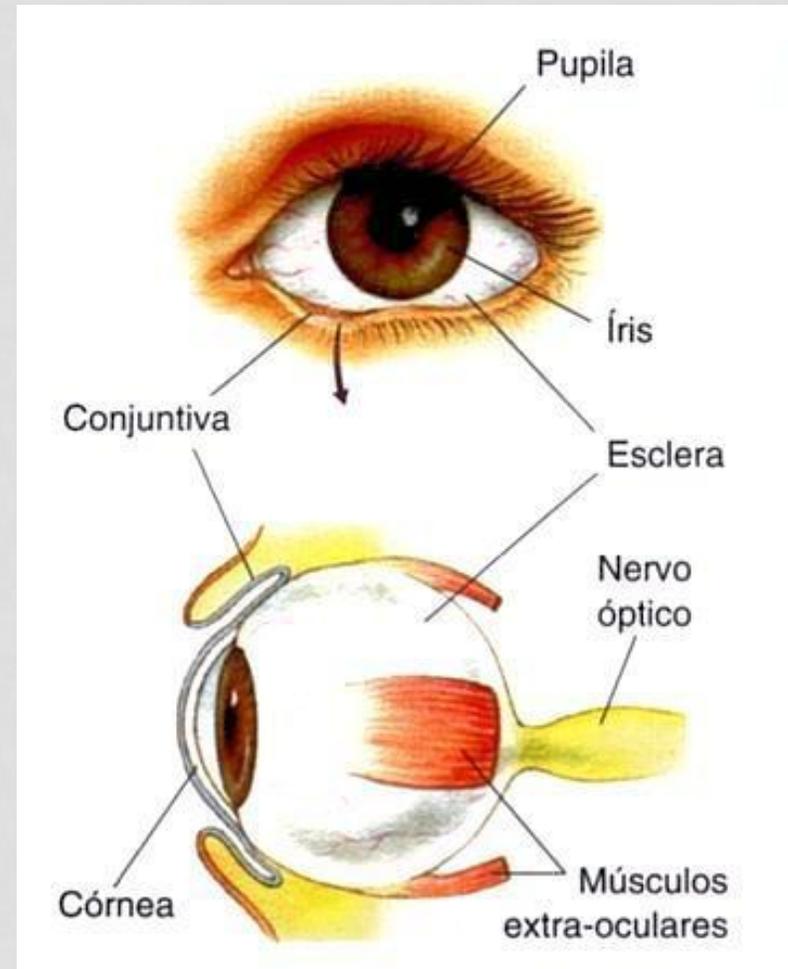
▲ FIGURA 12.13  
Dermátomos em uma pessoa com o tronco curvado.

# SENTIDOS ESPECIAIS

- Visão
- Audição
- Gustação
- Olfacção

# VISÃO

- Sistema visual inicia-se nos olhos.
- Transformação da energia luminosa em imagem visual.
- Anatomia geral dos olhos.



# VISÃO

## O processo da visão

- O sistema visual é o responsável pela obtenção de informações do ambiente externo a partir da percepção da energia eletromagnética, emitida na forma de ondas, da luz do ambiente.
- A percepção da energia luminosa é feita por fotorreceptores especializados, presentes em uma estrutura denominada retina, localizada no fundo dos olhos.
- O olho humano pode ser comparado a uma câmera fotográfica, que coleta raios de luz emitidos ou refletidos por objetos no ambiente, e os focaliza na retina, que por sua vez, os converte em atividade neural.

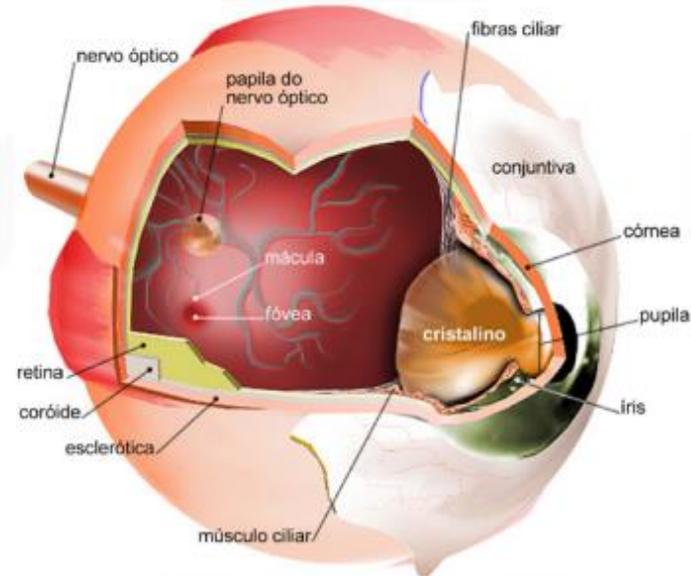
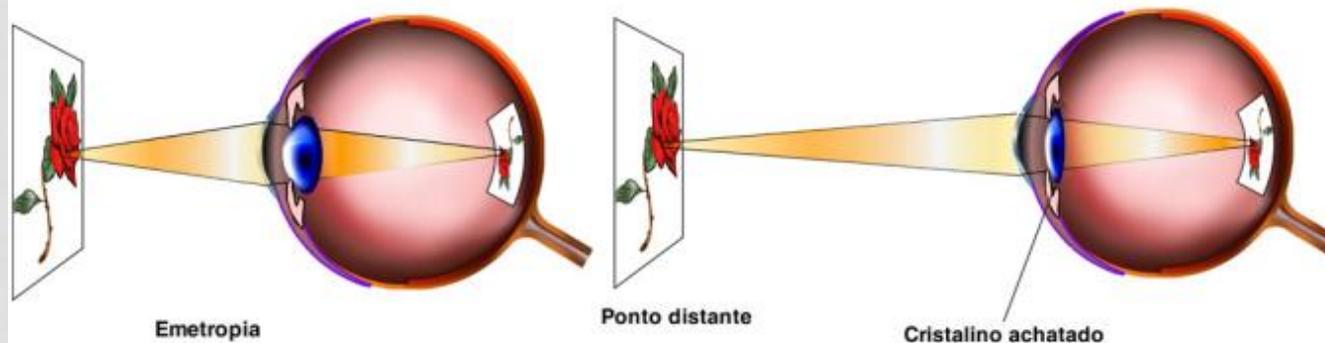


Figura 2.24: Olho humano.

Focalização da imagem na retina

Focalização da imagem na retina.



Emetropia

Ponto distante

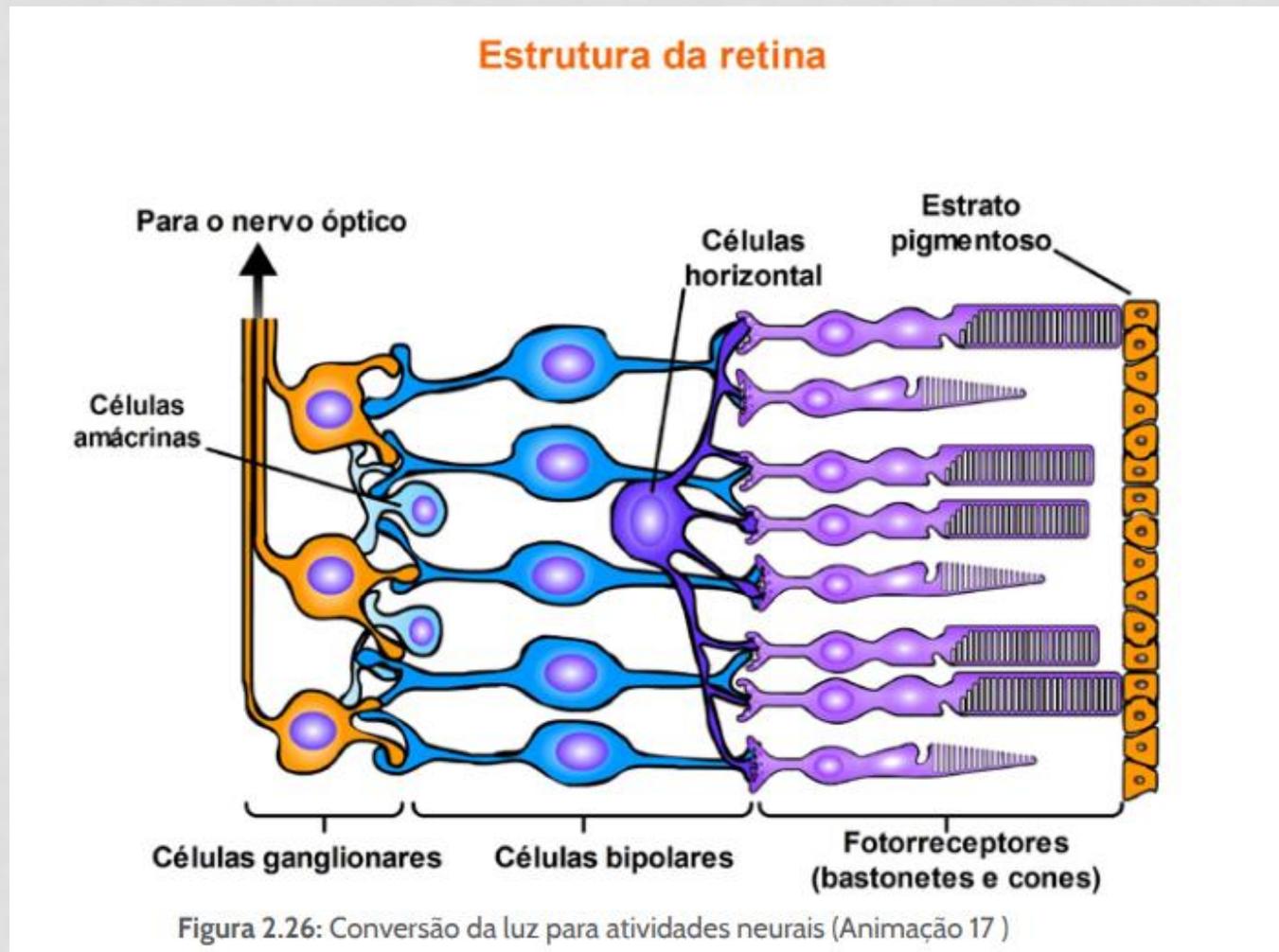
Cristalino achatado

Figura 2.25: Coleta raios de luz emitidos por objetos no ambiente e correção através de lentes de problemas comuns de visão

# VISÃO

A **retina** é parte integrante do sistema nervoso e a sua porção laminar é composta de diversos tipos celulares. A informação luminosa captada pelos receptores localizados nas células especializadas - cones e bastonetes - segue para as células bipolares e, então, para as células ganglionares. As células amácrinas e horizontais modulam as respostas das células bipolares e ganglionares por meio de conexões laterais.

