

Alimentos: fontes de substâncias essenciais

*Fatima Ventura Pereira Meirelles
Renata Barbosa Dionysio*

Este documento tem nível de compartilhamento de acordo com a licença 3.0 do [Creative Commons](http://creativecommons.org).



<http://creativecommons.org.br>
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/legalcode>

Alimentos: fontes de substâncias essenciais

Por Que Se Come?

“Você é o que você come”. Esta frase todo mundo já deve ter escutado, mas será que ela faz sentido? Para responder a este questionamento, vamos pensar no porquê de nos alimentarmos.

Esta pergunta receberia diferentes respostas dependendo da população questionada. As crianças, por exemplo, poderiam responder que comem porque são obrigadas pelos pais, os adultos porque sentem prazer, por ansiedade etc. E os jovens? Pelos mais diferentes motivos!

Sem consumir alimentos, não conseguimos obter energia para que nosso organismo trabalhe corretamente, pois não somos capazes de produzir nosso próprio alimento (somos seres heterotróficos).

Cada organismo tem suas próprias características, de modo que o alimento que agrada um indivíduo, não agrada outro e cada um busca alimentar-se daquilo que gosta ou que pode comer, considerando não apenas sua saúde física, mas também a “saúde” de seu bolso (seu poder aquisitivo). Em muitas comunidades, os pais deixam de comer para alimentar seus filhos, crianças dividem o pouco que recebem com outras que nada recebem. Muitas famílias não conseguem fazer nem três refeições por dia e muitos habitantes do nosso país talvez nunca tenham ouvido falar em “fast-food”, tão consumida nas grandes cidades. Pode-se dizer, então, que a alimentação é uma atividade indispensável à manutenção da saúde, mas que não está dissociada da questão social, do bem estar, da economia e até da política.

Nosso organismo desempenha muitas funções, mas de onde tira energia para realizá-las?

Que tal pensarmos em outros sistemas que geram e/ou precisam de energia? Podemos nos comparar a um automóvel e nos perguntarmos: basta ter o motor, pneus calibrados e todas as peças colocadas de maneira correta? Rapidamente, responderíamos que não.

Então, o que faz com que ele funcione? O combustível. Sem ele, o carro não funciona e muito menos sai do lugar. O combustível do automóvel faz com que o motor funcione e aceite os comandos determinados pelo motorista. Em nosso organismo acontece coisa parecida, os alimentos desempenham o papel de combustível, fornecendo nutrientes para que o corpo se desenvolva e funcione de maneira correta e equilibrada. Este conjunto de eventos (reações) que geram e consomem energia de forma integrada é conhecido como metabolismo.

Da mesma forma, podemos nos perguntar: qualquer tipo de combustível pode ser utilizado no automóvel? Mais uma vez a resposta parece óbvia: não!

O que ocorre quando o automóvel é abastecido com combustível adulterado, de má qualidade ou incompatível com o motor? Certamente, ele responde de maneira estranha ou até mesmo deixa de funcionar. Da mesma forma, o nosso organismo, mal alimentado, também sofrerá consequências devido a este desequilíbrio, ou seja, nem tudo o que comemos poderá ser utilizado como combustível.

Quando a alimentação é feita de forma inadequada, seja por falta ou excesso de alguns nutrientes, consumo de alimentos deteriorados, ou ainda, pelo uso de substâncias nocivas como drogas, ocorre um desequilíbrio (desbalanceamento) em nosso organismo e seu funcionamento fica comprometido. As consequências podem ser variadas, desde uma anemia até um câncer ou a morte.

O que seria esse balanceamento necessário ao organismo?

Nosso corpo busca manter o nível de determinadas substâncias, como a glicose, por exemplo, em concentrações tais que permitam que seus diferentes órgãos (cérebro, fígado etc.) funcionem de forma harmoniosa e integrada, seguindo sempre o princípio da economia máxima de energia, isto é, o organismo só produz o que é necessário naquele momento (situação fisiológica).

Ao observarmos as pessoas ao nosso redor, podemos perceber muitas diferenças entre elas. Mas por que seres de uma mesma espécie apresentam hábitos alimentares tão diferentes? Além de se relacionar com fatores ambientais, genéticos, culturais e sociais, as diferenças provocadas pelo estilo de alimentação estão muito ligadas com os nossos sentidos, principalmente o paladar e o olfato, que nos permitem interagir com o meio no qual vivemos através das sensações. Os dois sentidos estão muito ligados, prova disso é que quando estamos resfriados, com o olfato comprometido, passamos a sentir os alimentos com sabor diferente ou até mesmo dizemos que não têm sabor. Essas diferenças se manifestam pelo contato das substâncias com seus receptores presentes na língua e no nariz.

Como o automóvel, nosso organismo armazena combustível que vai ser usado quando for necessário. No nosso caso, os combustíveis são armazenados, como carboidrato, mas, na sua maior parte, como gordura. Por exemplo, se nos alimentarmos com uma quantidade de alimentos que produzam mais energia que podemos gastar, a tendência natural será engordar, mas se a quantidade de energia produzida for menor que a gasta, a pessoa tende a emagrecer.

Por que esse excedente não é liberado na forma de calor, por exemplo?

Porque nosso organismo prepara-se o tempo todo para se defender em situações adversas. Ele necessita das reservas. Pensemos no homem primitivo. Ele precisava caçar e colher da natureza o necessário para sua alimentação. Quando conseguia, alimentava-se bem e acumulava o excesso para

ser utilizado quando não era bem sucedido em sua missão. Outro exemplo seria a mulher: sua capacidade de acumular gordura geralmente é maior que a do homem. Isso se deve ao fato de que ela pode engravidar e precisa ter mais reservas durante esta fase da vida. Se analisarmos outras situações, poderemos encontrar outros exemplos. Pense nisso!

Podemos dizer, então, que essa capacidade de armazenamento de energia contribuiu para a existência de nossa espécie na Terra.

Hoje em dia a alimentação é muito mais farta e acessível, as atividades físicas são bem mais leves que as de nossos ancestrais primitivos, mas ainda assim, nosso organismo mantém sua capacidade de armazenamento de energia.

Respondendo à pergunta inicial, geralmente nós somos o que comemos, já que, como percebemos, nosso organismo é o retrato de nossa alimentação.

Para uma alimentação que satisfaça as necessidades do organismo, devemos ingerir nutrientes que realmente sejam necessários sem falta e nem excesso de nenhum deles. Isto nos permitirá uma vida saudável

O Que Se Come?

Ao nos alimentarmos, ingerimos basicamente carboidratos, proteínas e lipídeos. Estes são conhecidos como macronutrientes. A proporção entre estas diferentes substâncias varia em função do alimento ingerido e da quantidade de cada um.

Em menor quantidade (micronutrientes), temos os sais minerais e as vitaminas. É importante não confundir estes termos com macro e microelementos que se referem aos íons contidos nos sais minerais.

Água

Não podemos falar de alimentos sem mencionar algumas características da água já que no organismo a maioria das reações ocorre em meio aquoso. Devido a sua capacidade de formar dipolo e ligações hidrogênio (**Figura 1**), a água é um ótimo solvente, ajudando tanto na solubilização das moléculas que devem permanecer no interior das células, como também na excreção de substâncias tóxicas ao organismo. Assim, é comum ouvir dizer que a água “transporta” moléculas e íons importantes para o interior das células e substâncias indesejáveis para fora delas.

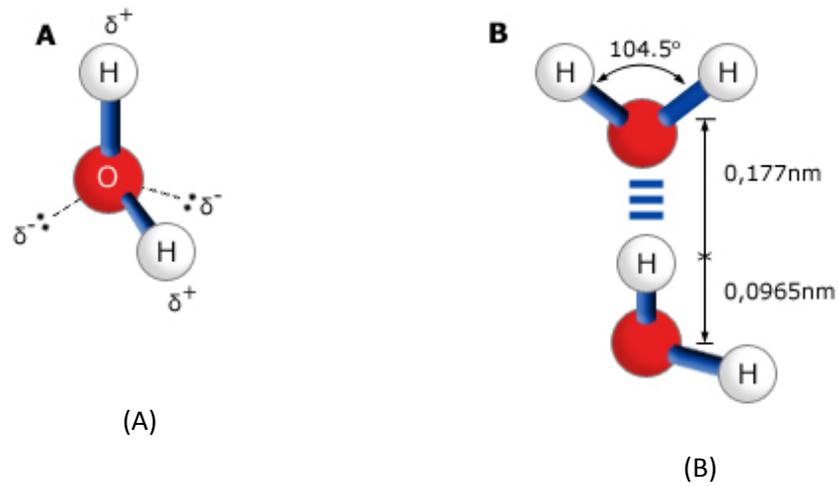


Figura 1: Estrutura da molécula de água: (a) dipolo, (b) ligações hidrogênio (mais longas) e covalente (mais curtas). As linhas tracejadas representam as ligações hidrogênio

Não vamos nos deter no papel da água neste texto, pois este tópico pede atenção independente, mas queremos analisar os demais componentes dos alimentos, sempre lembrando que o ambiente onde se encontram é aquoso e, portanto, seu comportamento, tanto durante o preparo quanto o consumo, dependerá da sua interação ou não com a água.

Técnicas de raio X, juntamente com outras técnicas e com programas computacionais, permitiram aos cientistas verificar que a água no estado líquido pode associar-se em estruturas de três, quatro ou cinco componentes (moléculas), sendo o predominante o de quatro. Assim, olhando para um copo com água, podemos imaginar o que visualizamos na **Figura 2**.

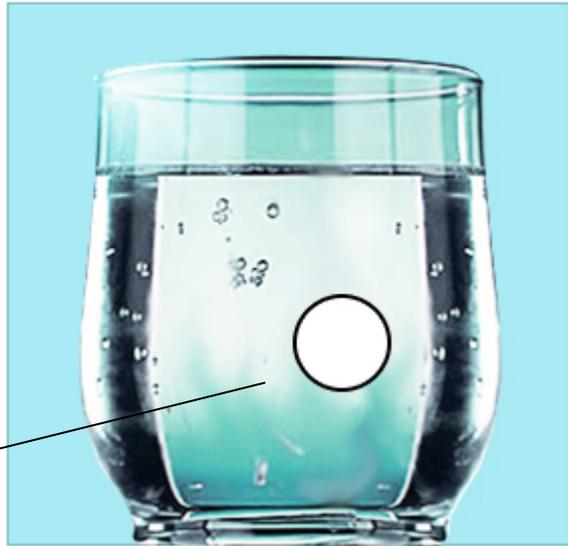


Figura 2: Representação da interação das moléculas de água no estado líquido

Pensemos então: como devem se comportar os nutrientes no ambiente aquoso? Quais interagirão bem com a água? A resposta imediata é: “aqueles que tiverem afinidade com ela”. Mas o que significa isto? Serão solúveis as moléculas que puderem interagir com o dipolo ou que puderem fazer ligações hidrogênio com a água. As substâncias que apresentarem este comportamento serão chamadas hidrofílicas (HIDRO – água, FÍLICA - que tem afinidade); serão mais insolúveis as moléculas que não apresentarem esta capacidade. Estas últimas são chamadas de hidrofóbicas (HIDRO – água, FOBIA – medo, não tem afinidade). Tendo isto em mente, vejamos quem são os nutrientes que encontramos nos diversos tipos de alimentos que ingerimos.

Carboidratos

Dos três grupos de macronutrientes mencionados, os carboidratos são, geralmente, os mais abundantes na dieta. Os carboidratos devem fornecer 45-65% das calorias diárias de uma dieta (Dietary Reference Intakes – USDA). São encontrados nas frutas, no leite e alguns de seus derivados, nos legumes, nos feijões, nozes, sementes, massas, grãos e batatas (**Figura 3**).

