



# FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO SENSORIAL 2

ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO.

PROFA TITULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF

INSTITUTO DE SAÚDE DE NOVA FRIBURGO.

DISCIPLINAS DE FISIOLOGIA HUMANA

CURSOS DE ODONTOLOGIA E FONOAUDIOLOGIA



# SISTEMA NERVOSO SENSORIAL 2

## Objetivos

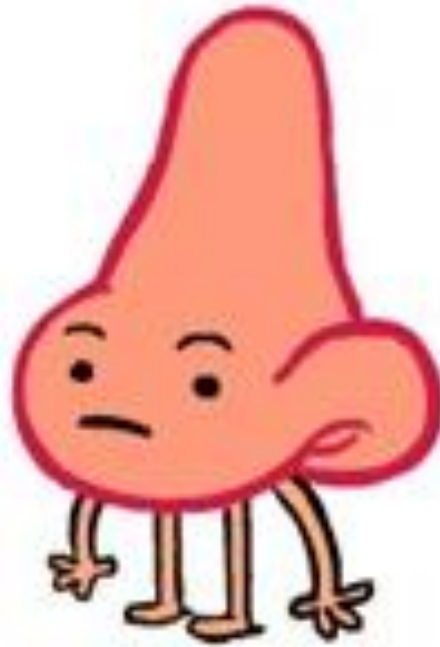
---

- ✓ Evidenciar as estruturas funcionais básicas para a sensibilidade química (olfato e gustação)
- ✓ Evidenciar as estruturas funcionais básicas para a sensibilidade sonora (audição)
- ✓ Identificar a relação das estruturas do sistema nervoso central com o sistema nervoso sensorial do olfato, da gustação e da audição.

# SENSIBILIDADE QUÍMICA: OLFATO E GUSTAÇÃO



Capacidade de uma célula responder a uma substância química específica ou a um conjunto de substâncias químicas  
TRANSDUÇÃO OLFATIVA OU GUSTATIVA



---

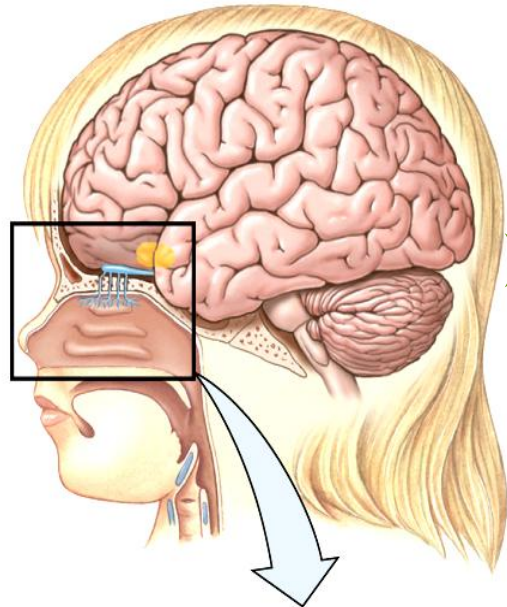
# OLFATO

# SENSIBILIDADE OLFATIVA



- Olfato
  - Um dos sentidos mais antigos
- Bulbo olfatório
  - Porção mais antiga do encéfalo
- Permite identificar odores

# VIAS OLFATÓRIAS



➤ Epitélio olfatório:

➤ Contém células receptoras olfatórias (3 cm<sup>3</sup>)

➤ Bulbo

➤ Conexão com a córtex olfatória do lobo temporal

➤ Tálamo

➤ Córtex do lobo frontal (associação)

➤ Sistema límbico do diencéfalo (Memória)

Córtex cerebral

Sistema límbico

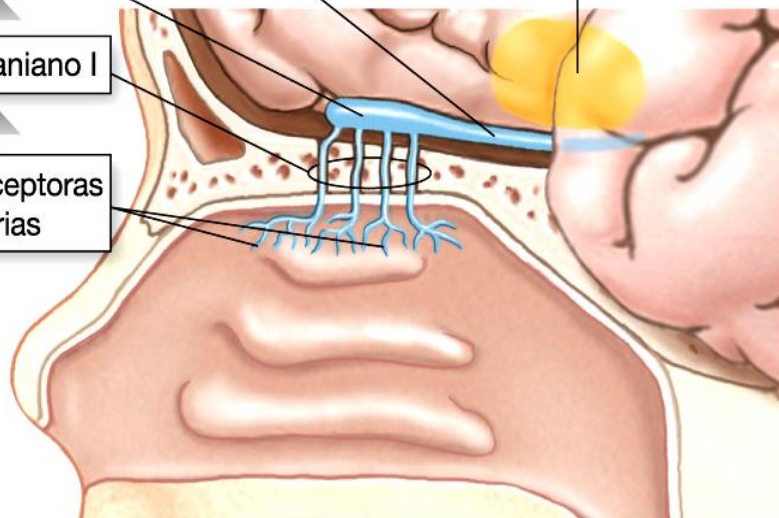
Bulbo olfatório

Trato olfatório

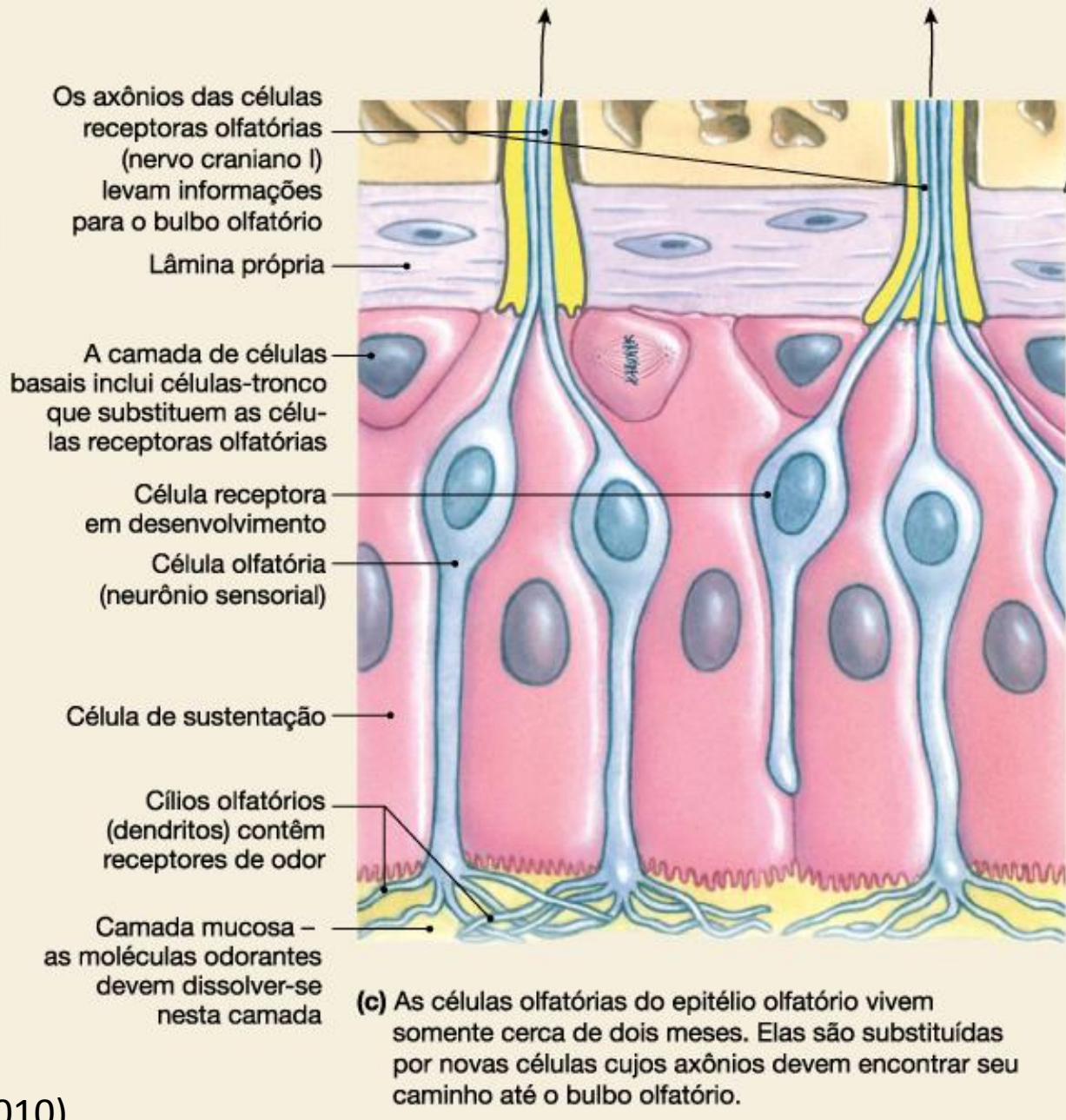
Córtex olfatório

Nervo craniano I

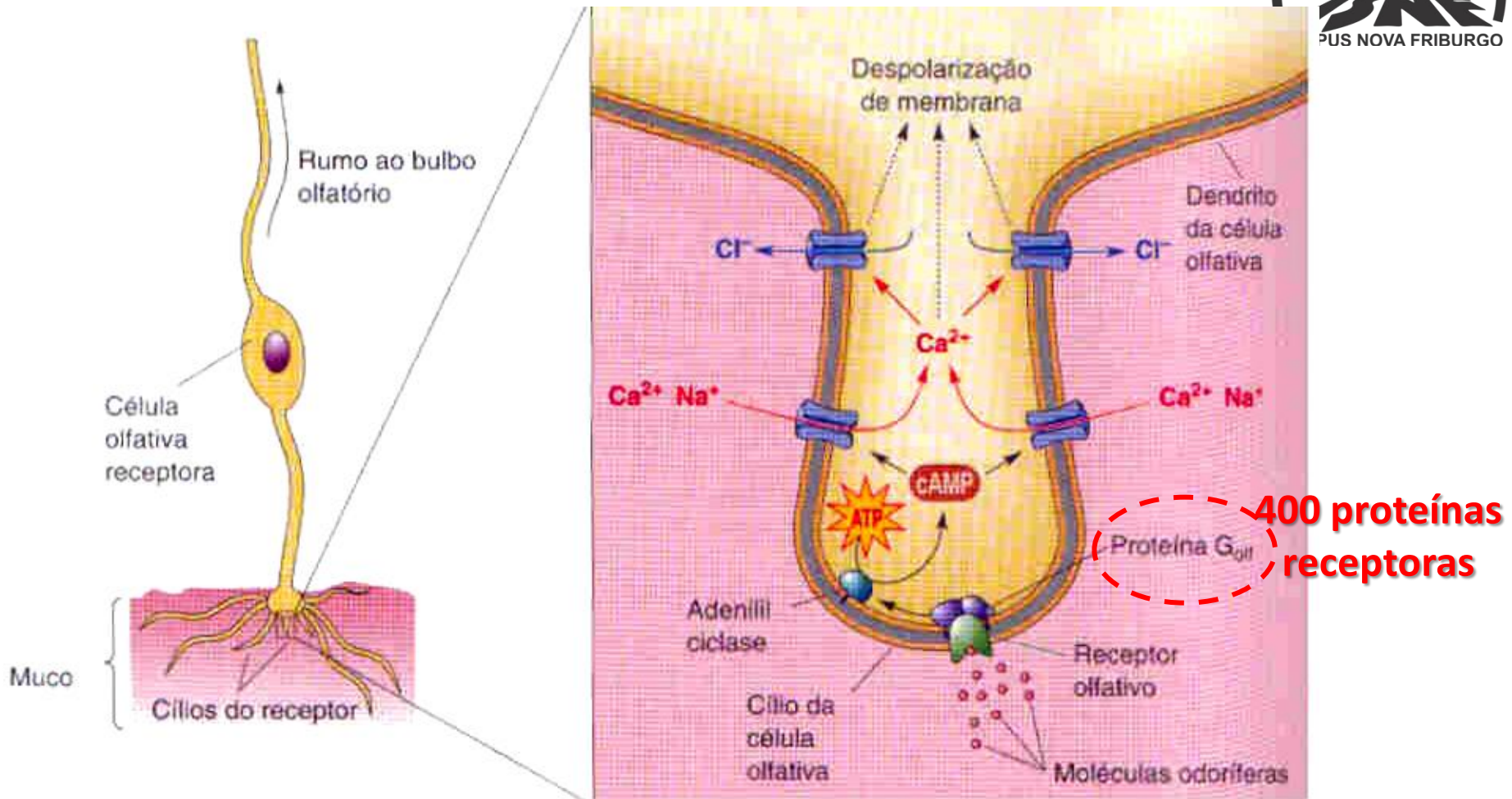
Células receptoras olfatórias



# Nervo Craniano I (Nervo Olfatório)



# MECANISMO DE TRANSDUÇÃO OLFATIVA



Maior concentração de AMPc altera permeabilidade da membrana e provoca abertura dos canais de cálcio e despolarização celular



# CONCLUSÕES



- A transdução olfativa é efetuada por neurônios sensitivos que formam o nervo olfatório (craniano I), faz conexão com o neurônio secundário no BULBO OLFATÓRIO que segue para a CÓRTEX OLFATIVA.
- Essas informações também chegam a outros locais do SNC em associação, como SISTEMA LÍMBICO, CÓRTEX MOTORA e outros.
- O mecanismo de transdução olfativa se dá pela modificação da proteína G no complexo molécula odorífera e receptor da membrana dendrítica do neurônio sensitivo ATIVANDO a enzima Adenilciclase e aumentando o AMPc.
- A despolarização ocorre pelo aumento de AMPc intracelular promovendo a abertura dos canais de cálcio, influxo de  $Ca^{++}$  e  $Na^{++}$  e efluxo de  $Cl^{-}$ .



