

1 INTRODUÇÃO

Funções orgânicas oxigenadas são as que contêm **oxigênio**, além de carbono e hidrogênio.

Vamos estudar as mais importantes, que são: álcoois, fenóis, éteres, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e seus derivados.

Muitos compostos oxigenados têm importância biológica, como, por exemplo: o açúcar comum ($C_{12}H_{22}O_{11}$), o amido ($C_6H_{10}O_5$)_n, a glicerina ($C_3H_8O_3$), o colesterol ($C_{27}H_{46}O$) etc.

2 ÁLCOOIS

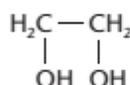
2.1. Definição

Álcoois são compostos orgânicos que contêm um ou mais grupos **oxidrila** (OH) ligados diretamente a átomos de carbono saturados.

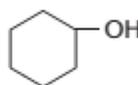
Exemplos:



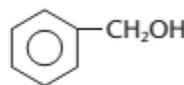
Álcool alifático



Diálcool alifático



Álcool cíclico



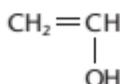
Álcool aromático

Costuma-se representar um monoálcool por $R - OH$. Pode-se também considerá-lo como derivado da água ($H - O - H$), pela substituição de um hidrogênio por um grupo orgânico.

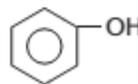
A **oxidrila** ou **hidroxila** (OH) é o **grupo funcional** dos álcoois, pois é a responsável pelas propriedades químicas desses compostos.

OBSERVAÇÃO

Nem todos os compostos que apresentam o grupo oxidrila (OH), podem ser considerados álcoois. Veja os dois exemplos seguintes:



Não é álcool; é um enol (instável), pois o OH está ligado a um carbono insaturado.



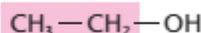
Não é álcool; é um fenol, pois o OH está ligado a um anel benzênico.

2.2. Nomenclatura dos álcoois

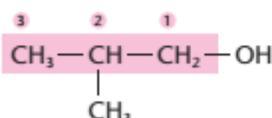
A nomenclatura IUPAC reserva para os álcoois a terminação **OL**, tirada da própria palavra álcool. A cadeia principal deve ser a mais longa **que contém o carbono ligado ao OH**; a numeração da cadeia deve se iniciar pela **extremidade mais próxima ao OH**; e, por fim, o nome do álcool será o do hidrocarboneto correspondente à cadeia principal, trocando-se a letra **o** final por **ol**. Exemplos:



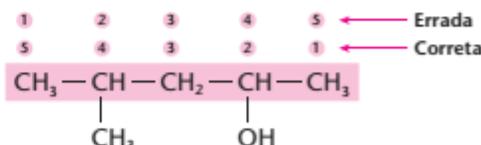
Metanol



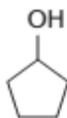
Etanol



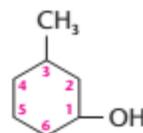
Nomenclatura IUPAC: **2-metil-propan-1-ol**
Nomenclatura antiga: **2-metil-1-propanol**



Nomenclatura IUPAC: **4-metil-pentan-2-ol**
Nomenclatura antiga: **4-metil-2-pentanol**



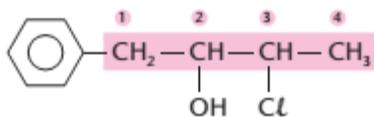
Nomenclatura IUPAC: **Ciclopentanol**



Nomenclatura IUPAC: **3-metil-ciclohexan-1-ol**
 Nomenclatura antiga: **3-metil-1-ciclo-hexanol**

(Neste último exemplo, o número 1 pode ser omitido, dizendo-se: 3-metil-ciclo-hexanol.)

Em moléculas mais complicadas, a nomenclatura IUPAC considera a oxidrila como sendo uma **amificação**, chamada de **hidróxi**:



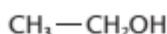
3-cloro-1-fenil-2-hidróxi-butano

(Note que as ramificações são escritas em ordem alfabética.)

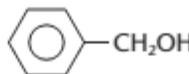
Uma nomenclatura comum, muito usada, é:

Álcool _____ ico
 Nome do grupo orgânico

Exemplos:



Álcool etílico

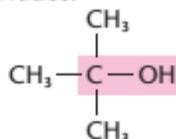


Álcool benzílico

Outra nomenclatura, mais antiga, é a **nomenclatura de Kolbe**. Esse cientista chamava o metanol de **carbinol** e considerava os demais álcoois como seus derivados:



Carbinol



Trimetil-carbinol

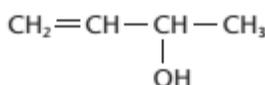
2.3. Classificações dos álcoois

Os álcoois podem ser classificados segundo vários critérios. Os mais comuns são:

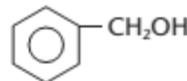
- de acordo com a cadeia carbônica



propan-1-ol
 (álcool saturado)



1-buten-3-ol
 (álcool insaturado)



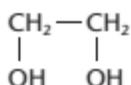
Álcool benzílico
 (álcool aromático)

- de acordo com o número de oxidrilas

- a) **monoálcoois** ou **monóis** (têm **uma** oxidrila):

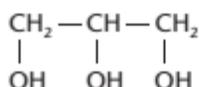


- b) **diálcoois** ou **dióis** (têm **duas** oxidrilas):



Etileno-glicol (usado na produção de polímeros e como anticongelante da água)

- c) **triálcoois** ou **trióis** (têm **três** oxidrilas):

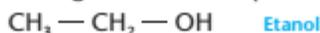


Glicerina (usada em perfumaria, em confeitaria e na produção de polímeros e nitroglicerina)

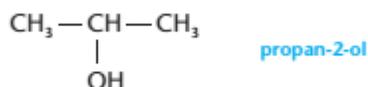
e assim por diante: tetróis, pentóis, polióis etc.

