

## NIVEL SUPERIOR



## Quem Somos

A Domina Concursos, especialista no desenvolvimento e comercialização de apostilas digitais e impressas para Concurso Públicos, tem como foco tornar simples e eficaz a forma de estudo. Com visão de futuro, agilidade e dinamismo em inovações, se consolida com reconhecimento no segmento de desenvolvimento de materiais para concursos públicos. É uma empresa comprometida com o bem-estar do cliente. Atua com concursos públicos federais, estaduais e municipais. Em nossa trajetória, já comercializamos milhares de apostilas, sendo digitais e impressas. E esse número continua aumentando.

## MISSÃO

Otimizar a forma de estudo, provendo apostilas de excelência, baseados nas informações de editais dos concursos públicos, para incorporar as melhores práticas, com soluções inovadoras, flexíveis e de simples utilização e entendimento.

## VISÃO

Ser uma empresa de Classe Nacional em Desenvolvimento de Apostilas para Concursos Públicos, com paixão e garra em tudo que fazemos.

## VALORES

- Respeito ao talento humano
- Foco no cliente
- Integridade no relacionamento
- Equipe comprometida
- Evolução tecnológica permanente
- Ambiente diferenciado
- Responsabilidade social



HABILITADA P/ IMPRESSÃO





## PROIBIDO CÓPIA

Não é permitida a revenda, rateio, cópia total ou parcial sem autorização da Domina Concursos, seja ela cópia virtual ou impressa. Independente de manter os créditos ou não, não importando o meio pelo qual seja disponibilizado: link de download, Correios, etc...

Caso houver descumprimento, o autor do fato poderá ser indiciado conforme art. 184 do CP, serão buscadas as informações do responsável em nosso banco de dados e repassadas para as autoridades responsáveis.



# Conhecimentos específicos

*"Camuflar um erro seu é  
anular a busca pelo  
conhecimento. Aprenda  
com eles e faça novamente  
de forma correta."*

Nara Nubia Alencar

## **Bioquímica**

A Bioquímica é a parte da Biologia responsável pelo estudo das estruturas, da organização e das transformações moleculares que ocorrem na célula. Essas transformações configuram o que chamamos de metabolismo, que nada mais é do que as reações extremamente coordenadas que são fundamentais para garantir a sobrevivência, o crescimento e reprodução dos organismos vivos.

O metabolismo geralmente é classificado em anabolismo ou catabolismo. No primeiro caso, as reações químicas estão voltadas para a síntese de estruturas moleculares complexas a partir de moléculas simples. Já no caso do catabolismo, as moléculas complexas são degradadas em estruturas mais simples. Vale frisar que os dois processos ocorrem em todas as células vivas.

## **Processos Bioquímicos dos Seres Vivos**

No nível bioquímico, apesar da grande diversidade de formas de vida, muitas estruturas e processos são compartilhados por seres vivos bastante diferentes, o que facilita o entendimento da vida como um todo. Todas as espécies, por exemplo, são formadas por elementos básicos, como o carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, enxofre e moléculas complexas, que realizam processos químicos para que a energia necessária à sobrevivência seja produzida.

De uma maneira geral, podemos afirmar que todos os organismos realizam quatro processos bioquímicos básicos para que ocorra a manutenção da vida:

- Síntese de biomoléculas, tais como carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos;
- Transporte de substâncias por meio das membranas;
- Produção de energia;
- Eliminação de metabólitos e substâncias tóxicas.

## **Descobertas Bioquímicas**

Entre as principais descobertas da Bioquímica que merecem destaque, podemos citar a compreensão da estrutura do DNA (ácido desoxirribonucleico), o entendimento da importância do gene para a síntese de proteína, a determinação da estrutura das proteínas e a compreensão das vias metabólicas.

O entendimento desses processos foi, sem dúvida, fundamental para o desenvolvimento de várias áreas, tais como a biotecnologia, a medicina e a agricultura. No campo da medicina, por exemplo, podemos destacar a importância dessa ciência no avanço da genética e no entendimento das doenças metabólicas, como diabetes, e até mesmo dos problemas degenerativos. Já no campo da agricultura, o desenvolvimento de variedades transgênicas garantiu um maior sucesso nas lavouras.

Percebe-se, portanto, que a Bioquímica nada mais é do que o estudo da química envolvida em todos os seres vivos, sendo, portanto, fundamental para o entendimento dos processos que permitem a manutenção da vida e o desenvolvimento de técnicas que garantam uma melhor qualidade de vida para todos. Vale destacar que, apesar do grande desenvolvimento da área, muito ainda deve ser estudado, sendo essencial o investimento constante nesse campo de estudos.

De métodos quase futurísticos às tecnologias mais modernas, as dosagens hormonais evoluíram com o avanço da medicina diagnóstica e as mulheres foram as mais beneficiadas. Antigamente, até um simples teste de gravidez era um desafio e tanto.

Na década de 1950, alguns hormônios presentes em pequenas concentrações no sangue eram muito difíceis de dosar. A detecção do HCG, hormônio da gravidez, por exemplo, dependia de técnicas não muito simpáticas chamadas de métodos biológicos. “Colhia-se a urina da mulher e injetava-se o líquido em animais para avaliar as reações”, conta Mônica Freire, diretora do laboratório Sérgio Franco.

Em busca da evolução, foram introduzidos métodos químicos capazes de detectar o produto do metabolismo dos hormônios, os metabólitos, na urina dos pacientes. “Em vez de dosar o hormônio cortisol, por exemplo, mede-se o produto de sua metabolização”, explica a médica.

A primeira grande evolução nos métodos de dosagem hormonal aconteceu em 1956, com a descoberta do radioimunoensaio, técnica utilizada para a quantificação de insulina. “Em vez de dosar apenas os metabólitos, passamos a medir os próprios hormônios, como insulina, cortisol e HCG”, relata.

Ela é baseada em uma reação imunológica in vitro entre o antígeno o próprio hormônio e um anticorpo marcado com uma molécula que viabiliza sua leitura.

No entanto, esse método tem dificuldade de execução. “A parte ‘rádio’ de seu nome significa que a reação contém uma molécula radioativa, cuja fabricação é complexa e limitada, por isso, seu uso foi sendo reduzido paulatinamente nas últimas três décadas”, explica a Dra. Mônica Freire.

Depois, vieram os ensaios por quimioluminescência, um tipo de reação química que gera energia luminosa e que pode ser medida. Foi o primeiro método capaz de dosar hormônios que circulam no sangue em concentrações muito baixas e é o mais utilizado atualmente, junto com o imunoensaio. “Eles são extremamente sensíveis e capazes de medir apenas o que estamos buscando, sem interferência de outras substâncias”, afirma a diretora médica do Sérgio Franco.

Por fim, no último degrau dessa evolução está a espectrometria de massa. O nome parece assustador, mas é um método muito moderno considerado ainda mais sensível e preciso para a detecção de hormônios em pequenas quantidades no sangue. “Ele é capaz de identificar concentrações realmente muito baixas e é indicado principalmente para hormônios produzidos pela glândula adrenal ou pelas glândulas sexuais”, diz Mônica.

A hemoglobina é a proteína dentro das células vermelhas do sangue responsável pelo transporte de oxigênio em todo o seu sistema circulatório para os tecidos e órgãos.

O exame de eletroforese de hemoglobina é usado para medir e também identificar os diferentes tipos de hemoglobina no sangue circulante. Tendo uma hemoglobina saudável ela será capaz de transportar e liberar oxigênio com a máxima eficiência. Se for anormal, de alguma forma, pode carregar pouco oxigênio para alcançar seus tecidos e órgãos.

### **Como é a Coleta do Sangue para Realizar o Exame Eletroforese de Hemoglobina**

É necessário que faça um jejum de 4 horas antes da coleta do sangue, e sempre informe ao atendente os medicamentos que estiver usando.

O sangue será coletado da veia do braço normalmente como ocorre em exames de rotina, depois o material biológico será colocado em tubos contendo anticoagulante, como o nome diz, a substância evita que o sangue coagule, assim será possível realizar o teste com o material ideal.

Quais os tipos de hemoglobina que podemos encontrar, valores de referência

### **Os tipos de hemoglobina incluem o seguinte:**

Hemoglobina A1 : Maior ou igual a 95,0%

Hemoglobina Fetal :

1 a 7 dias : Até 84,0%

8 a 60 dias: Até 77,0%

2 a 4 meses: Até 40,0%

4 a 6 meses: Até 7,0%

7 a 12 meses: Até 3,5%

12 a 18 meses: Até 2,8%

Adulto: 0,0 a 2,0 %

Hemoglobina A2 : 1,8 a 3,5 %

A separação das Hemoglobinas por cromatografia HPLC, apresenta a vantagem de dosagem das frações Fetal, A2 além das Hemoglobinas anormais.

Hemoglobina F: Este tipo é encontrado em fetos e recém-nascidos em crescimento. Logo depois do nascimento, ele é substituído com a hemoglobina A.

Hemoglobina A: Este é o tipo mais comum de hemoglobina em crianças e adultos saudáveis.

Hemoglobinas anormais que podem aparecer no resultado (laudo do teste) e devem ser investigadas

Hemoglobina C, D, E, M e S: Estes e outras variações ocorrem raramente, são tipos de hemoglobina anormal. Ao herdar os genes que os produzem a pessoa pode adquirir diferentes tipos anormais.

O médico pode solicitar o exame de eletroforese de hemoglobina para averiguar se o paciente tem alguma doença que esteja ligada a produção de hemoglobina anormal. Veja algumas delas.

### **Anemia Falciforme**

Esta doença é causada pela hemoglobina glóbulos vermelhos S. Devido a estrutura em forma de foice as hemácias acabam bloqueando pequenos vasos sanguíneos impedindo que o sangue circule adequadamente.

### **Talassemias**

Uma doença genética que pode causar a produção em excesso de hemoglobina anormal e muito pouco hemoglobina A. Por um defeito genético em uma das quatro cadeias de proteínas, ou globinas, formadores da hemoglobina, sendo duas denominadas alfa e outras duas conhecidas como beta. O problema reduz ou mesmo impede a fabricação da hemoglobina normal.

A eletroforese de hemoglobina é um exame de apoio para diagnóstico de hemoglobinopatias e talassemias, além de diagnóstico diferencial de anemias e hemólise. Importante no diagnóstico diferencial de anemias, microcitoses e hemólises, além de permitir análises familiares em parentes de portadores de hemoglobinas anormais.

### **Lipoproteínas**

A lipoproteína consiste em um conjunto composto por proteínas e lipídeos, organizados de modo a facilitar o transporte dos lipídeos pelo plasma sanguíneo.

A estrutura básica das lipoproteínas é idêntica, variando somente de tamanho e proporção entre os seus componentes. A fração proteica é composta por apoproteínas, enquanto que a parte lipídica é formada por colesterol, triglicerídeos e fosfolipídeos. De acordo com as suas características físico-químicas são divididas em: quilomícrons, VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade), LDL (lipoproteína de baixa densidade) e HDL (lipoproteína de alta densidade).

### **Quilomícrons**

Consistem em moléculas grandes de lipoproteínas sintetizadas pelas células do intestino, formado em 85-95% de triglicerídeos de origem alimentar (exógeno), pequena quantidade de colesterol livre, fosfolipídeos e 1-2% de proteínas. Uma vez que possui muito mais lipídeos do que proteínas, os quilomícrons são menos densos do que o plasma sanguíneo, flutuando nesse líquido, conferindo um aspecto leitoso ao mesmo, levando a formação de uma camada cremosa quando este é deixado em repouso.

### **VLDL (Very Low Density Lipoprotein)**

São lipoproteínas de grande tamanho, porém menores do que os quilomícrons, sintetizadas no fígado. Sua composição compreende 50% de triglicerídeos, 40% de colesterol e fosfolipídeos e 10% de proteínas, especialmente a Apo B-100, Apo C e alguma Apo E.

Este tipo de lipoproteína tem como função transportar os triglicerídeos endógenos e o colesterol para os tecidos periféricos, locais onde serão estocados ou utilizados como fontes de energia. Igualmente aos quilomícrons, são capazes de turvar o plasma.

### **LDL (Low Density Lipoprotein)**

O LDL, que são as lipoproteínas de baixa densidade, são partículas diminutas que, mesmo quando em grandes concentrações, não são capazes de turvar o plasma. Aproximadamente 25% desta lipoproteína são compostas por proteínas, em particular a Apo B-100 e pequena quantidade de Apo C, o resto é composto por fosfolipídeos e triglicerídeos. O LDL é a lipoproteína que mais transporta coles-

terol para locais onde ela exerce uma função fisiológica, como, por exemplo, para a produção de esteroides. Em sua grande maioria, são produzidos a partir de lipoproteínas VLDL.

### **HDL (High Density Lipoprotein)**

As lipoproteínas HDL são partículas pequenas, compostas de 50% por proteínas (especialmente a Apo A I e II, e uma pequena parcela de Apo C e Apo E), 20% de colesterol, 30% de triglicerídeos e vestígios de fosfolípidos. Esta lipoproteína se divide em duas subclasses distintas: HDL 2 e HDL 3. Estas subclasses são distintas em tamanho, composição e densidade, principalmente no que diz respeito ao tipo de apoproteínas.

Possuem a função de carrear o colesterol até o fígado diretamente, ou transferem ésteres de colesterol para outras lipoproteínas, em especial as VLDL. A HDL 2 é conhecida pelo papel protetor na formação de aterosclerose.

### **Proteínas**

A proteína é a mais importante das macromoléculas biológicas, compondo mais da metade do peso seco de uma célula. Está presente em todo ser vivo e tem as mais variadas funções.

Ela é um polímero de aminoácidos que pode atuar como enzimas, catalisando reações químicas, podem transportar pequenas moléculas ou íons; podem ser motoras para auxiliar no movimento em células e tecidos; participam na regulação gênica, ativando ou inibindo; estão no sistema imunológico, entre outras centenas de funções. Praticamente todas as funções celulares necessitam de proteínas para intermediá-las.

Ao longo de bilhões de anos cada uma delas foi se especializando em uma função distinta, o que depende da sua estrutura e forma.

Uma proteína é um grande polipeptídeo, ou seja, resíduos de aminoácidos estão ligados entre si covalentemente, chamamos de ligação peptídica. É a união entre o grupo carboxila de um aminoácido com o grupo amina de outro aminoácido, liberando água. Esta sequência de aminoácidos é única para cada proteína específica e é determinada pelo gene.

### **Síntese Proteica**

A síntese proteica é um processo que se inicia no núcleo da célula, a partir de uma sequência específica do DNA, que é o gene e esta etapa chamamos de transcrição. A segunda etapa é a tradução, realizada no citoplasma da célula em organelas chamadas ribossomos. Após a última etapa pode haver mudanças nas propriedades dela, através de modificações em seus resíduos de aminoácidos. Existem vinte tipos de aminoácidos comuns que se rearranjam para formá-las. Isso nos dá um número enorme de tipos de proteínas, se pensarmos em um polipeptídeo com mais de cem resíduos, aumenta ainda mais a diversidade.

Dependendo da natureza dos aminoácidos que compõem o polipeptídeo, ela pode ter estruturas diferentes:

- **Primária:** Ao longo da cadeia polipeptídica os aminoácidos se apresentam de forma linear. Esta é a estrutura mais simples de uma proteína e é aquela determinada pelo gene.
- **Secundária:** Os aminoácidos estão ligados entre si covalentemente na estrutura primária, mas as moléculas podem sofrer rotações a partir do carbono alfa e a cadeia pode interagir com ela mesma de três formas: alfa-hélice (formam-se ligações de hidrogênio entre os aminoácidos); folhas-beta (as ligações de hidrogênio entre um aminoácido e outro gera uma estrutura folhear e rígida) e laços (formam-se fora do dobramento da proteína, não é uma estrutura regular no núcleo).
- **Terciária:** É a forma como o dobramento da estrutura secundária se organiza no espaço de forma tridimensional. Também é estabilizada por ligações de hidrogênio e dissulfeto, o que garante maior estabilidade à proteína.
- **Quaternária:** Esta é uma interação entre moléculas de proteínas, formando um complexo multiproteico.



- Se uma proteína perde sua estrutura, ela perde também sua função, porque estão relacionadas. Esse processo chamamos de desnaturação e ocorre em altas temperaturas, em grandes variações de PH, com alguns solventes orgânicos, etc.

- A quebra de uma molécula de proteína ocorre a partir da hidrólise das ligações peptídicas. É o que acontece na nossa digestão, na qual parte ocorre no estômago, com PH 2 (altamente ácido), através da atividade da enzima pepsina, disponibilizando aminoácidos no final do processo.

#### • Fontes de proteínas

- Como vimos, a proteína é essencial para o funcionamento de um organismo. Alimentos de origem animal possuem proteínas mais completas de aminoácidos essenciais. Elas também estão presentes nos vegetais, mas não encontramos a quantidade diária necessária de aminoácidos essenciais em um único vegetal.

### Equilíbrio Ácido-Básico

O transporte de CO<sub>2</sub> exerce um profundo efeito sobre o equilíbrio ácido-básico do sangue e do organismo como um todo. O pulmão excreta mais de 10.000 mEq de ácido carbônico por dia comparados com menos de 100 mEq de ácidos fixos pelo rim.

