

# Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM

## LIPÍDIOS



### ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Lipídios](#)
- [Relação entre açúcares e gorduras](#)
- [Obesidade e IMC](#)
- [Ácidos graxos essenciais](#)
- [Funções dos lipídios](#)
- [Classificação dos lipídios](#)
- [Lipídios simples X Lipídios complexos](#)
- [Lipoproteínas de colesterol](#)
- [Influência da dieta na produção de lipoproteínas de colesterol](#)
- [Quilomícrons](#)
- [Fosfolipídios](#)
- [Gorduras trans em perguntas e respostas](#)

Os **lipídios** (do grego *lipos*, 'gordura' e *idios*, 'comum à natureza de') formam um grupo de compostos caracterizados por serem substâncias orgânicas oleosas ou gordurosas, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos como clorofórmio e acetona.

Quimicamente falando, os lipídios não possuem uma identidade química definida, mas possuem em comum o predomínio de longas cadeias hidrocarbonadas (derivadas de hidrocarbonetos, possuindo apenas carbono e hidrogênio, sendo, portanto, compostos apolares) ou de anéis benzênicos (também possuem apenas carbono e hidrogênio, sendo também apolares). Exatamente por serem apolares é que tais compostos são insolúveis em água (lembre-se que "semelhante dissolve semelhante", assim, compostos polares só são solúveis em compostos polares como água e compostos apolares só são solúveis em compostos apolares como os lipídios).

Apesar de os lipídios não possuírem uma identidade química definida, a maioria dos lipídios possuem os chamados **ácidos graxos** como unidades fundamentais. Os ácidos graxos são ácidos orgânicos de cadeia longa, possuindo de 4 a 36 átomos de carbono em cadeias lineares e abertas (note que o ácido graxo só pode ter um número par de carbonos, pois ele é sintetizado de dois em dois carbonos através da adição de grupos acetil, que tem dois carbonos). Assim, eles possuem um grupo carboxila (-COOH) único, que lhes conferem a característica ácida, e uma cadeia hidrocarbonada apolar. Como a parte hidrocarbonada é bem grande quando comparada com o grupamento ácido, a parte apolar predomina na molécula de ácido graxo, tendo o mesmo características predominantemente apolares.

A parte hidrocarbonada do ácido graxo é frequentemente conhecida como **hidrofóbica** (por ser apolar, não apresenta afinidade com a água, e daí o termo hidrofóbico). Já a parte carboxila é chamada **hidrofílica** (por ser polar, o grupo carboxila apresenta afinidade com a água, e daí o termo hidrofílico). Quando um composto é simultaneamente apolar e polar, como estes ácidos graxos, eles são ditos **anfipáticos**.



Ácido graxo saturado com 12 carbonos.



Ácido graxo insaturado com 12 carbonos.

## RELAÇÃO ENTRE AÇÚCARES E GORDURAS

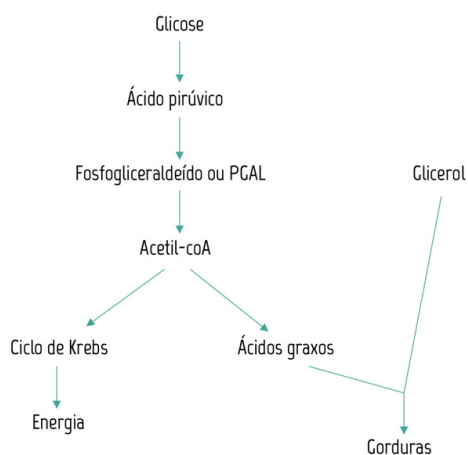
Os combustíveis das células propriamente ditos são os **carboidratos**, cujo valor calórico médio é de **4,1 kcal/g**. Quando em excesso, carboidratos são armazenados no organismo como glicogênio. Apenas cerca de até 400 gramas de carboidratos são armazenados no organismo humano como glicogênio. Além dessa quantidade, o excesso de carboidratos é convertido e armazenado na forma de lipídio. Por que não armazenar este excesso na forma de carboidrato mesmo?

A resposta é bem simples: o valor calórico médio dos **lipídios** é de **9,3 kcal/g**, de modo que os lipídios são muito mais leves que os carboidratos para a mesma quantidade de energia armazenada. Assim, se determinada massa de carboidrato armazena certa quantidade de energia, a mesma quantidade de energia é armazenada numa massa muito menor de lipídio. Se toda energia que nosso corpo armazena na forma de lipídio fosse armazenada na forma de carboidrato, nosso peso seria muito maior, e haveria maior dificuldade de movimento, o que para animais representa uma maior dificuldade na busca por alimento.

Uma outra justificativa para a economia de peso ao armazenar-se lipídios ao invés de carboidratos está no fato de que lipídios são apolares e não precisam carregar a água de solvatação como ocorre com carboidratos. Amido e glicogênio, por exemplo, devido aos grupos – OH abundantes, acabam atraindo moléculas de água que contribuem para um peso extra a ser armazenado. Devido à água de solvatação, para armazenar a mesma energia, o glicogênio teria massa cerca de seis vezes maior que a gordura.

A conversão do excesso de carboidratos da dieta em lipídios começa com a quebra dos carboidratos mais complexos em glicose, que começa a ser consumida no mecanismo de glicólise na respiração celular.

Em excesso, moléculas de acetil-coA são convertidas em compostos denominados ácidos graxos, que, juntando-se ao glicerol, formam gorduras. Como cerca de 20% da massa corporal média do corpo humano é composta por gordura, estas acabam sendo a principal substância de reserva para a maioria dos animais.



GARFIELD – Jim Davis

## OBESIDADE E IMC

Diante do aumento da incidência da obesidade em todo o mundo, especialistas propuseram um sistema de classificação para avaliar essa condição em pessoas adultas. Para isso, criaram o índice de massa corporal (IMC), que é obtido a partir da divisão da massa do indivíduo (em kg) pelo quadrado de sua altura (em metros).

$$\text{IMC} = \text{massa} / (\text{altura})^2$$

Nesse sistema, os indivíduos são classificados de acordo com a tabela abaixo.

