

# COLEÇÃO MONOGRAFIAS NEUROANATÔMICAS MORFO-FUNCIONAIS

## VOLUME 4

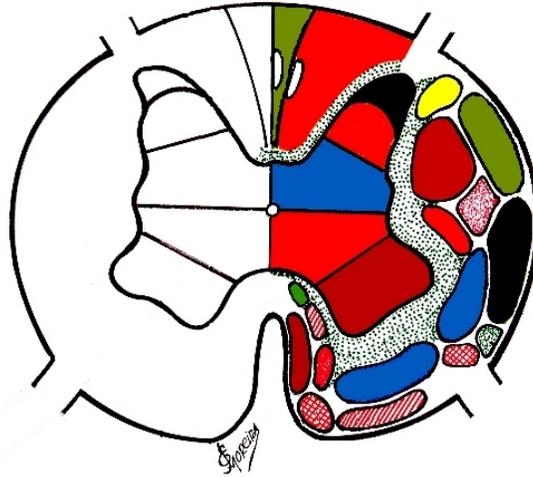
MEDULA ESPINHAL: SUAS GRANDES VIAS  
ASCENDENTES E DESCENDENTES, A SISTEMATIZAÇÃO  
DE SUA SUBSTÂNCIA BRANCA, SEUS CENTROS  
CINZENTOS OPERACIONAIS E SUA  
IMPORTÂNCIA MORFO-FUNCIONAL,  
NO CONTROLE DOS MOVIMENTOS.



PROF. ÉDISOM DE SOUZA MOREIRA

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

**COLEÇÃO MONOGRAFIAS  
NEUROANATÔMICAS MORFO-FUNCIONAIS**



**Volume 4**

**MEDULA ESPINHAL: SUAS GRANDES VIAS ASCENDENTES E  
DESCENDENTES, A SISTEMATIZAÇÃO DE SUA SUBSTÂNCIA  
BRANCA, SEUS CENTROS CINZENTOS OPERACIONAIS E SUA  
IMPORTÂNCIA MORFO-FUNCIONAL, NO CONTROLE DOS  
MOVIMENTOS.**

**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**

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

M835m Moreira, Édison de Souza.  
Medula espinhal: suas grandes vias ascendentes e descendentes, a sistematização de sua substância branca, seus centros cinzentos operacionais e sua importância morfo-funcional, no controle dos movimentos. [recurso eletrônico]. / Édison de Souza Moreira. - Volta Redonda: UniFOA, 2017. v.4. p.88 Il

(Coleção Monografias Neuroanatômicas Morfo-Funcionais)

ISBN: 978-85-5964-043-4

1. Anatomia humana. 2. Medula espinhal. 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

# APRESENTAÇÃO

Após o lançamento da primeira edição de nosso trabalho, em formato de CD-Livro, em 26 volumes, sob o título: “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 trabalho para alguns colegas Professores do Magistério, envolvidos com o ensino e a aprendizagem da mesma Disciplina, ou seja, a “Neuroanatomia Funcional”.

Como resultado, recebemos de alguns dos referidos Professores, sugestões para fazer o “pinçamento” de alguns assuntos do referido trabalho, realizando, assim, uma “Coletânea de Monografias Neuroanatômicas Morfo-Funcionais”, com conteúdo, também voltado para os cursos de Pós-graduação.

Consideramos as referidas sugestões totalmente válidas, surgindo, assim, a série: Coletânea: “Monografias Neuroanatômicas Morf-Funcionais”, estando este atual trabalho, sendo apresentado sob o título:

“Medula espinhal, suas Vias Ascendentes e Descendentes, a Sistematização de sua Substância Branca e sua importância Funcional no Controle dos Movimentos”.

O ensino e aprendizagem da Neuroanatomia Funcional deve, naturalmente, envolver o estudo do “Sistema Nervoso Central” e o “Sistema Nervoso Periférico”.

Todavia, na grande maioria dos textos e Cursos, o ensino da Neuroanatomia Funcional Periférica é tratado, juntamente, na exposição do texto da Anatomia Geral, ficando, de certa forma, aliado do estudo integrado à “Neuroanatomia Central”.

Considerando o critério anatômico utilizado para a subdivisão do “Sistema Nervoso”, em “Sistema Nervoso Central” e “Sistema Nervoso Periférico”, constatamos que, o “sistema nervoso central” recebe esta denominação, pelo fato de estar 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 craniana 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 Central”, segundo este critério anatômico, apresenta, totalmente, o devido amparo científico, pois ambas as partes ( sistema nervoso central e sistema nervoso periférico ) encontram-se, absolutamente, integradas e relacionadas, não apenas sob o ponto de vista morfológico, como também funcional.

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 ajuda ao alunato, sem prejudica a integração total de ambas as divisões como “Sistema Nervoso, integrado nos sentidos horizontal e vertical.”

Portanto, julgamos que, os Professores da neuroanatomia humana, devem encontrar os meios mais cientificamente adequados e práticos, para a exposição e desenvolvimento de nossos  cursos de Neuroanatomia Humana.

Por este motivo, acrescentamos, no primeiro volume da “Coletânea de Monografias Neuro-anatômicas Morfo-funcionais”, o estudo deste “sistema nervoso periférico”, apresentando, inclusive, desenhos realizados pelo autor, feitos diretamente das peças dissecadas por nós, com o objetivo de facilitar o estudo prático e integrado da Neuroanatomia Funcional Periférica.

Assim, iniciamos uma pequena integração de ambos os “sistemas”, ou seja: “Sistema Nervoso Central” e “Sistema Nervoso Periférico”, estudando nesta integração, também , as raízes nervosas, o início do estudo dos nervos cranianos, dos nervos medulares, seus respectivos plexos, terminando com o estudo da distribuição periférica destes plexos nervosos medulares: Cervical, Braquial, Lombossacral e Coccigeano.

Finalizando esta apresentação, externamos nossa gratidão ao nosso neto, Dr. Bruno Moreira Garcia, por sua assessoria computacional gráfica, à nossa Filha Sônia Cardoso Moreira Garcia e à minha esposa: Loyde Cardoso Moreira e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a concretização deste trabalho.

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

2016

O Autor.

# SUMÁRIO

Pág.

<b>1º - Vias Ascendentes da Medula Espinhal.....</b>	<b>01</b>
<b>1.1 – Sistema Cordão dorsal – Lemnisco Medial.....</b>	<b>03</b>
1.2 – Fascículo Grácil.....	05
1.3 - Fascículo Cuneiforme.....	11
1.4 - Vias Alternativas da coluna dorsal da medula espinhal.....	15
1.5 - <b>Sistema Ântero-lateral.....</b>	<b>21</b>
1.6 – Fascículo Espinotalâmico Ventral.....	21 e 22
1.7 – Fascículo Espinotalâmico Lateral.....	21 e 22
1.8 – Vias Espinocerebelares.....	27, 28 e 30
1.9 – Trato Espinocerebelar direto ( dorsal ).....	27, 28 e 30
1.10 – Trato Espinocerebelar cruzado ( ventral ).....	33 e 34
1.11 – Trato Cuneocerebelar.....	34
1.12 – Trato Espinocerebelar rostral.....	34
<b>2º - Vias Descendentes da Medula Espinhal.....</b>	<b>34</b>
2.1 – Vias Eferentes Somáticas Voluntárias.....	35
2.2 – Trato Corticoespinhal Lateral.....	40
2,3 – Trato Corticoespinhal Ventral.....	41
2.4 – Sistemas Motores Supraespinhais.....	42
2.5 – Vias Vestibuloespinhais.....	42
2.6 – Trato Vestibuloespinhal Lateral.....	42 e 43
2.7 – Trato Vestibuloespinhal Medial.....	43

2.8 – Trato Reticuloespinal Lateral.....	48
2.9 – Trato Tetoespinal.....	49
2.10 – Trato Rubroespinal.....	51
2.11 – Modulação de Sinais Nociceptivos.....	51
2.12 – Vias Descendentes Analgésicas serotoninérgicas e noradrenérgicas.....	60 e 61
<b>3º - Sistematização da Substância Branca da Medula Espinal.....</b>	<b>61</b>
3.1 – Vias Eferentes Viscerais.....	64
<b>4º - Controle da Função Motora pela Medula Espinal.....</b>	<b>70</b>
4.1 – Transmissão de sinais do córtex motor para os músculos.....	76
4.2 – Os motoneurônios “alfa, gama” e os interneurônios.....	77
4.3 – A importância dos Fusos musculares nos Movimentos.....	81
4.4 – Alguns reflexos medulares ( reflexo miotático, reflexo patelar, reflexo de Flexão, espasmos musculares determinados por fraturas ósseas, espasmos Musculares abdominais por peritonites e as sensações de câimbras musculares .....	81, 8, 83, 84
4.5 – Principais funções da Medula espinal.....	85

# ÍNDICE GERAL, SEGUNDO A ORDEM DE APARECIMENTO DOS ASSUNTOS, NO TEXTO.

Pág.

Medula espinhal: Vias Ascendentes e Vias Descendentes.....	01
Vias Ascendentes da Medula espinhal.....	01
Neurônios aferentes sensoriais primários.....	01
Ramo de divisão das raízes dorsais da Medula espinhal.....	01
Raízes Dorsais da Medula espinhal.....	01
Ramo Lateral da Raiz dorsal.....	01
Ramo Medial da Raiz dorsal.....	01
Sistema Aferentes Ascendente da Coluna dorsal ( Funículo dorsal ) da Medula.....	02
Sistema Cordão dorsal-Lemnisco medial ( Funículo dorsal ).....	03
Fascículo Grácil do Funículo dorsal da Medula espinhal.....	05
Fascículo septo-marginal, do funículo posterior da medula espinhal.....	11
Fascículo cuneiforme do funículo dorsal da medula espinhal.....	11
Fibras arqueadas internas ( fibras arciformes ).....	07
Informações sensoriais e os receptores de adaptação lenta da medula espinhal.....	12
Núcleo cuneiforme do bulbo ( medula oblonga ).....	12
Fascículo interfascicular do funículo dorsal da medula espinhal.....	14
Vias alternativas da coluna dorsal da medula espinhal.....	15
Sistemas ascendentes alternativos da coluna dorsal.....	15
Sistema ascendente alternativo polissináptico, da coluna dorsal da medula.....	15
Sistema alternativo para o fascículo grácil.....	18
Via ou sistema alternativo, para o fascículo cuneiforme da medula espinhal.....	19
Sistema Antero-lateral da medula espinhal.....	21
Fascículo ou Trato Espino-talâmico ventral ( anterior ).....	21, 22 24
Fascículo ou Trato espino-talâmico lateral.....	21 e 22
Vias espinocerebelares.....	27, 28 e 30
Núcleo interpósito ( Paleocerebelar ).....	32
Coluna de Clarke.....	33
Trato espinocerebelar cruzado ( ventral ).....	33 e 34
Trato Cuneocerebelar.....	34
Tratp Espinocerebelar rostral.....	34
Vias Descendentes da medula espinhal.....	34
Vias Eferentes somáticas Voluntárias.....	35
Grandes Vias Eferentes Corticais Descendentes.....	38
Trato Cortico-espinhal.....	38, 41

## Complementação do Índice Geral.

	<b>Pág.</b>
Trato Cortico-espinhal lateral.....	40
Sistemas motores Supra-espinhais.....	42
Vias Vestíbulo-espinhais.....	42
Trato Vestíbulo-espinhal lateral.....	42 e 43
Trato Vestíbulo-espinhal medial.....	43
Tratos Retículo-espinhais.....	43 48
Trato Retículo-espinhal medial.....	43
Trato Retículo-espinhal lateral.....	48
Trato Teto-espinhal.....	49
Trato Rubro-espinhal.....	51
Modulação dos sinais nociceptivos ( dolorosos), através do fascículo reticular.....	51
Via Descendente Analgésica serotoninérgica opióide.....	60
Via Descendente Adrenérgica analgésica.....	61
Sistematização da Substância Branca da Medula espinhal.....	61
Funículos da Substância Branca da Medula espinhal.....	61, 62
Funículo dorsal da Medula espinhal.....	62
Funículo lateral da Medula espinhal.....	62
Funículo Ventral da Medula espinhal.....	62
Vias Eferentes Viscerais do Sistema Nervoso Autônomo.....	64
Controle do Sistema Autônomo, em nível Sub-cortical.....	64
Quadro sinóptico da Sistematização da Substância Branca da medula espinhal.....	69
Controle da Função motora, pela Medula espinhal, suas Funções motoras, seus Reflexos e as Aferências sensoriais.....	70
Transmissão de sinais do córtex motor, para os músculos.....	76
Motoneurônios anteriores da Medula espinhal.....	77
Interneurônios da Medula espinhal.....	78
Importância dos Neuroreceptores, no Controle dos Movimentos.....	81
Os Fusos Neuromusculares, sua natureza e Função.....	81
Órgão Tendíneo de Golgi.....	82
Reflexo Miotático ( ou Alça Gama ).....	83
Motoneurônios gama e a Atividade Motora Voluntária.....	83
Reflexo Patelar.....	84
Reflexo Flexor.....	84
Principais Funções da Medula espinhal.....	85

## ÍNDICE ICONOGRÁFICO

**Pág.:**

Sistema Cordão dorsal – Lemnisco Medial.....	04
Superfície lateral do hemisfério cerebral e as áreas citoarquiteturais de Brodmann.....	06
Detalhes das regiões do Sulco Central, do Hemisfério cerebral.....	06
Tronco encefálico e seus núcleos: pontinos, sensoriais e motores.....	09
Corte Transverso do Tronco encefálico, no nível dos núcleos: Grácil, Cuneiforme e Cuneiforme lateral e uma das origens do nervo trigêmeo.....	09
Somatotopia entre os sistemas: ântero-lateral e cordão dorsal-lemnisco medial .....	11
Lâminas de Rexed e principais grupos nucleares da substância cinzenta da Medula espinhal.....	14
Sistema ascendente polissináptico da coluna dorsal da medula.....	17
Via alternativa para o fascículo grácil .....	18
Via alternativa para o fascículo cuneiforme .....	19
Sistema ântero-lateral e Cordão dorsal – Lemnisco medial.....	23
Vias visuais e suas diversas conexões eferentes.....	26
Vias espinocerebelares direta ( dorsal ) e cruzada ( ventral ) e trato rubroespinhal.....	29
Sistema Cordão dorsal – Lemnisco medial .....	31
Vias Espinocerebelares direta e cruzada e suas conexões interpósito-paleorrúbrica-tálamo-cortical .....	32
Planejamento do movimento e principais áreas e órgãos que dele participam .....	36
Superfície lateral do hemisfério cerebral e suas áreas: motora primária, motora Suplementar, somatossensorial primária, motora parietal posterior.....	37
Estruturas que regulam o funcionamento e o comportamento dos eventos motores.....	39
Vias eferentes somáticas voluntárias corticais e vias motoras supraespinhais.....	40
Esquema do reflexo miotático: alça gama.....	44
Núcleos e Vias vestibulares e suas principais conexões.....	45
Aparelho e vias vestibulares relacionadas à manutenção do equilíbrio .....	47
Área e Via Vestibular .....	48
Tratos: Reticuloespinhal mediano e lateral .....	50
Colículo superior e suas principais conexões.....	52
Vias visuais e suas conexões com: núcleo geniculado lateral, colículo superior, lobo Occipital primário visual, e medula espinhal .....	53
Conexões eferentes do colículo superior .....	54
Reflexo de piscar .....	55
Sistemas motores supraespinhais com origens no tronco encefálico.....	57
Vista ventral do tronco encefálico, cerebelo, fascículo rubroespinhal cruzado e Núcleos próprios do tronco encefálico .....	58
Trato olivoespinhal, conexões aferentes do complexo olivar bulbar inferior e Conexões ao cerebelo .....	59
Via descendente analgésica serotoninérgica peptidérgica opióide.....	63
Via descendente analgésica adrenérgica.....	65
Sistematização da medula espinhal ( substância cinzenta e branca ) .....	66
Trato hipotalamoespinhal .....	68

## Complementação do índice iconográfico.

**Pág.:**

Desenho esquemático do Neurônio e diversos tipos de de Sinapses.....	71
Receptores Sensoriais periféricos: Fuso neuromuscular, Corpúsculo de Pacini, Corpúsculo de Meissner, Corpúsculo de Golgi .....	73
Receptores Sensoriais Periféricos Corpúsculo de Ruffini, Discos de Merkel, Terminações nervosas livres, Terminações nervosas Peritriquiaias .....	74
Medula Espinhal, Reflexo elementar, suas origens, Centros Operacionais e neurônios medulópetos ( exteroceptivos, propioceptivos e viscerceptivos ) .....	78
Desenho esquemático do Reflexo Patelar e o mecanismo de ação inibitória das células de Renshaw.....	80

# MEDULA ESPINHAL:

## VIAS: ASCENDENTES E DESCENDENTES

### Iº - VIAS: ASCENDENTES DA MEDULA ESPINHAL

As “vias ascendentes da medula espinhal,” são tratos ou fascículos, com suas origens na substância cinzenta da medula espinhal dorsal, na qual, estabelecem as primeiras sinapses de uma parte das diversas “vias ascendentes” da “medula espinhal,” com seus respectivos “neurônios “afereciais sensoriais primários,” ( figs.: 08, 14, 51, 52 e 53 ), enquanto, outra parte destas vias ascendentes, se dirige diretamente, a núcleos do tronco encefálico ( núcleos: Grácil e Cuneiforme ) ( figs.: 01, 04, 05, 08, 09, 10 e 15 ). Estes neurônios afereciais primários ( F.A.S.G. ), são responsáveis pela condução de sinais sensoriais, colhidos, em neurorreceptores sensoriais somáticos periféricos gerais ( N.R.S;P.G.) ( figs.: 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 e 46 ), ( oriundos do ectoderma e mesoderma embrionários ) e receptores, ligados aos sistemas viscerais gerais (F.A.V.G.), relacionados a órgãos e sistemas, oriundos: do endoderma e do mesoderma esplâncnico embrionário.

Os neurônios primários sensoriais afereciais, com suas origens, em “gânglios sensoriais espinhais, ( figs.: 01, 08, 09, 10, 11, 14 e 15 ),” ao penetrarem, na medula espinhal, através de seus prolongamentos medulópetos, constituem as “raízes dorsais da medula espinhal” ( figs.: 01, 08 e 15 ). Tais raízes dorsais, reúnem inúmeras fibras primárias afereciais ( somáticas e viscerais ), incluindo-se aí, as fibras oriundas dos “dermatômos” que, ao se aproximarem da medula espinhal, dividem-se, em dois ramos: o “ramo lateral” e o “ramo medial”.

O ramo lateral da raiz dorsal, conduz estímulos de natureza nociceptiva e termoceptiva e é formado, por fibras extremamente delgadas. O “Ramo Medial da raiz dorsal” é constituído por fibras bem mais espessas e conduz sinais sensoriais de “mecanoceptores”, dotados de grande percepção sensorial ( epicríticos ).

Assim, estas diversas fibras da raiz dorsal da medula formam, após suas sinapses primárias, no nível da medula ou do tronco encefálico, em seu trajeto

ascendente, na medula espinhal, “dois sistemas aferentes ascendentes principais”, que constituem os:

1º) – Sistema Ascendente da Coluna Dorsal ( ou Funículo Dorsal ), que dará origem ao Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial. ( Sistema Epicrítico ).

2º) – Sistema Ascendente Ântero-Lateral da Medula. ( Sistema Protopático ).

O “Sistema da Coluna dorsal ou Funículo Posterior”, reúne as fibras, que penetram na medula, através do “ramo medial da raiz dorsal”, significativamente, mais espesso e com orientação homolateral, ascendente, na medula espinhal. (figs.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

Estas fibras que, em realidade, constituirão as duas importantes vias ascendentes do funículo dorsal da medula ( Fascículo Grácil e Fascículo Cuneiforme ) ( figs.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ), reunidas, estruturam o início do comentado “Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial“. São, como já comentado, fibras altamente mielinizadas e, portanto de grande espessura e, nestas condições, são capazes de transmitir sinais, com altas velocidades, variando esta velocidade, entre 30 e 120 metros ( comprimento, aproximado, de um campo de futebol ), por segundo. Estas condições especiais mielínicas, lhes asseguram, também, significativo nível de orientação temporal e espacial, em relação às suas origens corpóreas e a fidedignidade de suas percepções. Por isso, fazem parte de um “sistema altamente epicrítico”.

Assim, todas as informações sensoriais somáticas periféricas, cujas transmissões necessitem: rapidez, melhor percepção e melhor orientação espacial e temporal, utilizar-se-ão do Sistema Cordão dorsal da medula, seguido, no nível do tronco encefálico, pelo “Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial” ( fig.: 01 ). Entretanto, a despeito destas condições estruturais especiais, para a transmissão de informações, com grandes velocidades, as fibras do Sistema Cordão dorsal-Lemnisco medial, apresentam significativa limitação, quanto ao “spectro”de “modalidades sensoriais capazes de conduzir”, sendo, seu poder, limitado à “transmissão de estímulos epicríticos”, tais como: tato epicrítico, sensações vibratórias, sensações de movimentos sobre a epiderme, sensações de propriocepção ( posição ) epicríticas, sensações de percepção estereognósica e sensações de pressão e a capacidade para julgamento, dessa intensidade de pressão ( figs.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

Por outro lado, o “Sistema Ascendente “Ântero-lateral ( fig.: 11 ),” cujas fibras, penetram na medula espinhal, através do ramo lateral da raiz dorsal, é de orientação cruzada ( heterolateral ). Cada um dos “Sistemas,” é constituído por diversos “Tratos Ascendentes. ( fig.:11 ), porém, pouco mielinizados e envolvendo ( estímulos protopáticos ou grosseiros ).

Após a chegada, à medula espinhal, de todas as referidas fibras primárias, com origens nos gânglios sensoriais, seja através do “Ramo lateral” ou do “Ramo medial”, todas elas experimentam um processo de divisão, fornecendo, conseqüentemente, ramos ascendentes e ramos descendentes da medula ( ação intersegmentar da medula espinhal ).

Os ramos oriundos do primitivo ramo lateral, circulam, em ascensão, através do fascículo dorsolateral de Lissauer, enquanto as fibras oriundas do primitivo ramo

medial, seguem junto à coluna dorsal, muito próximo à raiz dorsal da medula espinhal.

Estes diversos ramos ascendentes e descendentes, finalmente, em seus respectivos trajetos, estabelecem sinapses diversas, com interneurônios ( ou neurônios ), ou com os próprios neurônios motores, com o objetivo de estruturar arcos reflexos, no nível medular, ou então, com neurônios, cujas projeções conduzirão os impulsos em sentido ascendente, para níveis mais superiores, do Sistema Nervoso Central. Assim, colaboram na modulação da função motora, ou então, estabelecem sinapses com neurônios dirigidos a centros do tronco encefálico, para modulações sensoriais, além de ramos espinocerebelares: diretos, cruzados e rostral ). Estes, participarão, significativamente, dos mecanismos das diversas fases dos movimentos, inclusive para controle e restabelecimento do equilíbrio, eventualmente, perdido, inclusive, sua manutenção.

## **1º) – SISTEMA CORDÃO DORSAL-LEMNISCO MEDIAL ( OU ( FUNÍCULO DORSAL ) DA MEDULA ESPINHAL.**

O “Sistema Cordão Dorsal,” situado no “Funículo Dorsal” da Medula Espinhal, em realidade é, como já comentado, uma das partes do grande “Sistema” ascendente, comum à medula espinhal, ao tronco encefálico e ao tálamo diencefálico, conhecido como “Sistema Cordão-dorsal-Lemnisco Medial”, responsável pela condução de informações sensoriais, colhidas por receptores sensitivos somáticos periféricos, relacionados aos membros inferiores, membros superiores e tronco ( fig.: 1, 12, 15 ).

## Sistema Cordão Dorsal - Lemnisco Medial

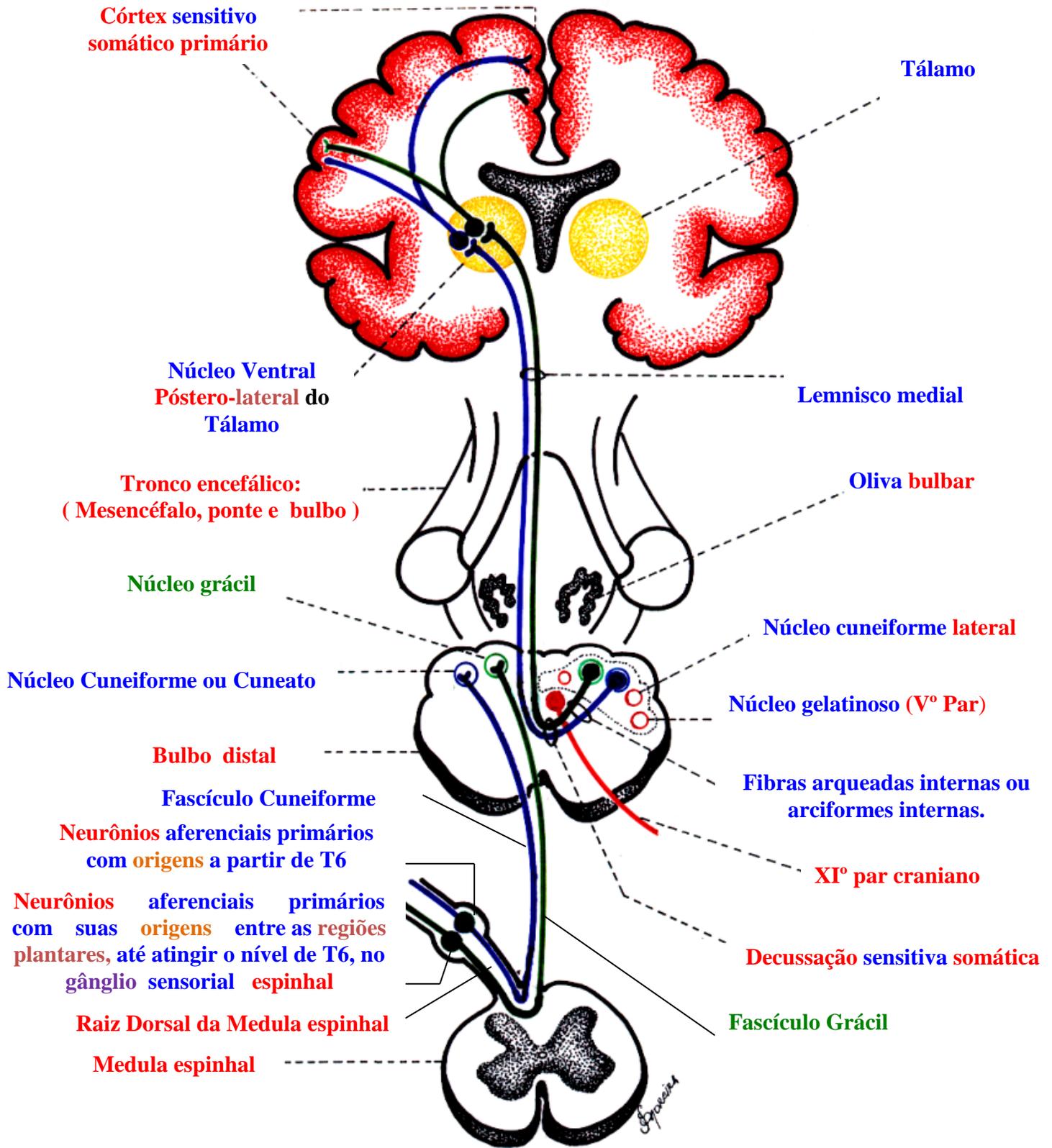


FIG.01

Assim, este “Sistema Cordão Dorsal” ( parte medular ) do Sistema Cordão-dorsal-Lemnisco Medial, é responsável: pela condução da sensibilidade tátil epicrítica consciente, sensibilidade proprioceptiva epicrítica consciente, sentido de posição e de movimentos conscientes, sensibilidade vibratória e sentido de estereognosia ( percepção do tamanho e da forma de um objeto ) ( figs.: 01, 08, 09, 10, 12, 15 ).

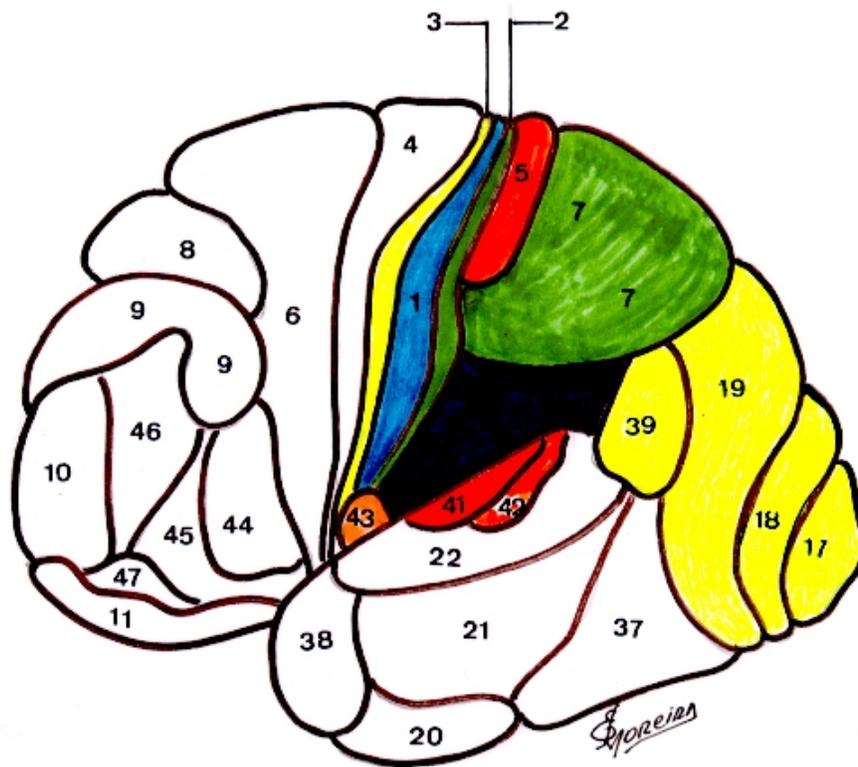
Portanto, esse “Sistema Ascendente da Medula Espinhal” tem suas origens ligadas, morfo-funcionalmente, à duas estruturas anatômicas de condução de impulsos sensitivos informativos somáticos periféricos. A primeira estrutura anatômica, é representada pelo “Cordão dorsal,” localizado no funículo dorsal da medula, que constitui, anatômica e funcionalmente, uma parte significativa deste grande sistema sensorial somático ascendente, por incluir em suas vias ascendentes dois grandes fascículos: Fascículo Grácil e Fascículo Cuneiforme ( ainda a serem comentados ) ( figs.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ). A segunda estrutura anatômica, do “Sistema Cordão Dorsal-Lemnisco Medial”, é representada, morfo-funcionalmente, pelos neurônios II da via ascendente, cujos corpos celulares, se encontram nos núcleos relés, localizados na região dorsal do bulbo, ou seja, nos núcleos grácil e no núcleo cuneiforme. Bulbares ( figs.: 01, 04, 05, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

A partir destes núcleos ( grácil [ medialmente ] e cuneiforme [ lateralmente ] ), os axônios secundários da via ascendente, inflexem-se em direção ao lado contralateral e ventralmente, constituindo a decussação sensitiva somática ( fig.: 01 ), cujas fibras, passam a denominar-se: “fibras arqueadas internas” ou “Fibras Arciformes” ( figs.: 01, 05, 08, 09, 10 e 15 ).

Tais fibras, ao atingirem o lado oposto da estrutura bulbar, ascendem medialmente, participando da formação do “Lemnisco Medial” ( figs.: 01, 05, 08, 09, 10, 12 e 15 ), que avança, em sentido proximal ascendente, até alcançar o “núcleo talâmico Ventral postero-lateral”, do qual, os neurônios terciários da via, encaminharão seus axônios, em direção ao “córtex sensitivo somático primário” ( áreas: 3, 2 e 1 de Brodmann ), com as informações somáticas sensitivas periféricas. ( figs.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

Como vimos, o sistema da coluna dorsal (funículo posterior da medula ), reúne as fibras, que penetram na medula, através do ramo medial da raiz dorsal, altamente mielinizadas e, por esse motivo, muito espessos, do tipo ( A alfa e beta ), ocupando posição anatômica definida no funículo dorsal homolateral da medula espinhal e ascendendo, neste funículo dorsal, até atingirem a parte inferior do bulbo, constituindo, neste trajeto em ascensão, os fascículos: Grácil, de localização medial e Cuneiforme, de localização lateral, responsáveis pela condução das informações sensoriais primárias, originadas em receptores mecânicos ( mecanoceptores ) de adaptação lenta ( dentre os quais temos: os discos de Merkel ( fig.: 44 ), os Corpúsculos de Ruffini ( fig.: 43 ), os Órgãos tendíneos de Golgi ( fig.: 42 ) ou, então, informações sensoriais originadas em receptores de adaptação rápida ( como os corpúsculos de Meissner ( fig.: 41 ), terminações peritricas ( fig.: 46 ), Corpúsculos de Paccini ( fig.: 40 ) e Fusos Neuromusculares ) ( fig.: 39 ).

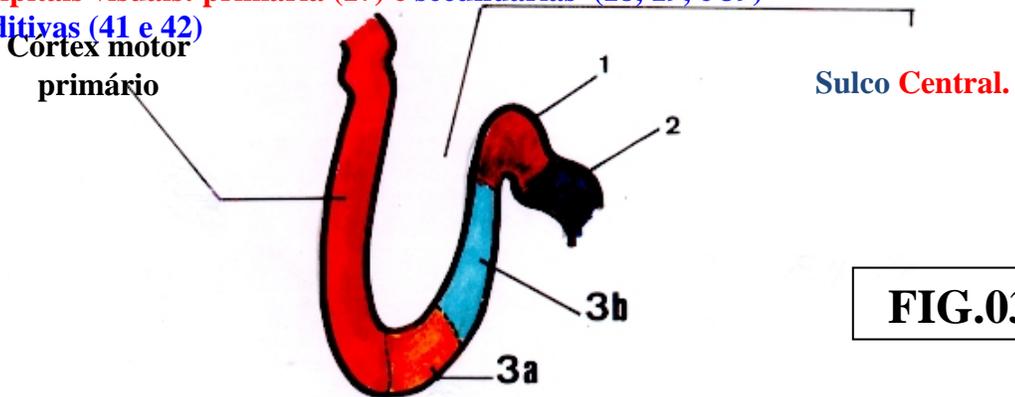
Formam-se, portanto, neste trajeto ascendente das fibras do ramo medial da raiz dorsal da Medula Espinhal, no funículo dorsal, dois importantes fascículos: “Fascículo Grácil” de localização medial e “Fascículo Cuneiforme”, de localização lateral. ( fig.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).



**FIG.02**

**Desenho esquemático da superfície lateral do hemisfério cerebral, mostrando a citoarquitetura de Brodmann, assinalando-se, em cores:**

- 1 – As áreas 1, 2, 3, e 4 do lobo parietal, onde se encontra o **córtex somatossensorial ( S-I)**, com as áreas 1, 2, 3, 3a e 3b.
- 2 – **Áreas occipitais visuais: primária (17) e secundárias (18, 19, e 39)**
- 3 – **Áreas auditivas (41 e 42)**



**FIG.03**

**Detalhe das partes do sulco central do hemisfério cerebral.**

- Área 3a: Na profundidade do sulco central**
- Área 3b: Parede posterior do sulco central**
- Área 1: Na crista do sulco Central**
- Área 2: Já na superfície exterior ( fora do sulco central )**

## FASCÍCULO GRÁCIL

O “Fascículo Grácil,” localizado no Funículo Dorsal da medula espinhal constitui, um dos fascículos, que participam da formação das “Vias Ascendentes” da Medula espinhal, para: a propriocepção epicrítica consciente, tato epicrítico consciente, sensações vibratórias e sentido estereognóstico ( fig.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

As fibras, que originam o “Fascículo Grácil”, são oriundas do ramo medial da raiz dorsal da medula espinhal, que, conduzindo as referidas informações sensoriais, desde as regiões mais inferiores do corpo ( região da planta dos pés ), a partir dos citados neurorreceptores, até aquelas, relacionadas ao nível de ( T6 ) ( sexta vértebra torácica ), portanto, com origens abaixo de T6. Tais fibras ascendem, em toda a altura do Funículo Dorsal da Medula, constituindo, verdadeiras “Lâminas de fibras somatotópicas” ( figs. 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F ), envolvendo o Sistema Cordão dorsal-Lemnisco medial e o Sistema Antero-lateral .

Estas fibras, à medida que se elevam, nos diversos segmentos dos membros inferiores ( pés, pernas, coxas, pelve ), se estratificam de forma laminar e, cada vez mais próximas do plano medial, pois, todas aquelas fibras, que chegaram primeiro ( de planos mais inferiores ), são deslocadas, em direção medial, por aquelas fibras mais superiores e, portanto, que chegaram depois, na medula espinhal. ( figs.: 1, 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 12 e 15 ).

Assim, à medida que, novas fibras, oriundas de níveis mais rostrais e superiores, penetram e ascendem, no funículo dorsal da medula, provocam o deslocamento daquelas fibras, de níveis mais distais, em direção ao plano medial, de tal forma que, as fibras aferentes primárias sensoriais, que penetram na medula, desde seus níveis mais caudais, serão, progressivamente, deslocadas em direção ao plano medial. Portanto, enfatizamos, as fibras mais inferiores e caudais, serão mais sagitais medianas e as mais superiores e rostrais, serão as mais laterais ( figs.: 1, 6, 12 e 15 ), portanto, estarão localizadas, mais superficialmente.