A regulação de íons hidrogênio é primordial, sendo que quase todos os sistemas enzimáticos do organismo são influenciados pela concentração dos mesmos. Se houver alterações na concentração de hidrogênio todas as funções celulares e orgânicas sofrerão alterações. Para a avaliação do hidrogênio livre nas soluções ácidas ou básicas usa-se a unidade de pH, sendo que o termo pH significa potência de hidrogênio.

A escala do pH varia de 0 a 14, representando a acidez ou a alcalinidade de uma solução em relação a água. As soluções cujo pH estão entre 0 e 7 são consideradas ácidas, as que tem pH entre 7 e 14 são consideradas básicas ou alcalinas. O pH é inversamente relacionado a concentração de íons hidrogênio, consequentemente um pH baixo corresponde a uma alta concentração de íons hidrogênio, enquanto o pH alto corresponde a uma baixa concentração.

O pH normal do sangue arterial é de 7,4 enquanto o pH do sangue venoso e dos líquidos intersticiais é de cerca de 7,35 devido a quantidades adicionais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), liberado dos tecidos para formar ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) nesses líquidos.

Os parâmetros importantes para análise do estado de equilíbrio ácido-base são o pH, a tensão parcial de dióxido de carbono no sangue (PCO<sub>2</sub>) e o teor de bicarbonato (HCO<sub>3</sub>).

O pH define se há acidose ou alcalose, se seu valor estiver abaixo ou acima da faixa de normalidade do sangue. Como o pH normal do sangue arterial é de 7,4 o indivíduo apresenta acidose se o pH cai abaixo desse valor, e alcalose se o pH estiver acima de 7,4.

O limite inferior do pH em que uma pessoa pode viver mais que algumas horas é de 6,8 e o limite superior é de 8,0. A tensão parcial de CO<sub>2</sub> no sangue (Pco<sub>2</sub>) define a existência e o grau de distúrbio respiratório, tendo relação com o dióxido de carbono. A faixa normal para a Pco<sub>2</sub> é de 35 a 45 mmHg.

Existem três sistemas primários que controlam a concentração de íons hidrogênio nos líquidos corporais evitando assim o desenvolvimento da alcalose ou acidose: os sistemas químicos de tampões ácido-básicos dos líquidos corporais que se combinam rapidamente com ácido ou base evitando assim a ocorrência de alterações excessivas de íons hidrogênio.

Essas reações acontecem em fração de segundo, mas não agem eliminando ou adicionando os íons hidrogênio, apenas mantêm a fixação dos mesmos até que o balanço seja restabelecido; o centro respiratório que regula a remoção de CO<sub>2</sub> (portanto de H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) do líquido extracelular e também age em poucos minutos.

Essas duas primeiras defesas impedem que a concentração de íons hidrogênio sofra alterações excessivas até que a terceira defesa, os rins, de reposta mais lenta, porém o mais potente dos sistemas reguladores do equilíbrio ácido-básico, possam através de sua capacidade de excretar urina alcalina

ou ácida, reajustem a concentração de íons hidrogênio do líquido extracelular para valores normais durante a alcalose ou acidose.

A relação de bicarbonato e de  $P_{CO_2}$  pode ser perturbada de quatro maneiras: a  $P_{CO_2}$  e o bicarbonato podem aumentar ou diminuir, resultando em quatro distúrbios característicos de equilíbrio ácido-básico: acidose respiratória, alcalose respiratória, acidose metabólica e alcalose metabólica.

Na acidose respiratória a  $P_{CO_2}$  está aumentada, reduzindo a relação  $HCO_3^-/P_{CO_2}$  e assim diminuindo o pH. A retenção de  $CO_2$  pode ser causada por hipoventilação ou desigualdade de ventilação-perfusão. Sempre que a  $P_{CO_2}$  subir, o bicarbonato deve também aumentar em alguma extensão, devido à dissociação do ácido carbônico produzido.

Persistindo a acidose respiratória o rim conserva  $HCO_3^-$ . Ele é conduzido a fazer isso pelo aumento da  $P_{CO_2}$  nas células tubulares renais, as quais passam a excretar uma urina mais ácida, por meio da secreção de íons  $H^+$ .

Na alcalose respiratória ocorre uma queda na  $P_{CO_2}$ , provocada pela ventilação excessiva dos pulmões aumentando a relação  $HCO_3^-/P_{CO_2}$  e elevando assim o pH. A compensação renal ocorre por uma excreção aumentada de bicarbonato, assim fazendo a relação  $HCO_3^-/P_{CO_2}$  voltar ao normal.

A acidose metabólica refere-se a todos os outros tipos de acidose além daquelas causadas pelo excesso de  $CO_2$  nos líquidos corporais, provocando uma queda na proporção de  $HCO_3^-$  para  $P_{CO_2}$ , diminuindo assim o pH.

A compensação respiratória acontece pelo aumento da ventilação diminuindo a  $P_{CO_2}$  e elevando a relação  $HCO_3^-/P_{CO_2}$  que estava deprimida. Na alcalose metabólica ocorre um aumento no  $HCO_3^-$  aumentando a relação  $HCO_3^-/P_{CO_2}$  e conseqüentemente o pH. A compensação respiratória na alcalose metabólica é com frequência pequena, podendo estar ausente.

O excesso de base está aumentado. Perturbações mistas respiratórias e metabólicas podem acontecer, dificultando a elucidação da sequência de eventos.

### Propriedades da Água

#### A Água é um Solvente

No ambiente é muito difícil encontrar água pura, em razão da facilidade com que as outras substâncias se misturam a ela. Mesmo a água da chuva, por exemplo, ao cair, traz impurezas do ar nela dissolvidas.

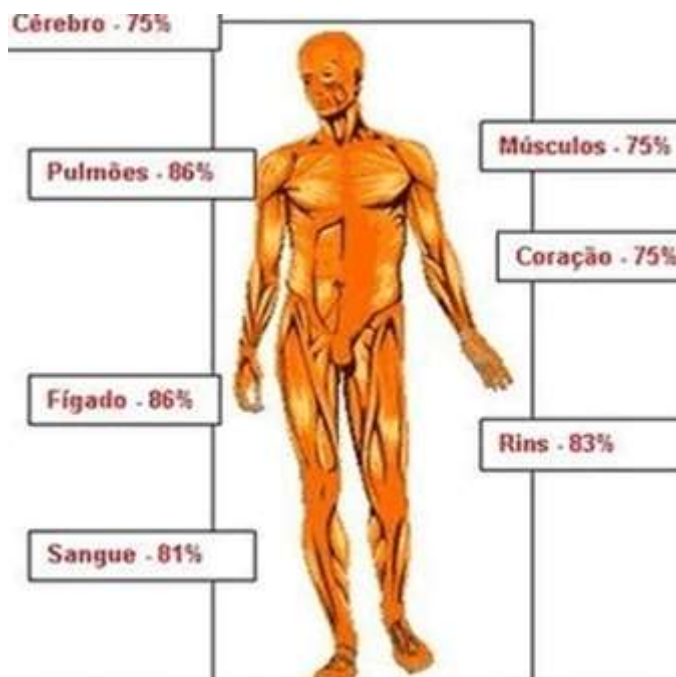
Uma das importantes propriedades da água é a capacidade de dissolver outras substâncias. A água é considerada solvente universal, porque é muito abundante na Terra e é capaz de dissolver grande parte das substâncias conhecidas.

Se percebermos na água cor, cheiro ou sabor, isso se deve a substâncias (líquidos, sólidos ou gases) nela presentes, dissolvidas ou não.

As substâncias que se dissolvem em outras (por exemplo: o sal) recebem a denominação de soluto. A substância que é capaz de dissolver outras, como a água, é chamada de solvente. A associação do soluto com o solvente é uma solução.



A propriedade que a água tem de atuar como solvente é fundamental para a vida. No sangue, por exemplo, várias substâncias - como sais minerais, vitaminas, açúcares, entre outras - são transportadas dissolvidas na água.



#### Porcentagem de Água em Alguns Órgãos do Corpo Humano.

Nas plantas, os sais minerais dissolvidos na água são levados das raízes às folhas, assim como o alimento da planta (açúcar) também é transportado dissolvido em água para todas as partes desse organismo.

No interior dos organismos vivos, ocorrem inúmeras reações químicas indispensáveis a vida, como as que acontecem na digestão. A maioria dessas reações químicas no organismo só acontece se as substâncias químicas estiverem dissolvidas em água.

#### A Água Como Regulador Térmico

A água tem a capacidade de absorver e conservar calor. Durante o dia, a água absorve parte do calor do Sol e o conserva até a noite. Quando o Sol está iluminando o outro lado do planeta, essa água já começa a devolver o calor absorvido ao ambiente.

Ela funciona, assim, como reguladora térmica. Por isso, em cidades próximas ao litoral, é pequena a diferença entre a temperatura durante o dia e à noite. Já em cidades distantes do litoral, essa diferença de temperatura é bem maior.

É essa propriedade da água que torna a sudorese (eliminação do suor) um mecanismo importante na manutenção da temperatura corporal de alguns animais.



Quando o dia está muito quente, suamos mais. Pela evaporação do suor eliminado, liberamos o calor excedente no corpo. Isso também ocorre quando corremos, dançamos ou praticamos outros exercícios físicos.

### Flutuar ou Afundar?

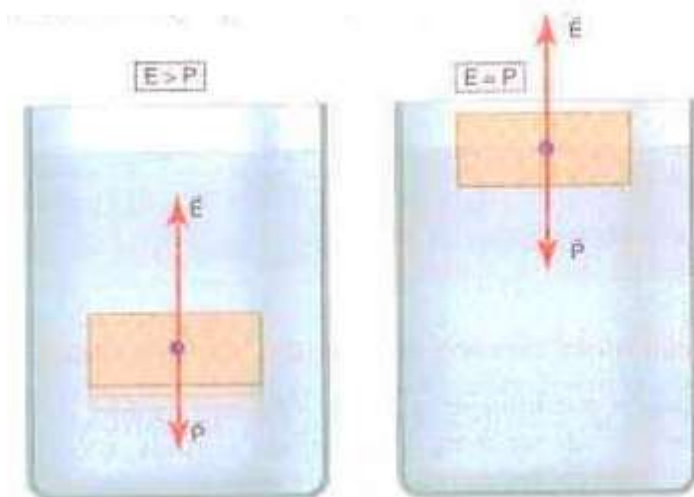
Você já se perguntou por que alguns objetos afundam na água? Porque um prego afunda e um navio flutua na água? O que faz com que a água sustente alguns objetos, de forma que eles consigam flutuar nela?



Entender porque alguns objetos afundam na água enquanto outros flutuam é muito importante na construção de navios, submarinos etc. Se na água um prego afunda e um navio flutua, está claro que isso não tem nada a ver com o fato de o objeto ser leve ou pesado, já que um prego tem algumas gramas e um navio pesa toneladas.

Na água podemos erguer uma pessoa fazendo pouco esforço, enquanto fora da água não conseguiríamos nem movê-la do chão. Isso acontece porque a água empurra o corpo de uma pessoa para cima. A força que a água exerce nos corpos mergulhados de baixo para cima (como um "empurrão"), é denominada empuxo.

A quantidade de água deslocada pelos corpos é um importante fator para a flutuação ou afundamento dos objetos. O prego, por ter pouco volume, desloca um mínimo de água quando mergulhado. Já o navio por ser muito volumoso, desloca uma grande quantidade de água. Então seu "peso" fica equilibrado pela força com que a água o "empurra", ou seja, pelo empuxo.



Quando o empuxo ( $E$ ) é igual ao peso ( $P$ ) o objeto flutua, porém quando o peso é maior que o empuxo o objeto afunda. O submarino quando quer afundar aumenta seu peso enchendo seus tanques de água do mar.

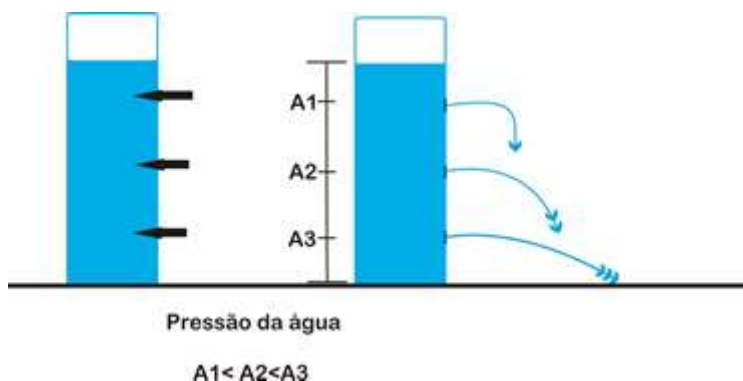
### A Água Exerce Pressão

Você já tentou segurar com o dedo o jato de água que sai de uma mangueira? O que aconteceu? A água impedida pelo dedo de fluir, exerce pressão e sai com mais força.



Todos os líquidos em geral exercem pressões. Uma maneira de demonstrar a pressão exercida por uma coluna de "líquido" é efetuar orifícios numa garrafa plástica de 2 litros (destas de refrigerante) e enchê-la de água.

- A experiência ilustrada abaixo indica que a pressão exercida por um líquido aumenta com a profundidade, pois a vazão do primeiro furo é menor que a vazão dos outros dois. Pode-se verificar que quanto maior a profundidade ou altura de líquido, o filete de água atinge uma maior distância. Diz-se que a pressão é maior e depende da profundidade do orifício considerado.



### Pressão e Mergulho

Quando uma pessoa mergulha, pode sentir dor na parte interna da orelha. Você sabe por que isso acontece? Novamente, a explicação está relacionada à pressão que a água exerce.

Quando mergulhamos, à medida que nos deslocamos para o fundo, aumenta a altura da coluna líquida acima de nós. Quanto maior a altura dessa coluna, maior será a pressão exercida pelo líquido sobre nós. Por essa razão, nas profundezas dos oceanos a pressão da água é grande e o homem não consegue chegar até lá sem equipamentos de proteção contra a pressão.

### Radicais Livres

Os radicais livres são definidos como qualquer molécula capaz de permanecer com um ou mais elétrons desemparelhados dentro de sua última camada eletrônica, sendo assim altamente instáveis e reativos. Eles são formados a partir de reações químicas de oxirredução.

A molécula que sofre oxidação perde elétron para a molécula que sofre redução, a qual ganha elétrons. Tanto o ganho como a perda de elétrons pode gerar uma situação de desemparelhamento dos elétrons de uma molécula, tornando-a um radical livre.

As moléculas que perderam elétrons (oxidadas) tendem a atacar outras moléculas na tentativa de sequestrar elétrons e atingir uma estabilidade. Esta ação pode gerar uma reação em cadeia, pois a molécula que foi "roubada" passa a ser um radical livre e tende a fazer o mesmo com outra molécula e assim por diante.

O oxigênio ( $O_2$ ), uma das moléculas mais abundantes na atmosfera terrestre, está intimamente ligado a essas reações de oxirredução. Pela sua configuração eletrônica, o oxigênio tende a receber um elétron de cada vez, formando compostos intermediários altamente reativos, conhecidos como espécies reativas de oxigênio. Eles possuem a propriedade de serem ou gerarem radicais livres. Nos organismos, o principal efeito da presença de radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio é a aceleração do processo de envelhecimento, pelos seus efeitos deletérios podendo levar a morte celular.

Além disso, eles contribuem para o desenvolvimento de doenças degenerativas tais como catarata, enfisema, artrite, doença de Parkinson, diabetes e câncer.

Os efeitos danosos promovidos são muito variados quanto às formas de manifestação e dependem de inúmeros fatores associados ao tipo de radical livre, seu potencial de dano, seu local de ação e a capacidade do organismo de combater seus efeitos. Assim, organismos aeróbicos precisam lidar com uma produção constante de radicais livres, e para isso apresentam mecanismos antioxidantes.

Dentre as espécies reativas de oxigênio podemos destacar o ânion superóxido ( $O_2^-$ ), a hidroxila ( $OH^-$ ) e o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), todos componentes intermediários resultado do ganho de elétrons do  $O_2$ . Apesar de ser considerado pouco reativo em soluções aquosas, o ânion superóxido provoca lesões em sistemas como o enzimático. Já a hidroxila é considerada a espécie reativa de oxigênio mais perigosa em sistemas biológicos.

Ela pode gerar modificações nas bases do DNA, levando à inativação ou mutação do mesmo. Além disso, a hidroxila pode oxidar várias enzimas e proteínas de membrana celular, resultando em sua inativação. Também pode causar danos às membranas celulares pela oxidação de lipídios de membrana.

O peróxido de hidrogênio, apesar de não ser um radical livre, pela ausência de elétrons desemparelhados na última camada, é uma espécie reativa de oxigênio prejudicial, pois a partir dele se produz a hidroxila. O peróxido de hidrogênio possui vida longa, sendo capaz de atravessar camadas lipídicas e de reagir com hemácias.

Além dos processos metabólicos provenientes da respiração aeróbica, fatores externos podem contribuir para a formação de radicais livres nos organismos. Dentre eles podemos citar a poluição ambiental, a radiação ultravioleta, resíduos de pesticidas e substâncias presentes em alimentos e bebidas como aditivos químicos, conservantes e hormônios.

Também são associados à formação de radicais livres o estresse e maus hábitos de vida como consumo de álcool, cigarro, gorduras saturadas e gorduras trans.

### **Equilíbrio Ácido-Básico**

O transporte de  $CO_2$  exerce um profundo efeito sobre o equilíbrio ácido-básico do sangue e do organismo como um todo. O pulmão excreta mais de 10.000 mEq de ácido carbônico por dia comparados com menos de 100 mEq de ácidos fixos pelo rim.