- de acordo com a posição da oxidrila

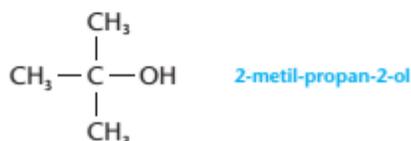
a) álcool primário (tem a oxidrila ligada a carbono primário):



b) álcool secundário (tem a oxidrila ligada a carbono secundário):



c) álcool terciário (tem a oxidrila ligada a carbono terciário):

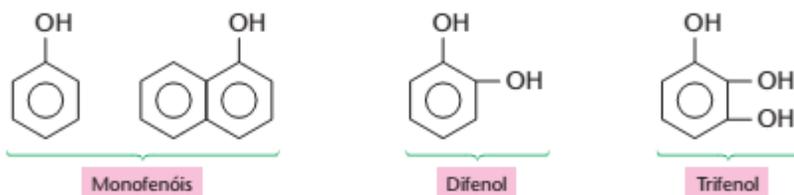


3 FENÓIS

3.1. Definição

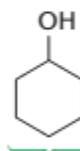
Fenóis são compostos orgânicos com **uma ou mais oxidrilas (OH) ligadas diretamente ao anel aromático**.

Por exemplo:



OBSERVAÇÃO

Nem todos os compostos orgânicos com um ou mais grupos oxidrilas (OH) ligados a uma cadeia carbônica fechada são fenóis. Veja o exemplo ao lado, em que a cadeia carbônica fechada **não é um anel aromático**.



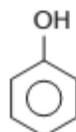
Não é fenol
(é um álcool cíclico).

Um monofenol é representado simbolicamente por $ArOH$, em que Ar é a abreviação de anel aromático.

O **grupo funcional** dos fenóis é a **oxidrila** ou **hidroxila (OH)**. É o mesmo grupo funcional dos álcoois. A diferença é que, nos álcoois, o OH deve estar ligado a um **átomo de carbono saturado**, enquanto, nos fenóis, o OH deve estar ligado a um **átomo de carbono de um anel aromático**.

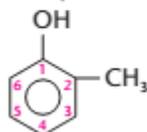
3.2. Nomenclatura dos fenóis

A nomenclatura IUPAC dá aos fenóis a terminação **ol** ou o prefixo **hidróxi**. No entanto, como acontece com todos os compostos aromáticos, os fenóis mais simples têm **nomes comuns**, que são aceitos pela IUPAC. Exemplo:

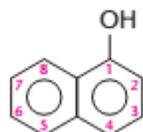


Benzenol ou hidróxi-benzeno ou fenol comum

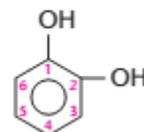
Em moléculas mais complexas, usa-se o prefixo **hidróxi**. Existindo várias ramificações no anel aromático, a **numeração inicia-se na oxidrila** e prossegue no sentido que proporciona **números menores**. Exemplos:



1-hidróxi-2-metil-benzeno ou
o-hidróxi-tolueno ou o-cresol



1-hidróxi-naftaleno
ou α -naftol



Benzeno-1,2-diol ou
1,2-dihidróxi-benzeno ou catecol

4.1. Definição

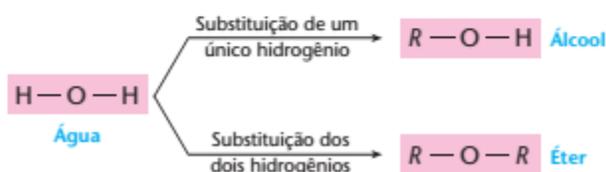
Éteres são compostos orgânicos em que o oxigênio está diretamente ligado a duas cadeias carbônicas (ou seja, a dois grupos alquila ou arila).

Por exemplo:



A fórmula geral dos éteres é $R\text{—O—R}'$ ou $Ar\text{—O—Ar}$ ou $Ar\text{—O—R}$, uma vez que os dois grupos podem ser iguais ou diferentes entre si, bem como alifáticos ou aromáticos.

