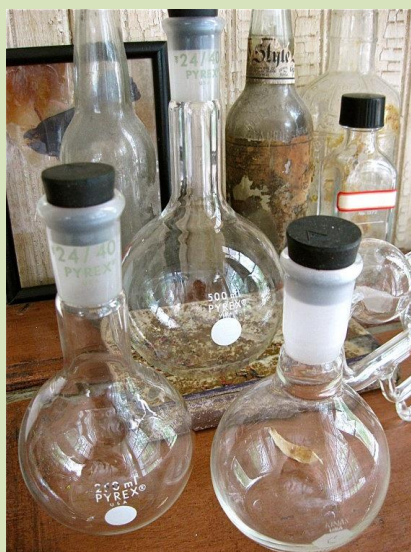


**LICENCIATURA E MESTRADO INTEGRADO EM
ENGENHARIA QUÍMICA E BIOLÓGICA**

1º SEMESTRE 2022/2023

**MANUAL DA COMPONENTE PRÁTICA DE QUÍMICA ORGÂNICA GERAL
(Manual Laboratório QOG)**



AULAS EM LABORATÓRIO

Docente: Elvira Gaspar

Departamento de Química

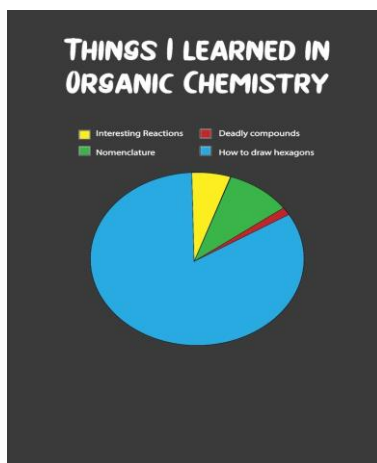
Setembro 2022

INTRODUÇÃO

A componente prática de Química Orgânica Geral (QOG) enquadra-se no programa da Unidade de Crédito (UC) inserida nos *curricula* da Licenciatura em Engenharia Química e Biológica.

Sendo a única disciplina laboratorial dedicada à área da Química Orgânica, houve a intenção de otimizar o seu programa tendo em consideração a formação dos estudantes neste domínio académico. Apesar de alguns dos estudantes possuírem contacto laboratorial anterior, tendo em consideração a situação pandémica vivida, e de modo a tornar suficientes os conhecimentos no que respeita a hábitos de trabalho num laboratório de Química, às técnicas e operações unitárias básicas, bem como às regras de segurança, ao tratamento e apresentação de resultados, ao equipamento e instrumentação, haverá para cada aluno, e respectivo turno, uma aula dedicada à familiarização com o laboratório, revisão de conceitos e contacto com o material de laboratório e técnicas laboratoriais de uso comum. É importante salientar as vantagens e características do trabalho em equipa, cuja filosofia um futuro Engenheiro Químico deverá começar a consciencializar tão cedo quanto possível.

O objectivo da componente laboratorial da disciplina de Química Orgânica Geral é aplicar no campo experimental alguns dos conhecimentos adquiridos na parte teórica. Foram programados trabalhos experimentais em sequência, de modo que, sempre que possível, aquando da sua execução experimental, os alunos possuam já os conhecimentos a eles necessários. Deste modo, cada sessão laboratorial deverá ser efectuada de modo consciente através do uso de um conjunto de procedimentos experimentais perfeitamente compreendidos e justificados.



MODO DE FUNCIONAMENTO

Organização

De acordo com a estrutura curricular homologada, a carga horária semanal destinada ao Laboratório da disciplina de Química Orgânica Geral é de 1,5 horas. A maior parte dos trabalhos não é realizável nesse período de tempo. Daí as sessões práticas (laboratoriais) terem uma duração de 3 horas, sendo efectuadas quinzenalmente. Alguns trabalhos experimentais poderão exceder uma sessão prática. Cada aluno terá um total de 6 sessões laboratoriais de 3 horas durante o semestre. Atendendo ao programa a seguir apresentado, os 3 trabalhos experimentais a realizar durante o semestre serão distribuídos do seguinte modo:

1ª sessão: Apresentação e modo de funcionamento da componente prática da UC. Procedimentos de segurança e trabalho no Laboratório.

2ª sessão: Utilização de Técnicas gerais de Laboratório.

3ª e 4ª sessões: Separação de uma mistura (utilização das propriedades químicas dos compostos).

5ª sessão: Preparação de Biodiesel.

As aulas decorrerão no horário constante da plataforma CLIP (publicado pelos serviços da faculdade) para cada um dos 4 turnos práticos - P1, P2, P3 e P4 -, de acordo com a calendarização e programação descritas no planograma das aulas práticas. As aulas decorrerão nos Laboratórios do piso 3 do Ed. Departamental (Química) publicados no CLIP. Cada turno prático terá no máximo 8 grupos, sendo cada grupo constituído por 2 estudantes.

A distribuição dos trabalhos por sessões laboratoriais apresentada no planograma (abaixo) poderá nem sempre decorrer no esquema rígido proposto. Assim, por exemplo, numa sessão experimental destinada a realizar um determinado trabalho, poderão efectuar-se tarefas respeitantes a outros trabalhos que possam ser feitas separadamente. Uma correcta programação do trabalho laboratorial e uma adequada gestão do tempo a ele destinado permitem rentabilizar o primeiro e economizar o segundo, ilustrando as vantagens do trabalho em equipa.

No semestre, cada aluno terá 5 sessões de 3h, incluindo a aula de Apresentação. Embora trabalhando em grupos de 2, é obrigatório que cada estudante possua o seu Caderno de Laboratório [Laboratory notebook https://www.youtube.com/watch?v=MMilVfh7k_Q ; <https://www.youtube.com/watch?v=QrUiUGrBwlc> onde deverá efectuar todos os registos respeitantes

à preparação e à execução de cada sessão prática, bem como dar resposta às questões indicadas para cada sessão.

Notar, portanto, que a preparação de cada sessão prática deve constar do Caderno de Laboratório, sendo este da responsabilidade individual de cada aluno. Em cada sessão prática cada estudante é obrigado a fazer registos individuais do trabalho executado no laboratório.

Antes de iniciar a 2ª sessão - Utilização de Técnicas gerais de Laboratório -, os alunos deverão conhecer a localização do Laboratório de aulas e estar familiarizados com a sua organização, equipamentos e condições de segurança, sendo para tal devidamente orientados durante a aula prática de apresentação (1ª sessão). Durante a primeira semana do semestre deverão constituir-se em grupos de 2 elementos e confirmar a respectiva inscrição no turno prático.

Planograma da componente prática de QOG

	SETEMBRO 2022 (dias e turnos)		OUTUBRO 2022 (dias e turnos)		NOVEMBRO 2022 (dias e turnos)	DEZEMBRO 2022 (dias e turnos)	
Apresentação da componente prática da UC	26	P1, P2					
	27	P3, P4					
Técnicas laboratoriais (Laboratório)			3	P1, P2			
			4	P3, P4			
TP1 (sala)			10				
			11				
Separação de uma mistura (Laboratório, 2 aulas)			17	P1, P2			
			18	P3, P4			
			24	P1, P2			
			25	P3, P4			
TP2, TP3, TP4 e TP5 (sala)					7		
					8		
					14		
					15		
					21		
					22		
					28		
					29		
Preparação de biodiesel (Laboratório)						5	P1, P2
						6	P3, P4

TP6 (sala)					12	
					13	

A realização de um trabalho laboratorial só contribuirá para a formação de quem o executa se os conceitos forem claramente percebidos e o trabalho executado de forma consciente. Isto significa que, antes de ser efectuado no laboratório, cada trabalho deve ser cuidadosamente preparado (por ambos os elementos do grupo) no que respeita aos aspectos teóricos e de segurança. Não deve nunca iniciar a realização de um trabalho que não tenha compreendido completamente ou sobre o qual tenha dúvidas, mesmo em aspectos pontuais, por mais insignificantes que lhe pareçam!

Neste Manual, há um capítulo correspondente a cada um dos trabalhos a realizar, do qual constam o seu objectivo e uma breve introdução (que não é de forma alguma exaustiva, pelo que não dispensa um estudo mais aprofundado das respectivas matérias subjacentes), a descrição da execução experimental, bem como uma orientação sobre a recolha e tratamento de resultados. Além disso, existe um conjunto de “*observações*” respeitantes a aspectos tanto teóricos como experimentais, destinado a ajudar a preparação e a realização do trabalho. As “*observações*” encontram-se redigidas na forma de conselhos, sugestões ou perguntas, a que deve responder com clareza. As “*observações*” poderão ainda ser de grande utilidade na elaboração do Caderno de Laboratório.