A regulação de íons hidrogênio é primordial, sendo que quase todos os sistemas enzimáticos do organismo são influenciados pela concentração dos mesmos. Se houver alterações na concentração de hidrogênio todas as funções celulares e orgânicas sofrerão alterações. Para a avaliação do hidrogênio livre nas soluções ácidas ou básicas usa-se a unidade de pH, sendo que o termo pH significa potência de hidrogênio.

A escala do pH varia de 0 a 14, representando a acidez ou a alcalinidade de uma solução em relação a água. As soluções cujo pH estão entre 0 e 7 são consideradas ácidas, as que tem pH entre 7 e 14 são consideradas básicas ou alcalinas. O pH é inversamente relacionado a concentração de íons hidrogênio, consequentemente um pH baixo corresponde a uma alta concentração de íons hidrogênio, enquanto o pH alto corresponde a uma baixa concentração.

O pH normal do sangue arterial é de 7,4 enquanto o pH do sangue venoso e dos líquidos intersticiais é de cerca de 7,35 devido a quantidades adicionais de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), liberado dos tecidos para formar ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) nesses líquidos.

Os parâmetros importantes para análise do estado de equilíbrio ácido-base são o pH, a tensão parcial de dióxido de carbono no sangue ( $PCO_2$ ) e o teor de bicarbonato ( $HCO_3$ ).

O pH define se há acidose ou alcalose, se seu valor estiver abaixo ou acima da faixa de normalidade do sangue. Como o pH normal do sangue arterial é de 7,4 o indivíduo apresenta acidose se o pH cai abaixo desse valor, e alcalose se o pH estiver acima de 7,4.

O limite inferior do pH em que uma pessoa pode viver mais que algumas horas é de 6,8 e o limite superior é de 8,0. A tensão parcial de  $CO_2$  no sangue ( $P_{CO_2}$ ) define a existência e o grau de distúrbio respiratório, tendo relação com o dióxido de carbono. A faixa normal para a  $P_{CO_2}$  é de 35 a 45 mmHg.

Existem três sistemas primários que controlam a concentração de íons hidrogênio nos líquidos corporais evitando assim o desenvolvimento da alcalose ou acidose: os sistemas químicos de tampões ácido-básicos dos líquidos corporais que se combinam rapidamente com ácido ou base evitando assim a ocorrência de alterações excessivas de íons hidrogênio.

Essas reações acontecem em fração de segundo, mas não agem eliminando ou adicionando os íons hidrogênio, apenas mantêm a fixação dos mesmos até que o balanço seja restabelecido; o centro respiratório que regula a remoção de  $\text{CO}_2$  (portanto de  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) do líquido extracelular e também age em poucos minutos.

Essas duas primeiras defesas impedem que a concentração de íons hidrogênio sofra alterações excessivas até que a terceira defesa, os rins, de reposta mais lenta, porém o mais potente dos sistemas reguladores do equilíbrio ácido-básico, possam através de sua capacidade de excretar urina alcalina ou ácida, reajustem a concentração de íons hidrogênio do líquido extracelular para valores normais durante a alcalose ou acidose.

A relação de bicarbonato e de  $\text{Pco}_2$  pode ser perturbada de quatro maneiras: a  $\text{Pco}_2$  e o bicarbonato podem aumentar ou diminuir, resultando em quatro distúrbios característicos de equilíbrio ácido-básico: acidose respiratória, alcalose respiratória, acidose metabólica e alcalose metabólica.

Na acidose respiratória a  $\text{Pco}_2$  está aumentada, reduzindo a relação  $\text{HCO}_3^-/\text{Pco}_2$  e assim diminuindo o pH. A retenção de  $\text{CO}_2$  pode ser causada por hipoventilação ou desigualdade de ventilação-perfusão. Sempre que a  $\text{Pco}_2$  subir, o bicarbonato deve também aumentar em alguma extensão, devido à dissociação do ácido carbônico produzido.

Persistindo a acidose respiratória o rim conserva  $\text{HCO}_3^-$ . Ele é conduzido a fazer isso pelo aumento da  $\text{Pco}_2$  nas células tubulares renais, as quais passam a excretar uma urina mais ácida, por meio da secreção de íons  $\text{H}^+$ . Na alcalose respiratória ocorre uma queda na  $\text{Pco}_2$ , provocada pela ventilação excessiva dos pulmões aumentando a relação  $\text{HCO}_3^-/\text{Pco}_2$  e elevando assim o pH.

A compensação renal ocorre por uma excreção aumentada de bicarbonato, assim fazendo a relação  $\text{HCO}_3^-/\text{Pco}_2$  voltar ao normal.

A acidose metabólica refere-se a todos os outros tipos de acidose além daquelas causadas pelo excesso de  $\text{CO}_2$  nos líquidos corporais, provocando uma queda na proporção de  $\text{HCO}_3^-$  para  $\text{Pco}_2$ , diminuindo assim o pH. A compensação respiratória acontece pelo aumento da ventilação diminuindo a  $\text{Pco}_2$  e elevando a relação  $\text{HCO}_3^-/\text{Pco}_2$  que estava deprimida.

Na alcalose metabólica ocorre um aumento no  $\text{HCO}_3^-$  aumentando a relação  $\text{HCO}_3^-/\text{Pco}_2$  e consequentemente o pH. A compensação respiratória na alcalose metabólica é com frequência pequena, podendo estar ausente. O excesso de base está aumentado. Perturbações mistas respiratórias e metabólicas podem acontecer, dificultando a elucidação da sequência de eventos.

---

---

---

---

---

---

---

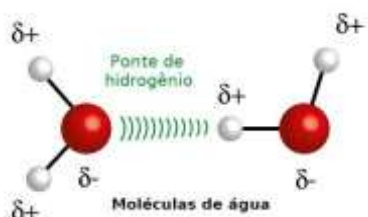
---

## Água

A água tem características especiais que permitem a vida no planeta, entre elas, sua grande capacidade de dissolver substâncias, além de conter nutrientes orgânicos e inorgânicos, é encontrada em maior quantidade na forma líquida, aspectos essenciais aos seres vivos. Se comparada com o ar, ela possui valores maiores de densidade, resistência à passagem da luz e calor específico.

A fórmula da água,  $H_2O$ , indica que é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Esses átomos compartilham de forma desigual os elétrons, criando uma polaridade (cargas positivas e negativa).

Em outras palavras, a molécula da água é polar e por isso as moléculas ligam-se através de pontes de hidrogênio, que são bem fortes.



Representação das moléculas de água e a ponte de hidrogênio entre elas. Observe as cargas elétricas.

Água na natureza pode ser encontrada no estado sólido nas geleiras de regiões muito frias, no estado de vapor formando a atmosfera e as nuvens, ou como líquido nos rios, mares e outros corpos aquáticos.

A forma mais abundante na natureza, nas condições normais de temperatura e pressão, é a líquida graças à sua estrutura química, além do fato de ter um alto ponto de ebulição (só ferve aos  $100^\circ$ ).

Essas características da molécula da água influenciam várias propriedades químicas e físicas da água, como a tensão superficial, o calor específico, a solubilidade, entre outras, explicadas a seguir.

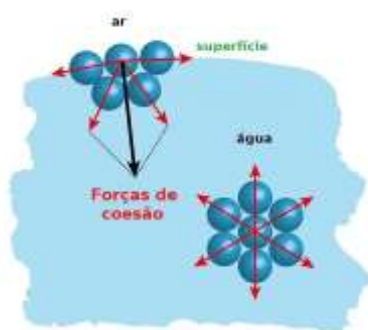
### Propriedades Físico-Químicas Da Água

#### Solubilidade

A água é um excelente solvente porque é capaz de dissolver enorme quantidade de substâncias. As substâncias que se dissolvem são chamadas solutos e ao ser misturada com o solvente forma uma solução. Essa propriedade é muito importante para os seres vivos porque absorvem nutrientes (como o cálcio, o magnésio, etc) dissolvidos na água que bebem.

Exemplo: quando o sal é adicionado na água e misturado forma uma solução.

#### Tensão Superficial



Esquema das forças de coesão nas moléculas da superfície e nas moléculas internas.

A tensão superficial é uma propriedade física que resulta da força de atração entre as moléculas internas e da superfície.



Nas moléculas internas, como as forças são em todas as direções elas se anulam, já na superfície as forças de coesão puxam para os lados e para baixo, desse modo, fazem com que a superfície fique como uma película elástica.



Inseto na "película elástica" formada pela tensão superficial.

Exemplo: um inseto consegue caminhar sobre a água por causa da tensão superficial. Muitos organismos marinhos vivem nessa região da película como os protozoários, as bactérias, os copépo dos, entre outros.

#### Densidade

A densidade é uma medida da concentração da massa em certo volume, ou seja, determina o quanto a substância é compacta.

A densidade da água varia e diminui em temperaturas menores. Isso explica porque o gelo flutua na superfície da água.

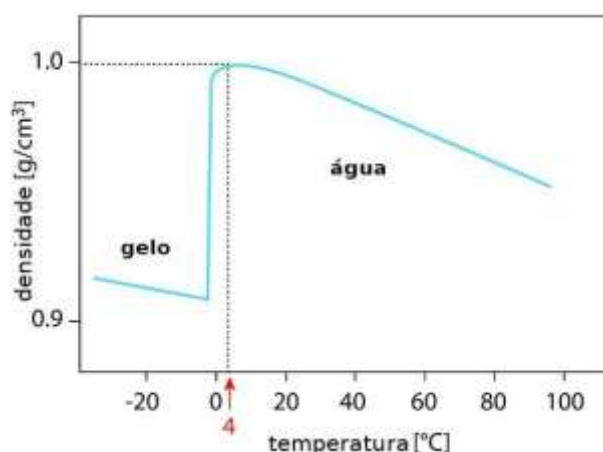


Gráfico mostrando as variações de densidade da água de acordo com a temperatura.

Exemplo: a superfície dos lagos congela devido a essa diferença de densidade em relação ao interior do lago.

#### Calor Específico

O calor específico ou capacidade térmica da água é a quantidade de calor que é preciso para elevar em 1°C a temperatura de 1g de uma substância.

A água tem um elevado calor específico, o que significa dizer, que ele consegue aumentar ou diminuir bastante sua temperatura sem mudar de estado físico, mas por outro lado isso demora mais a acontecer, se comparado com outras substâncias.

Exemplo: como a água ocupa cerca de 70% da superfície terrestre, essa propriedade ajuda a controlar o aquecimento do planeta.

Os oceanos guardam o calor no tempo quente que é liberado no tempo frio.

#### Calor Latente

Representa a quantidade de calor necessária para que a substância mude de estado físico. O calor latente de vaporização e de fusão da água são muito elevados de modo que evita que ela congele ou evapore muito rapidamente.

Exemplo: o elevado calor latente de fusão da água não permite que ela congele rapidamente, evitando assim que os organismos de ambientes frios congelem.

#### Consumo Humano: Água Potável

As propriedades da água destinada ao consumo humano devem seguir os padrões de qualidade para ser uma água potável, esses parâmetros são chamados de potabilidade.

Desse modo, são definidas as quantidades limites de certas substâncias que são prejudiciais à saúde, tais como mercúrio, chumbo, cádmio, bem como agrotóxicos, desinfetantes dentre outros.

Também está determinado o limite de microrganismos, os coliformes fecais, e as características organolépticas, como a turbidez (o quanto a água está turva), a intensidade de odor e gosto.

O Ministério da Saúde publicou a portaria Nº 2914, de dezembro de 2011, que "Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade."

Essa portaria define a água potável como aquela "destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem". Esses padrões se aplicam apenas à água proveniente do abastecimento de água e não às águas minerais.

#### Propriedades Químicas E Detalhes Da Água

A água é formada por dois elementos que se combinam: o hidrogênio e o oxigênio na proporção de duas partes de hidrogênio e uma parte de oxigênio. A representação da composição química é  $H_2O$ .

A água composta exclusivamente de hidrogênio e oxigênio é considerada água pura, que dificilmente, encontramos nessa proporção. A água, geralmente, é encontrada misturada com outras impurezas como partículas de terra, ferrugem, outros minerais e de outras substâncias que não enxergamos a olho nu.

Podemos notar esse fenômeno quando limpamos, por exemplo, a vela de um filtro em uma residência. Nota-se uma grande quantidade de impurezas grudada ao redor da vela.

#### Solvente Universal

A água dissolve um número muito grande de substâncias e por esse motivo é chamado de solvente universal.

O ato de colocar água e misturar com sal ou açúcar dá-se o nome de dissolução. O resultado dessa dissolução, chamamos de solução. Nesse caso, temos uma solução de uma substância sólida numa líquida. Podemos também misturar duas substâncias líquidas. Numa solução, o componente que se encontra em maior quantidade, chamamos de solvente ou dissolvente. O outro componente, chamamos de dissolvido ou soluto. Todas as substâncias que se dissolvem na água, chamamos de hidrossolúveis.

#### A Densidade

A água, assim como qualquer corpo, possui matéria. Se colocarmos água em um copo, podemos sentir que o copo com água é mais pesado que o mesmo copo sem a água. Assim sendo, a quantidade de matéria de um corpo é denominada massa. Assim como a nossa massa corporal. O instrumento utilizado para avaliar a massa de um corpo é a balança. A unidade de massa é o grama, representado dessa forma: (g).

O espaço ocupado pela água em um determinado lugar, entendemos como seu volume. O volume de um líquido é medido por um instrumento, chamado de proveta. A proveta é um frasco graduado, que possui marcas indicando a unidade de volume em centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>). Portanto, a relação entre a massa e o volume de um corpo nos dá a sua densidade.

Todas as substâncias possuem densidades próprias. Conhecer a densidade de cada substância é importante para o estudo da flutuação dos corpos na água.

O sábio Arquimedes percebeu que o seu corpo podia boiar sobre a água, isso acontecia porque a água empurrava o seu corpo para cima. Esse fenômeno recebeu o nome de empuxo. Se nos basearmos nesse princípio entenderemos que:

- Quando o peso do corpo for maior que a água o corpo afunda na água, pois a densidade do corpo é maior que a da água;
- Quando o peso do corpo é igual ao empuxo da água o corpo não afunda completamente, sendo a densidade do corpo igual ao da água;
- Quando o peso do corpo é maior do que o empuxo da água, o corpo flutua, pois a densidade do corpo é menor que o da água.

#### Poluição Da Água: Tipos, Causas E Consequências

A poluição da água é a contaminação dos corpos d'água por elementos físicos, químicos e biológicos que podem ser nocivos ou prejudiciais aos organismos, plantas e à atividade humana. É uma questão muito séria, já que a água é essencial para a vida humana. Ela representa cerca de 70% da massa do corpo humano e seu consumo é fundamental para a nossa sobrevivência. Podemos sobreviver se ficarmos períodos de até 50 dias sem nos alimentar, porém, não é possível ficar mais de quatro dias sem o consumo de água.

A água também é importante para a produção de alimentos, de energia e de bens industriais de diversos tipos. Em resumo, ela é o recurso mais importante para nossa sociedade e para a vida na Terra e por isso é tão importante evitar a sua poluição. Grande parte da água presente em nosso planeta, no entanto, não pode ser usada para as tarefas citadas.

Mesmo cobrindo mais de 3/4 do planeta, cerca de 97,3% do líquido vital está presente nos oceanos (água salgada), sendo imprópria para uso. A água doce representa apenas 2,7% do total, mas 2,4% do total está situado em locais de difícil acesso, em regiões subterrâneas e nas geleiras, sobrando apenas 0,3% da água do planeta para utilização. No Brasil, temos 13% da água doce disponível no mundo, com a grande maioria (73%) localizada na bacia amazônica.

Um fator preocupante dessa poluição é que os lençóis freáticos, os lagos, os rios, os mares e os oceanos são o destino final de todo e qualquer poluente solúvel em água que tenha sido lançado no ar ou no solo. Desta forma, além dos poluentes que são lançados diretamente nos corpos d'água, as redes hídricas ainda recebem a poluição vinda da atmosfera e da litosfera (o solo).

#### Causas Da Poluição Da Água

As fontes de poluição da água são separadas em duas categorias, dependendo da origem do poluente. São causas humanas, como o descarte incorreto de produtos e o lançamento de esgoto e produtos químicos na água.

##### Fontes Pontuais

São fontes individuais facilmente identificadas, como um encanamento ou uma vala. Exemplos dessa categoria incluem o lançamento dos poluentes de uma fábrica diretamente na água.

##### Fontes Não Pontuais

Também chamadas de fontes difusas, são relacionadas à contaminação que não é originada de uma fonte individual e discreta. Como elas não são provenientes de um ponto de lançamento ou de geração específico, o controle e a identificação são difíceis.

Alguns exemplos de fontes difusas são a infiltração de agrotóxicos no solo, o descarte incorreto de substâncias prejudiciais ao meio ambiente, o lixo e o lançamento de esgoto diretamente nos córregos.

### Tipos De Poluição Da Água

Já os tipos de poluição se dividem de quatro modos:

#### Poluição Sedimentar

É o acúmulo de partículas em suspensão. Quando são vindas do solo pelo processo de erosão, desmatamento e extração de minérios, elas podem interferir no processo de fotossíntese, bloqueando os raios solares e interferir na capacidade dos animais de encontrar alimento.

