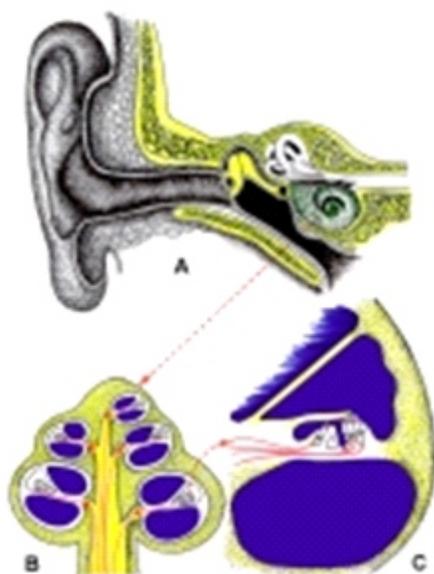


# COLEÇÃO MONOGRAFIAS NEUROANATÔMICAS MORFO-FUNCIONAIS

## VOLUME 8

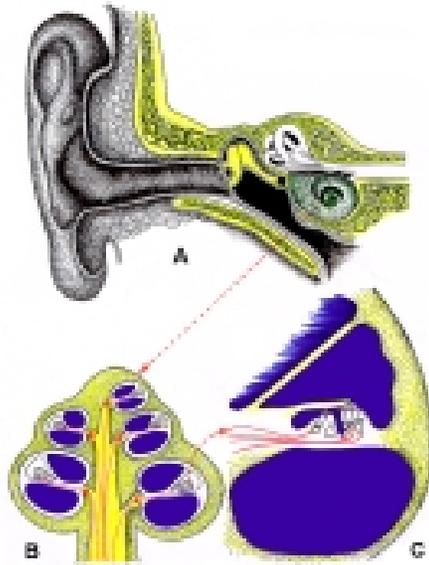
O TRONCO ENCEFÁLICO:  
SUAS IMPORTANTES FUNÇÕES, O SISTEMA  
VESTÍBULO-COCLEAR E AS FIBRAS AFERENTES  
SOMÁTICAS ESPECIAIS (F.A.S.E.)



PROF. ÉDISOM DE SOUZA MOREIRA

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**

**COLEÇÃO MONOGRAFIAS  
NEUROANATÔMICAS MORFO-FUNCIONAIS**



**Volume 8**

**O TRONCO ENCEFÁLICO: SUAS IMPORTANTES FUNÇÕES, O  
SISTEMA VESTÍBULO-COCLEAR E AS FIBRAS AFERENTES  
SOMÁTICAS ESPECIAIS (F.A.S.E.)**

**Prof.º Édison de Souza Moreira**

**2017  
FOA**

**FOA****Presidente**

Dauro Peixoto Aragão

**Vice-Presidente**

Eduardo Guimarães Prado

**Diretor Administrativo - Financeiro**

Iram Natividade Pinto

**Diretor de Relações Institucionais**

José Tarcísio Cavaliere

**Superintendente Executivo**

Jairo Conde Jogaib

**Superintendência Geral**

José Ivo de Souza

**UniFOA****Reitora**

Claudia Yamada Utagawa

**Pró-reitor Acadêmico**

Carlos José Pacheco

**Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação**

Alden dos Santos Neves

**Pró-reitor de Extensão**

Otávio Barreiros Mithidieri

**Editora FOA****Editor Chefe**

Laert dos Santos Andrade

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Biblioteca: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

M835t Moreira, Édison de Souza.  
Tronco encefálico: suas importantes funções, o sistema vestibulo-coclear e as fibras aferentes somáticas especiais (F.A.S.E.). [recurso eletrônico]. / Édison de Souza Moreira. - Volta Redonda: UniFOA, 2017. v.8. p.70 II

(Coleção Monografias Neuroanatômicas Morfo-Funcionais)

ISBN: 978-85-5964-047-2

1. Anatomia humana. 2. Tronco encefálico I. Fundação Oswaldo Aranha. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 611

## **Prof. Édison de Souza Moreira**

Professor Titular da Disciplina de Neuroanatomia Funcional do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), da Fundação Oswaldo Aranha (FOA), Curso de Medicina.

Ex-Titular da Disciplina de Anatomia do Curso de Medicina do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), da Fundação Oswaldo Aranha (FOA).

Ex-Titular da Disciplina de Anatomia do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), da Fundação Oswaldo Aranha (FOA).

Ex-Titular da Disciplina de Anatomia do Curso de Educação Física do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), da Fundação Oswaldo Aranha (FOA).

Ex-Titular da Disciplina de Embriologia do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), da Fundação Oswaldo Aranha (FOA).

Ex-Titular da Disciplina de Anatomia do Curso de Enfermagem do Centro Universitário da Sociedade Barramansense de Ensino Superior (SOBEU), de Barra Mansa.

Doutor em Cirurgia Geral pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais de Belo Horizonte (U.F.M.G.).

### **Colaboradores:**

Dra. Sônia Cardoso Moreira Garcia.

Dr. Bruno Moreira Garcia: Assessoria Computacional Gráfica

# ÍNDICE GERAL DE APRESENTAÇÃO DOS ASSUNTOS, EM ORDEM SEQUENCIAL DE LOCALIZAÇÃO DOS MESMOS, NO TEXTO

	PÁG.
Considerações preliminares sobre o Tronco encefálico e suas mais importantes Funções .....	VII, VIII, IX e X
Considerações sobre o Nervo Vestíbulo-Coclear ( VIIIº Nervo craniano ), sua Filogenia e suas Fibras Aferentes Somáticas Especiais ( F.A.S.E. ), que formam O Nervo: Vestíbulo-coclear .....	01
Evolução filogenética do Sistema vestibulo-coclear .....	01
Desenvolvimento embriológico do sistema coclear .....	03
Órgão de Corti e o início do desenvolvimento do sistema auditivo .....	06
Origens reais da parte vestibular do nervo vestibulo-coclear ( equilíbrio ) .....	06
Núcleos cocleares: ventral e dorsal .....	08
Principais vias auditivas oriundas dos Núcleos cocleares: Pósterio-ventral e Ântero-ventral .....	11
Vias vestibulares oriundas dos núcleos vestibulares .....	13
Ações inibitórias das Vis Auditivas .....	13
Núcleos vestibulares: Medial e Inferior .....	19
Fibras ascendentes oriundas dos núcleos vestibulares: Superior e Inferior .....	21
Fibras descendentes oriundas dos núcleos vestibulares .....	21
Conexões Cerebelo-vestibulares .....	25
Conexões com a Formação reticular .....	25
Conexões dos núcleos vestibulares com o córtex cerebral, via núcleo talâmico .....	25
Conexões eferentes dos núcleos vestibulares .....	27
Mecanismo morfo-funcional entre o antagonismo ( excitatório/inibitório ) e a ação Dos núcleos da formação reticular localizados na ponte e no bulbo .....	29
Importância funcional dos núcleos vestibulares no mecanismo de excitação dos Músculos antigravitacionais .....	31
Sensações vestibulares e a manutenção do equilíbrio .....	33
Cristas ampolares dos canais semicirculares .....	34
Principais conexões do sistema vestibular ( canais semicirculares, sáculo e utrículo ) Com diversas estruturas anatômicas centrais .....	34
Sensibilidade direcional das células ciliadas ( mecanismo vestibular ) para a Estabilização dos globos oculares .....	36
Descerebração e rigidez espástica .....	36
Conexões vestibulares na estrutura interna do tronco encefálico e a coordenação Do controle dos movimentos conjugados de lateralidade, entre os globos oculares	

## Complementação do Índice Geral.

Pág.:

E o movimento da cabeça.....	37
<b>Parte Coclear do Sistema Vestibulo-coclear .....</b>	<b>43</b>
A Cóclea .....	43
Membrana basilar .....	44
Helicotrêma .....	44
Membrana tectória.....	47
O colículo inferior e os impulsos sonoros .....	50
Núcleo geniculado medial .....	51
Importância clinica do conhecimento morfo-funcional das estruturas do sistema	
Auditivo.....	52
Surdez condutiva .....	52
Surdez neuro-sensorial .....	55
Doença de Menière.....	55
Síndrome de Wallenberg.....	57
Considerações finais sobre os sistemas auditivo e vestibular.....	61
Sistema Auditivo .....	61
Sistema Vestibular.....	62

# ÍNDICE ICONOGRÁFICO

Pág.:

Desenvolvimento normal do “Sistema Vestíbulo-Coclear” .....	02
Relações anatômicas entre as diversas partes do Sistema Auditivo, com detalhes da Cóclea, rampas e Órgão de Corti.....	04
Aurícula, Orelha média, Rampas e Ducto Coclear retificado .....	06
Nervo Vestíbulo-Coclear e respectivas origens.....	08
Via Auditiva com quatro neurônios.....	11
Reflexo Auditivo .....	13
Principais vias ascendentes oriundas do Núcleo Coclear Ventral .....	15
Alça inibitório por mecanismo morfo-funcional de “feed-forward” .....	16
Alça inibitória por mecanismo morfo-funcional de “feed-back” .....	16
Sistema vestibular, fibras “sáculo-cerebelares e sáculo-vestibulares .....	17
Sistema vestibular: fibras utrículo-cerebelares e utrículo-vestibulares .....	19
Sistema vestibular: fibras das cristas ampulares ao cerebelo e fibras das cristas Ampulares aos núcleos vestibulares: superior e medial .....	21
Constituição do fascículo longitudinal medial .....	23
Fascículo longitudinal medial: conexões ascendentes e descendentes.....	25
Seqüência imagenológica do desenvolvimento do sistema vestibulo-coclear e de suas Conexões .....	27
Antagonismo excitatório / inibitório entre os núcleos reticulares: pontinos e bulbares.....	29
Importância funcional dos núcleos vestibulares e suas conexões .....	37
Mecanismo morfo-funcional de coordenação dos movimentos conjugados de Lateralidade dos globos oculares.....	39
Núcleos vestibulares e reflexos vestibulares posturais.....	41
Via auditiva através de seus quatro neurônios básicos.....	44
Mecanismo de transmissão dos sons das aurículas ao Órgão de Corti.....	45
Diagrama das camadas citoarquiteturais do córtex cerebral: relações e projeções .....	47
Lesões das vias auditivas.....	52
Desenho esquemático da Teoria de Joseph Lê Doux .....	55
Quadro sintético com os mecanismos do sistema auditivo .....	57
Estímulos exteroceptivos específicos ou inespecíficos e mecanismo de “Alarme” ( Medo ) do Complexo Amigdalóide.....	58
Hipotálamo e Síndrome de Emergência de Cannon ( Reação de Alarme ).....	59
Quadro sinóptico dos mecanismos morfo-funcionais das sensações vestibulares e a Manutenção do equilíbrio.....	62 e 63
Desenho esquemático do Sistema Vestíbulo-Coclear, em vista póstero-lateral, onde se observa apenas o Labirinto Membranoso e os Nervos: Vestibular, Coclear e sua aproximação anatômica formando o Nervo Vestíbulo-Coclear” .....	64
Desenho esquemático mostrando a abertura da parede óssea temporal que recobre a Cóclea, a Orelha Média, a Orelha Externa e o Conduto Auditivo Interno, além de Mostrar os Nervos: Vestibular, Coclear e Facial.....	65

## **Édisom de Souza Moreira.**

**Professor Titular da Disciplina de Neuroanatomia Funcional do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), de Volta Redonda, da Fundação Oswaldo Aranha ( FOA ).**

**Ex-Titular da Disciplina de Anatomia do Curso de Medicina do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), da Fundação Oswaldo Aranha ( FOA ).**

**Ex-Titular da Disciplina de Anatomia do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), da Fundação Oswaldo Aranha ( FOA ).**

**Ex-Titular da Disciplina de Anatomia Geral do Curso de Educação Física do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), da Fundação Oswaldo Aranha ( FOA ).**

**Ex-Titular da Disciplina de Embriologia do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), da Fundação Oswaldo Aranha ( FOA ).**

**Ex-Titular da Disciplina de Anatomia Geral do Curso de Enfermagem do Centro Universitário da Sociedade Barramansense de Ensino Superior ( SOBEU ), de Barra Mansa.**

**Doutor em Técnica Operatória e Cirurgia Experimental, pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais de Belo Horizonte ( U.F.M.G. ).**

### **Colaboradores:**

**Dra. Sônia Cardoso Moreira Garcia**  
**Dr. Bruno Moreira Garcia: Assessoria Computacional Gráfica.**

**Volta Redonda, R. J.,  
2016**

# APRESENTAÇÃO

Após o lançamento da primeira edição de nosso trabalho, em formato de “CD-Livro”, em 26 volumes, intitulado: **“Atlas de Neuroanatomia Morfo-Funcional”**, editado pela Editora F.O.A. do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), da Fundação Oswaldo Aranha ( F.O.A. ), tivemos a oportunidade de endereçar algumas unidades do referido CD-Livro, para alguns colegas professores do Magistério, envolvidos com o ensino e a aprendizagem da mesma Disciplina, ou seja: Neuroanatomia Funcional.

Como resultado, recebemos, de alguns dos referidos professores, sugestões para a realização de outro trabalho, envolvendo uma “Coletânea de Monografias Neuroanatômicas Morfo-funcionais”, com conteúdos, também voltados para os Cursos de Pós-graduação.

Considerei as referidas sugestões totalmente válidas, surgindo, assim, a atual **“Coletânea : Monografias Neuroanatômicas Morfo-funcionais”**, sendo este volume, estudado sob o título: **“ O Tronco Encefálico: Suas importantes funções, O Sistema vestibulo-coclear e as Fibras Aferentes Somáticas Especiais ( F.A.S.E. )**.

o “ensino e a aprendizagem da **Neuroanatomia Morfo-funcional”**, deve, necessariamente, envolver, o **“estudo do sistema nervoso central e do sistema nervoso periférico”**, principalmente tendo em vista sua importância na aplicação profissional **prática e teórica**, no dia-a-dia dos **profissionais médicos especializados**.

Entretanto, na grande maioria dos cursos e textos, o “ensino da **Neuroanatomia Funcional Periférica”**, é tratado juntamente na exposição dos textos da “Anatomia Geral”, ficando, de certa forma, alijado do **“estudo da Neuroanatomia do sistema nervoso Central”**. Tal distanciamento entre o estudo do **Sistema Nervoso Central e do Sistema Nervoso Periférico**, tem levado, significativo número de profissionais, a experimentar diversas situações de **tremendos constrangimentos”**, quando são solicitados para realizar determinada **intervenção no sistema nervoso periférico**.

É do conhecimento geral dos profissionais envolvidos com a **Neuroanatomia Funcional, Neurologia clínica e Neurocirurgia** que, o “**sistema nervoso central**” recebe esta denominação, por se encontrar **localizado** no interior do **esqueleto axial**, formado pelas **cavidades: craniana e do canal vertebral**, enquanto, o “**sistema nervoso periférico**” receberia esta denominação, por se **encontrar localizado** fora do **esqueleto axial**, ou seja: fora das **cavidades cranianas e do canal vertebral**.

Entretanto, em realidade, o “**sistema nervoso**” é um “**todo**”, pois, os **nervos periféricos**, para que sejam capazes de **estabelecer conexões** com o **Sistema Nervoso Central**, necessitam **penetrar** na **cavidade craniana e no canal vertebral** ( as **cavidades axiais** ).

Assim, esta divisão do “sistema nervoso humano”, segundo este critério anatômico, tem o necessário amparo científico no aprendizado do **“sistema nervoso central e periférico”**, pois, na prática, ambos encontram-se absolutamente **integrados e relacionados**, sob os pontos de vista: **morfológico, funcional e profissional**.

Além do mais, diversos **gânglios**, pertencentes ao “**sistema nervoso periférico**”, encontram-se dentro do **esqueleto axial, seja no crânio ou no canal vertebral..**

O fato de se utilizar tal divisão do “Sistema Nervoso”, oferece significativa ajuda ao alunato e integração total de ambas as divisões ( central e periférica ), como sistema nervoso integrado nos sentidos: horizontal e vertical.

Assim, julgo que, nós Professores da Neuroanatomia humana, devemos encontrar os meios mais adequados e mais práticos no ensino, principalmente, na prática ( como estudantes ) e como profissionais já formados, com o necessário conhecimento para a realização integral de sua futura profissão médica.

Por este motivo, acrescentamos no primeiro volume desta série monográfica, o estudo deste “sistema nervoso periférico”, apresentando, inclusive, desenhos realizados pelo Autor e obtidos diretamente, das peças anatômicas, também por nós dissecadas, com o objetivo de facilitar o estudo e o aprendizado prático da Neuroanatomia Funcional Periférica.

Finalizando esta apresentação, externamos nossa gratidão ao nosso neto, Dr. Bruno Moreira Garcia, por sua inquestionável assessoria Computacional Gráfica na realização do trabalho. à Dra. Sônia Cardoso Moreira Garcia, à minha esposa: Loyde Cardoso Moreira e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a concretização do mesmo.

Nossos reconhecimentos às Autoridades do Centro Universitário de Volta Redonda da Fundação Oswaldo Aranha ( F.O.A. ) e à Direção da Fundação Oswaldo Aranha, pelo apoio recebido nestes quase quarenta e cinco anos de trabalho e de convivência,, nesta missão de ensino e de orientação do aprendizado aos nossos alunos.

2016,

O Autor

# CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE O TRONCO ENCEFÁLICO E SUAS MAIS IMPORTANTES FUNÇÕES

O “tronco encefálico”, representado pelo conjunto de três ( 03 ) vesículas neurais estruturais ( mesencéfalo, ponte e medula oblonga ) ( ou bulbo ), é responsável pelas conexões entre o cérebro anterior e a medula espinhal e, além disso, pelo estabelecimento das conexões, entre o “cerebelo” e o “cérebro” ( em conexões ascendentes ) e do “cerebelo” com a medula espinhal ( em conexões descendentes ) ( fig.: 05 ).

Assim, através das conexões aferentes e eferentes destas três vesículas encefálicas: ( mesencéfalo, ponte e bulbo ), inúmeras vias nervosas ascendentes, conduzem sinais sensoriais, oriundas da medula espinhal, dirigindo-se, principalmente, a “núcleos talâmicos diencefálicos” e, sinais motores descendentes, oriundos do “córtex cerebral”, em direção à “medula espinhal” e ao próprio tronco encefálico. ( figs.: 05, 07, 10, 11, 12, 13, 14, 16 e 17 ).

Além destas inúmeras “vias ascendentes e descendentes”, outras inúmeras “vias nervosas,” são encontradas no “tronco encefálico”, porém, que se originam e terminam neste mesmo tronco encefálico e que se encontram envolvidas com a condução de novos sinais sensoriais ou motores.

Junte-se a estas conexões do tronco encefálico, a condição de que, nele se localizam, as origens reais de dez ( 10 ), dos doze ( 12 ) nervos cranianos ( ou segmentares ), ou seja: IIIº, IVº, Vº, VIº, VIIº, VIIIº, IXº, Xº, XIº e XIIº, dos quais, diversos já foram estudados, em volumes anteriores ( figs.: 03, 04, 05, 06, 10, 12, 13, 14, 16, 17 ).

Portanto, nestas condições anatômicas, o “tronco encefálico” é um importante “centro de comando funcional morfo-funcional”, controlando diversas funções especiais, ou seja, apresenta “centros próprios” para :

1. Controle morfo-funcional dos mecanismos respiratórios.
2. Controle do Sistema cárdio-vascular.
3. Controle do sistema gástro-intestinal.
4. Controle dos diversos movimentos corporais ( movimentos especiais ) estereotipados.
5. Controle do equilíbrio
6. Controle dos movimentos oculares
7. O próprio “tronco encefálico desempenha as funções de um grande centro, que recebe informações de centros nervosos superiores, que o capacitam, em suas funções, para “iniciar ( ou modificar )” funções específicas de controle, por este mesmo, tronco encefálico.

Desta forma, o tronco encefálico, por exemplo, no “controle dos movimentos corpóreos” e do “equilíbrio”, necessita da participação integrada dos “núcleos reticulares” do tronco encefálico, dos “núcleos vestibulares” e do “aparelho vestibular”, que encaminham sinais de controle do equilíbrio, para os núcleos vestibulares e que, também, enviam sinais para os “núcleos reticulares do Tronco encefálico” ( figs.: 16, 13, 29 e 30 ).

Finalmente, neste “Tronco encefálico,” encontramos núcleos, que são encontrados, apenas neste Tronco encefálico, sendo, também, conhecidos por “Núcleos próprios do Tronco encefálico”, ainda a serem estudados, no volume XI desta Coletânea.

Estes “núcleos próprios do Tronco encefálico,” são representados, no mesencefalo, pelos: “núcleo vermelho” ( ou núcleos: paleorrúbrio e neorrúbrio ), a parte reticulada da substância negra mesencefálica, os “colículos” ( superior e inferior ) e a “região pré-tectal” ( figs.: 05, 07, 08, 09, 17 e 19 ).

Na medula oblonga ( ou bulbo ), localizam-se os núcleos: “grácil”, “cuneiforme”, “cuneiforme lateral”, e o “complexo olivar bulbar inferior,” a serem estudados no volume de “Núcleos Próprios do Tronco encefálico” ( volume: XI ).

Na ponte, encontramos os “núcleos pontinos” e os “núcleos olivares superiores”. Todos estes núcleos, são da maior importância, sob o ponto de vista sensorial aferencial e sob o ponto de vista dos estímulos motores e o planejamento e execução dos movimentos corpóreos, além de inúmeras funções neurológicas, envolvendo os núcleos relacionados acima. ( figs.: 05, 07 e 19 ).

Portanto, o “tronco encefálico”, considerando sua constituição e localização anatômicas, na cavidade craniana e sua extraordinária quantidade de núcleos motores e sensoriais, colabora nas funções acima descritas, além de proporcionar as funções motoras e funcionais, para a cabeça e para as regiões da face, da mesma forma, como a medula espinhal, proporciona as mesmas funções motoras e sensoriais, através da substância cinzenta ( anterior e posterior ), para as regiões envolvidas com a medula cervical, com os membros superiores, com o tronco, com a pelve, com os membros inferiores, através dos nervos medulares e dos plexos medulares.

Conseqüentemente, o “Tronco encefálico” tem participação definitiva e insubstituível, no “controle dos movimentos corporais e no equilíbrio, através dos núcleos: “Reticulares” do tronco encefálico ( no controle dos movimentos corporais ), dos “núcleos vestibulares do tronco encefálico ( no controle do equilíbrio e origem do VIIIº nervo craniano ( nervo vestibulo-coclear ) e do “aparelho vestibular,” ( que encaminha a maior parte dos sinais de controle do equilíbrio, em direção aos núcleos vestibulares e, em menor proporção, para os núcleos reticulares. ( figs.: 04, 10, 11, 12, 29 e 30 ).

## 1º) – FUNÇÕES DOS NÚCLEOS RETICULARES

No Tronco encefálico, os núcleos da Formação Reticular, distribuem-se, principalmente, entre as vesículas neurais: pontina e bulbar.

Os núcleos reticulares do tronco encefálico, com sua maior concentração na ponte, estão, igualmente, presentes, no nível do mesencéfalo, além de se apresentarem, significativamente, no nível do bulbo, em situação pouco mais ventral.

Os “núcleos reticulares” ( pontinos e bulbares ) respectivamente, com ações nos processos de “excitações” e de “inibições” de músculos gravitacionais e antigravitacionais ), sendo os “núcleos pontinos de natureza excitatória” e os “núcleos bulbares de natureza inibitória”, atuam sobre os referidos músculos, de forma antagônica ( músculos agonistas e antagonistas ).

Os núcleos reticulares pontinos ( excitatórios ), que também, se estendem para o mesencéfalo, ocupando localização mais lateral no tronco encefálico, constituem o “trato reticuloespinal lateral” ( excitatório ), enquanto os “núcleos reticulares bulbares ( inibitórios ), ocupando toda a altura do bulbo e em situação anatômica ventro-medial, constituem o “trato reticuloespinal ventro-medial” ( inibitório ).

O “trato reticuloespinal lateral ( pontino )” e de natureza excitatória, envolve os núcleos da formação reticular mesencefálicos e núcleos reticulares pontinos: oral e caudal”.

Enquanto, o trato reticuloespinal medial bulbar e de natureza inibitória , envolve os núcleos da formação reticular: gigante celular e núcleo reticular ventral, o “trato reticuloespinal lateral ( pontino e excitatório ), conduz seus sinais excitatórios reticulares pontinos, em direção à medula espinhal, terminando nesta medula, em sinapses com “interneurônios” ou com os “motoneurônios” anteriores das pontas motoras da medula espinhal, excitando, desta forma, os “músculos antigravitacionais” da coluna vertebral e os músculos extensores dos membros, os quais, sustentam o corpo.

Por outro lado, o trato reticuloespinal medial, envolvido com os núcleos da formação reticular bulbar, exercerão ações inibitórias bulbares, estabelecendo suas sinapses, com interneurônios ( inibitórios ) e motoneurônios anteriores da medula espinhal, dos músculos antigravitacionais.

Os núcleos da formação reticular comentados, recebem seus impulsos, seja diretamente, do trato corticoespinal, do trato rubroespinal ou de outras vias motoras.

## 2º) – NÚCLEOS VESTIBULARES E SUA FUNÇÃO NA EXCITAÇÃO DOS MÚSCULOS ANTIGRAVITACIONAIS.

Os “núcleos vestibulares do tronco encefálico, principalmente, o “núcleo vestibular lateral”, encaminham seus sinais excitatórios para os músculos antigravitacionais, em todo o corpo, auxiliando as demais fontes excitatórias do tronco encefálico, objetivando, com isto, permitir, ao animal, “ficar de pé”, contra a força da gravidade, independentemente, de quaisquer sinais cerebrais superiores ( figs.: 04, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 22 ).

Estes núcleos vestibulares, transmitem seus sinais excitatórios, para músculos antigravitacionais, através dos “tratos: vestibulo-espinal lateral e vestibulo-espinal medial.” ( figs.: 11, 13 e 14 ).

Com isto, os núcleos vestibulares podem controlar, seletivamente, os sinais excitatórios, para os diversos músculos antigravitacionais, para a manutenção do equilíbrio, quando o aparelho vestibular assim desejar.

### 3º) – APARELHO VESTIBULAR E A MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO.

O “aparelho vestibular”, é um órgão envolvido, com a “percepção do equilíbrio”. Em sua estrutura, participam dois sistemas, extremamente íntimos, ou seja:

3.1 – Sistema de ductos ósseos e de câmaras ósseas, localizados na região petrosa do osso temporal e denominado “labirinto ósseo” ( figs.: 01.6, 02, 04, 22 e 30 ).

3.2 – No interior destas cavidades labirínticas ósseas, forma-se um sistema de tubos e de câmaras, porém, “membranosas” e, por este motivo, recebe o nome de: “labirinto membranoso”, que representa a parte funcional, deste conjunto ( figs.: 01.6, 02, 04, 22, 29 e 30 ).

Portanto, o “labirinto membranoso”, encontra-se moldado no interior das câmaras e ductos ósseos, ou seja, do “labirinto ósseo” ( figs.: 01.6, 02, 04, 22, 29 e 30 ).

O “labirinto membranoso” é formado pela: “cóclea”, os três canais semicirculares e duas grandes câmaras, denominadas: “utrículo e sáculo” ( fig.: 01.6, 02, 04, 22, 29 e 30 ).

Neste conjunto, a principal área sensorial para a “audição” é a “cóclea”, estando envolvida, com a “recepção de ondas sonoras, conduzidas, do ouvido ( ou orelha externa ), através da “janela oval”, até a orelha interna, ou seja, “a cóclea” ( figs.: 19, 22, 29 e 30 ).

A “cóclea” é um órgão transmissor de ondas sonoras, de freqüências variadas, com ativações, da membrana basal, também, variadas ( figs.: 02, 03, 04, 19, 22, 29 e 30 ).

As “vias auditivas,” localizadas na estrutura do “tronco encefálico,” registram os “sinais auditivos”, bem como, nos “campos corticais auditivos” e, como os “sons de baixa freqüência,” apresentam sua ativação máxima muito próximo ao ápice da cóclea na membrana basilar e os “sons de alta freqüência,” ativam a membrana basilar, porém, próximo à base da cóclea. Tais registros são utilizados pelo sistema nervoso central, para determinar as diferenças de freqüências e, assim, indicar a posição mais estimulada, ao longo de toda a membrana basilar. Este é o conhecido “princípio de posição”, para se conhecer a tonalidade de um son. ( figs.: 02.A, 03, 04, 05, 06, 07, 19, 29, 22 e 24 ).

O “utrículo, o sáculo” e os “canais semicirculares,” são partes integrantes, dos mecanismos de equilíbrio ( figs.: 1.5, 1.6, 2.A, 04, 10, 11, 12, 16, 22 e 29 ).

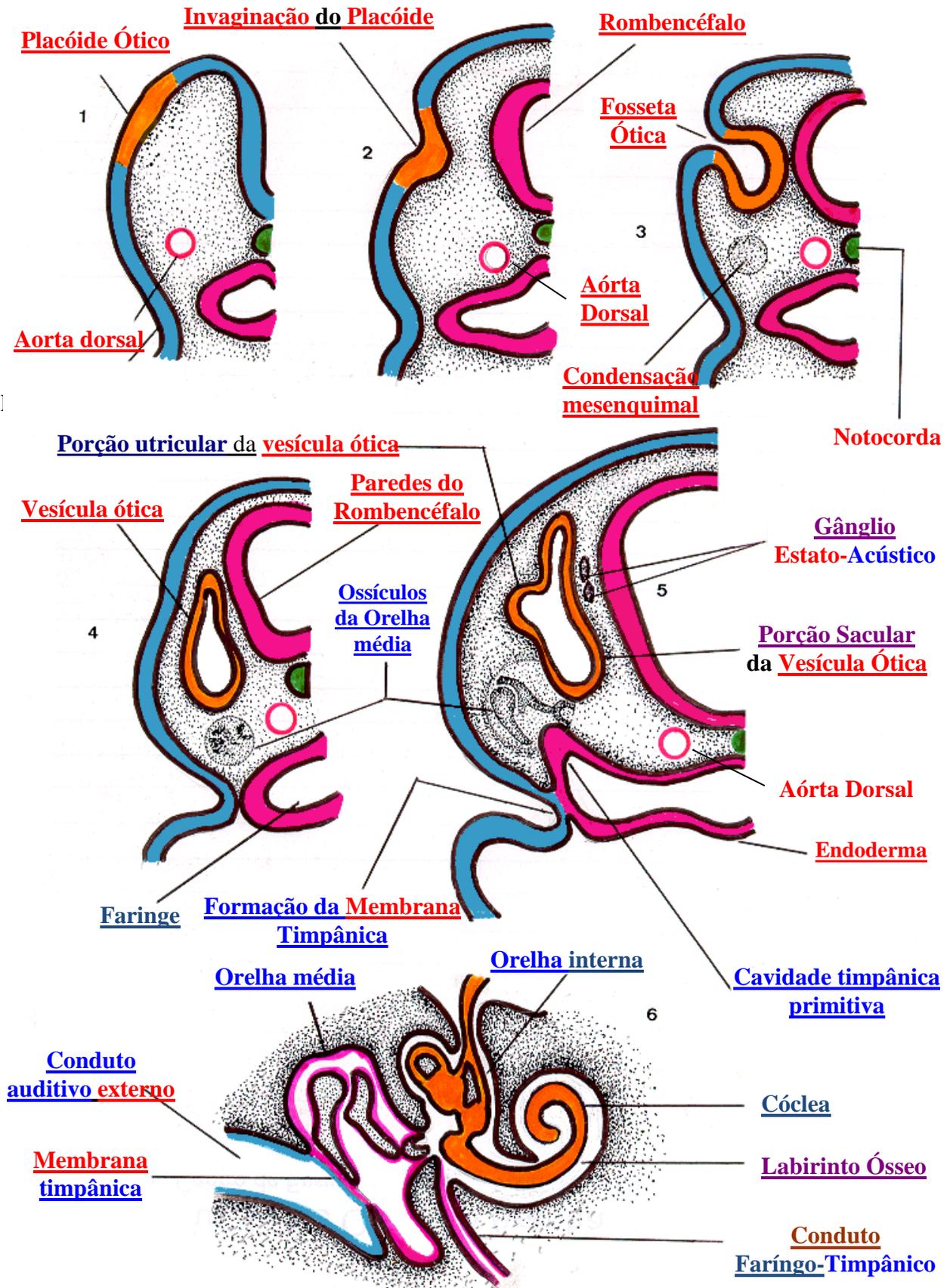
Baseado neste rápido relato morfo-funcional, envolvendo as ações do tronco encefálico, de forma generalizada, continuaremos apresentando um relato mais detalhado do “Sistema vestibulo-coclear e das “Fibras aferentes somáticas especiais do tronco encefálico ( F.A.S.E. ).

# Iº - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O “NERVO VESTÍBULO – COCLEAR ( VIIIº NERVO CRANIANO ), SUA FILOGENIA, E SUAS FIBRAS AFERENTES SOMÁTICAS ESPECIAIS ( F.A.S.E. ), QUE CONSTITUEM OS NERVOS: VESTIBULAR E COCLEAR.

