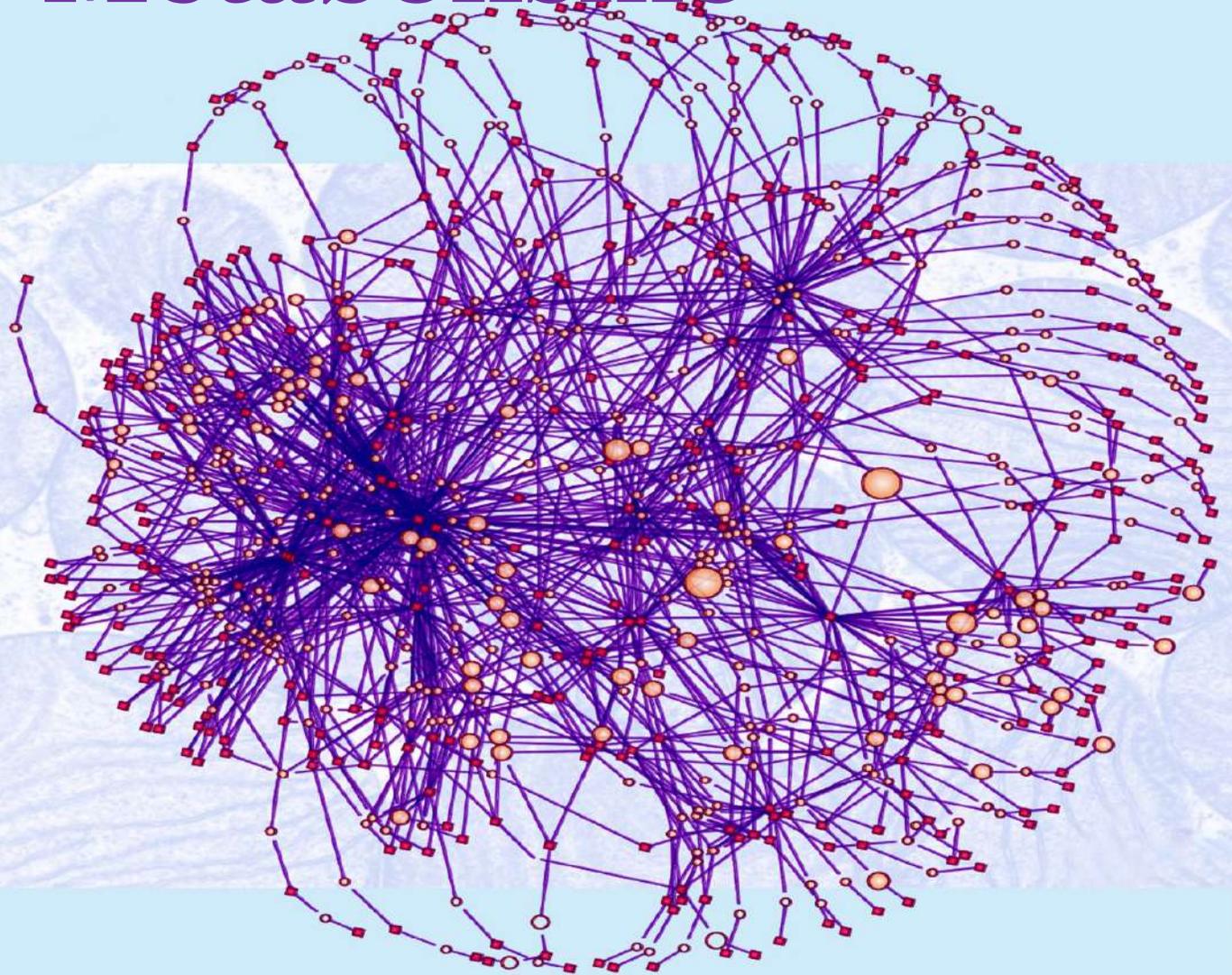


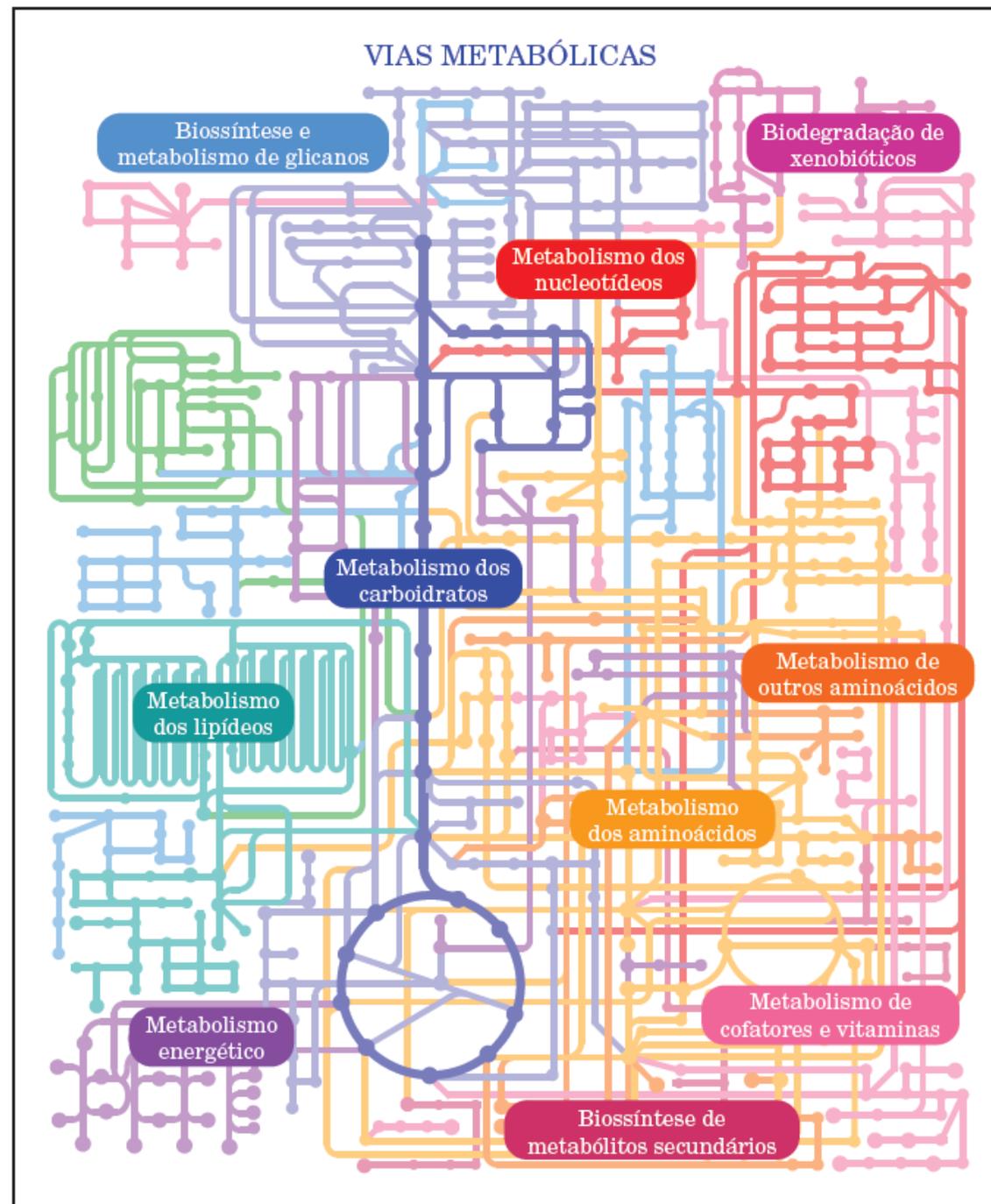
# Integração do Metabolismo



As vias metabólicas  