---

# GUSTAÇÃO

# SENSIBILIDADE GUSTATIVA

Receptores sensoriais: íons e moléculas

## TRANSDUÇÃO QUÍMICA

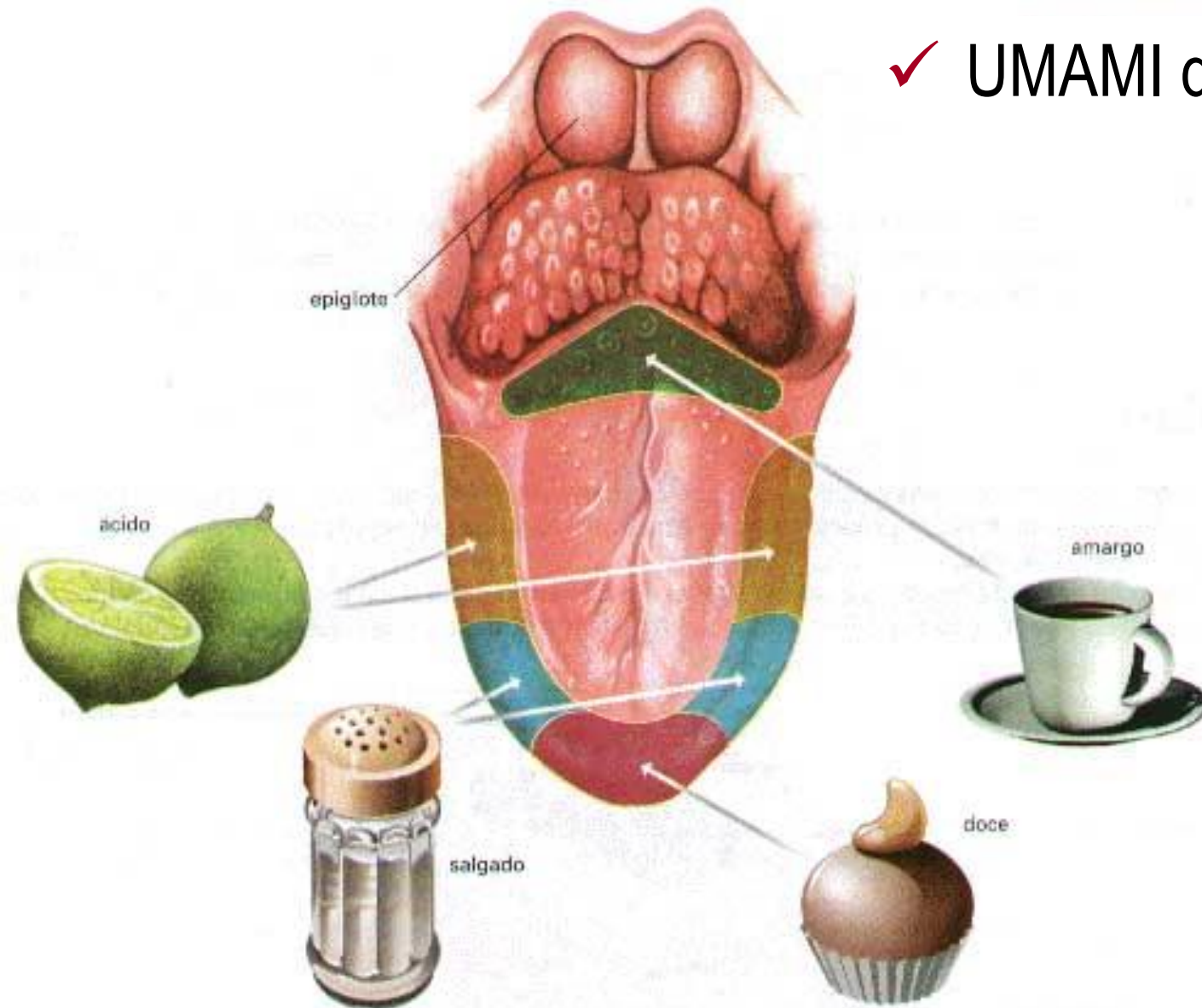


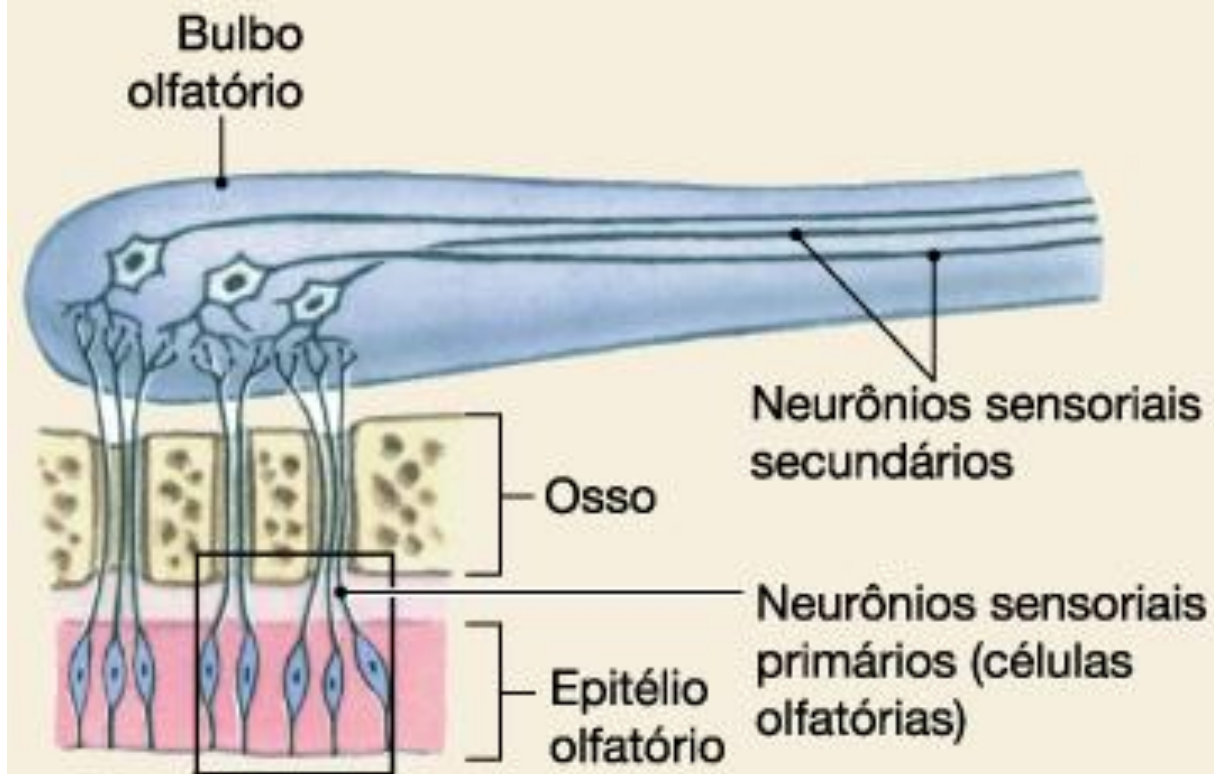
# RECEPTORES GUSTATIVOS

## Superfície da língua e outros locais

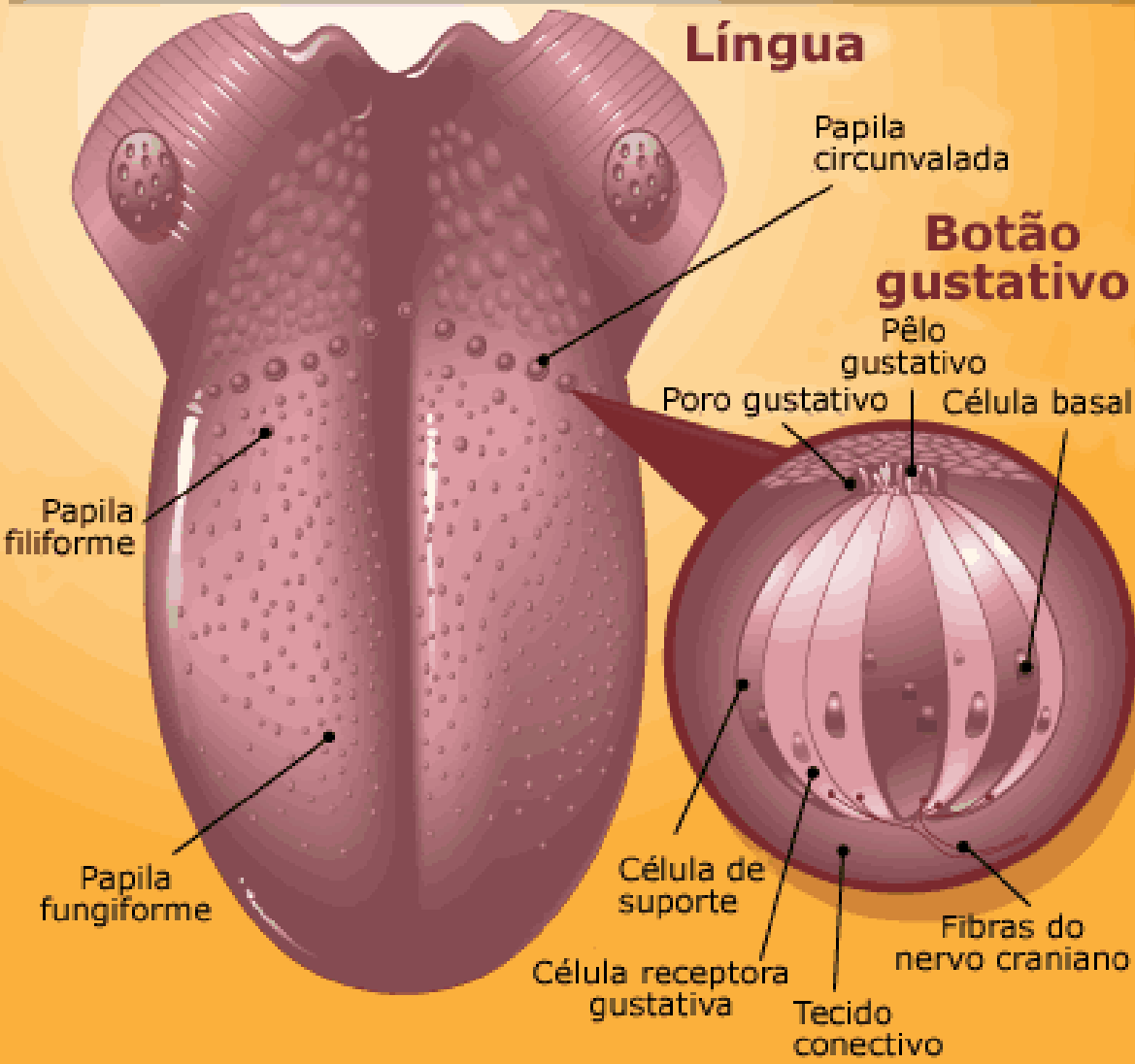


✓ UMAMI deliciosooooooooo



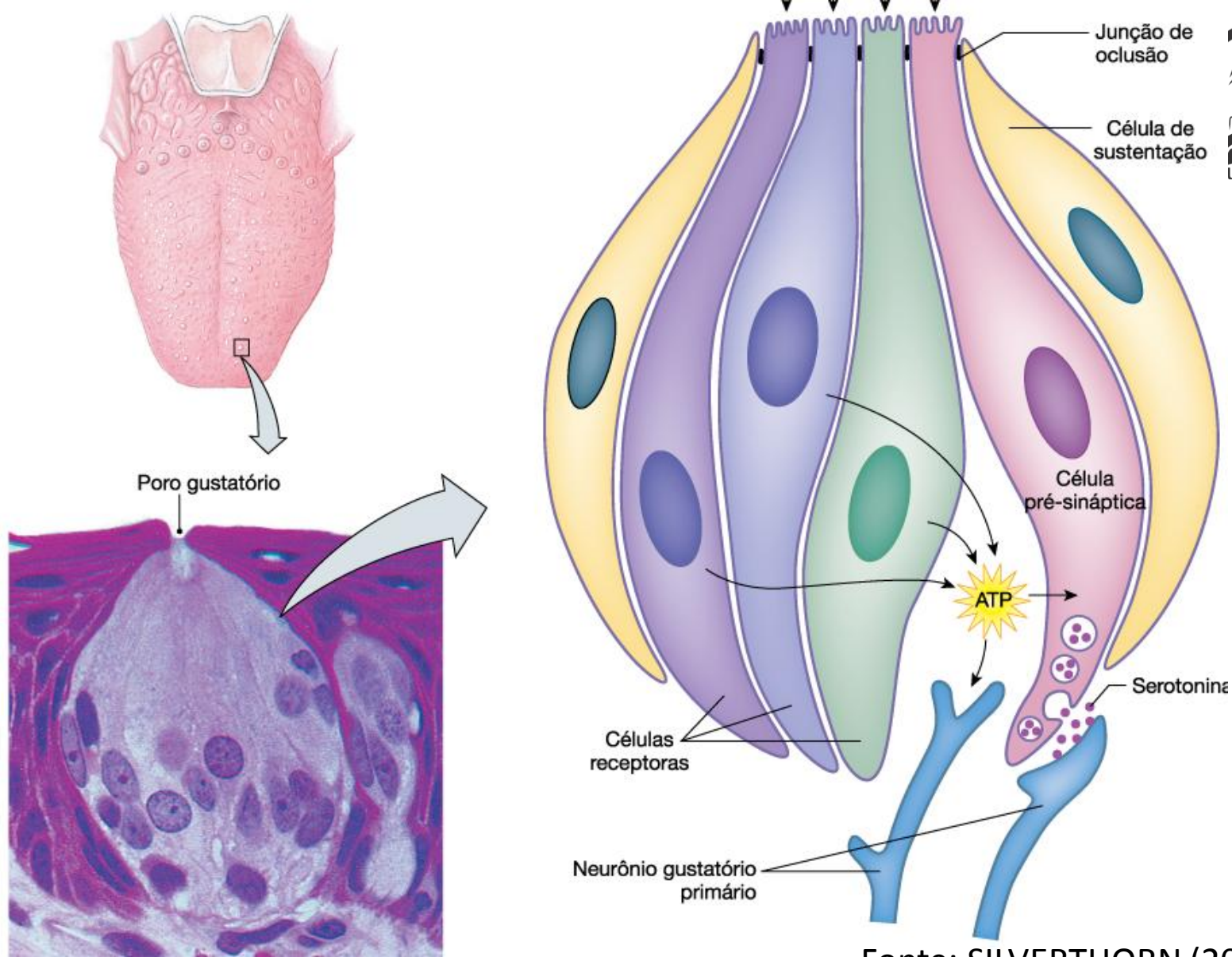


**(b)** As células olfatórias fazem sinapse com os neurônios sensoriais secundários no bulbo olfatório.



**Papilas gustativas** são formadas pelos **botões gustativos** e células de sustentação

Cada botão gustativo tem 50 a 150 receptores

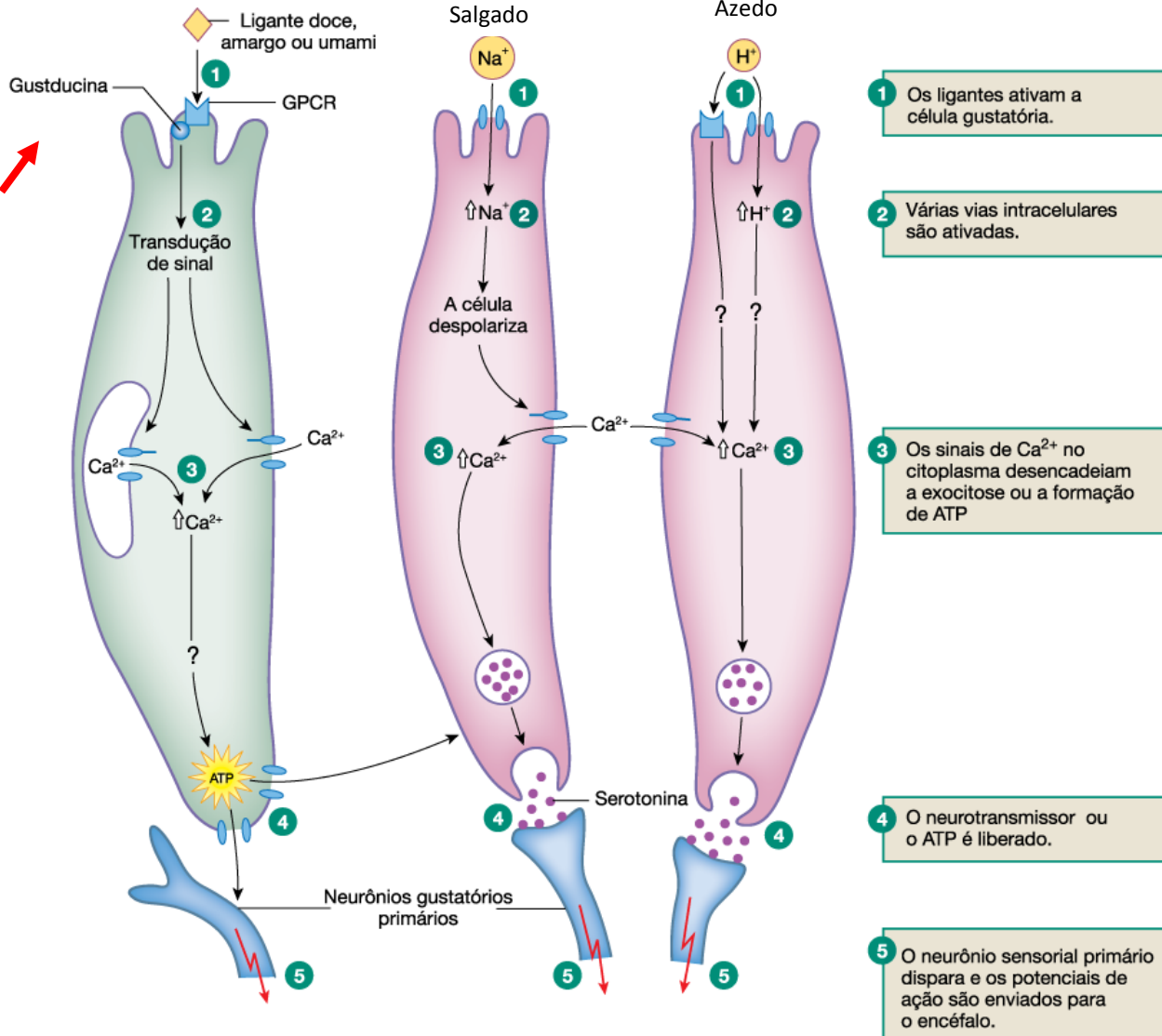


Fonte: SILVERTHORN (2010)

Transdução é efetuada por células epiteliais polarizadas não neurais

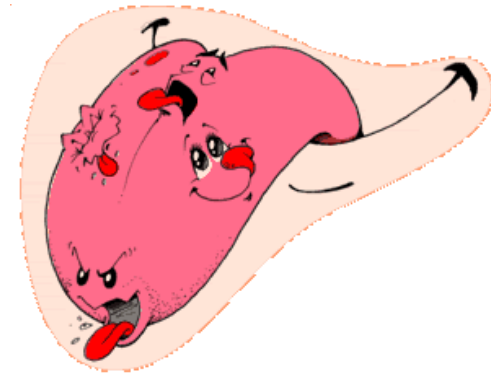
# MECANISMO DE TRANSDUÇÃO GUSTATIVA

## Célula epitelial polarizada não neural



### Alimentos nutritivos

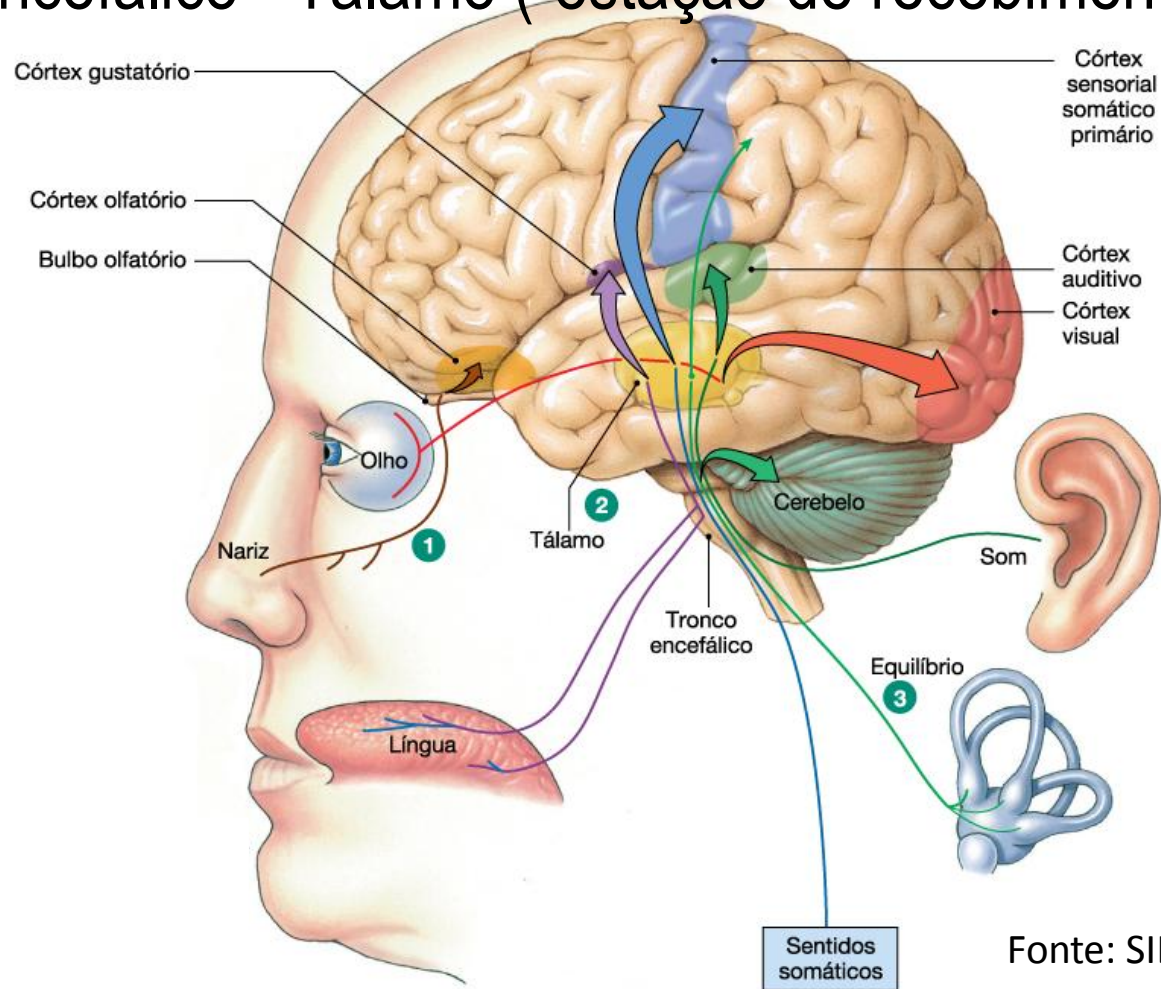
- Doce
- Umami (glutamato)
- Amargo





# CENTROS SUPERIORES DE INTEGRAÇÃO

Tronco encefálico - Tálamo (“estação de recebimento”)



Fonte: SILVERTHORN (2010)

Neurônios gustativos primário seguem pelos nervos cranianos VII (Facial), IX (Glosssofaríngeo) e X (Vago) - **Bulbo** – Tálamo – Córtex gustativa (Lobo frontal)