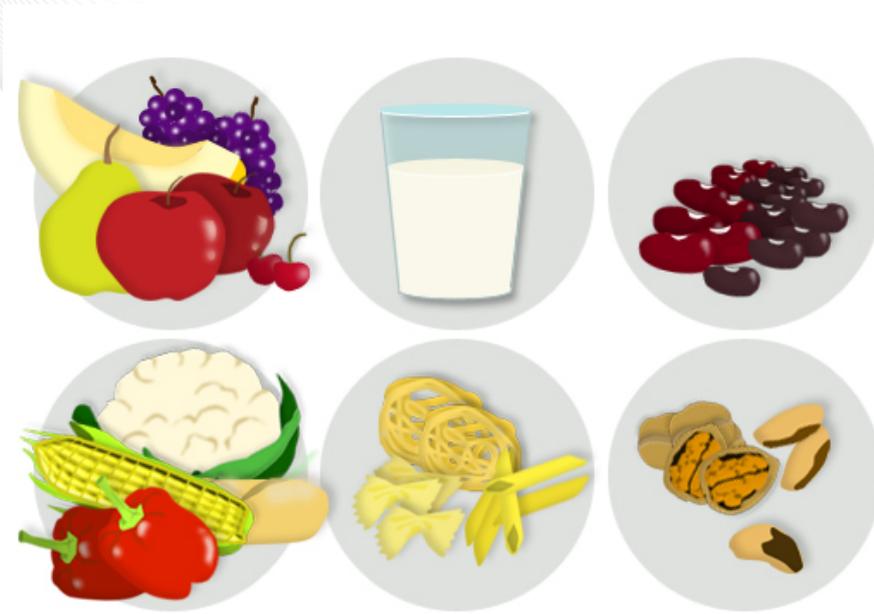


Figura 3: Alimentos ricos em carboidratos

Carboidrato é o mesmo que açúcar?

Não necessariamente. Vejamos:

O que são, quimicamente, os carboidratos?

Carboidratos são moléculas que possuem fórmula $C.(H_2O)_n$. A rigor, seriam “carbonos hidratados” ou hidratos de carbono. Os mais simples (menores) são conhecidos como monossacarídeos, os de tamanho intermediário, oligosacarídeos e os maiores, polissacarídeos.

Os monossacarídeos são os açúcares que apresentam fórmula $C.(H_2O)_n$. Também os nomes “sacarídeos” ou “glicídeos” são usados como sinônimo. Quando dois monossacarídeos se ligam através de uma ligação covalente (aqui denominada glicosídica), uma molécula de água é perdida, de modo que o dissacarídeo resultante não apresenta a mesma fórmula $C.(H_2O)_n$. Vejamos um exemplo:



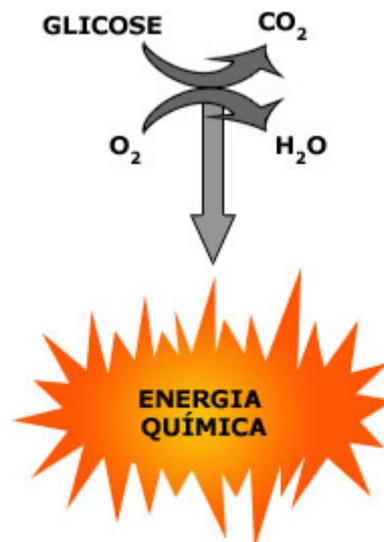
Assim, à medida que o número de ligações aumenta, as diferenças acentuam-se, mas o nome continua sendo usado popularmente, para as três classes: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Existem carboidratos mais complexos, contendo também nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S), mas estes não serão apresentados aqui.

Quimicamente, os carboidratos são POLIHIDROXIALDEÍDOS, POLIHIDROXICETONAS (POLI – muitos, HIDROXI - vem de hidroxila ~ OH). Podem ser, ainda, substâncias que produzem um destes compostos por hidrólise (reação de quebra da molécula usando a água). Diversos exemplos de carboidratos serão apresentados mais adiante.

Por que os carboidratos são importantes?

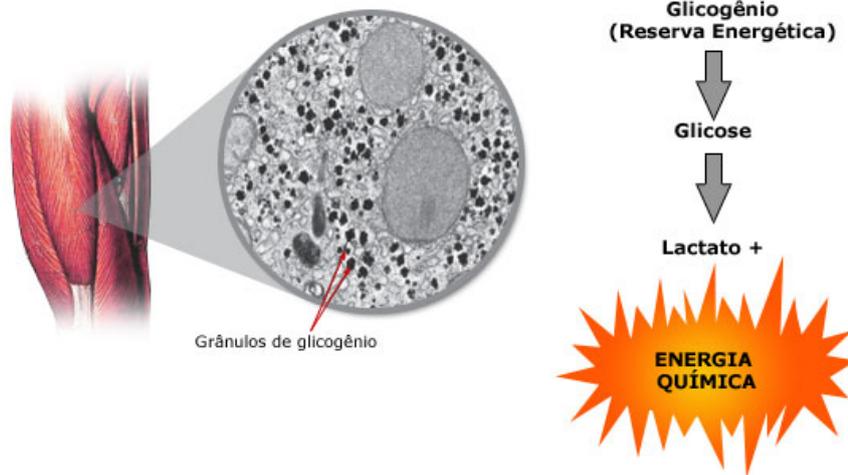
Os carboidratos são moléculas importantes por diversas razões (Esquemas I-IV):

São utilizados para produção de energia nos diferentes organismos: a glicose presente no organismo é oxidada a CO_2 e o oxigênio é reduzido à água. Durante este processo, grande quantidade de energia química é gerada.



Esquema 1: Oxidação da glicose durante a digestão

São reservas energéticas que serão utilizadas durante o jejum ou em situações de estresse: o glicogênio (um polissacarídeo de glicose), semelhante ao amido nas plantas, é quebrado (no músculo), liberando glicose (monossacarídeo) que será transformada em lactato, liberando energia.



Esquema 2: Carboidrato como reserva energética: quebra do glicogênio no músculo, durante o jejum.

São constituintes do material genético de todas as espécies: um derivado do açúcar de 5 carbonos (ribose) faz parte da cadeia principal do ADN (ácido desoxirribonucléico), a molécula que contém toda a informação genética do indivíduo. Bases nitrogenadas fazem as cadeias laterais da mesma molécula, de modo semelhante aos radicais das cadeias carbônicas.

Mas todos os carboidratos desempenham (todas) estas mesmas funções?

Não. A função que cada um desempenha depende das suas características estruturais. Mesmo sendo feitos quimicamente dos mesmos átomos e até possuírem fórmulas moleculares idênticas, podem assumir diferentes formas espaciais que poderão levar a diferentes funções.

Será que podemos pensar em um exemplo para melhor entendermos? Vejamos o caso da glicose, por exemplo: é o principal combustível da célula, entre outras razões, devido a sua alta solubilidade em água, podendo ser utilizada como fonte de energia por todos os organismos. No estado sólido, a glicose (dextrose, comprada na farmácia) encontra-se na forma de uma cadeia aberta; em solução aquosa, na forma cíclica. O processo de ciclização da glicose é apresentado na **Figura 4**.

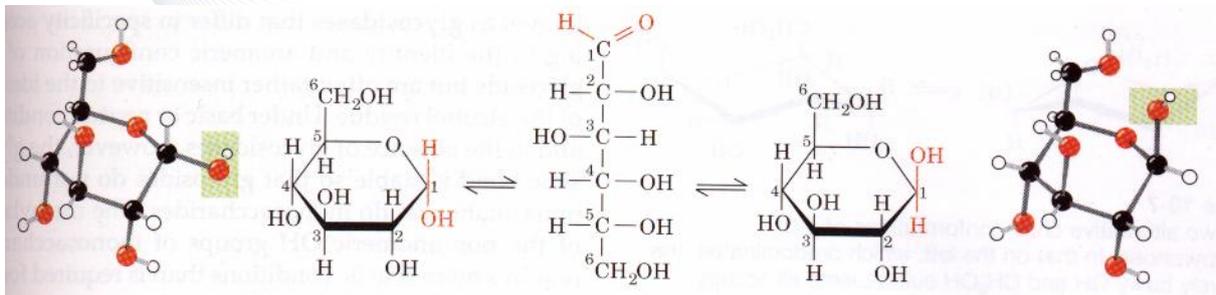


Figura 4: Processo de ciclização da glicose

A frutose, outro monossacarídeo que apresenta a mesma fórmula molecular ($C_6H_{12}O_6$) e importante também, pode ocorrer na forma aberta ou fechada (predominante). A frutose é mais doce que a glicose e pode ser encontrada no mel e nas frutas. Este paladar mais doce para a frutose é decorrente das ligações que esta molécula faz com seus receptores.

A glicose e a frutose são modificadas dentro do organismo e fazem parte de importantes vias metabólicas para geração de energia.

Quando uma glicose se liga a uma frutose, de uma maneira específica, forma-se a sacarose (**Figura 5**), o açúcar que usamos para colocar no café, no bolo etc.

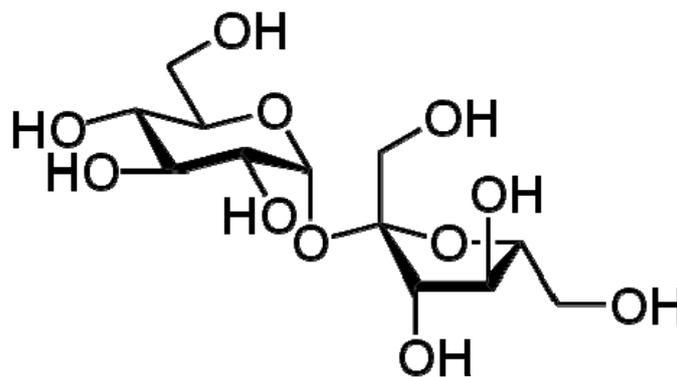


Figura 5: Estrutura da sacarose

A imagem digital está disponível para uso público e possui apenas informações de propriedade comum, em

<http://pt.wikiversity.org/wiki/Ficheiro:Sucrose.svg>.

Então, a sacarose é uma mistura de glicose e frutose? Isto NÃO é verdade, pois em uma mistura, os dois componentes mantêm a sua identidade. No caso da sacarose, os dois açúcares (glicose e frutose) reagem e formam uma NOVA molécula: a sacarose. Foi observado experimentalmente que quando a sacarose é hidrolisada (quebrada em uma reação envolvendo a água), ocorre uma inversão da atividade ótica de levógira para dextrógira. Por isso, a sacarose também é conhecida como açúcar invertido

Como a sacarose é composta de dois monossacarídeos, diz-se que ela é um dissacarídeo (oligossacarídeo com dois monossacarídeos).

Outros dissacarídeos conhecidos são a maltose (**Figura 6**) e a lactose (**Figura 7**). A maltose (encontrada na batata, no trigo, nos cereais etc.) é composta por duas glicoses, enquanto a lactose (**Figura 7**), conhecida como açúcar do leite, é constituída de uma glicose e uma galactose (**Figura 8**). Todos estes compostos são importantes fontes de energia para os organismos.

