

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA

Caderno de Apoio às Aulas Teórico-práticas

Módulo Química Orgânica

Química Geral

Inês Isabel Barata Leitão

Miguel Pedro Mourato

Maria Luisa Louro Martins

2017/2018

Índice

Protocolos para trabalhos práticos.....	3
Trabalho Prático I	4
Exercícios	13
I. Nomenclatura	14
II. Estrutura e Ligação Química	16
III. Isomeria.....	18
IV. Polarização de ligações.....	20
V. Reatividade dos compostos orgânicos	22
VI. Exercícios Globais	24

Protocolos para trabalhos práticos

Trabalho Prático I

Reatividade de álcoois, aldeídos e cetonas

I - Reatividade dos álcoois

As reações dos **álcoois** decorrem fundamentalmente de dois tipos de comportamento, como ácido, correspondente à rutura da ligação O–H, ou como base, quando se dá a rutura da ligação C–OH. Assim, os álcoois são anfóteros, isto é, consoante o meio podem atuar como ácidos ou como bases (não reagindo em meio neutro). Esta reatividade pode ser esquematizada da seguinte forma:

Rutura da ligação O–H em presença de uma base (ou de um metal muito eletropositivo):

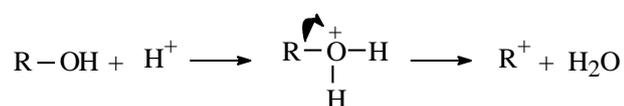


ou



A facilidade de quebra desta ligação **decrece** dos álcoois primários para os terciários.

Rutura da ligação R–O em meio ácido:

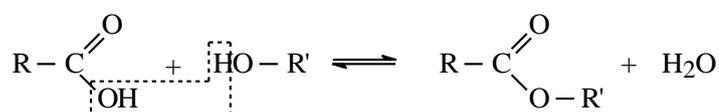


A facilidade de quebra desta ligação **umenta** dos álcoois primários para os terciários.

Os álcoois podem ainda estar envolvidos em reações de esterificação, isto é, uma reação que ocorre entre álcoois e ácidos.

Nas **reações de esterificação**, os álcoois reagem com os ácidos originando derivados que no caso dos ácidos orgânicos se designam **ésteres orgânicos**; por analogia, os derivados da reação com os ácidos inorgânicos designam-se geralmente **ésteres inorgânicos**.

Na reação de esterificação, os álcoois reagem com os ácidos orgânicos, manifestando um comportamento de ácidos fracos, que pode ser representado pelo seguinte esquema reacional:

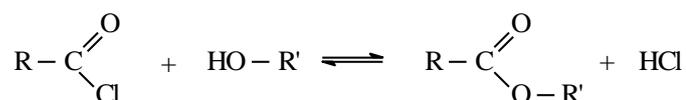


O mecanismo da reação não é rigorosamente o mesmo em todos os casos; no entanto, quase sempre a molécula de água é formada a partir do H funcional do álcool e do hidroxilo do ácido, pelo que ocorre o comportamento de ácido pelos álcoois. A reação é lenta, podendo ser acelerada pela presença de iões H^+ (vestígios de um ácido inorgânico); e é reversível, designando-se hidrólise a reação inversa. A maior reatividade dos álcoois primários confirma que se trata, neste caso, da rutura da ligação O–H (e não C–O).

A reação é praticamente atérmica (calor de reação nulo), pelo que a temperatura não modifica a composição final da mistura em equilíbrio; no entanto, a elevação de temperatura permite atingir o equilíbrio muito mais rapidamente.

Para se deslocar o equilíbrio no sentido favorável à formação do éster, deve-se utilizar um dos reagentes em excesso ou eliminar um dos produtos da reação à medida que ele se forma; em geral, consegue-se a esterificação completa por eliminação da água produzida.

A substituição do ácido por um dos seus derivados funcionais (anidridos ou halogenetos, sobretudo cloretos) favorece o rendimento da reação. A reação dos álcoois com um cloreto de ácido pode ser esquematizada da seguinte forma:

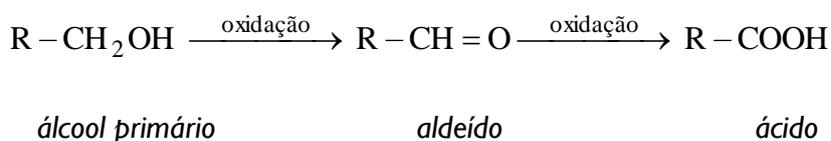


Os álcoois terciários podem dar uma reação diferente, por poderem favorecer a rutura da ligação R–O (em vez de O–H).

Reação de oxidação dos álcoois

A função álcool é oxidada pelos oxidantes usuais ($KMnO_4$ ou $K_2Cr_2O_7$, em meio ácido). No caso dos álcoois, quando o agente oxidante é o $K_2Cr_2O_7$, esta oxidação pode ser detetada pela alteração de cor resultante da sua redução. A coloração da solução passa de amarela para esverdeada, quando se dá a redução do ião $Cr_2O_7^{2-}$ (amarelo) a Cr^{3+} (verde).

Os álcoois primários são oxidados a aldeídos, os quais podem, na sequência da reação, ser oxidados a ácido.