- Realiza a conversão do estímulo luminoso em atividade Neural.
- Pode ser considerado uma porção do encéfalo.
- Organização em camadas.



# VISÃO

## Percepção de imagens: via visual consciente.

- Decussação parcial. Quiasma óptico.
- Sinapse talâmica: Núcleo Geniculado Lateral.
- Córtex Visual Primário.

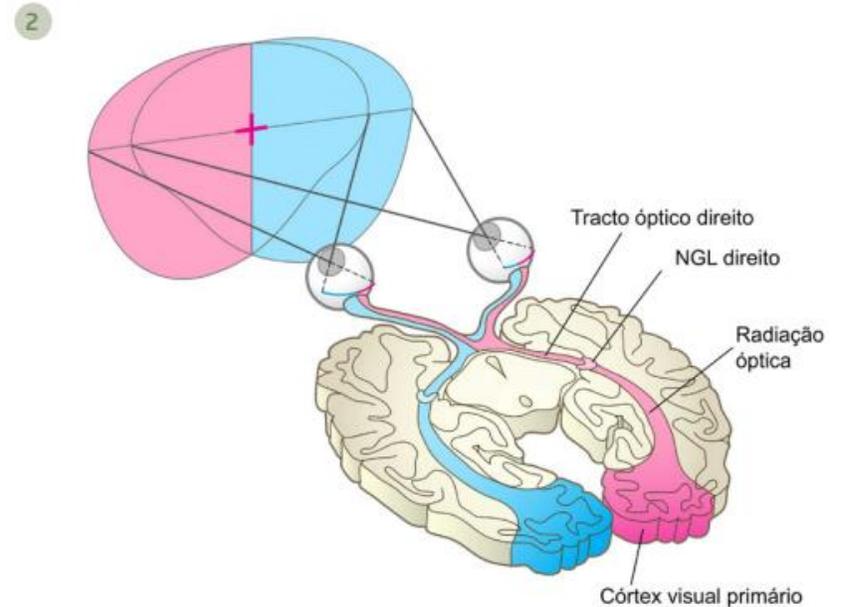
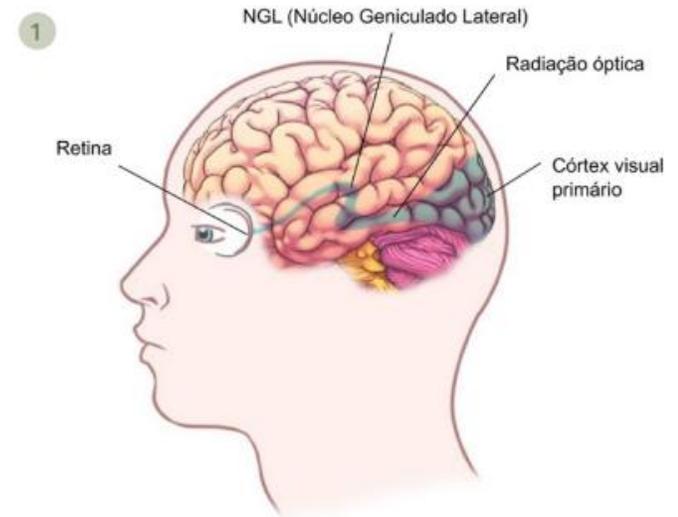
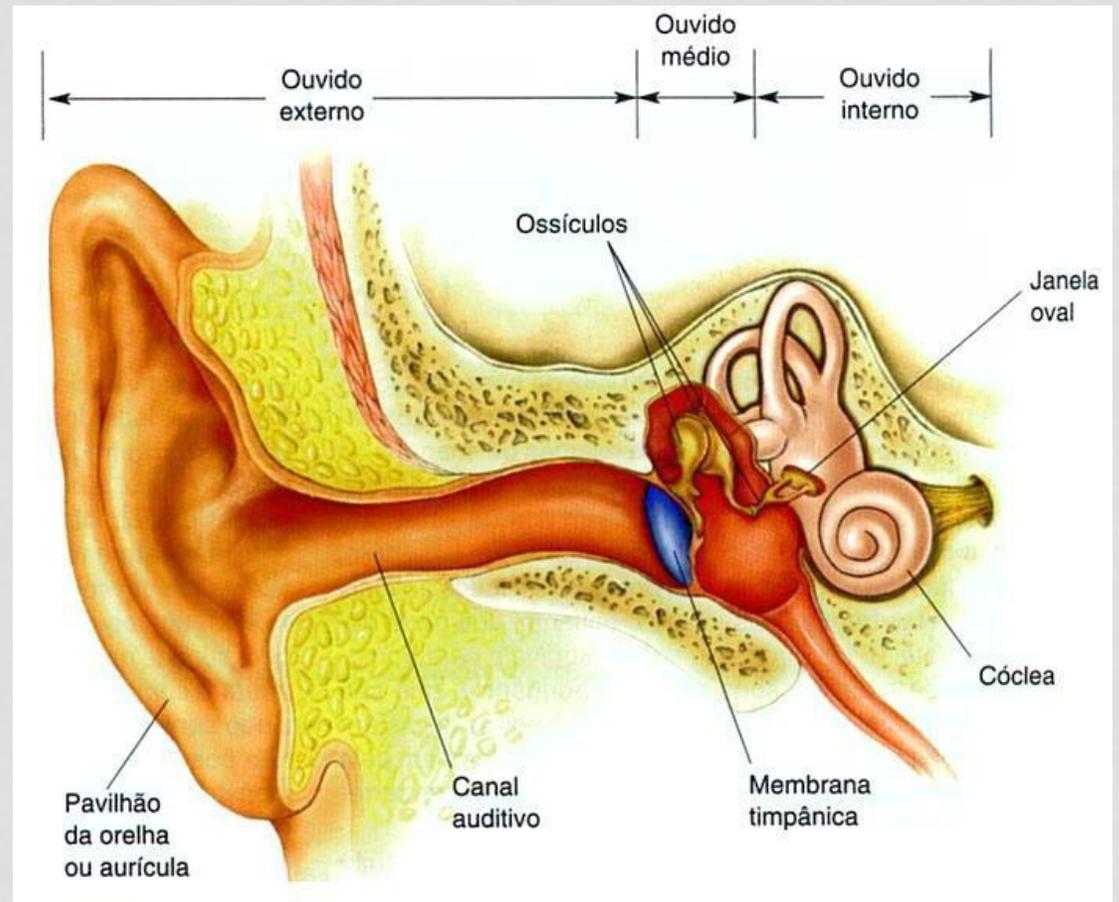


Figura 2.27: Estrutura da retina (Animação 18).