Assim, essa “laminação”, em relação ao “fascículo grácil”, acontece até “T6” ( nível da sexta vértebra torácica ). Portanto, em exames de cortes transversais da medula espinhal, esse fascículo grácil estará presente, em todos os níveis da medula espinhal, ou seja, em toda a altura da medula espinhal, pois, começa nas regiões medulares mais caudais, relacionadas às aferências das plantas dos pés e, sendo sempre, os mais distais, subirão ( ou ascenderão ), em posição mediana, no funículo dorsal, junto ao septo mediano posterior da medula espinhal, em todos os seus níveis, conduzindo impulsos proprioceptivos conscientes ( epicríticos ), impulso do tato epicrítico ( conscientes ) e estereognosia, oriundos dos membros inferiores ( fibras

sacro-lombares e coccigeanas ) e da metade caudal do tronco ( nível até “T6”, forçados pelo aparecimento, a partir de “T6”, das fibras torácicas e dos membros superiores que, neste ponto, iniciam a formação do segundo fascículo do cordão dorsal, conhecido por “Fascículo Cuneiforme” ou “Fascículo Cuneato”. ( fig.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

Os axônios do Fascículo Grácil, se dirigem ao núcleo Grácil, localizado no Tubérculo grácil ou núcleo dorsal do bulbo, onde, em realidade, se estabelece e se inicia o processo de modificações das informações periféricas, até ali, conduzidas. Ou seja, neste núcleo grácil bulbar, inicia-se o processo de modificações da despolarização, com um diferencial, entre o nível do sinal informativo de entrada e o nível do sinal encaminhado, através dos neurônios secundários ( fibras arciformes internas ) ( figs.: 01, 05, 08, 09, 10 e 15 ), constituindo, tais neurônios, parte do “Lemnisco Medial”. ( figs.: 01, 04 e 05, 09 e 15 ) ), cujo término dar-se-á, ao alcançarem, o núcleo talâmico ventral pósterolateral. ( fig.: 01, 08, 09, 10, 11, 15 e 16 )

Desenho esquemático, em visão posterior do Tronco Encefálico, mostrando os núcleos: Vermelhos, Pontinos, sensoriais e alguns motores.

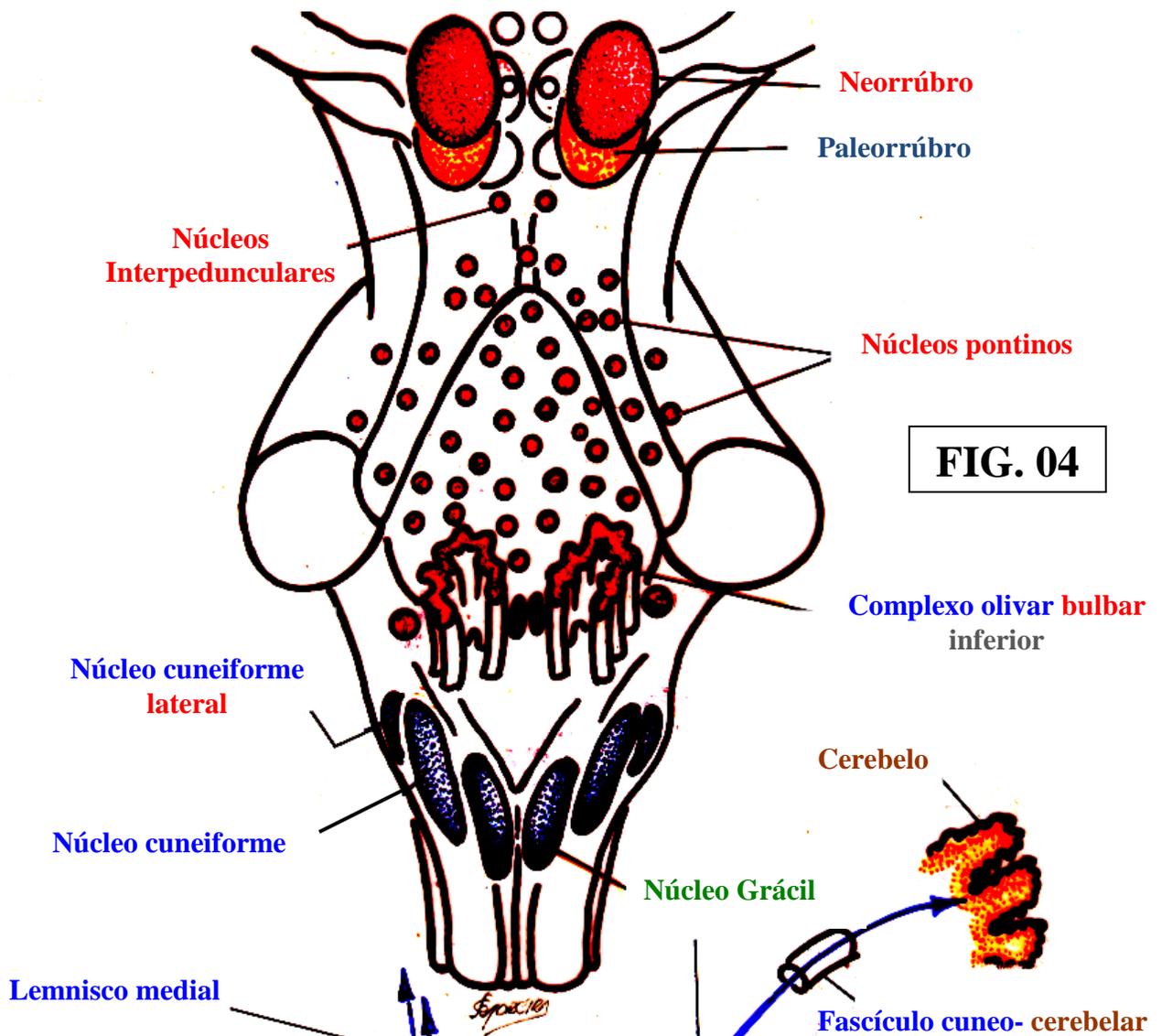


FIG. 04

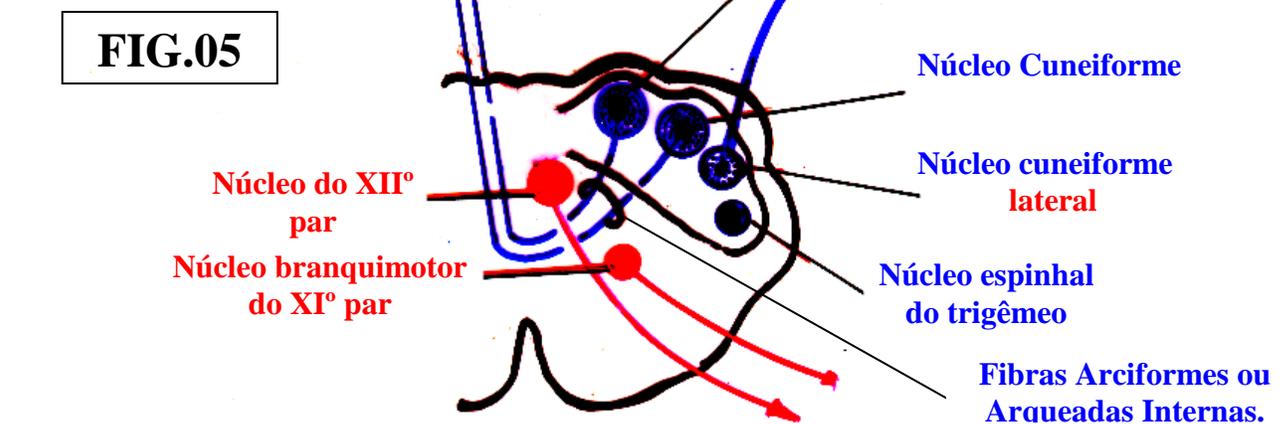


FIG.05

Corte Transversal do Tronco Encefálico, no Nível dos Núcleos: Grácil, Cuneiforme, Cuneiforme lateral e origem do ( núcleo espinal do Nervo Trigêmeo ).

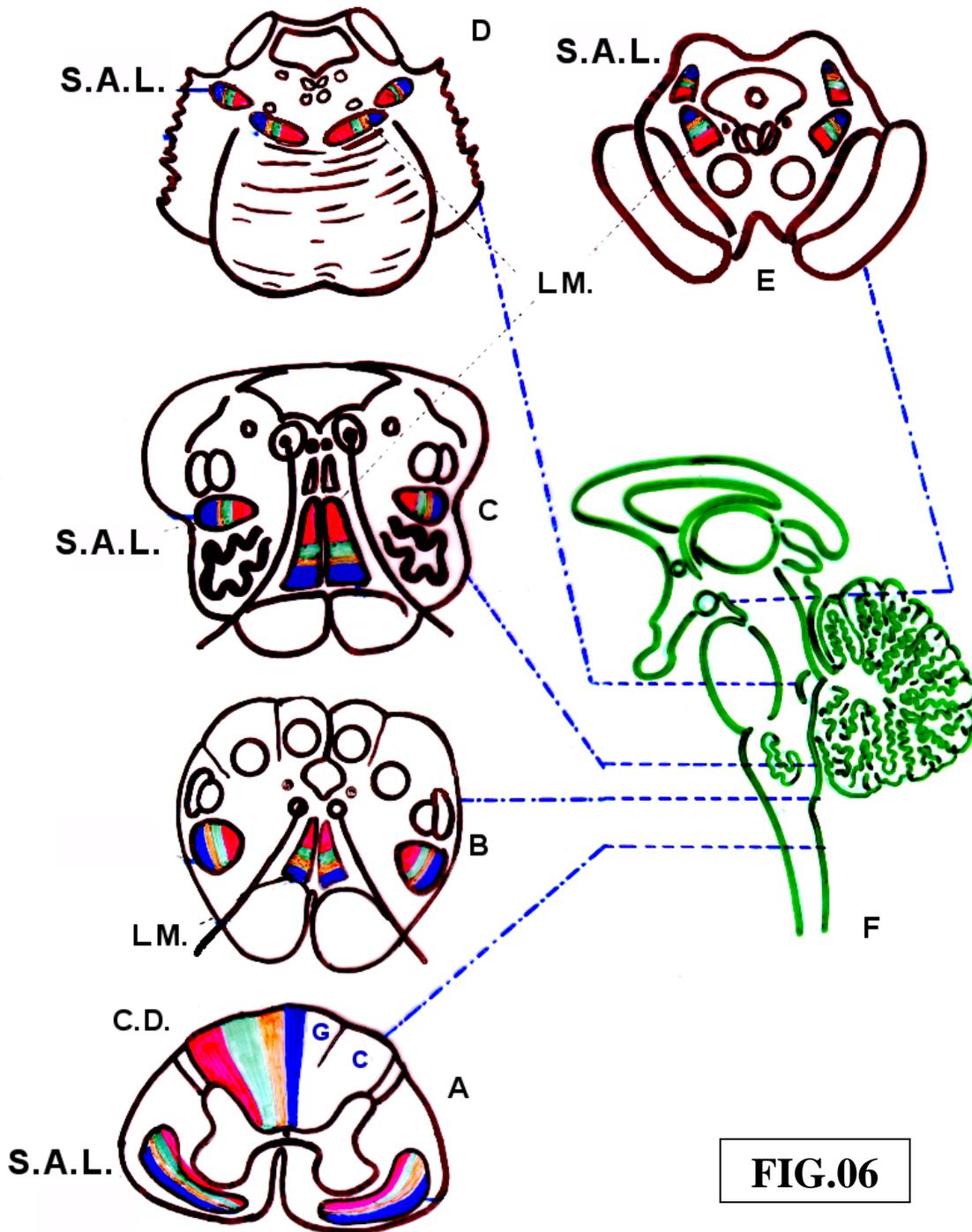
**Legenda dos Desenhos Esquemáticos da Organização Somatotópica, entre os Sistemas: Cordão Dorsal-Lemnisco Medial e Ântero-Lateral ( fig.: 6 )**

- S.A.I.: **SISTEMA ÂNTERO-LATERAL**  
L. M.: **LEMNISCO MEDIAL**  
C. D. : **COLUNA DORSAL**  
A.....: **CORTE DA MEDULA CERVICAL**  
B.....: **CORTE DO BULBO INFERIOR**  
C.....: **CORTE DO BULBO SUPERIOR**  
D.....: **CORTE DA PONTE ( TERCO MÉDIO )**  
E.....: **CORTE DO MESENCÉFALO**  
  
F.....: **VISTA LATERAL DO TRONCO ENCEFÁLICO, DIENCÉFALO E CEREBELO, INDICANDO OS NÍVEIS DOS DIVERSOS CORTES APRESENTADOS.**  
G **FASCÍCULO GRACIL**  
C **FASCÍCULO CUNEIFORME**

**LEGENDA DAS CORES, COMUNS AOS DOIS SISTEMAS, NA REFERIDA FIGURA 6 ( A, B, C, D, E, F. ):**

-  1. **SACRAL**
-  2. **SACRAL**
-  3. **TORÁCICA**
-  4. **CERVICAL**

**Lâminas transversais das vesículas do tronco encefálico, mostrando a somatopia dos sistemas:**  
**“Cordão dorsal-lemnisco Medial e ântero-lateral.”** ( fig.: 6 ( A,B,C,D,E,F) ):



Assim, a propriocepção consciente, para os membros inferiores e metade inferior do tronco ( abaixo de T6 ), conduzindo informações, com o sentido de posição e de movimento consciente, bem como do tato epicrítico ( discriminativo ), sensibilidade vibratória e estereognosia, são percepções devidas a impulsos sensoriais somáticos, conduzidos, através desse “fascículo “Grácil””. Este, em sua progressão ascendente, no tronco encefálico, com suas fibras sacrais e lombares, experimenta um movimento de torção, como é mostrado nas figuras: 6A , 6B, 6C, 6D, 6E, 6F ).

Destas fibras do “Fascículo Grácil”, originam-se ramos colaterais, relacionados às informações originadas abaixo de T6, as quais, antes de suas respectivas sinapses, descem alguns segmentos medulares, constituindo este pequeno feixe de fibras descendentes, o chamado “Fascículo septomarginal”. ( fig.: 36 ).

## FASCÍCULO CUNEIFORME

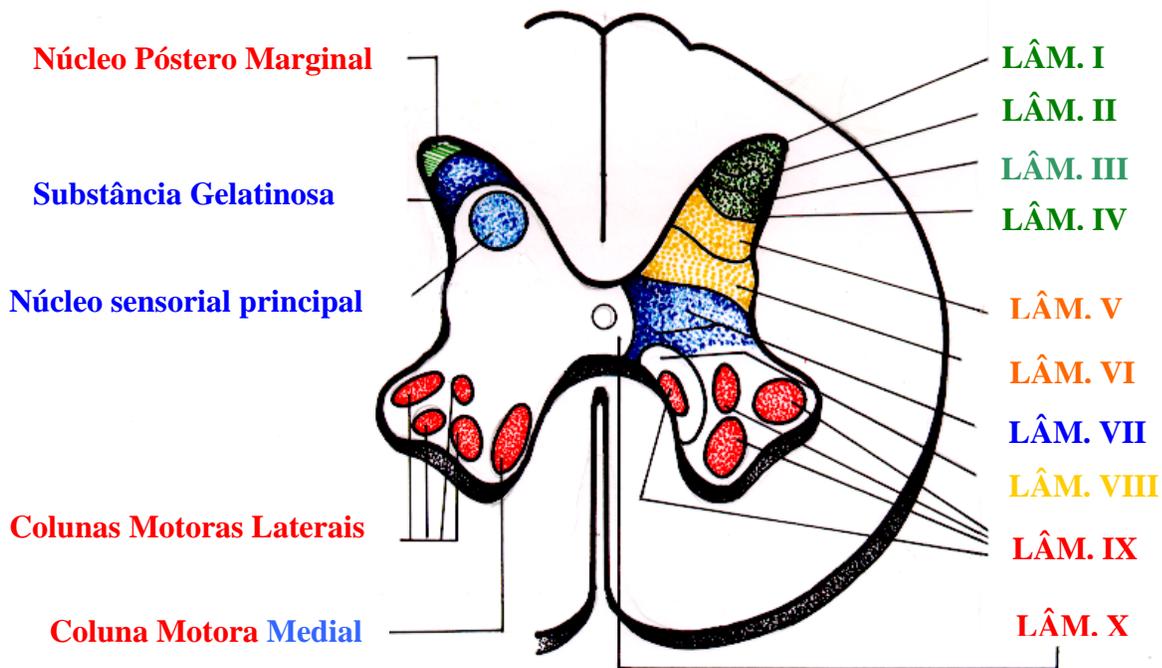
O “Fascículo Cuneiforme”, constitui a “Segunda Via Ascendente” do Funículo Dorsal da Medula espinhal, porém, ao contrário do Fascículo Grácil, que está presente em toda a altura da medula espinhal, apenas começa a aparecer, a partir da sexta vértebra torácica ( acima de T6 ). Isto porque, este fascículo se relaciona à condução dos mesmos tipos de estímulos sensoriais periféricos somáticos, conduzidos pelo fascículo grácil, porém, a partir dos membros superiores e metade superior do tronco. ( fig.:1, 12, 15 ). Portanto, são, também, constituídos por fibras que penetram na medula espinhal, através do, ramo medial da raiz dorsal da medula, somente a partir de T6, altamente mielinizados e, por isto, muito espessos, do tipo ( Aα e Aβ), ocupando posição anatômica, também, definida no funículo dorsal da medula e, ascendendo, a partir deste nível de T6 ( sexta vértebra torácica e membros superiores ), até alcançarem a parte inferior do bulbo, constituindo, neste trajeto ascendente, o Fascículo Cuneiforme, de localização lateral ao Fascículo Grácil, conduzindo informações sensoriais somáticas, originadas, nos mesmos tipos de receptores neurais, já citados a propósito do Fascículo Grácil, ou seja: receptores de adaptação lenta : ( Discos de Merkel ( fig.: 44 ), Corpúsculos de Ruffini ( fig.: 43 ), Órgãos tendíneos de Golgi ( fig.: 42 ) e de adaptação rápida : Corpúsculo de Meissner ( fig.: 41 ), Terminações peritrecas ( fig.: 46 ), Corpúsculo de Paccini ( fig.: 40 ) e os fusos neuromusculares ( fig.: 39 ).

Entretanto, suas fibras ascendentes, ao atingirem o bulbo, dirigem-se ao “Núcleo Cuneiforme,” situado no tubérculo cuneiforme do bulbo, de localização lateral ao tubérculo Grácil ( figs.: 4 e 5 ). Neste Núcleo Cuneiforme, à semelhança do que ocorre em relação ao núcleo Grácil, inicia-se, também, o processo de modificações

da despolarização, com um diferencial entre o nível do sinal informativo de entrada e o nível do sinal encaminhado através dos neurônios secundários ( também chamados “fibras arciformes internas” ( figs.: 01, 05, 09, 10 e 15 ) , constituindo, a reunião dos axônios de tais neurônios e daqueles oriundos do núcleo grácil, o “Lemnisco Medial”. ( fig.: 01, 05, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

Deste núcleo cuneiforme, os neurônios secundários ascendentes, ( fibras arciformes internas ), unem-se àqueles, do núcleo grácil e, após se dirigirem em sentido ventro-medial e contralateral ( decussação sensitiva somática das fibras arciformes internas ), no tronco encefálico, organizam-se em camadas laminares, em seu trajeto ascendente no tronco encefálico ( figs. 6A, 6B, 6C, 6D, 6E e 6F ), agora, em posição contralateral, percorrendo todo o tronco encefálico, mesencéfalo e diencéfalo, nos quais, sempre em companhia do Fascículo Grácil ( medialmente ) estabelecerão sinapses com os neurônios terciários, a partir do núcleo talâmico ventral pósterolateral, que se responsabilizarão pela condução dos estímulos ao necessário córtex cerebral ( Córtex sensitivo somático primário ) ( figs.: 01, 08, 09, 10, 12 e 15 ).

## Lâminas de Rexed e Principais Grupos Nucleares



- Área receptora de fibras exteroceptivas. Lâminas: I, II, III, IV.
- Área receptora de fibras propioceptivas. Lâminas: V, VI.
- Área receptora de fibras viscerossensíveis. Lâmina VII.
- Área periependimária de projeções motoras Laminas: IX e X

**FIG.07**

das referidas informações sensoriais, às áreas somestésicas corticais: 3, 1 e 2. ( figs.: 1, 02, 03, 08, 09, 12 e 15 ).

Todos os sistemas sensitivos ascendentes, em seu percurso final, junto ao córtex cerebral, possuem duas áreas corticais de projeções : A primeira ( área cortical primária ), se destina à recepção das aferências, conduzidas à partir do tálamo. A segunda área, constitui um conjunto de áreas superiores, destinadas à recepção das aferências, oriundas, principalmente, da área cortical primária e de diversos centros corticais.

Dessa forma, lesões da “área cortical primária sensitiva somática”, determinam distúrbios, relacionados: ao tato epicrítico, propriocepção epicrítica dos membros e do sistema de reconhecimento estereognóstico vibratório.

Conclui-se, portanto, que, as sensibilidades, para o tato epicrítico, percepção proprioceptiva consciente e estereognosia, são conduzidas aos centros encefálicos, por um “sistema ascendente específico”, ou seja: Sistema Cordão Dorsal-Lamenisco Medial, estando, portanto, separados, morfo-funcionalmente da condução das informações, para a sensibilidade doloroso ( nociceptiva ), térmica e tato protopático ( grosseiro ), as quais, encontram-se, sob a responsabilidade do segundo grande sistema ascendente ou “Sistema Ântero-lateral da Medula Espinhal” ( S.A.L. ).

Também, para essas fibras do fascículo cuneiforme, ricamente mielinizadas, em função de sua importância morfo-funcional, na transmissão do impulso, o fascículo cuneiforme, em sua progressão longitudinal ascendente, no tronco encefálico ( bulbo, ponte e mesencéfalo ) experimenta, juntamente com o Fascículo Grácil, uma torção, ocasionando modificações, na posição dos diversos feixes de fibras do fascículo cuneiforme e do fascículo grácil, conforme se pode observar, nas figs. : 6A, 6B, 6C, 6D, 6E e 6F ).

Também, das fibras constituintes deste Fascículo Cuneiforme, algumas enviam ramos colaterais, em sentido descendente que, antes de suas respectivas sinapses, descem ao longo de alguns segmentos medulares, constituindo o feixe, denominado: “Fascículo interfascicular” ( F.I.F. ), ( fig.: 36 ), colaborando na intersegmentação da medula espinhal.

## VIAS ALTERNATIVAS DA COLUNA DORSAL

Este modelo morfológico, descrito para os: fascículos grácil e cuneiforme, em suas origens medulares, quando, à medula, chegam os prolongamentos centrais, dos gânglios sensoriais das raízes dorsais da medula espinhal, não é o único modelo, havendo, vias alternativas, das quais, aquelas conhecidas, no momento atual, são:

- Sistema ascendente polissináptico da coluna dorsal ( fig.: 8 )
- Via alternativa para o Fascículo Grácil.....( fig.: 9 )
- Via alternativa para o Fascículo Cuneiforme..... ( fig.: 10 )

## SISTEMA ALTERNATIVO, PARA A VIA ASCENDENTE POLISSINÁPTICA DA “COLUNA DORSAL-LEMNISCO MEDIAL”.

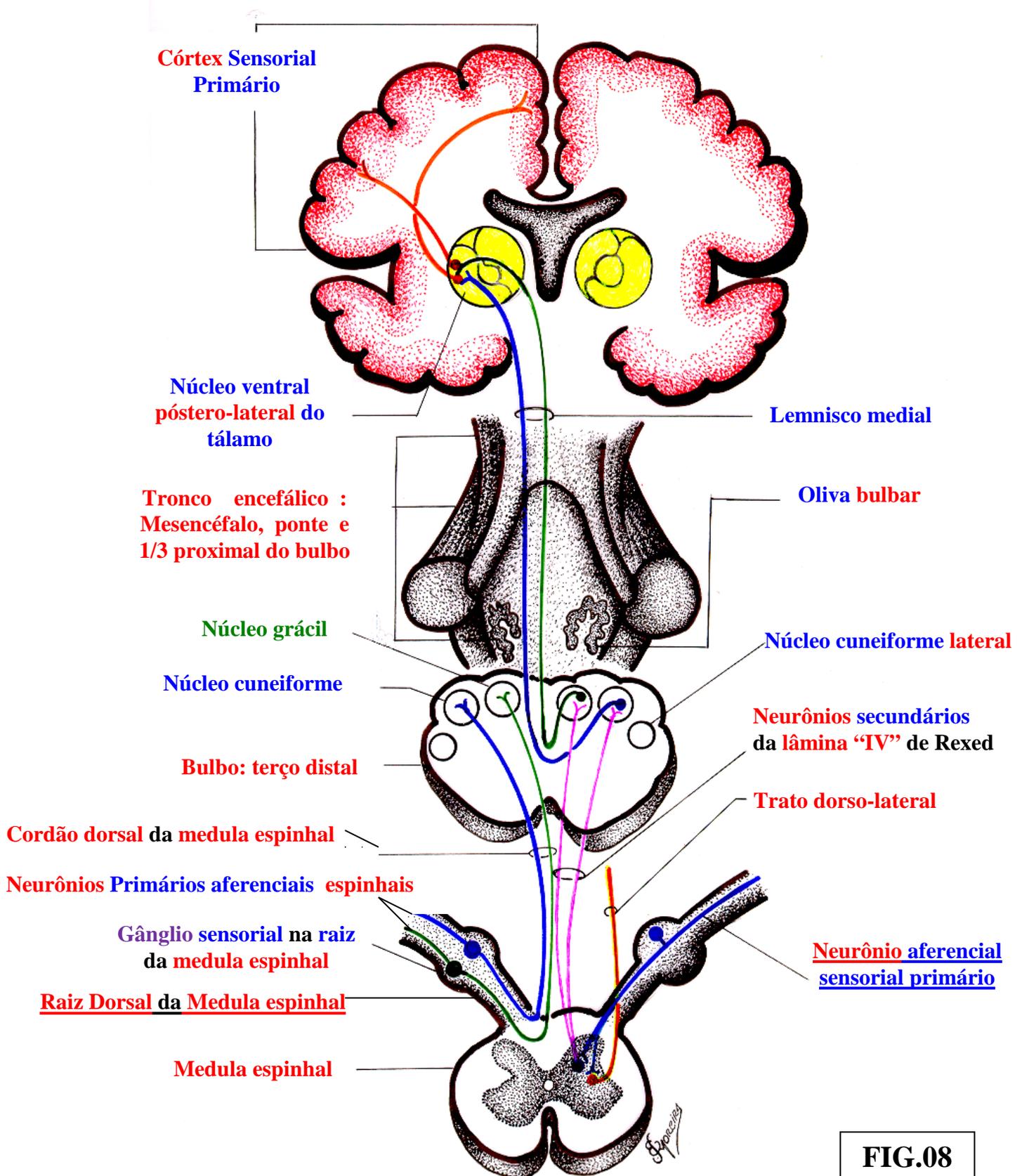
Normalmente a “Via Cordão dorsal-Lemnisco Medial”, transmite suas informações sensoriais somáticas, sem qualquer sinapse, desde sua origem nos gânglios sensoriais da raiz dorsal da medula espinhal, nos quais, surgem os prolongamentos centrais da “Via”, até alcançarem : 1º ) o “núcleo Grácil”, no respectivo tubérculo grácil e 2º ) o “núcleo cuneiforme”, no respectivo tubérculo cuneiforme, ambos, localizados no bulbo ( fig.: 1, 12 e 15 ).

Em certas circunstâncias, todavia, os neurônios aferenciais primários dos gânglios sensoriais da raiz dorsal da medula espinhal, enviam colaterais de segunda ordem, que estabelecem sinapses, com neurônios secundários da lâmina IV de Rexed da medula, na coluna sensorial medular, que ascendem no referido cordão dorsal da medula espinhal, até atingirem, na parte dorso-lateral e medial do bulbo, as fibras: arqueadas internas, que, com o mesmo trajeto, direção e destino do lemnisco medial, alcançam o núcleo talâmico ventral pósterolateral ( fig.: 8 ). da substância cinzenta da medula espinhal, ascendem, através do trato dorsolateral, onde, a maioria das fibras são, todavia, fibras espinocérvico-talâmicas ( fig.: 8 ).

Esse sistema de vias alternativas, também, é encontrado, na estrutura de condução dos impulsos dos fusos neuromusculares, em relação aos membros inferiores e membros superiores.

No caso da “Via alternativa para os membros inferiores”, a partir de seus fusos musculares, temos a “Via Alternativa para o Fascículo Grácil” ( fig.: 9 ), enquanto a “Via Alternativa, em relação aos impulsos dos fusos musculares para os membros superiores, é conhecida por “Via Alternativa para o Fascículo Cuneiforme”( fig.: 10 ).

# Sistema Ascendente Polissináptico da Coluna Dorsal



# Via Alternativa para o Fascículo Grácil

( Em relação aos membros inferiores e seus fusos musculares )

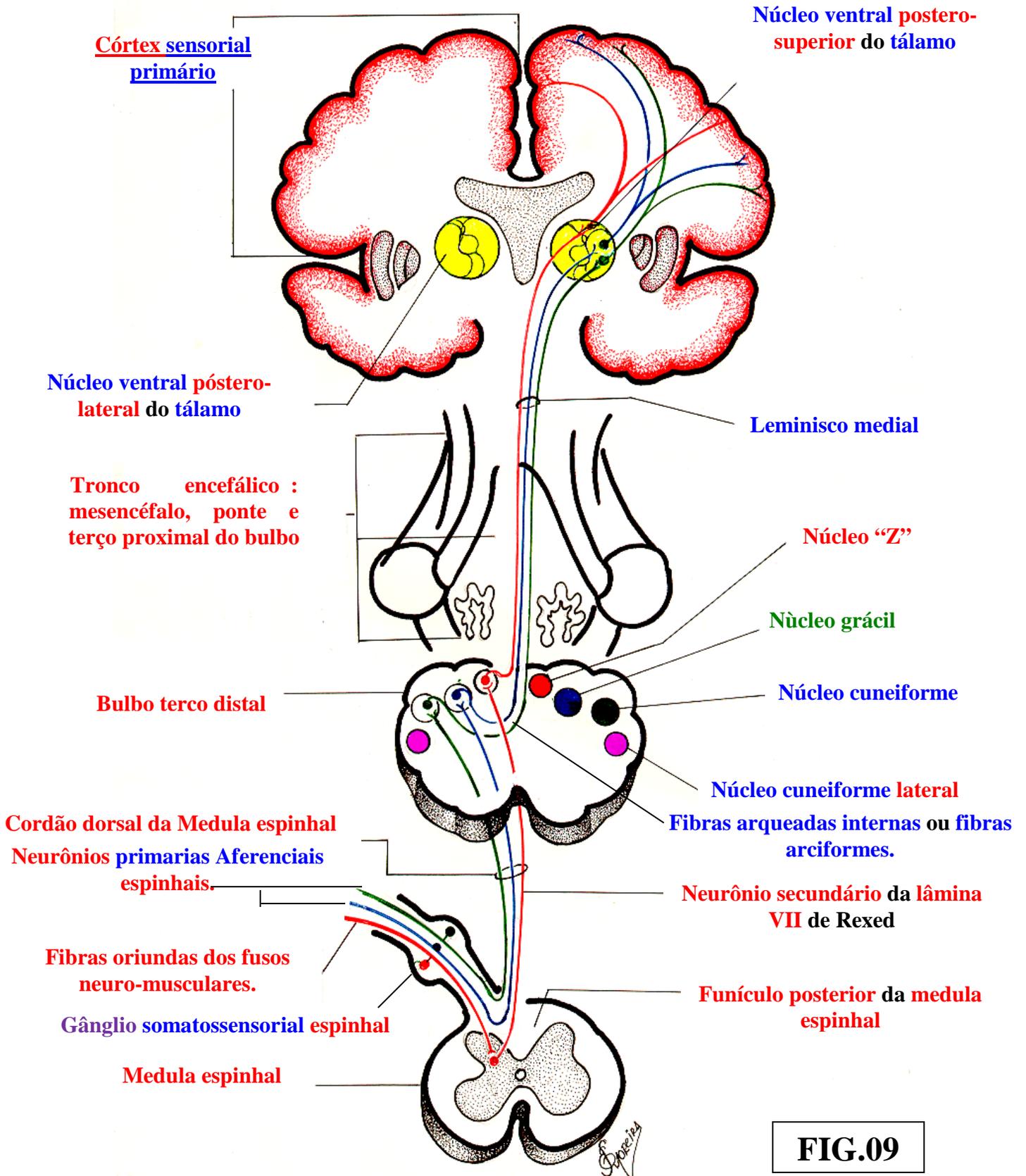


FIG.09

## VIA ALTERNATIVA PARA O FASCÍCULO GRÁCIL

Nessa “Via alternativa para o “Fascículo Grácil”, os impulsos dos fusos musculares, para os membros inferiores, estabelecem suas respectivas sinapses, no nível da lâmina VII de Rexed da substância cinzenta posterior da medula ( fig.: 7 ). Daí, os axônios dos novos neurônios, ascendem através do trato dorsolateral ( fig.: 08 ), indo ao encontro de pequeno grupo nuclear, situado junto ao núcleo grácil, conhecido, pela denominação de “Núcleo Z” ( fig.: 9 ).

Deste núcleo “Z” bulbar, situado pouco mais rostral e medial ao núcleo grácil, as projeções axônicas, se unem ao lemnisco medial contralateral ( fig.: 09 ), em ascendência, até o núcleo talâmico ventral-pósterosuperior ( fig.: 9 ). Desse núcleo talâmico, novos neurônios encaminharão seus axônios ao córtex somatossensorial ( S-I ), com as áreas: ( 1, 2, 3, 3a e 3b ).

## VIA ALTERNATIVA PARA O FASCÍCULO CUNEIFORME

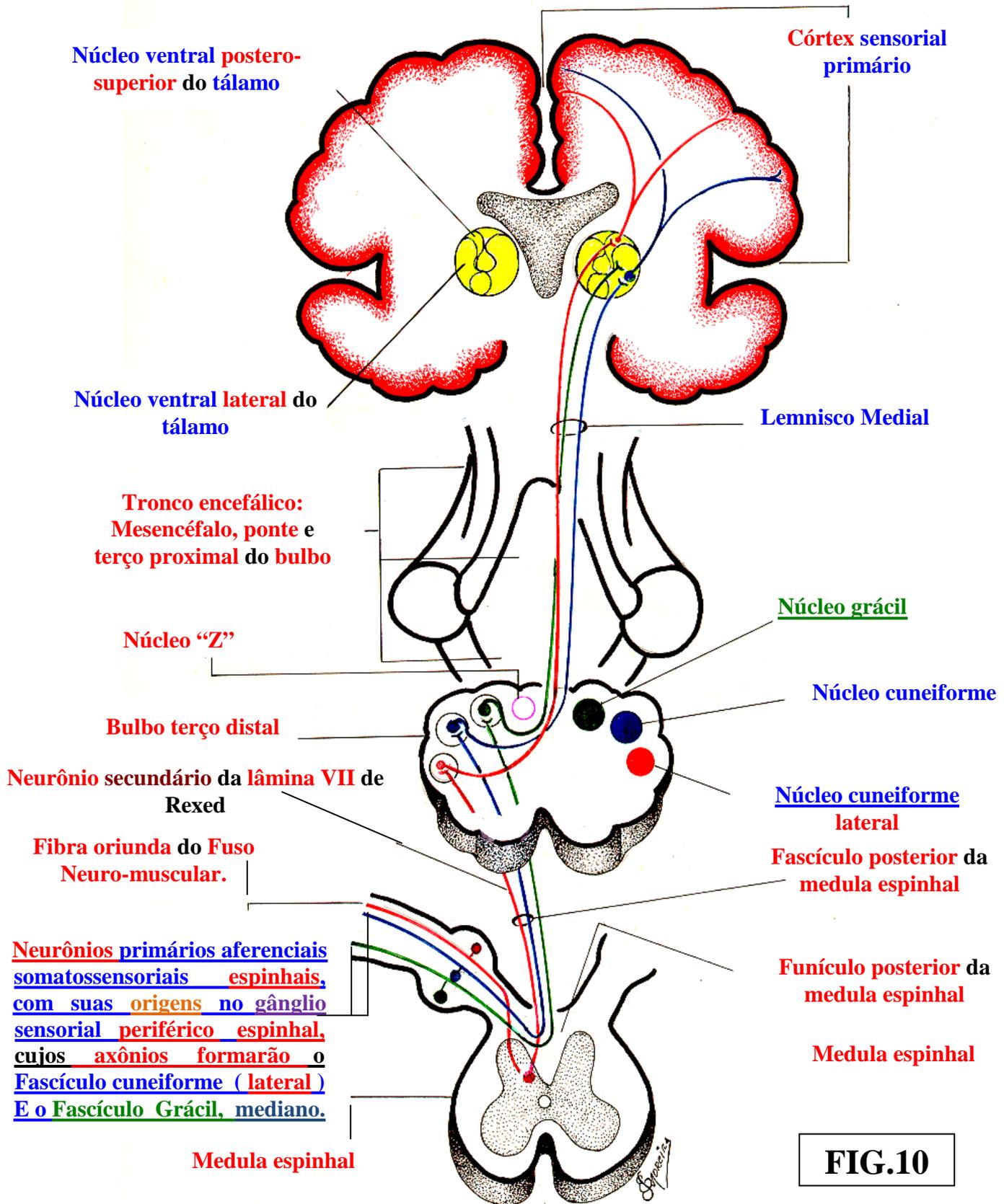
Nesta “Via Alternativa para o Fascículo Cuneiforme”, relacionada aos músculos dos membros superiores ( fig.: 10 ), os aferentes primários dos fusos musculares, estabelecem, igualmente, sinapses na lâmina VII de Rexed da substância cinzenta da medula espinhal, em sua ponta dorsal sensorial, da qual, os neurônios secundários, através de seus axônios, também, ascendem no fascículo cuneiforme homolateral, porém, em direção ao núcleo “Cuneiforme Lateral ou Externo do Bulbo.

Desse núcleo cuneiforme lateral, emergem os axônios de parte das fibras arciformes internas, que se agregam às fibras do lemnisco medial contralateral, terminando, no núcleo talâmico ventral pósterosuperior ( fig.: 10 ). Deste núcleo talâmico, novos neurônios conduzirão os impulsos sensoriais, às áreas corticais somestésicas ( áreas: 1, 2, 3, 3a e 3b ) ( figs.: 02 e 03 ).