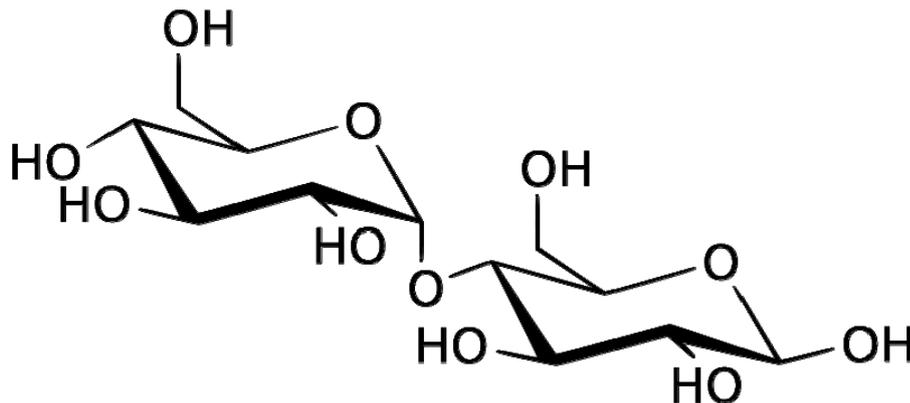


Figura 6: Maltose

A imagem digital está disponível para uso público e possui apenas informações de propriedade comum, em http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Maltose_structure.svg

Lactose

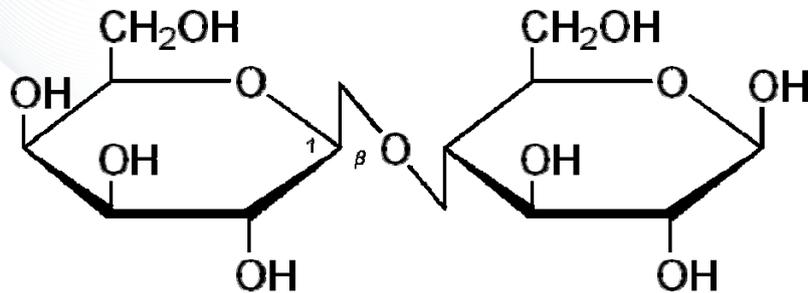
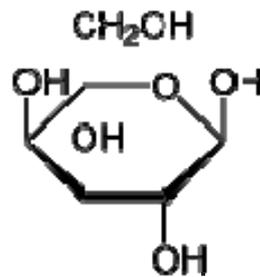
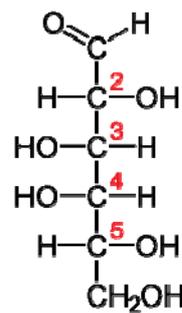


Figura 7: Lactose

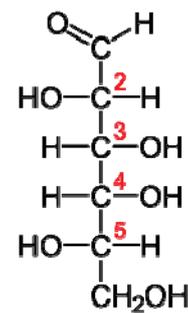
A imagem digital está disponível para uso público e possui apenas informações de propriedade comum, em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lactose\(lac\).png](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lactose(lac).png)



8(a)



D-Galactose



L-Galactose

8(b)

Figuras 8(a) e 8(b): Galactose

As imagens digitais estão disponíveis para uso público e possui apenas informações de propriedade comum, em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Beta-D-Galactopyranose.svg>
http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:DL-Galactose_num.svg

Mas são só os mono e os oligossacarídeos que são importantes e conhecidos? Não, os polissacarídeos também desempenham funções estratégicas para os organismos vivos. O amido, da maisena, é um polímero de glicose, encontrado em abundância nos alimentos. Apresenta em sua estrutura 3D, forma ramificada (amilopectina) e de espiral (amilose) e é uma reserva de glicose para as plantas.

Nas células animais, a glicose (proveniente da degradação de diferentes carboidratos) pode ser convertida em um polímero similar, o glicogênio que é um polímero de glicose que serve como forma de armazenamento de glicose no nosso organismo. A principal diferença entre o amido e o glicogênio é que este último é construído em torno de uma proteína central, a glicogenina.

É como se a glicogenina fosse o caule de uma árvore cujos ramos seriam polímero de glicose (crescendo para todos os lados). Quando a célula precisa de energia, as folhas vão sendo arrancadas uma a uma (o polímero vai sendo degradado liberando glicose, uma a uma). Assim o organismo gera apenas a quantidade de glicose que precisa naquele dado momento.

Agora, veja como pequenas diferenças na estrutura de uma molécula podem mudar completamente sua função: a celulose também é um polímero de glicose, mas na sua estrutura, as moléculas de glicose ligam-se de uma forma diferente do que ocorre no amido e no glicogênio; por conta desta *aparentemente* pequena diferença, a celulose tem uma estrutura 3D completamente distinta dos outros dois polímeros, formando fibras que a tornam uma importante rede que confere a sustentação mecânica para as plantas. Na nossa alimentação, ela tem um papel importante, justamente por esta razão: ser fibrosa. Ela não é degradada para gerar energia, pois as células animais não possuem enzimas com esta habilidade, mas é extremamente importante para auxiliar o funcionamento do intestino. As fibras são muito importantes na nossa alimentação, mas não serão abordadas aqui.

Há alguns anos, investiga-se a utilização de celulose e resíduos da indústria de madeira, papel e correlatas para a produção de produtos de interesse comercial (de alto valor agregado) como, por exemplo, o etanol (bioetanol).

Proteínas

O que são quimicamente as proteínas?

As proteínas são moléculas de alto peso molecular que quando quebradas pela água (reação de hidrólise), fornecem peptídeos ou aminoácidos, estando presente em diversos alimentos. As proteínas são encontradas nas farinhas, carnes, ovos, leite e soja.

Mas, o que são peptídeos e aminoácidos?

De modo geral, em química, o nome sugere a fórmula ou a estrutura. Os aminoácidos são compostos que possuem pelo menos um grupamento amino e um grupamento ácido, como indica o nome. Em valores de pH muito baixos, ambos encontram-se protonados, isto é, com um próton (H^+) a mais. Assim, estão na forma NH_3^+ e $COOH$ respectivamente. Em valores de pH muito elevados, os prótons foram removidos e estes grupamentos se apresentam sob a forma desprotonada NH_2 e COO^- . Dentro dos organismos vivos, em pH 7,0 (dito fisiológico), a maioria dos aminoácidos apresenta estes dois grupamentos na forma NH_3^+ e COO^- , como representado na **figura 9**. Vale lembrar que o grupamento ácido tem estrutura planar, característica esta que será importante para a conformação das proteínas, como será visto mais adiante.

Os aminoácidos presentes nas proteínas possuem pelo menos um grupamento amino e um carboxílico ligados ao mesmo carbono, denominado carbono alfa (aquele adjacente ao grupo funcional, neste caso o $\sim\text{COO}^-$).

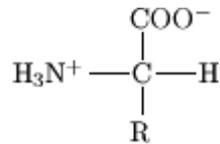
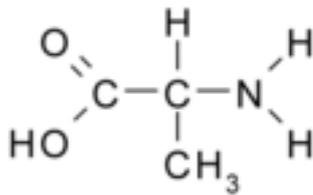
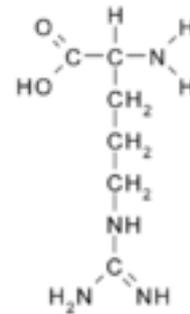


Figura 9: Aminoácido genérico, em pH fisiológico, destacando o grupamento amino (NH_3^+) e o ácido (COOH).

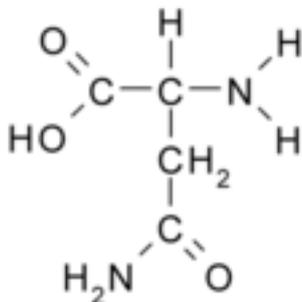
De acordo com as características dos grupamentos R, os aminoácidos são classificados em diferentes grupos. As fórmulas e as abreviações (convenção internacional) dos aminoácidos normalmente encontrados nas proteínas são mostradas na **Figura 10**.



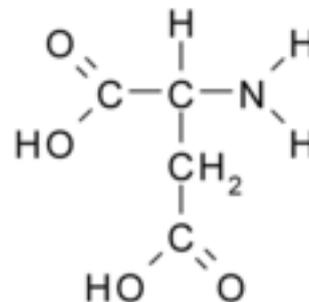
Alanina



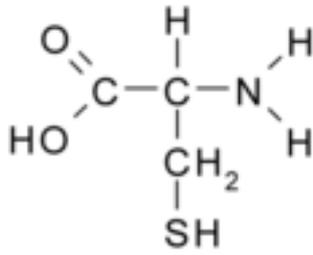
Arginina



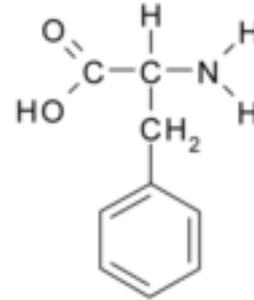
Asparagina



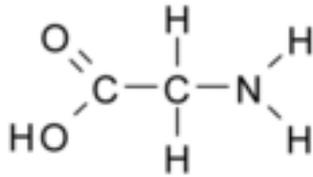
Aspartico



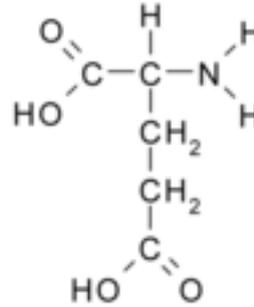
Cisteína



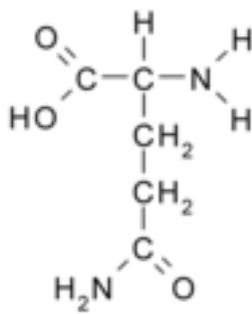
Fenilalanina



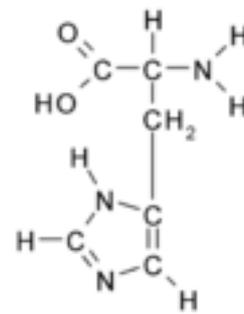
Glicina



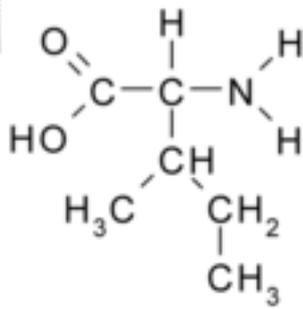
Glutamato



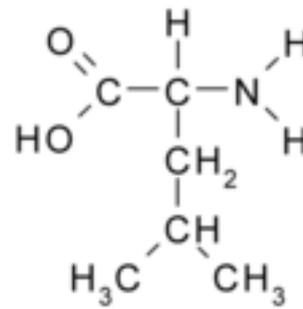
Glutamina



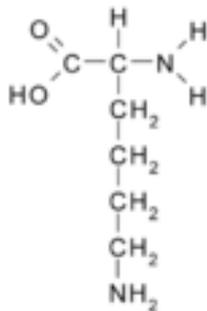
Histidina



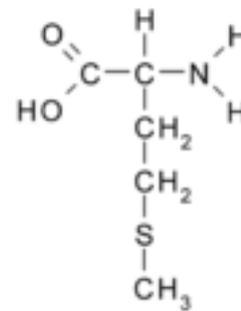
Isoleucine



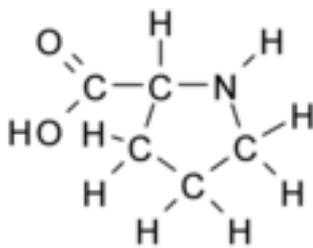
Leucina



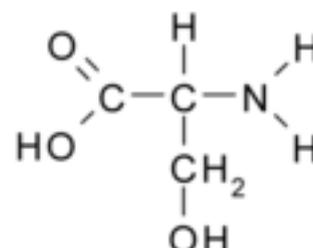
Lisina



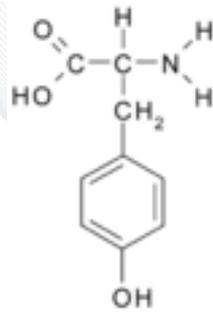
Metionina



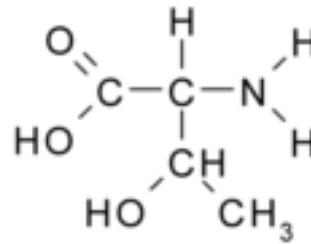
Prolina



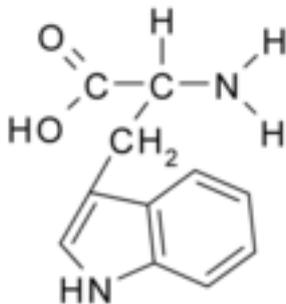
Serina



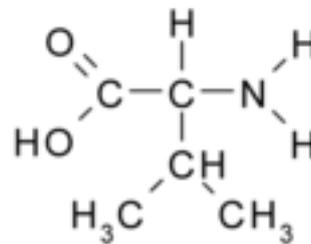
Tirosina



Treonina



Triptofano



Valina

Figura10 – Fórmulas dos aminoácidos que são encontrados nas proteínas, destacando os diferentes grupamentos R: **Alanina** (ALA – A), **Arginina** (ARG – R), **Asparagina** (ASN – N), **Aspartato** (ASP – D), **Cisteína** (CYS – C), **Glicina** (GLY – G), **Glutamato** (GLU – E), **Glutamina** (GLN – Q), **Fenilalanina** (PHE – F), **Histidina** (HIS – H), **Isoleucina** (ILE – I), **Leucina** (LEU – L), **Lisina** (LYS – K), **Metionina** (MET – M), **Prolina** (PRO – P), **Serina** (SER – S), **Tirosina** (TYR – Y), **Treonina** (THR – T), **Triptofano** (TRP – W), **Valina** (VAL – V).