# FOME ESPECÍFICA



Acervo pessoal da Profa Elyabeth Cardoso

AVIDEZ OU APETITE PELO SAL - CONTROLE DO  $\text{Na}^{+2}$

# CONCLUSÕES



- A transdução gustativa é efetuada por células especializadas não neurais que contém receptores para os “ligantes” e que provocam o estímulo dos neurônios sensitivos da gustação.
- O potencial de ação gerado pelas células especializadas nos neurônios sensitivos ocorre por abertura de canais iônicos ou pela liberação do quimiorreceptor SEROTONINA e é dependente do tipo de ligante.
- Nervos sensitivos da gustação são formados pelos nervos cranianos VII (Facial), IX (Glossofaríngeo) e X (Vago)
- O potencial de ação gerado chega ao BULBO localizado no TRONCO ENCEFÁLICO e ao CÓRTEX GUSTATIVO por neurônios secundários que saem do TÁLAMO.



---

# AUDIÇÃO

# ORELHA



## ✓ Audição

- ✓ Linguagem, comunicação e aprendizado
- ✓ Percepção do ambiente
- ✓ Influência individual

## ✓ Equilíbrio

- ✓ Movimentação e locomoção
- ✓ Atividade física





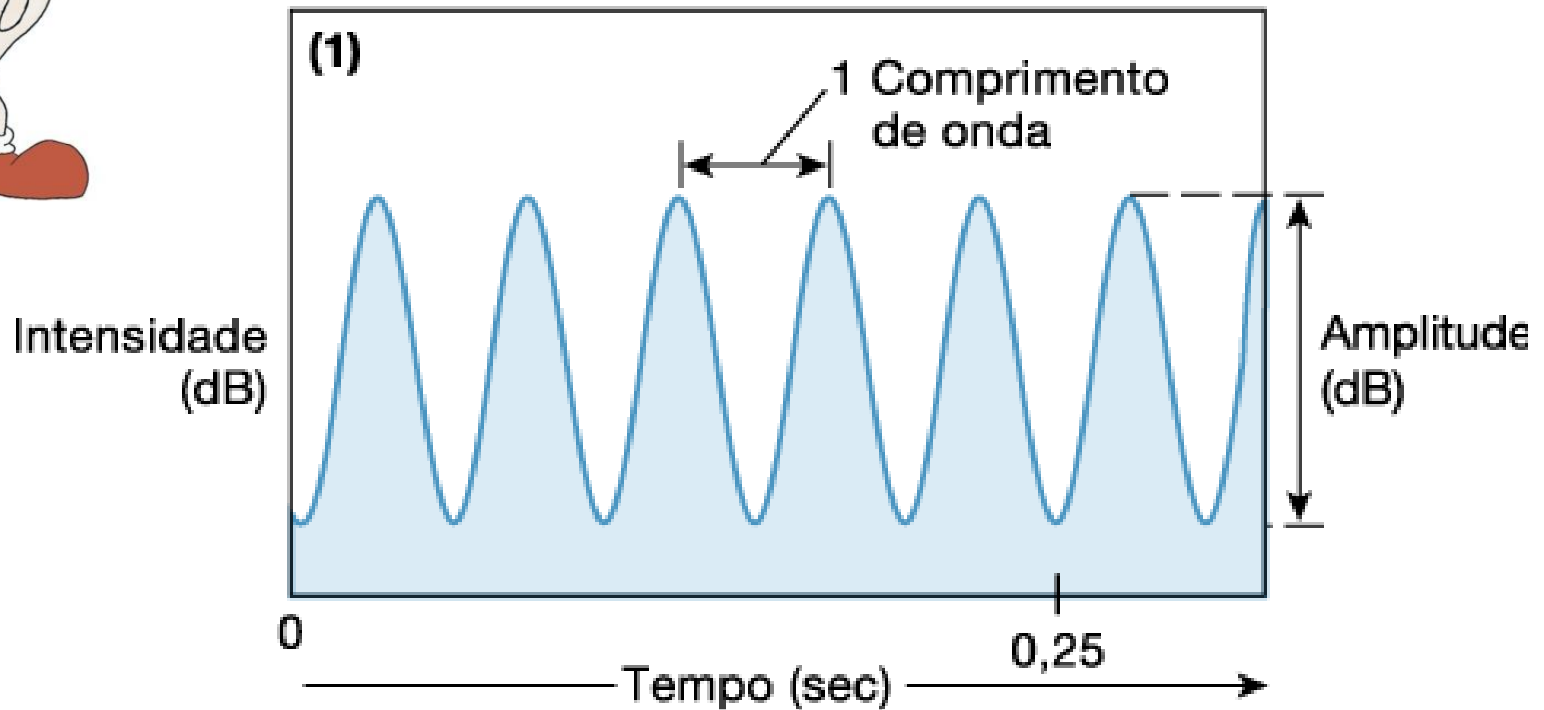
# SENSIBILIDADE AUDITIVA



- O som é uma sensação que resulta de uma perturbação na atmosfera causada por um emissor (perturbação mecânica invisível).
- Essa perturbação consiste em rápidas variações da pressão atmosférica que se propagam sob a forma de ondas até aos nossos ouvidos.