Esses sedimentos também podem ser provenientes de produtos químicos insolúveis que adsorvem e concentram os poluentes biológicos, os poluentes químicos e também atrapalham o processo de fotossíntese. Os sedimentos são o tipo de poluição mais comum nos corpos d'água.

#### Poluição Biológica

Esse tipo de poluição ocorre com a introdução de detritos orgânicos lançados geralmente por esgotos domésticos e industriais, que podem ser direcionados diretamente à água ou podem se infiltrar nos solos, atingindo lençóis freáticos. São compostos de carboidratos, gorduras, proteínas, fosfatos e bactérias. Alguns exemplos são restos de alimentos, fezes humanas e detergentes.

Na decomposição desses detritos, o oxigênio é consumido, causando um desequilíbrio em seu nível na água, o que causa a morte de peixes e outros organismos aquáticos. A alta concentração de nutrientes gerados pela degradação dos compostos orgânicos cria a eutrofização (proliferação de algas que impedem a passagem da luz na superfície).

Esses detritos também estão cheios de micro-organismos patogênicos, como as bactérias, vírus, vermes e protozoários, provenientes principalmente dos resíduos humanos. Como consequências estão as diversas doenças que podem ser transmitidas aos humanos e aos animais, tais como leptospirose, amebíase, febre tifoide, diarreia, cólera e hepatites.

Cerca de 250 milhões de casos de doenças ocasionadas pela contaminação da água ocorrem todo ano no mundo inteiro e elas são responsáveis por aproximadamente dez milhões de mortes anuais, sendo que 50% das vítimas são crianças. Para evitar esse problema, é recomendado ferver a água ou usar produtos químicos, tais como o hipoclorito de sódio e a cal viva, a fim de eliminar os micro-organismos da água para consumo.

#### Poluição Térmica

A poluição térmica é um dos tipos de poluição da água menos conhecidos, já que não é facilmente observável - ela não é visível ou audível, mas seu impacto é considerável. Ela ocorre quando a temperatura de um meio de suporte de algum ecossistema (como um rio, por exemplo) é aumentada ou diminuída, causando um impacto direto na população desse ecossistema, como a diminuição dos níveis de oxigênio na água e perda da biodiversidade (saiba mais sobre poluição térmica).

#### Poluição Química

É a contaminação ambiental gerada por produtos químicos que acabam tendo como destino os corpos hídricos. Ela pode ser intencional ou acidental. A primeira forma é a mais comum, pois muitas indústrias despejam produtos químicos em rios, lagos ou na rede de esgoto, sem o tratamento adequado.

É comum também a ocorrência de poluição na zona rural através da contaminação por uso de agrotóxicos. Os efeitos desse tipo de poluição são cumulativos e podem levar anos para serem sentidos. Ela causa grandes danos para a vida marinha nos rios e lagos, além de prejudicar animais que interagem com o ecossistema, como aves que se alimentam dos peixes.

Os seres humanos também são prejudicados quando ocorre o contato com a água contaminada por produtos químicos, podendo causar o desenvolvimento de doenças e problemas graves de saúde. Alguns dos poluentes mais comuns das águas são:



- Fertilizantes agrícolas;
- Agrotóxicos;
- Esgoto doméstico e industrial;
- Compostos orgânicos sintéticos;
- Plásticos;
- Petróleo;
- Metais pesados.

Um dos maiores problemas com a poluição química é sua dificuldade de descontaminação, pois esse processo tem um alto custo e, na maioria das vezes, é demorado. Alguns terrenos contaminados por produtos químicos ficam décadas sem que possam ser utilizados (devido à contaminação e à toxicidade do poluente). Nos cursos de água, o poluente é levado por todo o curso, contaminando também as margens. Os químicos também podem acabar sendo depositados no fundo dos rios, dificultando muito sua remoção.

#### Efeitos Em Humanos

A poluição da água é um dos maiores perigos à saúde, afinal, não podemos sobreviver sem beber água e, se ela estiver poluída, pode causar sérios problemas à saúde ao ser ingerida. Alguns micro-organismos, como bactérias, que podem se desenvolver naturalmente na água ou serem introduzidas com os tipos de poluição citados, podem causar doenças como febre tifoide, cólera, hepatites, disenteria e pólio. Essas doenças são principalmente perigosas para crianças e são responsáveis por quase 60% da mortalidade infantil no mundo, principalmente em países em desenvolvimento e que não possuem uma rede adequada de tratamento de água e esgoto.

Poluentes químicos não causam doenças de forma direta, porém, proporcionam grandes danos à saúde a longo prazo, mesmo em níveis baixos de concentração. Esses poluentes acabam sendo consumidos acidentalmente por peixes e se acumulam em seus tecidos. Quando esses peixes são consumidos, essa poluição acaba entrando no nosso corpo - e, no futuro, doenças podem surgir a partir dessa alta concentração.

#### Efeitos No Meio Ambiente

Constantemente aparecem notícias sobre vazamentos de óleo ou cenas de água poluída perto de fábricas e de áreas urbanas. Devem existir outros exemplos visíveis de poluição da água perto da sua casa. Alguns tipos são facilmente identificados, enquanto outros podem não ser notados até que causem grandes danos. Mesmo que a água de um rio ou lago pareça limpa, ela pode conter um número grande de poluentes.

Os efeitos dos diferentes tipos de poluição da água são complexos e, em muitos casos, ainda não compreendidos totalmente. Diferentes organismos podem responder de modo distinto para o mesmo tipo de poluição. Alguns têm sua taxa de reprodução e crescimento aumentada enquanto outros têm seu tempo de vida reduzido, levando à sua morte. Outros fatores como temperatura, ocorrência de chuvas e a velocidade do fluxo da água têm influência direta com os efeitos da poluição. Uma coisa é certa: todos os tipos de poluição têm efeitos negativos para o meio ambiente em diversas formas.

#### Controle E Tratamento

Muitos governos possuem leis estritas que ajudam a minimizar a poluição da água. Essas leis normalmente são voltadas para indústrias, hospitais e áreas de comércio que controlam como despejar, tratar e monitorar os efluentes desses locais.

O tratamento desses efluentes também é fundamental e deve ser projetado para diminuir a poluição nos corpos d'água.

Para o abastecimento humano, a água deve ser tratada a fim de eliminar os patógenos presentes nela e os poluentes nocivos à nossa saúde.

#### O Que Você Pode Fazer?

Além das medidas de controle e tratamento realizadas pelos governos, existem algumas simples ações que você pode fazer para ajudar. Confira algumas dicas abaixo:

- Descarte seu lixo de maneira correta (veja onde reciclar);
- Diminua seu lixo;
- Faça compostagem com seus resíduos orgânicos;
- Tenha preferência por alimentos orgânicos;
- Caso tenha horta ou plantação, tente não utilizar fertilizantes industriais e diminua o uso de pesticidas. Veja oito passos para fazer sua horta orgânica;
- Não jogue remédios, cigarros, camisinhas, fraldas, absorventes ou qualquer outro lixo que contenha substâncias nocivas na privada;
- Não jogue tintas, solventes, óleos e outros produtos que contenham químicos diretamente no ralo;
- Pratique o consumo consciente de água. Evite desperdícios!

#### Contaminação Da Água: Causas E Consequências

A contaminação da água é um problema presente em muitos lugares. Devidos ao aumento da escassez da água por estar contaminada e sem possibilidades de consumo para a grande porcentagem dos consumidores de água potável, sendo eles os comerciantes, indústrias e consumos domésticos, com a necessidade de abastecer determinados locais onde a contaminação se encontra mais elevada, a solução foi pesquisar as causas de tanta poluição e quais são as consequências derivadas dela.

#### Causas Da Contaminação



Falta de tratamento de esgoto é uma das principais causas de contaminação da água.

Em geral nos países em desenvolvimento o maior problema que causa a contaminação é a falta de tratamento para os esgotos domésticos, agrícolas e industriais, incluindo os agrotóxicos, o que deixa a água em total contaminação. Outro fator causador da contaminação é o contato da água com produtos químicos tóxicos e ainda pela presença de microorganismos patogênicos que devido aos tratamentos de esgoto não serem de excelente qualidade resistem e permanecem na água.

Esses produtos e substâncias poluentes podem ser classificadas de duas maneiras, Biodegradáveis e Persistentes, sendo que a primeira contém substância que em determinado tempo ela se decompõe, por exemplo, inseticidas, detergentes, fertilizantes, petróleo, etc; e a segunda, as substâncias presentes em sua composição permanecem por um prazo indeterminado. No Brasil, 47,8% dos municípios não têm esgoto, o que afeta diretamente a qualidade das águas de rios, mares e lagoas das cidades brasileiras (segundo relatório do IBGE, 2000).



A poluição de rios e lagos por esgotos domésticos, indústrias, agrotóxicos e outros poluentes

A poluição de rios, lagos, oceanos e aquíferos pode ser pontual (quando ocorre através de uma única fonte identificável) ou não-pontual/difusa. A primeira é a forma mais fácil de ser combatida, uma vez que a origem dos poluentes pode ser rastreada e limitada.

Um exemplo seria o despejo de esgoto através de canos. Para evitar que estes poluam os corpos d'água, os encanamentos de esgoto doméstico e industrial devem passar por estações de tratamento de esgoto (ETE's) antes de serem direcionados para o ambiente. Dependendo da origem do poluente, são necessárias etapas adicionais de descontaminação (tratamentos primário, secundário e terciário) a fim de remover metais pesados, substâncias tóxicas, patógenos e reduzir a concentração de matéria orgânica presente na água.

As fontes difusas são mais difíceis de serem combatidas e geralmente seu tratamento envolve uma maior logística e uso de recursos financeiros. O uso de pesticidas e fertilizantes nas zonas rurais é um exemplo de fonte não-pontual de contaminação aquática pois estas substâncias penetram no solo e são carregadas para rios e aquíferos através de muitos quilômetros de extensão. Nestes casos, a melhor abordagem seria limitar o uso de pesticidas e fertilizantes ou estipular uma distância de segurança em relação aos corpos hídricos próximos às plantações baseado na geologia do local.

Um efeito comum da poluição de lagos é a eutrofização. Quando poluentes com altas concentrações de fósforo e nitrogênio se acumulam em lagos eles causam o crescimento descontrolado de algumas espécies de cianobactérias, componentes naturais do fitoplâncton. Este crescimento, conhecido como florações ou bloom, causa a formação de um tapete algal na superfície da água, reduzindo a entrada de luz e oxigênio. Ao mesmo tempo, o acúmulo anormal de matéria orgânica aumenta a taxa de decomposição, agravando o quadro de anoxia (falta de oxigênio) o que causa uma alta mortalidade de peixes e muitos componentes do zoo e fitoplâncton.

Outro problema comum associado a poluição da água é a disseminação de doenças. O despejo de fezes animais, lixo e esgoto sem tratamento em rios que servem para o abastecimento de água ou são usados como local recreativo culminam com a proliferação de microrganismos com potencial patológico. Algumas doenças causadas desta forma são a giardíase (doença que causa graves problemas intestinais ocasionados pela *Giardia lamblia*), esquistossomose (infecção intestinal e renal por vermes do gênero *Schistosoma*) e cólera (infecção intestinal grave com a bactéria *Vibrio cholerae*, caracterizada por diarreia e vômito constantes e contínuos).

A fim de evitar a degradação dos recursos hídricos, são necessárias medidas preventivas relacionadas ao tratamento de poluentes e constante monitoramento dos corpos d'água seguindo protocolos bem estabelecidos. Para reduzir a contaminação da água devemos tratar os resíduos domiciliares, industriais e agrícolas em estações de tratamento buscando atingir parâmetros elevados de qualidade, manter a vegetação riparia nativa nas margens de rios e lagos, reduzir o uso de compostos químicos de difícil degradação, tratar de forma especial os resíduos contendo metais pesados, controlar a ocorrência de erosão de resíduos provenientes de atividades industriais e de mineração, construir sistemas de escoamento das águas da chuva e aperfeiçoar práticas mais sustentáveis (como o uso de materiais biodegradáveis, a rotação de cultivos, plantações orgânicas e reciclagem).

#### Consequências Da Água Contaminada

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionados pela contaminação da água, e que a cada ano, 15 milhões de crianças de zero a cinco anos de idade morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de águas e esgotos.



## **Carboidratos**

### **Classificação Dos Carboidratos, Metabolismo E Métodos De Dosagem Da Glicose**

Diabetes é uma doença do metabolismo causada pela falta de insulina, um hormônio produzido pelo pâncreas, glândula que se localiza logo abaixo do estômago, entre esse órgão e o duodeno.

Na verdade, não se trata de uma doença única, mas de um conjunto de doenças com uma característica em comum: o aumento da concentração de glicose no sangue provocado por duas diferentes situações.

Primeira: o pâncreas produz pouca ou nenhuma insulina. Segunda: as células são resistentes à ação desse hormônio cuja função é quebrar as moléculas de glicose absorvida através da digestão para que as células possam assimilá-las e produzir energia.

A ausência total ou parcial de insulina interfere na queima do açúcar e na sua transformação em outras substâncias como proteínas, músculos, gorduras etc.

Maior concentração de glicose no sangue provoca um fenômeno inflamatório nas pequenas artérias que degenera, especialmente, suas terminações. Como consequência, diversos órgãos são atingidos, entre eles o coração (maior número de ataques cardíacos), os rins (insuficiência renal), as pequenas artérias da retina (alterações na visão), do pênis (impotência sexual) e do cérebro (derrames cerebrais). Nos membros inferiores, especialmente nos pés, podem surgir feridas que demoram a cicatrizar. Além de acometer as artérias, o aumento de glicose no sangue pode, ainda, alterar terminações nervosas fazendo surgir as neuropatias diabéticas.

Existem dois tipos principais de diabetes: o tipo 1, que geralmente aparece na infância ou adolescência, e o tipo 2 que se manifesta, na maioria dos casos, em pessoas acima dos 40 anos.

Atualmente, estamos vivendo uma epidemia de diabetes com aumento expressivo da incidência do tipo 2 em crianças, o que era raro no passado.

### **Diabetes Tipo 1 e Tipo 2**

Drauzio — Qual a diferença entre diabetes tipo 1 e tipo 2?

Marcello Bronstein — Numa definição superficial, diabetes é uma doença do metabolismo causada pela falta de insulina, um hormônio produzido pelo pâncreas, fundamental para a queima do açúcar e para a sua transformação em outras substâncias, como gorduras, músculos, proteínas, etc.

Sempre comparo o pâncreas do paciente com diabetes tipo 2 a um burro velho que ainda consegue trabalhar e é obrigado a subir uma rampa. Num determinado momento, porém, ele empaca e não há quem consiga arrastá-lo dali. No entanto, se diminuirmos a inclinação da rampa, ele voltará a andar. Assim acontece com o pâncreas comprometido pela doença.

Funciona como se tivesse pedido concordata. Produz insulina, mas não o suficiente para cobrir as necessidades orgânicas. Todavia, se o paciente emagrecer ou deixar de usar cortisona, por exemplo, o pâncreas pode voltar a produzir esse hormônio em níveis adequados. Dessa forma, é fácil entender ser falsa a ideia de que, se o indivíduo tomou insulina por algum tempo, será obrigado a tomá-la para sempre. Isso só acontecerá se o pâncreas tiver deixado de funcionar definitivamente.

Drauzio — Como você explica o aparecimento de diabetes tipo 1 em crianças?

Marcello Bronstein — O diabetes tipo 1, muito mais frequente em crianças, decorre de uma falência total do pâncreas, que deixa de produzir insulina. Esse tipo de diabetes exige doses suplementares de insulina pelo resto da vida para que a pessoa possa levar vida saudável.

Atualmente, admite-se que a destruição do pâncreas resulta de uma inflamação autoimune. É como se o organismo não reconhecesse mais esse órgão e passasse a atacá-lo como a um corpo estranho. Parece que isso tem implicação com algumas viroses. No entanto, não basta contrair a virose. É preciso haver uma predisposição genética do indivíduo, pois só a interação dessa tendência com o vírus leva à destruição do pâncreas.

### **Faixa Etária de Risco**



Drauzio — Até que idade esse tipo de diabetes costuma desenvolver-se?

Marcello Bronstein — Em geral, o tipo 1 pode ocorrer desde o nascimento (há casos de crianças muito pequenas) até cerca dos 20 anos de idade. O tipo 2, ou seja, o tipo de diabetes que usualmente não precisa de insulina, porque o problema não é a falta desse hormônio, mas sua deficiência parcial ou a resistência à sua ação, costuma acometer pessoas com mais de 40 anos.

Drauzio — Como se explica, então, a maior incidência de diabetes tipo 2 em crianças?

Marcello Bronstein — No momento, verifica-se um fenômeno muito sério. Ao contrário do que acontecia antes, crianças e adolescentes, sem distinção de classe social, passaram a apresentar diabetes do tipo 2, isto é, o que não necessita de insulina. Apenas 10% de todos os casos nessa faixa etária correspondem ao tipo 1.

A explicação para o crescimento do diabetes tipo 2 nessa faixa de idade está, sem dúvida, na obesidade, principalmente na obesidade abdominal, ambas a causa mais importante da resistência à ação da insulina. Quando se fala em obesidade abdominal, referimo-nos não só à gordura localizada no tecido subcutâneo (debaixo da pele), responsável pela barriga saliente, mas principalmente à gordura que envolve as vísceras, a chamada gordura visceral.

Drauzio — Existe correlação entre a gordura visceral e a subcutânea?

