

# *Sistema Nervoso Autônomo*

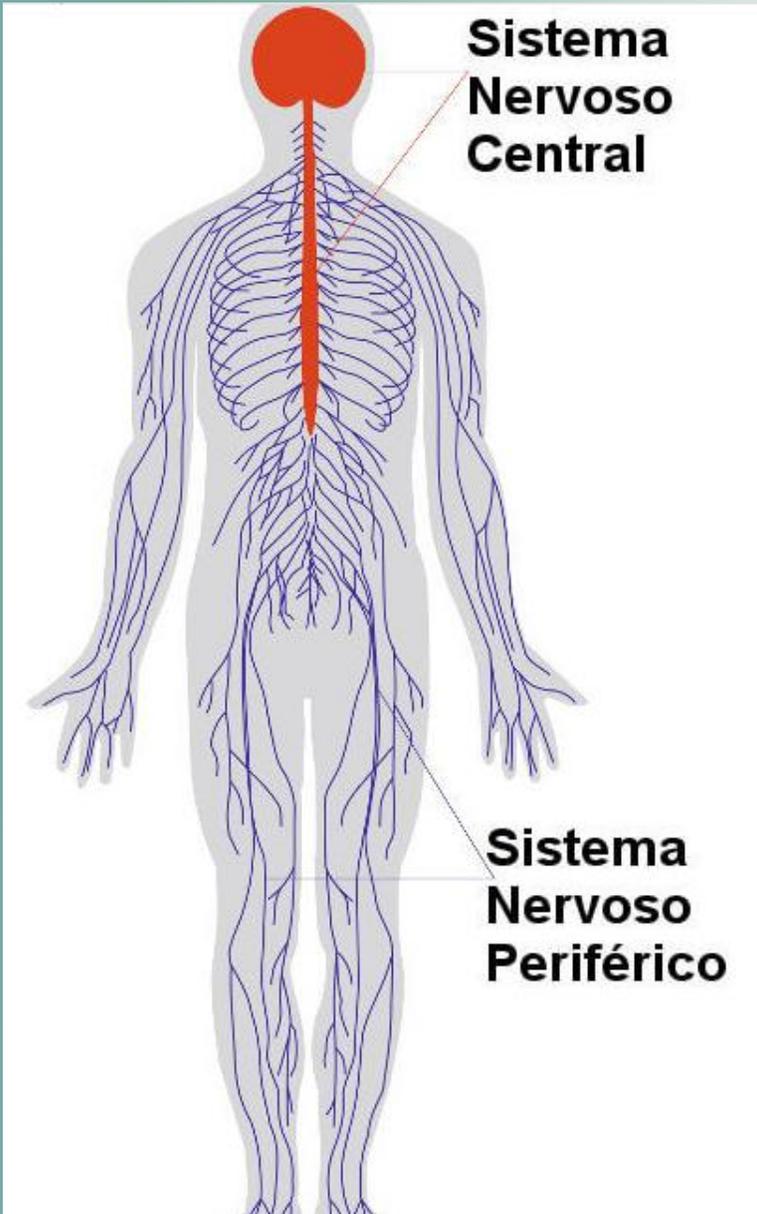
Profa. Glauce Crivelaro

Dep. Biologia Básica e Oral – FORP -  
USP

## Objetivos....

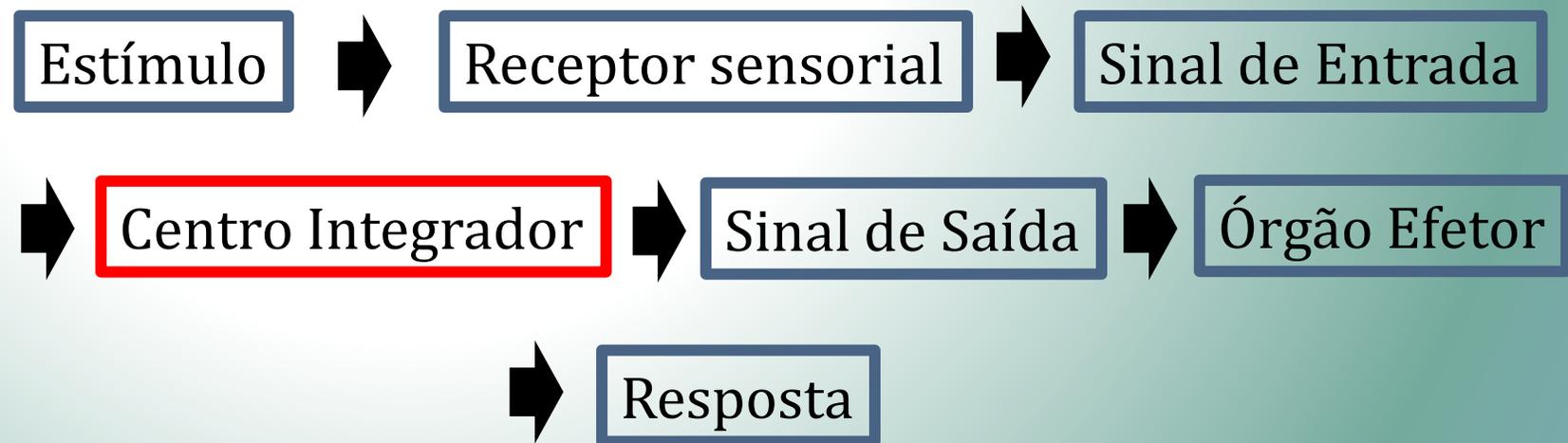
- Definir SNA;
- Explicar como ocorre o controle do SNA pelo SNC;
- Relacionar as diferenças anatômicas, fisiológicas e farmacológicas das duas subdivisões simpática e parassimpática do SNA;
- Apresentar principais neurotransmissores utilizados pelo sistema;
- Conceituar sistema nervoso entérico

# Divisões Anatômica e Funcional do Sistema Nervoso



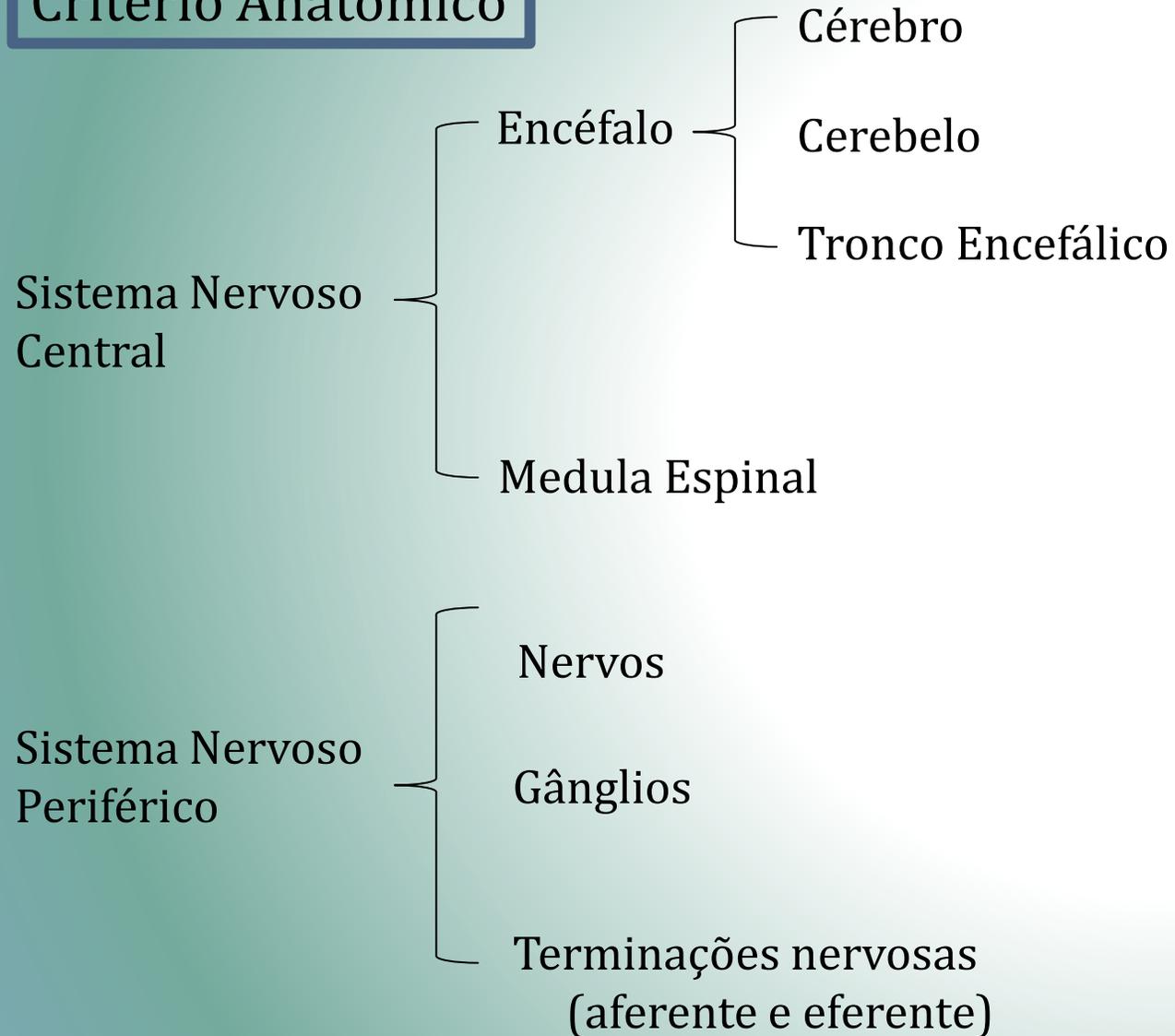
O sistema nervoso central (SNC) consiste no **encéfalo** e na **medula espinhal**. O sistema nervoso periférico (SNP) é composto por **neurônios sensoriais (aférentes)** e **neurônios eferentes**.

O fluxo da informação pelo sistema nervoso central segue um padrão de reflexo básico.