Não será autorizada a execução laboratorial aos alunos que não tenham preparado convenientemente o trabalho.

Conforme já referido, a preparação de cada sessão prática deverá ser feita no Caderno de Laboratório, individualmente, por cada estudante. Deverá ser utilizado o seguinte procedimento:

- 1) Ler o Capítulo deste Manual correspondente ao trabalho e sessão a realizar.
- 2) Visualizar os vídeos e sítios *Internet* sugeridos, consultando também a bibliografia recomendada. Recolher os dados da literatura que sejam relevantes para a compreensão da experiência.
- 3) Escrever o esquema da reacção (ou reacções) química(s) envolvida(s).

Pode usar um editor molecular acessível *online*; exemplos:

<https://marvinjs-demo.chemaxon.com/latest/demo.html>

<http://www.kingdraw.cn/en/index.html>

- 4) Fazer a lista do material de vidro, equipamento e reagentes necessários à sessão prática. Deste modo, aquando da estadia no laboratório será mais fácil recolher o material necessário a cada operação.
- 5) Verificar se sabe realizar todas as operações envolvidas em cada sessão prática. Se tiver dúvidas recorra à bibliografia e/ou ao docente para as esclarecer.

- 6) Tendo em conta a lista de reagentes químicos necessários, consulte na *Internet*, numa base de dados específica, a segurança dos compostos (**fichas de dados de segurança (Material Safety Data Sheets (MSDS))**). Por exemplo, abra o endereço:

[http://www.merckmillipore.com/chemicals/material-safety-data-sheet
msds/c_HLmb.s1OisUAAAEin2ZCeU92](http://www.merckmillipore.com/chemicals/material-safety-data-sheet/msds/c_HLmb.s1OisUAAAEin2ZCeU92)

Escreva o nome do composto (em inglês) no campo “search product”.

O endereço acima indicado contém também informação relativa às características físico-químicas dos compostos. Pode também encontrar informação sobre segurança, escrevendo no Google: “**nome do composto msds**” - é um acesso simples (recomendado).

- 7) Recolher toda a informação das fichas de dados de segurança dos compostos, tomando especial atenção aos processos a executar em caso de derrame, lavagem do material e procedimentos a ter no manuseamento. Verificar quais os efeitos para a saúde, níveis de toxicidade, etc. Verificar também quais os perigos ecológicos se os resíduos não forem tratados. O aluno pode imprimir a ficha de segurança e anexá-la ao seu Caderno de Laboratório.

Caderno de Laboratório

Todos os alunos deverão ter um caderno, com folhas cosidas e de capa impermeável^{1,2,3,4,5}, identificado com o seu nome, número de aluno e nome da disciplina. Este caderno é de uso obrigatório no laboratório durante a execução dos trabalhos e será um elemento importante na avaliação. As folhas devem ser numeradas e não podem em caso algum ser arrancadas. O caderno deverá conter um índice e cada sessão experimental deverá ser identificada com a data e o título do trabalho a realizar.

No caderno deverá escrever tudo o que é necessário para a realização da sessão laboratorial e também durante a sessão prática. **O relato da experiência deverá ser realizado no laboratório e não em casa.** Deverão ser colocados todos os apontamentos ou procedimentos que durante a preparação do trabalho (fora do laboratório) foram reconhecidos como conhecimentos necessários para uma melhor

¹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Caderno_de_laborat%C3%B3rio

² <https://www.science.org/careers/2019/09/how-keep-lab-notebook>

³ https://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/tools/notebook/notebook_examples.html

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=QrUiUGrBwlc>

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=FR28zf2Aiwo>

compreensão da sessão prática. Procedimento experimental a seguir, fichas de dados de segurança, apontamentos retirados da bibliografia, propriedades físicas, cálculos preliminares, são alguns dos exemplos de elementos a serem registados nas páginas do lado esquerdo do Caderno de Laboratório.

Execução experimental

Após verificadas as condições referidas anteriormente e observadas as normas de segurança, poderá iniciar o seu trabalho de acordo com as instruções do docente em aula e das indicadas no ponto “*Execução Experimental*” de cada trabalho deste Manual. Se, no entanto, subsistir alguma dúvida ou acontecer algum imprevisto durante a realização do trabalho, não hesite em contactar o seu docente para o esclarecer. Nunca proceda a qualquer operação sobre a qual não esteja completamente seguro, por mais simples e inofensiva que lhe pareça! Lembre-se, contudo, de que muitos dos problemas poderá (e deverá) resolver por si (ou melhor, em conjunto com o seu colega de grupo).

Por rotina trabalhará sempre na mesma bancada (salvo indicação em contrário), que será a sua durante o semestre. Aí encontrará, no início de cada aula, o material necessário para a sessão experimental. Os reagentes sólidos, os reagentes líquidos e outros consumíveis, material ou equipamento de utilização comum, encontram-se em locais próprios do laboratório (que lhe serão indicados na aula de apresentação ou no início de cada aula pelo seu docente) e aí deverão permanecer. Por exemplo, nunca leve um frasco de reagente para a sua bancada; os seus colegas, que também precisam dele, não saberão onde se encontra e terão de o procurar, o que os faz perder tempo e aumenta desnecessária e perigosamente (!) a “entropia” no laboratório.

Como acima referido, os trabalhos são efectuados em grupos de 2 elementos. A este propósito justificam-se algumas considerações sobre o trabalho em equipa. Antes de mais, “*trabalhar em equipa*” não significa de modo algum realizar um trabalho que é feito ao mesmo tempo por várias pessoas. Um trabalho de equipa é aquele em que cada elemento dessa equipa contribui de uma forma coordenada, mas complementar para o objectivo final comum.

O objectivo da realização de um trabalho é a obtenção de resultados. No caso dos trabalhos laboratoriais a efectuar na disciplina de Química Orgânica Geral, tratando-se de trabalhos práticos de Química Orgânica preparativa, o objectivo é, em regra, a obtenção de um determinado composto, que será posteriormente purificado, quantificado e caracterizado, de acordo com as indicações da respectiva técnica. O resultado do seu trabalho, do ponto de vista quer quantitativo, quer qualitativo, não será necessariamente igual ao do trabalho de outro grupo. Por isso, quando guardar os seus produtos, quer

para continuar numa sessão posterior, quer após ter terminado o trabalho, deverá proceder a uma identificação correcta e completa, rotulando os recipientes com o nome do composto, a identificação dos autores do trabalho, o número do turno e grupo e a data. Assim, evitará trocas, extravios e perdas desnecessárias de tempo quando precisar de os encontrar.

A classificação final de cada aluno em QOG decorrerá de:

- 75% da classificação na componente teórica da disciplina
- 25% da classificação na componente prática da disciplina.
- A classificação final de cada uma das componentes (teórica e prática) não pode ser inferior a 9,5 valores (classificação de 0 a 20 valores).

Avaliação da componente teórica da UC:

- **A classificação teórica** da avaliação contínua decorrerá da média ponderada obtida em 2 testes: Teste 1 (T1) – 30% e Teste 2 (T2) – 70%. A classificação mínima do 2º teste teórico (T2) é 8,0 valores.

Ou seja, a classificação teórica (avaliação contínua) é:

$$T_{\text{final}} = 0,3 \times T1 + 0,7 \times T2 \geq 9,5 \text{ valores}$$

Em caso de não cumprimento dos requisitos da avaliação contínua, a classificação teórica será dada pela classificação do aluno em exame, a qual não pode ser inferior a 9,5 valores.

$$T_{\text{final}} = \text{Exame} \geq 9,5 \text{ valores}$$

CrITÉrios e Avaliação da componente prática da UC:

Os alunos trabalharão em grupo, sendo obrigados a individualmente fazer todos os trabalhos práticos constantes do Planograma.

CrITÉrios obrigatórios:

1- É obrigatório cada aluno ter caderno de laboratório.

Nota 1: sem caderno de laboratório o aluno está impedido de frequentar as aulas práticas.

2 – É obrigatório efectuar todos os trabalhos laboratoriais propostos.

Nota 2: a não presença em 5 sessões de laboratório tem como consequência a NÃO FREQUÊNCIA a QOG.

