



### Iniciando a conversa

Apenas comer não é suficiente: o alimento precisa ser transformado (metabolizado) para ser aproveitado por nosso organismo. Açúcares (carboidratos), gorduras (lipídeos) e proteínas são as moléculas da vida. Vamos entender como nosso corpo utiliza essas pérolas?



### Introdução

#### O que é metabolismo?

O metabolismo é o conjunto de todos os processos bioquímicos implicados na manutenção da vida de um ser. Neste capítulo abordaremos os processos envolvidos na utilização dos carboidratos, proteínas e lipídeos obtidos através do processo digestivo, no controle da manutenção das condições sistêmicas após o aporte de nutrientes, e na produção de calor.

## Metabolismo dos carboidratos

### A importância dos açúcares

A glicose é o principal substrato energético utilizado pela maioria dos organismos. Este açúcar é imprescindível para muitas células do corpo humano, como hemácias e tecido nervoso. Por esta e outras razões, o organismo mantém o nível de glicose circulante relativamente constante. (figura 5.1).

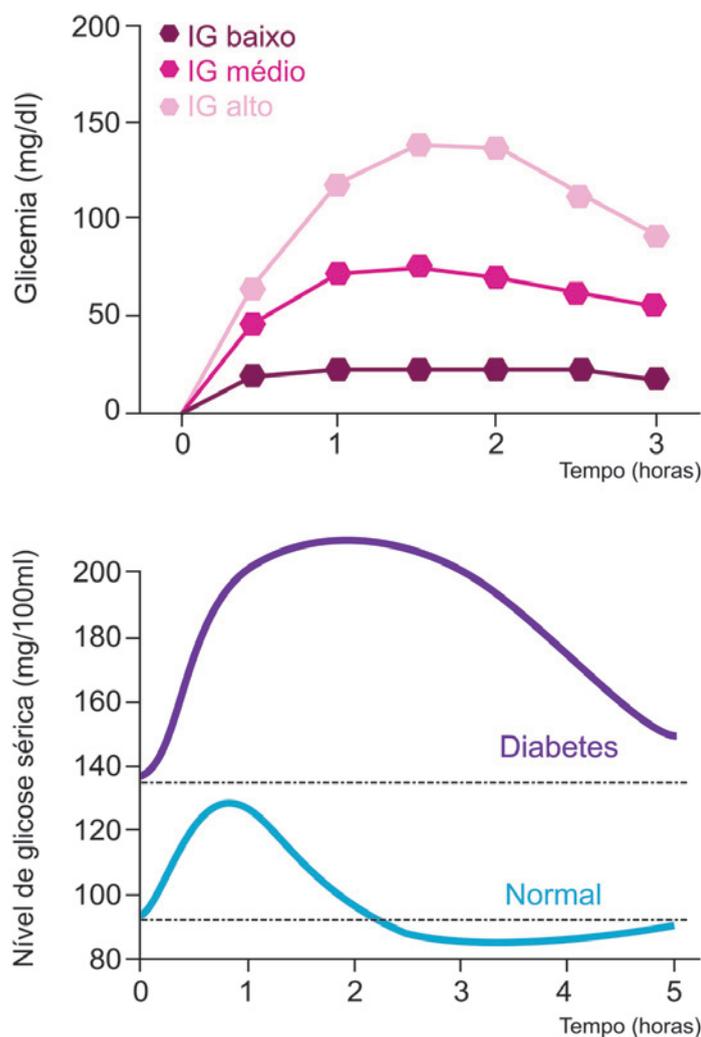


Figura 5.1: Nível de glicose circulante. / Fonte: CEPA

Glicose representa a maioria dos açúcares simples que resultam da digestão dos carboidratos de uma dieta.

A glicose absorvida pelas células epiteliais do trato gastrointestinal (GTI) passa à corrente sanguínea, elevando o nível glicêmico no plasma. Este é um importante sinal para que as células  $\beta$  do pâncreas endócrino produzam insulina. Este hormônio ajuda a controlar a concentração de glicose no plasma sanguíneo, uma vez que ele estimula a captação de glicose por diferentes tecidos.