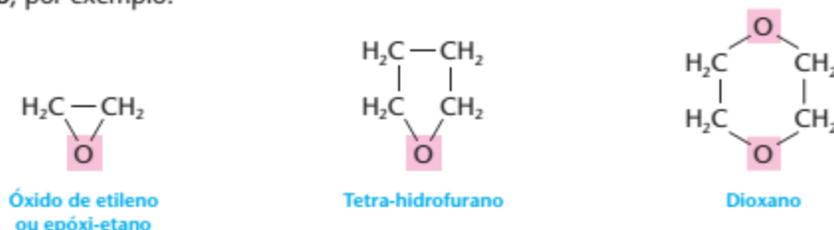
Os éteres são também denominados “óxidos orgânicos” e podem ser considerados como derivados da água (H—O—H), pela substituição dos dois hidrogênios por grupos orgânicos; temos então:



Os éteres podem ser classificados em:

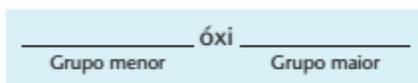
- simétricos ($R\text{—O—R}$) ou assimétricos ($R\text{—O—R}'$);
- alifáticos ($R\text{—O—R}$), aromáticos ($Ar\text{—O—Ar}$) ou mistos ($Ar\text{—O—R}$).

Há também éteres cíclicos, que são então compostos heterocíclicos, nos quais o oxigênio é o heteroátomo; por exemplo:

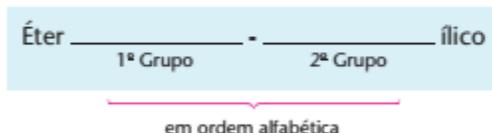


4.2. Nomenclatura dos éteres

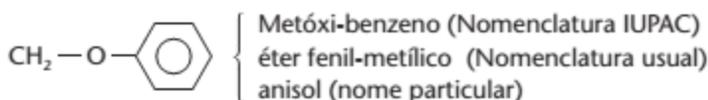
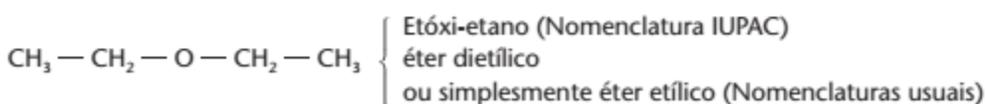
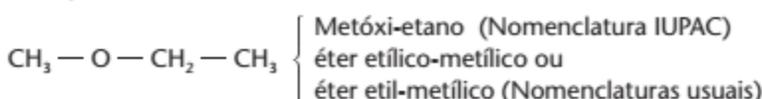
A nomenclatura IUPAC dos éteres contém a palavra **óxi** intercalada nos nomes dos dois grupos formadores do éter:



A nomenclatura usual contém a palavra **éter** seguida pelos nomes dos dois grupos, em ordem alfabética, e finalizada com a terminação **ílico**. (Há também nomes particulares.)



Exemplos:



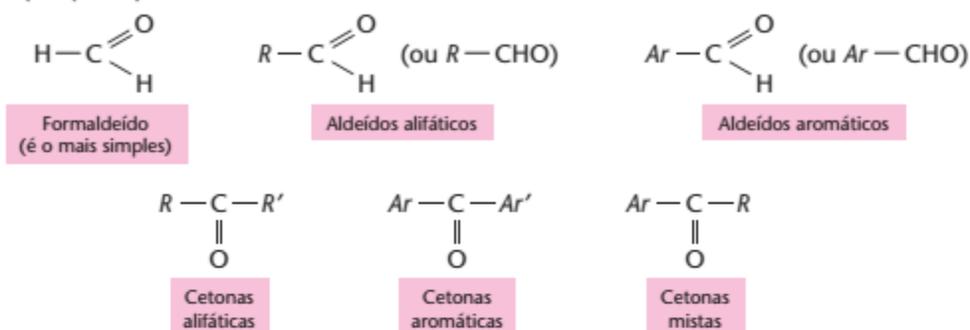
5.1. Definição

Aldeídos são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional $\text{—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$ e cetonas têm o grupo >C=O ligado a cadeias carbônicas.

O grupo funcional dos aldeídos $\text{—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$ ou abreviadamente —CHO— é denominado **aldoxila, metanoila ou formila**.

O grupo funcional das cetonas >C=O ou abreviadamente —CO— é denominado **carbonila**. Como a carbonila está presente, também, nos aldeídos, costuma-se chamar aldeídos e cetonas, em conjunto, de **compostos carbonílicos**.

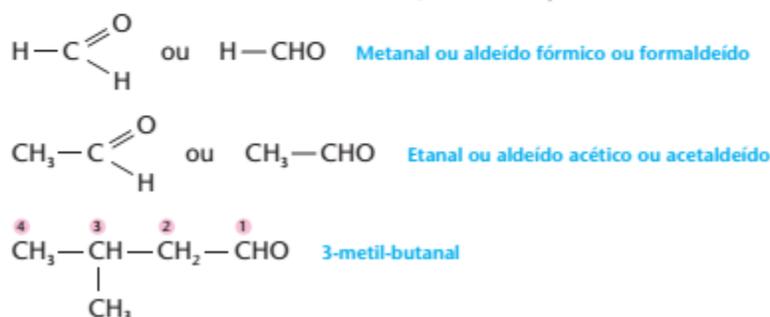
Os tipos principais de aldeídos e cetonas são:



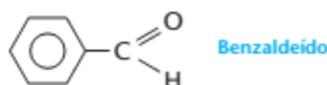
5.2. Nomenclaturas de aldeídos e cetonas

A nomenclatura IUPAC dos aldeídos é feita com a terminação **AL**. A cadeia principal é a **mais longa que inclui o grupo —CHO**, e a numeração é feita a partir desse grupo.

