

PUC-Goiás
Departamento de Biomedicina



FISIOLOGIA II

Introdução ao Sistema Endócrino

Dra. Karlla Greick B D Penna

Conteúdos e objetivos de aprendizagem da semana

Introdução ao Sistema Endócrino.

- Mecanismos de ação

- Controles

- Compreender as linhas gerais do funcionamento do sistema endócrino – Sistema de coordenação.
- Reconhecer os mecanismos de regulação da secreção hormonal – Sistema de Feedback.
- Conhecer os principais mecanismos de ação hormonal.

Sistema Endócrino

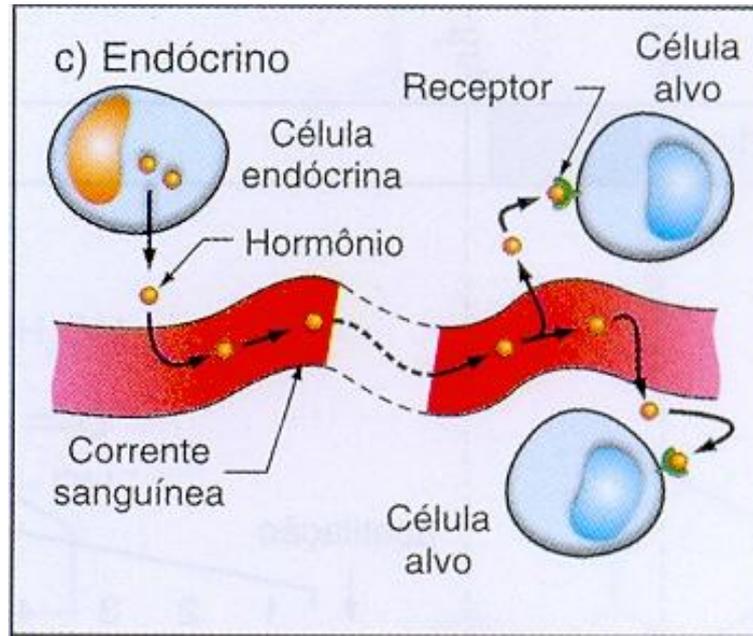
→ Um sistema complexo de glândulas; de comunicação paralelo ao SNA.

❖ Funções principais:

- ✓ secretar hormônios diretamente no interior da corrente sanguínea,
- ✓ regula o crescimento e desenvolvimento,
- ✓ regular reprodução
- ✓ regular o nível de metabolismo das células (manutenção do meio interno).

Sistema Endócrino X homeostasia(Cannon)

O conceito que os hormônios possuem alvos distantes onde atuam para manter a estabilidade do meio interno representou um grande avanço na compreensão da Fisiologia. A secreção dos hormônios ocorre em resposta a uma mudança no meio, afim de manter a homeostasia.



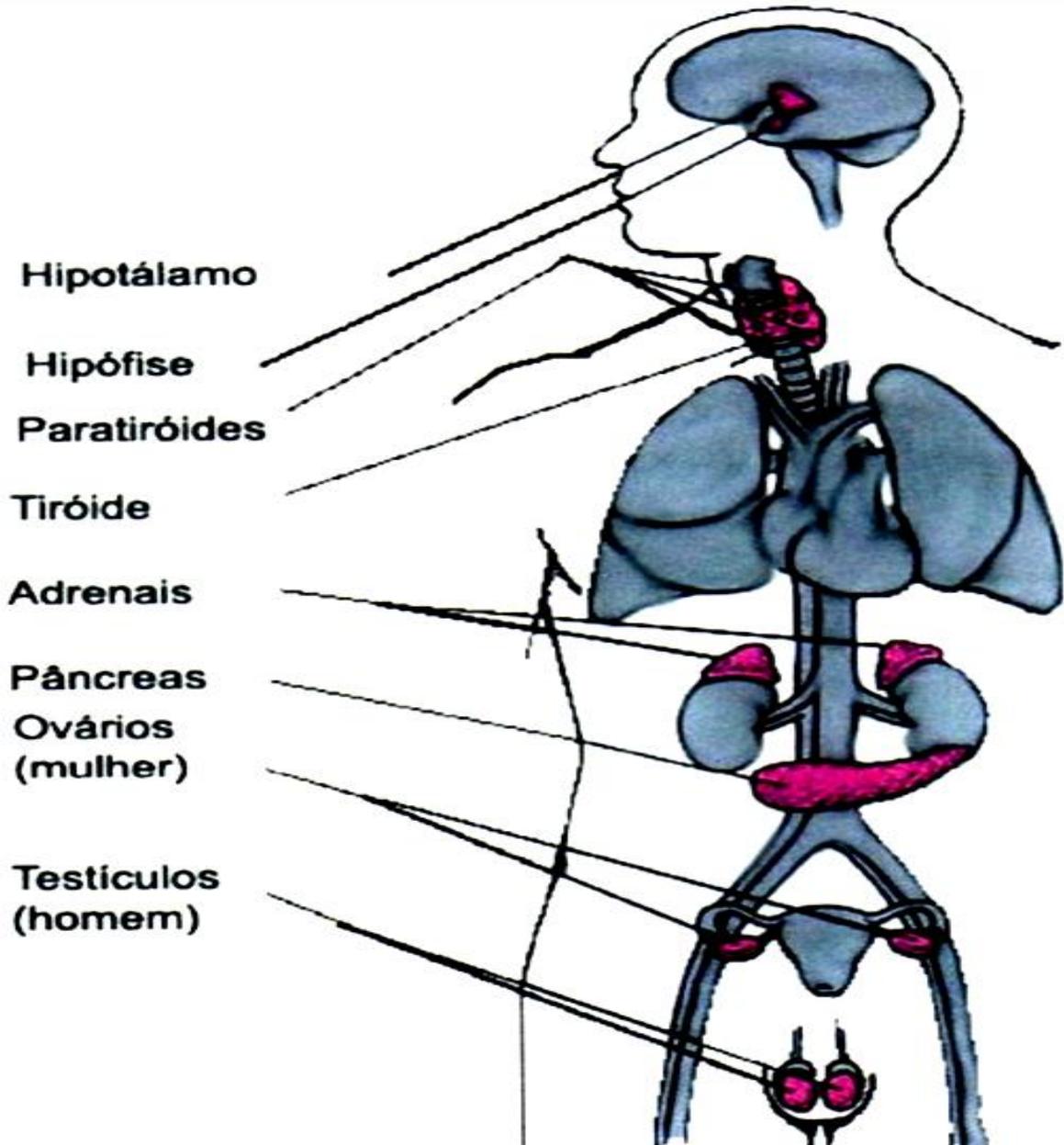
Importante Saber

Glândulas: são importantes tecidos produtores de hormônios.

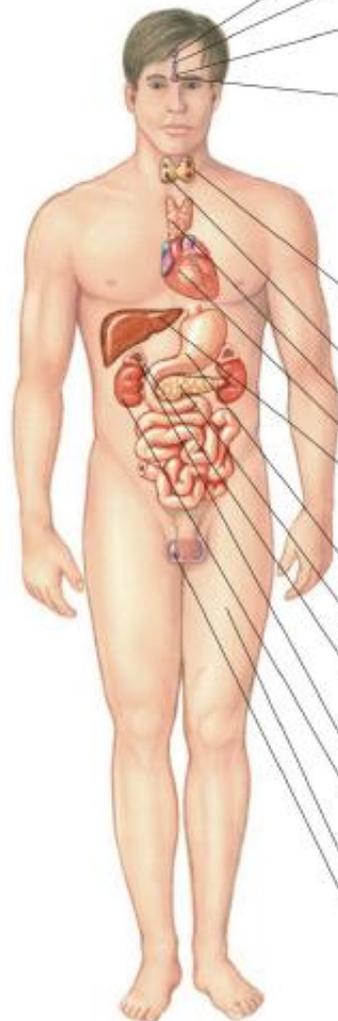
Hormônios: são substâncias que ajudam a controlar a atividade do nosso corpo.

- Regulador químico da função celular
- Agem em tecidos alvos
- Produz efeitos fisiológicos importantes no organismo