As “Fibras Aferentes somáticas Especiais” ( F.A.S.E. ), componentes funcionais especiais de três nervos cranianos: ( vestibular, auditivo e óptico ), serão estudadas, separadamente, por se tratar das origens reais de dois nervos segmentares, envolvidos com o tronco encefálico ( vestibular e coclear ) que, pelas condições especiais de suas origens ontogenéticas fora do sistema nervoso central e filogenéticas, constituem o “Nervo Vestíbulo-coclear” ( ou VIIIº nervo craniano ), absolutamente sensoriais e de um nervo craniano, relacionado à “visão” ( o nervo óptico ou IIº nervo craniano ), formado por um feixe de fibras sensitivas ( F.A.S.E. ), cujas origens, se encontram, na “Retina”. Este é, um neuroepitélio de revestimento interno, do bulbo ocular e relacionado, embriologicamente, a um processo de evaginação do “diencéfalo primitivo,” conhecido por “vesícula óptica” .Destes três ( 3 ) nervos cranianos ( Vestibular, Coclear e Óptico ), encontramos, no Tronco Encefálico, os núcleos sinápticos, entre os neurônios I e II, dos dois primeiros ( Vestibular e Coclear [ auditivo ] ) ( ou VIIIº Nervo Craniano ). Todavia, o “Nervo Óptico”, ( IIº nervo craniano ), também, com componentes funcionais: “Fibra aferenciais somáticas especiais” ( F.A.S.E. ), será estudado, no volume IX, juntamente, com o “sistema visual e os centros reflexos do mesencéfalo”.

Filogeneticamente, o “sistema vestibulo-coclear”, em animais inferiores, se apresenta, de forma extremamente rudimentar e limitado apenas aos “primitivos órgãos receptores vestibulares,” responsáveis, exclusivamente, pelas “funções de percepção do sentido do equilíbrio” ( figs. 1 e 4 ), como acontece com os “ciclóstomos, na filogênese”. Àquela época, a evolução filogenética, correspondia a um período primitivo, no qual, apenas os órgãos vestibulares existiam. Portanto, quando, ainda não havia, o desenvolvimento completo contemporâneo da cóclea, fundamental, no “mecanismo transdutor” da orelha interna, na qual, são encontrados os “receptores auditivos ou células sensoriais ciliadas”, que apresentam, em seu ápice, os “fundamentais estereocílios”. Posteriormente, com o aparecimento de vertebrados mais evoluídos, filogeneticamente, contudo, ainda, sobrevivendo em meio líquido, surgem, os protótipos anatômicos para as recepções primitivas cocleares. Assim, observa-se o desenvolvimento posterior e completo do “Sistema Vestíbulo-Coclear,” localizado, anatomicamente, na espessura do “Rochedo” do osso temporal, estando em relação com a margem superior desta parte petrosa do osso temporal, de cada lado, que, em seu desenvolvimento ontogenético apresenta seu eixo longitudinal, a partir da” cóclea” a parte mais interna, dirigido de “medial póstero-superior para a região lateral ântero-inferior. Assim, iniciam-se as recepções auditivas, em meio

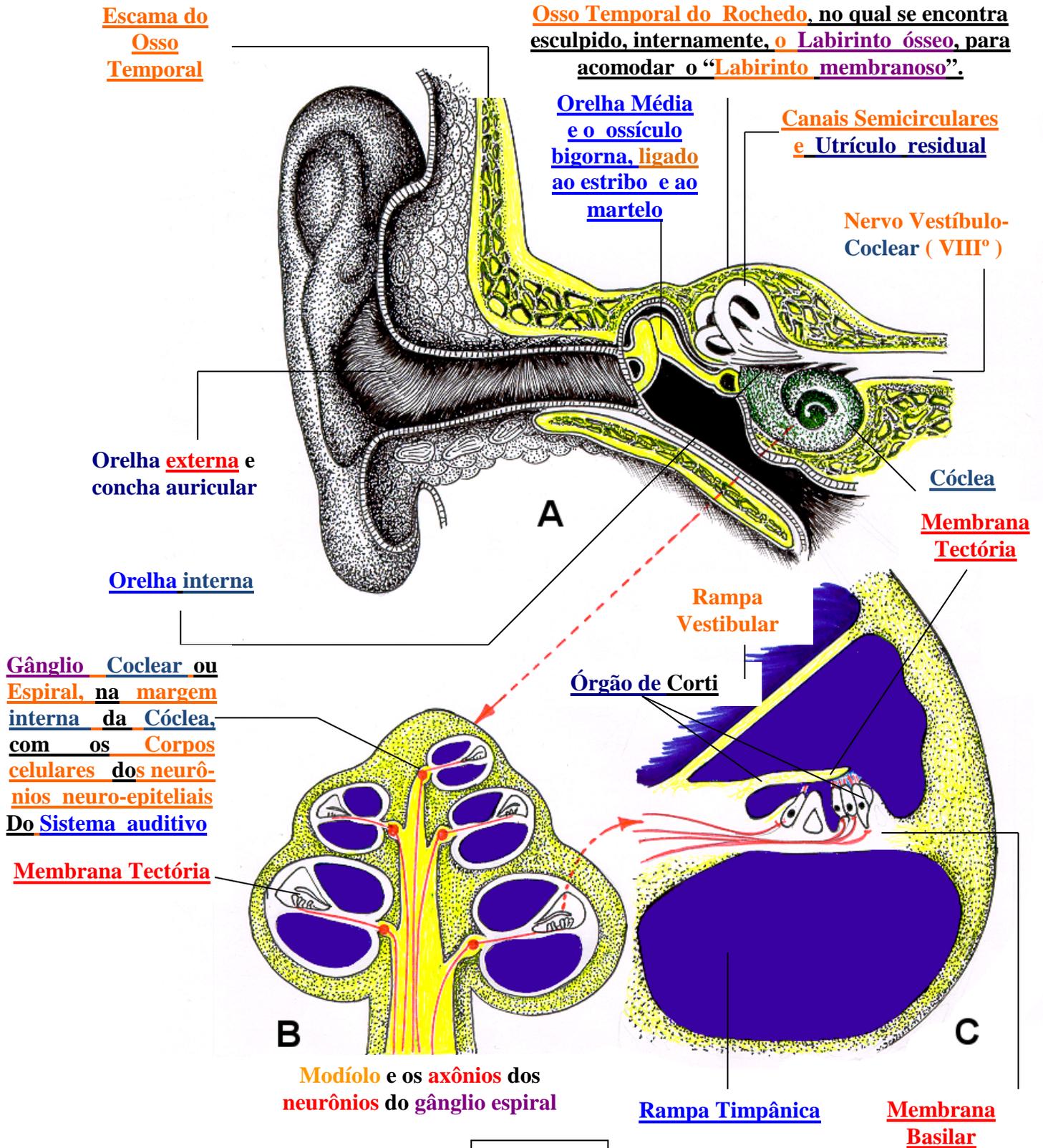
# Desenvolvimento normal do “Sistema vestibulo-coclear”



**FIG.01**

líquido, estando, agora, aqueles seres vertebrados, em condições para recepções auditivas, em meio líquido e recepções da posição da cabeça e seus respectivos movimentos retilíneos e angulatórios, coordenando seu equilíbrio, através dos órgãos vestibulares ( figs.: 1 e 4 ). Finalmente, com o surgimento dos vertebrados superiores, já situados, em terra firme, houve a necessidade de aparecimento de estruturas anatômicas, capazes de receber os sons, agora, oriundos, não mais, do meio líquido, porém, do meio aéreo e de conduzi-los aos órgãos receptores cocleares da primitiva orelha interna (meio líquido ). Assim, tivemos o desenvolvimento da “orelha externa” e da “orelha média” ( fig.: 1 [ sub-itens de 1 a 6 ] ). Os sons captados pela concha acústica ( aurícula ) da orelha externa, são conduzidos, através do meato auditivo externo à superfície externa da membrana timpânica, a qual, num processo vibratório, os retransmite à orelha média ( câmara aérea ), na qual, através do mecanismo morfo-funcional dos ossículos da orelha média ( martelo, bigorna, estribo e da janela oval ), são encaminhados à perilínfa do labirinto ósseo, na orelha interna ( figs.: 2, 3 e 4 ). Finalmente, são transduzidos, no órgão de Corti da cóclea, em sinais neuronais, conhecidos por “Potenciais de ação” ( fig.: 20 e 30 ). No “sistema vestibular”, menos complexo, os sinais neuro-sensoriais, são oriundos dos movimentos e conseqüentes mudanças de angulações da cabeça no espaço, sendo estas mudanças de posição da cabeça, geradoras de sinais nas cristas ampolares dos canais semicirculares e máculas do utrículo e do sáculo. Esses sinais são gerados, respectivamente, no interior dos canais semi-circulares, sáculo e utrículo do sistema vestibular ( figs.: 4, 10, 11, 12, 15 e 29 ). Embriologicamente, os órgãos receptores auditivos ( no ducto coclear ) e receptores vestibulares, localizados nos ( canais semicirculares, sáculo e utrículo ), originam-se, a partir do “otocisto”, uma vesícula, derivada da lâmina ectodérmica embrionária ( fig.: 01 e suas seis seqüências: ou seja: ( figs.: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6 ). Em um processo contínuo de desenvolvimento, parte das células da “crista neural”, também, de origem neuro-ectodérmica, migra para constituir, junto ao referido “otocisto”, o gânglio estato-acústico ( fig.: 1.5 ). Posteriormente, dar-se-á a divisão desta massa primitiva ganglionar, com o aparecimento, sub-seqüente, de duas novas massas gânglionares, ou seja o gânglio vestibular, anexo ao sistema vestibular e o gânglio coclear ou espiral, anexo ao sistema coclear ou auditivo ( figs.: 1.5 e 4.12. Em ambos os gânglios encontraremos neurônios bipolares, cujos processos periféricos mantêm conexões com os órgãos receptores, respectivamente, vestibular e coclear ( cujos processos centrais reúnem-se constituindo, durante curto trajeto, o fundamento morfológico real do “nervo vestibulo-coclear” ( figs.: 29 e 30 ). Após este curto trajeto do nervo vestibulo-coclear, as fibras vestibulares e cocleares separam-se, total e, definitivamente, em dois grupos, constituindo os nervos: “Vestibular” e “Coclear”, até penetrarem no tronco encefálico, no nível do ângulo bulbopontino, em direção aos núcleos nos quais se encontram os neurônios secundários, de cada um destes nervos, sendo, respectivamente, para o “nervo coclear” ( auditivo ) os núcleos cocleares: dorsal, pósterio-ventral e ântero-ventral ( sendo estes últimos os mais importantes, figs.: 5, 7 e 24 ) e para o nervo vestibular, os núcleos vestibulares: superior, inferior, medial e lateral ( figs.: 1 e 4 ). A partir do “otocisto primitivo”, formar-se-ão o “ducto endolinfático”, a “porção utricular” da vesícula óptica ( da qual originar-se-ão os três canais semicirculares do sistema vestibular ) e a “porção sacular” da vesícula óptica, que dará origem ao “canal coclear” e à “cóclea”, na qual, se desenvolve o “Órgão de Corti” ( figs.: 1, 2B, 2C, 4, 29 e 30 ).

**Relações anatômicas, entre as diversas partes da Via Auditiva.**  
**Detalhes da Cóclea, Rampas e Órgão de Corti.**



**FIG.2**

Este “Órgão de Corti”( figs.: 2B, 2C e 4 ) constitui o início do sistema auditivo, sendo formado por um conjunto de células neuro-epiteliais, sobre as quais, é encontrada uma “membrana tectória” ( fig.: 2B, 2.C ). Ambos ( células neuro-epiteliais ciliadas e membrana tectória ), constituem o verdadeiro “Órgão de Corti” ( figs.: 2B, 2.C e 4, sub-ítem 10 ).

Os corpos celulares dos neurônios neuro-epiteliais do sistema auditivo, localizam-se no “gânglio coclear” ou “gânglio espiral”, situado na extremidade medial ( borda ou margem interna da cóclea ), em toda sua extensão ( figs.: 2-B e 4.10 ).

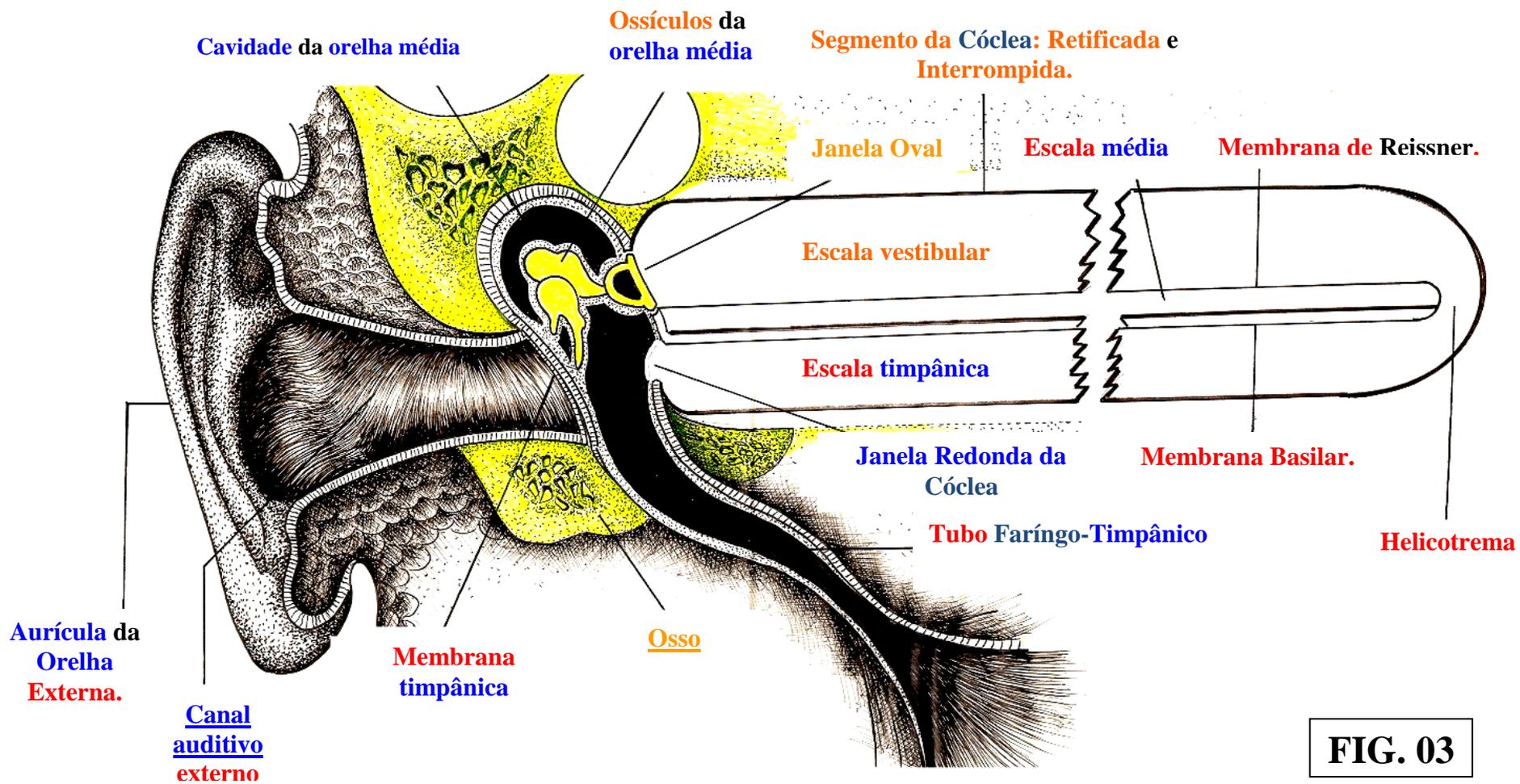
Portanto, o “gânglio coclear”ou “espiral”, em tal situação anatômica, acompanha, de “forma espiralada,” o trajeto helicoidal do canal coclear. Por este motivo é, também, conhecido por este segundo nome: “gânglio espiral”. Deste fato se conclui que, sua morfologia, não é aquela encontrada nos gânglios, em geral, pois, é longo, e situado de maneira espiralada ( figs.: 1, 2 e 4 ).

Os neurônios bipolares, localizados neste gânglio espiralado, têm suas partes periféricas ( centrífugas ), em sinapses com os receptores do órgão de Corti ( figs.: 2C e 4 ), enquanto seus processos centrais ( centrípetos ), dirigem-se ao “modíolo” ( figs.: 2.B e 4 ), constituindo, o conjunto destas fibras centrípetas, o “Nervo Coclear”, ou seja, a divisão coclear do VIIIº nervo craniano ( vestíbulo-coclear ). ( figs.: 1, 2, 4, 5 e 22 ). Portanto, a parte auditiva inicial do nervo vestibulo-coclear encontra-se, em sua origem, fora do sistema nervoso central, ou seja, localiza-se no Órgão de Corti.( fig.:04 ). Este, como já foi visto, é um conjunto de “células neuro-epiteliais das cristas; externa e interna”, recobertas pela membrana tectória, o “verdadeiro órgão da audição” ( figs.: 2.A, 2.B e 2C ), no qual, os prolongamentos dendríticos dos neurônios I, localizados no gânglio espiral, recebem os estímulos neuro-sensoriais e cujos axônios os conduzem, transduzidos, aos núcleos cocleares: póstero-ventral, ântero-ventral e dorsal, no tronco encefálico, para dar início às vias auditivas centrais ( figs.: 4, 5, 7, 19, 22 e 24 ). Para a parte “vestibular”, relacionada ao equilíbrio, suas origens reais encontram-se nas cristas ampolares dos canais semicirculares e máculas do utrículo e do sáculo, cujo epitélio neural, através das fibras aferentes somáticas especiais ( F.A.S.E. ) e diversas sinapses, conduzirão aos centros encefálicos ( córtex cerebral ), os impulsos de modificações dos movimentos e posições da cabeça no espaço ( figs.: 1 e 4 ).

Portanto, na descrição das origens reais deste nervo ( VIIIº nervo craniano ), os núcleos cocleares: ventral e dorsal, bem como os núcleos vestibulares do tronco encefálico ( superior, inferior, lateral e medial ), são apenas centros sinápticos nucleares do tronco encefálico, entre os neurônios I e II do nervo vestibulo-coclear ( fig. 4 e 22 ).

Para os impulsos acústicos, temos os gânglios cocleares: dorsal, póstero-ventral e ântero-ventral, localizados no tronco encefálico. Para os impulsos com informações das mudanças da posição da cabeça no espaço, temos os núcleos vestibulares do tronco encefálico já comentados. ( figs.: 1 e 10 a 16 ). Do desenvolvimento da região “sacular” da vesícula óptica primitiva ( fig.: 1.5 ), teremos as origens acústicas do VIIIº nervo craniano e do desenvolvimento da região “utricular” da mesma vesícula óptica primitiva ( fig.: 1.5 ), teremos as origens vestibulares do mesmo nervo. O “ducto coclear” relaciona-se superiormente com a rampa vestibular e inferiormente com a rampa timpânica. ( figs.: 2B, 2C, 3 e 30 ). Ambas as rampas, fazem parte do Labirinto ósseo

Assim, temos, conforme é mostrado, nas ( figs.: 2c e 3 ) :



**FIG. 03**

Neste desenho esquemático foram omitidos os órgãos receptores vestibulares: Canais semi-circulares, sáculo e utrículo.

1. superiormente, a “membrana de Reissner”, separa o compartimento do órgão de Corti, da “escala vestibular”.
2. inferiormente, a “membrana basilar”, separa o compartimento do órgão de Corti, do compartimento da “escala timpânica”.
3. lateralmente a “estria vascular”
4. medialmente o “limbo espiral”.

Dentre os centros nucleares sinápticos, do tronco encefálico, relacionados ao nervo vestibulo-coclear, nos quais, são realizadas as primeiras sinapses da via aferente somática especial ( F. A. S. E. ), estudaremos os:

1º – Núcleos Cocleares: Ântero-ventral e dorsal ( figs.: 4, 5, 7, 19 e 22 ).

2º) – Núcleos vestibulares: Superior, Inferior, Lateral e Medial, ( figs.: 4 e 10 a 16 ).

Os núcleos vestibulares e os núcleos cocleares, ocupam toda a área vestibular do tronco encefálico, vizinha ao quarto ventrículo. Conforme se pode deduzir, levando em consideração o nome do nervo ( vestíbulo-coclear ), é ele, constituído por componentes funcionais sensoriais vestibulares e cocleares ( F.A.S.E. ), que formam as estruturas de condução dos impulsos vestibulo-cocleares, com comportamento funcional específico, para cada variedade de componentes, ou seja, “vestibulares ou cocleares”. As “fibras cocleares” do “nervo vestibulo-coclear”, estão relacionadas ao componente funcional coclear do nervo auditivo e terminam nos núcleos cocleares: pósterio-ventral e ântero-ventral, localizados no tronco encefálico, próximo à superfície dorso-lateral do corpo restiforme ( pedúnculo cerebelar inferior ). Nestes núcleos cocleares ( fig.: 24 ), terminam as fibras aferentes somáticas especiais ( F.A.S.E. ) dos “neurônios I”, que constituem a porção coclear do nervo vestibulo-coclear, sendo, estas fibras, prolongamentos centrípetos dos neurônios sensoriais, localizados no gânglio espiral ( gânglio coclear ) ( figs.: 1, 4, 5, 6, 7, 22 e 24 ). Na intimidade dos núcleos cocleares: pósterio-ventral, e ântero-ventral, estes neurônios I ( F.A.S.E. ), estabelecem sinapses com os “neurônios II”, cujos axônios em sua maioria, dirigem-se homolateralmente e para o lado contralateral ( cruzados ), constituindo, estes últimos, em seu trajeto transversal no tegmento pontino, o “Corpo Trapezóide,” que envolve, de cada lado, o “núcleo do corpo trapezóide” ( figs.: 05, 07 e 19 ).

Ao atingirem a localização do “núcleo olivar superior” contralateral, estes neurônios, modificam sua orientação, circundando o referido núcleo olivar superior ventro-lateralmente, assumindo, a partir deste ponto, orientação ascendente, na parte ventro-lateral do tegmento pontino, constituindo, até o seu término no colículo inferior, ( centro sináptico para os reflexos auditivos ), o “lemnisco lateral”, cujas fibras ascendem, lateralmente ao núcleo do lemnisco lateral ( figs.: 5, 6 e 7 ).

No nível do mesencéfalo, fibras auditivas, oriundas do colículo inferior, através do braço do colículo inferior, dirigem-se ao corpo geniculado medial, no qual, fazem sinapses com os neurônios ( IV ) ( figs.: 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 19 ). Deste “corpo geniculado medial,” os impulsos auditivos prosseguem, através destes “neurônios IV,” até o giro temporal transversal anterior ( figs.: 7, 8 e 9 ), constituindo, o conjunto destes axônios, a “radiação auditiva” ( figs. 7, 8, 9 e 19 ), que atingirá a área auditiva do córtex auditivo primário ( área 41 de Brodmann ). ( figs.: 5, 6, 7, 8, 9, 19 ).

Para a condução dos impulsos auditivos, como vimos, em geral são utilizados, no mínimo, quatro neurônios ( figs.: 5, 6, 7, 19 ). Todavia, em virtude das conexões significativas desta via auditiva, com diversas formações anatômicas do tronco encefálico ( corpo trapezóide, núcleo do corpo trapezóide, núcleos olivares superiores, núcleo do lemnisco lateral ), grande quantidade de impulsos auditivos ascendem, através de outras sinapses, em Vias Auditivas, ascendentes paralelas

## SISTEMA VESTIBULO-COCLEAR (VIIIº NERVO CRANIANO)

Corte, em desenho esquemático, mostrando o labirinto ósseo, envolvendo a Cóclea, os Canais semicirculares, o Sáculo, o Utrículo, os Nervos: Vestibular e Coclear e o Gânglio vestibular.

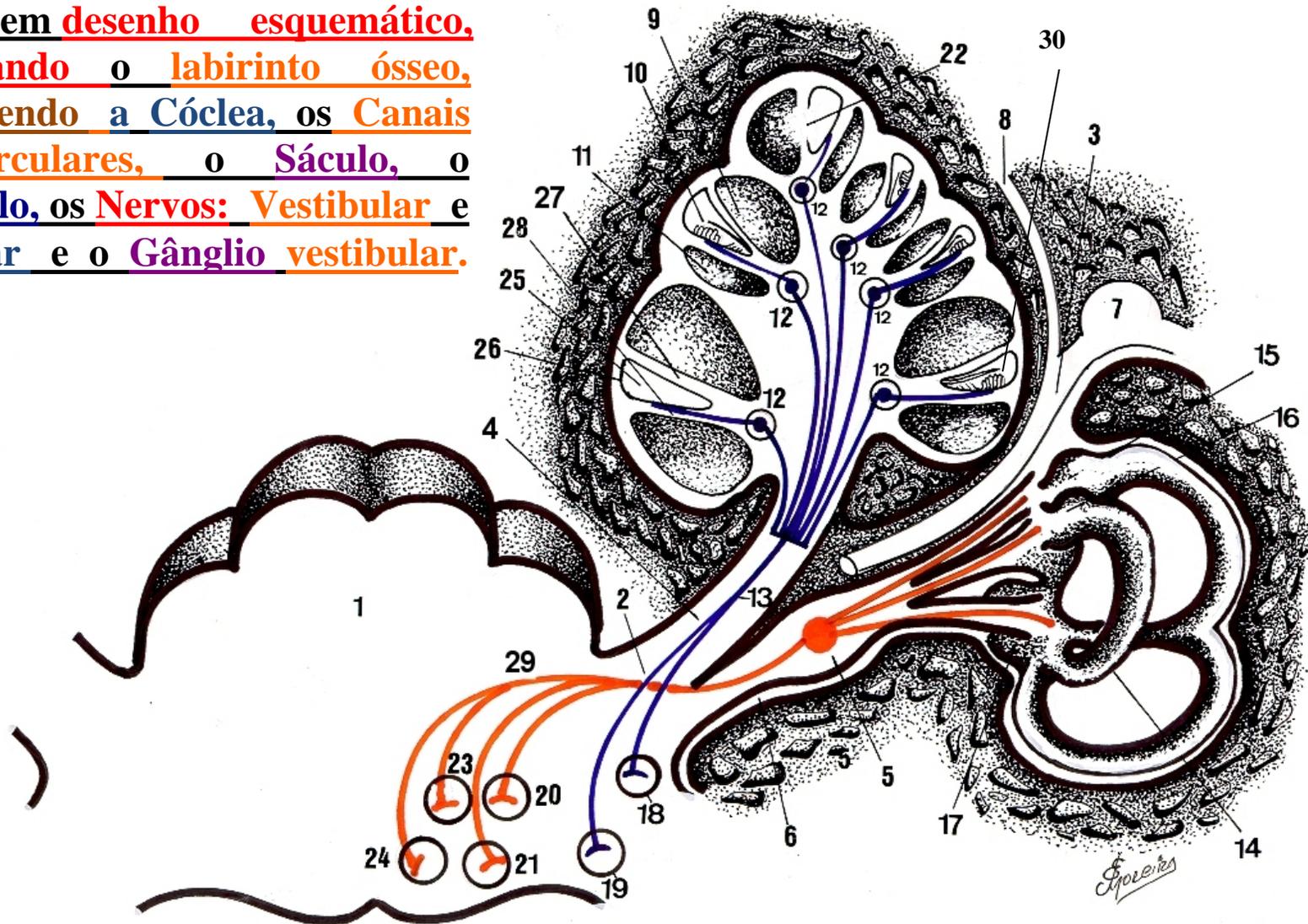


FIG.04

# **NERVO VESTÍBULO-COCLEAR** **( VIII NERVO CRANIANO )**

## **LEGENDA DA FIGURA: 4**

- 1 – LÂMINA DE SECÇÃO TRANSVERSAL DO BULBO
- 2 – NERVO VESTÍBULO-COCLEAR
- 3 – CANAL DO NERVO FACIAL
- 4 – NERVO COCLEAR
- 5 – GÂNGLIO VESTIBULAR ( OU DE SCARPA )
- 6 – NERVO VESTIBULAR
- 7 – CAVO DO GÂNGLIO GENICULADO DO NERVO FACIAL
- 8 – CANAL DO NERVO PETROSO MAIOR
- 9 – ESCALA VESTIBULAR ( RAMPA VESTIBULAR ), COM A PERILÍNFA
- 10 – ÓRGÃO DE CORTI
- 11 – ESCALA TÍMPÂNICA ( RAMPA ), COM PERILÍNFA
- 12 – GÂNGLIO ESPIRAL DA CÓCLEA OU GÂNGLIO COCLEAR
- 13 – AXÔNIOS DOS NEURÔNIOS AFERENTES PRIMÁRIOS DO GÂNGLIO ESPIRAL
- 14 – DUCTO SEMICIRCULAR LATERAL
- 15 – AMPÔLA DO DUCTO SEMICIRCULAR SUPERIOR
- 16 – AMPÔLA DO DUCTO SEMICIRCULAR LATERAL
- 17 – SÁCULO
- 18 – NÚCLEO COCLEAR VENTRAL
- 19 – NÚCLEO COCLEAR DORSAL
- 20 – NÚCLEO VESTIBULAR LATERAL
- 21 – NÚCLEO VESTIBULAR INFERIOR
- 22 – HELICOTRÊMA
- 23 – NÚCLEO VESTIBULAR SUPERIOR
- 24 – NÚCLEO VESTIBULAR LATERAL
- 25 – DÚCTO COCLEAR CONTENDO LÍNFA
- 26 – ESTRIA VASCULAR ( PAREDE LATERAL DO DUCTO COCLEAR
- 27 – MEMBRANA DE REISSNER
- 28 – MEMBRANA BASILAR
- 29 – AXÔNIOS DOS NEURÔNIOS AFERENTES PRIMÁRIOS DO GÂNGLIO VESTIBULAR
- 30 – MEMBRANA TECTÓRIA

( figs.: 05, 07 e 197 ) envolvendo, ao longo das vias, as estruturas nucleares acima citadas. Além disto, são vias que, mesmo possuindo a maior parte de seus axônios dirigidos contralateralmente, apresentam, também, grande quantidade de axônios homolaterais ( impulsos gerados na cóclea do mesmo lado ) e do lado oposto, ( heterolaterais ), constituindo esta disposição anatômica da via auditiva, fator da maior importância, como ainda veremos, na conservação da audição, ( mesmo que reduzida ), porém, presente, bilateralmente, na vigência de lesões centrais (figs. 05. 07 e 19 ).

## VIAS AUDITIVAS, ORIUNDAS DOS NÚCLEOS COCLEARES: PÓSTERO-VENTRAL E ÂNTERO-VENTRAL

Como se encontra assinalado nas ( figs.: 5, 7, 19 e 24 ), nos seres humanos, as “principais vias auditivas,” são oriundas dos “núcleos cocleares póstero-ventral e ântero-ventral”, em virtude de suas dimensões e conexões funcionais.( figs. 4, 5, 6, 7, e 22 ). O outro núcleo ( coclear ( dorsal ), funcionalmente, é pouco importante, encaminhando seus axônios, apenas para o lado oposto ( contra-lateral ). ( figs.: 5, 7 e 24 ).

Neste sentido, os axônios do nervo coclear, oriundos de neurônios, localizados no gânglio espiral, atingem, principalmente, o núcleo coclear póstero-ventral e se concentram principalmente, em sua parte funcional ântero-ventral ( fig.: 5, 7 e 24 ).