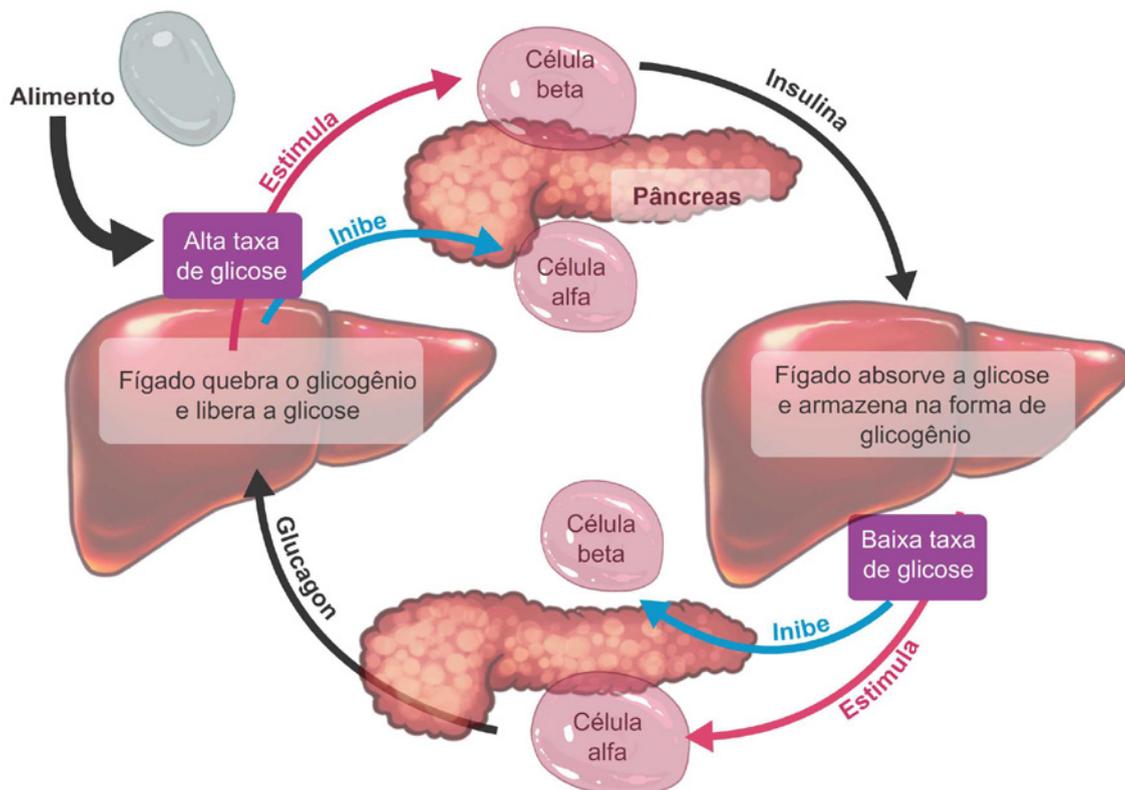


Figura 5.2: Manutenção da glicose na corrente sanguínea (Animação 1). / Fonte: CEPA

No fígado, a insulina não estimula diretamente o transporte de glicose para o interior das células hepáticas, uma vez que os transportadores de glicose ali presentes não são sensíveis ao hormônio. No entanto, a insulina estimula o aparato enzimático das células hepáticas responsável pela síntese de glicogênio e lipídeos. Desta forma, não só a glicose é constantemente removida do plasma, como também é transformada em moléculas mais complexas. Numa situação de hipoglicemia, estas moléculas (principalmente o glicogênio) podem ser novamente revertidas em glicose, mantendo-se assim a glicemia plasmática constante.

No tecido adiposo, a insulina aumenta a captação de glicose pelas células, além de incrementar a produção de triglicerídeos a partir da oxidação da glicose.

Nos músculos, a insulina estimula a passagem de glicose ao interior da fibra muscular, onde ela é armazenada na forma de glicogênio.

Alterações nas secreções endócrinas do pâncreas, especialmente da insulina, determinam importantes modificações na homeostase (Figura 5.3).