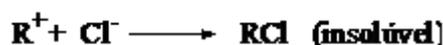
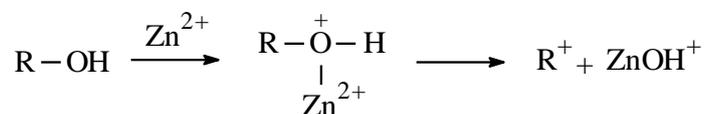
1.2. Carácter básico (Rutura da ligação C–OH) - Preparação de ésteres inorgânicos

A reação dos álcoois com ácidos como o HCl, ilustra de forma muito nítida o seu comportamento em meio ácido:



em que, R–Cl é um cloreto de alquilo (éster inorgânico insolúvel).

A reação pode ser efetuada, ainda mais eficazmente, fazendo intervir uma solução de ZnCl₂, que com o HCl vai constituir o reagente de Lucas (ver em anexo a sua preparação). Os iões de Zn²⁺ vão fixar-se, através das suas orbitais não preenchidas, sobre um dos dupletos do oxigénio; trata-se de uma catálise ácida de Lewis:



Após adicionar o reagente de Lucas a cada álcool, observar-se-á que:

- A reação dos álcoois primários não chega a manifestar-se ao longo da aula (não se observa precipitação);
- A reação dos álcoois secundários demora aproximadamente 10 min (só com aquecimento é que aparece precipitação);
- A reação dos álcoois terciários é praticamente instantânea (forma-se precipitado imediatamente).

Esta possibilidade de caracterização do tipo de álcool pelo teste de Lucas decorre do facto de a insolubilidade do cloreto de alquilo (*éster inorgânico*) formado se traduzir no aparecimento de turvação.

Modo Operatório

Para cada um dos 3 tipos de álcool, executar o seguinte modo operatório:

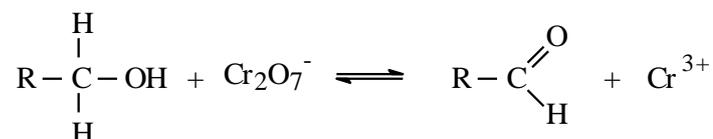
1. Num tubo de ensaio colocar 1 mL de álcool (fazer 1 tubo para cada álcool)
2. Adicionar 4 mL de reagente de Lucas
3. Agitar e deixar repousar

4. Verificar se há formação do éster
(aquecer em banho-maria, se necessário)

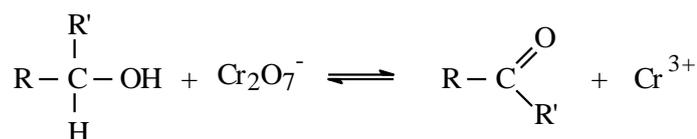
1.3. Oxidação dos álcoois (carácter redutor)

A reação de oxidação dos álcoois será efetuada utilizando, como agente oxidante, o dicromato de potássio, $K_2Cr_2O_7$, a 10 % em meio ácido, juntando H_2SO_4 e a quente. Observar-se-á, nos casos do álcool primário e álcool secundário, a alteração de cor da solução, de laranja (presença do ião $Cr_2O_7^{2-}$) a verde (ião Cr^{3+}).

- com o álcool primário a solução passa de amarelo a verde (por formação do aldeído)



- com o álcool secundário a solução passa de amarelo a verde, mais lentamente (por formação da cetona)



- com o álcool terciário a solução não muda de cor (fica amarelo) indicando que não ocorre oxidação deste álcool.

Modo Operatório

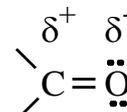
Para cada um dos 3 tipos de álcool, executar o seguinte modo operatório:

- I. Coloque num tubo de ensaio 5 gotas de álcool (fazer 1 tubo para cada álcool)
 1. Adicionar 10 gotas de H_2SO_4 diluído
 2. Adicionar 2 gotas de $K_2Cr_2O_7$
 3. Verificar se ocorre alteração de cor

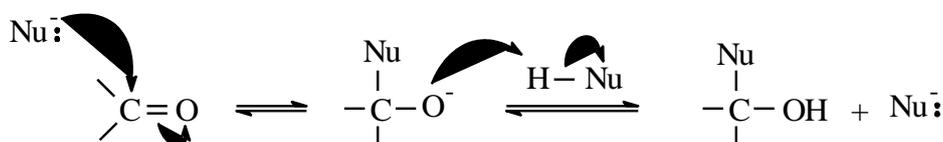
2 - Reatividade de aldeídos e cetonas

As principais características estruturais e eletrônicas que determinam a reatividade de aldeídos e cetonas são:

- Existência de ligação π entre carbono e oxigênio
- Presença de dois dupletos livres no oxigênio
- Presença e polarização do grupo carbonilo