Marcello Bronstein — Em geral, existe correlação entre a gordura visceral e a subcutânea, tanto que medindo o diâmetro da cintura pode-se indiretamente inferir qual o índice aproximado de gordura visceral. É óbvio que para ter uma noção exata seria necessário recorrer a exames mais específicos, por exemplo, a tomografia computadorizada.

No diabetes do tipo 2, ocorrem dois problemas importantes: um é a resistência à insulina e o outro é a falta da liberação adequada na hora em que ela é necessária.

Drauzio — Como se calcula essa relação?

Marcello Bronstein — Divide-se o número obtido medindo a circunferência da cintura pelo que se obteve medindo o quadril e estabelece-se uma relação. O fato, porém, é que quanto maior a cintura, mais gordura localizada no centro do abdômen, maior a relação cintura/quadril e maior a probabilidade de existir gordura internamente. É importante destacar, ainda, que a obesidade visceral predispõe ao diabetes, à elevação do colesterol, do triglicérides e da pressão arterial.

### **Índice de Massa Corpórea (IMC)**

Drauzio — Os endocrinologistas usam o IMC para calcular a o grau da obesidade. Vamos lembrar como ele é calculado?

Marcello Bronstein — O Índice de Massa Corpórea é uma equação muito simples: divide-se o peso do indivíduo por sua altura ao quadrado. Se o número obtido for menor do que 18,5 a pessoa estará abaixo do peso saudável, já que se considera normal o resultado entre 18,5 e 24,9. Quando o índice se situa entre 25,0 e 29,9 as pessoas estão com sobrepeso, gordinhas.

Acima disso, a classificação varia: entre 30,0 e 34,9 refere-se aos obesos leves; de 35,0 a 39,9, aos obesos moderados e acima de 40,0 indica um grau de obesidade que, não faz muito tempo, era chamada de obesidade mórbida. Depois, esse nome foi substituído por obesidade grau três, para torná-lo politicamente correto. Não importa se mórbida ou grau três, a obesidade constitui um problema sério de saúde.

Drauzio — É preciso ser exageradamente obeso para desenvolver diabetes tipo 2?

Marcello Bronstein — Não. Basta existir sobrepeso. No diabetes tipo 2, não há uma deficiência absoluta na secreção de insulina. Apesar de parecer paradoxal, o indivíduo diabético tipo 2 obeso aparentemente pode ter mais insulina do que o magro não diabético.

Esse hormônio, que atua em várias células do corpo, não consegue ultrapassar a resistência oferecida pelo excesso de tecido adiposo, especialmente pela gordura localizada na barriga, a famosa obesidade

do chope e da cerveja. Isso quer dizer que, no diabetes do tipo 2, ocorrem dois problemas importantes: um é a resistência à insulina e o outro é a falta da liberação adequada na hora em que ela é necessária.

**Drauzio** — Como devem ser avaliados os níveis de glicemia?

**Marcello Bronstein** — Num indivíduo normal, há uma insulina de base que se mantém constante durante a noite porque, mesmo em jejum, o fígado transforma gorduras e proteínas em açúcar e uma insulina em picos que depende principalmente da ingestão de alimentos.

No diabético tipo 2, porém, pode ocorrer um fenômeno diferente. A glicemia de jejum, medida após período prolongado sem alimentação, apresenta valores elevados em virtude da resistência à insulina e a glicemia pós-prandial, isto é, aquela medida duas horas depois da refeição, também pode estar alta, porque sua produção não respondeu ao estímulo alimentar.

Estabelecer essas medições é importante para o diagnóstico e tratamento. A glicemia de jejum funciona como uma fotografia cristalizada de uma situação, mas é importante assistir ao filme todo para estabelecer uma avaliação mais precisa. Para tanto, existe um exame específico: a curva glicêmica que revela as reais condições de funcionamento do pâncreas.

**Drauzio** — Diabetes em homens e mulheres magros é proporcionalmente mais raro?

**Marcello Bronstein** — É raro, a não ser que haja uma carga genética muito importante ou seja um caso de diabetes do tipo 1.

### **Obesidade Infantil**

**Drauzio** — O Índice de Massa Corpórea está aumentando nas crianças?

**Marcello Bronstein** — Esse índice está aumentando nas crianças. Os números de referência são um pouco menores, mas não existe uma padronização absoluta. De qualquer forma, um IMC igual a 24 já é alto demais na infância.

**Drauzio** — A que você atribui esse aumento de massa corpórea nas crianças?

**Marcello Bronstein** — Sem dúvida nenhuma, esse aumento resulta dos maus hábitos alimentares e do sedentarismo. É a síndrome da comida junk-food. A criança moderna alimenta-se basicamente com sanduíches, excesso de carboidratos e de gorduras e não se exercita. Fica diante da televisão por horas, usando o controle remoto e comendo sem prestar atenção no que come tão entretida está com a programação.

Esse fenômeno universal é mais evidente nos Estados Unidos, onde o problema da obesidade, inclusive a infanto-juvenil, é grave. Lá o percentual de obesos mórbidos ou de terceiro grau está se transformando num caso de saúde pública. No Brasil, ele começa a manifestar-se e a causar preocupação.

**Drauzio** — Qual o papel dos pais na prevenção do diabetes?

**Marcello Bronstein** — Pais, educadores, todos podem e devem ter papel ativo na prevenção do diabetes tipo 2, já que a maior incidência dessa doença em crianças e adolescentes advém, sem dúvida, do aumento dos casos de obesidade nessa faixa de idade.

**Drauzio** — O diabetes é uma doença hereditária?

**Marcello Bronstein** — O componente hereditário no diabetes tipo 1 e no tipo 2 difere bastante. A força da hereditariedade é mais flagrante no diabético tipo 2. Sempre existe um parente bem próximo ou, às vezes, mais distante que apresentou a doença. Há alguns subtipos ou subgrupos típicos do tipo 2 em que o fator hereditário é matemático, um traço dominante. Basta que um dos pais tenha diabetes, para que a doença se manifeste em todos os filhos independentemente da idade que tenham.

No tipo 1, a situação é outra. Sabemos, hoje, que se trata de uma doença autoimune, isto é, em que de repente o organismo age como se o pâncreas fosse um corpo estranho e passa a destruí-lo. Em muitos casos, uma infecção por vírus pode desencadear o processo, que só ocorre quando há interação do agente externo com algumas características do sistema imunológico do indivíduo. Essa agressão autoimune provoca a deposição de linfócitos no pâncreas que, aos poucos, perde sua função e deixa

de fabricar insulina. Nesse caso, a hereditariedade entra como um fator indireto e bastante complexo do diabetes.

Drauzio — Qual o peso da genética na instalação do diabetes tipo 2 nos adultos?

Marcello Bronstein — Diabetes é uma doença multifatorial ou poligênica. Dessa forma, entre outras causas, existem diversos genes implicados no seu aparecimento. Como já dissemos, no do tipo 2, história familiar de diabetes em apenas um dos lados da família é o suficiente para transmiti-lo para toda a prole. É o que se chama de herança dominante. Este caso extremo ou MODY – Maturity Onset Diabetes in the Young — justifica o aparecimento do tipo 2 em crianças, mesmo antes de surgir a atual epidemia.

Há, porém, outras formas menos claras de herança genética em que a doença não se manifesta em todos os membros da família.

Drauzio — Pode aparecer um caso de diabetes numa família que não tinha a história da doença?

Marcello Bronstein — É possível por duas razões distintas: porque realmente se trata do primeiro caso naquela família, ou porque a doença existia, mas não foi diagnosticada. O censo do diabetes realizado no Brasil demonstrou que 7% da população do País têm diabetes e que 50% deles desconhecem o fato.

Apesar da elevação do açúcar na circulação, o diabético descompensado emagrece, pois a incapacidade de a insulina sintetizar gorduras e músculos reverte-se em perda desses componentes.

Drauzio — Quer dizer que dos 12 milhões a 13 milhões de diabéticos existentes no Brasil, entre 6 milhões e 7 milhões não sabem que são portadores da doença? São diabéticos, têm açúcar aumentado no sangue, mas se consideram normais porque não apresentam sintomas?

Marcello Bronstein — Provavelmente não apresentam sintomas, porque há várias gradações de diabetes. Pode ser brando, intermediário ou muito grave. Essas gradações não dependem exclusivamente do tipo de diabetes adquirido, mas do momento de vida que a pessoa atravessa. Por exemplo: uma pessoa com uma forma branda da doença, resolveu fazer uma viagem, comeu muito mais do que estava acostumada e engordou vários quilos. Essa mudança brusca de hábitos pode provocar o aparecimento da forma grave da doença e a pessoa entra em coma diabético. Isso não significa que, voltando à rotina, a doença não possa regredir.

Drauzio — Quais os principais sintomas do diabetes?

Marcello Bronstein — Quando o açúcar sobe no sangue e falta insulina, ele passa para a urina. A pessoa normal não tem açúcar na urina porque isso só acontece se a concentração na corrente sanguínea estiver acima de 180 mg/dl, número bastante alto e indicativo de que o diabetes está instalado. Mais baixo do que isso, a glicose entra no rim e volta para o organismo. Então, quem não tem diabetes, se medir a glicose na urina, o resultado deve ser negativo.

Quando os rins não conseguem reabsorver o açúcar, porque seu nível está muito alto no sangue, ele é eliminado pela urina, que aumenta de volume. Como dizia um professor da faculdade, já que ninguém pode urinar melado, o organismo absorve mais água para diluir o açúcar. É o mecanismo da diurese osmótica.

Por isso, os principais sintomas do diabetes são a poliúria e a polidipsia, isto é, a pessoa urina demais e, como isso a desidrata, sente uma sede terrível e bebe bastante água. Portanto, urinar muito e beber muita água são manifestações importantes do quadro agudo da doença. Se em vez de tomar água, ela preferir sucos e cervejas, por exemplo, estará pondo lenha na fogueira. A glicose atingirá níveis altíssimos e a pessoa poderá entrar em coma.

Apesar da elevação do açúcar na circulação, o diabético descompensado emagrece, pois a incapacidade de a insulina sintetizar gorduras e músculos reverte-se em perda desses componentes. Ao ser eliminada, essa gordura cinde-se em pequenas moléculas que reagem formando os corpos cetônicos, substâncias que espalham acidez pelo organismo e provocam a cetoacidose diabética, talvez a complicação aguda mais séria da doença.

Drauzio — Quais os principais sintomas do diabetes na criança? Os pais devem estar atentos a que manifestações?

Marcello Bronstein — De modo geral, na forma branda, pode não existir sintoma nenhum e essa é a razão de muita gente não saber que é portadora da enfermidade.

A criança, normalmente, apresenta diabetes tipo 1, uma forma grave da doença com ausência total ou quase total de insulina. Por causa disso, de uma hora para outra, ela passa a urinar muito, a beber muita água, sente-se mal, tem turvação visual e emagrece rapidamente. Percebendo tais sintomas, os pais devem encaminhá-la a um médico sem demora.

O tipo 2 é uma doença mais insidiosa, mais lenta e é comum a pessoa demorar a perceber que está urinando ou bebendo água demais. Por isso, qualquer alteração na frequência das micções ou no aumento da sede deve servir de alerta, pois a doença pode ter-se instalado.

Drauzio — Qual o peso do álcool no aparecimento do diabetes?

Marcello Bronstein — O álcool fornece mais calorias que a própria glicose. Cada grama de glicose fornece 4 kcal e o grama de álcool, 7 kcal. Consequentemente, ele representa um combustível importante para o aumento de peso. Ora, a relação entre aumento de peso e diabetes é indiscutível. Basta lembrar que 80% dos diabéticos têm sobrepeso ou obesidade.

Além disso, o álcool tem outro fator deletério a considerar. Quantidades maiores de álcool podem provocar inflamação aguda do pâncreas, isto é, uma pancreatite alcoólica, que resulta na destruição dessa glândula e em diabetes secundário, desencadeado não por herança genética, mas pela destruição tóxica a que o pâncreas foi exposto.

Infelizmente, ainda não se conseguiu desenvolver uma insulina que pudesse ser ministrada por via oral. Por ser uma proteína, ela é degradada pelos sucos digestivos e perde a eficácia.

Drauzio — Como os pais devem orientar os filhos desde pequenos para fugir da tentação que representa o açúcar na vida das crianças?

Marcello Bronstein — O açúcar é uma tentação na vida das crianças e de muitos adultos também. Os pais precisam usar de bom senso. De nada adianta serem repressivos ao extremo, porque a criança vive numa sociedade em que o consumo de açúcar é liberado. Dá para imaginar uma festinha infantil sem doces nem refrigerantes?

O importante, então, é ensiná-las, como rotina, que a alimentação deve ser balanceada, fazendo-a entender que açúcar é um complemento, quase um prêmio a ser dado depois de uma refeição saudável. Se comerem carnes, verduras e frutas, poderão saborear um chocolate depois. Proibir totalmente pode instigá-las a contrariar as ordens ou a comer muito mais do que deveriam quando tiverem oportunidade.

A criança deve habituar-se também a preferir água ou sucos a refrigerantes que não têm valor nutritivo e aumentam a sobrecarga de açúcar no organismo.

Drauzio — No caso de a família reparar que a criança está enfraquecendo, urinando muito e bebendo muita água, o que deve fazer?

Marcello Bronstein — A primeira triagem pode ser feita em casa mesmo. O mais simples é comprar na farmácia uma fitinha que mede o nível de açúcar, molhá-la na urina da criança e compará-la com o padrão estampado na caixinha do produto. Se o resultado for positivo, os pais devem procurar imediatamente o pediatra que os encaminhará a um endocrinologista. Mesmo que o resultado seja negativo, se a criança estiver urinando muito e bebendo muita água, é preciso procurar logo um médico que orientará o diagnóstico. Há uma doença rara, o diabetes insipidus, que demanda tratamento absolutamente específico. Trata-se de um problema da região da hipófise que, apesar do nome, nada tem a ver com a forma clássica da doença.

Drauzio — Que futuro aguarda essas crianças que desenvolveram diabetes tão precocemente?

Marcello Bronstein — Eu diria que atualmente essas crianças têm um futuro bastante promissor. Até 1920, no entanto, crianças diabéticas não teriam sobrevivido prolongada porque sem insulina não se vive. Em geral, eram subnutridas, pois comiam pouquíssimo e nada se podia fazer além de indicar-lhes dieta com restrição de açúcar e reposição de líquidos o que pouco resolvia porque era como tentar encher um tanque com o ralo aberto. Essas crianças são dependentes de insulina, hormônio que só foi sintetizado por volta de 1924/1925, por dois canadenses, Breitner e Best.

Descoberta a insulina, essas crianças insulino-dependentes puderam ser salvas, mas com qualidade de vida prejudicada, uma vez que a insulina tinha ação demasiado rápida e precisava ser aplicada várias vezes ao dia. Tempos depois, desenvolveram-se drogas com ação mais prolongada que podiam ser combinadas com as de ação mais rápida para compensar a elevação do açúcar nas refeições. Apesar de todos esses avanços, o controle do diabetes não era perfeito e apareciam as complicações que já foram enumeradas.

O que acontece hoje? Em primeiro lugar, existe uma insulina de ação muito lenta que pode ser ministrada numa única dose à noite ou eventualmente em duas doses diárias. Existem, também, insulinas de ação rápida que atuam imediatamente e cobrem o período alimentar e está sendo desenvolvida uma insulina inalável que, absorvida pelos alvéolos pulmonares, facilitará a vida de crianças e adultos diabéticos dependentes desse hormônio. Acredita-se que seu uso possibilitará reduzir ao mínimo as doses injetáveis, substituindo-as por várias inalações diárias. Embora ainda não esteja disponível no mercado, a insulina inalável está em fase de franca experimentação.

Infelizmente, ainda não se conseguiu desenvolver uma insulina que pudesse ser ministrada por via oral. Por ser uma proteína, ela é degradada pelos sucos digestivos e perde a eficácia.

Resta o recurso dos transplantes de pâncreas. Normalmente, ele é indicado para os diabéticos que desenvolveram insuficiência renal e precisam ter simultaneamente rins e pâncreas transplantados. Há uma casuística bastante animadora de transplante conjunto de pâncreas e rins no Hospital das Clínicas e na Beneficência Portuguesa de São Paulo.

Outra possibilidade de tratamento bastante promissora está em estudo: o transplante de ilhotas de Langerhans, nome do pesquisador que as descreveu.

O pâncreas é um órgão de múltiplas funções. A produção de insulina é apenas uma delas e se realiza em células localizadas nessas ilhotas que seriam retiradas do pâncreas e injetadas numa veia que as conduziria diretamente ao fígado, glândula que passaria a desempenhar as funções do pâncreas.

[...], todo diabético, principalmente o do tipo 1, precisa determinar diariamente a dosagem de açúcar no sangue. Por meio da glicemia digital, ele terá uma ideia da adequação do tratamento e, orientado por seu médico, poderá fazer correções para aumentar ou diminuir a insulina ou mudar de alimentação.

Drauzio — Você acha que há a possibilidade de tratamento em massa por esses métodos mais complicados?

Marcello Bronstein — Acho que não, nem haveria necessidade, pois a grande maioria dos diabéticos pertence ao tipo 2 e não precisa tomar insulina. Eles precisam seguir uma dieta alimentar e praticar exercícios.

Drauzio — Como deve ser a dieta para diabéticos?