# SENSIBILIDADE AUDITIVA

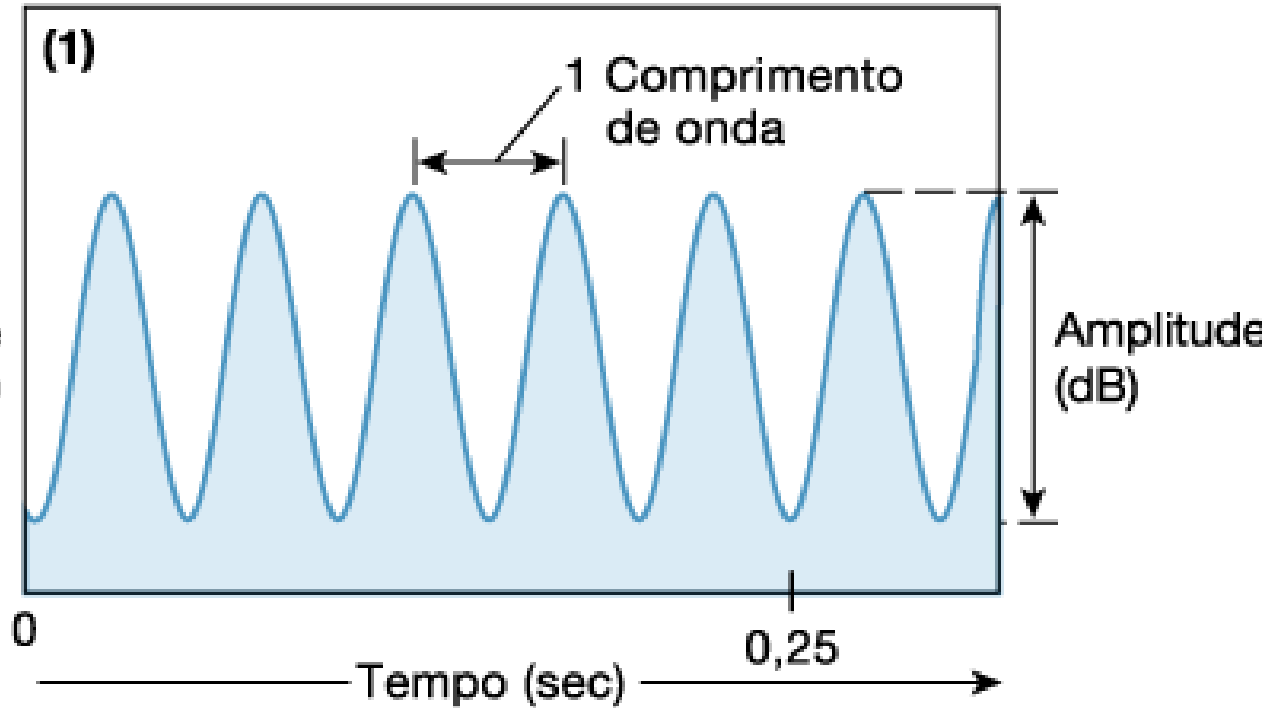


Os sons são representados graficamente por ondas periódicas e estas são caracterizadas em função do tempo, velocidade e intensidade (amplitude) gerando frequência.

# SENSIBILIDADE AUDITIVA



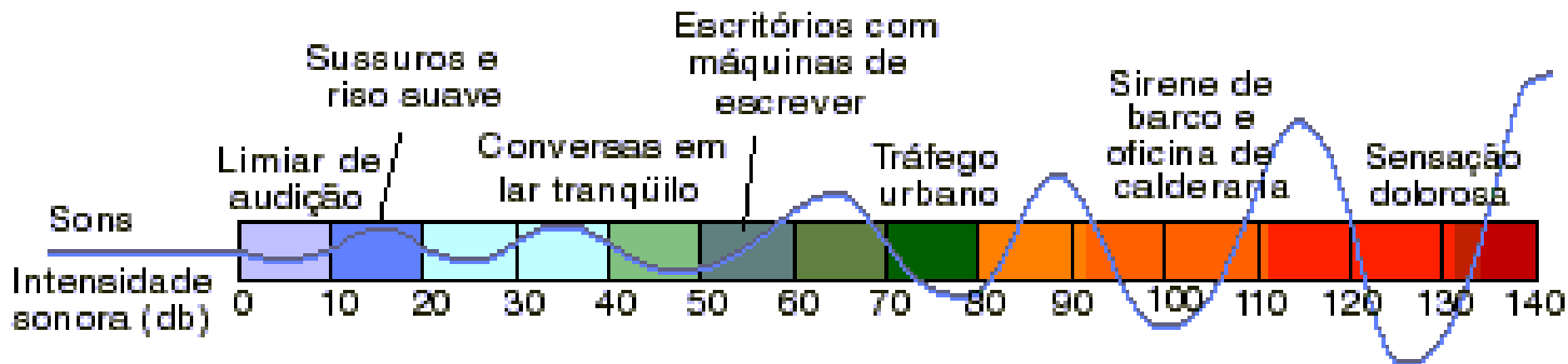
Intensidade  
(dB)



Frequência da onda sonora (Hertz)/segundo: Hz/s

Comprimento de onda é a distância entre os máximos e dependente da intensidade (amplitude):  $\lambda$



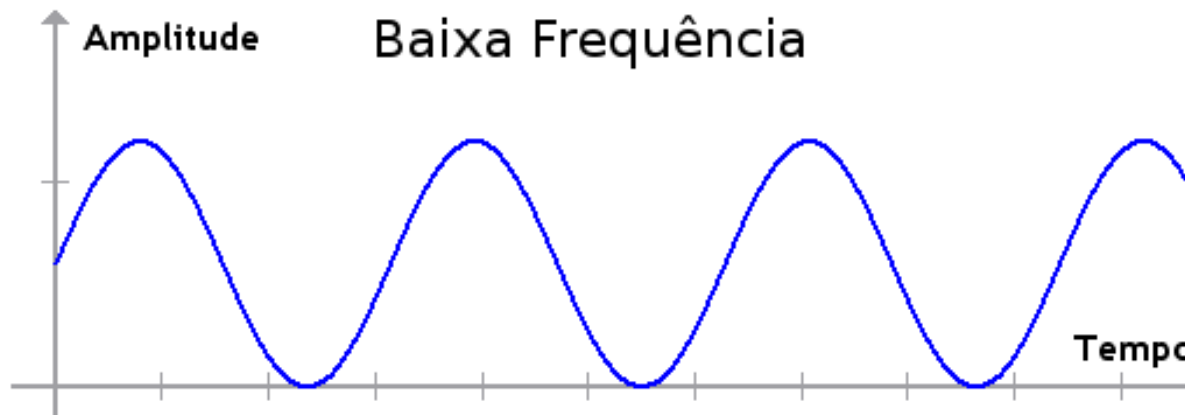
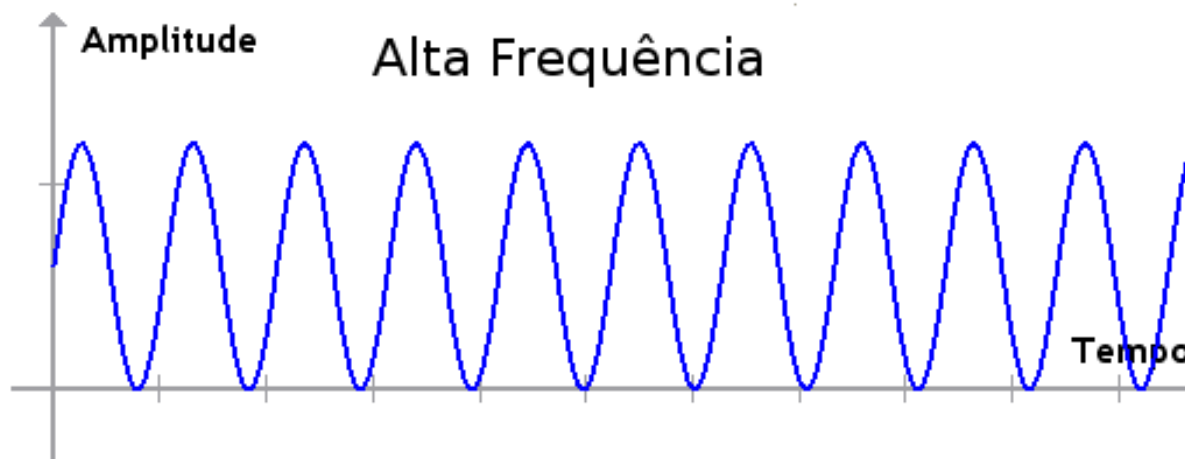


Altura do som (Amplitude da onda): decibéis (dB)