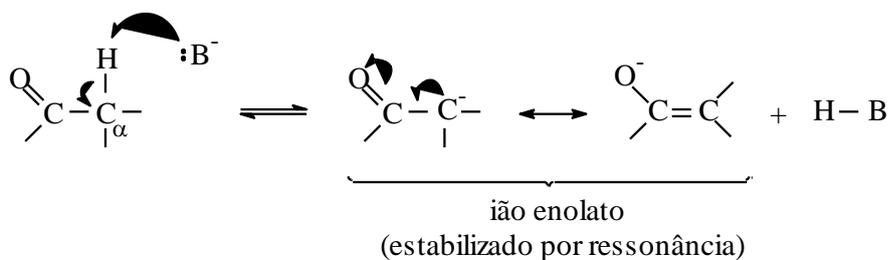


As **reações de adição** a aldeídos e cetonas, resultam da insaturação da ligação carbono-oxigênio. Estas reações traduzem-se, em geral, pelo ataque ao carbono por um agente nucleófilo forte (representado por Nu^- no esquema seguinte):

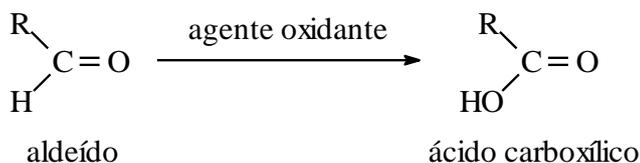


Além disso, podem ainda produzir-se reações posteriores que conduzem a um resultado muito distinto da simples adição.

As **reações de substituição** em aldeídos e cetonas, resultam da mobilidade do hidrogênio situado na posição C_α (relativamente ao grupo carbonilo). A migração do próton requer, no entanto, o ataque por uma base:



O comportamento perante agentes oxidantes diferencia os aldeídos das cetonas (reação de **oxidação**). Os aldeídos oxidam-se facilmente originando um ácido:



Os aldeídos oxidam-se não apenas em presença dos oxidantes clássicos (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), mas também em contacto com o oxigénio do ar ou por determinados reagentes como o licor de Fehling, o nitrato de prata amoniacal (reagente de Tollens) ou o reagente de Schiff. Essa fácil oxidação decorre do seu forte carácter redutor.

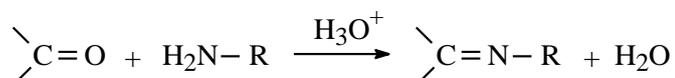
Os aldeídos, sendo fortes agentes redutores, conseguem reduzir a prata do reagente de Tollens (que contem prata na forma Ag^+) em prata metálica formando um espelho de prata, resultante da precipitação na forma Ag^0 .

As cetonas oxidam-se com muito maior dificuldade e apenas em presença de agentes oxidantes enérgicos (KMnO_4 concentrado), a quente e em meio ácido.

Serão realizados testes para caracterização da função carbonilo (Reação com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina) e testes para verificação da reação de **oxidação-redução** que permite diferenciar aldeídos e cetonas.

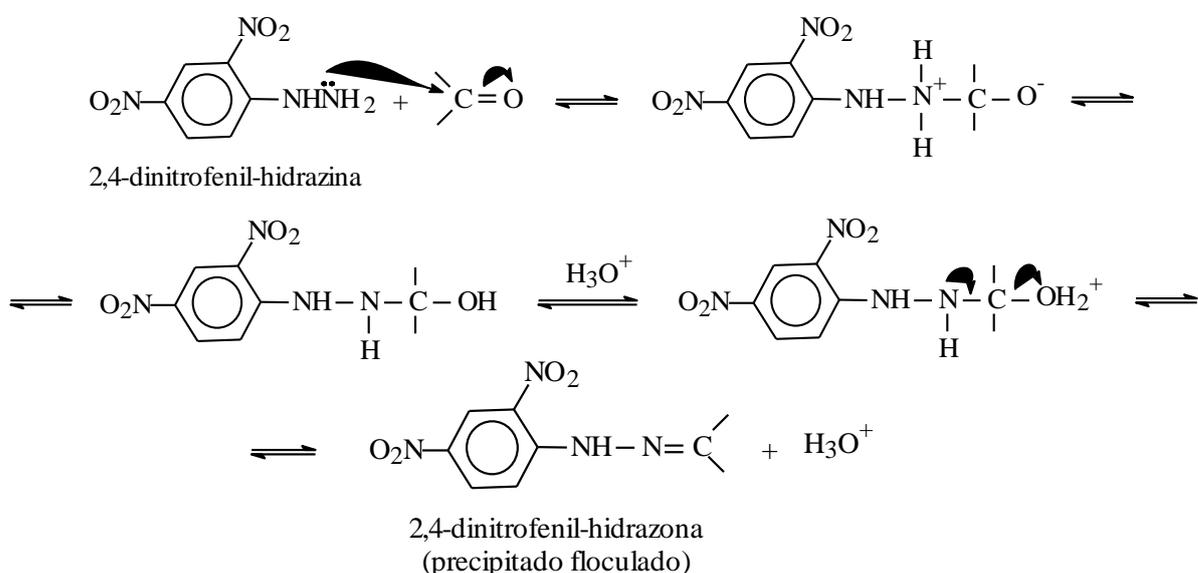
2.1. Reação com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina (Caracterização da função carbonilo)

Os compostos contendo o grupo carbonilo (quer sejam aldeídos ou cetonas) reagem com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina. Assim, os aldeídos e cetonas reagem com um certo número de derivados azotados do tipo $\text{H}_2\text{N}-\text{R}$ (hidroxilamina, hidrazina, 2,4-dinitrofenil-hidrazina), com eliminação de água:



O interesse geral destas reações resulta da obtenção de derivados cristalinos e fáceis de purificar, muito úteis para a identificação de um aldeído ou de uma cetona através de técnicas físicas e instrumentais de análise (ponto de fusão, espectrofotometria, etc.).

