

## DESCRIÇÃO

Caracterização da bioquímica de lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais.

## PROPÓSITO

Compreender a importância das moléculas biológicas para a homeostasia do organismo e o racional de eventos fisiológicos, como a digestão de lipídeos e o transporte de glicose. Além disso, entender a importância de vitaminas e minerais no funcionamento de sistemas biológicos.

## OBJETIVOS

# MÓDULO 1

Identificar as propriedades físico-químicas dos lipídeos, seus diferentes tipos e suas funções no organismo

# MÓDULO 2

Reconhecer as propriedades físico-químicas dos carboidratos, sua classificação e suas funções no organismo, e o transporte de glicose para dentro das células

# MÓDULO 3

Descrever vitaminas e minerais, suas principais funções no organismo e a importância dessas classes no funcionamento dos sistemas biológicos

# INTRODUÇÃO

O estudo de moléculas biológicas, como lipídeos e carboidratos, e a importância da ingestão de vitaminas e minerais nos mostram como pequenas moléculas são fundamentais para a homeostasia do organismo. É imprescindível entender como um organismo saudável obtém energia a partir da digestão, bem como o papel que vitaminas e minerais têm no seu funcionamento adequado. Para isso, vamos explorar a bioquímica de lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais.

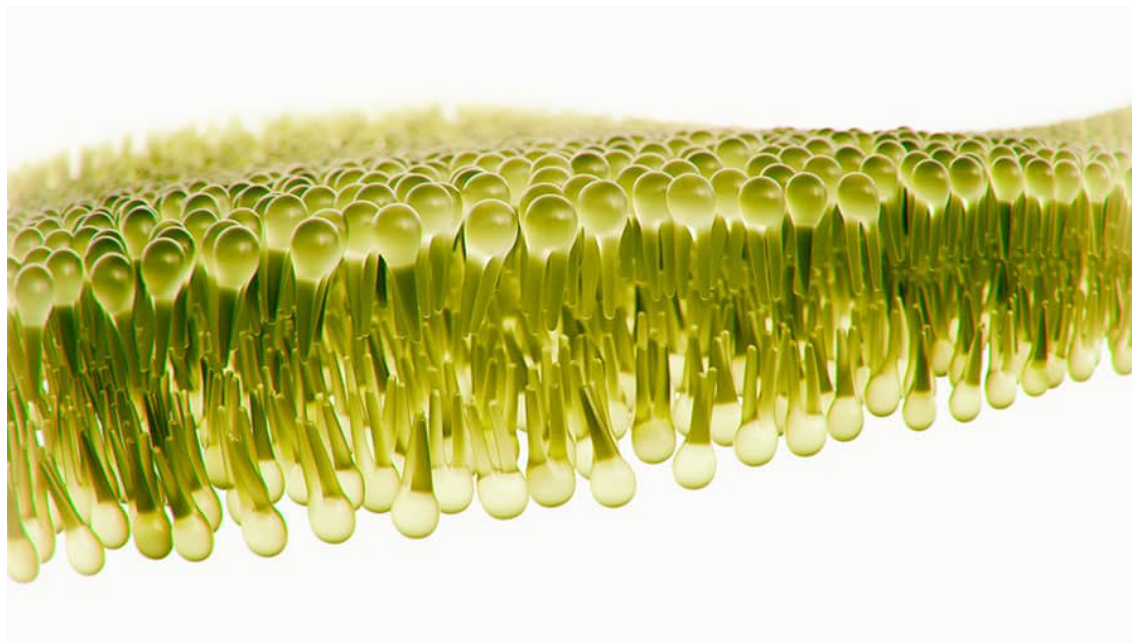
# MÓDULO 1

---

⦿ Identificar as propriedades físico-químicas dos lipídeos, seus diferentes tipos e suas funções no organismo

# INTRODUÇÃO AOS LIPÍDEOS

Os lipídeos são moléculas biológicas que exibem uma grande variedade estrutural. Formados a partir da associação entre ácidos graxos e álcool, são compostos heterogêneos pouco solúveis em água. Essas moléculas apresentam um esqueleto de carbonos (C) associado a átomos de oxigênio (O) e hidrogênio (H), mas também podem conter outros elementos, como enxofre (S), nitrogênio (N) e fósforo (P).



Fonte: Kateryna Kon/shutterstock.com

Alguns lipídeos estão combinados com outras classes de compostos, tais como proteínas (lipoproteínas) e carboidratos (glicolipídeos). Eles participam como componentes não proteicos das membranas biológicas, como precursores de compostos essenciais, agentes emulsificantes, isolantes, vitaminas, fonte e transporte de combustível metabólico. Também são componentes de biossinalização intra e intercelular. Contêm maior quantidade de energia que os carboidratos, por isso trazem uma vantagem em relação a eles no que diz respeito ao seu armazenamento.

## CLASSIFICAÇÃO DOS LIPÍDEOS

Os lipídeos são classificados de acordo com a sua estrutura. A forma mais simples de classificação é: gorduras ou óleos e ceras.

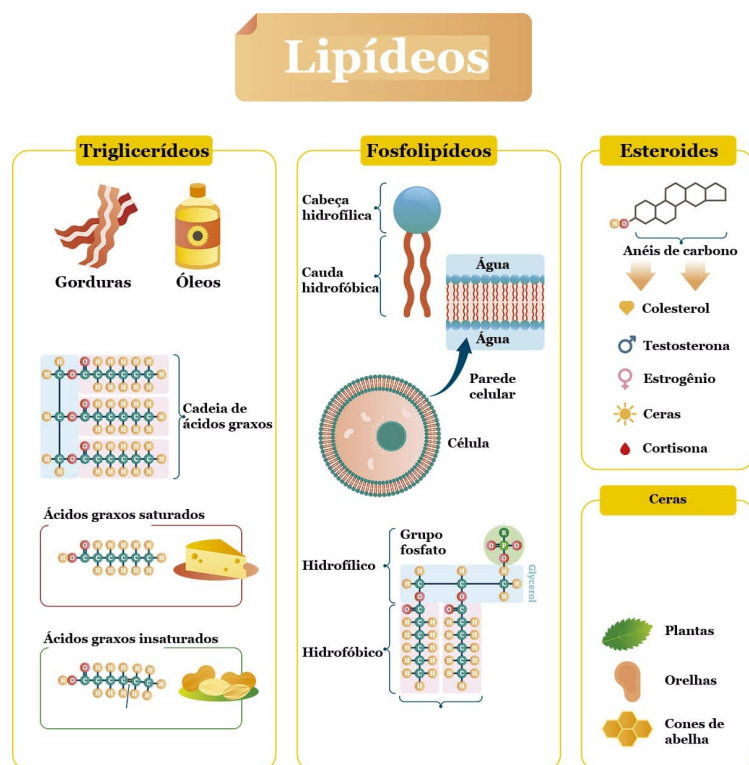
Os óleos e as gorduras são moléculas apolares, hidrofóbicas e insolúveis, representadas por ésteres de ácido graxo com álcool. Como exemplo para essa primeira classificação, podemos citar 3-palmitoil glicerol. Já as ceras são lipídeos resistentes que compõem estruturas e fornecem proteção. As ceras são compostas por ácidos graxos longos e álcool de alto peso molecular, e, como exemplo, podemos citar os ésteres de colesterol.

Além dessas classificações, os lipídeos podem ser classificados, de acordo com a sua composição, em simples, compostos ou conjugados e derivados, como consta a seguir:

**Lipídeos simples:** ceras, óleos e gorduras

**Lipídeos compostos:** fosfolipídeos e glicolipídeos

**Lipídeos derivados:** ácidos graxos, álcoois, pigmentos, vitaminas e outros



Fonte: VectorMine/shutterstock.com

📷 Figura1 :Tipos de lipídeos e suas funções.

A figura 1 mostra os principais lipídeos e suas classificações. No primeiro quadro os triglicerídeos são representados por gorduras sólidas na temperatura ambiente e podem ser obtidas por meio do consumo animal. Ainda nesse quadro, os óleos no estado líquido à temperatura ambiente também representam triglicerídeos e podem ser obtidos por óleos vegetais. As gorduras insaturadas podem ser obtidas por alimentos como nozes, enquanto as gorduras saturadas, por queijos.

Já no centro é possível observar os fosfolipídeos, moléculas de **cadeias anfipáticas** constituídas por cabeças polares contendo fosfato e por cadeias apolares de ácidos graxos. Os

fosfolípídeos são os principais constituintes das membranas celulares. Os esteroides representados à direita provêm do colesterol e são representados pelos hormônios testosterona, estrógeno e cortisol, e pela vitamina D.

## CADEIAS ANFIPÁTICAS

Moléculas que apresentam características hidrofílicas e hidrofóbicas.

Por fim, estão representadas as ceras, que, à temperatura ambiente, são sólidas e podem ser encontradas em vegetais, favos produzidos por abelhas e no cerúmen produzido pelas glândulas sebáceas.

Existem outras classificações que podem ser relacionadas às funções dos lipídeos: **armazenamento, estruturais ou sinalizadores.**

Os **lipídeos de armazenamento** são aqueles utilizados como fonte de energia e é por esse motivo devem ser armazenados. Os ácidos graxos entram como principal exemplo dessa categoria e podem dar origem aos triacilgliceróis, também conhecidos como triglicerídeos. Os triglicerídeos se compõem pela junção de três ácidos graxos e são responsáveis não somente pelo fornecimento de energia, mas também pelo isolamento térmico. Isso porque são armazenados em adipócitos (células especializadas para armazenamento de gordura) e ajudam a manter a temperatura corporal.

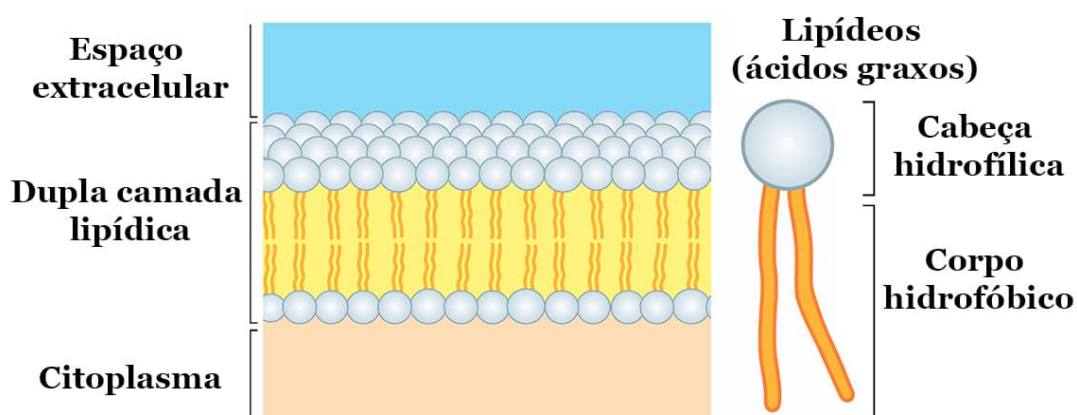
**Você sabia que a maioria das gorduras naturais – como as dos óleos vegetais, dos laticínios e da gordura animal – são misturas complexas de triglicerídeos simples e mistos, contendo uma variedade de ácidos graxos que diferem no comprimento da cadeia e no grau de saturação?**

### ATENÇÃO

Não esqueça: alguns processos convertem muitas das ligações duplas cis dos ácidos graxos em ligações simples e aumentam o ponto de fusão das gorduras, de forma que eles ficam mais próximos do estado sólido à temperatura ambiente (é o caso da margarina). Hoje existem

fortes evidências de que o consumo de ácidos graxos trans pela dieta (frequentemente chamados de “gorduras trans”) leva à maior incidência de doenças cardiovasculares e de que evitar essas gorduras na dieta reduz consideravelmente o risco de desenvolver essas doenças.

Outro grupo de lipídeos muito importante são os **lipídeos estruturais em membranas**, responsáveis por manter a arquitetura estrutural das membranas biológicas. Eles são estruturados por uma dupla camada lipídica, atuando como barreira para a passagem de moléculas polares e íons. São anfipáticos, ou seja, possuem uma cabeça polar (hidrofílica) e um corpo apolar (hidrofóbico). Os fosfolipídeos (figura 2) são os principais componentes desse grupo; no entanto, existem outros exemplos de lipídeos, como: **glicerofosfolipídeos, esfingolipídeos, galactolipídeos e sulfolipídeos**.



Fonte: Soleil Nordic/shutterstock.com

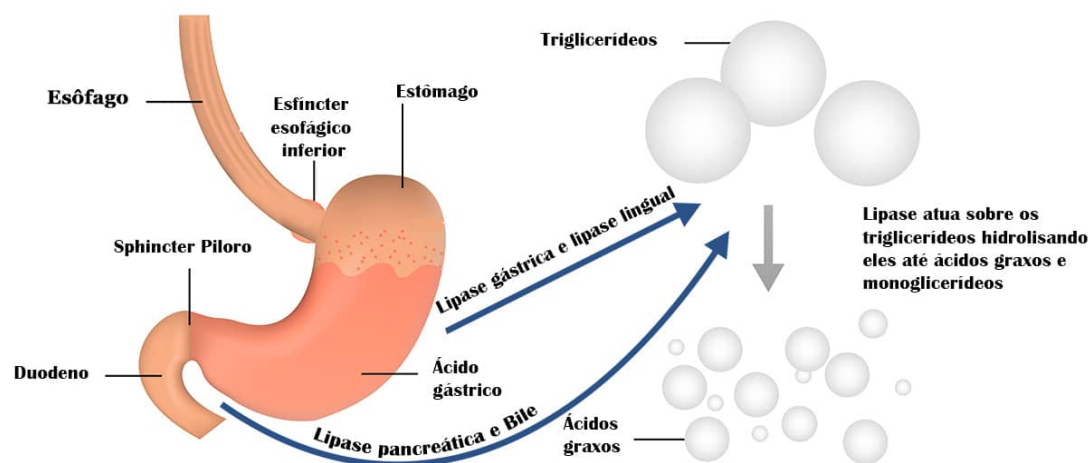
📷 Figura 2: Fosfolipídeos.