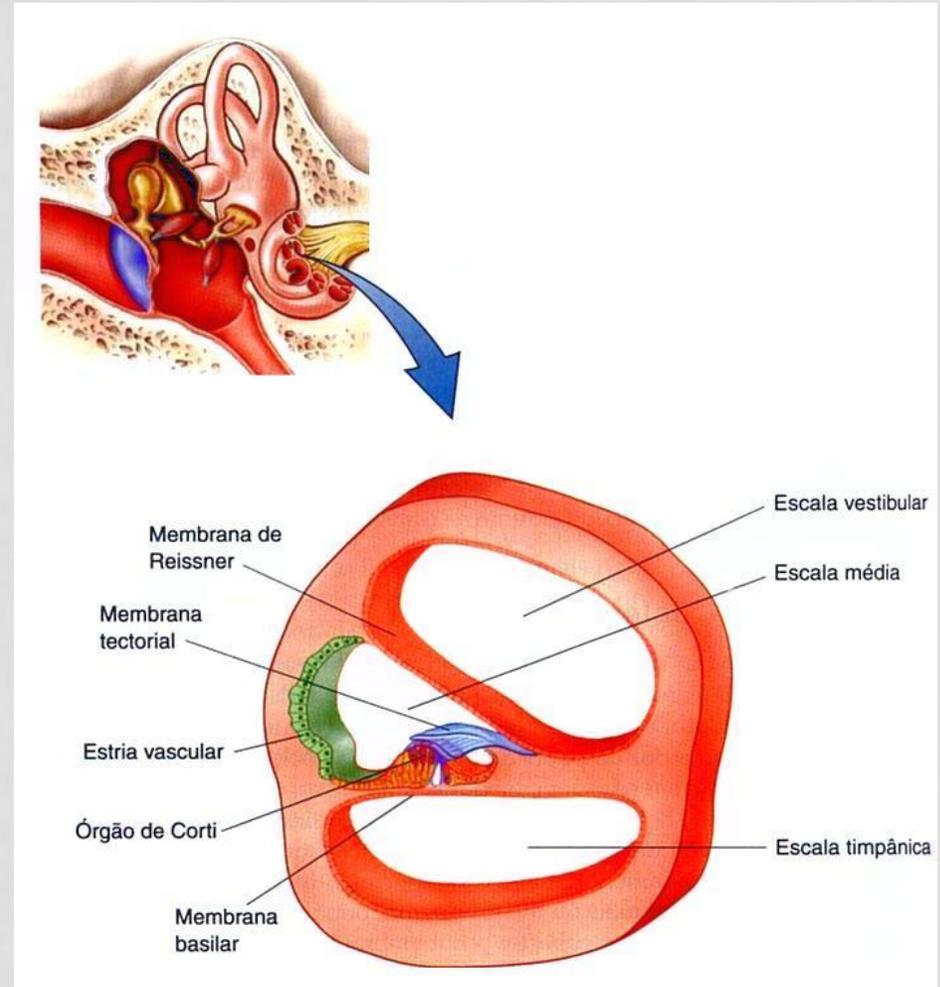
# AUDIÇÃO

- Natureza do Som.
- Constituintes do Sistema auditivo.
- Ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.



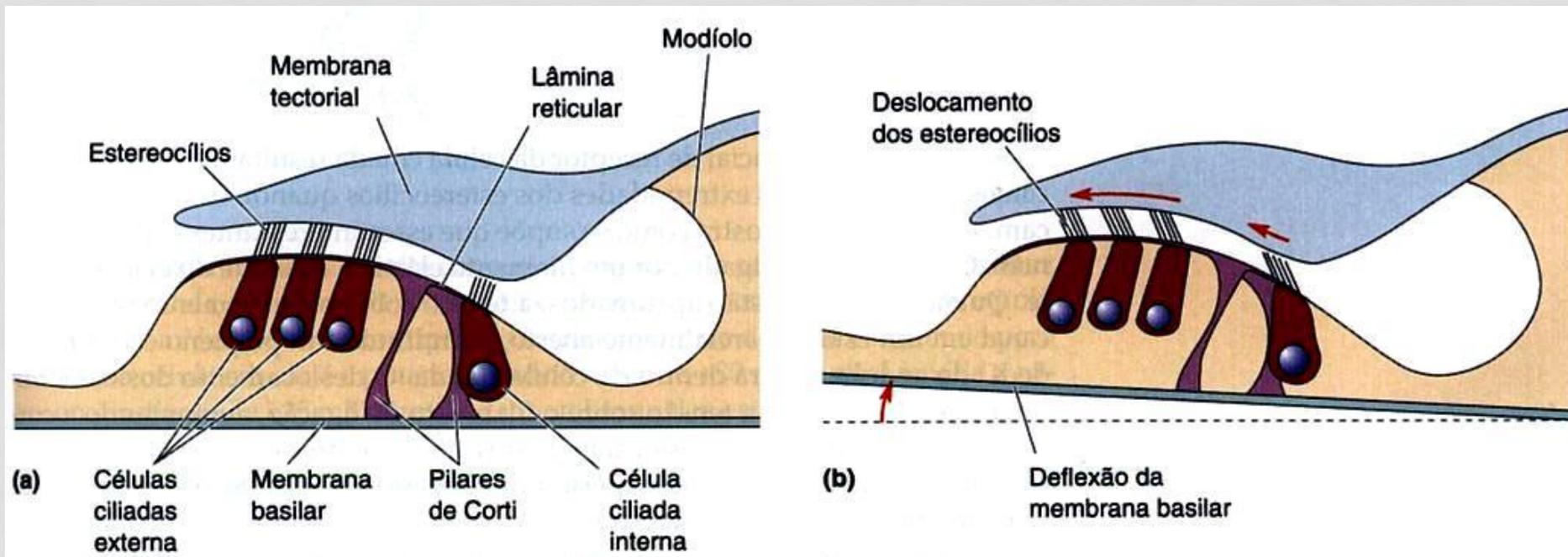
# OUVIDO INTERNO: A CÓCLEA.

- Subdividida em três pequenas câmaras.
- Perilinf e Endolinf.
- Membrana Basilar.
- Órgão de Corti.



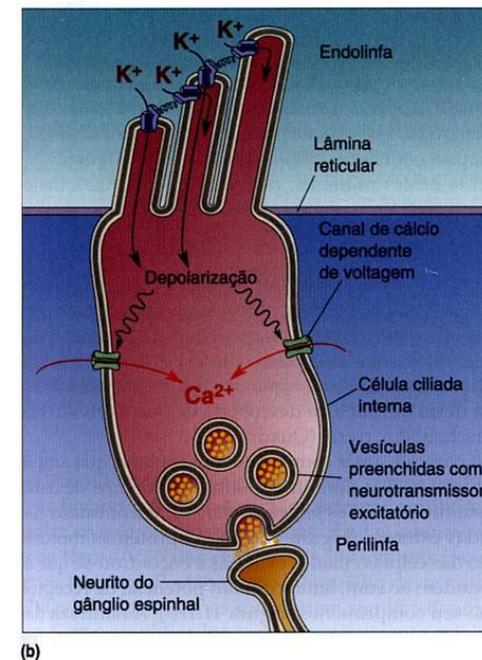
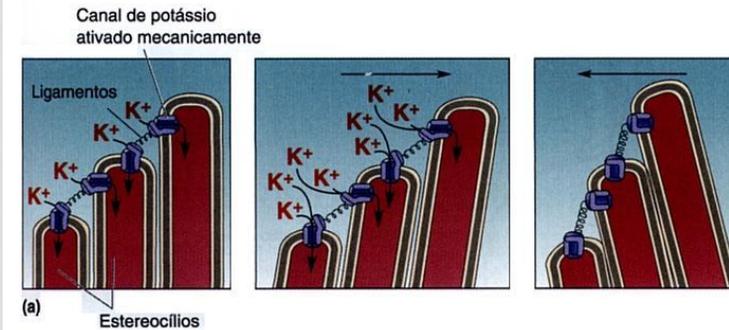
# TRANSDUÇÃO DO SOM

- Movimenta a membrana Basilar.
- Órgão de Corti.
- Movimento do Estereocílios.



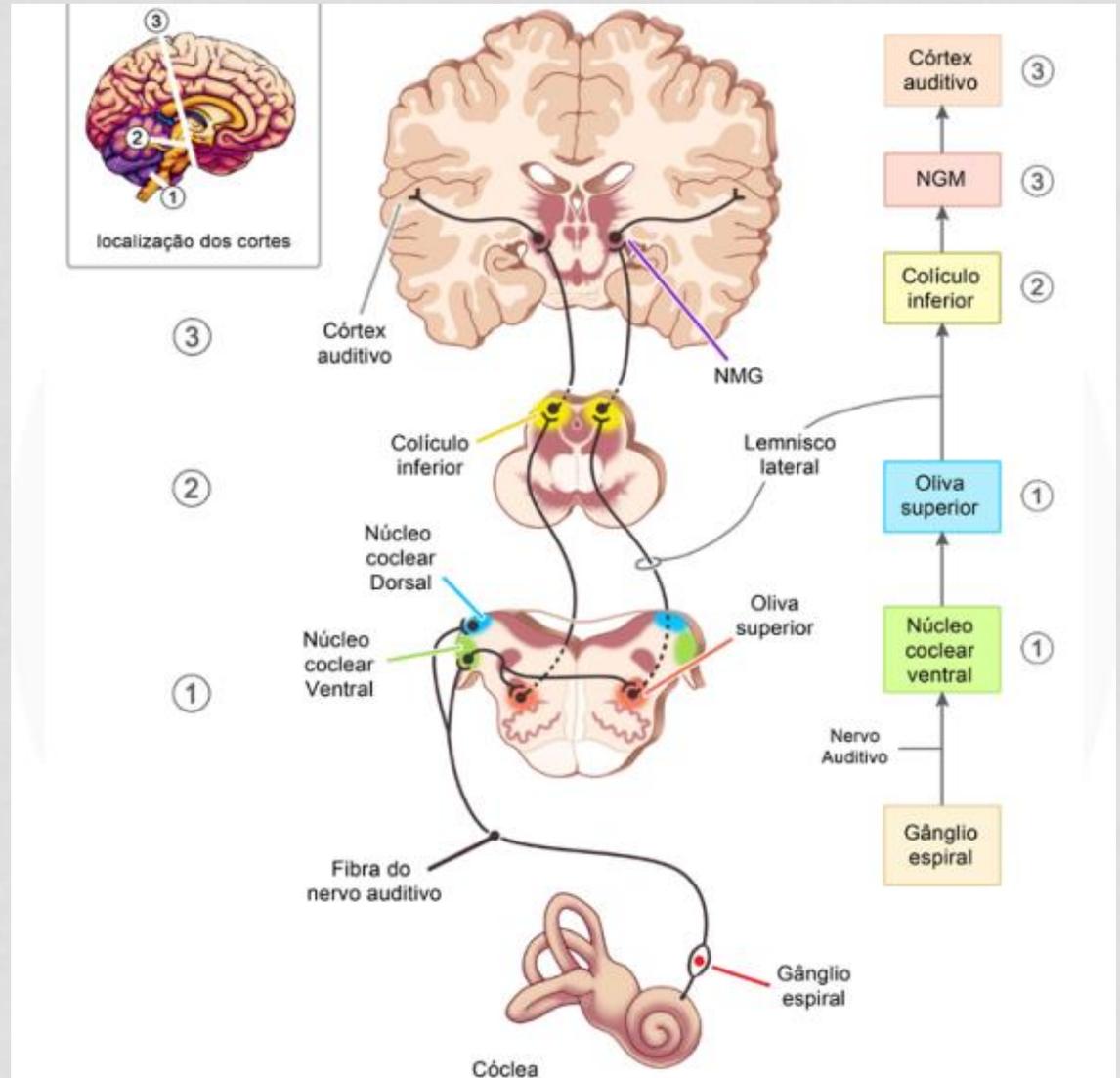
# MECANISMO DE TRANSDUÇÃO

- Abertura de canais de Potássio dependentes de deformação mecânica.
- Importância da concentração iônica da Endolinfa.
- Potencial receptor. Liberação de Neurotransmissor.