são interconectadas

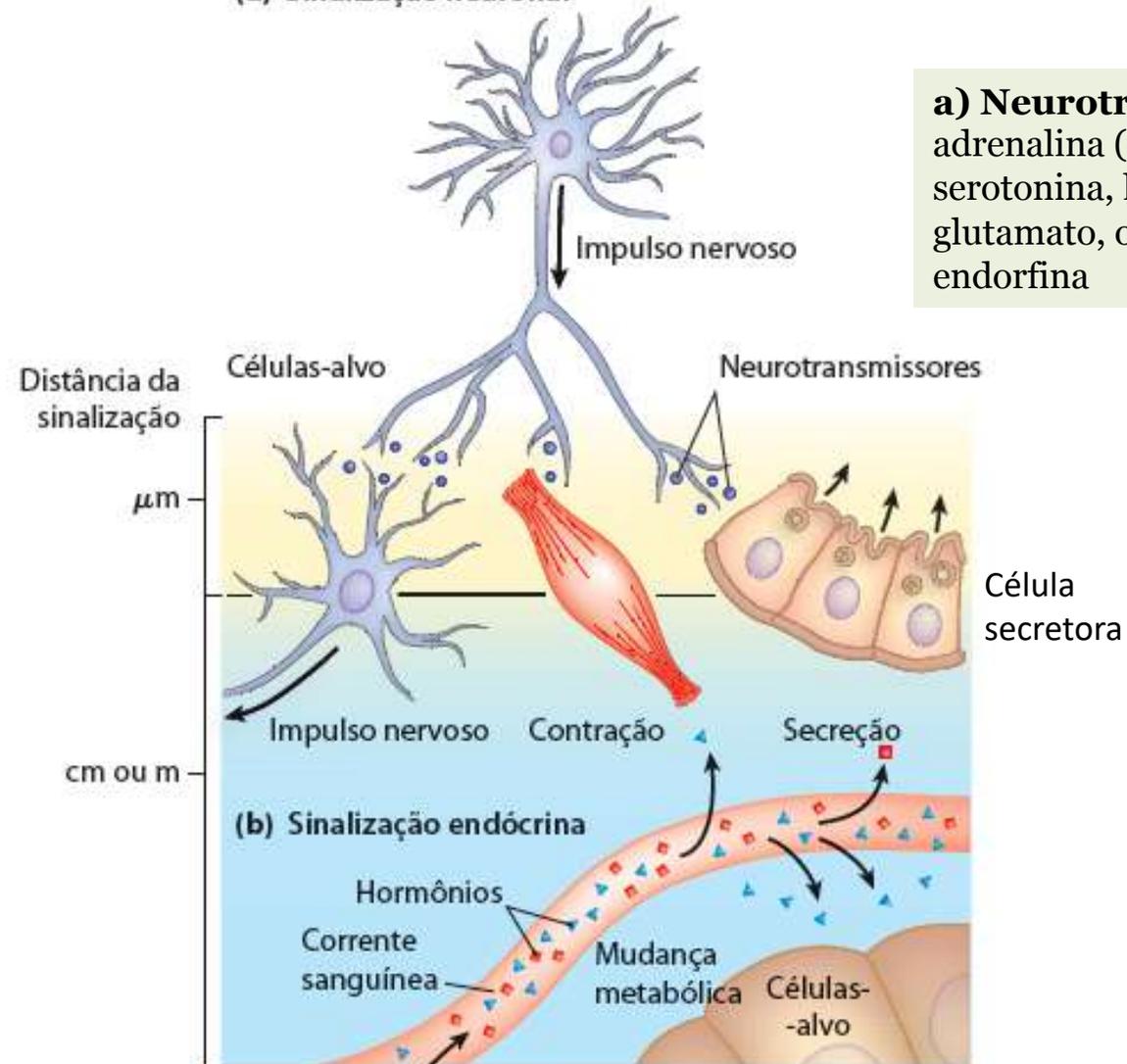


A coordenação do  
metabolismo em  
mamíferos é realizada  
pelo sistema  
neuroendócrino