Principais Glândulas Endócrinas



RESUMO ANATÔMICO
HORMÔNIOS



LEGENDA

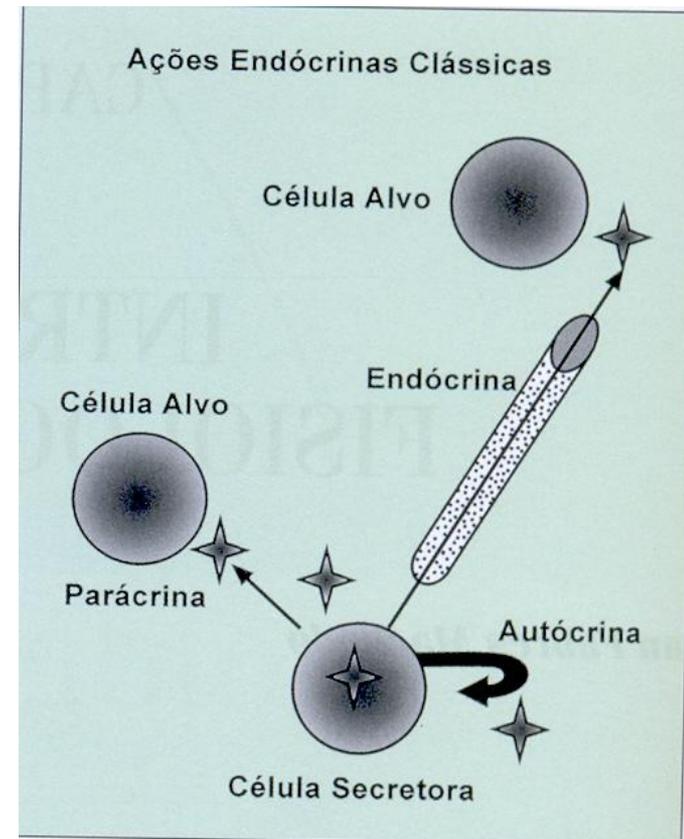
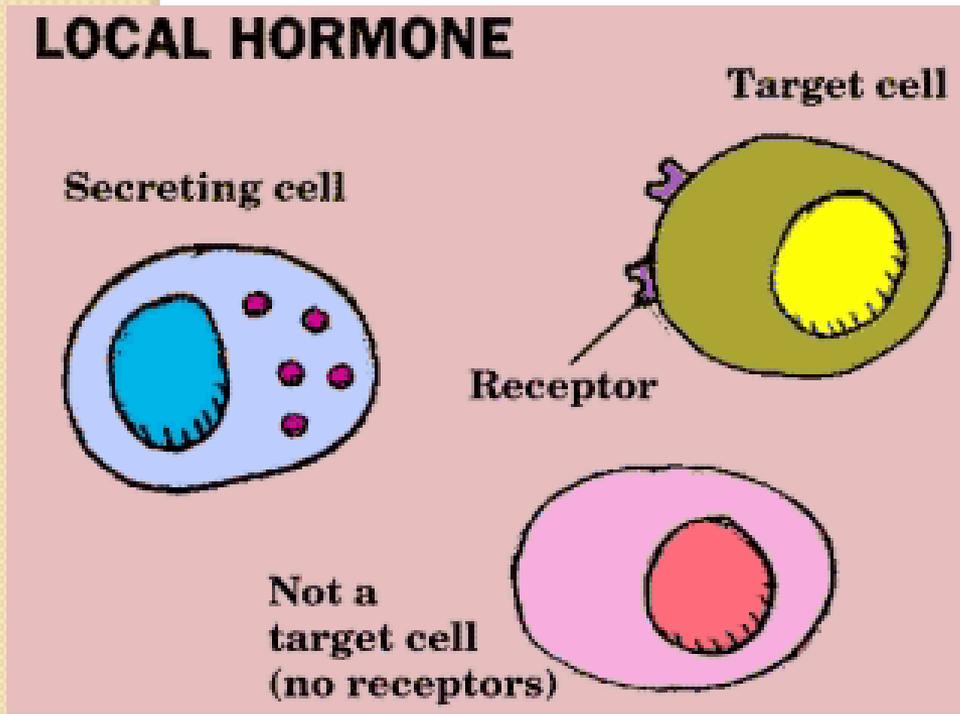
G = glândula
C = células endócrinas
N = neurônios
P = peptídeo
S = esteroide
A = derivado de aminoácidos

Localização	Hormônios	Alvo(s) primário(s)
Glândula pineal	Melatonina [A]	Encéfalo, outros tecidos
Hipotálamo (N)	Hormônios tróficos [P] (ver Fig. 7-13);	Adeno-hipófise
Neuro-hipófise (N)	Ocitocina [P] Vasopressina (ADH) [P]	Mama e útero Rim
Adeno-hipófise (G)	Prolactina [P] Hormônio do crescimento (GH, somatotrofina) [P] Corticotrofina (ACTH) [P] Tireotrofina (TSH) [P] Hormônio folículo-estimulante (FSH) [P] Hormônio luteinizante (LH) [P]	Mama Fígado, muitos tecidos Córtex da suprarrenal Glândula tireoide Gônadas Gônadas
Tireoide (G)	Tri-hidroxiteronina e tiroxina (T ₃ , T ₄) [A] Calcitonina (CT) [P]	Muitos tecidos Ossos
Paratireoide (G)	Hormônio da paratireoide (PTH) [P]	Ossos, rins
Timo (G)	Timosina, timopoietina [P]	Linfócitos
Coração (C)	Peptídeo atrial natriurético [P]	Rins
Fígado (C)	Angiotensinogênio [P] Fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs) [P]	Córtex da suprarrenal, vasos sanguíneos Muitos tecidos
Estômago e intestino delgado (C)	Gastrina, colecistocina (CCK), secretina e outros [P]	Trato gastrointestinal e pâncreas
Pâncreas (G)	Insulina, glucagon, somatostatina, polipeptídeo pancreático [P]	Muitos tecidos
Córtex da suprarrenal (G)	Aldosterona [E] Cortisol [E] Androgênicos [E]	Rins Muitos tecidos Muitos tecidos
Medula da suprarrenal (N)	Adrenalina, noradrenalina [A]	Muitos tecidos
Rim (C)	Eritropoetina [P] 1,25-di-hidroxitamina D ₃ (calciferol) [E]	Medula óssea Intestino
Pele (C)	Vitamina D ₃ [E]	Forma intermediária do hormônio
Testículos (homens) (G)	Androgênio [E] Inibina [P]	Muitos tecidos Adeno-hipófise
Ovários (mulheres) (G)	Estrogênicos e progesterona [E] Inibina [P] Relaxina (gestação) [P]	Muitos tecidos Adeno-hipófise Músculo uterino
Tecido adiposo (C)	Leptina, adiponectina, resistina [P]	Hipotálamo, outros tecidos
Placenta (apenas mulheres grávidas) (C)	Estrogênicos e progesterona [E] Somatotropina coriônica [P] Gonadotropina coriônica [P]	Muitos tecidos Muitos tecidos Corpo lúteo

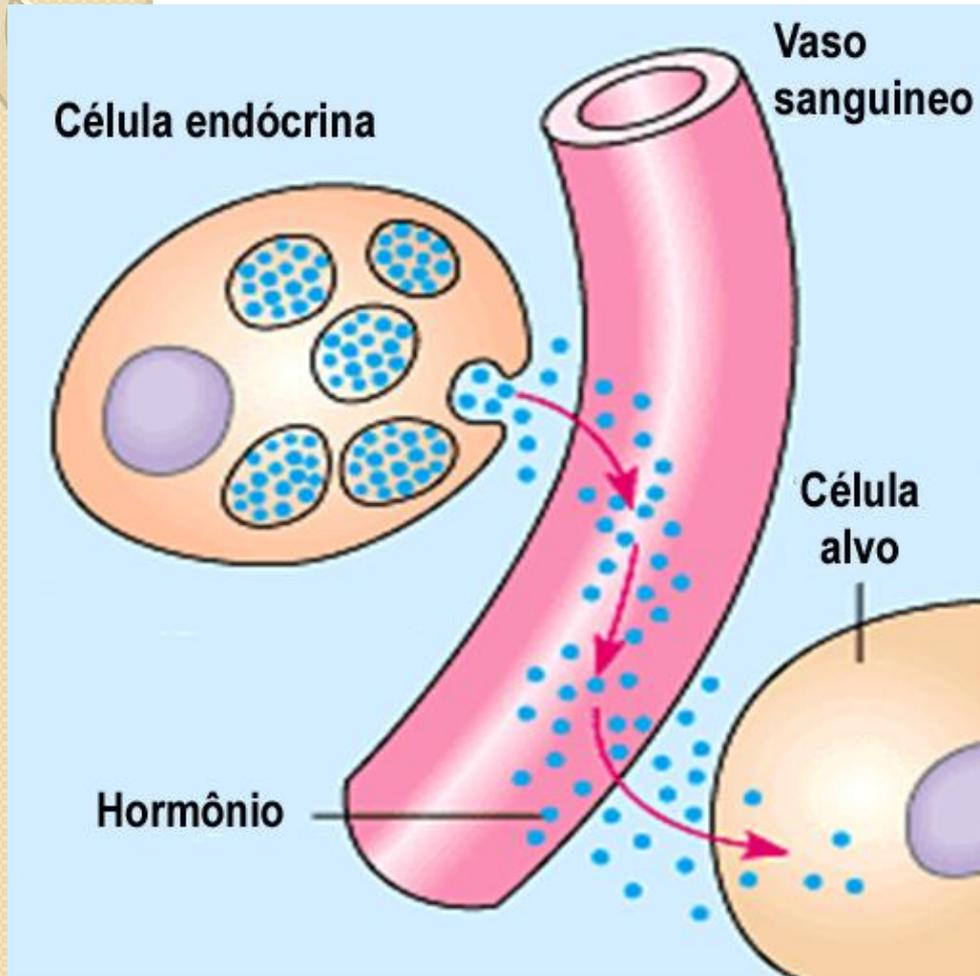
● FIGURA 7-2

Órgãos Alvos e seus Hormônios

→ São órgãos que tem sua função controlada e/ou regulada pelos hormônios.



Comunicação entre células DISTANTES



COMUNICAÇÃO ENDÓCRINA:

o mediador age em células que são alcançadas via **corrente sanguínea**;

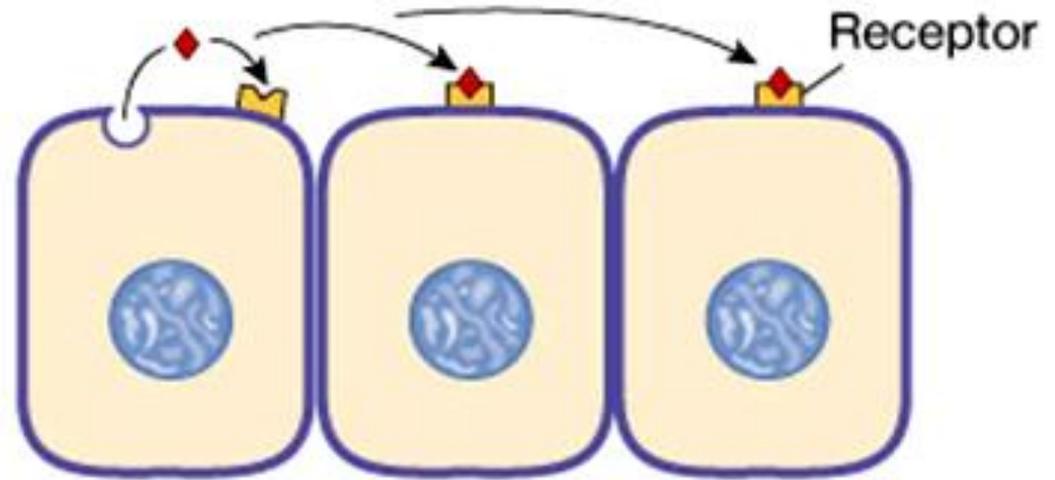
Célula endócrina: sintetiza e secreta o mediador diretamente na corrente sanguínea

Célula alvo: células que possuem **receptores hormonais** cuja função será controlada pela ação do hormônio.