Classificação	IMC	Risco de doenças associadas
<b>Magro</b>	< 18,5	baixo
<b>Normal</b>	De 18,5 a 24,9	médio
<b>Pré-obeso</b>	De 25 a 29,9	aumentado
<b>Obeso classe I</b>	De 30 a 34,9	bem aumentado
<b>Obeso classe II</b>	De 35 a 39,9	severo
<b>Obeso classe III</b>	≥ 40,0	muito severo

*E aí, qual é o seu?*

A variação na proporção de músculo e gordura pode gerar desvios no IMC. Um halterofilista provavelmente estará com IMC acima de valores normais e nem por isso estará obeso... Como ferramenta epidemiológica, para analisar a obesidade dentro de uma população, entretanto, o IMC é bastante útil.

Quer saber mais sobre seu teor de gordura? Procure um profissional de educação física ou um nutricionista. Você terá valores bem mais precisos e poderá se orientar melhor quanto à necessidade de mais atividades físicas e dietas.



GARFIELD – Jim Davis

## EFEITO DA INSULINA SOBRE A PRODUÇÃO DE GORDURA

Como mencionado anteriormente, excesso de carboidrato é convertido em gordura no corpo humano. A **insulina** é o principal fator que estimula a produção de gordura no organismo, sendo que sua liberação está condicionada à elevação nos níveis de glicose no sangue. Quanto mais um alimento estimula o aumento no teor de glicose no sangue (índice glicêmico), mais estimula a liberação de insulina e mais estimula o acúmulo de gordura.

Assim, apesar de igualmente calóricos, quantidades iguais de amido e de açúcar não promovem o mesmo efeito em termos de acúmulo de gordura: como o amido é formado apenas de glicose, eleva mais o índice glicêmico do que o açúcar (sacarose), formado por glicose e frutose (sendo que este último não tem efeito sobre a liberação de insulina como a glicose tem). Assim, uma certa quantidade de amido leva a um maior acúmulo de gordura que uma quantidade equivalente de açúcar.

Fibras reduzem o índice glicêmico dos alimentos por retardar a absorção dos carboidratos produzidos na digestão, de modo a evitar aumentos bruscos na glicemia.

## ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS

Alguns ácidos graxos não podem ser produzidos no corpo humano, sendo chamados de **ácidos graxos essenciais**. Esses ácidos graxos essenciais devem ser obtidos a partir da dieta. Eles pertencem a duas famílias, denominadas **ômega 6** e **ômega 3**.

Os **ômega 6** são encontrados basicamente em óleos vegetais, como de milho, de canola, de girassol e de soja, e têm dois exemplos principais:

- **ácido linoleico**, essencial ao bom funcionamento (resistência e permeabilidade) dos capilares sanguíneos;
- **ácido araquidônico**, essencial na estrutura da membrana plasmática e precursor das prostaglandinas, importantes mediadoras da inflamação.

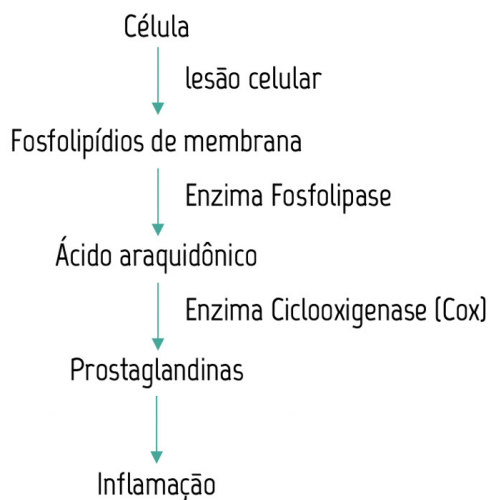
Os **ômega 3** ajudam a reduzir os altos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue, bem como têm ação anti-inflamatória; têm três exemplos:

- **ácido linolênico**, encontrado em fontes vegetais como óleos de soja e de canola;
- **ácido eicosapentanóico (EPA)** e **ácido deicosahexanóico (DHA)**, encontrados principalmente em óleos de peixes marinhos, especialmente os de águas mais frias, como salmão, sardinha, cavala e truta.

## “ Por que os ômega 3 são encontrados em óleos de peixe de água fria?

Lipídios saturados são sólidos à temperatura ambiente, enquanto lipídios insaturados são líquidos. Em baixas temperaturas (águas frias), a tendência é que lipídios se solidifiquem. Como a membrana plasmática necessita se manter fluida para garantir sua atividade, essa solidificação é altamente prejudicial. Aumentando a proporção de insaturações (duplas ligações), a tendência é que o lipídio se mantenha líquido mesmo em baixas temperaturas. Ácidos graxos ômega 3 são poliinsaturados, conferindo tal propriedade e possibilitando a sobrevivência das referidas espécies de peixe em águas com baixas temperaturas”.

O **ácido araquidônico** em particular tem grande importância no processo inflamatório. Diante de lesões celulares, a consequente ruptura da membrana plasmática leva à liberação de fosfolipídios de membrana. Esses, devido à ação da enzima fosfolipase, são degradados, liberando ácidos graxos como o ácido araquidônico. O ácido araquidônico, devido à ação da **enzima ciclooxigenase (Cox)**, é então convertido em substâncias como as **prostaglandinas**, principais mediadores químicos da inflamação. Prostaglandinas desencadeiam vasodilatação e aumento da permeabilidade dos capilares (levando a edema e vermelhidão), febre e dor, por exemplo.



A maioria dos medicamentos antiinflamatórios (analgésicos e antitérmicos) como ácidoacetilsalicílico ou AAS (Aspirina), paracetamol (Tylenol), dipirona (Novalgina) e diclofenacos (Cataflam, Voltarem) agem pela inibição da enzima ciclooxigenase, que leva à produção das prostaglandinas. Sem prostaglandinas, o processo inflamatório é então suprimido.