Alguns aminoácidos são ditos essenciais. O que seria isto? Seriam os mais importantes? Aminoácidos essenciais são aqueles que uma dada espécie não consegue sintetizar e por isso devem ser administrados na dieta. Para nós, humanos, alguns exemplos são histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

Os peptídeos são seqüências pequenas de aminoácidos, unidas por ligações covalentes, conhecidas também como ligações peptídicas (entre o grupamento ácido do primeiro aminoácido e o amino do segundo) (**Figura11**). Lembre-se que ligação peptídica não é uma nova classe de ligação química, mas a ligação covalente que ocorre entre dois aminoácidos.

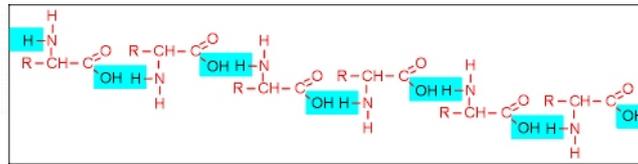


Figura11 – Formação da ligação covalente entre dois aminoácidos. Ligação peptídica em destaque.

A imagem digital está disponível para uso público segundo as licenças Creative Commons 3.0 e GNU Free Documentation License 1.2, em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ligapep1.jpg>. Os dados do autor da imagem encontra-se em <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Stannered>

Alguns peptídeos (**Figura12**) são bem conhecidos no mercado, enquanto outros possuem funções mais específicas e são conhecidos apenas no meio científico, farmacêutico, entre outros. Alguns exemplos são o aspartame, um adoçante, e a gramicidina, um antibiótico.

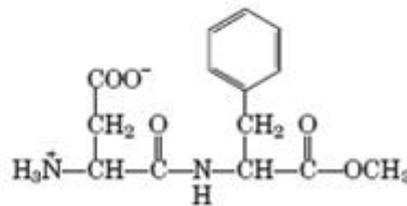


Figura12: Exemplos de peptídeos: aspartame e gramicidina.

Quantas proteínas existem?

Poderíamos pensar que se a proteína é feita de aminoácidos e podemos escrever um número infinito de substâncias com um grupamento amino e um grupamento ácido, existe um número infinito de proteínas. Mas, na verdade, a natureza não atua dessa forma. As proteínas naturais, isto é, as que encontramos na natureza, nos alimentos e em diversos organismos são construídas a partir de apenas vinte aminoácidos (**Figura 10**). Existe um número muito grande de proteínas que são codificadas geneticamente, isto é, à medida que se obtém o genoma de uma espécie pode-se dizer que há “pelo menos” x proteínas, mas não se pode estimar o número exato, mesmo porque algumas ainda não foram identificadas. O que se sabe é que há, na natureza, muito menos proteínas do que se poderia imaginar ou prever.

Então as proteínas são misturas de aminoácidos?

Não. São sequências de aminoácidos ligados em uma ordem determinada (geneticamente) e em diferentes quantidades e proporções. Podemos ter proteínas de tamanhos bem diferentes. A lipase, que degrada os triglicerídeos, tem 6.700 Da (1 Da = 1 Dalton, uma unidade de massa atômica, u.m.a), enquanto a lactato desidrogenase, envolvida na produção de lactato durante o esforço físico, tem 150.000 Da e a β -galactosidase, envolvida na quebra da lactose, é uma proteína de 500.000 Da. Isto significa que cada uma delas tem uma quantidade e uma proporção diferente destes vinte aminoácidos.

Para que servem as proteínas?

As proteínas são moléculas responsáveis por um grande número de funções dentro da célula:

São responsáveis pelo TRANSPORTE de determinadas substâncias dentro de certos compartimentos celulares: Hemoglobina nas hemácias; mioglobina no músculo, ambas envolvidas no transporte de O_2 ;

São CATALISADORES (ENZIMAS), diminuindo a energia mínima necessária para que a reação se inicie (energia de ativação, E_a) e podendo aumentar em até um milhão de vezes a velocidade das reações.

Participam do MOVIMENTO ATIVO: movimento muscular, movimento dos cromossomos, propulsão dos espermatozóides.

São essenciais para a SUSTENTAÇÃO MECÂNICA: tensão pele/osso (devido a presença de colágeno).

Atuam no CONTROLE DO CRESCIMENTO E DA DIFERENCIAÇÃO CELULAR: proteínas controlam a expressão de cada parte do genoma (repressores, hormônios etc.)

Estão envolvidas também na IMUNIDADE, na forma de anticorpos, que são proteínas específicas que reconhecem substâncias estranhas ao organismo.

As proteínas que comemos servem para tudo isso?

Não na forma que ingerimos. Elas serão *ingeridas* e depois *digeridas* (degradadas) e suas unidades fundamentais (produtos da degradação), os aminoácidos, serão usados pelo organismo para gerar as proteínas próprias de cada espécie ou para gerar outras moléculas importantes para a célula. Assim, cada espécie produz as proteínas que precisa em um dado momento (situação fisiológica).

Um dos aspectos mais interessantes é que tudo isto é controlado geneticamente.

Por que as proteínas têm funções tão diferentes se elas são construídas dos mesmos componentes?

Como vimos, nas proteínas, os aminoácidos ligam-se através de ligações covalentes (peptídicas). Estas ligações são feitas uma a uma, isto é, durante a síntese da proteína, os aminoácidos são colocados lado a lado dentro dos ribossomas e a ligação peptídica é feita entre o primeiro e o segundo aminoácido, depois entre o segundo e o terceiro e assim sucessivamente, em todos os organismos. Isto ocorre através de reações catalisadas pela presença de enzimas. Quando o terceiro aminoácido é adicionado, ele interage com a estrutura resultante das interações dos outros dois aminoácidos, o que leva a cadeia a assumir uma forma específica. Como a adição é feita de um aminoácido por vez, a cada adição um novo arranjo tridimensional é assumido de modo que uma sequência assume uma estrutura 3D diferente da sequência invertida.

D - A - L - G - D - A - L - G - D - A - L - G - D - A - L

L - A - D - G - L - A - D - G - L - A - D - G - L - A - D

Quando o aminoácido G foi inserido na segunda sequência, já havia uma interação entre 12 aminoácidos na segunda estrutura que não existia no caso anterior, onde existiam apenas 3. Assim, a interação que existe entre G e os outros aminoácidos da segunda sequência não é igual às interações que existem na primeira. Considerando que isto ocorrerá para todos os aminoácidos, este mecanismo faz com que, mesmo que uma proteína tenha a mesma composição de aminoácidos (quantidade e proporção) que outra, sua estrutura será diferente se a ordem de ligação entre seus aminoácidos for diferente.

A sequência de aminoácidos forma polímeros lineares, sendo cada aminoácido da cadeia denominado resíduo. A cadeia principal (que se repete) é denominada espinha dorsal ou esqueleto, enquanto as cadeias laterais diferentes são denominadas radicais.

A sequência de aminoácidos de uma proteína é chamada de estrutura primária, enquanto a estrutura 3D final é conhecida como estrutura quaternária e é formada em função da primária .

A função de cada proteína é, portanto, consequência da sua estrutura quaternária que por sua vez, é dependente da sua sequência de aminoácidos (estrutura primária). A estrutura 3D final é chamada de estrutura nativa da proteína. É nesta forma que a proteína atua.

Se alguma substância ou fator externo (temperatura, por exemplo) promover alteração na estrutura nativa, a proteína pode perder sua função. Assim, a função da proteína depende da estrutura 3D que assume na forma nativa. Chama-se desnaturação qualquer processo que altere a estrutura nativa da proteína sem que haja ruptura da estrutura primária.

Você já imaginou o que aconteceria se trocássemos um aminoácido em uma proteína? Dependendo da posição deste aminoácido e das suas características, a proteína poderia até perder sua função. Mas também há a possibilidade de melhorarmos as propriedades de uma proteína ou sua capacidade de ligação com outras substâncias, através deste tipo de manipulação. É assim que muitos fármacos são idealizados ou modificados e novos medicamentos surgem no mercado. Sabendo-se qual é a proteína alvo (protease do HIV, por exemplo), pode-se, com a ajuda de programas computacionais, determinar qual é a molécula que melhor interage com a proteína de interesse (alvo) para inativá-la e não permitir que uma doença causada por ela, se instale ou progrida.

Do ponto de vista tridimensional, podemos simplificarmente dizer que as proteínas podem ser globulares ou fibrosas.

Globulares são aquelas que se assemelham a novelos e por serem mais compactas, são solúveis em água e apresentam funções dinâmicas. Alguns exemplos são a caseína, principal proteína do leite e a renina, utilizada na fabricação do queijo.

Fibrosas são aquelas proteínas de forma alongada, tipo bastão. Geralmente são formadas por repetições de sequências que resultam na formação de "cabos" insolúveis e por esta razão estão associadas a funções estruturais. Os exemplos mais conhecidos são o colágeno, que faz parte do tecido conjuntivo, e a queratina do cabelo. Mas este é outro assunto.

Lipídeos

O que são lipídeos?

Os lipídeos são substâncias de origem biológica, solúveis em compostos orgânicos e insolúveis em água. São compostos contendo principalmente ácidos graxos. *Ex: gorduras, óleos, certas vitaminas, hormônios, entre outros.*

Como podem existir lipídeos dentro das células se o meio intracelular contém principalmente água, ou seja, é hidrofílico?

Para responder esta pergunta precisamos pensar nas unidades fundamentais dos lipídeos, os ácidos graxos, e na sua forma de organização (ligações e interações com os demais constituintes da célula).

Definição e importância de alguns lipídeos de interesse

Ácido Graxo

Os ácidos graxos são as unidades fundamentais dos lipídeos, isto é, os lipídeos são derivados dos ácidos graxos.

Então os lipídeos são polímeros de ácidos graxos?

Ao contrário dos carboidratos e das proteínas que formam polímeros a partir das unidades fundamentais, nos lipídeos as unidades fundamentais associam-se de outro modo, não formando polímeros.

Os ácidos graxos presentes nos organismos são ácidos carboxílicos contendo, na sua maioria, 16 ou 18 átomos de carbono e encontram-se associados a outros componentes, formando ésteres, e outras moléculas orgânicas. Podem ser saturados ou insaturados. Quando insaturados, geralmente a primeira ligação dupla encontra-se na posição 9 e é representada como Δ^9 (dupla entre C9 e 10). São sintetizados de 2 em 2 átomos de carbono e por isso, na sua maioria, apresentam número par de carbonos, sendo a forma linear da cadeia a mais estável. Nem todos são produzidos por todos os organismos, portanto devem ser ingeridos nos alimentos.

Os ácidos graxos, como os demais compostos orgânicos, são nomeados de acordo com regras internacionais da IUPAC. Apesar disso, são mais conhecidos pelos nomes usuais. Alguns exemplos são apresentados abaixo (**Tabela 1**).

	ÁCIDO GRAXO	C:ins	FÓRMULA
S A T U R A D O	LÁURICO dodecanóico	12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
	MIRÍSTICO tetradecanóico	14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
	PALMÍTICO hexadecanóico	16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
	ESTEÁRICO octadecanóico	18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
	ARAQUÍDICO eicosanóico	20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
	LIGNOCÉRICO tetracosanóico	24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
I N S A T U R A D O	PALMITOLEICO Z-hexadec-9-enóico	16:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
	OLEICO Z-octadec-9-enóico	18:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
	LINOLEICO (9Z,12Z)-octadeca- 9,12-dienóico	18:2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
	LINOLÊNICO (9Z-12Z-15Z)- octadeca-9,12,15- trienóico	18:3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
	ARAQUIDÔNICO (5Z,8Z,11Z,14Z)-icosa- 5,8,11,14-tetraenóico	20:4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$

Tabela 1 – Exemplos de ácidos graxos e algumas características

Como os ácidos graxos se orientam espacialmente? Podemos imaginar, pelo tamanho da cadeia, que eles sejam muito flexíveis devido à rotação da ligação C – C. Mas é claro que esta flexibilidade depende do grau de insaturação já que na ligação dupla não há rotação livre.