Marcello Bronstein — Quando se fala em dieta para diabéticos, pensa-se imediatamente numa dieta drástica, de fome. Não é verdade. O diabético tipo 1, que estiver magro demais, precisa ingerir calorias suplementares. Por outro lado, as dietas extremamente restritivas em açúcar que se prescreviam antigamente não têm mais lugar hoje. Por exemplo, carboidratos complexos como o amido da batata, do arroz e do feijão são bem-vindos. A única restrição que permanece é para a oferta de glicose e de sacarose, açúcares rapidamente absorvidos pelo organismo.

O diabético tipo 2, como qualquer outra pessoa com sobrepeso, deve emagrecer. Portanto, sua dieta é igual à indicada para o não diabético, pois ambos devem evitar não só açúcares, como a glicose e a sacarose, mas também gorduras, as maiores responsáveis pelo aumento de peso e por alterações no colesterol e triglicérides. É importante, ainda, distribuir a alimentação por várias refeições diárias para



minimizar os picos de glicemia e otimizar a produção de insulina. As crianças, de modo geral, devem aprender a alimentar-se seguindo esses princípios básicos de nutrição.

**Drauzio** — Como convencer uma criança com diabetes tipo 1 a ir a uma festa e não comer brigadeiros nem tomar refrigerantes?

**Marcello Bronstein** — As crianças diabéticas não devem ser privadas desses pequenos prazeres, nem tratadas como exceção. Os pais podem aprender como lidar com a insulina e a adequar as doses para os dias de dieta excepcional.

### **Atividade Física**

**Drauzio** — Qual a importância da atividade física para os diabéticos?

**Marcello Bronstein** — A atividade física é de vital importância para os diabéticos. Primeiro, porque acelera o metabolismo o que ajuda a queimar calorias e a controlar o peso. Depois, porque o exercício físico proporciona bem-estar e, por fim, porque é benéfico para o organismo como um todo: ativa a função cardíaca, melhora a pressão arterial, etc. Em terceiro lugar, porque há um componente apaziguador de tensões nos exercícios. É importante ressaltar, porém, que o diabético só deve aplicar-se a um programa de exercícios, se a doença estiver controlada. Se estiver descompensada, a atividade física pode ter efeito contrário ao que se deseja, pois o fígado vai produzir mais açúcar.

**Drauzio** — Em se tratando de crianças, essa advertência implica um controle mais rígido, porque a criança desrespeita mais facilmente os limites?

**Marcello Bronstein** — É preciso estar atento para evitar o risco da hipoglicemia, isto é, a queda do açúcar. Hoje, sabemos que quanto mais rígido o controle do diabetes, maior a prevenção de suas complicações. Por outro lado, quanto maior o controle, maior a possibilidade de baixar demais a glicose e a hipoglicemia pode ter consequências graves. A criança, ou mesmo o adulto, que apresente uma queda brusca de açúcar, pode perder a consciência.

Por isso, todo diabético, principalmente o do tipo 1, precisa determinar diariamente a dosagem de açúcar no sangue. Por meio da glicemia digital, ele terá uma ideia da adequação do tratamento e, orientado por seu médico, poderá fazer correções para aumentar ou diminuir a insulina ou mudar de alimentação.

É óbvio que furar a ponta do dedo, principalmente para uma criança, não deixa de ser traumático. No entanto, as agulhinhas usadas estão cada vez mais finas e a aplicação menos dolorosa. Nos Estados Unidos, foi desenvolvido recentemente um aparelho que, em vez de medir a glicemia na gotinha de sangue extraída da ponta do dedo, usa o braço ou o antebraço para medi-la e é indolor. Isso para não mencionar os leitores de açúcar através da pele que utilizam infravermelho e, sem lesão alguma, permitem ler o nível de glicose no sangue.

Esses avanços vão facilitar o controle da taxa de glicose, mantendo-a praticamente normal na circulação o que ajudará a evitar problemas futuros.

**Drauzio** — Crianças e adolescentes diabéticos que seguem à risca o tratamento têm condições de levar uma vida normal?

**Marcello Bronstein** — Têm condições de levar uma vida absolutamente normal. Basta que se conscientizem de que, além de escovar os dentes, tomar banho, trocar de roupas, sua rotina diária inclui medir a glicemia e tomar insulina na dosagem adequada. Muitos fazem esporte e aprendem a manipular a dose em função das atividades previstas para aquele dia. Por outro lado, mesmo diante de imprevistos, a existência de insulinas de ação ultrarrápida permite que a dosagem seja calculada de acordo com a necessidade de cada ocasião.

**Drauzio** — Haverá possibilidade de crianças diabéticas desde pequenas levarem vida normal, sem as complicações que a doença costuma acarretar?

**Marcello Bronstein** — As investigações efetuadas nos Estados Unidos e que terminaram em 1993, deixam claro que quanto mais rígido o controle do diabetes, menor a possibilidade de complicações. É consenso internacional de que pacientes com controle rigoroso sobre a doença terão menos complicações e apresentarão qualidade de vida e longevidade igual ou superior às da população em geral.

**Drauzio** — Como reagem essas crianças e adolescentes quando são informados que têm diabetes?

Marcello Bronstein — Quando o diagnóstico é feito, a fase inicial pode ser muito difícil, especialmente para os pais, porque mexe com a estrutura e a dinâmica familiar. De repente, é preciso repensar atividades, alimentação e horários de toda a família para adequá-los à rotina dos medicamentos indispensáveis para o controle da doença. Nessa fase, o endocrinologista deve desdobrar-se para atender as necessidades dos pacientes e da família.

## Controle da Doença

## Drauzio – Como evitar as complicações do diabetes?

Marcello Bronstein – Sabemos, hoje, que as complicações do diabetes se manifestam nos pequenos (microangiopatia) e nos grandes vasos sanguíneos (macroangiopatia). Um estudo realizado nos Estados Unidos, em 1993, comparou dois grupos de diabéticos insulínodpendentes: um submeteu-se a um tratamento rigoroso e o outro, a tratamento mais frouxo para controlar a glicose no sangue, aproximando seu nível, o mais possível, ao de um indivíduo saudável. Esse estudo demonstrou que as complicações decorrem de modificações estruturais causadas pela elevação do açúcar e que seu controle rigoroso é peça-chave para evitá-las.

Drauzio — Quem deve tratar de pessoas com diabetes?

Marcello Bronstein — Diabetes não pode ser desassociado de outras doenças glandulares, pois, além da obesidade, outros distúrbios metabólicos (excesso de cortisona ou do hormônio do crescimento no organismo ou, ainda, maior produção de adrenalina pelas suprarrenais) podem estar também associados ao diabetes. Por isso, é desejável que o médico que vai cuidar desses pacientes tenha uma noção geral de endocrinologia e faça parte de uma equipe multidisciplinar. A presença de uma nutricionista é fundamental para orientar a dieta, pré-requisito básico do tratamento, assim como psicólogos e psiquiatras podem ajudar muito, porque está comprovado que o comprometimento emocional é fator agravante da doença.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## Proteínas

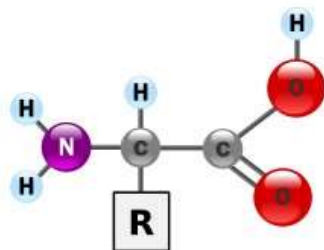
A respiração celular, o código genético e o processo metabólico são algumas dentre as funções vitais que ocorrem em nosso organismo. A respiração só é possível pela presença da Hemoglobina, que é responsável pelo transporte de oxigênio para as células do corpo humano. Adicionalmente, as enzimas controlam processos como a replicação do DNA e outras transformações do metabolismo.

As proteínas são moléculas constituídas por aminoácidos, de centenas a milhares destes que se ligam um a um para formar a estrutura de macromolécula da proteína. Para entender melhor, imagine um certo número de indivíduos, que se ligam pelas mãos, para formar uma imensa cadeia de pessoas. Nesta analogia, cada pessoa seria um aminoácido (diferente um do outro), e a cadeia como um todo seria a molécula da proteína.

## Aminoácidos e Proteínas

Aminoácidos podem ser entendidos separadamente, ou ligados a proteínas. Após ligação à proteína, ocorre uma pequena modificação em sua composição, a perda de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (perda de água após realização da ligação peptídica), e a mudança de função química, que passa a ser amida. Entendamos a estrutura de um aminoácido fora do contexto de uma proteína.

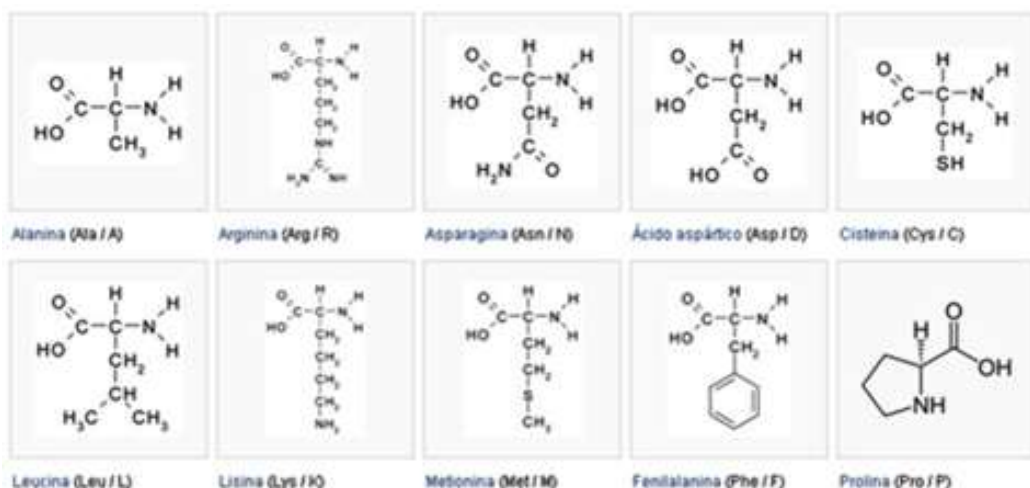
Todo aminoácido pode contar com mais de dois grupos funcionais, porém dois sempre existirão em sua estrutura. O grupo amina ( $-NH_2$ ), e o grupo carboxila ( $-COOH$ ), que caracterizam, respectivamente, as funções amina e ácido carboxílico. A presença dessas duas funções na mesma molécula esclarece a nomenclatura utilizada, “aminoácido”.



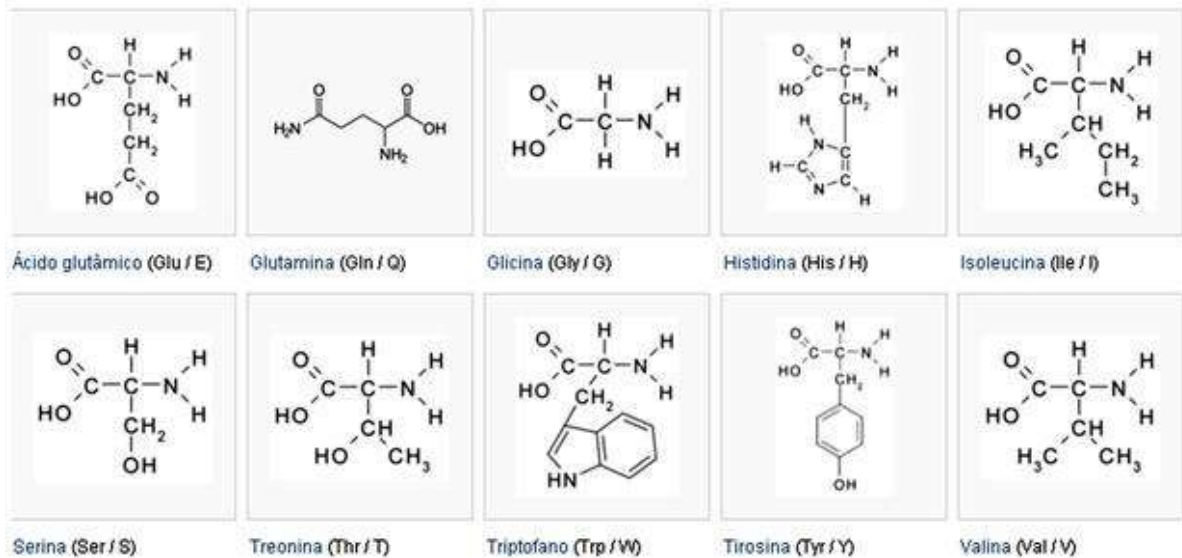
## Molécula de Aminoácido

Observe na figura a presença de diversos grupos na composição dos aminoácidos. Cada molécula de aminoácido é composta de um átomo de C, que se ligará a um hidrogênio, a um grupo amina, a uma carboxila e a um grupo orgânico que chamaremos de resíduo. Este grupo residual difere de aminoácido para aminoácido e determina sua propriedade.

Existem 20 aminoácidos no total, sendo doze são naturais e oito, essenciais. Observe:



20 tipos de aminoácidos formadores de proteínas - parte I

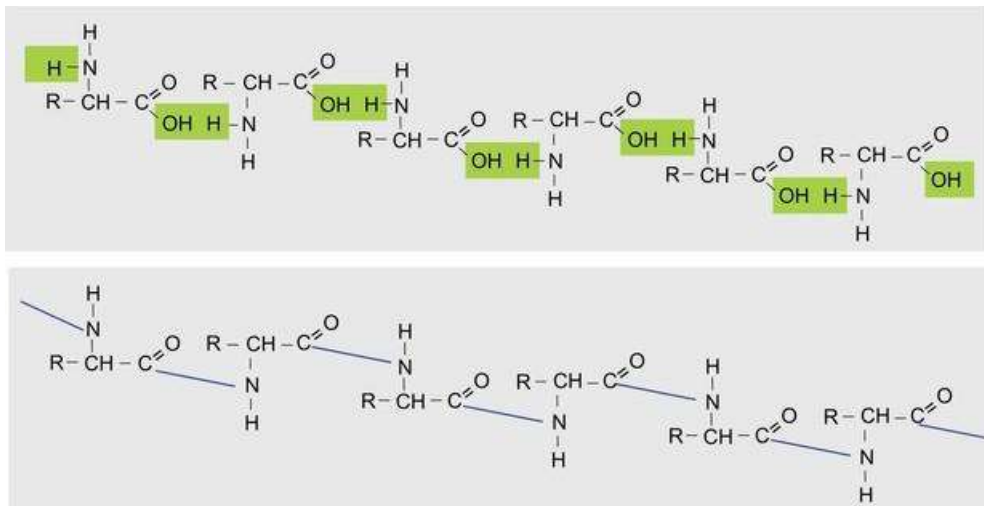


## 20 tipos de aminoácidos formadores de proteínas - parte II

Aminoácidos naturais são aminoácidos já produzidos por nosso corpo, de forma natural. Aminoácidos essenciais são aminoácidos que não são produzidos por nosso corpo, e que devemos ingerir na alimentação para obtê-los.

### Ligações Peptídicas

A ligação peptídica ocorre com a liberação de um hidrogênio do grupo amino de um aminoácido, e da hidroxila do grupo carboxila do outro, liberando água (H<sub>2</sub>O), e formando uma nova ligação, entre o N de um aminoácido e o carbono da carbonila do outro envolvido na reação. Note a figura abaixo, com o antes e o depois da formação da ligação. Esta ligação faz surgir um novo grupo funcional, que caracteriza a função amida na proteína.



Processo de formação da ligação peptídica

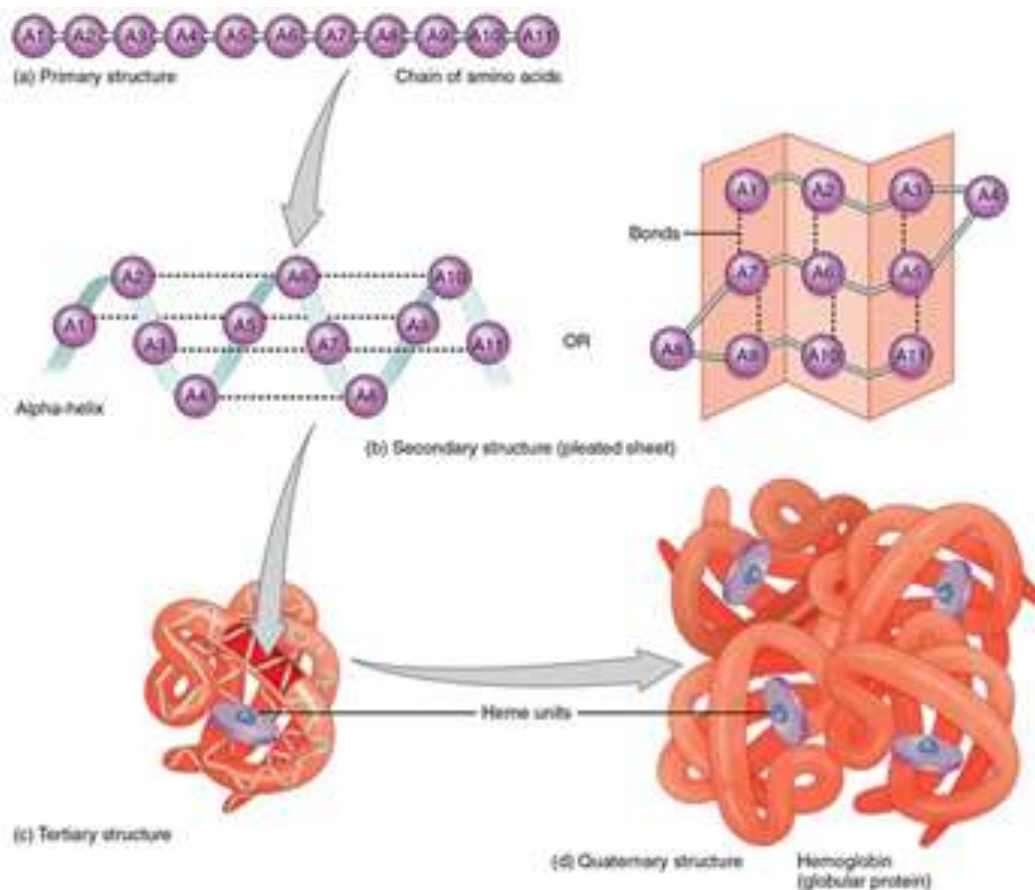
### Estrutura

Quatro são os níveis para a estrutura de uma proteína. Estrutura primária, secundária, terciária e quaternária. A sequência linear de uma proteína caracteriza sua estrutura primária. Por exemplo,...Val-Ser-Thr...