Tome nota:

## FUNÇÕES DOS LIPÍDIOS

As funções destas substâncias nos organismos vivos são variadas, sendo os lipídios muito versáteis.

### RESERVA ENERGÉTICA

A principal função dos **lipídios** é atuar como **reserva energética**. Junto com **carboidratos**, eles formam o grupo dos **alimentos energéticos**. Apesar de serem primordialmente de função estrutural, em algumas situações, proteínas também podem ser utilizadas como fonte de energia no organismo.

É muito comum referir-se ao valor energético dos alimentos pela quantidade de calorias de energia (kcal) que ele pode liberar. Assim, os **carboidratos** liberam **4,1 kcal por grama**, os **lipídios** liberam **9,3 kcal por grama** e as **proteínas** liberam **4,1 kcal por grama**.

Lipídios liberam mais energia por se apresentarem mais reduzidos, ou seja, têm mais elétrons a serem liberados para gerar energia em processos oxidativos como a cadeia transportadora de elétrons da respiração aeróbica. De modo simplificado, pode-se argumentar que os ácidos graxos, por serem compostos de acetil-coA, fornecem mais acetil-coA que a glicose. Com mais moléculas de acetil-coA no ciclo de Krebs, mais elétrons são liberados para a produção de energia na cadeia respiratória.

Por mais que o lipídio libere mais energia, é o carboidrato, principalmente na forma de glicose, o combustível mais utilizado pelas células do corpo através da respiração celular. Os demais nutrientes são usados em último caso, quando as reservas de açúcar estão muito baixas (por isso é difícil perder aquelas "gordurinhas": enquanto há carboidrato, os lipídios permanecem armazenados, não sendo consumidos). Assim, primeiro utiliza-se os carboidratos (glicose e glicogênio, que são reservas suficientes para manter o organismo vivo por até cerca de 24 horas sem alimento), depois os lipídios (suficiente para manter organismo vivo por algumas semanas até cerca de 2 meses) e, por último (casos de severa falta de nutrientes), as proteínas como fonte de energia.

Os carboidratos são consumidos primeiro porque todo o mecanismo de produção de energia (respiração celular) é baseado na glicólise (primeiro processo de obtenção de energia surgido na natureza), que consome glicose.

Depois, os lipídios são utilizados, uma vez que eles são a reserva de energia em longo prazo para um animal.

Proteínas só são consumidas em último caso, em casos de fome extrema, uma vez que são removidas de estruturas corporais como pele e músculos. No caso do uso de proteínas musculares, as células musculares morrem, e como não podem ser regeneradas, é uma perda irreversível.

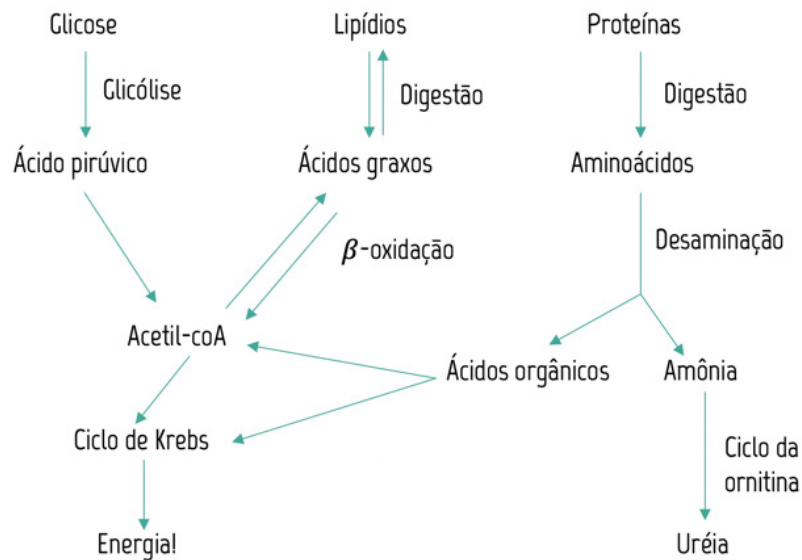
Para a utilização de lipídios e proteínas como fonte de energia, entretanto, primeiro é necessário convertê-los em carboidratos ou derivados de carboidratos, que poderão ser utilizados pelas vias metabólicas de respiração celular. Este processo de conversão é denominado **gliconeogênese** e ocorre no fígado do animal, sob estímulo de hormônios como o **cortisol**, a **cortisona** e o **STH (hormônio do crescimento)**.

A quebra de lipídios na gliconeogênese é denominada de  **$\beta$ -oxidação**, e em células animais, ocorre em organelas citoplasmáticas denominadas **peroxissomos**, com liberação de **água oxigenada (peróxido de hidrogênio,  $H_2O_2$ )** como subproduto.

Quando os lipídios de reserva são metabolizados, há a produção de acetil-coA. Como o acetil-coA não pode ser carregado no sangue, será transportado para os demais tecidos pelo sangue na forma de substâncias denominadas de **corpos cetônicos**, que são o ácido acetoacético (resultante da fusão de duas moléculas de acetil-coA), ácido hidroxibutírico e acetona (derivados do ácido acetoacético). Ao chegar aos tecidos de destino, eles são reconvertidos em acetil-coA e podem então ser metabolizados para a produção de energia.

# IMPOR TANTE!

Em **músculos estriados esqueléticos em atividade**, a sequência de utilização de nutrientes se mostra alterada. O glicogênio muscular continua sendo a fonte primária de energia, mas, ao esgotar, passa a haver consumo não de lipídio, mas de proteína. A explicação está no fato de que o músculo não apresenta reservas significativas de gordura. Assim, com o músculo estando em repouso, ao esgotar o carboidrato, o organismo metaboliza lipídios de outras áreas como o fígado e o tecido adiposo e os fornece às fibras musculares. Com o músculo em atividade, no entanto, a urgência em produzir energia faz com que, ao esgotar o carboidrato, o músculo não espere pelo lipídio metabolizado de outras regiões, passando a consumir suas proteínas como fonte de energia. Para a moçada que pratica musculação vai o alerta: malhar de barriga vazia faz com que o músculo catabolize as proteínas como fonte de energia, não sobrando proteína para o músculo se desenvolver. Nesse caso, pode ocorrer perda de massa muscular!