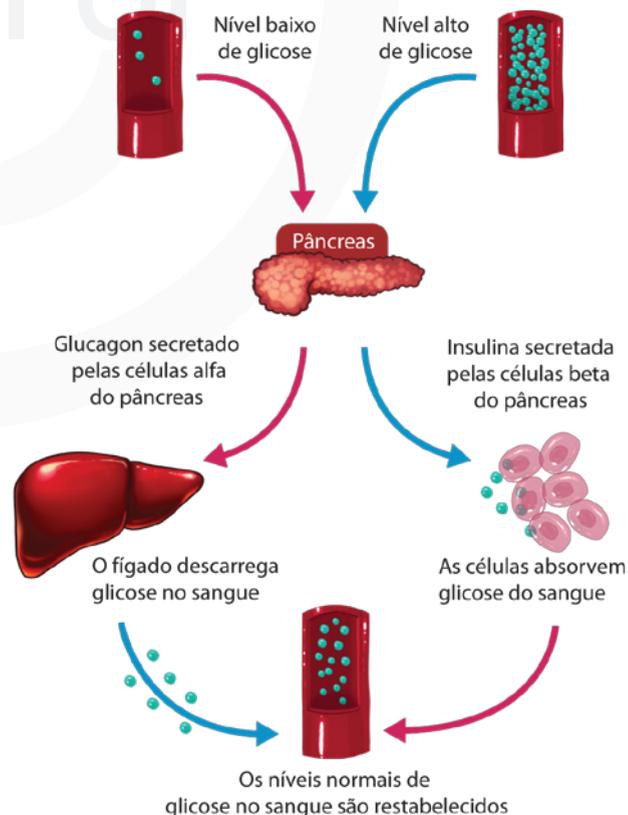


Figura 5.3: Esquema glucagon/insulina (Animação 2). / Fonte: CEPA

Nesta condição, o indivíduo apresenta, precocemente, uma produção deficiente de insulina, resultando numa condição predominante de hiperglicemia, pois não há estímulo para tomada de glicose pelas células insulina-dependentes. Na segunda metade do século XX, foi observado um enorme crescimento na prevalência de diabetes mellitus (chamada diabetes tipo II). Posteriormente, se verificou que um número crescente de indivíduos não sofria de uma falência pancreática primária, mas desenvolveu, ao longo da vida, um estado de resistência à ação da insulina.

## Metabolismo dos lipídeos

### A importância das gorduras

Os lipídeos da dieta, absorvidos pelas células intestinais, são transportados aos tecidos por lipoproteínas plasmáticas. Os triacilgliceróis são os lipídeos mais abundantes na dieta e é também a forma de armazenamento de todo o excesso de nutrientes (incluindo carboidratos, proteínas e os próprios lipídeos).

Os ácidos graxos presentes na dieta estimulam a secreção do hormônio GIP (peptídeo inibidor gástrico) pelas células endócrinas do intestino delgado. O GIP estimula o pâncreas a secretar insulina, o qual aumenta a captação de lipoproteínas plasmáticas carregadas com diferentes lipídeos pelo fígado e tecido adiposo, além da síntese de triacilgliceróis.

O fígado tem um importante papel no metabolismo de lipídeos. Ele é responsável não só pela síntese de triacilgliceróis (como visto acima), como também de diferentes ácidos graxos, fosfolipídeos e colesterol. O fígado é o principal responsável pela utilização de ácidos graxos para obtenção de energia quando a disponibilidade de glicose é baixa.

## Metabolismo das proteínas

### A importância das proteínas

As proteínas degradadas no processo digestivo resultam em aminoácidos, que são absorvidos pelas células epiteliais do intestino delgado, transportados para a corrente sanguínea e distribuídos aos diversos tecidos.

Os aminoácidos são fundamentais na síntese protéica e são precursores de todos os compostos nitrogenados não protéicos, como as bases nitrogenadas dos nucleotídeos, e as aminas e seus derivados, como a histamina e a adrenalina. Estima-se que num ser humano adulto e saudável haja uma renovação de aproximadamente 400 g de proteína por dia. Cerca de 300 g são passíveis de serem reutilizados, enquanto os demais 100 g são eliminados. Os seres vivos não são capazes de armazenar estoques de aminoácidos ou proteínas e, portanto, se faz necessária a ingestão diária de proteínas.

A elevação do nível plasmático de aminoácidos, assim como de glicose, estimula as células  $\beta$  do pâncreas endócrino a secretar insulina. Este hormônio estimula a captação de aminoácidos pelo músculo e pelo fígado, além de ativar o aparato enzimático responsável pela síntese de proteínas.

O fígado é também o órgão mais importante na desaminação dos aminoácidos, etapa preliminar na sua interconversão nos diversos aminoácidos não essenciais (já demonstrados na aula de sistema digestório) e oxidação. Neste processo, ocorre a síntese de uréia, a qual é excretada na urina. Várias proteínas plasmáticas são sintetizadas exclusivamente no fígado. Como resultado destas atividades, o fígado é capaz de controlar os níveis plasmáticos de uréia e de proteínas (animação 3).

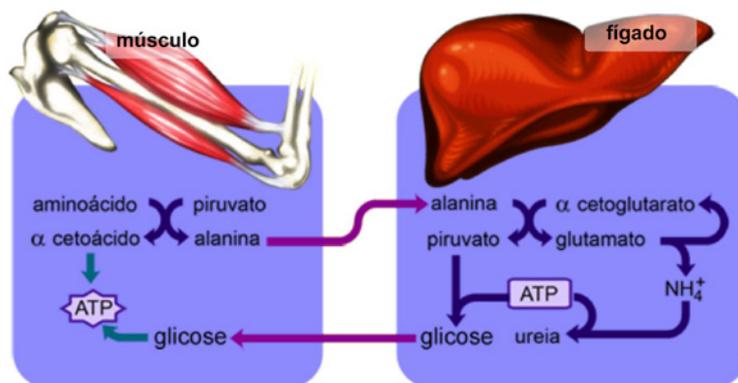


Figura 5.4: Esquema glucagon/insulina (Animação 3). / Fonte: CEPA

## Fígado

### Um órgão essencial no metabolismo

O fígado pode ser considerado a maior glândula do organismo e desempenha diversas e complexas funções. Ele está estrategicamente localizado no sistema circulatório, recebendo o sangue venoso proveniente do estômago, do intestino delgado, do cólon e do baço.