- A classificação prática inclui:
 - Média de 3 minitests práticos – 100%

Sessões práticas

Sessão nº 1

(26 a 27 de Setembro)

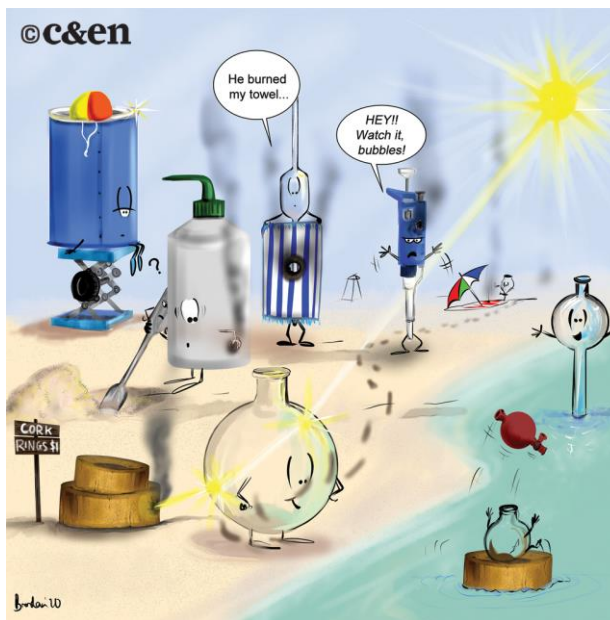
APRESENTAÇÃO E MODO DE FUNCIONAMENTO DA COMPONENTE PRÁTICA DA UC. PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA E TRABALHO NO LABORATÓRIO

Sessão nº 2

(3 e 4 de Outubro)

TÉCNICAS LABORATORIAIS





1. Objectivo

Revisão e introdução de conceitos e procedimentos laboratoriais.

2. Preparação do trabalho

Visualização dos vídeos abaixo sugeridos e de outros que os alunos considerem interessantes.

Vídeos a visualizar:

- Como estar seguro no laboratório
<https://www.youtube.com/watch?v=SNbq615kREA>
- Equipamento de laboratório
<https://www.youtube.com/watch?v=ICpIBtDAwrl>
<https://www.youtube.com/watch?v=mlxzcPPTKVo>
https://www.youtube.com/watch?v=g99_Yt8dWPU
- Medição do Índice de refração de um líquido -
<https://www.youtube.com/watch?v=FgevY8CjIAk>

- Determinação do ponto de fusão
<https://www.youtube.com/watch?v=9aQio1KQKrs>
- Filtração a pressão reduzida
<https://www.youtube.com/watch?v=fFdvEgg1t14>
<https://www.youtube.com/watch?v=IrD8lqfICkU&t=120s>
- Destilação: simples, fraccionada, sob atmosfera inerte, a pressão reduzida. Evaporação Rotativa
<https://www.youtube.com/watch?v=mrA1OawpeNk>
<https://www.youtube.com/watch?v=Z6OyNB8V7Hc>
<https://www.youtube.com/watch?v=HgJIZde8PGg>
<https://www.youtube.com/watch?v=3pL2X-8-eVk>
<https://www.youtube.com/watch?v=E7neWsdIUlA>
<https://www.youtube.com/watch?v=hf6nPZjOTXo>
- Recristalização
<https://www.youtube.com/watch?v=YDOvYm3L26w>
<https://www.youtube.com/watch?v=FMKtzt0ZoaI>
<https://www.youtube.com/watch?v=1oO-fQvMrkE&t=35s>
- Extracção líquido-líquido
<https://www.youtube.com/watch?v=udDDQuO4Mh8>
- Cromatografia líquida: cromatografia em camada delgada e em coluna
<https://www.youtube.com/watch?v=SnbXQTTHGs4>
<https://www.youtube.com/watch?v=5gKU6vYMENs>
<https://www.youtube.com/watch?v=e99nsCAsJrw>
https://www.youtube.com/watch?v=l4u_1ST7Ezk

3. Execução Experimental

- Medição do Índice de Refracção de um líquido (compostos: ciclohexanol, *n*-hexano, diclorometano)
 - Determinação do ponto de fusão (composto: ácido benzoico)
 - Filtração a pressão reduzida (composto: ácido benzoico)
 - Destilação: simples, fraccionada, sob atmosfera inerte, a pressão reduzida. Evaporação Rotativa (os alunos farão a montagem)
 - Recristalização (os alunos farão a montagem)

- Extracção líquido-líquido (os alunos terão contacto com o material)
- Cromatografia líquida: cromatografia em camada delgada e em coluna (os alunos terão contacto com o material)

Sessões nº 3 e 4

(17 a 25 de Outubro)



SEPARAÇÃO E PURIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE UMA MISTURA⁶

1. Objectivo

Neste trabalho experimental estão envolvidas reacções ácido-base. O objectivo é conhecer e aplicar técnicas experimentais básicas tais como a extracção líquido-líquido, a destilação sob pressão reduzida, a filtração, a recristalização e a cromatografia em camada fina. Proceder-se-á à separação de

⁶ AJC Vieira and E Gaspar, "Separation, Purification and Identification of the Components of a Mixture" in Comprehensive Organic Chemistry Experiments for the Laboratory Classroom. . Eds. C.A.M. Afonso, N.R. Candeias, D.P. Simão, A.F. Trindade, J.A.S. Coelho, B. Tan, R. Franzén The Royal Society of Chemistry, 2017, chapter 1.1, pp 1-5. ISBN 978-1-84973-963-4.

três compostos orgânicos contidos numa mistura, à sua purificação e respectiva caracterização através de propriedades físicas.

2. Preparação do trabalho:

- 1- Visualize o vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=5mugRn5erNM> e leia o protocolo que se segue.
- 2- Visualize, de novo, os vídeos sobre cromatografia em camada fina (TLC)
<https://www.youtube.com/watch?v=5gKU6vYMENs>
<https://www.youtube.com/watch?v=e99nsCAsJrw>
https://www.youtube.com/watch?v=l4u_1ST7Ezk
- 3- Responda às perguntas que se encontram no final do protocolo na secção “Observações”.

3. Introdução

A mistura a separar consiste numa solução, em diclorometano, de três compostos (aromáticos) diferentes: uma amina, a *p*-toluidina; um ácido carboxílico, o ácido benzoico e um hidrocarboneto, o naftaleno. Trata-se assim de uma mistura de quatro componentes: o solvente (líquido) e os três solutos (sólidos). Atendendo ao estado físico destes componentes, poder-se-ia tentar separar o líquido dos sólidos através da destilação do diclorometano, ficando como resíduo a mistura dos três sólidos. No entanto, para isolar cada um dos componentes desta última mistura, seria necessário recorrer a métodos de separação em fase sólida, normalmente mais complexos e, muitas vezes, pouco eficazes, pelo que é preferível efectuar a separação em fase líquida.

Um dos métodos mais simples e práticos de separação em fase líquida é a extracção líquido-líquido. No caso da mistura que se pretende separar, para se proceder a uma extracção directa, teria de se utilizar um conjunto de solventes imiscíveis com o diclorometano, sendo necessário que cada um dissolvesse selectivamente apenas um dos três solutos, o que, como é fácil de prever, não é fácil de conseguir. Contudo, aproveitando as propriedades ácido-base de dois dos solutos, pode utilizar-se água como solvente de extracção (conveniente por ser imiscível com o diclorometano, além de ser um solvente “verde”), recorrendo a reacções muito simples.