Se os ácidos graxos são as unidades fundamentais dos lipídeos e eles não formam polímeros, como podem se associar formando lipídeos tão diferentes como triglicerídeos e colesterol? Vejamos como isto acontece.

Triglicerídeos ou gorduras neutras

Quais são os principais lipídeos que encontramos nos alimentos?

São, principalmente, os triacilgliceróis, conhecidos como triglicerídeos. Popularmente são chamados de gorduras ou óleos.

Nos triglicerídeos, o ácido graxo está esterificado com glicerol. Embora o nome mais apropriado seja triacilglicerol, utilizaremos o termo triglicerídeo por ser mais popular.

Assim, por definição, os triglicerídeos correspondem a um glicerol esterificado com três ácidos graxos, que podem ser iguais ou diferentes. Em função dessas diferenças, eles terão nomes e características distintas. Se os três ácidos graxos forem iguais ($R_1 = R_2 = R_3$), o triglicerídeo será chamado SIMPLES, se pelo menos um deles for diferente, será dito MISTO ($R_1 \neq R_2$ ou $R_1 \neq R_3$ ou $R_3 \neq R_2$).

Nos alimentos encontramos triglicerídeos com diferentes quantidades e tipos de ácidos graxos: podem ser saturados ou insaturados, cis ou trans, etc. (**Tabela 2**).

FONTE	LAURICO (12:0) E MIRÍSTICO (14:0)	PALMÍTICO (16:0)	ESTEÁRICO (18:0)	OLEICO (18:1)	LINOLEICO (18:2)
CARNE	5	24 – 32	20 – 25	37 – 45	2 – 3
LEITE		35	12	33	3
CÔCO	74	10	2	7	-
MILHO		8 – 12	3 – 4	19 – 49	34 – 62
OLIVA		9	2	84	4
PALMA		39	4	40	8
SOJA		9	6	20	52
GIRASSOL		6	1	21	66

Tabela 2 – Composição percentual de ácidos graxos em diferentes fontes.

Os triglicerídeos de origem animal e vegetal têm diferentes características (**Tabela 3**).

LIPÍDEOS	ANIMAIS	VEGETAIS
AG SATURADO	MAIOR	MENOR
AG INSATURADO	MENOR	MAIOR

Tabela 3 – Comparação do teor de gorduras saturadas e insaturadas em produtos de origem animal e vegetal

Há grande polêmica entre as qualidades e os problemas causados pelo consumo de manteiga, por exemplo. A **Tabela 4** fornece algumas informações sobre os lipídeos encontrados na manteiga e na margarina.

	MARGARINA	MANTEIGA
TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS*	Menor**	Maior**
TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS	Maior**	Menor**
TIPO DE LIGAÇÃO	Contém ligações trans introduzidas pelo processo de hidrogenação (pode levar a doenças cardiovasculares)	

*A incidência de doenças cardiovasculares está associada à presença de ácidos graxos saturados.

** Há exceções. Ex.: óleo de palma e de côco (babaçu) – teor de insaturados maior do que o de saturados.

Tabela 4 – Comparação do teor de gorduras saturadas e insaturadas na manteiga e na margarina

Os triglicerídeos são apolares e insolúveis em água. Podem ser quebrados por ácidos, bases ou enzimas, formando compostos importantes como o biodiesel. No nosso organismo são degradados por enzimas para gerar energia e moléculas essenciais como os ácidos graxos.

Como podem, então, existir dentro das células, sendo insolúveis em água?

Na verdade, devido a sua pouca afinidade com a água, são excluídos deste ambiente, interagindo melhor com outras moléculas semelhantes. Assim, nos animais, os triglicerídeos ocorrem no citossol, formando gotículas oleosas emulsificadas que podem ser armazenadas indefinidamente, os adipócitos .

Como podem se agrupar com facilidade, retêm uma grande quantidade de carbonos em um pequeno espaço; funcionam como reserva energética, já que quando degradados, muitas ligações C-C são quebradas, liberando energia. Como são bem menos solúveis que os carboidratos, quando a célula precisa de energia, ela quebra primeiro os carboidratos (glicogênio) e depois os lipídeos (triglicerídeos). Em média, para homens e mulheres normais, o estoque de lipídeos permite a manutenção das funções vitais por um período de dois a três meses, enquanto a reserva de glicogênio dura menos e um dia.

Colesterol

E o colesterol? Ele também é um triglicerídeo?

Não. Quimicamente, o colesterol é uma molécula contendo anéis carbônicos e um único grupamento polar.

Por estas características, nota-se que esta molécula também deve ser insolúvel em água e portanto no meio intracelular. Assim, seu transporte no interior das células é dificultado e deve ser feito com auxílio de outras moléculas, para que não se acumulem nas artérias causando problemas como a arteroesclerose.

Então, o colesterol também forma gotículas como os triglicerídeos?

Não exatamente. Como ele é menor e tem uma cadeia bem mais rígida que a dos triglicerídeos, não pode formar as mesmas estruturas, por isso, associa-se a determinadas proteínas para ser transportado dentro da célula.

Popularmente, o colesterol aparece com outros nomes: colesterol bom e molécula do colesterol. Mas há um conjunto de triglicerídeos e proteínas que por serem insolúveis no ambiente intracelular aquoso, associam-se à proteínas para serem transportados na forma de lipoproteínas .

Estas vesículas são conhecidas como LDL, HDL, entre outras e contém, além do colesterol propriamente dito, triglicerídeos e proteínas.

O colesterol também é um lipídeo de grande interesse, principalmente devido aos problemas que causa à saúde, mas vale lembrar que ele não é de todo nocivo. Na esfera celular, desempenha um importante papel como regulador da fluidez das membranas biológicas, como veremos mais adiante.

É a partir dele que se formam algumas substâncias fundamentais para o perfeito metabolismo do nosso organismo, como os sais biliares (que atuam como detergentes auxiliando no processo de digestão e absorção de gorduras e vitaminas hidrofóbicas) e alguns hormônios esteróides, relacionados ao desenvolvimento sexual.

Alguns derivados importantes do colesterol são:

Sais biliares, auxiliares na digestão e absorção de lipídeos (**Figura 13**);

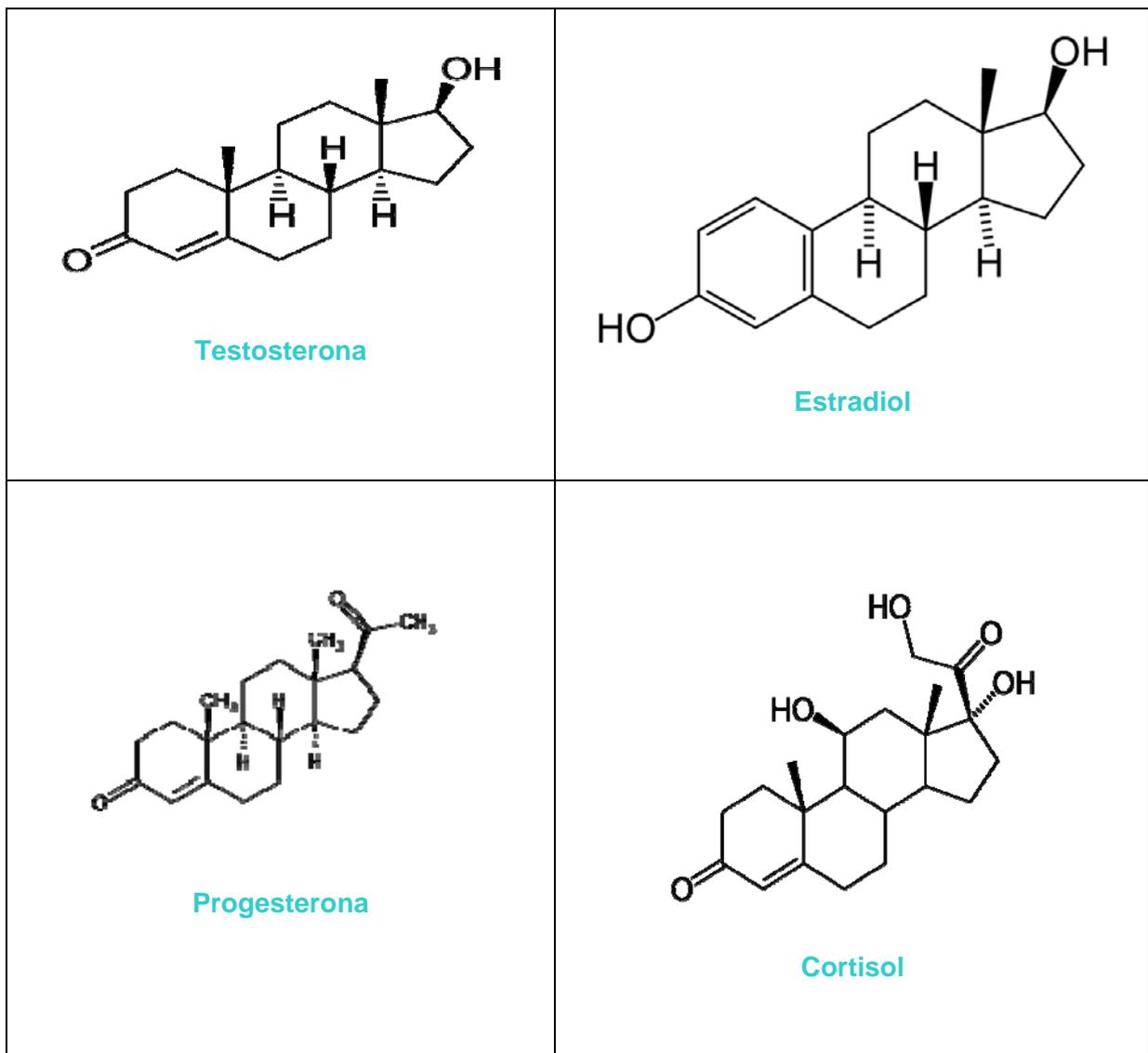


Figura 13: Hormônios envolvidos no desenvolvimento sexual: (a) testosterona; b) estradiol; c) progesterona, envolvida no ciclo menstrual e gravidez, (d) cortisol, envolvido no controle do metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos.

Como se comportam os lipídeos no ambiente aquoso?

Podemos então responder a pergunta inicial: se os lipídeos são, na sua maioria, insolúveis em água, como estas moléculas podem existir dentro da célula e dos organismos já que estes ambientes são aquosos?

Vejamos o que acontece quando colocamos um ácido graxo em água. Dependendo da quantidade e do tipo de lipídeo adicionado, podemos obter diferentes arranjos. A **Figura 14** nos ajuda a visualizar:

Alguns lipídeos formarão micelas, outros formarão bicamadas.

Micelas são agregados globulares, tendo as caudas hidrofóbicas (apolares) voltadas para o interior e a porção polar voltada para água. Ocorrem com os lipídeos que apresentam uma só cadeia hidrofóbica.

As bicamadas são formadas geralmente pelos lipídeos de duas caudas (cadeias hidrofóbicas) e uma extremidade polar (fosfato), isto é, um triglicerídeo que teve um ácido graxo (R1) substituído por fosfato ligado a algum outro grupamento X, onde X podem ser diferentes grupamentos que não serão mencionados aqui (**Figura 14**). Podemos ver aqui uma das funções do fósforo proveniente de um sal mineral.