Os esteróis são outros lipídeos importantes dessa categoria e estão presentes nas membranas da maioria das células eucarióticas, mas também fazem parte da estrutura de hormônios importantes, como testosterona (hormônio sexual masculino) e estradiol (hormônio sexual feminino). O colesterol, principal esterol nos tecidos animais, é anfipático, com um grupo cabeça polar e um “corpo” hidrocarbonado apolar tão longo quanto um ácido graxo de 16 carbonos em sua forma estendida.

A última classificação de lipídeos que vamos abordar é a de **lipídeos sinalizadores**. Eles receberam esse nome por serem considerados como lipídeos biologicamente ativos, atuando como hormônios, cofatores enzimáticos em reações importantes para a transferência de elétrons em cloroplastos ou mitocôndrias e até em transferência de glicose em reações de glicosilação. Em comparação com os outros dois grupos de lipídeos, estes, apesar de desempenharem papel crucial, estão em menor quantidade. As vitaminas A, D, K e E possuem

em sua constituição o isopreno (lipídeo pertencente a esse grupo); sua importância para o bom funcionamento do organismo será abordada no módulo 3.

## DIGESTÃO E METABOLISMO DE LIPÍDEOS



Fonte: joshya/shutterstock.com

### 📷 Digestão de lipídeos.

Para conseguir extrair a energia necessária proveniente dos lipídeos é necessário que seja feita a sua digestão. Eles são obtidos por meio da alimentação, seja ela de origem animal ou vegetal; cerca de 80% deles, adquiridos pela dieta, são triacilgliceróis.

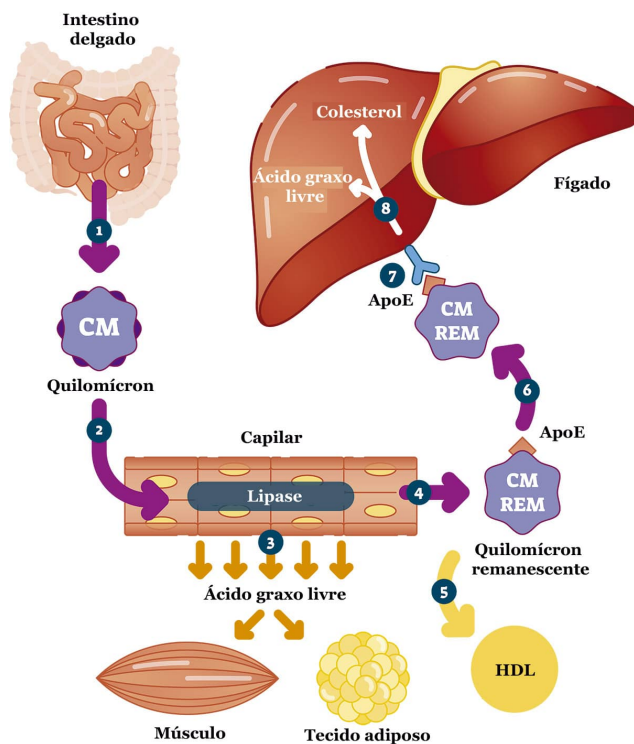
Os lipídeos provenientes da dieta, e aqueles sintetizados pelo fígado e tecido adiposo são transportados pela associação de lipídeos apolares aos anfipáticos e às lipoproteínas miscíveis em água. Essas lipoproteínas podem ser classificadas de acordo com sua densidade e desempenham papel relevante no diagnóstico clínico de doenças.

**Dentre as lipoproteínas, estão quilomícrons, lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL), de baixa densidade (LDL) e de alta densidade (HDL).**

Ao chegar no tecido muscular os lipídeos podem ser degradados para fornecimento de energia, o que acontece com a maior parte dos ácidos graxos ingeridos ou sintetizados. Além desse destino, também podem ser incorporados na membrana plasmática.

O metabolismo deles é feito principalmente no fígado, como pode ser visto na figura 3, mas sua digestão começa no estômago, cujo pH ácido permite que a enzima **lipase gástrica** e a **lipase lingual** entrem em ação, quebrando as ligações ésteres presentes nos ácidos graxos de cadeia curta. Mas a real ação no estômago sobre a digestão dos lipídeos se dá pela

emulsificação deles resultante dos movimentos peristálticos – onde é feita sua dispersão de forma equivalente no bolo alimentar.



Fonte: VectorMine/shutterstock.com

📷 Figura 3: Metabolismo lipídico.

O bolo alimentar acidificado é então conduzido ao intestino, onde ocorre a maior parte da digestão dos lipídeos. É no **duodeno** que entra em ação o hormônio colescitonina CCK, responsável pela ativação da vesícula biliar, que, por sua vez, passa a secretar a bile produzida no fígado. Rica em **sais biliares**, a bile tem como função principal emulsificar os glóbulos de gordura formados pelos lipídeos. Assim conseguem promover maior superfície de contato para a ação mais eficaz da lipase pancreática, transformando a gordura emulsificada em ácidos graxos e monoglicerídeos.

Além desse papel extremamente importante de emulsificação, os sais biliares também ajudam a tornar mais solúveis os ácidos graxos de cadeias curtas ou longas. Devido à natureza anfipática dos sais biliares, imediatamente após a emulsificação das gorduras formam-se **micelas**.

**DUODENO**



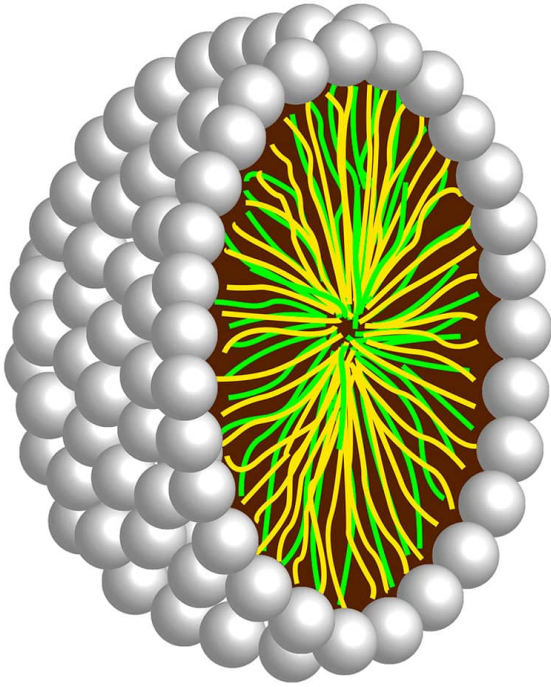
Juntamente com o jejuno e o ílio, forma o intestino delgado e constitui sua primeira porção, ligada diretamente com estômago. É no duodeno que ocorre a maior parte da digestão.

## **SAIS BILIARES**

Se houver alguma doença hepática, a quantidade de sais biliares secretada será feita de forma inadequada, promovendo então uma grande quantidade de gordura nas fezes.

## **MICELAS**

Pequenas esferas formadas por um agregado de moléculas anfipáticas; no seu interior ficam as caudas polares e no seu exterior, as cabeças apolares.



Fonte: magnetix/shutterstock.com

📷 Estrutura de uma micela.

Uma vez formadas, as micelas se movem no interior do **lúmen intestinal** até que entrem em contato com as células absorptivas do intestino delgado, onde serão absorvidas. As micelas carregam também vitaminas lipossolúveis, sendo absorvidas por difusão simples.

## LÚMEN INTESTINAL

Espaço interno de uma cavidade em formato de tubo, podendo ser uma artéria, veia ou até mesmo, como nesse caso, um órgão como o intestino.

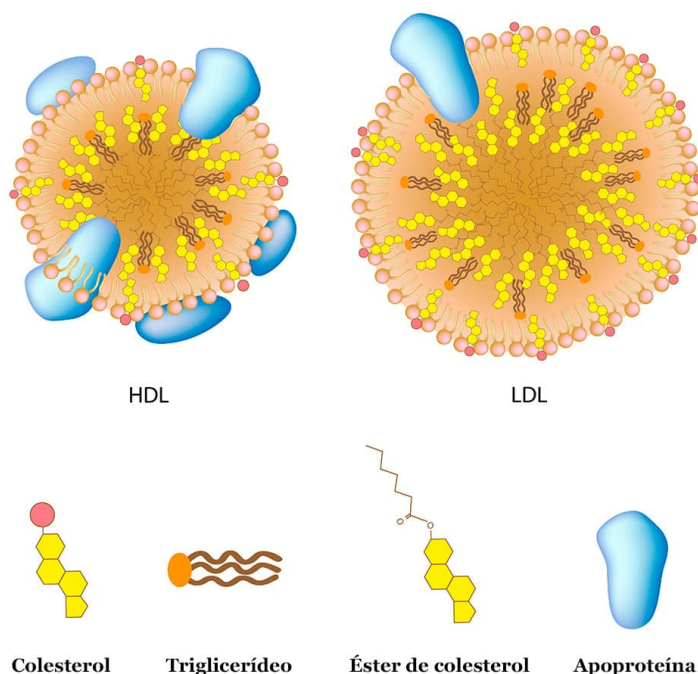
Uma vez em contato com as células absorptivas, os ácidos graxos de cadeia longa são recombinaados com os monoglicerídeos e se agregam aos fosfolípídeos e ao colesterol em forma de glóbulos, envoltos de proteínas. Esses glóbulos, com aproximadamente 80 nm de diâmetro, são chamados de quilomícrons. Por causa de seu diâmetro grande, não são capazes de ser absorvidos pelos capilares sanguíneos, pois seus poros são bem pequenos. Em vez disso, os quilomícrons são transportados pelos vasos linfáticos para o ducto torácico, onde conseguem entrar no sangue e, então, são distribuídos pelo corpo. Os quilomícrons se ligam às lipases presentes nas superfícies de membranas de alguns tecidos, principalmente o

adiposo e muscular, onde os triacilgliceróis novamente são degradados em ácidos graxos livres e monoglicerídeos.

## 📢 ATENÇÃO

Diferentemente da glicose, o triacilglicerol dos quilomícrons é metabolizado pelas lipoproteínas lipases nos tecidos, o que permite a incorporação de lipídeos aos tecidos ou a sua oxidação, transformando-os em fonte energética. Ao sofrer metabolização, o quilomícron passa para a sua forma remanescente, que é metabolizada pelo fígado, como vimos na figura 3. Durante a metabolização no fígado, a lipase hepática atua tanto para facilitar a captação de remanescentes quanto para hidrolisá-los, transformando, por exemplo, a lipoproteína VLDL em LDL.

Enquanto a composição dos quilomícrons e VLDL é basicamente de triacilglicerol, as lipoproteínas HDL e LDL são constituídas de colesterol e fosfolipídeos, e estão ilustradas na figura 4. Sendo assim, essas lipoproteínas são uma forma de transporte para os lipídeos no sangue.



Fonte: Alila Medical Media/shutterstock.com

📷 Figura 4: Lipoproteínas presentes no sangue.

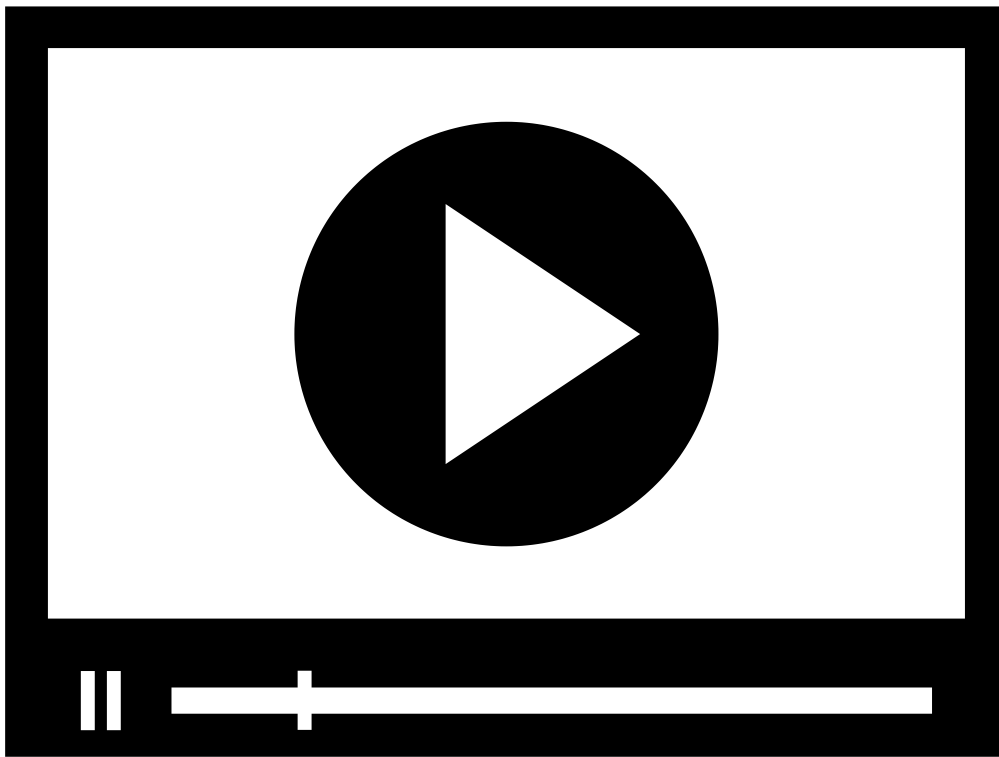
A estrutura das lipoproteínas inclui um núcleo lipídico envolto por fosfolipídeos e colesterol. Os fosfolipídeos são moléculas anfipáticas constituídas por uma cabeça polar/hidrofílica, e uma cauda apolar/hidrofóbica formada por hidrocarbonetos. A cabeça polar dos fosfolipídeos nas lipoproteínas permanece voltada para o meio aquoso (sangue ou meio celular). Além disso, as lipoproteínas também apresentam, em sua estrutura, uma fração proteica conhecida como apolipoproteína (apo). As apolipoproteínas são classificadas em A, B, C, D e E, assumindo função não só estrutural, mas também como cofatores enzimáticos. Dessa forma, a apolipoproteína do tipo A (apoA) constitui principalmente a lipoproteína HDL, enquanto a apoB pode ser encontrada tanto em LDL quanto em VLDL.