A nomenclatura usual é feita com a palavra **aldeído** e o nome do ácido carboxílico correspondente (a nomenclatura dos ácidos será vista mais adiante). Por exemplo:

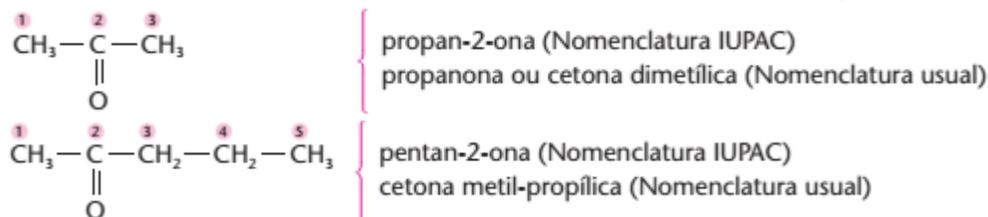


Como sempre existem nomes particulares, como, por exemplo:



A nomenclatura IUPAC das cetonas contém a terminação **ONA**. A cadeia principal é a **mais longa que inclui a carbonila**, e a numeração é feita a partir da extremidade mais próxima da carbonila.

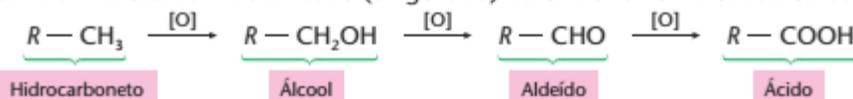
A nomenclatura usual das cetonas contém a palavra **cetona**, seguida dos nomes dos grupos ligados à carbonila, **em ordem alfabética**, e com a terminação **ílica**. Por exemplo:



6.1. Definição

Ácidos carboxílicos ou carboxilácidos são compostos orgânicos com um ou mais grupos $\text{—C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$ (ou, abreviadamente —COOH), ligados à cadeia carbônica.

O grupo funcional dos ácidos carboxílicos é denominado **carboxila** (carbonila + hidroxila). Sendo monovalente, a carboxila só pode aparecer em extremidades de cadeias ou de ramificações. A carboxila representa também o estado mais oxidado (oxigenado) do carbono numa cadeia carbônica:

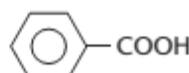


Os ácidos podem ser classificados em:

- **alifáticos e aromáticos**



Ácido acético
(alifático)



Ácido benzóico
(aromático)

- **monocarboxílicos (monoácidos), dicarboxílicos (diácidos) etc.**, conforme o número de carboxilas presentes na molécula:



Ácido acético
(monoácido)



Ácido oxálico
(diácido)

O ODOR DOS ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Os ácidos carboxílicos têm cheiro pronunciado e, em geral, desagradável. Assim, por exemplo:

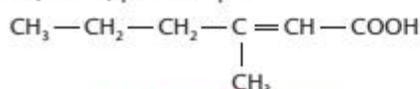
- $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ ácido butírico (do latim *butirum*, “manteiga” — com cheiro de manteiga rançosa)
 - $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$ ácido valérico (do latim *valere*, “planta valeriana” — é o que dá o cheiro ao queijo *roquefort*)
 - $\text{C}_3\text{H}_{11}\text{COOH}$ ácido caprónico
 - $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$ ácido caprílico
 - $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$ ácido cáprico
 - $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ácido esteárico (do latim *stear*, “sebo” — cheiro de sebo)
- (do latim *caper*, “cabra” — dão o cheiro característico das cabras)



EDUARDO SANTALUSTRA / OJO

De um modo geral, os ácidos monocarboxílicos, de cadeia longa e não-ramificada, saturados ou insaturados, são chamados de **ácidos graxos**, pois são encontrados em óleos e gorduras.

O odor de nossa transpiração — o chamado “cheiro de corpo” — é também devido, em parte, aos ácidos carboxílicos. De fato, nosso suor elimina muitas substâncias orgânicas, que são decompostas por bactérias existentes em nossa pele em compostos de odor desagradável, como, por exemplo:



Ácido 3-metil-2-hexenóico

É para neutralizar esses ácidos — e portanto seu odor — que muitos talcos e desodorantes contêm bicarbonato de sódio.

É interessante também lembrar que um cão reconhece seu dono pelo cheiro, pois o faro apurado do animal permite-lhe distinguir uma pessoa de outra.

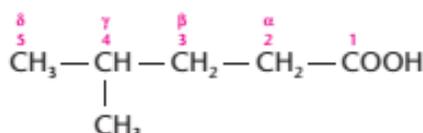
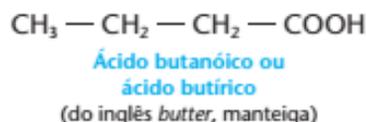
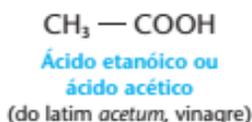


CHRIS BAKER / STONE-GETTY IMAGES

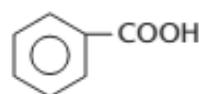
6.2. Nomenclatura dos ácidos carboxílicos

A nomenclatura IUPAC dos ácidos carboxílicos possui a terminação **ÓICO**. A cadeia principal é a **mais longa que inclui a carboxila**, e a numeração é feita a **partir do carbono da própria carboxila** (utiliza-se também uma antiga nomenclatura com as letras α , β , γ ... a partir do primeiro carbono após a carboxila).