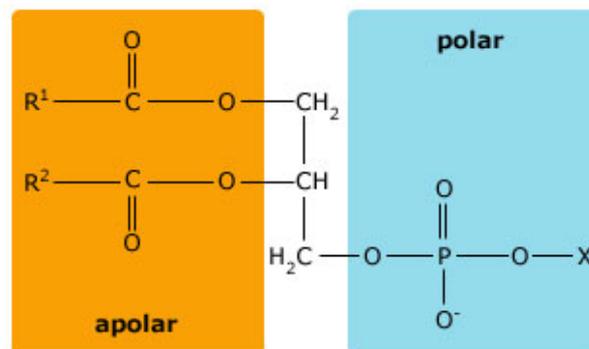


Figura 14: Fosfolipídeo

É possível imaginar então que, com um fosfato, a molécula ficou mais hidrofílica, podendo interagir, pelo menos em parte, com a água, formando a bicamada.

A capacidade de formar bicamadas é um dos aspectos mais importantes dos lipídeos já que permite a formação da membrana celular, uma bicamada essencial para a sobrevivência de cada ser vivo.

O colesterol é um importante regulador da fluidez desta membrana, ou seja, ele se insere entre as cadeias de ácidos graxos fazendo com que a membrana fique mais rígida ou fluida, dependendo da quantidade e da posição da molécula de colesterol.

Para percebermos a importância da bicamada lipídica (membrana), podemos lembrar que métodos que rompem a membrana das células são usados para a eliminação de micro-organismos contaminantes em diferentes sistemas, como é o caso do choque térmico, muito utilizado no preparo de alimentos congelados.

No que diz respeito aos lipídeos, podemos ver então que eles são essenciais para a vida de qualquer organismo. Isto não quer dizer que devemos ingeri-los em excesso, mas ao contrário, adotarmos uma alimentação balanceada para que nosso organismo produza os lipídeos que precisa e aproveite o que não é capaz de sintetizar, a partir dos alimentos.

Então, os lipídeos que ingerimos nos alimentos são usados para formar micelas e bicamadas dentro do nosso organismo? Sim, mas não integralmente, isto é, como os demais nutrientes, eles serão absorvidos e metabolizados para produzir as moléculas que precisa em um dado momento. No caso, triglicerídeos vão ser quebrados e os ácidos graxos liberados poderão ser usados para produzir novos lipídeos (triglicerídeos, colesterol, fosfolipídeos) ou outras moléculas (proteínas, por exemplo), mas também podem ser oxidados a CO_2 produzindo energia.

Outras Substâncias Que Ingerimos

Vitaminas

Será que precisamos ingerir todos os alimentos na mesma proporção?

Há algum tempo que se faz muito uso de complexos vitamínicos, mas é preciso cuidado, pois estes complexos NÃO SUBSTITUEM A ALIMENTAÇÃO POR SI SÓ.

Isso porque as vitaminas não são nutrientes como os carboidratos, lipídeos e proteínas, que são requeridos em grandes quantidades.

As vitaminas são substâncias requeridas em quantidades pequenas e que ajudam na manutenção biológica do organismo. Não são as fontes de carbono que todos os organismos precisam para gerar energia, como são os carboidratos e os lipídeos, por exemplo.

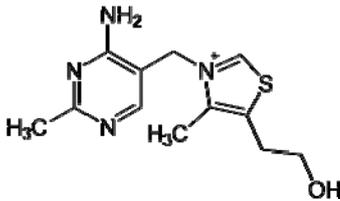
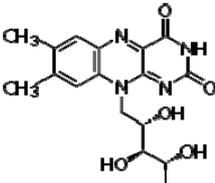
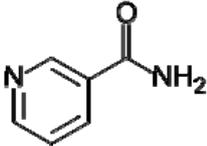
De onde vem este nome? Trata-se de uma amina?

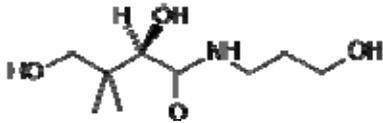
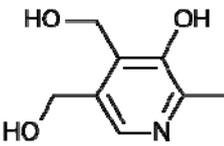
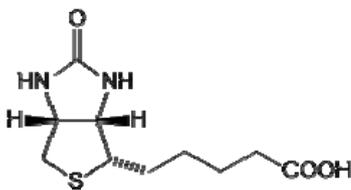
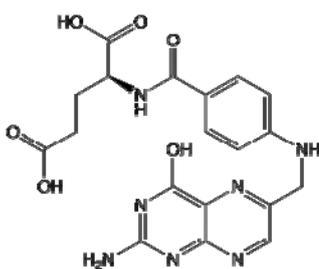
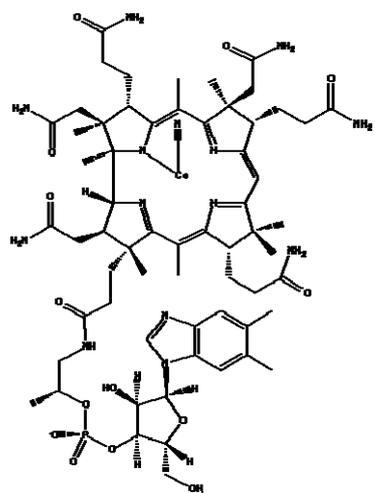
Originalmente sim. O nome *vitamina* foi dado a uma espécie química encontrada na casca do arroz, que era capaz de curar animais com beriberi. Pelo fato de ser quimicamente uma AMINA que restaurava a vitalidade nos animais, a molécula foi denominada “*vital amina*” e, posteriormente, *vitamina*. Com a descoberta posterior de outras moléculas que desempenham papel semelhante para outras doenças, o nome continuou a ser usado. Após a caracterização química destas novas moléculas, verificou-se que nem todas eram aminas, mas o nome permanece até hoje.

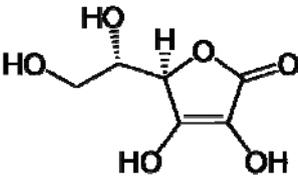
Ao contrário dos carboidratos, das proteínas e dos lipídeos que podem ser classificados de acordo com seus grupamentos (químicos) funcionais, as vitaminas não pertencem a um mesmo grupo de funções químicas. Ainda, uma mesma vitamina pode conter diferentes moléculas (exemplo: a vitamina B2 é um conjunto de compostos químicos contendo derivados da flavina).

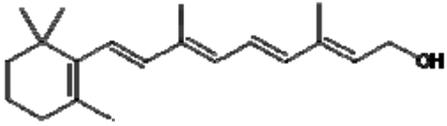
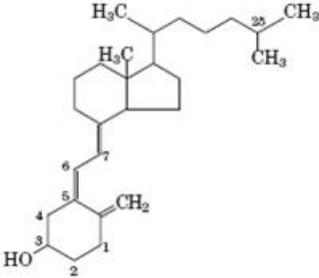
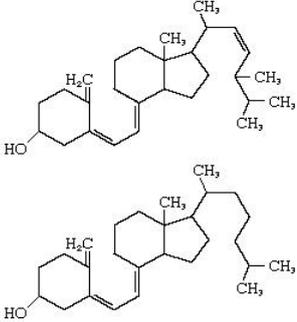
Então, como podemos agrupar as diferentes vitaminas para podermos entender melhor sua função?

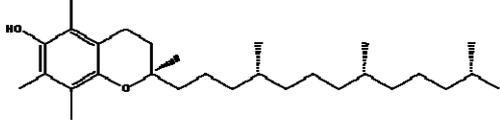
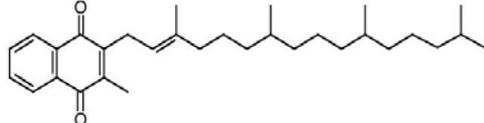
A forma mais fácil é em função do seu comportamento dentro da célula, isto é, da sua interação com a água: são denominadas hidrossolúveis ou lipossolúveis (**Tabela 5**).

VITAMINAS	NOME	FÓRMULAS
HIDROSSOLÚVEIS		
B-1	TIAMINA	
B-2	RIBOFLAVINA	
B-3	NICOTINAMIDA	

B-5	D-PANTENOL (CoA)	
B - 6	PIRIDOXINA	
B - 8	BIOTINA	
B-9	ÁC. FÓLICO	
B-12	COBALAMINA	

C	ÁCIDO ASCÓRBICO	
---	-----------------	--

LIPOSSOLÚVEIS		
A	RETINOL Derivada do β-caroteno	
D	COLICALCIFEROL	
D2	Derivada do ergosterol	

E	α -TOCOFEROL	
K1	FILOQUINONA	

* Curiosidade: o ácido ascórbico auxilia na absorção do ferro pelo organismo. Logo, comer laranja junto com a feijoada ajuda a aumentar a absorção deste componente.

Tabela 5 – Classificação das vitaminas quanto a sua interação com a água.

As hidrossolúveis são moléculas predominantemente polares, por isso solúveis em água; geralmente são utilizadas como cofatores nas reações enzimáticas e são facilmente excretadas.

Cofatores são espécies que vão se ligar a alguns catalisadores biológicos (enzimas) para que estes possam atuar. Vale lembrar que como apenas algumas enzimas precisam de cofatores, estes devem ser ingeridos em pequenas quantidades bem menores do que os carboidratos, proteínas e os lipídeos, pois serão usados apenas como auxiliares em algumas (e não todas) as reações. Seu acúmulo pode provocar doenças, como as hipervitaminoses.

As lipossolúveis são moléculas predominantemente apolares e solúveis em gorduras; estão envolvidas nos processo de coagulação sanguínea ou como antioxidantes, e na absorção de cálcio e fosfato, por exemplo. As vitaminas lipossolúveis são armazenadas com mais facilidade no organismo.

Como podemos ver pela estrutura química, as vitaminas apresentam fórmula, tamanho e estrutura tridimensional bem diferente dos carboidratos e proteínas que são usados como fonte de energia para as células.

Nosso organismo consegue sintetizar algumas vitaminas a partir de alguns precursores, mas não todas. Assim, as vitaminas devem ser ingeridas; sua maior fonte está na nossa alimentação, especialmente nos vegetais.

A **Tabela 6** apresenta algumas características e as fontes de algumas vitaminas.

VITAMINAS	USO NO CORPO	DEFICIÊNCIA	PRINCIPAIS FONTES
HIDROSSOLÚVEIS			
B-1	Auxilia na oxidação dos carboidratos. Estimula o apetite. Mantém o tônus muscular e o bom funcionamento do sistema nervoso. Previne o beribéri.	Perda de apetite, fadiga muscular, nervosismo, beribéri.	Cereais na forma integral e pães, feijão, fígado, carne de porco, ovos, fermento de padaria, vegetais de folhas.
B-2	Auxilia a oxidação dos alimentos. Essencial à respiração celular. Mantém a tonalidade saudável da pele. Atua na coordenação motora.	Ruptura da mucosa da boca, dos lábios, da língua e das bochechas.	Vegetais de folhas (couve, repolho, espinafre), carnes, ovos, fígado, leite, fermento de padaria.
B-3			
B-5			
B-6	Auxilia a oxidação dos alimentos. Mantém a pele saudável.	Doenças da pele, distúrbios nervosos, inércia e extrema apatia.	Levedo de cerveja, cereais integrais, fígado, carnes magras, peixes.

B8			
B-9			
B-12			
C	Previne infecções. Mantém a integridade dos vasos sanguíneos e a saúde dos dentes. Previne o escorbuto.	Inércia e fadiga (adultos). Insônia e nervosismo (criança), sangramento das gengivas, dores nas juntas, escorbuto.	Frutas cítricas, tomate, vegetais de folha, pimentão.
PP			

LIPOSSOLÚVEIS			
A	Necessária para o crescimento normal e para o funcionamento normal dos olhos, do nariz, da boca, dos ouvidos e dos pulmões. Previne resfriados e várias infecções. Evita a "cegueira noturna".	Cegueira noturna, xeroftalmia, "olhos secos" em crianças, cegueira total.	Vegetais amarelos (cenoura, abóbora, batata doce, milho), pêssego, nectarina, abricó, gema de ovo, manteiga, fígado.
D*	Atua no metabolismo do cálcio e do fósforo. Mantém os ossos e os dentes em bom estado. Previne o raquitismo.	Problemas nos dentes, ossos fracos, contribui para os sintomas da artrite, raquitismo.	Óleo de fígado de bacalhau, fígado, gema de ovo.
E	Promove a fertilidade. Previne o aborto. Atua no sistema nervoso involuntário e no sistema muscular	Esterilidade do macho, aborto.	Óleo de germe de trigo, carnes magras, laticínios, alface, óleo de amendoim.
K1	Atua na coagulação do sangue. Previne hemorragias.	Hemorragias.	Vegetais verdes, tomate, castanha.