Finalmente, temos o “Trato Espino-cervico-talâmico” ou “Trato dorsolateral” ( fig.: 08 ), do qual, já fizemos alguns comentários, no início desse volume, , cuja importância, nos seres humanos, é insignificante, por ser extremamente rudimentar.

Nesse caso, os neurônios aferenciais primários enviam colaterais, através do ramo medial da raiz dorsal da medula espinhal, estabelecendo sinapses, no nível da lâmina IV de Rexed da substância cinzenta da medula ( ponta sensorial ). Dessa lâmina, os axônios ascendem, através do trato dorsolateral homolateral, ao encontro do “Núcleo Cervical Lateral”, no nível de C1 e C2. Desse núcleo, novos axônios, se dirigem ao lemnisco medial contralateral, até atingir o complexo ventro-basal talâmico, especificamente, o núcleo talâmico ventral pósterolateral.

**Vias Alternativas para o Fascículo Cuneiforme**  
**( Em relação aos Membros Superiores e seus Fusos Neuromusculares )**



## 2º) – SISTEMA ÂNTERO-LATERAL

As fibras que participam da constituição do “Sistema Ântero-lateral” da medula espinhal ( fig.: 11 ), são fibras aferentes primárias, extremamente, delgadas e pouco mielinizadas. Constituem verdadeiros prolongamentos centrais, dos neurônios sensoriais, localizados nos gânglios sensoriais das raízes dorsais da medula espinhal, que constituem o ramo lateral, destas raízes dorsais. São responsáveis pela condução de estímulos de natureza nociceptiva ( dor ) e termoceptivos ( sensação de calor e de frio ), de forma grosseira ( ou protopática ). ( figs.: 10 e 11 ).

Em virtude de serem, extremamente, delgadas e pouco mielinizadas, transmitem sinais sensoriais, que não exigem localização anatômica precisa, quanto à origem dos sinais e muito menos, discriminação das diversas variações de intensidade dos sinais.

Portanto, tais fibras transmitem sinais, com menores velocidades, do que as fibras do Cordão dorsal-Lemnisco medial, variando, esta velocidade, no “sistema ântero-lateral”, entre poucos metros por segundo, até, no máximo, 40 metros por segundo. Este fato, inclusive, as torna, deficitárias, na orientação temporal e espacial. Provavelmente, este seja, um dos argumentos mais significativos, que impede à maioria dos pesquisadores, considerar os “Tratos Espinocerebelares”, como participantes do “Sistema Ântero-lateral”, pois, as fibras desses “tratos espinocerebelares,” são extremamente, calibrosas, altamente mielinizadas e apresentam a maior velocidade de condução de estímulos do corpo humano ( em torno de 120 metros por segundo ).

Entretanto, a despeito dessas deficiências e diferenças de transmissão de sinais, o “Sistema ântero-lateral”, apresenta melhor capacidade para a transmissão de um espectro mais amplo ( maior variedade ) de modalidades sensoriais, relacionadas, principalmente com a nocicepção ( dor ), termocepção ( sensação de quente e frio ), tato protopático ( grosseiro ), sensações de cócegas, sensações de pruridos e sensações sexuais.

No nível das lâminas de Rexed I, IV, V e VI ( fig.: 7 ), estabelecem-se as primeiras sinapses das vias ganglionares primárias sensoriais deste sistema ântero-lateral, com as fibras secundárias dessa mesma via ( recepções exteroceptivas e proprioceptivas ).

Posteriormente, tais fibras secundárias, com orientação ventro-medial e em direção contralateral, cruzam, através da comissura anterior da medula, distribuindo-se, em seu trajeto ascendente, em duas colunas: uma coluna anterior e outra coluna lateral ( fig.: 11 ), respectivamente: funículo anterior e funículo lateral da medula espinhal.

As discussões, sobre a diferenciação desse “Sistema Ântero-lateral”, em seu trajeto ascendente, no tronco encefálico, são significativas. Entretanto, resulta como conclusão dessas discussões, a idéia, não totalmente aceita, de que este “Sistema Ântero-lateral”, em seu trajeto ascendente, no tronco encefálico, dividir-se-ia, em dois fascículos ascendentes. Um dos fascículos é conhecido por “Fascículo ( ou Trato ) espino-talâmico ventral” ou ( anterior ), situado no funículo anterior da medula espinhal. O outro “Fascículo ( ou Trato ) é conhecido por: “fascículo ( ou Trato espino-talâmico lateral,” localizado, no funículo lateral da medula espinhal.

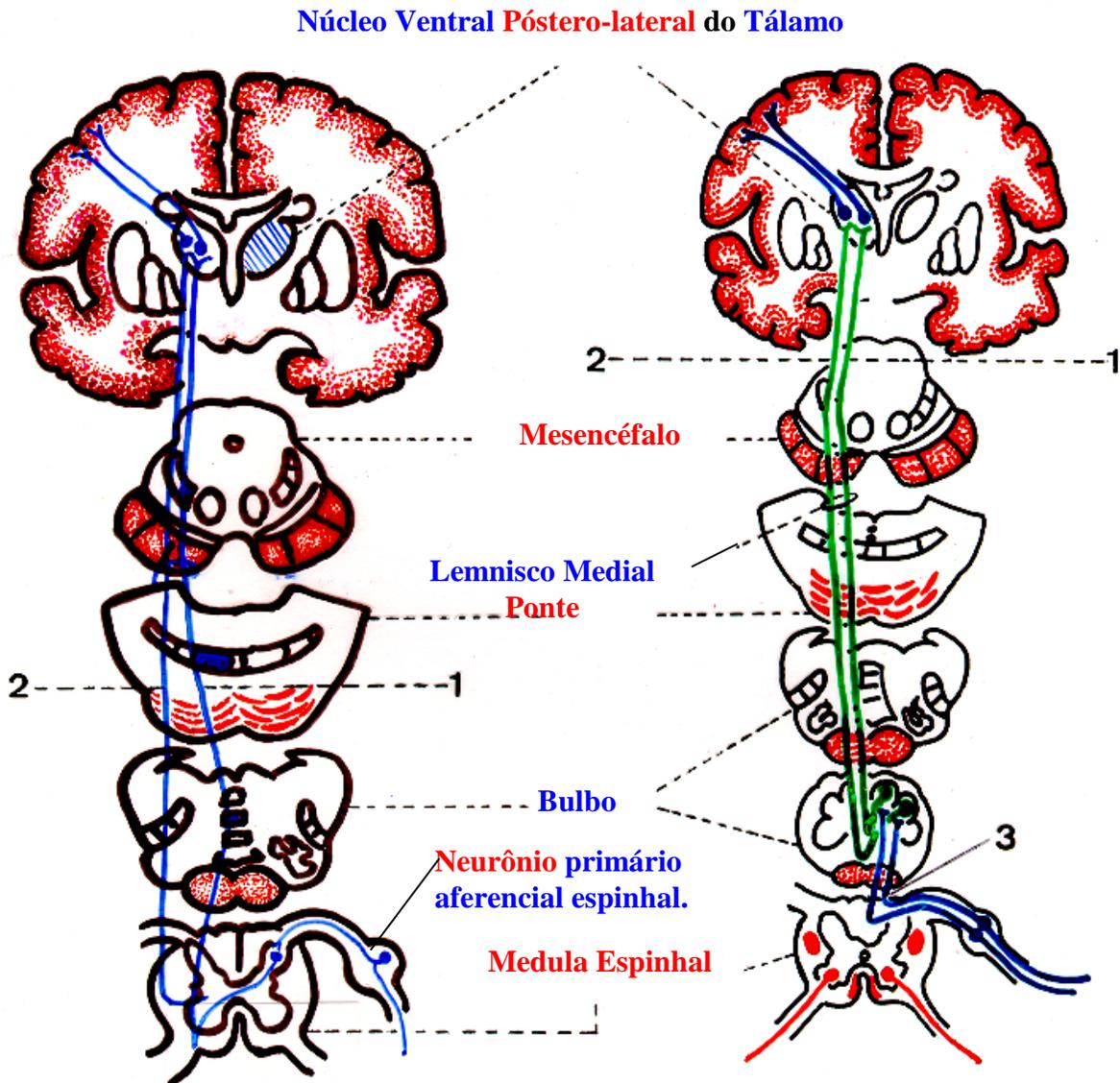
O “Fascículo ( ou Trato ) espino-talâmico anterior ( ventral ), responsabilizar-se-ia, pela condução do tato grosseiro ( protopático ), enquanto, o “Fascículo ( ou Trato espino-talâmico lateral”, seria responsável pela condução das sensações nociceptivas ( dor ) e térmicas ( sensações de calor e de frio ( fig.: 11 )

Além desses dois fascículos, o “Sistema Ântero-lateral” apresenta, segundo a maioria dos autores, mais dois outros fascículos, ou seja: do conjunto original e único das...

# Grandes Vias Ascendentes da Medula Espinhal.

## Sistema Ântero-Lateral

## Sistema Cordão Dorsal - Lemnisco Medial



Desenho esquemático do Trato Espino-talâmico, com suas fibras ventro-laterais na medula espinhal. 1. Trato espino-talâmico ventral. 2. Trato espino-talâmico lateral.

1 e 2 – Lemnisco Medial  
3 – Cordão Dorsal

FIG.11

FIG.12

fibras desse sistema, originadas em gânglios sensoriais das raízes dorsais da medula espinhal ), quantidade variável das mesmas, em seu trajeto ascendente, no tronco encefálico, abandona o destino comum das fibras espino-talâmicas, dirigindo-se, agora, aos “núcleos da “formação reticular do bulbo, ponte e mesencéfalo”, assim como, em direção aos ( colículos ) do mesencéfalo, constituindo-se, assim, os “Fascículos: Espinoreticular e Espinotectal” ( ou espínomesencefálico ) ( fig.: 36 ).

Dessa forma, o “Sistema Antero-lateral”, em sua ascensão, se dirige ao núcleo ventral póstero-lateral do tálamo, em sua maior parte, enquanto, o restante se distribui, entre os núcleos reticulares do bulbo, ponte e mesencéfalo, no complexo ventro-basal do tálamo ( núcleo ventral póstero: medial, superior e inferior do tálamo ), nos núcleos intralaminares do tálamo e núcleo tectal msencefálico ( colículo superior ). A partir dos núcleos do complexo ventro-basal do tálamo, os sinais são conduzidos ao córtex somatossensorial, juntamente, com os sinais do “Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial ( figs.: 11 ). Portanto, dentro deste conceito, o “Sistema Antero-lateral”, o segundo das vias sensitivas somáticas primárias, é responsável, pela condução da sensibilidade dolorosa, ( ou algica, nociceptiva ), térmica e tato protopático ( figs.: 11 ). Segundo diversos autores ( DELMAS, BURT, GUYTON, MARTIN, MENESES e outros ), essas informações sensitivas somáticas periféricas primárias, são conduzidas, através: do trato: “Espino-talâmico lateral ( sensibilidade dolorosa e térmica ) e “Trato Espino-talâmico anterior ( sensibilidade tátil protopática ( ou grosseira ) ( fig.: 11 ). A partir do protoneurônio ganglionar sensorial somático primário, pseudo bipolar, condutor das informações: térmica e dolorosa ( algica ou nociceptiva ), teremos a informação dirigida à coluna posterior da substância cinzenta da medula espinhal ( ponta sensitiva ) e, a partir desta região, um segundo neurônio, enviará seu axônio, atravessando toda a espessura desta coluna, passando pela comissura ventral alcançando, no lado contralateral da medula espinhal, os funículos: ventral e lateral da medula espinhal ( fig.: 11 ).

No funículo lateral da medula espinhal contralateral, assume posição ventral ao trato cortico-espinhal cruzado, ocasião em que, assume a direção ascendente, atravessando, longitudinalmente, todo o tronco encefálico, participando da formação do lemnisco espinhal ( fig.: 11 ), até atingir, no tálamo, seu núcleo ventral póstero-lateral, de onde, um terceiro neurônio, dirigir-se-á ao córtex cerebral , terminando em sua área somestésica ( S.I ) 3, 1 e 2 ( figs.: 02, 03 e 11 ).

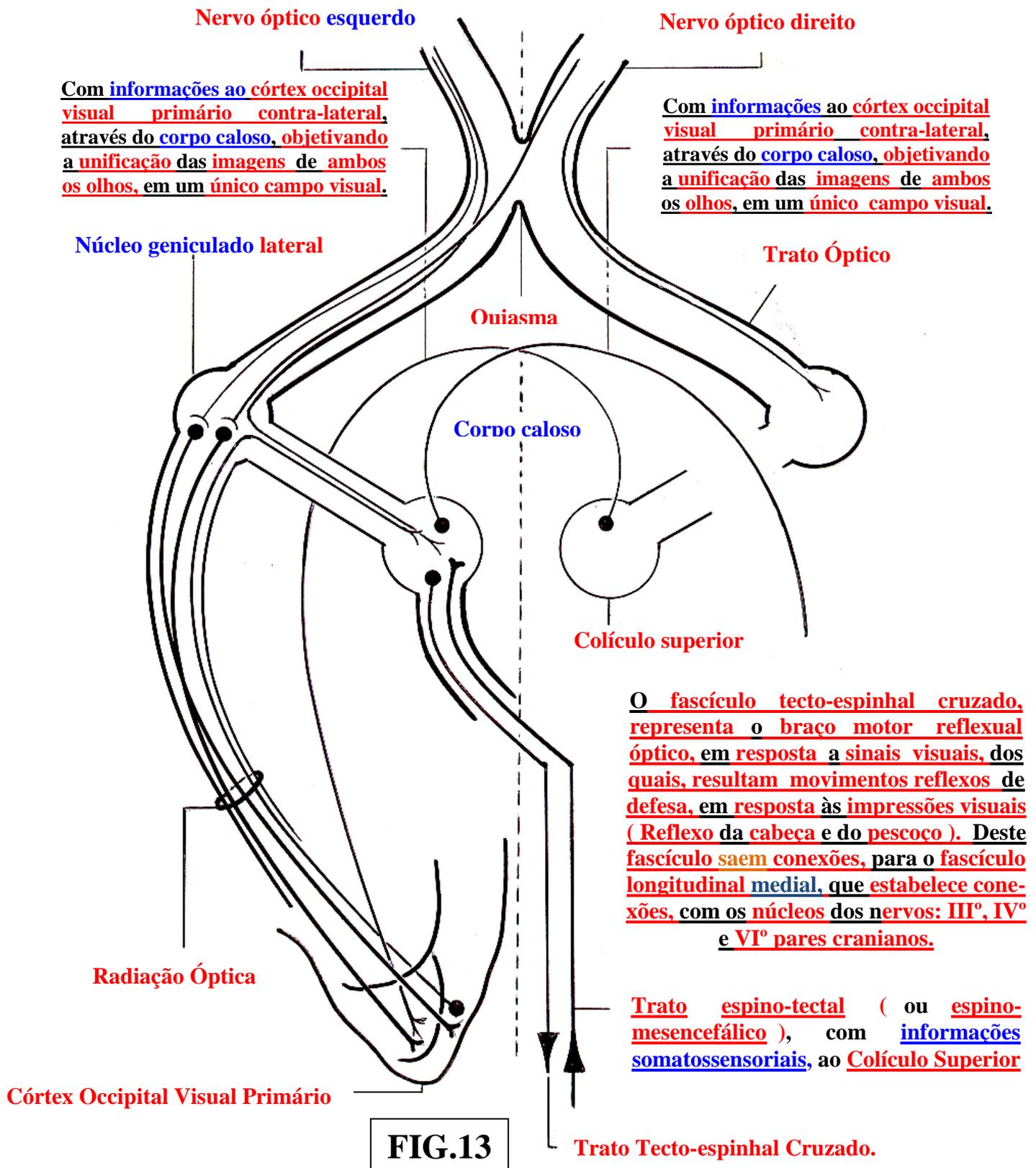
O “ Trato espino-talâmico anterior ( ou ventral ), recebe informações periféricas, relacionadas ao tato protopático ( grosseiro ), conduzidas, pelas fibras sensitivas primárias somáticas pseudo-bipolares, à extremidade da coluna posterior da medula espinhal, na qual, transfere as informações ao primeiro neurônio da via, que, após cruzar, na comissura ventral da medula espinhal, para o lado oposto, localizar-se-á no funículo ventral ( anterior ), onde assume direção ascendente e, na parte anterior do trato espino-talâmico lateral, alcançando, ao final, no tálamo, o núcleo ventral póstero-lateral. Deste núcleo talâmico, um terceiro neurônio, encaminhará seu axônio, ao córtex cerebral, terminando, também, em suas áreas somestésicas: 3, 2, 1 de ( S-I ) ( figs.: 02, 03 e 11 ).

Na medula, em seu trajeto ascendente, os dois tratos estão reunidos de tal forma que, funcionalmente, encontramos a seguinte ordem: no funículo ventral, sensibilidade tátil protopática ( ou grosseira ), seguida pela sensibilidade dolorosa ( algica ou nociceptiva ) e, mais posteriormente, a sensibilidade térmica ( fig. 11 ).

Revedo o trajeto dos dois sistemas: ( Cordão dorsal-Lemnisco medial e Ântero-lateral ), observamos que, no primeiro Sistema ( Cordão dorsal-Lemnisco medial ), o neurônio primário sensitivo somático, passa, através do, funículo medular dorsal, sem qualquer relacionamento funcional, dirigindo-se, ininterrupto, ao bulbo, no qual, nos tubérculos: grácil e cuneiforme, estabelecerá as primeiras sinapses, com os neurônios secundários do sistema nervoso central ( figs.: 1, 12 e 15 ), enquanto, no sistema ântero-lateral, o neurônio primário sensitivo somático ganglionar, terminará na extremidade da coluna sensitiva posterior da substância cinzenta da medula, em sinapses com o primeiro neurônio da via nervosa central. ( fig.: 11 ).

Assim, concluimos que, a decussação do sistema cordão dorsal-lemnisco medial se realiza, em nível bulbar ( no tronco encefálico ( figs.: 1, 8, 9, 10, 12 e 15 ), enquanto, a decussação do sistema ântero-lateral se realiza no nível medular ( figs.: 05 e 11 ). Em ambos os casos, as decussações são realizadas pelos segundos neurônios dos respectivos sistemas ( figs.: 1 e 11 ). O “Trato Espinomesencefálico” ( ou Espinotectal ) com suas origens no Trato Espino-talâmico e com informações somatossensoriais, encaminha seus axônios para o núcleo do tecto ( colículo superior ) contra-lateral e para a substância cinzenta periaquedutal. ( fig.: 13 ). No caso dos núcleos do tecto mesencefálico, e seu relacionamento com o trato mesencefálico, através dos colículos superiores ( reflexos relacionados à visão, figs.: 27, 28, 29 e 30 ) e colículos inferiores ( reflexos relacionados à audição ), há um processo de integração significativa, na coordenação dos movimentos da cabeça e dos olhos, em relação a estímulos visuais e auditivos ( ver volume 10 ). O “Trato espinorreticular”, cujas origens, também são comuns, com as origens do Trato espino-talâmico ( fig.: 11 ), em sua ascensão no tronco encefálico, separa-se das fibras do trato espino-talâmico, encaminhando-se, a seguir, ao encontro dos núcleos da formação reticular do bulbo, da ponte e do mesencéfalo ( fig.: 23 ), sendo, estas conexões, como veremos ao estudarmos a “Formação Reticular”, de especial importância, em relação ao “estado Sono / Vigília” do indivíduo, e às conexões reticulares ativadoras ascendentes da formação reticular ao córtex cerebral ( Sistema reticular ativador ascendente ). ( S.R.A.A. ), além de sua importância no controle dos estados afetivos e emocionais e em relação à sensibilidade dolorosa, através dos sistemas descendentes inibitórios para a dor, com origem no tronco encefálico, através de dois mecanismos morfo-funcionais, a serem estudados ao tratarmos das “Vias Descendentes da Medula”: A primeira, “Via descendente analgésica serotoninérgica peptidérgica opióide” e a segunda: “Via descendente analgésica adrenérgica”. ( figs.: 34 e 35 ). Conhecendo-se a constituição dos “Sistemas Ascendentes da Medula”, ou seja: o “Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial” e “Sistema Ântero-lateral”, bem como a estrutura das “Grandes Vias Descendentes da Medula”, da qual ainda trataremos, é possível estabelecer-se os déficits sensoriais somáticos periféricos, seus diversos graus, localização, extensão e tipo de lesão, inclusive, como fica o controle da musculatura corpórea ao nível da lesão ou lesões e nas partes distais ou caudais às mesmas. Nos casos de lesões relacionadas às estruturas dos sistemas responsáveis pela condução de estímulos sensoriais somáticos periféricos ( Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial” e “Sistema Ântero-Lateral”, as alterações funcionais estão relacionadas: À situação da sensibilidade nociceptiva ( dor ), condições funcionais do tato protopático e tato epicrítico, e condições funcionais termoceptivas e as localizações anatômicas da medula espinhal: ( ventrais, laterais e dorsais ).

# VIAS VISUAIS E SUAS DIVERSAS CONEXÕES EFERENTES



**Representação esquemática das vias visuais e suas conexões com: 1º – Projeções retinianas para o núcleo geniculado lateral. 2º – Para o Colículo superior. 3º – Para o lobo occipital visual primário. 4º – Projeções coliculares para a medula espinhal ( fascículo tecto-espinhal cruzado ). 5º – Projeções coliculares para o Córtex occipital visual primário contra-lateral, através da Comissura do Corpo caloso.**

Levando em consideração, a estrutura dos “Sistemas Ascendentes Sensoriais somáticos”, representados pelos sistemas estudados em epígrafe, no caso de eventual processo patológico, envolvendo o “Sistema Cordão dorsal-Lemnisco Medial”, podemos, ainda, encontrar na clínica diária, raros casos, da conhecida “Tabes Dorsalis”, determinada por “processos sífilíticos avançados”. Nesse processo patológico, as lesões destroem os neurônios ganglionares da raiz dorsal da medula espinhal, formada por axônios altamente mielinizados e de grande espessura, perdendo o paciente, o tato e a propriocepção epicríticas, bem como, também, a perda da percepção da estereognosia e das sensações vibratórias, epicríticas.

Quadro clínico semelhante, poderá ser observado, também, nos processos traumáticos da medula espinhal, com envolvimento dos sistemas sensoriais somáticos ascendentes, da medula espinhal, estudados.

Em relação ao “Sistema Ântero-lateral”, formado por fibras ascendentes, pouco mielinizadas e de reduzida espessura, mas capazes de transmitirem, um espectro de modalidades sensoriais, mais rico, na vigência de processos patológicos, como por exemplo, na “Siringomielia”, onde são encontradas, grandes cavidades na parte central da substância cinzenta central da medula espinhal, na qual, os axônios do “Sistema Ântero-lateral”, de ambos os lados, em seu intercruzamento na comissura central da substância cinzenta, são lesados, seletivamente, resultando em perda do tato protopático ( grosseiro ), além da perda de suas sensibilidades: dolorosa e térmica bilaterais, sendo, entretanto, por questões de localização anatômica, poupados os axônios do Cordão dorsal-lemnisco medial, permanecendo as sensibilidades do tato e da propriocepção epicrítica. Tal situação clínica anatomopatológica, é conhecida por: “Dissociação Siringomiélica”.

Na neurocirurgia, os cirurgiões, se valem desses conhecimentos, para o tratamento das denominadas “dores intratáveis”, relacionadas, em geral, a processos neoplásicos incuráveis e inoperáveis, realizando uma cirúrgica, conhecida por “Cordotomia Ântero-lateral”. Através dessa técnica neurocirúrgica, secciona-se a região da medula, através da qual, passam as fibras utilizadas na condução da dor, em direção ao encéfalo. A seção das referidas fibras, ( Sistema Ântero-lateral ), interrompe a condução dos estímulos nociceptivos ( dolorosos ) ao tálamo e, conseqüentemente, ao encéfalo, provocando a cessação imediata da dor. Todavia, há diversos casos, publicados, comunicando o restabelecimento da sensibilidade perdida. Nestes casos, diversos autores justificam que, seria por “efeito de provável hipertrofia do sistema ântero-lateral”, que permaneceu, do qual, teriam surgido ramos colaterais, dirigidos para o sistema danificado ( operado ) ou, então, devido à presença, no paciente operado, de pequenos sistemas, ainda não conhecidos.

DELMAS E BURT, referindo-se ao “Sistema Ântero-lateral” da medula espinhal, omitem a participação explícita, das “Vias espinocerebelares”, na composição do Sistema ântero-lateral, justificando essa omissão, por se tratar de fibras calibrosas e altamente mielinizadas, totalmente diferentes das fibras do sistema ântero-lateral, como componentes do referido sistema ( S.A.L. ). Entretanto, o segundo autor ( BURT ), além disso, em determinada altura de seu trabalho, escreve, veladamente: “...em conjunto, os tratos: espino-talâmico, espinoencefálico e espinocerebelares, formam o “Sistema Ântero-Lateral” ( S.A.L. ). Com certeza, tais dúvidas de inclusão ou não, destes tratos espinocerebelares, no “sistema ântero-lateral”, estejam relacionadas, como já ventilamos, ao fato de serem as fibras dos

Tratos espinocerebelares, ricamente dotadas de mielina, condição esta, que lhes assegura excelente velocidade de condução dos estímulos aferenciais periféricos, em torno de 120 metros por segundo, enquanto o Sistema Ântero-lateral, é constituído por fibras extremamente delgadas e, portanto, pobres em mielina, nas quais, a velocidade de condução dos estímulos sensoriais periféricos, atingem, raramente, 40 metros por segundo.

Todavia, não podemos deixar de lado a inclusão de tais tratos ( espinocerebelares ), pois, são formados, por fibras ascendentes e conduzindo estímulos sensoriais periféricos da medula, da maior importância no controle motor dos movimentos, seus respectivos equilíbrios, plasticidade e, principalmente, de correção de movimentos inadequados ou em desacordo, com o que foi planejado, em nível cortical motor, em tempo hábil, além de sua participação no aprendizado motor, pois estão ligados a receptores neurais da maior importância, tais como: os fusos neuromusculares, os órgãos tendíneos de Golgi, os grandes receptores exteroceptivos das articulações, além de conduzirem ao cerebelo, com estonteante velocidade, informações sobre os potenciais motores encaminhados aos neurônios das pontas motoras da medula espinhal, para a realização dos diversos eventos motores. Por este motivo, passaremos ao estudo dos referidos tratos espinocerebelares e sua importância medular.

## Tratos Espinocerebelares ( Figs.: 14 e 16 ).

Os “Tratos Espinocerebelares,” ( figs.: 14 e 16 ), estão estreitamente relacionados aos estímulos proprioceptivos , utilizados pelo nosso “sistema nervoso central,” para conhecimento de nossa “posição” no espaço, velocidade de contração ou de descontração de um ou de diversos músculos, grau de movimentação de uma ou de diversas articulações, tensões exercidas sobre os diversos tendões musculares ( fusos musculares, órgãos tendíneos de Golgi, grandes exteroceptores cutâneos ) e conduzidos, diretamente da medula espinhal, seja ao cerebelo e, nesse caso, são utilizadas “Vias Espinocerebelares proprioceptivas inconscientes ou, então, são conduzidos diretamente aos núcleos talâmicos e desses, em direção ao córtex cerebral e, nessa eventualidade é utilizada a via denominada: “Via Espinocerebelar proprioceptiva consciente”.

Portanto, as “Vias Espinocerebelares”, podem ser:

1º) – Via Espinocerebelar consciente ( Sistema Cordão dorsal-Lemnisco medial )  
( Estas Vias proprioceptivas, não passam através dos núcleos cerebelares ).

2º) – Vias Espinocerebelares inconscientes: Neste caso, encontramos quatro tratos e que passam pelo cerebelo:

2.1 – Trato Espinocerebelar Direto ( dorsal ) ( figs.: 14 e 16 ).

2.2 – Trato Espinocerebelar Cruzado ( ventral ) ( figs.: 14 e 16 )

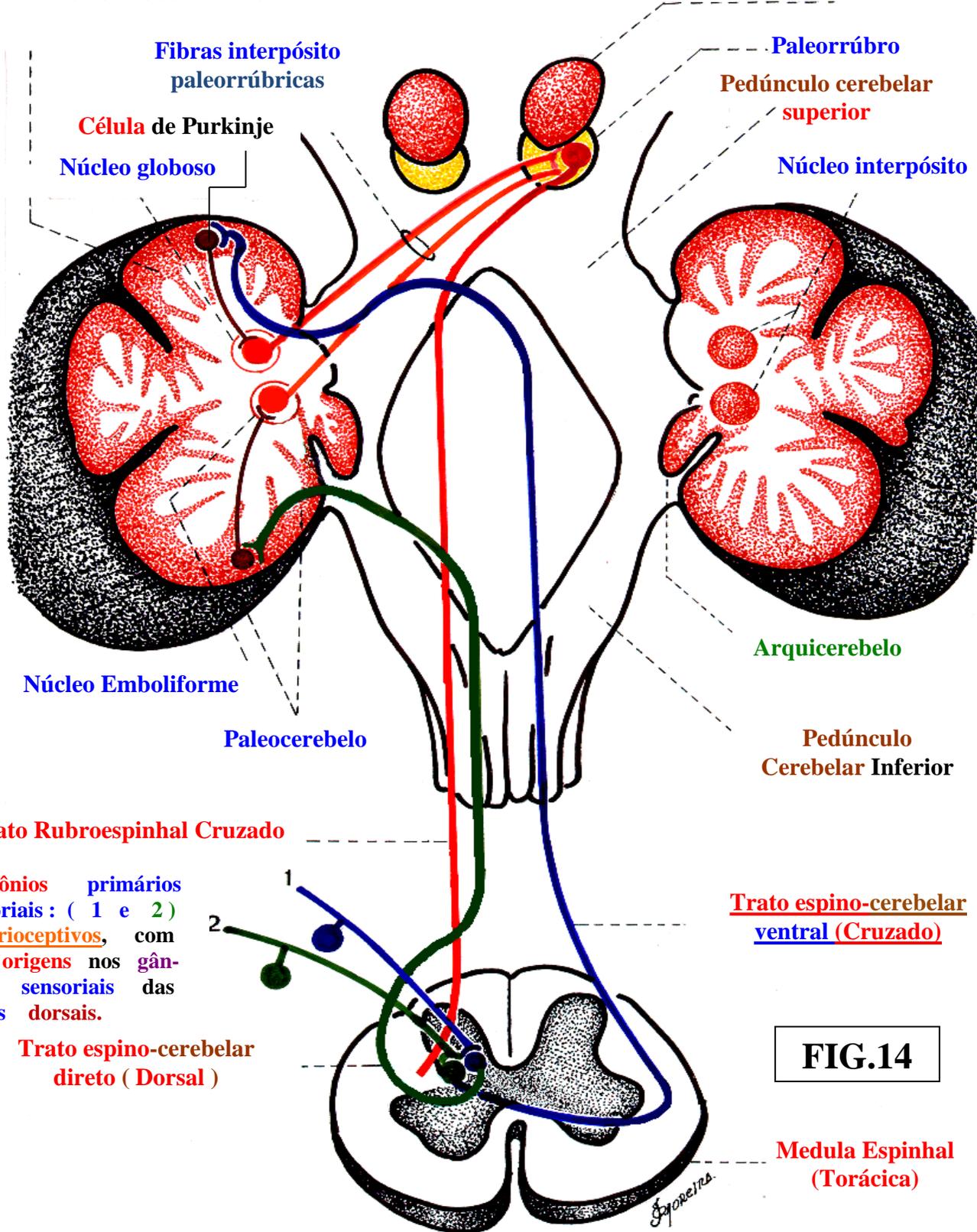
2.3 – Trato Cuneocerebelar ( fig.: 05 ).

2.4 – Trato Espinocerebelar rostral.

**Vias ou Tratos: Espinocerebelares: Direto e Cruzado. Trato Rubro-espinal e Fibras Interpósito-paleorrúbricas.**  
**( Vias Inconscientes ).**

**Paleocerebelo: Lobo Anterior.**

**Neorrúbro**



**Trato Rubroespinal Cruzado**

**Neurônios primários sensoriais : ( 1 e 2 )**  
**Proprioceptivos,** com suas origens nos gânglios sensoriais das raízes dorsais.

**Trato espino-cerebelar direto ( Dorsal )**

**Trato espino-cerebelar ventral (Cruzado)**

**FIG.14**

**Medula Espinal (Torácica)**

## 1º) – VIA ESPINOCEREBELAR CONSCIENTE:

### 1.1 – SISTEMA CORDÃO DORSAL-LEMNISCO MEDIAL

Este “Sistema Cordão dorsal-Lemnisco medial”, foi estudado às folhas iniciais deste capítulo, quando tivemos a oportunidade de comentar sobre a parte medular deste “Sistema cordão dorsal-Lemnisco medial” e os “fascículos: Grácil e Cuneiforme” do “Cordão Dorsal” da “Medula espinhal” ( figs.: 01, 12 e 15 ). Esta Via, como já foi explicitado, constitui uma via condutora de impulsos proprioceptivos conscientes epicríticos, dispensando, portanto, sua passagem, através do, Cerebelo. ( figs.: 1, 6, 8, 9, 10, 12 e 15 ).

A despeito dessa condição morfo-funcional, os impulsos do cordão dorsal da medula espinhal, conduzidos, através dos, fascículos: grácil e cuneiforme, ao atingirem os núcleos: grácil e cuneiforme, nos respectivos tubérculos bulbares, também, encaminham colaterais, em direção ao cerebelo, o mesmo acontecendo, inclusive, com os tratos: espinoreticular, vestibulocerebelar e espino-olivar.

Portanto, em realidade, em tais circunstâncias, o cerebelo, para o desempenho de suas funções, recebe informações, através dos tratos e fascículos proprioceptivos “conscientes e inconscientes”, reunindo, assim, as condições necessárias e suficientes, para coordenar os movimentos, em seu início, meio e fim, além de ser capacitado, para mantê-los, regularmente corrigidos, por ser informado, continuamente, em intervalos, de tempos, instantâneos, das mudanças de planos dos movimentos ou, mesmo, de erros, detectados, entre a execução do movimento planejado a nível cortical e aquele movimento, apresentado na realidade ( figs.: 1, 12 e 15 ).

## 2º) – VIAS ESPINOCEREBELARES INCONSCIENTES:

### ( Vias que passam através do Cerebelo )

#### 2.1 – TRATO ESPINOCEREBELAR DIRETO ( DORSAL )

O “Trato Espinocerebelar direto ( dorsal ),” é formado por axônios, ricamente mielinizados, condição esta que, o coloca, nas condições de ser possuidor das fibras com o “maior padrão de velocidade de condução de impulsos” do Sistema Nervoso Central e periférico ( 120 metros por segundo ), sendo este fato, da maior importância funcional, pois, permite ao cerebelo receber, em tempo instantâneo, quaisquer avisos ou sinais, relacionados aos movimentos do corpo e de suas partes e de realizar as necessárias correções ou adequações, objetivando assegurar a perfeita correção e realização do evento motor ( figs.: 14 e 16 ).

Os neurônios ganglionares primários sensoriais somáticos, para impulsos proprioceptivos inconscientes, conduzidos por esse trato, apresentam seus corpos celulares nos gânglios sensoriais das raízes dorsais da medula espinhal, encaminhando seus axônios, em direção à base da substância cinzenta da coluna posterior da medula espinhal ( coluna sensitiva ), na qual, em núcleo localizado na base e em posição medial da coluna sensitiva...