A **nomenclatura usual** consagrou nomes antigos, que lembram produtos naturais onde os ácidos são encontrados. Exemplos:



Ácido 4-metil-pentanóico ou ácido γ -metil-pentanóico



Ácido benzóico

Como há ácidos carboxílicos de cadeias muito longas, é comum abreviar suas fórmulas. Por exemplo:

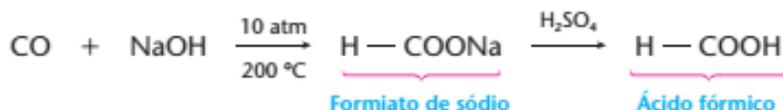


Fórmulas abreviadas

6.3. Dois ácidos carboxílicos importantes

a) Ácido fórmico

É um líquido incolor, cáustico, de cheiro forte e irritante. Seu nome deriva do fato de ser encontrado em certas formigas vermelhas. É o que nos causa inchaço e coceira quando somos picados por elas. **Industrialmente** é preparado pela reação:



O ácido fórmico é usado no tingimento de tecidos, na produção de outros compostos orgânicos, como desinfetante etc.

b) Ácido acético

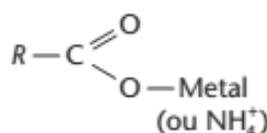
É um líquido incolor, de cheiro penetrante, de sabor azedo e solúvel em água, álcool e éter. É o responsável pelo sabor azedo do vinagre (*acetum* = vinagre).

Quando puro (e isento de água), o ácido acético congela a $16,7^\circ\text{C}$, tomando o aspecto de gelo. Daí o nome de **ácido acético glacial** dado ao ácido acético puro.

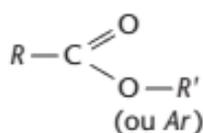


7 DERIVADOS DOS ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

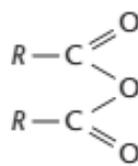
Os principais derivados dos ácidos carboxílicos são:



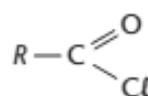
Sais



Ésteres



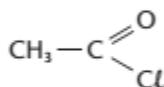
Anidridos



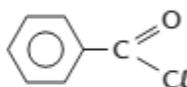
Cloretos de ácido

7.4. Cloretos dos ácidos carboxílicos

Os cloretos de ácido ou cloretos de acila derivam dos ácidos carboxílicos pela troca da oxidrila da carboxila pelo cloro. Seus nomes são formados pela palavra "cloreto", seguida do nome do radical acila:



Cloreto de etanoila ou
cloreto de acetila



Cloreto de benzoila

Na verdade, os cloretos de ácido não constituem uma função puramente oxigenada, pois, além de carbono, hidrogênio e oxigênio, eles contêm cloro. No entanto, costuma-se citá-los entre os derivados dos ácidos, porque substituem os ácidos carboxílicos em muitas de suas reações e ainda com vantagem, pois são mais reativos do que os próprios ácidos.

FUNÇÕES ORGÂNICAS NITROGENADAS

1 INTRODUÇÃO

Funções orgânicas nitrogenadas são as que contêm **nitrogênio**, além do carbono e do hidrogênio. Além desses três elementos, são comuns, também, funções contendo o oxigênio. Afinal, carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio são chamados de **elementos organógenos** porque são os principais formadores dos compostos orgânicos.

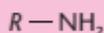
Como já dissemos, as funções orgânicas nitrogenadas mais importantes, e também as mais simples, são as aminas, amidas, nitrilas, isonitrilas e nitrocompostos. Muitas dessas substâncias têm grande relevância biológica, pois formam, por exemplo, as proteínas que são componentes essenciais dos seres vivos.

2 AMINAS

2.1. Definição

Aminas são compostos teoricamente derivados do NH_3 , pela substituição de um, dois ou três hidrogênios por grupos **alquila** ou **arila**.

Surge daí a classificação das aminas em **primárias**, **secundárias** ou **terciárias**:



Amina primária



Amina secundária

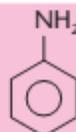


Amina terciária

Outra classificação usual é: **aminas alifáticas** ($R - \text{NH}_2$) e **aminas aromáticas** ($Ar - \text{NH}_2$). Por exemplo:



Amina alifática

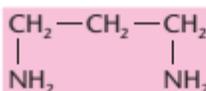


Amina aromática

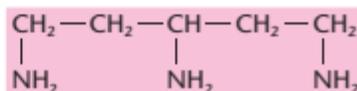
Por fim, as aminas também podem ser classificadas em: **monoaminas**, **diaminas**, **triaminas** etc., conforme o número de grupos amina na molécula. Por exemplo:



Monoamina



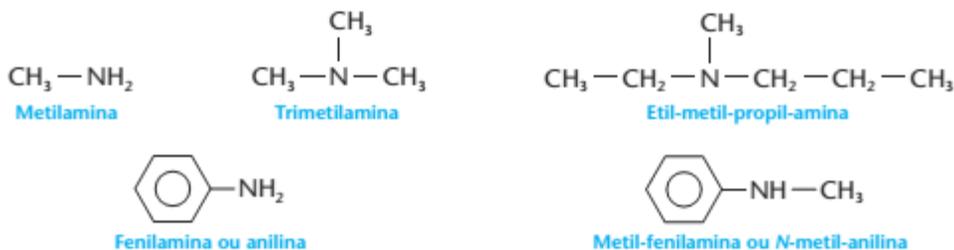
Diamina



Triamina

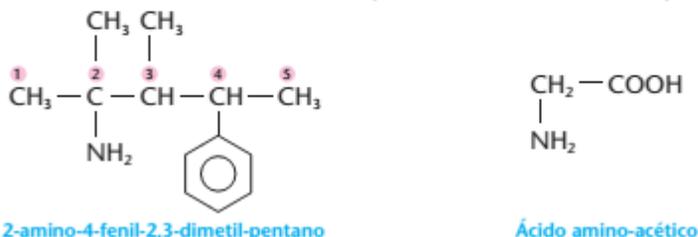
2.2. Nomenclatura das aminas

Os nomes das aminas são formados com a terminação **AMINA**. No entanto, são usados nomes especiais, principalmente para aminas aromáticas:



(Neste último exemplo, a letra *N* indica que o grupo metila está ligado ao nitrogênio.)

Em compostos mais complexos, pode-se considerar o grupo NH_2 como sendo uma ramificação da cadeia carbônica principal, indicando-o pelo prefixo **AMINO**. Neste caso, considera-se como cadeia principal a mais longa possível, iniciando-se a numeração a partir da extremidade mais próxima do grupo amina.

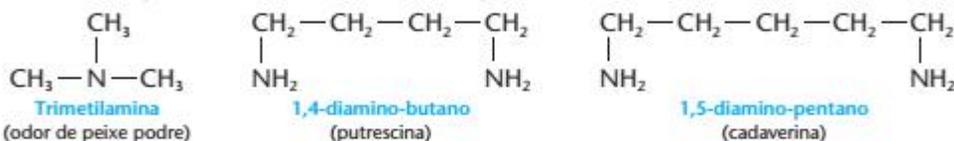


2.3. A presença das aminas em nossa vida

A função amina está presente nos **aminoácidos**, que são os formadores das **proteínas** — componentes fundamentais dos seres vivos:



Decorre daí a presença de aminas na decomposição de animais mortos:



A trimetilamina é o principal componente do forte cheiro do peixe podre. A putrescina e a cadaverina se formam na decomposição de cadáveres humanos.

Industrialmente, as aminas são usadas em certos tipos de sabão, na vulcanização da borracha e em inúmeras sínteses orgânicas. Em particular, as aminas aromáticas são importantíssimas na fabricação de corantes. Exemplos:



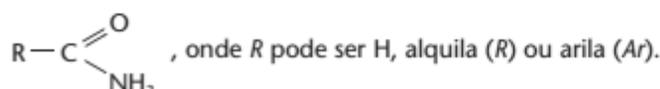
Muito importantes são também as **aminas cíclicas**, pois dão origem a um número enorme de **compostos heterocíclicos**. Por exemplo:

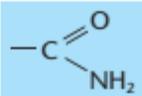


3.1. Definição

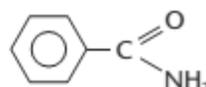
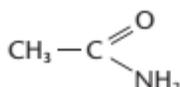
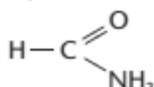
Amidas são compostos derivados teoricamente do NH_3 pela substituição de um hidrogênio por um grupo acila.

A fórmula geral de uma amida é:

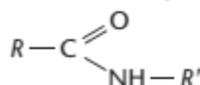


O grupo funcional de uma amida primária é, pois,  ou, abreviadamente, .

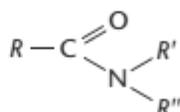
Por exemplo:



Ao contrário das aminas, não são comuns amidas com dois ou três radicais acila **no mesmo nitrogênio** (que seriam, então, amidas secundárias e terciárias). No entanto, são comuns amidas com radical alquila ou arila no nitrogênio:



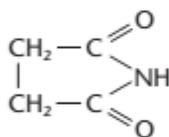
Amida N-monossubstituída



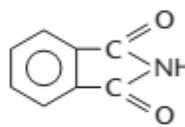
Amina N,N-dissubstituída

Esses são compostos mistos, **em parte amida, em parte amina**. A letra **N** (maiúscula) que aparece no nome indica **nitrogênio**.