Esta reação decorre segundo o seguinte esquema reacional:

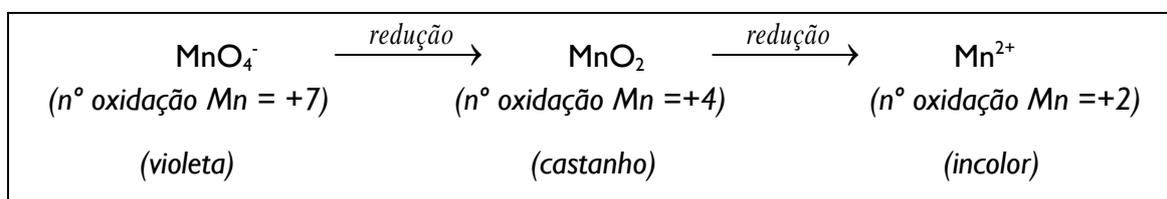


2.2. Reação de oxidação pelo KMnO_4

Dado o forte carácter redutor dos aldeídos, estes também podem ser oxidados pelo KMnO_4 , diluído e em meio ácido. As cetonas, no entanto, para sofrerem oxidação são necessárias condições mais enérgicas, como foi referido.

Utiliza-se uma solução de KMnO_4 a 10% (p/v) em meio ácido (HNO_3 diluído), a frio. A redução do reagente (com conseqüente oxidação do composto a testar) traduzir-se-á por descoloração da solução. Assim, deverá ser verificada a alteração de cor correspondente aos diferentes estados de oxidação que os iões resultantes adquirem:

- **Aldeído** passa imediatamente de roxo a incolor
- **Cetona** passa a incolor apenas após aquecimento



Modo operatório

O aldeído utilizado neste trabalho é o acetaldeído e a cetona é a propanona.

Reação com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina (Caracterização da função carbonilo)

Para o aldeído e cetona, executar o seguinte modo operatório:

1. Coloque em 2 tubos de ensaio 2 mL de etanol a 95%
2. Num tubo adicione algumas gotas de aldeído e noutro tubo adicione 2 mL da cetona
3. Adicionar 1 mL Reagente geral (2,4-dinitrofenil-hidrazina)
4. Agitar
5. Observar a formação de um precipitado amarelo e verificar se é possível distinguir aldeídos e cetonas.

Reação de oxidação pelo KMnO_4 **Modo Operatório**

Para o aldeído e cetona, executar o seguinte modo operatório:

1. Coloque em 2 tubos de ensaio, 1 gota de KMnO_4
2. Adicionar 1 a 2 gotas de HNO_3 diluído
3. Num tubo adicione 2 mL de **aldeído** e num outro tubo adicione 2 mL da **cetona**
4. Aquecer em banho-maria, se necessário
5. Verificar a alteração de cor e verificar se é possível distinguir aldeídos e cetonas.

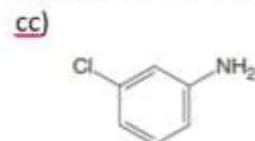
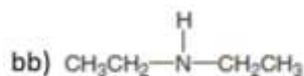
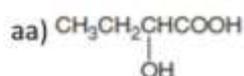
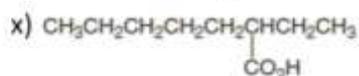
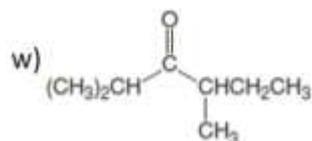
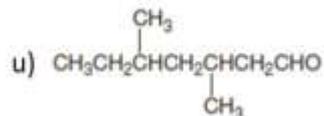
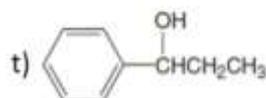
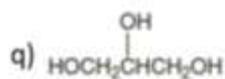
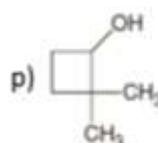
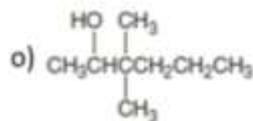
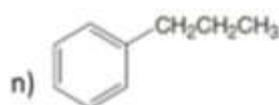
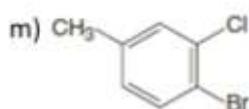
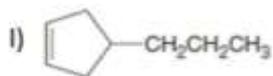
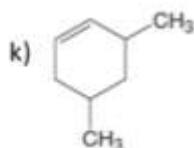
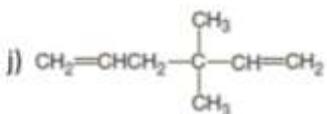
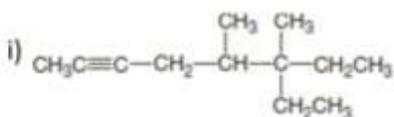
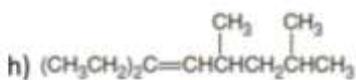
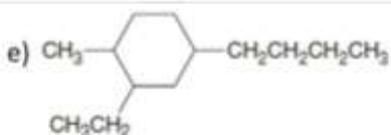
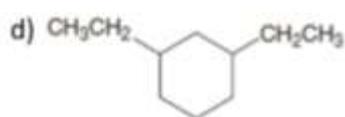
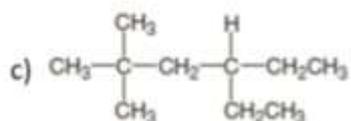
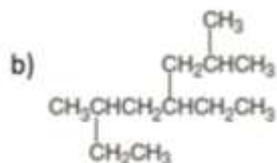
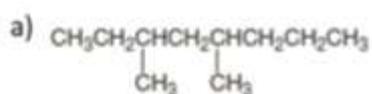
Exercícios