Comunicação entre células VIZINHAS

A

B

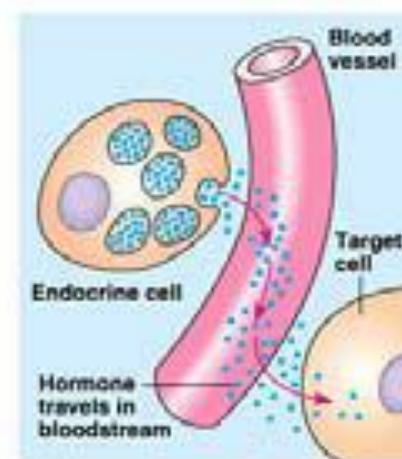
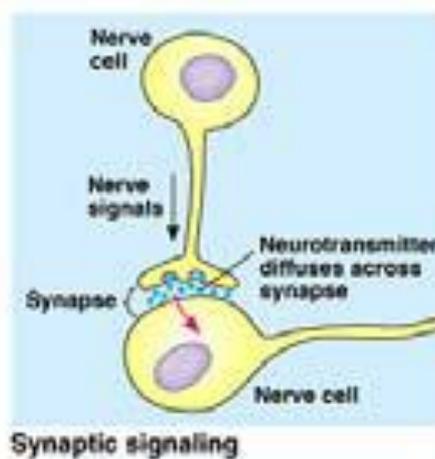
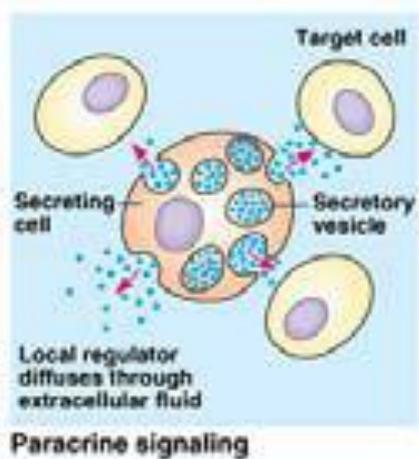


B) Comunicação

parácrina: o mediador difunde-se e age nas células adjacentes

A) Sinalização autócrina:

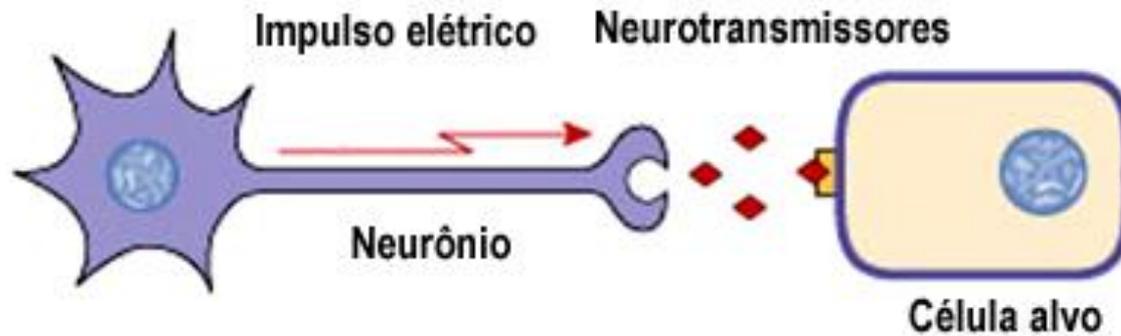
o mediador age na própria célula que o produziu



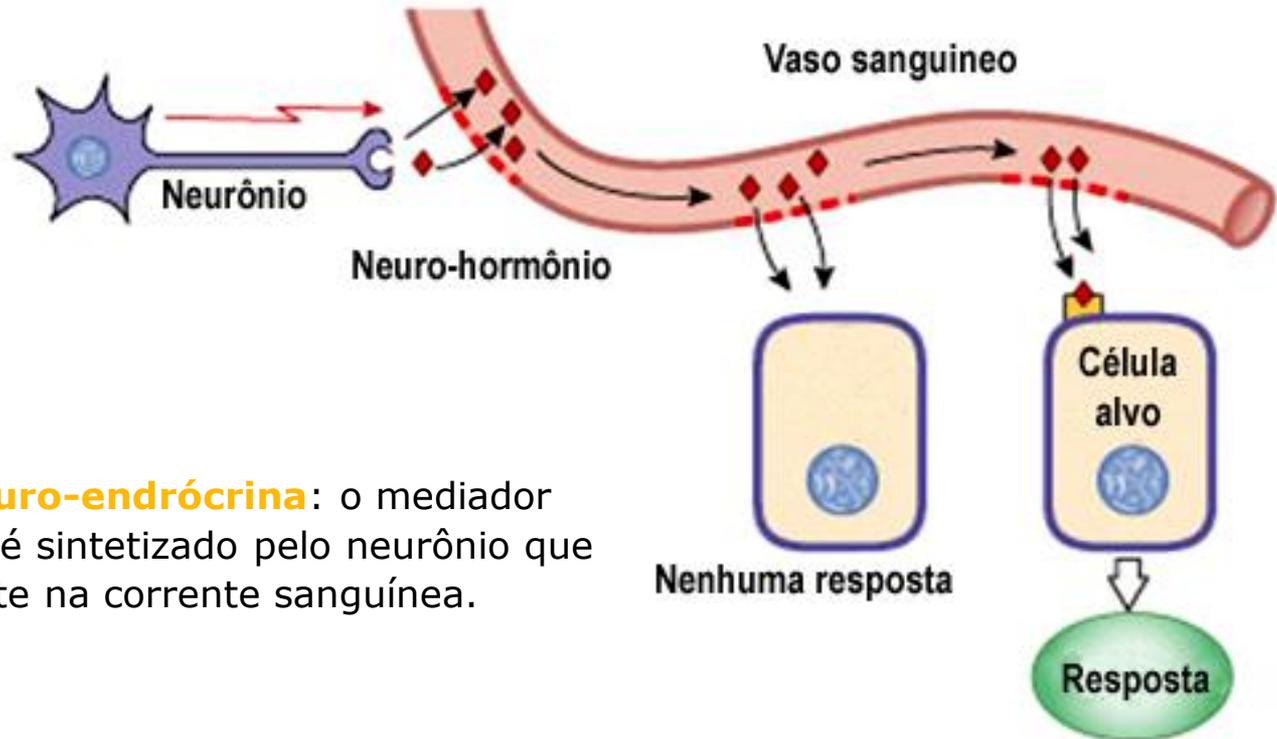
paracrine signaling

(a) Local signaling

Comunicação entre células DISTANTES



Comunicação sináptica: o mediador que é denominado **neurotransmissor**. Com a chegada do impulso nervoso, o NT é liberado pelos terminais axônicos em uma fenda e, por meio de difusão, age na membrana das células pós-sinápticas.



Comunicação neuro-endócrina: o mediador (neuro-hormônio) é sintetizado pelo neurônio que o libera diretamente na corrente sanguínea.

Natureza Química dos Hormônios

- Proteínas e Polipeptídios: cadeias de aminoácidos
 - ✓ hipófise superior e anterior
 - ✓ pâncreas: insulina e glucagon
 - ✓ paratireóide: hormônios paratireóideo
- Esteróides: sintetizado a partir do colesterol
 - ✓ supra-renal: cortisol e aldosterona
 - ✓ ovários e placenta: estrógeno e progesterona
 - ✓ testículos: testosterona
- Derivados do a.a tirosina:
 - ✓ tireóide: tiroxina e triiodotironina
 - ✓ medula adrenal: epinefrina e norepinefrina