	<b>Carboidratos</b>	<b>Lipídios</b>	<b>Proteínas</b>
<b>Valor calórico</b>	4,1 kcal/g	9,3 kcal/g	4,1 kcal/g
<b>Sequência de utilização</b>	1º	2º	3º



## LEITURA COMPLEMENTAR

---

### Desnutrição e Anabolizantes

Em humanos, o excesso de nutrientes ingeridos é acumulado no corpo e funciona como reserva de nutrientes para situações de alimentação limitada. Parte dos carboidratos ingeridos, por exemplo, é armazenado em vertebrados na forma de glicogênio, um polímero de glicose armazenado no fígado e nos músculos. Quando necessário, ele é reconvertido em glicose para gerar energia (o glicogênio do fígado pode ser usado por qualquer órgão do corpo, o do músculo é exclusivo para tal órgão).

O glicogênio armazenado é normalmente aquele que poderá manter o organismo animal durante um dia, ou seja, cerca de até 400 g. A quebra de glicogênio no fígado é dita glicogenólise, e ocorre por intermédio do hormônio pancreático **glucagon**, quando o nível de glicose no sangue baixa e não há alimentação.

Aquilo que é ingerido além do necessário para fabricar os 400 g de glicogênio é convertido em gordura (por motivos já explicados anteriormente) e armazenado nas células adiposas do corpo. Em falta de alimento, as primeiras reservas consumidas são as de glicogênio, posteriormente as de gordura e, se necessário, as proteínas são também consumidas.

Em caso de ingestão de alimentos em quantidades muito reduzidas, o indivíduo entra em estado de **fome crônica (subnutrição)** e desnutrição. Em um dia sem comer, os 400 gramas de glicogênio do fígado e músculo são consumidos, quebrados pela **glicogenólise** em glicose, que abastece o indivíduo. Daí por diante, a pessoa sobrevive pelos seus estoques de gordura através da **gliconeogênese**.

A gliconeogênese ocorre por intermédio dos hormônios do córtex da adrenal, os **glicocorticoides** (como a cortisona e o cortisol), e o STH (hormônio do crescimento). Na gliconeogênese, os lipídios são quebrados até acetil-coA e entram no ciclo de Krebs.

Durante 2 a 4 semanas, a energia dos lipídios pode manter o organismo vivo, mas após isso, os depósitos destas substâncias se esgotam e as proteínas começam a ser consumidas, também por gliconeogênese. Alguns dos tecidos podem oferecer até metade de suas proteínas para fabricação de energia antes de morrerem. Durante alguns dias ou poucas semanas, o organismo pode manter-se através de suas reservas proteicas. Entretanto, a perda de proteínas pela musculatura pode ser irreversível em estágios de desnutrição grave. Após no máximo 3 semanas após o início do consumo das proteínas, o indivíduo morre, uma vez que as proteínas são essenciais para o adequado funcionamento celular.

**Substâncias anabolizantes** foram desenvolvidas após a Segunda Guerra Mundial para tratar da severa desnutrição nos prisioneiros libertados de campos de concentração. Estes já apresentavam uma grande perda de massa muscular com morte de fibras musculares. Uma vez que novas fibras musculares não podem ser formadas no indivíduo adulto, a estratégia utilizada pelos pesquisadores foi outra: aumentar o volume de cada uma das fibras musculares restantes através de derivados de hormônios masculinos, que levam à hipertrofia muscular.

Apesar do uso inicial com finalidades médicas, os anabolizantes se popularizaram entre praticantes de musculação, como uma forma de ganho rápido de massa muscular. Entretanto, os problemas decorrentes do uso continuado de esteroides anabolizantes são vários. Em mulheres, os mais frequentes são a virilização e o hirsutismo (desenvolvimento de pelos faciais). Em homens, ocorrem alterações comportamentais, aumento de agressividade, ginecomastia (desenvolvimento de seios), atrofia de testículos com consequente impotência e lesões hepáticas (inclusive câncer). Normalmente estas drogas levam a uma forte dependência psicológica.



## OUTRAS FUNÇÕES DOS LIPÍDIOS

Os lipídios também desempenham **função estrutural** (na constituição das membranas plasmáticas, como ocorre com os fosfolipídios e o colesterol); de **isolante térmico** (especialmente em animais das regiões polares, que possuem grandes acúmulos de gordura, para proteger do rigor do frio polar), de **isolante elétrico** (nos axônios das células nervosas, na forma da bainha de mielina, formada pelo lipídio de cor branca **esfingomielina**, que possibilita uma mais rápida transmissão do impulso nervoso por isolar eletricamente os neurônios), **hormonal** (como nos hormônios esteroides) e **impermeabilizante** (como nas ceras da cutícula das folhas e nos lipídios produzidos pelas glândulas uropígeas de aves e glândulas sebáceas de mamíferos).

Assim, resumidamente, as funções dos lipídios são:

- reserva energética;
- estrutural;
- isolante térmica;
- isolante elétrica;
- hormonal;
- impermeabilizante.

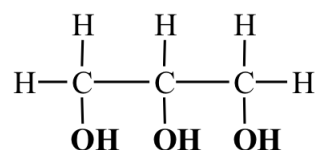
Tome nota:

## CLASSIFICAÇÃO DOS LIPÍDIOS

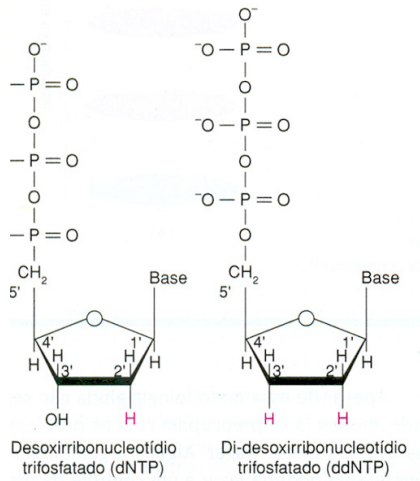
Os lipídios podem ser divididos em vários grupos, sendo os mais importantes os **glicerídeos**, os **cerídeos**, os **carotenoides** e os **esteroides**.