I. Nomenclatura

I.1. Escreva a fórmula de estrutura dos seguintes compostos:

- | | |
|---|---|
| a) 2,2,4-Tricloropentano | v) Butanona |
| b) 3-Etil-2,2-dimetilpentano | w) 2,5-Dimetil-3-hexanona |
| c) 3-Metil-2-pentanamina | x) 3-Penteno-2-ona |
| d) 4-Cloro-2,5-dimetil-heptano | y) 2-Metil-butanal |
| e) 2-Pentenilo | z) 3-Metil-2-pentenal |
| f) 2-Metilbutilo | aa) 2-Fenilpropanal |
| g) 3-Etilciclopenteno | bb) <i>N</i> -Etil- <i>N,N</i> -dimetilamina
(amina terciária) |
| h) 2-Ciclobutenilo | cc) Fenil-metanoato de etilo |
| i) 4-Metilciclo-hexeno | dd) 3-Hidroxi-4-amino-2-heptenal |
| j) 3-Etenil-3-metil-1,4-hexadieno-2-ol | ee) Éter butil-metílico |
| k) 3-Fenil-4-metilciclo-hexeno | ff) Éter ciclopropil-etílico |
| l) Etanoato de etilo | gg) Éter metil-2-propenílico |
| m) Etanoato de 2-metil-butilo | hh) 2,4-Dimetil-1-hexanol |
| n) Butanoato de propilo | ii) 3-Buteno-2-ol |
| o) 3-Metil-2-fenil-2-pentenoato de metilo | jj) 4-Fenil-2-pentanol |
| p) Ácido propanodióico | kk) 1-Hexeno-3-ino-2,5-diol |
| q) Ácido 3-isopropil-2-etil-4-hexinóico | ll) 2-Cloro-3-iodo-1,3-butadieno |
| r) Ácido 2,3-dihidroxibutanóico | mm) 3-Cloro-1-propanol |
| s) Ácido 2,2-dimetil-butanodióico | |
| t) 3-Etil-3-propil-1,4-pentadiino | |
| u) 1-Penteno-4-ino | |

I.2. Atribua o nome aos compostos de acordo com as regras da IUPAC:



II. Estrutura e Ligação Química

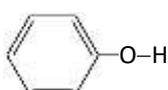
1. Escreva a estrutura de Lewis para cada uma das seguintes estruturas/espécies:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| a) ClF | f) MgBr_2 |
| b) BrCN | g) NH_2Cl |
| c) CH_2CO | h) CCl_4 |
| d) CH_3NH_2 | i) CH_3OH |
| e) CH_3F | j) OHCH_2COOH |

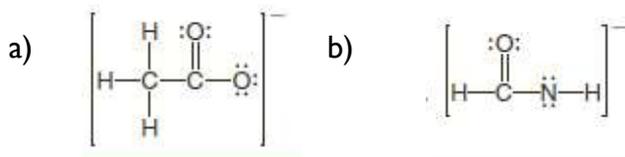
2. Represente a fórmula desenvolvida plana das seguintes estruturas:

- | | |
|--|--|
| a) CH_3CN | d) $\text{CH}_2\text{BrCHBr}_2$ |
| b) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ | e) OHCH_2COOH |
| c) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ | f) $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$ (acrilamida) |

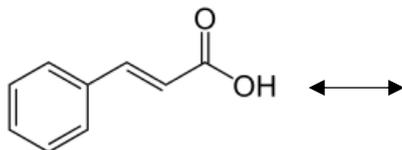
3. Escreva as estruturas de ressonância para cada uma das seguintes espécies e indique a forma mesómera de cada um.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a) CH_2CHNH^- | e) $^+\text{CH}_2\text{-O-CH}_3$ |
| b) HCONH_2 | f) $\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$ |
| c) CH_3CONH_2 | g) $^+\text{CH}=\text{CH-Cl}$ |
| d) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2^+$ | h)  |

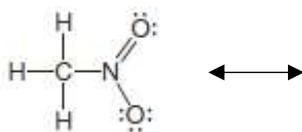
4. Desenhe uma estrutura de ressonância para os seguintes iões.



