# acidos carboxilicos

Química Orgânica

3-

Ácidos Carboxílicos

26

ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

3.1- Estrutura dos Ácidos Carboxílicos
Os ácidos carboxílicos são compostos caracterizados pela presença do grupo
carboxila (COOH), resultante da união dos grupos carbonila e hidroxila e
representa o estado de oxidação de um carbono primário imediatamente acima do
de um aldeído. O grupo carboxila sempre estará na extremidade da cadeia:
O
C
OH

Os ácidos formam ligações hidrogênio ainda mais fortes do que os álcoois,
porque as ligações O−H estão mais fortemente polarizadas e a ponte de hidrogênio
pode se ligar ao oxigênio mais negativo da carbonila ao invés de se ligar a um
oxigênio de outra hidroxila.
3.2- Nomenclatura dos Ácidos Carboxílicos
3.2.1 Nomenclatura oficial IUPAC: de acordo com a IUPAC, a nomenclatura
dos ácidos carboxílicos utiliza o sufixo "ÓICO":

ÁCIDO +

Nome do
Alcano

–O
+ ÓICO

Sua nomenclatura segue as mesmas regras dos aldeídos. Deste modo, se no
composto existirem insaturações e/ou ramificações, elas devem ser indicadas no
nome, iniciando-se a numeração dos carbonos na extremidade em que se localiza
a carboxila. Exemplos:
CH3
H 3C
H2
H 2C
C
CH2
CH3

C
C
H

CH3
H
C
CH2

O
C
OH

CH3

Ácido 3 terc-butil 2 etil heptanóico

HC

C

H2
C

O
C
OH

Ácido but-3-inóico

Química Orgânica

O
C

H2
C

H2
C

Ácidos Carboxílicos

O

O

C

C

HO

27

OH

OH
Ácido butanodióico

Ácido benzóico

Muitos dos ácidos carboxílicos comuns foram inicialmente isolados de fontes
naturais, especialmente de gorduras, daíserem freqüentemente chamados de
"ácidos graxos".
3.2.2 Nomenclatura Usual: os nomes usuais (vulgares), utilizados antes de
serem conhecidas suas estruturas químicas, referem-se à origem natural e não às
estruturas. Assim, a irritação causada por uma mordida de formiga é devida em
parte ao ácido fórmico (do latim formica, formiga); o principal ingrediente do vinagre
é o ácido acético (do latim acetum, vinagre); o ácido butírico (do latim butirum,
manteiga) dá o odor característico da manteiga rançosa; o ácido valérico foi isolado
da raiz da valeriana (do latim valere, ser forte); e os ácidos capróico, caprílico e
cáprico são os responsáveis pelo odor tão pouco agradável das cabras.
Os nomes usuais de alguns ácidos carboxílicos importantes são apresentados
na Tabela 3.1.
Tabela 3.1- Exemplos da nomenclatura usual (vulgar) de alguns ácidos carboxílicos
ÁCIDOS MONOCARBOXÍLICOS

ÁCIDOS DICARBOXÍLICOS

NOME USUAL

FÓRMULA
ESTRUTURAL

NOME USUAL

FÓRMULA
ESTRUTURAL

Fórmico

CHOOH

Oxálico

HOOC−COOH

Acético

CH3COOH

Malônico

HOOC−CH2−COOH

Propiônico

CH3CH2COOH

Succínico

HOOC−(CH2)2−COOH

Butírico

CH3CH2CH2COOH

Glutárico

HOOC−(CH2)3−COOH

Valérico

CH3CH2CH2CH2COOH

Adípico
(hexanodióico)

HOOC−(CH2)4−COOH

Capróico
(hexanóico)

CH3(CH2)4COOH

Pimélico
(heptodióico)

HOOC−(CH2)5−COOH

Caprílico
(octanóico)

CH3(CH2)6COOH

Maléico

HOOC−CH=CH−COOH
(cis)

Cáprico
(decanóico)

CH3(CH2)8COOH

Fumárico

HOOC−CH=CH−COOH
(trans)

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

28

PRINCIPAIS ÁCIDOSCARBOXÍLICOS
• Ácido metanóico (ácido fórmico): é um líquido incolor de cheiro irritante e
bastante corrosivo, muito conhecido como ácido fórmico. Historicamente, foi
obtido a partir da maceração de formigas e posterior destilação. Algumas formigas
contêm grandes quantidades desse ácido e por meio da picada, produz uma reação
alérgica no tecido humano, caracterizada pela formação de edema e coceira intensa.
Uma das principais aplicações do ácido fórmico é como fixador de pigmentos e
corantes em tecidos como algodão, lã e linho.
O
H