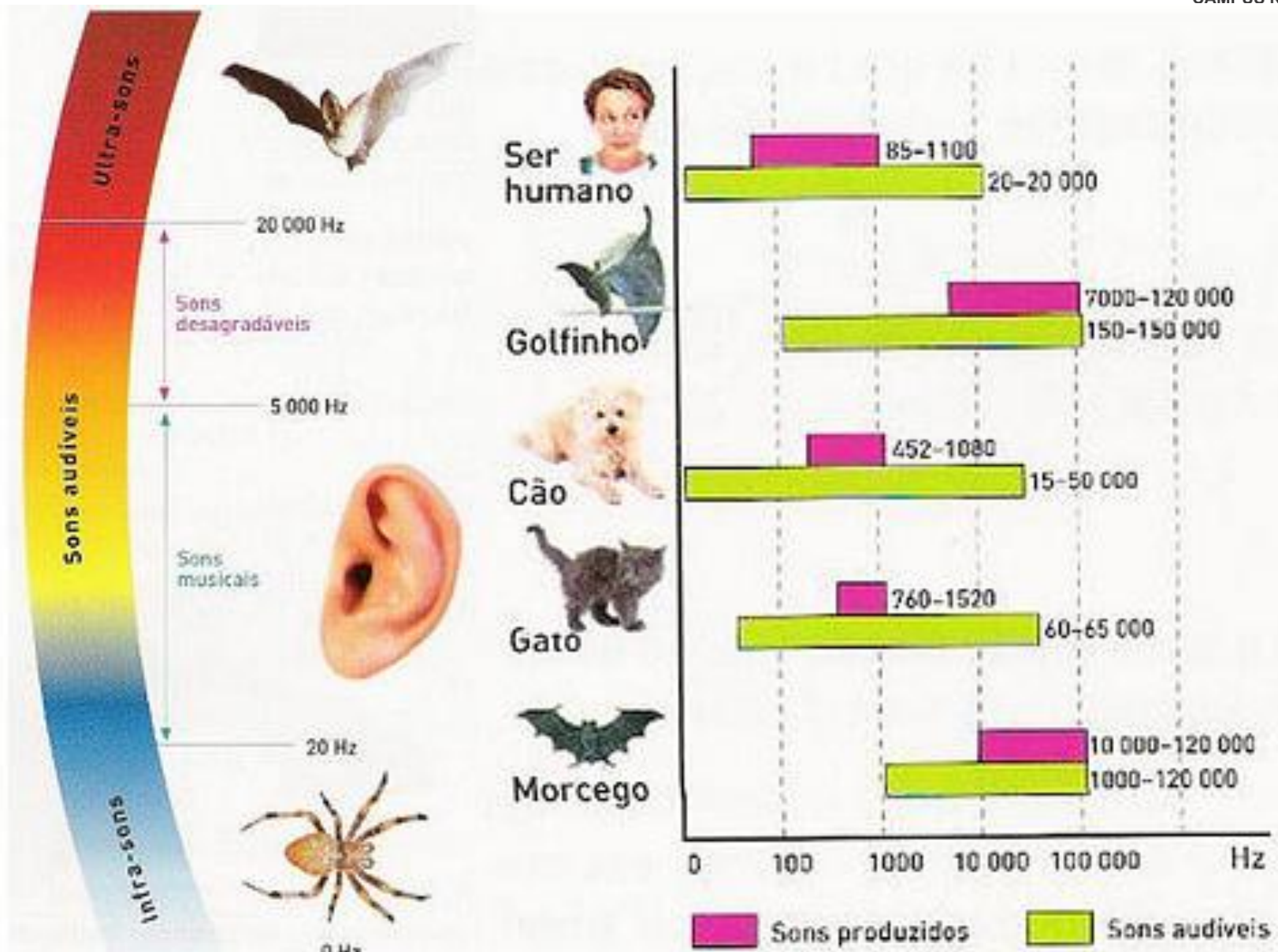
# AMPLITUDE DA FREQUÊNCIA

Frequência alta: agudo

Frequência baixa: grave



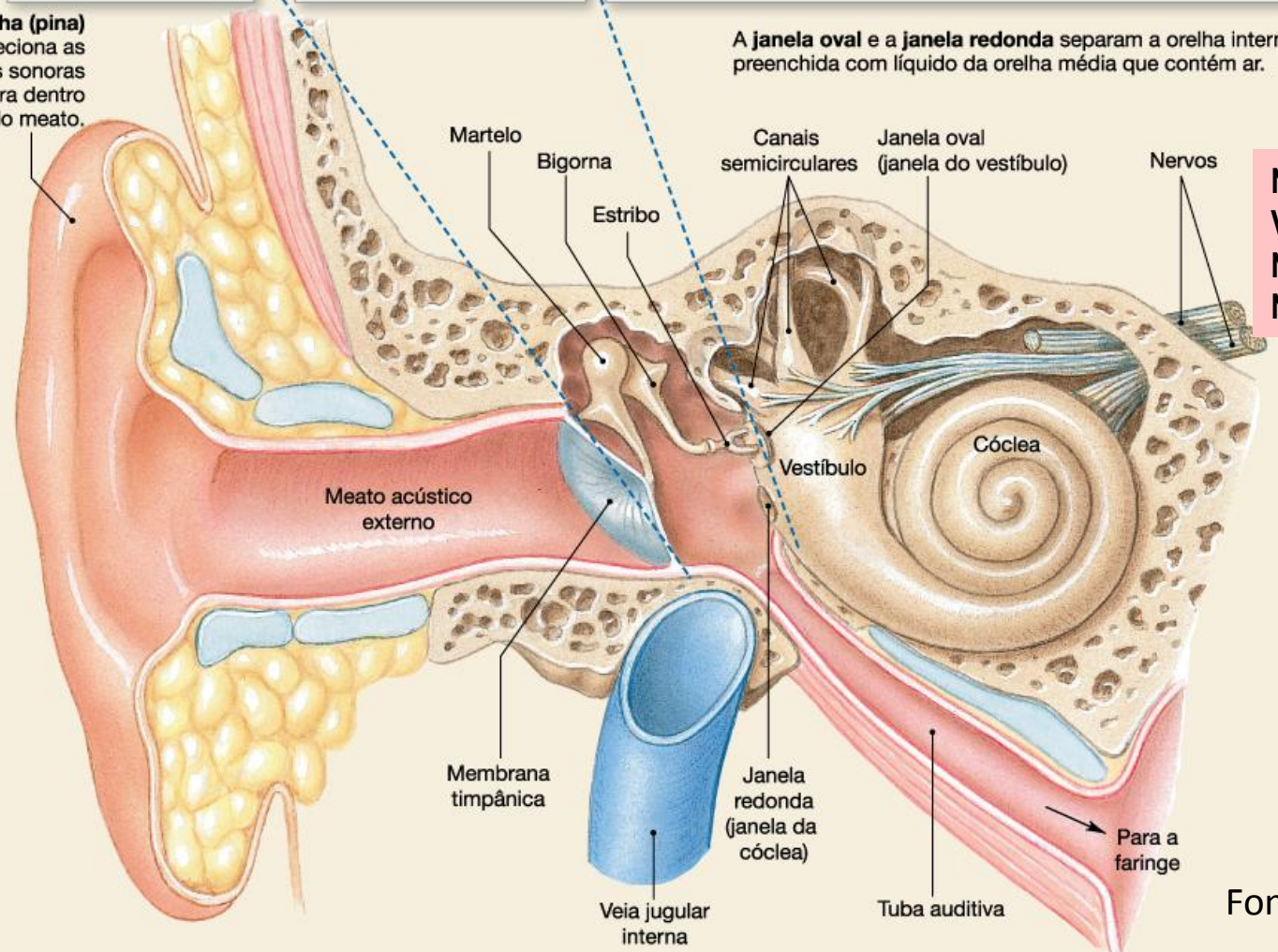
# O SOM EM DIFERENTES ANIMAIS



# APARELHO AUDITIVO – A ORELHA



ORELHA EXTERNA      ORELHA MÉDIA      ORELHA INTERNA

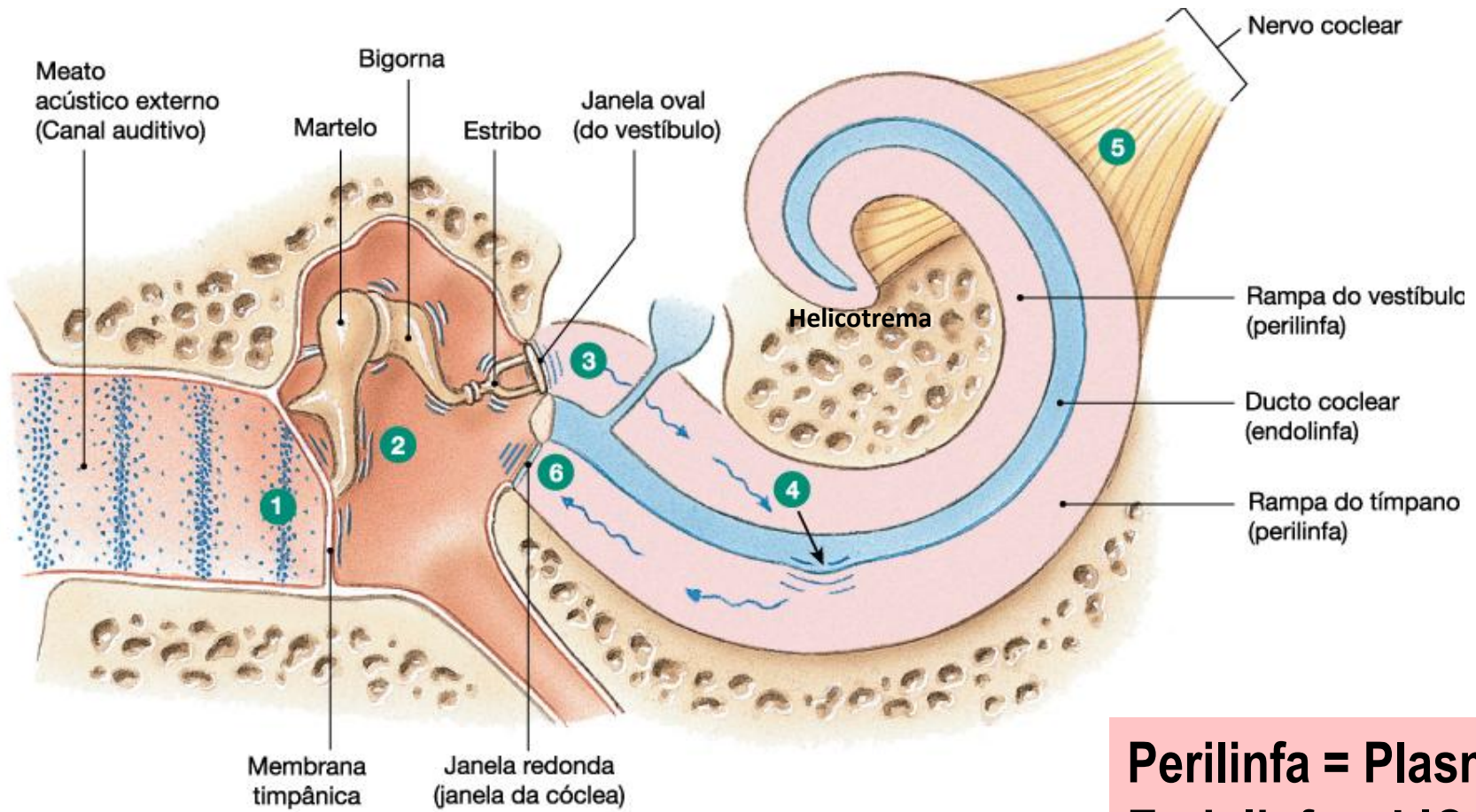


A janela oval e a janela redonda separam a orelha interna preenchida com líquido da orelha média que contém ar.

**Nervo craniano VIII:  
VESTIBULOCOCLEAR**  
Nervo vestibular  
Nervo coclear

Fonte: SILVERTHORN (2010)

# APARELHO AUDITIVO - ORELHA



**Perilinf = Plasma**  
**Endolinf = LIC**

Fonte: SILVERTHORN (2010)

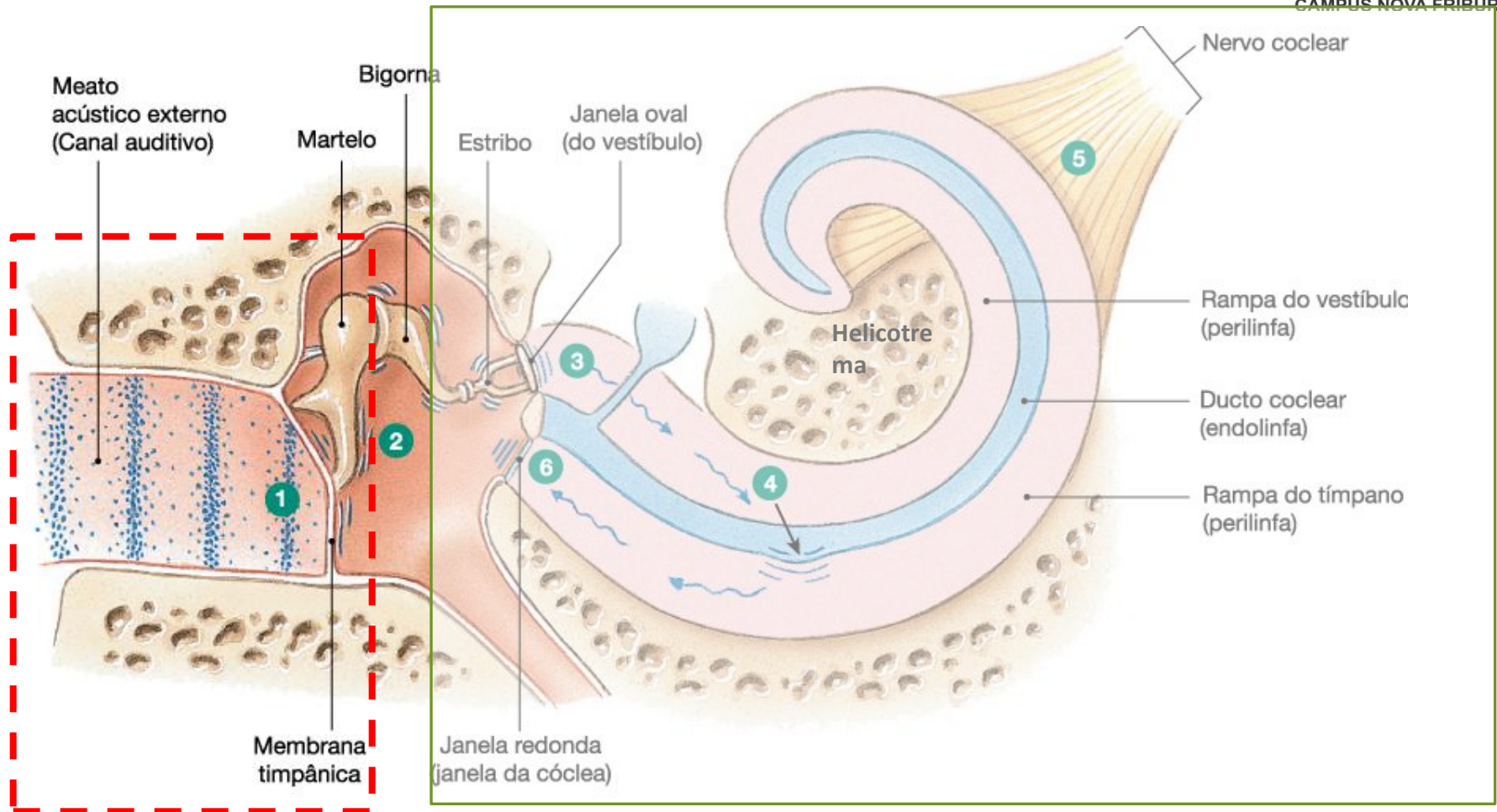
# TRANSDUÇÃO SONORA

---

- Energia das ondas no ar (TRANSDUÇÃO ACÚSTICA)
- Vibração mecânica (TRANSDUÇÃO MECÂNICA)
- Ondas fluidas (TRANSDUÇÃO HIDRÁULICA)
  - Potenciais de ação
  - Transmissão para células nervosas

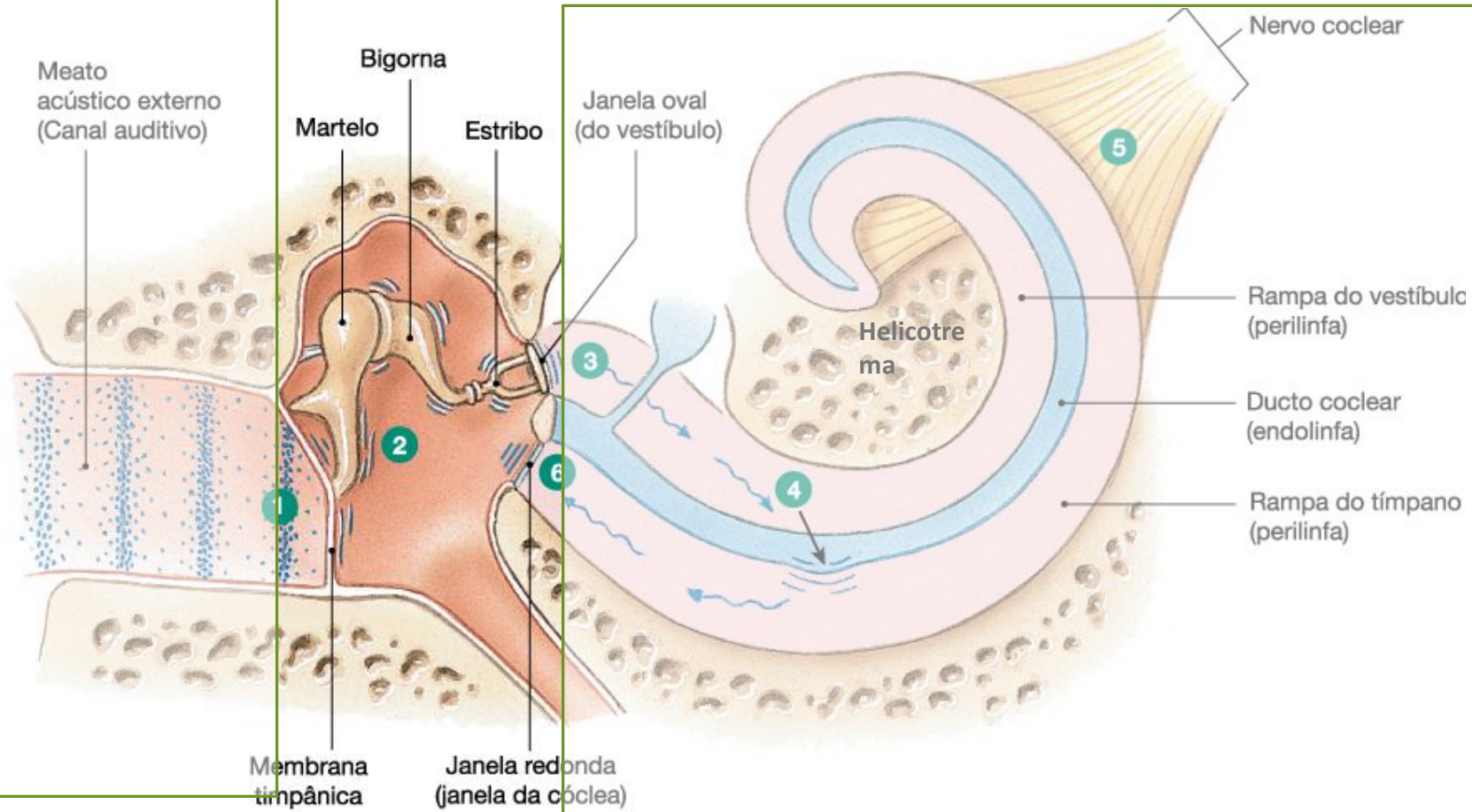
# TRANSDUÇÃO SONORA ACÚSTICA

## MEATO ACÚSTICO - TÍMPANO



Fonte: SILVERTHORN (2010)