## ATENÇÃO

Vale ressaltar que a apoE permite a captação dos remanescentes de quilomícrons pelo fígado. Sendo assim, a apoE é extremamente importante, não só para o transporte do colesterol no fígado, como demonstrado na figura 3, mas também para o Sistema Nervoso Central, visto que ela é essencial para a integridade da bainha de mielina.

Com relação ao transporte de lipídeos no sangue, a lipoproteína LDL é a principal forma de carrear colesterol, transportando-o até os tecidos periféricos e permitindo que haja uma homeostase de produção de colesterol. Já a HDL, secretada e sintetizada tanto pelo fígado quanto pelo intestino, tem como principal função captar o colesterol liberado no sangue, o que pode ocorrer por intermédio de células mortas, renovação da membrana celular ou por excreção do fígado. Uma vez captado pela HDL, o colesterol que estava no sangue poderá ser utilizado na síntese de hormônios, sais biliares ou excretado. Por isso, o HDL é conhecido como “colesterol bom”, pois atua retirando o colesterol do sangue. Além dessas funções, o HDL pode atuar no transporte reverso do colesterol, de forma que, quando oriunda das células, essa substância seja transportada até o fígado, onde pode ser excretada.

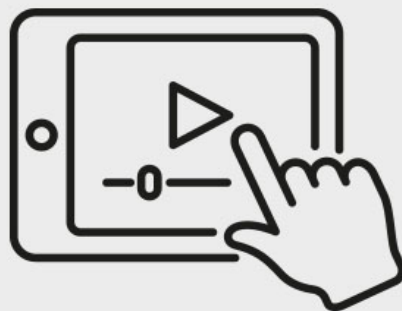
**E as dislipidemias, o que são e como tratá-las?**



## DISLIPIDEMIAS

Assista ao vídeo a seguir, que mostra as causas e características das dislipidemias e as principais abordagens terapêuticas (farmacológicas e não farmacológicas).

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



**Você deve estar se perguntando: em que classificação encontramos a “gordura” normalmente dosada, quando fazemos um exame de sangue?**

Uma das formas de avaliação da “gordura” no organismo é por meio da dosagem de níveis de HDL e LDL em um exame de sangue.

Em uma dieta balanceada, os níveis de HDL devem ser maiores do que os de LDL, porém devem estar dentro do limite estipulado pelas associações de cardiologia. Uma vez que há

elevada concentração de gordura associada ao LDL, maior é a chance de desenvolvimento de aterosclerose, situação em que ocorre entupimento de um vaso ou uma artéria, acarretando problemas cardiovasculares ou até mesmo cerebrais.

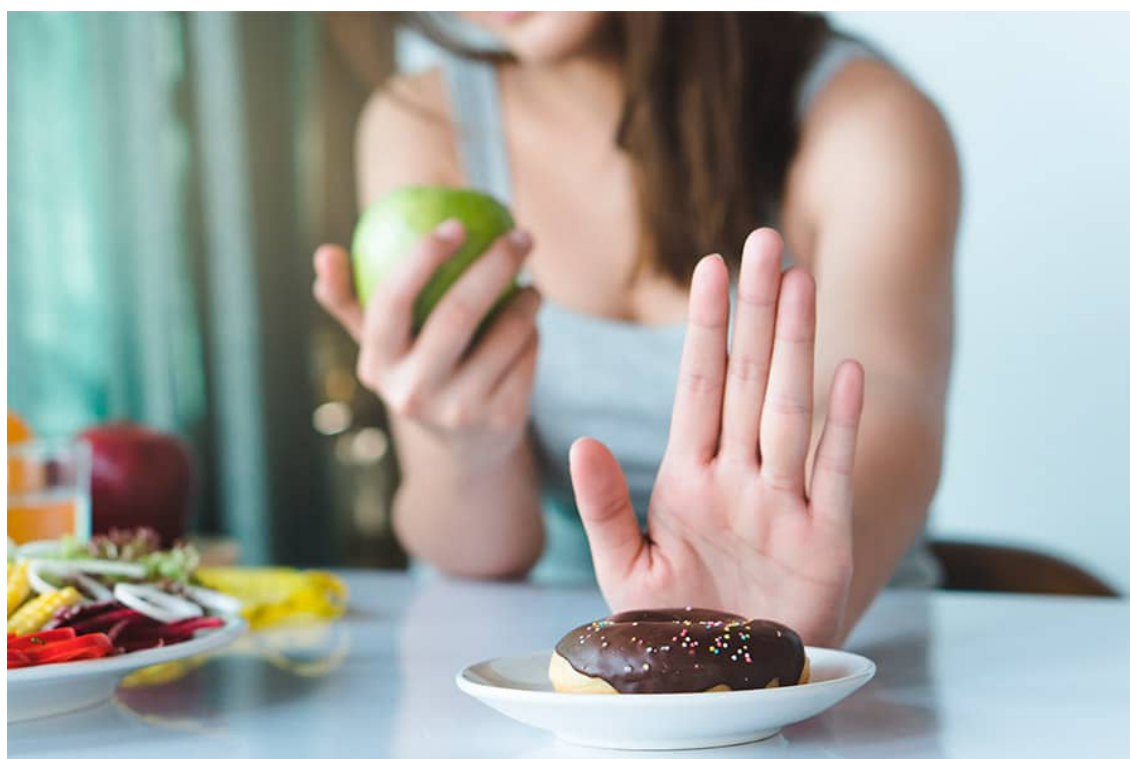
A maioria dos triglicerídeos de ocorrência natural é mista, pois contêm dois ou três ácidos graxos diferentes, e sua composição faz com que eles sejam moléculas apolares, hidrofóbicas, essencialmente insolúveis em água. Em alguns animais, os triglicerídeos armazenados sob a pele servem tanto como estoque de energia quanto como isolamento contra baixas temperaturas.

## MOBILIZAÇÃO DE LIPÍDEOS

Nossa principal fonte de energia é adquirida pela ingestão de carboidratos, mas os lipídeos também são importantes fontes de energia, como já comentamos.

### **Mas como isso acontece?**

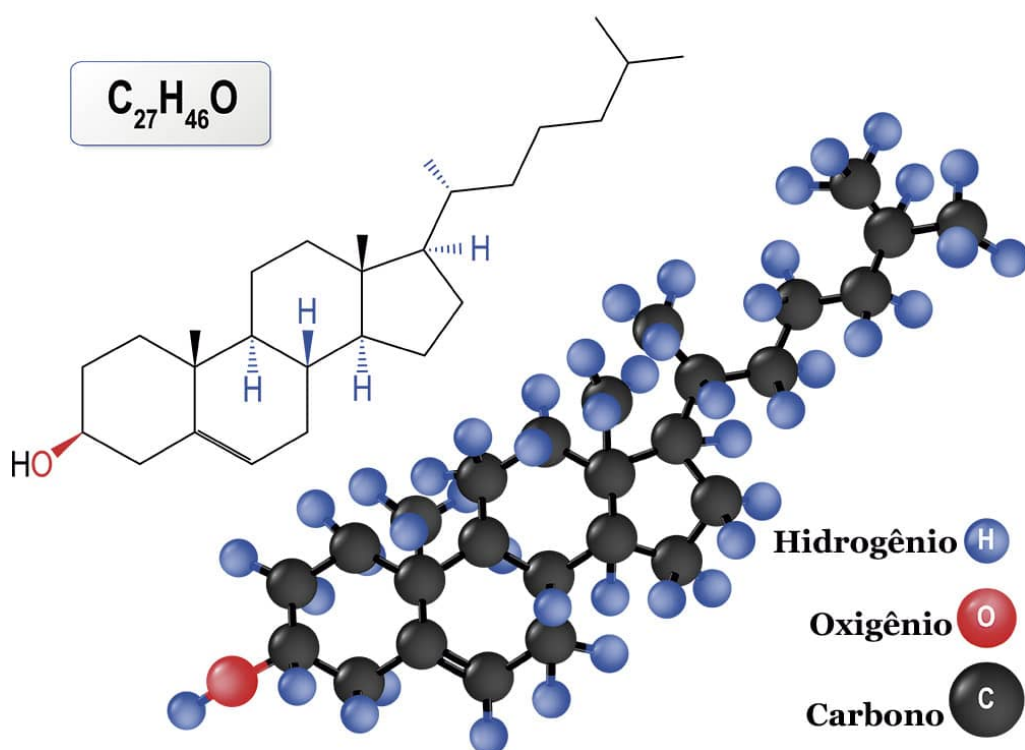
Em condições normais, a dieta fornece energia pela ação dos carboidratos e o uso dos lipídeos para obtenção de energia não é necessário. No entanto, em níveis baixos de glicose, ou quando uma pessoa está em jejum ou necessita fazer alguma atividade física, as reservas de glicogênio estão baixas e os lipídeos tornam-se fonte primária de energia.



A mobilização dos lipídeos começa com a ação de hormônios como o **glucagon** e a **adrenalina**. Esses hormônios estão presentes na condição de exercício físico, por exemplo, e ativam a mobilização do tecido adiposo, facilitando o caminho dos ácidos graxos até o sangue. Na membrana dos adipócitos, receptores para esses hormônios podem ser encontrados, permitindo que os ácidos graxos sejam liberados do triacilglicerol. Uma vez no sangue, os ácidos graxos liberados se ligam à albumina e podem chegar às células, para que sejam oxidados e forneçam energia.

Os adipócitos também são responsáveis por manter a homeostase pela secreção da leptina, hormônio cuja descarga é aumentada quando há mais gordura corporal. Nesse caso, os órgãos ficam sensíveis, resistentes à insulina e há um estímulo à oxidação dos ácidos graxos. A leptina também pode agir no cérebro, inibindo hormônios responsáveis pelo estímulo do apetite, como neuropeptídeos estimuladores. Portanto, a ingestão de alimentos permanece diminuída e a resistência à leptina pode ser um fator contribuinte para a obesidade.

## FUNÇÕES METABÓLICAS DO COLESTEROL



Fonte: Designua/shutterstock.com

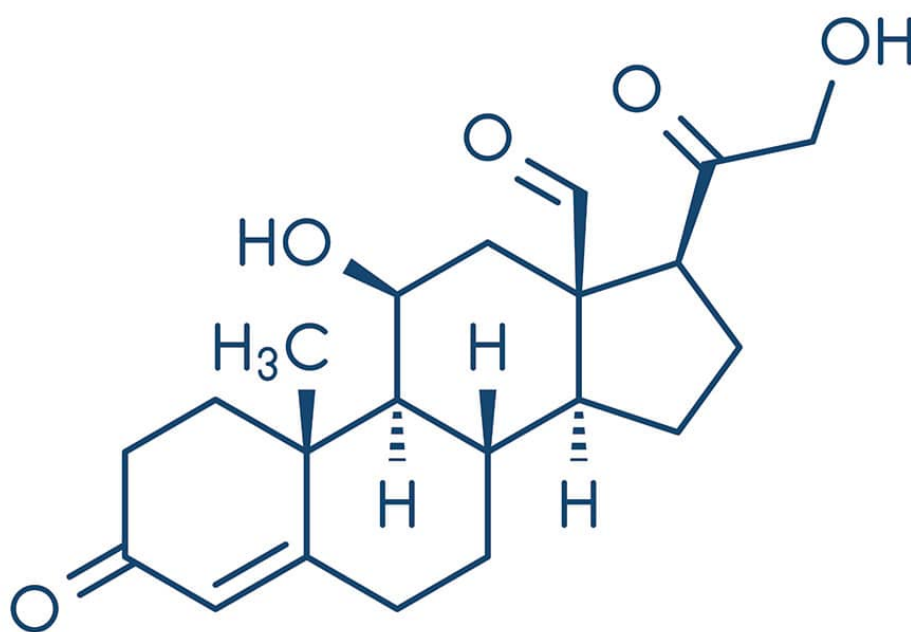
📷 Figura 5: Forma molecular do colesterol.

O colesterol é formado por 27 átomos de carbono, 46 átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (veja sua estrutura na figura 5). Além de ser fonte energia, o colesterol é essencial na produção de sais biliares, na composição da membrana celular, e na produção de hormônios e vitamina D.

Como mencionado anteriormente, os sais biliares são sintetizados pelo fígado e concentrados na vesícula biliar. Eles são derivados polares do colesterol e agem aumentando a solubilização dos lipídeos, permitindo sua absorção. Já com relação à produção hormonal, o colesterol é convertido em glicocorticoides, mineralocorticoides e androgênios.