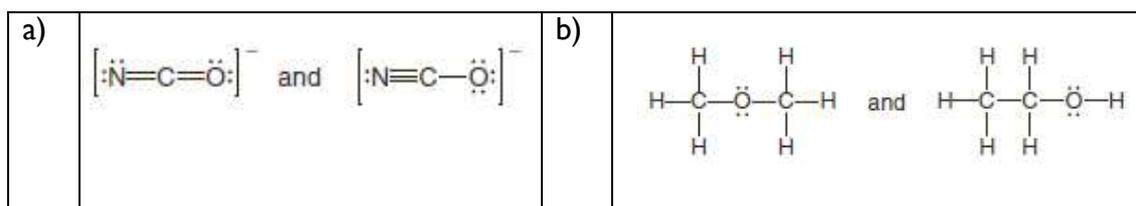
5. Considere o ácido cinâmico (representado pela figura). Indique se tem estabilização por ressonância. Justifique.



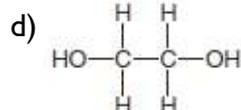
6. O nitrometano é um composto presente na composição de alguns pesticidas. A partir da estrutura em baixo, desenhe uma segunda estrutura de ressonância.



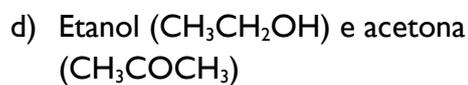
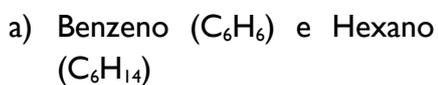
7. Identifique se os seguintes pares representam estruturas de ressonância.



8. Quais dos seguintes compostos são solúveis em água? Justifique.



9. Quais dos seguintes pares formam soluções?



10. Considere a seguinte tabela:

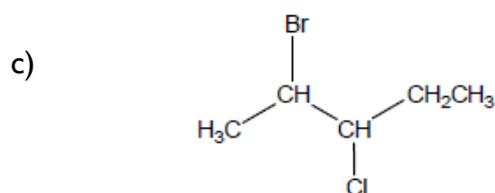
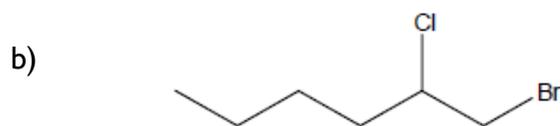
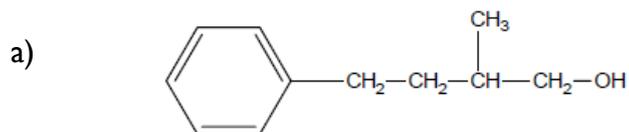
	Comprimentos de ligação (pM)	Energia de ligação (kJ mol^{-1})
A	134	556
B	120	767
C	154	358

Estabeleça uma correspondência entre alcanos, alkenos, alcinos e os compostos A, B, C.

A _____ B _____ C _____

III. Isomeria

1. Indique qual o centro quiral (carbono assimétrico) das seguintes moléculas.



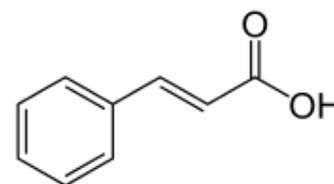
2. Indique quais dos seguintes compostos apresentam isomeria geométrica (*cis-trans*). Represente-os.

- 1-Buteno
- 2-Buteno
- 1,1-Dicloroeteno
- 1,2-Dicloroeteno
- 2-Metil-2-buteno
- 1-Penteno
- 2-Penteno
- 1-Cloropropeno
- 1-Cloro-2-metil-2-buteno

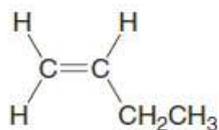
3. Considere a fórmula molecular C_5H_8O .

- Escreva a fórmula desenvolvida de um isómero de constituição representando um álcool primário.
- Escreva a fórmula desenvolvida de um isómero de constituição representando uma cetona.
- Represente uma estrutura possível para esta fórmula molecular, com isomeria *cis-trans*.
- Represente uma estrutura possível para esta fórmula molecular, que apresente ligações duplas conjugadas e conseqüentemente, deslocalização eletrônica.
- Indique uma forma limite para o composto da alínea anterior.

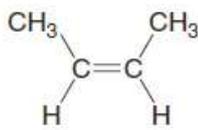
4. Considere o ácido cinâmico (representado pela figura).
Este composto tem isomeria *cis-trans*? A que se deve este tipo de isomeria?



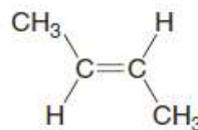
5. Indique as relações de isomeria entre os seguintes compostos:



(X)



(Y)

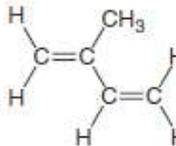
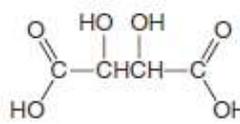
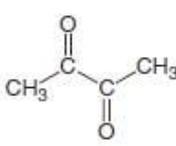
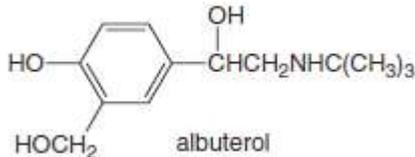
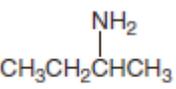
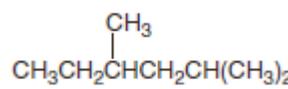
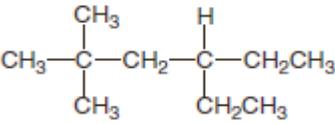
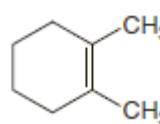


(Z)

- a) X e Y _____
 b) X e Z _____
 c) Y e Z _____
 d) Explique o que origina a isomeria verificada em c.