*A vitamina D não é encontrada pronta na maioria dos alimentos; estes contêm, em geral, um precursor que se transforma na vitamina quando exposto aos raios ultravioleta da luz solar.

Tabela 6 – Características das vitaminas, suas funções, suas fontes e efeitos de sua ausência

Ouvimos, por exemplo, frases do tipo: *“a saúde está na feira”* ou *“quem não come a vitamina da quitanda/mercado, toma a da farmácia”*. É verdade. Necessitamos de doses adequadas de vitaminas em nossa dieta para se ter um efeito satisfatório.

A falta de vitaminas pode impedir algumas reações e o excesso pode levar à hipervitaminose, o que também é uma doença. Assim, tanto a falta quanto o uso indiscriminado de vitaminas pode causar alterações no metabolismo.

Podemos pensar: Por que *“a saúde está na feira”*? Porque os alimentos, especialmente os de origem vegetal, contêm quantidades balanceadas de vitaminas e quando nos alimentamos destes produtos encontrados no quintal, na feira, no mercado ou no armazém, evitamos o consumo de medicamentos (encontrados nas farmácias), que geralmente são constituídos de outros componentes e devem ser administrados apenas em casos de deficiências específicas e indicados por pessoa autorizada. Assim, *“quem não come a vitamina da quitanda ou do mercado, acaba tendo que tomar a da farmácia”*. Além disso, na maioria das vezes, os medicamentos ainda contêm outros componentes que em muitos casos podem causar efeitos colaterais, que variam de indivíduo para indivíduo. Portanto, um produto que pode ser bom para um indivíduo pode não ser para outro. Os alimentos, ricos em nutrientes, continuam sendo a melhor forma de suprir as necessidades do nosso organismo.

Em cada fase da vida há uma necessidade maior de alguns nutrientes devido à variação metabólica que ocorre. Muitas vezes nos enganamos ao preferir ingerir remédios para suprir necessidades de minerais e vitaminas quando na própria alimentação podemos conseguir este efeito e de maneira natural e muito mais saudável. Precisamos apenas ajustar a alimentação à nossa fase e tipo de vida. Com poucas exceções, causadas por problemas de saúde específicos, sempre será possível achar uma combinação apropriada e saborosa de alimentos para atender nossas necessidades diárias.

“Sais Minerais”

Utilizaremos aqui o termo sais minerais por ser o termo mais conhecido de todos, mas nunca se esqueça: nem todos os elementos inorgânicos se apresentam nos alimentos na forma de sais, alguns serão encontrados juntamente com as cadeias carbônicas das vitaminas e outros, ainda, associados a proteínas, como é o caso do ferro na hemoglobina.

Já que cada nutriente tem uma função diferente e cada alimento é composto de vários nutrientes, é fácil entender que alguns componentes devem ser ingeridos em quantidades menores que outros. É o caso das vitaminas e dos sais minerais, que estão presentes em diferentes alimentos..

As vitaminas, que são orgânicas, e os minerais, apesar de inorgânicos em sua constituição, participam das ações de várias enzimas em nosso metabolismo; como são auxiliares, não são requeridos nas mesmas concentrações que os componentes principais.

Mas o que são sais minerais?

Sais minerais são compostos iônicos que ao se dissociarem, liberam íons que possuem diferentes funções dentro do organismo.

A necessidade diária de cada elemento depende da sua função. Alguns são requeridos em maiores quantidades que outros (**Tabela 7**).

QUANTIDADE	EXEMPLOS
MACROELEMENTOS (necessidade diária acima de 100mg)	Na Ca P Cl Mg
MICROELEMENTOS (necessidade diária inferior a 100mg)	Fe Zn Cu Mn F

Tabela 7 – Exemplos de espécies importantes

Alguns elementos importantes e algumas de suas funções são:

- **Fósforo:** elemento fundamental do ADN (ácido deoxiribonucléico), molécula que determina as características genéticas de cada organismo, do ATP (adenosina trifosfato), molécula transportadora de energia nas células, e dos fosfolípídeos das membranas.

- **Sódio e Cloro:** envolvidos no equilíbrio iônico do organismo.
- **Potássio:** é um mineral essencial em muitas funções do organismo. Participa da síntese de proteínas. Sua carência pode comprometer a adequada condução dos impulsos nervosos, prejudicar a eficiência das contrações musculares, provocar arritmias cardíacas e a retenção de líquidos. O uso de diuréticos pode ocasionar perda de potássio. O potássio é um dos minerais mais facilmente encontrados nos alimentos.
- **Zinco:** tem papel regulador na ação da insulina, evitando o acúmulo de gordura abdominal. Também ajuda a manter o equilíbrio na produção dos hormônios da tireóide e contribui para a digestão das gorduras. O zinco é ainda capaz de melhorar o paladar, reduzindo o consumo de alimentos muito doces ou salgados.
- **Vanádio:** mineral que auxilia na digestão da gordura, na absorção do cálcio e no metabolismo da insulina. A carência causa um desequilíbrio nos níveis de açúcar no sangue, aumentando a produção de insulina e os estoques de gordura. Ansiedade e depressão tendem a diminuir a concentração de vanádio no organismo.
- **Selênio:** este mineral é importante na ação da enzima conversora de T4 (tetraiodotironina) em T3 (triiodotironina), hormônios da tireóide onde o T3 é a forma mais ativa; regulam o ganho e a perda de peso. Constitui-se no principal mineral com característica antioxidante, combatendo os processos de envelhecimento. O selênio ainda melhora o funcionamento das papilas gustativas, aguçando o paladar.
- **Magnésio:** atua no metabolismo dos carboidratos, das proteínas e das gorduras, além de ser fundamental na conversão de um aminoácido, o triptofano, em serotonina, um hormônio. O consumo excessivo de açúcar branco tende a reduzir os níveis de magnésio no sangue.
- **Cromo:** participa da molécula de GTF (fator de tolerância à glicose), fundamental para a atuação da insulina sendo, portanto, vital para a boa absorção da glicose pelas células. Importante para o metabolismo da gordura, evitando estoques na região do abdômen. Esse mineral estimula o organismo a produzir uma quantidade maior de serotonina. Gravidez, estresse e o consumo excessivo de açúcar refinado diminuem os níveis desse mineral no organismo.

Vejamos uma situação como a questão do excesso de peso. Um problema metabólico pode ser uma das causas desse excesso de peso. Isso significa que, independente de nos exercitarmos e termos uma alimentação saudável, quando determinados minerais estão ausentes no organismo, o metabolismo fica mais lento (algumas enzimas não atuam na velocidade adequada) e não é possível emagrecer. Para favorecer a perda de peso, a presença dos minerais na dieta é imprescindível. Os minerais que mais

favorecem o equilíbrio metabólico são o cromo, o selênio, o magnésio, o potássio, o zinco e o vanádio. Eles também participam da digestão dos carboidratos, das proteínas e das gorduras. Sem eles, a insulina, um hormônio de estrutura protéica, que controla o metabolismo de lipídeos e carboidratos no organismo, também não consegue agir direito, o que complica o transporte do açúcar para dentro das células.

Ou seja, o açúcar que sobra circulando no organismo é transformado em gordura e armazenado, formando culotes e pneuzinhos. Outro inimigo do emagrecimento saudável são os metais tóxicos. Quando transitam pelo organismo além da dose suportável, eles também contribuem para somar pontos na balança. O chumbo, por exemplo, deixa o metabolismo lento e pode causar depressão.

Apenas a presença de minerais na dieta não garante o emagrecimento. Sozinhos, eles não emagrecem ninguém. A perda e a manutenção do peso dependem de uma série de fatores, como mudança de hábitos alimentares, moderação nas porções e a prática de exercícios. Os minerais atuam como coadjuvantes de uma dieta equilibrada, pois em excesso, podem até fazer mal.

Para ter acesso a cardápios adequados, que contemplem as necessidades de minerais do seu organismo, o melhor é contar com orientação nutricional apropriada, pois as fontes destas substâncias são mais restritas que as das vitaminas. O excesso de comida industrializada, o estresse e a poluição podem prejudicar o fornecimento e a absorção dos minerais pelo organismo. É por isso que para alguns pacientes é necessário fazer a suplementação de minerais, sob supervisão médica, pois qualquer nutriente ingerido acima das necessidades recomendadas pode acarretar efeitos colaterais indesejáveis. Doses altas de um determinado mineral podem ser tóxicas ao organismo, causando náuseas, tonturas e dores abdominais. Após a realização de um hemograma, se a deficiência mineral constatada for grave, difícil de ser corrigida apenas com mudanças na alimentação, os suplementos são prescritos.

Bebidas “energéticas”

Bebidas “energéticas” são conhecidas por este nome pois fornecem aos seus usuários uma sensação de bem estar, de mais energia. Embora muitos usuários possam pensar que estas bebidas contêm sais minerais necessários aos atletas, por exemplo, para repor as perdas decorrentes da atividade esportiva, muitos “energéticos” estão isentos destas espécies ou as contêm em quantidades muito baixas.

Geralmente, contêm cafeína, taurina e outros componentes que aumentam a atividade, deixam o indivíduo aparentemente revigorado, ajudam a eliminar toxinas, mas não são sais minerais ou fontes de energia como os carboidratos, proteínas ou lipídeos.

É preciso estar atento. Dos alimentos, podemos extrair toda a energia que precisamos para desempenhar as funções normais. Basta que nossa alimentação seja balanceada.

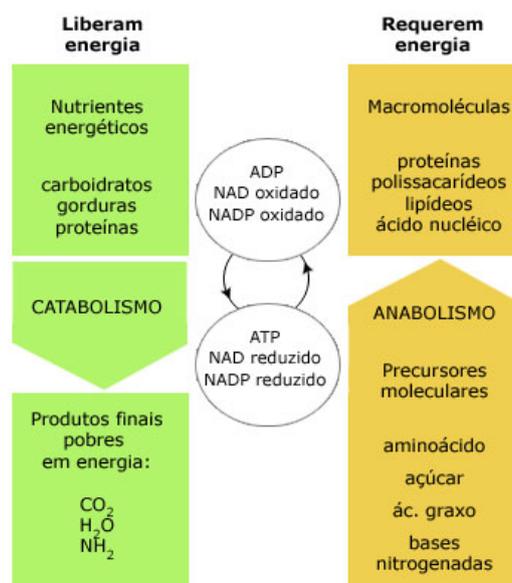
Para Onde Vão Os Alimentos?

Agora que já falamos de diferentes alimentos, nutrientes e de suas funções, vamos pensar um pouco mais, em como todos estes mecanismos podem acontecer.

Você já parou para pensar em COMO os alimentos podem gerar energia para o seu organismo? Como eles são transformados?

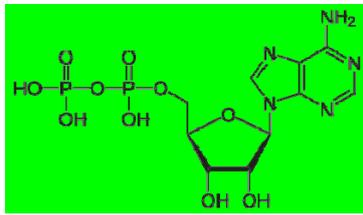
Diz-se que eles são metabolizados. Mas então o que é metabolismo?

Metabolismo é a integração de duas grandes rotas (vias metabólicas – esquema XII): a de quebra (catabolismo) dos nutrientes, onde estes serão transformados em moléculas menores, que serão utilizadas para a construção das moléculas maiores na outra rota, e a das biossínteses (anabolismo). Um esquema resumido pode ser visto a seguir:

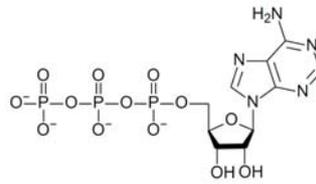


Esquema 3: Esquema geral do catabolismo e do anabolismo

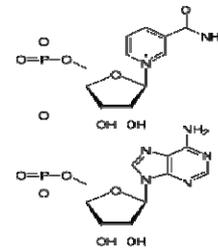
As fórmulas do ADP, ATP, NAD e NADP são representados na **Figura 15**.