# TRANSDUÇÃO SONORA MECÂNICA OSSÍCULOS – JANELA OVAL

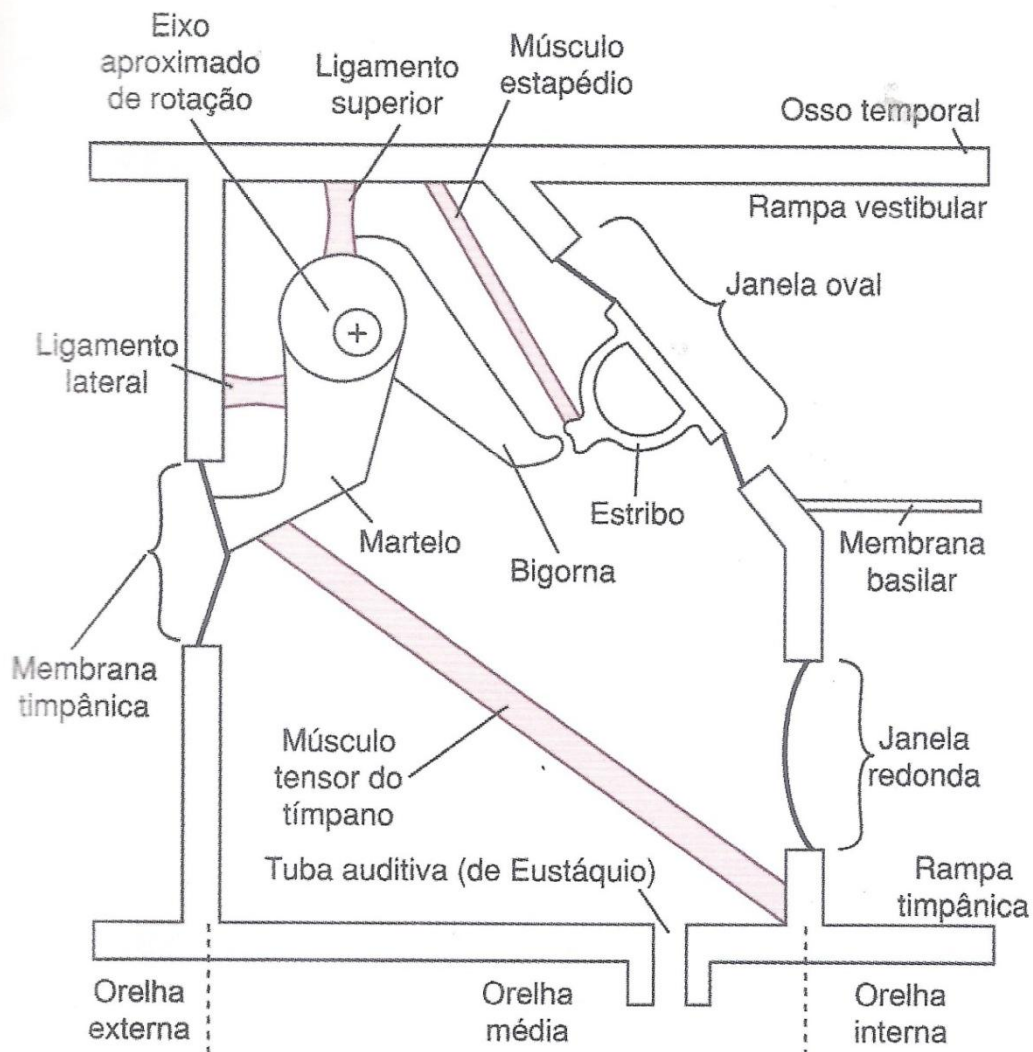


Fonte: SILVERTHORN (2010)



# TRANSDUÇÃO SONORA MECÂNICA

## OSSÍCULOS – JANELA OVAL



### Estrutura dos músculos e ligamentos

### Estrutura dos ossículos

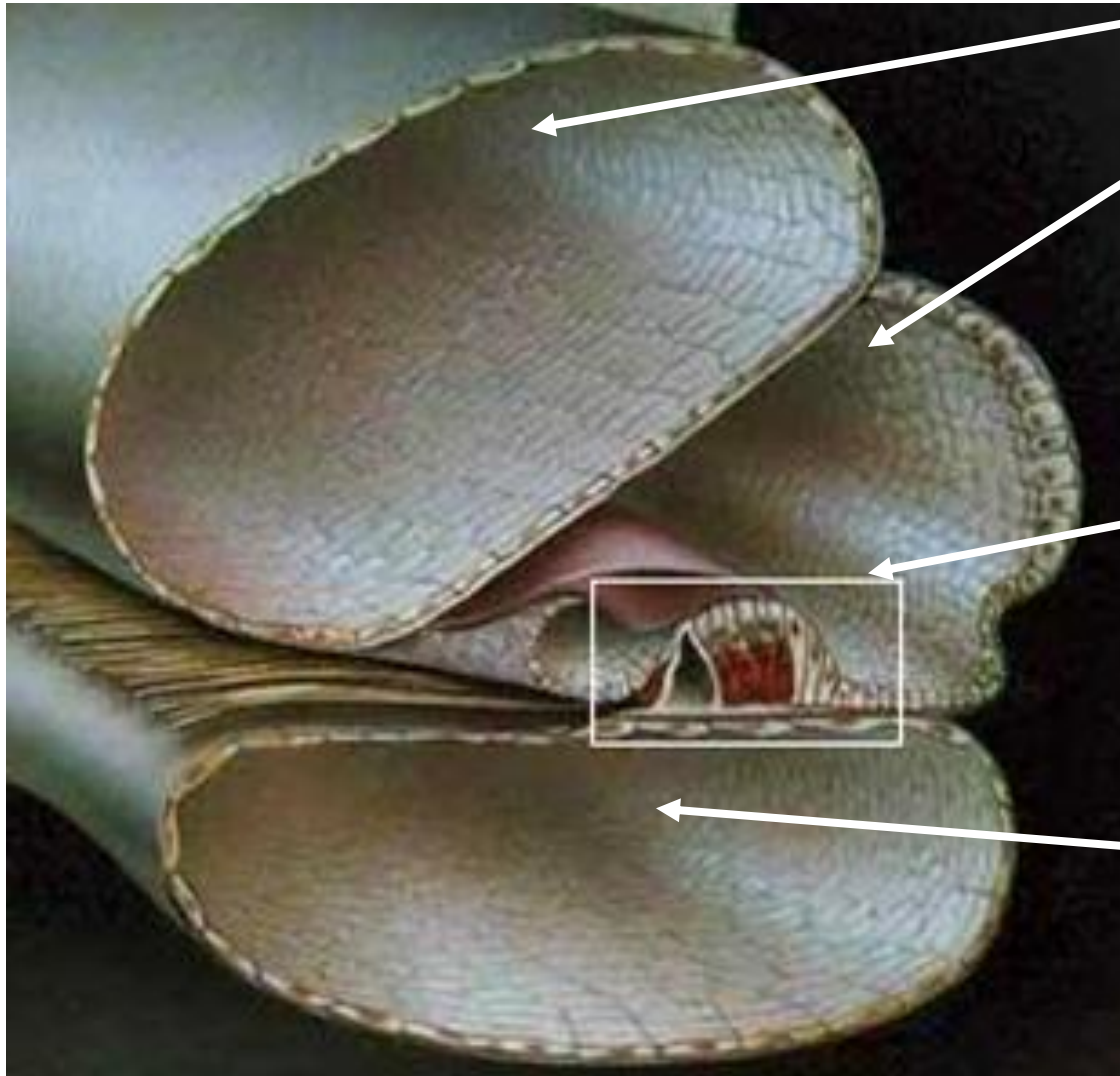
Alavanca pela estrutura dos ossículos  
Diminuição de deslocamento  
Aumento pressão por diferença de área

### Efeito multiplicador:

FORÇA MENOR (TÍMPANO)  
FORÇA MAIOR (JANELA OVAL)

Fonte: CURI & PROCÓPIO (2009)