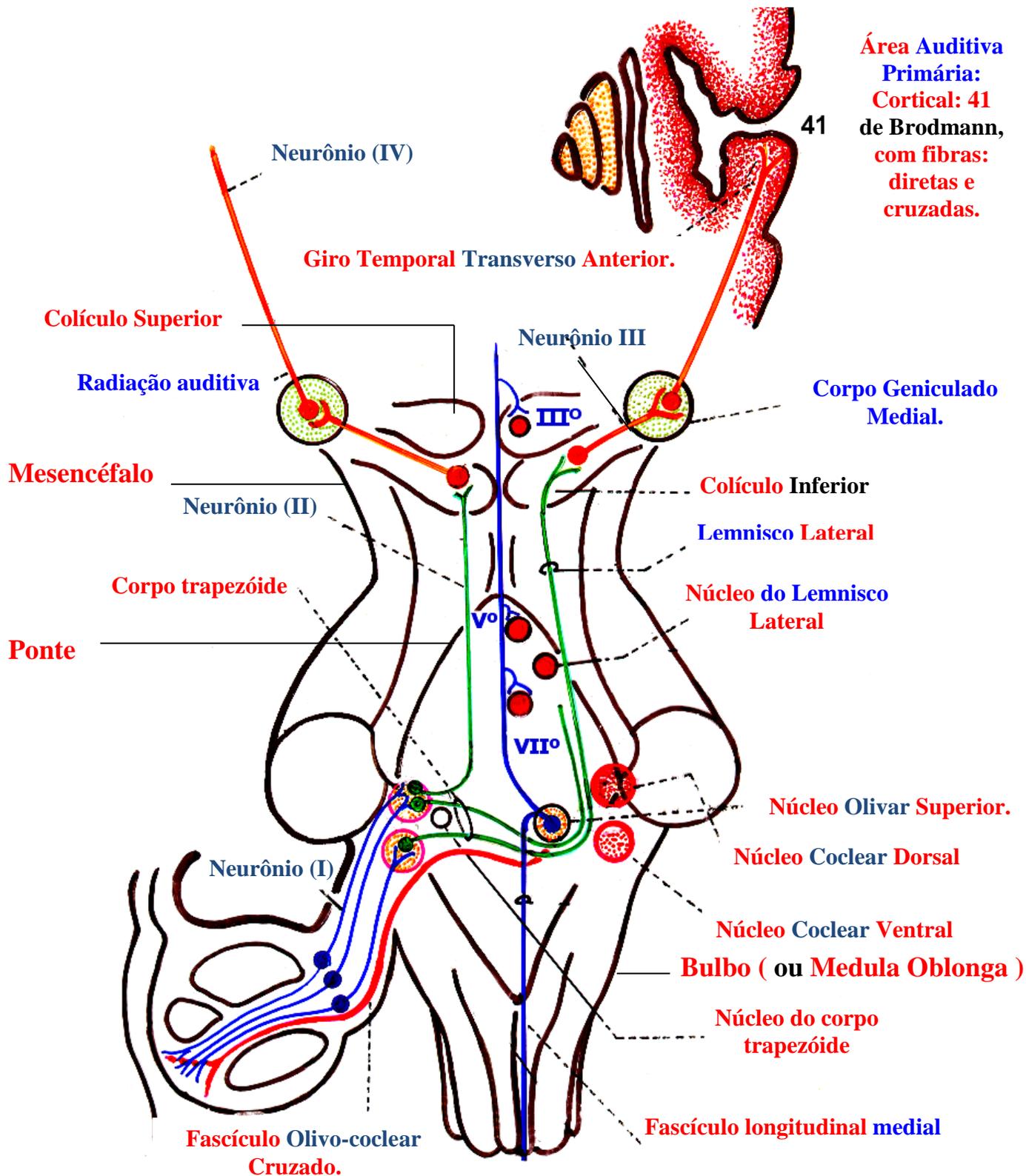
A partir deste núcleo coclear ventral, as fibras secundárias ascendentes deste sistema auditivo, bifurcam-se e se dirigem ( homo e contralateralmente ) ao “núcleo olivar superior medial, de cada lado”. Algumas destas fibras ( cruzadas ) passam para o lado oposto, constituindo neste trajeto transversal, o conhecido “Corpo Trapezóide”. Tais neurônios, são biauriculares, ou seja, recebem estímulos de ambas as orelhas.

O “núcleo olivar superior medial” de cada lado, utiliza o “tempo relativo de chegada dos sons, a cada núcleo olivar superior medial”, com o objetivo de localização das origens dos sons, pois, os “sons,” chegam às orelhas, em tempos diferentes ( desde que, originados, em locais, com distância diferentes ( fig.: 5 e 7 ).

Entretanto, “o núcleo olivar superior lateral”, pelo contrário, tem como principal função, “determinar a diferença de intensidade dos sons, procurando, com isso, localizar sua origem”. Para isto conta com mecanismos morfo-funcionais de neurônios inibitórios, localizados no núcleo medial do corpo trapezóide e que se dirigem ao núcleo olivar superior lateral, no qual, exercerão sua ação inibitória. ( fig.: 5 e 7 ). Outro contingente de fibras, oriundas do núcleo coclear ântero-ventral, dirige-se, simultaneamente, ao “núcleo olivar superior medial ( de forma direta e cruzada )”, do qual, partem novos neurônios, em direção aos “núcleos dos lemniscos laterais”, localizados em ambos os lados (à direita e à esquerda), bem como, para o “colículo inferior” ( fig.: 5, 7 e 24 ).

São, portanto, diversas cadeias paralelas de neurônios, formando vias ascendentes paralelas que, após sinapses no “núcleo geniculado medial”, através de novos neurônios, conduzem os estímulos sonoros ao “córtex auditivo primário ( área 41 de Brodmann ), figs.: 5, 6, 7, 19 e 24 ). Este mecanismo morfo-funcional auditivo ( cruzado e direto ), na vigência de lesões centrais, impossibilita a perda total da audição, constatando-se, em geral, no máximo, redução na capacidade auditiva bilateral, principalmente, levando-se em consideração as projeções finais centrais auditivas, através do corpo caloso, a partir do córtex auditivo primário ( figs.: 5 e 7 ).

**Tronco Encefálico, com suas Vesículas: Mesencéfalo, Ponte e Bulbo ( ou Medula Oblonga ) e as Vias Auditivas com quatro ( 4 ) Neurônios**



**Através desta via, a maioria dos impulsos auditivos chegam à área 41 de Brodmann. Outras vias, utilizam outros núcleos do tronco encefálico ( ver Figs. 07 e 24 )**

**FIG.05**

## VIAS VESTIBULARES ORIUNDAS DOS NÚCLEOS VESTIBULARES

Os “receptores” para as “Vias Vestibulares”, localizam-se na porção vestibular da orelha interna ( figs.: 1.6 e 2 ), sendo representados pelas “cristas ampolares ( fig.: 22 )” dos “canais semicirculares” e “máculas” do “utrículo e do sáculo”. São neuro-receptores de natureza proprioceptiva e, nestas condições, são capazes de orientar sobre a posição no espaço, das estruturas anatômicas, que os possuem ( cabeça ) ( figs.: 4, 10, 11, 12, 13, 22 ). Na estrutura destas vias vestibulares, encontramos dois neurônios: “Neurônios I e Neurônios II”. ( fig.: 4 ). Os “Neurônios I” de localização ganglionar ( gânglio de Scarpa ou vestibular ), apresentam seus dendritos ligados aos neuro-receptores, enquanto os prolongamentos centrípetos ( axônios ) estabelecerão sinapses, com os “Neurônios II”. O conjunto dos axônios dos “Neurônios I,” forma a porção vestibular do “nervo vestibulo-coclear ( figs.:4 e 22 )”. Os “Neurônios II,” localizam-se nos núcleos vestibulares do tronco encefálico, e, a partir destes núcleos vestibulares ( superior, inferior, medial e lateral ), a via apresenta dois trajetos: O primeiro trajeto constitui a “Via vestibular consciente” e o segundo trajeto constitui a “Via vestibular inconsciente”. A “Via Vestibular consciente” utiliza em sua estrutura, o “Fascículo Longitudinal Medial ( F.L.M. )” ( figs.: 13 e 14 ), com sinapses nos núcleos: Ventral póstero-lateral e ventral póstero-inferior do tálamo ), de ambos os lados, antes da projeção dos impulsos na área vestibular do córtex cerebral, que pode estar localizada junto à área auditiva ou próximo à área somestésica ( córtex da área 3a de Brodmann ) ( figs.: 14, 15 e 16 ).

Na “Via vestibular inconsciente”, os axônios dos neurônios II, localizados nos núcleos vestibulares, formam o “fascículo vestibulo-cerebelar” ( fig.: 13, 14, 16 e 23 ) que se dirige ao arquicerebelo, através do pedúnculo cerebelar inferior ( corpo restiforme ). Algumas destas fibras, não estabelecem sinapses nos núcleos vestibulares, passando diretamente ao córtex do arquicerebelo ( figs.: 10, 11, 12, 14 e 16 ), representado pelo “lobo flóculo-nodular”. O fascículo longitudinal medial ( figs.: 13, 14 e 16 ), localizado no tronco encefálico, é formado, em grande parte, por axônios, com orientação ascendente e descendente, cujos corpos neuronais, são encontrados nos núcleo vestibulares. Em seu trajeto descendente, passam através do núcleo vestibular inferior, terminando no funículo ventral da medula espinhal ( figs.: 16 ). A região, na qual, se localizam os núcleos vestibulares, é conhecida por “Região do ângulo ponto-cerebelar”. Junto a esta região, temos a passagem de diversos nervos cranianos, inclusive, de estruturas anatômicas relacionadas ao cerebelo ( pedúnculos cerebelares: inferior e médio ). Por este motivo, eventuais tumores desta região, podem levar ao aparecimento de síndromes neurológicas especiais. as quais, ainda teremos a oportunidade de estudar.

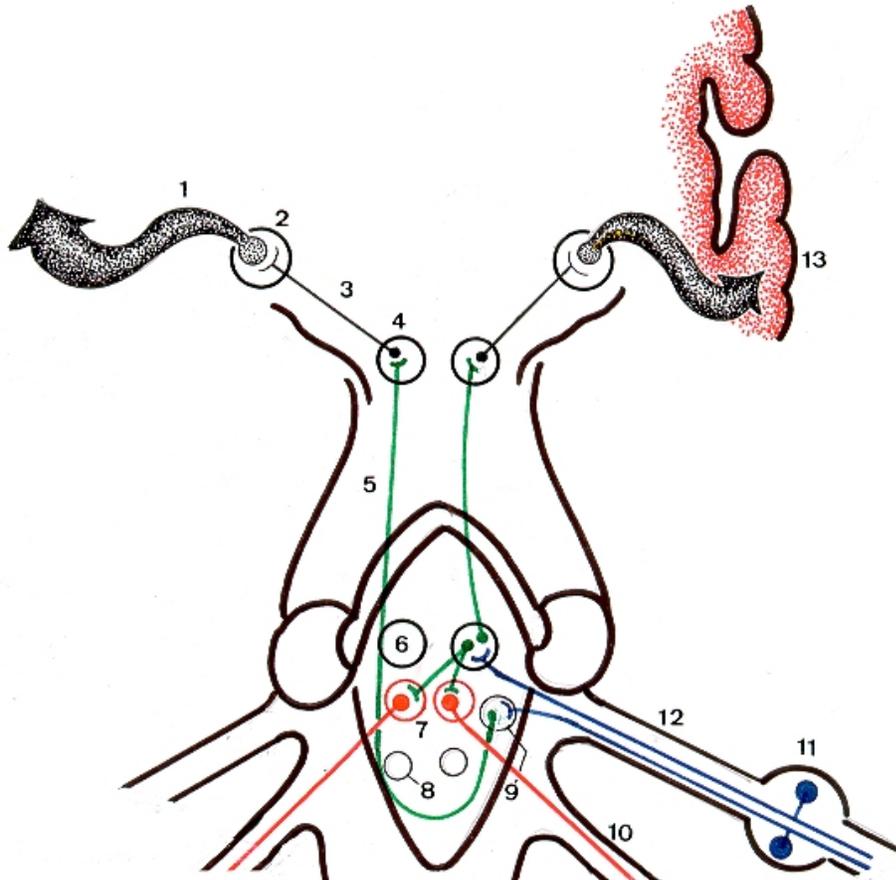
## ALÇAS INIBITÓRIAS DAS VIAS AUDITIVAS

Na via auditiva, os colículos inferiores ( um de cada lado ), representam verdadeiros “centros reflexos auditivos”, re-encaminhando os impulsos auditivos, em direção ao núcleo geniculado medial, o qual, por sua vez, é o retransmissor, no metatálamo, do sistema auditivo, ao córtex auditivo primário, localizado no giro temporal transverso anterior ( área 41 de Brodmann ). Neste colículo inferior, as fibras eferenciais, formam o “braço do colículo auditivo inferior”. ( figs.: 5, 6, 7 e 19 ). Na retransmissão dos impulsos auditivos do corpo geniculado medial, para o córtex cerebral ( área 41 de Brodmann ), ocorrem processos de inibições neuronais da via auditiva, através de um “dispositivo sináptico inibitório”, exercido por interneurônios inibitórios de ácido gama amino butírico ( GABA ), no nível do núcleo geniculado medial, sobre os neurônios, que retransmitem os impulsos ao córtex cerebral, inibindo-o ( fig.: 08 ).

Portanto, as inibições, são secundárias, ao aparecimento primário da estimulação.

Este mesmo mecanismo inibitório, pode se estabelecer, também, no nível dos neurônios de projecção dos impulsos auditivos, ao córtex cerebral, por um outro circuito inibitório, descrito às páginas 17, envolvendo a ( fig.: 09 ).

# Reflexo Auditivo



Fechamento de ambos os olhos, por contração da parte palpebral do músculo orbicular dos olhos

Fechamento de ambos os olhos, por contração da parte palpebral do músculo orbicular dos olhos

**Ruído súbito**

Condução dos estímulo s sonoros pelas fibras do nervo auditivo, através dos neurônios do gânglio espiral e núcleos cocleares ventral e dorsal.

Condução dos estímulos sonoros, através das vias auditivas, ao giro temporal transverso anterior, além de conexões com os núcleos branquiomotores bilaterais do nervo facial.

Contração brusca reflexa, da parte palpebral do músculo orbicular dos olhos, Seguida, do conseqüente, ato de “piscar”.

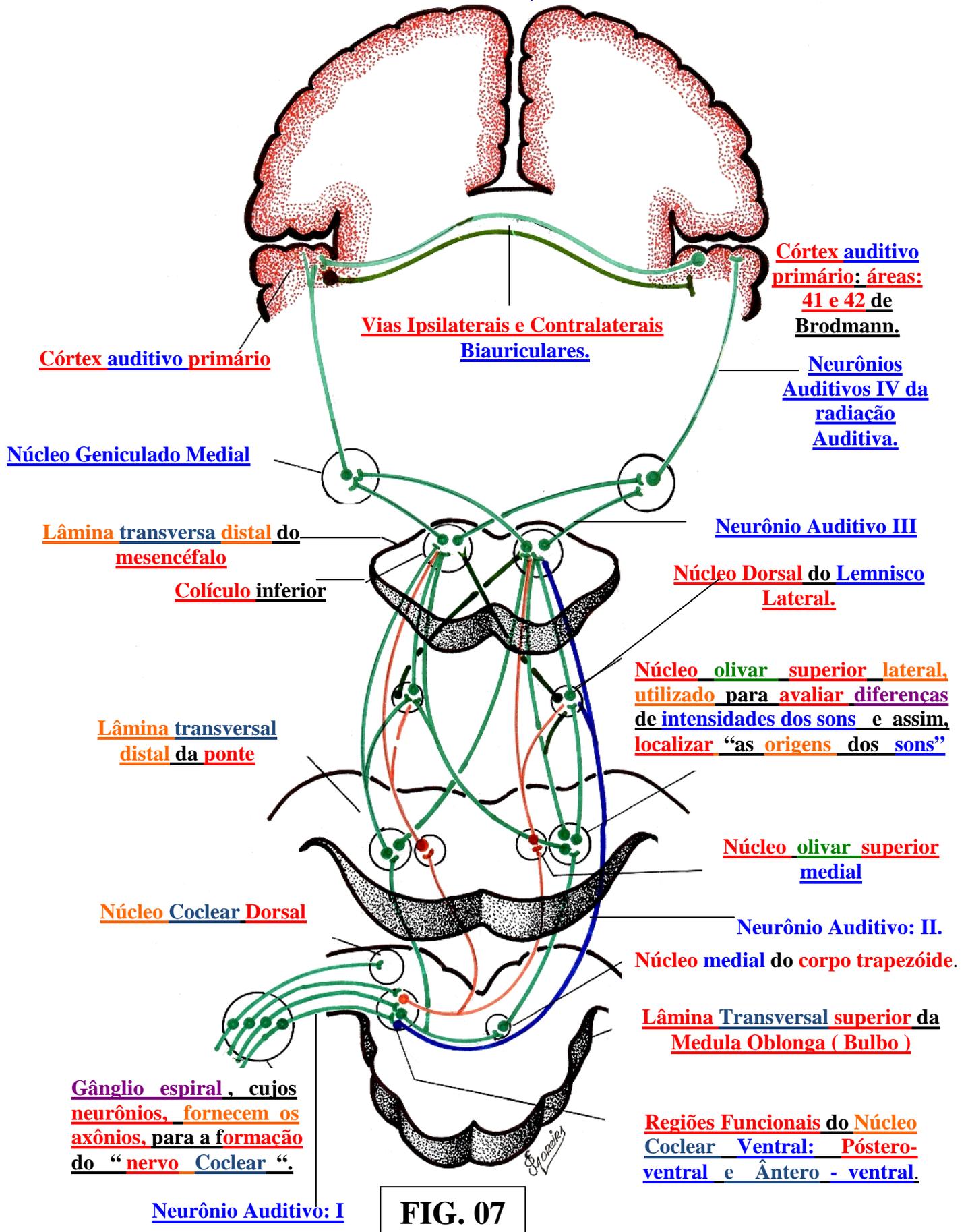
**FIG.06**

## **REFLEXO AUDITIVO**

### **( LEGENDA DA FIGURA: 6 )**

- 1 – NEURÔNIO IV DA VIA AUDITIVA, DIRIGIDO AO CÓRTEX AUDITIVO ( ÁREA 41 )
- 2 – CORPO GENICULADO MEDIAL
- 3 – NEURÔNIO III DA VIA AUDITIVA, QUE SE DIRIGE AO CORPO GENICULADO MEDIAL
- 4 – COLÍCULO INFERIOR
- 5 – LEMNISCO LATERAL ( AXÔNIOS HOMO E HETEROLATERAIS, ORIUNDOS DOS NÚCLEOS COCLEARES PÓSTERO-VENTRAL E ÂNTERO-VENTRAL
- 6 – NÚCLEO COCLEAR DORSAL
- 7 – NÚCLEO BRANQUIOMOTOR DO NERVO FACIAL
- 8 – COMPLEXO OLIVAR BULBAR INFERIOR
- 9 – NÚCLEO COCLEAR PÓSTERO-VENTRAL E ÂNTERO-VENTRAL
- 10 – TRONCO DO NERVO FACIAL
- 11 – ORIGEM DOS NEURÔNIOS ( I ) DA VIA AUDITIVA NO GÂNGLIO COCLEAR.
- 12 – NERVO COCLEAR ( AUDITIVO )
- 13 – CÓRTEX AUDITIVO PRIMÁRIO ( ÁREA 41 DE BRODMANN ).

**Principais Vias Auditivas, Oriundas das Regiões Funcionais:**  
**Ântero-ventral e Pósterio-ventral, do núcleo Coclear Ventral.**



Em virtude do natural retardo do **impulso** na **sinapse inibitória**, o sinal de **inibição** somente chegará, ao **corpo geniculado medial**, após os **primeiros impulsos excitatórios** de **natureza primária**. ( fig.: 8 ), Assim as **inibições**, são **secundárias** ao **aparecimento primário da estimulação**. Esta disposição é conhecida como: **Alca inibitória de Feed-back** ( fig.; 08 ).

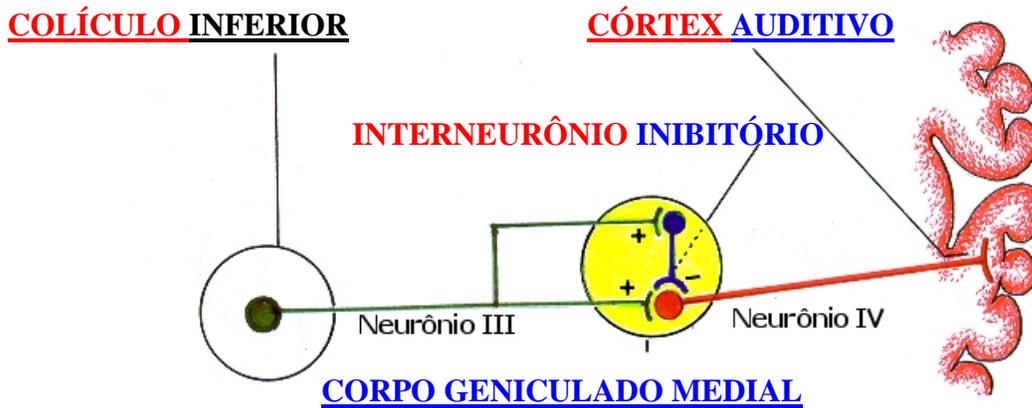


FIG.08

Este mesmo **mecanismo inibitório**, pode se **estabelecer**, também, no **nível** dos **neurônios de projeção** dos **impulsos auditivos** ao **córtex**, por um outro **circuito inibitório**. Nestes casos, os **ramos colaterais** para **excitação positiva** dos **interneurônios inibitórios** do **núcleo geniculado medial**, **originam-se** dos **neurônios IV**, que **estimulam** os **interneurônios inibitórios ( GABA )**, os quais, por sua vez, **exercerão sua ação inibitória** no nível das **sinapses**, entre os **neurônios III e IV**, no **nível** do **corpo geniculado medial** e, naturalmente, retardando **a frequência das descargas dos neurônios III**, com uma **inibição** por **feed-back**, dos **neurônios IV** e, conseqüentemente, ao **córtex auditivo** ( fig.: 9 ).

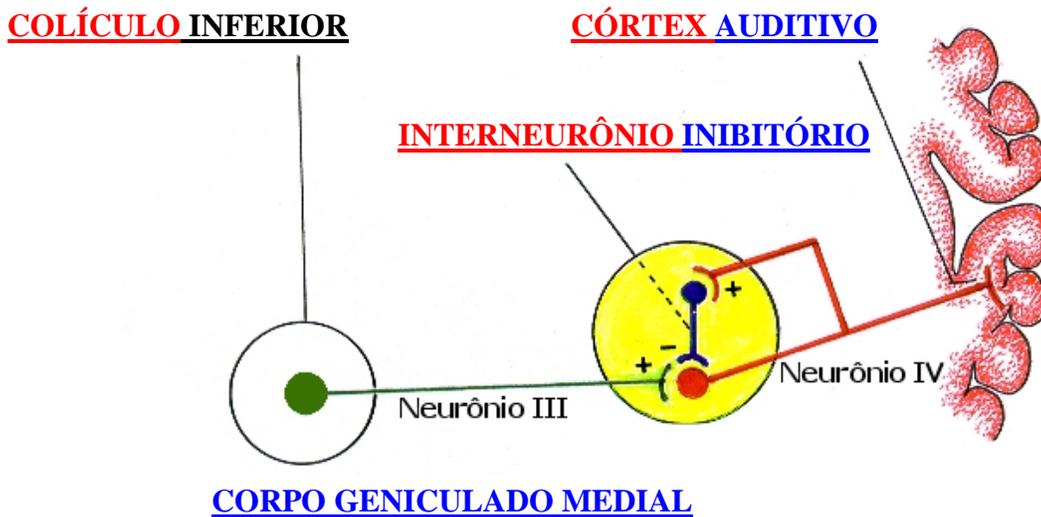
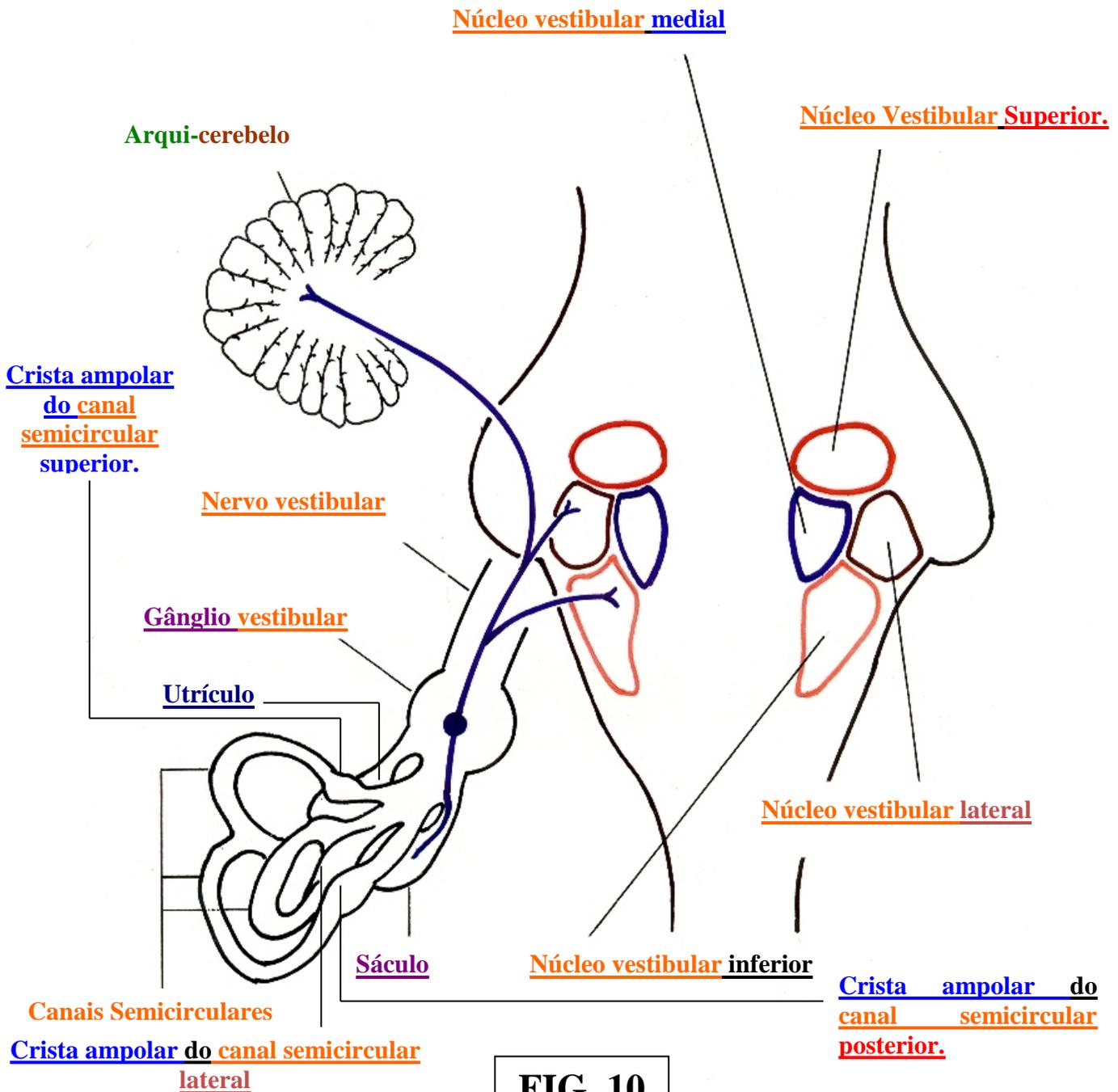


FIG.09

Desenho esquemático mostrando a chegada das aferências de impulsos do sáculo aos núcleos vestibulares ( Lateral e Inferior) e ao cerebelo



Os núcleos vestibulares medial e inferior, situam-se no nível da estrutura do bulbo (medula oblonga), enquanto, os núcleo vestibulares lateral e superior, localizam-se na estrutura da ponte ( fig.: 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 ).

São núcleos de significativa importância, em diversos mecanismos morfo-funcionais, dos quais, se evidenciam:

- Ação sobre os músculos extrínsecos dos globos oculares ( músculos: elevador da pálpebra superior, reto superior, reto medial, reto inferior, oblíquo inferior, oblíquo superior e reto lateral ( figs.: 13, 14, 15 e 16 ).
- Ação motora sobre a parte motora da formação reticular do tronco encefálico ( fig.: 16 ).
- Ação motora sobre os neurônios motores da medula espinhal ( figs. 13 a 16 )
- Coordenação das ações cerebelares, integrando impulsos sensoriais, motores, proprioceptivos e visuais, com o objetivo de regular a postura, o tônus muscular e movimentos oculógiros e cefalógiros ( figs.: 13, 14 e 17 ). Além disso, coordenam o equilíbrio a postura e a orientação, através de estímulos aos músculos gravitacionais e antigravitacionais, com ajustes excitatórios ou inibitórios ( figs.: 14, 15, 16 e 17 ), incluindo a estimulação do XIº nervo craniano ( ou nervo espinhal acessório ).

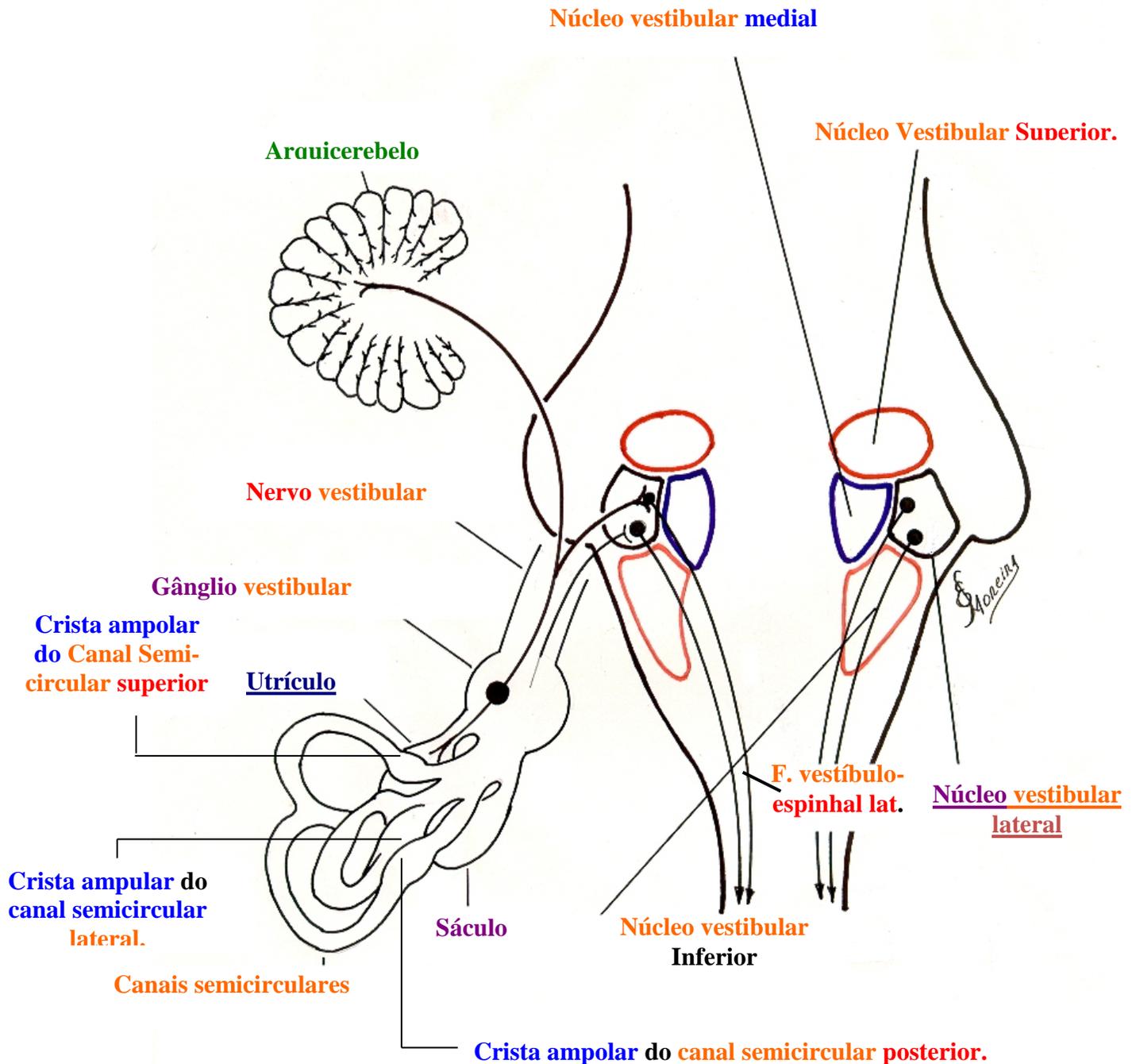
Para que estas ações possam ser processadas, torna-se necessário um sistema de conexões, entre as vias centrais do sistema vestibular e os sistemas interessados no estabelecimento pleno destes mecanismos morfo-funcionais.

As estruturas neuro-sensoriais do Sistema Vestibular, encontram-se no labirinto do sistema vestibular da orelha interna e respondem aos movimentos e posições da cabeça no espaço, enquanto as conexões centrais deste sistema vestibular, são, principalmente, reflexas em relação aos centros motores e se relacionam à orientação do corpo e da cabeça no espaço, ao equilíbrio do corpo e manutenção do tônus muscular. As principais conexões das vias centrais do sistema vestibular se estabelecem com:

- Os núcleos motores dos nervos cranianos do tronco encefálico, relacionados à inervação dos músculos extrínsecos dos globos oculares ( figs.: 13 a 16 ).
- O cerebelo ( figs.: 13 a 16 ).
- Com os núcleos motores da formação reticular bulbar e pontina ( fig.16 )
- Neurônios motores da ponta motora da medula espinhal ( figs.13,14,15 )
- Com a origem do XIº nervo craniano de localização bulbar, que inerva os músculos: esternocleidomastóideo e trapézio homolaterais ( figs.13,14.