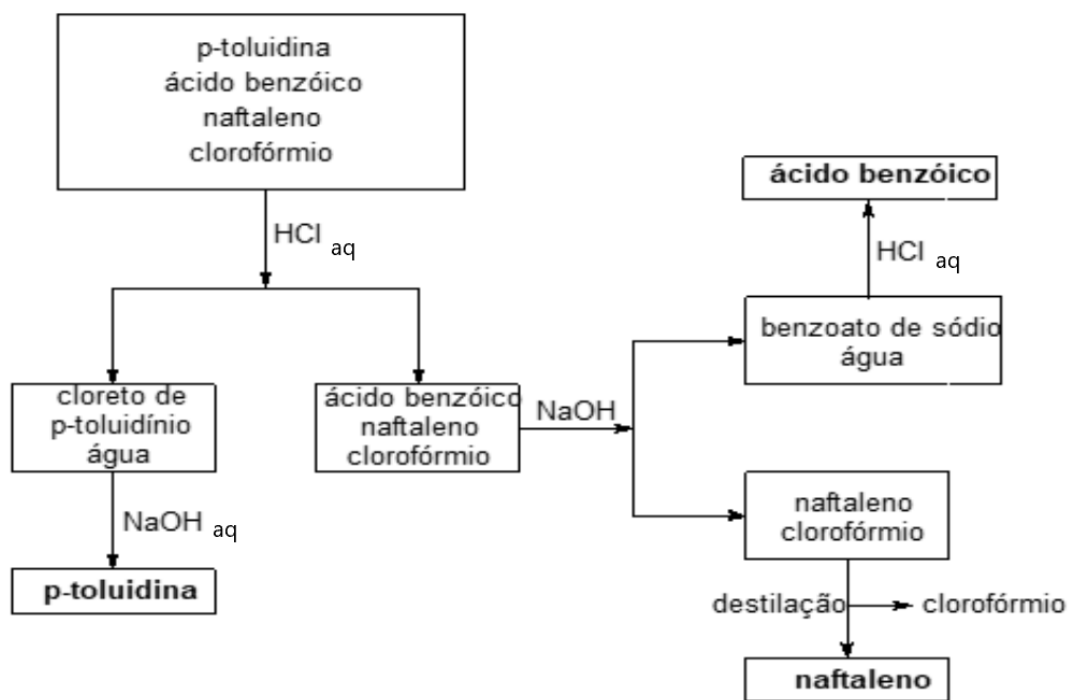
Assim, tratando a solução inicial com uma solução aquosa ácida, por exemplo uma solução de ácido clorídrico, dá-se a reacção do ácido com a base *p*-toluidina, obtendo-se o cloreto de *p*-toluidínio que, sendo um sal, é solúvel em água. Obtêm-se deste modo duas fases facilmente separáveis, a aquosa contendo a amina na forma de sal de amónio e a orgânica contendo os restantes componentes dissolvidos em clorofórmio. Tratando agora esta fase orgânica com uma solução aquosa básica, por exemplo uma solução de hidróxido de sódio, dá-se a reacção da base com o ácido benzoico, obtendo-se de novo um sal, o benzoato de sódio, que fica dissolvido na fase aquosa. Separando agora a fase orgânica, esta contém apenas o naftaleno dissolvido em diclorometano.

Após estas duas extracções, obtêm-se três fases separadas, duas aquosas, contendo uma o sal da *p*-toluidina e outra o sal do ácido benzoico, e uma orgânica contendo o naftaleno em diclorometano.

Este último composto, sendo o único soluto da solução de diclorometano, pode agora ser isolado por simples destilação do solvente. Os outros dois componentes (ambos insolúveis em água a frio) podem isolar-se “revertendo” as condições de pH da solução aquosa que contém os respectivos sais, ou seja, basificando a solução do cloreto de *p*-toluidínio e acidificando a solução do benzoato de sódio.

Cada um dos três compostos sólidos obtidos por separação da mistura pode posteriormente ser purificado por recristalização no solvente apropriado.

O diagrama seguinte ilustra esquematicamente o processo de separação acima comentado (pode utilizá-lo como auxiliar da técnica durante a execução experimental do seu trabalho).



4. Execução Experimental

4.1. Reagentes

Mistura contendo *p*-toluidina, ácido benzóico e naftaleno em clorofórmio.

Ácido clorídrico, hidróxido de sódio, sulfato de sódio, etanol, éter de petróleo, cloreto de metileno (diclorometano).

4.2. Material

Ampola de decantação, balão de fundo redondo, condensador de refluxo, material corrente de laboratório.

4.3 Técnica

4.3.1. Separação

Coloque 75 mL da mistura a separar (neste volume estão contidos 1,5 g de *p*-toluidina, 1,5 g de ácido benzóico e 1,5 g de naftaleno em diclorometano) numa ampola de decantação.

Extraia a mistura com 15 mL de uma solução aquosa de HCl 3N, agitando bem. Deixe repousar e separe a fase aquosa. Repita este processo mais duas vezes. Por fim extraia a fase orgânica apenas com água. Reúna as fases aquosas num balão de Erlenmeyer (solução A).

Retome a fase orgânica da extracção anterior e trate-a com 15 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio 3N, agitando bem. Deixe repousar⁴ e separe a fase aquosa. Repita esta extracção mais duas vezes. Por fim extraia a fase orgânica apenas com água⁵. Reúna as fases aquosas num balão de Erlenmeyer (solução B).

Guarde a fase orgânica resultante das duas extracções anteriores num balão de Erlenmeyer (solução C) e seque-a com sulfato de sódio anidro.

4.3.2. Recuperação

Adicione à solução A uma solução concentrada de hidróxido de sódio até acabar de se formar o precipitado. Teste com papel indicador a basicidade do meio⁷. Arrefeça a mistura em gelo, filtre à trompa de vácuo recolhendo os cristais num funil de Büchner, lavando-os aí com uma pequena quantidade de água gelada. Seque-os um pouco ao ar sobre papel de filtro.

Adicione à solução B uma solução concentrada de ácido clorídrico até acabar de se formar o precipitado. Teste com papel indicador a acidez do meio⁷. A partir desta altura, proceda como indicado acima para o caso da solução A.

Filtre, através de um funil de pregas, a solução C para um balão de fundo redondo de 250 mL. Evapore esta solução num evaporador rotativo⁸ até restar um resíduo líquido⁹ de cerca de 3 mL. Transfira-o para um copo e arrefeça em gelo até terminar a precipitação do sólido. Filtre os cristais à trompa¹⁰ e seque-os ao ar.

4.3.3. Cromatografia em camada fina

Prepare uma solução de uma pequena quantidade de cada um dos compostos purificados e secos em cerca de 1 mL de cloreto de metileno. Com um tubo capilar, aplique uma amostra de cada solução sobre uma placa de sílica gel com indicador de fluorescência e proceda à eluição com cloreto de metileno¹¹. Após secagem da placa revele-a sob uma lâmpada de Ultravioleta (254 nm). Como referência, aplique também uma amostra da solução da mistura inicial.

Identifique os compostos com base no seu comportamento cromatográfico e através do seu ponto de fusão.

5. Resultados

Determine o ponto de fusão de cada um dos três sólidos obtidos.

Calcule o valor de R_f para todas as manchas observadas no trajecto de eluição de cada amostra no cromatograma de camada fina.

Compare os resultados da determinação dos pontos de fusão e da cromatografia em camada fina e conclua sobre a pureza dos compostos e a eficácia do processo de separação que lhe antecedeu.

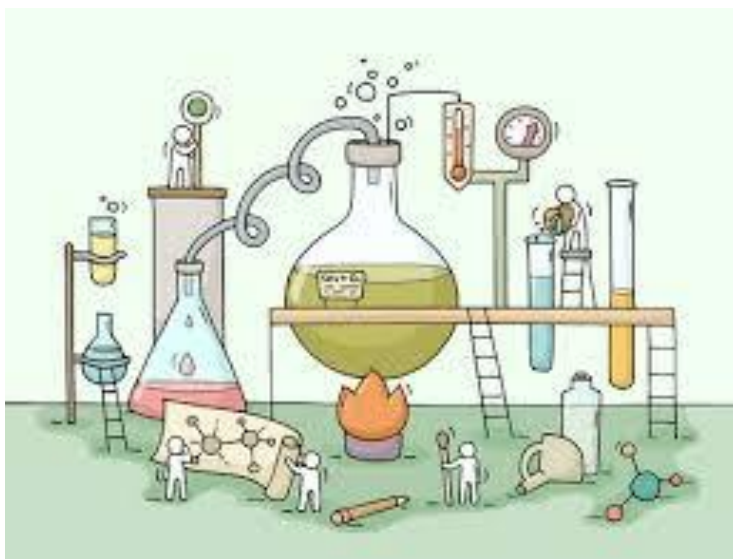
Observações

1. Refira algumas características necessárias a um bom solvente de extracção.
2. Escreva as equações das reacções ácido-base envolvidas neste processo de extracção com reacção.
3. Qual a vantagem de lavar a fase orgânica com água?
4. Por que é necessário secar as fases orgânicas?
5. É sempre necessário assegurar-se de que o meio tem o pH conveniente. Porquê? Como deve proceder se tal não se verificar?
6. Reveja as suas noções sobre cromatografia em camada fina. Não se esqueça de anotar, na própria placa de cromatografia, a identificação de cada amostra, o início da eluição e a frente do eluente.

Nota final: Cada estudante fará um miniteste prático sobre este trabalho.