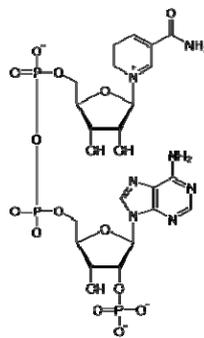
ADP



ATP



NAD



NADP

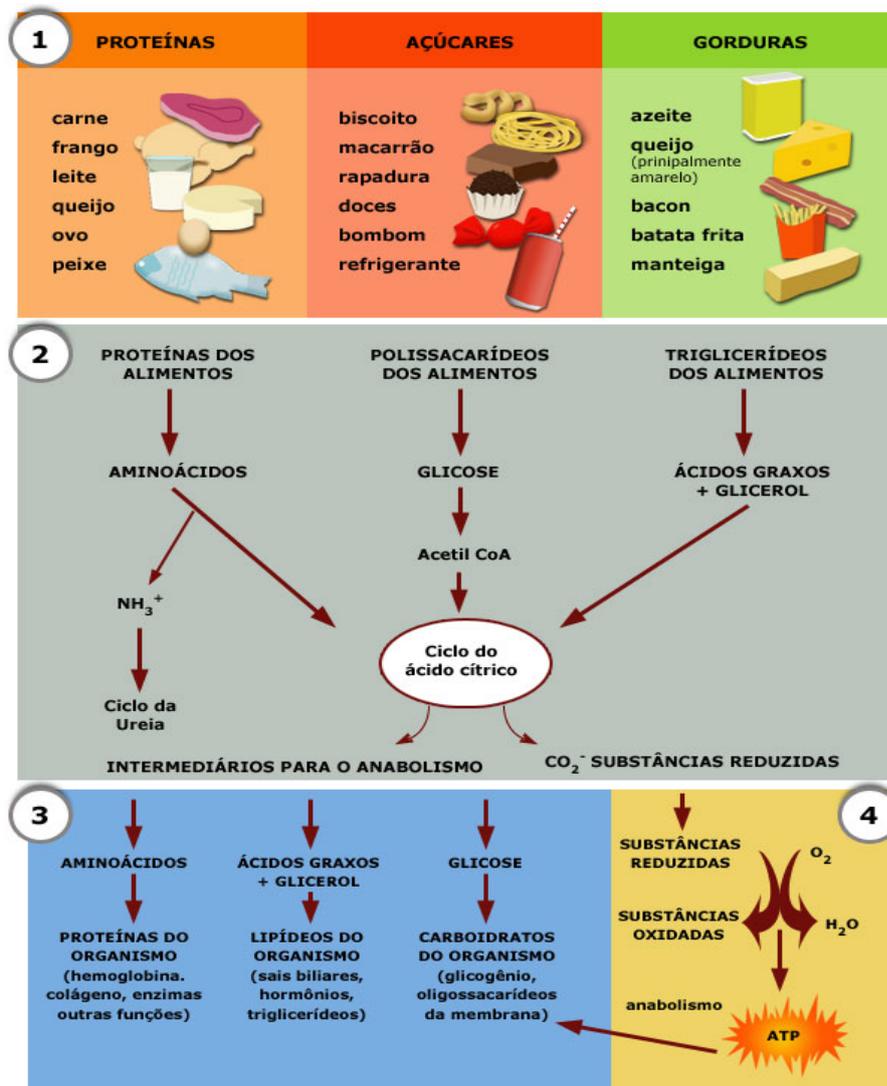
Figura 15: (a) NAD Se R = H, temos NAD (Dinucleótido de nicotinamida e adenina). Se R = Fosfato, (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP)). (b) Adenosina difosfato (ADP) ou trifosfato (ATP)

Podemos resumir a via de degradação dos alimentos que ingerimos em quatro etapas, como visualizado no esquema 3:

1. As moléculas grandes (proteínas, polissacarídeos e triglicerídeos) dos alimentos são quebradas nas suas unidades fundamentais (aminoácidos, monossacarídeos e ácidos graxos + glicerol, respectivamente) e se oxidam, reduzindo outros componentes intracelulares.
2. Todas estas unidades fundamentais são convertidas em um único intermediário, denominado AcetilCoA e depois em intermediários (metabólitos) do ciclo do ácido cítrico, uma via cíclica de reações do organismo.
3. Estes intermediários e/ou o Acetil CoA são convertidos nas moléculas que a célula precisa em um dado instante ou oxidam-se totalmente, convertendo-se em CO₂.

4. As moléculas reduzidas serão reoxidadas pelo oxigênio em uma sequência de reações formando as moléculas oxidadas. Simultaneamente, forma-se o ATP, molécula transportadora da energia na célula. O ATP será hidrolisado para liberar energia para as reações do anabolismo para formação de novas macromoléculas ou para outras funções como transporte de íons, movimento etc.

O que não for absorvido ou degradado deve ser eliminado pelo organismo. No caso de algum problema metabólico onde isto não seja possível, ocorrerá o acúmulo deste composto ou intermediário que poderá acarretar danos ao organismo.



Esquema 4: Esquema geral da conversão dos nutrientes em moléculas essenciais aos organismos: 1- Alimentos contendo diferentes nutrientes; 2-catabolismo; 3-anabolismo e 4-produção de energia

Para melhor entender como os intermediários gerados no ciclo do ácido cítrico podem se converter em outras moléculas, podemos ver o esquema XIV. Um estudo mais avançado nos permitirá verificar, por exemplo, que, nas células animais, os lipídeos não podem se converter em glicose, embora glicose possa se converter em lipídeos ^{1,2}.

As vitaminas e os sais minerais, como já mencionamos, atuam como auxiliares importantíssimos nestas vias, mas por não serem utilizados como fonte de energia não são representados aqui.

Cada tipo de nutriente gera uma quantidade de energia diferente (**Tabela 8**) dependendo da sua composição química (quantidade de ligações C-C, por exemplo).

MOLÉCULA	ENERGIA GERADA
Triglicerídeo	9 Kcal/g
Carboidratos + Proteínas	4 Kcal/g

Tabela 8 – Energia gerada por cada tipo de nutriente

Nutracêuticos E Alimentos Funcionais

Será que o alimento é um medicamento?

A história dos alimentos confunde-se com a história da humanidade. A cultura popular já utiliza há muito tempo determinados “alimentos” no tratamento de doenças, especialmente nos locais onde a medicina é precária e o acesso aos medicamentos também.

Já no século XVIII, utilizava-se laranja e limão para evitar o escorbuto e no século XIX a anemia perniciosa era tratada com fígado cru. O óleo de fígado de bacalhau, de sabor horrível, era usado frequentemente no combate ao raquitismo, para desespero das crianças. Hoje, talvez, muitos desconheçam a sua existência.

Com o avanço da ciência busca-se, cada vez mais, a obtenção, preparação e comercialização de alimentos que além da sua composição natural, possam oferecer ao usuário um “*algo mais*” (um nutriente, um macro ou microelemento importante) de forma que ao ingerir um produto, o consumidor esteja ingerindo simultaneamente, vários componentes essenciais. Os alimentos com estas características são chamados ALIMENTOS FUNCIONAIS ou NUTRACÊUTICOS.

Pelo nome, podemos imaginar: NUTRA de nutrir e CÊUTICO de terapêutico. Assim, os nutracêuticos são alimentos que proporcionam benefícios à saúde, previnem doenças ou promovem alterações metabólicas que melhoram o metabolismo de quem os utiliza, além de satisfazer os requerimentos nutricionais tradicionais. Alguns exemplos são os alimentos que regulam a flora intestinal como leites fermentados, iogurtes e outros produtos lácteos, alimentos ricos em fibras (**Figura 38**).

O alimento funcional é aquele semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte de uma alimentação normal, capaz de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos desejáveis na manutenção da saúde. Alguns exemplos de compostos com estas propriedades, disponíveis em diversos alimentos, podem ser encontrados na **Tabela 9**.

MOLÉCULA	O QUE FAZ	COMO AGE	ONDE ENCONTRAR
BETACARO-TENO *	Ajuda a diminuir o risco de câncer.	Quando ingerimos gorduras e proteínas, o betacaroteno converte-se em vitamina A, protegendo as células do envelhecimento.	Abóbora, cenoura, mamão, manga, damasco, espinafre, couve.
ISOFLAVONAS *	Atenuam os sintomas da menopausa.	Por ter uma estrutura química semelhante ao estrógeno (hormônio feminino), alivia os efeitos de calor e cansaço da menopausa e da tensão pré-menstrual.	Soja e seus derivados.
LICOPENO *	Está relacionado à diminuição do risco de câncer de próstata.	Evita e repara os danos dos radicais livres que alteram o DNA das células e desencadeiam o câncer.	Tomate e seus derivados, beterraba, pimentão.
ÔMEGA 3 *	Diminui o risco de doenças cardiovasculares	Reduz os níveis de triglicérides e do colesterol total do sangue, diminuindo a possibilidade de acúmulo nos vasos sanguíneos.	Peixes de água fria, como salmão e truta, e óleo de peixes.
FLAVONÓIDES *	Diminuem o risco de câncer e atuam como anti-inflamatórios.	Anulam a dioxina, substância altamente tóxica usada em agrotóxicos.	Suco natural de uva e vinho tinto, café, chá verde, chocolate e própolis.

Tabela 9 – Moléculas encontradas em alimentos funcionais.

Alimentos Orgânicos

Alimentos orgânicos são produzidos em pequenas propriedades e através de agricultura tradicional. Assim, estão livres de substâncias artificiais como fertilizantes e agrotóxicos. O preço é mais caro, mas a procura vem sendo cada vez maior uma vez que as pessoas estão se conscientizando de que uma alimentação saudável é importante para o funcionamento equilibrado do corpo e até mesmo para se precaver de doenças

Vegetais Hidropônicos

Vegetais hidropônicos são cultivados sem utilização de solo, ou seja, em água contendo os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Dessa forma, preservam muito suas propriedades, pois consegue-se disponibilizar nutrientes em quantidade e qualidade adequada para um crescimento perfeito. Outra vantagem é que estes alimentos não absorvem substâncias indesejadas do solo e uma vez que podem ser cultivadas em estufas, não há necessidade da utilização de agrotóxicos para combater pragas.

Outras Informações Relevantes

As recomendações nutricionais sugerem que a alimentação seja balanceada, de forma a conter alimentos com diferentes funções. Estes alimentos podem ser classificados em três grandes grupos, como observado a seguir (**Tabela 10**):

ENERGÉTICOS	CONSTRUTORES	REGULADORES
Aqueles que fornecem energia.	Aqueles que fornecem moléculas importantes para a construção dos tecidos.	Regulam o funcionamento do corpo, previnem certas doenças.
Óleo, manteiga, margarina, mel, pão, cereal matinal, arroz, macarrão, milho, batata, mandioca, farinha e outros.	Carnes, leite e derivados, ovos, feijão, ervilha e soja.	Frutas, legumes e verduras.

Tabela 10 – Funções estratégicas dos alimentos em uma alimentação

Apesar do grande número de informações (populares e científicas) existentes sobre as características dos diferentes alimentos, ainda não é possível propor “a dieta ideal” para atender todas as necessidades individuais, mas na combinação apropriada de diferentes alimentos podemos encontrar tudo o que um organismo precisa em condições normais. Em outras palavras, podemos dizer que não havendo nenhuma alteração metabólica, um indivíduo bem alimentado (com os nutrientes nas proporções corretas) é um indivíduo sadio e não precisa de medicamentos, pois o próprio alimento fornecerá tudo que o indivíduo poderia obter de um medicamento. Assim, os medicamentos passam a ter papel importante apenas quando se detecta alguma anomalia e devem ser devidamente prescritos pelo profissional habilitado para tal.