As conexões laterais do sistema vestibular se estabelecem, com o sistema de neurorreceptores especiais do epitélio ciliado dos canais semicirculares, utrículo e sáculo. Muitas das conexões eferentes dos núcleos vestibulares funcionam como “braços de descargas motoras,” para diversos e importantes arcos reflexos do tronco encefálico, com respostas motoras diretas. As conexões centrais, ( no tronco encefálico ), dos neurônios vestibulares primários, cujos corpos originam-se no gânglio vestibular ) que, em realidade, é formado por dois sub-núcleos: gânglio superior e gânglio inferior, se estabelecem, seja nos núcleos vestibulares lateral e inferior ou nos núcleos medial e superior. Para os núcleos vestibulares lateral e inferior, dirigem-se os axônios, cujas origens, se encontram no “sáculo” ( fig.: 10 ). Aqueles oriundos do “utrículo,” dirigem-se ao núcleo vestibular lateral ( fig.: 11 ) e os axônios das cristas ampolares, alcançam os núcleos vestibulares superior e medial ( fig.: 12 ).

**Desenho esquemático, mostrando a chegada das Aferências Primárias com Impulsos do Utriculo ao Núcleo Vestibular Lateral e ao Cerebelo.**



**FIG.: 11**

De todas estas fibras aferentes primárias do labirinto vestibular, saem conexões que se dirigem, principalmente, ao arquicerebelo ( figs.: 10, 11, 12, 14 e 16 ).

O neurotransmissor primário, para as sinapses destes axônios, é o ácido aspártico ou glutâmico, nos núcleos vestibulares.

Além destas conexões os núcleos vestibulares mantêm, significativa quantidade de conexões aferentes entre si, com fibras comissurais, conhecidas por “conexões vestibulo-vestibulares”.

Como já foi mencionado e voltamos a enfatizar, estas aferências primárias vestibulares, projetam, também, conexões para o vestibulo-cerebelo ou arquicerebelo formado pelo conjunto do lôbo floculo-nodular, úvula e núcleo fastigial, através do corpo restiforme ( pedúnculo cerebelar inferior ) ( figs.:10 a 16 ). São fibras oriundas do gânglio vestibular, com destino ao cerebelo e, portanto, fibras primárias.

Nos núcleos vestibulares do tronco encefálico são estabelecidas as sinapses com os neurônios II, cujos corpos, se encontram nestes núcleos vestibulares e cujos axônios podem ser divididos, quanto à sua direção, no tronco encefálico, em: fibras ascendentes e fibras descendentes ( figs.: 13, 14 e 16 ).

### 1º) – Fibras ascendentes:

As fibras ascendentes, oriundas dos núcleos vestibulares superior e lateral, agregam-se ao fascículo longitudinal medial ( F.L.M. ) ( fig.: 13 e 14 ), além de projetarem conexões destinadas não apenas aos núcleos motores do tronco encefálico relacionados à inervação dos músculos extrínsecos dos globos oculares ( IIIº, IVº e VIº nervos cranianos ), como também, encaminham conexões ao núcleo intersticial de Cajal, localizado na extremidade proximal do fascículo longitudinal medial, formado por grandes neurônios e, também responsável pela coordenação dos movimentos oculares, através de suas projeções bilaterais para os núcleos motores dos nervos cranianos: oculomotor, troclear e abducente. As projeções do núcleo intersticial de Cajal, para os citados núcleos motores do tronco encefálico, e relacionados aos movimentos dos globos oculares, não são exatamente iguais. As fibras para o complexo oculomotor ( IIIº ) e do nervo abducente ( VIº ), são bilaterais; todavia, para o núcleo motor do nervo troclear ( IVº ), as projeções axônicas, são cruzadas ( figs.: 13 e 14 )

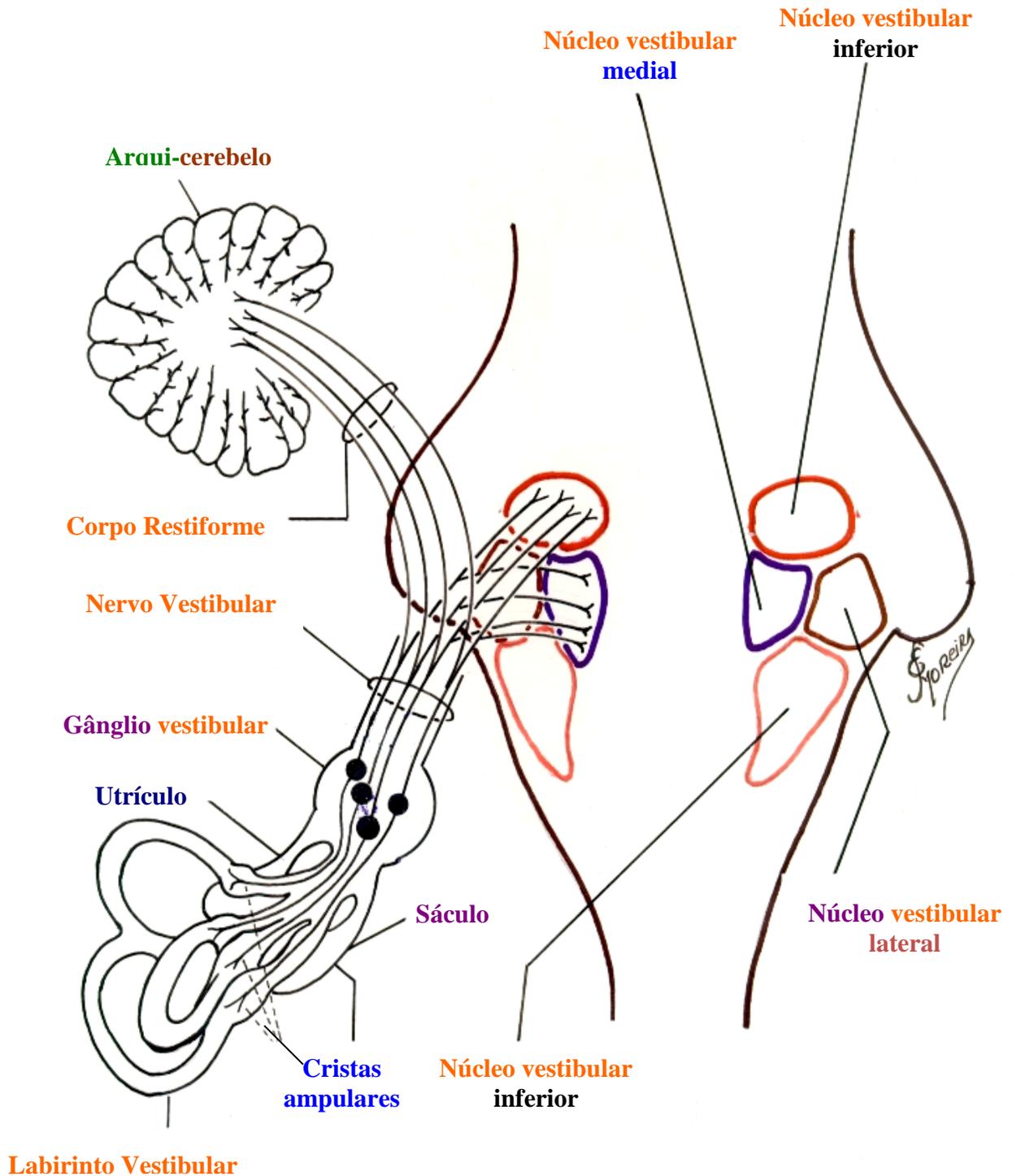
### 2º) Fibras Descendentes

Finalmente, estes núcleos vestibulares do tronco encefálico, principalmente, o núcleo vestibular medial, projetam axônios com orientação descendente ( figs.: 13 e 14 ), em direção à medula espinhal, através do fascículo longitudinal medial ( F.L.M. ). Alias, a grande maioria dos autores, considera ser o fascículo longitudinal medial, formado pelos axônios oriundos do núcleo vestibular medial ( figs.: 13 e 14 ).

Estas projeções, através do fascículo longitudinal medial, para a medula espinhal, são importantes na coordenação dos movimentos de rotação do pescoço e do tórax, relacionados aos movimentos oculares ( movimentos óculo-cefalógiros ) ( fig.: 17 ), em virtude das conexões com os nervos cranianos: IIIº, IVº e VIº.

Muitas das fibras vestibulares descendentes, no trato vestibulo-espinhal lateral, ( fig.: 17 ), são de natureza colinérgica, tendo a acetil-colina, como neurotransmissor ( figs.: 13 e 14 ).

Desenho esquemático, mostrando a chegada das Aferências Primárias, com Impulsos das Cristas Ampulares, aos Núcleos Vestibulares: Superior e Medial e ao Cerebelo.



**FIG.12**

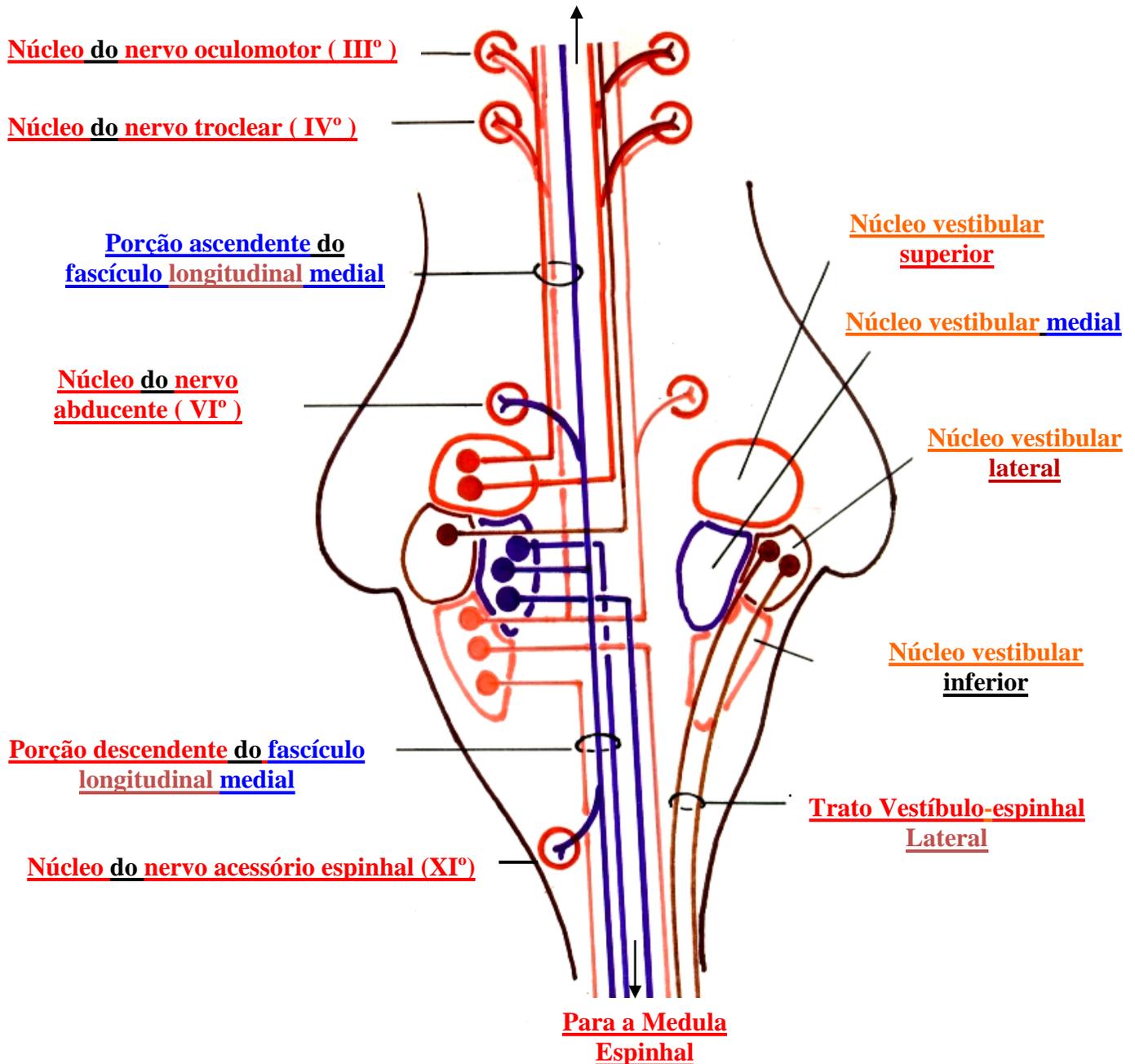
Os axônios deste trato vestibulo-espinhal lateral são, em sua maioria, oriundos do núcleo vestibular lateral que, com direção homolateral descendente, no tronco encefálico, passam posteriormente aos núcleos do complexo olivar bulbar inferior, dirigindo-se ao fúnculo ventral da medula espinhal, constituindo o “trato vestibulo-espinhal lateral” ( fig.: 13, 14 e quadro 2 ). Seus axônios descem até as regiões lombo-sacrais, influenciando, em sua passagem, os neurônios motores alfa da medula espinhal, em sua ponta motora, principalmente, nas regiões cervical e lombo-sacral ( alças gama ) ( figs.: 13 e 18 ). Com este trajeto e alcançando os metâmeros de quase toda a coluna espinhal motora, relacionam-se aos mecanismos de inervação dos membros superiores ( plexo braquial ) e dos membros inferiores ( plexo lombossacral ). ( Ver Vol. III ). Outros axônios com a mesma origem ( núcleo vestibular lateral ), influenciam os mecanismos de inervação dos músculos paravertebrais e intercostais, também, através da alça gama ( fig.: 18 ).

Parte dos axônios dos neurônios, localizados nos núcleos vestibulares: medial e inferior ( bulbares ) ( fig.: 13 e 14 ), agregam-se, de ambos os lados, do fascículo longitudinal medial, descendo em direção à medula espinhal, na qual, terminam, nos metâmeros, também, cervicais. Alguns axônios do núcleo vestibular inferior, em sua passagem, próximo ao complexo nuclear olivar inferior e da formação reticular no tronco encefálico, encaminham-lhes conexões, bem como, para o cerebelo e medula espinhal, através do fascículo longitudinal medial ( F.L.M. ).

Estas fibras, agregadas ao fascículo longitudinal medial são, também, conhecidas como “trato vestibulo-espinhal medial” ( figs.: 13, 14 e 16 ), que desempenha ação excitatória, sobre as células motoras alfa da ponta motora da medula espinhal. Assim, o fascículo longitudinal medial, em sua condição de mediador, nas ações motoras medulares utiliza, em suas sinapses intermediárias, os “interneurônios” podendo, conforme o caso, exercer: ação excitatória ou inibitória ( fig.: 14 ). Das conexões oriundas do labirinto vestibular, que são as aferências primárias ampulares ( canais semi-circulares ) e maculares ( saculares e utrículares [ figs.: 10 a 14 ] ), algumas como vimos, dirigem-se aos núcleos vestibulares no tronco encefálico, enquanto outras fibras primárias citadas se dirigem, sem quaisquer sinapses nestes núcleos vestibulares diretamente ao arquicerebelo, formado pelo lóbulo flóculo-nodular, úvula e núcleo fastigial e, por este fato, conhecido por “cerebelo vestibular”, através do “corpo restiforme” ( pedúnculo cerebelar inferior ), ( fig.: 16 ). Outras fibras aferenciais ao cerebelo, agora, de natureza secundária, originam-se nos núcleos vestibulares: superior, medial e inferior ( fig.: 16 ). Além destas aferências de fibras vestibulares ao arqui-cerebelo ( vestíbulo-cerebelo ), citam-se outras indiretas e mais complexas, como por exemplo, do núcleo vestibular inferior, cujos axônios se dirigem ao cerebelo, através do pedúnculo cerebelar inferior, exercendo, neste caso, o complexo olivar bulbar inferior, funções de núcleo retransmissor cerebelar. O cerebelo; por sua vez, mantém conexões com os núcleos vestibulares, através de projeções axônicas diretas, das quais, algumas, são recíprocas, podendo algumas delas ser, o produto representativo de integrações sensoriais ou motoras do cerebelo ( figs.: 16 e 18 ). Os axônios, que abandonam o cerebelo, o fazem através do pedúnculo cerebelar superior, após retransmissão nos núcleos cerebelares. Entretanto, grande número de projeções cerebelares, são axônios de células de Purkinje que saem diretamente do córtex cerebelar, sem passar pelos núcleos cerebelares. São axônios gabaérgicos inibitórios, que abandonam o cerebelo, através do pedúnculo cerebelar superior, terminando nos núcleos vestibulares, do mesmo lado, em que se originam, no cerebelo ( fig.: 16 ).

Núcleos Vestibulares e suas Eferências, para a constituição do Fascículo Longitudinal Medial e do Trato Vestíbulo-espinhal lateral e conexões com os Núcleos Motores dos Globos oculares ( Nervos: Oculomotor ( IIIº ), Troclear ( IVº ) e Abducente ( VI ).

Para o Tálamo: Núcleo Ventral pósterolateral e Núcleo Ventral pósteroinferior



**FIG.13**

As principais projeções do cerebelo para os núcleos vestibulares incluem:

- Projeções do flóculo para o núcleo vestibular superior e núcleo vestibular medial.
- Projeções do nódulo para o núcleo vestibular medial e núcleo vestibular inferior.
- Projeções da úvula para o núcleo vestibular medial e núcleo vestibular inferior.
- Projeções do lobo anterior do vermis para o núcleo vestibular lateral.
- Projeções excitatórias bilaterais do núcleo fastigial e do cerebelo, em geral para os núcleos vestibulares lateral e inferior.

## CONEXÕES COM A FORMAÇÃO RETICULAR ( Figs.: 16 e 17 )

As vias ascendentes e descendentes do tronco encefálico, oriundas dos núcleos vestibulares, possuem colaterais, que se dirigem aos núcleos da formação reticular motora bulbar, pontina e mesencefálica ( fig.: 16 ).

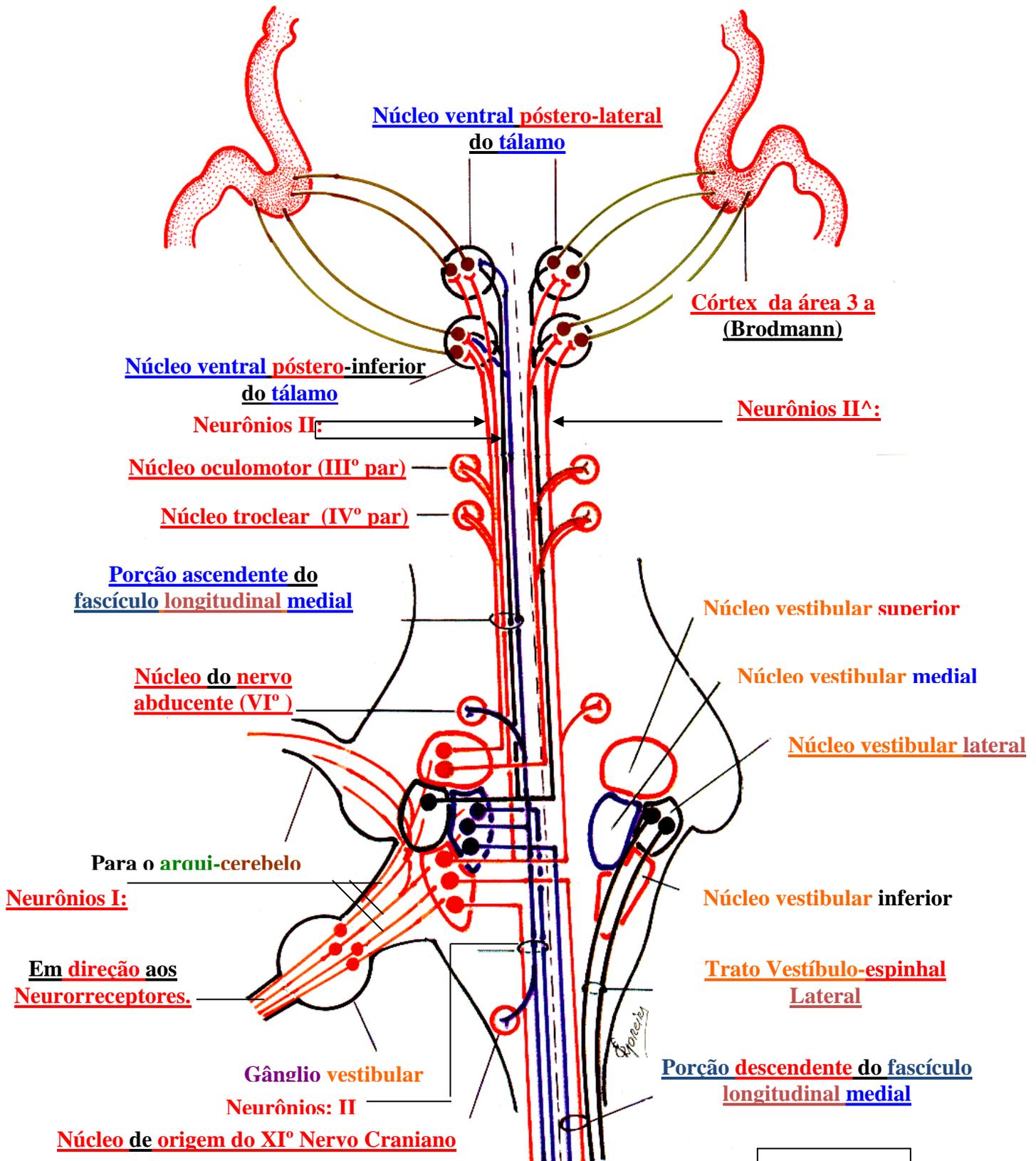
Dois núcleos da formação reticular, em particular, recebem estas conexões: núcleo reticular pontino caudal e núcleo reticular magnocelular ( gigante celular ). Ambos são considerados, pela maioria dos autores, como “Centros coordenadores” dos movimentos oculocefalógiros : Centro reticular coordenador dos movimentos conjugados de lateralidade ( fig.: 17 ) que, recebendo estímulos dos centros ocológiros do giro frontal médio ( segunda circunvolução frontal ) e centro oculógiro occipital ( área 19 ), ambas contralaterais, operacionaliza-os, retransmitindo-os, por um lado, ao complexo oculomotor do IIIº nervo craniano ( nervo oculomotor ) contralateral e ao VIº nervo craniano ( nervo abducente ) homolateral, que inervarão, respectivamente, os músculos: reto medial contralateral e reto lateral homolateral de forma conjugada e associado ao movimento da cabeça para o mesmo lado do movimento conjugado dos globos oculares, por ação da raiz medular do nervo espinhal acessório ( XIº nervo craniano, já estudado ), sobre os músculos rotatórios da cabeça: trapézio e esternocleidomastóideo ( fig.: 17 )

## CONEXÕES COM O CÓRTEX CEREBRAL ( Figs.: 13 e 14 )

A conscientização dos movimentos e posição da cabeça no espaço, por vias aferenciais dos núcleos vestibulares, é assunto, ainda, não totalmente, concluído.

Há informações comprovadas de que, uma via aferencial, vestibular ascendente, com axônios dos núcleos vestibulares: lateral e superior, ascende, no tronco encefálico, integrada ao fascículo longitudinal medial homo e heterolateralmente, envolvendo, em seu trajeto ascendente, o complexo oculomotor do IIIº nervo craniano ( nervo oculomotor ) e o IVº nervo craniano ( nervo troclear ), bem como, o núcleo intersticial de Cajal, terminando nos núcleos: ventral pósterolateral do tálamo e ventral pósteroinferior do tálamo. Destes núcleos talâmicos, outros axônios emergem, conduzindo os impulsos informativos ( figs.: 13 e 14 )

Fascículo Longitudinal Medial, uma das Vias de Associação do Tronco Encefálico.



**FIG.14**

vestibulares ao córtex cerebral ( área 3a de Brodmann ), próximo ao córtex motor primário ( área 4 de Brodmann ) ( figs.: 13 e 14 ).

As conexões, entre as citadas áreas, envolvem a modulação vestibular da função motora, no nível cortical ( fig.:14 ). Outras informações, ainda inconclusivas, sugerem a participação do complexo posterior do tálamo, como retransmissores de impulsos de núcleos vestibulares, em direção ao córtex cerebral ( fig.: 14 ).

## EFERENTES VESTIBULARES

( Figs.: 13, 14, 16 e 18 )

Os núcleos vestibulares apresentam conexões axônicas eferentes, em direção ao labirinto vestibular, cuja ação é considerada, como “moduladora” das ações motoras, em resposta aos impulsos aferentes, necessários às acelerações que surgem, em eventuais movimentos da cabeça, do pescoço e mesmo do tronco.

O sistema vestibular exerce grande domínio nos mecanismos de reflexos motores somáticos ( tronco e membros ), deflagrados por centros reflexos do tronco encefálico e do cerebelo.

Em quase todos, observamos um processo de integração dos impulsos aferentes, no qual, se constata: aferências vestibulares, aferências proprioceptivas e aferências visuais. A maior influência, entretanto, ocorre em função do sistema vestibular, coordenando a manutenção do equilíbrio e da postura, relacionados aos movimentos dos globos oculares, além de importante ação moduladora, no ajuste do tônus muscular dos músculos axiais ( paravertebrais ).

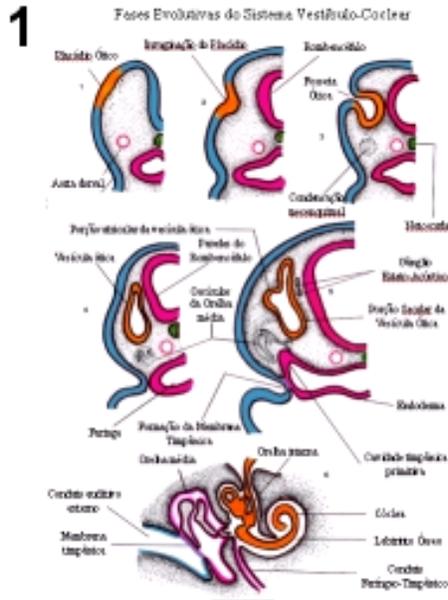
Em relação aos centros reflexos pontinos e bulbares da formação reticular, os estímulos aferenciais aos núcleos vestibulares ( figs.: 14, e 16 ), originam-se a partir de processos de modificações dos movimentos, seja linearmente ou com angulações.

Nos núcleos vestibulares, novos neurônios retransmitem os impulsos aos centros reflexos da formação reticular, completando assim, a “via aferencial reflexa do arco reflexo” ( figs.: 14, 15 e 16 ).

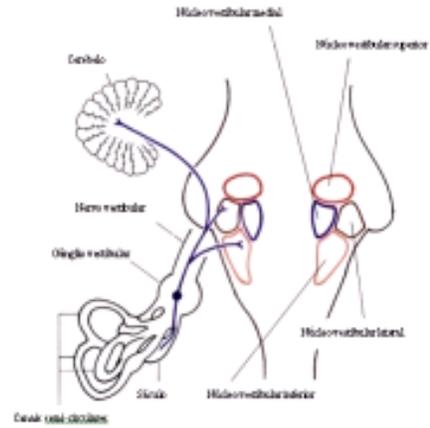
Destas formações nucleares reticulares, inicia-se o braço de resposta reflexa, com axônios de neurônios dos núcleos da formação reticular, dirigindo-se, através do fascículo retículo-espinhal aos neurônios efetores da ponta motora da medula espinhal ( figs.: 11, 13, 14, 15, 16 e 18 ).

Estes neurônios inferiores medulares, dirigir-se-ão aos músculos dos membros superiores e inferiores e aos músculos axiais ( paravertebrais ), com ações excitatórias e inibitórias, coordenando a postura axial, o tônus muscular e o equilíbrio ( fig.: 16 e 18 ). Em relação aos reflexos vestibulares posturais, sabe-se que, o núcleo vestibular lateral, exerce importante ação moduladora, para a correção dos ajustes posturais, correção do tônus muscular e equilíbrio, a partir de vias aferenciais primárias utriculares e saculares, em direção ao núcleo vestibular lateral, conduzindo impulsos aferentes provocados por movimentos de lateralidade da cabeça ( fig.: 18 ).

Do núcleo vestibular lateral, saem axônios em direção à medula espinhal, constituindo, pelo seu conjunto, o “trato vestibuloespinhal lateral” que, em seu trajeto descendente na medula espinhal, termina, em sinapses com os neurônios motores da ponta motora da medula espinhal, influenciando a inervação dos músculos antigravitacionais e gravitacionais, com ações, às vezes excitatórias e outras vezes, inibitórias, dependendo da natureza funcional dos interneurônios e dos impulsos inibitórios, oriundos das células de Purkinje do Cerebelo, sobre os mesmos músculos,

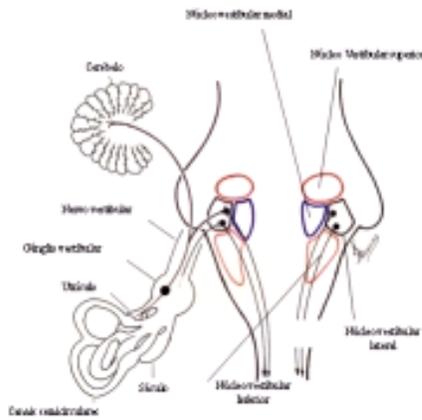


**2** Doente esquemático mostrando a chegada das fibras de impulso do adulto ao núcleo vestibular (Lateral e Inferior) e cerebello.

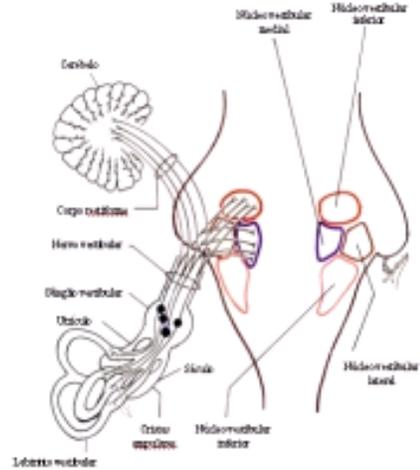


Doente esquemático mostrando a chegada das fibras de impulso primitivas, com impulso de unidades, ao núcleo vestibular superior e medial e ao cerebello.

**3** Doente esquemático mostrando a chegada das aferências primitivas, com impulso de unidades, ao núcleo vestibular lateral e ao cerebello.



**4**

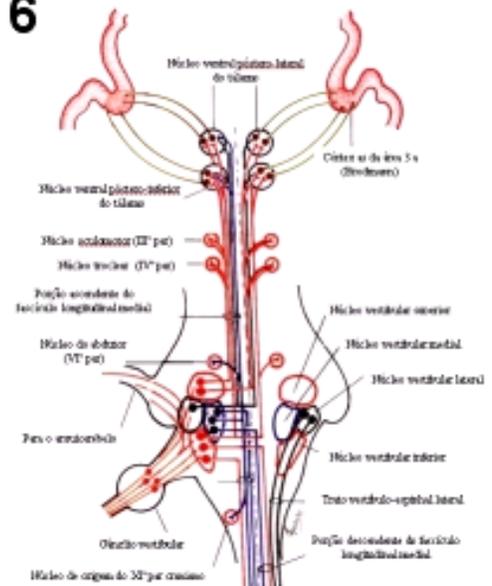


**5** Fibras vestibulares e suas aferências para o complexo do fascículo longitudinal medial, núcleo vestibulo-espinal lateral e cerebello com o núcleo notário do gânglio (glândulas, nodos, alíneas)



**6**

Fascículo Longitudinal Medial



**FIG.15**

( fig.: 11, 13, 14 e 15 ), com o objetivo de equacionar e encontrar os ajustes posturais para a manutenção do tônus muscular, do equilíbrio e da postura ( fig.: 18 ).

## MECANISMOS MORFO-FUNCIONAIS, ENTRE O ANTAGONISMO “EXCITATÓRIO / INIBITÓRIO” E A AÇÃO DOS NÚCLEOS PONTINOS E BULBARES DA FORMAÇÃO RETICULAR.

No tronco encefálico, os núcleos da formação reticular distribuem-se, principalmente, entre as vesículas: “pontina” e “bulbar” ( fig.: 16 e quadro 1 ).

Os núcleos reticulares do tronco encefálico, com sua maior concentração, na ponte, estão, igualmente, presentes, no nível do mesencéfalo, além de se apresentarem, significativamente, no nível do bulbo ( medula oblonga ), em situação, pouco mais ventral ( fig.: 16 )

Aqueles localizados na “ponte,” tomam parte na estruturação do “trato retículo-espinhal lateral” ( quadro: 1 ) de natureza excitatória, que age, funcionalmente, sobre os “neurônios motores ventrais mediais da medula espinhal, que se dirigem aos músculos antigravitacionais axiais e dos membros e sobre os motoneurônios das alças gama, desencadeando grande excitação, sobre as fibras intra-fusais ( acionamento do reflexo de estiramento ). Estes mecanismos reflexos morfo-funcionais permitem, aos animais, levantarem-se, independentemente, de sinais centrais ou superiores.