# Sistema Cordão Dorsal - Lemnisco Medial

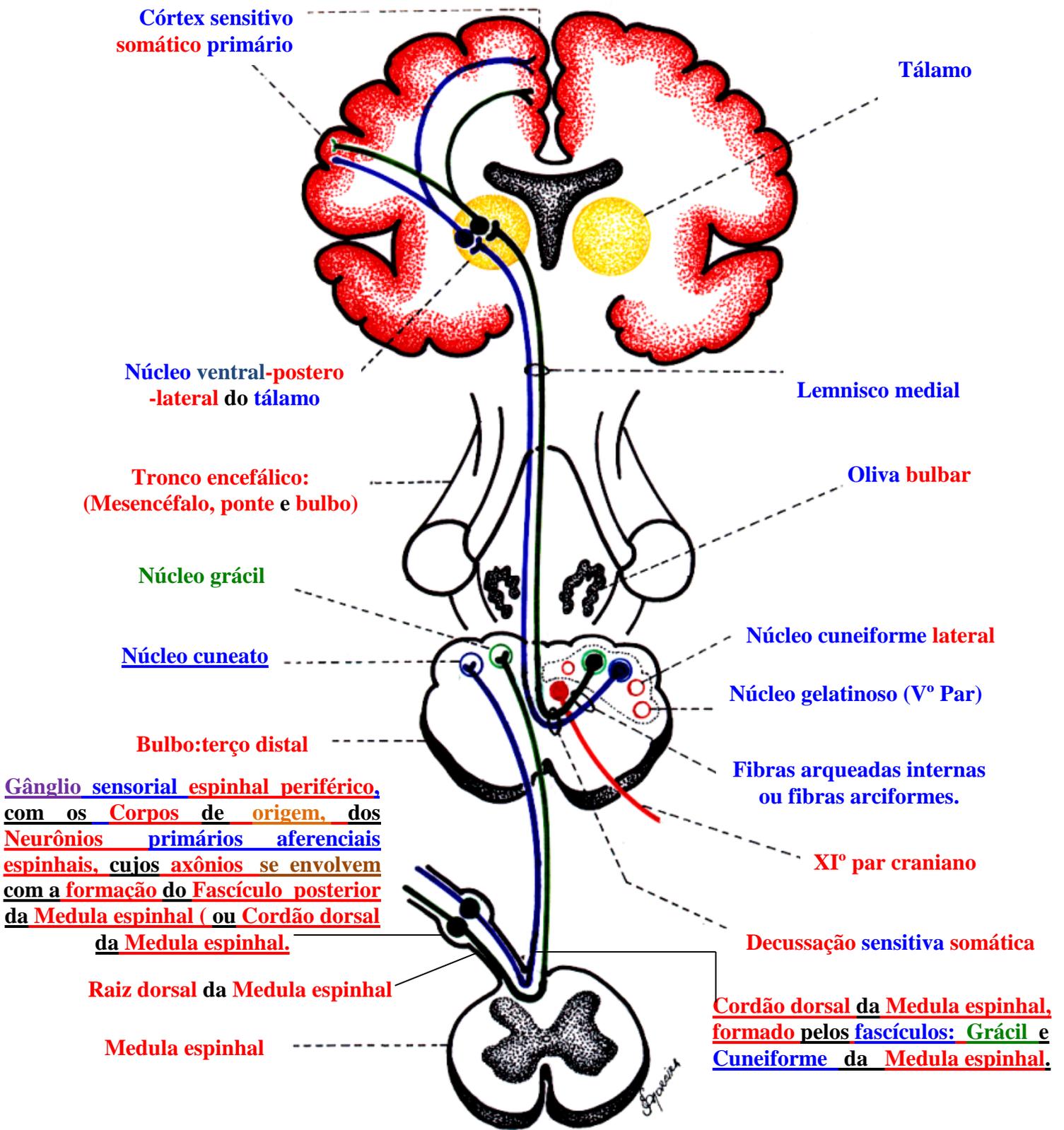
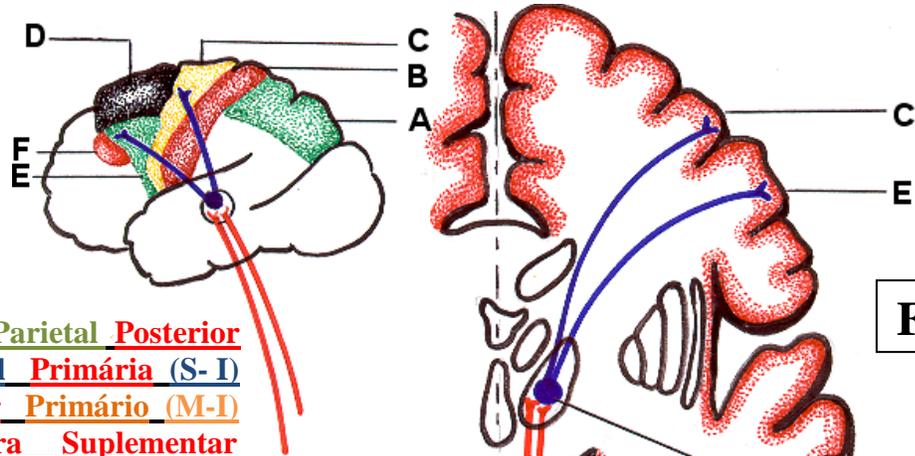


FIG.15

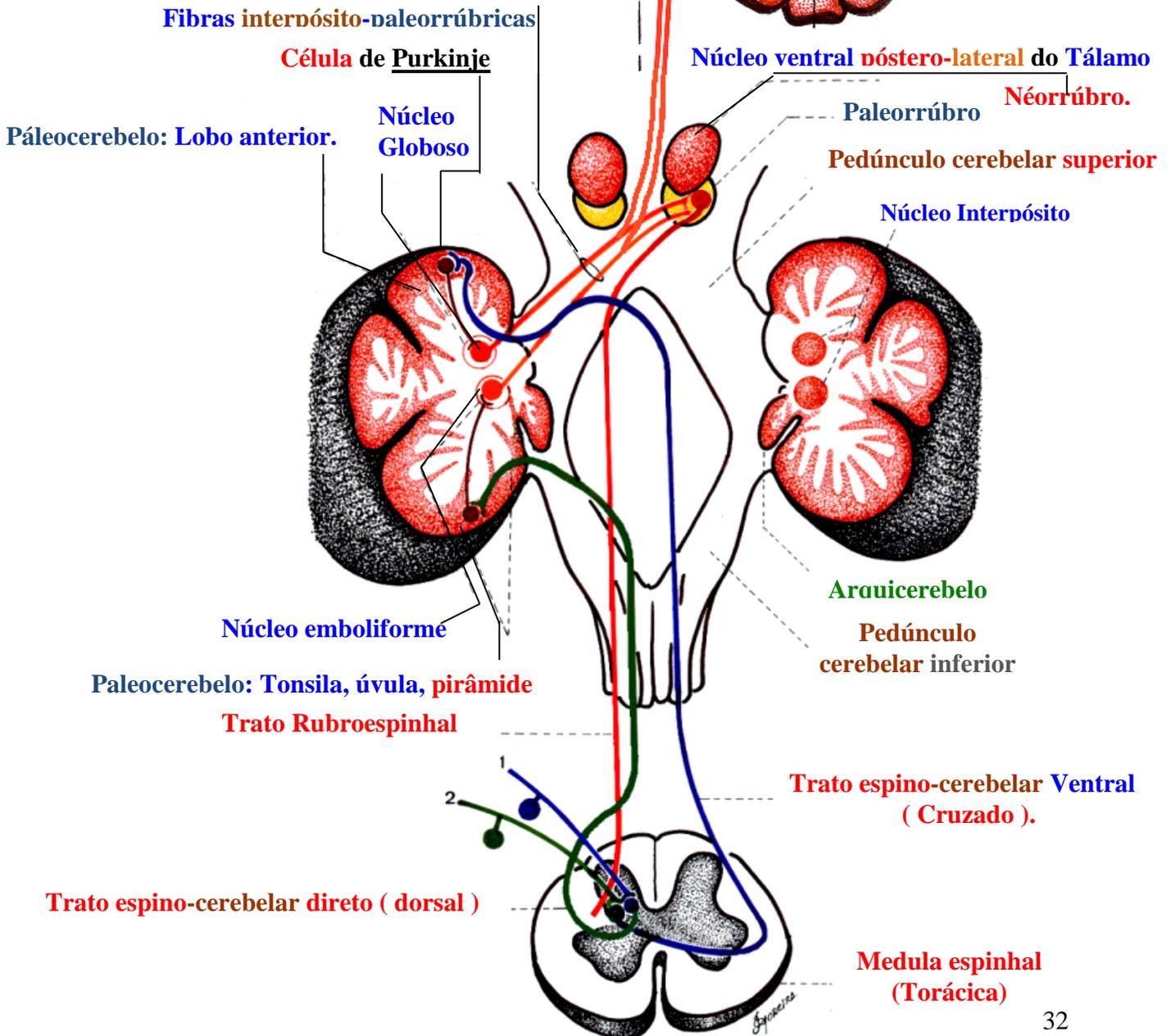
**Vias: ( 1 ): Espinocerebelar direta. ( 2 ): Cruzada e ( 3 ): Interpósito-paleorrúbrica-Tálamo-Cortical e Trato Rubroespinal.**

Superfície lateral do Hemisfério Cerebral esquerdo.



**FIG.16**

- A- Área Motora Parietal Posterior
- B- Área Sensorial Primária (S-I)
- C- Córtex Motor Primário (M-I)
- D- Área Motora Suplementar
- E- Córtex Pré-Motor (C.P.M.)
- F- Campo Ocular Frontal (C.O.F.)



posterior, denominado “Núcleo ou coluna de Clarke”, localizado, entre C8 e L3, estabelecerão sinapses com os neurônios secundários ( figs.: 14 e 16 ).

Esses neurônios secundários, permanecendo sempre, do mesmo lado da medula ( homolaterais ou diretos ), infletem-se lateral e posteriormente, ao iniciarem sua ascensão, através da, medula espinhal, penetrando, em sentido ascendente, no funículo lateral da medula espinhal homolateral, na qual, assumem posição mais posterior. Nesse funículo lateral, ascendem, indo ao encontro do pedúnculo cerebelar inferior, através do qual, se dirigem ao córtex do paleocerebelo. Dessa região, os impulsos serão conduzidos, através, das células de Purkinje, aos núcleos: emboliforme e globoso do paleocerebelo, ou “Núcleo interpósito” ( interposto ) ( figs.: 14 e 16 ).

Do “Núcleo Interpósito” paleocerebelar, através de fibras interpósito-paleorrúbricas, serão os impulsos, conduzidos ao núcleo paleorrúbro contralateral ( uma parte ), enquanto, outra parte ascende, em direção ao tálamo, também, contralateral, atingindo seu núcleo ventral póstero-lateral ( figs.: 14 e 16 ) e, d’alí, ao ( corteex cerebral ), áreas: Córtex motor primária ( área 4 de Brodmann ) e córtex pré-motor, ( figs.: 14 e 16 ).

As fibras que se dirigiram ao paleorrúbro contralateral, por sua vez, estabelecem sinapses, com novos neurônios, cujos axônios abandonam o referido núcleo paleorrúbro e, em percurso descendente e cruzado, retornam ao mesmo lado de sua origem cerebelar, descendo, através do tronco encefálico ( trato rubro-espinhal cruzado ), penetrando no funículo lateral da medula espinhal, para as devidas sinapses, com interneurônios e neurônios motores inferiores, para o desempenho de suas funções ( figs.: 14 e 16 ). Por outro lado, o contingente de fibras ascendentes, que alcançam o tálamo ( núcleo ventral-postero-lateral ), fig.: 16 ) contralateral, estabelece sinapses com novos neurônios, cujos axônios se dirigirão ao córtex cerebral ( pré-motor e motor primário ) homolateral. ( fig.: 16 )

Portanto, o “Trato espinocerebelar direto” ou dorsal, transmite informações sensoriais somáticas periféricas dos membros inferiores, tronco e membros superiores. Os impulsos aferenciais desse trato, são recebidos, perifericamente, por fibras aferentes primárias, altamente mielinizadas e, por esse motivo, de grande diâmetro, diretamente dos neurorreceptores periféricos: fusos musculares, órgãos tendíneos de Golgi, grandes receptores táteis cutâneos, além dos receptores articulares. São “Sinais,” que “alertam” o cerebelo, em relação ao estado momentâneo da contração muscular, grau de tensão das forças agindo ao nível dos tendões musculares, posição e velocidade de movimento das partes interessadas no evento motor e do próprio corpo ( figs.: 14 e 16 ).

## 2.2 – TRATO ESPINO-CEREBELAR CRUZADO ( VENTRAL )

Os neurônios ganglionares sensoriais somáticos primários, para os impulsos proprioceptivos inconscientes, conduzidos por esse trato, apresentam seus respectivos corpos celulares, nos gânglios sensitivos dorsais, da medula espinhal ( figs.: 14 e 16 ), encaminhando seus respectivos axônios, também, ricamente mielinizados, nos quais, a velocidade de condução, atinge os maiores níveis do sistema nervoso central e periférico ( 120 metros por segundo ) ( 120m/s ), em direção à base da substância

cinzenta da coluna posterior da medula espinhal ( figs:14 e 16 ) ( coluna sensorial ), na qual, em núcleos localizados, lateralmente, nessa base, estabelecerão sinapses, com neurônios secundários da referida via ( figs.: 14 e 16 ).

Os neurônios secundários, com seus corpos celulares, situados nesta base sensitiva dorsal, encaminharão seus axônios, em direção contralateral, passando, pela comissura ventral da medula espinhal, até alcançar o funículo lateral, no lado oposto da medula, no qual, assumem direção ascendente, estando localizados ventralmente ao trato espinocerebelar direto ou dorsal ), do respectivo lado ( figs.: 14, 16 e 36 ).

Em sua ascensão, através, sucessivamente, da medula, em seu funículo lateral ( contralateral ) e, em seguida, através do tronco encefálico, encontra o pedúnculo cerebelar superior, ocasião em que, novamente, a maior parte das fibras, retorna ao lado primitivo, através, deste pedúnculo, dirigindo-se, agora, ao córtex do paleocerebelo, do qual, as fibras de Purkinje, conduzirão os impulsos aos núcleos: emboliforme e globoso [ núcleo interpósito ] ), enquanto, pequeno contingente de fibras, permanece do mesmo lado, dirigindo-se, em ambos os casos, ao córtex cerebelar ( fig. 14 e 16 ), conduzindo informações proprioceptivas dos membros inferiores e parte inferior do tronco, em pequeno percentual, pois, as fibras desse trato espinocerebelar cruzado ou ventral, encontram-se mais ligadas, principalmente, aos sinais motores que, do córtex motor ( tratos: corticoespinhal e rubro-espinhal ), chegam aos neurônios motores das pontas ventrais da medula espinhal, principalmente, nos níveis dos plexos cervical e lombossacral, condição morfo-funcional esta, que permite ao cerebelo, estar ciente, instantaneamente, dessas informações motoras ( ação de feed back ), além dos impulsos, fornecidos pelos geradores internos de padrões da medula espinhal, suas possíveis e, às vezes, necessárias intervenções, nos ajustes, correções e adequações dos movimentos irregulares ou em desacordo, com os “planos dos movimentos emanados do córtex cerebral”. Como ainda veremos, as informações proprioceptivas dos membros superiores e tronco superior, ficam por conta do “Trato espinocerebelar Rostral”.

Portanto, essas duas vias estudadas, “Tratos espinocerebelares: direto e ventral” ( cruzado ), fornecem ao cerebelo, informações, não apenas sensoriais proprioceptivas, como também, sinais motoras, que estariam chegando às pontas motoras medulares ( principalmente, ao nível das dilatações: cervical e lombo-sacral ), numa velocidade, em torno de 120 metros por segundo.

### 2.3 – TRATO CUNEOCEREBELAR

O “Trato cuneocerebelar,” apresenta suas origens, no núcleo cuneiforme lateral, ( fibras arciformes externas ). Localizado na região caudal do bulbo ( medula oblonga ), apresenta significativa semelhança morfo-funcional, com a “Coluna de Clarke”, pois, também, recebe fibras altamente mielinizadas e de grande diâmetro, relacionadas à condução dos estímulos proprioceptivos, das partes altas do tronco e membros superiores ( fig.: 4 e 5 ).

Suas fibras, em companhia das fibras do trato espinocerebelar direto ( dorsal ), alcançam o cerebelo, através, do pedúnculo cerebelar inferior homolateral, dirigindo-se, no cerebelo, às células granulares da camada granular do cerebelo ( fibras

musgosas ), além de encaminharem ramos colaterais excitatórios, para os núcleos centrais do paleocerebelo ( emboliforme e globoso ), bem como para os axônios oriundos do trato espinocerebelar direto, além de ramos para o núcleo fastigial e regiões corticais do vermis cerebelar e do hemisfério intermediário do cerebelo, para o caso do trato cuneocerebelar.

## 2.4 – TRATO ESPINO-CEREBELAR ROSTRAL

Também esse “trato espino-cerebelar rostral”, à semelhança do trato espino-cerebelar ventral, encontra-se, mais associado, funcionalmente, aos sinais motores, que chegam aos neurônios motores das pontas anteriores da medula espinhal ( principalmente, em sua região cervical ), conduzidos, através dos tratos corticais descendentes motores: corticoespinhais e rubro-espinhal cruzado, além dos impulsos fornecidos pelos geradores internos de padrões da medula espinhal, além de exercerem ação de “feedback”, em relação ao grau de atividade nervosa das vias descendentes ao cerebelo.

## IIº -VIAS DESCENDENTES DA MEDULA ESPINHAL

O estudo das “Vias Descendentes da Medula Espinhal,” necessita da apresentação preliminar, de uma “síntese objetiva” do “Controle do Sistema Nervoso Central,” sobre as “Vias Eferentes Somáticas Voluntárias” ( sistema nervoso voluntário ou da vida de relação ), responsável pelo controle das atividades dos músculos estriados esqueléticos, na realização de movimentos voluntários ou automáticos, inclusive a regulação dos tônus musculares dos mesmos e conseqüente postura corporal. Além disso, necessita do estudo “ dos “Sistemas Motores supraespinhais” cujas origens, se relacionam a determinados núcleos do tronco encefálico e do estudo da “Modulação de Sinais nociceptivos, através da formação reticular do tronco encefálico e informações sobre as “Vias Eferentes Viscerais” ( Sistema Nervoso Autônomo ), relacionadas ao controle e funcionamento dos músculos lisos, músculo cardíaco e glândulas, através de suas áreas corticais motoras e outros centros supra-segmentares motores e viscerais.

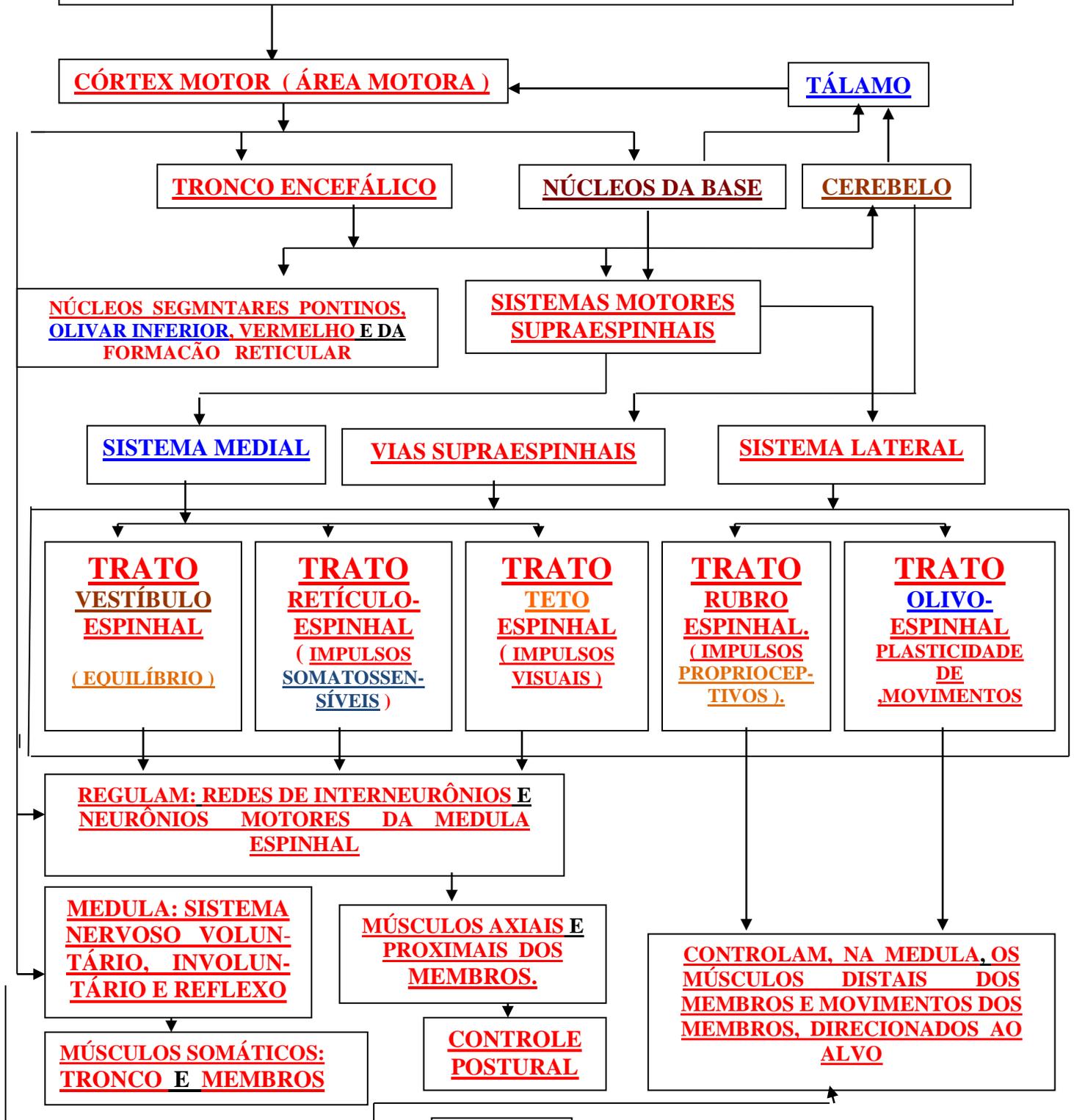
Portanto, devemos conhecer: 1º ) As - Vias Descendentes Somáticas ( Vias eferentes somáticas voluntárias ), 2º ) - As Vias Descendentes Supraespinhais e 3º ) As Vias Descendentes Viscerais ( Do Sistema Nervoso Autônomo ).

### 1º) – VIAS EFERENTES SOMÁTICAS VOLUNTÁRIAS

No primeiro sistema “Vias Eferentes Somáticas Voluntárias”, ao pretendermos realizar, voluntariamente, no dia-a-dia de nossas ações motoras, um movimento ou um conjunto complexo de movimentos, necessitaremos, preliminarmente,

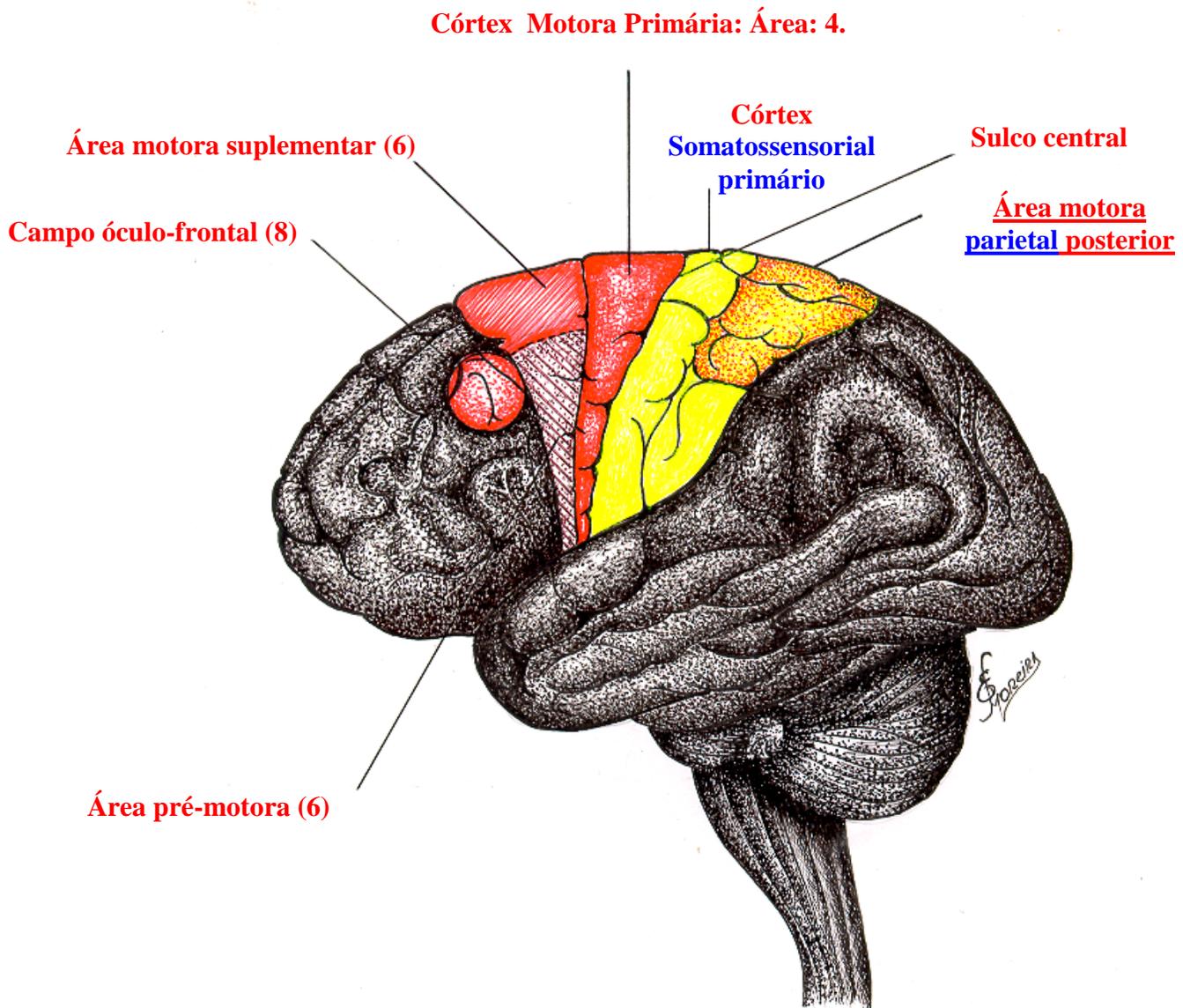
**PLANEJAMENTO DO MOVIMENTO: PRINCIPAIS ÁREAS QUE PARTICIPAM DO EVENTO: CORTICAIS, NÚCLEOS DA BASE, TRONCO ENCEFÁLICO, TÁLAMO, CEREBELO E MEDULA ESPINHAL**

**PLANO MOTOR: CÓRTEX PRÉ-MOTOR, ÁREA MOTORA SUPLEMENTAR E COLABORAÇÃO DO CÓRTEX SOMATOSSENSÍVEL PARIETAL.**



**FIG.17**

# ÁREAS CORTICAIS MOTORAS.



Superfície lateral do Hemisfério Cerebral esquerdo, com suas áreas corticais motoras, seus diversos lobos, parte do Cerebelo, do Tronco Encefálico e segmento inicial da Medula espinhal.

FIG.; 18

estruturar o “Planejamento dos movimentos”, pois, esse ou esses movimentos, podem estar sendo realizados, pela primeira vez, ou então, já são conhecidos e já foram, portanto, realizados, em ocasiões anteriores. Necessitaremos, portanto, das “alças anatômicas funcionais.” ( fig.: 19 ).

Temos, atualmente, significativos conhecimentos acumulados, alguns dos quais, não totalmente, concluídos, indicando que, o “Planejamento Motor,” é o “primeiro passo” ou “etapa,” de uma série de inúmeros passos, estruturados no nível do sistema nervoso central, nas áreas motoras, conhecidas por: córtex pré-motor, área motora suplementar, área motora primária, área somato-sensorial primária parietal posterior, área límbica e área cortical visual ( figs.: 17 e 18 ).

Tal “planejamento”, bem como, os estudos detalhados, sob o ponto de vista neuro-funcional, de todas as fases ou “passos,” desse controle motor, serão apresentados, nos volumes 23 e 24 da “Coletânea”, quando trataremos da estrutura e funções do telencéfalo, sua divisão funcional, respectivo centro branco medular ( centro semi-oval ), núcleos da base, tálamo e, ainda, no nível supra-segmentar, o cerebelo ( Volume: 15 ). No início da atividade motora voluntária cortical, estabelece-se uma disseminação dos impulsos corticais que, partindo da manifestação de uma “vontade” ou “desejo,” para realizar “tal ou qual” movimento, conta com a participação do lobo límbico ( berço de nossas emoções ), que estrutura as chamadas “Alças límbicas funcionais diretas” ( fig.:19 ).

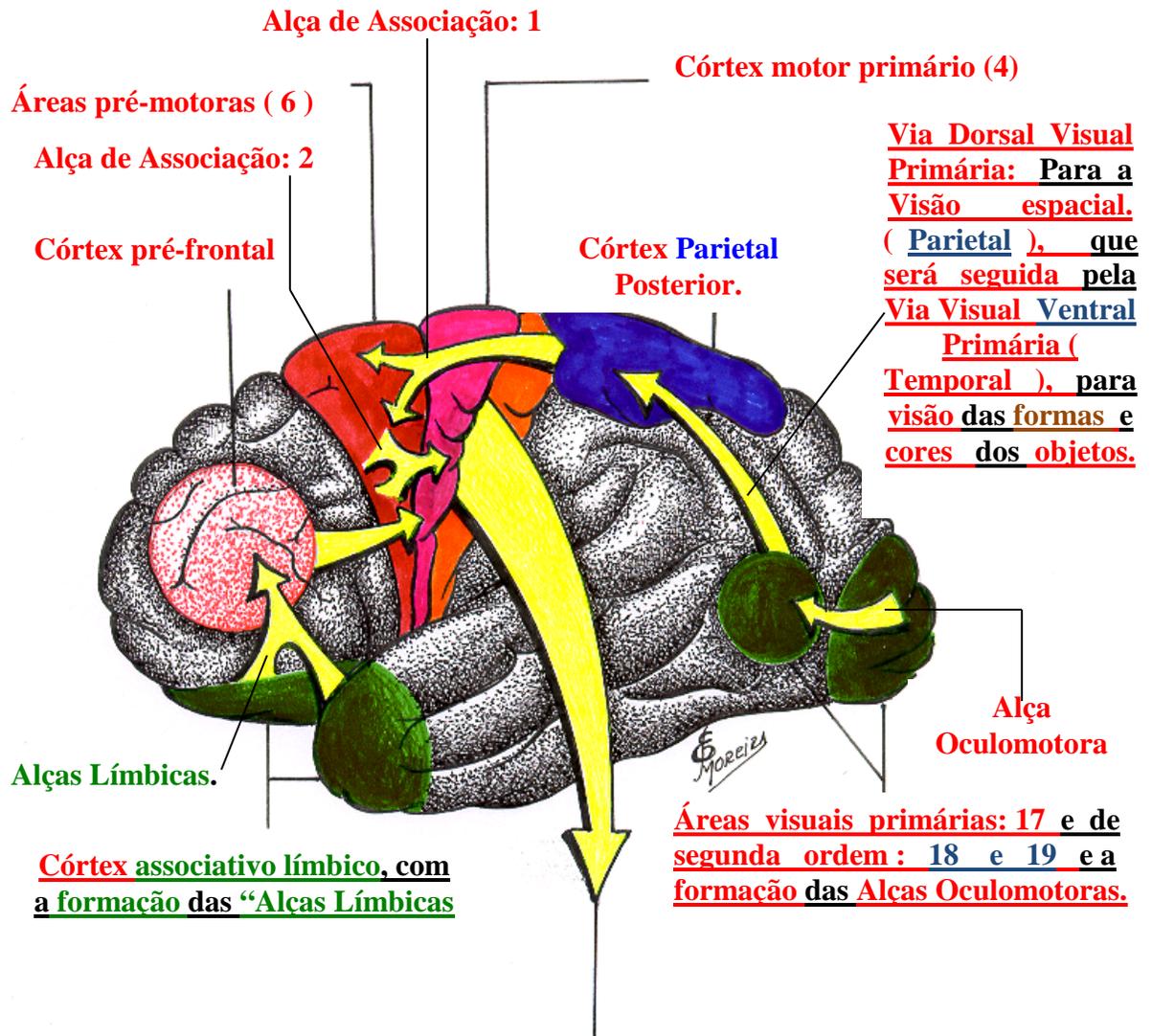
A partir dessas “Alças anatômicas Límbicas Diretas” e, como tais, capacitadas para aumentar a ativação cortical, surgem diversas outras alças, também, “diretas,” “relacionadas à percepção visual de situação do “objeto alvo” da próxima ação, ou seja, “Alças oculomotoras”, seguida de “Alças de Associações, de diferentes modelos morfo-funcionais e conhecidas por “Alças de Associações I e II”, objetivando integrar as áreas de associações: límbica, óculo-frontal, visual-occipital e área somato-sensorial parietal posterior, terminando com as “Alças motoresqueléticas, principalmente, a partir da área cortical motora primária (M-I) ( figs.: 19 ).

Assim, finalmente, teremos o aparecimento dos axônios, oriundos das células piramidais gigantes de Betz, na camada “V” do “isocórtex”, responsáveis pela estruturação das “Grandes Vias Eferentes Corticais” descendentes ( Trato corticoespinal, Trato corticonuclear, Trato corticopontino ) ( figs.: 20 ),

O “Sistema Corticoespinal” assim formado, conta com a participação de fibras axônicas de diversas procedências, principalmente, de três regiões: 30% apresenta suas origens no córtex motor suplementar ( área 6 de Brodmann ), outros 30% constituem a participação do córtex motor primário ( M-I ) ou área 4 de Brodmann e, finalmente, os axônios oriundos do lobo parietal somato-sensorial posterior, num percentual de colaboração de 40%, cuja principal função, relaciona-se à indicação ou norteamto, das regiões que deverão receber os sinais motores do trato corticoespinal ( fig. : 20 ).

Esse trato corticoespinal, após sua origem, conforme mostrado nas figuras: ( 19 e 20 ), desce, através, da cápsula interna do telencéfalo, entre o diencéfalo, medialmente, e os núcleos da base, lateralmente, atinge a estrutura do mesencéfalo, no qual, em seus “pedúnculos cerebrais” ou “cruz do cérebro”, se organiza, em quatro conjuntos funcionais de fibras e no qual, indo da parte lateral, para a medial, encontraremos, sucessivamente, as “fibras têmpero-pontinas, fibras corticobulbares, fibras corticoespinais e fibras frontopontinas”( figs: 26 e 27 ).

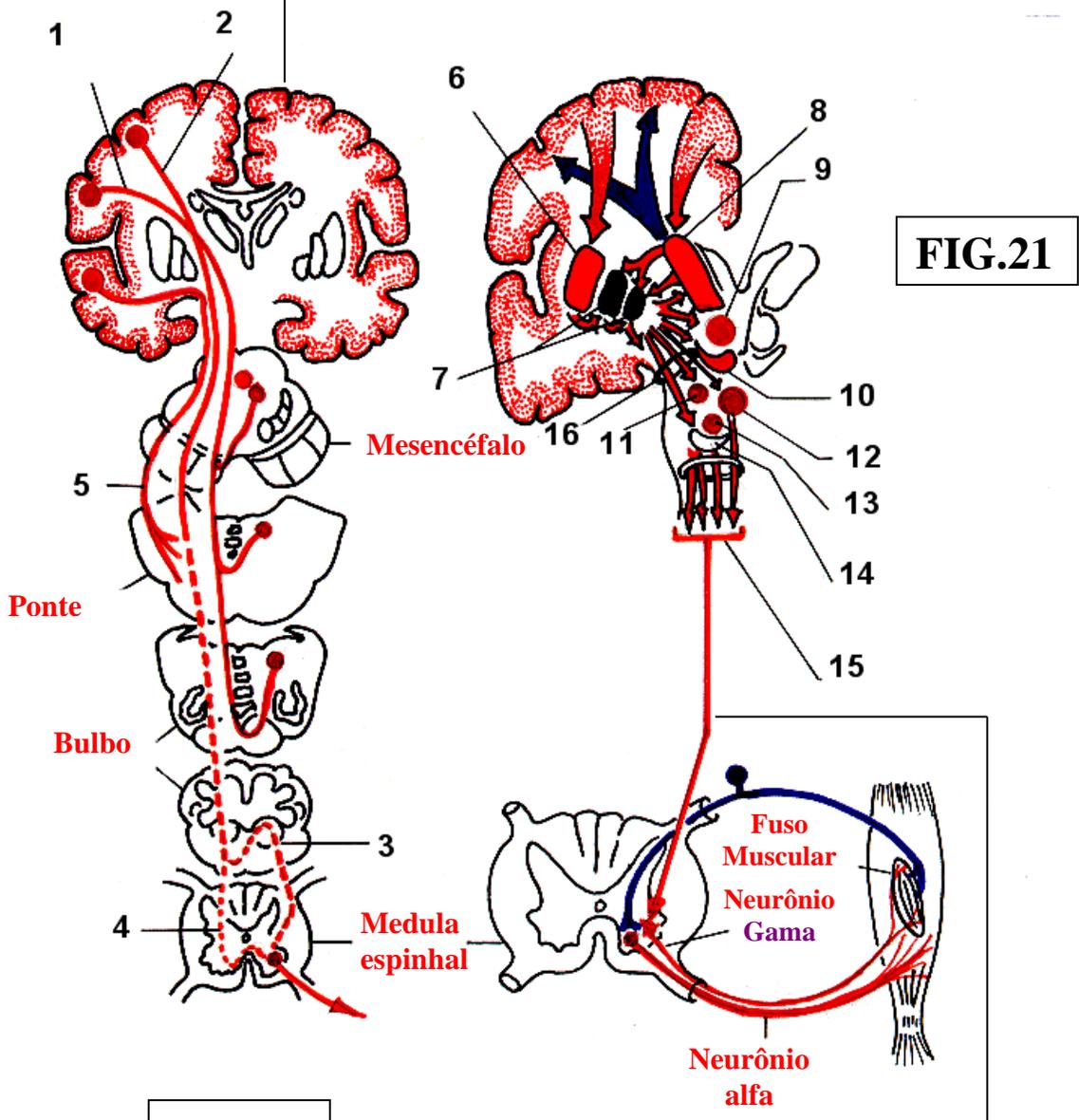
# Estruturas que regulam o Funcionamento e o Comportamento dos Eventos Motores.



Desenho esquemático aproximado e simplificado, dos mecanismos morfo-funcionais envolvidos com um evento motor ( Movimento ), vindo-se as localizações aproximadas e sequenciais das Alças: Límbicas, Oculomotoras e suas vias dorsal visual ( parietal ( movimentos dos objetos da cena ) no esquema, que será seguido pela Via visual Ventral ( Temporal: ), para a forma e cores dos objetos, além das Alças de Associação: 1, Alças de Associações: 2 e, terminando com as Alças Motoresqueléticas, associadas aos tratos: Córtico-nucleares para os Núcleos do Tronco Encefálico e Trato Cortico-espinal, dirigidos aos Neurônios Medulares Periféricos.

FIG.: 19

## Vias Eferentes Somáticas Voluntárias Corticais



**FIG.20**

## Vias Motoras Supraespinhais

- 1- Trato-cortico-nuclear
- 2- Trato cortico-espinhal
- 3- Trato cortico-espinhal lateral
- 4- Trato cortico-espinhal anterior
- 5- Trato córtico-pontino
- 6- Putamen
- 7- Paleostriatum ( Globos pálidos )
- 8- Núcleo caudado

- 9- Tálamo
- 10- Hipotálamo
- 11- Núcleo rubro
- 12- Núcleo sub-talâmico
- 13- Formação reticular
- 14- Substância negra
- 15- Vias supraespinhais
- 16- Campos de Forel

Na ponte ( em um corte transversal ao nível da origem do nervo facial, fig.: 20 ), estas fibras, reúnem-se, em significativo feixe cilíndrico, localizado, na parte ventral da ponte e de cada lado. Nesta situação ventral, penetra na medula oblonga, constituindo a maior parte das pirâmides bulbares ( direita e esquerda ), onde se dá, o intercruzamento, para o lado contralateral, dirigindo-se, em sua maioria ( em torno de 90 a 95% ), em sua progressão, em direção à medula espinhal e contralateral, constituindo o “Trato corticoespinhal cruzado” ), no qual, ocupará lugar, bem delimitado, na região dorsolateral do funículo lateral da medula espinhal, entre o fascículo próprio da medula espinhal, medialmente, lateralmente, o trato espinocerebelar direto, posteriormente, o trato rafe-espinhal ( reunindo os: tratos analgésicos adrenérgico e analgésico serotoninérgico peptidérgico opióide ), tendo em sua parte ventral, os tratos: rubroespinhal e retículo-espinhal lateral ( fig. 36 ).