C
OH

Ácido metanóico (ác. fórmico)

• Ácido etanóico (ácido acético): Vulgarmente conhecido como ácido acético,
é um líquido incolor à temperatura ambiente, apresenta cheiro irritante e sabor azedo,
tendo sido isolado, pela primeira vez, a partir do vinho azedo (acetum = vinagre).
O principal componente do vinho é o etanol, que, em contato com o oxigênio
do ar, se oxida e dá origem ao ácido acético. A oxidação do etanol é o método
industrial mais comumente utilizado para a produção desse ácido. O vinagre, usado
como tempero na alimentação, é uma solução aquosa que contém de 6,0 % a 10,0 %
em massa de ácido acético. O ácido acético é, também, uma importante matériaprima para a produção de polímeros e essências artificiais.
O
H 3C

C
OH

Ácido etanóico (ác. acético)

3.3- Propriedades dos Ácidos Carboxílicos
•

Pontos de Fusão e Ebulição: Os ácidos monocarboxílicos mais simples são

líquidos à temperatura ambiente, enquanto que os dicarboxílicos são sólidos. Em
comparação com outras classes de compostos com peso molecular semelhantemostram pontos de fusão e de ebulição muito mais altos. Este dado é atribuído à forte
associação intermolecular através de ligações hidrogênio.

Química Orgânica

•

Ácidos Carboxílicos

29

Solubilidade em água: A solubilidade dos ácidos em água é mais ou menos

semelhante à dos álcoois, aminas e outros compostos que são solvatados pela água
através da formação de ligações hidrogênio. Os ácidos fórmico, acético, propiônico e
butírico são completamente miscíveis em água. Os ácidos isobutírico e valérico têm
solubilidades menores e os ácidos superiores são praticamente insolúveis em água.
•

Odor: Os ácidos fórmico e acético têm cheiro agudo, irritante e paladar

azedo, ácido. Os ácidos monocarboxilicos de até 12 carbonos apresentam um odor
muito desagradável. Entretanto, em pequenas concentrações eles são responsáveis
por muitas fragrâncias deliciosas; o queijo Roquefort não seria o mesmo sem o ácido
valérico. As pessoas, por apresentarem pequenas variações em seu metabolismo,
secretam diferentes ácidos carboxílicos, de baixa massa molar, o que acarreta
cheiros diferentes. O metabolismo de cada pessoa é um pouco diferente e a
composição dos ácidos graxos na pele é, portanto, diferente. Os cães, de modo
geral, apresentam o sentido do olfato muito desenvolvido e são capazes de
reconhecer as pessoas pelo cheiro. Um cão pode diferenciar uma pessoa da outra
porque pode detectar a composição aproximada da mistura de ácidos carboxílicos
de baixo peso molecular que são um produto do metabolismo do indivíduo e que
estão sempre presentes em sua pele.
3.4- Aplicações dosÁcidos Carboxílicos
Todos os ácidos apresentados na Tabela 3.1 são disponíveis para uso
comercial como intermediários sintéticos. O mais importante de todos é o ácido
acético, usado como reagente e solvente, tanto em processos industriais como em
laboratório. O ácido acético é comercializado na forma de ácido acético glacial
(≅ 99,5%), assim chamado porque em dias muito frios ele se transforma em um
sólido com aspecto de gelo.
Muitos

ácidos

e

seus

derivados

são

encontrados

na

Natureza

e

desempenham papéis importantes no metabolismo animal e vegetal. O ácido
acético, produto final de fermentação, é um constituinte fundamental para a
biossíntese de uma grande variedade de produtos naturais, desde ácidos graxos até
a borracha natural.

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

30

3.5- Derivados Diretos de Ácidos Carboxilicos
3.5.1 Sais: os sais de ácidos carboxílicos caracterizam-se pela presença do
ânion carboxilato:
O
C
O

Esse ânion, por sua vez, é derivado de um ácido carboxílico que no sal está
unido a um cátion proveniente de um metal ou amônio. O sal de ácido carboxílico
pode ser obtido pela reação entre um ácido carboxílico e uma base:
O
R

O
XOH

+

C

R

+

C

OH

H 2O

OX

A nomenclatura oficial IUPAC desses sais segue as mesmas regras utilizadas
na Química Inorgânica; como os nomes dos ácidos carboxílicos terminam em
"ICO", seus ânions terão o nome terminado em "ATO". Os sais assim obtidos são
compostos iônicos, portanto, apresentam todas as características dos compostos
iônicos.
Exemplos:
O
H3 C

ONH4OH

+

C
OH

Ácido etanóico
(ácido acético)

H 3C

Hidróxido
de Amônio

H3 C

ONH4
Etanoato de amônio
(acetato de amônio)