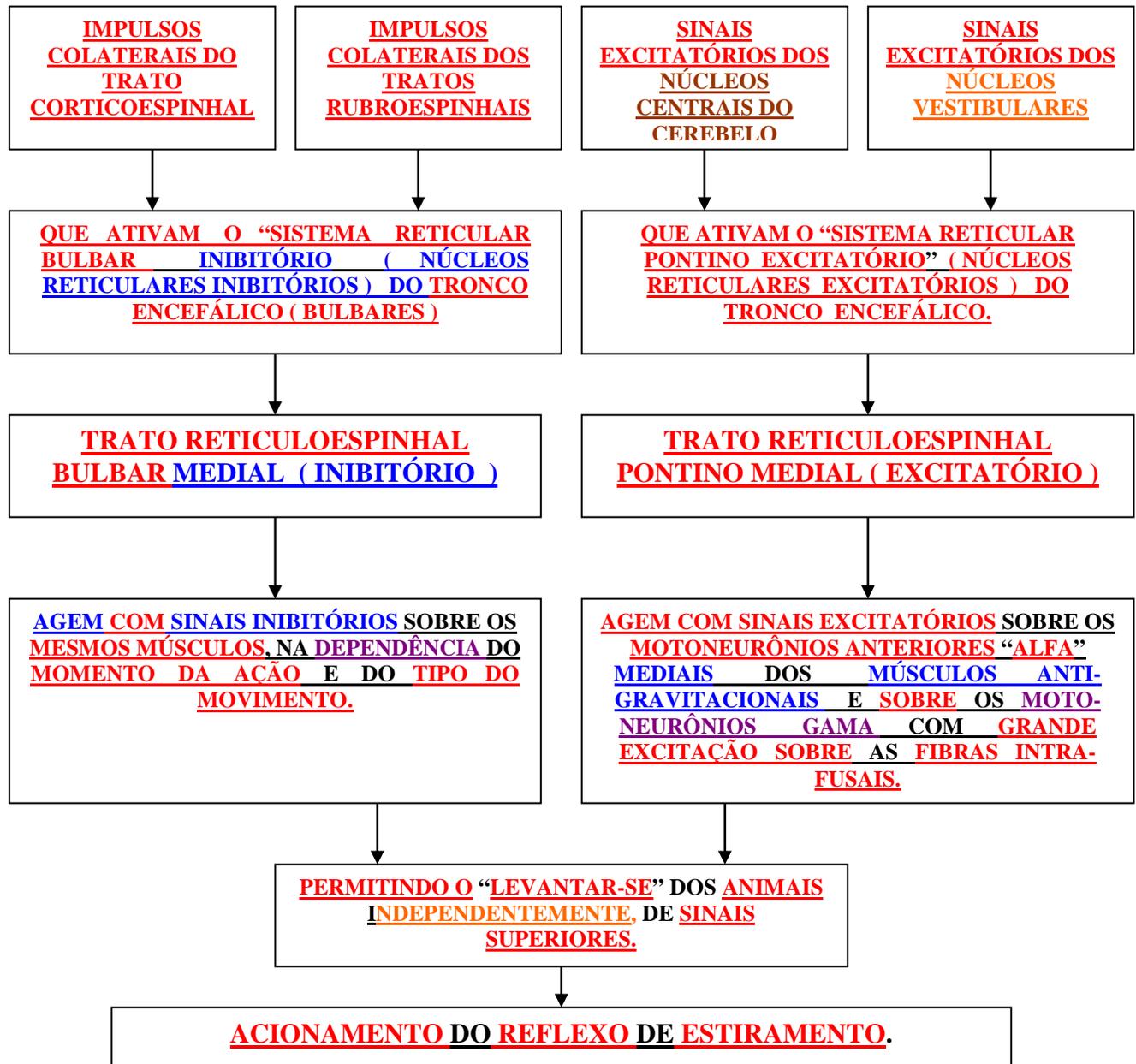
Além do mais, os núcleos reticulares pontinos, independentemente de serem fortemente excitatórios, recebem, também uma ajuda altamente excitatória, proveniente dos núcleos vestibulares e dos núcleos centrais do cerebelo ( quadro: 1 ).

Entretanto, no caso dos núcleos da formação reticular bulbar ( quadro: 1 ), os sinais transmitidos são de natureza inibitória ( trato retículo-espinhal bulbar ), que conduz os impulsos aos mesmos neurônios anteriores motores da medula espinhal e aos mesmos músculos antigravitacionais, servidos pelo trato reticuloespinhal pontino excitatório. Entretanto, para que estas ações, fortemente inibitórias, possam ser exercidas, estes núcleos reticulares bulbares, de natureza inibitória, recebem impulsos excitatórios colaterais do trato corticoespinhal e dos tratos rubroespinhais, ambos excitatórios, que ativarão seus núcleos inibitórios, permitindo-lhes exercerem suas ações inibitórias.

Portanto, os núcleos dos tratos: “Reticuloespinhal pontino excitatório” e “Reticulo-espinhal bulbar inibitório,” estruturam um sistema morfo-funcional controlável e manipulados, em última instância, pelos sinais motores corticais e de outras regiões, cujo objetivo principal é “permitir as contrações e descontrações musculares, necessárias para que os animais fiquem de pé, contra a ação da gravidade”.

Estas “descontrações” são mecanismos de inibições de grupos musculares, que surgem, com os desdobramentos dos movimentos ( quadro: 1 ).

# ANTAGONISMO “EXCITATÓRIO / INIBITÓRIO” ENTRE OS NÚCLEOS RETICULARES PONTINOS E BULBARES



QUADRO: 1

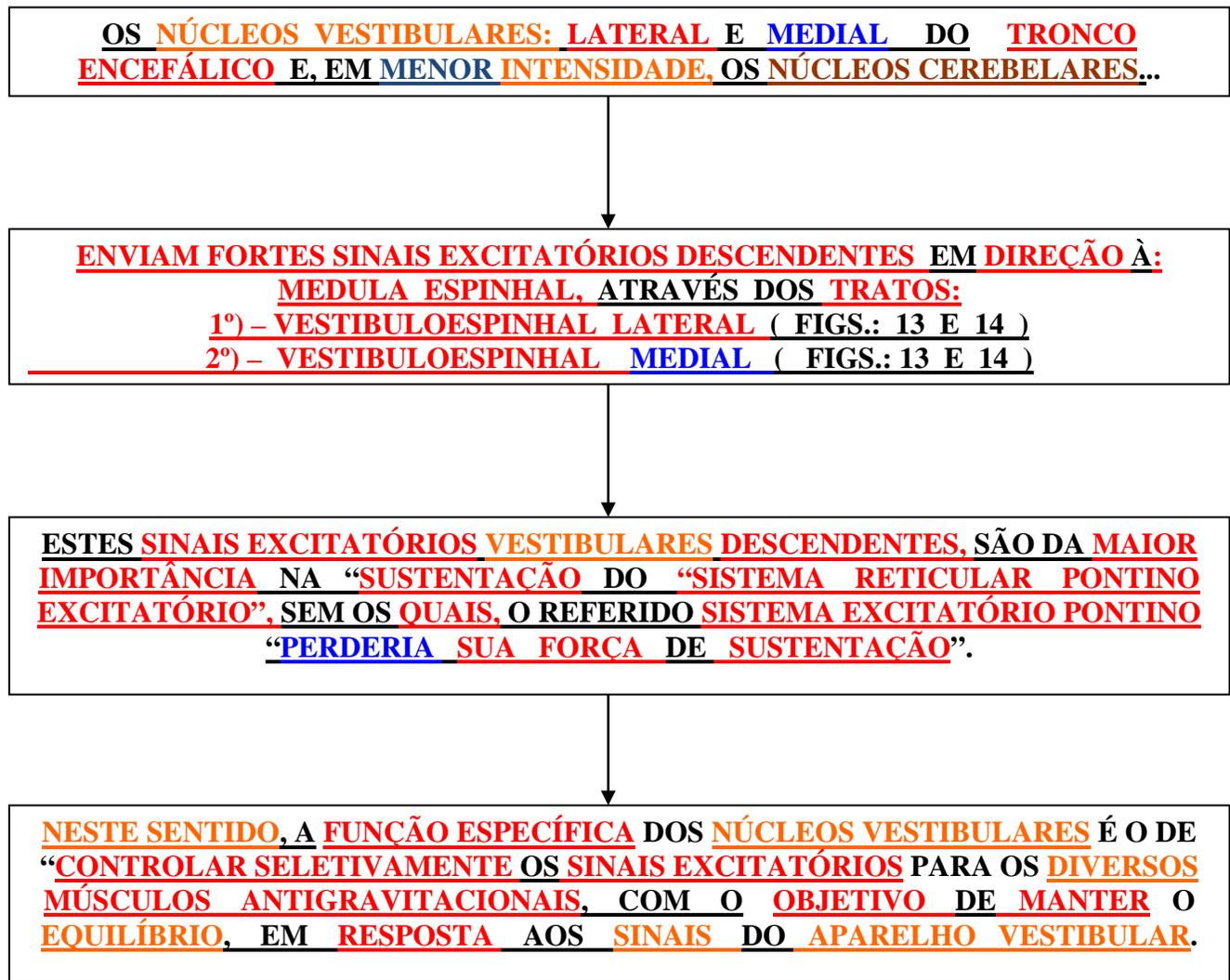
## IMPORTÂNCIA FUNCIONAL DOS NÚCLEOS VESTIBULARES E CEREBELARES, NO MECANISMO DE EXCITAÇÃO DOS MÚSCULOS ANTIGRAVITACIONAIS

Conforme foi observado no tema anterior, no “mecanismo entre o antagonismo excitatório / inibitório” dos núcleos da formação reticular do tronco encefálico, do qual, resultou a estruturação do “Quadro: 1”, os núcleos vestibulares e os núcleos centrais do cerebelo, colaboram com o processo excitatório dos músculos antigravitacionais, encaminhando sinais excitatórios, para o “Sistema reticular pontino excitatório”. Este, representado pelo “trato reticuloespinal pontino medial excitatório” ( Quadro: 1 ).

É, exatamente, esta “excitação adicional”, aos motoneurônios das pontas motoras da medula espinhal e sobre os “motoneurônios gama,” das “alças gama,” que sustentam o “sistema reticuloespinal pontino excitatório”. Sem este auxílio, o trato reticuloespinal pontino excitatório perderia, significativa parte, de sua ação excitatória.

Neste sentido, os núcleos vestibulares e, com menor grau de influência, os núcleos cerebelares centrais, controlam, de forma seletiva, os impulsos excitatórios para os músculos antigravitacionais, com o objetivo de manter o equilíbrio, conforme podemos seguir, no quadro sinóptico resumido a seguir: ( quadro: 2 ).

**IMPORTÂNCIA FUNCIONAL DOS : NÚCLEOS VESTIBULARES E CEREBELARES, NA EXCITAÇÃO DOS MÚSCULOS ANTIGRAVITACIONAIS.**



**QUADRO: 2**

# SENSAÇÕES VESTIBULARES E A MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO E SEUS MECANISMOS MORFO-FUNCIONAIS.

( COMPARAR COM OS QUADROS DAS FIGS.: 27 E 28 )

As “sensações vestibulares,” são detectadas pelo “aparelho vestibular”. Este, é constituído: pela associação do labirinto ósseo ( figs.: 01, 02 e 22 ) da parte petrosa do osso temporal, também conhecido, por “rochedo” e, no interior desta cavidade óssea, pelo “labirinto membranoso” ( figs.: 01, 02 e 22 ). Este último, constitui a principal parte funcional do “aparelho vestibular” ( figs.: 01, 02 04, 12, 16, 22, 29 e 30 ).

O “labirinto membranoso”, envolvido pelo labirinto ósseo, é constituído pela “cóclea”, pelos três canais semicirculares, pelo sáculo e pelo utrículo ( figs.: 2a, 2b, 2c, 3, 4, 10, 11, 12, 15, 22 e 29 ).

A “cóclea,” ( figs.: 02, 04, 22, 29 e 30 ), a ser estudada, durante a apresentação do “nervo da audição,” neste mesmo volume, que se forma, posteriormente, ao aparecimento do “sáculo, do utrículo e dos canais semi-circulares” ( figs.: 04, 10, 11, 12 22 e 29 ) do “sistema vestibular”, como já foi comentado, apresenta função totalmente independente da “função ou sensação de equilíbrio” do sistema vestibular.

As partes do labirinto membranoso, relacionadas ao equilíbrio, são, como já foi comentado: os “canais semicirculares” ( posterior, superior e horizontal ou lateral ), o sáculo e o utrículo ( figs.: 2, 10, 11, 15, 22 e 29 ). Neste conjunto, a cavidade ou câmara utricular, é a parte que restou da “porção utricular da vesícula ótica, após a formação dos canais semicirculares ( figs.: 01.4, 1.5 e 29 ). Da mesma forma, o sáculo, é a parte que restou da porção sacular da vesícula ótica, após o desenvolvimento da cóclea ( figs.: 01.5, 04, 10, 11, 12, 22 e 29 ).

Na superfície inferior de cada utrículo e de cada sáculo, desenvolve-se, pequena área sensorial e específica com, aproximadamente, 2 a 3 mm de diâmetro. Na estrutura destas reduzidas áreas sensoriais utriculares e saculares, conhecidas por “máculas”, encontramos as “células ciliadas”, que constituem os “receptores primários” do “sistema vestibular”. Temos, portanto, máculas utriculares e máculas saculares.

A “mácula utricular,” localiza-se na superfície inferior do utrículo e é paralela ao plano horizontal. Nesta posição, participa do mecanismo de orientação da cabeça, em relação à direção das forças antigravitacionais ou de aceleração da cabeça, quando nos encontramos em posição erecta ( de pé ), ( fig.: 29 ).

A “mácula sacular”, pelo contrário, encontra-se em um plano vertical. Em tal situação, é importante nos mecanismos do equilíbrio do indivíduo deitado ( fig.: 29 ).

Recobrendo cada “mácula” ( utricular e sacular ), encontramos uma “camada gelatinosa”, na qual são observados diversos e inúmeros crístais de carbonato de cálcio, denominados “estatocônios” ou “otólitos”.

As células ciliadas, segundo WENSÄIL, J. e SJÖBÄCK, D.B., constituem dois tipos morfológicos: o primeiro tipo é, também, conhecido por “células ciliadas tipo I”, de formato caliciforme e o segundo tipo, é conhecido por “células ciliadas tipo II”, menores e mais cilíndricas. A superfície apical destas células ciliadas ( em ambos os

tipos ) é recoberta por diversos filamentos, denominados “estereocílios”, dos quais, um, se individualiza, localizado muito próximo a uma das margens das células ciliadas e com dimensões bem mais significativas, do que, os demais estereocílios. Este estereocílio, é conhecido por “quinocílio” ou “cinocílio”. Os estereocílios quanto mais próximos a este “quinocílio,” são tanto mais longos, enquanto, aqueles que se encontram mais distantes do quinocílio, são proporcionalmente, mais curtos. Em seu arranjo, todos os estereocílios encontram-se ligados entre si, em suas extremidades, através de delgadíssimo filamento ligamentoso ( de difícil visualização, inclusive, ao microscópio ) que envolve, inclusive, o “quinocílio”.

Quando as “astes” dos estereocílios são encurvadas, em direção ao “quinocílio”, estes filamentos ligamentosos delgadíssimos, que os unem, vão se “esticando” progressivamente, determinando, após certo tempo de ação deste “esticamento”, o “deslocamento” parcial, para fora do corpo celular, das astes dos estereocílios, no qual, encontravam-se implantados. Este fato mecânico, determina a abertura de inúmeros canais, nas respectivas membranas celulares, para os “íons Na+ (“sódio)” e, posteriormente, sua passagem, do líquido da perilínfa, em direção ao meio intracelular, com a conseqüente despolarização celular e geração do potencial de ação.

Em movimentos opostos dos estereocílios ( com seu afastamento do quinocílio ), portanto, em direção oposta ao mesmo, diminui a tensão de estiramento, sobre os referidos e delgados ligamentos filamentosos e, nestes casos, não se observa seu “deslocamento parcial,” para fora dos corpos celulares.

Portanto, em resumo, quando, em seus movimentos, os estereocílios se deslocam, em direção ao quinocílio, desencadeia-se um processo de excitação da célula receptora, em questão. Pelo contrário, quando os estereocílios se deslocam, afastando-se do cinocílio, estabelece-se uma inibição da célula receptora, em questão.

Também, neste tipo de recepção sensorial, relacionada ao equilíbrio, os cílios encontram-se mergulhados, em um líquido, conhecido por “endolínfa“, na qual, encontramos grande concentração de íon potássio ( K+ ). Entretanto, o corpo, destas células ciliadas, encontra-se envolvido por outro líquido, conhecido por ( perilínfa ), rico em íon Na+.

Com os movimentos mecânicos de deslocamentos dos estereocílios, em direção ao quinocílio, surgem processos de excitações das células receptoras, facilitando assim, a abertura de canais de cátions, sendo os íons K+, de localização endolinfática, dirigidos para o interior das células sensoriais, através dos movimentos das estruturas ciliares. Com isto, processa-se a despolarização da célula ciliada que, por sua vez, ativam os canais de cálcio, ( Ca++ ), sensíveis à voltagem existente no ambiente. Com o crecente fluxo de cálcio (Ca++), haverá maior liberação de neurotransmissores. Estes, ao atingirem os necessários níveis de concentração, estabelecem o “potencial de ação,” no mecanismo morfo-funcional aferencial da sensação do equilíbrio.

Na vigência de movimentos de deslocamentos dos cílios, em direção oposta ao quinocílio, como já foi comentado, haverá o fechamento dos canais, com conseqüente hiperpolarização das células sensoriais, diminuição dos estiramentos, bloqueio ao arrancamento das astes dos estereocílios, com bloqueio à abertura dos canais para Na+ e Ca+ ( Sódio e Cálcio ), impedimento à despolarização ciliar e sem potenciais de ações.

Portanto, as células ciliadas do sistema vestibular, em estudo ( maculares ), em suas respostas, podem reduzir ou aumentar a liberação de neurotransmissor, na

dependência da direção dos deslocamentos ciliares, em relação aos respectivos quinocílios.

## CRISTAS AMPOLARES DOS CANAIS SEMICIRCULARES

A cabeça, em seus movimentos mecânicos de aceleração, pode detectar sua posição, seja em movimentos retilíneos ou em movimentos angulares, bem como, quando o indivíduo se encontra deitado ou em posição erecta ( de pé ). Para a sensação de seus movimentos de aceleração retilínea ou “movimentos antigravitacionais”, o sistema vestibular se vale das “máculas,” estudadas no utrículo e no sáculo, sob o título: “Sensações Vestibulares e a manutenção do equilíbrio”.

Entretanto, nos movimentos de rotação da cabeça, ou seja nas acelerações ou desacelerações angulares, a cabeça se utiliza dos canais semicirculares do labirinto membranoso, nos quais, se encontram as “cristas ampolares ( figs.: 4, 10, 11, 12, 16, 22 e 29 ),” com suas células ciliadas, sensíveis à tais movimentos dinâmicos angulares.

Cada canal semicircular ( fig.: 29 ), constitui um “arco,” de tamanho significativo que, na vigência de movimentos de rotação da cabeça ( movimentos angulares ), para mais ou para menos, no sentido de sua velocidade, estabelecem modificações da velocidade relacionada à endolinfa, no interior dos citados canais. Estes movimentos, são conhecidos por “movimentos de aceleração e de desaceleração angulares”.

Entretanto, quando a cabeça inicia seu movimento angular ( de rotação ), a endolinfa encontra-se em “inércia” e, seu movimento inicial sofre um “retardo” relativo. Com este “retardo” a “ampola” do epitélio ciliado, que se encontra sobre o mesmo, se inclina, na direção oposta à rotação. Todavia, com a diminuição da velocidade de rotação ou angulação ( desaceleração angular ), esta “cúpula” é desviada, pela endolinfa, na direção do movimento, ou seja: na direção da desaceleração.

Este mecanismo morfo-funcional, é observado, nos três canais semicirculares, sendo, seus resultados, utilizados pela cabeça, para conhecimento dos movimentos dinâmicos angulares ( ou movimentos de aceleração ou desaceleração angular ) da cabeça ( fig.: 29 ).

Este sistema vestibular, reunindo seus canais semicirculares, o utrículo e o sáculo, estabelece importantes conexões reflexas centrais, através de suas “vias centrais”, com diversas e importantes estruturas anatômicas, das quais, são significativas, as seguintes:

1º) – Conexões vestibulares, com as origens dos nervos cranianos, que inervam os músculos extra-oculares ( nervos cranianos: oculomotor ( IIIº ), troclear ( IVº ) nervo abducente ( VIº ), através do “Fascículo Longitudinal Medial” do tronco encefálico ( figs.: 13, 14, 15 e 16 ).

2º) – Conexões, com os neurônios motores da formação reticular do tronco

encefálico ( Trato reticuloespinal pontino ( excitatório ) e ( Trato reticuloespinal bulbar ( inibitório ). ( fig.: 16 e Quadros: 1 e 2 ).

3º) – Conexões com os neurônios motores anteriores da medula espinal “alfa” e Neurônios motores gama ( alças gama ) ( fig.: 18 )

4º) – Conexões com o cerebelo: sinais excitatórios, a partir de núcleos centrais do cerebelo ( figs.: 10, 11, 12, 14, 15 e 16 ).

5º) – Conexões com o córtex da área 3a de Brodmann ( córtex parietal ), através de conexões intermediárias dos núcleos talâmicos dorsais ( núcleo ventral pósterolateral e núcleo ventral pósteroinferior ), tornando-se conscientes os movimentos da posição da cabeça ( fig.: 18 ). Esta associação de informações corticais reúnem: informações vestibulares, visuais e de propriocepção ( somatossensoriais ), bem como, informações cerebelares, que exercem importante influência na integração sensório-motora dos movimentos. Os núcleos vestibulares mantêm significativas conexões funcionais com os núcleos cerebelares e, diretamente, com o próprio cerebelo ( figs.: 10, 11, 12, 14, 15 e 16 ).

## SENSIBILIDADE DIRECIONAL DAS CÉLULAS CILIADAS ( MECANISMO VESTIBULAR PARA A ESTABILIZAÇÃO DOS GLOBOS OCULARES ).

Uma pessoa, em movimento, pode, subitamente, modificar a direção de seus movimentos ou mesmo, independentemente, da realização desta mudança de direção de seus movimentos, inclinar sua cabeça, em qualquer direção ( para frente, para trás ou para os lados ). Entretanto, não conseguirá, manter uma imagem estável em suas retinas oculares, pois, nestes casos, os olhos, não teriam condições, para a estabilização de uma imagem perfeita, em virtude do tempo de fixação do olhar ser extremamente curto, para formar uma imagem perfeita, em ambas as retinas.

Em semelhante situação, as “cristas ampolares” dos canais semicirculares ( fig.: 12, 14, 16 e 29 ), encaminham seus sinais ( a partir das cristas ampolares ) ao arqui-cerebelo e aos núcleos vestibulares: superior, medial e lateral do tronco encefálico. Destes núcleos, novos neurônios secundários, encaminham os impulsos aferenciais primários, através de seus axônios, ao fascículo longitudinal medial ( fig.: 13, 14, 15, 16 e 18 ) e, deste fascículo longitudinal medial ascendente, aos núcleos de origens reais, dos nervos cranianos: oculomotor ( IIIº ), troclear ( IVº ) e abducente ( VIº ) e, através da porção descendente, deste mesmo fascículo longitudinal medial, ao núcleo espinal do nervo acessório espinal ( fig.: 13, 14 e 15.6 ).

Os nervos cranianos, acima citados: ( IIIº, IVº e VIº ), são responsáveis pela inervação dos músculos extra-oculares rotatores dos globos oculares, movimentando-os, em direção igual e oposta à rotação da cabeça, enquanto, o nervo acessório espinal ( XIº ), é responsável, pela inervação de parte, dos músculos: trapézio e esternocleidomastóideo, responsáveis, pelos movimentos de rotação da cabeça ( figs.: 13, 14, 15.6, e 17 ).

## DESCEREBRAÇÃO E RIGIDEZ ESPÁSTICA

No mecanismo morfo-funcional, do processo de descerebração, uma das causas, mais constantes, consiste no bloqueio dos fortes impulsos excitatórios, do córtex cerebral, dirigidos aos núcleos reticulares bulbares ( que são inibitórios ), os quais, com este bloqueio, perdem a capacidade de inibição dos estímulos excitatórios pontinos ( Trato reticuloespinal pontino ). Ver, às páginas 29: ”Mecanismos morfo-funcionais entre o antagonismo excitatório/inibitório e a ação dos núcleos pontinos e bulbares, da Formação Reticular” e o ( “QUADRO: 1 ), às págs. 30 .

Assim, este trato reticuloespinal pontino excitatório, devido à inibição imposta ao trato reticuloespinal bulbar inibitório, se torna absoluto, no processo de excitação, pois, conta também, com a perda da excitação descendente, oriunda dos núcleos vermelhos. ( rubros ) e dos núcleos da base, sobre o referido trato reticuloespinal bulbar inibitório. Conseqüentemente, com este significativo bloqueio à estimulação dos núcleos inibitórios “reticuloespinais bulbares”, “desliga-se o sistema inibitório vestibulo-bulbar”, por absoluta falta de excitação sobre o “sistema reticular bulbar inibitório”. Tal situação anatômica morfo-funcional, leva os músculos antigravitacionais a se tornarem rígidos, portanto, com elevado grau de espasticidade.

Frente a tal hiperatividade do sistema excitatório pontino os músculos antigravitacionais se tornam extremamente rígidos e significativamente espásticos, principalmente, para os músculos do pescoço, do tronco e músculos extensores dos membros inferiores ( Quadro 1 ).

## CONEXÕES VESTIBULARES NA ESTRUTURA INTERNA DO TRONCO ENCEFÁLICO E A COORDENAÇÃO E CONTROLE DOS MOVIMENTOS CONJUGADOS DE LATERALIDADE ENTRE OS GLOBOS OCULARES E O MOVIMENTO DA CABEÇA

Os estímulos necessários ao estabelecimento dos movimentos de lateralidade dos globos oculares, conjugados ou sincronizados aos movimentos da cabeça, têm, como principais origens, os estímulos corticais frontais ( córtex ocular frontal, na segunda circunvolução frontal ), para a realização de movimentos exploratórios voluntários dos globos oculares, associados aos estímulos visuais, oriundos do córtex visual occipital, para movimentos exploratórios dos globos oculares, porém, de natureza automática ( fig.: 17 ).

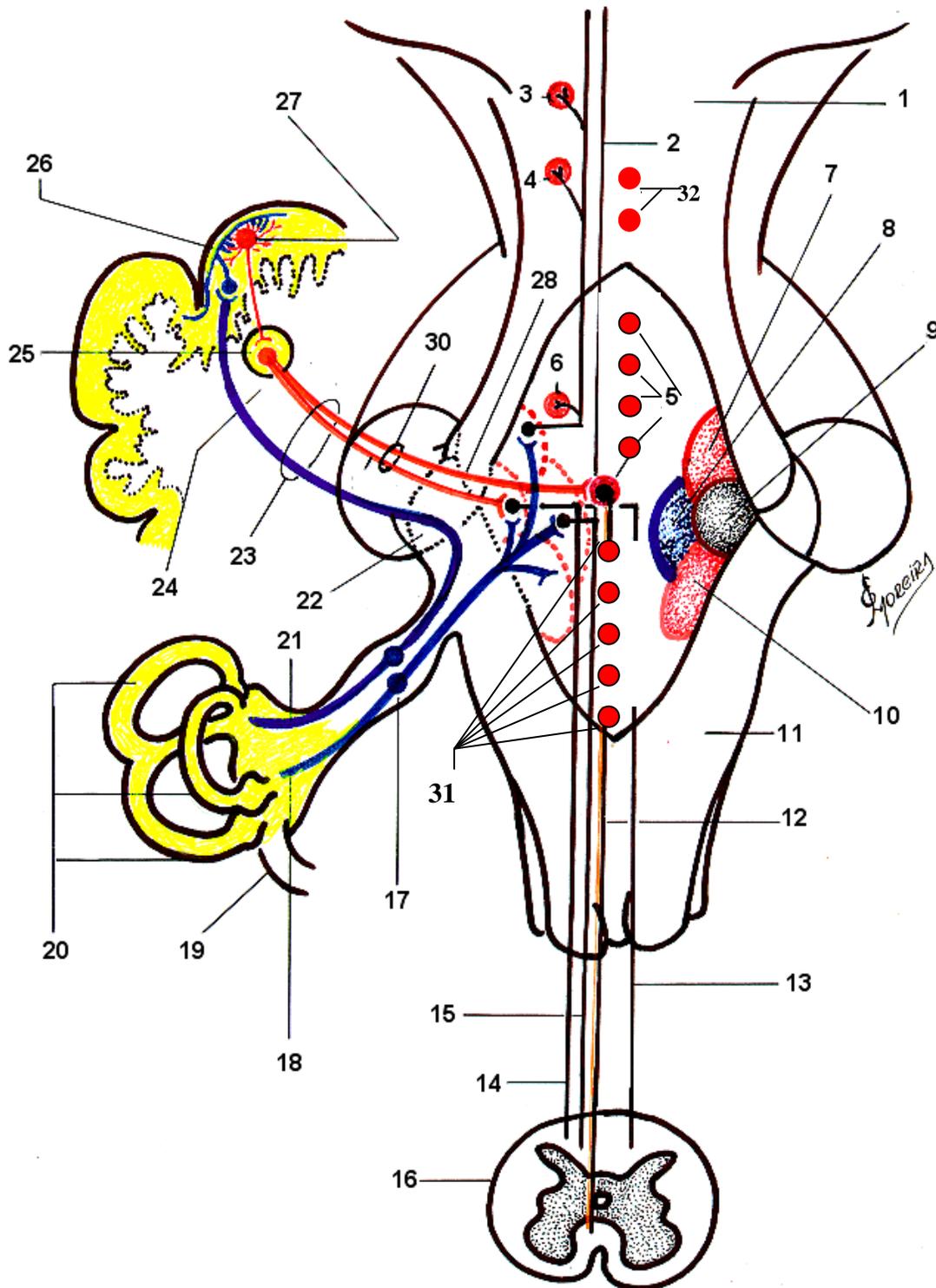
Neste contexto, também existem conexões de natureza reflexa, responsáveis pelos movimentos dos globos oculares, de forma conjugada, em direção à fonte

produtora de estímulos visuais e auditivos, tendo os “núcleos vestibulares do tronco encefálico,” como principais responsáveis, pela coordenação dos movimentos dos olhos e da cabeça ( fig.: 17 ).

Portanto, o controle e sincronização, dos movimentos oculares, necessários à visão binocular, é realizado, principalmente, através do fascículo longitudinal medial ( figs.: 13, 14, , 15.5, 15.6, 16 e 17 ).

Para a realização da coordenação e controle destes movimentos conjugados de lateralidade, entre os globos oculares e a cabeça, foi proposta e comprovada a existência de um centro coordenador reflexo, conhecido como “Centro reflexo reticular” ( fig.: 17 ) , coordenador dos “movimentos conjugados de lateralidade dos globos oculares”, ligado, funcionalmente, aos músculos: reto lateral de um dos globos oculares ( homolateral ) e ao músculo reto medial do globo ocular ( contralateral, ( fig.: 17 ).

Arquicerebelo, Núcleos Vestibulares, Tronco Encefálico e Medula



Núcleo e vias vestibulares e suas conexões com: Medula espinal, formação reticular e núcleos dos: IIIº, IVº e VIº nervos cranianos.