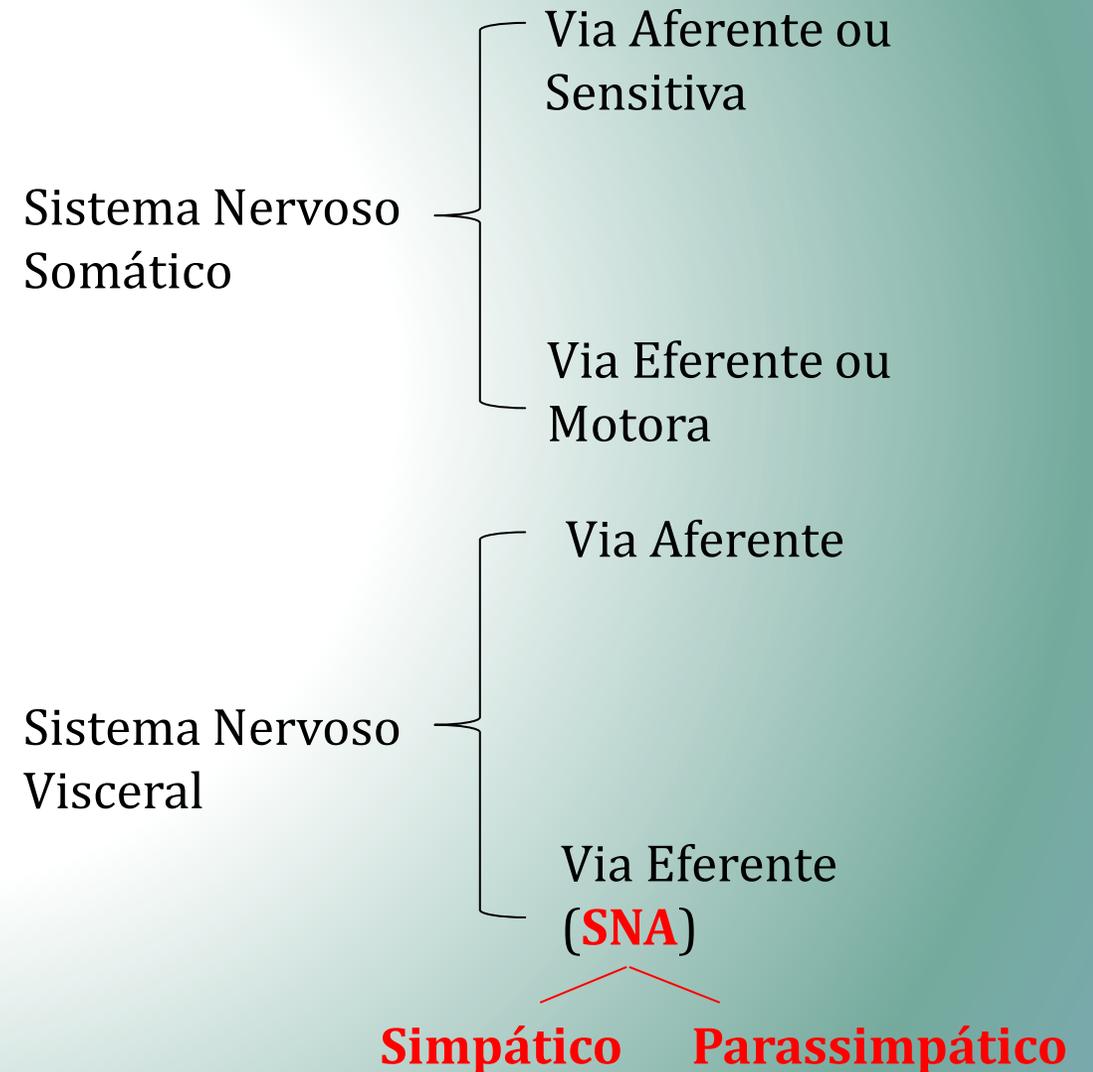


# Divisões Anatômica e Funcional do Sistema Nervoso

## Critério Anatômico

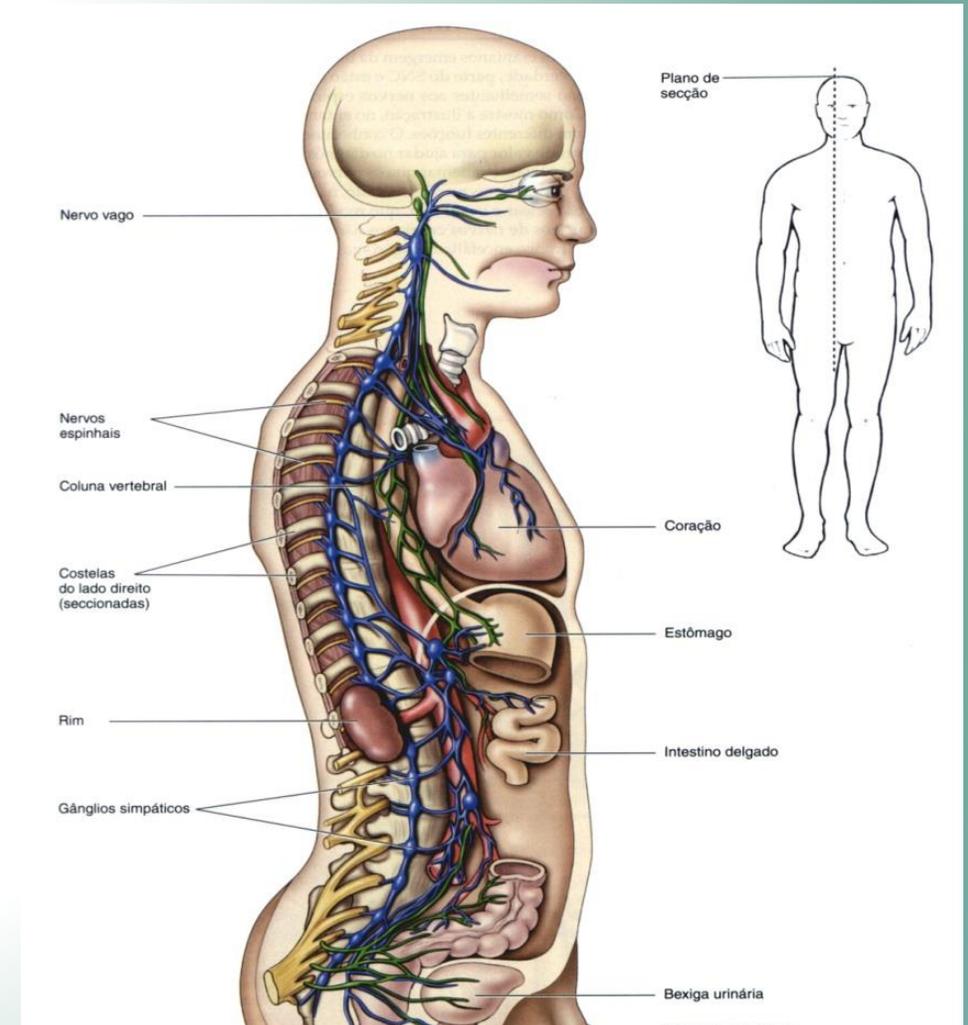


## Critério Funcional



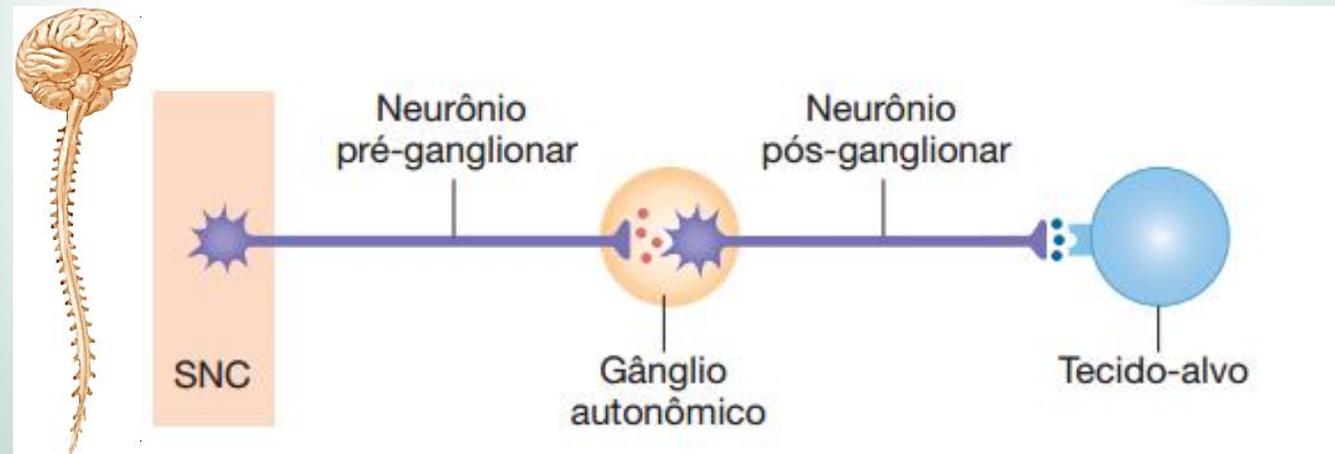
# Sistema Nervoso Autônomo – Considerações iniciais

- SN involuntário, visceral ou vegetativo;
- Distribuído por todo o corpo;
- Regula funções que não estão sob controle consciente (respiração, circulação, frequência cardíaca, outros);
- Parte integrante do Sistema Nervoso Periférico.



# SNA – Neurônios Motores Autonômicos

1. Envolve dois neurônios na via eferente
2. Corpo celular do 1º neurônio: tronco encefálico ou medula espinal
3. Neurônios pré e pós-ganglionar



\*gânglio: conjunto de corpos celulares fora do SNC

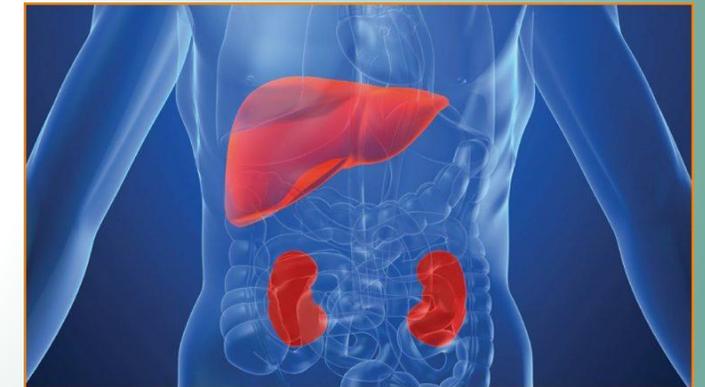
# Principais processos regulados pelo SNA

Contração ou relaxamento da musculatura lisa;

Secreções glandulares exógenas;

Batimentos cardíacos;

Metabolismo energético.



