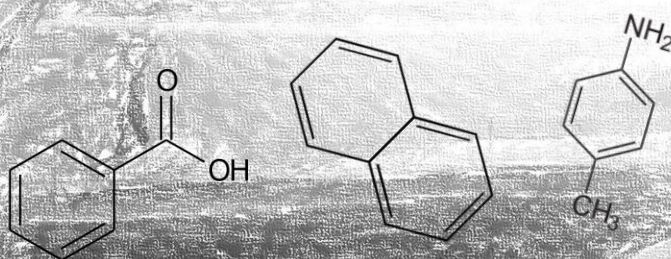


# Química Orgânica

## Reações ácido-base para separação de compostos orgânicos

1ª Sessão

2ª Sessão



79613 | Ana Rafaela Saraiva

78680 | Luís Rita

Lisboa, 12 de Março de 2015

**Objetivos**

Separar 3 compostos que se encontram misturados numa única solução, recorrendo às suas propriedades ácido-base. Para tal, utilizaram-se técnicas como a decantação, filtração e secagem. Avaliação final da pureza de cada um dos compostos, com base no seu ponto de fusão.

**Procedimento Experimental****Materiais Utilizados<sup>1</sup>**

- |                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. NaOH;              | 5. Solução mistura (Mist.); |
| 2. HCl;               | 6. Proveta 250 ml;          |
| 3. Erlenmeyer;        | 7. Proveta 25 ml.           |
| 4. Ampola decantação; |                             |



Objetivo inicial passou por separar o ácido benzóico da restante mistura. Para tal adicionou-se 25 ml de NaOH (Fig. III) à ampola de decantação, que já continha 150 ml da mistura das 3 substâncias em clorofórmio (Fig. II). Feito isto, tapou-se a ampola, agitou-se (durante mais ou menos 1 minuto) e retirou-se a fase orgânica para um *erlenmeyer*, previamente identificado com a letra M (Mistura), Fig. IV. Por outro lado, a fase aquosa foi transferida para um outro



II

*erlenmeyer*, este identificado como AB (Ácido Benzóico). Repetiu-se este processo 3 vezes, até que todo o ácido acabou por ficar guardado no recipiente correspondente. Todo este processo exigiu certos cuidados (para além dos habituais, usar óculos, bata e luvas), nomeadamente, realizar todos estes passos na *hotte*. Um dos outros objetivos do trabalho era também a extração de p-toluidina da mesma solução original. Para tal, realizou-se

exatamente o mesmo procedimento anteriormente descrito, com exceção de um dos passos, em que em vez de se adicionar NaOH à mistura, adicionou-se HCl. E acabou-se por extrair a p-toluidina para um *erlenmeyer* identificado como PT.



3 min.

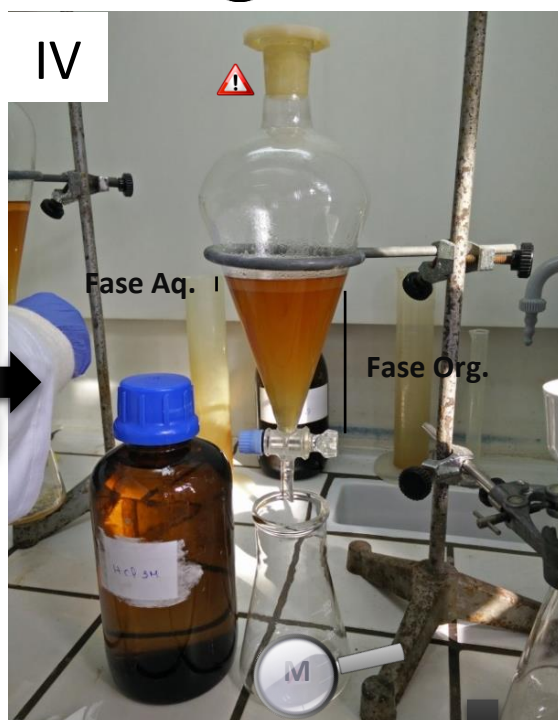


III

x3



1 min.



IV

Fase Aq.

Fase Org.

Avisos presentes nas imagens desta fase

Antes de colocar a mistura na ampola de decantação, verificar se a torneira da mesma se encontra na posição horizontal (fechada).

Aquando da remoção do conteúdo da ampola, mantê-la destapada.



### Materiais Utilizados

8. HCl;
9. NaOH;
10. Balde;
11. Gelo;
12. Medidor pH;
13. Vareta;
14. Fúnil de *Buchner*;
15. Papel filtro;
16. *Kitasato*;
17. Bomba de vácuo;
18. Noz;
19. Mangueira.