# TRANSDUÇÃO SONORA HIDRÁULICA VESTÍBULO - CÓCLEA



Rampa Vestibular

Duto Coclear

Órgão de Corti

Rampa timpânica

**Cochlear duct**

**Bone**

**Auditory nerve**

**Vestibular canal**

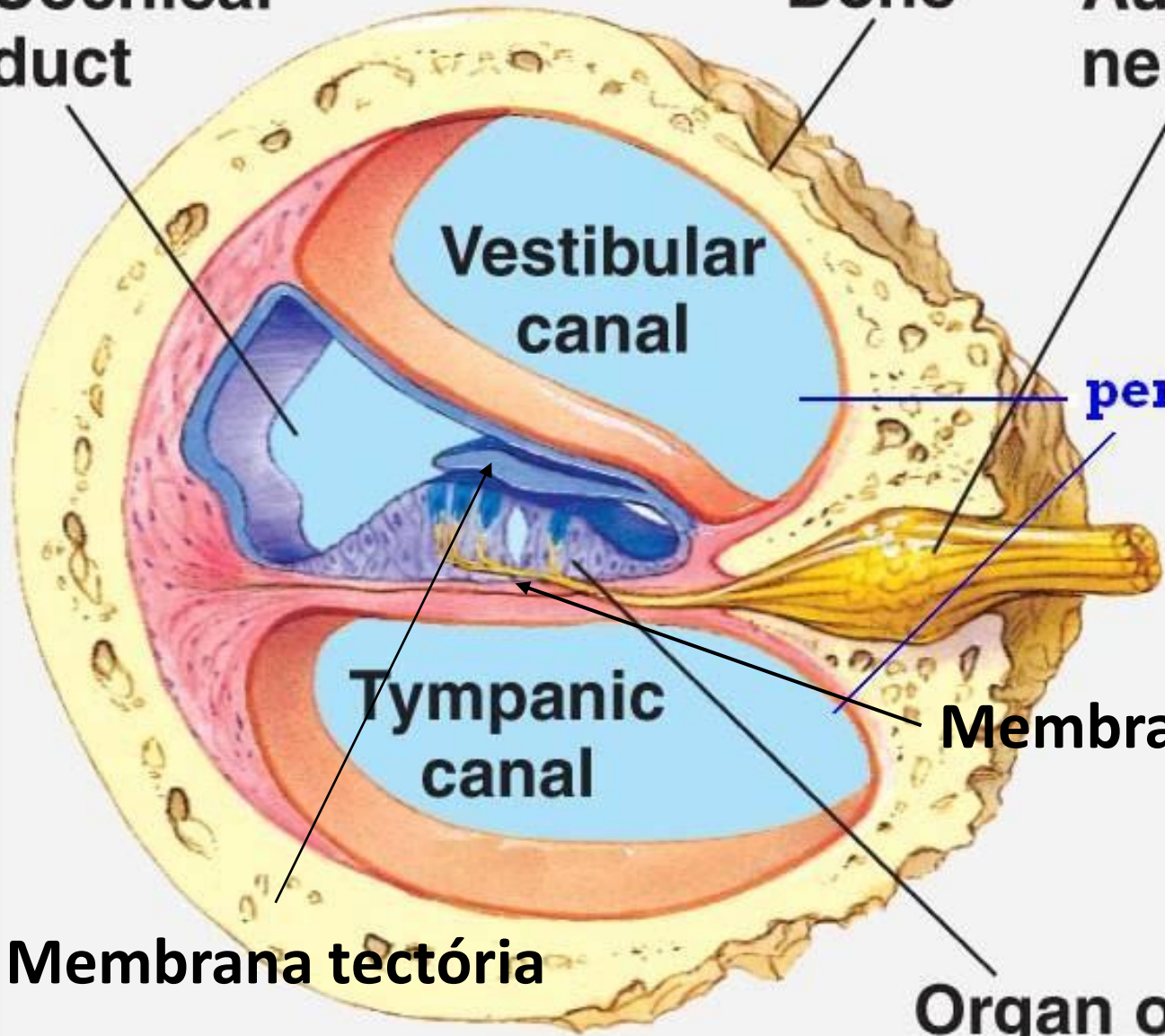
**perilymph**

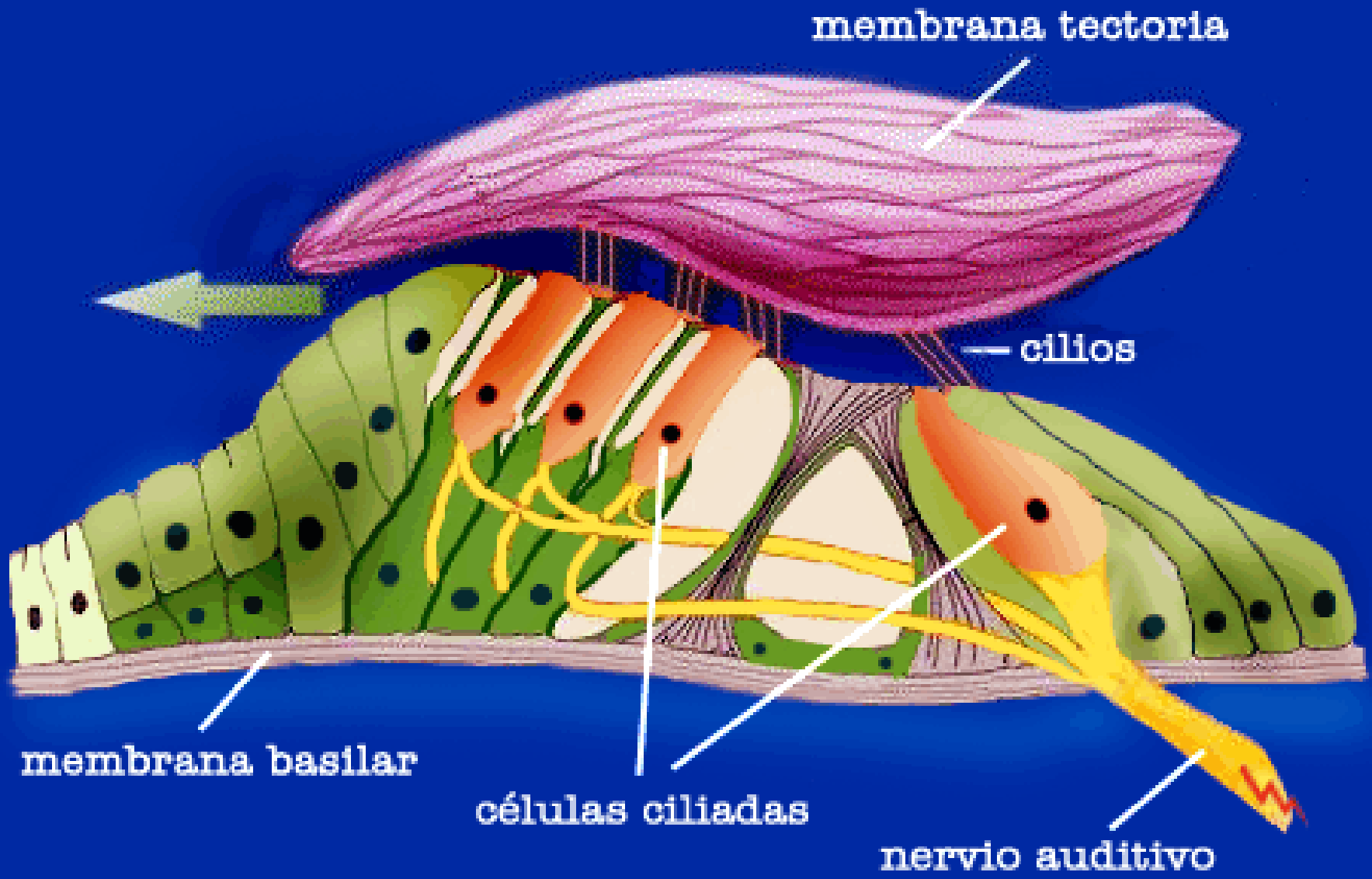
**Tympanic canal**

**Membrana basilar**

**Membrana tectória**

**Organ of Corti**





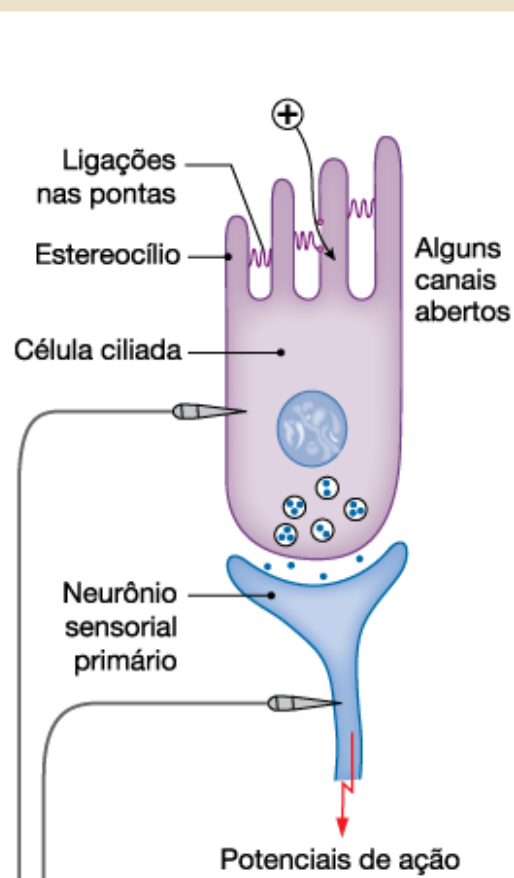
órgano de Corti

# TRANSDUÇÃO DOS SINAIS DAS CÉLULAS CILIADAS

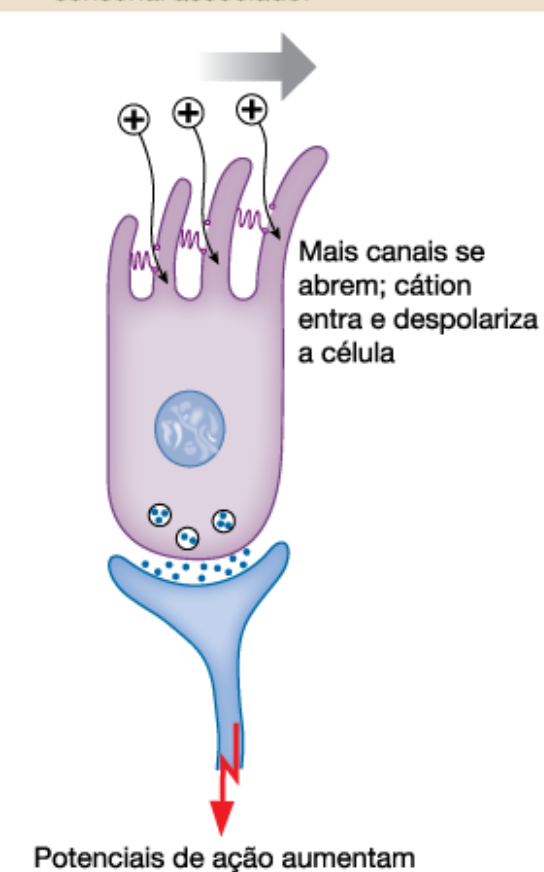
## Canais iônicos: $K^+$ e $Ca^{++}$



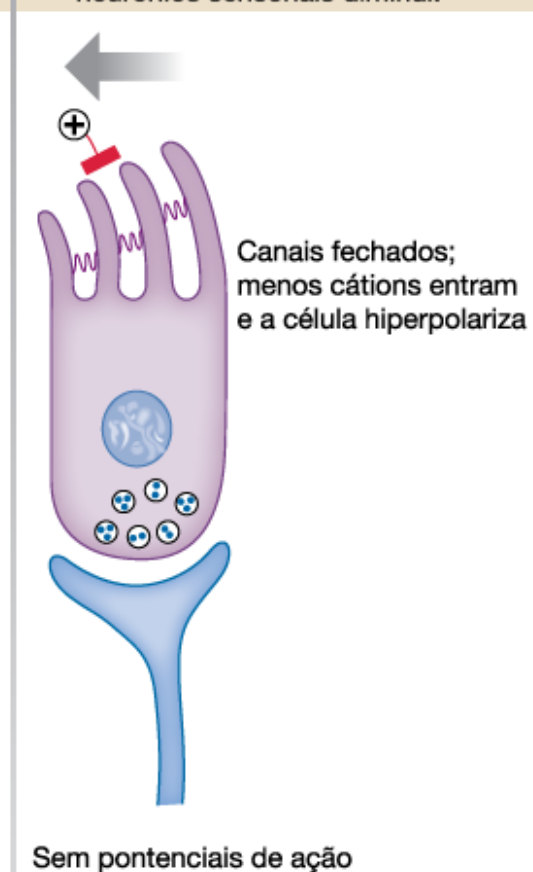
**(a) Em repouso:** cerca de 10% dos canais iônicos estão abertos e um sinal tônico é enviado pelo neurônio sensorial.



**(b) Excitação:** quando as células ciliadas se inclinam em uma direção, a célula despolariza, o que aumenta a frequência de potenciais de ação no neurônio sensorial associado.



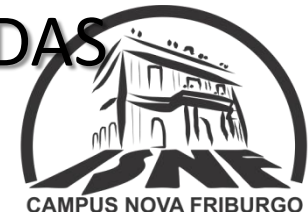
**(c) Inibição:** se as células ciliadas se inclinam na direção oposta, os canais iônicos se fecham, a célula hiperpolariza e a sinalização dos neurônios sensoriais diminui.



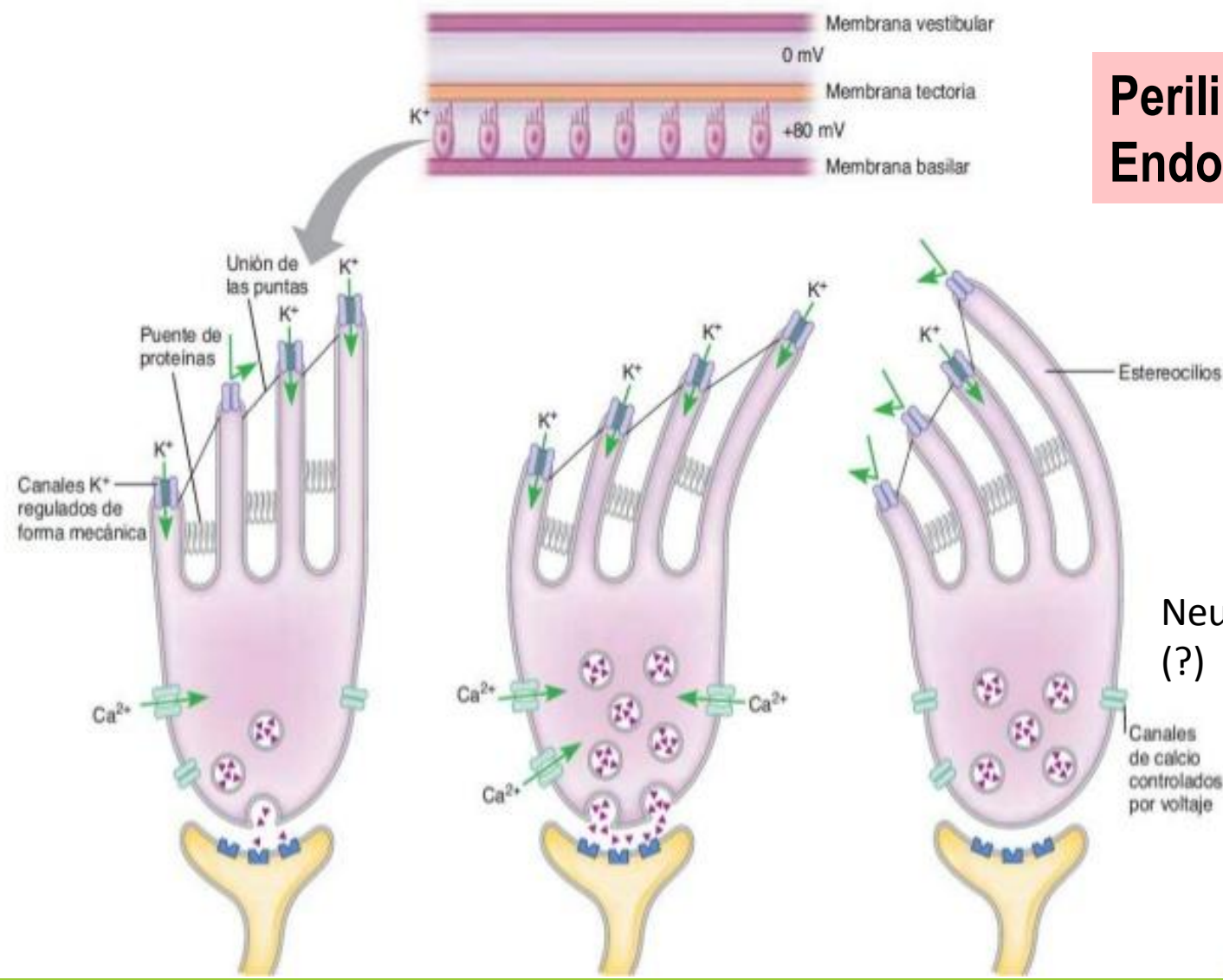
Fonte: SILVERTHORN (2010)

# TRANSDUÇÃO DOS SINAIS DAS CÉLULAS CILIADAS

## Canais iônicos de voltagem: $K^+$ e $Ca^{2+}$



**Perilíngua = Plasma**  
**Endolíngua = LIC**



Neurotransmissor  
(?)

## 1ª TRANSDUÇÃO

Transformação da energia acústica das ondas sonoras entrando no ouvido passando para a energia mecânica na cadeia ossicular



## 3ª TRANSDUÇÃO

Transformação da energia hidráulica no fluido da cóclea para a energia elétrica dos impulsos que viajam para o SNC.