### 1. GLICERÍDEOS

Quimicamente falando, os **glicerídeos** (também chamados **gorduras neutras** ou **triglicerídeos**) são **ésteres** de **3 ácidos graxos** com o **glicerol**, um triálcool. Ésteres são moléculas resultantes da reação entre ácidos orgânicos (como os graxos) e alcoóis (como o glicerol). Como o glicerol tem três grupamentos hidroxila (é um triálcool), ele reage com três ácidos graxos para formar os glicerídeos. Estes ácidos graxos que reagem com o glicerol para formar os triglicerídeos podem ser iguais entre si ou diferentes.



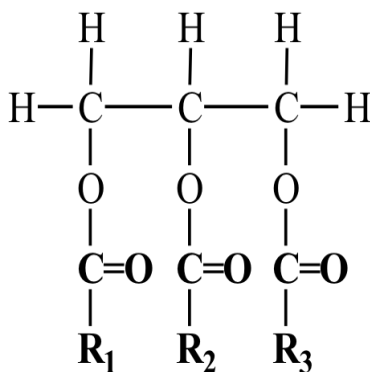
Estrutura do glicerol (note as três hidroxilas que fazem dele um triálcool)



Os glicerídeos correspondem aos óleos e gorduras. Óleos e gorduras diferem entre si apenas em relação ao ponto de fusão: os **óleos** são **insaturados** e **líquidos** à temperatura ambiente enquanto as **gorduras** são **sólidas** e **saturadas**.

Os glicerídeos são os componentes principais de armazenamento ou depósito de gorduras nas células de plantas e animais, mas não são normalmente encontrados em membranas. São abundantemente encontrados em vegetais, principalmente na forma de óleos (como o de soja, milho, amendoim, etc.) e em animais, principalmente como gorduras (desempenhando função de reserva energética ou proteção mecânica e térmica). O tecido adiposo dos animais é constituído principalmente de gorduras, que ocupam grandes espaços no interior das células adiposas. A pele de alguns animais, por exemplo, possui uma camada chamada hipoderme que se situa por baixo da derme que acumula gordura para desempenho das funções anteriormente descritas.

Estrutura de um glicerídeo onde os ácidos graxos são saturados e com 14 átomos de carbono.

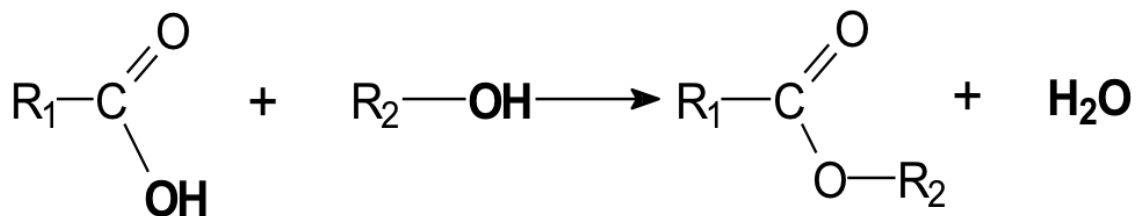


Estrutura geral dos triglicerídeos, onde R1, R2 e R3 são as caudas hidrocarbonadas dos três ácidos graxos.

**Tome nota:**

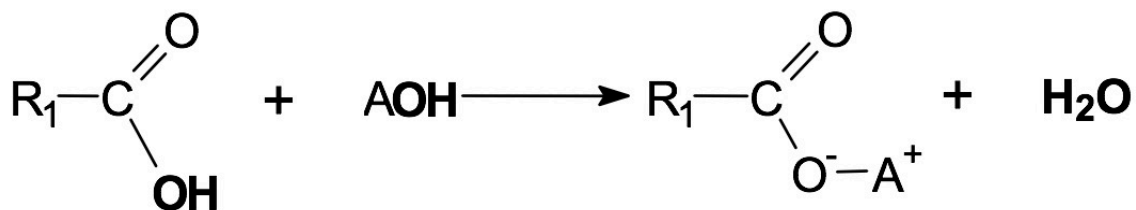
### LIGAÇÃO ÉSTER

Ésteres são compostos originários da reação entre um ácido orgânico (carboxílico, como o ácido graxo) e um álcool.



O glicerol, por ser um triálcool (possui três hidroxilas), realiza três ligações éster simultâneas com três ácidos graxos para formar os glicerídeos.

Uma reação derivada desta é a reação entre um ácido orgânico e uma base inorgânica, onde A representa um íon positivo, como o Na<sup>+</sup>.



Esta reação entre ácido orgânico e base inorgânica, quando o ácido é um ácido graxo, conduz à formação dos sabões, sais de ácidos graxos.

### RANCIFICAÇÃO

Quando deixados em contato com o ar, muitos triglicerídeos ficam rançosos, isto é, eles desenvolvem sabor e odor desagradáveis. Duas reações químicas causam esta mudança: hidrólise das ligações éster produzindo ácidos graxos livres, muitos dos quais têm cheiro forte e oxidação das ligações duplas dos insaturados, formando aldeídos e ácidos carboxílicos de cadeia curta, que também têm cheiro forte. Por terem cadeia menor, e serem, portanto, mais voláteis, os aldeídos e ácidos graxos gerados conferem a tais triglicerídeos cheiro e sabor desagradável.

## 2. CERÍDEOS

Quimicamente falando, os **cerídeos** são **ésteres de um ácido graxo e um álcool de cadeia longa** (álcoois com um grupo hidroxila e uma cadeia aberta e linear de 16 a 30 átomos de carbono).