Obs.: Se a ordem dos aminoácidos mudar na ordem linear, a proteína será diferente. Uma proteína que contenha a sequência "Val-Hys-Val" no lugar de "Hys-Val-Val", será diferente, com outras propriedades.

A forma como os aminoácidos interagem, com pontes de hidrogênio (interação física), ponte dissulfeto (ligação química) ou outros tipos, dependendo das propriedades dos resíduos de aminoácidos, irá determinar a forma segundo a qual cada “pedaço” da proteína irá se arranjar espacialmente (estrutura secundária). Duas são as formas possíveis,  $\alpha$ -hélice ou  $\beta$ -pregueada.

O enrolamento destas formas irá determinar a estrutura terciária da proteína. Realizando-se uma analogia, este “enrolamento” é similar ao “emaranhado” dos fios antigos de telefone. A estrutura quaternária acontece quando duas ou mais proteínas se unem para desempenhar alguma função, como é o caso da hemoglobina. A figura formada pela interação das proteínas será a estrutura quaternária da proteína.



## Níveis de Estruturas Proteicas

### Enzimas

São proteínas que se ligam a substratos específicos e permitem a ocorrência de reações metabólicas por aceleração de suas velocidades.

Essa especificidade entre substrato-enzima é usualmente associada ao modelo chave-fechadura, onde para cada “fechadura” (enzima), uma única “chave” (substrato) seria capaz de se ligar.

### Fatores Que Afetam a Atividade Enzimática

Primeiro fator - temperatura: cada enzima tem uma temperatura ótima para sua atividade. Além disso, existem de temperatura, que, caso alcançado, provocam a desnaturação da proteína, uma alteração em sua forma que redunde em sua desativação. É válido lembrar que a forma da proteína é fundamental para o “encaixe” com o substrato.

Segundo fator - pH: cada enzima tem um pH ideal para atividade. Extremos de pH provocam a desnaturação da enzima, promovendo alterações em sua forma. O pH do estômago, por exemplo, apresenta o pH ideal para a atividade das enzimas digestivas ali presentes.



Terceiro fator - concentração de substratos: a atividade enzimática varia de acordo com a concentração de substrato disponível no meio.

Considere duas situações: o substrato está em baixas concentrações. O substrato está em concentrações mais elevadas. O segundo caso será aquele que tenderá a apresentar a maior atividade enzimática, uma vez que é maior a concentração dos reagentes, com maior probabilidade de ocorrência para reação

Obs.: Existe uma concentração onde a atividade da enzima chega ao seu máximo. Isso significa que o aumento posterior da concentração de substrato não elevará a velocidade, uma vez que esta atingiu seu máximo.

### **Proteínas**

As proteínas são os compostos orgânicos mais abundantes da matéria viva. Quimicamente, são macromoléculas complexas, de alto peso molecular e constituídas de unidades menores denominadas aminoácidos. As proteínas desempenham papéis fundamentais nos seres vivos, podem ser constitutivas (proteínas estruturais) ou catalisadoras de reações químicas (proteínas enzimáticas ou enzimas). Podem ainda ter função reguladora (hormônios) como a insulina e atuando no sistema de defesa do corpo imunoglobulinas (anticorpos).

Nucleoproteínas: tem ácidos nucléicos como grupo prostético. Ex: cromossomos

Fosfoproteínas: contém fósforo como grupo prostético. Ex. caseína

Lipoproteínas: contém lipídio como grupo prostético. Ex. fibrinogênio

Cromoproteínas: contém um metal como o grupo prostético, que lhe confere coloração especial. Ex: hemoglobina (ferro), hemocianina (cobre), clorofila (magnésio).

### **Das Proteínas à Constituição Química Molecular**

Quanto à constituição química classificamos as proteínas em dois grupos: Proteínas Simples: só contém aminoácidos em sua cadeia.

Os exemplos mais comuns são: a Albumina (encontrada na clara do ovo), a Escleroproteína (encontrada nas penas, cabelo, chifre, unhas, na forma de queratina) e as Globulinas (encontrada no plasma, servindo para a defesa do organismo).

### **Estrutural**

Ocorrem interações químicas entre os aminoácidos de uma proteína e entre diferentes proteínas, as interações podem ser ligações covalentes e não-covalentes, estas podem ser: pontes de hidrogênio, ligações iônicas ou eletrostáticas, interações hidrofóbicas e/ou interações de van der Waals. As interações fazem com que a proteína se dobre de maneira específica e possua diferentes graus de dobramentos, observado na figura abaixo, assim ela pode ser fibrosa ou globular.

Conforme o grupo prostético, as proteínas conjugadas são classificadas em: Glicoproteínas: tem o açúcar como grupo prostético. Ex: heparina. A sequência dos aminoácidos de uma proteína é responsável por sua "forma". A "forma" de uma proteína vai determinar sua função na célula.

Cada enzima age especificamente sobre determinado substrato, não tendo qualquer atividade sobre outros, formando os produtos.

Mutações gênicas podem provocar alterações na sequência ou tipo de aminoácidos numa proteína. Por exemplo, a substituição de um aminoácido por outro na molécula de hemoglobina causa alterações em sua conformação, fazendo com que a hemácia assuma forma de foice, não realizando suas funções, esta doença é chamada anemia falciforme.

### **Tipo Específico de Proteína**

Cada enzima possui um contorno de superfície específico (centros ativos) onde se devem encaixar os substratos (reagentes). As enzimas absorvem temporariamente os substratos, fazendo com que estes se aproximem, entrem em contato e reajam mais rapidamente. Devido ao fato de os centros ativos



## **Lipídios**

Os lipídios são moléculas orgânicas formadas a partir da associação entre ácidos graxos e álcool, tais como óleos e gorduras. Eles não são solúveis em água, mas se dissolvem em solventes orgânicos, como a benzina e o éter. Apresentam coloração esbranquiçada ou levemente amarelada.

De acordo com a natureza do ácido graxo e do álcool que formam os lipídios, eles podem ser classificados em quatro grandes grupos: simples, complexos, derivados e precursores.

Os lipídios simples ou ternários são compostos apenas por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Já os lipídios complexos ou compostos, além de possuírem os átomos presentes nos lipídios simples, apresentam átomos de outros elementos, como o fósforo.

Os lipídios precursores são formados a partir da hidrólise de lipídios simples e complexos. Os derivados, por sua vez, são formados após transformações metabólicas sofridas pelos ácidos graxos.

Utilizando como critério o ponto de fusão, podemos classificar os lipídios em dois grandes grupos: as gorduras e os óleos. As gorduras são sólidas em temperatura ambiente, são produzidas por animais e seus ácidos graxos são de cadeia saturada, ou seja, unidos por ligações simples.

Os óleos, por sua vez, são líquidos em temperatura ambiente, fabricados por vegetais e seus ácidos graxos possuem cadeia insaturada, ou seja, apresentam dupla ligação.

Os lipídios apresentam várias funções, destacando-se:

→ Composição das membranas biológicas: Todos os tecidos apresentam lipídios em sua composição, uma vez que a membrana das células é formada por fosfolipídios.

→ Fornecimento de energia: Quando comparado com os carboidratos, os lipídios liberam, em média, 2,23 vezes mais energia quando oxidados. Estima-se que cada grama de gordura seja responsável por liberar cerca de 9Kcal. Já uma grama de carboidrato produz apenas 4 Kcal.

Vale destacar, no entanto, que o metabolismo energético dos lipídios ocorre de maneira secundária ao dos carboidratos.

→ Precursores de hormônios e de sais biliares: Os lipídios estão relacionados com a produção de hormônios esteroides, tais como a testosterona, progesterona e estradiol. Também se relacionam com a produção de sais biliares, compostos que agem como detergente, ajudando no processo de absorção de lipídios.

→ Transporte de vitaminas lipossolúveis: Os lipídios transportam vitaminas que são solúveis em gordura, tais como a A, D, E e K.

→ Isolante térmico e físico: Os lipídios garantem proteção contra as baixas temperaturas e contra choques mecânicos.

→ Impermeabilização de superfícies: Os lipídios impermeabilizam evitando a desidratação. Um bom exemplo são as ceras encontradas nas superfícies dos frutos.

Percebe-se, portanto, que os lipídios são moléculas importantes para os organismos vivos, incluindo-se o homem. Sendo assim, não é recomendada a realização de dietas que restrinjam esse nutriente da alimentação. Vale destacar, no entanto, que o consumo exagerado pode trazer riscos à saúde, como o aumento das chances de infarto em decorrência da aterosclerose.

Óleos e gorduras são exemplos de lipídios e podem ser diferenciados pela análise do ponto de fusão

Nos 60 a 150g de lipídios ingeridos diariamente, cerca de 90% são constituídos de triacilgliceróis 10% dos lipídeos da dieta correspondem ao colesterol, ésteres de colesterol, fosfolipídios e ácidos graxos livres.

Desde que os triacilgliceróis são insolúveis em água e as enzimas digestivas são hidrossolúveis, a digestão ocorre na interface lipídeo-água.

A área de superfície da interface é aumentada pelos movimentos peristálticos do intestino, combinados à ação emulsificante dos ácidos biliares (ou sais biliares). Os sais biliares são moléculas anfipáticas que atuam na solubilização dos glóbulos de gordura – são derivados do colesterol, conjugados de glicina ou taurina.

O processo de emulsificação dos lipídios ocorre no duodeno. A colecistoquinina, um hormônio peptídico, é produzido em resposta à presença de lipídeos, atuando sobre a vesícula biliar e estimulando a secreção da bile, e atuando ainda sobre as células exócrinas do pâncreas, estimulando a secreção de enzimas.

A secretina, outro hormônio peptídico, tem a função de auxiliar na neutralização do pH do conteúdo intestinal, por estimular o pâncreas a secretar uma solução rica em bicarbonato. Sendo assim, os lipídeos são degradados por enzimas pancreáticas que estão sob controle hormonal.

As lipases agem na interface lipídeo-água por ativação interfacial;

A lipase pancreática catalisa a hidrólise de triacilgliceróis nas posições 1 e 3, formando 1,2-diacilgliceróis e 2-acilgliceróis, juntamente com sais de ácidos graxos de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>. A ligação à interface lipídeo-água requer a colipase pancreática, que é uma enzima que forma um complexo com a lipase.

Absorção de lipídeos por células da mucosa intestinal;

Ácidos graxos livres, colesterol livre e 2-acilgliceróis formam micelas mistas com os sais biliares que se aproximam do sítio de absorção lipídica, onde atravessam a camada de água e é absorvido. Dentro das células intestinais, os ácidos graxos formam complexos com a proteína intestinal ligadora de ácidos graxos, que aumenta a solubilidade efetiva dos lipídeos e protege a célula dos efeitos detergentes dessas substâncias.

### **Transporte De Lipídeos**

Os ácidos graxos são convertidos em triacilglicerol novamente, e organizados em partículas poliprotéicas chamadas quilomicrons, que são liberadas nos vasos linfáticos, por onde serão transportados até os vasos maiores, alcançando outros tecidos. Os triacilgliceróis dos quilomicrons podem ser incorporados aos adipócitos ou serem degradados a ácidos graxos livres e glicerol. A maioria das células pode oxidar ácidos graxos para produzir energia.

### **A Reserva Lipídica**

Os triacilgliceróis depositados em adipócitos representam a principal reserva do organismo. São depósitos concentrados de energia metabólica pois são altamente reduzidos e anidros. O produto da oxidação completa dos ácidos graxos até CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O é 9 kcal/g de gordura, comparado a 4 kcal/g de carboidratos.

### **Mobilização De Lipídeos**

Quando há necessidade de energia a partir dos ácidos graxos, a mobilização da gordura inicia-se pela hidrólise de triacilglicerol dos adipócitos, formando ácidos graxos e glicerol. Primeiro a lipase sensível a hormônio promove a remoção do ácido graxo da posição 1 ou 3. Lipases adicionais removem ácidos graxos do mono- ou diacilglicerol, formando glicerol e ácidos graxos livres.

Os ácidos graxos livres movem-se através da membrana celular do adipócito e ligam-se à albumina no plasma, que os transportam aos tecidos, onde os ácidos graxos se difundem para as células e são oxidados para obtenção de energia. O cérebro e outros tecidos nervosos, eritrócitos e medula adrenal não utilizam ácidos graxos plasmáticos para obter energia. O glicerol é transportado até o fígado, onde é fosforilado e utilizado novamente.

### **Oxidação De Ácidos Graxos**

Após ter sido capturado pela célula, o ácido graxo é convertido no derivado CoA pela acil CoA graxa sintetase (tioquinase) no citosol, formando a acil CoA graxa; Há a necessidade de ATP. Uma vez que a  $\beta$ -oxidação ocorre na matriz mitocondrial, o ácido graxo deve ser transportado através da MMI por um transportador específico denominado carnitina.

O processo de transporte é denominado lançadeira da carnitina. Um grupo acil é transferido da coenzima A citosólica à carnitina pela carnitina aciltransferase I, formando acilcarnitina, tal enzima está localizada na superfície externa da MMI. O grupo acilcarnitina é transportado através da membrana à matriz, onde é transferido a outra molécula de coenzima A pela carnitina aciltransferase II, na superfície interna da MMI.

O ácido graxo (acil CoA graxa) deve ser transportado através da MMI por um transportador específico denominado carnitina - o processo de transporte é denominado lançadeira da carnitina. A b-oxidação compreende o catabolismo de ácidos graxos saturados, na qual fragmentos de dois carbonos são sucessivamente removidos da extremidade carboxila da acil CoA graxa, produzindo acetil CoA.

Portanto, a b-oxidação consiste em uma sequência de 4 reações que resultam no encurtamento da cadeia de ácidos graxos em cada 2 carbonos, as etapas incluem uma oxidação que produz FADH<sub>2</sub>, uma hidratação, uma segunda oxidação que produz NADH e uma clivagem tiolítica que libera uma molécula de acetil CoA, a última reação é irreversível.

As enzimas da b-oxidação:

Acil-CoA desidrogenase, Enoil-CoA hidratasse, b-hidroxiacil-CoA desidrogenase, Acil-CoA aciltransferase (tiolase).

Produção de energia pela oxidação de ácidos graxos:

A oxidação de uma molécula de palmitoil CoA

(16C) até CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O gera:

8 acetil CoA (cada qual fornece 12 ATP pelo ciclo de Krebs) 96 ATP 7 NADH (cada qual fornece 3 ATP) 21 ATP 7 FADH<sub>2</sub> (cada qual fornece 2 ATP) 14 ATP

Saldo final de ATP: 131 ATP, considerando que duas ligações de alta energia são quebradas devido a reação da tioquinase, a energia total é de 129 ATP.

Oxidação dos ácidos graxos com número ímpar de carbonos:

A b-oxidação de um ácido graxo saturado com número ímpar de átomos de C segue as mesmas etapas de reações que os ácidos graxos com número par de átomos de C, até os três carbonos finais (propionil CoA).

O propionil CoA é metabolizado por uma rota de duas etapas:

1º - o propionil CoA é carboxilado, formando metilmalonil CoA. A enzima responsável – a propionil CoA carboxilase – é dependente de biotina, como todas as carboxilases.

2º - os carbonos da metilmalonil CoA são rearranjados, formando succinil CoA, a qual entra no ciclo de Krebs. A enzima responsável é a metilmalonil CoA mutase, que requer vitamina B<sub>12</sub> (adenosilcobalamina).

Oxidação de ácidos graxos insaturados:

A oxidação de ácidos graxos insaturados fornece menos energia que a oxidação dos ácidos graxos saturados. Os insaturados são menos reduzidos, e portanto, menos equivalentes redutores podem ser produzidos.

Corpos cetônicos: combustível alternativo para as células.

Mitocôndrias hepáticas podem desviar excesso de acetil CoA para a formação de corpos cetônicos.

Os corpos cetônicos: acetoacetato, 3-hidroxiabutirato e acetona, eles são transportados pelo sangue aos tecidos periféricos, onde podem ser convertidos novamente a acetil CoA (com exceção da acetona que é eliminada); são importantes fontes de energia para o tecido periférico; são solúveis em solução aquosa.



### Degradação do Colesterol

A estrutura do colesterol não pode ser metabolizada a  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , o anel esterol intacto pode ser eliminado: pela conversão em ácidos biliares, os quais podem ser reabsorvidos e reutilizados, ou podem ser excretados pela secreção do colesterol na bile, a qual transporta-o ao intestino para eliminação – parte do colesterol é modificada por bactérias intestinais antes da excreção. O colesterol da dieta pode ser absorvido no intestino, fazendo parte dos quilomícrons.