O

H2
C

+ NaOH

C
OH

Ácido propanóico
(ácido propiônico)

Hidróxido
de sódio

H2
C

H3C

KOH

OH
Ácido metanóico
(ácido fórmico)

+

C

H2O

O
+

C

O

ONa
Propanoato de sódio
(propionato de sódio)

O
H

H2O

+

C

Hidróxido
de potássio

H

C

+

OK
Metanoato de potássio
(formiato de potássio)

H 2O

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

31

Os sais dos ácidos carboxílicos têm as propriedades que seriam de se
esperar: altos pontos de fusão e baixa solubilidade em solventes orgânicos. Os sais
de sódio dos ácidos que contêm 12 ou mais carbonos são pouco solúveis em água.
Uma aplicação farmacêutica: Um dos produtos mais utilizados para devolver
gradualmente a cor aos cabelos grisalhos é o Grecin, que consiste numa solução
incolor de acetato de chumbo (Pb(CH3COO)2). Quando aplicada aos cabelos, o
íon chumbo (Pb2+) reage com o enxofre presente nas proteínas do cabelo,
formando sulfeto de chumbo (PbS), de cor preta. Repetidas aplicações originam mais
PbS, provocando o escurecendo dos cabelos. Porém, é importante salientar que o
acúmulo de chumbo no organismo pode provocar uma

doença

chamada

“Saturnismo”.
3.5.2 Anidridos: O seu grupo funcional pode ser representado por:
O
C
O
C
O

De acordo com a nomenclatura oficial IUPAC:

ANIDRIDO +

–O

Nome do
Alcano

+ ÓICO

Exemplos:
O

O
C

CH3

O

C

H2
C

C

CH3

CH3

O
CCH3

O
Anidrido etanóico
(anidrido acético)

O
Anidrido etanóico-propanóico
(anidrido acético-propiônico)

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

O

32

O
C

CH2

C
O

O
C

C

CH2
O

O

Anidrido o-benzenodióico
(anidrido ftálico)

Anidrido butanodióico
(anidrido succínico)

Os principais anidridos de ácidos carboxílicos são obtidos por meio de
uma desidratação intermolecular desses ácidos:
O
R

OH
O
R

O

C

R

Desidratação

C
O

(- H2O)

R

C

C

O

OH
2 moléculas de
ácido carboxílico)

1 molécula
de anidrido

Esses compostos apresentam o mesmo nome que o ácido de origem:
O
H3C

C

H3 C
OH
O

H3C

O

C

C

Desidratação

O
H3C

OH
2 moléculas de
ácido acético

C
O

1 molécula de
anidrido acético

Aplicações dos anidridos: Dentre os anidridos mais importantes destacam-se
o anidrido acético e o anidrido ftálico.
O anidrido acético é usado principalmente em:
• Reações de acetilação (síntese de aspirina, acetato de celulose etc.)

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

33

• Produção de filmes fotográficos
• Fabricação de fibras têxteis
O anidrido ftálico é usado principalmente em:
• Fabricação de resinas e plastificantes
• Síntese da fenolftaleína e outros corantes
Propriedades Físicas: O anidrido acético é um líquido incolor de cheiro forte e
irritante, pouco solúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos e um reagente
utilizado na produção da aspirina. Já sua reação com a celulose do algodão ou da polpa
da madeira origina o Rayon, utilizado na produção detecidos, filmes fotográficos e
celofane.
Os anidridos de massa molecular elevada se apresentam como sólidos de baixo
ponto de fusão. Por não formarem ligações de hidrogênio, os anidridos têm pontos de
ebulição e solubilidade em água menores que outros compostos de igual massa
molecular, que formam tais ligações.
3.6-

Reações com Ácidos Carboxílicos

3.6.1 Reação com álcoois (Esterificação)
Uma das reações mais importantes dos ácidos é a esterificação, ou seja, a
formação de ésteres. Ocorre através da reação de um ácido com um álcool, a frio, em
Solv. Polar
âŽ¯
→ H+ + HSO4−
presença de H2SO4 concentrado: H2SO4 âŽ¯âŽ¯âŽ¯âŽ¯

O
H3C

+

C

H2
C

HO

O
H3C

CH3

C

OH
H2
HO
C

OH
Ác. etanóico
(ác. acético)

Álcool etílico
(etanol)

O
H3C

+

C
O
H

CH3

H2
C

CH3

H
OH
HSO4

O
H3 C

+

C
O

H2
C

Etanoato de etila
(acetato de etila)