TABELA 7-1

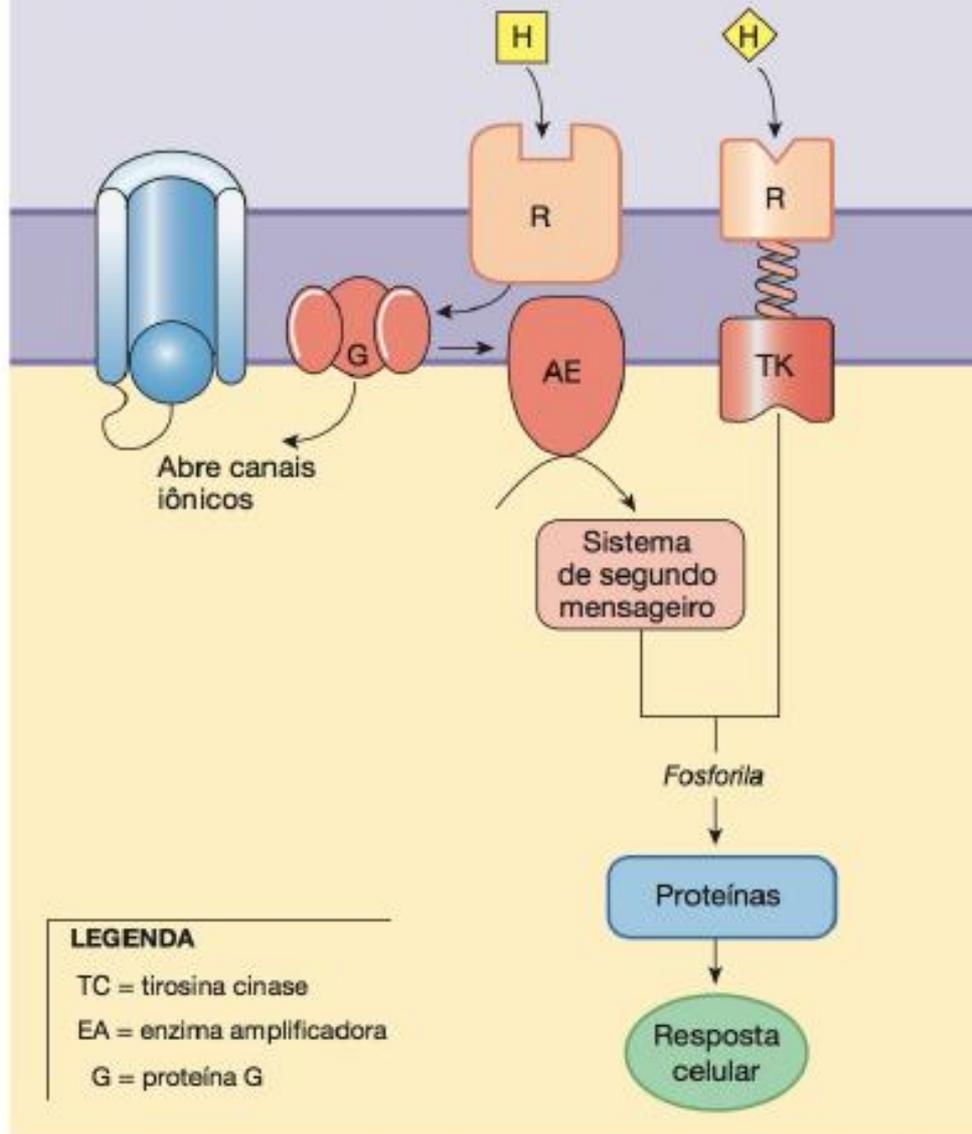
Comparação dos hormônios peptídeos, esteroides e derivados de aminoácidos

	HORMÔNIOS PEPTÍDEOS	HORMÔNIOS ESTEROIDES	DERIVADOS DA TIROSINA	
			CATECOLAMINAS	HORMÔNIO DA TIREOIDE
Síntese e armazenamento	Síntese prévia; armazenamento em vesículas secretórias	Sintetizados a partir de precursores de acordo com a demanda	Síntese prévia; armazenamento em vesículas secretórias	Síntese prévia; precursor armazenado em vesículas secretórias
Liberação da célula secretora	Exocitose	Difusão simples	Exocitose	Difusão simples
Transporte no sangue	Dissolvidos no plasma	Ligados a proteínas carreadoras	Dissolvidas no plasma	Ligados a proteínas carreadoras
Meia-vida	Curta	Longa	Curta	Longa
Localização do receptor	Membrana celular	Citoplasma ou núcleo; alguns também têm receptor na membrana	Membrana celular	Núcleo
Resposta à ligação do ligante ao receptor	Ativação de sistemas de segundo mensageiro; pode ativar genes	Ativação de genes para a transcrição e tradução; pode ter efeitos não genômicos	Ativação de sistemas de segundo mensageiro	Ativação de genes para a transcrição e tradução
Resposta geral do alvo	Modificação de proteínas existentes e indução da síntese de novas proteínas	Indução da síntese de novas proteínas	Modificação de proteínas existentes	Indução da síntese de novas proteínas
Exemplos	Insulina, hormônio da paratireoide	Estrogênio, androgênios, cortisol	Adrenalina, noradrenalina	Tiroxina (T ₄)

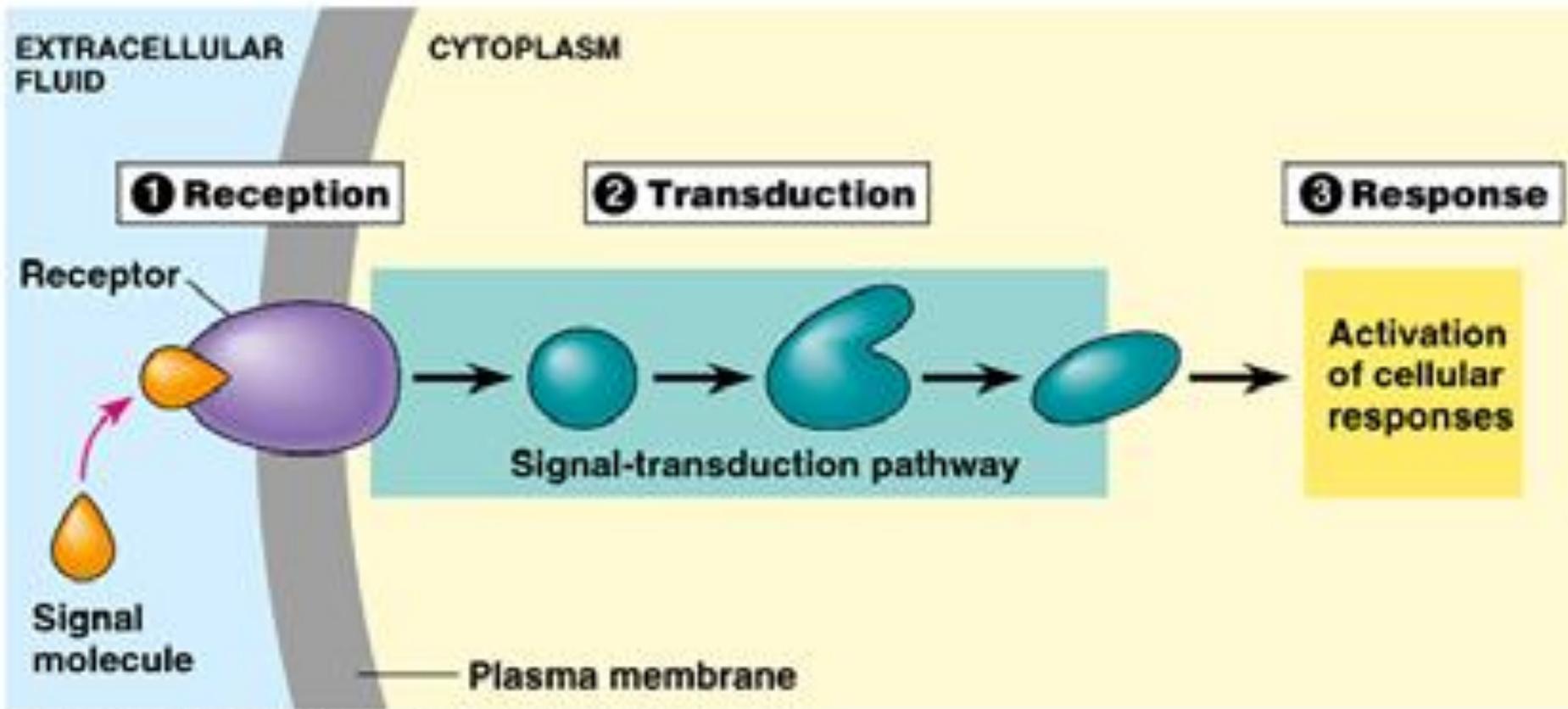
Mecanismo de Ação dos Hormônios

Características	Hormônios derivados de aminoácidos	Hormônios derivados do colesterol
Localização do receptor no tecido alvo	Membrana externa da célula	Citoplasma ou núcleo
Sítios de ação	Membrana	Núcleo
Mecanismo de ação	Mudanças na membrana com a formação de mensageiros intracelulares	Mudanças na expressão gênica, afetam a síntese de mRNA e proteína

Hormônios peptídeos (H) não podem entrar nas suas células-alvo e devem ligar-se a receptores de membrana (R) para iniciar o processo da transdução de sinal.



● **FIGURA 7-5** Receptores de membrana e transdução de sinais de hormônios peptídeos.