# SNA – Componentes ou Subdivisões

Componentes:

- Simpático

- Parassimpático

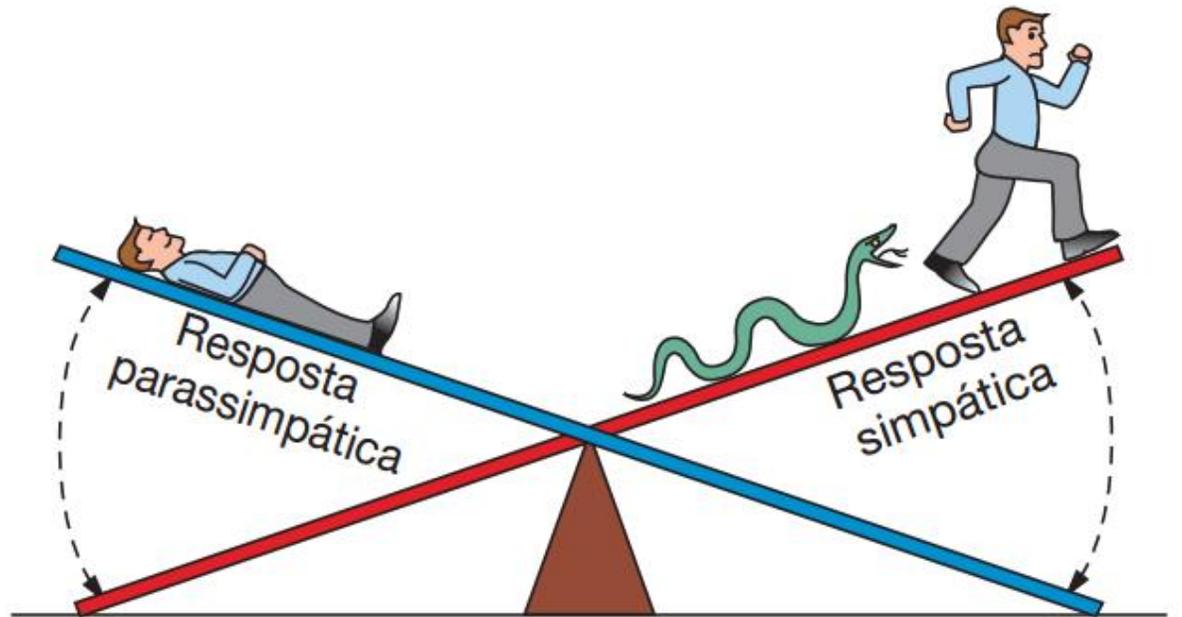
Diferenças

Funcionais

Anatômicas

Neuroquímicas

# Características Funcionais dos sistemas simpático e parassimpático



Repouso e digestão:  
predomina a atividade  
parassimpática.

Luta ou fuga:  
predomina a atividade  
simpática.

predomina a atividade  
parassimpática.



## Tônus Simpático e Parassimpático:

os nervos autônomos mantêm uma taxa de disparo basal (tônus de repouso) que pode ser aumentada ou diminuída. Capacidade adaptativa.

Luta ou fuga:  
predomina a atividade  
simpática.

# SNA – Divisão Simpática



Situações adaptativas

# SNA – Divisão Simpática

1. Dilatação das pupilas e brônquios;
2. Os vasos sanguíneos da pele e do intestino se contraem;
3. Aumento da frequência e da força de contração cardíaca;
4. Aumento da frequência e da força de contração cardíaca;
5. A digestão e outras funções orgânicas, dispensáveis ou inadequadas, tornam-se temporariamente diminuídas.



# SNA – Divisão Parassimpática



Ação conservadora e protetora

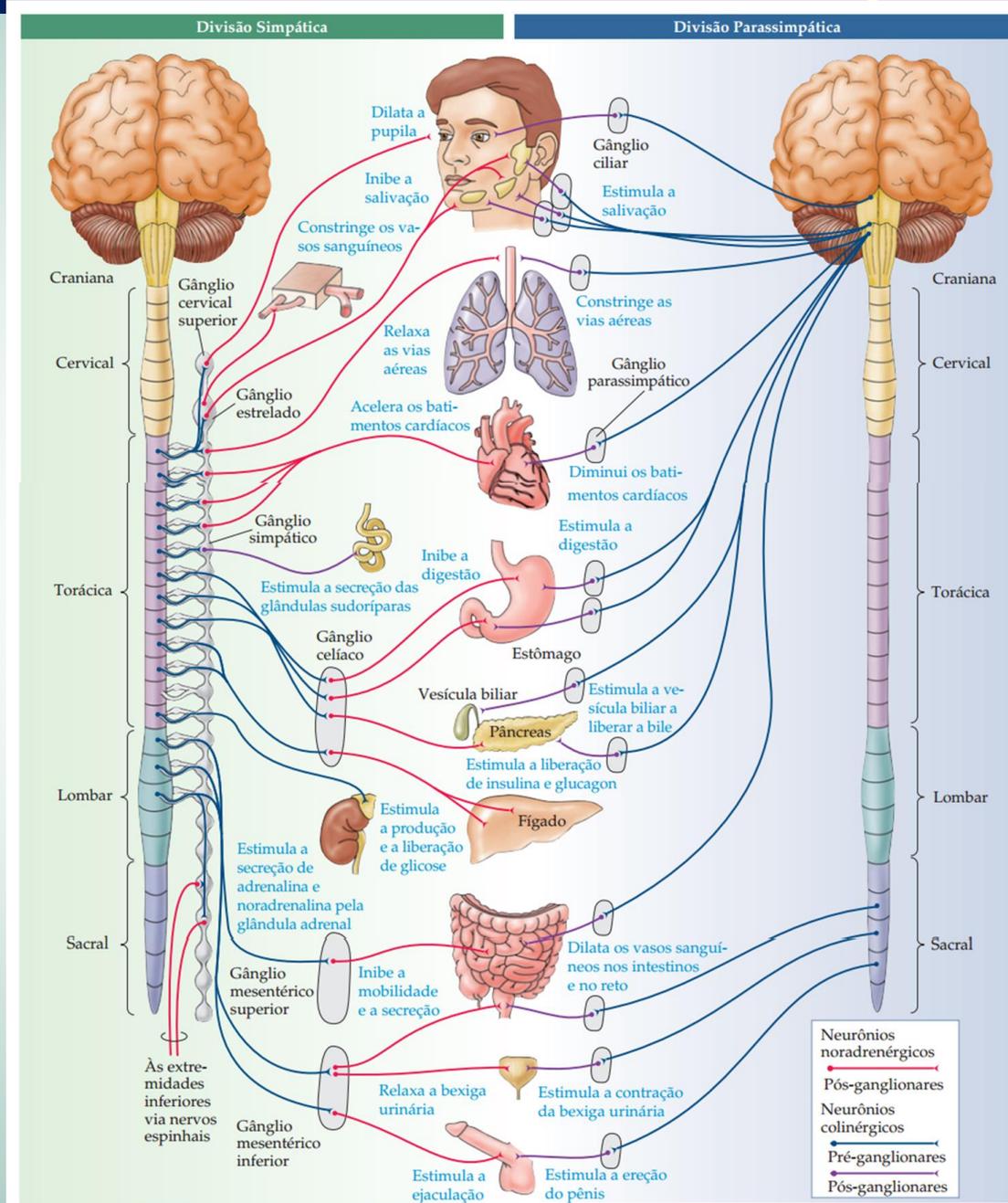
# SNA – Divisão Parassimpática

1. Contração das pupilas;
2. Bronquioconstrição;
3. Diminuição da frequência cardíaca ;
4. Aumento da atividade peristáltica no intestino;
5. Atividade simpática diminuída: dilatação dos vasos sanguíneos;
6. Liberação de catecolaminas pela medula adrenal diminuída.



# Características Anatômicas dos sistemas simpático e parassimpático

- **Local de origem no SNC:** Segmentos torácicos e lombares da medula espinal
- **Localização dos gânglios:** Próximo à medula espinal
- **Vias:** Neurônios pré-ganglionares curtos e pós-ganglionares longos

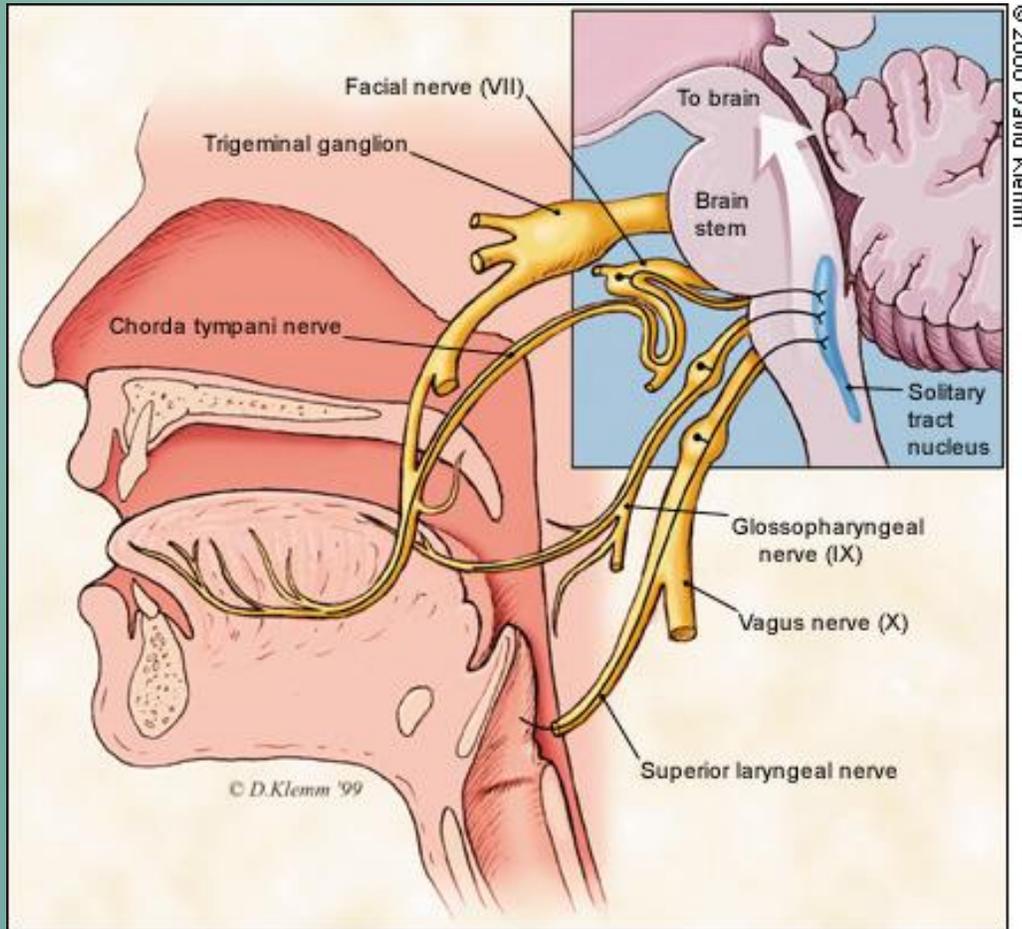


- **Local de origem no SNC:** Tronco encefálico e segmentos sacrais da medula espinal
- **Localização dos gânglios:** Próximos ou dentro dos órgãos-alvo
- **Vias:** Neurônios pré-ganglionares longos e pós-ganglionares curtos