CH3

H2O + H2SO4

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

34

3.6.2 Reação com Bases Inorgânicas

Uma reação ácido-base, com formação de um sal e água, ocorre quando se
coloca um ácido carboxílico em contato com uma base inorgânica. Os ácidos
carboxílicos, quando reagidos com bases inorgânicas resultam sais orgânicos, através
de uma simples reação de salificação.
Exemplo: O hidróxido de sódio (base forte) reage formando um sal de sódio.
NaOH

solv. polar

Na

+

OH

O
R

O

C

O

H

+

OH

R

C

O
R

+

O

H2 O

O

C

+

O

R

Na

C

ONa

O equilíbrio está mais para o lado do sal, neste caso, porque o hidróxido de sódio
é umabase mais forte. Quanto mais forte for o ácido ou a base, mais o equilíbrio
favorece o sal.
3.6.3 Reação com Amônia

Reagindo-se um ácido carboxílico com a amônia a uma temperatura adequada,
obtemos uma amida.
O
H 3C

O

H

C

OH

+

N

H3C

H

C

H

OH

N
H

H
H

O
H3C

O
+

C

H
H

H3C

C

+
NH2

N
H

OH

Etanamida
(acetamida)

H2 O

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

35

3.7 Métodos de Preparação de Ácidos Carboxílicos

O fato de o grupo carboxila ser um dos grupos funcionais mais comuns,
estáveis e estudados, reflete-se no grande número de métodos de preparação.
Veremos, a seguir, uma revisão sumária de alguns métodos mais comuns de
preparação de ácidos carboxílicos.
3.7.1 Carbonatação de um reagente organo-metálico

Um método importante de preparo de ácidos carboxílicos é o tratamento de
um composto organo-metálico com dióxido de carbono. Os reagentes de Grignard
podem ser preparados a partir de halogenetos (cloretos, brometos e iodetos
aromáticos e alifáticos) primários, secundários ou terciários e podem ser
carbonatados com bons rendimentos.
CH3
H 3C

C

CH3
Cl

Mg

+

H3C

CH3

C

Mg

CH3
CH3

CH3
solv. polar

H 3C

C

Mg

H 3C

Cl

H 3C

CH3

CH3
H 3C

C
CH3

CH3

O
+

C

H3C

C

MgCl

C

OH
CH3

MgCl

O

OH

H
H 3C

+

C

CH3

C
O

C

O

CH3

O

O

MgCl

+

C
CH3

CH3

CH3

Cl

+

C
O

MgOHCl

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

36

3.7.2 Hidrólise de cloretos de acila, ésteres,anidridos
3.7.2.1 Hidrólise de cloretos de acila: Esta reação acontece com

mecanismo SN2, em uma única etapa, sem a formação de um carbocátion.
O

O
Exemplo:

H3C

+

C

H2O

H3C

+

C
OH

Cl
O
H3C

O

H

C

O

+

Cl

HCl

H3 C

C

H

O
+

O

H

Cl

H3 C

+

C

H

HCl

OH

3.7.2.2 Hidrólise ácida de ésteres: Neste processo obtêm-se álcoois e

ácidos orgânicos.
solv. polar
Hidrólise ácida: H2SO4 âŽ¯âŽ¯âŽ¯âŽ¯→
H+ + HSO4−

O

O
H3C

H

C

H3C

HSO4

Etanoato de etila
(acetato de etila)

O

+

C

C

HSO4

Álcool etílico
(etanol)

C 2H 5

O
H3C

+

C2H5OH

O
+

H

HSO4

H3C

OH

+

C

H2SO4

Ácido acético OH
(ácido etanóico)

solv. polar
3.7.2.3 Hidrólise de anidridos: H2SO4 âŽ¯âŽ¯âŽ¯âŽ¯→
H+ + HSO−4

O
R

H

O
R1

R

+

C

HSO4

C

Anidrido

O

O

C

R1

HSO4

Ácido carboxílico

O

C

+

OH

O
R1

C

O
+

HSO4

H
OH

R1

C

+

OH
Ácido carboxílico

H2SO4

Química Orgânica

Ácidos Carboxílicos

37

Exercícios
1) Escrever as fórmulas estruturais planas dos ácidos carboxílicos:

a) Ácido 4 butil 3 etil pentanóico;
b) Ácido 2,3 etil 2metil butanóico;
c) Ácido etanodióico.
2) Denominar os ácidos carboxílicos:
O
a)

OH
O

b)

H3C
H2
C
C

H
C
C
H

HO

CH3
H
C

O
C
OH

CH3

3) A fórmula estrutural da substância encontrada no suor responsável

pelo mau cheiro é representada a seguir. Apresentar o nome dessa substância.
O
H3 C

H2
C

H2
C

C
CH3

C
H

C
OH