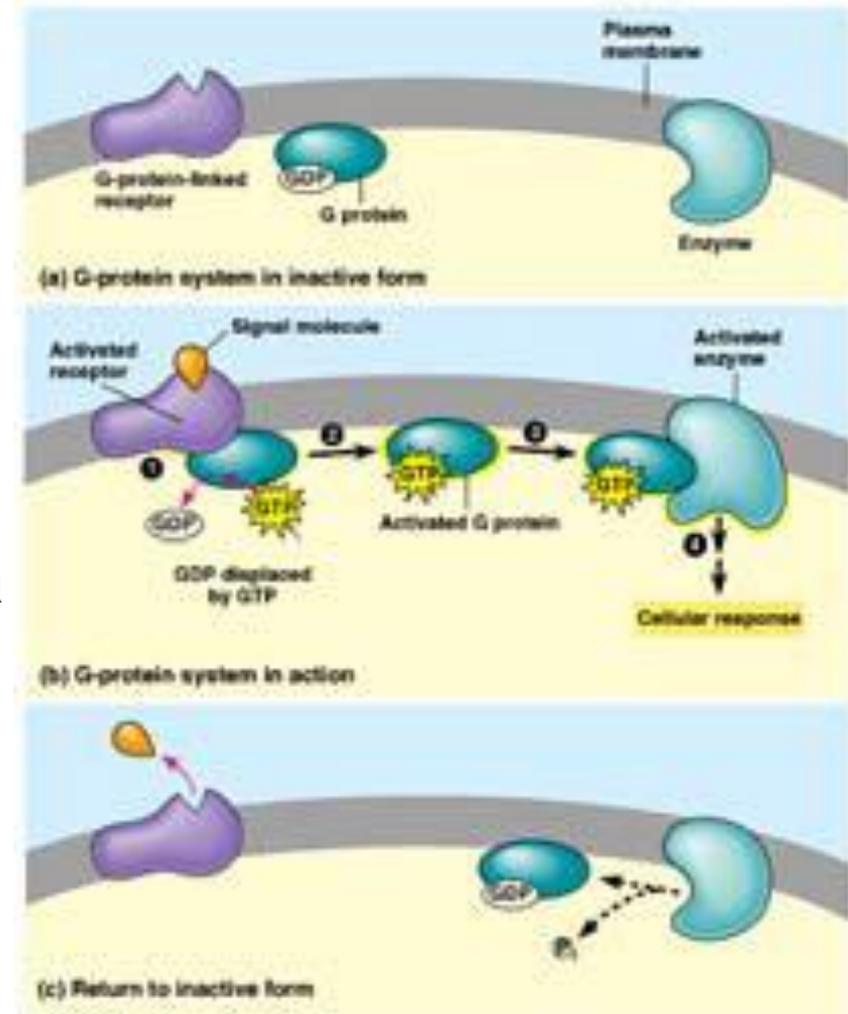
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Quais são os receptores de membrana???

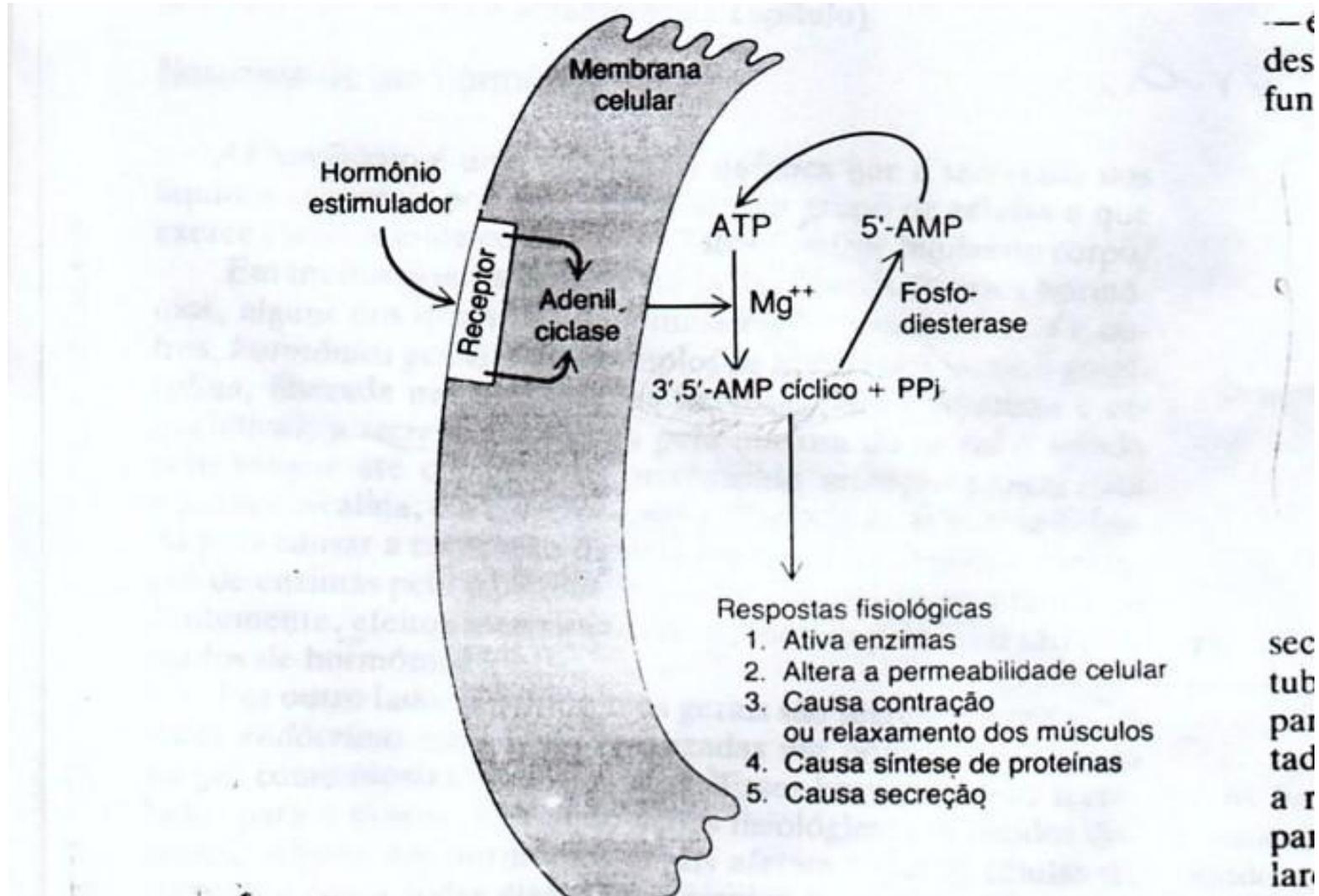
- Receptores acoplados à proteína G (metabotrópicos)
- Receptores canais (ionotrópicos)
- Receptores tirosina-quinase

Receptores acoplados à proteína-G

1. Ativação do receptor - ligante
2. GTP desloca GDP
3. Liga/ativa outra proteína (enzima)
4. Ativa enzima e continua via de sinalização



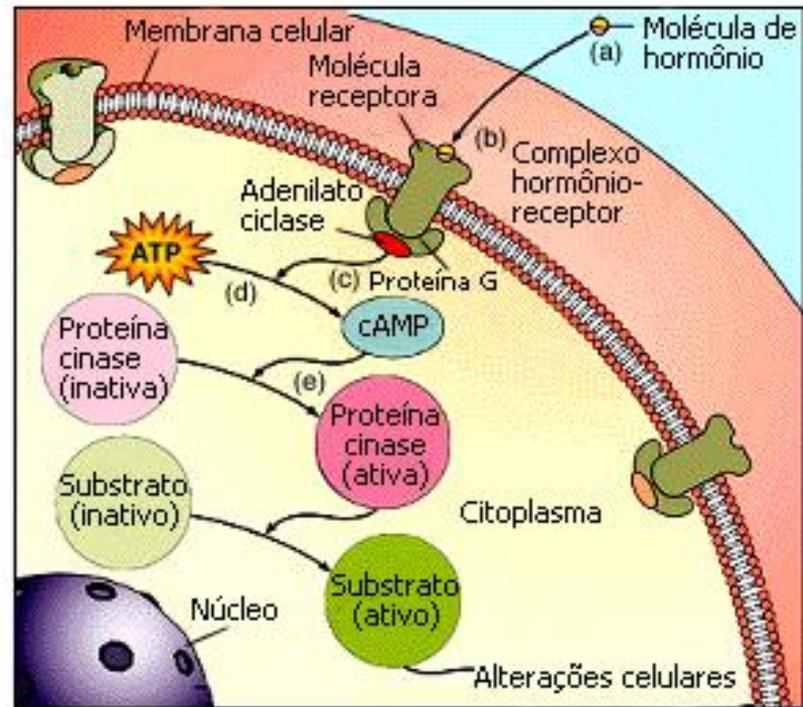
O Mecanismo do Adenilato-ciclase (AMP cíclico)



des fun

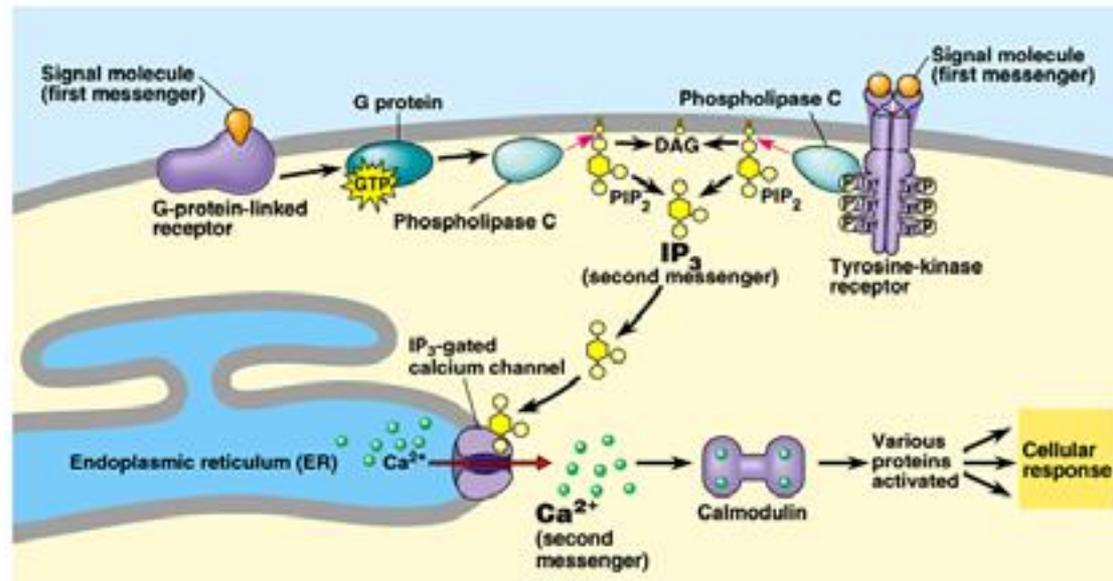
sec tub par tad a r par lar

O Mecanismo do Adenilato-cliclase (AMP cíclico)