Assim, o fígado recebe todos os produtos absorvidos no intestino, transformando-os, armazenando-os ou liberando-os para a circulação sistêmica, conforme as condições fisiológicas. Além disso, a vesícula biliar a ele associada, armazena sais biliares (fatores de emulsificação fundamentais na digestão de lipídeos) e produtos da degradação de várias substâncias endógenas ou exógenas que são secretadas para o duodeno. Desta forma, o fígado representa uma importante via de excreção de metabólitos. (figura 5.6).

O fígado também tem um importante papel no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas, bem como na síntese de proteínas plasmáticas, como visto no item anterior. Outras funções do fígado são a transformação de colesterol em sais biliares (ou sua excreção), a síntese de lipoproteínas, a degradação e excreção de diversos hormônios e substâncias tóxicas, e o armazenamento de substâncias como hemoglobina, ferro e as vitaminas A, D e B12.

O fígado possui também macrófagos, as células de Kupffer, que são capazes de fagocitar bactérias e outras substâncias estranhas.

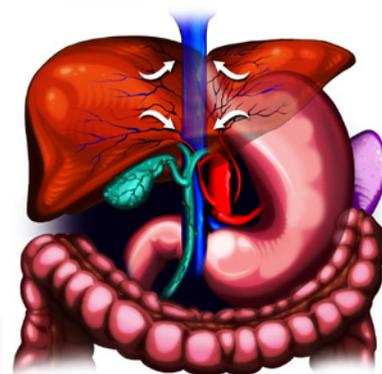


Figura 5.5: O fígado. / Fonte: CEPA

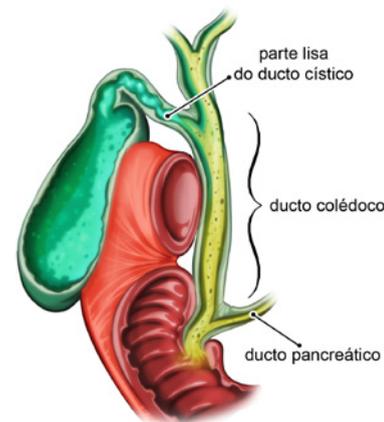


Figura 5.6: Esquema de um fígado com corte. / Fonte: CEPA

# Produção de calor

## Uma consequência do metabolismo

Os humanos, assim como os demais animais, necessitam de um suprimento constante de energia para realizar diversas funções como manutenção e crescimento, contração muscular, secreção glandular, condução nervosa e processos de absorção. No entanto, a única forma de energia que os animais são capazes de utilizar é a energia contida em ligações químicas, ou seja, energia química. Esta energia é transformada em outros tipos de energia, como motora, elétrica e mesmo química, a fim de satisfazer as necessidades inerentes à vida. A transferência de energia de um sistema para outro nunca é 100% eficiente e sempre envolve perda energética.

O metabolismo corporal significa a totalidade das reações químicas em todas as células do organismo. Muitas destas reações químicas envolvem a transferência de um tipo de energia para outro. Toda vez que isto ocorre, há uma perda de energia e esta perda é dissipada na forma de calor.

Durante os processos oxidativos que levam à formação de ATP, cerca de 55% da energia dos alimentos é perdida na forma de calor. Toda vez que a energia química contida nas moléculas de ATP é transferida para os sistemas funcionais das células, mais energia é dissipada na forma de calor. É interessante notar que somente 25% de toda a energia contida nos alimentos que ingerimos é usada pelos sistemas funcionais.

A constante síntese de proteína consome energia na forma de ATP, enquanto os processos degradativos liberam energia que se dissipa na forma de calor.

Na contração muscular, a energia química do ATP é transferida para energia motora, que promove a contração muscular. O movimento muscular, no entanto, causa atrito nos tecidos gerando calor.

Podemos considerar, portanto, que a maior parte da energia consumida pelo organismo é transformada em calor. Porém, apesar disso, os seres humanos conseguem manter a temperatura corporal dentro de certo intervalo.

### Atividades

Acesse o ambiente virtual e realize a atividade proposta. Esta semana teremos:

#### Fórum

Bom trabalho!