Os cerídeos correspondem às **ceras**. As ceras são mais abundantes no reino vegetal: nas plantas, as ceras depositam-se sobre a superfície das folhas, formando a cutícula, que dá o aspecto brilhoso a estas superfícies e as impermeabilizam, evitando perdas de água por transpiração. Muitas algas do fitoplâncton utilizam a cera como principal substância de reserva energética, o que traz a vantagem extra de facilitar a flutuação de algas devido à sua densidade baixa. Abelhas constroem suas colmeias a partir de ceras por elas produzidas. Em mamíferos, as ceras são secretadas por **glându-**

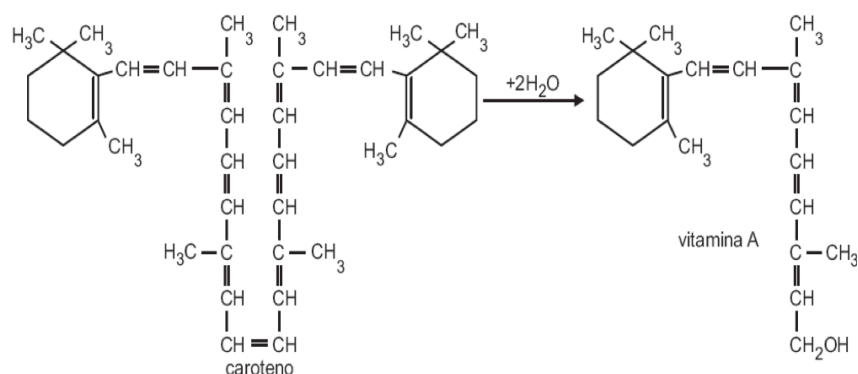
**las sebáceas** da pele como capa protetora, para manter a pele flexível, lubrificada e impermeável. Além disso, o cabelo e os pelos dos animais são cobertos também por ceras. Os pássaros secretam ceras através de glândulas chamadas **glândulas uropígeas**, com o objetivo de impermeabilizar as penas. **Petróleo e detergentes** levam à remoção da camada de cera impermeabilizante das penas de aves aquáticas (que são produzidas pelas glândulas uropígeas), que por sua vez leva ao encharcamento das aves e morte por **afogamento**. Isso ocorre porque o petróleo reduz a tensão superficial da água. Além disso, a cera funciona como um isolante térmico. A perda da cera leva a uma desregulação térmica, podendo levar à morte por **hipotermia**.

## 3. CAROTENOIDES

**Carotenoides** são lipídios **derivados de hidrocarbonetos** com **pigmentação amarela, laranja ou vermelha**, encontrados em vegetais como batata-inglesa, cenoura e beterraba. Como exemplo, temos a **vitamina A**. A **clorofila** também é um carotenoide que deve a sua cor verde à presença de **magnésio** na sua composição.

A vitamina A é um álcool lipossolúvel e resistente ao calor, porém facilmente destruído por oxidação. O álcool, também chamado retinol (ou axeroftol), é encontrado em grande extensão na natureza na forma de seus precursores, as provitaminas carotenoides  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\delta$  caroteno (das quais a mais comum é o  $\beta$ -caroteno). Tais pigmentos são encontrados em vegetais com tais cores, como cenoura e batata.

A vitamina A se forma no corpo do homem ou do peixe, a partir destes precursores, após uma hidrólise dos mesmos. No caso mais comum, ou seja, do  $\beta$ -caroteno, a clivagem acontece em um ponto que confere simetria à molécula, originando a partir de um hidrocarboneto, dois álcoois idênticos, isto é, duas moléculas de retinol.



A vitamina A desempenha importante papel na visão normal. É encontrada na retina normal em associação com proteínas específicas, sob a forma de pigmentos visuais, nos dois sistemas fotorreceptores, os bastonetes e os cones. Os bastonetes são particularmente sensíveis à luz de baixa intensidade e os cones percebem cores e luz de alta intensidade. O retinol atua basicamente nos processos ocorridos nos bastonetes.

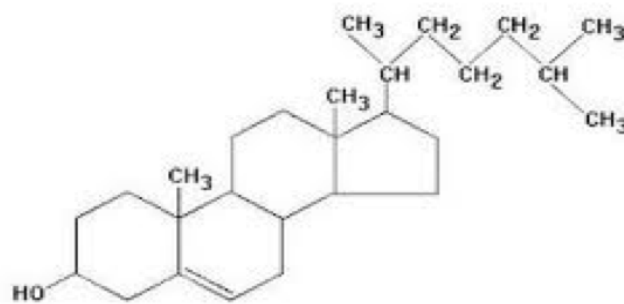
#### 4. ESTEROIDES

Os **esteroides** são lipídios bem diferentes de glicérides e cera, apresentando moléculas complexas, com quatro anéis carbônicos fundidos e um grupamento álcool (álcoois de cadeia fechada são chamados esteróis, daí o termo esteroide).

O **colesterol** é o esteroide mais conhecido, sendo fundamental na composição da membrana plasmática (junto aos fosfolipídios, são os mais importantes lipídios de membrana) de animais (não estando presentes nas membranas plasmáticas vegetais e bacterianas). O colesterol é um componente **estabilizador** importante da **membrana plasmática de células animais**. Em outras células eucarióticas, há outros esteroides desempenhando esta função estabilizadora. Já nas células procarióticas, não há esteroides na membrana plasmática.

A partir do colesterol formam-se vários lipídios importantes, que atuam principalmente como hormônios, como os **hormônios sexuais masculinos (testosterona)** e **femininos (progesterona e estrógeno)**, **hormônios corticoides (aldosterona e cortisol)**, e vitaminas como a **vitamina D** (que quando metabolizada no organismo tem atividade hormonal também).

No fígado, o colesterol pode ser convertido em ácido cólico, e daí em **sais biliares (colatos)**, enviados para a vesícula biliar e daí sendo eliminados para a emulsificação de gorduras no intestino, sendo depois eliminados junto às fezes.