## ★ EXEMPLO

Um exemplo de glicocorticoide é o cortisol, que atua promovendo formação de glicogênio, degradação de lipídeos e inibição da resposta inflamatória. Já como mineralocorticoides, a **aldosterona** é a principal; sua atuação nos rins aumenta a reabsorção de sódio e, consequentemente, a pressão arterial.



Fonte: StudioMolekuul/shutterstock.com

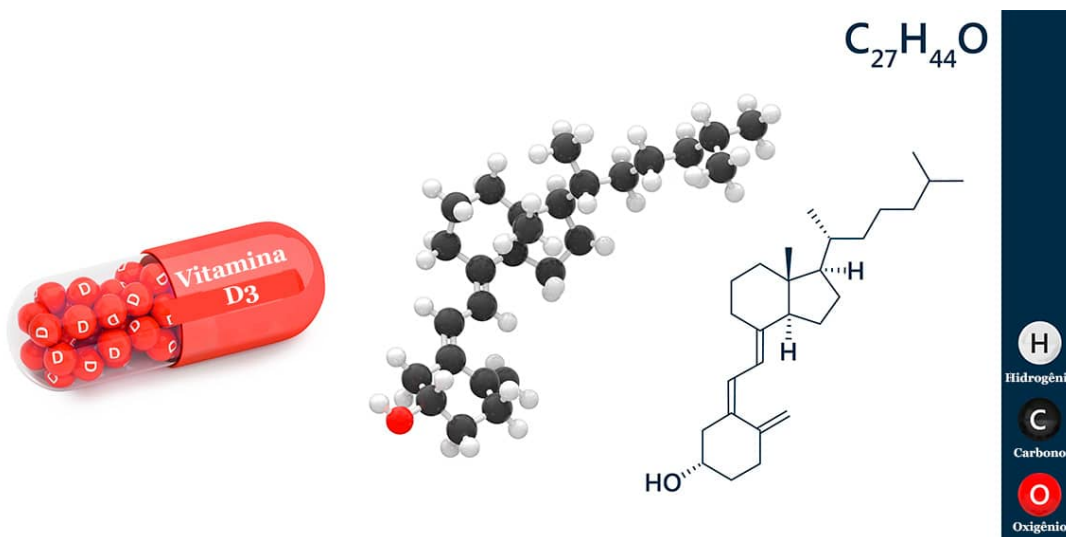
📷 Estrutura química da aldosterona.

Em relação aos hormônios esteroides, estes são formados pela clivagem da cadeia lateral do colesterol.



## ★ EXEMPLO

Os hormônios androgênicos, como a testosterona – responsável pelas características sexuais masculinas –, além dos hormônios estrogênicos representados pelo estradiol – responsável pelas características femininas. Por fim, a síntese do colesterciferol (vitamina D3) também ocorre a partir da molécula de colesterol, sendo que o 7-desidrocolesterol sofre a ação da luz UV do sol, transformando-o na vitamina D em sua forma ativa (vitamina D3).



Fonte: Orange Deer studio/shutterstock.com

📷 Colecalciferol.

## VERIFICANDO O APRENDIZADO

**1. (UFPR/2017) AS MOLÉCULAS MAIS UTILIZADAS PELA MAIORIA DAS CÉLULAS PARA OS PROCESSOS DE CONVERSÃO DE ENERGIA E PRODUÇÃO DE ATP (TRIFOSFATO DE ADENOSINA) SÃO OS CARBOIDRATOS. EM MÉDIA, UM SER HUMANO ADULTO TEM UMA RESERVA ENERGÉTICA NA FORMA DE CARBOIDRATOS QUE DURA UM DIA. JÁ A RESERVA DE LIPÍDEOS PODE DURAR UM MÊS. O ARMAZENAMENTO DE LIPÍDEOS É VANTAJOSO SOBRE O DE CARBOIDRATOS PELO FATO DE OS PRIMEIROS SEREM:**

- A) Isolantes elétricos
- B) Pouco biodegradáveis
- C) Saturados de hidrogênios
- D) Majoritariamente hidrofóbicos
- E) Componentes das membranas

**2. OS LIPÍDEOS SÃO AS GORDURAS PRESENTES NOS ALIMENTOS E QUANDO CONSUMIDOS DA MANEIRA CORRETA TRAZEM BENEFÍCIOS PARA SAÚDE, COMO TRANSPORTE DE VITAMINAS, SÍNTESE DE HORMÔNIOS E ISOLAMENTO TÉRMICO PARA O CORPO. PARA SEREM ABSORVIDAS PELO ORGANISMO, AS GORDURAS SÃO QUEBRADAS EM UNIDADES MENORES PELA AÇÃO DE QUAL ENZIMA?**

- A) Protease
- B) Amilase
- C) Lipase
- D) Lactase
- E) Urease

---

## **GABARITO**

**1. (UFPR/2017) As moléculas mais utilizadas pela maioria das células para os processos de conversão de energia e produção de ATP (trifosfato de adenosina) são os carboidratos. Em média, um ser humano adulto tem uma reserva energética na forma de carboidratos que dura um dia. Já a reserva de lipídeos pode durar um mês. O armazenamento de lipídeos é vantajoso sobre o de carboidratos pelo fato de os primeiros serem:**

A alternativa **"D "** está correta.

Pelo fato de serem majoritariamente hidrofóbicos, os lipídeos acumulam-se no corpo do indivíduo, não sendo, portanto, excretados com facilidade.

2. Os lipídeos são as gorduras presentes nos alimentos e quando consumidos da maneira correta trazem benefícios para saúde, como transporte de vitaminas, síntese de hormônios e isolamento térmico para o corpo. Para serem absorvidas pelo organismo, as gorduras são quebradas em unidades menores pela ação de qual enzima?

A alternativa "C " está correta.

As lipases atuam na digestão dos lipídeos transformando-os em ácidos graxos e glicerol.

## MÓDULO 2

---

⦿ Reconhecer as propriedades físico-químicas dos carboidratos, sua classificação e suas funções no organismo, e o transporte de glicose para dentro das células

## CARBOIDRATOS

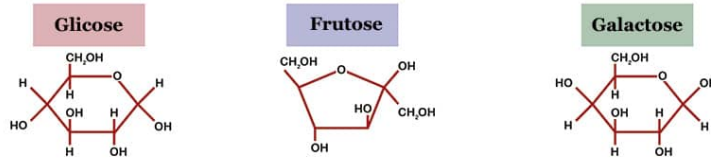
Os carboidratos, também conhecidos como hidratos de carbono ou simplesmente açúcares, são as biomoléculas mais abundantes presentes na Terra, formados principalmente por um esqueleto de carbono (C) associado a moléculas de oxigênio (O) e hidrogênio (H).

Por convenção, os carbonos que constituem as unidades de carboidratos são numerados a partir do terminal mais próximo da carbonila (constituído de um átomo de carbono e um de oxigênio, unidos por ligação dupla).

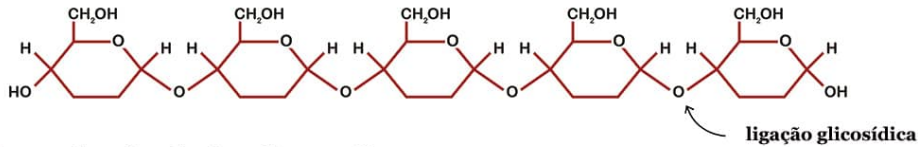
De acordo com a quantidade de carbonos presentes em sua cadeia, os carboidratos podem ser classificados em quatro importantes grupos: **monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos**. As principais funções desse grupo de moléculas biológicas são: fornecimento de energia, participação como elementos estruturais da parede e da membrana celular, proteção, sinalização, lubrificação e adesão celular. A figura 6 resume bem a classificação dos carboidratos.

## Carboidrato

- Carboidrato é um polímero, feito de monossacarídeo



- Monossacarídeos se juntam por condensação para formar um polissacarídeo



- Formação e função de polissacarídeos



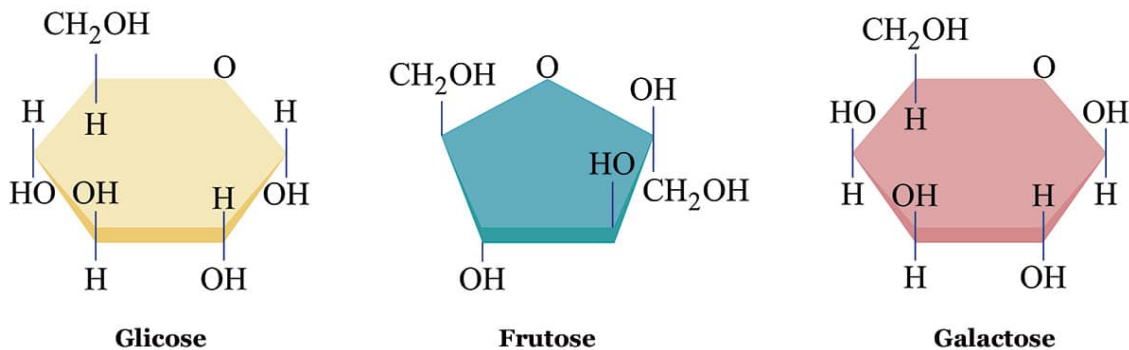
Fonte: BigBearCamera/shutterstock.com

📷 Figura 6: Resumo sobre carboidratos.

## CLASSIFICAÇÃO DOS CARBOIDRATOS

**Monossacarídeos**, conhecidos também como açúcares simples ou carboidratos simples, têm de 3 a 7 carbonos e são constituídos de aldeídos ou cetonas com dois ou mais grupos de hidroxila em sua estrutura.

Os monossacarídeos podem ser nomeados em função da quantidade de carbonos presentes em sua estrutura: triose (3 carbonos), tetrose (4 carbonos), pentose (5 carbonos), hexoses (6 carbonos), heptoses (7 carbonos). Esses açúcares simples têm como seus principais e mais conhecidos representantes: a **glicose**, a **frutose** e a **galactose**. A figura 7 mostra a estrutura molecular dos monossacarídeos.



Fonte: Sansanorth/shutterstock.com

📷 Figura 7: Estrutura molecular dos monossacarídeos.

## 📢 ATENÇÃO

É necessário ressaltar que os monossacarídeos, exceto di-hidroxiacetona, têm carbonos com as quatro ligações diferentes, ou seja, assimétricos (quirais). Por isso, esses açúcares podem apresentar **formas isômeras** com atividades ópticas diferentes, configurando compostos isômeros glicídicos na sua **forma dextrogiра (d) ou espelhada, levogira (l)**. Sendo assim, ao ser exposta a uma luz polarizada, a molécula de açúcar pode girar para a direita (rotação dextrogiра) ou para a esquerda (rotação levogira). Vale ressaltar que os monossacarídeos encontrados na natureza se apresentam em na forma dextrogiра e a sua conversão ocorre por ação enzimática.

## FORMAS ISÔMERAS

A isomeria acontece quando duas substâncias apresentam a mesma forma molecular, mas têm diferentes propriedades e formas estruturais.

# FORMA DEXTROGIRA (D) OU ESPELHADA, LEVOGIRA (L)

Na isomeria óptica dextrogiro é o composto que desvia a luz para a direita; e levogiro é aquele que desvia a luz para a esquerda.

Os monossacarídeos também podem ser classificados quanto à presença de aldeído na sua extremidade, sendo chamados assim de aldoses. Em contrapartida, quando há presença do grupo carbonil, o monossacarídeo é uma cetose.

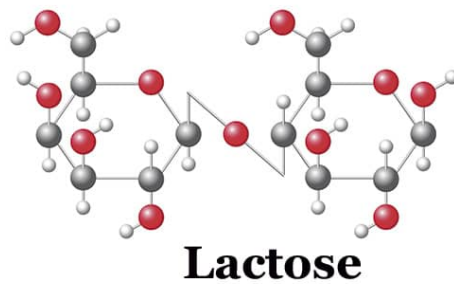
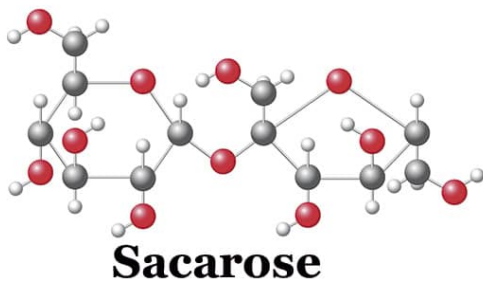
## ★ EXEMPLO

Aldoses importantes para o organismo: d-ribose, d-galactose, d-manose e d-glicose. E exemplos de cetoses: d-xilulose e d-frutose. Aldoses e cetoses podem se apresentar em estruturas de cadeia aberta ou cíclica. No caso das cadeias de configuração cíclica, moléculas de álcool podem reagir com aldeídos e cetonas, formando derivados chamados de hemiacetais e hemicetais, respectivamente.

Como exemplo de molécula d-glicose tem-se o grupo carbonil, que pode formar uma ligação covalente com o oxigênio do grupo hidroxila presente na mesma cadeia, resultando em uma estrutura cíclica.

E como exemplo de carboidratos de estrutura cíclica, temos a piranose, a furanose e a ribose, sendo esta última o constituinte principal das cadeias de RNA e DNA.

A junção de dois monossacarídeos pela ligação glicosídica resulta nos **dissacarídeos**, outro grupo de carboidratos. Essa ligação é formada pela hidroxila de um monossacarídeo com o carbono anomérico (do grupo aldeído presente na ponta da cadeia) de outro monossacarídeo. Assim como os monossacarídeos, os dissacarídeos também são solúveis em água. Seus representantes mais conhecidos são: a **sacarose** (uma molécula de glicose + frutose) e a **lactose** (junção de uma molécula de glicose com uma de galactose). Suas estruturas moleculares estão representadas na figura 8.