6. Indique quais dos seguintes compostos:

- a) Apresentam 1 (ou mais) carbonos assimétricos.
 b) Identifique, se possível, um carbono primário, secundário, terciário, quaternário.

1	 <p>isoprene (emitted by plants)</p>	2	 <p>tartaric acid (from grapes)</p>
3	 <p>butanedione (component of butter flavor)</p>	4	 <p>albuterol</p>
5		6	
7		8	

IV. Polarização de ligações

1. Com base no padrão de eletronegatividade dado pela tabela periódica, ordene os seguintes grupos por ordem crescente deste factor.

- a) Li, Na, H b) O, C, Be c) Cl, I, F d) B, O, N

2. Com base na eletronegatividade dos elementos, classifique as ligações como polar covalente, não polar e iónica.

- a) Cl₂ b) HCl c) NaCl d) NH₃

3. Identifique as ligações polares em cada molécula e indique se a molécula é polar ou apolar.

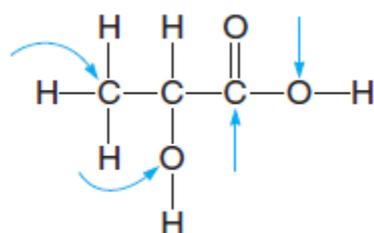
- a) HCl b) C₂H₆ c) CH₂F₂ d) HCN e) CCl₄

4. Em cada um dos seguintes pares identifique as cargas parciais (δ^+ ou δ^-) e indique qual a ligação mais polarizada.

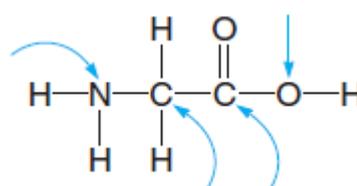
- a) C—O ou C—N
 b) C—F ou C—Cl
 c) Si—C ou P—H
 d) Si—O ou Si—S
 e) H—F ou H—Br
 f) C—B ou C—Li

5. Explique porque é que o átomo de carbono na molécula CH₃NH₂ tem carga parcial positiva (δ^+), mas na molécula CH₃MgBr tem carga parcial negativa (δ^-).

6. O ácido láctico é um composto presente no soro do leite, o que lhe confere um sabor característico. Por sua vez, a glicina encontra-se na constituição das proteínas.



Ácido láctico

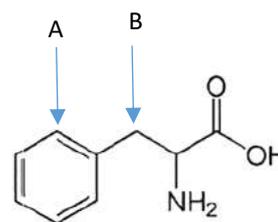


Glicina

- a) Para ambas as moléculas, desenhe os pares de eletrões não ligantes.
 b) Identifique todas as ligações polares, representando o tipo de carga parcial.
 c) Estas moléculas são polares ou não polares?

7. Considere a estrutura da figura.

- Indique o nome dos grupos funcionais existentes.
- Indique uma ligação polarizada, e represente as cargas associadas.
- Indique a hibridação das orbitais atômicas dos carbonos assinalados.
- Indique quais as orbitais moleculares que se formam nos carbonos assinalados.



V. Reatividade dos compostos orgânicos

1. Considere os seguintes álcoois e indique:

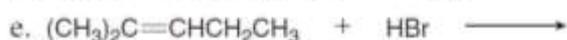
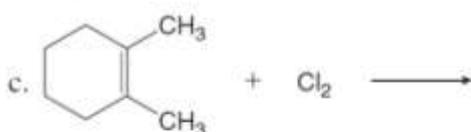
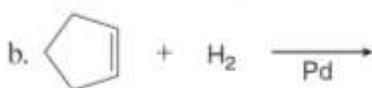
Álcool	P.eb. (°C) (1 atm)
Propanol	97.2
1,2-Propanodiol	187
2-Butanol	99.5

- Um álcool primário
 - Um álcool secundário
 - Qual dos álcoois deverá ter maior solubilidade em água? Justifique.
 - Explique a diferença no valor de ponto de ebulição dos álcoois i) e ii)
- Represente esquematicamente uma reação de adição, halogenação, hidrogenação e substituição.
 - Qual é o produto formado quando o 2-metilpropeno reage com HBr? Represente as reações e justifique.

4. Qual o composto formado quando os seguintes alcenos reagem com HCl? Justifique.

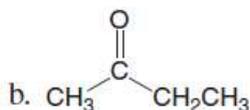
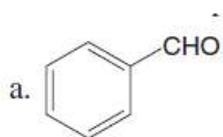


5. Complete as reações:



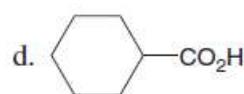
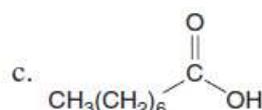
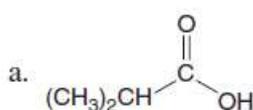
- Explique porque é que o 1,6-hexanodiol [$\text{HO}(\text{CH}_2)_6\text{OH}$] é muito mais solúvel em água que o 1-hexanol [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$].
- Quais os produtos formados quando o 4-heptanol [$(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{CHOH}$] reage com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$?