Finalmente, na medula espinhal, o primitivo trato corticoespinhal, encontra-se dividido, em dois outros tratos: o Trato corticoespinhal lateral ( cruzado ), reunindo aproximadamente, 90 a 95% das fibras originais, cuja localização, foi descrita em epígrafe ( fig.: 20 ) e, para o funículo ventral da medula espinhal, dirigem-se, entre 5 e 10% das fibras primitivas, constituindo o “Trato corticoespinhal ventral” ( fig: 20 ).

O “Trato corticoespinhal lateral”, na medula espinhal, como comentado, ocupa parte significativa dorso-lateral do funículo lateral, terminando em sinapses, em sua maior parte, com interneurônios, localizados na substância cinzenta sensitiva ou, diretamente, com neurônios motores inferiores medulares, inervando, em companhia das fibras do trato rubroespinhal, a maior parte dos músculos distais dos membros e orientação dos movimentos dos membros em direção ao alvo. ( fig.: 36 ).

Os “Interneurônios”, através dos quais, o trato corticoespinhal lateral, estabelece suas sinapses e, que por sua vez, inervam os próprios neurônios inferiores da medula espinhal, podem ser de natureza excitatória ou de natureza inibitória. Se forem, interneurônios inibitórios, poderão, em sinapses com neurônios motores distais inferiores, gerar potenciais inibitórios, podendo, assim, em função destes mecanismos excitatórios ou inibitórios, produzir contrações ou relaxamentos musculares, de um músculo, individualmente.

O “Trato corticoespinhal”, “maior Via” individual do “Sistema Motor Voluntário Somático” ( Sistema Nervoso da Vida de Relação ), controla a atividade dos músculos estriados esqueléticos, permitindo a realização dos movimentos voluntários ou automáticos, regulando-os, inclusive, com suas ações sobre seus “Tônus musculares” e regulação da postura do indivíduo. Em alguns livros que, por diversos motivos, não foram atualizados, esse sistema é, também, conhecido como “Sistema Piramidal”.

Portanto, a rigor, “Trato corticoespinhal” e “Trato Piramidal”, são sinônimos. Entretanto, desse trato piramidal ou Trato corticoespinhal, nos ocuparemos apenas com os dois tratos comentados ( trato corticoespinhal cruzado e trato corticoespinhal ventral ), pois, seus outros componentes ( Trato corticonuclear e Trato corticopontino ), serão estudados, por ocasião da apresentação do “Tronco Encefálico”. ( fig.: 20 ).

## 2º) – SISTEMAS MOTORES SUPRAESPINHAIS, CUJAS ORIGENS SE RELACIONAM A DETERMINADOS NÚCLEOS DO TRONCO ENCEFÁLICO.

Todavia, também, com origem no tronco encefálico, temos os tratos descendentes motores, que constituem os “Sistemas Motores Supraespinais,” cujas origens, se relacionam a determinados núcleos do tronco encefálico” ( figs.; 21, 22, 23 ).

Estes “Sistemas Motores,” com origens em núcleos do Tronco Encefálico, incluem vias descendentes do tronco encefálico, relacionadas aos núcleos: rubro (vermelho), vestibulares, colículo mesencefálico superior, núcleos pontinos e bulbares da formação reticular e, núcleos do complexo olivar bulbar inferior. ( fig.; 21, 22, 23 ).

Desses núcleos do tronco encefálico, originam-se “Vias motoras descendentes do Tronco Encefálico”, que se dirigem à medula, constituindo os tratos (fig.: 25 e 36 ):

- Vestíbulo espinhal ( medial e lateral )
- Reticuloespinhal ( medial e lateral )
- Tetoespinhal ( dos colículos mesencefálicos )
- Rubroespinhal cruzado ( núcleo vermelho )
- Olivo-espinhal ( não existe, ainda, consenso geral, entre os diversos autores, sobre a inclusão desse último trato ).

Tais tratos constituem, no mecanismo morfo-funcional dos diversos eventos motores, “tratos motores descendentes do tronco encefálico”, responsáveis pela participação operacional do tronco encefálico, no controle dos movimentos motores somáticos.

Seus respectivos axônios descendentes, em seus trajetos, penetram na medula espinhal, na qual, seus funículos progridem, estabelecendo sinapses, seja com interneurônios espinhais excitatórios ou inibitórios, seja com neurônios conectados nos geradores centrais de padrões da medula espinhal, ou então, diretamente, com “neurônios motores alfa e gama, nas “alças gama”. ( fig.: 21 ).

Algumas fibras, entretanto, descem e realizam conexões, com fibras aferentes primárias medulares e, nesses casos, também, influenciando mecanismos reflexos da função motora, aumentando, assim, sua influência, cujo total conhecimento, ainda não foi divulgado.

Esses “Tratos Supra-espinhais”, eram estudados, na neuroanatomia, com a denominação de “Vias Extrapiramidais” ( ou Parapiramidais ), termos, atualmente, em desuso .

## 1º) – VIAS VESTIBULO-ESPINHAIS

As “Vias Vestíbulo-espinhais,” são representadas pelos “Tratos: “Vestíbulo-espinhal lateral”” e “Vestíbulo-espinhal medial”” ( figs: 23, 25 e 36 ).

O “Trato “Vestíbulo-espinhal lateral”” ( fig.: 25 ), mais significativo do que o “Trato Vestíbulo-espinhal medial” ( fig.: 23 ), com

origens no “núcleo vestibular lateral” homolateral, desce, na região mais ventral do funículo ventral da medula espinhal ( figs.: 23, 25 e 36 ), estabelecendo sinapses, ao nível das lâminas de Rexed VII, VIII e IX, em todos os níveis da medula espinhal, estando suas funções relacionadas a estímulos excitatórios, seja com interneurônios excitatórios ou com os próprios neurônios motores inferiores da medula espinhal ( neurônios motores alfa ), ligados à inervação dos músculos axiais e proximais dos membros superiores e inferiores, principalmente, os músculos extensores, colaborando, associados aos tratos: reticuloespinhais lateral e medial, na manutenção da postura e equilíbrio do corpo ( fig.: 23, 25 e 31 ).

O Trato vestibulo-espinhal lateral, recebe também, fibras oriundas das máculas, estando, assim, relacionado aos movimentos da cabeça, do pescoço e do tronco, em virtude de suas conexões com o fascículo longitudinal medial e com os canais semicirculares ( fig.:25 ). Este “Sistema Vestíbulo-espinhal”, em geral, excita os extensores dos membros inferiores, os flexores dos membros superiores e extensores axiais ( fig.: 24 e 31 ) e, associado às fibras do “Sistema reticuloespinhal,” são excitatórios, seja através de conexões com os próprios neurônios inferiores da medula, ou então, através de interneurônios excitatórios espinhais ( fig.: 31 ).

O “Trato Vestíbulo-espinhal Medial,” é mais delgado e, por isso, menos significativo, tendo suas origens ligadas ao núcleo vestibular medial, porém, recebendo, também, fibras oriundas dos núcleos vestibulares lateral e inferior. Reunidas, essas diversas fibras, descem em direção à medula espinhal, na qual, penetram, em sua parte cranial, de ambos os lados e muito próximas ao fascículo longitudinal medial ( fig.: 23 e 36 ).

Grande parte do “trato vestibulo-espinhal medial,” termina em níveis cervicais da medula espinhal. As demais fibras restantes, terminam, distribuindo-se, nos níveis torácicos superiores da medula espinhal, em sinapses com interneurônios, localizados nas lâminas de Rexed VII e VIII.

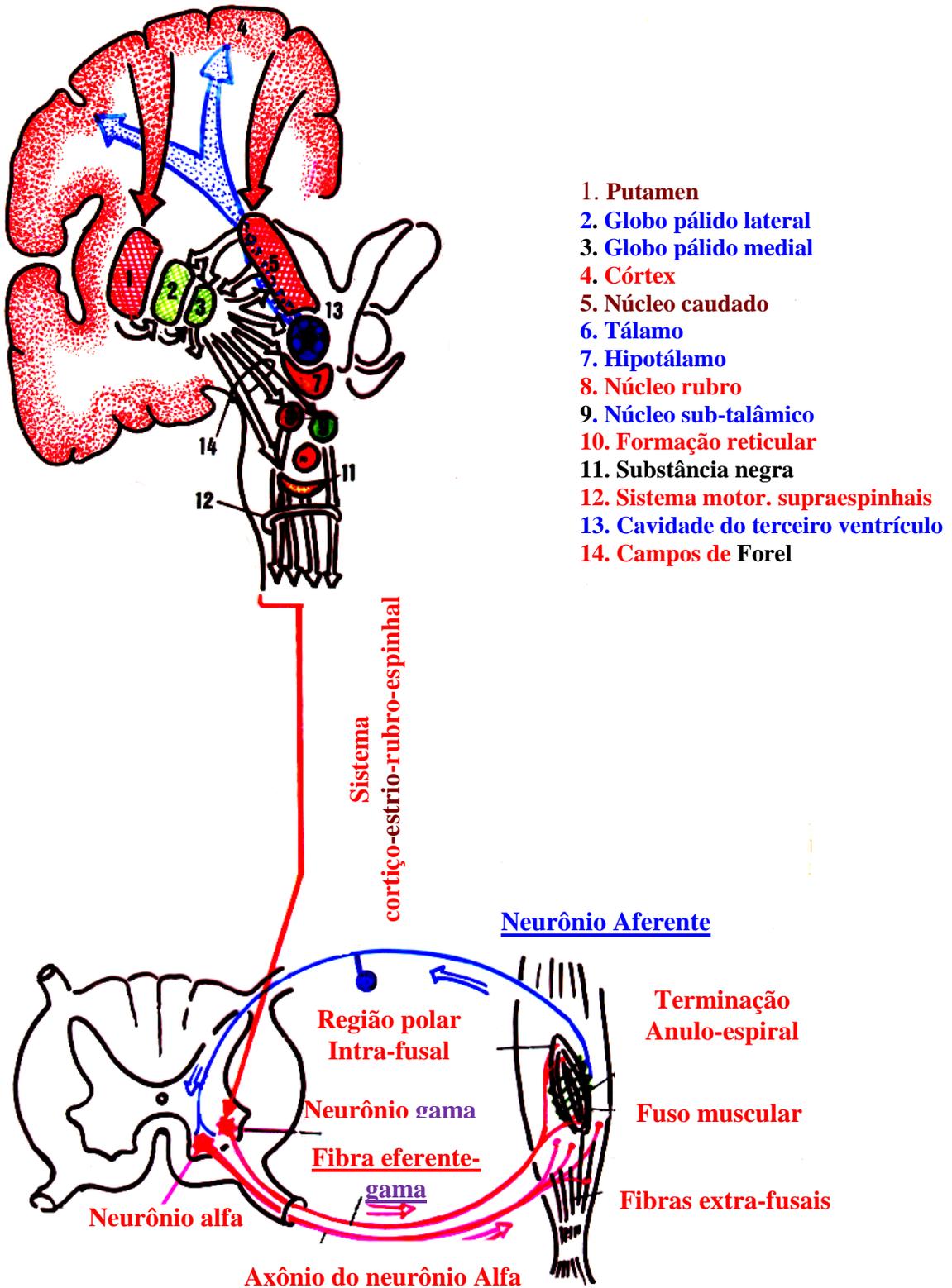
## 2º) – TRATOS RETICULO-ESPINHAIS

Os “Tratos Reticulo-espinhais”, representam, morfo-funcionalmente, o último mecanismo intermediário do “Sistema Descendente Motor,” conhecido por: “Sistema corticoreticuloespinhal”, importante sistema motor somático que, em sua total estruturação, utiliza núcleos da formação reticular do Tronco encefálico ( fig.: 26 ).

Suas origens, se relacionam ao córtex motor suplementar ou secundário, do qual, neurônios motores corticais, enviam seus axônios, com orientação descendente, em direção aos “núcleos da formação reticular”, localizados nas regiões: pontina medial e bulbar lateral, originando-se, a partir destes núcleos da formação reticular pontina e bulbar, os respectivos “Trato reticuloespinhal medial” ( em núcleos pontinos da formação reticular ) e “Trato reticuloespinhal lateral” ( em núcleos bulbares da formação reticular ) ( figs.: 26 e 36 ).

Estes tratos, são da maior importância, no controle dos movimentos, o que os coloca, na condição de um sistema motor paralelo. Como constituintes dos “Sistemas Motores Supraespinhais” do tronco encefálico, que participam ativamente, do controle, regulação e modulação das funções motoras somáticas, encaminham seus axônios,

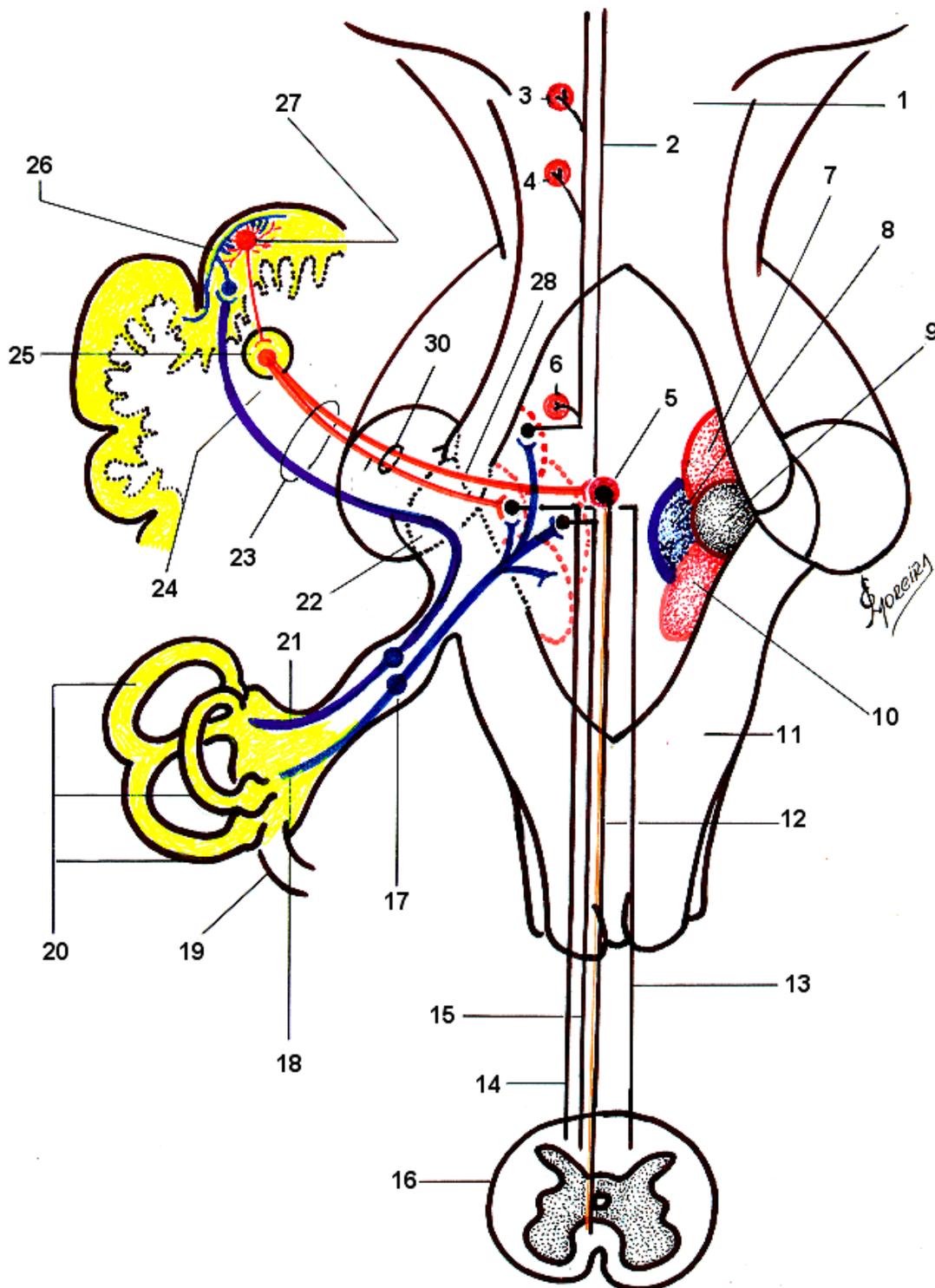
## Esquema do Reflexo Miotático (Alça Gama)



1. Putamen
2. Globo pálido lateral
3. Globo pálido medial
4. Córtex
5. Núcleo caudado
6. Tálamo
7. Hipotálamo
8. Núcleo rubro
9. Núcleo sub-talâmico
10. Formação reticular
11. Substância negra
12. Sistema motor. supraespinhais
13. Cavidade do terceiro ventrículo
14. Campos de Forel

FIG.: 22

Arquicerebelo, NN. Vestibulares, T. Encéfalo e Medula



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

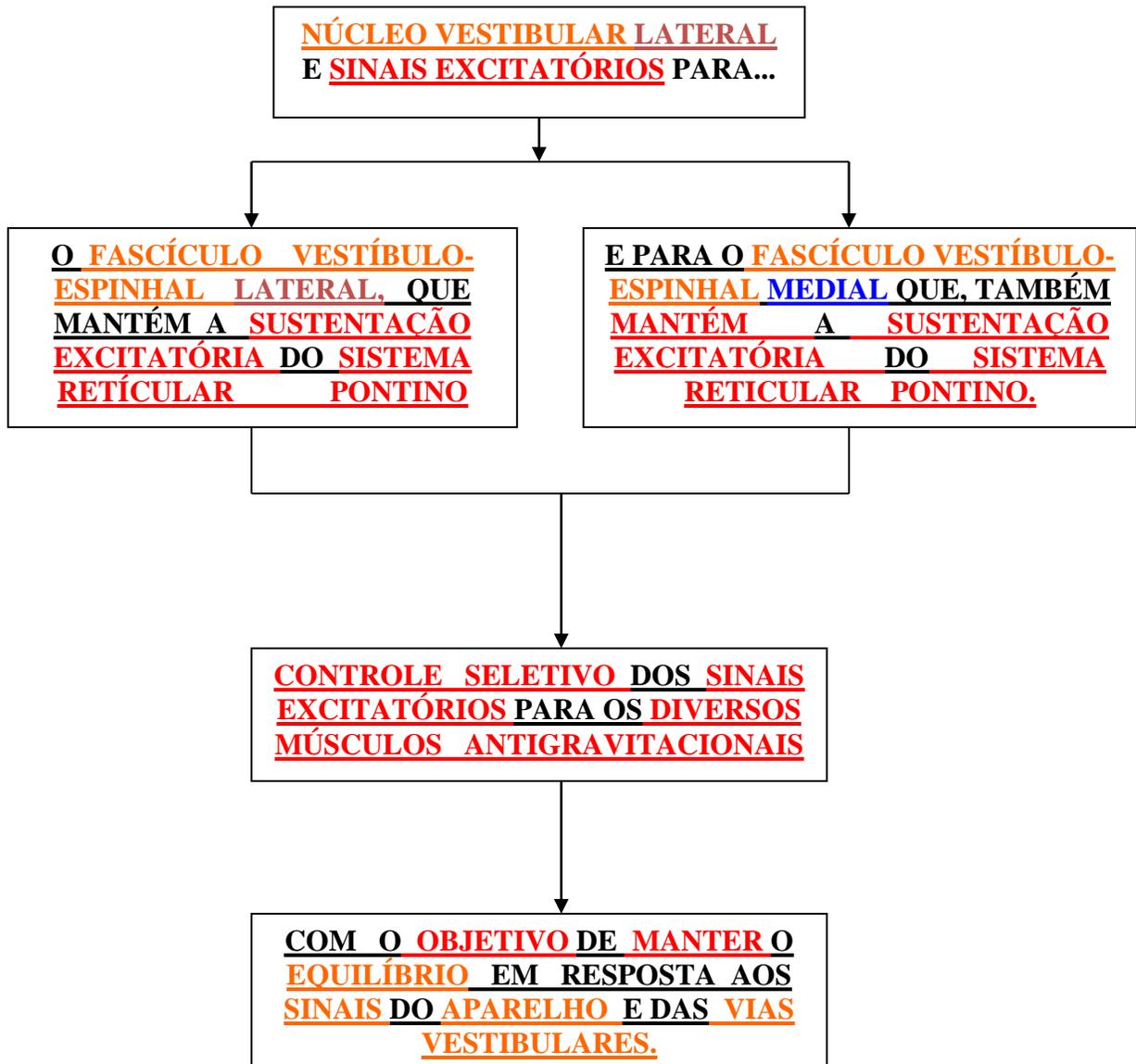
FIG. 23

**Formação Reticular e Algumas Conexões com:  
Arquicerebelo, Núcleos Vestibulares e, Através do  
Fascículo Longitudinal, com os Núcleos dos Nervos  
Oculomotor, Troclear, Abducente e Acessório.**

**( LEGENDA DA FIGURA: 23**

- 1 – MESENCÉFALO
- 2 – ( F.L.M. ): FASCÍCULO LONGITUDINAL MEDIAL ASCENDENTE
- 3 – NÚCLEO DE ORIGEM DO NERVO OCULOMOTOR ( IIIº )
- 4 – NÚCLEO DE ORIGEM DO NERVO TROCLEAR ( IVº )
- 5 – REPRESENTAÇÃO DOS NÚCLEOS DA FORMAÇÃO RETICULAR.
- 6 – NÚCLEO DE ORIGEM DO NERVO ABDUCENTE ( VIº )
- 7 – NÚCLEO VESTIBULAR SUPERIOR
- 8 – NÚCLEO VESTIBULAR MEDIAL
- 9 – NÚCLEO VESTIBULAR LATERAL
- 10 – NÚCLEO VESTIBULAR INFERIOR
- 11 – MEDULA OBLONGA ( BULBO )
- 12 – FASCÍCULO RETÍCULO-ESPINHAL
- 13 – FASCÍCULO VESTÍBULO-ESPINHAL CRUZADO
- 14 – FASCÍCULO VESTIBULOESPINHAL HOMOLATERAL( OU MEDIAL )
- 15 – FIBRAS DESCENDENTES DO FASCÍCULO LONGITUDINAL MEDIAL
- 16 – MEDULA ESPINHAL
- 17 – GÂNGLIO VESTIBULAR
- 18 – FIBRA PRIMÁRIA VESTIBULAR
- 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 VESTÍBULO-CEREBELAR
- 24 – ARQUICEREBELO
- 25 – NÚCLEO FASTIGIAL ( FASTÍGIO )
- 26 – FIBRAS PARALELAS DAS CÉLULAS GRANULARES DO CEREBELO
- 27 – CÉLULA DE PURKINJE
- 28 – FIBRAS FASTÍGIO-RETICULARES
- 29 – FIBRAS FASTÍGIO-VESTIBULARES
- 30 – TRATO FASTÍGIO-BULBAR.

**APARELHO E VIAS VESTIBULARES. AMBOS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO**



**FIG.24**

# Área e Via Vestibulares

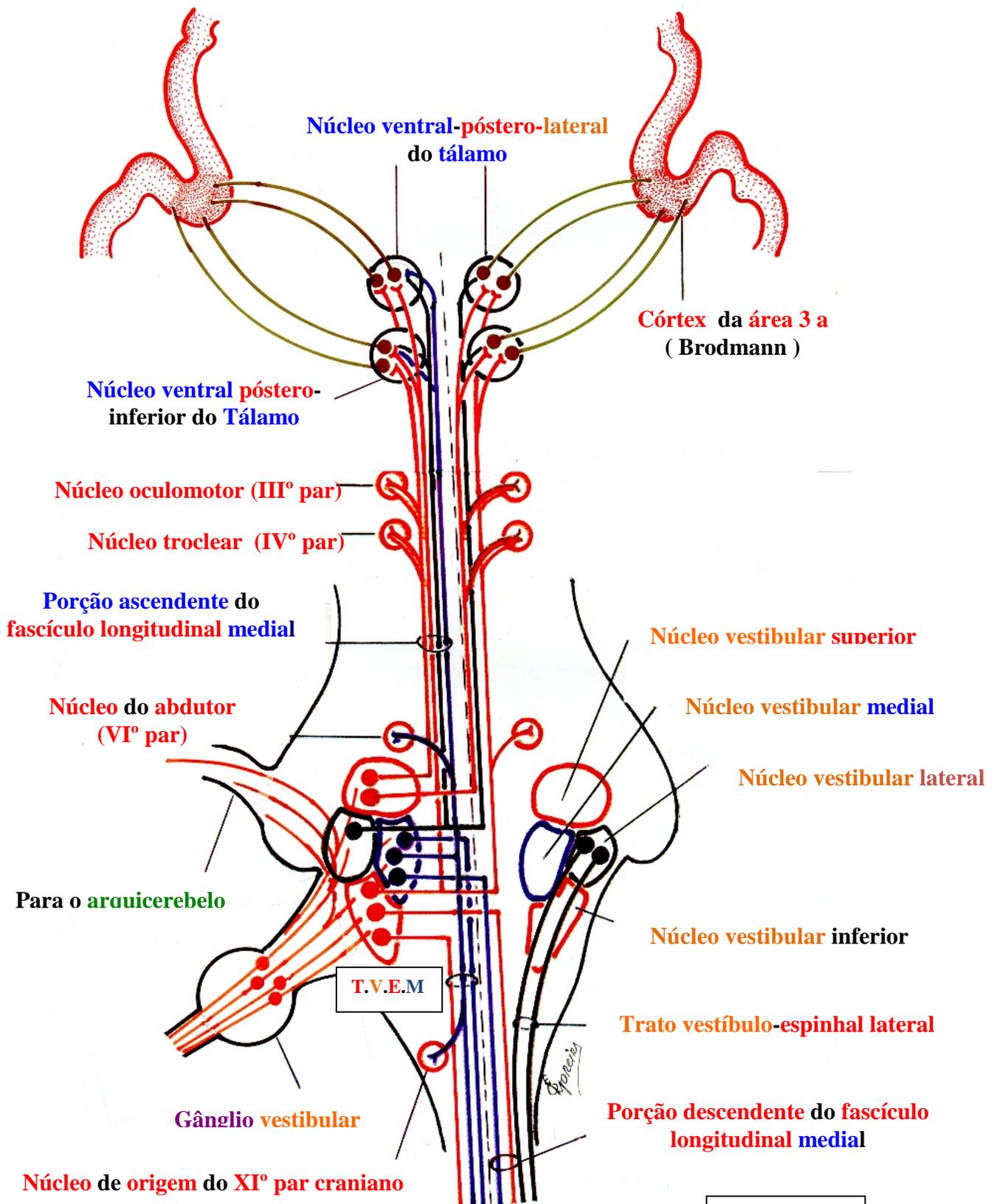


FIG.25

em sentido descendente, em direção à medula espinhal, constituindo-se, assim, dois tratos: “Trato reticuloespinal medial” ( núcleos da formação reticular pontina ) e “Trato reticuloespinal lateral” ( núcleos bulbares da formação reticular ). Ambos, assim, constituídos, participarão da função motora, com ações excitatórias e ações inibitórias, respectivamente ( figs.: 26 e 36 ).

O “Trato reticuloespinal lateral,” exerce suas funções motoras, principalmente, em relação aos músculos dos membros inferiores, colaborando para a extensão dos mesmos e flexão dos músculos dos membros superiores e músculos extensores axiais, além de significativa colaboração, associado ao trato vestibulo espinhal, na função dos ajustes posturais e manutenção do equilíbrio. ( figs.: 26 e 31 ).

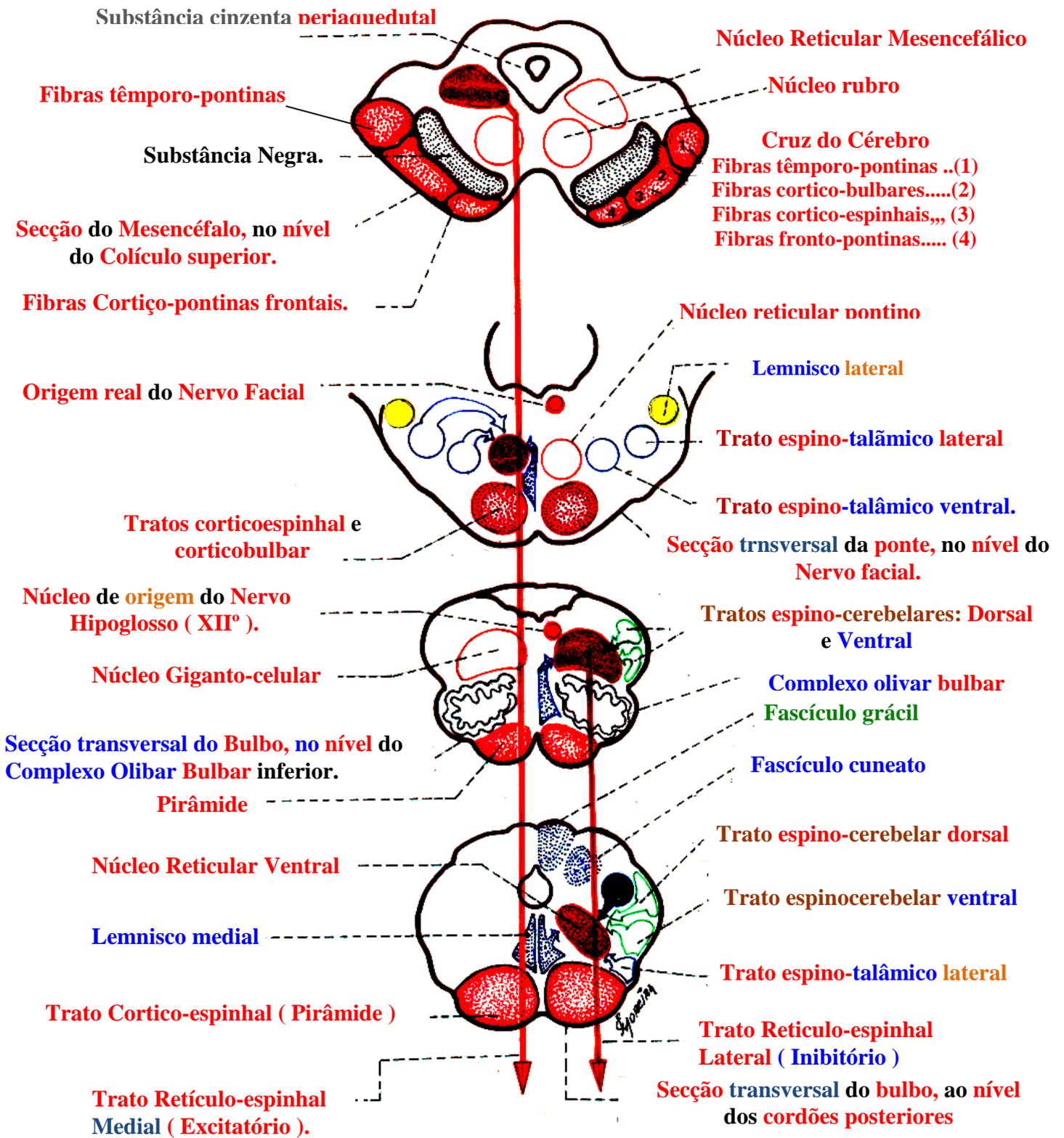
Ambos os “tratos reticuloespinais,” estabelecem suas sinapses, seja através de interneurônios espinhais ou, diretamente, com os, neurônios motores inferiores alfa e alfa gama ( neurônios: alfa e gama ) ( fig.: 21 e 22 ). Algumas de suas fibras descendentes, dirigem-se aos geradores centrais de padrões da medula espinhal, influenciando as função motoras, inclusive os mecanismos reflexos da medula espinhal...Na medula espinhal, o trato reticuloespinal lateral ( bulbar ), localiza-se em seu funículo lateral, tendo como limite medial, o fascículo próprio da medula espinhal, limitando-se, dorso-lateralmente, com o trato rubroespinhal e ventralmente, com o trato espino-talâmico ventral. ( fig.: 36 ).

### 3º) – TRATO TETO-ESPINHAL

O “Trato Teto-espinhal”, tem suas origens, relacionadas ao colículo superior do técto mesencefálico. ( figs.: 26 e 27 ).

Conforme se pode observar na ( fig. 27 ), o colículo superior, apresenta em sua estrutura, sete (07) camadas, das quais, as três, mais superficiais, ( camadas: 1, 2 e 3 ), recebem fibras retino-tectais homolaterais e heterolaterais, que se projetam, em sua maior parte, sobre o núcleos geniculado lateral, enquanto, outro contingente de conexões aferenciais ao colículo superior, é representado pelas fibras aferenciais corticais occipitais visuais, que se projetam, também, sobre as mesmas camadas regionais do colículo ( camadas: 1, 2 e 3 ) ( fig.: 27 ), além de fibras somatossensoriais dos “sistemas: cordão dorsal-lemnisco medial” e “Antero-lateral,” que se dirigem às camadas profundas do colículo superior ( 4, 5, 6, e 7 ), em companhia de fibras trigeminais e fibras auditivas ( fig.: 27 ). De suas camadas superficiais ( 1, 2 e 3 ), emergem fibras eferenciais, com destino ao núcleo lateral posterior do tálamo, homolateral, enquanto, outras fibras, com suas origens nas camadas profundas do colículo superior ( 4, 5, 6, e 7 ) emergem, constituindo diversos tratos descendentes, dos quais, um, de natureza motora ( trato teto-espinhal cruzado ), após sua origem, desce, na região ventral e contralateral da medula, terminando, principalmente, nos níveis cervicais da medula espinhal e participando, em virtude de suas conexões, dos movimentos reflexos da cabeça e do pescoço, em resposta a estímulos sensoriais ( visuais e auditivos ), como por exemplo, no reflexo de piscar ( fig.: 30 ). Os outros tratos, oriundos do colículo superior são: Tratos: teto-ponto-cerebelar cruzado, teto-cerebelar e teto-reticular ( fig.: 27 ).

**Desenho esquemático da constituição dos tratos:**  
**1º) Reticuloespinal mediano.** **2º) Retículo espinal lateral**



**FIG. 26**

#### **4º) – TRATO RUBRO-ESPINHAL**

O “Trato Rubro-espinhal,” tem suas origens, no núcleo magnocefal do núcleo vermelho, mesencefálico ( parte mais antiga do núcleo vermelho ) ( figs.: 14, 16 e 32 ).

Os axônios dos grandes neurônios, deste núcleo magnocefal, logo após suas origens, em trajeto descendente, ainda no nível do mesencefalo, cruzam o plano sagital medial, em direção ao lado oposto, posicionando-se, no tronco encefálico, ventro-lateralmente, até sua penetração, na estrutura da medula espinhal, na qual, permanecerá, ventro-lateralmente, ao trato córtico-espinhal lateral ( fig.: 32 e 36 ).

Em suas conexões eferentes, encaminha-se aos neurônios motores inferiores da medula espinhal, principalmente, no nível da formação do plexo cervical ( C4 a T1 ) e plexo lombo-sacral ( L1 a S3 ), para as devidas conexões, com interneurônios ou neurônios inferiores, nas pontas motoras anteriores, que inervarão os músculos dos membros superiores e inferiores.

As fibras deste “trato rubroespinhal”, associam-se às fibras do Sistema Corticoespinhal, para inervação dos músculos que controlam, na medula espinhal, as regiões distais dos membros e seus respectivos movimentos, em direção ao objeto alvo da ação muscular ( fig.: 17 e 32 ).

No processo de sistematização da substância branca da medula espinhal, o trato rubroespinhal, é encontrado, na parte dorsal do funículo lateral, terminando nas regiões laterais da zona intermediária e da ponta ventral da medula espinhal. ( fig.: 36 )

A despeito de ser um trato de pequenas dimensões, é considerado, cl clinicamente importante, porque , provavelmente, seja responsável pela permanência de alguma função motora residual, na vigência de lesão do trato corticoespinhal.

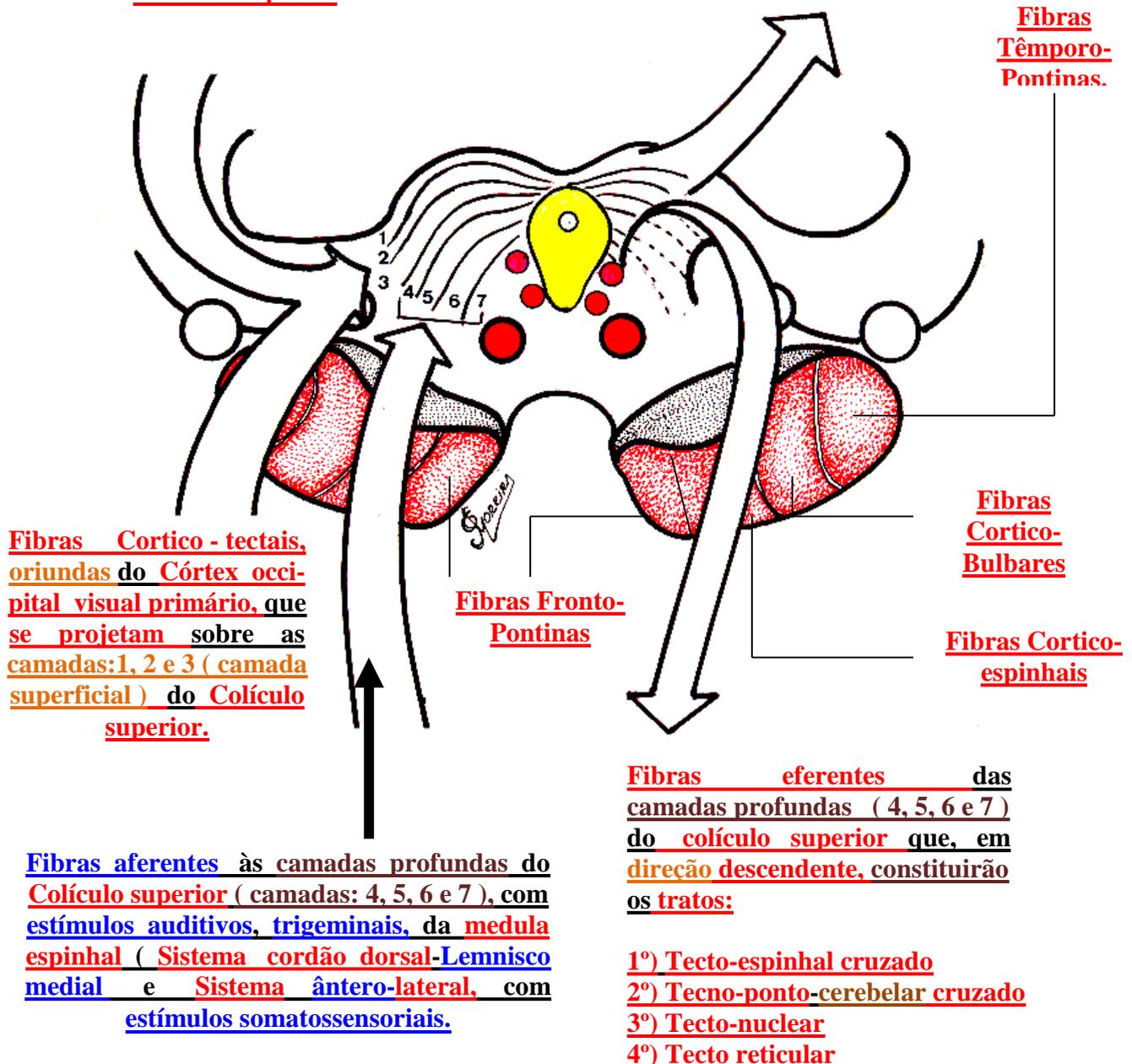
#### **3º) – MODULAÇÃO DE SINAIS NOCICEPTIVOS, ATRAVÉS DA FORMAÇÃO RETICULAR DO TRONCO ENCEFALICO**

É de conhecimento geral, em neurologia, a capacidade de supressão ou atenuação de estímulos aferenciais sensoriais, pelo sistema nervoso central, para quase todas as modalidades sensoriais.