# Sinalização pelo sistema neuroendócrino

(a) Sinalização neuronal

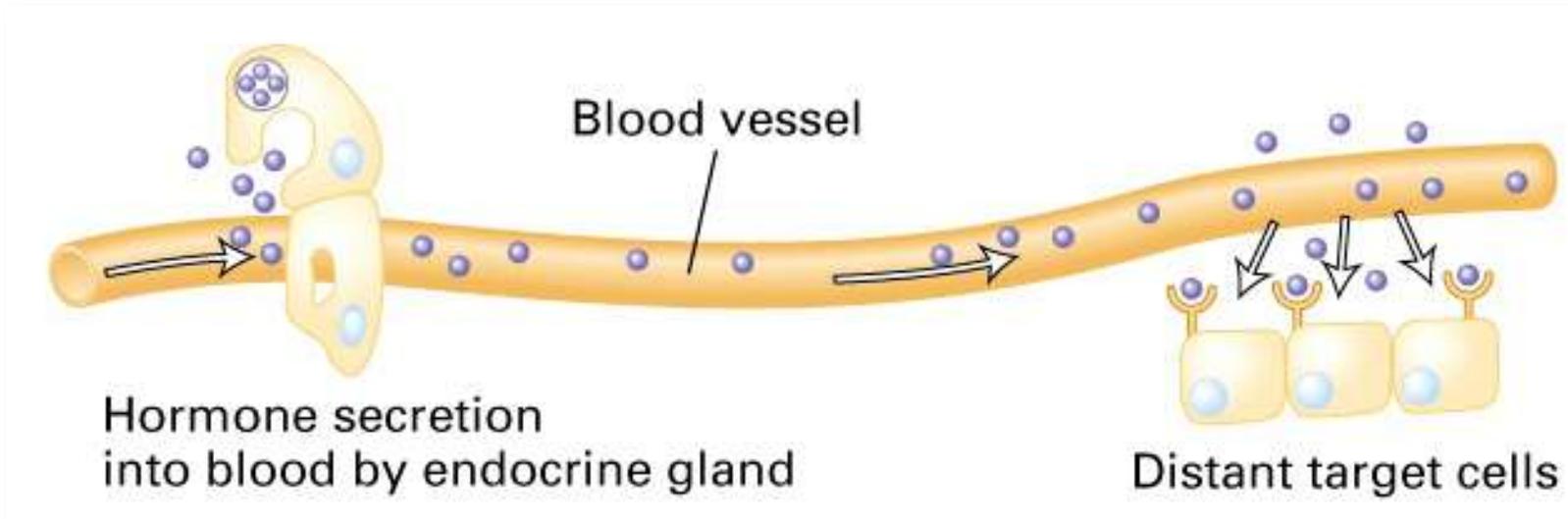


**a) Neurotransmissores:** adrenalina (ou epinefrina), serotonina, histamina, glutamato, oxitocina, endorfina

**Receptor interno (núcleo) ou na superfície celular**

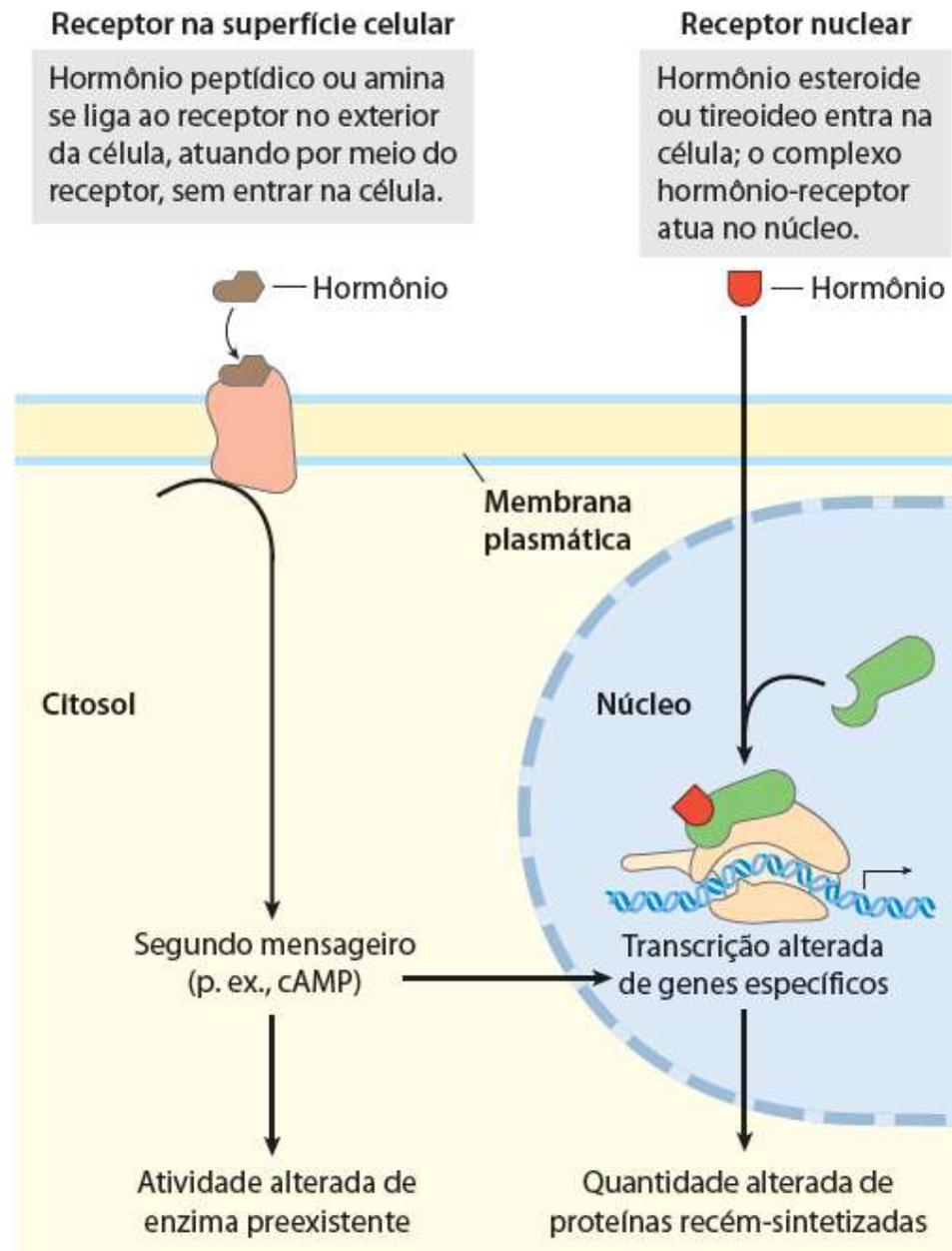
**b) Hormônios:** insulina e glucagon

# Regulação hormonal do Metabolismo



- pressão, volume e balanço eletrolítico do sangue
- embriogênese
- diferenciação sexual
- reprodução
- **fome (adolescência, gravidez)**
- comportamento alimentar
- digestão
- metabolismo de combustíveis e [Glicose] sanguínea

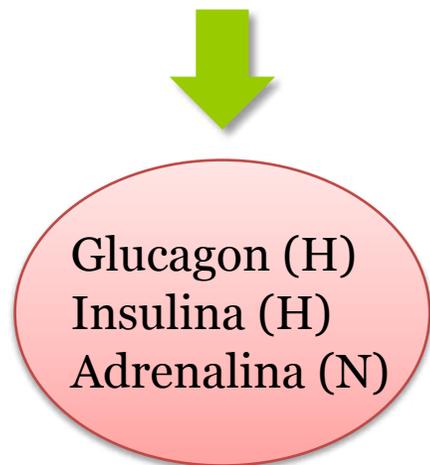
# Dois mecanismos gerais de ação hormonal



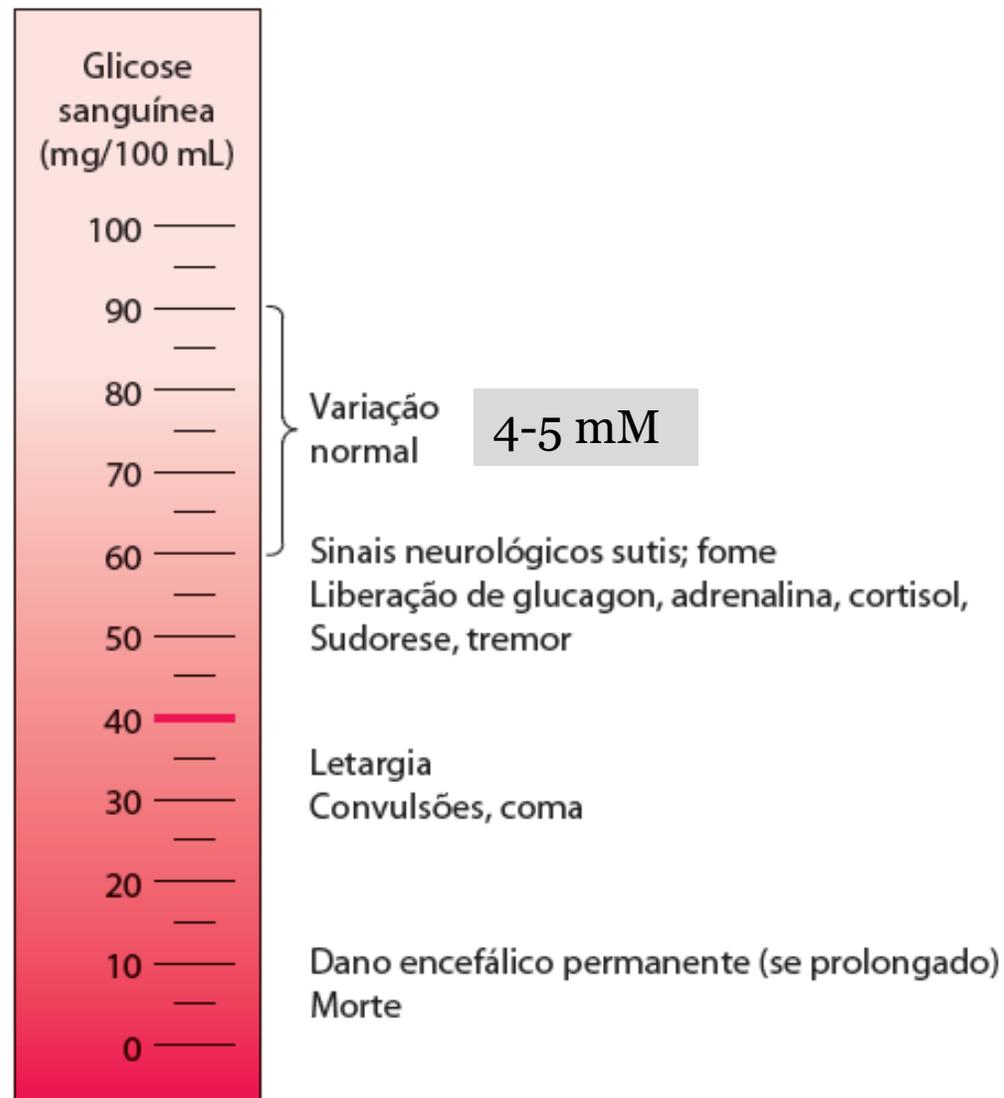
**FIGURA 23-3** Dois mecanismos gerais da ação hormonal. Os hormônios peptídicos e do tipo amina agem mais rapidamente do que os esteróides e os tireóideos.