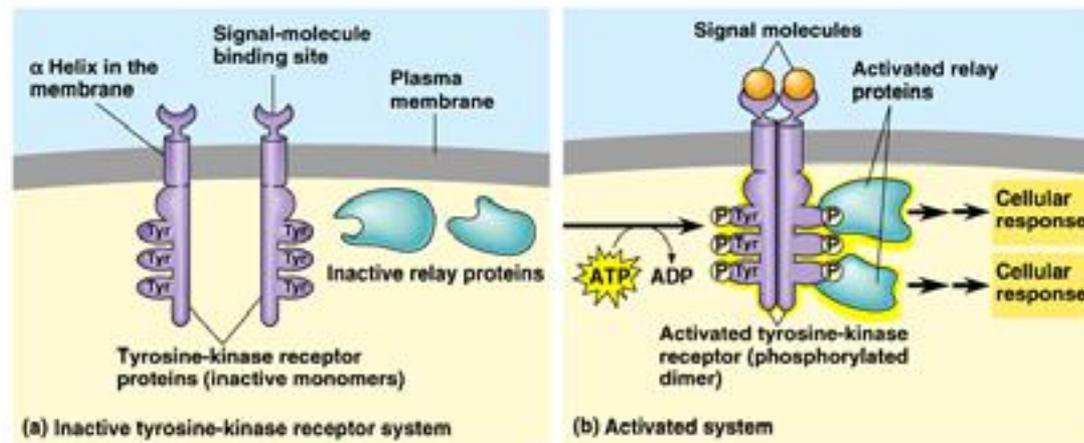
(a) Fluidos corpóreos transportam moléculas de hormônios não-esteróides para a célula-alvo, onde se combinam (b) com sítios receptores na membrana celular. (c) Isso ativa moléculas de adenilato ciclase, que (d) catalisa a conversão de ATP em adenosina monofosfato cíclico (AMPc). (e) A AMPc promove uma série de reações levando a alterações celulares relacionadas com a ação do hormônio.

Receptores acoplados a proteína G – via do IP3 e DAG (diacilglicerol)



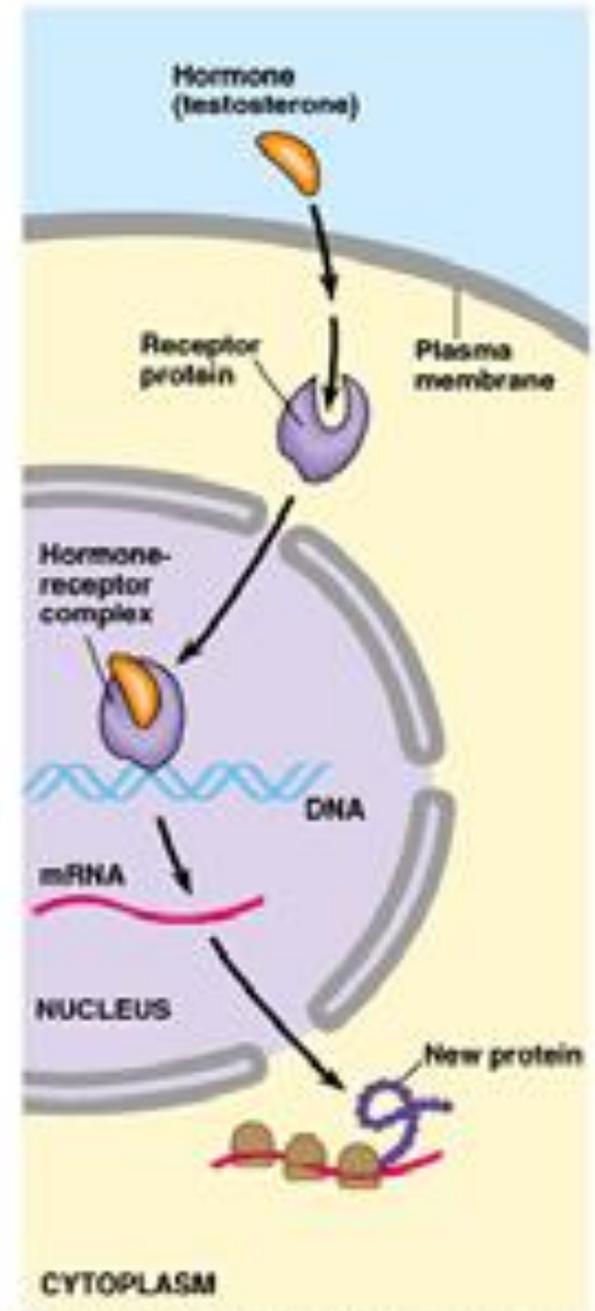
Receptores Tirosina-quinase

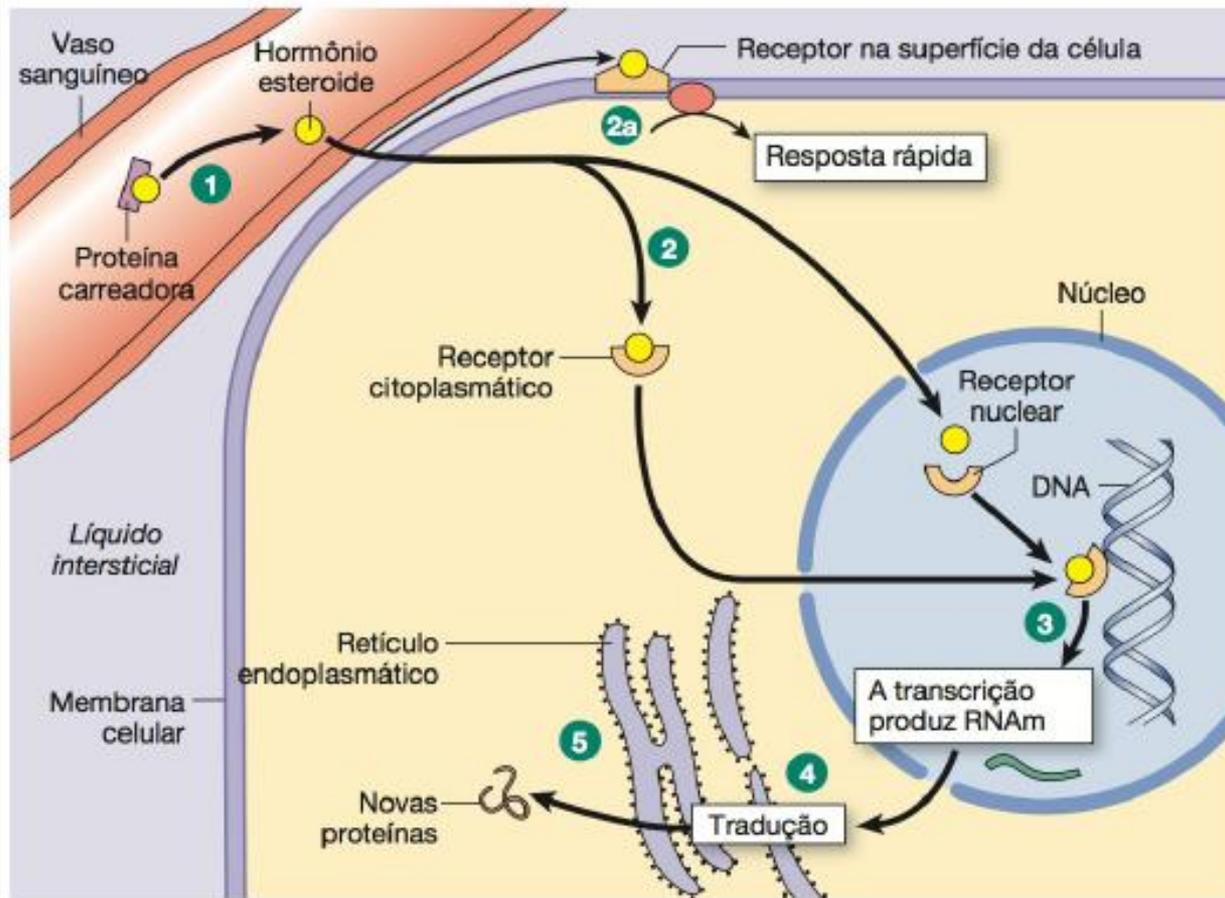
1. Dimerização (ligação de 2 receptores)
2. Ativação da enzima - Tirosina quinase
3. Adição de grupos fosfatos
4. Ativação de enzimas
5. Resposta celular



Receptores Intracelulares

1. Sinal passa através da membrana
2. Liga à proteínas intracelulares
3. Reposta celular





1 A maioria dos esteroides hidrofóbicos está ligada a proteínas carreadoras plasmáticas. Somente hormônios não ligados podem difundir-se para dentro das células-alvo.

2 Os receptores de hormônios esteroides estão no citoplasma ou no núcleo.

2a Alguns hormônios esteroides também se ligam a receptores de membrana que usam sistemas de segundo mensageiro para criar respostas celulares rápidas.