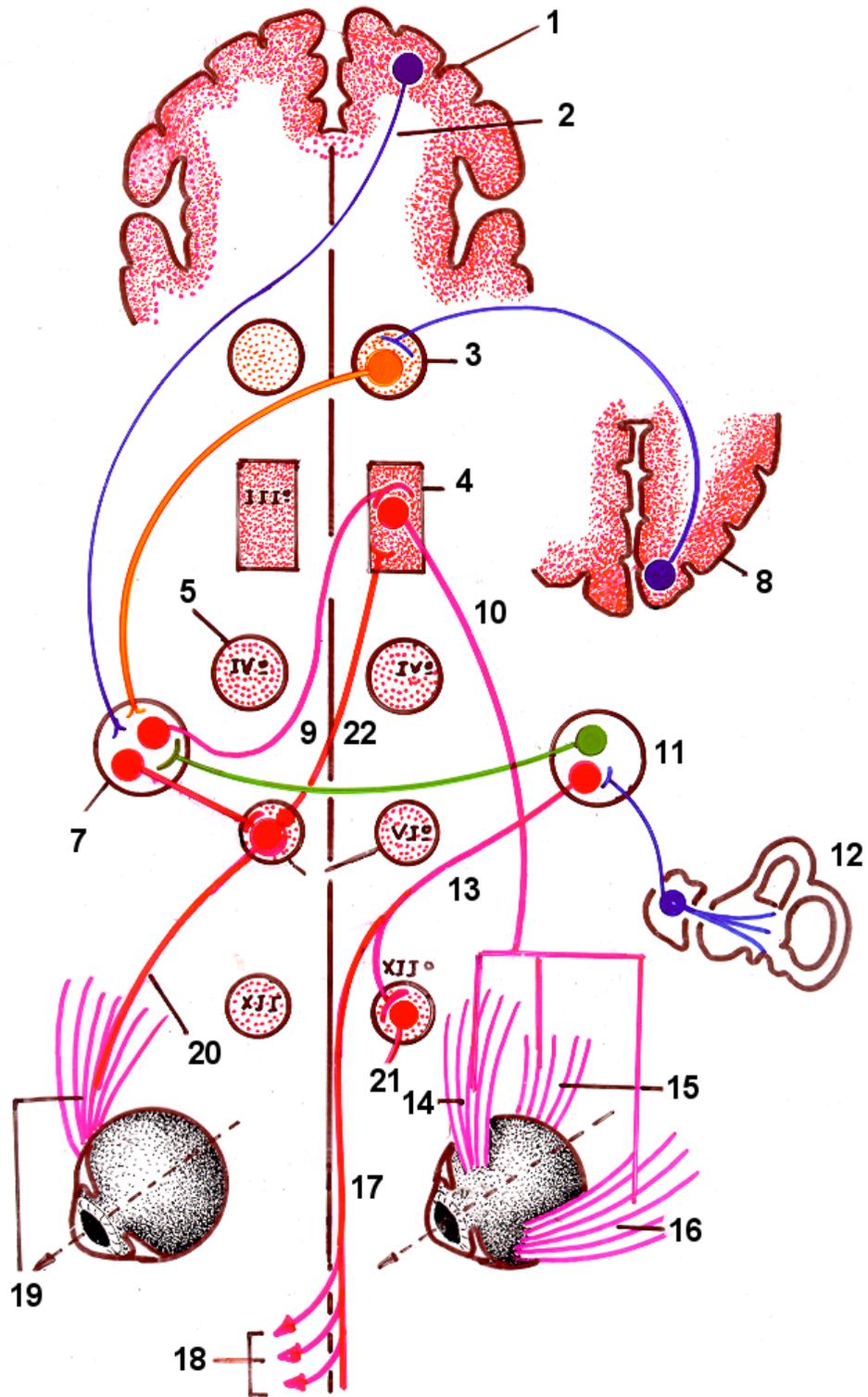
FIG.16

## NÚCLEOS E VIAS VESTIBULARES

### ( LEGENDA DA FIGURA: 16 )

- 1 – mesencéfalo
- 2 – fibras ascendentes do fascículo longitudinal medial ( F.L.M. ).
- 3 – núcleo de origem real do nervo oculomotor ( IIIº nervo craniano ).
- 4 – núcleo de origem real do nervo troclear ( IVº nervo craniano )
- 5 – Alguns núcleos da formação reticular, presentes: da Ponte. ( excitatórios )**
- 6 – núcleo de origem real do nervo abducente ( VIº nervo craniano )
- 7 – núcleo vestibular superior
- 8 – núcleo vestibular medial
- 9 – núcleo vestibular lateral
- 10 – núcleo vestibular inferior
- 11 – medula oblonga ( bulbo )
- 12 – fascículo ( ou trato ) reticuloespinal medial.
- 13 – fascículo vestibulo-espinal cruzado
- 14 – fascículo vestibulo-espinal homolateral
- 15 - fibras descendentes do fascículo longitudinal medial ( F.L.M. )
- 16 – lâmina da medula espinal
- 17 – gânglio vestibular
- 18 – fibra primária vestibular, em direção ao arquicerebelo
- 19 – início do canal coclear
- 20 – canais semicirculares: lateral, superior e posterior.
- 21 – fibra primária vestibular para o arquicerebelo
- 22 – corpo justa-restiforme
- 23 – fascículo vestibulo-cerebelar
- 24 – arquicerebelo
- 25 – núcleo fastigial, do arquicerebelo.
- 26 – fibras paralelas das células granulares do cerebello.
- 27 – células de purkinje
- 28 – fibras fastígorreticulares
- 29 – fibras fastígiovestibulares
- 30 – trato fastígio-bulbar
- 31 – Alguns Núcleos da Formação Reticular da Medula oblonga ( Bulbo ). Inibitórios**
- 32 – Núcleos da Formação Reticular do Mesencéfalo.**

**Movimentos Conjugados de Lateralidade dos Globos Oculares associados aos Movimentos da Cabeça e o “Centro Reflexo Reticular.”**



**Desenho esquemático dos mecanismos morfo-funcionais de coordenação dos movimentos conjugados de lateralidade dos globos oculares com a presença dos neurônios internucleares.**

**FIG.17**

## **COLÍCULO SUPERIOR E COORDENAÇÃO DOS MOVIMENTOS CONJUGADO DE LATERALIDADE DOS GLOBOS OCULARES**

### **( LEGENDA DA FIGURA: 17 )**

- 1 – giro frontal médio ( centro oculógiro frontal ) ( segunda circunvolução frontal ).
- 2 – fascículo geniculado ( córtico-reticular )
- 3 – colículo superior
- 4 – núcleo motor do nervo oculomotor ( IIIº nervo craniano )
- 5 – núcleo motor do nervo troclear ( IVº nervo craniano )
- 6 – núcleo motor do nervo abducente ( VIº nervo craniano )
- 7 – centro reflexo reticular ( ou núcleo para-adutor ), importante nos mecanismos morfo-funcionais dos movimentos conjugados de lateralidade dos globos oculares. associados aos movimentos da cabeça ( Centro Reflexo Reticular ).
- 8 – córtex occipital visual primário ( centro oculógiro occipital )
- 9 – conexões do centro reticular em direção ao núcleo motor do nervo oculomotor contralateral.
- 10 – nervo oculomotor orientado em direção aos músculos: reto inferior, reto superior e reto medial homolaterais.
- 11 – conjunto dos núcleos vestibulares.
- 12 – sistema de canais semicirculares e utrículo.
- 13 – conexões do fascículo vestibulo-espinhal cruzado para o núcleo de origem do nervo hipoglosso homolateral
- 14 – músculo reto medial
- 15 – músculo reto inferior
- 16 – músculo reto superior
- 17 – fascículo vestibulo-espinhal cruzado
- 18 – raiz medular do nervo acessório espinhal dirigida aos músculos: trapézio e esternocleidomastóideo.
- 19 – músculo reto lateral
- 20 – nervo abducente dirigindo-se ao músculo reto lateral homolateral.
- 21 – núcleo de origem real do nervo hipoglosso ( IIIº nervo craniano )
- 22 – fascículo longitudinal medial ( F.L.M. ).

# NÚCLEOS VESTIBULARES E REFLEXOS VESTIBULARES POSTURAIS

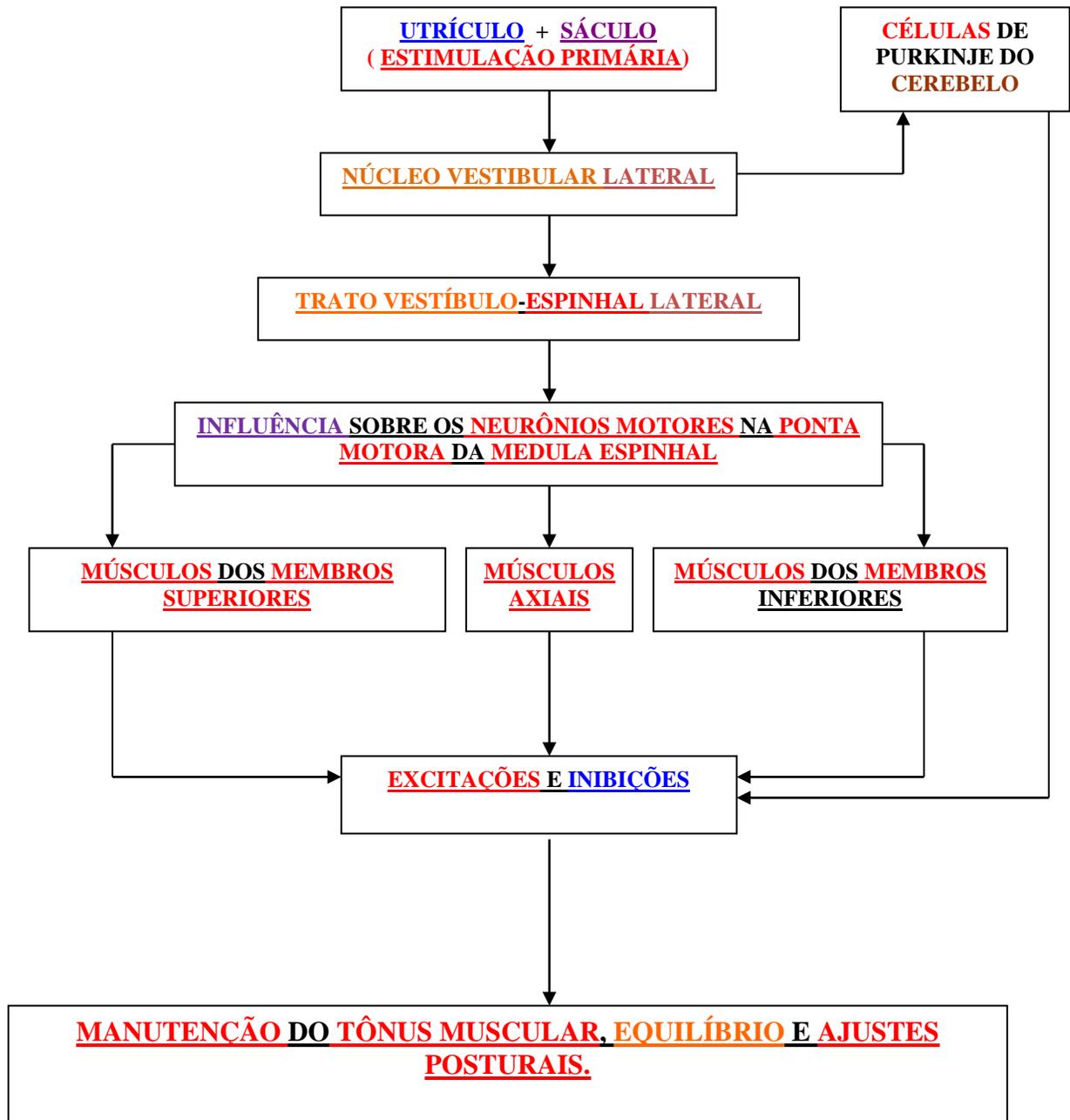


FIG.: 18

Este “centro reflexo reticular”, localiza-se próximo à origem real do nervo abducente ( VIº nervo craniano ) ( fig.: 17 ) e que, em virtude desta proximidade do nervo abducente, foi também, chamado de núcleo para-adutor ( fig.: 17 ). Conforme se observa nesta figura 17, os axônios com origens neste núcleo, dirigem-se à origem real homolateral do nervo abducente ( VIº nervo craniano ), da qual, outros neurônios dirigir-se-ão ao músculo reto lateral homolateral do globo ocular ( fig.: 17 ).

Simultaneamente, outros axônios, também, com origens neste núcleo reticular, assim como, no núcleo de origem do nervo abducente homolateral ( interneurônios internucleares ), encaminhar-se-ão para o núcleo de origem real do complexo oculomotor contralateral ( subnúcleo destinado à origem da inervação do músculo reto medial ). Deste subnúcleo, novos neurônios enviarão seus axônios ( agora homolaterais ) ao músculo reto medial homolateral, determinando assim, o movimento conjugado de lateralidade dos globos oculares, associado ao movimento da cabeça, no mesmo sentido do referido movimento conjugado dos globos oculares, em virtude da inervação da raiz medular do nervo espinhal acessório ( XIº ) nervo craniano ), intermediado pelo fascículo longitudinal medial ( figs.: 14 e 17 ) e conseqüente ação dos músculos: trapézio e esternocleidomastóideo, inervados pela raiz medular cervical do XIº nervo craniano ( nervo espinhal acessório ) ( fig.: 17 ).

Estas são ações, cujos impulsos, como foi visto, originam-se no centro oculocefalógiro frontal e relacionado, como já foi ventilado, aos movimentos exploratórios voluntários. ( figs.: 14 e 17 ).

Todavia, outros impulsos simultâneos, partem do córtex occipital ( área 19: centro oculógiro occipital, ( fig.: 17 ) e se dirigem ao colículo superior homolateral, do qual, emergem outros axônios que, em direção descendente,  cruzam a linha média, terminando no “Centro Reflexo Reticular” ( ou núcleo para-adutor contralateral ), do qual, emergem axônios em direção aos núcleos de origens dos nervos: abducente homolateral ( VIº nervo craniano ) e complexo oculomotor contralateral ( IIIº nervo craniano ) ( fig.: 17 ).

Estes impulsos, com origens na área visual do córtex occipital, são responsáveis pelos movimentos exploratórios automáticos.

Portanto, nos mecanismos de coordenação dos movimentos conjugados de lateralidade dos globos oculares, associados aos movimentos da cabeça, integram-se impulsos das áreas voluntárias frontais e impulsos das áreas visuais automáticas occipitais. Lesões do “Centro Reflexo Reticular” em foco, ( núcleo para-abducente ), ou mesmo, do fascículo longitudinal medial, determinam distúrbios destes movimentos conjugados de lateralidade dos globos oculares, inclusive, paralisia dos músculos necessários ao estabelecimento destes movimentos conjugados de lateralidade.

## IIº) - PARTE COCLEAR DO SISTEMA VESTÍBULO-COCLEAR

### “ A CÓCLEA ”

A “Cóclea”, parte auditiva da orelha interna, tem origem, na porção distal do otocisto ( região sacular ), representando, portanto, parte integrante do labirinto membranoso, envolvido pelo labirinto ósseo ( figs.: 1, 2, 4, 29 e 30 ).

Constitui-se assim, em virtude do crescimento e movimento em “espiral,” desta parte do sáculo, uma formação tubular, no interior da qual, forma-se, longitudinalmente, a “rampa ou escala média”, também conhecida por “Ducto Coclear”, no interior do qual, circula a “endolinfa”, com grande concentração de K+ ( figs.: 1, 2, 3, 4 e 30 ). A “rampa média” ( ou Coclear ) encontra-se limitada superiormente, pela delgadíssima “membrana de Reissner” ( figs.: 2, 3 e 4 ) ou “membrana vestibular”, que a separa da “rampa vestibular” ( fig.: 3 ), porém sem influência sobre as ondas sonoras. Inferiormente, de forma contínua e ascendente, em espiral, também, pela “membrana basilar, que a separa da “rampa ou escala timpânica” ( figs.: 2 e 3 ). No interior das rampas: vestibular e timpânica, circula o líquido conhecido por “perilínfa”, no qual, há grande concentração de Na+ ( fig.: 4 ).

Portanto, a “rampa média” ( ou coclear ) desenvolve-se entre duas cavidades alongadas e em formato espiralado, as quais, em suas extremidades ou ápices, se intercomunicam, através, do “helicotrema”, facilitando, assim, a comunicação, entre estas duas rampas: ( vestibular, superiormente e timpânica, inferiormente ) ( fig.: 3 ), no interior das quais, circula a perilínfa ( figs.: 2 e 3 ), onde há grande concentração de sódio ( Na+ ).

Separando, a parede interna da orelha média, da rampa vestibular, encontramos a membrana da “janela oval” ( fig.: 3 e 30 ). Pouco mais abaixo da mesma parede interna, da orelha média, localizamos a membrana da janela redonda ( figs.: 2A e 3 ), que separa a mesma cavidade ( orelha média ), da rampa ( ou escala timpânica ) ( fig.: 3 ). Assim, entre as aberturas das duas janelas, desenvolve-se a raiz da cóclea ou “escala média” ( figs.: 3 e 30 ).

Em seu percurso longitudinal, na base da cóclea, a “membrana basilar” ( fig.: 3 ), tem sua espessura umentada, em torno de cinco ( 5 ) vezes, sua dimensão inicial. Entretanto, paradoxalmente, em relação à tensão, que se forma, sobre esta membrana basilar, constata-se que, nas regiões basais da cóclea ( origem ou região proximal ), nas quais, ela é, portanto, mais delgada ( mais fina ), a referida pressão, é bem maior do que aquela encontrada, nas regiões distais do ducto coclear, nas quais, esta membrana é bem mais espessa. ( fig.: 3 ).

Tais circunstâncias concorrem para a melhor qualidade das respostas tonotópicas desta membrana basilar ( fig.: 3 ).

Assim, as partes basais ( iniciais ) da mesma, regiões nas quais, o epitélio ciliar é mais curto e mais rígido, são mais sensíveis aos sons de alta frequência. Isto, naturalmente, leva-nos a concluir que, nas partes basais ( iniciais ) da cóclea, tonotópicamente, reúnem-se as condições para sons agudos, enquanto, nas partes distais, nas quais o epitélio ciliar é mais longo e menos rígido, encontramos melhores condições para a audição de sons mais graves ( fig.: 3 ). A orelha média recebe ondas sonoras, oriundas do meio aéreo, que são encaminhadas à membrana timpânica e, através de mecanismos, entre os três ossículos da orelha média, retransmite os sons aéreos, através de ondas compressivas, sobre a janela oval, em direção à rampa vestibular ( figs.: 3 e 30 ). Portanto, ondas sonoras, que viajarão, agora, através do meio líquido ( perilínfa ), ocorrendo assim a transdução do estímulo sonoro, de um meio aéreo, para o meio líquido ( figs.: 2 e 3 ). Todavia, a “escala vestibular”, através do “helicotrema” é contínua, como já foi visto, com a “rampa timpânica” ( fig. : 3 ), sendo ambas, preenchidas pela perilínfa e que constituirão o meio líquido, através do qual, o som se propagará, já transduzido, a partir da orelha média ( figs.: 2, 3 e 4 ).

Sendo este sistema das duas “rampas” fechado e, por outro lado, na impossibilidade de se comprimir a perilínfa, os movimentos oscilatórios do estribo contra a janela oval, são transmitidos inteiramente à janela redonda, da escala timpânica. Assim, os movimentos oscilatórios, pressionando a janela oval, são transmitidos à rampa vestibular, passando, posteriormente, através do helicotrema, à rampa timpânica e, através da janela redonda, sobre a orelha média, determinando finalmente, idênticos movimentos oscilatórios, sobre o “ducto coclear” ( ou rampa média ). Portanto, envolvendo o “Órgão de Corti”.

Neste mecanismo, inclui-se, também, a membrana basilar, sobre a qual, se encontra, anatomicamente instalado, o longo órgão de Corti ( figs.: 2.B, 2.C e 04 ).

Com este movimento oscilatório basilar, o epitélio ciliar do Órgão de Corti ( figs.: 2.C e 04 ), é estimulado, aparcendo, assim, o “processo de despolarização das membranas e, conseqüentemente, surgindo o necessário “potencial de ação”, nos neurônios do gânglio espiral ( ou coclear ) ( fig.: 2.B ).

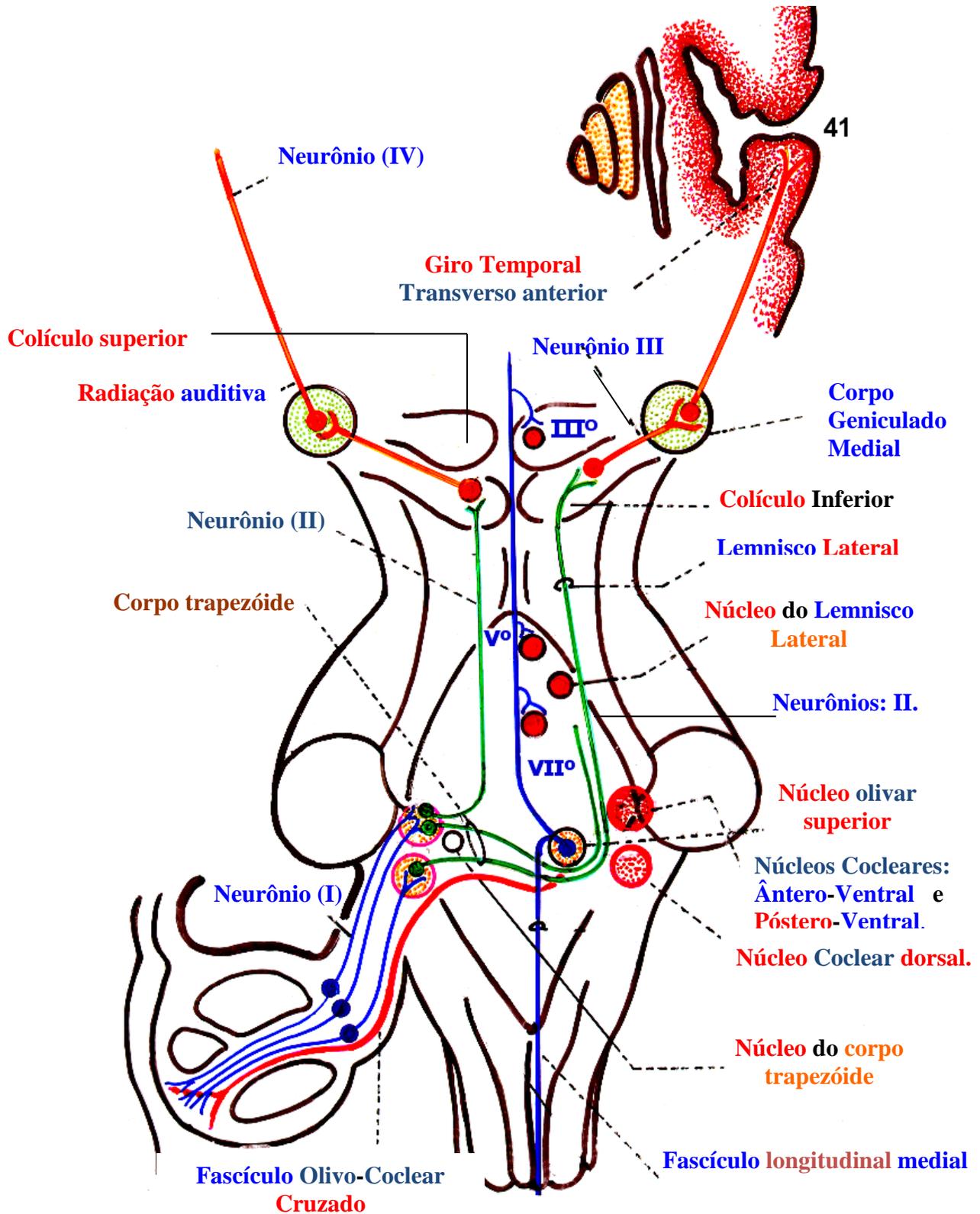
A perilínfa das rampas: vestibular e timpânica ( figs.: 03 e 04 ), apresenta constituição química, semelhante ao líquido extra-celular, ou seja: rica em sódio (Na<sup>+</sup>) e pobre em potássio (K<sup>+</sup>).

No mecanismo de manutenção do equilíbrio, entre os teores de sódio Na<sup>+</sup> e potássio K<sup>+</sup>, desempenha significativa ação, a estria vascular do ducto coclear, que facilita a entrada de potássio K<sup>+</sup> para a endolínfa ( cuja constituição é semelhante ao líquido intra-celular e, simultaneamente, a saída de sódio Na<sup>+</sup>. Além do mais, neste mecanismo de modificações de cargas elétricas, conta-se, com um excesso de potencial elétrico, em torno de 160 mV, entre a endolínfa e o interior das células ciliadas, sendo esta diferença, o suficiente para determinar o processo de despolarização neural da célula ciliada, no processo de transdução sonora ( fig.: 2.C ).

As células ciliadas, no caso, são os neurorreceptores neurosensoriais dos estímulos sonoros ( figs.: 2C e 04 ).

Estas células neurorreceptoras, localizam-se sobre a membrana basilar ( figs.: 03 e 04 ), em toda a extensão do ducto coclear.

**VIA AUDITIVA, COM QUATRO ( 4 ) NEURÔNIOS:  
I, II, III E IV.**



Através desta via, a maioria dos impulsos auditivos chegam à área 41 de Brodmann. Outras vias utilizam diferentes núcleos do tronco encefálico ( ver Fig. 07 )

**FIG.19**

## MECANISMO MORFO-FUNCIONAL DE TRANSMISSÃO DOS SONS DAS AURÍCULAS AO “ÓRGÃO DE CORTI”.

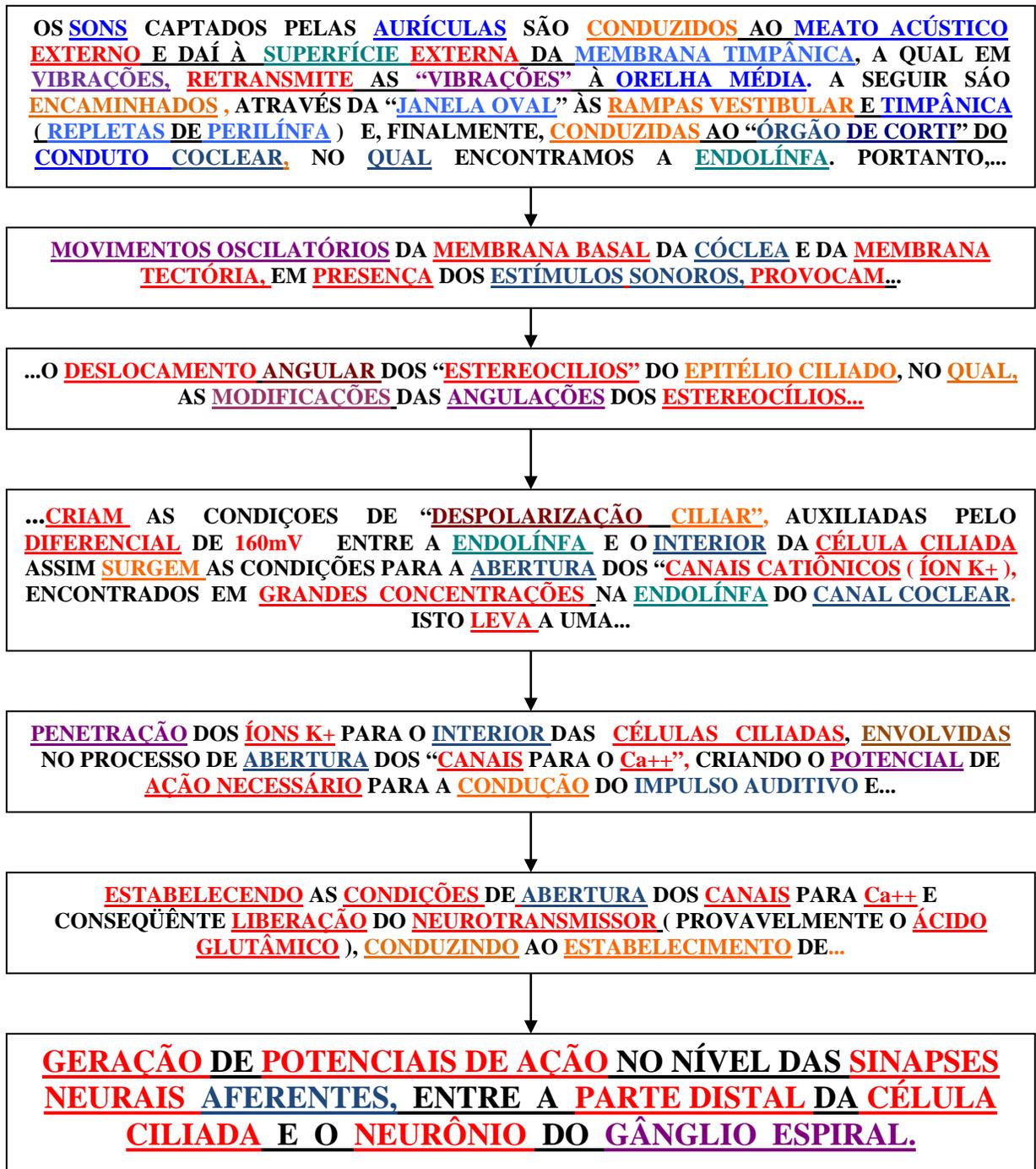


FIG.: 20

Este apresenta, ao final de seu desenvolvimento, um comprimento de, aproximadamente, 3,4 milímetros, estruturado, no “Órgão de Corti” ou “ganglio de Corti” ( órgão da audição ), responsável pela transdução dos sons da orelha interna e que se localiza, ao longo do duto cóclear, em suas duas voltas e meia ( fig.: 2B, 2C, 3 e 4 ). No órgão de Corti, são encontrados, dois tipos de células ciliadas: epitélio ciliado externo e epitélio ciliado interno, os quais, apresentam em seus ápices ( fig.: 2C ), estruturas filamentosas, conhecidas por “estereocílios, que se aproximam ou se afastam ( dependendo da onda sonora: maior ou menor ) da face inferior da “membrana tectória ( figs.: 2.B, 2.C e 04 )”, na qual, se incrustam à profundidades variáveis ( figs: 2B, 2C e 04 ). Em torno destas células ciliadas, são observadas outras “células de sustentação”, responsáveis pela fixação do epitélio ciliado ( células pilares e células falangeais ) ( fig. 2 ), que isolam as células ciliadas. As “células falangeais” externas, relacionam-se ao epitélio ciliado externo e às sinapses localizadas em torno da região basal das células externas, enviando além disso, uma conexão proximal ao encontro da região apical das células ciliadas externas. Conexão esta, conhecida por “processo falangeal” ( fig.: 2, 2B e 2C ).

As células falangeais internas, não apresentam estes processos, o que facilita a maior aproximação, entre a célula ciliada interna e suas conexões de terminais nervosos ( fig.: 2C ). As células pilares internas e externas, fixam-se, através de articulações firmes em seus processos apicais e às células ciliadas proximais ( fig.: 2, 2B e 2C ). Este processo de inúmeras junções ( articulações ), extremamente fechadas, entre processos apicais, falangeais e células pilares, incluindo as bordas do epitélio ciliado externo e interno, formam um poderoso mecanismo de isolamento, não apenas do corpo do epitélio ciliado, como também, forma um isolamento da endolinfa situada no interior da escala média ou coclear ( figs.: 2B e 2C ).

A “membrana tectória” localiza-se, em todo o percurso do ducto coclear ( fig.: 2B e 2C ), pouco acima do epitélio ciliado externo do órgão de Corti. Trata-se de uma membrana, cuja estrutura é de natureza polissacarídica ( acelular ), na qual encontramos uma matriz colagênica, em sua face inferior, na qual, na vigência dos eventos sonoros, os estereocílios aprofundam-se, principalmente os estereocílios externos. O movimento, entre a membrana basilar e a membrana tectória, na vigência de eventos sonoros, estabelece uma variável e contínua modificação das distâncias, entre a superfície inferior desta membrana tectória e as extremidades dos estereocílios, criando assim, movimentos angulares dos estereocílios e do corpo celular, em relação à membrana basilar ( fig.: 02 ). A modificação de direção ( angulação ), estabelece uma distorção mecânica nesta célula ciliada, sendo isto, suficiente para alterar as cargas elétricas da membrana ciliar, surgindo, assim, a despolarização ciliar, necessária ao aparecimento do potencial de ação, para aparecimento e condução, do impulso auditivo. Assim, com os movimentos oscilatórios da membrana basilar, inicia-se o deslocamento mecânico angular dos estereocílios, localizados no ápice do epitélio ciliar ( fig.: 2.C ), criando, desta forma, as condições para a abertura dos canais castiônicos ( íon K<sup>+</sup> ), com a penetração deste íon K<sup>+</sup>, em direção ao interior da célula ciliada. Estabelece-se, com este mecanismo, um diferencial elétrico do potencial, que conduzirá ao processo de despolarização da célula ciliada, ocasião em que, se verificará a abertura dos canais para o Ca<sup>++</sup>.

Com este fluxo de Ca<sup>++</sup>, Estabelece-se a liberação do neurotransmissor, levando à geração de um potencial de ação, no nível da sinapse do neurônio aferente do gânglio espiral e à célula ciliar, em sua porção dista ( fig.: 20 ).

Até o presente, o neurotransmissor encontrado nestas sinapses, ainda não foi, definitivamente, confirmado, todavia, há significativos indícios de que seja o “ácido glutâmico” ( fig.: 20 ). A membrana basilar, em toda a extensão do conduto coclear, recebe a implantação dos epitélios ciliares, havendo, neste processo morfológico, uma grande especificidade funcional, ou seja, cada parte da membrana basilar, responde, especificamente, a sons de freqüências específicas ( tonotopia ), criando estas freqüência, entre sons: graves e agudos.

Portanto, há uma distribuição dos receptores. Além deste fato, as células ciliadas, sensíveis a sons mais agudos ( alta freqüência ), situam-se nas regiões basais da membrana, além de possuir cílios curtos e mais rígidos, enquanto as células sensíveis à sons de baixa freqüência, sonora, localizam-se, como já foi comentado, nas regiões superiores da membrana basilar, sendo, seus cílios, longos e maleáveis.

Neste processo tonotópico, envolvem-se, através das vias auditivas: o “núcleo central do colículo inferior”, de estrutura laminada e a região ventral do núcleo geniculado medial, também, de estrutura laminar ( fig.: 24 ).

Ainda, em relação ao sistema auditivo, tem-se conhecimento, de que um número variável de neurônios, cujas origens encontram-se nos núcleos do complexo olivar superior ( homo e heterolateralmente ), envia seus axônios, com orientação, diametralmente, oposta, ou seja, tais axônios, com suas origens nos corpos neuronais, localizados nos núcleos do complexo olivar bulbar superior, de ambos os lados, projetam-se, num processo retrógrado, em direção à Cóclea ( homo e heterolateralmente ), seguindo na espessura do nervo coclear ( fig.: 19 ), constituindo o fascículo olivo-coclear cruzado ( figs.: 05 e 19 ).