# Ex. Regulação de [Glicose] no sangue

[glicose] no sangue é  
estritamente regulada: 4-5 mM



Fígado  
Músculo  
Tecido adiposo



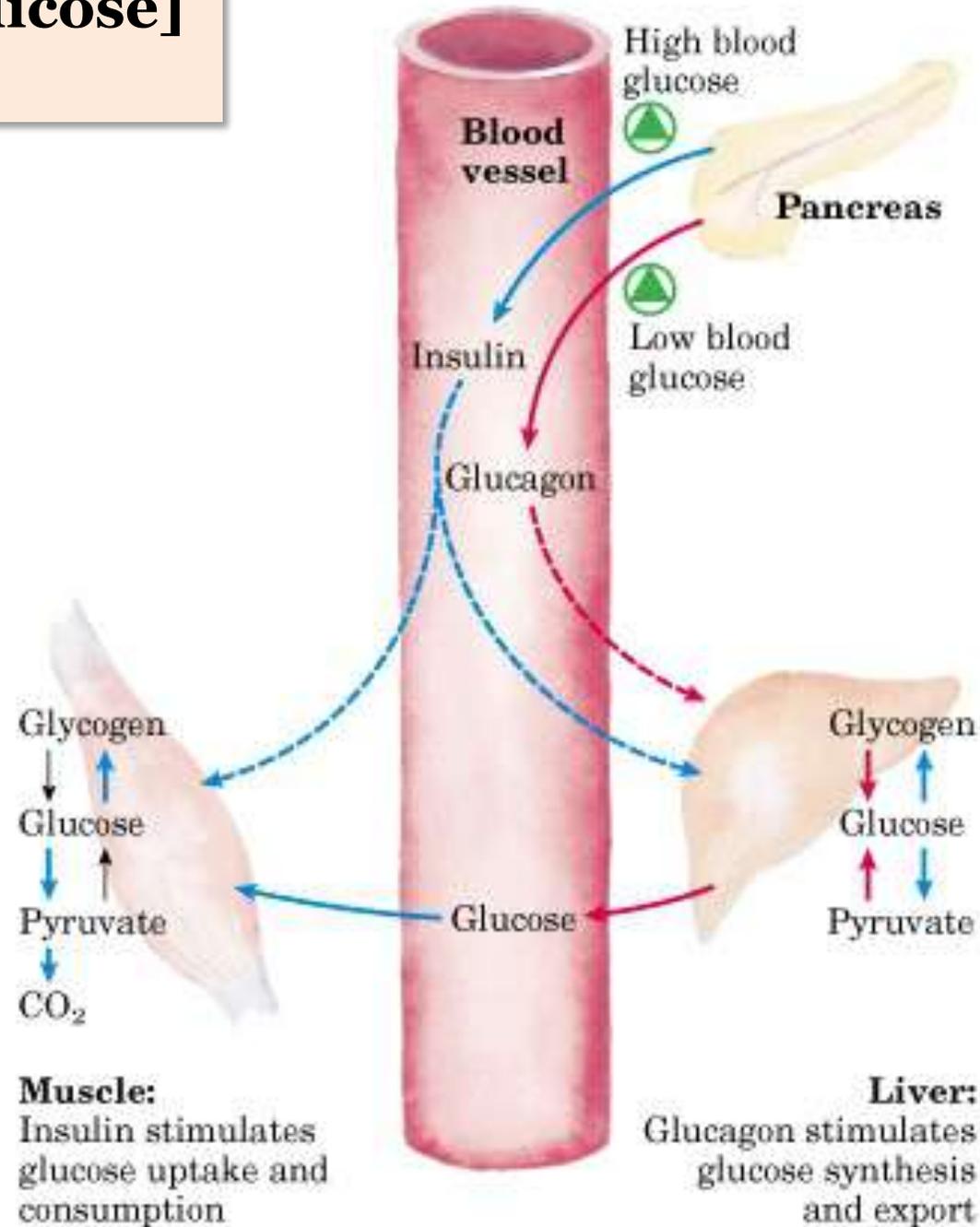
**FIGURA 23-24** Efeitos fisiológicos do baixo nível de glicose sanguínea em humanos. Os níveis de glicose sanguínea de 40 mg/100 mL ou abaixo constituem hipoglicemia grave.

Na aula de Integração do metabolismo, **os alunos participam ativamente** integrando os conceitos aprendidos em aulas anteriores, com ajuda de material de apoio (literatura)