Fonte: chromatoss/shutterstock.com

📷 Figura 8: Estrutura molecular dos dissacarídeos.

Além de mono e dissacarídeos, os carboidratos também podem ser classificados como oligossacarídeos, que possuem de duas a dez cadeias de monossacarídeos unidas por cadeias laterais ou ramificadas.

Enquanto isso, os **polissacarídeos** ou glicanos se caracterizam por ter acima de dez unidades de monossacarídeos, podendo chegar a milhares de unidades, em cadeia linear ou ramificada.

Os polissacarídeos também são classificados como homopolissacarídeos – quando contêm um único tipo de monômero (pequena molécula) de açúcar – ou como heteropolissacarídeos – quando constituídos por dois ou mais tipos de monômeros. Somado a isto, as diferentes ligações glicosídicas permitem que essas moléculas exerçam diversas funções no organismo.

Como principais representantes dos polissacarídeos, encontram-se o amido presente nas células vegetais e o glicogênio presente nas células animais. Acerca das principais funções, os polissacarídeos são fontes de armazenamento energético tanto para as células vegetais, como o **amido**, quanto para as células animais, como o **glicogênio**.

Esses carboidratos agem diferentemente no que se refere ao metabolismo humano.

### Oligossacarídeos

Os oligossacarídeos em sua maioria também não são suscetíveis ao metabolismo enzimático.



### Polissacarídeos

Os polissacarídeos de origem vegetal, como a celulose, não são metabolizados pelas enzimas humanas.

## **+** SAIBA MAIS

A **celulose** é um polissacarídeo encontrado na parede celular de plantas. Ela contém resíduos de glicose unidos por ligações  $\beta$ -1,4, diferentes das ligações  $\alpha$ -1 encontradas no glicogênio. Esse tipo de ligação  $\beta$ -1,4 confere cadeias retas e mais longas; sendo assim, essas cadeias são mais resistentes. **É importante ressaltar que as enzimas humanas não hidrolisam a ligação  $\beta$ -1,4, por isso, a digestão da celulose não é realizada por humanos.**

## **FONTE DE CARBOIDRATOS NA ALIMENTAÇÃO**

Esses nutrientes podem ser encontrados em frutas, vegetais, carnes, leite e grãos, e também em alimentos derivados, como pão, massas, bolos, biscoitos, açúcar, adoçantes, entre outros.



Fonte: New Africa/shutterstock.com

Mais especificamente, a d-glicose e a d-frutose são hexoses que estão presentes em sucos de frutas, beterraba e lactose.





Fonte: RHJPhotoandilustration/shutterstock.com

A sacarose é o açúcar que costumeiramente é consumido em casa, para adoçar café, bolos, sucos. Ela está presente, principalmente, na cana-de-açúcar e na beterraba.



Fonte: xamnesiacx/shutterstock.com

Já a lactose, principal fonte de energia para o bebê em fase de amamentação, é o açúcar encontrado no leite.

# DIGESTÃO, METABOLIZAÇÃO E FUNÇÃO DOS CARBOIDRATOS

Os carboidratos provenientes da dieta, também conhecidos como carboidratos complexos, têm sua digestão iniciada pela enzima presente na boca. Dessa forma, na boca, a amilase salivar realiza a quebra de polissacarídeos em dissacarídeos. Veja a sequência desse processo.

No estômago, a ação da amilase é interrompida devido ao pH ácido. E quando chegam no intestino, as enzimas epiteliais intestinais hidrolisam os dissacarídeos (sacarose, maltose e lactose) e dextrinas em monossacarídeos, completando a digestão dos carboidratos.



Uma vez digeridos, os carboidratos são absorvidos como monossacarídeos no intestino, chegando assim à corrente sanguínea. Após absorção no intestino, os monossacarídeos, como a **glicose**, são distribuídos, indo para as células dos diferentes tecidos.



Ao alcançar as células, a glicose é transportada através de **proteínas transportadoras (GLUT)** presentes na membrana plasmática, permitindo a difusão facilitada da glicose. A família de transportadores para glicose são GLUT1, GLUT2, GLUT3, GLUT4 e GLUT5. Uma vez ligada ao transportador, a glicose entra no citosol e é prontamente fosforilada pelo ATP, não podendo sair da célula.

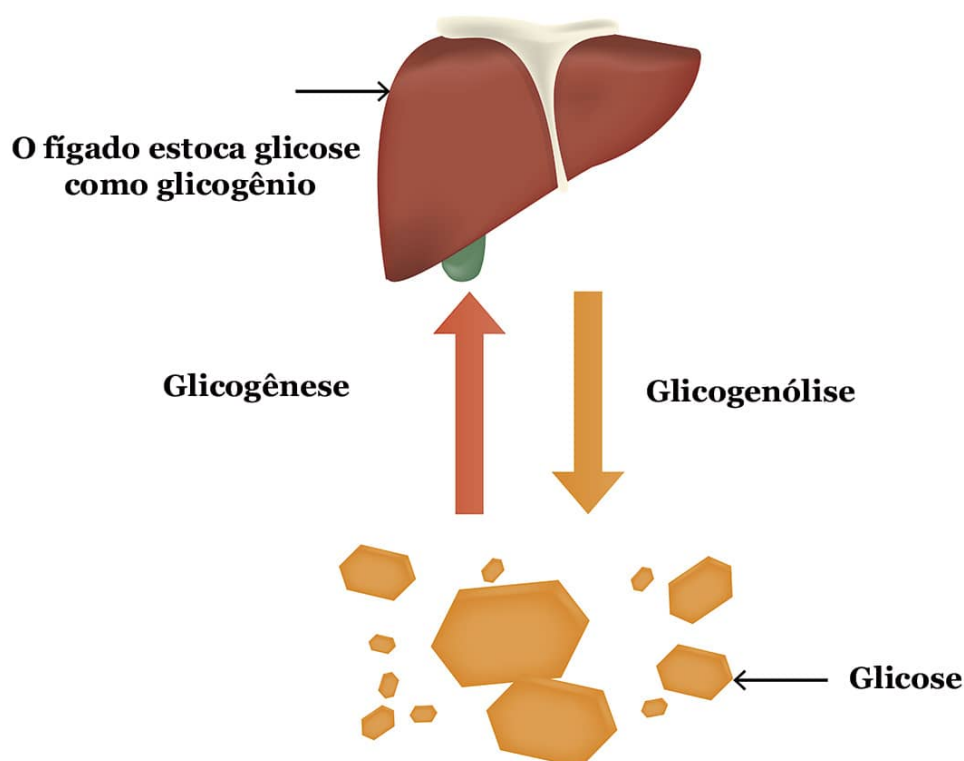
## ATENÇÃO

Esse transporte – facilitado ou passivo – é necessário, pois a glicose é uma molécula polar que não atravessa a membrana celular, cujo caráter é apolar. Esse transporte acontece a favor do gradiente de concentração, ou seja, da região mais concentrada (sangue) para a menos concentrada (interior da célula). No citosol, ocorre a glicólise, que consiste na conversão da glicose em piruvato, seja na presença ou na ausência de oxigênio.

Na presença de oxigênio, a glicólise permite a oxidação da glicose em piruvato, o que gera moléculas de ATP e NADH. Essas moléculas são importantes, pois fornecem energia para reações químicas no interior das células. Além disso, a glicólise também pode ocorrer na ausência de oxigênio (via anaeróbica), ou seja, em situações como atividades físicas, nas quais o músculo esquelético não tem aporte de oxigênio suficiente. A oxidação da glicose, pela via da pentoses-fosfato, também proporciona a produção de ácidos nucleicos, as moléculas constituintes do DNA e RNA.

A glicose também pode ser armazenada após a sua conversão em **glicogênio**, com a reação de glicogênese. O **glicogênio** é um carboidrato (polissacarídeo) endógeno formado por subunidades de glicose ligadas de forma linear e por ramificações. É encontrado em grande quantidade no músculo esquelético e no fígado, e em situações de jejum. A sua quebra fornece glicose, mantendo os níveis normais dessa substância no sangue.

Além da reserva energética de **glicogênio**, em casos de jejum prolongado e esgotamento dessa reserva, é necessária outra fonte de glicose/energia. Por isso, a síntese de glicose não é mais obtida pelos carboidratos, mas pela rota de gliconeogênese, com a conversão do piruvato em glicose. A conversão de carboidratos em monossacarídeos e o metabolismo destes últimos estão de acordo com a necessidade energética das células e com o suprimento de oxigênio.



Fonte: joshya/shutterstock.com

📷 Esquema da glicogênese e glicogenólise.

Quando ligados covalentemente às proteínas, os carboidratos são denominados glicoproteínas e pode variar o número de oligossacarídeos na sua constituição. Dessa forma, as

glicoproteínas têm a sua função variada no organismo. Os resíduos de açúcar são adicionados às proteínas no retículo endoplasmático e no aparelho de Golgi; sendo assim, as cadeias dos oligossacarídeos podem ser encontradas não só no citosol das células, mas também na sua superfície.

As glicoproteínas humanas são compostas principalmente pelos seguintes açúcares: **glicose, galactose, manose, fucose, xilose, n-acetilgalactosamina e n-acetilglicosamina**.

As glicoproteínas apresentam inúmeras funções. São elas:

diferenciação de células e tecidos;

composição de sítios de ligação para diversas moléculas;

atuação na superfície celular por sinalização;

diminuição da depuração de hormônios peptídicos;

lubrificação das articulações;

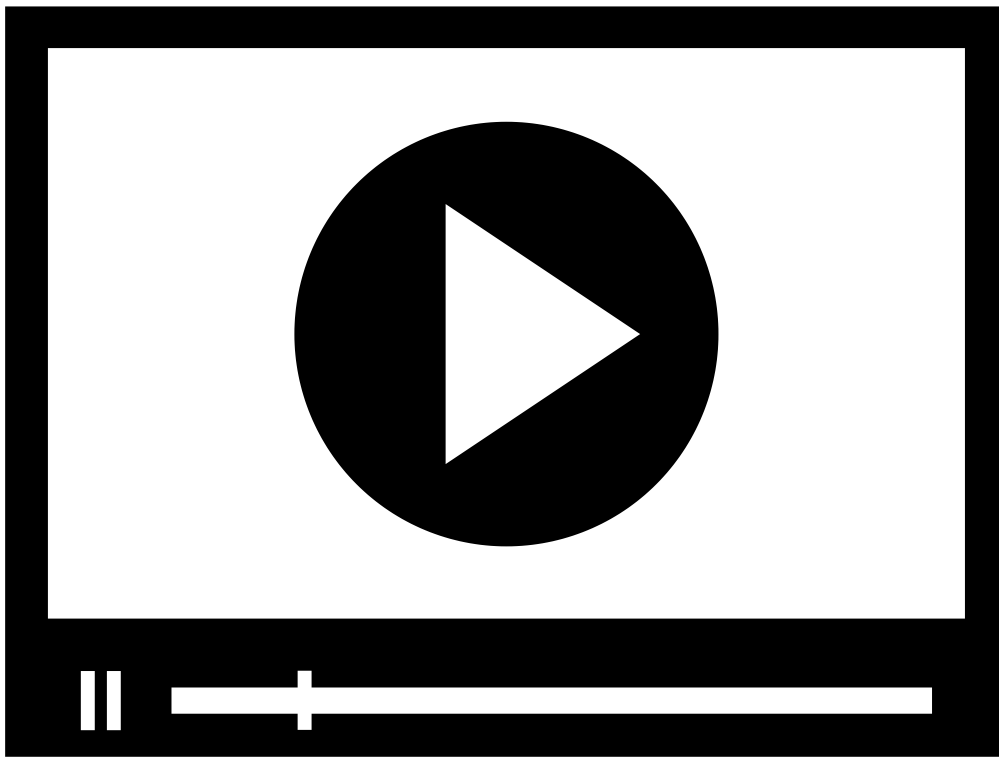
direcionamento da migração no interior das células.

Mais especificamente, a função dos carboidratos na sua apresentação como **glicoproteínas** pode incluir o hormônio da eritropoietina, que estimula a síntese de hemácias (eritrócitos). Já os **glicosaminoglicanos**, por terem carga negativa, interagem com a água, o que permite o amortecimento de impactos nas articulações. Outras glicoproteínas são as mucoproteínas, que aderem ao epitélio atuando como barreira protetora no estômago e nos pulmões. Na superfície das células eucarióticas, têm-se os proteoglicanos, que compõem a matriz extracelular e auxiliam na sinalização celular.

## ATENÇÃO

Outras glicoproteínas, não produzidas pelo nosso organismo mas relevantes, são os peptídeoglicanos, que, por estarem presentes na parede de bactérias, servem como alvo para antibióticos no tratamento de infecções bacterianas.