Sessão nº 5

(5 e 6 de Dezembro)



PREPARAÇÃO DE BIO-DIESEL A PARTIR DE ÓLEO ALIMENTAR⁷

1. Objectivo

Trans-esterificação de um triglicérido⁸: Preparação de bio-diesel a partir de uma gordura vegetal (óleo alimentar) por catálise básica.

⁷ Sarah Jo Griffin, "Small Scale Biodiesel Production", Wilson College.

<https://www.wilson.edu/sites/default/files/uploaded/completedmanualbiodieselfinaledit1.pdf>

⁸ Os lípidios são compostos orgânicos que podem ser definidos como ésteres. Dentro dos lípidios existe um grupo denominado de glicerídeos (ou glicéridos), compostos cujas moléculas possuem três grupos éster e que são formados por três moléculas de ácidos gordos superiores (ácidos carboxílicos de cadeia longa) com uma molécula de glicerol (triálcool cuja nomenclatura IUPAC é propanotriol).

Os triglicerídeos são óleos e gorduras de origem animal e vegetal.

2. Preparação do trabalho:

1- Visualize os vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=pHB-3NbY2AY>

<https://www.youtube.com/watch?v=6Wn-kD5YzqA>

<https://www.youtube.com/watch?v=rrldwVGmmy4>

2- Leia o protocolo que se segue e responda às perguntas que se encontram no final do protocolo na secção “Observações”.

3. Introdução

O mundo moderno está extremamente dependente de fontes de combustível fósseis, como o petróleo, o gás natural ou o carvão (só nos USA são utilizados, anualmente, cerca de 475 biliões de litros de gasolina e cerca de 230 biliões de litros de diesel). Com o reconhecimento internacional de que o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera resulta, essencialmente, da combustão de combustíveis fósseis, tem-se tornado cada vez mais premente a necessidade de desenvolver soluções alternativas que permitam utilizar as tecnologias actuais como, por exemplo, os motores de combustão interna, mas que não contribuam para o aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico. Com isto pretende-se reduzir o efeito da acção humana no aumento do aquecimento global.

O bio-diesel surge como uma alternativa natural aos combustíveis fósseis, uma vez que a energia acumulada nas suas ligações químicas é obtida directamente do sol, através de plantas contemporâneas. Assim, o dióxido de carbono que se gera na combustão de bio-diesel foi antes fixado pelas plantas, no seu crescimento, e será de novo fixado por outras plantas, num processo cíclico e sustentado, sem contribuição para o aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico.

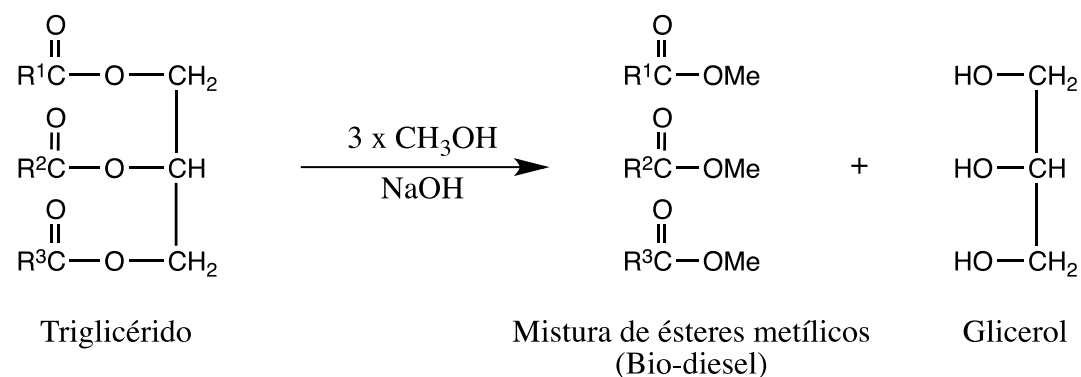
A síntese de bio-diesel envolve um processo muito simples, em que moléculas de gorduras vegetais (também podem ser utilizadas gorduras animais) sofrem trans-esterificação com metanol catalisada por hidróxido de sódio. Os produtos desta reacção são a glicerina (ou glicerol) e uma mistura de ésteres metílicos, designada por bio-diesel, uma vez que o peso molecular médio das suas moléculas é semelhante ao dos alcanos encontrados no diesel convencional.

Apesar de neste trabalho ser utilizado óleo alimentar fresco, a nível industrial, para além de gorduras animais e óleos vegetais frescos, são também utilizados materiais reciclados ou provenientes de

utilizações culinárias, evitando que muitos bilhões de litros destas gorduras sejam despejados todos os anos em lixeiras ou simplesmente queimadas em altos-fornos.

Uma reação de trans-esterificação é um processo que permite converter um éster num outro éster, alterando a componente ácida ou a componente alcoólica. Neste trabalho será a componente alcoólica existente nos triglicéridos (glicerol) que será substituída por metanol, obtendo-se os respectivos ésteres metílicos. Como os triglicéridos são, em regra, formados a partir de diferentes ácidos gordos, o bio-diesel resultante desta reação é uma mistura de diferentes ésteres metílicos.

Os ésteres são, em regra, substâncias bastante estáveis. Assim, a mistura dum éster com um álcool necessita de condições específicas para reagir. Uma solução para o problema passa pela utilização de catalisadores, que podem ser ácidos ou básicos. Neste trabalho utilizaremos um catalisador básico (hidróxido de sódio). É necessário muito cuidado na quantidade de NaOH utilizada, porque pode conduzir a uma mistura de bio-diesel, metanol, glicerol e sabão, que se torna muito difícil de decantar. A reação de trans-esterificação pode ser esquematizada como:



3. Execução Experimental

3.1. Reagentes

Hidróxido de sódio, metanol (> 99% de pureza), óleo alimentar.

3.2. Material

Balão de fundo redondo de 250 mL, copo de 250 mL, funil de separação de 250 mL, placa de aquecimento com agitação, agitador magnético (tamanho médio), material corrente de laboratório.

3.3. Técnica [8]

Pese 0.35 g de hidróxido de sódio finamente triturado para um balão de fundo redondo de 250 mL, previamente seco. Feche o balão com uma rolha de plástico enquanto executa os procedimentos seguintes.

Adicione 20 mL de metanol ao balão com o hidróxido, adicione um agitador magnético de tamanho apropriado e agite a mistura durante o tempo necessário para todo o hidróxido se dissolver. Tenha atenção porque a solução preparada é extremamente cáustica.

Pese 100 mL de óleo alimentar num copo de 250 mL e aqueça-o na placa de aquecimento até uma temperatura de cerca de 40 °C.

Adicione o óleo aquecido à solução de hidróxido de sódio em metanol, mantendo a agitação. Feche o balão e mantenha a solução em agitação vigorosa durante cerca de quarenta minutos.

Transfira a mistura para um funil de decantação de 250 mL, feche-o com uma rolha de plástico e mantenha a mistura em repouso durante cerca de uma hora.

Separe cuidadosamente as duas fases, garantindo que não deixa o bio-diesel contaminado com glicerol.

Adicione cerca de 100 mL de cloreto de metileno (diclorometano) e cerca de 50 mL de água destilada à ampola de decantação contendo o bio-diesel. Agite suavemente e deixe em repouso até haver separação de fases. Separe a fase orgânica, seque-a com sulfato de sódio anidro, filtre a solução e evapore o diclorometano no evaporador rotativo.

Pese o bio-diesel e guarde-o num frasco para amostras devidamente identificado.

4. Resultados

Calcule o rendimento da reacção, considerando que a massa molar média dos ácidos constituintes do óleo utilizado é de 248.0 g/mol.

Coloque duas pipetas de Pasteur lado a lado, presas com uma pinça, e adicione, ao mesmo tempo, a cada uma das pipetas, um volume idêntico de bio-diesel e de óleo alimentar. Meça o tempo relativo de escoamento de cada um dos óleos e tire conclusões sobre a viscosidade relativa.

Observações

1. Escreva o mecanismo da transesterificação de um éster com catálise básica.

2. Escreva o mecanismo da transesterificação de um éster com catálise ácida.
3. Como se formaria o sabão? Nota: o sabão é o sal de sódio de um ácido carboxílico.

Nota final: Cada estudante fará um miniteste prático sobre este trabalho.