8. Quais dos seguintes compostos que são solúveis e não solúveis em água?



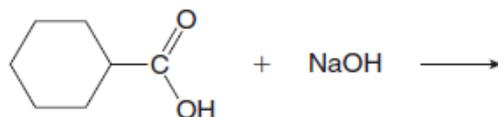
9. Explique porque é que a acetona tem um ponto de ebulição muito superior ao do formaldeído.

10. Qual o composto formado quando cada ácido carboxílico reage com etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) na presença de H_2SO_4 ?



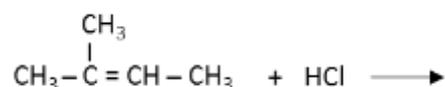
11. Qual a diferença entre esterificação e hidrólise?

12. Desenhe os produtos da reação ácido-base representada



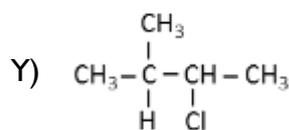
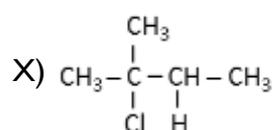
13. Considere uma rutura heterolítica. Represente um composto em que se verifique este tipo de reação, mostre como esta ocorre recorrendo ao uso de setas, indique quais os tipos de estruturas químicas resultantes.

14. Considere a reação:



a) Como se designa esta reação?

b) Indique qual dos seguintes compostos é produto resultante desta reação:



c) Justifique detalhadamente a sua resposta, explicando a regra verificada, o mecanismo e os fundamentos teóricos associados (tipo de carbocatião intermédio).

VI. Exercícios Globais

1. Considere o composto:

a) Assinale na estrutura um local em que pode ocorrer um ataque eletrófilo.

b) Assinale na estrutura um local em que pode ocorrer um ataque nucleófilo.

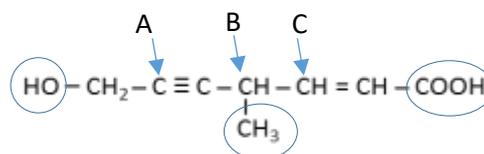
c) Represente a formação de carbocatião (recorra ao uso de setas).

d) Indique a hibridação das orbitais atômicas dos carbonos assinalados, A, B, C

e) Indique quais as orbitais moleculares que se formam nas ligações que envolvem estes carbonos.

f) Identifique os grupos substituintes marcados com um círculo.

g) Diga se apresenta deslocalização eletrónica e em caso afirmativo represente uma forma limite (recorra ao uso de setas).



2. Considere os seguintes ácidos orgânicos:



a) Indique qual dos ácidos tem maior acidez. Justifique detalhadamente essa diferença.

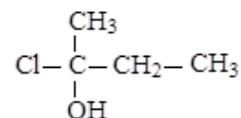
b) Represente o mecanismo do comportamento ácido, de um dos ácidos à escolha, recorrendo ao uso de setas.

c) Explique a solubilidade em água dos ácidos, indicando quais as interações intermoleculares que se estabelecem (pode recorrer a uma representação gráfica).

d) Indique o tipo de compostos obtidos pela redução dos ácidos e represente os compostos resultantes da redução do ácido i).

3. Considere o seguinte composto ao lado.

a) Represente o carbocatião que é possível obter a partir deste composto. Indique, justificando, qual o tipo de reação que o origina.



b) Identifique na molécula o local de um ataque nucleófilo. Justifique.

4. Considere o composto $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{Cl}$

a) Represente o mecanismo de formação do carbocatião, recorrendo ao uso de setas.

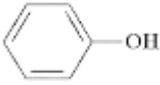
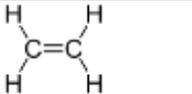
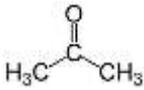
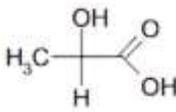
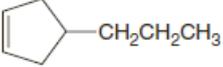
b) Relacione a estabilidade do carbocatião formado com o efeito indutor.

5. Considere o composto:



- Justifique a deslocalização eletrónica do composto e represente as formas limite.
- Identifique na estrutura o local em que pode ocorrer um ataque eletrófilo.
- Identifique na estrutura o local em que pode ocorrer um ataque nucleófilo.

6. Considere a tabela e responda às seguintes questões:

	Estruturas	Tipo/grupo funcional
1		
2		
3		
4		
5		

- Complete a coluna da direita da tabela.
- Indique a hibridação das orbitais atómicas do carbono no composto ii)
- Indique quais as orbitais moleculares que se formam em ii)
- Indique um composto que contenha ligações polarizadas, e indique a referida ligação.
- Numa reação de adição, qual o tipo de composto formado a partir de v)
- Represente um isómero de constituição de iii.
- Para a molécula i) que apresenta a deslocalização eletrónica, represente as formas limite.
- Indique as interações intermoleculares que se estabelecem numa substância constituída por iii, justifique.