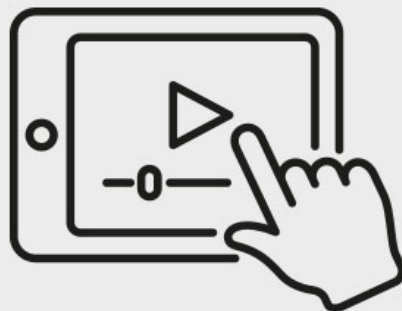
**Como os carboidratos conseguem ser fonte principal de energia?**



## COMO CONSEGUIMOS ENERGIA ATRAVÉS DA ALIMENTAÇÃO

O vídeo a seguir mostra como é feita a quebra do carboidrato em glicose e onde acontece.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



## VERIFICANDO O APRENDIZADO

**1. (ADAPTADO DE UEMA/2014) OS GLICÍDIOS SÃO AS PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA DIÁRIA PARA SERES HUMANOS E SÃO CLASSIFICADOS EM MONOSSACARÍDEOS, DISSACARÍDEOS, OLIGOSSACARÍDEOS E POLISSACARÍDEOS, DE ACORDO COM O TAMANHO DA MOLÉCULA. OS POLISSACARÍDEOS MAIS CONHECIDOS SÃO O GLICOGÊNIO, A CELULOSE E O AMIDO. AS FUNÇÕES ATRIBUÍDAS A ESSAS MOLÉCULAS SÃO, RESPECTIVAMENTE:**

- A) Estrutural, reserva energética, estrutural
- B) Reserva energética, reserva energética, estrutural
- C) Reserva energética, estrutural, reserva energética
- D) Estrutural, estrutural, reserva energética
- E) Reserva energética, estrutural, estrutural

**2. (PUC-CAMPINAS 2017/1) O AMIDO, UM CARBOIDRATO PRESENTE EM GRANDE QUANTIDADE NA FARINHA, É A PRINCIPAL FORMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA DAS PLANTAS, OCORRENDO PRINCIPALMENTE NAS RAÍZES, NOS FRUTOS E SEMENTES. NOS MAMÍFEROS, A RESERVA DE CARBOIDRATOS QUE CORRESPONDE AO AMIDO:**

- A) São os lipídeos, acumulados no tecido adiposo.
- B) São os triglicérides, abundantes no plasma sanguíneo.
- C) É o glicogênio, encontrado no fígado e nos músculos.
- D) É a glicose, armazenada no citoplasma das células pancreáticas.
- E) É o ATP, principal fonte de energia de todas as células.

---

## **GABARITO**

**1. (Adaptado de UEMA/2014) Os glicídios são as principais fontes de energia diária para seres humanos e são classificados em monossacarídeos, dissacarídeos,**

**oligossacarídeos e polissacarídeos, de acordo com o tamanho da molécula. Os polissacarídeos mais conhecidos são o glicogênio, a celulose e o amido. As funções atribuídas a essas moléculas são, respectivamente:**

A alternativa **"C "** está correta.

O glicogênio é um polissacarídeo de reserva energética para os animais, a celulose é o principal componente da parede celular dos vegetais e o amido é a reserva energética dos vegetais.

**2. (PUC-Campinas 2017/1) O amido, um carboidrato presente em grande quantidade na farinha, é a principal forma de armazenamento de energia das plantas, ocorrendo principalmente nas raízes, nos frutos e sementes. Nos mamíferos, a reserva de carboidratos que corresponde ao amido:**

A alternativa **"C "** está correta.

O amido, após ser digerido, resulta em três moléculas distintas: glicose, frutose e galactose. A glicose é armazenada em forma de glicogênio no fígado e nos músculos, como fonte de reserva energética.

## MÓDULO 3

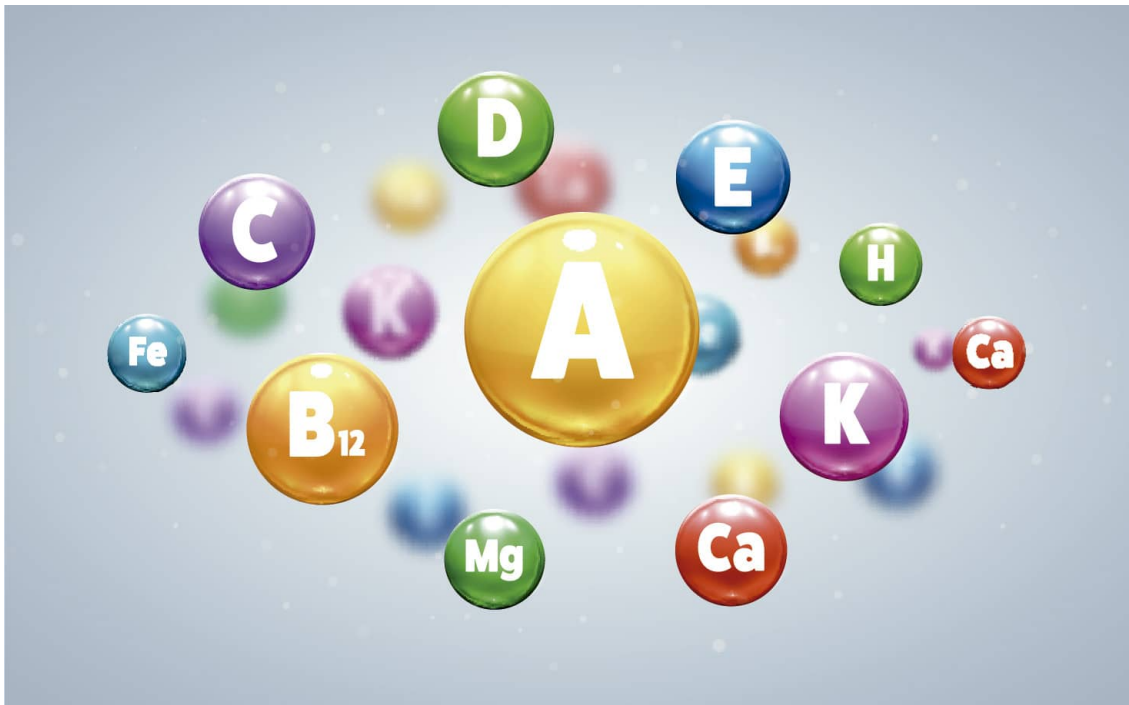
---

⦿ **Descrever vitaminas e minerais, suas principais funções no organismo e a importância dessas classes no funcionamento dos sistemas biológicos**

## VITAMINAS E MINERAIS

Existem algumas substâncias essenciais para o bom funcionamento e homeostase corporal. Como exemplos dessa classificação temos as vitaminas e os minerais. No entanto, quando o organismo não é capaz de produzi-las, elas podem ser adquiridas pela alimentação ou pela ingestão de suplementos em quantidades adequadas.





Fonte: andrewvect/Shutterstock.com

As vitaminas são fundamentais para ativação de algumas reações enzimáticas, crescimento e reparação de tecidos, além de ajudarem na prevenção de doenças graves. A deficiência de vitaminas afeta diferentes órgãos, como pele, cérebro e coração, resultando em sintomas leves ou graves.

Já os minerais apresentam funções metabólicas específicas e devem ter seu consumo em quantidades adequadas. O consumo saudável dos minerais evita o desequilíbrio metabólico e o aparecimento de doenças. Esse é o caso, por exemplo, da relação entre o consumo excessivo de sódio e o surgimento da hipertensão.



Fonte: Lightspring/Shutterstock.com



# VITAMINAS

As vitaminas podem ser classificadas em hidrossolúveis e lipossolúveis. Veja a diferença entre elas:

## Vitaminas hidrossolúveis

Como o próprio nome sugere, são aquelas solúveis em água. Como exemplo, temos as vitaminas do complexo B e a vitamina C.



## Vitaminas lipossolúveis

São solúveis em lipídeos, por isso podem ser absorvidas com gorduras na dieta e ser armazenadas no fígado e tecido adiposo. Abrangem as vitaminas A, D, E e K.

Na figura 08 estão ilustrados as principais vitaminas e suas fontes alimentares.



Fonte: Africa Studio/shutterstock.com

📷 Figura 8: Principais vitaminas e suas fontes.

A seguir iremos conhecer mais sobre as vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis.

# VITAMINAS HIDROSSOLÚVEIS

## Vitaminas do complexo B



Fonte: Tatjana Baibakova/shutterstock.com

As vitaminas do complexo B se classificam de acordo com sua composição.

## VITAMINA B1: TIAMINA

É encontrada em produtos de origem animal e vegetal: legumes verdes, frutas, fígado, carne vermelha, legumes secos e cereais. Ela é composta por um anel de pirimidina ligado a um grupo tiazol e atua na transferência de aldeídos para moléculas. Desempenha papel fundamental no metabolismo energético, além de atuar na condução no sistema nervoso. A deficiência de tiamina resulta em três síndromes: no sistema nervoso, também conhecida como beribéri, que pode estar ou não associada à insuficiência cardíaca; encefalopatia com psicose; e acidose láctica fatal com altas concentrações, devido justamente às altas concentrações plasmáticas de lactato e piruvato.

## VITAMINA B2: RIBOFLAVINA

Tem como fonte alimentar leite e laticínios, principalmente alimentos com cor amarela intensa. Além disso, pode ser encontrada em outros alimentos, por ser utilizada como aditivo. Por não ser armazenada no organismo, sua principal fonte é a dieta. Por fornecer fragmentos de coenzimas importantes como a flavina adenina, essa vitamina exerce sua função em reações

de oxirredução, estando envolvida no metabolismo dos lipídeos e carboidratos. A pessoa com deficiência dessa vitamina pode apresentar lesões orais, descamação e dermatite.

## **VITAMINA B6: PIRIDOXINA**

Pode ser representada pela piridoxina, piridoxal ou piridoxamina. Essa vitamina é encontrada em leveduras, trigo e cereais integrais. Essa vitamina tem como função atuar como coenzima na transaminação (transferência de aminoácidos), na descarboxilação de aminoácidos e do glicogênio fosforilase. Sua deficiência pode gerar distúrbio no metabolismo dos aminoácidos, depressão, confusão mental e crises convulsivas.

## **VITAMINA B12: CIANOCOBALAMINA**

Possui diversos análogos (como cianobalamina, clorocobalamina, metilcobalamina e hidroxicobalamina). Nos alimentos, as principais fontes são carnes, peixes, ovos e laticínios. Sua função como coenzima permite a transferência de carbono e sua atuação no metabolismo do ácido fólico. A deficiência de B12 pode gerar anemia perniciosa, degeneração da medula.

## **VITAMINA B3: NIACINA**

Também presente em alimentos semelhantes aos que contêm biotina (ver a seguir), atua como coenzima das reações de oxidação e redução, desempenhando um papel na sinalização celular do cálcio. Sua deficiência pode provocar dermatite fotossensível (conhecida como pelagra), diarreia e depressão.

## **VITAMINA B5: ÁCIDO PANTOTÊNICO**

É semelhante à da cobalamina, mas ela atua como coenzima na transferência de acilas, com ênfase no metabolismo de ácidos graxos. A deficiência dessa vitamina pode causar lesão dos nervos periféricos.

## **VITAMINA H: BIOTINA**

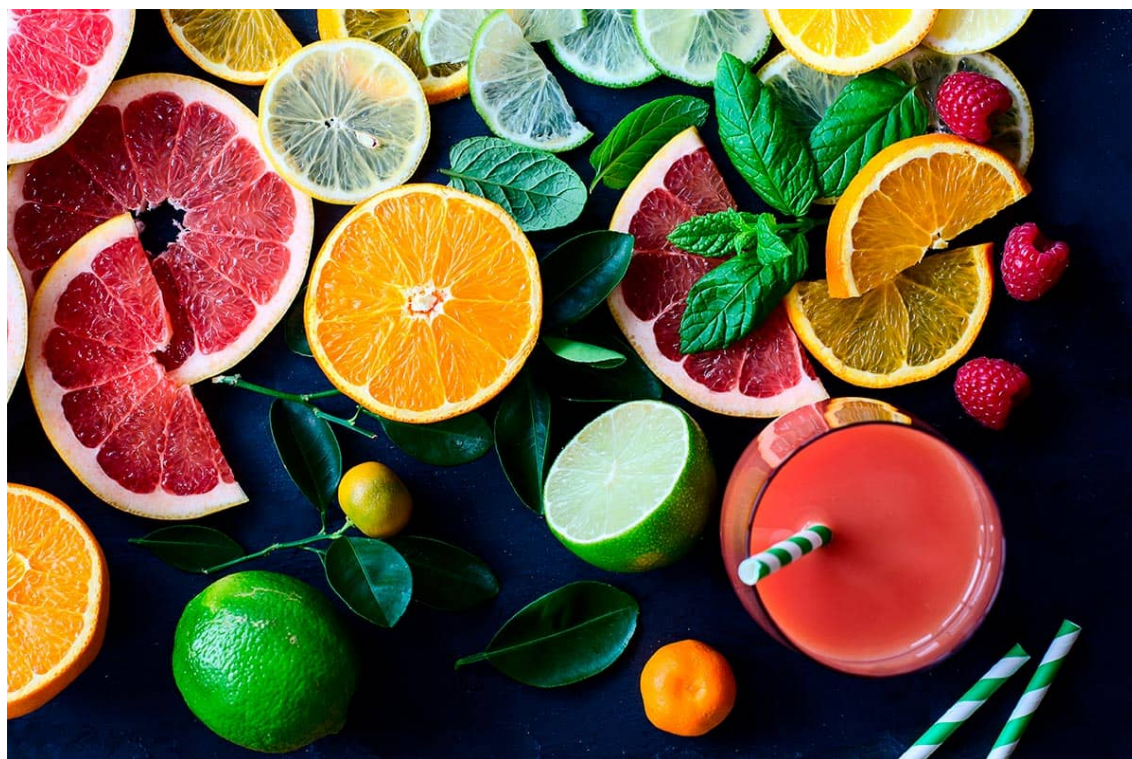
Está presente no trigo, aveia e ovo. É importante, pois atua como coenzima na gliconeogênese e síntese de ácidos graxos. O comprometimento da biotina pode gerar dermatite e alteração no metabolismo de gorduras e carboidratos.