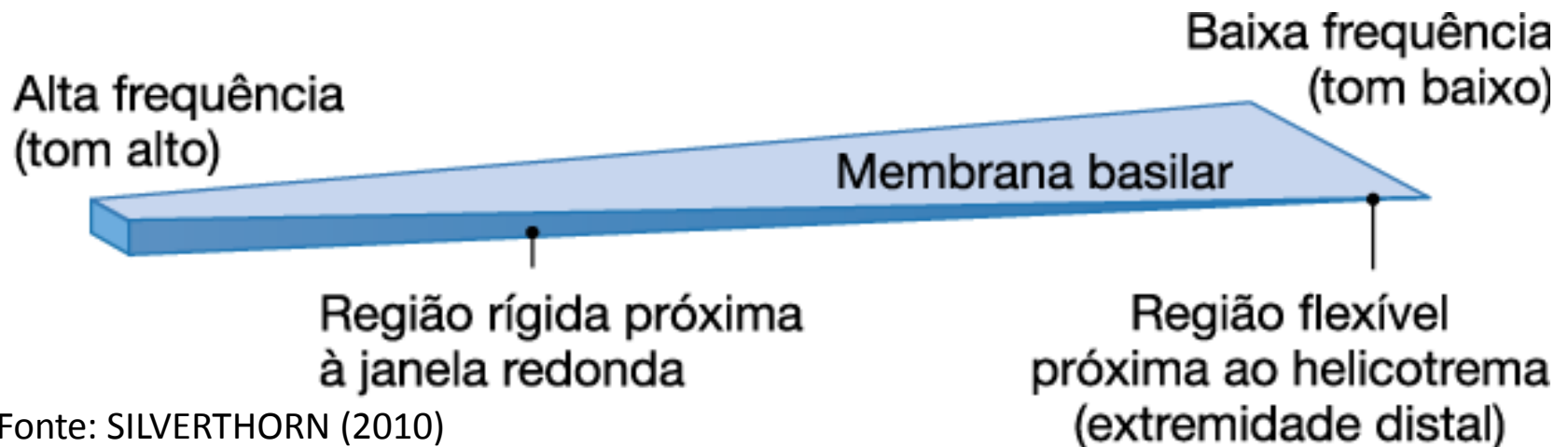
## 2ª TRANSDUÇÃO

Transformação da energia mecânica na cadeia ossicular para a energia hidráulica no fluido da cóclea

# CODIFICAÇÃO SENSORIAL DA FREQUÊNCIA DA ONDA SONORA (TOM)

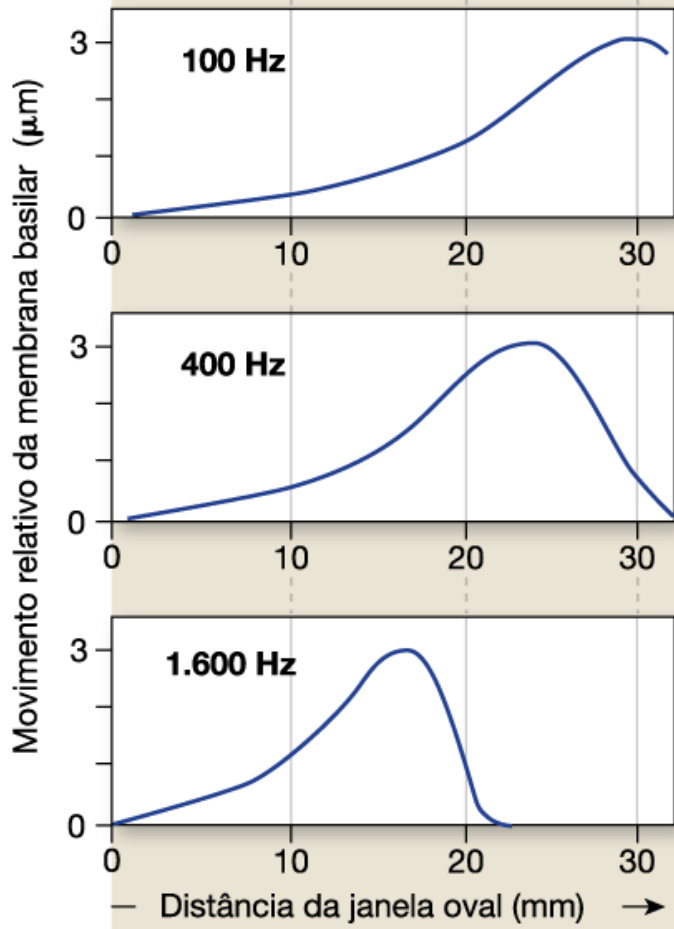
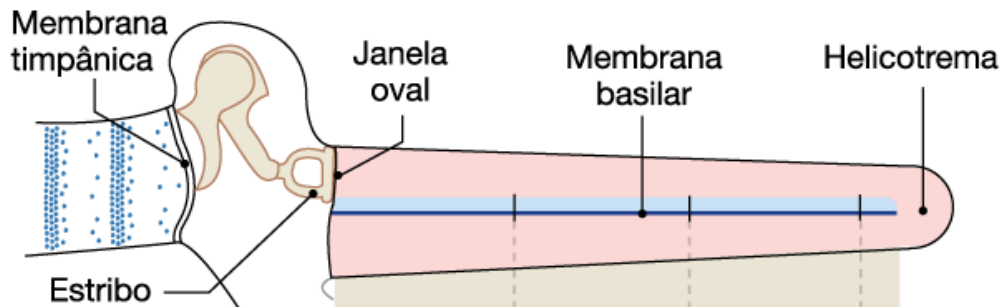


- Processamento do som na cóclea é efetuado para discriminar quanto a localização (intensidade e timbre) ao tom e altura.
- Quanto mais intenso (forte) o ruído, mais frequentemente o neurônio dispara o seu potencial de ação



Fonte: SILVERTHORN (2010)





Grave

# CODIFICAÇÃO SENSORIAL DA FREQUÊNCIA DA ONDA SONORA (TOM)

AGUDO

Fonte: SILVERTHORN (2010)

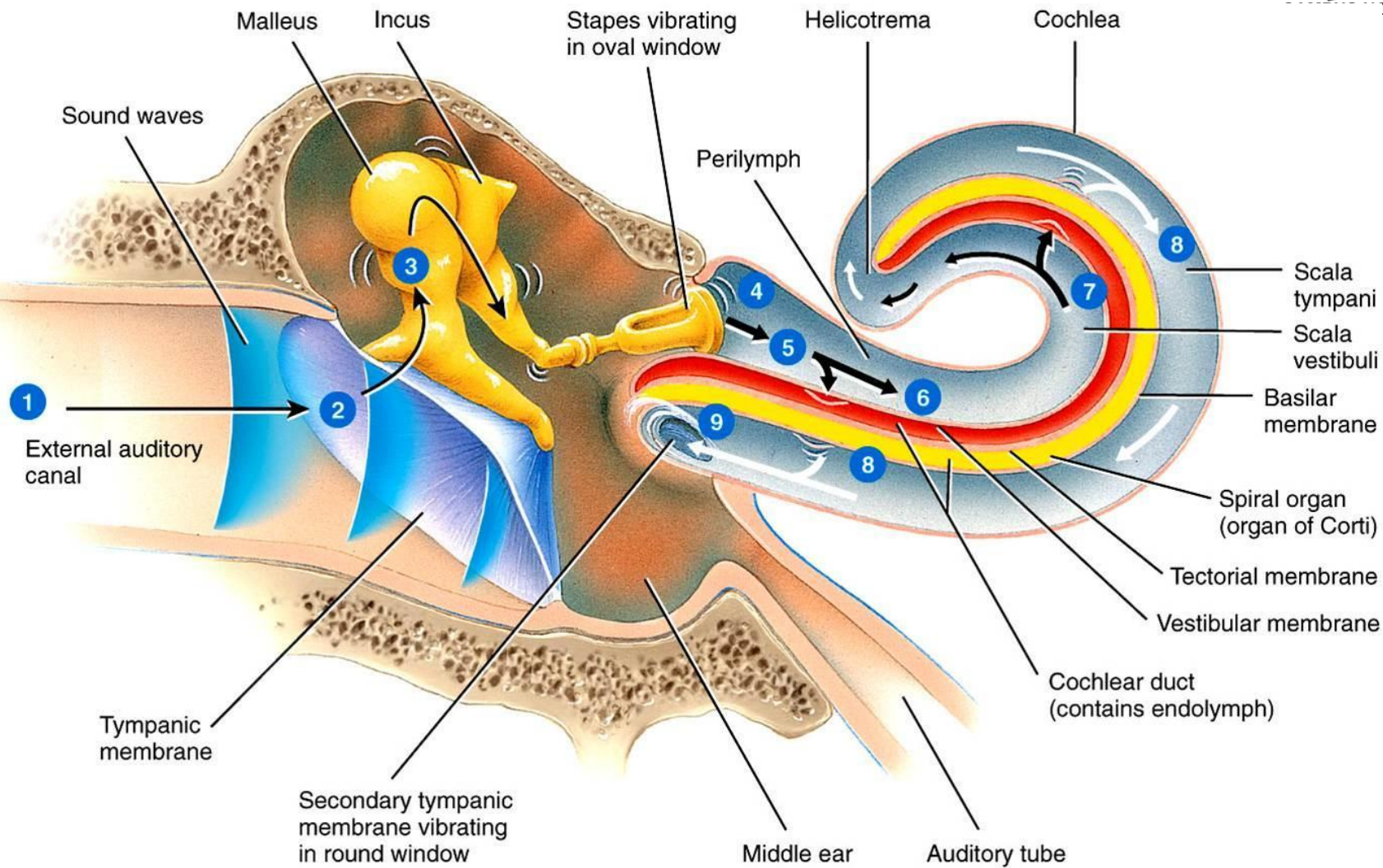
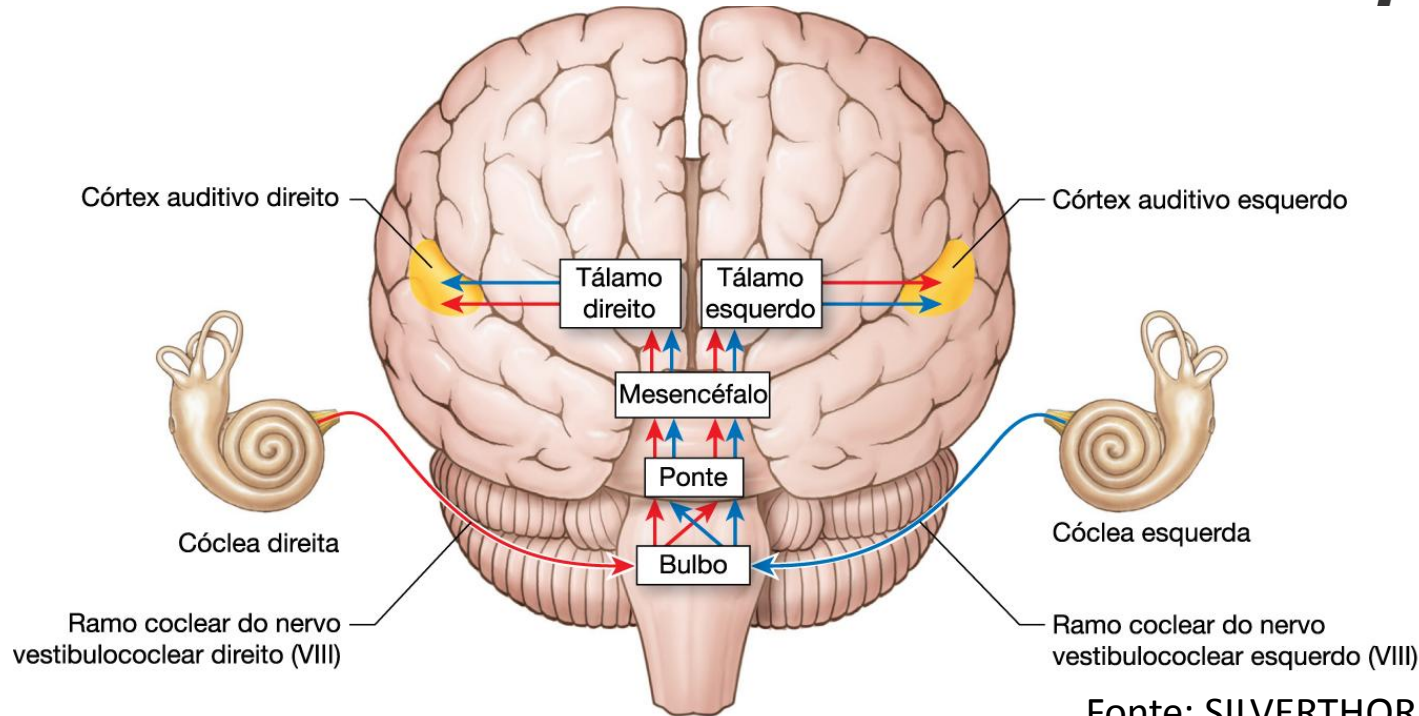


Figure 17.22 Tortora - PAP 12/e  
 Copyright © John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

# VIA AUDITIVA



Fonte: SILVERTHORN (2010)

- Os sinais gerados em cada cóclea atingem os dois hemisférios do SNC
- Processamento no tronco encefálico determinam a direção do som e reflexos motores de orientação.
- O córtex auditivo (lobo temporal) efetua a percepção auditiva consciente relacionados a local, timbre e altura do som e tem **áreas associativas cognitivas** de interpretação da linguagem e apreciação da música .

# CONCLUSÕES



- Audição apresenta três mecanismos de transdução envolvendo específicas estruturas anatômicas caracterizados pela TRANSDUÇÃO ACÚSTICA, TRANSDUÇÃO MECÂNICA E TRANSDUÇÃO HIDRÁULICA.
- Os neurônios sensoriais desencadeiam o potencial de ação a partir das células especializadas ciliadas, que no movimento, abrem os canais iônicos de potássio e de cálcio, para liberação do neurotransmissor.
- Os neurônios sensoriais formam o NERVO VESTÍBULOCOCLEAR (nervo craniano VIII). Atravessam o TRONCO ENCEFÁLICO com decussação de parte das fibras no BULBO.
- A audição envolve reconhecimento da localização, timbre e altura do som e exige várias associações dentro do SNC.

# LITERATURA CONSULTADA

---



AIRES, M.M. **Fisiologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 1352p.

CURI, R. & ARAÚJO FILHO, J. P. **Fisiologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 857 p.

GOLDBERG, S. C. **Clinical Physiology made ridiculously simple**. Miami: MedMaster, ed.2.2014.153 p.

GUYTON, A.C. & HALL, J.E., **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Ed.9, 1997. 1116p.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia humana. Uma abordagem integrada**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 992p.



**DÚVIDAS?**