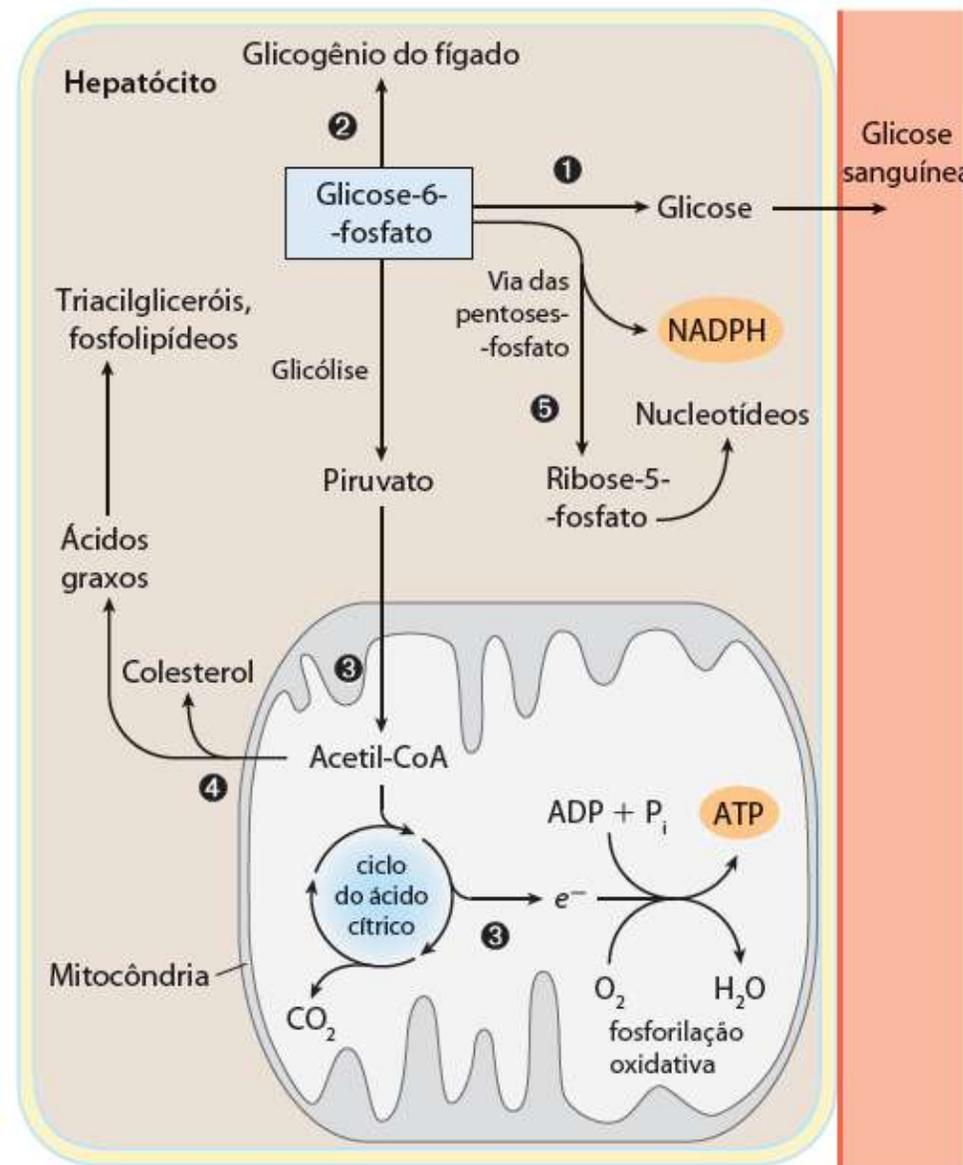
# Regulação de [Glicose] no sangue

alunos



# Metabolismo de açúcares no fígado

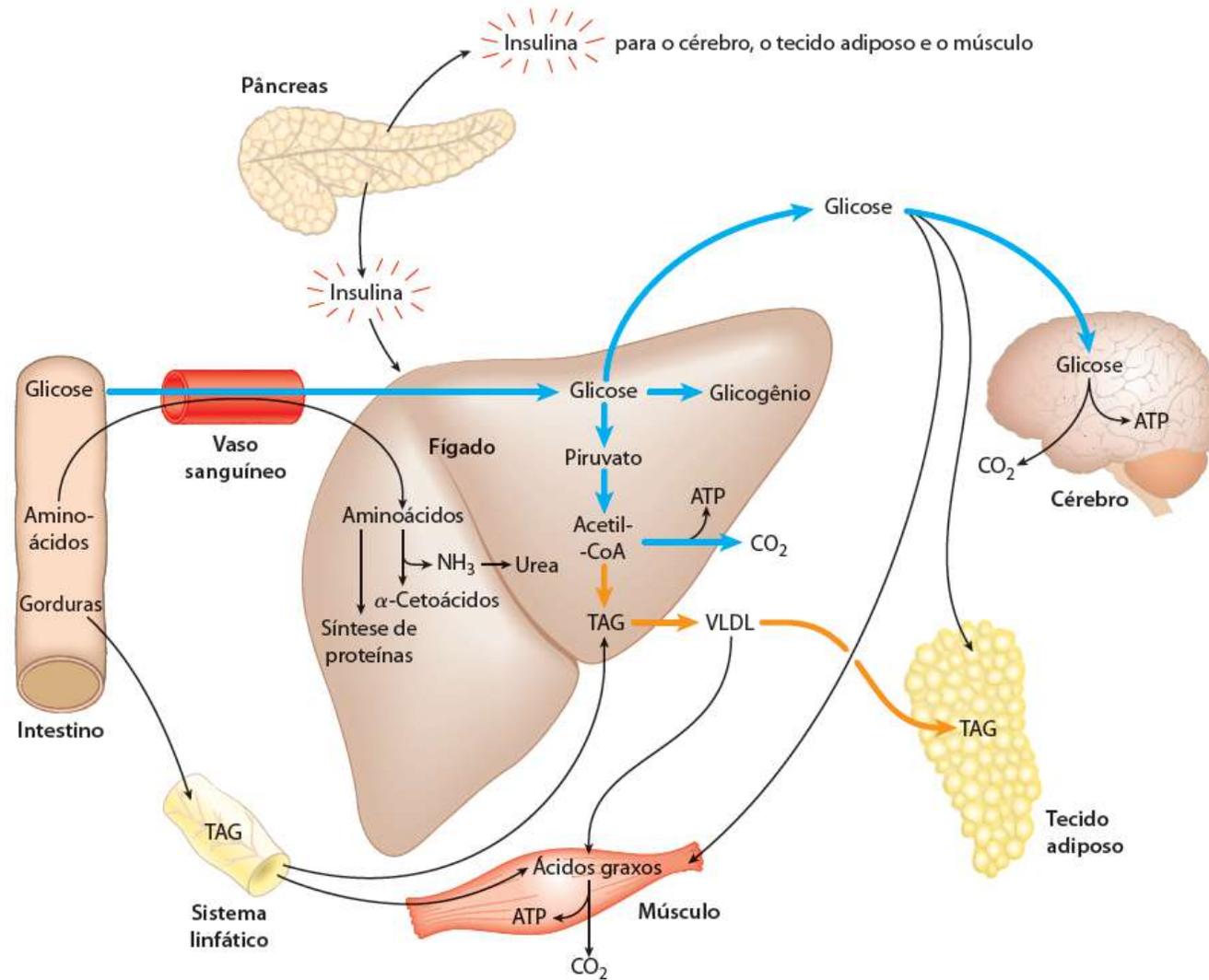
alunos



**FIGURA 23-12 Vias metabólicas para a glicose-6-fosfato no fígado.** Nas Figuras 23-13, 23-14 e nesta, as vias anabólicas são representadas na ascendente, as vias catabólicas na descendente, e a distribuição para outros órgãos na horizontal. Os processos numerados em cada figura estão descritos no texto.