São comuns também amidas secundárias cíclicas, denominadas **imidaz**:



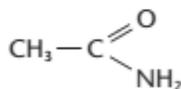
Succinimida



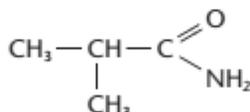
Ftalimida

3.2. Nomenclatura das amidas

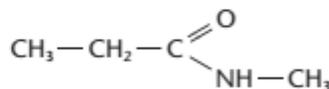
Os nomes das amidas derivam dos ácidos correspondentes, trocando-se a terminação **ÓICO** (da nomenclatura oficial dos ácidos carboxílicos) ou **ICO** (da nomenclatura usual dos ácidos carboxílicos) por **AMIDA**. Exemplos:



Etanamida
ou acetamida



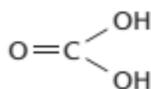
2-metil-propanamida
ou 2-metil-propionamida



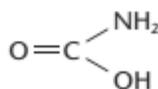
N-metil-propanamida
ou N-metil-propionamida

3.3. A presença das amidas em nossa vida

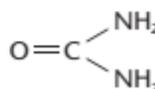
A amida mais importante no cotidiano é a **uréia**, que é uma diamida do ácido carbônico:



Ácido carbônico
(instável)



Monoamida de ácido carbônico
ou ácido carbâmico (instável)



Diamida do ácido carbônico
ou uréia (estável)

A uréia é um sólido branco, cristalino, solúvel em água e constitui um dos produtos finais do metabolismo dos animais, sendo eliminada pela urina.

Muito importante, a uréia é largamente usada como adubo, na alimentação do gado, como estabilizador de explosivos e na produção de resinas e medicamentos (sedativos, hipnóticos etc.).

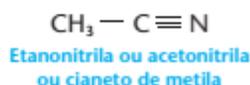
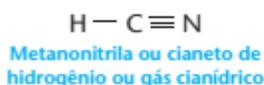
4 NITRILAS

4.1. Definição

Nitrilas (ou **cianetos**) são compostos contendo o grupo funcional $\text{— C} \equiv \text{N}$.

O próprio **ácido cianídrico** ($\text{H—C} \equiv \text{N}$) pode ser considerado como a nitrila mais simples, o que originou o nome **cianetos** para as demais.

Os nomes são feitos ou com a terminação **nitrila** ou com a palavra **cianeto**:



As nitrilas alifáticas com até catorze átomos de carbono são líquidas. Elas são tóxicas, mas em menor grau que o HCN.

Uma nitrila insaturada importante é a **acrilonitrila** ($\text{CH}_2 = \text{CH—CN}$), muito usada na fabricação de polímeros acrílicos, como, por exemplo, as lãs sintéticas denominadas **orlon**. As lãs sintéticas são apropriadas para a confecção de agasalhos e cobertores.



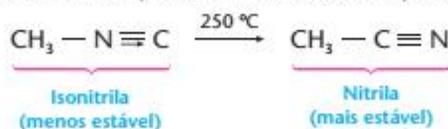
Cobertor feito de lã sintética, um polímero acrílico.

5 ISONITRILAS

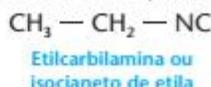
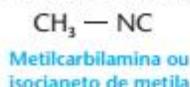
5.1. Definição

Isonitrilas (ou **isocianetos**, ou **carbilaminas**) são compostos contendo o grupo funcional $\text{— N} \equiv \text{C}$. Elas derivam do hipotético **ácido isocianídrico** ($\text{H—N} \equiv \text{C}$), vindo daí o nome **isocianetos**.

As isonitrilas são isômeras das nitrilas, porém menos estáveis que estas:



Os nomes são feitos ou com a terminação **carbilamina** ou com a palavra **isocianeto**:



As isonitrilas mais simples são líquidos incolores, pouco solúveis em água, muito tóxicos e de cheiro extremamente desagradável.

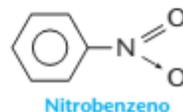
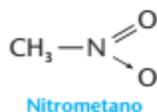
6 NITROCOMPOSTOS

6.1. Definição

Nitrocompostos são substâncias que contêm um ou mais grupos — NO_2 na molécula.

Os nitrocompostos são isômeros dos nitritos (R—O—NO). A classificação mais importante é a que os divide em **alifáticos** (R—NO_2) e **aromáticos** (Ar—NO_2), cujas preparações e propriedades são bem diferentes.

Os nomes são obtidos com o prefixo **nitro**:



EXPLOSIVOS

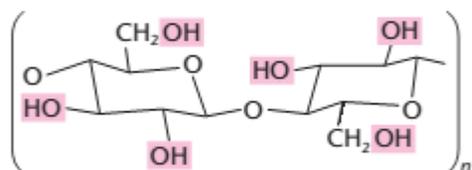
A evolução da Química Orgânica deu origem a muitas indústrias importantes. Um exemplo é a fabricação de explosivos. Considera-se como **explosivo** toda substância capaz de se decompor rapidamente, com expansão súbita de gases e grande liberação de energia. Do ponto de vista químico, é interessante notar que a grande maioria dos explosivos modernos são substâncias orgânicas que contêm o elemento nitrogênio.

No século IX, os chineses inventaram a **pólvora**, que é uma mistura de aproximadamente 65% de salitre (NaNO_3), 20% de carvão e 15% de enxofre, em massa. Inicialmente, eles a usavam apenas para produzir fogos de artifício.