BIBLIOGRAFIA

Fazer "download PDF" de:

https://www.academia.edu/40318618/SAFETY_PRACTICES_IN_THE_ORGANIC_LABORATORY_1?email_work_card=reading-history

Fazer "download PDF" de:

https://www.academia.edu/29101406/A_TEXT_BOOK_OF_PRACTICAL_ORGANIC_CHEMISTRY_INCLUDING_QUALITATIVE_ORGANIC_ANALYSIS?email_work_card=reading-history

- Streitwieser, C. H. Heathcock, E. M. Kosower, *Introduction to Organic Chemistry*, 4ª Ed., MacMillan Pub. Co. (1992)
- T. W. G. Solomons, *Organic Chemistry*, 8ª Ed., John Wiley & Sons Inc. (2003)
- L. M. Harwood, C. J. Moody, P. P. Percy, *Experimental Organic Chemistry*, 2ª Ed., Blackwell Science (1999)
- J. E. Leonard, *J. Chem. Ed.*, **58**, 1022 (1981)

ANEXOS

Regras de elaboração de um RELATÓRIO

A evolução dos conhecimentos científicos, embora resulte de um conjunto complexo de factores, assenta num princípio muito simples: a acumulação dos contributos dados por todos aqueles que se dedicaram, se dedicam e venham a dedicar-se à investigação científica. Isto significa que quando se obtém um resultado ou se propõe um novo conceito há que dar conhecimento dele à comunidade. É o que se faz normalmente através das chamadas “*publicações científicas*”, onde os autores dão a conhecer ao resto do mundo resultados originais e conceitos novos.

Quando se efectua um trabalho, como os que irá fazer nesta e noutras disciplinas de carácter experimental, também se obtém resultados, os quais devem ser registados no caderno de laboratório. É claro que neste caso os resultados não são novos nem originais e a sua divulgação não tem de ser feita à comunidade científica internacional, mas apenas aos responsáveis pela avaliação do trabalho. Contudo, os princípios que regem a elaboração de um bom relatório são os mesmos em que assenta a redacção de um artigo científico.

O relatório pode ser elaborado de acordo com o esquema seguinte (note que o que a seguir se apresenta é uma proposta e não um modelo rígido a ser incondicionalmente adoptado e seguido):

1. Título e Autores

O título deve ser claro e simples e a identificação dos autores inequívoca. Exemplo:

PREPARAÇÃO DO CICLO-HEXENO POR DESIDRATAÇÃO DO CICLO-HEXANOL

Maria X. Silva e Manuel Y. Pereira

QOG, Segunda feira, Turno Z, Grupo n

2. Resumo

O resumo destina-se a dar uma ideia rápida, mas suficientemente informativa, do trabalho. Deve ser conciso e referir o que se fez, como se fez e que resultados principais se obtiveram. Não cometa o erro (muito comum) de confundir o resumo com o objectivo do trabalho.

3. Introdução

Esta é a parte habitualmente mais susceptível a erros, incorrecções e exageros. A introdução serve para enquadrar o trabalho, justificar o seu objectivo, a razão da execução do trabalho e a justificação do método utilizado. Não deve ser, de modo algum, uma dissertação exaustiva sobre aspectos teóricos que, embora afluídos, deverão ser remetidos para a bibliografia.

Assim, no caso particular de trabalhos de Química Orgânica preparativa, deverá chamar-se a atenção para os aspectos mais característicos das reacções envolvidas, escrever detalhadamente os respectivos mecanismos, mas não transcrever ou traduzir dos livros da especialidade considerações teóricas extensas, que bastará assinalar com a respectiva referência bibliográfica. Pode ainda fazer uma breve abordagem justificativa do método experimental utilizado, mas não o descreva. Lembre-se que o seu trabalho não será avaliado “*a peso*” e que **tudo aquilo que já se encontra escrito e publicado não precisa de ser escrito outra vez!**

Para o ajudar na elaboração desta parte do relatório, encontra no parágrafo “Introdução” do capítulo dedicado a cada trabalho deste Manual um conjunto de tópicos e observações que poderá utilizar como sugestões de assuntos a abordar.

4. Parte experimental

Neste parágrafo deverá dar conta de tudo o que se relacionou directamente com a execução prática do trabalho. Começará por referir os reagentes utilizados, não esquecendo de indicar a respectiva marca e grau de pureza (bem como indicações gerais sobre a segurança no seu manuseamento); poderá também (para facilitar os cálculos) indicar entre parêntesis a quantidade utilizada (em nº de moles). É necessário fazer referência às montagens e material utilizado. **Desenhe ou esquematize as montagens.** Os instrumentos (por exemplo, um espectrómetro) serão referidos indicando a marca e o modelo. A técnica experimental precisa de ser descrita. **Se fizer alterações** à Técnica fornecida neste Manual, antes ou durante a realização do trabalho, **deverá especificá-las.**

5. Resultados

Como já referido, o objectivo da realização de um trabalho é a obtenção de resultados. Estes devem ser indicados de forma simples (pode ser na forma de uma tabela), clara e correcta. Tenha em atenção que os resultados de um trabalho não são apenas o “*resultado final*”. Por exemplo, se obteve como produto final um líquido por destilação, os resultados não são apenas a quantidade desse produto, o rendimento calculado e uma propriedade (por exemplo, o índice de refração) que determinou posteriormente; resultados são também os valores de pressão e de temperatura a que o líquido destilou.

Um erro muito frequente, em que deve evitar cair, é **confundir resultados com dados**. Por exemplo, se determinou o ponto de fusão de um sólido que obteve, isso é um resultado. Para avaliar o grau de pureza do seu composto, foi a uma tabela procurar o valor do ponto de fusão desse composto puro; **isto não é um resultado do seu trabalho** e não deve nunca ser incluído neste parágrafo (mas sim no seguinte, em que criticará e discutirá os resultados). Lembre-se sempre de que um resultado é qualquer coisa que foi directamente determinada ou obtida no seu trabalho e não um valor que recolheu num livro, numa revista ou num manual.

6. Discussão

Esta (juntamente com os resultados) é a parte mais importante de um relatório. Se já leu um artigo científico, ou quando o fizer, verificará que, na generalidade, cerca de 80% do artigo é constituído pela apresentação e discussão dos resultados.

A discussão dos resultados deve ser feita não com base em generalidades, mas de uma forma concreta e dirigida, comparando os resultados que obteve com os dados que se encontram disponíveis na literatura (aqui sim, deve referi-los e referenciá-los!) ou com os dos seus colegas e procurando tirar conclusões através da crítica do método experimental utilizado, mais um vez, em comparação com outras alternativas. Neste parágrafo deve também interpretar os resultados obtidos, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, e procurar identificar na sua execução experimental as possíveis causas dos erros eventualmente detectados.

O conjunto de observações que encontra no capítulo respeitante a cada trabalho deste Manual foi também preparado no sentido de o ajudar a fazer esta (importante) parte do seu relatório.

7. Bibliografia

A lista de bibliografia (é sempre uma lista, e nunca deve ser apresentada de outro modo) tem de ser numerada, correspondendo cada referência exactamente ao número indicado (por exemplo, entre parêntesis recto) no decorrer do texto. Nela deve incluir todos os trabalhos que consultou para a realização do seu trabalho, numerando-os sequencialmente à medida que os vai citando. Quanto a outras normas, que podem ser variáveis, veja por exemplo as indicadas numa disciplina de Técnicas gerais de Laboratório.

8. Apêndices

É uma parte marginal do relatório e, muitas vezes, não existirá. Destina-se a apresentar material (maioritariamente gráfico) útil e necessário, mas não imprescindível para a compreensão do texto (por exemplo, um espectro de Infravermelho).

A redacção do relatório de um trabalho é da inteira e exclusiva responsabilidade dos elementos do grupo que o realizou. Embora possa (e deva) começar a pensar-se no relatório durante a preparação e a realização do trabalho, aquele só poderá (obviamente) ser efectuado após a conclusão do trabalho.

Nesta disciplina (caso o seu docente das aulas Práticas considere necessário) fará um relatório por cada trabalho experimental (ou seja, um total de 3).

No que respeita a normas e prazos de entrega dos relatórios, receberá instruções do docente responsável pela sua aula, que lhe dará também todo o apoio de que necessitar.

Finalmente, considere a seguinte recomendação: **comece a fazer o relatório logo após a conclusão do respectivo trabalho**. Isto significa que, qualquer que seja o regime de entrega de relatórios que vier a ser acordado, não deve deixar passar muito tempo entre a conclusão do trabalho e a redacção do relatório. É sempre muito mais fácil “falar” de um acontecimento recente, do que de algo que já não está muito fresco na memória. Se fizer um relatório de um trabalho que já fez há muito tempo, haverá sempre pormenores que já esqueceu, mesmo que tenha tomado notas (o que, aliás, deverá sempre fazer no seu **caderno de Laboratório**). Neste caso, o relatório vai dar-lhe mais trabalho, custar-lhe-á mais tempo e terá certamente uma qualidade inferior que se reflectirá (negativamente) na sua classificação final.