# Período Absortivo (segue à tomada de refeições)

alunos

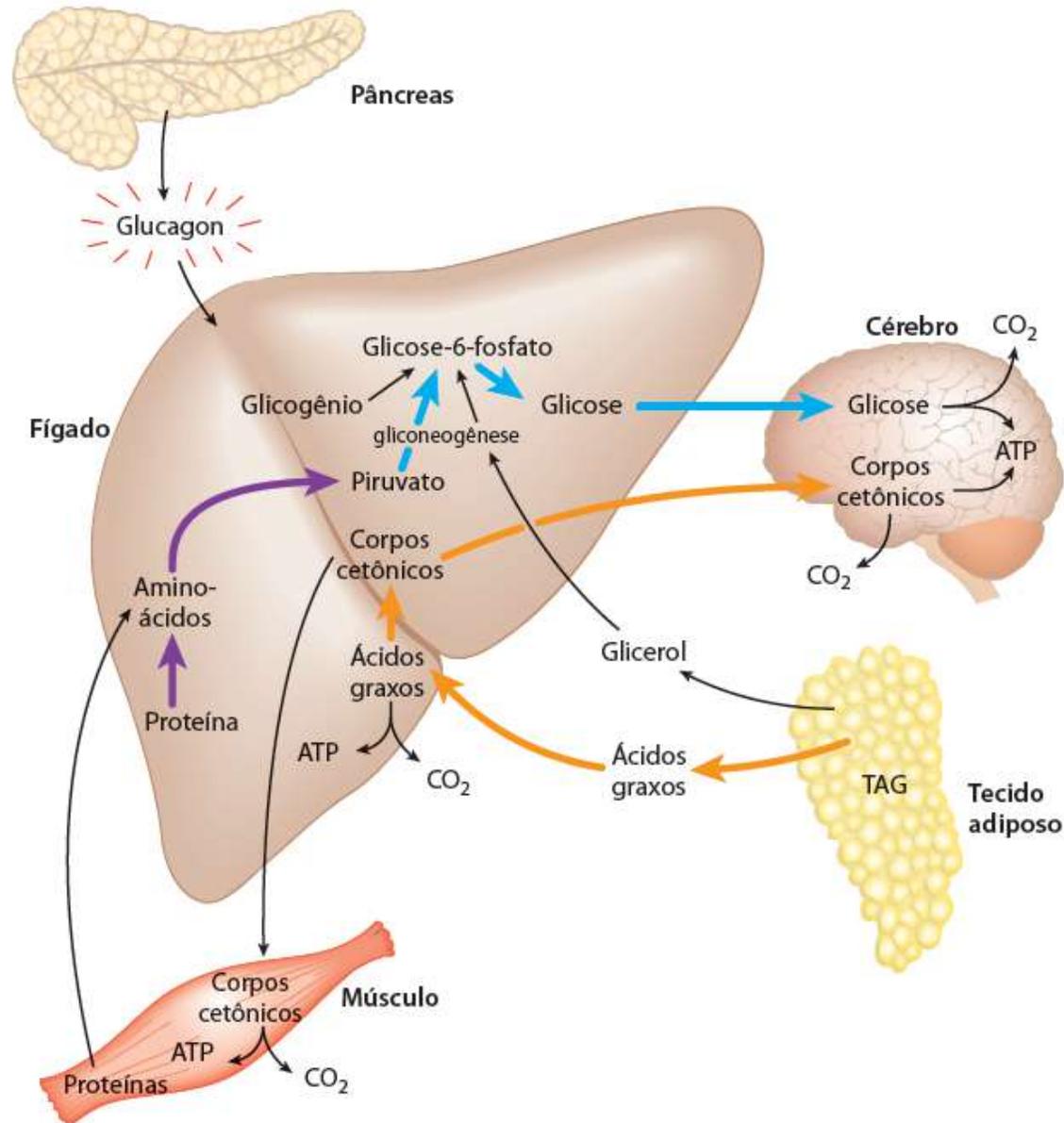


**FIGURA 23-25 O estado bem-alimentado: o fígado lipogênico.** Imediatamente após uma refeição rica em calorias, a glicose, os ácidos graxos e os aminoácidos entram no fígado. A insulina, liberada em resposta à alta concentração sanguínea de glicose, estimula a captação do açúcar pelos tecidos. Parte da glicose é exportada para o cérebro para suas necessidades energéticas e parte para os tecidos adiposo e muscular. No fígado, o excesso de glicose é oxidado a acetil-CoA, que é usada na síntese de ácidos graxos

que são exportados como triacilgliceróis, em VLDL, para os tecidos adiposo e muscular. O NADPH necessário para a síntese de lipídeos é obtido pela oxidação da glicose na via das pentoses-fosfato. O excesso de aminoácidos é convertido em piruvato e acetil-CoA, também usados para a síntese de lipídeos. As gorduras da dieta se deslocam na forma de quilomícra, via sistema linfático, do intestino para o músculo e o tecido adiposo.

# Período Pós-absortivo (algumas horas sem alimento)

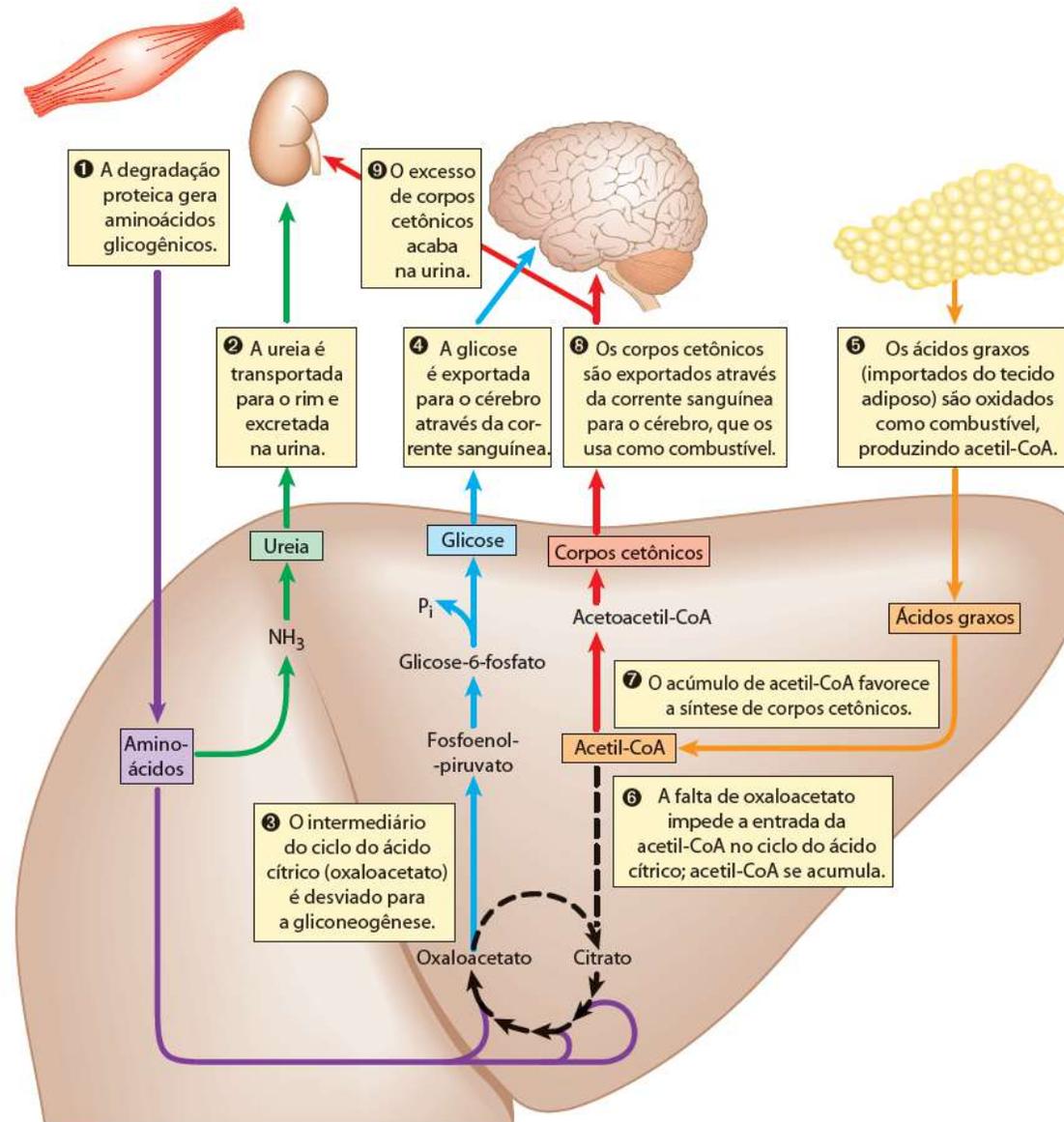
alunos



**FIGURA 23-29 O estado de jejum: o fígado glicogênico.** Após algumas horas sem alimento, o fígado torna-se a principal fonte de glicose para o cérebro. O glicogênio hepático é degradado, e a glicose-1-fosfato produzida é convertida em glicose-6-fosfato e, a seguir, em glicose livre, que é liberada para a corrente sanguínea. Os aminoácidos procedentes da degradação das proteínas no fígado e no músculo e o glicerol oriundo da degradação dos TAGs no tecido adiposo são utilizados para a gliconeogênese. O fígado usa os ácidos graxos como seu combustível principal, e o excesso de acetil-CoA é convertido em corpos cetônicos exportados para outros tecidos; o cérebro é particularmente dependente deste combustível quando há deficiência de fornecimento de glicose (ver Figura 23-21). (As setas azuis mostram a trajetória da glicose; as setas alaranjadas, a dos lipídeos; e as setas roxas, a dos aminoácidos.)