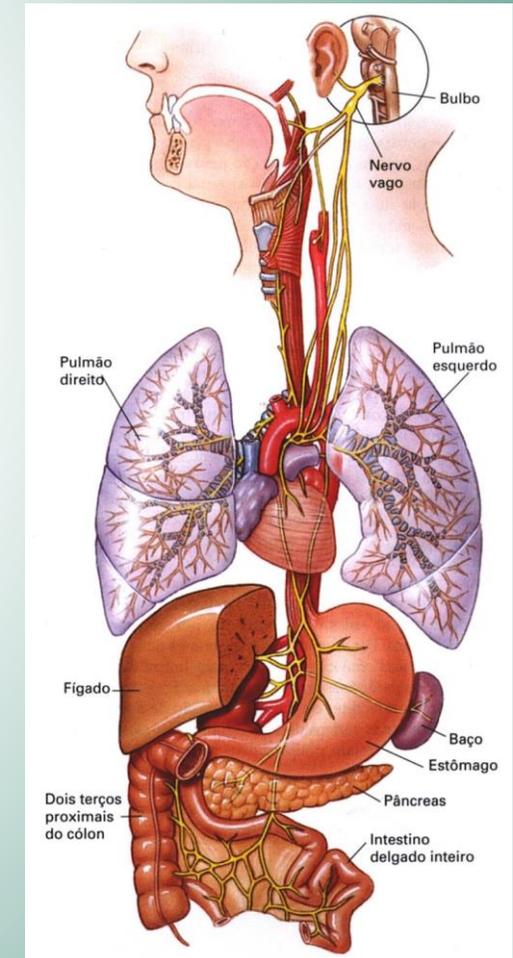
# Características Anatômicas do sistema parassimpático

## Nervos Cranianos

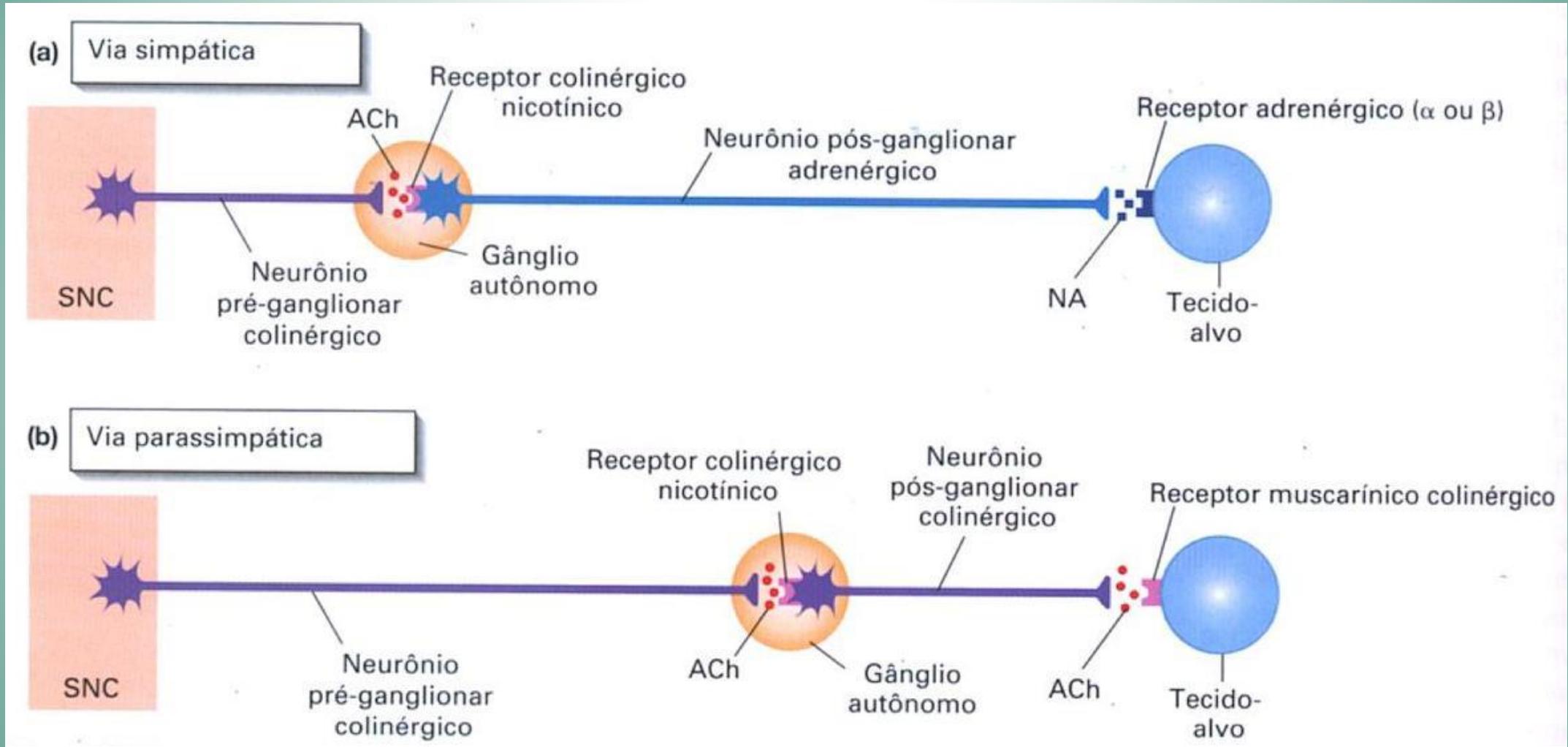
Nervos oculomotor (III), facial (VII), trigêmeo (V) e glossofaríngeo (IX)



Nervo Vago (X par craniano): representa 75% da inervação parassimpática das vísceras abdominais.

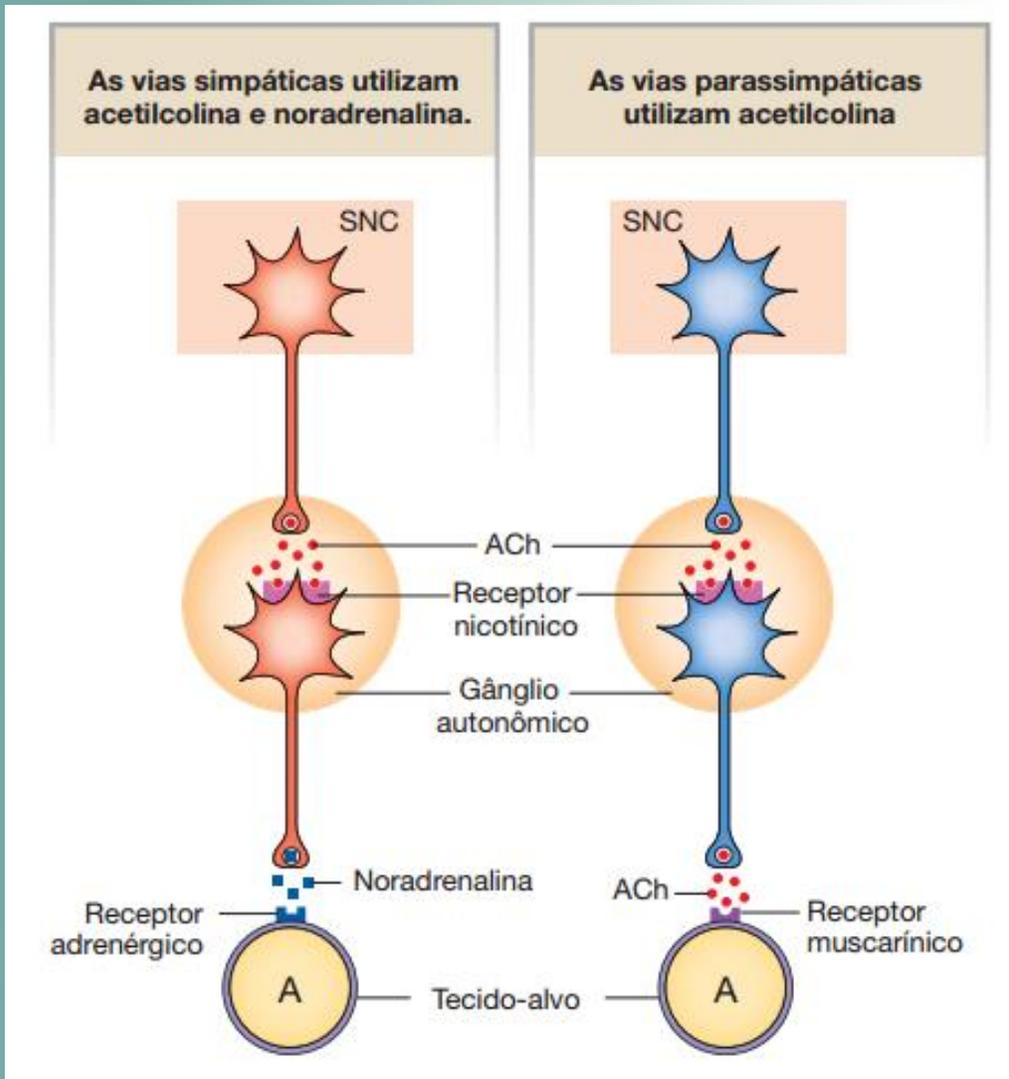


# Características Anatômicas dos sistemas simpático e parassimpático



Ach = Acetilcolina; NA = Nordrenalina

# Características Neuroquímicas dos sistemas simpático e parassimpático



1. Tanto os neurônios pré-ganglionares simpáticos quanto os parassimpáticos liberam acetilcolina (ACh) como neurotransmissor, o qual atua sobre os receptores colinérgicos nicotínicos dos neurônios pós-ganglionares.
2. A maioria dos neurônios pós-ganglionares simpáticos secreta noradrenalina, a qual atua sobre os receptores adrenérgicos das células-alvo.
3. A maioria dos neurônios pós-ganglionares parassimpáticos secreta acetilcolina, a qual atua sobre os receptores colinérgicos muscarínicos das células-alvo.