# VIA CENTRAL PARA PERCEPÇÃO AUDITIVA

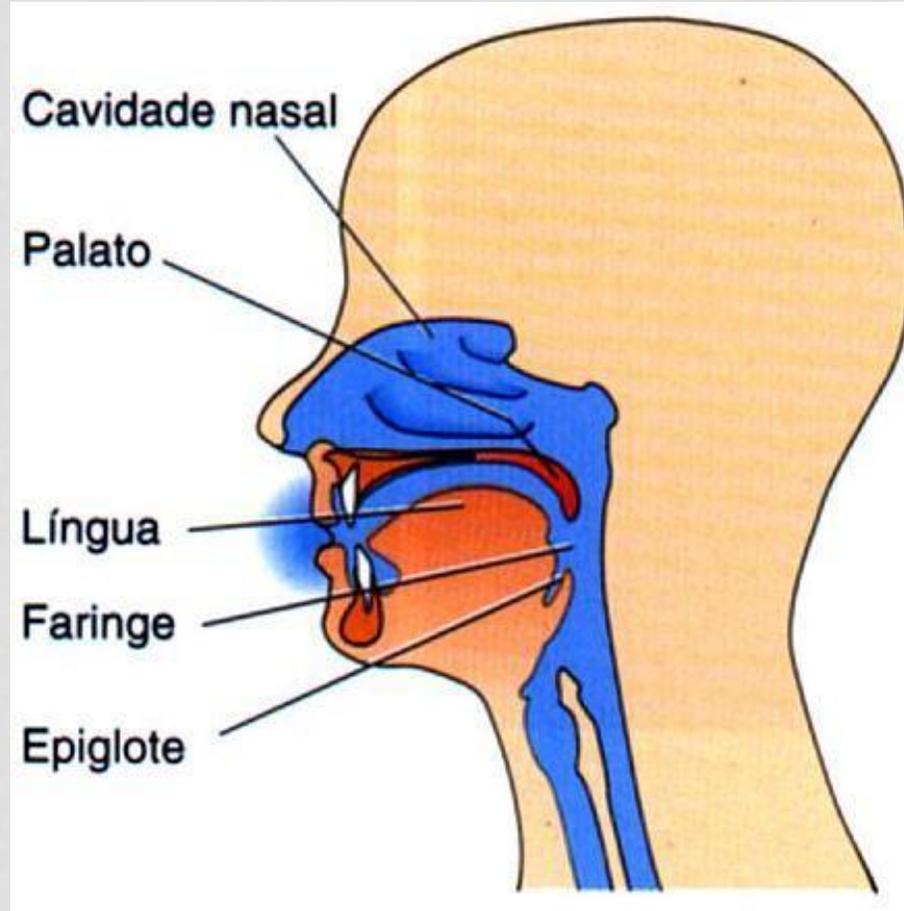
- Neurônios no Gânglio espiral.
- Sinapses no tronco encefálico.
- Núcleo Geniculado Medial do Tálamo.
- Córtex Auditivo.



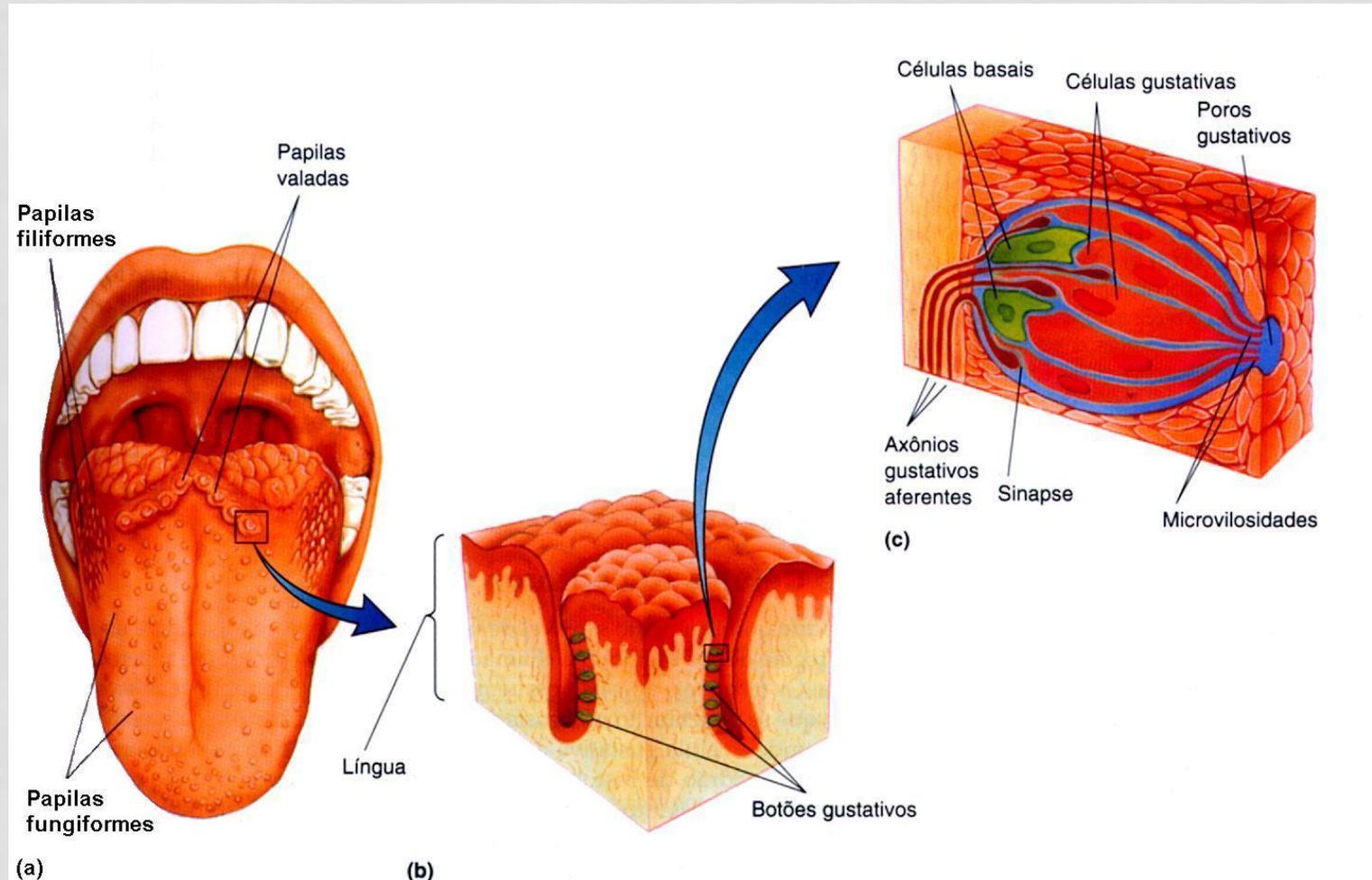
# GUSTAÇÃO

## QUESTÃO DE GOSTO: AS MOLÉCULAS QUE ENTRAM PELA BOCA

- Gostos: doce, salgado, azedo e amargo.  
Umami.
- Sabores: sensação composta de gustação e olfação.
- Receptores da Gustação.