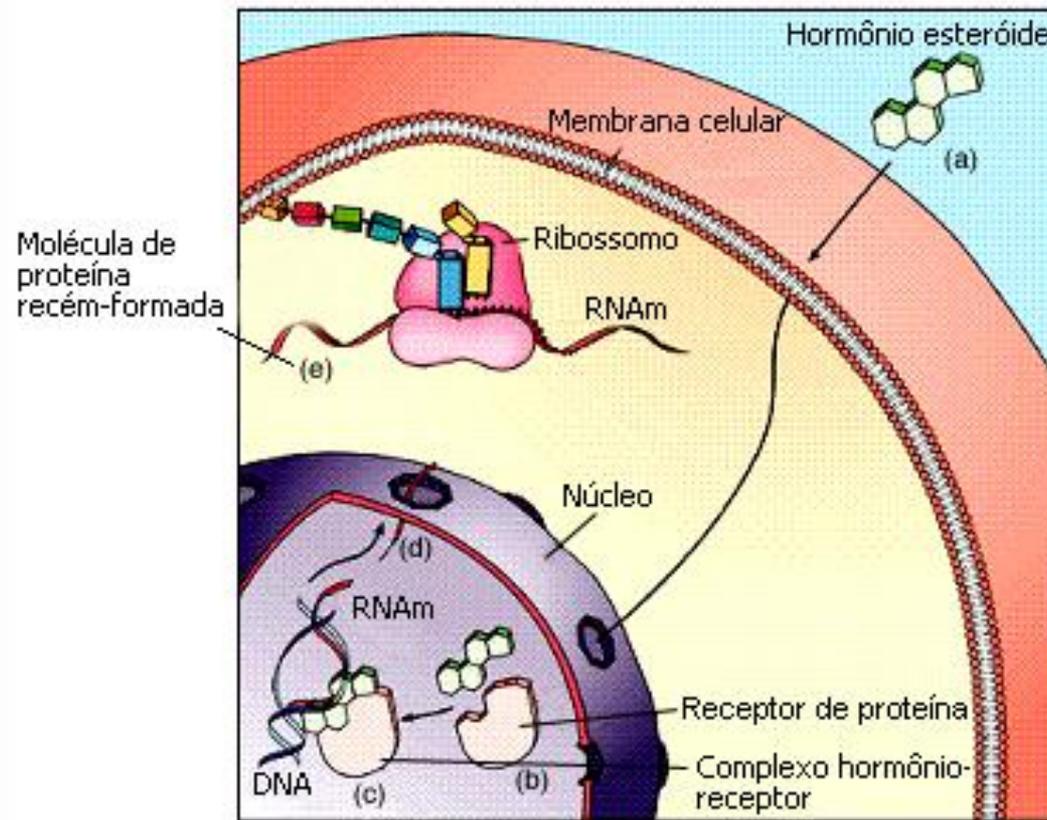
3 O complexo hormônio-receptor liga-se ao DNA e ativa ou inibe um ou mais genes.

4 Genes ativados produzem novos RNAm que se movem de volta para o citoplasma.

5 A tradução produz novas proteínas para os processos celulares.

● **FIGURA 7-7** Ação dos hormônios esteroides.

Ação direta (esteróides)



(a) Um hormônio esteróide atravessa a membrana celular e (b) combina-se com um receptor de proteína. (c) O complexo hormônio-receptor ativa a síntese de RNA mensageiro (RNAm). (d) O RNAm deixa o núcleo e (e) orienta a síntese protéica.

Curiosidade dos Hormônios

Hormônio	Onde é Produzido	Função
Aldosterona	Adrenais	Ajuda na regulação do equilíbrio do sal e da água através de sua retenção e da excreção do potássio
Hormônio antidiurético (vasopressina)	Hipófise	Faz com que os rins retenham água e, juntamente com aldosterona, ajuda no controle da pressão arterial
Corticosteróide	Adrenais	Produz efeitos disseminados por todo o organismo; em especial, tem uma ação antiinflamatória; mantém a concentração sérica de açúcar, a pressão arterial e a força muscular; auxilia no controle do equilíbrio do sal e da água

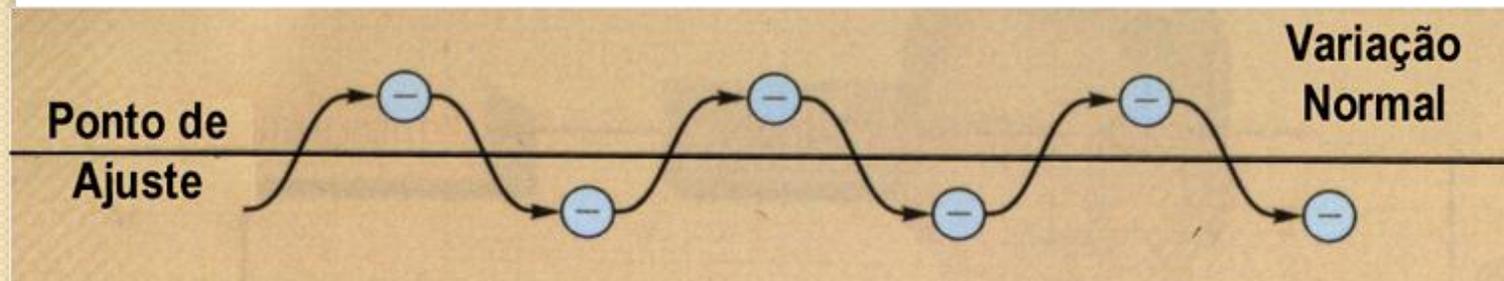
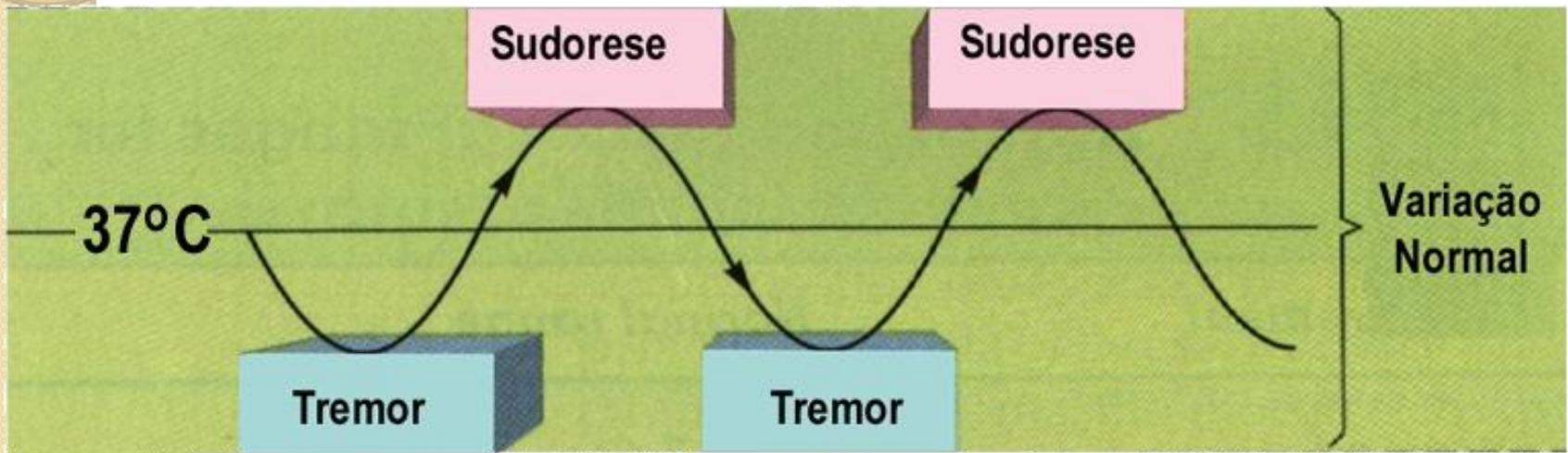
Corticotropina	Hipófise	Controla a produção e a secreção de hormônios do córtex adrenal
Eritropoietina	Rins	Estimula a produção de eritrócitos
Estrogênios	Ovários	Controla o desenvolvimento das características sexuais e do sistema reprodutivo femininos
Glucagon	Pâncreas	Aumenta a concentração sérica de açúcar
Hormônio do crescimento	Hipófise	Controla o crescimento e o desenvolvimento; promove a produção de proteínas
Insulina	Pâncreas	Reduz a concentração sérica de açúcar; afeta o metabolismo da glicose, das proteínas e das gorduras em todo corpo

Hormônio luteinizante e hormônio folículoestimulante	Hipófise	Controlam as funções reprodutoras, como a produção de espermatozóides e de sêmen, a maturação dos óvulos e os ciclos menstruais; controlam as características sexuais masculinas e femininas (p.ex., a distribuição dos pêlos, a formação dos músculos, a textura e a espessura da pele, a voz e, talvez, os traços da personalidade)
Ocitocina	Hipófise	Produz contração da musculatura uterina e dos condutos das glândulas mamárias
Paratormônio (hormônio paratireoideo)	Paratireóides	Controla a formação óssea e a excreção do cálcio e do fósforo

Progesterona	Ovários	Prepara o revestimento do útero para a implantação de um ovo fertilizado e prepara as glândulas mamárias para a secreção de leite
Prolactina	Hipófise	Inicia e mantém a produção de leite das glândulas mamárias
Renina e angiotensina	Rins	Controlam a pressão arterial
Hormônio tireoidiano	Tireóide	Regula o crescimento, a maturação e a velocidade do metabolismo
Hormônio estimulante da tireóide	Hipófise	Estimula a produção e a secreção de hormônios pela tireóide

Os seres vivos possuem mecanismos de ajustes que controlam as variáveis biológicas em determinadas quantidades.