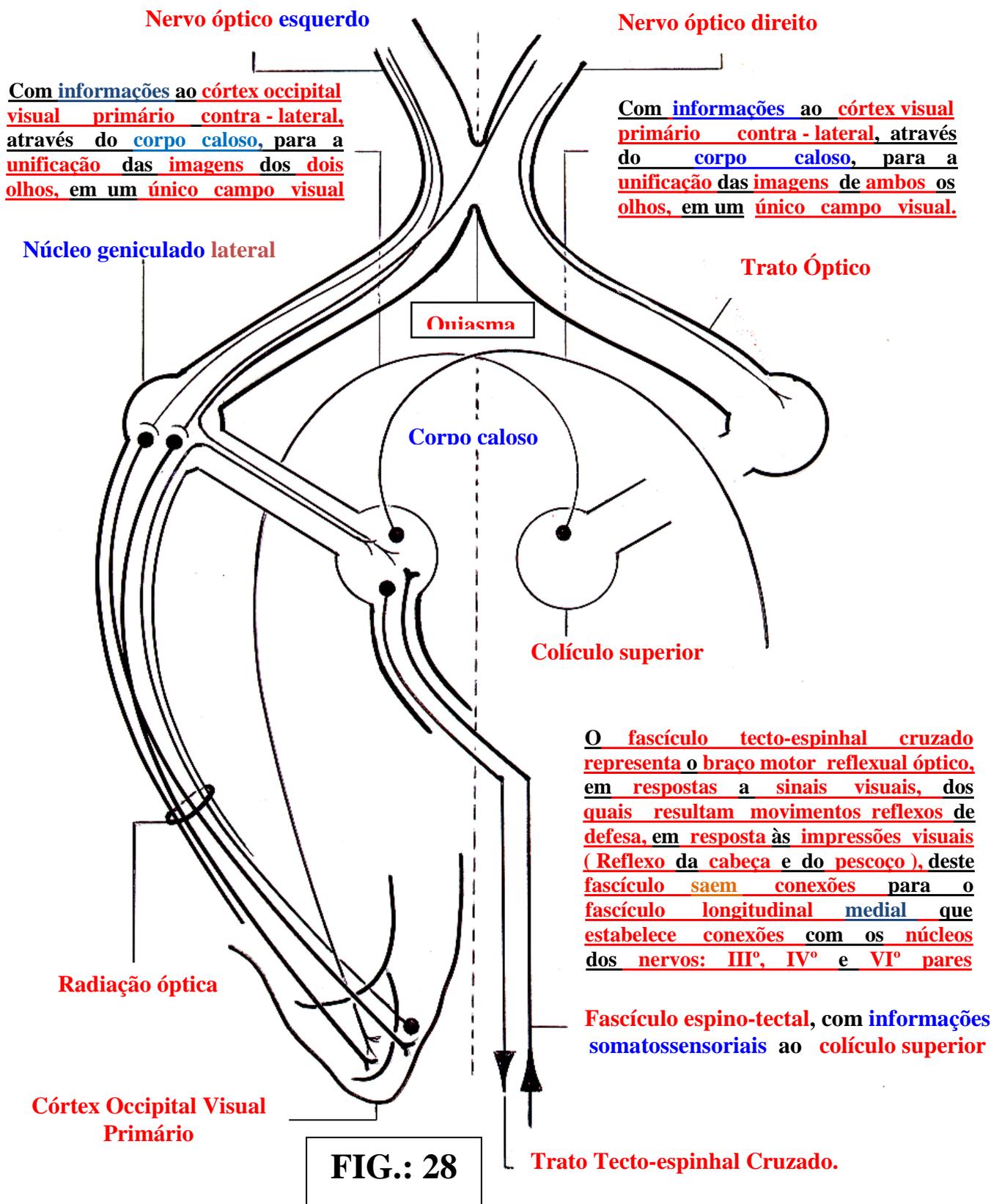
## Desenho Esquemático das Principais Conexões Aferentes e Eferentes do Colículo Superior

Fibras retino-tectais homolaterais e heterolaterais, que se projetam, em sua maior parte, sobre o núcleo geniculado lateral e, pequeno contingente se projeta, sobre as camadas visuais superficiais ( 1, 2 e 3 ) do Colículo Superior.

Fibras oriundas das camadas superficiais ( 1, 2 e 3 ) do Colículo superior, com destino ao Núcleo lateral posterior do Tálamo homolateral., um dos núcleos da divisão superior do Tálamo.



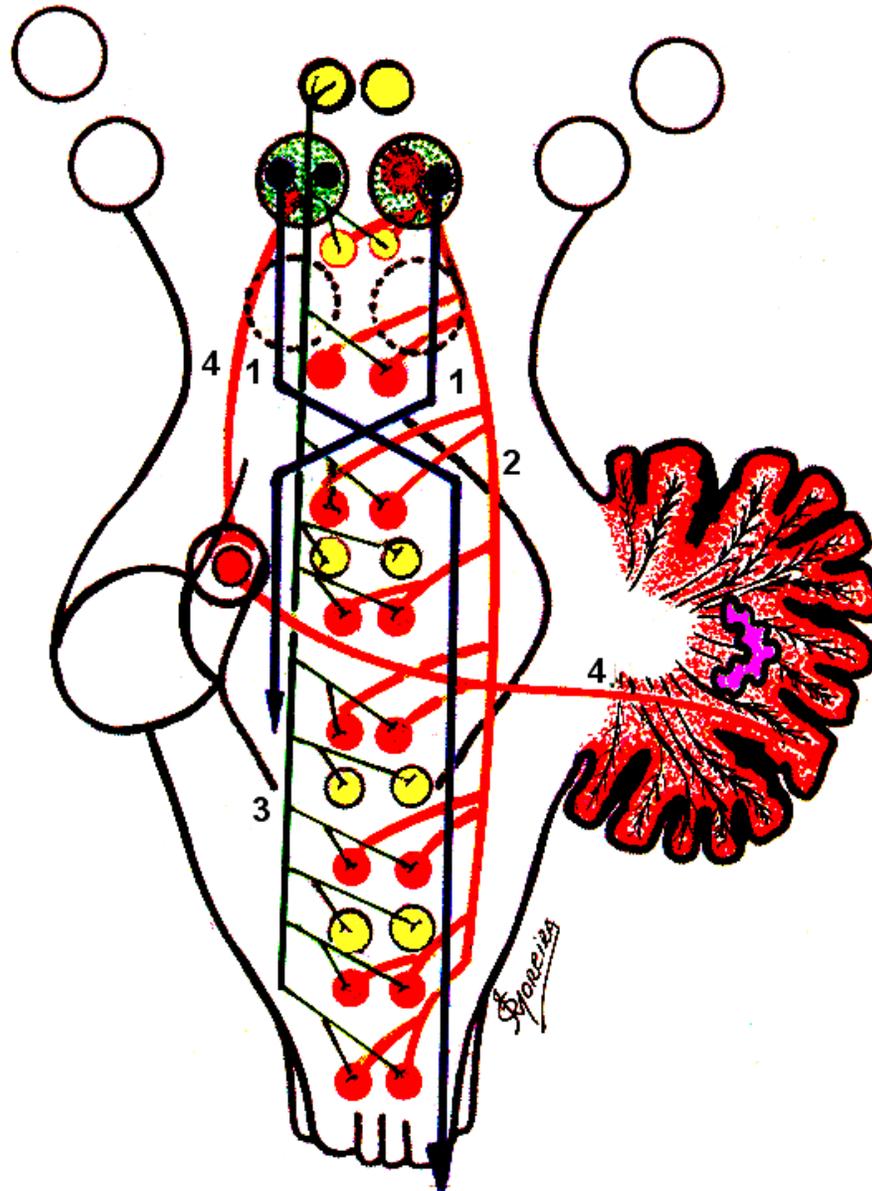
**FIG.27**



Representação esquemática das vias visuais e suas conexões com: 1º) – Projeções retinianas para o núcleo geniculado lateral. 2ª) – Para o Colículo superior. 3º) – Para o lobo occipital visual primário. 4º) – Projeções Coliculares para a medula espinhal ( Fascículo tecto-espinhal cruzado ). 5º) – Projeções Coliculares para o Córtex occipital visual primário contra-lateral, através da Comissura do Corpo caloso.

# Conexões Eferentes do Colículo Superior

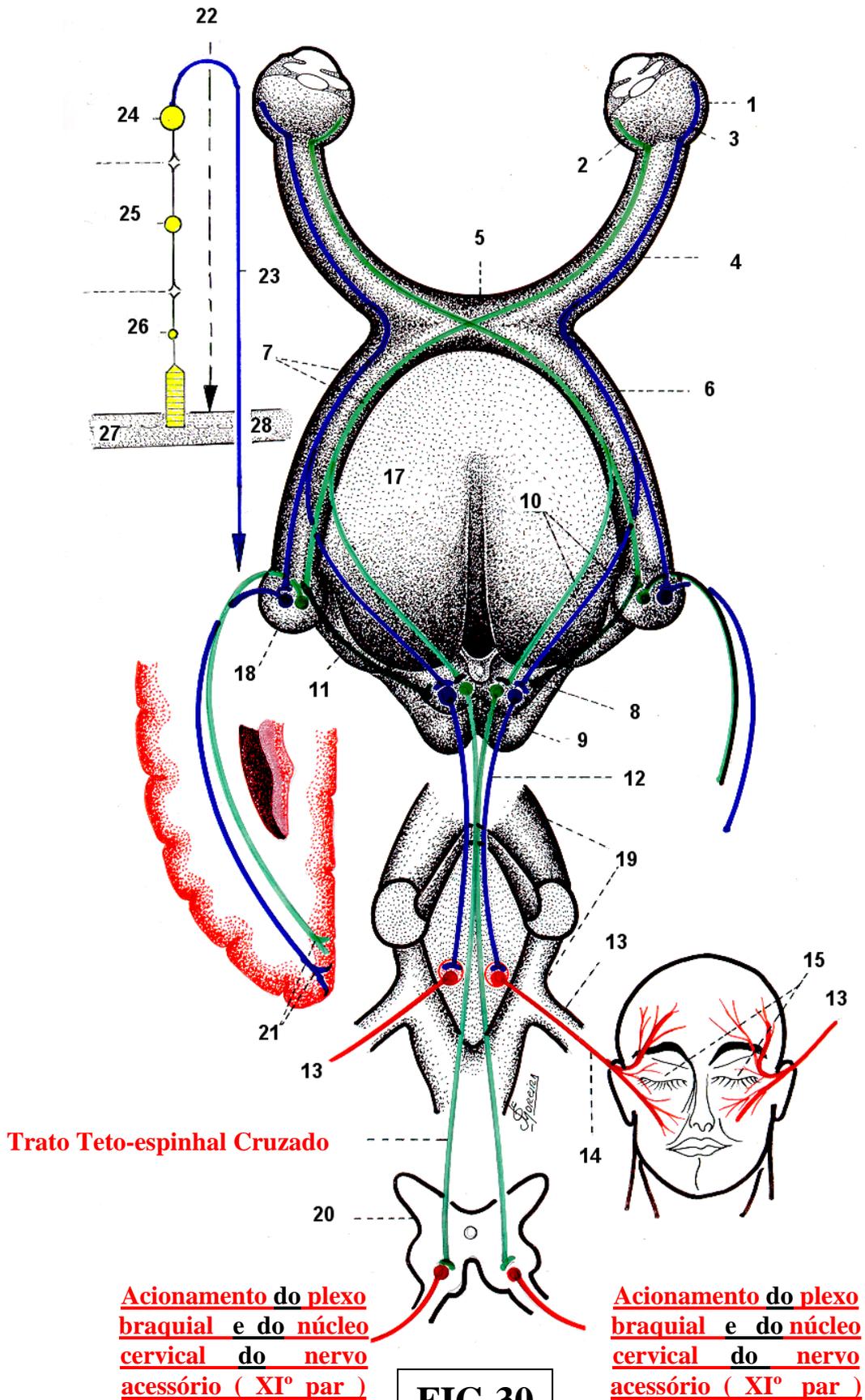
Núcleos da formação reticular..... ■  
 Núcleos motores segmentares do tronco encefálico.... ■  
 Colículos superiores ..... ■



1º) Trato tecto-espinhal cruzado..... —  
 2º) Trato tecto-nuclear..... —  
 3º) Trato tecto-reticular..... —  
 4º) Trato tecto-ponto-cerebelar..... —

**FIG.29**

# Reflexo de Piscar



**FIG.30**

## REFLEXO DE PISCAR

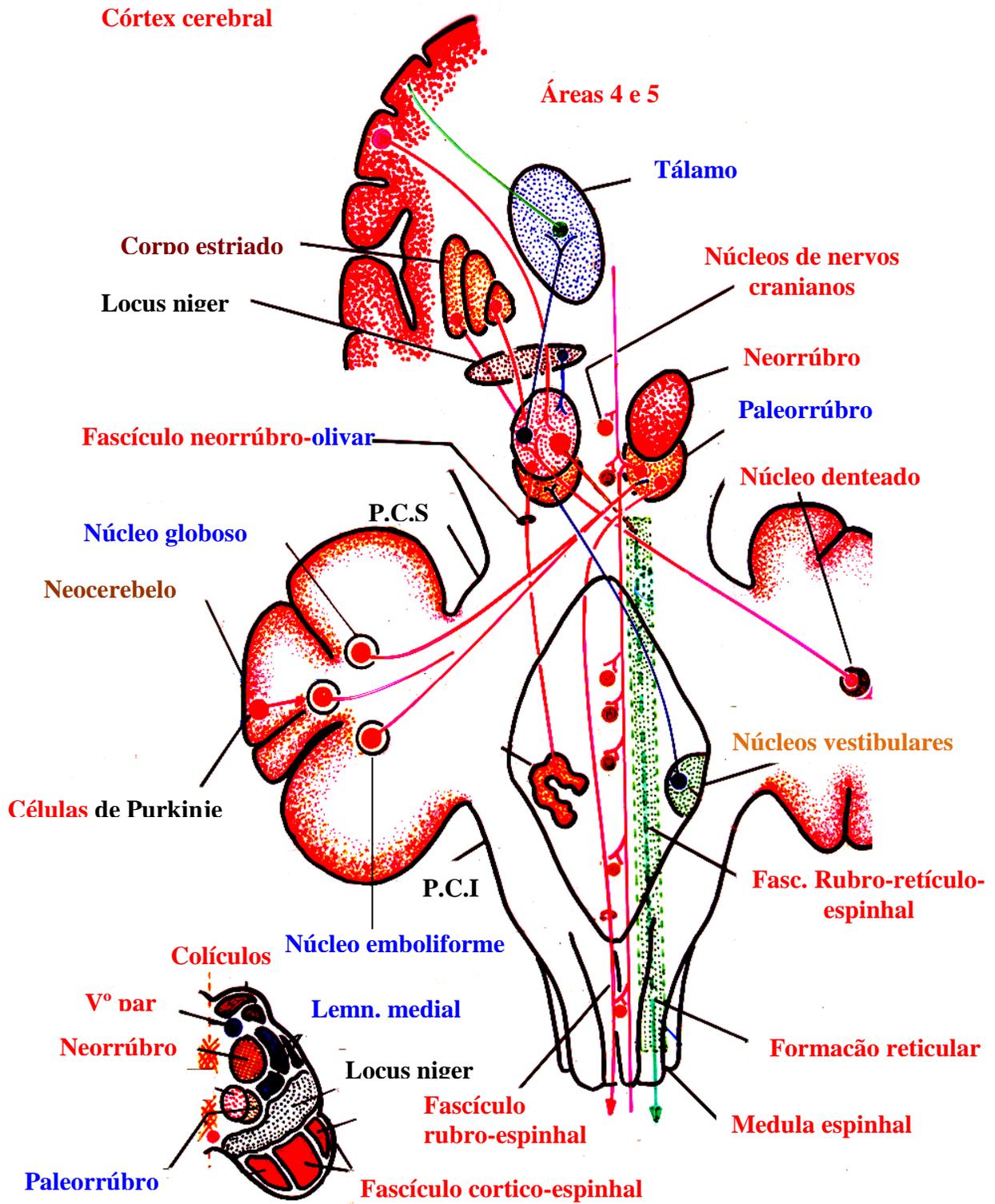
### ( LEGENDA DA FIGURA : 30 )

- 1 – GLOBO OCULAR
- 2 – RETINA NASAL
- 3 – RETINA TEMPORAL
- 4 – NERVO ÓPTICO
- 5 – QUIASMA ÓPTICO
- 6 – RADIAÇÃO ÓPTICA
- 7 – FIBRAS RETINIANAS TEMPORAIS DO NÚCLEO GENICULADO LATERAL
- 8 – COLÍCULO SUPERIOR
- 9 – COLÍCULO INFERIOR
- 10 – COLATERAIS DAS FIBRAS RETINIANAS NASAIS E TEMPORAIS, DIRIGIDAS AO COLÍCULO SUPERIOR.
- 11 – BRAÇO DO COLÍCULO SUPERIOR
- 12 – TRATO TETONUCLEAR
- 13 – RAIZ DO NERVO FACIAL
- 14 – NERVO FACIAL
- 15 – PÁLPEBRA SUPERIOR CERRADA BILATERALMENTE.
- 16 – TRATO TETOESPINAL CRUZADO**
- 17 – MESENCÉFALO
- 18 – NÚCLEO GENICULADO LATERAL ( OU CORPO GENICULADO )
- 19 – TRONCO ENCEFÁLICO
- 20 – LÂMINA DA MEDULA ESPINHAL
- 21 – FIBRAS GENÍCULO-CALCARINAS.
- 22 – RAIO DE LUA PARA A RETINA
- 23 – AXÔNIO DA CÉLULA GANGLIONAR, PARA A FORMAÇÃO DO NERVO ÓPTICO
- 24 – CÉLULA GANGLIONAR (OU NEURÔNIO III )
- 25 – CÉLULA BIPOLAR (OU NEURÔNIO II OU INTERNEURÔNIO)
- 26 – CÉLULAS FOTOSSENSÍVEIS (OU NEURÔNIO I OU CONES BASTONETES)
- 27 – CAMADA PIGMENTAR
- 28 – DISCO ÓPTICO

## Sistemas Motores Supraespinhais com Origens no Tronco Encefálico.

<u>ESTRUTURA ANATÔMICA</u>	<u>FUNÇÕES</u>
TRATO VESTIBULOESPINAL LATERAL	<b>EXTENSÃO</b> DOS MÚSCULOS DOS MEMBROS INFERIORES.. <b>FLEXÃO</b> DOS MÚSCULOS DOS MEMBROS SUPERIORES. MÚSCULOS <b>EXTENSORES</b> AXIAIS.
TRATO RETICULOESPINAL LATERAL	<b>FLEXORES</b> DOS MÚSCULOS DOS MEMBROS INFERIORES. <b>EXTENSORES</b> DOS MÚSCULOS DOS MEMBROS SUPERIORES. <b>FLEXORES</b> DOS MÚSCULOS AXIAIS
TRATO VESTIBULOESPINAL MEDIAL	<b>REGULA, REFLEXAMENTE, A POSIÇÃO DA CABEÇA E DO CORPO, EM RESPOSTA A ESTÍMULOS DOS CANAIS SEMICIRCULARES</b>
TRATOS: VESTIBULOESPINAL E RETICULOESPINAL	<b>SÃO EXCITATÓRIOS DIRETOS DIRIGIDOS AOS NEURÔNIOS ESPINHAIS OU ATRAVÉS DE INTERNEURÔNIOS EXCITATÓRIOS</b>
TRATO VESTIBULOESPINAL ASSOCIADO AOS TRATOS RETICULOESPINAIS	<b>EXERCEM IMPORTANTE FUNÇÃO NO AJUSTE POSTURAL E NA MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO.</b>
TRATO RUBROESPINAL	<b>MÚSCULOS DISTAIS DOS MEMBROS DIRETAMENTE E, INDIRETAMENTE, ATRAVÉS DE INTERNEURÔNIOS</b>
TRATO TETO-ESPINAL	<b>CONTROLA A MUSCULATURA AXIAL E DOS MEMBROS SUPERIORES, ALÉM DOS MOVIMENTOS REFLEXOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO, EM RESPOSTA A ESTÍMULOS SENSORIAIS, VISUAIS E AUDITIVO</b>

**FIG.31**



Desenho esquemático mostrando, também, o fascículo rubroespinal cruzado.

**FIG. 32**

# Trato Olivo-espinhal

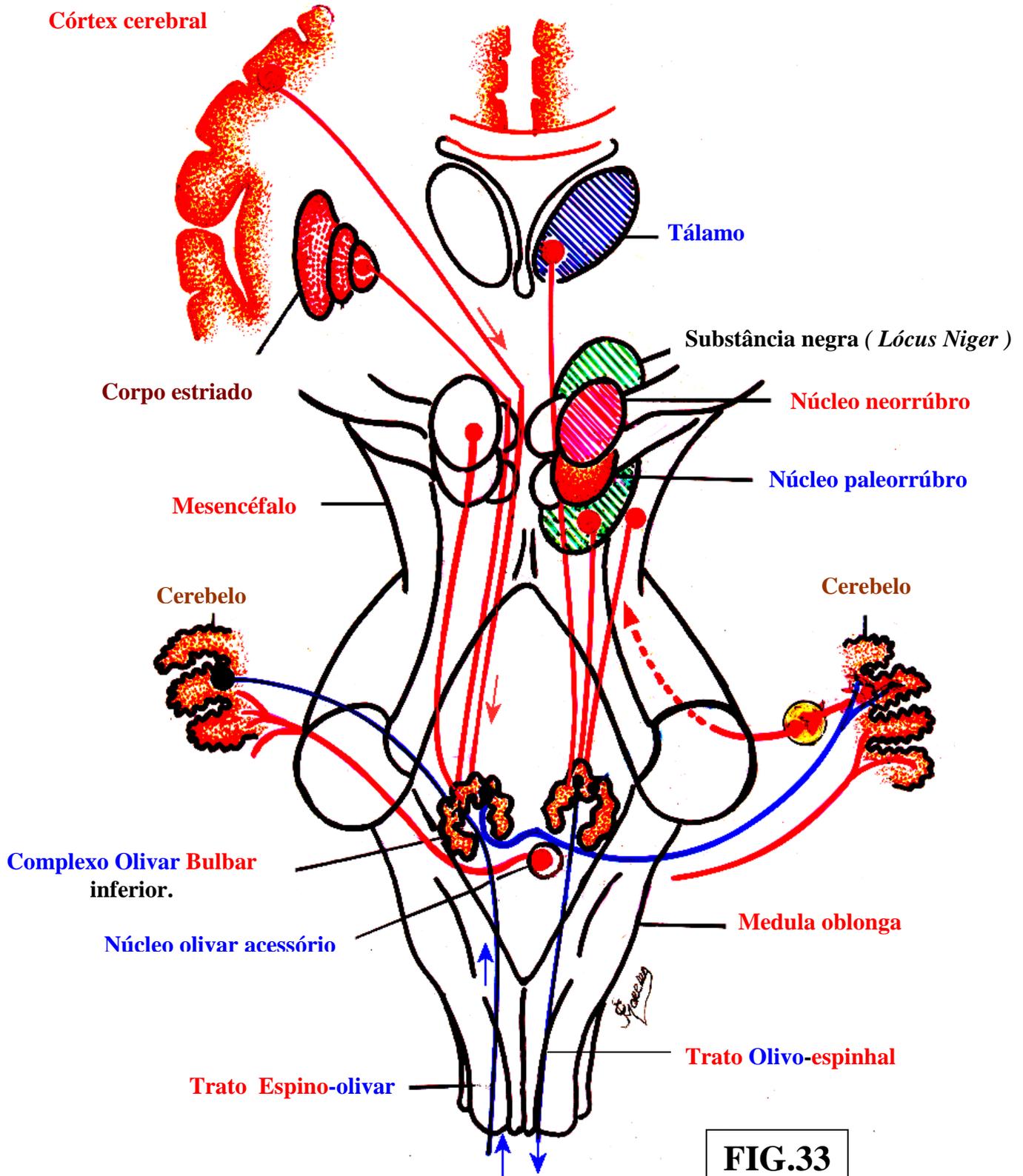


FIG.33

Pensava-se que, nesses casos, o estímulo deveria ser conduzido ao sistema nervoso central ( córtex cerebral ), para experimentar os efeitos do referido bloqueio.

Entretanto, atualmente, sabe-se que, os mecanismos de supressão dos estímulos sensoriais, podem ser realizados, nos níveis subcortiais. Nossos conhecimentos, quanto à essas questões morfo-funcionais, sobre bloqueios sensoriais aferenciais sensoriais, mais desenvolvidos, giram, em torno dos sinais aferentes, relacionados aos estímulos nociceptivos ( dolorosos ou álgicos ).

Dessa forma, podemos ter a modulação de estímulos nociceptivos ( dolorosos ), através de, dois mecanismos: O primeiro mecanismo, relaciona-se à estimulação tátil, estudada, a propósito do capítulo “Vias Aferentes da Sensibilidade Somática e Visceral”. Na segunda eventualidade, através de, mecanismos envolvendo núcleos da Formação Reticular do Tronco Encefálico e relacionados à duas vias descendentes: “Via descendente analgésica serotoninérgica peptidérgica opióide”( fig.: 34 ) e “Via adrenérgica descendente analgésica” ( fig.: 35 ), que serão comentadas a seguir:

### 3.1 – VIA DESCENDENTE ANALGÉSICA SEROTONINÉRGICA PEPTIDÉRGICA OPIÓIDE

Na substância cinzenta periaquedutal, assim como na substância gelatinosa da medula espinhal ( fig.: 07 ), são encontradas, altas concentrações de peptídeos opióides ( endorfinas ).

No mecanismo de bloqueios de estímulos nociceptivos ( dolorosos ), neurônios oriundos da substância cinzenta periaquedutal, contendo endorfinas, projetam-se para os núcleos da formação reticular bulbar, alcançando os núcleos: magno reticular pontino látero-dorsal e magno da rafe ( fig.: 34 ).

Desses núcleos, partem neurônios serotoninérgicos, em direção à coluna dorsal da medula espinhal, que penetram, na parte dorso-lateral do funículo lateral da medula espinhal, ( figs.: 34 e 36 ), estabelecendo sinapses, com pequenos neurônios, localizados na substância gelatinosa da medula espinhal e ricos em encefalinas e dinorfinas. Esses interneurônios, por sua vez, formam sinapses axo-axônicas sobre as terminações das aferências primárias da dor, bloqueando os sinais aferentes dos estímulos dolorosos, porém, sem ação, sobre os estímulos táteis ( fig.: 34 ).

No momento das sinapses axo-axônicas, os interneurônios determinam a despolarização das fibras aferentes primárias da dor, advindo desse mecanismo, o bloqueio da dor, porém, com permanência da progressão e encaminhamento dos estímulos táteis.

A estimulação direta das aferências primárias da dor, libera o “transmissor P”. Todavia, caso haja, simultaneamente, estimulação da via serotoninérgica, essa liberação da substância “P”, para a dor, será bloqueada.

### 3.2 – VIA ADRENÉRGICA DESCENDENTE ANALGÉSICA.

A “Via Adrenérgica descendente analgésica,” é uma segunda via analgésica, utilizando-se de núcleos da formação reticular do tronco encefálico ( fig.: 35 ).

Essa via, diferentemente da anterior, que apresenta suas origens, na substância cinzenta periquedutal, começa na formação reticular pontina dorso-lateral, no núcleo gigante celular, do qual, neurônios adrenérgicos descem, ao funículo lateral da medula espinhal, inibindo, em sinapses axo-axônicas, localizadas na substância gelatinosa da medula espinhal, os estímulos nociceptivos, produzindo, conseqüentemente, a analgesia.

Resultado: o segundo neurônio da via espino-talâmica ventral, ascende, através do funículo ventral contralateral da medula espinhal, conduzindo, apenas, os estímulos táteis ao tálamo (Núcleo ventral póstero-lateral do tálamo ( fig. 35 ) ou seja, bloqueio dos estímulos nociceptivos e liberando os estímulos táteis.

## SISTEMATIZAÇÃO DA SUBSTÂNCIA BRANCA DA MEDULA ESPINHAL.

Conhecendo-se as “Vias Ascendentes” e as “Vias Descendentes da Medula Espinhal”, suas respectivas origens, trajetos, relações anatômicas e destinos, torna-se possível estabelecer a localização de qualquer “trato ou fascículo” das referidas vias, nos diversos níveis da medula espinhal. Em realidade, essa sistematização, já foi comentada, a propósito do estudo, de cada um dos sistemas ascendentes e descendentes da medula espinhal, para cada um de seus tratos ou fascículos. ( fig.: 36 ).

Sabemos que, na medula espinhal, a substância branca, ocupa três funículos ou cordões medulares: Funículo dorsal, Funículo lateral e Funículo ventral ( fig. 36 ). No “Funículo Dorsal”, encontramos os Tratos: Grácil, Cuneiforme, Interfascicular e Septomarginal. ( fig.: 36 ).

No “Funículo Lateral”, temos: Trato espino-cerebelar direto ( dorsal ), Trato espino-cerebelar cruzado ( ventral ), Fascículo próprio, Trato olivo-espinhal, Trato tecto-espinhal lateral, Trato reticulo-espinhal lateral e trato espino-talâmico lateral .

No “Funículo Ventral” encontramos os tratos: espino-talâmico ventral, Vestíbulo-espinhal lateral, Teto-espinhal medial, Cortico-espinhal ventral, Fascículo Longitudinal medial, Trato Vestíbulo-espinhal medial, Trato Vestíbulo-espinhal lateral, Trato Reticulo-espinhal medial, Trato Reticulo-espinhal lateral, Fascículo Próprio. Toda esta sistematização, se encontra representada na fig.: 36.

## OS “FUNÍCULOS DA MEDULA ESPINHAL”

No “funículo dorsal” ( fig.: 36 ), encontramos os seguintes tratos:

- Fascículo Grácil ( figs.: 1, 12, 15 e 36 ).
- Fascículo Cuneiforme ( figs.: 1, 12, 15 e 36 ).
- Fascículo Interfascicular ( fig.: 36 )
- Fascículo Septomarginal ( fig.: 36 ).
- Via alternativa da coluna dorsal ( Sistema Ascendente Polissináptico da coluna dorsal: ( fig.: 08 )
- Via Alternativa do Fascículo Grácil: ( fig.: 09 )
- Via Alternativa do Fascículo Cuneiforme: ( fig.: 10 )

No “funículo lateral” ( fig.: 36 ), encontramos os seguintes tratos:

- Espinocerebelar direto ( dorsal ): ( figs.: 14, 16 e 36 )
- Espinocerebelar cruzado ( ventral ) ( figs.: 14, 16 e 36 )
- Fascículo próprio ( fundamental ) ( fig.: 36 )
- Olivoespinal ( fig.: 36 )
- Tetoespinal ( figs.: 13, 21, 28, 29, 30, 31 e 36 );
- Reticuloespinal lateral ( figs.: 17, 23, 26, 32 e 36 ).
- Espinotalâmico lateral ( figs.: 11 e 36 )
- Rubroespinal ( figs.: 32 e 36 )

No “funículo ventral” ( figs.: 36 ), encontramos os seguintes tratos:

- Espinotalâmico Ventral ( figs.: 11 e 36 )
- Vestibuloespinal lateral ( figs.: 24 e 25 ).
- Teto espinal medial ( figs. 13, 27, 28, 29, 30 e 36 ).
- Corticoespinal ventral ( figs.: 19, 20 e 36 ).
- Longitudinal medial: ( figs.: 15, 23, 25 e 36 )
- Vestibuloespinal medial ( figs.: 23, 25 e 24 ).
- Reticuloespinal medial ( figs.: 24, 25 e 36 ).
- Fascículo próprio ( fundamental ): ( fig.: 36 )

Poderá ser realizada uma recapitulação do texto, neste mesmo volume, envolvendo todos estes tratos, feixes ou fascículos, nas páginas anteriores: ( Vias Ascendentes da Medula espinal ) e “Vias Descendentes da medula espinal”.

# Via Descendente Analgésica Serotoninérgica Peptidérgica Opióide

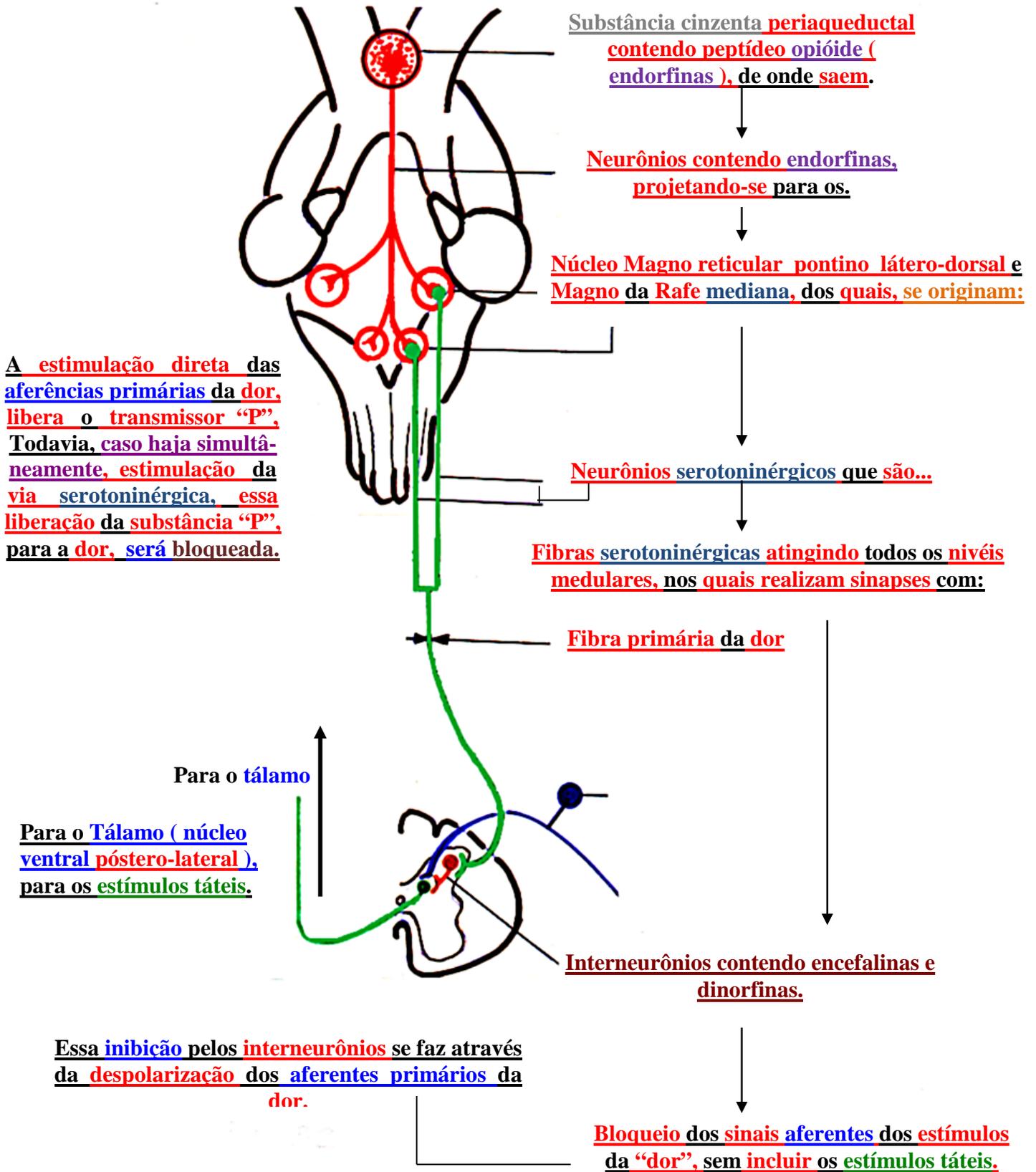


FIG.34

#### 4º) – VIAS EFERENTES VISCERAIS

Finalmente, temos as “Vias Eferentes Viscerais” do “Sistema Nervoso Autônômico”, relacionado ao controle e funcionamento dos músculos lisos viscerais, músculo cardíaco e glândulas ( fig.: 37 ).

O controle deste grande sistema autônômico, no nível subcortical, é realizado por diversos núcleos do hipotálamo, localizado no diencéfalo ( figs.: 21, 22 e 37 ).