# Características Neuroquímicas dos sistemas simpático e parassimpático

**TABELA 11.1** | Neurotransmissores autonômicos pós-ganglionares

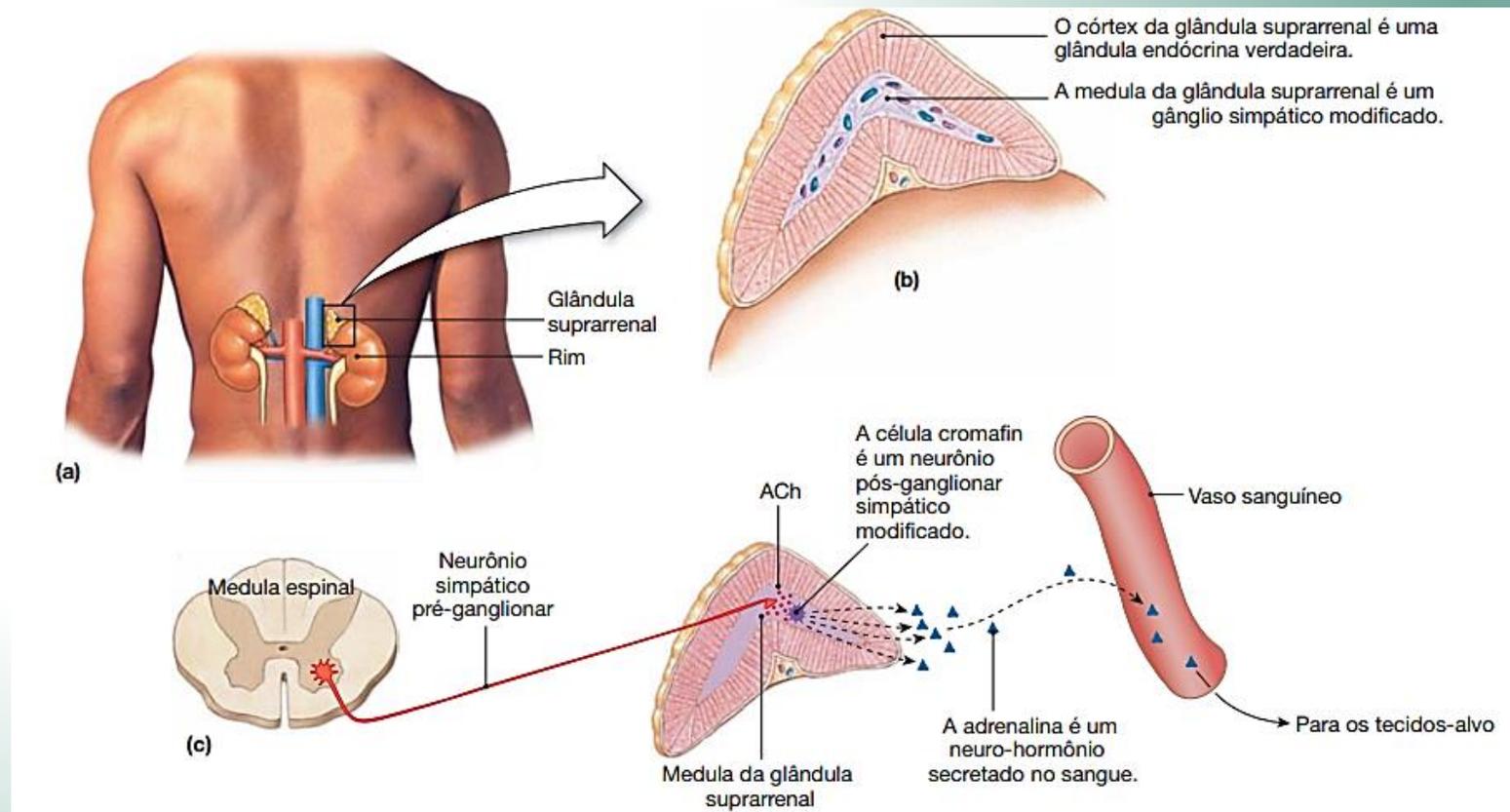
	<b>Divisão simpática</b>	<b>Divisão parassimpática</b>
<b>Neurotransmissor</b>	Noradrenalina (NA)	Acetilcolina (ACh)
<b>Tipos de receptores</b>	$\alpha$ e $\beta$ -adrenérgicos	Colinérgico muscarínico
<b>Sintetizado a partir da</b>	Tirosina	Acetil-CoA+colina
<b>Enzima de inativação</b>	Monoaminoxidase (MAO) nas mitocôndrias da varicosidade	Acetilcolinesterase (AChE) na fenda sináptica
<b>Presença de transportadores na membrana da varicosidade para</b>	Noradrenalina	Colina

# A medula da glândula suprarrenal secreta catecolaminas

A medula da glândula suprarrenal (ou adrenal) é um tecido neuroendócrino associado ao sistema nervoso simpático.

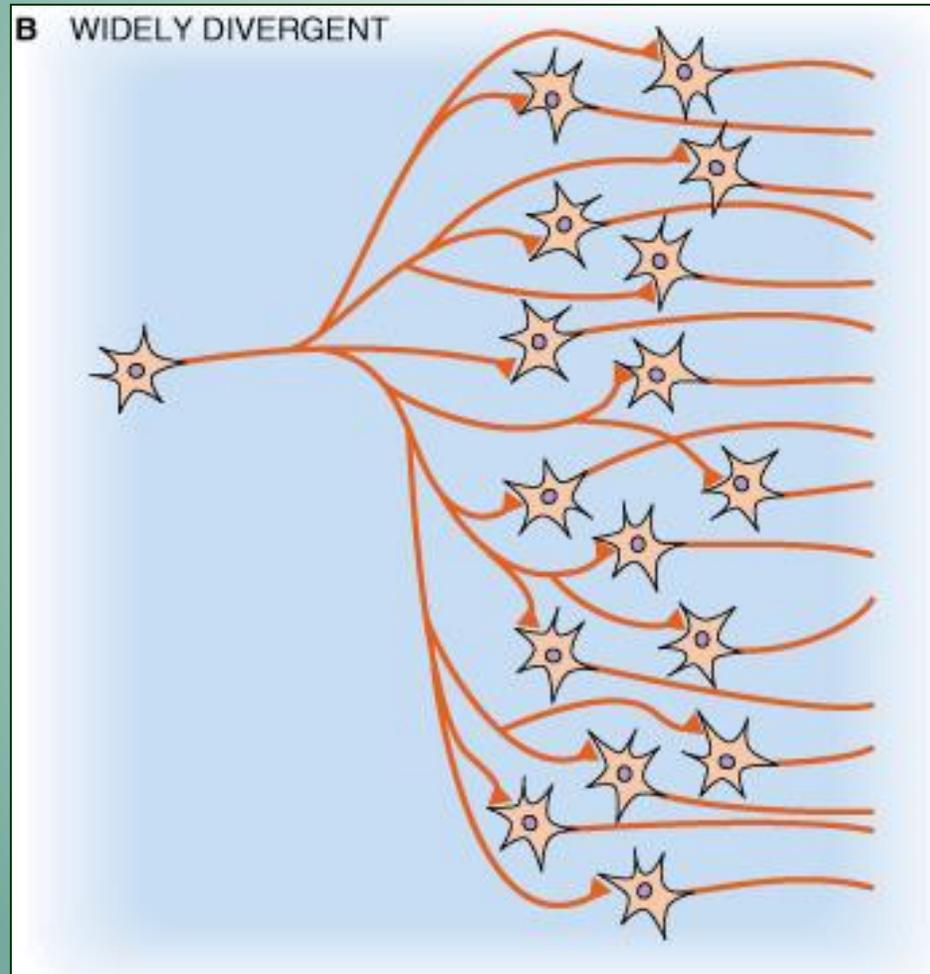
A medula da glândula suprarrenal forma a porção mais interna das *glândulas suprarrenais*, as quais se localizam sobre o polo apical de cada rim

Durante o desenvolvimento, o tecido neural destinado a secretar as catecolaminas noradrenalina e adrenalina divide-se em: divisão simpática do sistema nervoso, a qual secreta noradrenalina, e a medula da glândula suprarrenal, a qual secreta principalmente adrenalina.