SEGURANÇA

I - NORMAS DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

1. Uso **obrigatório** de óculos de protecção, bata e luvas.
2. Não fumar.
3. Não comer.
4. Antes de manusear um produto químico pesquisar as características do produto e os cuidados a ter no seu manuseio.
5. Manter sempre limpa e ordenada a bancada de trabalho.
6. Em caso de acidente no laboratório, manter a calma, não sair do lugar se não for atingido, chamar a atenção do docente e deixar espaço de actuação.
7. Nunca pipetar com a boca.
8. Nunca aquecer produtos inflamáveis em bico de Bunsen (à chama). Estão incluídos nesta classe: éter, metanol, etanol, acetona, benzeno, éter de petróleo, etc.
9. Manter sempre tapados os frascos com produtos químicos. Após utilização verificar se ficaram bem limpos e recolocá-los no respectivo lugar, tendo o cuidado de os deixar com o rótulo virado para a frente.
10. Abrir as torneiras de gás e água estritamente no momento de uso, de resto mantê-las sempre fechadas. Sempre que o bico de Bunsen estiver em permanente utilização deixá-lo com chama amarela.

IMPORTANTE - Conhecer a localização e o modo de funcionamento dos extintores de incêndio, chuveiros de emergência, torneiras gerais de gás e água, quadro de primeiros socorros existentes no laboratório e saídas de emergência.

II - A MANUTENÇÃO DO LABORATÓRIO

1. Evitar despejar produtos químicos na pia. Na eventualidade de o fazer, utilizar a hotte. Para cada composto, verificar antecipadamente se existe frasco de descarte (recuperação).
2. Papéis contaminados com produtos químicos têm cesto próprio de descarte.
3. Nunca colocar material de vidro partido nos cestos para o papel. Existe local adequado para o efeito.
4. Manter os frascos dos reagentes limpos externamente.
5. Não recolocar no frasco os produtos químicos que não chegou a usar. Nunca introduzir qualquer objecto no frasco dum reagente.
6. Nunca deixar que os solventes contactem a borracha das pompets ou tetinas, pois promovem acelerada deterioração de ambos.
7. Derramamentos devem ser imediatamente limpos, de acordo com o produto derramado.
8. Não mexer em equipamentos e aparelhos que não pertençam à aula em curso e mesmo os equipamentos da aula só poderão ser utilizados após explicação do funcionamento e autorização do docente.
9. Sempre que trabalhar com esmerilados verificar antecipadamente se estes estão limpos. Verificar depois a sua correcta adaptação.
10. Terminada a experiência, retornar os reagentes ao local apropriado, limpar a bancada de trabalho e, depois de descartar os produtos nos seus respectivos contentores e lavar todo o material de vidro. Para o efeito passar água da torneira no material de vidro, lavar com detergente e ajuda do escovilhão, passar com água destilada e finalmente deixá-lo no tabuleiro de alumínio. O material poderá ser seco na estufa ou recorrendo ao sistema de ar comprimido.

Nota: Não esquecer, desencaixar todas as peças de vidro e retirar todas as peças de plástico ou de borracha do tabuleiro.

III - PERIGOS E CONSELHOS DE SEGURANÇA

Os rótulos dos reagentes Merck obedecem às directrizes da Comunidade Europeia que exigem para produtos perigosos as seguintes indicações de perigo: símbolo de perigo com a legenda correspondente de perigo, perigos específicos e conselhos de segurança para a sua manipulação. Com estas indicações que se podem ler no texto do rótulo já estão dadas as mais importantes indicações para a manipulação livre de perigo com os nossos produtos.

Por motivo de espaço não nos é possível acrescentar também os conselhos de segurança. Daí termos usado a indicação de **perigos específicos R** e a recomendações de **segurança S** de forma abreviada numa barra vermelha na parte inferior do rótulo. O significado desta informação codificada está contida no capítulo "Perigos específicos" e "Conselhos de segurança" abaixo indicado.

Diferentes classes de perigo estão anotadas no rótulo e tem o seguinte significado:

Classe 2	Gases comprimidos, liquidificados ou dissolvidos sob pressão
Classe 3	Líquidos inflamáveis
Classe 4.1	Sólidos inflamáveis
Classe 4.2	Matérias auto-inflamáveis
Classe 4.3	Substâncias cujo contacto com a água formam gases inflamáveis
Classe 5.1	Substâncias com acção inflamável (oxidante)
Classe 5.2	Peróxidos orgânicos
Classe 6.1	Substâncias tóxicas
Classe 8	Substâncias corrosivas

R.I.D.: "Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses".

Os nossos reagentes são exclusivamente destinados para o trabalho de laboratório. Parte-se portanto do princípio que as pessoas que trabalham com estes produtos possuam os conhecimentos essenciais e experiência necessária para poder obedecer às medidas de segurança adequadas. O uso de reagentes não é de modo algum permitido na medicina humana. Dado que no laboratório normalmente são manuseadas quantidades reduzidas o perigo para a saúde é praticamente nulo se se tiver em atenção as recomendações do rótulo. Se não estiverem indicadas no rótulo, ter em atenção os seguintes cuidados na manipulação das substâncias químicas.

Em todos os trabalhos colocar óculos de protecção e luvas. Evitar o contacto com a pele, olhos e mucosas. Se caírem pingos sobre a pele limpar primeiro com um pano seco e depois lavar abundantemente com

água fria. Se no entanto caírem pingos nos olhos lavar imediatamente e abundantemente com água, se aparecerem irritações locais recomendamos uma ida ao médico especialista. Os trabalhos devem ser feitos numa *hotte*, ou pelo menos numa sala bem arejada.

PERIGOS ESPECÍFICOS

- R1 Explosivo no estado seco.
- R2 Risco de Explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
- R3 Grande risco de explosão por choque fricção ou outras fontes de ignição.
- R4 Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis.
- R5 Perigo de explosão por aquecimento.
- R6 Explosivo em contacto e sem contacto com o ar.
- R7 Pode provocar um incêndio.
- R8 Perigo de incêndio em contacto com substâncias combustíveis.
- R9 Perigo de explosão quando misturado com substâncias explosivas.
- R10 Inflamável.
- R11 Muito inflamável.
- R12 Altamente inflamável.
- R13 Gás liquefeito altamente inflamável.
- R14 Reage violentamente com a água.
- R15 Reage com a água libertando gases muito inflamáveis.
- R16 Explosivo quando misturado com substâncias comburentes.
- R17 Espontaneamente inflamável no ar.
- R18 Durante o uso pode formar misturas vapor-ar muito inflamáveis / explosivas.
- R19 Pode formar peróxidos explosivos.

- R20 Nocivo por inalação.
- R21 Nocivo por contacto com a pele.
- R22 Nocivo por ingestão.
- R23 Tóxico por inalação.
- R24 Tóxico em contacto com a pele.
- R25 Tóxico por ingestão.
- R26 Muito tóxico por inalação.
- R27 Muito tóxico em contacto com a pele.
- R28 Muito tóxico por ingestão.
- R29 Em contacto com a água liberta gases tóxicos.
- R30 Pode tornar-se muito inflamável durante o uso.
- R31 Em contacto com ácidos liberta gases tóxicos.
- R32 Em contacto com ácidos liberta gases muito tóxicos.
- R33 Perigo de efeitos cumulativos.
- R34 Provoca queimaduras.
- R35 Provoca queimaduras graves.
- R36 Irritante para os olhos.
- R37 Irritante para as vias respiratórias.
- R38 Irritante para a pele.
- R39 Perigo de efeitos irreversíveis muito graves.
- R40 Riscos possíveis de efeitos irreversíveis.
- R42 É possível uma sensibilização por inalação.
- R43 É possível uma sensibilização por contacto com a pele.
- R14/15 Reage violentamente com água libertando gases muito inflamáveis.
- R14/29 Reage com a água libertando gases tóxicos e muito inflamáveis.