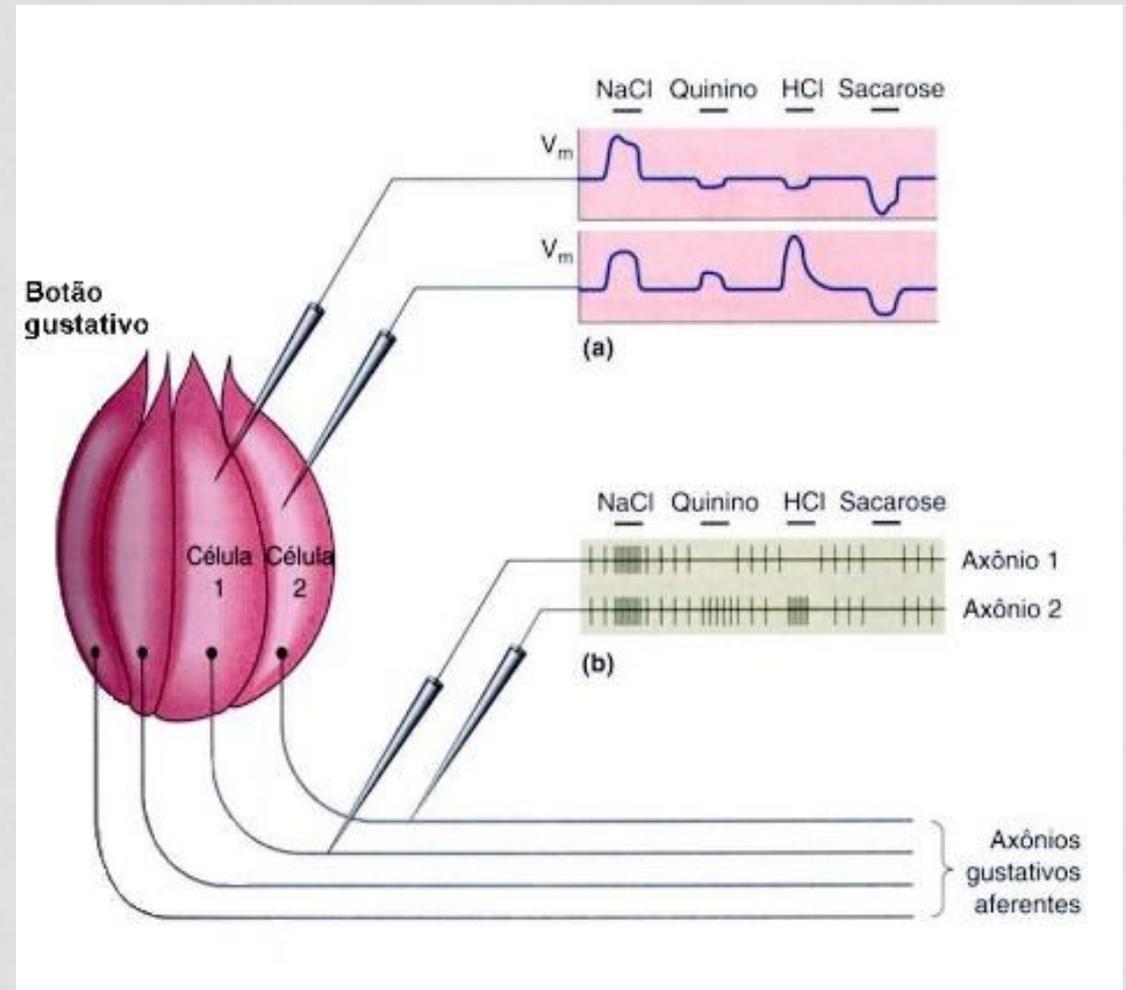


- Papilas gustatórias.
- Botões gustativos: regeneração.



# RESPONSIVIDADE DAS CÉLULAS GUSTATIVAS

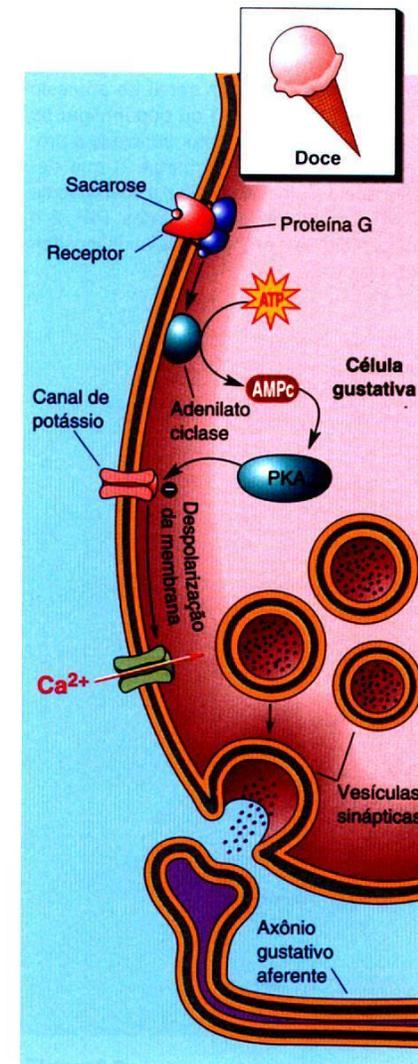
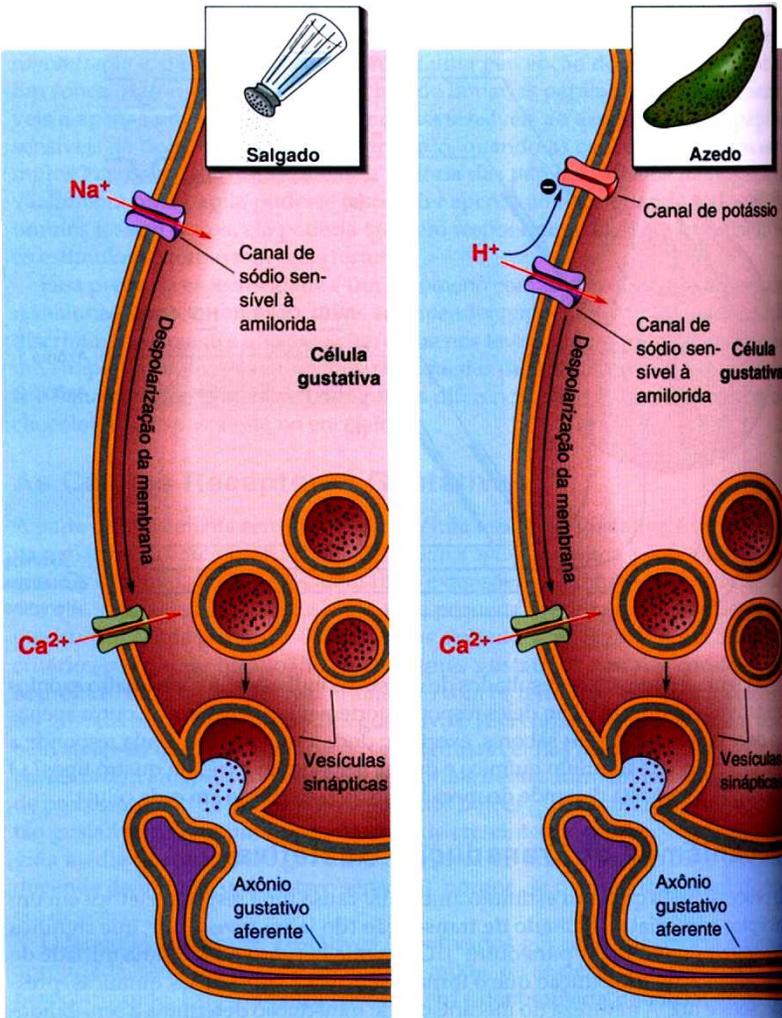
- Uma única célula responde a mais de um estímulo gustativo.
- Adaptação.



# MECANISMOS DA TRANSDUÇÃO

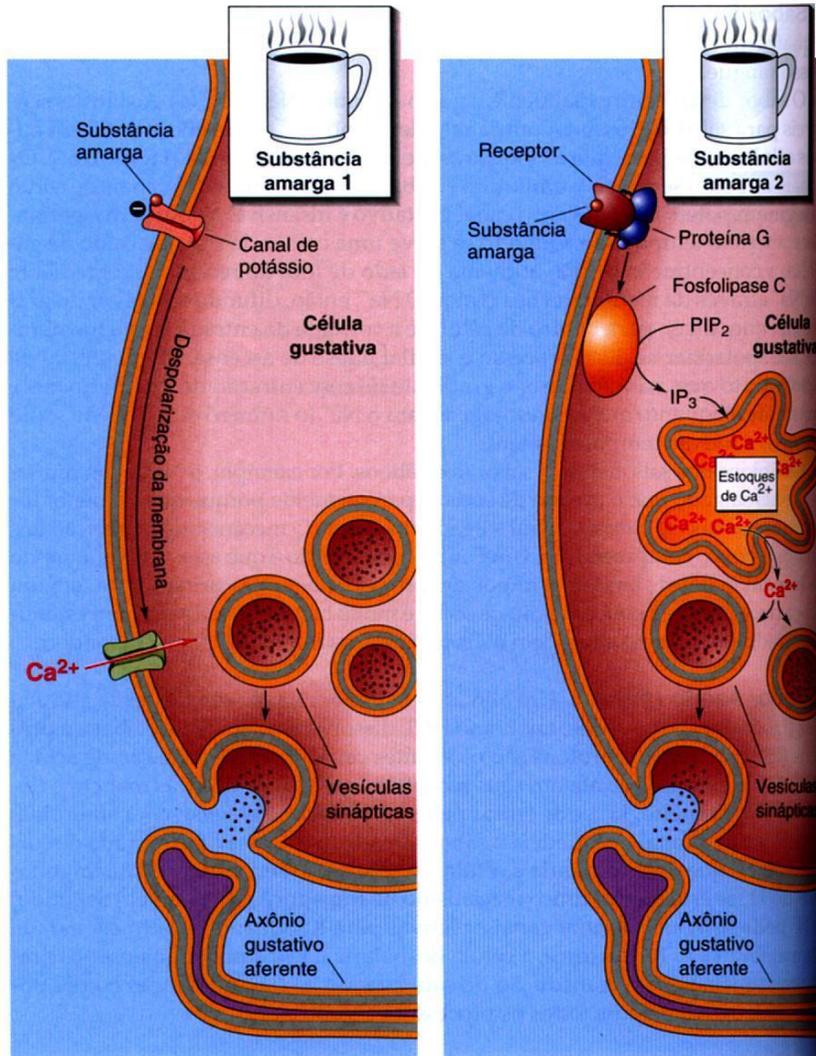
Salgado - Azedo = Canais  $\text{Na}^+$  ou  $\text{H}^+$