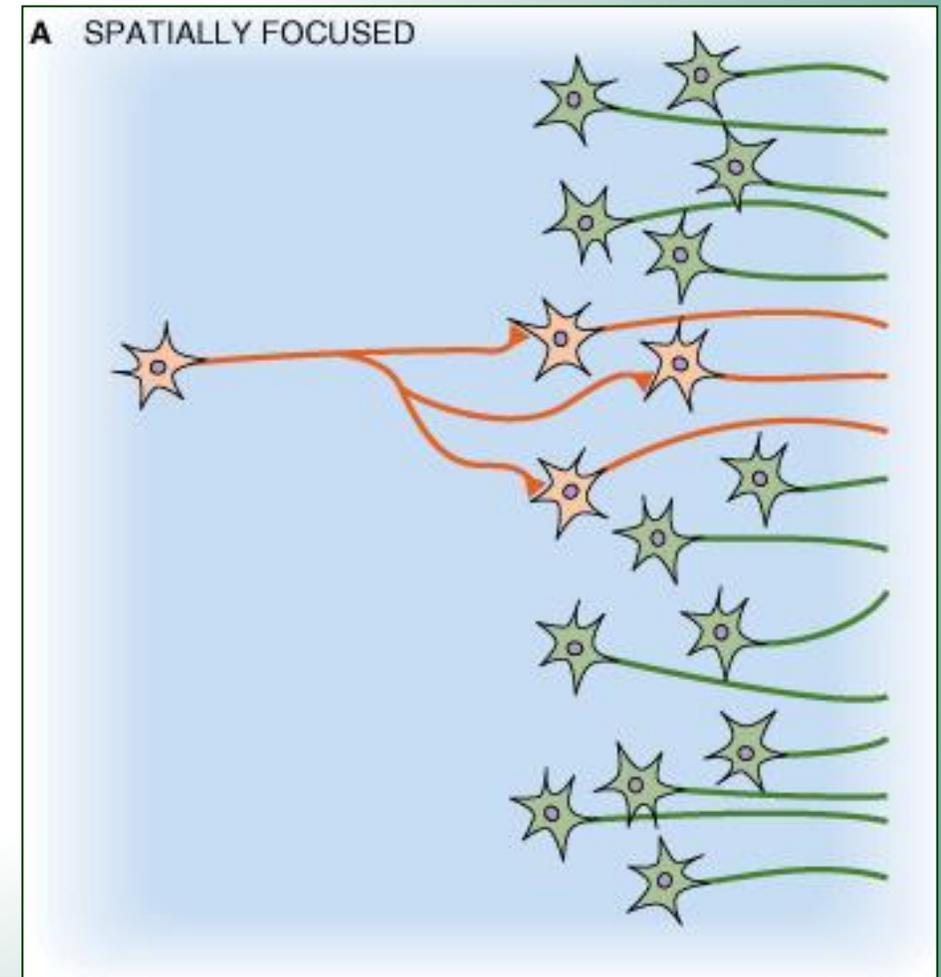


# Uma importante característica do SNA Simpático: Ativação em Massa

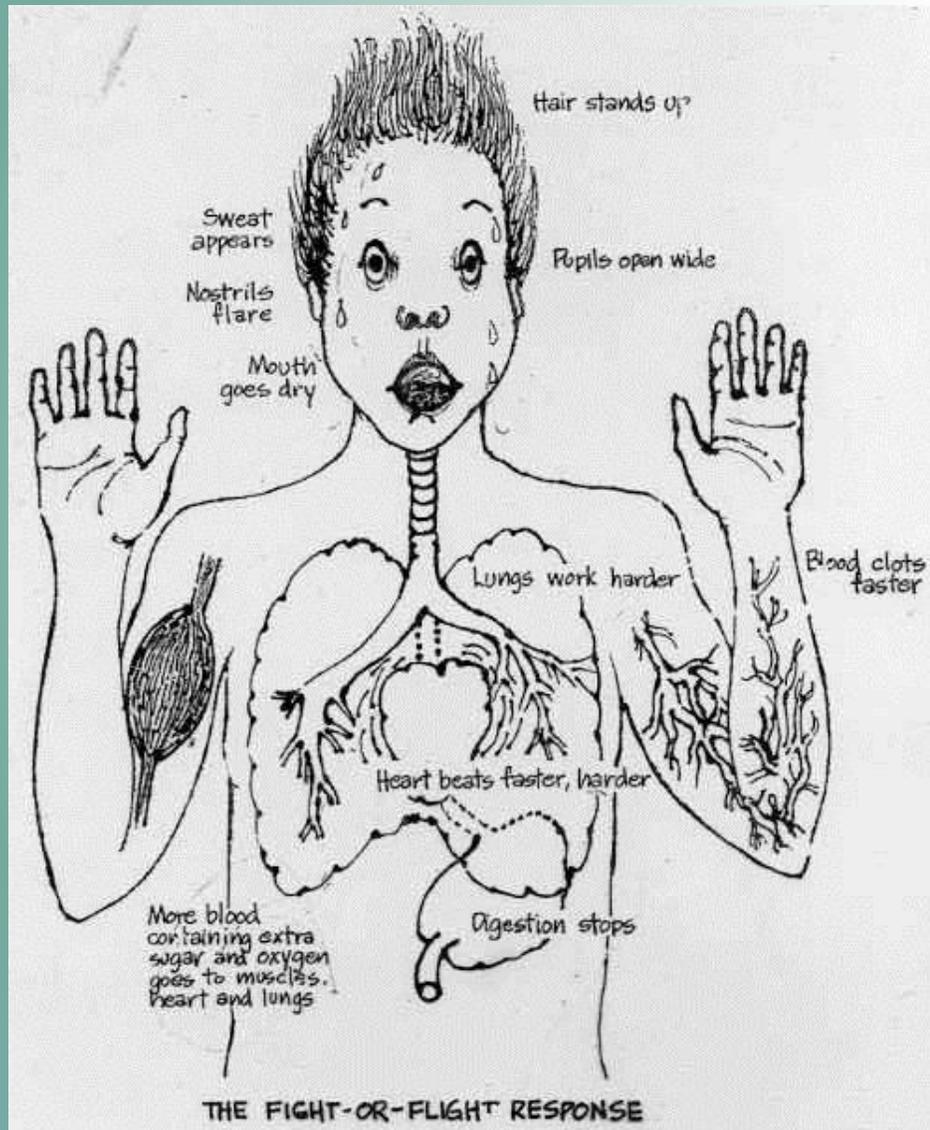
Simpático



Parassimpático



# Uma importante característica do SNA Simpático: Ativação em Massa



## Ativação em Massa

Divergência

Medula adrenal

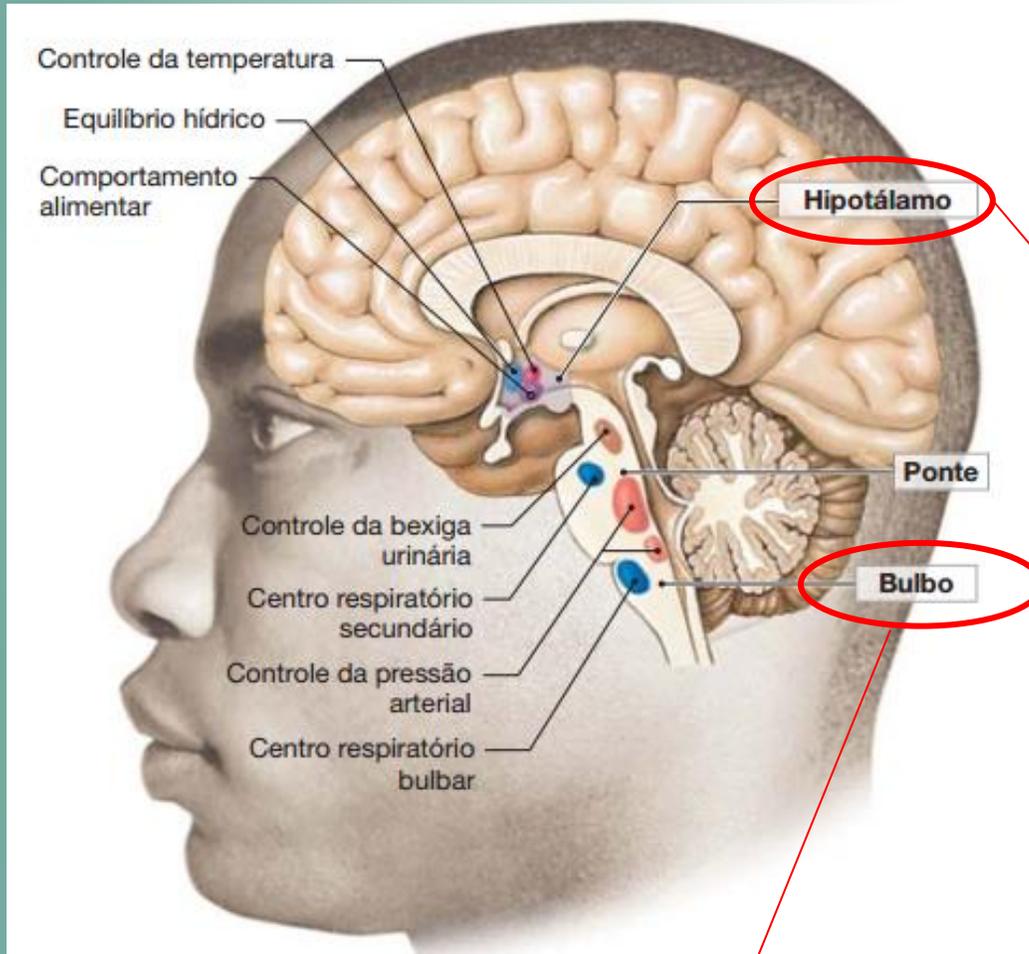
# Recaptulando...

**TABELA 11.4** | Comparação entre as divisões simpática e parassimpática

	<b>Simpática</b>	<b>Parassimpática</b>
<b>Ponto de origem no SNC</b>	Do primeiro segmento torácico ao segundo segmento lombar da medula espinal	Mesencéfalo, bulbo e segundo ao quarto segmentos sacrais da medula espinal
<b>Localização dos gânglios periféricos</b>	Basicamente na cadeia simpática paravertebral; três gânglios mais afastados, localizados ao longo da aorta descendente	Sobre os órgãos-alvo ou próximos a eles
<b>Estrutura da qual o neurotransmissor é liberado</b>	Varicosidades	Varicosidades
<b>Neurotransmissor liberado na sinapse com o órgão-alvo</b>	Noradrenalina (neurônios adrenérgicos)	ACh (neurônios colinérgicos)
<b>Forma de inativação do neurotransmissor na sinapse</b>	Recaptação para a varicosidade, difusão	Degradação enzimática, difusão
<b>Receptor presente na célula-alvo</b>	Adrenérgico	Colinérgico muscarínico
<b>Sinapse ganglionar (neurotransmissor e receptores)</b>	ACh atuando em receptores nicotínicos	ACh atuando em receptores nicotínicos
<b>Sinapse neurônio-alvo (neurotransmissor e receptores)</b>	NA atuando em receptores $\alpha$ ou $\beta$ -adrenérgicos	ACh atuando em receptores colinérgicos muscarínicos

# Controle central do SNA

## Controle supra-espinal: Hipotálamo, Bulbo e sistema Límbico



Funções do sistema autônomo controlada por regiões centrais: frequência cardíaca, pressão arterial, regulação da temperatura e equilíbrio hídrico.

**Hipotálamo:** Centros de controle da fome, sede, temperatura corporal

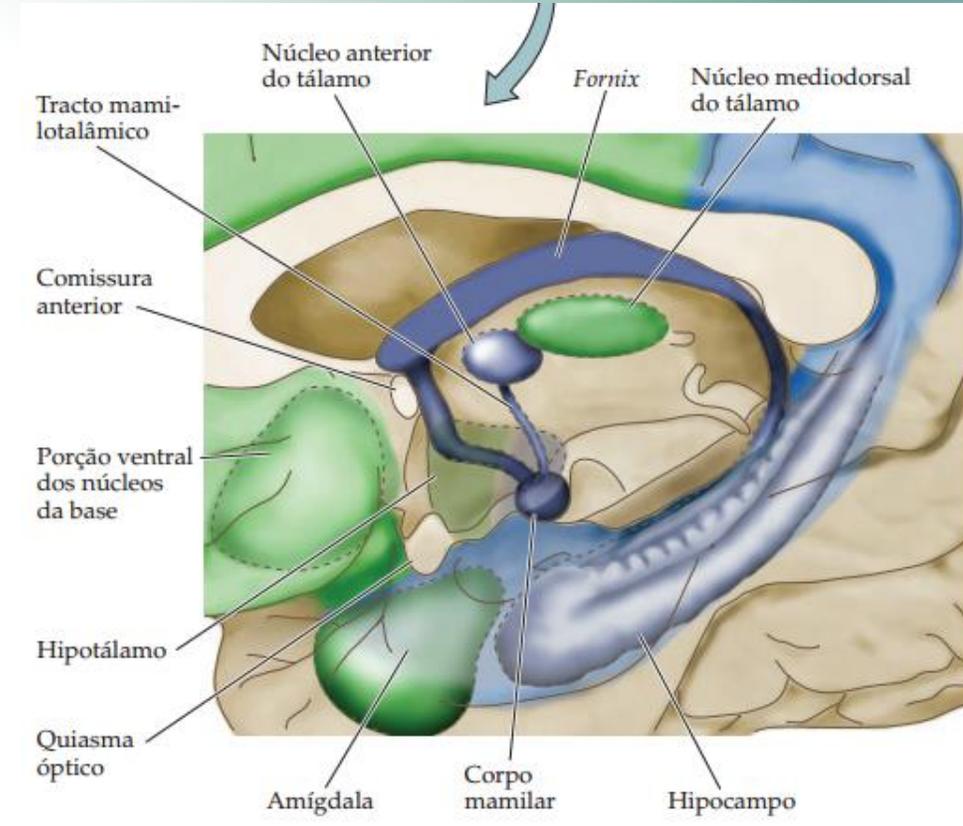
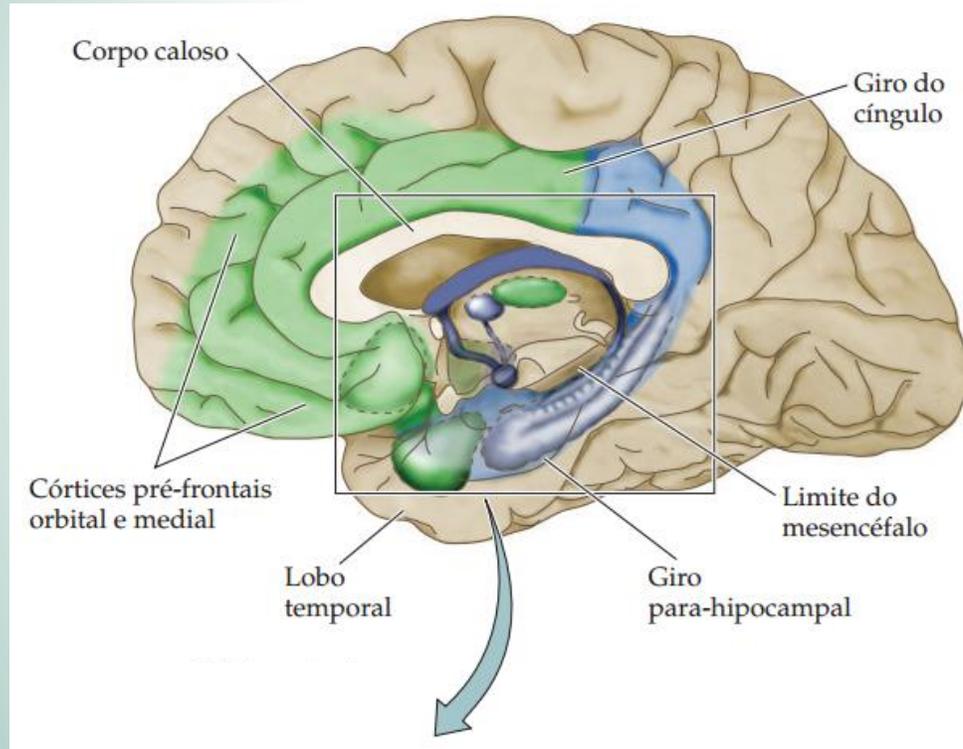
O hipotálamo age através do sistema nervoso autônomo para ajustes rápidos; e através do sistema neuro-endócrino para ajustes a longo prazo.