- R20/21 Nocivo por inalação e em contacto com a pele.
- R21/22 Nocivo em contacto com a pele e por ingestão.
- R20/22 Nocivo por inalação e ingestão.
- R20/21/22 Nocivo por inalação, ingestão e em contacto com a pele.
- R23 /24 Tóxico por inalação e em contacto com a pele.
- R24/25 Tóxico em contacto com a pele e por ingestão.
- R23/25 Tóxico por inalação e ingestão.
- R23/24/25 Tóxico por inalação, ingestão e em contacto com a pele.
- R26/27 Muito tóxico por inalação e em contacto com a pele.
- R27/28 Muito tóxico em contacto com a pele e por ingestão.
- R26/28 Muito tóxico por inalação e ingestão.
- R26/27/28 Muito tóxico por inalação, ingestão e em contacto com a pele.
- R36/37 Irritante para os olhos e vias respiratórias.
- R37/38 Irritante para as vias respiratórias e pele.
- R36/38 Irritante para os olhos e pele.
- R36/37/38 Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele.
- R42/43 É possível uma sensibilização por inalação e em contacto com a pele.

CONSELHOS DE SEGURANÇA

- S1 Conservar fechado.
- S2 Não deve estar ao alcance das crianças.
- S3 Conservar em lugar fresco.
- S4 Deve estar longe dos locais de habitação.
- S5 Conservar dentro de ...(líquido apropriado a especificar pelo fabricante).
- S6 Conservar dentro de ...(gás inerte a especificar pelo fabricante).
- S7 Conservar o recipiente bem fechado.
- S8 Conservar o recipiente ao abrigo da humidade.
- S9 Conservar o recipiente em local bem ventilado.
- S10 Manter húmido o conteúdo.

- S11 Evitar o contacto com o ar.
- S12 Não fechar o recipiente hermeticamente.
- S13 Guardar afastado de alimentos, bebidas e rações para animais.
- S14 Guardar afastado de ...(Substâncias incompatíveis a indicar pelo fabricante)
- S15 Conservar longe do calor.
- S16 Conservar longe de fontes de ignição - Não fumar.
- S17 Conservar longe de substâncias combustíveis.
- S18 Abrir e manipular o recipiente com cautela.
- S20 Não comer nem beber durante o trabalho.
- S21 Não fumar durante o trabalho.
- S22 Não respirar o pó.
- S23 Respirar gás / fumo / vapor / aerossóis.
- S24 Evitar o contacto com a pele.
- S25 Evitar o contacto com os olhos.
- S26 Em caso de contacto com os olhos, lavar logo com muita água e procurar um médico.
- S27 Despir imediatamente todas as peças de vestuário atingidas.
- S28 Em caso de contacto com a pele, lavar imediatamente e abundantemente com ... (produtos apropriados a indicar pelo fabricante).
- S29 Não atirar para os esgotos.
- S30 Não derramar nunca água sobre o produto.
- S31 Conservar afastado de substâncias explosivas.
- S33 Tomar medidas contra as cargas electrostáticas.
- S34 Evitar o choque e a fricção.
- S35 Os resíduos e o recipiente devem ser eliminados com a devida precaução.
- S36 Usar vestuário de protecção adequado durante o trabalho.
- S37 Usar luvas de protecção apropriadas.
- S38 Em caso de ventilação insuficiente, usar um aparelho respiratório apropriado.
- S39 Proteger os olhos / cara.
- S40 Para limpar o pavimento e objectos contaminados, usar...(a precisar pelo fabricante).
- S41 Em caso de incêndio ou explosão, não respirar os fumos.

- S42 Durante as fumigações / pulverizações usar um aparelho respiratório apropriado.
- S43 Em caso de incêndio usar... (meios de extinção a indicar pelo fabricante. Se a água aumentar os riscos, acrescentar ainda - "não usar água").
- S44 Em caso de má disposição consultar um médico (se possível mostrar-lhe este rótulo).
- S45 Em caso de acidente ou má disposição consultar imediatamente um médico (se possível mostrar-lhe este rótulo).
- S1/2 Conservar fechado e fora do alcance das crianças.
- S3/9 Conservar o recipiente em lugar fresco e bem ventilado.
- S3/7/9 Conservar o recipiente bem fechado em lugar fresco e bem ventilado.
- S7/9 Conservar o recipiente bem fechado em lugar bem ventilado.
- S7/8 Conservar o recipiente bem fechado ao abrigo da humidade.
- S20/21 Não comer, nem beber, nem fumar durante o trabalho.
- S24/25 Evitar o contacto com os olhos e com a pele.
- S36/37 Usar luvas e vestuário de protecção adequados durante o trabalho.
- S36/39 Usar vestuário de protecção apropriado e proteger os olhos / a cara durante o trabalho.
- S37/39 Usar luvas de protecção apropriadas e proteger os olhos / a cara durante o trabalho.
- S36/37/39 Usar luvas e vestuário de protecção adequados e proteger os olhos / a cara durante o trabalho.

SÍMBOLOS DE PERIGO E O SEU SIGNIFICADO

Em primeiro lugar, prestar sempre atenção aos perigos específicos e conselhos de segurança indicados nos rótulos. O resumo seguinte só pode abranger indicações de carácter geral.

SUBSTÂNCIAS EXPLOSIVAS



E

Perigo: Este símbolo indica substâncias que podem explodir sob determinadas condições.

Exemplos: dicromato de amónio.

Cuidado: Evitar contusão, choque, fricção, formação de faísca e acção do calor.

SUBSTÂNCIAS COMBURENTES



O

Perigo: Substâncias comburentes podem inflamar substâncias combustíveis ou acelerar fogos declarados, dificultando o combate do incêndio.

Exemplos: permanganato de potássio, peróxido de sódio.

Cuidado: Evitar qualquer contacto com substâncias combustíveis.

SUBSTÂNCIAS FACILMENTE INFLAMÁVEIS

1. Substâncias auto-inflamáveis

Exemplos: alquilos de alumínio, fósforo.

Cuidado: Evitar contacto com o ar.



F

2. Gases facilmente inflamáveis

Exemplos: butano, propano.

Cuidado: Evitar a formação de misturas inflamáveis gás-ar e manter afastadas fontes de ignição.

3. Substâncias sensíveis à humidade

Produtos químicos que em contacto com a água, produzem gases facilmente inflamáveis.

Exemplos: lítio, hidreto de boro e sódio.

Cuidado: Evitar o contacto com humidade ou água.

4. Líquidos inflamáveis

Líquidos com um ponto de inflamação inferior a 21 °C

Exemplos: acetona, benzeno.

Cuidado: Manter afastado de chamas vivas, fontes de calor e faíscas.

SUBSTÂNCIAS TÓXICAS



T

Perigo: A inalação, ingestão ou absorção através da pele provoca, na maior parte das vezes, lesões muito graves ou mesmo a morte.

Exemplos: trióxido de arsénio, cloreto de mercúrio (II).

Cuidado: Evitar qualquer contacto com o corpo humano e, no caso de indisposição, chamar o médico.

SUBSTÂNCIAS NOCIVAS



Xn

Perigo: Absorvidas pelo corpo, estas substâncias provocam lesões pouco graves.

Exemplos: piridina, tricloroetileno.

Cuidado: Evitar qualquer contacto com o corpo humano, inclusive inalação de vapores; no caso de indisposição chamar o médico.

SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS



C

Perigo: Por contacto, estes produtos químicos destroem o tecido vivo, bem como utensílios.

Exemplos: bromo, ácido sulfúrico.

Cuidado: Não respirar os vapores e evitar o contacto com a pele, olhos e vestuário.

SUBSTÂNCIAS IRRITANTES



Xi

Perigo: Este símbolo indica substâncias que podem desenvolver uma acção irritante sobre a pele, olhos e órgãos da respiração.

Exemplos: solução de amoníaco, cloreto de benzilo.

Cuidado: Não respirar os vapores e evitar o contacto com a pele e olhos.

SEGURANÇA - CONTACTOS DE EMERGÊNCIA

Emergência INEM	112
Portaria FCT – Segurança / Emergência	18112 (Tlm: 91 602 5546)
Portaria Edifício Departamental	13105
Gabinete de Segurança, FCT	13191
Unidade de Saúde - Monte Caparica	21 295 0660 (das 8h às 22h)
FCT EMERGÊNCIA – Segurança	Ext: 18 112; Tlm: 91 602 5546

HOSPITAIS

Almada - Garcia da Horta	21 294 0294
	21 295 7400
Santa Maria	21 796 1181
	21 790 1200
São José	21 886 0131
	21 884 1000
Centro de Informação Anti-Venenos	21 795 0143

BOMBEIROS

Almada	21 274 3541
Trafaria	21 294 0142
Caparica	21 290 0030
	21 290 5422 / 66
Cacilhas	21 272 2520