Assim, é formado um fascículo ou feixe, denominado, em função de sua origem e destino, “Fascículo Olivo-coclear” ( figs.: 05 e 19 ), responsável, pela condução retrógrada dos impulsos auditivos, dos núcleos cocleares de cada lado ( figs.: 05 e 19 ).

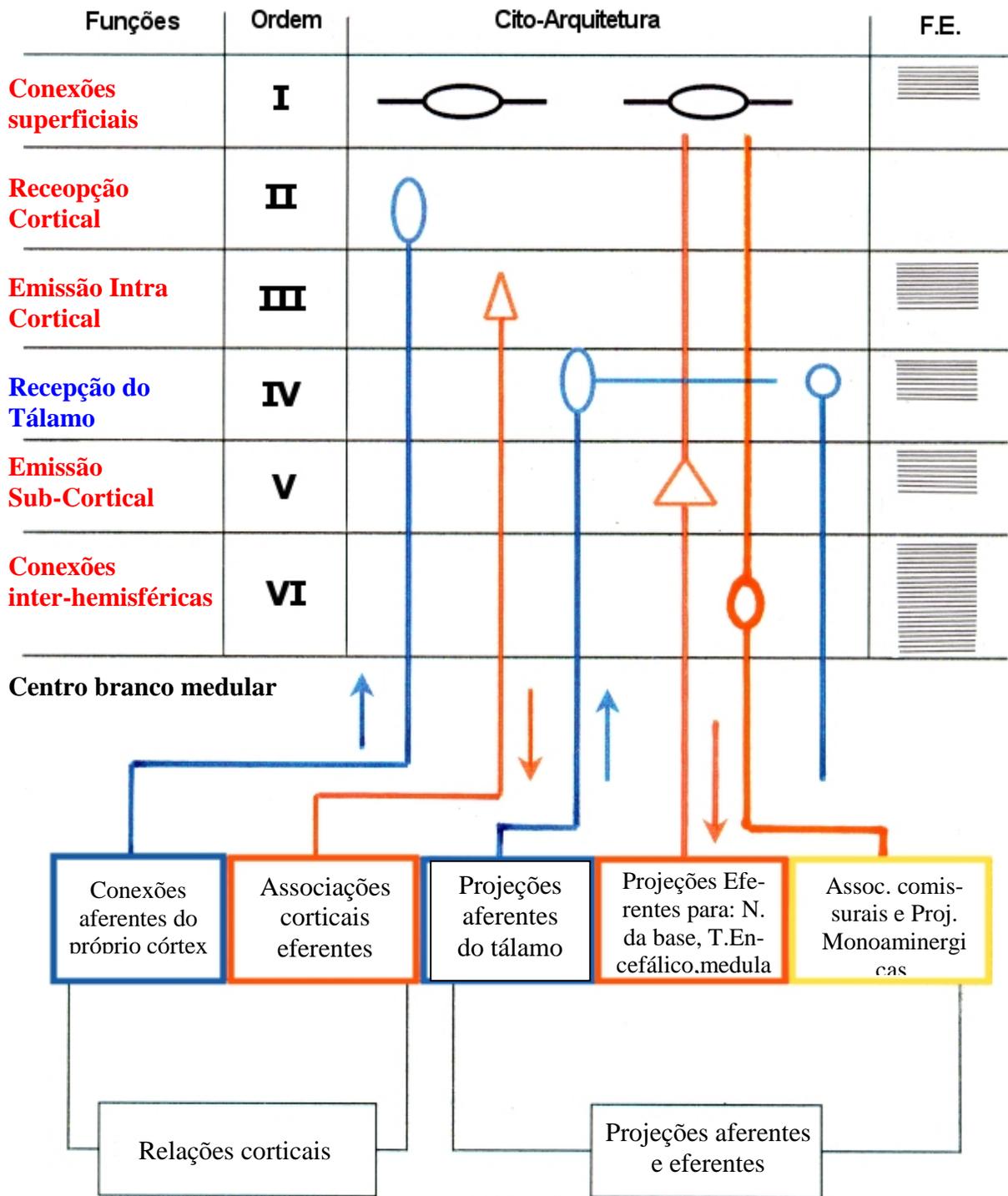
As fibras destes “Fascículos olivo-coclear retrógrado cruzado”, exercem suas ações retrógradas, no nível do epitélio ciliar externo e interno do Órgão de Corti, de formas diferentes. O epitélio ciliar sensorial auditivo externo, recebe conexões retrógradas deste fascículo olivo-coclear retrógrado ( figs.: 05 e 19 ),

Estudos laboratoriais in vitro, citados por inúmeros autores, , relatam que, as células do epitélio ciliado externo, em presença da acetil-colina, contraem-se, quando os receptores entram em contato com este neurotransmissor. Além do mais, foi constatado que, no fascículo olivo-coclear, o neurotransmissor citado, é encontrado, regularmente.

Se estas constatações in vitro, , ocorrerem, também, in vivo, com a presença de tal neurotransmissor ( acetilcolina ), dar-se-ia a contração e, conseqüente, encurtamento, deste epitélio sensorial ciliar externo, provocando, de certa forma, o afastamento dos estereocílios, localizados nas extremidades das referidas células sensoriais da membrana tectória, no Órgão de Corti ( figs.: 02 e 04 ), reduzindo, assim, o grau de sensibilidade dos referidos neurorreceptores ( epitélio ciliar externo ). Por outro lado, em relação ao epitélio sensorial auditivo interno, não foi encontrada qualquer conexão da mesmo, com o fascículo olivo-coclear. Além deste fato, sabe-se que, em relação a estes receptores ciliares, o referido fascículo olivo-coclear age, através, de sinapses inibitórias.

Portanto, este fascículo olivo-coclear, por um lado, ( em relação ao epitélio ciliar externo ), reduziria seu grau de sensibilidade auditiva e, por outro lado, ( em relação ao epitélio ciliar interno, também agiria sobre a sensibilidade ( reduzindo-a ), através de mecanismos inibitórios.

# Diagrama das Camadas do Córtex Cerebral e de Suas Relações e Projeções



Disto se conclui que, o fascículo olivo-coclear exerce ação inibitória na transdução dos estímulos auditivos (epitélio ciliar sensorial externo), bem como, por mecanismos inibitórios (epitélio ciliar sensorial interno), estando esta conclusão final, ainda em fase de observação e comprovação final ( fig.: 5 ).

O conjunto de fibras ascendentes, cuja principal função se relaciona à condução dos impulsos auditivos, sejam eles oriundos dos núcleos cocleares, dos núcleos componentes do complexo olivar superior ou do núcleo do lemnisco lateral, constituem um pequeno feixe conhecido por “lemnisco lateral” ( figs.: 05 e 19 ), situado de cada lado da porção caudal da ponte, que se torna, progressivamente, mais nítido à medida que se aproxima da região rostral da ponte e cujo destino, de cada lado, é representado pelos núcleos do colículo inferior, localizado na face dorsal do mesencéfalo inferior e muito próximo ao colículo superior (centro sináptico para fenômenos visuais) ( figs.: 5, 6, 7, 19 ).

Alguns ramos colaterais deste lemnisco lateral dirigem-se à uma formação nuclear, conhecida por “núcleo dorsal do lemnisco lateral”, do qual, novos neurônios projetam-se, também, em direção ao colículo de ambos os lados e de forma direta e cruzada. Este núcleo dorsal do lemnisco lateral, nestas circunstâncias, é uma das inúmeras estruturas anatômicas, que enviam axônios para a via auditiva (homo e hetero-lateralmente), em grupos paralelos ( fig.: 7 ).

Constata-se, portanto, que as vias auditivas se apresentam, constantemente, paralelas ( diretas e cruzadas ) o que, cl clinicamente, tem significado importante. Em geral, quando as lesões das vias auditivas centrais se relacionam apenas a um dos núcleos cocleares ( de um lado ou de outro ), não determinam perda auditiva unilateral.

Portanto, o conjunto de fibras ascendentes do lemnisco lateral termina na estrutura do colículo inferior, em sinapses com novos neurônios que, do colículo inferior, partirão em direção ao núcleo geniculado medial homolateral e contralateral, localizados no tálamo ( figs.: 5 e 7 ).

O colículo inferior, por sua vez, tem uma estrutura anatômica, que o divide, praticamente, em três regiões, como se fossem, três núcleos: Central, externo e córtex dorsal ( figs.: 7 e 24 ). Desta forma, as fibras ascendentes do lemnisco lateral, estabelecem suas sinapses, principalmente, na região central do colículo inferior de estrutura laminar e que, por este motivo, é considerada, por diversos autores, como um dos núcleos do colículo inferior. Deste núcleo laminar do colículo inferior, os axônios se reúnem em sua trajetória ascendente, em direção ao núcleo geniculado medial do tálamo ( também laminada ) homo e heterolateralmente ( fig.: 7 e 24 ).

Finalmente, a partir deste núcleo talâmico ( núcleo geniculado medial ), os impulsos auditivos são conduzidos ao córtex auditivo primário ( área 41 de Brodmann ), localizada na profundidade da fissura lateral do lobo temporal e, mais especificamente, nos giros temporais transversos de Heschl. ( figs.: 5, 6, 7 e 24 ). As duas outras partes do colículo inferior ( externa e córtex dorsal ), também, consideradas como outros núcleos do colículo inferior, encaminham seus axônios às regiões não laminares do núcleo geniculado medial, das quais, novos axônios encaminharão seus axônios para as áreas corticais altamente especializadas na interpretação da linguagem, localizadas no hemisfério esquerdo ( área de Wernicke, área 22 de Brodmann a ser estudada em “Telencéfalo” ) ( fig.: 24 ).

Ao núcleo central do colículo inferior, como já foi comentado, que apresenta uma estrutura laminada, chegam, também, as vias oriundas do complexo olivar superior, de forma direta e cruzada, o mesmo acontecendo com as vias cujas origens localizam-se no

núcleo dorsal do lemnisco lateral e as vias com origens nos núcleos coclear-dorsal e pósterio-ventral ( fig.: 7 e 24 ).

O colículo inferior, principalmente, através de sua área central ( núcleo central ), que possui estrutura laminar ( em camadas ), no qual, os diversos neurônios apresentam similaridade de percepção às seqüências sonoras máximas e, por este motivo, organizados tonotopicamente, é responsável pelo processamento dos sons necessários aos mecanismos morfo-funcionais da percepção dos sons e respectivos reflexos de ajustes auditivos quando, por exemplo, uma pessoa é subitamente envolvida por intenso processo emotivo ( medo, pavor ou pânico ) ao ouvir sons inusitados, altas horas da noite, em sua casa, com prováveis características de um arrombamento de uma porta ou de uma janela. ( figs.: 23, 24, 25 e 26 ).

Desencadeia-se, instantaneamente, a partir deste alarme, todos os mecanismos morfo-funcionais da teoria de Joseph Lê Doux do mecanismo de alarme ( complexo amigdalóide e formação hipocampal ), culminando com a “Síndrome de Emergência de Cannon” ( figs.: 24, 25 e 26 ).

Finalmente, deste colículo inferior, em seu núcleo central de estrutura laminar, os axônios partem em direção ao tálamo, terminando no núcleo geniculado medial, através do braço do colículo inferior ( figs.: 5, 6, 7 e 24 ).

O núcleo geniculado medial faz parte dos núcleos talâmicos, sendo por diversos autores, considerado, juntamente com o núcleo geniculado lateral ( relacionado à visão ), os formadores do “metatálamo”, situado na superfície pósterio-inferior do tálamo e medialmente ao núcleo geniculado lateral ( figs.: 5, 6, 7, 19 ).

Através de sua região ventral, também de natureza laminar, principal região para retransmissões auditivas, recebe fibras com impulsos do núcleo central do colículo inferior, de natureza também, laminar, e os retransmite, como já foi comentado, ao córtex auditivo primário ( fig.: 7 ). Observa-se, pelo que foi explicitado acima, identidade estrutural laminar do núcleo geniculado medial e núcleo central do colículo inferior. Devido a estes aspectos estruturais, ambos são organizados tonotopicamente.

As regiões dorsal e medial do núcleo geniculado medial recebem fibras auditivas, fibras ascendentes sensitivas, somáticas, visuais, agindo, portanto, como um centro integrador sensorial, que participa dos mecanismos morfo-funcionais do despertar. Assim ao final desta monumental cadeia polissináptica auditiva, com diversos centros sinápticos e diversas vias paralelas, ascendentes homo e heterolateralmente, chega-se, através de duas projeções distintas, ao destino final da via:

A primeira destas projeções finais, parte da região ventral do núcleo geniculado medial, em direção ao córtex auditivo primário ( área 41 de Brodmann ) localizada na superfície superior do lobo temporal, especificamente, no giro de Heschl, já comentado.

A segunda projeção, são fibras oriundas das duas outras regiões do núcleo geniculado medial e que se destinam ao córtex auditivo secundário, localizado em torno da área auditiva primária. O conjunto destes axônios ascendentes auditivos constituem a “radiação auditiva,” de cada lado ( figs.: 05, 07 e 19 ). Os dois giros de Heschl localizados no lobo temporal, próximo à região insular, apresentam estrutura colunar, nos quais neurônios sensíveis a sons de frequência similar se distribuem nas seis camadas do isocórtex, constituindo assim, pela similaridade das frequências neuronais, uma área colunar de isofrequência. Portanto, qualquer pequena estimulação sonora da membrana basilar, da cóclea do órgão de Corti, através das vias polissinápticas ascendentes ( fig.: 7 ), estimulará uma faixa de neurônios neste córtex auditivo

primário, principalmente projetadas para o isocórtex ( camadas 3 e 4 ) ( fig.: 21 ), cujas fibras estimuladoras apresentam suas origens na região ventral do núcleo geniculado medial do tálamo.

Neste contexto, o córtex auditivo na superfície lateral e superior do lobo temporal, no qual a IVª camada do isocórtex recebe o maior contingente de fibras projetadas do tálamo e se relaciona às funções lingüísticas ( área de Wernicke ) correspondente à área cortical funcional 22 de Brodmann, área importante nos mecanismos de interpretação sensorial da palavra. Esta mesma região cortical, porém, do lado oposto ( direito ), relaciona-se à interpretação do conteúdo emocional da linguagem, no momento em que, a palavra esta sendo proferida.

## IMPORTÂNCIA CLÍNICA DO CONHECIMENTO MORFOLÓGICO E FUNCIONAL DAS ESTRUTURAS DO SISTEMA AUDITIVO

Sob o ponto de vista clínico, são conhecidos dois tipos clínicos de perda da audição:

1. Surdez condutiva
2. Surdez neuro-sensorial

### 1º – Surdez condutiva:

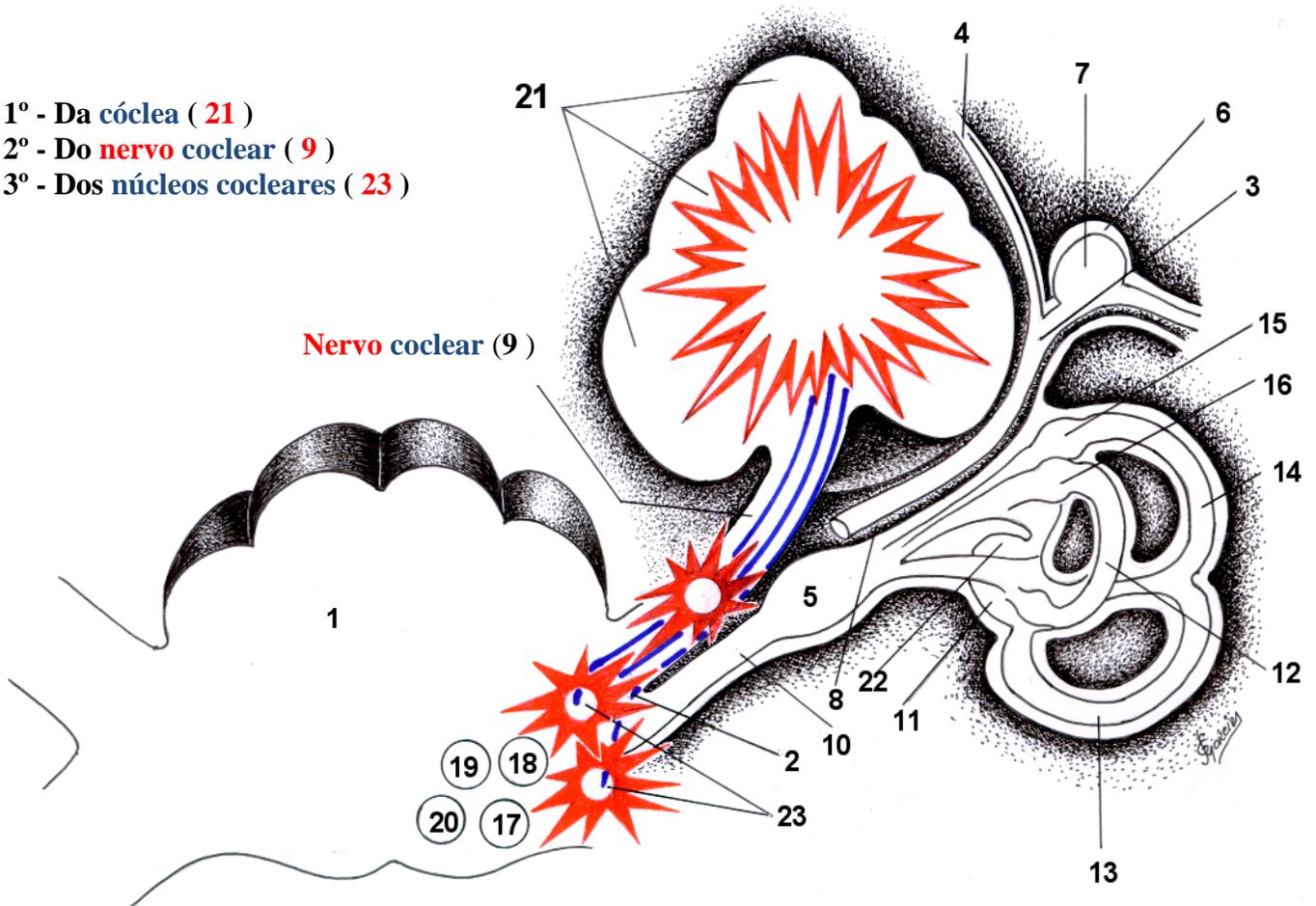
Na surdez condutiva, as possíveis etiologias, geralmente se relacionam à orelha média ( figs.: ( 2A, 3, 22 e 30 ), desaparecendo, parcial ou totalmente, os mecanismos de conversão das ondas sonoras aéreas que, através da orelha externa ( concha acústica e meato acústico externo ), chegam à orelha média e, sua passagem ou transformação, em ondas sonoras, para o meio líquido, no interior da orelha interna.

A “otosclerose,” encontra-se associada à surdez condutiva, pois, é determinada, geralmente, pelo depósito de sais de cálcio, no “estribo”, um dos ossículos da orelha média. O aumento progressivo deste depósito de cálcio, leva ao bloqueio dos movimentos normais do estribo, um dos ossículos da orelha média, danificando o mecanismo morfo-funcional de transmissão sonora, levando à diminuição da sensibilidade auditiva, por não permitir a passagem das ondas sonoras, em direção às rampas e ao Órgão de Corti.

Esta patologia ( otosclerose ), geralmente, é encontrada, em pacientes idosos.

**LESÕES DAS VIA AUDITIVAS E AS ÍNTIMAS**  
**RELAÇÕES ANATÔMICAS DAS VIAS: COCLEAR, VESTIBULAR**  
**E O NERVO FACIAL, EM SEU RESPECTIVO CANAL**

- 1º - Da cóclea ( 21 )
- 2º - Do nervo coclear ( 9 )
- 3º - Dos núcleos cocleares ( 23 )



**FIG.22**

## **LESÕES DAS VIAS AUDITIVAS**

**( LEGENDA DA FIGURA: 22 )**

- 1 – LÂMINA DE SECÇÃO TRANSVERSAL DO BULBO
- 2 – NERVO VESTÍBULO-COCLEAR
- 3 – CANAL DO NERVO FACIAL
- 4 – CANAL DO NERVO PETROSO MAIOR
- 5 – GÂNGLIO VESTIBULAR
- 6 – CAVO DO GÂNGLIO GENICULADO DO NERVO FACIAL
- 7 – GÂNGLIO GENICULADO DO NERVO FACIAL, EM SEU CAVO.
- 8 – NERVO FACIAL
- 9 – NERVO COCLEAR
- 10 – NERVO VESTIBULAR
- 11 – SÁCULO
- 12 – CANAL SEMICIRCULAR LATERAL
- 13 – CANAL SEMICIRCULAR POSTERIOR
- 14 – CANAL SEMICIRCULAR SUPERIOR
- 15 – AMPÔLA DO DUCTO SEMICIRCULAR SUPERIOR
- 16 – AMPÔLA DO DUCTO SEMICIRCULAR LATERAL
- 17 – NÚCLEO VESTIBULAR INFERIOR
- 18 – NÚCLEO VESTIBULAR LATERAL
- 19 – NÚCLEO VESTIBULAR SUPERIOR
- 20 – NÚCLEO VESTIBULAR MEDIAL
- 21 - CÓCLEA
- 22 - UTRÍCULO
- 23 – NÚCLEOS COCLEARES DORSAL E VENTRAL

Outro quadro patológico, ligado a este tipo de surdez condutiva, relaciona-se à otite média crônica, na qual, se verifica um acúmulo de secreções líquidas, na orelha média ( figs.: 01, 02, 03 e 30 ).

Podemos encontrar este tipo de surdez condutiva, nos processos traumáticos, com lesões diversas dos ossículos da orelha média ( figs. 2A, 3 e 30 ).

## 2ª) – Surdez neuro-sensorial:

Na surdez neuro-sensorial ( figs.: 22 e 30 ), geralmente as causas etiológicas relacionam-se às lesões:

1. da cóclea
2. do **nervo** coclear
3. dos núcleos cocleares
4. das **vias centrais** auditivas

Geralmente, em qualquer das lesões acima citadas, a perda da acuidade auditiva é homolateral à lesão. Todavia, quando a lesão se estabelece no nível das vias auditivas centrais, mormente acima dos neurônios originados em núcleos, como o “núcleo do corpo trapezóide” ou do “núcleo coclear dorsal”, as lesões apenas determinam diminuição bilateral da audição, sendo, a perda total da audição, em virtude da disposição anatômica, das vias centrais da audição, extremamente impossíveis ( figs.: 05 e 07 ).

Além destas considerações clínicas e morfo-funcionais, devemos chamar a atenção, para o fato de que, em virtude das diferenças anatômicas, entre as distâncias que separam o epitélio sensorial auditivo da membrana tectória, no órgão de Corti ( estereocílios ), assim como, em relação à localização do epitélio sensorial no órgão de Corti e sua localização em relação às regiões basais ou rostrais da membrana basilar, bem como, em relação às dimensões destes elementos neuro-receptores auditivos: ( mais curtos e menos maleáveis nas bases cocleares e maiores e, por isto, mais maleáveis nas regiões rostrais cocleares, as lesões podem se relacionar à distribuição tonotópica dos receptores neuro-sensoriais, impossibilitando a localização de sons contralaterais e discernimento de suas respectivas freqüências.

Os nervos: coclear ( auditivo ) e vestibular, em virtude da estreita relação anatômica, que mantêm, em suas origens reais e trajetos, apresentam, frequentemente, distúrbios simultâneos.

Assim, por exemplo, na “Doença de Menière”, encontramos ao exame clínico, bilateralmente:

1. progressiva diminuição da audição
2. zumbidos nos ouvidos
3. nistágmo
4. vertigens
5. náuseas

Ao exame anatomopatológico dos casos, constatamos: edema, com grande dilatação, dos canais semicirculares, além da própria cóclea ( que também, mantém, endolinfa ) e progressiva perda do epitélio ciliar externo.

# DESENHO ESQUEMÁTICO DA TEORIA DE JOSEPH LE DOUX

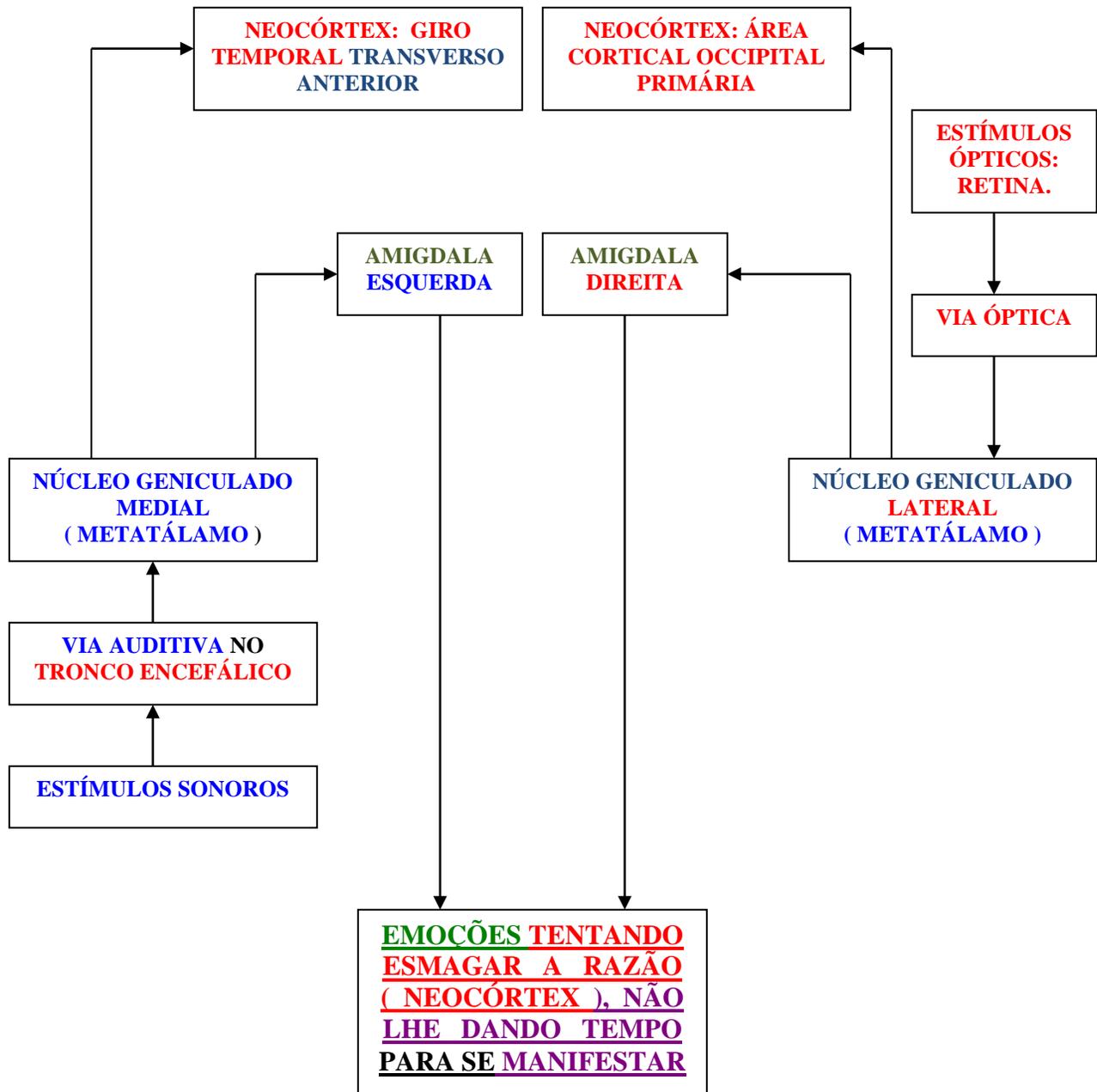


FIG.: 23

Geralmente, este quadro, é relacionado a um excessivo aumento da endolinfa seguido de bloqueio do ducto endolinfático, ou então, de transtorno, no processo de reabsorção da endolinfa.

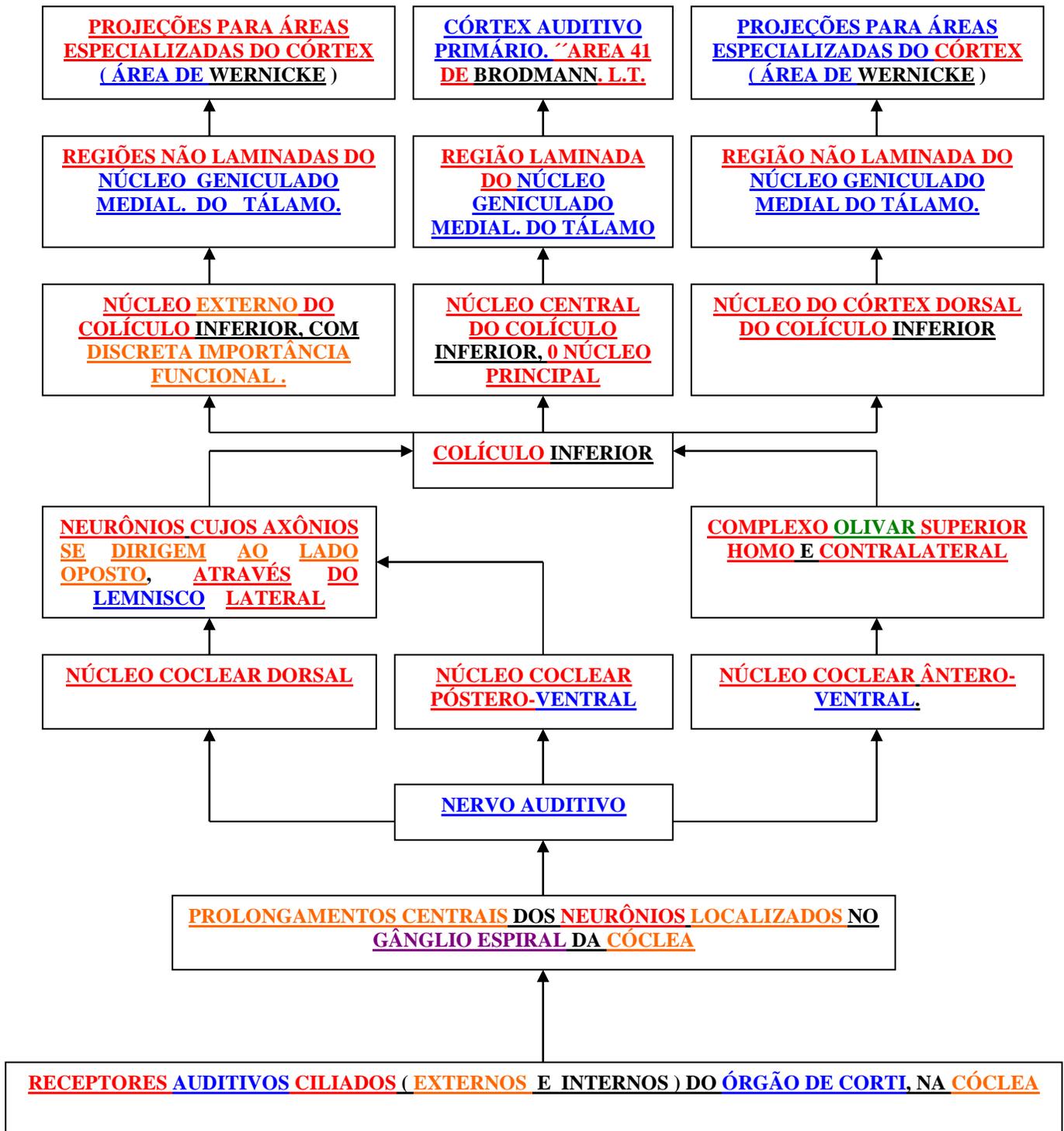
O aumento excessivo da endolinfa, pode levar à rotura do labirinto membranoso, com conseqüente passagem da endolinfa, para os espaços ocupados pela perilínfa ( escalas ou rampas: vestibular e timpânica ), com distúrbios transitórios no processo de despolarização das fibras aferentes vestibulares , em virtude das modificações das concentrações do íon K+ nos espaços perilinfáticos do labirinto ósseo.

Na “Síndrome de Wallenberg,” relacionada, etiologicamente, à oclusão ou trombose da artéria cerebelar ínfero-posterior ou da artéria vertebral, na qual, entre outras lesões, constatamos lesões dos núcleos vestibulares e lesões dos núcleos cocleares: dorsal e ventral ( ver: capítulo sobre as “considerações anátomo-clínicas sobre o tronco encefálico”), ao exame clínico do paciente, geralmente constatamos:

1. perda auditiva homolateral à lesão ( lesão dos núcleos cocleares )
2. nistágmo. Mais evidente ao movimentar os olhos em direção ao lado lesado. Lesões dos núcleos vestibulares, principalmene do núcleo superior que, muito próximo ao núcleo de origem do nervo abducente, transfere o estímulo aos interneurônios internucleares, acionando os músculos: reto lateral homolateral e reto medial contralateral.
3. Náuseas reflexas ( lesão do núcleo dorsal motor do nervo vago ) e do núcleo ambíguo ( branquiomotor ).
4. ataxia do lado lesado ( lesão do trato espino-cerebelar anterior (  cruzado ) e dos núcleos vestibulares ou do próprio cerebelo ).