# Jejum prolongado (ou diabetes tipo I não tratado)

alunos



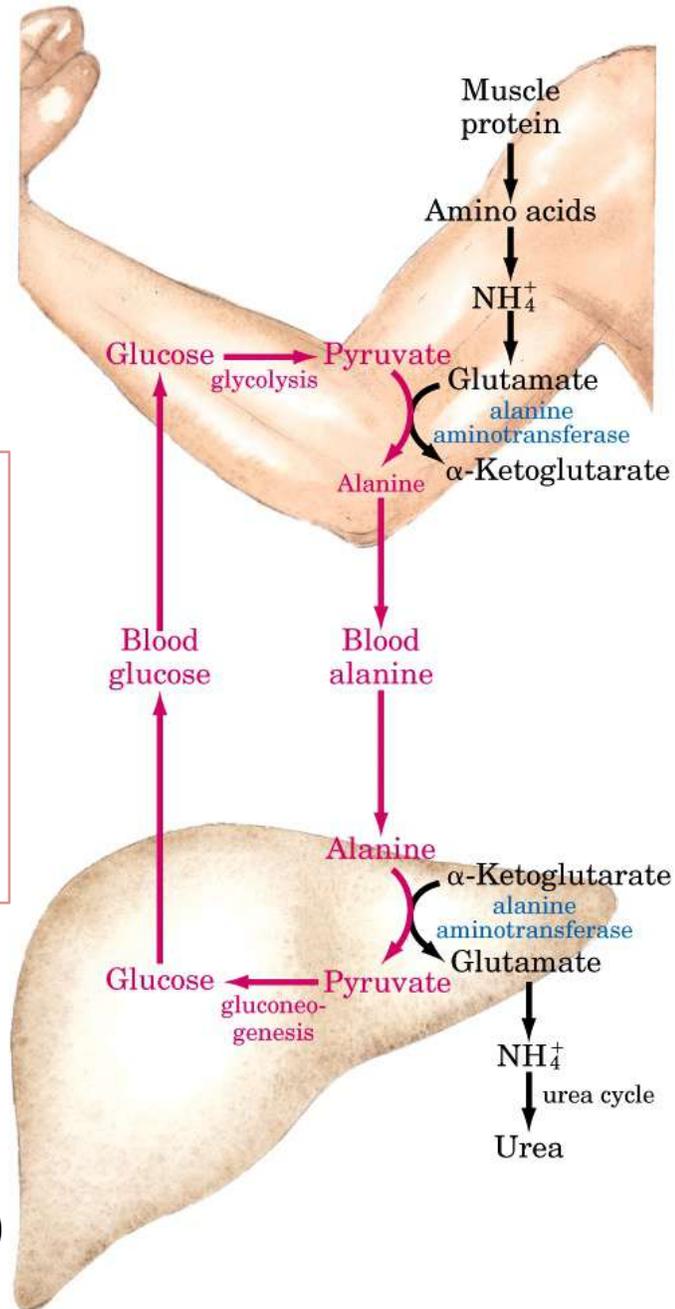
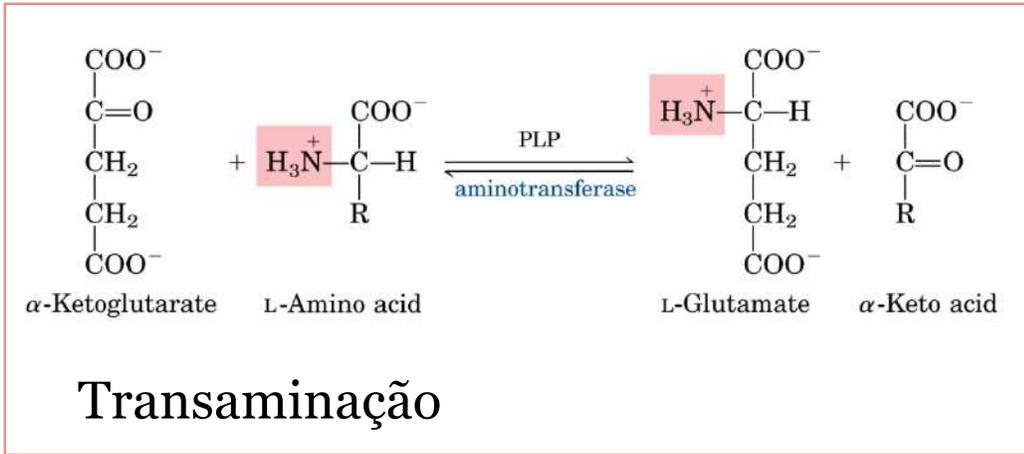
**FIGURA 23-30** Metabolismo energético no fígado durante jejum prolongado ou no diabetes melito não controlado. As etapas numeradas estão descritas no texto. Após a depleção dos estoques de carboidratos (glicogênio), a gliconeogênese no fígado torna-se a principal fonte de glicose para o cérebro (setas verdes). A NH<sub>3</sub> da desaminação dos aminoácidos é convertida em ureia e excretada (setas verdes). Os aminoácidos provenientes da degradação das proteínas (setas roxas) fornecem substratos

para a gliconeogênese, e a glicose é exportada para o cérebro. Os ácidos graxos são importados do tecido adiposo para o fígado e são oxidados a acetil-CoA (setas cor de laranja), o material de partida para a formação dos corpos cetônicos no fígado exportados para o cérebro para servirem como a fonte principal de energia (setas vermelhas). Quando a concentração dos corpos cetônicos no sangue excede a capacidade do rim de reabsorver as cetonas, estes compostos começam a aparecer na urina.

# Integração do metabolismo de músculo e fígado - jejum

Uso de proteína esquelética como fonte de energia

alunos



Ciclo da glicose-alanina (ou ciclo de Cahill)

# Adaptação metabólica de jejum de mais de 12 horas

## A grande importância do café da manhã



RIIINNNGGGG!!! O alarme soa e o cérebro começa a se preocupar:

"Você tem que se levantar agora e já temos comido todo o combustível"

Chama o primeiro neurônio na mão e envia a mensagem para ver o que há disponível de glicose no sangue.

Do sangue eles respondem: 'Aqui temos um pouco de açúcar por 15-20 minutos, nada mais'

O cérebro faz um gesto de dúvida e diz ao neurônio mensageiro, "Ok, vá falar com o fígado para ver o que ele tem em reserva"

O fígado consulta a conta poupança e responde "no máximo temos fundos para chegar a cerca de 20 a 25 minutos"

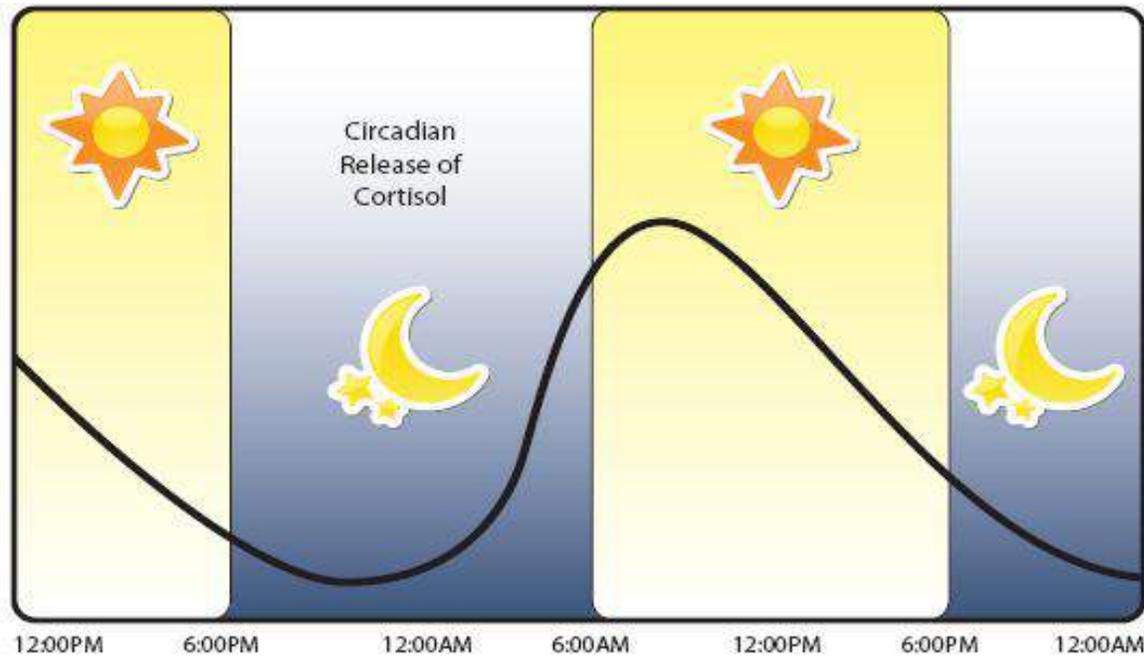
No total, existem apenas cerca de 290 gramas de glicose, ou seja, o suficiente para 45 minutos, tempo durante o qual o cérebro roga aos santos que nós tomemos o café da manhã.