Colesterol, álcool de cadeia policíclica que entra na composição dos esteroides.

É bom lembrar que 90% do colesterol é **endógeno**, tendo origem no **fígado**, principalmente, mas também em outros órgãos como intestino. No fígado, os ácidos graxos são quebrados em acetil-coA, que é usado para constituir os anéis que formam o colesterol.

Aproximadamente 10% do colesterol é **exógeno**, sendo obtido na dieta a partir de fontes animais. Não há colesterol em alimentos de origem vegetal. Isto é tão importante que eu vou até repetir: não há colesterol em alimentos de origem vegetal.

Tome nota:

## LIPÍDIOS SIMPLES X LIPÍDIOS COMPLEXOS

---

Os lipídios também podem ser classificados em simples e complexos, conforme possuam apenas carbono, hidrogênio e oxigênio ou, além destes, nitrogênio, fósforo ou enxofre, respectivamente. Assim, a **esfingomielina** da bainha de mielina é um lipídio complexo que contém fósforo.

São exemplos de lipídios complexos:

### LIPOPROTEÍNAS DE COLESTEROL

Outros lipídios complexos de grande importância são as **lipoproteínas**. Estas possuem cerca de 50 a 90% de lipídios em sua composição, estando associadas a proteínas. Estas estão presentes principalmente no plasma sanguíneo, atuando no transporte de lipídios no sangue.

Como modalidades de lipoproteínas temos a **VLDL** (lipoproteína de densidade muito baixa), a **LDL** (lipoproteína de baixa densidade) e a **HDL** (lipoproteína de alta densidade). Estas lipoproteínas atuam no transporte de lipídios provenientes da digestão no intestino para os diversos tecidos corporais. Elas carregam, por exemplo, o colesterol obtido na alimentação. Os lipídios são transportados na forma de lipoproteínas porque o sangue é formado principalmente por água, sendo os lipídios, pois, insolúveis em água. Assim, a proteína permanece em contato com a água e envolve os lipídios, permitindo seu transporte.

O **VLDL/LDL (colesterol ruim)** se forma em indivíduos com uma dieta rica em gorduras, tendo altas concentrações das mesmas. Seu papel é de transportar o colesterol do fígado aos vários tecidos corporais, podendo se acumular na parede dos vasos sanguíneos, formando ateromas.

O **HDL (colesterol bom)** não se acumula nos vasos, sendo diretamente transportado aos órgãos encarregados de seu metabolismo, como o fígado, que o armazena, o utiliza na síntese de sais biliares e o elimina através da bile. Como transporta colesterol até o fígado, ele auxilia na remoção de placas de ateromas já estabelecidas.

Diante de reações inflamatórias nas paredes dos vasos sanguíneos (como as reações causadas pelo aminoácido tóxico **homocisteína**), o edema relacionado ao processo inflamatório leva à ruptura da camada interna do vaso sanguíneo (endotélio). Deste modo, as lipoproteínas de baixa densidade (VLDL e LDL) podem se infiltrar na **camada média muscular**, sendo fagocitadas por macrófagos. Ao acumular colesterol, os macrófagos passam a constituir **células espumosas**. Essas se acumulam formando placas de colesterol, constituindo os **ateromas**.

A ocorrência de ateromas caracteriza a **aterosclerose**, levando a uma diminuição na luz do vaso e consequente **hipertensão** (aumento de pressão arterial). Pelos padrões atuais, a pressão arterial adequada para adultos jovens é de 12:8, sendo valores acima de 13:8,5 considerados elevados.

A alta pressão arterial pode destacar ateromas, que se deslocam e promovem a obstrução de vasos de menor calibre, o que caracteriza uma **embolia** (obstrução de vaso sanguíneo). A região a partir da qual o ateroma se destacou é lesionada, o que pode levar a coagulação sanguínea na região, de modo a causar uma **trombose** (obstrução de vaso sanguíneo por um coágulo). A alta pressão arterial pode também levar a ruptura de vasos, o que pode causar derramamento de sangue nos tecidos. Tanto nos casos de entupimento como nos casos de ruptura, o fluxo de sangue para algum tecido é interrompido, levando a quadros de **isquemia** (deficiência de sangue em um tecido) e consequente hipóxia (deficiência de oxigênio num tecido). A hipóxia prolongada em algumas áreas pode ser fatal. Por exemplo, se forem afetados vasos como os do miocárdio, pode haver **hipóxia** e morte do músculo cardíaco, o chamado **infarto**. Se forem afetados vasos no cérebro, haverá um **acidente vascular cerebral (AVC ou derrame)**.

O **VLDL/LDL** (chamado por vezes de "**colesterol ruim**") se forma em indivíduos com uma dieta rica em gorduras, tendo altas concentrações das mesmas. Já o **HDL** não se acumula nos vasos, sendo diretamente carregado aos órgãos encarregados de seu metabolismo (chamado de "**colesterol bom**"). O colesterol bom ajuda também a remover placas de ateromas já estabelecidas.

## INFLUÊNCIA DA DIETA NA PRODUÇÃO DE LIPOPROTEÍNAS DE COLESTEROL

O colesterol se combina no fígado com proteínas formando as lipoproteínas de colesterol (HDL, LDL e VLDL). De acordo com o tipo de ácidos graxos na gordura, um tipo diferente de lipoproteína é formada:

- **gorduras saturadas**, de origem animal: como em carnes e manteiga, estimulam a produção de colesterol ruim; as **gorduras trans** são originalmente insaturadas (óleos vegetais), recebendo hidrogênios a mais para torná-las mais consistentes, como ocorre na margarina, e são altamente prejudiciais à saúde pela sua relação com a formação de colesterol ruim;
- **óleos poliinsaturados**, encontradas em óleos de peixe, por exemplo, e comumente adicionadas em margarinas e leites na forma de Ômega 6 e Ômega 3, diminuem a produção tanto de colesterol ruim como de colesterol bom;
- **óleos monoinsaturados**, como em azeite de oliva, nozes e castanhas, diminuem as taxas de colesterol ruim e aumentam as taxas de colesterol bom.