### Síntese de Colesterol

Todos os átomos de carbono são fornecidos pelo acetato, o NADPH fornece os equivalentes redutores, ocorre no citoplasma com enzimas do citoplasma e do retículo endoplasmático, a rota é dirigida pela hidrólise da ligação tioéster de alta energia do acetil CoA e a ligação fosfato terminal do ATP.

### Biossíntese de Ácidos Graxos

Grande parte dos ácidos graxos utilizados pelo corpo é suprida pela dieta, quantidades excessivas de carboidratos e proteínas obtidas pela dieta podem ser convertidas em ácidos graxos, e armazenados como triacilgliceróis.

A síntese de ácidos graxos ocorre principalmente no fígado e glândulas mamárias, e em menor grau, no tecido adiposo e no rim, o processo incorpora os carbonos da acetil CoA na cadeia de ácido graxo em formação, utilizando ATP e NADPH.

A porção acetil da acetil CoA é transportada ao citosol como citrato, produzido pela condensação do oxaloacetato e acetil CoA, primeira reação do ciclo do ácido cítrico, isso ocorre quando a concentração de citrato mitocondrial está elevada, observada quando há alta concentração de ATP e a isocitrato desidrogenase é inibida.

O aumento de citrato e ATP favorece a síntese de ácidos graxos, desde que esta via necessita de ambos. O acetil CoA deve ser convertido a malonil CoA.

A carboxilação é catalisada pela acetil CoA carboxilase e requer ATP, esta reação é a etapa regulada na síntese de ácidos graxos: ela é inativada pelos produtos, malonil CoA e palmitoil CoA, e ativada pelo citrato, outro mecanismo de regulação é a fosforilação reversível da enzima, que a torna inativa, devido a presença de adrenalina/glucagon

Mecanismo análogo ocorre com a glicogênio sintase, na presença de glucagon, a enzima é fosforilada e inativa, na presença de insulina, a enzima é desfosforilada e ativa.

A síntese dos ácidos graxos: um complexo multienzimático.

Em eucariotos, a sintase dos ácidos graxos consiste de um dímero, sendo que cada monômero possui cada um, sete atividades enzimáticas diferentes, e um domínio que se liga à fosfopanteteína, um derivado do ácido pantotênico, denominada ACP (acyl carrier protein).

Em procariotos, este último domínio é uma proteína separada, também denominada proteína transportadora de grupos acil (ACP).

### Passos da Sintase dos Ácidos Graxos

1 e 2. Uma molécula de acetato é transferida do acetil CoA ao grupo SH da cisteína da proteína ACP, pela enzima acetil transacilase -  $\text{Acetil CoA} + \text{ACP-SH} \rightarrow \text{acetil-S-ACP} + \text{CoA}$

3. O ACP liga, a partir do grupo panteteína, uma unidade de malonato (3 carbonos) do malonil CoA na presença da enzima malonil transacilase -  $\text{Malonil CoA} + \text{ACP-Pan-SH} \rightarrow \text{malonil-S-ACP} + \text{CoA}$ .

4. O grupo acetil ataca o grupo malonil, que perde  $\text{CO}_2$

(Adicionado pela acetil CoA carboxilase) na presença da  $\beta$ -cetoacil sintase --  $\text{Malonil-S-ACP} + \text{acetil-S-ACP} \rightarrow \text{acetoacetil-S-ACP} + \text{CO}_2$

5. O grupo cetona é convertido em um álcool pela b-cetoacil -- redutase na presença de NADPH acetil-S-ACP + NADPH + H<sup>+</sup>? b-hidroxibutiril-ACP + NADP<sup>+</sup>.

6. Uma molécula de água é removida para introduzir uma ligação dupla pela enzima b-hidroxiacl desidratase b-hidroxibutiril-ACP? crotonil-S-ACP + H<sub>2</sub>O

7. Numa segunda etapa da reação, pela enoil redutase, crotonil-S-ACP + NADPH + H<sup>+</sup>? butiril-S-ACP + NADP<sup>+</sup>.

O resultado destas 7 etapas é a produção de um composto de quatro carbonos terminais cujos três carbonos terminais são completamente saturados, permanecendo ligados ao ACP.

As 7 etapas são repetidas, iniciando pela transferência da cadeia de quatro carbonos do ACP à cadeia lateral de cisteína, a ligação de outra molécula de malonato ao ACP, e a condensação das duas moléculas, com a liberação de CO<sub>2</sub>, com a redução do carbono beta.

Este ciclo é repetido 7 vezes, a cada vez incorporando uma unidade de dois carbonos do malonil CoA, na cadeia de ácido graxo em formação, o processo é encerrado quando o ácido graxo atinge um comprimento de 16C, produzindo uma molécula saturada de palmitato, pela ação da tioesterase.

Palmitoil-S-ACP + H<sub>2</sub>O -- palmitato + ACP-SH.

A acil-enzima (com 4 carbonos) (porção inferior da figura) volta à via (à direita da figura), ligando-se a cadeia lateral da cisteína, que posteriormente irá se ligar a nova molécula de malonato(em amarelo)

A cada volta, a molécula ganha dois carbonos do malonato, até a formação do palmitato, liberando a enzima livre, são necessárias 7 moléculas de malonato e 1 de acetil-CoA.

A reação global:

8 acetil CoA + 14 NADPH + 14 H<sup>+</sup> + 7 ATP > Ácido palmítico + 14 NADP<sup>+</sup> + 7 ADP + 7 Pi + 7 H<sub>2</sub>O

Todos os carbonos vieram do malonil CoA com exceção dos 2 carbonos doados pelo acetil CoA no início da síntese.

Síntese de triacilglicerol:

Uma vez formado, o ácido graxo terá de ser conglomerado em triacilglicerol que constitui a forma de armazenamento de lipídeos nos adipócitos.

A formação do triacilglicerol ocorrerá em 3 etapas: 1) formação do glicerol-3-fosfato, 2) acilação dos dois grupos oxidrila livres do glicerol-3-fosfato e 3) adição do terceiro grupo acila com formação do triacilglicerol.

Passo 1: neste passo é necessária a formação da “matriz” de encaixe dos ácidos graxos para a formação do triglicéride.

Isso pode ser feito de duas formas: 1) Através da fosforilação de uma molécula de glicerol utilizando ATP e sob influência da enzima glicerol quinase e 2) através da glicose que no processo de glicólise produzirá diidroxiacetona fosfato que sofrerá redução com a contribuição do NADH e da enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase formando glicerol – 3 – fosfato.

Passo 2: nesse caso dois grupos acila serão adicionados no lugar de dois grupamentos oxidrila do glicerol-3-fosfato. Isso é feito em duas etapas com a liberação de Coenzima A e com a participação da enzima acil transferase. O resultado final será o Ácido fosfatídico.

Passo 3: o ácido fosfatídico que origina um diacilglicerol terá seu grupo fosfato substituído por outro acil transformando-se em triacilglicerol. Isso ocorre com a participação das enzimas ácido fosfatídico fosfatase e acil transferase.

Regulação da síntese de triacilglicerol: a síntese é estimulada pela insulina.

Regulação da síntese de ácidos graxos:

A síntese de ácidos graxos tem dentre outras funções o armazenamento de gorduras para utilização posterior. Portanto, fica claro que a insulina que é um hormônio que induz armazenamento seja estimuladora da síntese de malonil-CoA e consequentemente de ácidos graxos.

Os hormônios glucagon e epinefrina são liberados quando se faz necessário a disponibilidade de energia para as células, portanto é lógico pensar que estes hormônios inibiram a síntese de ácidos graxos.

O excesso de ácidos graxos formado fará um feedback negativo na transformação de acetil-CoA em malonil-CoA modulando dessa forma a produção de ácidos graxos.

E o citrato (precursor do Acetil CoA) em excesso fará um feedback positivo estimulando a formação de malonil-CoA a partir de Acetil-CoA e, dessa forma, impedirá o acúmulo de citrato.

Sistema de transporte do Triacilglicerol recém formado no fígado para as células adiposas: o triacilglicerol é lipossolúvel, o que constituiria um grande obstáculo no transporte pelo sangue deste composto.

No entanto, o transporte se torna viável pois proteínas são agregadas ao triacilglicerol permitindo que o mesmo consiga fluir no sangue na forma de lipoproteína. Quando esta lipoproteína chega até a célula adiposa surge um novo obstáculo que é a entrada do triacilglicerol no interior desta célula.

Para isso, existe uma enzima denominada lipoproteína lipase que realizará a quebra da lipoproteína em ácidos graxos que são lipossolúveis e conseguem difundir pela membrana celular.

No interior da célula esses ácidos graxos realizarão novo processo de síntese de triacilglicerol e serão armazenados. Vale ressaltar que a lipoproteína lipase é ativada pela insulina.

### **Oxidação dos Ácidos Graxos**

Quando se faz necessário a disponibilidade de energia pelas células ocorre a utilização do triacilglicerol.

Para isso esse triacilglicerol será quebrado em ácidos graxos pela lipase hormônio sensível e esses ácidos graxos poderão então ser utilizados em processos oxidativos que forneceram elétrons para ganho de energia.

A oxidação deverá ocorrer na matriz mitocondrial portanto, é necessário que o ácido graxo seja levado para este local.

Transporte do ácido graxo para a matriz mitocondrial:

A molécula de ácido graxo em si não consegue passar a membrana mitocondrial, portanto é necessário que este ácido graxo seja convertido a acil-CoA que se ligará a carnitina formando o complexo acil – carnitina graxo. Na formação deste complexo ocorre a liberação de uma coenzima A. O acil – carnitina graxo então passa a membrana e entra na matriz mitocondrial.

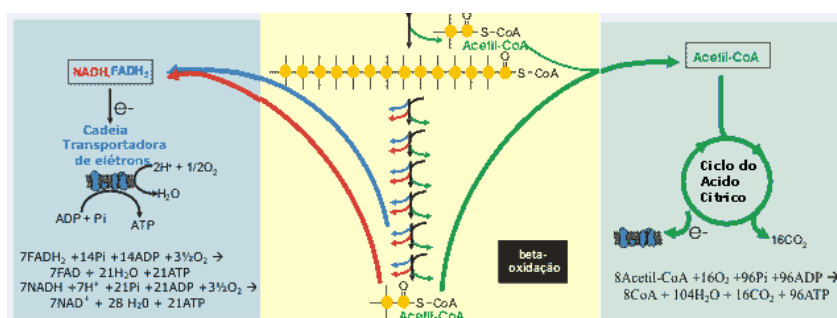
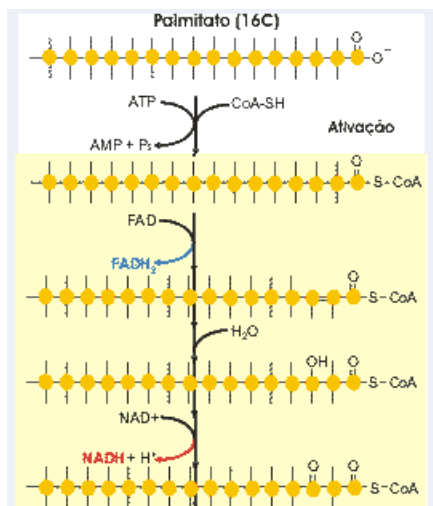
Na matriz a carnitina será substituída pela coenzima A e teremos novamente um acil-CoA que poderá então ser oxidado.

Beta oxidação dos ácidos graxos (ciclo de Lynen): este ciclo inicia com a oxidação do palmitoil-CoA por um FADH<sub>2</sub> gerando um transenoil – CoA. Este, por sua vez, será hidratado dando origem a um hidroxilacil – CoA. Este será oxidado pelo NAD<sup>+</sup> em cetoacil- CoA. O cetoacil-CoA será clivado em acetil-CoA e em acil-CoA.

O acil- Coa reiniciará o ciclo e o acetil CoA será direcionado ao ciclo do ácido cítrico para a produção de NADH e FADH<sub>2</sub> a serem utilizados na fosforilação oxidativa para a produção energética.

Vale ainda ressaltar que cada 2 carbonos do ácido graxo é transformado em um Acetil-CoA.

A oxidação se dá no carbono beta dos ácidos graxos (daí o nome), em várias etapas, cada uma produzindo um acetil-CoA e um acil-CoA graxo com dois carbonos a menos.



Balanco Final:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}-\text{CoA} + 7\text{CoA} + 7\text{O}_2 + 28 \text{ Pi} + 28 \text{ ADP} \rightarrow 8 \text{ Acetil-CoA} + 28 \text{ ATP} + 7\text{H}_2\text{O}$

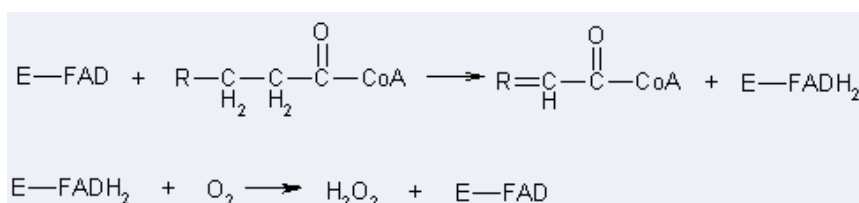
Estes 8 Acetil-CoA no Ciclo do Ácido Cítrico:  $8\text{Acetil-CoA} + 16 \text{ O}_2 + 80 \text{ Pi} + 80 \text{ ADP} \rightarrow 80 \text{ ATP} + 8 \text{ CoA} + 16 \text{ H}_2\text{O} + 16 \text{ CO}_2$

Os carbonos dos ácidos graxos, quando oxidados, fornecem mais ATP do que os de qualquer outra biomolécula. Para exemplificar, podemos fazer uma comparação entre o balanço apresentado acima e a oxidação da glicose.

Para fazer a equivalência do número de carbonos, devemos comparar o palmitato com 2 2/3 moléculas de glicose, o que daria um total de apenas 96 ATPs. A razão para a quantidade adicional de energia a partir dos ácidos graxos é seu maior estado de redução.

A beta-oxidação também ocorre nos peroxissomos

As reações são as mesmas que ocorrem na mitocôndria, com exceção do passo inicial de desidrogenação, que é catalizado pela acil-CoA oxidase.



Mas esta enzima é inativa para hexanoil e butiril-CoA, portanto, os peroxissomos não podem degradar completamente os ácidos graxos, sendo estes resíduos conduzidos até a mitocôndria.

Glioxissomos – são peroxissomos que também contém enzimas do ciclo do glicoxalato. Em sementes em germinação, possuem as mesmas enzimas dos peroxissomos descritos.





## REFERÊNCIAS

Os links citados abaixo servem apenas como referência. Nos termos da lei brasileira (lei no 9.610/98, art. 8o), não possuem proteção de direitos de autor: As ideias, procedimentos normativos, sistemas, métodos, projetos ou conceitos matemáticos como tais; Os esquemas, planos ou regras para realizar atos mentais, jogos ou negócios; Os formulários em branco para serem preenchidos por qualquer tipo de informação, científica ou não, e suas instruções; Os textos de tratados ou convenções, leis, decretos, regulamentos, decisões judiciais e demais atos oficiais; As informações de uso comum tais como calendários, agendas, cadastros ou legendas; Os nomes e títulos isolados; O aproveitamento industrial ou comercial das ideias contidas nas obras.

Caso não concorde com algum item do material entre em contato com a Domina Concursos para que seja feita uma análise e retificação se necessário

A Domina Concursos não possui vínculo com nenhuma banca de concursos, muito menos garante a vaga ou inscrição do candidato em concurso. O material é apenas um preparatório, é de responsabilidade do candidato estar atento aos prazos dos concursos.

A Domina Concursos reserva-se o direito de efetuar apenas uma devolução parcial do conteúdo, tendo em vista que as apostilas são digitais, isso, [e, não há como efetuar devolução do material.

A Domina Concursos se preocupa com a qualidade do material, por isso todo conteúdo é revisado por profissionais especializados antes de ser publicado.



Prezado cliente,

É com imensa satisfação que expressamos nossa profunda gratidão pela sua escolha em adquirir suas apostilas de estudos conosco. A preferência pelo nosso serviço é motivo de grande alegria e reforça nosso compromisso em fornecer materiais de alta qualidade para contribuir efetivamente em seu caminho educacional.

Aqui na nossa loja, dedicamo-nos diariamente para oferecer produtos que atendam não apenas às suas necessidades de aprendizado, mas que também superem suas expectativas. Cada compra realizada é um voto de confiança em nossa equipe, e estamos comprometidos em corresponder a essa confiança através de excelência em produtos e atendimento.

Saiba que sua decisão de confiar em nós para sua jornada de estudos é valorizada e respeitada. Estamos sempre empenhados em aprimorar nossos serviços para garantir que sua experiência seja positiva e produtiva. Se houver algo específico que possamos fazer para melhor atendê-lo, por favor, não hesite em nos informar.

Agradecemos por fazer parte da nossa comunidade de clientes e por escolher a qualidade e confiabilidade das nossas apostilas. Estamos ansiosos para continuar a servi-lo com dedicação e comprometimento.

Atenciosamente, Domina Concursos.



**contato@dominaconcursos.com.br**



**WhatsApp (48) 9.9695-9070**



Rua Aracatuba, nº 45,  
Centro, Criciúma/SC - CEP  
88810-230