Se estiver com pressa ou achamos insuportável comer de manhã, o pobre corpo terá que entrar em emergências: "Cortisona, filha, vá tomar o que você pode a partir das **células musculares, ligamentos, ossos e colágeno da pele**".

A cortisona irá implementar mecanismos para que as células soltem suas proteínas. As proteínas vão passar ao fígado para transformá-las em glicose no sangue. O processo continuará até que nós comamos.

Como mostrado, todo aquele que não toma café da manhã **come seus próprios músculos**, auto devora-se. A consequência é a perda de tônus muscular, e um cérebro que, em vez de tratar com as suas funções intelectuais, fica toda a manhã ativando o sistema de emergência para obter combustível e alimentos.



Como isso afeta o nosso peso? Ao iniciar o dia em jejum, inicia-se uma estratégia de **poupança de energia**, de modo que o **metabolismo diminui**. O cérebro não sabe se o jejum será por algumas horas ou alguns dias, então toma as medidas restritivas mais duras.

Então, se a pessoa decide depois almoçar, a **comida será aceita como excedente** e será desviada para a loja de 'gordura de reserva' e conseqüentemente a **pessoa ganhará peso**.

A razão pela qual os músculos são utilizados em primeiro lugar como combustível de reserva é porque o hormônio predominante durante a manhã é o cortisol, que estimula a destruição das proteínas do músculo e a sua conversão em glucose.



**Tome o café como um rei,  
almoce como um príncipe  
e jante como um mendigo**

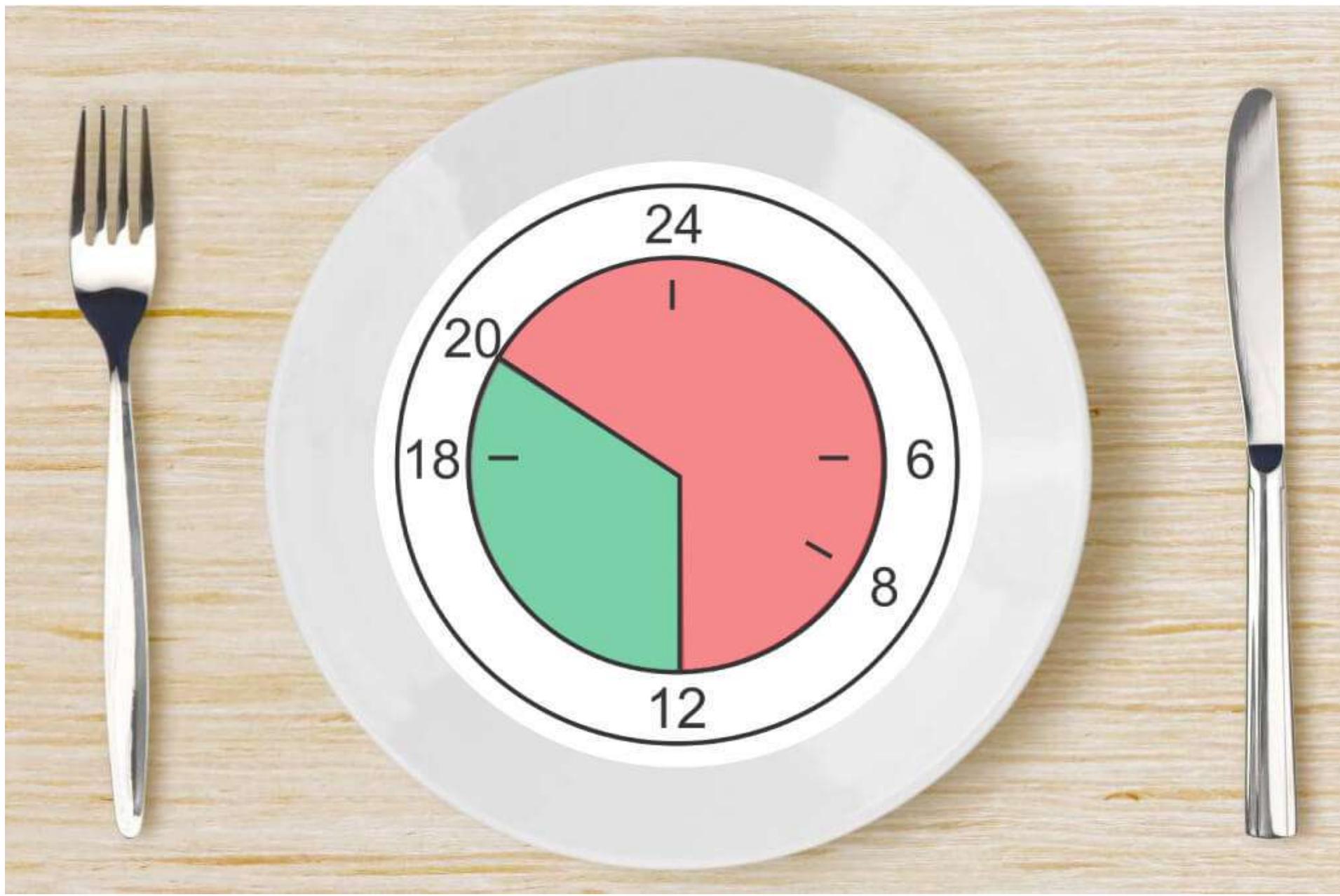


# **TED Talk**

**Why fasting bolsters brain power**  
(Porque o jejum reforça o poder do cérebro)

**Mark Mattson**, professor of Neuroscience  
at The Johns Hopkins University.

<https://youtu.be/4UkZAwKoCP8>



**ORIGINAL RESEARCH ARTICLE** Provisionally accepted The full-text will be published soon. [Notify me](#)

Front. Public Health | doi: 10.3389/fpubh.2019.00283

# Associations between habitual school-day breakfast consumption frequency and academic performance in British adolescents

 [Katie Adolphus](#)<sup>1\*</sup>,  [Clare L. Lawton](#)<sup>1</sup> and  [Louise Dye](#)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Leeds, United Kingdom

Studies indicate that breakfast positively affects learning in children. The present study aimed to examine associations between habitual school-day breakfast consumption frequency and academic performance, as measured by the General Certificate of Secondary Education (GCSE). The GCSE is a national academic qualification obtained by most British children during secondary education. Adolescents aged 16-18 years (n=294; females: 77.2%) completed a retrospective 7-day food diary to report breakfast intake and a questionnaire to report GCSE grades. Breakfast was defined as any food or drink containing  $\geq 5\%$  of total energy