## **VITAMINA B9: ÁCIDO FÓLICO**

Encontrado em alimentos como folhas verde-escuras, tem como funções a transferência de compostos monocarbonados e a síntese de tiamina. Sua deficiência é relevante, pois pode gerar anemia megaloblástica, além de deficiências no desenvolvimento do feto, como defeitos no tubo neural.

## Vitamina C

A vitamina C ou ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel, sendo representada por um pó cristalino, branco e inodoro. Pode ser encontrada em frutas cítricas, pimentas, tomates e brócolis. Por ser sensível a altas temperaturas, o cozimento de frutas e vegetais resulta na degradação da vitamina C.



Fonte: Alexandra Anschiz/shutterstock.com

O ácido ascórbico age como coenzima (em hidroxilases) e na formação de fibras e colágeno. Também pode atuar aumentando a absorção de ferro no intestino. Com relação ao uso da vitamina C na prevenção do resfriado comum, há pouca evidência, apesar de ser observado um menor tempo de permanência dos sintomas após a sua ingestão em altas doses.

A deficiência da vitamina C pode gerar sintomas mais leves, como fadiga e irritabilidade. Outros sinais clínicos incluem alterações na pele, fragilidade nos capilares sanguíneos (sangramento na gengiva), queda dos dentes e fraturas ósseas. A maioria desses sintomas pode ser relacionada à deficiência de colágeno. Isso ocorre pois a hidroxilase precisa da vitamina C para produzir o colágeno.

**+** SAIBA MAIS



Em casos mais graves, a falta da vitamina C pode resultar no desenvolvimento de escorbuto, caracterizado pela degeneração do tecido conectivo. Em estágio avançado, os sinais clínicos incluem perda dos dentes, pequenas hemorragias, dificuldade em cicatrização, dor, degeneração óssea e, por fim, falência cardíaca.

## VITAMINAS LIPOSSOLÚVEIS



Fonte: Ekaterina Markelova/shutterstock.com

## VITAMINA A

Compreende os retinoides como retinol, retinalaldeído e ácido retinoico, que podem ser obtidos pela ingestão de vegetais e frutas. Os vegetais compostos de carotenos, como cenoura, beterraba, brócolis e espinafre, são fontes dessa vitamina. O ácido retinoico regula a expressão de genes relevantes para o desenvolvimento do tecido epitelial; por isso a vitamina A pode ser aplicada em tratamentos dermatológicos, como o combate a acne e rugas.

Outra função da vitamina A está relacionada à sua presença na retina, onde permite a produção de um sinal para o cérebro em resposta ao estímulo de luz. A deficiência da vitamina A pode gerar reações como secura na pele, nos olhos e nas membranas mucosas. O primeiro sintoma que denota deficiência dessa vitamina é a cegueira noturna. Ao longo do desenvolvimento, a ausência de vitamina A pode gerar um crescimento retardado. Vale

ressaltar que o consumo de excessivo de etanol altera o metabolismo da vitamina A, sendo responsável pela síndrome alcoólica fetal e pelo surgimento de diversos tipos de câncer.

## VITAMINA D

Como mencionado anteriormente quando tratamos dos lipídeos, a vitamina D é um pró-hormônio esteroide. Sua síntese ocorre na pele em resposta à ação da luz solar, que converte 7-desidrocolesterol (provitamina D3) em colecalciferol (vitamina D3), posteriormente convertido em calcitriol (hormônio ativo). A vitamina D atua na diferenciação celular e na secreção de insulina, além de regular o metabolismo de cálcio e fosfato. Após ser convertida no fígado e nos rins, ela regula o metabolismo do cálcio, permitindo que este seja mais absorvido no intestino e menos excretado pelos rins. Importante destacar que a vitamina D atua como um hormônio esteroide, ligando-se a receptores de esteroides, o que promove sua atuação como fator de regulação da expressão de genes.

Na infância, a deficiência de vitamina D pode resultar em raquitismo. Esse problema ocorre quando não há uma calcificação adequada dos ossos e cartilagens, resultando também na formação defeituosa do sistema ósseo. Nos adultos, o déficit dessa vitamina também causa amolecimento e fraqueza nos ossos. Por isso, adultos com pouca ou nenhuma exposição ao sol se encontram em risco. No entanto, como tratamento, a vitamina D2 (ergocalciferol), cuja estrutura é similar à da vitamina D3, pode ser adicionada a alimentos como leite e manteiga. Outro alimento que é rico e pode ser fonte de vitamina D é o óleo de fígado de peixes (exemplo: bacalhau).

## VITAMINA E

É representada pelos tocoferóis, um grupo de lipídeos que desempenham diversas funções. Os alimentos ricos em vitamina E são nozes, óleos vegetais, cereais, ovos, trigo e outros feitos a partir desses, como massas e pães. Dentre os tocoferóis mais ativos, está o d- $\alpha$ -tocoferol, cuja maior potência é obtida por fonte natural.

A principal função dos tocoferóis é agir como antioxidante nas membranas das células e nas lipoproteínas do plasma. O anel aromático do tocoferol reage com os radicais livres e os destrói, impedindo a oxidação dos lipídeos da membrana celular. A deficiência da vitamina E é rara; no entanto, pessoas com fibrose cística, dieta pobre ou com má absorção de gordura podem apresentar deficiência dessa vitamina e desenvolver comprometimento neural, fraqueza muscular e esterilidade. As membranas das hemácias são suscetíveis à peroxidação, por isso a ausência da ação antioxidante do tocoferol pode resultar em anemia hemolítica.

# VITAMINA K

É representada por três compostos com atividades biológicas: a filoquinona, a menaquinona e a menadiona. Os alimentos que contêm essa vitamina incluem vegetais folhosos verdes que fornecem a filoquinona. Já a menaquinona é obtida pela ação das bactérias do intestino e menadiona é produto do metabolismo da filoquinona. A vitamina K tem como funções manter os níveis de protrombina hepática e formar um aminoácido quelante ( $\gamma$ -carboxiglutamato). Esse aminoácido permite que a protrombina se ligue ao cálcio, o que promove a aderência das diversas proteínas do sistema de coagulação sanguínea (exemplo de fatores: VII, IX e X), formando o coágulo na área necessária.

A deficiência de vitamina K faz com que haja pouco ou nenhum  $\gamma$ -carboxiglutamato, fazendo com que a etapa de coagulação seja impedida. Como consequência, há o aumento do tempo de coagulação, com riscos de hemorragia para o paciente. Essa deficiência ainda pode gerar anemia e fraqueza. A vitamina K também atua nas proteínas relacionadas ao tecido ósseo, como a osteocalcina, que é a matriz óssea produzida pelos osteoblastos. A alteração na matriz óssea decorrente do déficit dessa vitamina pode gerar osteoporose.

# MINERAIS

Os minerais possuem funções vitais no organismo: homeostase; equilíbrio eletrolítico e atuação como cofatores para enzimas; controle osmótico; atuação nas estruturas proteicas e regulação da diferenciação celular. A maioria deles é obtida pelos alimentos, que contêm as quantidades necessárias para a ingestão dos minerais essenciais.



Fonte: OlgaChernyak/Shutterstock.com

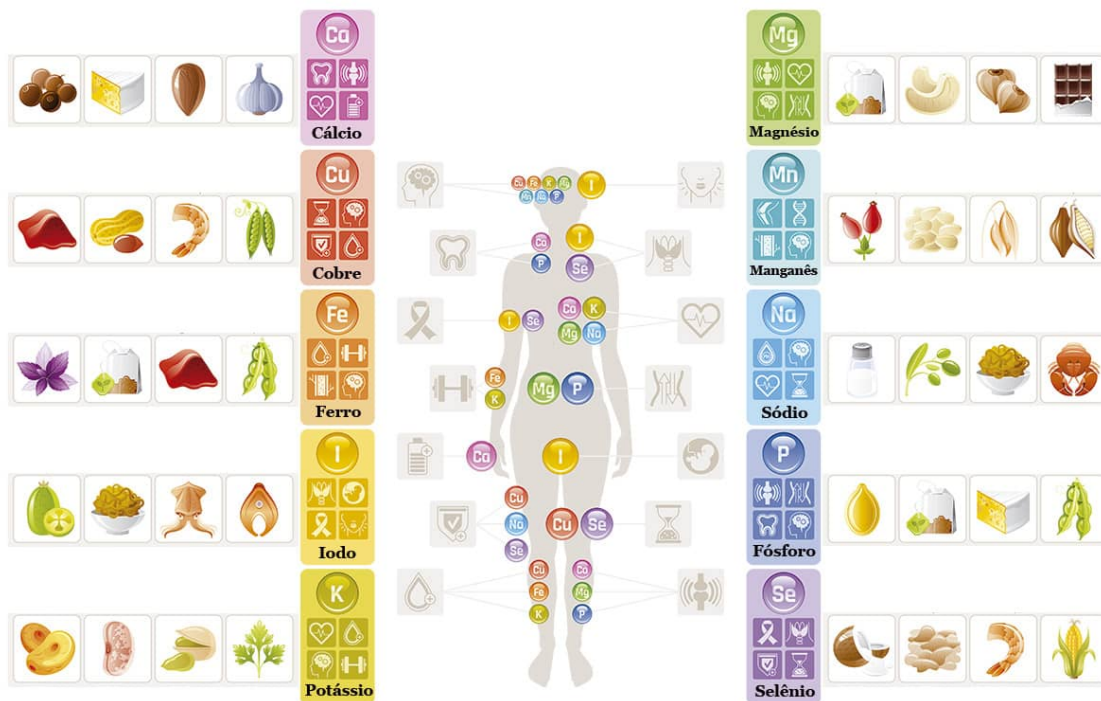
Eles são classificados em macrominerais e microminerais.

## ★ EXEMPLO

Macrominerais: cálcio, fósforo, sódio, potássio e cloro. E como microminerais, podemos citar: cobalto, cobre, iodo, selênio, ferro e zinco.

A figura 10 apresenta as principais fontes nas quais os minerais estão presentes.





Fonte: OlgaChernyak/shutterstock.com

📷 Figura 10: Sais minerais e suas fontes.

A seguir, descrevemos a atuação dos minerais mais relevantes para o organismo.



Fonte: HandmadePictures/shutterstock.com

## Sódio

O sódio é um macromineral presente, principalmente, em alimentos de origem animal. Apesar disso, a principal forma de ingestão do sódio é como cloreto de sódio, e a sua absorção ocorre tanto no estômago quanto no intestino. Durante a alimentação, a ingestão excessiva de sódio pode levar ao desequilíbrio eletrolítico, causando hipertensão.

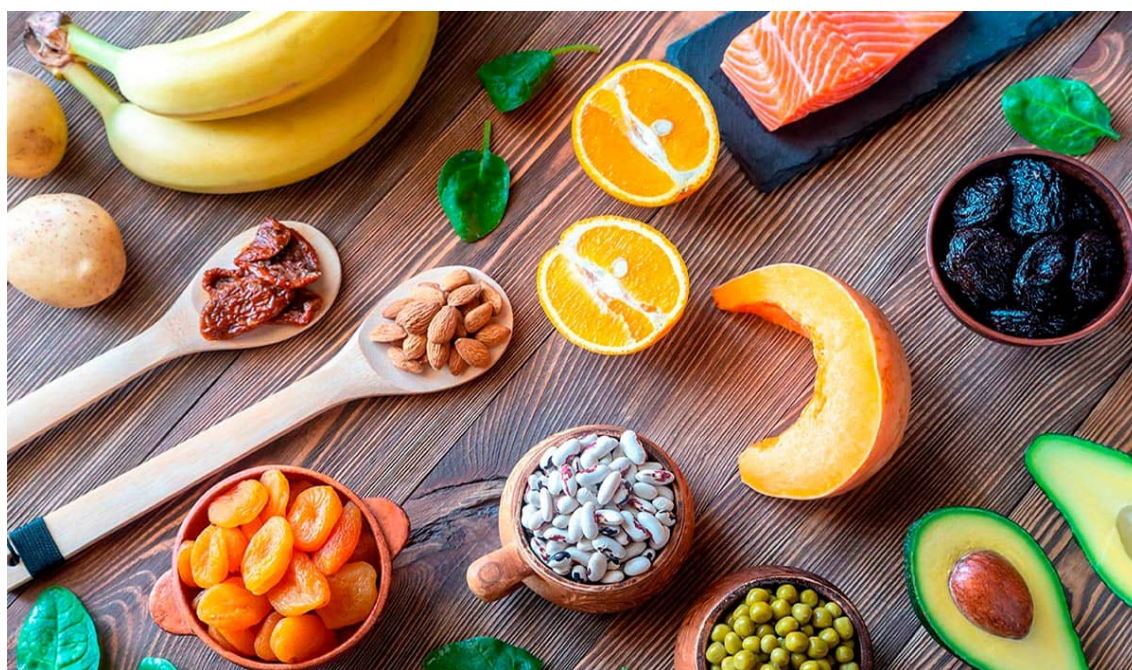
O sódio é o principal cátion extracelular, sendo que sua concentração é mantida pela bomba Na/K ATPase, que transporta ativamente o Na para o exterior, mantendo o controle eletrolítico. Esse mineral também tem uma ação importante na propagação de impulsos nervosos.

Dentre suas principais funções estão:

participar da função da membrana plasmática;

participar do impulso nervoso e contração muscular;

auxiliar na absorção de nutrientes no trato digestivo.