**Óleos vegetais e azeite, apesar de insaturados, tornam-se saturados com a fritura, passando a ser perigosos do ponto de vista dos teores de colesterol.**

Os teores de lipídios no sangue humano em um adulto jovem devem ser aproximadamente:

- **colesterol total: abaixo de 200 mg/100 mL**
- **colesterol ruim: abaixo de 130 mg/100 mL**
- **colesterol bom: acima de 35 mg/100 mL**
- **triglicérides: abaixo de 200 mg/100 mL**

Tome nota:





NÍQUEL NÁUSEA – Fernando Gonsales

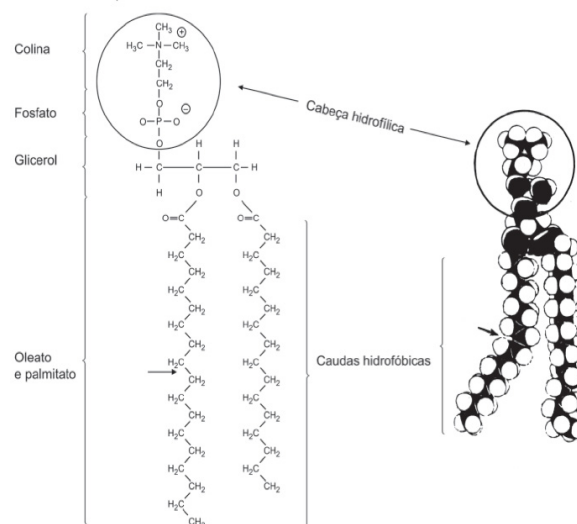
## Cuidado com o colesterol...

### QUILOMÍCRONS

Outra forma de lipoproteína de transporte no sangue é o **quilomícron**, maior que os já mencionados e correspondendo a gotículas quase puras de glicérides envolvidos por uma película de proteína.

### FOSFOLIPÍDIOS

Os principais lipídios complexos são os fosfolipídios, formados a partir de glicérides e fosfato. Também chamados de lipídios polares, os fosfolipídios tem como composto ancestral o chamado **ácido fosfatídico**. Ele é resultante da reação entre o glicerol e 2 ácidos graxos e o ácido fosfórico, através de ligações éster.



Uma molécula de fosfolipídio tem uma cabeça hidrofílica (polar) e duas caudas hidrofóbicas (apolares), sendo então anfipático. O fosfolipídio representado é o palmitoil-fosfatidil-colina. Observe que a dupla ligação no ácido oleico produz uma torção na cadeia hidrocarbonada (seta). As duplas ligações nos ácidos graxos aumentam a fluidez da membrana celular.

Os fosfolipídios são moléculas **anfipáticas** ou **anfifílicas**. A parte apolar corresponde às cadeias derivadas dos ácidos graxos (frequentemente conhecida como **cauda hidrofóbica** da molécula) e a polar corresponde ao fosfato ligado ao álcool (conhecida como **cabeça hidrofílica** da molécula).

## GORDURAS TRANS EM PERGUNTAS E RESPOSTAS

### **O que são gorduras trans?**

As gorduras trans são um tipo específico de gordura formada por um processo de hidrogenação natural (ocorrido no rúmen de animais) ou industrial. Estão presentes principalmente nos alimentos industrializados. Os alimentos de origem animal como a carne e o leite possuem pequenas quantidades dessas gorduras.

### **Para que servem as gorduras trans?**

As gorduras trans formadas durante o processo de hidrogenação industrial que transforma óleos vegetais líquidos em gordura sólida à temperatura ambiente são utilizadas para melhorar a consistência dos alimentos e também aumentar a vida de prateleira de alguns produtos.

### **Esse tipo de gordura faz mal para a saúde?**

Sim. O consumo excessivo de alimentos ricos em gorduras trans pode causar:

- 1) Aumento do colesterol total e ainda do colesterol ruim - LDL-colesterol.
- 2) Redução dos níveis de colesterol bom - HDL-colesterol.

É importante lembrar que não há informação disponível que mostre benefícios a saúde a partir do consumo de gordura trans.

### **Gordura hidrogenada é o mesmo que gordura trans?**

Não. O nome gordura trans vem da ligação química que a gordura apresenta, e ela pode estar presente em produtos industrializados ou produtos in natura, como carnes e leites. A gordura hidrogenada é o tipo específico de gordura trans produzido na indústria.

### **Quais alimentos são ricos em gordura trans?**

A maior preocupação deve ser com os alimentos industrializados - como sorvetes, batatas-fritas, salgadinhos de pacote, pastelarias, bolos, biscoitos, entre outros; bem como as gorduras hidrogenadas e margarinas, e os alimentos preparados com estes ingredientes.

### **Como é possível controlar o consumo da gordura trans?**

A leitura dos rótulos dos alimentos permite verificar quais alimentos são ou não ricos em gorduras trans. A partir disso, é possível fazer escolhas mais saudáveis, dando preferência àqueles que tenham menor teor dessas gorduras, ou que não as contenham.

### **Como deve ser declarado o valor de gorduras trans nos rótulos dos alimentos?**

O valor deve ser declarado em gramas presentes por porção do alimento, conforme tabela. A porcentagem do Valor Diário de ingestão (%VD) de gorduras trans não é declarada porque não existe requerimento para a ingestão destas gorduras. Ou seja, não existe um valor que deva ser ingerido diariamente. A recomendação é que seja consumido o mínimo possível.

### **Como posso saber se o alimento é rico em gordura trans?**

Para saber se o alimento é rico em gordura trans basta olhar a quantidade por porção dessa substância. Não se deve consumir mais de 2 gramas de gordura trans por dia. É importante também verificar a lista de ingredientes do alimento. Através dela é possível identificar a adição de gorduras hidrogenadas durante o processo de fabricação do alimento.