Esses tópicos : ( diencéfalo, incluindo o: tálamo, subtálamo, epitálamo, hipotálamo e sistema nervoso autônômico, serão estudados nos volumes: 16, 17 e 18. No momento, objetivando apenas situá-lo, na substância periependimária da medula espinhal, adiantaremos que, os “núcleos hipotalâmicos”, distribuídos, em duas regiões principais ( ventro-medial e dorso-lateral ), controlam e regulam, à semelhança do cerebelo, em relação à musculatura estriada somática, os músculos lisos viscerais, músculo cardíaco e glândulas, estando, para isso, distribuídos entre duas regiões hipotalâmicas: Nas regiões ventromediais ( parassimpáticas ), reúnem-se núcleos hipotalâmicos, cujos axônios descendentes, unem-se aos axônios dos núcleos da região hipotalâmica dorsolateral ( simpáticas ou noradrenéricas ).

Dessas duas regiões principais ( ventromediais, conhecidas, também, como regiões trofotróficas ) e ( regiões dorsolaterais, ), também, conhecidas como regiões ergotróficas ), partem os diversos e inúmeros axônios descendentes, em direção ao mesencéfalo, à ponte, à medula oblonga e à medula espinhal ( fig.: 37 ), constituindo, segundo o caso, o “trato longitudinal dorsal de Schütz,” o “trato longitudinal dorsal” e o “Trato hipotálamo-espinhal.” ( fig.: 37 ) ( ver, para maiores detalhes os referidos volumes citados em epígrafe ).

Os axônios oriundos das regiões hipotalâmicas, trofotróficas ( parassimpáticas ), dirigem-se aos núcleos parassimpáticos, representantes cranianos do sistema nervoso parassimpático, no nível do tronco encefálico ( neurônios pré-ganglionares parassimpáticos ( núcleo pupilar, anexo ao IIIº nervo craniano, núcleo salivatório superior, anexo ao VIIº nervo craniano, núcleo salivatório inferior, anexo ao IXº nervo craniano e núcleo dorsal motor do nervo vago ), enquanto os axônios, oriundos dos núcleos reunidos no hipotálamo dorsolateral ( ergotrófico ), passam, através do, tronco encefálico, sem realizar qualquer sinapse, porém, ao penetrarem na medula espinhal, dirigir-se-ão aos gânglios do sistema nervoso periférico simpático, entre T1 e L3, para inervação do sistema simpático periférico toracolombar ( fig.: 37 ). ( Neurônios pré-ganglionares simpáticos toraco-lombares ).

## Via descendente Analgésica Adrenergica

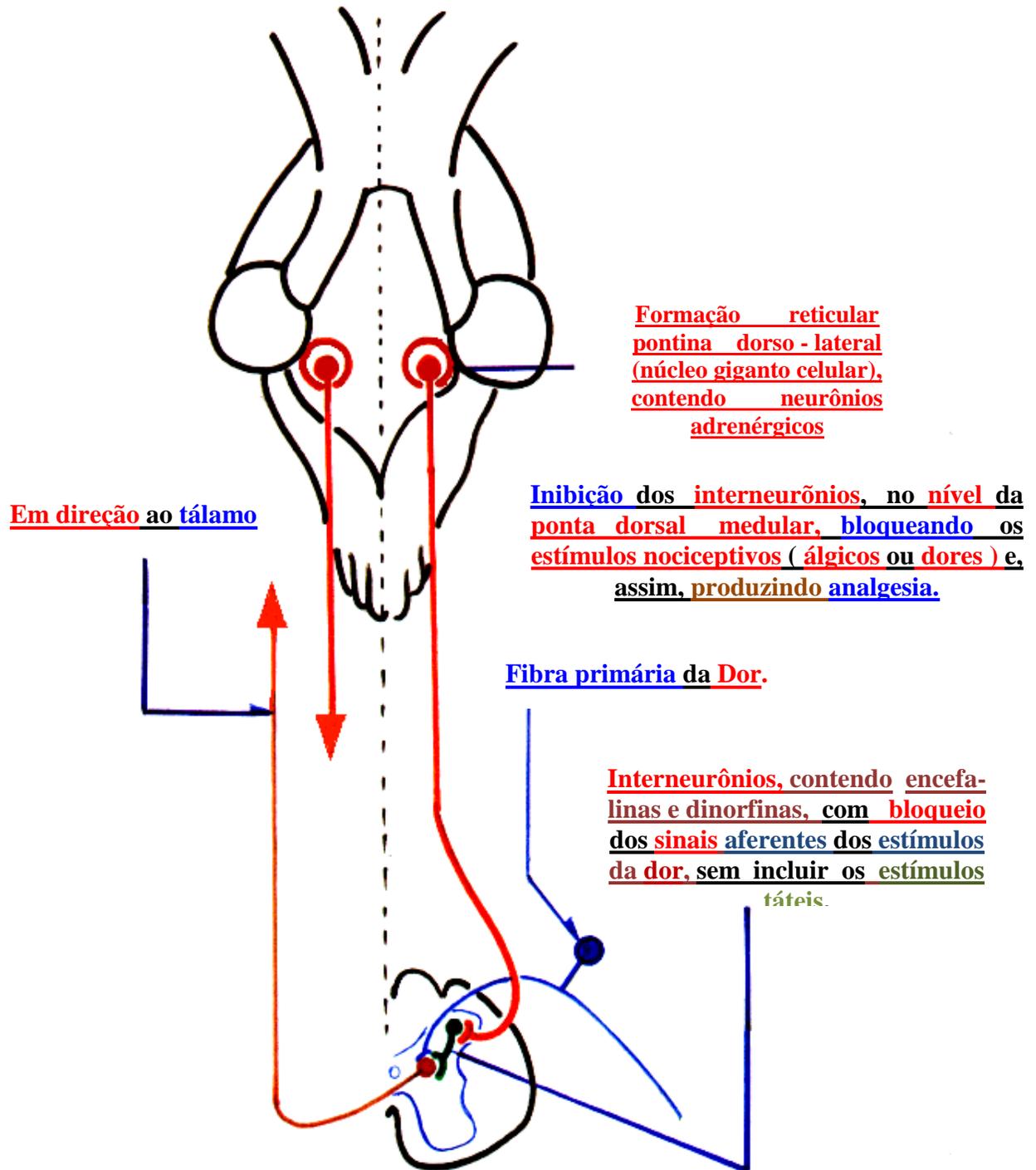
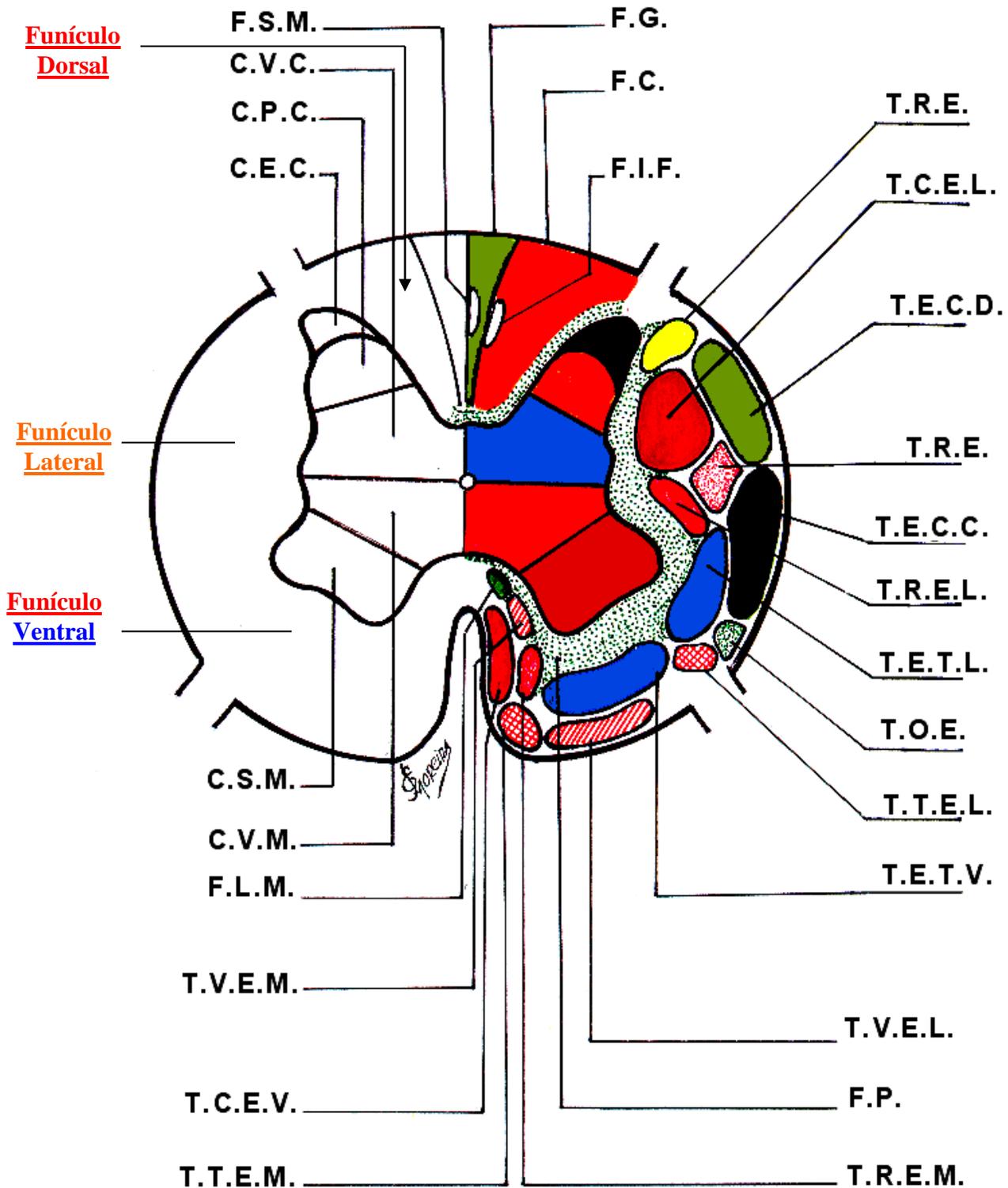


FIG.35

**Medula espinhal: Sistematização de sua Substância Branca e seus Centros Operacionais Cinzentos.**



**FIG.36**

## Desenho Esquemático da Sistematização da Substância Branca da Medula Espinhal:

### ( LEGENDA DA FIGURA: 36 )

- F.G. – FASCÍCULO GRÁCIL NO CORDÃO DORSAL DA MEDULA ( FUNÍCULO DORSAL ).
- F.C. – FASCÍCULO CUNEIFORME NO CORDÃO DORSAL DA MEDULA ESPINHAL
- F.I.F. – FASCÍCULO INTERFASCICULAR
- F.S.M. – FASCÍCULO SÉPTOMEDIAL
- T.R.E. –TRATO RAFE-ESPINHAL( INCLUINDO AS VIAS ANALGÉSICAS DESCENDENTES ).
- T.C.E.L. -TRATO CORTICOESPINHAL LATERAL CRUZADO
- T.E.C.D. –TRATO ESPINOCEREBELAR DIRETO ( DORSAL )
- T.R.E.C. –TRATO RUBROESPINHAL CRUZADO
- T.E.C.C. – TRATO ESPINOCEREBELAR CRUZADO ( VENTRAL )
- T.R.E.L. – TRATO RETICULOESPINHAL LATERAL
- T.E.T.L. – TRATO ESPINOTALÂMICO LATERAL
- T.O.E. – TRATO OLIVOESPINHAL
- T.T.E.L. – TRATO TETOESPINHAL LATERAL
- T.E.T.V. – TRATO ESPINOTALÂMICO VENTRAL
- T.V.E.L. – TRATO VESTIBULOESPINHAL LATERAL
- F.P. – FASCÍCULO PRÓPRIO ( FUNDAMENTAL )
- T.R.E.M. – TRATO RETICULOESPINHAL MEDIAL
- F.L.M. – FASCÍCULO LONGITUDINAL MEDIAL
- T.V.E.M. – TRATO VESTIBULOESPINHAL LATERAL
- T.C.E.V. – TRATO CORTICOESPINHAL VENTRAL ( ANTERIOR )
- C.S.M. – COLUNA SOMATOMOTORA
- C.V.M. – COLUNA VISCEROMOTORA
- C.E.C. – COLUNA EXTEROCEPTIVA
- C.P.C. – COLUNA PROPRIOCEPTIVA
- C.V.S. – COLUNA VISCEROSSENSÍVEL
- T.T.E.M. – TRATO TETOESPINHAL MEDIAL

# Trato Hipotalamo-espinal

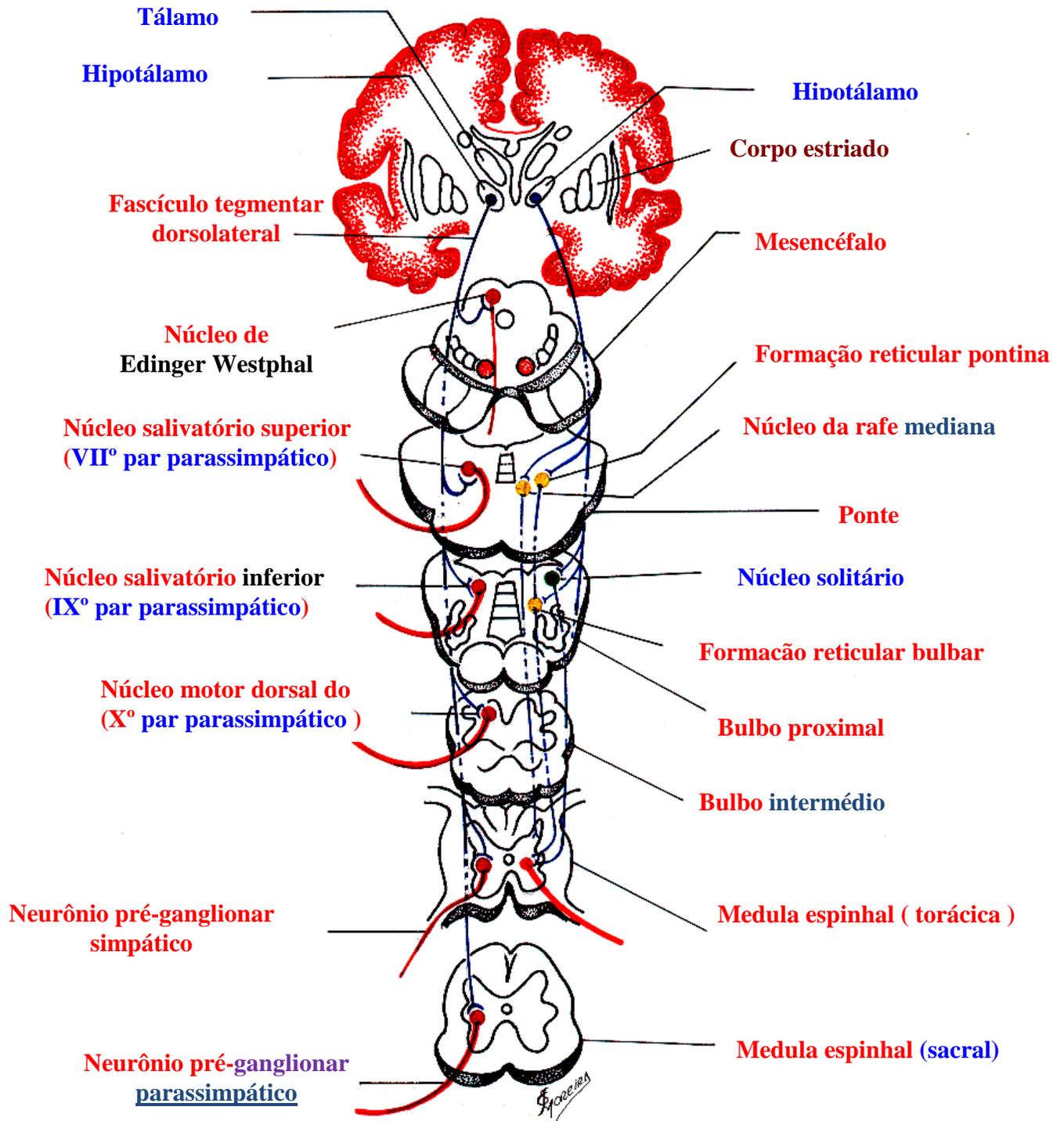


FIG.37

# QUADRO SINÓPTICO DA SISTEMATIZAÇÃO DA SUBSTÂNCIA BRANCA DA MEDULA ESPINHAL.

( COMPARAR COM A FIGURA: 36 e RESPECTIVA  
LEGENDA ).

## 1º - FUNÍCULO DORSAL DA MEDULA ESPINHAL:

- 1.1 – FASCÍCULO GRÁCIL.....F.G.
- 1.2 – FASCÍCULO CUNEATO ( OU CUNEIFORME ).....F.C.
- 1.3 – FASCÍCULO PRÓPRIO ( OU FUNDAMENTAL ).....F.P.
- 1.4 – FASCÍCULO SEPTO MARGINAL.....F.S.M.
- 1.5 – FASCÍCULO INTERFASCICULAR.....F.I.F.

## 2º - FUNÍCULO LATERAL DA MEDULA ESPINHAL:

- 2.1 – TRATO RAFFER-ESPINHAL.....T.R.E.
- 2.2 – TRATO CORTICOESPINHAL LATERAL.....T.C.E.L.
- 2.3 – TRATO ESPINOCEREBELAR DORSAL ( DIRETO ).....T.E.C.D.
- 2.4 – TRATO RUBROESPINHAL.....T.R.E.
- 2.5 – TRATO RETÍCULOESPINHAL LATERAL.....T.R.E.L.
- 2.6 – TRATO ESPINOCEREBELAR VENTRAL.....T.E.C.V.
- 2.7 – TRATO ESPINOTALÂMICO LATERAL.....T.E.T.L.
- 2.8 – TRATO OLIVOESPINHAL.....T.O.E.
- 2.9 – FASCÍCULO PRÓPRIO ( OU FUNDAMENTAL ).....F.P.
- 2.10-TRATO TETOESPINHAL LATERAL.....T.T.E.L.

## 3º - FUNÍCULO VENTRAL DA MEDULA ESPINHAL:

- 3.1 – TRATO ESPINOTALÂMICO VENTRAL.....T.E.T.V.
- 3.2 – TRATO CORTICOESPINHAL VENTRAL.....T.C.E.V.
- 3.3 – TRATO VESTÍBULOESPINHAL MEDIAL.....T.V.E.M.
- 3.4 – TRATO VESTÍBULOESPINHAL LATERAL.....T.V.E.L.
- 3.5 – TRATO RETÍCULOESPINHAL MEDIAL.....T.R.E.M.
- 3.6 – FASCÍCULO LONGITUDINAL MEDIAL.....F.L.M.
- 3.7 – TRATO TETOESPINHAL MEDIAL.....T.T.E.M.
- 3.8 – FASCÍCULO PRÓPRIO ( OU FUNDAMENTAL ).....F.P.

## CONTROLE DA FUNÇÃO MOTORA PELA MEDULA ESPINHAL ( SUAS FUNÇÕES MOTORAS, SEUS REFLEXOS ) E AS AFERÊNCIAS SENSORIAIS.

Nos três primeiros volumes de nossos trabalhos monográficos, tivemos a oportunidade de discutir os “princípios das transmissões de sinais, através dos nervos e de suas junções neuro-musculares.”

Com tais informações, nos capacitamos ao “entendimento dos “potenciais de membrana” e as funções destes potenciais, nos mecanismos morfo-funcionais de “transmissão dos referidos sinais neurais”, controlando, assim, a maior parte das funções reguladoras do corpo, sendo, neste conjunto de funções, o “Sistema Nervoso,” o responsável pelo controle da maior parte dos mecanismos morfo-funcionais de controle do corpo, envolvendo atividades rápidas do corpo e relacionadas às contrações musculares e aos eventos musculares de natureza “visceral”, além dos mecanismos morfo-funcionais de “secreções de algumas glândulas endócrinas”.

Todavia, o “sistema nervoso endócrino” controla, principalmente, todo o funcionamento metabólico do corpo.

Portanto, neste modelo complexo morfo-funcional de ações de controle, o “Sistema Nervoso” é “único”.

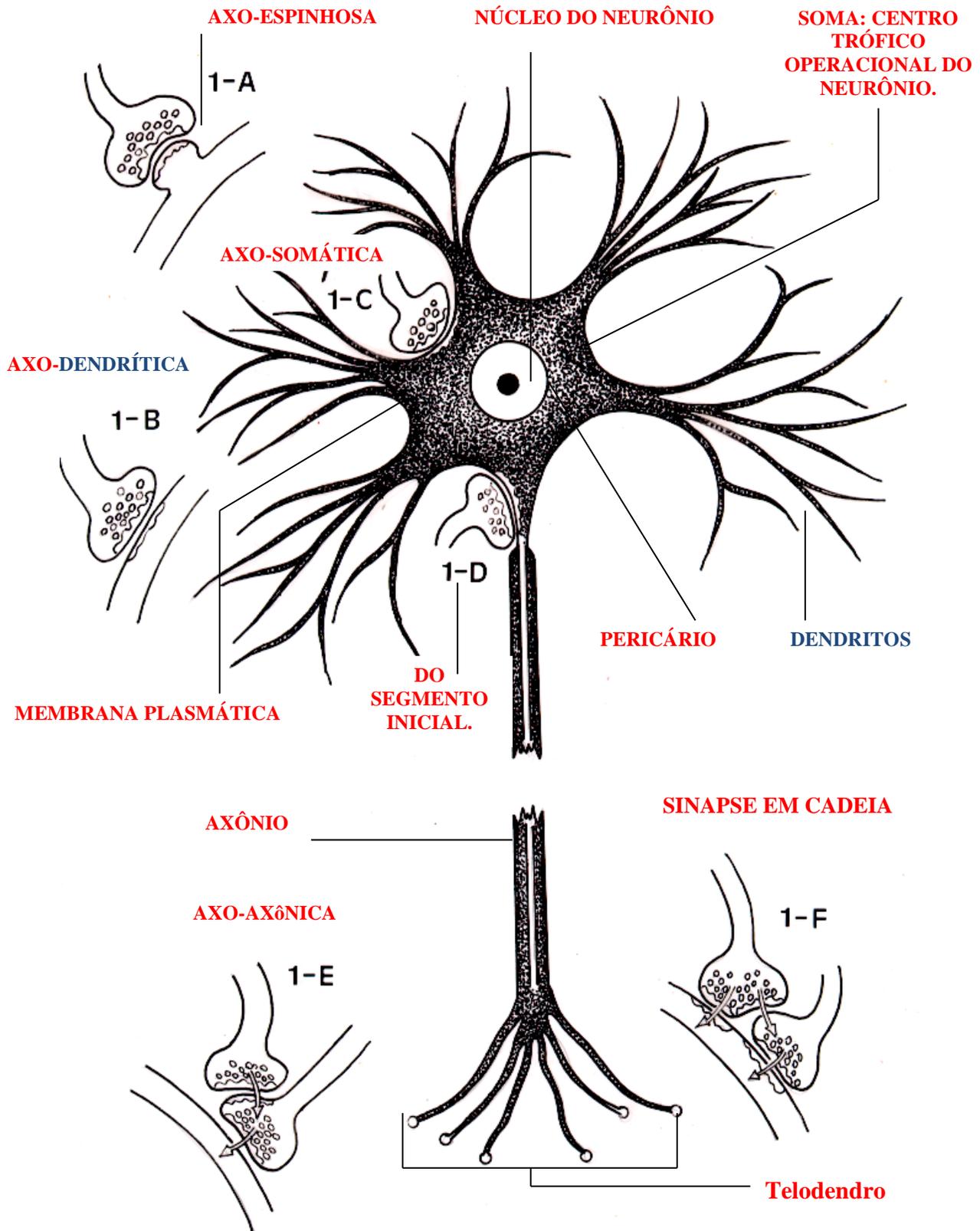
Para o exercício desta complexa liderança funcional, sem o auxílio de qualquer outro sistema anatômico, o “Sistema Nervoso”, em sua parte ( ou região ) central, é formado por mais de 100 ( cem ) bilhões de neurônios, através dos quais, recebe bilhões de “bits”, envolvidos com informações, oriundas dos diversos sistemas orgânicos e os integra, com o objetivo de estruturar, as respectivas respostas a serem dadas, pelo “corpo”, constituídas, através, de mecanismos globais, utilizados para o desenvolvimento e aplicação das referidas funções.

Nesta imensa massa de cem ( 100 ) bilhões de neurônios centrais, conforme já foi comentado, a unidade morfo-funcional, é representada pelo “neurônio”, encontrado no córtex cerebral motor ( fig.: 38 ).

As informações aferenciais, ao atingirem o córtex cerebral, penetram nos neurônios corticais, através dos mecanismos das diversas sinapses dendríticas, ou mesmo, do “soma” dos neurônios, variando, entre, algumas poucas conexões até, aproximadamente, 200.000 ( duzentos mil ) conexões, em uma única célula cortical neuronal.

Entretanto, ao final do processamento destas informações, pela célula neural cortical, as informações, já operacionalizadas, saem da célula neural ( neurônio ), através de, um único axônio ( ou cilindro-eixo, ) ( fig.: 38 ), do qual, surgem diversas ramificações, que se dirigem, seja para o próprio encéfalo, à medula espinhal e

# O NEURÔNIO E SUAS SINAPSES



Desenho esquemático do neurônio e seus tipos de sinapses

**FIG.38**

mesmo, para as partes periféricas do corpo.

As partes terminais destes axônios, finalmente, esbalecerão conexões ( ou sinapses ) mais inferiores, ou mesmo com as células musculares ou com as células secretoras, nas quais, os sinais serão conduzidos “sempre num mesmo sentido”, ou seja, “para a frente” ( salvo, alguns casos excepcionais ).

Envolvendo todos estes mecanismos morfo-funcionais surgem, de forma rigorosamente, organizada, numerosas “circuitárias neuronais” que, finalmente, “executarão as ordens centrais de funcionamento” do sistema nervoso periférico.

Entretanto, para exercer suas inúmeras e fantásticas funções, o “Sistema Nervoso Central” necessita da presença insubstituível dos “neurorreceptores sensoriais periféricos” ( já estudados ( figs.: 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 e 46 ) ).

São, exatamente, estes microscópicos neurorreceptores periféricos sensoriais, que recebem e encaminham as aferências sensoriais e que, a pouco e pouco, através das grandes “Vias Ascendentes da Medula espinhal ( Sistema Ântero-lateral e Cordão dorsal- Lemnisco Medial ), alcançam, em direção central, o “Sistema Nervoso Central” ( figs.: 01, 11, 12 e 15 ). A estas aferências sensoriais ascendentes gerais, associa-se as aferências sensoriais especiais, relacionadas à visão, audição, gustação e olfação.

Assim, conforme já foi estudado anteriormente, temos neurorreceptores táteis superficiais periféricos, distribuídos em todo o corpo ( corpúsculos de Meissner e Placas de Merckel ), receptores térmicos, receptores algicos, receptores relacionados às compressões e às descompressões, às vibrações ( figs.: 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 e 46 ) e receptores especiais, relacionados à visão, audição, olfação e gustação, acima citados, há pouco.

Tais estímulos, são capazes de desencadear respostas imediatas, voluntárias ou involuntárias, ou então, serem armazenadas em nosso encéfalo, por tempo variável entre, alguns minutos, dias, meses ou mesmo anos, capazes de determinar, anos mais tarde, reações corporais, em algum ponto do futuro de nossa vida, mesmo na ausência do estímulo aferencial desencadeador.

Assim, a partir de receptores periféricos, localizados nos tecidos dos diversos sistemas anatómicos ( ou seja: na pele, terminações nervosas livres para a dor, frio ou calor ), os corpúsculos de Paccini ( para as pressões ), receptores com extremidades expandidas, receptores para o tato ( corpúsculos de Meissner e Placas de Merckel ), os fusos neuro-musculares e os órgãos tendíneos de Golgi, nos músculos, os receptores cinestésicos nas articulações. Todos eles constituem os componentes iniciais do “eixo sensorial somático do Sistema Nervoso Central”.

Todas estas informações aferenciais sensoriais periféricas, se dirigem ao Sistema Nervoso, através, dos nervos espinhais e dos nervos colaterais e terminais dos “plexos medulares” ( já estudados na primeira monografia ) e, posteriormente, conduzidos às diversas áreas corticais sensoriais primárias, passando, em sentido ascendente, através das seguintes estruturas anatómicas:

- Medula espinhal ( primeiro nível mais distal )
- Formação reticular do Bulbo, Ponte e Mesencéfalo.
- Cerebelo
- Tálamo
- Áreas somestésicas do Córtex Cerebral.

## Receptores Sensoriais Periféricos

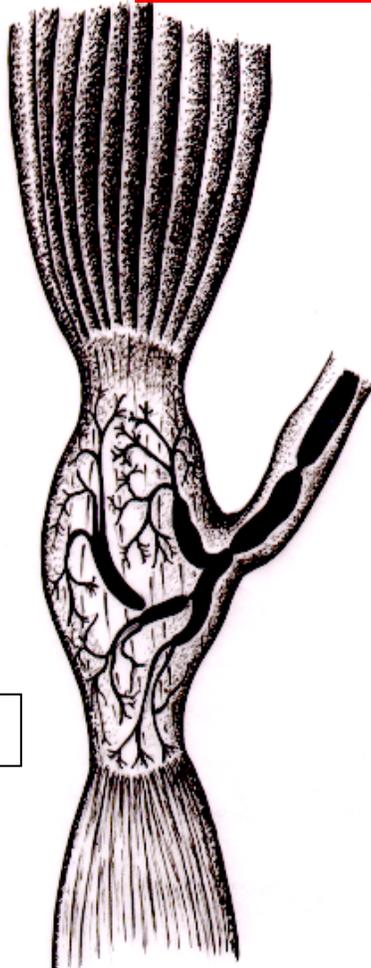


FIG.39

FUSO NEUROMUSCULAR ( OU ÓRGÃO TENDÍNEO DE GOLGI), ENVOLTO EM FIBRAS NERVOSAS E LOCALIZADO ENTRE O MÚSCULO E SEU O TENDÃO, ENVOLVIDO POR UMA CÁPSULA CONJUNTIVA.

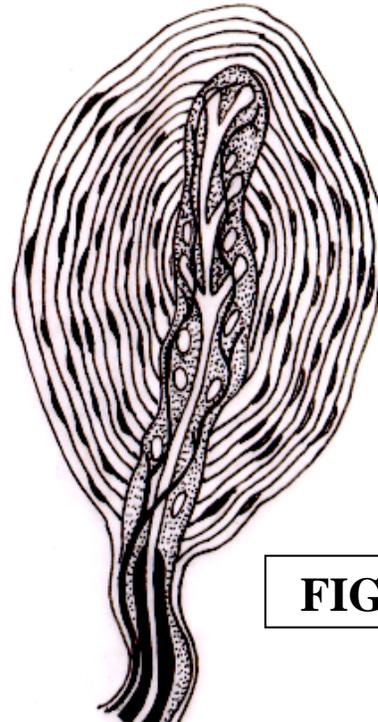


FIG.40

CORPÚSCULO DE PACINI: GRANDES PRESSÕES, MÚSCULOS, OSSOS, ARTICULAÇÕES, TENDÕES CÁPSULAS, PERIÓSTEOS, LIGAMENTOS E HIPODERMA ( PROPRIOCEPTIVOS ).

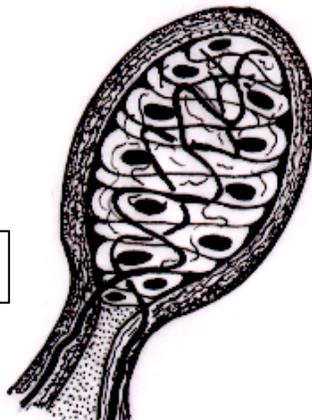


FIG.41

CORPÚSCULO DE MEISSNER: TATO EPICRÍTICO (CAMADA PAPILAR. EXTEROCEPTIVO.

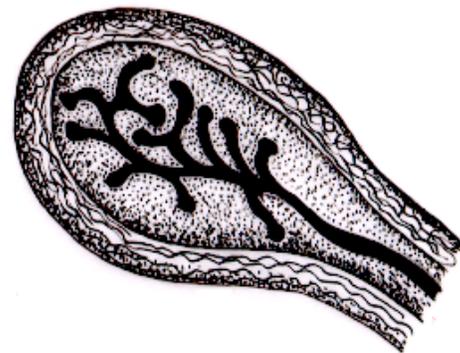
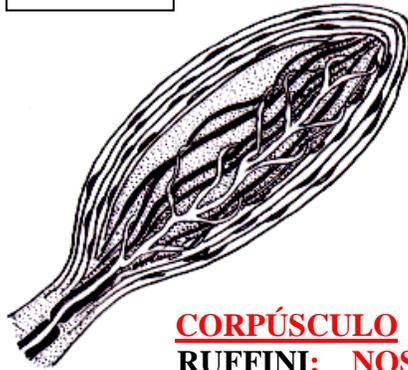


FIG.42

CORPÚSCULO DE GOLGI: DE LOCALIZAÇÃO HIPODÉRMICA E RELACIONADO ÀS PRESSÕES DELICADAS. EXTEROCEPTIVO.

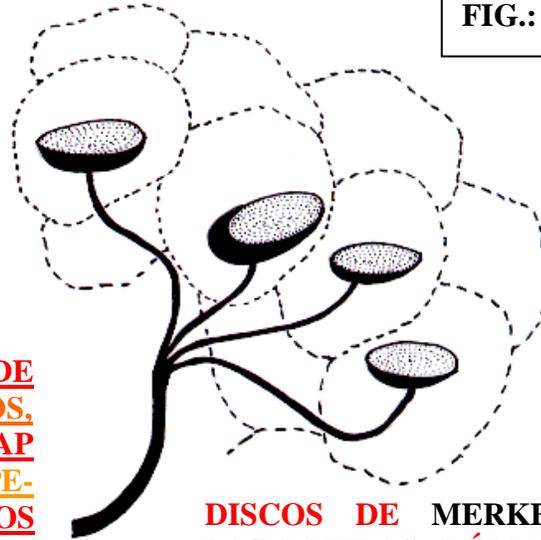
## Receptores Sensoriais Periféricos

FIG.: 43



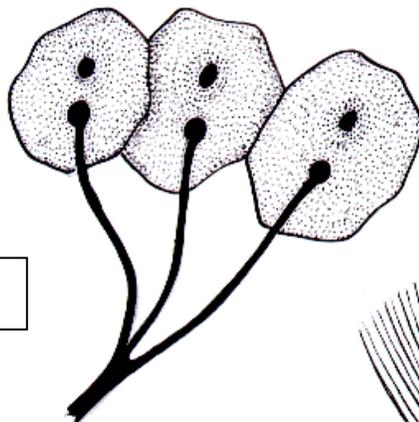
CORPÚSCULO DE RUFFINI: NOS OSSOS, ARTICULAÇÕES, CAPSULAS, TENDÕES, PERIÓSTEO, LIGAMENTOS EXTEROCEPTIVO.

FIG.: 44



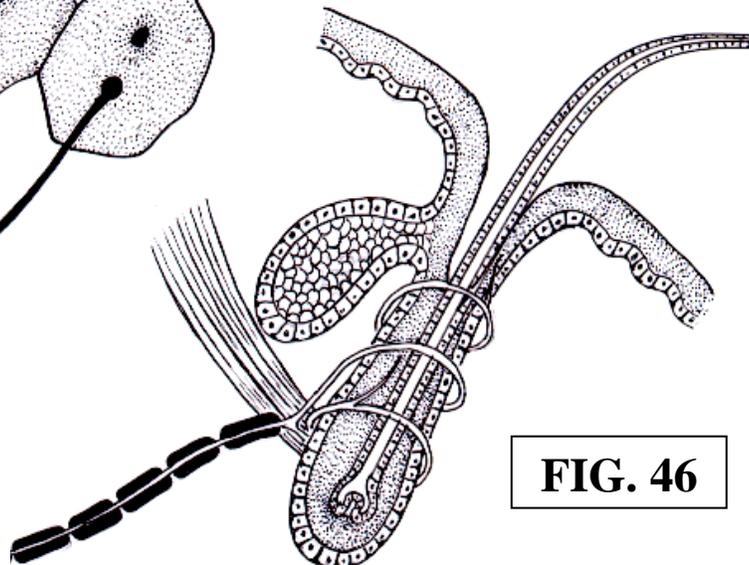
DISCOS DE MERKEL: ACIMA DAS PAPILAS DÉRMICAS. TATO PROTOPÁTICO EXTEROCEPTIVO.

FIG.: 45



TERMINAÇÕES NERVOSAS LIVRES EXTEROCEPTIVAS. SENSIBILIDADE À DOR (ALGICOS) E A ESTÍMULOS TÉRMICOS.

FIG. 46



TERMINAÇÕES NERVOSAS PERITRIQUEAIS LOCALIZADAS EM TORNO DOS FOLÍCULOS PILOSOS E DA RAIZ DO PELO EXTEROCEPTIVOS.

Fig.: 43 Corpúsculo de Ruffini

Fig.: 44 Discos de Merkel

Fig.: 45 Terminações nervosas livres

Fig.: 46 Terminações nervosas peritriciais

Em relação ao “Eixo Motor do Sistema Nervoso”, relacionado ao controle das contrações dos músculos esqueléticos, estes se encontram controlados, pelos diversos níveis do sistema nervoso central, partindo do Córtex Motor ( figs.: 18, 19 e 20 ) e envolvendo, significativamente: o “Cerebelo” e, na mesma importância, os “Núcleos da base” ( fig.: 22 ), o Mesencéfalo a ponte e bulbo a “formação reticular” ( fig.: 26 ) e, finalmente, no nível mais distal, a “Medula espinhal” ( fig.: 22 ).