**Bulbo:** Centros de controle dos sistemas respiratório, circulatório, digestório

# Controle central do SNA

## Sistema Límbico: influência das emoções

- Palidez
- Rubor
- Sudorese
- Aumento da frequência cardíaca
- Desmaio...

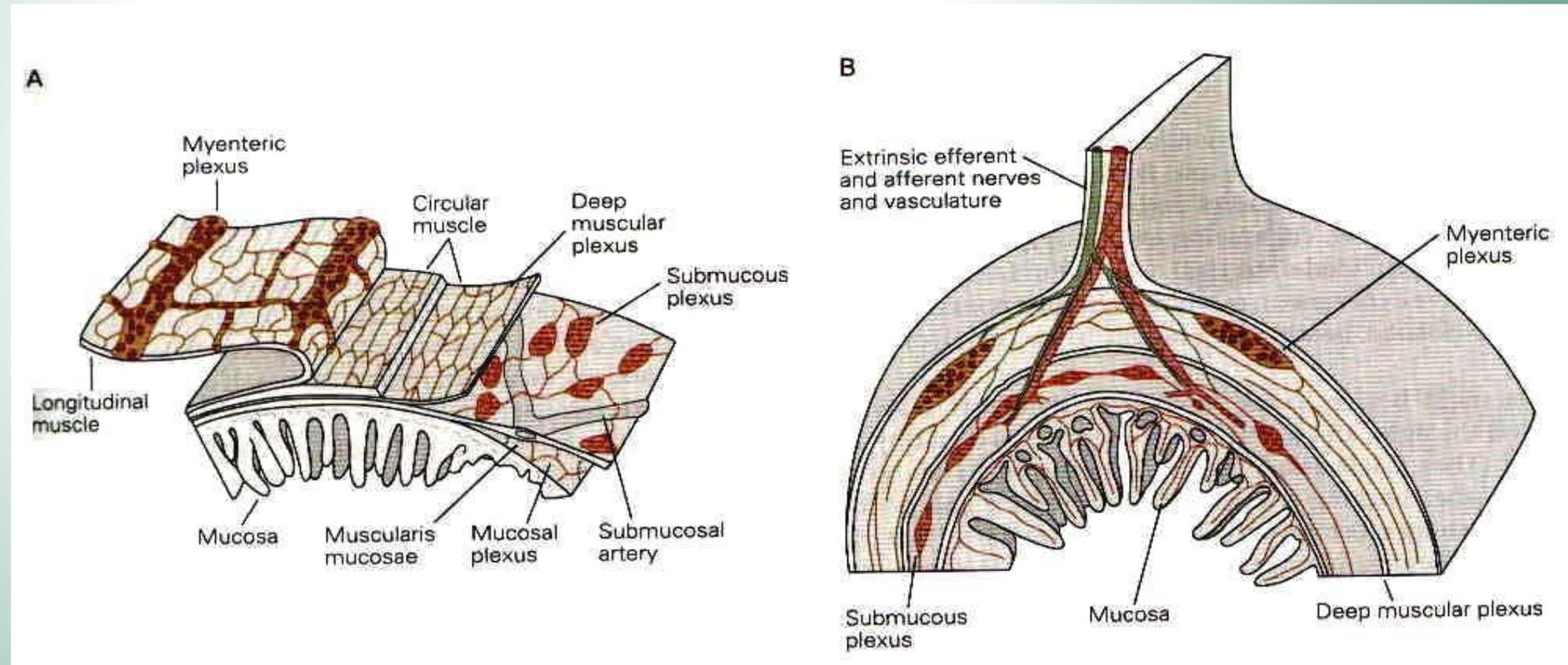


Controle de vários estados emocionais,  
ex: raiva, medo

# Sistema Entérico

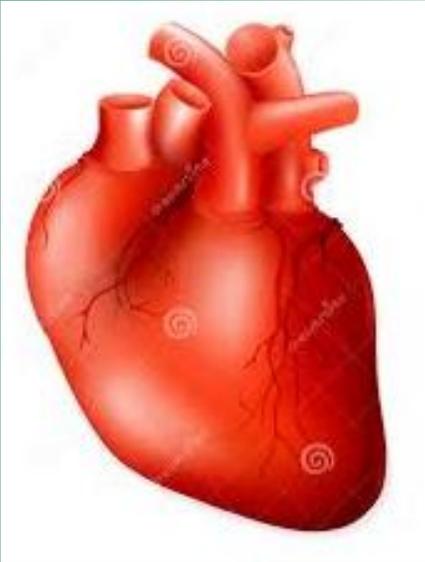
- Maior autonomia.
- Reflexos locais.
- Trato gastrointestinal, pâncreas e vesícula biliar.

- **Duas grandes redes neurais: Plexo Mioentérico e Plexo Submucoso.**



# Simpático x Parassimpático

## Efeitos antagônicos



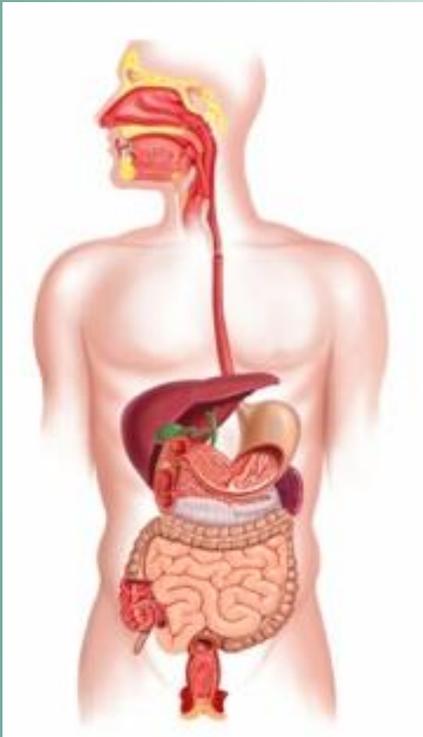
Coração

efeito simpático: Receptores beta noradrenérgicos ( $\beta 1$ )  
 $\uparrow$  frequência e a força de contração cardíaca

efeito parassimpático: Receptores muscarínicos (M2)  
 $\downarrow$  frequência e a força de contração cardíaca

# Simpático x Parassimpático

## Efeitos antagônicos



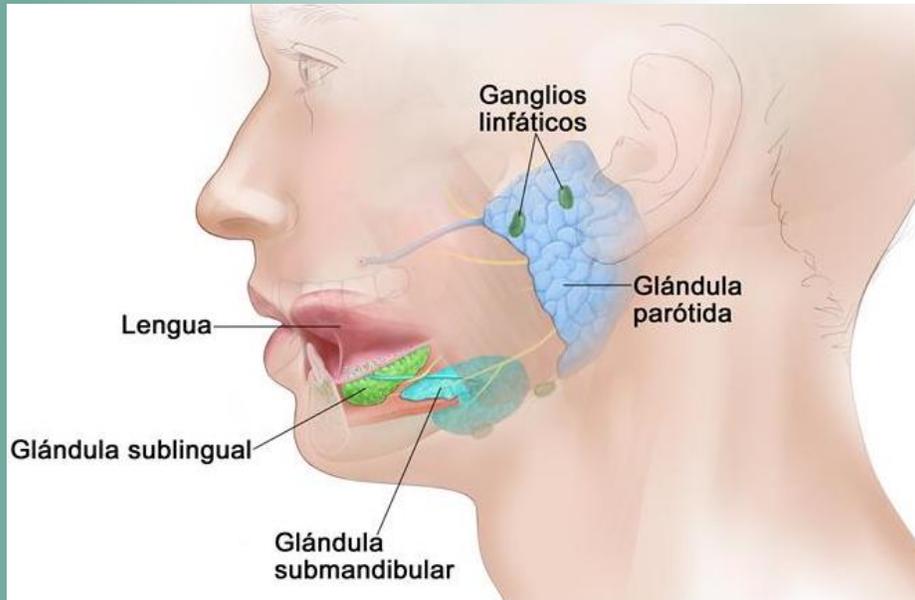
Sistema  
digestório

efeito simpático: Receptores noradrenérgicos ( $\alpha$  e  $\beta_2$ ) ↓  
motilidade e secreções