Doce = Proteínas G. Bloqueio do canal de  $\text{K}^+$

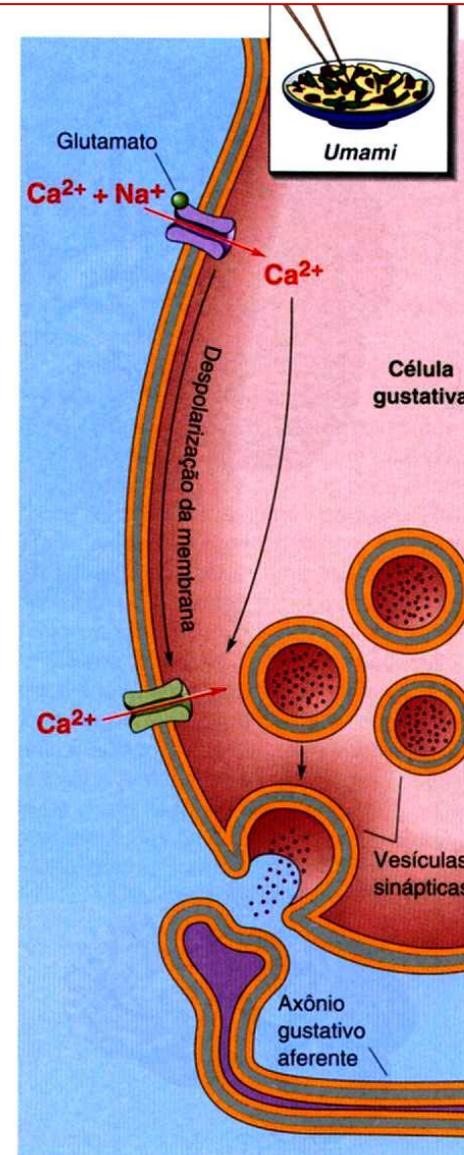


# MECANISMOS DA TRANSDUÇÃO

**Amargo**= Bloqueio de canais de  $K^+$ . Acionar segundo mensageiro: proteína G

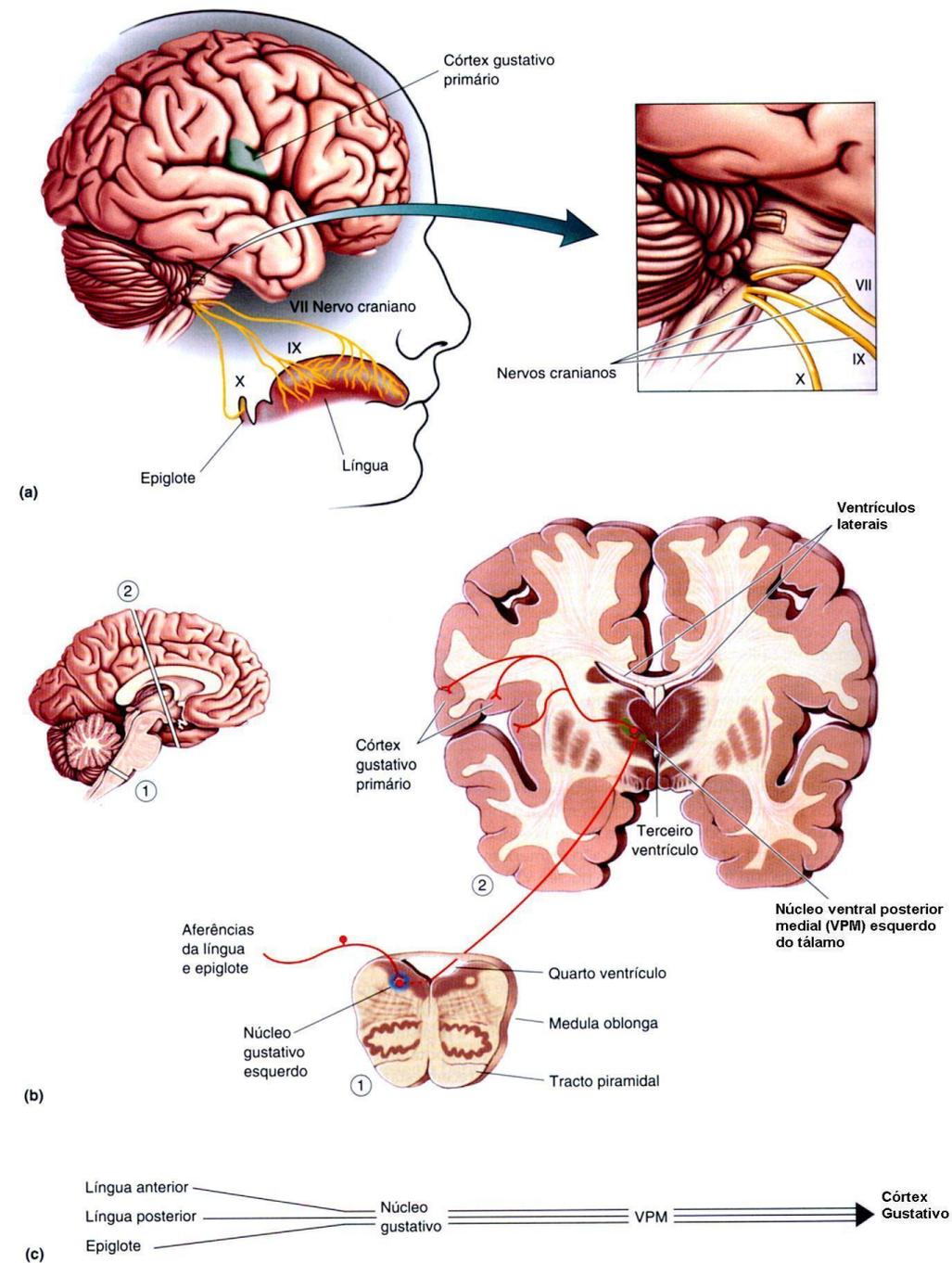


**Aminoácidos**= Vários outros mecanismos.



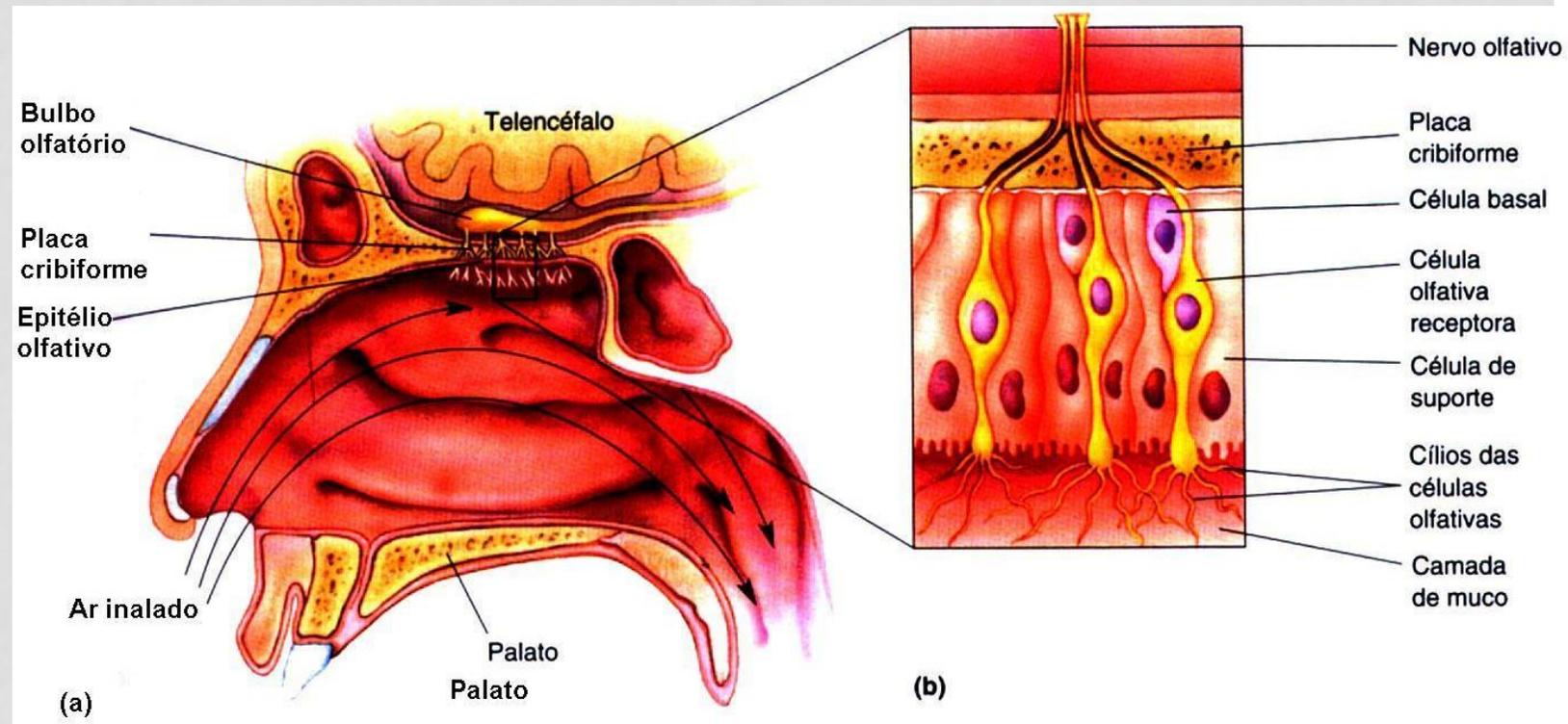
# VIAS CENTRAIS DA GUSTAÇÃO

- Sinapse no N. Trato solitário.
- 2a. sinapse no Tálamo.
- Córtex gustatório primário.