Fonte: Alexander Prokopenko/shutterstock.com

## **Potássio**

O potássio atua como o sódio, no entanto é o principal cátion intracelular e a sua concentração também é mantida pela bomba ATPase mencionada anteriormente. Esse mineral participa do metabolismo de carboidratos, da síntese de proteínas e atua como cofator. Além disso, o potássio tem ação no funcionamento específico de células musculares e neurônios.

A fonte de potássio inclui frutas e verduras; após a ingestão, sua absorção acontece no intestino.





Fonte: Evan Lorne/shutterstock.com

## **Cálcio**

O cálcio, um dos minerais mais abundantes no organismo, constitui ossos e dentes. Está presente em alimentos de origem animal, como leite e seus derivados, em folhas verdes e legumes. Esse mineral atua na transmissão do impulso nervoso, na contração dos músculos e na coagulação do sangue. A quantidade de cálcio, como de qualquer nutriente, deve ser equilibrada.

Em alguns casos, como o uso de medicamentos ou doenças como câncer, os níveis de cálcio podem estar altos, provocando uma condição de hipercalcemia, que inclui: constipação, náusea, vômito, além de manifestações cardiovasculares. Já em condições de déficit de cálcio, ou seja, hipocalcemia – que pode acontecer tanto pelo uso de medicamentos quanto por doenças ou dieta pobre nesse mineral –, os sintomas mais comuns são: câibra, espasmos, convulsão e parestesia.





Fonte: Brent Hofacker/shutterstock.com

## **Fósforo**

Como o cálcio, o fósforo também é obtido pela ingestão de leite, além de cereais. Esse mineral apresenta metabolismo associado ao cálcio e se encontra presente em ossos e dentes.

Compõe diversas moléculas estruturais, como os fosfolipídeos presentes na membrana celular, bem como ácidos nucleicos e enzimas participantes do metabolismo energético (ATP).



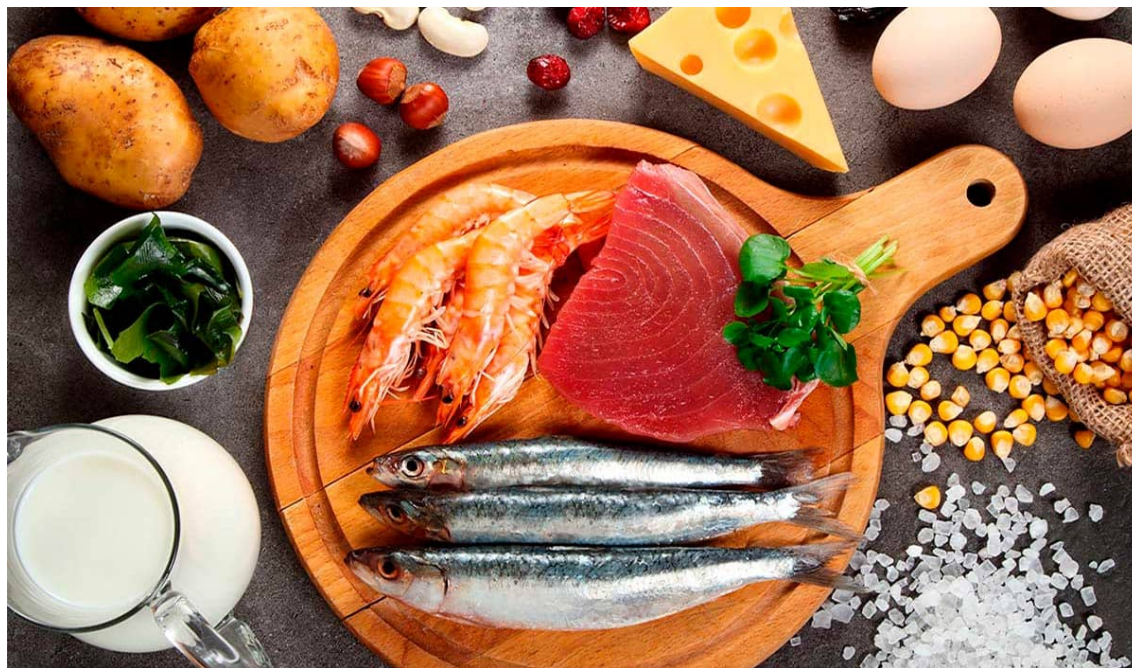
Fonte: Yulia Gust/shutterstock.com

## **Ferro**

O ferro, presente em alimentos de origem animal e em folhas verdes, é outro mineral essencial para o funcionamento de enzimas (citocromos). Trata-se de um elemento que não circula no



sangue de forma livre, mas associado às proteínas específicas do sangue – hemoglobinas nas hemácias e transferrinas no plasma –, permitindo o transporte de oxigênio. Por isso, outra fonte de ferro pode ser a reciclagem da hemoglobina. Após a degradação da hemoglobina, o ferro pode ser reabsorvido. A deficiência desse mineral no organismo altera o sistema imune e causa anemia, o que afeta a capacidade de trabalho nos adultos e altera o desenvolvimento cognitivo.



Fonte: Evan Lorne/shutterstock.com

## Iodo

Assim como o ferro, o iodo é encontrado em vários alimentos, sendo que as suas principais fontes são o sódio iodado e os alimentos de origem marinha.

O iodo tem papel fundamental na regulação e síntese de hormônios como T3 e T4 na tireoide.

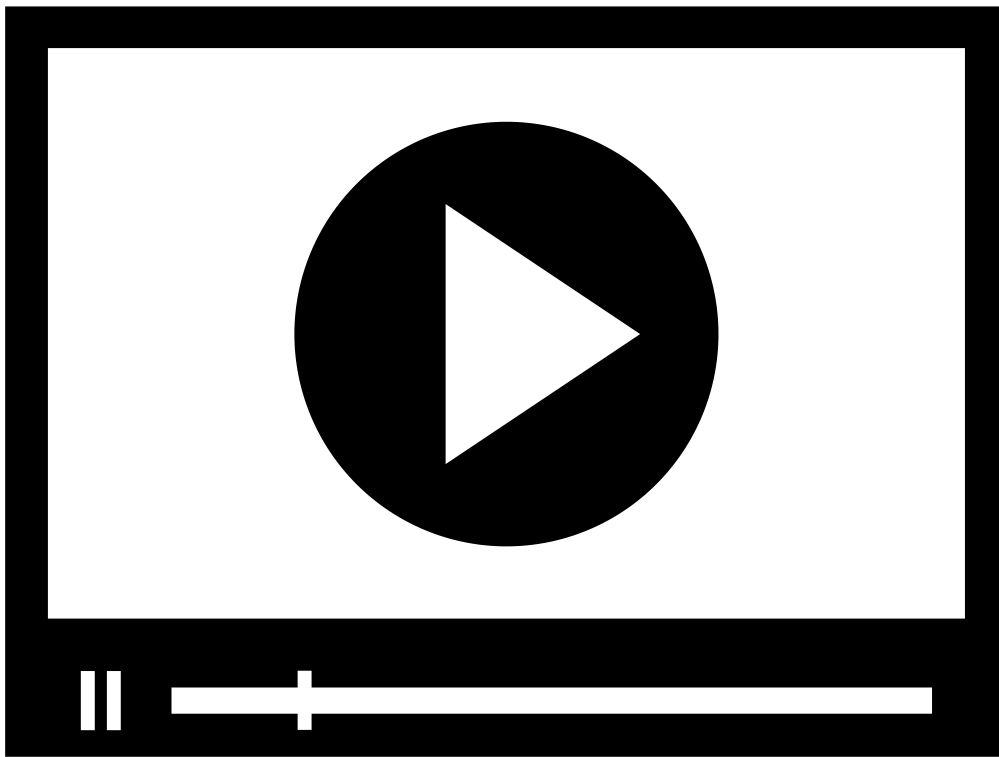
Outros minerais também são necessários para o funcionamento do organismo:

**Magnésio**, que desempenha função estrutural

**Zinco**, um ativador enzimático, atua na secreção de hormônios, no sistema imune, no balanço eletrolítico e no metabolismo de ácidos nucleicos

**Molibdênio, cobre, selênio e cobalto**, cofatores para enzimas

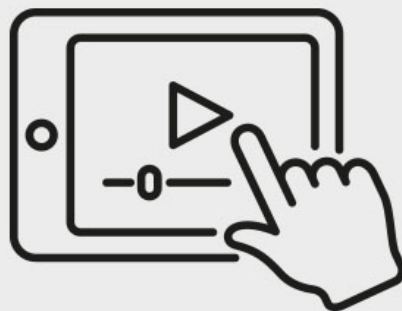
**Lítio**, que exerce função essencial, porém não está estabelecida



## BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO

Assista ao vídeo a seguir, que trata da importância do sódio e do potássio para o transporte ativo, utilizando a bomba de Na/K/ATPase.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



## VERIFICANDO O APRENDIZADO

**1. (IFSC/2016) LEIA O TEXTO COM ATENÇÃO E ASSINALE A ALTERNATIVA CORRETA. A VITAMINA (X) É PRODUZIDA PELO PRÓPRIO ORGANISMO, COM O AUXÍLIO DA LUZ SOLAR E INTERAGE COM HORMÔNIOS QUE REGULAM A QUANTIDADE DE CÁLCIO NO ORGANISMO. QUANDO UMA PESSOA SE EXPÕE AO SOL, OS RAIOS ULTRAVIOLETAS SÃO ABSORVIDOS E ATUAM COM O COLESTEROL, TRANSFORMANDO-O NUM PRECURSOR DA VITAMINA (X). PODE SER ENCONTRADA EM ALIMENTOS COMO FÍGADO, GEMA DE OVOS E ÓLEOS DE PEIXE. SUA DEFICIÊNCIA CAUSA O RAQUITISMO, TANTO EM CRIANÇAS COMO EM ADULTOS. A VITAMINA (X) À QUAL O TEXTO SE REFERE É A:**

- A) B12**
- B) A**
- C) D**
- D) C**
- E) E**

**2. SÓDIO E POTÁSSIO SÃO IMPORTANTES MINERAIS QUE ATUAM NO FUNCIONAMENTO DAS CÉLULAS NERVOSAS, PERMITINDO QUE HAJA:**

- A) Divisão celular**
- B) Apoptose**
- C) Propagação do impulso nervoso**
- D) Secreção de substâncias das glândulas exócrinas**
- E) Fagocitose**

---

## **GABARITO**

**1. (IFSC/2016) Leia o texto com atenção e assinale a alternativa correta. A vitamina (X) é produzida pelo próprio organismo, com o auxílio da luz solar e interage com hormônios**

que regulam a quantidade de cálcio no organismo. Quando uma pessoa se expõe ao sol, os raios ultravioletas são absorvidos e atuam com o colesterol, transformando-o num precursor da vitamina (X). Pode ser encontrada em alimentos como fígado, gema de ovos e óleos de peixe. Sua deficiência causa o raquitismo, tanto em crianças como em adultos. A vitamina (X) à qual o texto se refere é a:

A alternativa "C " está correta.

A deficiência de vitamina D é a causa do raquitismo.

**2. Sódio e potássio são importantes minerais que atuam no funcionamento das células nervosas, permitindo que haja:**

A alternativa "C " está correta.

A propagação de um impulso nervoso se dá devido às alterações elétricas que acontecem pela entrada e saída dos íons sódio e potássio.

## CONCLUSÃO

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do nosso estudo, foi possível entender o papel dos lipídeos no fornecimento de energia e o fato de serem precursores de inúmeras moléculas de extrema importância para o bom funcionamento do organismo como um todo.

Vimos também que os carboidratos são a principal fonte de glicose e quais são as fontes de carboidratos extraídas da alimentação. Além disso, foi possível conhecer diferentes vitaminas e minerais, que, mesmo em pequenas porções, desempenham um papel extremamente importante para a homeostase do organismo, e constatar que uma alimentação pobre em nutrientes pode levar a inúmeros déficits no organismo.



Para ouvir um *podcast* sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



## REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 5. ed. Porto alegre: Artmed, 2010. cap. 2, p. 96-106.

LEHNINGER A. *et al.* **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. Cap. 7-21, p. 385-1103.

MARZZOCO, A. **Bioquímica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. cap. 6-14, p. 91-177.

STRYER, L. **Bioquímica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. Cap. 11-27, p. 541-1322.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de anatomia e fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. cap. 24-25, p. 1205-1332.

UMBELINO, D.C.; ROSSI, E.A. **Deficiência de ferro**: consequências biológicas e propostas de prevenção. *In*: Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl., v. 27 p. 103-112, 2006. Consultado em meio eletrônico em: 23 nov. 2020.

---

## EXPLORE+

Para você que aproveitou o estudo da bioquímica de lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais e quer aprofundar seu conhecimento nessa área tão ampla, segue a indicação de dois artigos interessantes, de autores nacionais.

O primeiro retrata a importância da avaliação nutricional da dieta de trabalhadores do sul de São Paulo, considerando a importância de uma boa alimentação na prevenção de doenças. Busque o artigo intitulado *Avaliação nutricional de dietas de trabalhadores em relação a proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras alimentares e vitaminas*, publicado pelas autoras Vera Akiko Maihara, Marta Gomes Silva, Vera Lúcia Signoreli Baldini, Ana Maria Rauen Miguel e Déborah Inês Teixeira Fávaro.

Já o segundo artigo, *Tratamento de hipercalcemia e hipocalcemia*, retrata um caso clínico em que o tratamento é feito com sais minerais e vitaminas. O artigo foi publicado pelos autores Francisco J.A. e Paula & Milton C. Fos.

---

## CONTEUDISTA

Emanuelle Vasconcellos de Lima

 **CURRÍCULO LATTES**