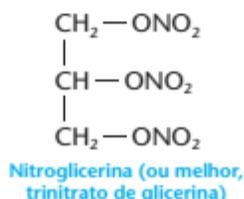
Foi provavelmente o alemão Berthold Schwarz (1310-1384) quem inventou o canhão, trazendo a pólvora para as operações bélicas.

Apesar de várias melhorias, como a substituição da pólvora pulverulenta pela pólvora granulada, em 1425, podemos dizer que a pólvora foi o único explosivo eficiente de que a humanidade dispôs durante vários séculos.

Em 1838, começa a era moderna dos explosivos, quando o químico francês Théophile Jules Pelouse (1807-1867) conseguiu preparar a **nitrocelulose**. Em 1846, o químico alemão Christian Schönbein verificou que a celulose trinitrada é altamente explosiva. A celulose é um polímero natural, cuja estrutura é a repetição da unidade $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, que mostramos abaixo. Em cada uma dessas unidades existem três oxidrilas. O ácido nítrico pode reagir com uma, duas ou três oxidrilas, originando vários tipos de nitrocelulose, cujo caráter inflamável e explosivo aumenta com a elevação do teor de nitrogênio na molécula.



Em 1847, o químico italiano Ascanio Sobrero (1812-1888) preparou a **nitroglicerina**, a partir da glicerina, que é um subproduto abundante da fabricação do sabão. Ele verificou então que a nitroglicerina é um líquido que explode com extrema facilidade por aquecimento ou por uma simples pancada. A aplicação desse explosivo retardou-se por vários anos, devido a explosões violentas com mortes e ferimentos de pessoas que o tentavam fabricar, estocar e utilizá-lo.



Finalmente, em 1867, o químico sueco Alfred Bernhard Nobel conseguiu uma forma segura de usar a nitroglicerina ao inventar a **dinamite**, que é uma mistura de 75% de nitroglicerina e 25% de terra diatomácea (terra diatomácea, terra infusória ou *kieselguhr* é um pó proveniente de algas unicelulares que são providas de paredes silicosas).

Na ocasião, Nobel inventou também a espoleta de fulminato de mercúrio, $\text{Hg}(\text{ONC})_2$, para provocar a explosão da dinamite. Com essas inovações, a produção de nitroglicerina passou de 11 toneladas no ano de 1867 para 1.350 toneladas em 1872.

Alfred Bernhard Nobel nasceu em Estocolmo (Suécia) em 1833 e faleceu em San Remo (Itália) em 1896. Seu pai era engenheiro, inventor e se dedicava à fabricação de explosivos. Como consequência de várias explosões, o pai de Nobel perdeu alguns auxiliares, seu próprio filho mais novo e sua fortuna. Perseguido em seu país, fugiu para a Rússia com a família. Lá reconquistou a fortuna produzindo explosivos para a guerra da Criméia e explorando petróleo no Cáucaso. Com isso, o filho Alfred Nobel conseguiu estudar na Rússia e depois nos Estados Unidos e na França, especializando-se em explosivos.

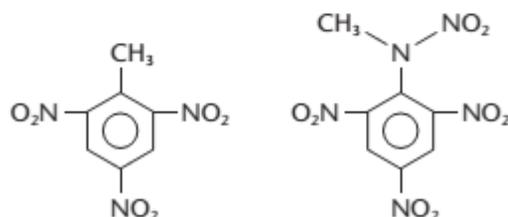


Alfred Bernhard Nobel.

Após a invenção da dinamite em 1867, Nobel inventou em 1875 a **dinamite gelatinosa** ou **gelatina explosiva**, que é uma mistura de nitroglicerina, nitrocelulose e solventes. Em 1889, chegou a um tipo de **pólvora sem fumaça**, misturando nitroglicerina, nitrocelulose, solventes e geléia de petróleo. Na época, o consumo de explosivos aumentou muito, devido à crescente construção de túneis, ferrovias etc. Com suas fábricas de explosivos, com os rendimentos de suas patentes e com a exploração de petróleo na Rússia, Nobel acumulou enorme fortuna. No final da vida, entristecido com o crescente uso bélico dos explosivos que havia inventado, ele deixou toda sua fortuna, em testamento, para a Fundação Nobel, instituindo por meio dela o **Prêmio Nobel**. Esse prêmio é concedido anualmente, desde 1901, às pessoas que "tragam o maior benefício à humanidade nos campos da Física, da Química, da Medicina, da Literatura e da Paz Mundial" (a partir de 1969, foi acrescentado o Prêmio Nobel de Economia).

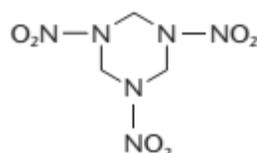
No final da vida, sofrendo de angina e com vários ataques cardíacos, Nobel foi medicado (ironia do destino) com nitroglicerina, que até hoje é usada como vasodilatador coronário.

No início do século XX, principalmente em função da Primeira Guerra Mundial, foram inventados novos e mais poderosos explosivos, como o **TNT**, o **tretil** e o **RDX**:



Trinitrotolueno (TNT)

N-metil-2,4,6-trinitrofenil-nitramina (tretil)



Ciclotrimetileno-trinitro-amina (RDX)