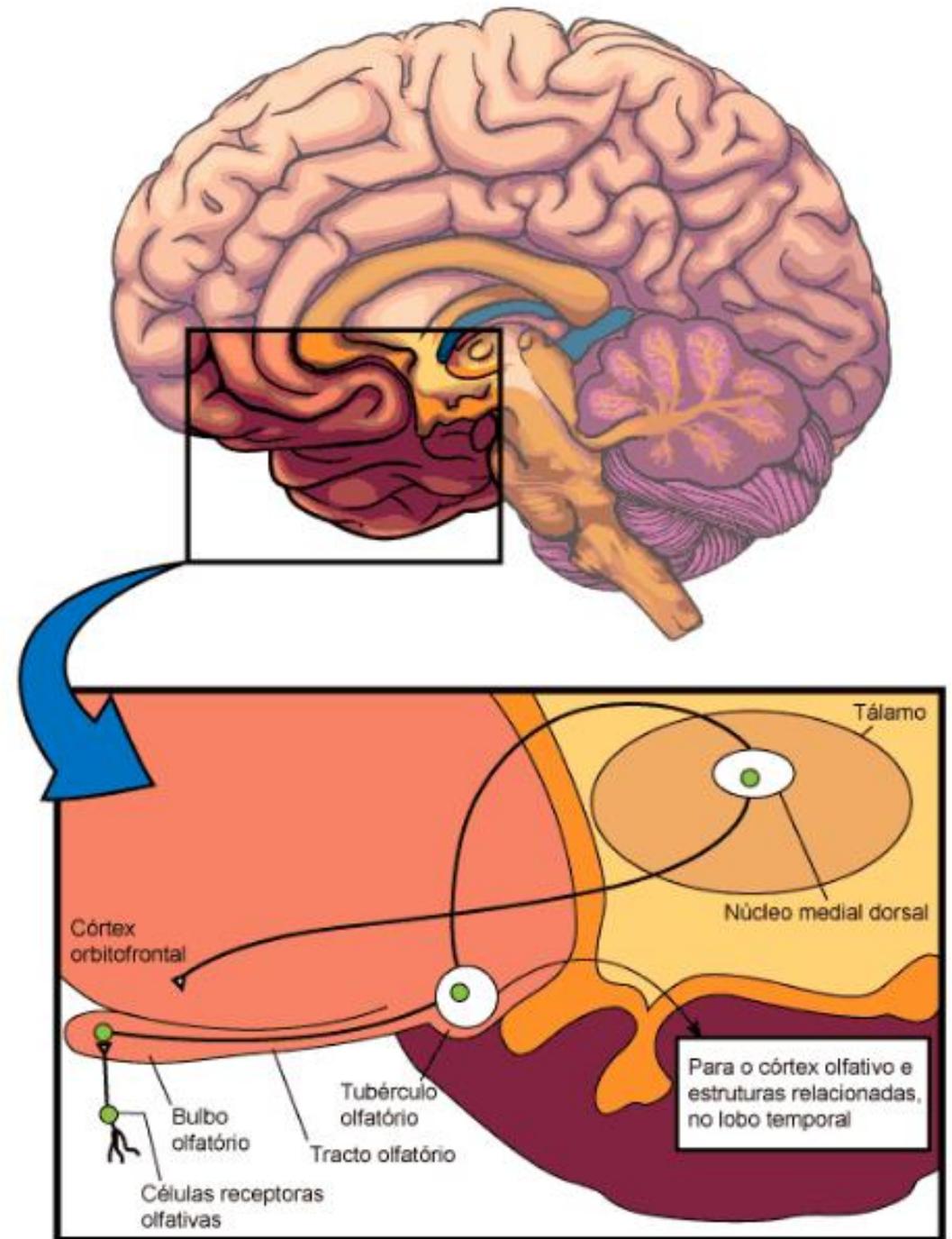
# OLFATO

- Epitélio olfativo. Regeneração das células receptoras.
- Muco: mucopolissacarídes, proteínas, água, anticorpos.
- Acuidade olfativa. Relacionada com o tamanho do epitélio olfativo.



# O PROCESSO DA OLFAÇÃO

- Início da percepção consciente do odor.
- Axônios do trato olfatório ramificam e entram em muitas regiões do próencefalo, incluindo o córtex olfativo.
- O neocórtex é atingido apenas por uma via que faz a sinapse no núcleo medial dorsal do tálamo.



# O PROCESSO DA OLFAÇÃO

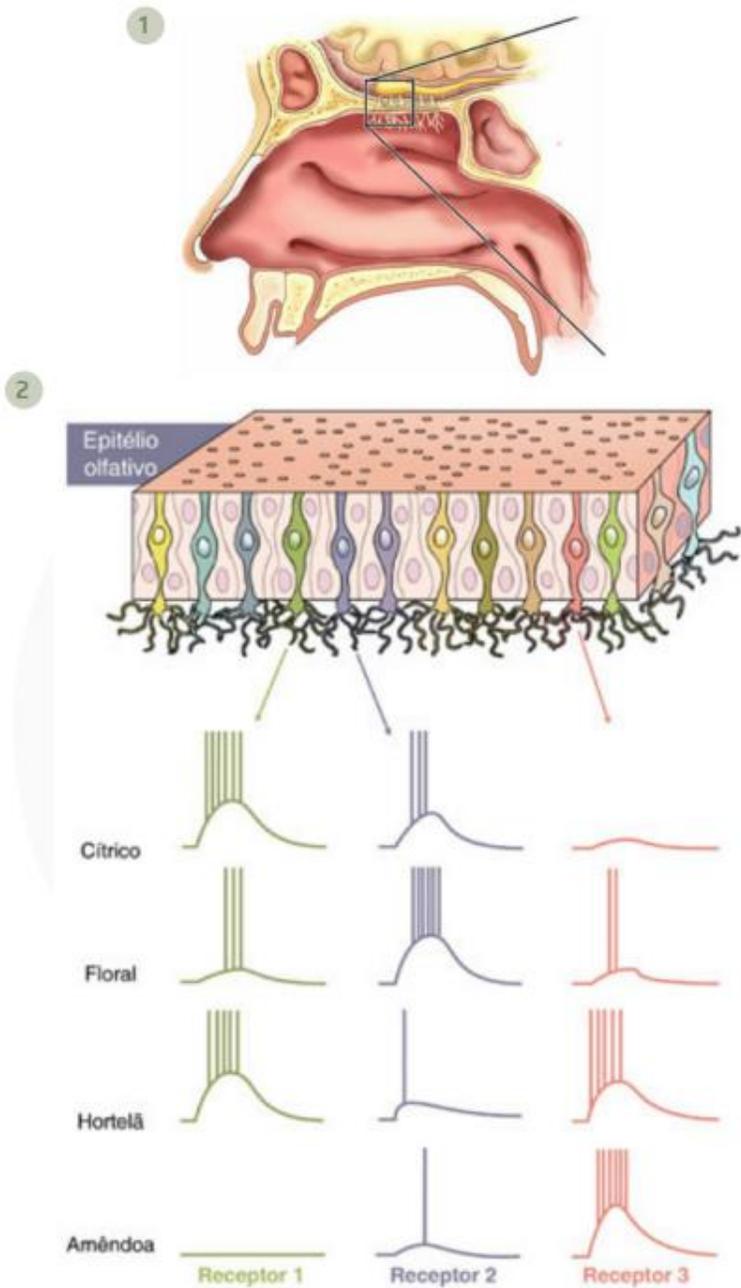


Figura 2.23: Populações de células receptoras responsáveis pelos sabores (Animação 15) - figuras 1 e 2.