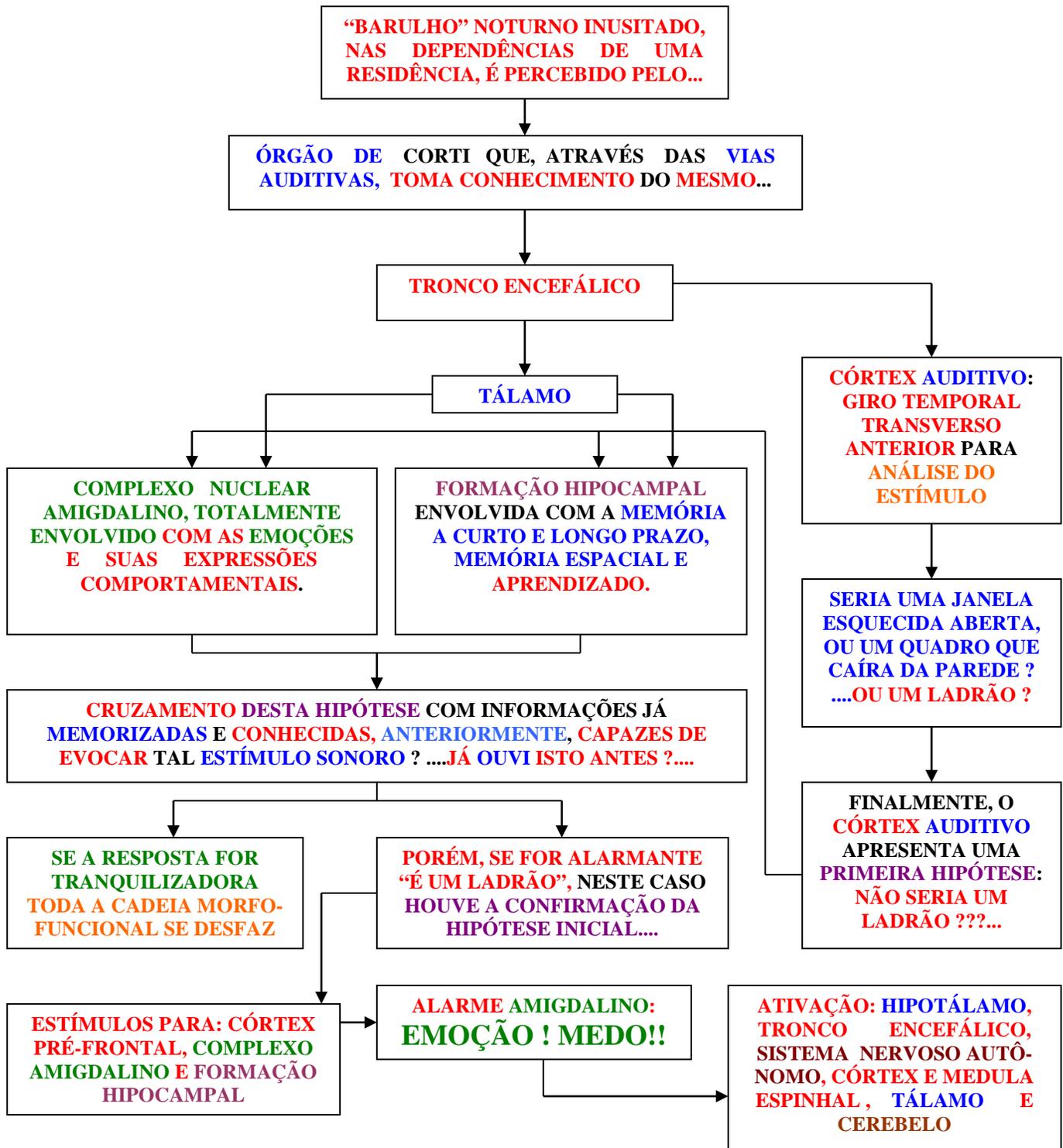
As lesões acima, podem alcançar o “Sistema ântero-lateral da medula espinhal, com o envolvimento dos grandes tratos ascendentes aferenciais sensoriais, determinando, perdas contralaterais da sensação dolorosa e da temperatura (  quente e frio ). Quando as lesões se estendem ao trato espinhal do nervo trigêmeo e respectivo núcleo de origem, podemos constatar, também, perda das sensações da dor e da temperatura na face, podendo, inclusive, levar ao aparecimento de distúrbios proprioceptivos trigeminais, inclusive, problemas de ordem motora, como dificuldade para a articulação da palavra falada, por dificuldade nos movimentos da mandíbula, além de diversos graus de disfagia, devido à proximidade das lesões de núcleos branquiomotores ( núcleo ambíguo ): nervo glossofaríngeo, nevo vago, acessório, além de disfunções neurovegetativas, pois, na referida síndrome, podem ser lesadas as vias descendentes hipotalâmicas do Sistema Nervoso Autônômico, relacionadas à inervação do sistema parassimpático ( crânio-sacral ) e do sistema simpático ( tóraco-lombar).

## QUADRO SINTÉTICO DO SISTEMA AUDITIVO



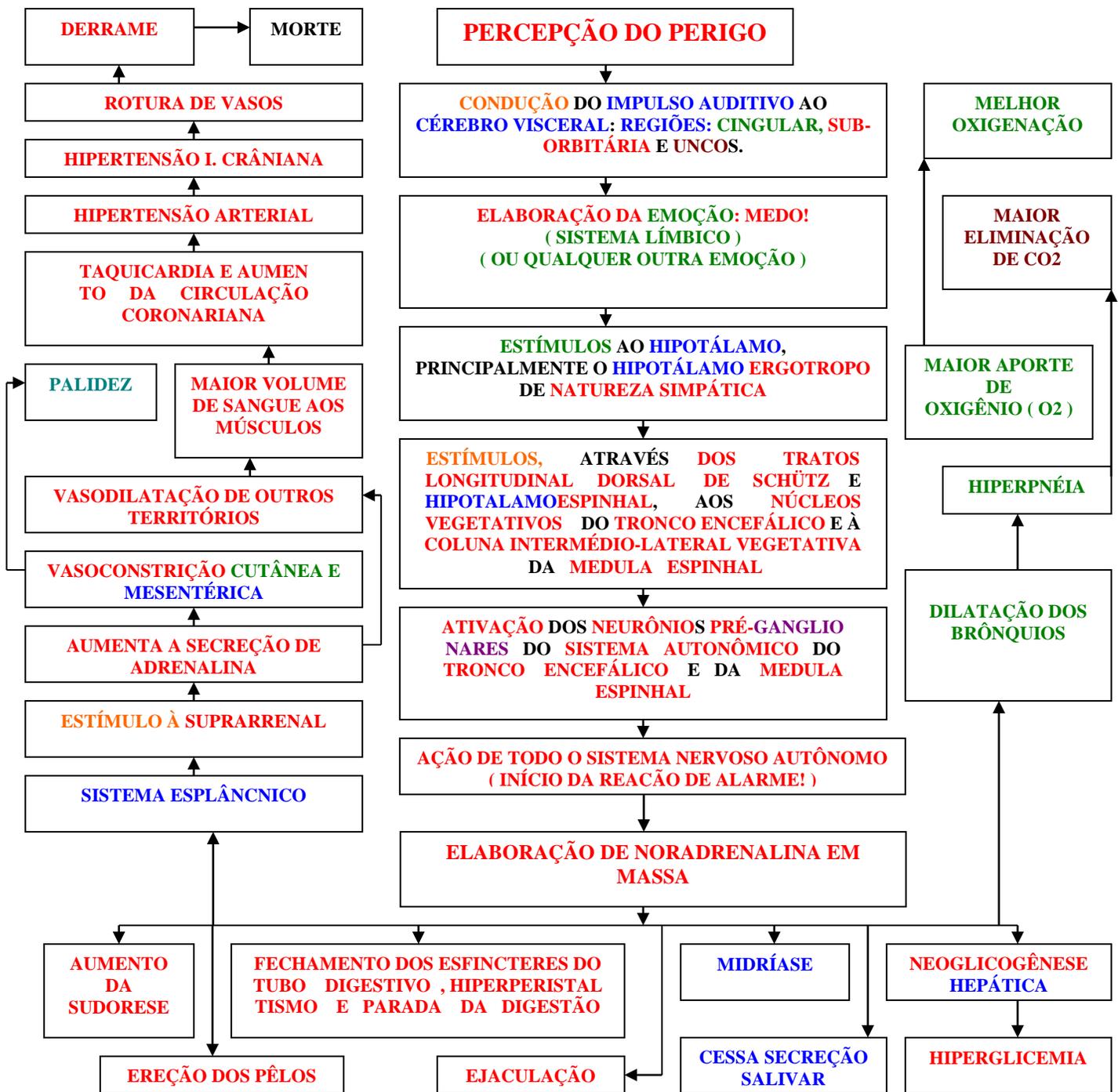
**FIG.: 24**

**ESTÍMULOS EXTEROCEPTIVOS ESPECÍFICOS OU INESPECÍFICOS  
MECANISMO DE ALARME ( MEDO ) DO COMPLEXO AMIGDALINO**



**FIG.: 25**

# HIPOTÁLAMO E A SÍNDROME DE EMERGÊNCIA DE CANNON ( REACÇÃO DE ALARME )



**FIG.: 26**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

### 1º - SISTEMA AUDITIVO

Os órgãos sensoriais auditivos desse sistema, localizados, em parte do labirinto membranoso ( canal coclear ), da orelha interna, são responsáveis, pelo início dos mecanismos morfo-funcionais da “Audição” ( f igs.: 2A, 2B, 2C, 3, 4, 22, 29 e 30 ).

### 2º - SISTEMA VESTIBULAR

Seus órgãos sensoriais ( cristas das ampôlas e máculas ), localizados no labirinto membranoso ( canais semicirculares, mácula e utrículo ), respondem aos movimentos da cabeça no espaço, à sua orientação e ao equilíbrio do corpo e à manutenção dos tônus musculares dos membros superiores , inferiores e músculos axiais ( f igs.: 2A, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 29 e 30 ).

Assim temos:

### 1º - SISTEMA AUDITIVO

#### 1º) – PARTE PERIFÉRICA DO APARELHO AUDITIVO:

- 1.1 – Cóclea
- 1.2 – Órgão de Corti ( Membrana tectória e epitélio sensorial )
- 1.3 – Gânglio espiral e seus neurônios bipolares.

#### 2º) – NO TRONCO ENCEFÁLICO:

- 2.1 – Núcleos cocleares ( dorsal, ântero-ventral e pósterio-ventral ).
- 2.2 – Complexo olivar superior ( Núcleos: Lateral e Medial )
- 2.3 – Lemnisco Lateral
- 2.4 – Núcleo do Lemnisco lateral.

#### 3º) – NO MESENCÉFALO:

- 3.1 – Colículo inferior ( Núcleo central, lateral e posterior ).

#### 4º) – NO TÁLAMO:

- 4.1 – Núcleo ventral pósterio-lateral e pósterio-inferior

## **5º) - NO CÓRTEX CEREBRAL:**

**5.1 - Córtex auditivo primário ( áreas 41 e 42 de Brodmann ),  
No giro de HESCHL do lobo temporal.**

**5.2 - Área de WERNICKE, no giro temporal superior ( área  
22 de Brodmann.**

## **2º - SISTEMA VESTIBULAR:**

### **1º) - PARTE PERIFÉRICA DO APARELHO VESTIBULAR:**

#### **ÓRGÃOS SENSORIAIS VESTIBULARES:**

**1.1 - CANAIS SEMICIRCULARES E SUAS CRISTAS.**

**1.2 - SÁCULO E UTRÍCULO E SUAS MÁCULAS AMPOLARES**

**1.3 - GÂNGLIO VESTIBULAR E SEUS NEURÔNIOS**

### **2º) - TRONCO ENCEFÁLICO:**

**2.1 - NÚCLEOS VESTIBULARES: SUPERIOR, LATERAL,  
MEDIAL E INFERIOR). PROCESSAMENTO BÁSICO DAS  
INFORMAÇÕES VESTIBULARES E PROJEÇÕES  
ASCENDENTES, CEREBELARES, PARA A MEDULA  
ESPINHAL E NÚCLEOS DA FORMAÇÃO RETICULAR**

### **3º) - MESENCÉFALO:**

**3.1 - COLÍCULO INFERIOR**

### **4º) - TÁLAMO:**

**4.1 - NÚCLEO GENICULADO MEDIAL**

### **5º) - CÓRTEX CEREBRAL:**

**5.1 - ÁREA CORTICAL 3a de BRODMANN, JUNTO À ÁREA: 5  
DE BRODMANN DO LOBO PARIETAL.**

## QUADROS SINÓPTICOS DOS MECANISMOS MORFO-FUNCIONAIS DAS SENSações VESTIBULARES E A MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO.

FIG.: 27

AS MÁCULAS UTRICULAR E SACULAR POSSUEM UM DIÂMETRO DE 2 A 3 MILÍMETROS E SE DESENVOLVEM NA SUPERFÍCIE INFERIOR DAS RESPECTIVAS CAVIDADES ( UTRICULAR E SACULAR ). NESTAS MÁCULAS SÃO ENCONTRADAS AS "CÉLULAS CILIADAS", QUE SÃO OS RECEPTORES PRIMÁRIOS DO SISTEMA VESTIBULAR. NA MÁCULA UTRICULAR, ESTANDO A PESSOA DE PÉ, AS CÉLULAS CILIADAS ENCONTRAM-SE EM UM PLANO PARALELO AO PLANO HORIZONTAL, E O EPITÉLIO PARTICIPA DOS MECANISMOS DE ORIENTAÇÃO DA CABEÇA, EM RELAÇÃO ÀS FORÇAS ANTIGRAVITACIONAIS. NA MÁCULA SACULAR, ESTANDO A PESSOA DEITADA, O EPITÉLIO CILIADO ENCONTRA-SE EM UM PLANO VERTICAL, PARTICIPANDO, ASSIM DO SEU EQUILÍBRIO.

RECOBRINDO CADA MÁCULA ( UTRICULAR E SACULAR ) ENCONTRAMOS UMA CAMADA GELATINOSA, NA QUAL SE DISTRIBUEM INÚMEROS CRISTAIS DE CARBONATO DE CÁLCIO, CONHECIDOS POR "OTOLÍTOS".

AS CÉLULAS CILIADAS, LOCALIZADAS SOBRE AS MÁCULAS ( UTRICULAR E SACULAR ) E COM FORMATO CALICIFORME ( PARA O TIPO I E CILÍNDRICAS PARA O TIPO II ), SÃO RECOBERTAS EM SUA EXTREMIDADE APICAL ( EM AMBOS OS TIPOS ) PELOS FILAMENTOS CONHECIDOS POR "ESTEREOCÍLIOS".

UM DOS ESTEREOCÍLIOS SE INDIVIDUALIZA NAS MARGENS DA CÉLULA CILIADA E COM GRANDES DIMENSÕES, MAIOR DO QUE OS OUTROS CÍLIOS, SENDO CONHECIDO POR "QUINOCÍLIO".

OS DEMAIS ESTEREOCÍLIOS QUANTO MAIS SE APROXIMAM DO "QUINOCÍLIO" MAIS LONGOS SÃO E, QUANTO MAIS DISTANTES DO QUINOCÍLIO, TORNAM-SE MENORES PROGRESSIVAMENTE.

EM SEU ARRANJO ANATÔMICO, TODOS OS ESTEREOCÍLIOS ENCONTRAM-SE LIGADOS ENTRE SI, ATRAVÉS DE SUAS EXTREMIDADES APICAIS, POR FINO FILAMENTO LIGAMENTAR, QUE SE ANCORA, TAMBÉM NO "QUINOCÍLIO".

**FIG.: 28**

QUANDO, EM SEUS MOVIMENTOS, AS ASTES DOS ESTEREOCÍLIOS SE ENCURVAM EM DIREÇÃO AO “QUINOCÍLIO”, OCORRE UM PROCESSO DE ESTIRAMENTO MECÂNICO DOS DELGADÍSSIMOS FILAMENTOS LIGAMENTARES QUE OS INTERLIGA, EM SEUS RESPECTIVOS ÁPICES. ISTO DETERMINA, AO FINAL DE CERTO TEMPO, ARRANCAMENTO PROGRESSIVO E PARCIAL DAS REFERIDAS “ASTES”, PARA FORA DOS CORPOS CELULARES, NOS QUAIS ENCONTRAVAM-SE IMPLANTADOS...

ISTO CONDUZ À ABERTURA DE INÚMEROS CANAIS NAS MEMBRANAS CELULARES DOS CORPOS DOS CÍLIOS PARA ÍONS SÓDIO ( $Na^+$ ), COM PASSAGEM POSTERIOR DO ( $Na^+$ ) DA PERILÍNFA, EM DIREÇÃO AO MEIO INTRA-CELULAR, DETERMINANDO...

...DESPOLARIZAÇÃO CELULAR E CONSEQÜENTE GERAÇÃO DE “POTENCIAL DE AÇÃO...”

...SURGE, ASSIM, A EXCITAÇÃO DAS CÉLULAS RECEPTORAS, FACILITANDO A ABERTURA DOS CANAIS DE POTÁSSIO POSITIVO ( $K^+$ ) DE LOCALIZAÇÃO ENDOLINFÁTICA, AGORA, DIRIGIDA PARA O INTERIOR DAS CÉLULAS SENSORIAIS, ATRAVÉS DOS MOVIMENTOS CELULARES...

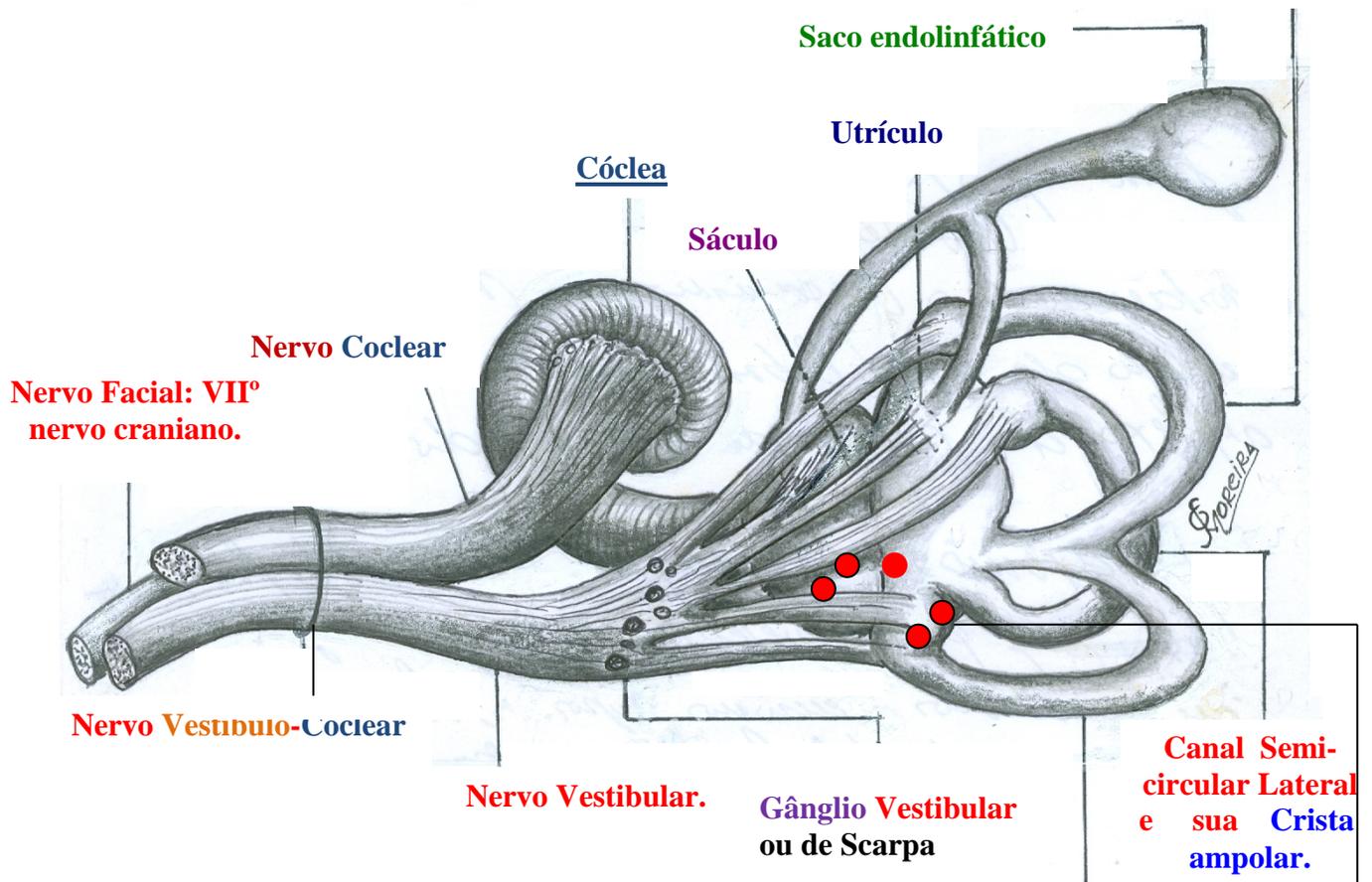
ASSIM SE PROCESSA A DESPOLARIZAÇÃO DAS CÉLULAS CILIADAS QUE, POR SUA VEZ, ATIVAM OS CANAIS DE CÁLCIO ( $Ca^{++}$ ), SENSÍVEIS À VOLTAGEM EXISTENTE NO AMBIENTE.

COM A FREQUÊNTE LIBERAÇÃO E AUMENTO DO FLUXO DE CÁLCIO ( $Ca^{++}$ ), AUMENTA A LIBERAÇÃO DOS NEUROTRANSMISSORES. DESTA FORMA, A POUCO E POUCO E DE FORMA PROGRESSIVA, SÃO ALCANÇADOS OS NÍVEIS DE EXCELÊNCIA DE CONCENTRAÇÕES DE NEUROTRANSMISSORES, INICIA-SE, CONSEQÜENTEMENTE, O SURGIMENTO DOS POTENCIAIS DE AÇÃO, NO MECANISMO MORFO-FUNCIONAL NECESSÁRIO AO ESTABELECIMENTO DO REFERIDO E NECESSÁRIO EQUILÍBRIO.

ENTRETANTO, SE AS ASTES DOS ESTEREOCÍLIOS SE ENCURVAM EM DIREÇÃO OPOSTA AO “QUINOCÍLIO”, HAVERÁ UMA HIPERPOLARIZAÇÃO E QUEDA DO ESTIRAMENTO SOBRE OS DELGADÍSSIMOS FILAMENTOS LIGAMENTARES. SURGE, COM ISTO, BLOQUEIO AO ARRANCAMENTO DAS ASTES DOS ESTEREOCÍLIOS DA SUPERFÍCIE DE SEUS CORPOS CELULARES. COM ESTE MECANISMO, FICAM BLOQUEADAS AS ABERTURAS DOS “CANALIS” NAS MEMBRANAS CILIARES, IMPEDINDO A PASSAGEM DE “ÍON SÓDIO ( $Na^+$  e  $Ca^{++}$ ) EM DIREÇÃO AO “MEIO INTRA-CELULAR” A PARTIR DA “PERILÍNFA”. COM ESTE MECANISMO MORFO-FUNCIONAL, FICA IMPEDIDA A “DESPOLARIZAÇÃO CILIAR E, CONSEQÜENTEMENTE, QUALQUER MANIFESTAÇÃO DE SURGIMENTO DE QUAISQUER POTENCIAIS DE AÇÃO.

# SISTEMA VESTÍBULO-COCLEAR

Canal Semicircular superior e sua Crista ampolar.

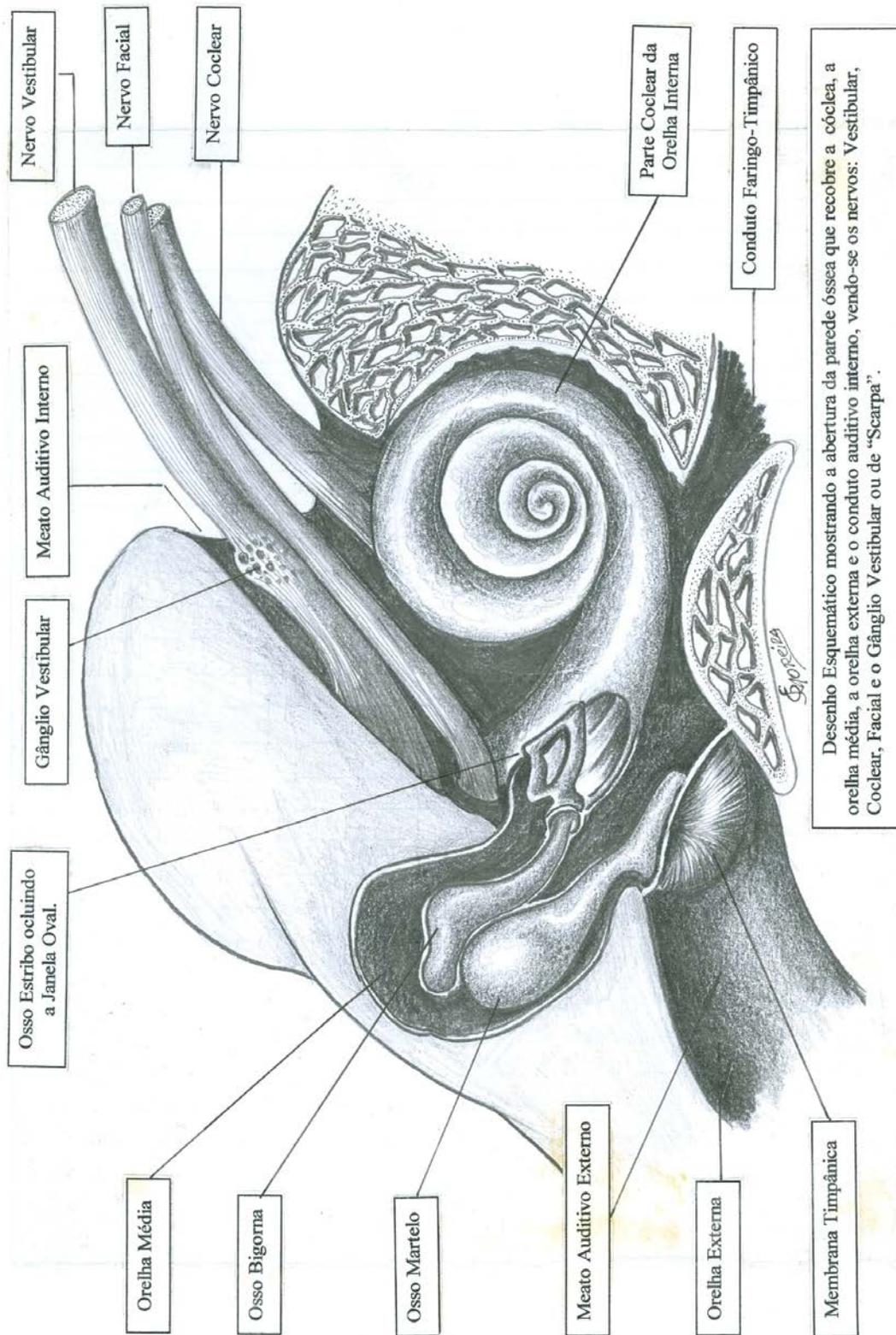


Canal Semicircular Posterior e sua Crista ampolar.

Máculas: Saculares e Utriculares e seus: Receptores e Células Ciliadas

Desenho semi-esquemático, do Sistema Vestibulo-Coclear, em visão posterior, mostrando o labirinto vestibular (ou membranoso), os Nervos: Vestibular, Coclear, Facial, Vestíbulo-coclear, os Canais Semi-circulares: Superior, Posterior e Lateral, o Gânglio Vestibular (ou de Scarpa), Sáculo, e Utrículo, com suas respectivas áreas sensoriais especiais e o sítio de localização de suas “Máculas (Saculares e Utriculares), nas quais, encontramos os respectivos receptores com suas “Células Ciliadas”.

FIG.: 29



Desenho Esquemático mostrando a abertura da parede óssea que recobre a cóclea, a orelha média, a orelha externa e o conduto auditivo interno, vindo-se os nervos: Vestibular, Coclear, Facial e o Gânglio Vestibular ou de "Scarpa".

**FIG.: 30**

## *Sugestões de leitura:*

- BEAR, M.L., KIERNAN, A.** – *The Human Nervous System.* – 5<sup>th</sup>. ed., J.B. Lippincot Philadelphia, 1988.
- BEAR, M.L., CONNORS, B.W., PARADISO, M.A.** – *Neuroscience. Exploring The Brain.* 2. aufl, Williams u. Wilkins, Baltimore, 2000.
- BURT, A.M.** – *Neuroanatomia.* – Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Jan., 1995.
- BRODAL, A.** – *The Cranial Nerves: Anatomical and Anatomicoclinical Correlations.*- Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1965.
- CARPENTER, M.B. and SUTIN, J.** – *Human Neuroanatomy.* – Baltimore, Williams & Wilkins, 1983.
- DELMAS, A.** – *Voies et Centres Nerveux.* – 9<sup>ème</sup>. ed., Masson et Cie. Edit., Paris, 1970
- GUYTON, A.C.** – *Neurociência Básica: Anatomia e Fisiologia.* – 2<sup>a</sup> ed., EdGuanab. Koogan, S.A., 1993.
- KANDEL, E.R. and SCHWARTZ, J.H.** – *Principles of Neural Science.*- 2<sup>nd</sup> ed. Ed. Elsevier, New York, 1985.
- LANGMAN, J.** – *Embriología Médica.* – Ed. Atheneu S.A., São Paulo, 1968.
- MACHADO, A.B.M.** – *Neuroanatomia Funcional.* – Livr. Atheneu S.A., Rio de Jan., 1974.
- MARTIN, J.H.** – *Neuroanatomia: Texto e Atlas.* – 2<sup>a</sup>. ed., Ed. Artes Medicas Sul Ltda., São Paulo, 1996.
- MENESES, M.S.** – *Neuroanatomia Aplicada.* – Ed. Guanabara Koogan, S.A., Rio de Jan., 1999.
- MOORE, K.T.** – *Embriologia Clínica.*- Ed. Interam. Do Brasil Ltda., Rio de Jan., 1975
- MOREIRA, E.S.** – *Atlas de Neuroanatomia Funcional. C.D. Livro em vinte e seis Volumes.* - Ed. ( F.O.A. ), do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), Rio de Jan., 2010.
- MOREIRA, E.S.** – *Atlas Anatômico de Dissecções Segmentares: Nervos e Plexos Medulares. C.D. Livro em cinco volumes.* – Ed. F.O.A., do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), Volta Redonda, Rio de Jan., 2011.
- NOBACK, C.R. and DEMAREST, R.J.** – *The Human Nervous System. Basic*

*Principles of Neurobiology. – 2nd ed., Mc Graw-Hill Book Co.,A. Blakiston Publ., New York, 1975.*

**RANGEL, M.N. – *Fundamentos de Embriologia Clínica Geral.*- Ed. Guanabara Koogan S.A., 1974,**

**SNELL, R.S. – *Neuroanatomia Clínica. Para estudantes de medicina. – 5ª. ed., Ed. Koogan, S.A., Rio de Jan., 2003.***

**TORTORA, G.J. – *Princípios de Anatomia Humana. – Ed. Guanabara Koogan, S. A., Rio de Jan., 1989.***

### ***Referências:***

**GENIEC, P. and MOREST, D.K. – *The Neuronal Architecture of the Human Posterior Colliculus. – Acta Oto Laringologia, Suppl. 295: 1-39, 1971.***

**KELLY, J.P. – *The sense of Balance. – in KANDEL, E.R., SCHWARTZ, J.H., and JESSEL, T.M. ( Eds. ) – Principles of Neural Science, 3<sup>rd</sup> ed., New York Elsevier, 500-511, 1991.***

**MOORE, J.K., and OSEN, K.K. – *The Human Cochlear Nuclei. In Creutzfeldt, O., SCHEICH, N. and SCHREINER, C. ( Edit. ). Hearing Mechanisms and Speech. Berlin, Springer-Verlogs, 36-44, 1992.***

**MOREST, D.K. – *The Celular Basis for Signal processing in the mammalian Cochlear Nuclei. In Merchán, M.A., The Mammalian Cochlear Nuclei.: Organization and Function. New York, Plenum Press, 1-18,1993.***

**NETTER, F.H. – *The CIBA Collection and Physilogy.- The CIBA Pharmaceutical Co., West Caldwell, New Jersey, ( 1993 ).***

**AJEMANN, G.A. – *Corhcal Organization of Language. – J. Neurosc., 11: 2281-2287, 1991.***