efeito parassimpático: Receptores muscarínicos (M3) ↑  
motilidade e secreções

# Simpático x Parassimpático

## Efeitos complementares

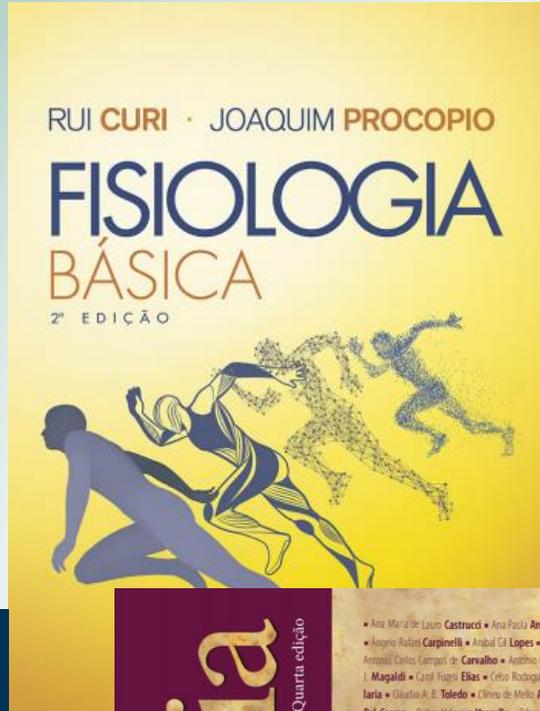
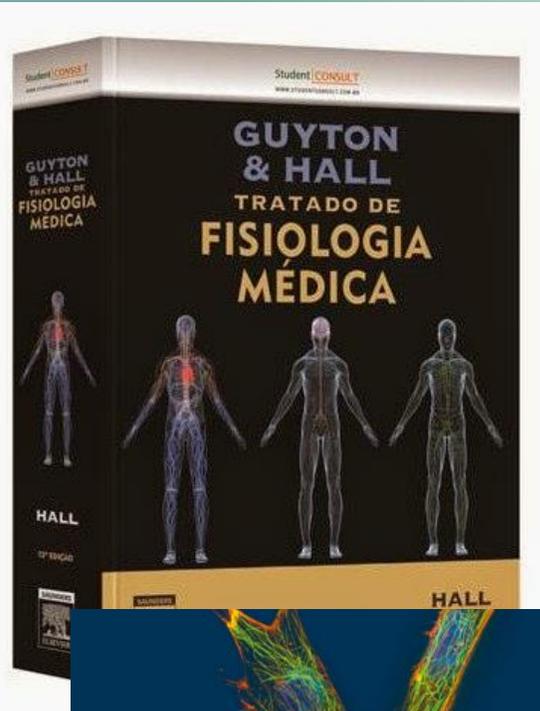


efeito simpático: saliva viscosa/espessa

efeito parassimpático: saliva aquosa

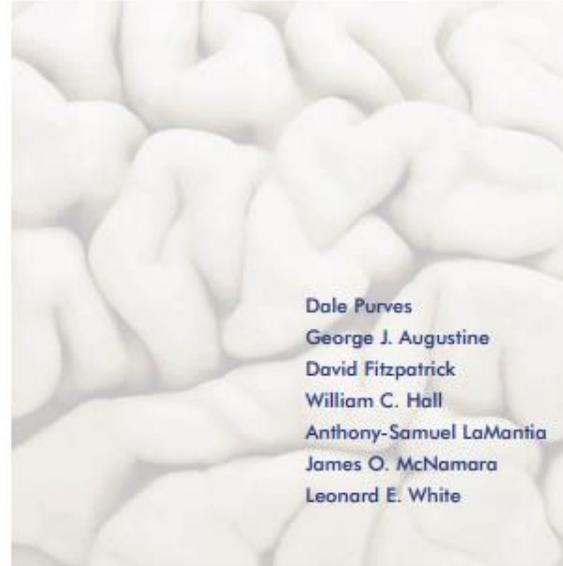
Glândulas  
salivares

# Referências indicadas para estudo:

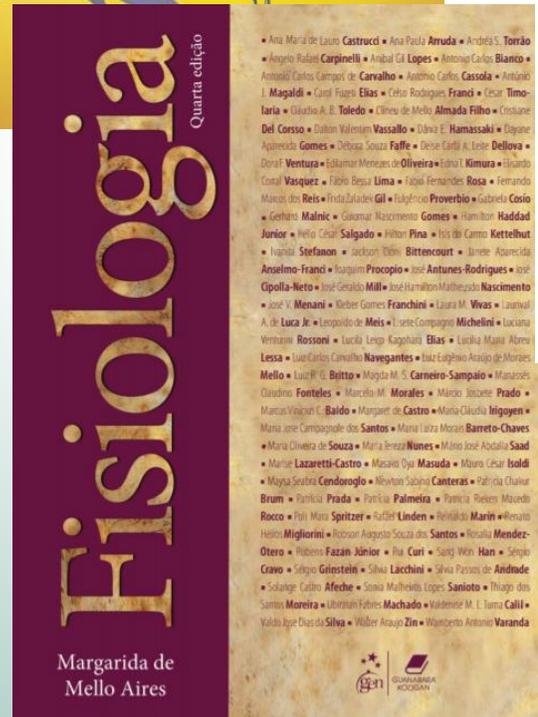
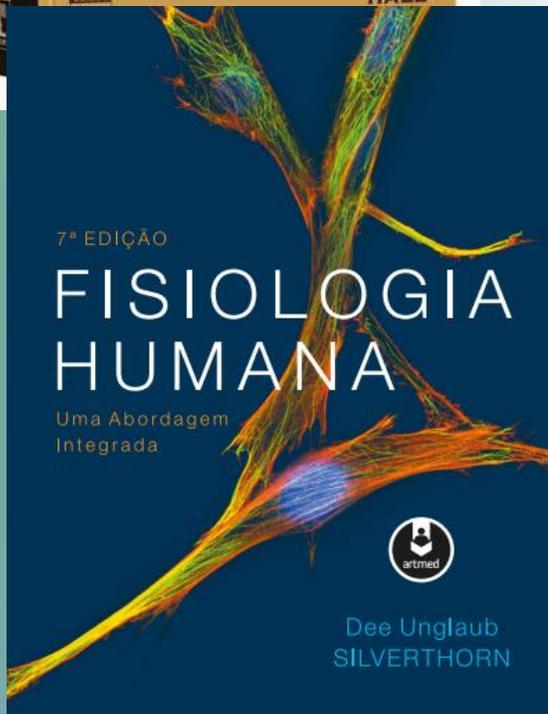


## Neurociências

4º Edição

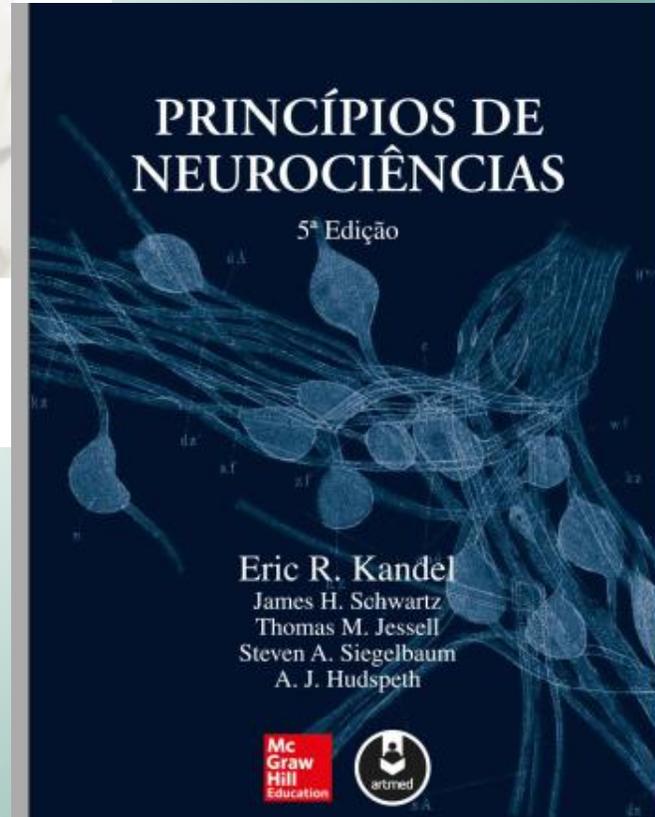


Dale Purves  
George J. Augustine  
David Fitzpatrick  
William C. Hall  
Anthony-Samuel LaMantia  
James O. McNamara  
Leonard E. White



Quarta edição

• Ana Maria de Lencastre Castrucci • Ana Paula Arruda • André S. Torráo  
• Angelo Rafael Carpinelli • Anibal C. Lopes • Antonio Carlos Bianco  
• Antonio Carlos Campos de Carvalho • Antônio Carlos Castola • Antônio  
I. Magaldi • Carol Frazee Elias • César Rodrigues Franci • César Timo-  
laria • Cláudio A. B. Toledo • Clívis de Melo Almada Filho • Crossane  
Del Corso • Dalton Valentin Vassallo • Diana F. Hamasaki • Dayane  
Apelredo Gomes • Débora Souza Fajfe • Denise Galvão A. Leite Deliova •  
Dora F. Ventura • Edamar Mendes de Oliveira • Edna I. Kimura • Eduardo  
Conal Vasquez • Fábio Bessa Lima • Fábio Fernandes Rosa • Fernando  
Mendes dos Reis • Fátima Ziliani Gil • Flávia Proverbio • Gabriela Cosio  
• Gerhards Malnic • Gekamar Nazareno Gomes • Hamilton Haddad  
Junior • Heloísa Costa Salgado • Hilton Pina • Ieda de Camo Kettelhut  
• Izabela Stefaon • Jackson Tibiri Bittencourt • Jurete Aparecida  
Anselmo-Franci • Joaquim Procopio • José Antunes-Rodrigues • José  
Gipolla-Neto • José Geraldo Mill • José Hamilton Matheus Nascimento  
• José V. Menani • Kleber Gomes Franchini • Laura M. Wivas • Luanval  
A. de Luca Jr. • Leopoldo de Meis • Lúcia Compagno Michelini • Luciano  
Verziani Rossoni • Lucília Lencz Kappeler Elias • Lucília Maria Abreu  
Lessa • Luiz Carlos Cavalho Navegantes • Luiz Edgardo Araújo de Moraes  
Mello • Luiz P. G. Brito • Magda M. S. Carneiro-Sampaio • Manassés  
Claudino Fonteles • Marcelo M. Moraes • Marco Jacinto Prado •  
Marcos Vinícius C. Baldo • Margaret de Castro • Maria Cláudia Ilgoyen •  
Maria José Campagnole dos Santos • Maria Lúcia Moran Barreto-Chaves  
• Maria Oliveira de Souza • Maria Inez Nunes • Márcio José Abdalla Saad  
• Marlene Lazaretti-Castro • Masao Oya Masuda • Mauro Cesar Isoldi  
• Mayra Seabra Cendoroglo • Newton Sabino Canteras • Patrícia Chaue  
Brum • Patrícia Prado • Patrícia Palmeira • Patrícia Ribeiro Macedo  
Rocco • Paul Maria Spritzer • Rafael Linden • Renilda Marin • Renato  
Heley Migliorini • Robinson Augusto Souza dos Santos • Rosalia Mendez-  
Otero • Rubens Fazzan Júnior • Rita Curi • Sang Wook Han • Sérgio  
Cravo • Sérgio Ginstelín • Silvia Lúchiani • Silvia Passos de Andrade  
• Solange Castro Afeche • Sonia Malleval Lopes Sanjoto • Thiago dos  
Santos Moreira • Ubiratan Fabris Machado • Valdeir M. L. Tama Calil •  
Valdo José Dias da Silva • Walter Araujo Zin • Walmir Antonio Varanda



## PRINCÍPIOS DE NEUROCIÊNCIAS

5ª Edição

Eric R. Kandel  
James H. Schwartz  
Thomas M. Jessell  
Steven A. Siegelbaum  
A. J. Hudspeth