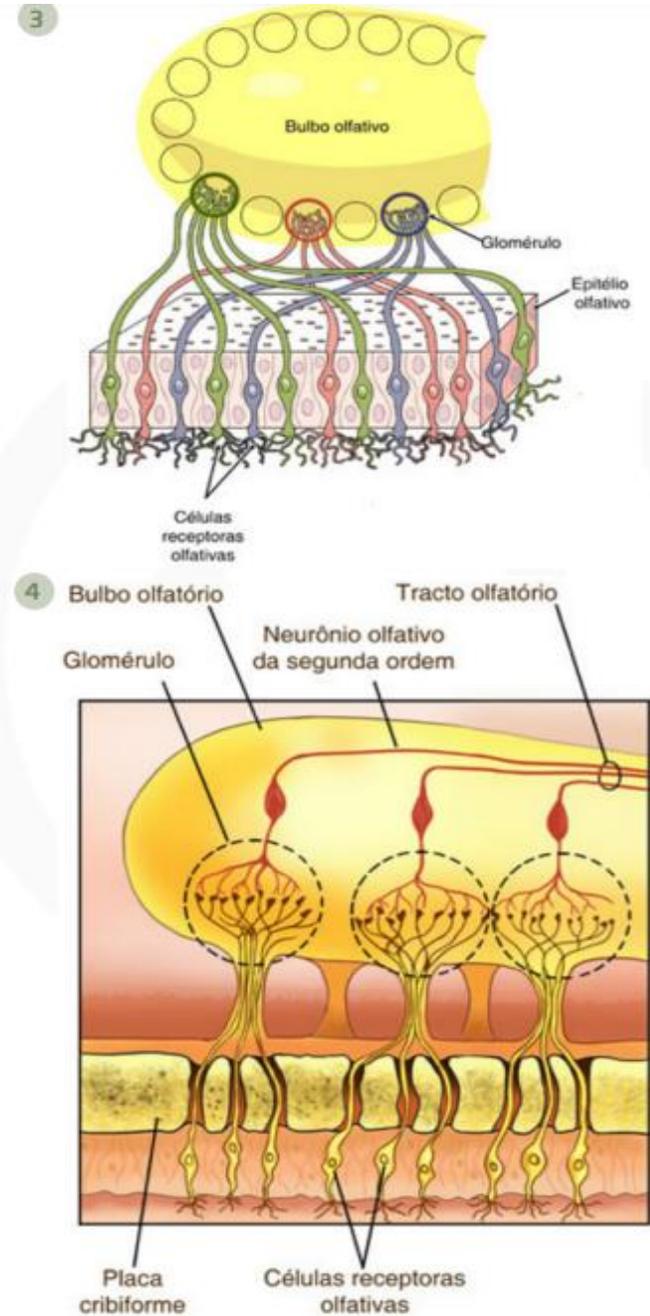
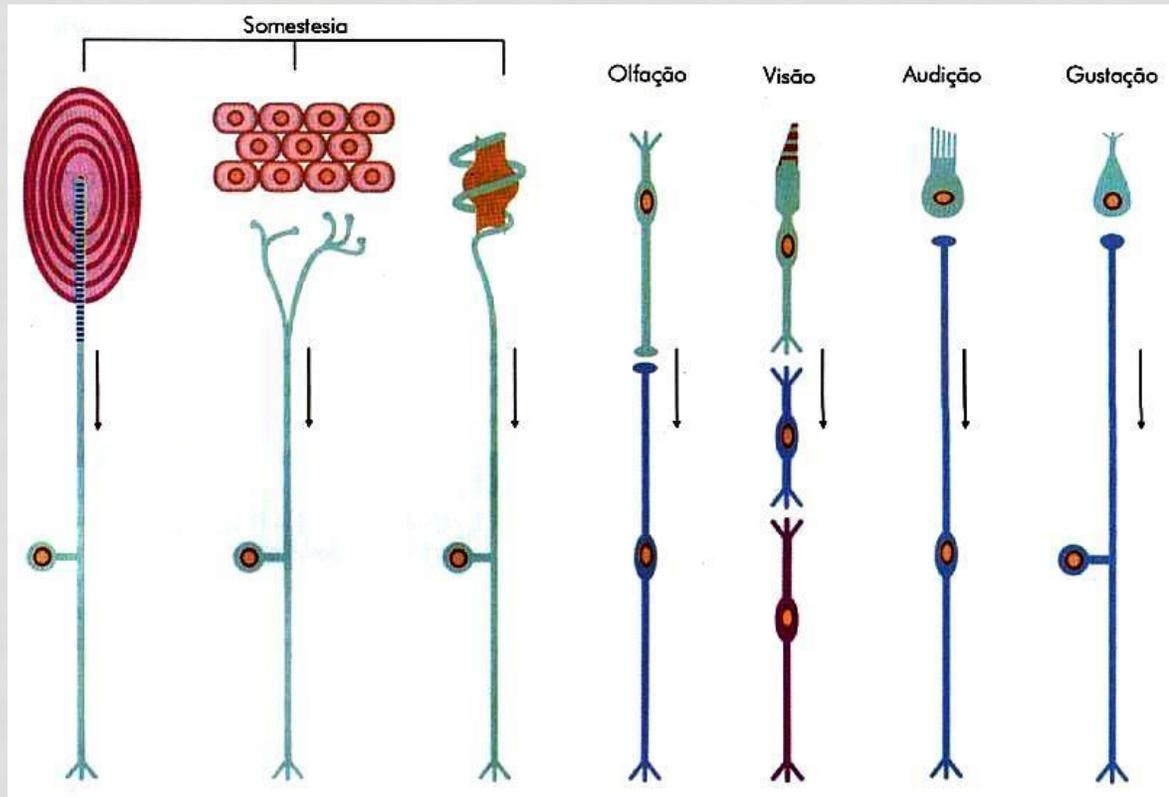
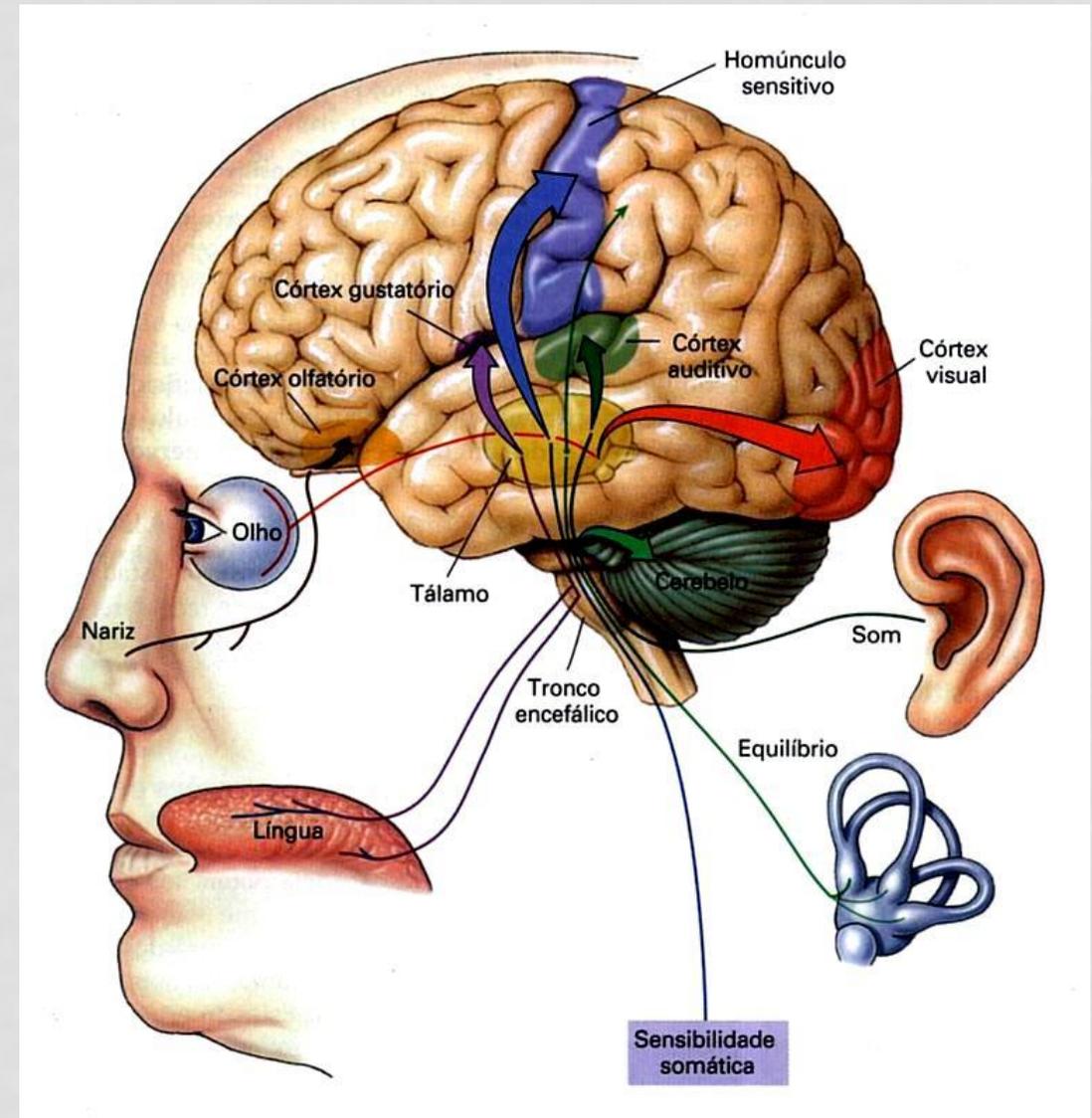


Figura 2.23: Populações de células receptoras responsáveis pelos sabores (Animação 15).

# RESUMO



A percepção dos estímulos sensorial ... Inicia-se com ativação de receptores sensoriais específicos .... e culmina com o processamento por áreas do córtex cerebral.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAR, M.F., e cols. **Neurociências –Desvendando o Sistema Nervoso**. 2ºed. Artmed. Porto Alegre. 2002.

KANDELL, E.R., e cols. **Principles of Neural Science**. McGraw-Hill. New York. 2000.

LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios –Conceitos Fundamentais de Neurociências**. Atheneu. 2004.

PURVES, D., e cols. **Neurociências**. 4ºed. Artmed. 2010.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia Humana. Uma Abordagem Integrada**. 2ºed. Manole. 2003.

Tratado de Fisiologia Medica. Guyton & Hall, Capítulo 46.

Fisiologia Humana. S.I. Fox. Capítulo 10.

Fisiologia Humana. D. Silverthorn. Capítulo 10

**O B R I G A D O !!!**