Regulação da temperatura corporal



Variações normais para determinados parâmetros sanguíneos

Parâmetros	Variações Normais
pH	7,35 – 7,43
HCO₃⁻	21,3 - 28,5 mEq/L
Na⁺	136 – 156 mEq/L
Ca⁺⁺	4,6 – 5,2 mEq/L
O₂	17,2 – 22,0 ml/100ml
Uréia	12 - 35 mg/100ml
Aminoácidos	3,3 - 5,1 mg/100ml
Proteínas	6,5 – 8,0 mg/100ml
Lipídios Totais	350 - 850 mg/100ml
Glicose	75 - 110 mg/100ml

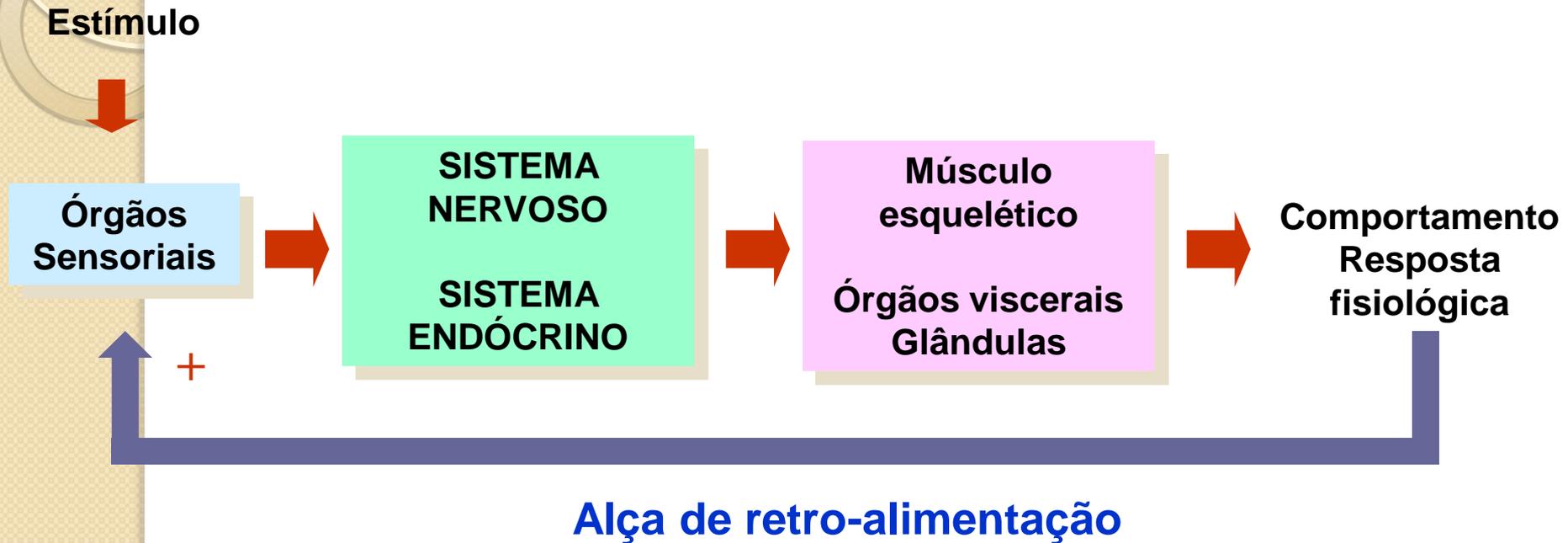
Retroalimentação

O único princípio unificador quanto à função do sistema endócrino é a sua regulação.

O mecanismo fundamental é o Feedback (retroalimentação), que pode ser positivo ou negativo.

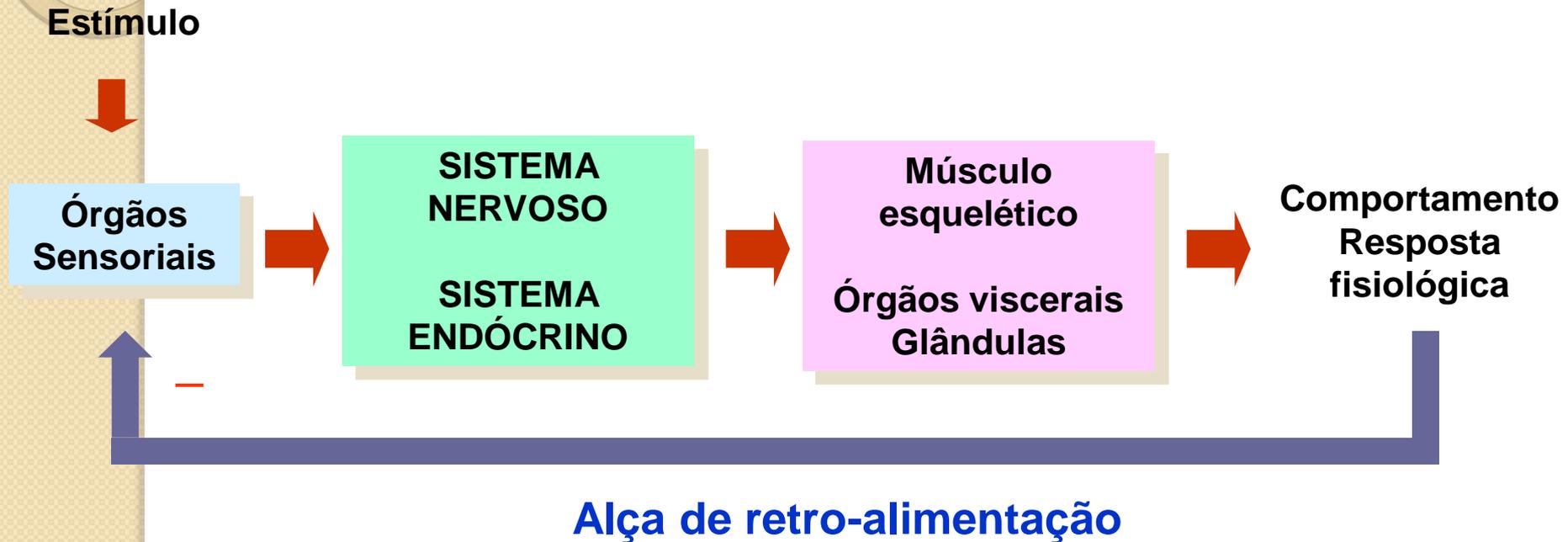
- **No feedback positivo**, aumentos circulantes no nível de um hormônio deflagra mecanismos que resultam em aumento adicional de sua concentração.
- **No feedback negativo**, o aumento no nível do hormônio resulta em respostas que limitam a produção adicional deste mesmo hormônio.

Mecanismo de retro-alimentação **POSITIVA**



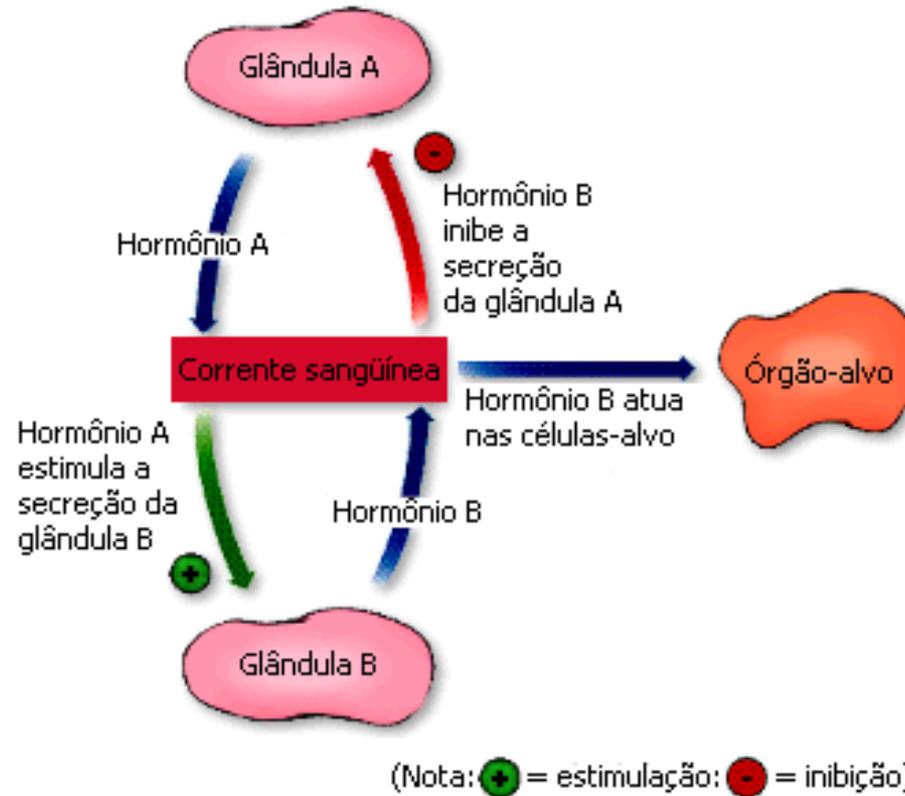
Controlar ou regular uma quantidade num determinado nível por tempo limitado.

Mecanismo de retro-alimentação **NEGATIVA**



Controlar ou regular uma quantidade num determinado nível e mantê-lo estável a longo prazo.

Mecanismo de retro-alimentação **NEGATIVA**



Exemplo de um sistema de *feedback* negativo. A glândula A secreta um hormônio que estimula a glândula B a aumentar a secreção de outro hormônio. O hormônio da glândula B modifica suas células-alvo e inibe a atividade da glândula A.

Bibliografia

- FRANCCONE, CA; JACOB, SW; LOSSON, WJ. Anatomia e Fisiologia Humana. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990.
- GUYTON, AC; HALL, JE. Fisiologia humana e mecanismos das doenças. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- GUYTON, AC; HALL, JE. Tratado de Fisiologia Médica. 9.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.
- TORTORA. Princípios de anatomia e fisiologia. Guanabara Koogan.
- SILVERTHORN. Fisiologia Humana – uma abordagem integrada. Manole.