Neste conjunto de “níveis de influência”, as regiões mais distais ( inferiores ) relacionam-se, na maioria dos casos, com os “movimentos automáticos e instantâneos do corpo” aos estímulos sensoriais, ao passo que, as regiões anatômicas mais proximais ( ou superiores ), relacionam-se aos movimentos voluntários ( deliberados ) e, nestes casos, controlados pelos mecanismos morfo-funcionais do pensamento encefálico. Em todo este processo, extremamente complexo, envolvendo as funções do sistema nervoso, a principal função deste sistema, consiste no processamento adequado de todas as informações que lhe chegam, objetivando preparar respostas motoras satisfatórias.

A partir do momento em que, estejam, devidamente selecionadas, as informações sensoriais, diversas regiões motoras adequadas encefálicas, são solicitadas, para que haja, a resposta necessária ( figs.: 17, 18, 19, 20, 21, 22 ).

Com estes mecanismos, o “sistema nervoso,” realiza sua grande função integradora .

Uma vês estruturadas e operacionalizadas as informações sensoriais aferenciais ascendentes, teremos a seguir, uma resposta imediata, porém, a maior parte destas aferências sensoriais, é armazenada, para sua utilização adequada, no controle futuro de atividades motoras, “envolvendo o pensamento”.

Este processo de armazenamento ( ou memória das informações ), é realizado no nível do córtex cerebral, nas regiões basais do encéfalo e no nível da medula espinhal, capazes de armazenar pequenos percentuais das referidas informações.

O armazenamento ( ou memória ), em grande parte, é desempenhado pelas sinapses, isto porque, quanto maior for o número de vezes, que os sinais circulam, nas diversas sinapses seqüenciais, mais as informações aferenciais sensoriais, tornam-se sólidas e estáveis ( Processo de Facilitação das Sinapses ).

Este processo se torna, tão facilitado, após estas repetições de facilitações sinápticas que, o processo, a nível cortical, pode ser reproduzido, mesmo que não tenha ocorrido a estimulação aferencial sensorial primária. Seria o mesmo que “Viver no presente, de memórias passadas”.

Todavia, os mecanismos morfo-funcionais precisos do “processamento das memórias”, ainda nos é desconhecido, entretanto, desde que as memórias tenham sido armazenadas no Sistema Nervoso, passam a fazer parte, dos mecanismos e processamentos morfo-funcionais.

Através destes “processamentos”, os mecanismos do pensamento encefálico, praticam ações comparativas de experiências aferenciais sensoriais, comparadas às novas, experiências sensoriais, surgindo, destas comparações, respostas, que poderão ser conduzidas, tanto para uso futuro, como para áreas motoras, nas quais produzirão respostas somáticas.

Portanto, o nível medular, não representa, apenas um “nível de ligação da periferia com o encéfalo”.

Já, no nível medular, podemos ter diversos tipos de reflexos memorizados, cujos centros medulares, necessitam apenas de discretos sinais centrais, para ativa-los.

## TRANSMISSÃO DE SINAIS DO CÓRTEX MOTOR PARA OS MÚSCULOS, DIRETAMENTE PARA A MEDULA ESPINHAL E ATRAVÉS DE OUTRAS VIAS ACESSÓRIAS.

Após termos comentado e discutido o “sistema nervoso”, envolvendo principalmente, os mecanismos de “chegada das informações aferenciais sensoriais”, passaremos à discussão de “Origem e emergência dos sistemas motores das regiões centrais do sistema nervoso”, os quais, podem, eventualmente, determinar contrações musculares, além de outros efeitos motores, em todo o corpo.

No capítulo anterior, constatamos que, as informações aferenciais sensoriais são integradas, em todos os níveis do sistema nervoso, sendo as mesmas, capazes de gerar respostas motoras adequadas, a começar em plano mais distal ( medula espinhal ) e seus reflexos, extremamente simples, passando pelo nível do “tronco encefálico”, em cujas circuitárias morfo-funcionais, encontramos maior complexidade e, finalmente, no nível cerebral, localização das respostas motoras de maior complexidade.

De que forma, se estabeleceria o controle das funções musculares, pela medula espinhal ?

Pelo que vimos nas páginas anteriores, a medula espinhal, não representa, apenas uma “ponte de ligação e de condução, para sinais sensoriais”, sejam eles ascendentes ( que se dirigem ao encéfalo ) ou descendentes, destinados à condução de sinais motores dirigidos à periferia. Mesmo os mecanismos morfo-funcionais mais sofisticados do encéfalo, não se encontram em, condições morfo-funcionais, para dispensar a participação efetiva da medula espinhal.

Esta constatação de dependência, é observada, no dia-a-dia de nossas atividades corriqueiras, como por exemplo, durante os movimentos da “marcha” ou do simples “andar”, num movimento contínuo de, “para frente e para trás”.

Na “marcha”, por exemplo, o encéfalo encaminha os “sinais de comando” central, que originará o movimento e as circuitárias alternativas, para a realização da “marcha” ou simples andar.

Entretanto, estas ações de “marcha,” são da responsabilidade da medula espinhal. É claro que, o encéfalo, é a estrutura neural superior, que encaminhará à medula espinhal, as condições operacionais a serem seguidas, para que, a marcha aconteça, nas diversas direções sequenciais. Portanto, o encéfalo, além de encaminhar os sinais motores, para o início das ações musculares, é também responsável, pelos chamados “movimentos de fundo,” do plano geral de movimentos traçados.

Assim, a grande variedade de “movimentos sequenciais” ( para a frente e para trás, saltos, movimentos acrobáticos de sofisticadas qualidades, movimentos executados pelos grandes instrumentalistas musicais, os diversos tipos de danças, enfim, movimentos que necessitam de “monitorização central”, inclusive o equilíbrio

dos referidos movimentos, necessitam insubstituívelmente, da monitorização energética e planejada do encéfalo, porém, é claro que, estas condutas sinalizadoras centrais encefálicas, nada conseguirão, sem a presença dos circuitos medulares espinhais, os únicos, realmente, responsáveis pelo controle direto destes movimentos.

O controle das funções musculares, pela medula espinhal, é estudado, em preparações específicas laboratoriais, de duas formas experimentais:

Numa primeira preparação experimental, prepara-se o “animal espinhal”, cuja medula espinhal, é seccionada no nível cervical.

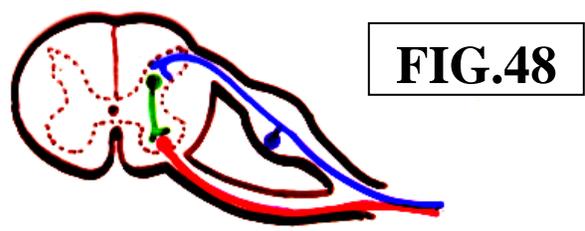
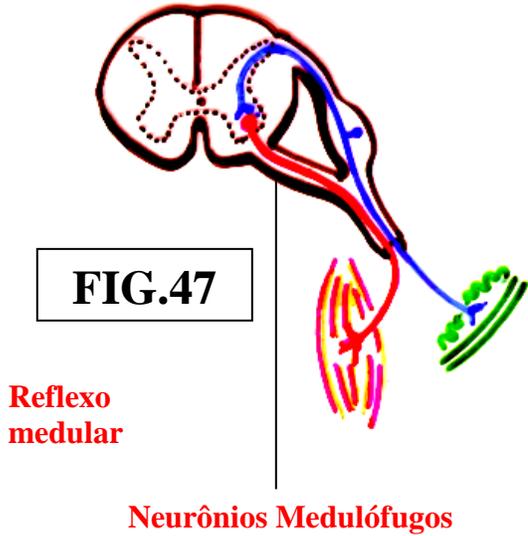
Numa segunda preparação experimental, prepara-se o “animal descerebrado”, no qual, houve secção total do tronco encefálico, no nível do terço inferior do mesencéfalo. Na primeira preparação ( animal espinhal ), logo após a secção cervical medular, constata-se, profunda depressão do animal, abaixo do nível de secção cervical. Passadas algumas horas, o animal ( geralmente de vida inferior ), recupera a maior parte das funções e, em macacos, a maior parte das funções, é recuperada, após alguns dias ou semanas, retornando as funções intrínsecas medulares ao normal, em sua maior parte. Por outro lado, na segunda preparação ( animal descerebrado ), com secção no tronco encefálico, no nível inferior do mesencéfalo, com esta secção, teremos o “bloqueio” dos” sinais inibitórios normais, dos centros superiores de controle encefálico,” sobre os núcleos reticulares pontinos e vestibulares.

Com tal bloqueio, estes núcleos se tornam tonicamente ativos, permitindo assim, a transmissão de sinais facilitatórios, para a maioria dos circuitos de controle motor da medula espinhal, mesmo que sejam os mais discretos sinais aferentes sensoriais, conduzidos à medula espinhal. Isto facilita o estudo das funções motoras intrínsecas da medula espinhal. Portanto, a medula espinhal necessita ter sua organização funcional e estrutural perfeitas, para que possa executar suas funções motoras. Na organização da medula espinhal, sua substância cinzenta ( fig.: 36 ), apresenta a área de integração, para os reflexos medulares ( figs.: 47, 48, 49, 50, 51, 52 e 53 ). Na medula espinhal, os sinais sensoriais posteriores ( figs.: 51, 52 e 53 ), são sinais sensoriais, principalmente, exteroceptivos ( fig.: 51 ), proprioceptivos ( fig.: 52 ) e visceroceptivos ( figs.: 53 ). Após sua entrada na medula espinhal, os sinais sensoriais assumem distintas direções, uma das quais, se dirigem à substância cinzenta, sendo responsável pela estruturação dos reflexos segmentares locais ( figs.: 47, 48 e 49 ), enquanto, o segundo ramo ascende, na medula espinhal, transmitindo sinais, para níveis mais superiores da própria medula espinhal, para o tronco encefálico e, até mesmo, para o próprio córtex cerebral. Cada segmento medular, contém alguns milhões de neurônios, distribuídos, em sua substância cinzenta ( fig.: 50 ). Os demais neurônios da medula espinhal, são distribuídos em dois tipos:

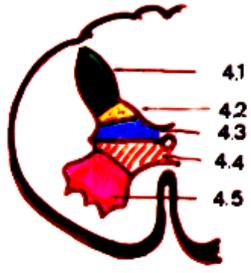
- Motoneurônios anteriores
- Interneurônios

Os motoneurônios anteriores encontram-se localizados em cada segmento das pontas anteriores da substância cinzenta ( à direita e à esquerda ). Nestas regiões encontramos os referidos motoneurônios anteriores, em número bem mais significativo, que outros

**MEDULA ESPINHAL: SEUS REFLEXOS, CENTROS OPERACIONAIS, E NEURÔNIOS MEDULÓPETOS: EXTEROCEPTIVO, PROPRIOCEPTIVO E VISCEROCEPTIVO**



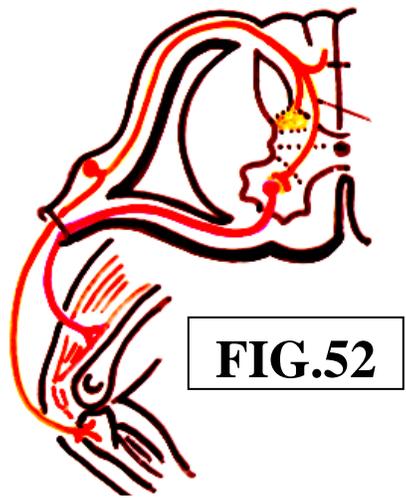
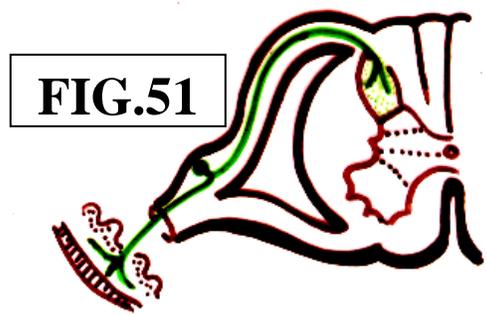
**FIG.50**



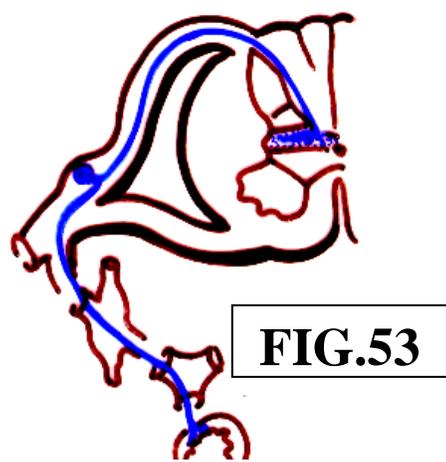
Centros ou colunas operacionais sensitivas e motoras da Substância cinzenta medular.

Reflexos medulares com neurônios conectores.

Neurônio medulópeto exteroceptivo: + - 70 %



Neurônio medulópeto propioceptivo + - 28%



Neurônio medulópeto viscerceptivo: +- 2%

neurônios. Seus axônios emergem da medula espinhal, dirigindo-se para a periferia, em direção às fibras musculares esqueléticas ( figs.: 21 e 22 ).

Alguns destes motoneurônios anteriores, se dirigem às “fibras musculares esqueléticas intra-fusais” ( figs.: 21 e 22 ), constituindo assim, os “neurônios gama”, enquanto, outros neurônios anteriores, se “dirigem às fibras extra-fusais”, constituindo, assim, os “neurônios alfa” ( figs.: 21 e 22 ).

Os “motoneurônios alfa”, caracterizam-se por constituírem fibras nervosas calibrosas ( do tipo alfa ), com grandes diâmetros e se dirigem às espessas fibras musculares esqueléticas ( figs.: 21 e 22 ).

Uma única fibra destas ( neurônios alfa ), é capaz de se distribuir, entre 300 ( trezentas ) ou mais fibras musculares esqueléticas, constituindo assim, as “unidades motoras” na medula espinhal ( figs.: 21 e 22 ).

Por outro lado, os “neurônios gama” ( figs.: 21 e 22 ), se dirigem às fibras musculares intra-fusais. Estas são fibras musculares mais delgadas e em maior número, encontradas, juntamente com os “motoneurônios alfa” ( figs.: 21 e 22 ).

Suas fibras, do tipo ( A gama “y” ), com reduzido diâmetro, se dirigem às fibras musculares esqueléticas especiais, extremamente delgadas, chamadas “fibras intra-fusais”. São, portanto, fibras que participam dos fusos neuro-musculares.

Os “Interneurônios.” são encontrados em toda a substância cinzenta da medula espinhal, ou seja, em suas pontas anteriores, nas pontas dorsais e nas áreas intermediárias ( fig.: 54 ). estes interneurônios, são células extremamente numerosas, muito pequenas, facilmente excitáveis, sendo seus disparos, extremamente rápidos ( em torno de 1.500 vezes por segundo ). Estes são neurônios de grande importância funcional, inclusive na estruturação de reflexos medulares, como por exemplo, o “reflexo patelar” ( fig.: 54 ). Portanto, estes interneurônios participam de inúmeros circuitos medulares ( divergentes, convergentes, descargas repetitivas e outros ), envolvidos inclusive, com a realização dos reflexos específicos da medula espinhal.

São estes “interneurônios” as células intervenientes de “sinais aferenciais sensoriais.” dirigidos à medula espinhal ou oriundos do encéfalo e que se dirigem à medula espinhal.

Poucos destes sinais aferenciais sensoriais ou oriundos do encéfalo, se dirigem, diretamente, aos “neurônios alfa” (ou motoneurônios alfa) da medula espinhal.

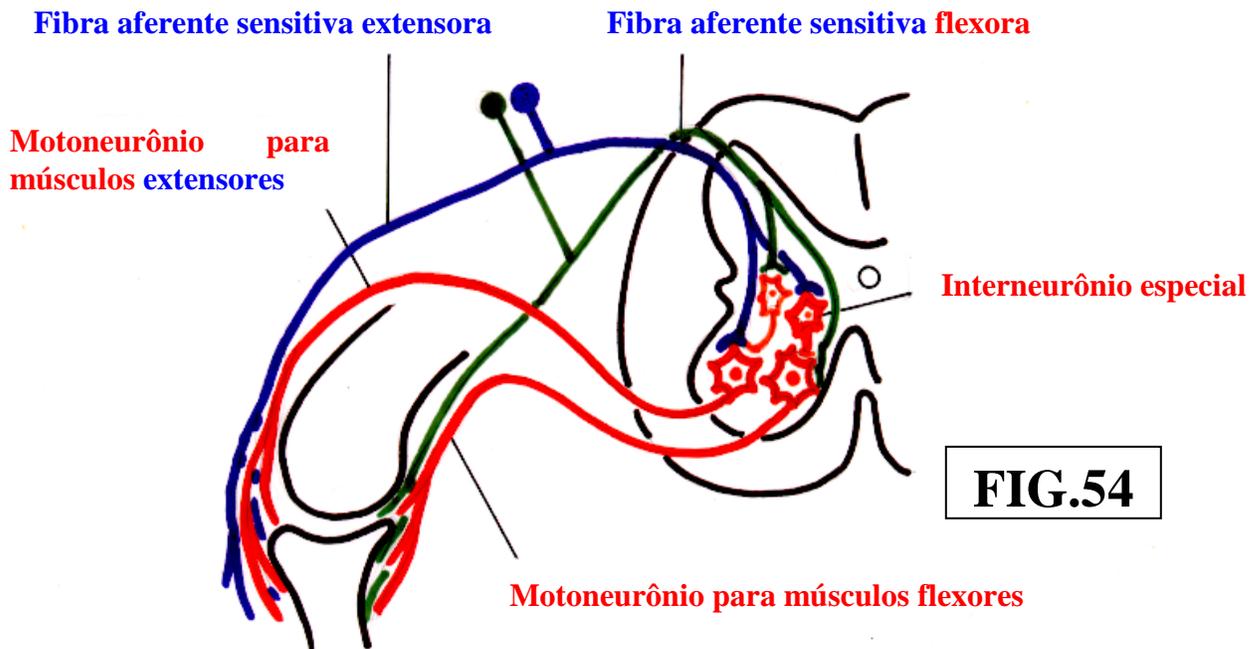
Assim, o “trato ou feixe cortico-espinhal” ( uma das grandes vias descendentes da medula espinhal e com suas origens corticais ), termina, praticamente, em conexões com “interneurônios” e, apenas após a integração dos sinais deste “trato ou feixe,” aos sinais de outros tratos ou feixes espinhais, é que, finalmente, atuarão sobre os “motoneurônios anteriores” ( fig.: 20 ), para o devido controle da função muscular ( figs.: 21 e 22 ).

Um outro importante tipo de neurônio, encontrado na substância cinzenta da medula espinhal, é representado pelas chamadas “Células de Renshaw”.

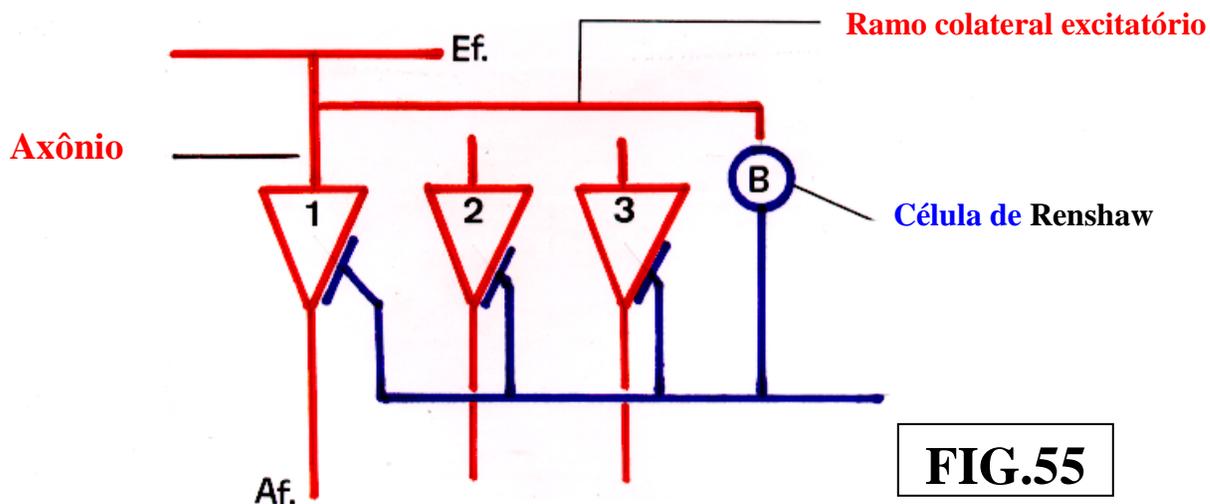
As Células de Renshaw, são reduzidos neurônios, observados nas pontas anteriores da medula espinhal, intimamente associados aos motoneurônios, enviando colaterais para outros motoneurônios, inclusive, da própria célula, que os estimula, porém, exercendo ações inibitórias ( fig.: 55 ) sobre os interneurônios, localizados em suas proximidades.

A este tipo de inibição das células de Renshaw, é reservada a denominação de “inibição recorrente lateral”.

## Desenho esquemático do reflexo patelar



Célula Hipocampal, fornecendo o ramo colateral excitatório.



Esquema de células do hipocampo e o mecanismo de ações inibitórias das células de Renshaw

Outra estrutura específica, localizada na medula espinhal, em sua substância cinzenta, é constituída pelo conjunto das “células ou fibras propioespinhais”.

Estas células ( ou fibras ) propioespinhais, se convergem, com diversos segmentos medulares, dirigindo-se, em sentido proximal e distal, fornecendo “vias para reflexos multissegmentares”, inclusive, para os reflexos coordenadores dos movimentos simultâneos dos membros superiores e inferiores.

## A IMPORTANCIA DOS NEURORRECEPTORES MUSCULARES, PRINCIPALMENTE DOS FUSOS NEUROMUSCULARES E ÓRGÃOS TENDÍNEOS DE GOLGI, NO CONTROLE DOS MOVIMENTOS.

Os mecanismos adequados de desenvolvimento das funções musculares, exige, ( além da excitação da estrutura muscular, através dos, motoneurônios anteriores da medula espinhal ), também, o conjunto completo de cada músculo, com suas informações dirigidas ao sistema nervoso, em tempo, quase instantânea.

Com estas informações, indicando o “estado funcional, a cada instante”, de um “músculo”, ou seja: qual seria o comprimento do referido músculo ? qual seria a sua tensão instantânea ? qual a velocidade de modificações de seu respectivo comprimento e tensão ? qual teria sido a quantidade de estímulos disparados em direção a este músculo ?

Para ter capacidade para tantas informações, os músculos e respectivos tendões, são supridos por significativa quantidade de dois tipos, muito especiais, de neurorreceptores sensoriais, conhecidos por: “fusos neuromusculares e órgãos tendíneos de Golgi” ( figs.: 39 e 42 ).

Os “fusos neuromusculares,” são encontrados em toda a nossa massa muscular ( figs.: 21 e 22 ) e são responsáveis pelo encaminhamento de informações ao “sistema nervoso central”, informações estas, relacionadas ao “comprimento do músculo ou sobre a velocidade de “variação deste comprimento muscular.

## OS FUSOS MUSCULARES, SUA NATUREZA E FUNÇÃO.

Os “neurorreceptores anulo-espirais” das “fibras intrafusais”, que fazem parte da estrutura do “fuso neuromuscular,” recebem, além dos impulsos eferentes musculares, impulsos aferentes de neurorreceptores específicos ( somatossensíveis ) ( figs.: 22 e 39 ).

Portanto, os fusos neuromusculares, com suas fibras intra e extra-fusais, seus receptores anulo-espirais, recebem, continuamente, informações sobre o estado da contração muscular, a todo instante, envolvendo informações, relacionadas à: contração maior ou menor do músculo, variação do comprimento do músculo, em relação à velocidade dos estímulos e da tensão muscular ( tônus muscular ).

Quando o músculo, em um movimento, se distende, determina, concomitantemente, a distensão do fuso muscular, levando a um aumento das descargas aferentes.

Por outro lado, se o músculo sofre uma redução em seu comprimento, determina uma redução simultânea da distensão do fuso muscular, provocando a redução da frequência das descargas aferentes.

As fibras intra-fusais, estimuladas pelos neurônios motores periféricos gama” ( motoneurônios gama ), entram em contração, provocando redução da extensão das fibras intra-fusais. Com isso, a parte central do fuso muscular, se torna maior, com maior distensão da parte central da fibras, onde terminam as fibras anulo-espirais. Este mecanismo, determina modificações nos pólos dos fusos neuromusculares, de onde, emergem fibras aferentes, que se dirigem aos “motoneurônios alfa da ponta motora anterior, aumentando, assim, a frequência de descargas aferentes do fuso neuromuscular.

Uma vez estimulados, os motoneurônios alfa, da ponta motora anterior medular, encaminham seus axônios ( bem mais calibrosos ) em direção às fibras extra-fusais, que recebem novos impulsos, determinando, desta forma, a contração do músculo e, com isso, encurtando o músculo, com sua conseqüente redução e redução da distensão do fuso.

Assim, com o fuso muscular, menos distendido, seus pólos oferecem menores estímulos aferentes, havendo, desta forma, uma redução das descargas nervosas aferentes. Estes mecanismos estruturam as condições para que, constantemente, haja um mecanismo de reajuste dinâmico, da tensão sobre os fusos, tornando-os sensíveis, para o controle dos tónus musculares, mesmo em estado de repouso ( seu estado de semi- contração permanente ).

Um motoneurônio inferior ( alfa ou gama ), que constituem a “via final comum”, localizada, entre os inúmeros circuitos de alta complexibilidade do sistema nervoso central e o músculo efetor, ao receber e transmitir um potencial de ação, o faz para todas as fibras de sua unidade motora, determinando a contração das mesmas, segundo a lei do “tudo ou nada”. Entretanto, para transmitir este potencial de ação, o motoneurônio inferior necessita receber e integrar, um número fantástico de estímulos excitatórios e inibitórios, que o alcançam, a partir de interneurônios excitatórios e inibitórios.

Em média, em torno de 10.000 ( dez mil sinais ), oriundos de mais de mil ( 1.000 ) neurônios, se dirigem, para “cada motoneurônio inferior alfa”, o qual, os recebe, os integra de forma somatória e temporal ( estímulos excitatórios e inibitórios ), criando um potencial de membrana, junto ao cone axônico do referido motoneurônio, gerando, então, um “potencial de ação”, que é transmitido para “todas as fibras musculares da respectiva unidade motora, contraindo-a”.

Os estímulos excitatórios e inibitórios apresentam diversas origens: em circuitos da medula espinhal e do tronco encefálico, através dos “tratos: vestibulo-espinhais ( figs.: 23, 24, 25 ), reticulo-espinhais ( figs.:17, 23, 26, 32, 36 ) , teto-espinhais ( fig.: 13, 27, 28, 29, 30, 31 e 36 ), rubro-espinhais ( figs.: 32 e 36 ), olivo-espinhais ( fig: 36 ) e cortiço-espinhais ( figs.: 19, 20 e 36 ).

Desta forma, os “motoneurônios inferiores” recebem, ininterruptamente, bombardeio de sinais excitatórios e inibitórios, dos centros acima citados ( da medula espinhal e do tronco encefálico ) e os descarrega, também, de forma, ininterrupta,

nas “junções neuro-musculares”, determinando a presença do “neurotransmissor” “acetil-colina,” nestas junções e, assim, mantendo o “tônus muscular”, o que, como já foi comentado, é o estado de, semi-contracção permanente, de um músculo, mesmo que, o referido músculo, esteja em repouso.

O “Órgão tendíneo de Golgi”, é um neurorreceptor, localizado na junção de um músculo estriado com seu tendão. Consiste de fascículos tendíneos, em torno dos quais, enrolam-se as fibras nervosas, sendo, o conjunto, envolvido por uma cápsula conjuntiva. Estes receptores são ativados pelo estiramento do tendão e, não possuem inervação eferente gama ( fig.: 39 ).

Portanto, trata-se de um neurorreceptor encapsulado, localizado, entre o tendão e seu músculo, ou seja, no ponto de junção, entre as fibras musculares e as fibras tendíneas ( figs.: 21, 22 e 39 ).

Nestes neurorreceptores, como já comentado, passa um pequeno feixe de fibras músculo-tendíneas, em direção ao seu ponto de inserção e, em direção à “cada órgão tendíneo”, estando todos, conectados em série, em torno de 10 a 15 fibras musculares.

Este receptor neural, é estimulado, pela tensão produzida por este pequeno feixe de fibras musculares.

Portanto, o “fuso muscular,” detecta o “comprimento do músculo e as alterações deste comprimento e respectiva velocidade”, enquanto, o “órgão tendíneo” detecta a “tensão muscular”, que “age sobre o tendão muscular”.

Assim, os órgãos tendíneos de Golgi e os fusos neuromusculares, encontram-se localizados nos tendões musculares, estando em condições de encaminharem informações, sobre o estado do referido ou referidos tendões, e a sua velocidade de variação tensional.

Com os sinais destes neurorreceptores, é estabelecido o controle do referido músculo e, além disso, estes receptores trabalham, em geral, em nível subconsciente, porém, mesmo assim, conseguem transmitir significativa quantidade de informações, em direção à própria medula espinhal, ao cerebelo e, inclusive, para o próprio córtex cerebral.

Em cada um destes, níveis anatômicos de operacionalização, acima ventilados, encontramos estes neurorreceptores, que auxiliam no controle da contracção muscular.

Uma outra estrutura, de significante importância no nível medular, é o chamado “reflexo miotático” ( ou reflexo de estiramento ) ( figs.: 21 e 22 ).

Trata-se de uma das mais simples manifestações estruturais funcionais do fuso muscular ( figs.: 21 e 22 ).

Neste reflexo miotático ( ou alça gama ), uma fibra nervosa do tipo ( 1a ), com suas origens nas regiões intra-fusais, , tem suas terminações anulo-espirais, estimuladas, pela contracção das fibras intra-fusais ( figs.: 21 e 22 ).

Estes estímulos intra-fusais ocasionam modificações, nas regiões polares do fuso muscular e se encaminham, em direção à ponta posterior da medula espinhal, na qual penetram, percorrendo toda a substância cinzenta medular no sentido dorso-ventral, até alcançar os corpos dos motoneurônios alfa, na ponta motora anterior. Ali estabelecem a excitação destes motoneurônios alfa, cujos axônios se dirigirão às fibras extra-fusais, determinando, agora, a contracção destas fibras extra-fusais. Assim da-se a contracção total do músculo, com ação de suas fibras intra-fusais e extra-fusais. ( figs.: 21 22 ).

## MOTONEURÔNIOS GAMA E A ATIVIDADE MOTORA VOLUNTÁRIA.

Entretanto, nos casos de ativação, transmitida a partir do córtex cerebral e, portanto, relacionada à atividade motora voluntária, aproximadamente, 31% ( trinta e um por cento ), das fibras dos motoneurônios, responsáveis pelas ações de um determinado músculo, são fibras “eferentes gama” ( ou motoneurônios gama ),

Em virtude desta associação, entre os “motoneurônios alfa” e os “motoneurônios gama,” constituíntes do nervo motor oriundo do córtex cerebral, este efeito recebe a denominação de “Co-ativação dos motoneurônios alfa e gama,” nos “movimentos voluntários,” significando isso que, na “contração muscular voluntária,” teremos contrações simultâneas de fibras extra-fusais e de fibras intra-fusais ( figs. 20, 21 e 22 ).

As “áreas corticais,” responsáveis pelo controle do sistema eferente gama, são as mesmas, que servem ao sistema eferente alfa.

Todavia, outros sinais, oriundos de outros níveis, podem colaborar, nestas ativações, como por exemplo, nos seguintes casos:

- Estímulos facilitatórios bulbares, envolvendo os núcleos da formação reticular do tronco encefálico.
- Estímulos cerebelares.
- Estímulos relacionados aos núcleos da base
- Estímulos do córtex cerebral
- Estímulos das áreas facilitatórias bulborreticulares, nas contrações antigravitacionais.

No dia-a-dia da neuroclínica, podemos medir a importância deste tema, levando, em consideração, a importância clínica destes reflexos.

Assim, em nossas lides diárias nos ambulatórios, enfermarias, etc.etc..., o “reflexo miotático” é pesquisado, com grande frequência, procurando-se, com isto, determinar a “excitação básica ( que é o tônus muscular ),” que o córtex cerebral encaminha, normalmente, à medula espinhal.

O primeiro e mais pesquisado destes reflexos, é o “reflexo patelar” ( fig.: 54 ). Este reflexo, é obtido, através da percussão do tendão patelar, com um martelo específico de borracha ( martelo de Dejerine ), sobre o tendão do músculo quadricípete, na patela ( rótula ). Neste reflexo, ocorre uma violenta contração do

músculo quadricípete, o qual, provocará, um brusco movimento da perna, para a frente ( fig.: 54 ).

Um outro reflexo que, também, é comumente pesquisado, e acontece, naturalmente, com todos os indivíduos, em condições especiais, é o “Reflexo Flexor”.

Este “reflexo flexor”, em geral, é deflagrado, em respostas a estímulos dolorosos ( álgicos ou nociceptivos ), como por exemplo, picadas de instrumentos ponteados, calor, compressões de tecidos e outros similares. Este reflexo se caracteriza, pelo fato de que, as vias para descarregar o chamado “reflexo flexor.” não passam, diretamente, aos motoneurônios anteriores alfa e gama e, sim, através de “grupos de interneurônios”, para, apenas depois, entrar em contato com os motoneurônios.

Finalmente, alguns reflexos medulares, são capazes de provocar “espasmos musculares”. Os espasmos musculares, observados nestes reflexos medulares, em seres humanos, ainda não se encontram total e perfeitamente esclarecidos.

Dentre estes reflexos, relacionados a espasmos musculares, podemos citar os espasmos musculares, resultantes de “fraturas ósseas”. Temos, também, os “espasmos musculares” dos músculos abdominais. nos casos de peritonites e, finalmente, as sensações de “câimbras musculares”.

Concluindo este estudo, envolvendo a “Medula espinhal” e realizado, através deste e dos três ( 03 ) volumes anteriores, podemos concluir que, as “principais funções da medula espinhal.” são:

1° - Receber informações sensoriais do corpo e transmiti-las, posteriormente, para os meios encefálicos.

2° - Fornecer a inervação motora para estruturas somáticas e viscerais, das quais, grande parte, se encontra sob o controle dos centros encefálicos superiores.

3° - A medula espinhal é um importante centro reflexo.

## 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.** – *Neuroscienze Exploring The Brain.* – 2. Aufl. **William u. wilikins, Baltimore, 2.000.**

**BURT, A.M.** – *Neuroanatomia.* – Ed. **Guanabara Koogan, S.A., Rio de Jan., 1999**

**BOURRET, P. et LOUIS, M.** – *Anatomie du Système Nerveux Central.* – 2<sup>ème</sup> ed., Ed. **L'expansion Scient. Francaise, 1971.**

**CARPENTER, M.D.** – *Human Neuroanatomy.* – 18<sup>th</sup> ed., Ed. **Baltimore, Williams & Wilkins, 1983.**

**CASAS, A.P. e BENGOCHEA, M.E.** – *Morfologia, estructura y funcion de los Centros Nerviosos.* – Ed. **Paz Montalvo, Madrid, 1967.**

**CROSSMAN, A.R. e NEARLY, D.** – *Neuroanatomia.* – 2a. ed., Ed. **Guanabara Koogan S.A. , Rio de Jan., 2002.**

- DELMAS, A.** – *Voies et Centres Nerveux.* – Masson & Ed., Paris, 1970.
- ERHART, E.A.** – *Neuroanatomia.* – Atheneu Ed., S.Paulo, S.A., 1968.
- GUYTON, A.C.** – *Neurociência Básica: Anatomia e Fisiologia.* – 2ª. ed., Ed. Guanab. Koogan S.A., Rio de Jan., 1993.
- KANDEL, E.R., and SCHWARTZ, J.H.** – *Principles of Neural Science.* – 2<sup>nd</sup> ed, Ed. Elsevier, New York, 1985.
- MARTIN, J.H.** – *Neuroanatomia – Texto e Atlas.* – 2ª. ed., Ed. Artes Medicas Sul Ltda, S. Paulo, 1996.
- MACHADO, A.** = *Neuroanatomia Funcional.* – 2ª. ed., Edit. Livr. Atheneu S.A., Rio De Jan.,, 1974.
- MENESES, M.S.** – *Neuroanatomía Aplicada.* – Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Jan., 1999.
- MOORE, K.L. e AGUR, A.M.R.** – *Fundamentos de Anatomia Clínica.* – Ed. Guanab. Koongan S.A., Rio de Jan., 1998
- MOREIRA, E.S.** – *Atlas de Neuroanatomia Funcional.- C.D.Livro com 26 volumes.* – Ed. F.O.A. do Centro Universitário de Volta Redonda ( F.O.A. ), Rio de Jan., 2010.
- MOREIRA, E,S,** - *Atlas Anatômico de Dissecções Segmentares: Nervos e Plexos Medulares, em cinco volumes ( C.D.Livro )* – Ed. F.O.A. , do Centro Universitário de Volta Redonda ( UniFOA ), Rio de Jan., 2011.
- NOBACK, C.R., and DEMAREST, R.J.** – *The Human Nervous System. Basic Principles of Neurobiology.* – 2<sup>nd</sup> ed., Mc Glaw – Hill Bock Co., A. Blakiston Publ., New York, 1975.
- RAKIC, P. and SINGER, W.** ( Editors ). – *Neurobiology of neocortex.* – John Wiley & Sons, New York, 1988.
- SNELL, R.S.** – *Neuroanatomia Clínica para Estudantes de Medicina.* – 5ª. ed., Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Jan., 2003
- SCHÜNKE, M., SSCHULTE, E., e SCHUMACHER, U.** – *Prometheus: Atlas de Anatomia: Cabeça e Neuroanatomía.* – Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2007.
- TORTORA, G.J.,** - *Princípios de Anatomia Humana.* – 10ª ed., Ed.. Guanabar Koogan, S.A., Rio de Janeiro, 2007.

## ***Referências:***

**FIELDS, H.L. and BESSON, M. ( Edit. ), - *Pain Modulation, Progress in Brain Reseach* Vol.:77. Elsevier Publishing Co., Amsterdan, 1988.**

**KAAS, J.H. – *The Somatosensory System. – In The Human Nervous System. G. Paxinos* ( Edit. ), Academia Press, New cork, 1990.**