Após se ter retirado o ácido benzóico da mistura de componentes, colocou-se de imediato no interior de um balde com gelo, de modo a que a sua temperatura baixasse e a filtração que se fará mais à frente tenha maior taxa de sucesso. Terminado este ponto, adicionou-se 100 ml de HCl ao ácido benzóico (quantidade suficiente para tornar a solução bastante ácida (pH=1). A

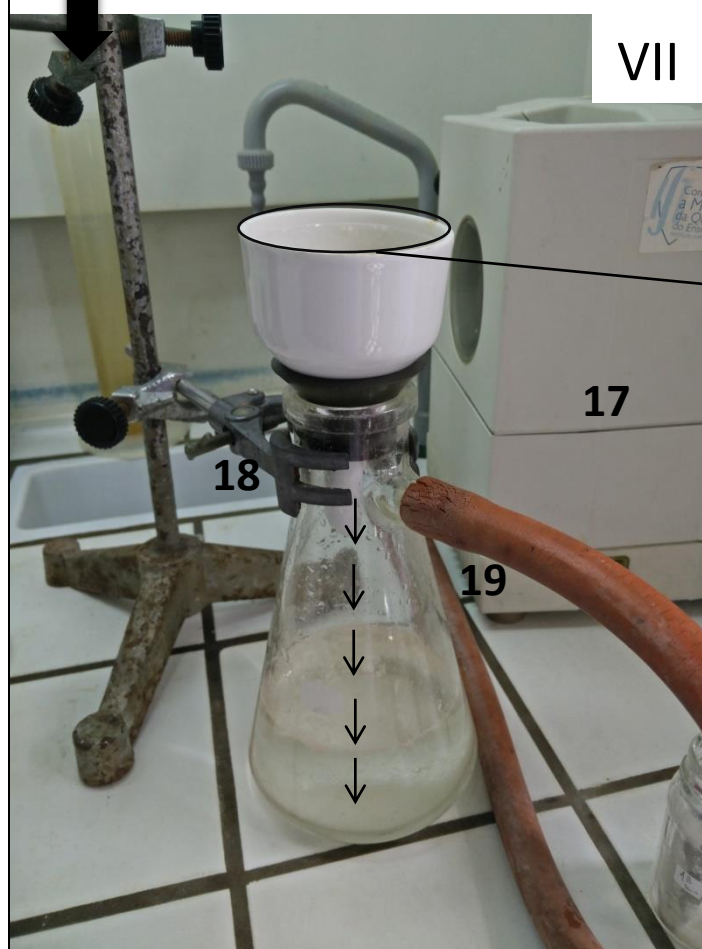
medição de pH foi feita recorrendo a um papel de pH e a uma escala que associava as diferentes cores ao grau de acidez da solução, cor obtida: vermelho). Por fim, iniciou-se a filtração. Este foi um processo bem mais demorado (em parte, devido à falta de aspiradores de vácuo funcionais existentes no laboratório), no entanto, tal como todos os anteriores, completo com sucesso. Começou-se por humedecer a superfície do fúnil de *Buchner* com água e posteriormente fixar o filtro à superfície



do mesmo (o mais centralizado possível). De seguida, verteu-se o ácido benzóico para o filtro e esperou-se até que a fase líquida escorresse na totalidade para o *kitasato*. No entanto, ao fim de alguns minutos, e ao ritmo a que o processo se estava a desenrolar, dificilmente a aula terminaria com o processo completo. Assim, foi imperativa a utilização de uma bomba de vácuo, que acabou por permitir uma filtração completa precocemente. No final, pôde-se

verificar a presença de algum ácido (benzóico) no *kitasato*, o que permite concluir, logo à partida, que o rendimento do processo estará longe do ideal.

A filtração do p-toluidina foi muito semelhante. O único ponto distinto no desenrolar desta fase (relativamente à filtração do ácido benzóico), foi a adição de NaOH à solução presente no *erlenmeyer* e no interior do balde a baixas temperaturas. Enquanto que para a separação do primeiro composto utilizou-se primeiro NaOH e só depois HCl, desta vez foi o inverso. Pelo que obteve-se uma solução final extremamente alcalina (pH=14).







### Materiais Utilizados

- 20. Balança digital;
- 21. Espátula;
- 22. Frascos (comuns);
- 23.  $\text{MgSO}_4$ .

Finalmente, procedeu-se a remoção do ácido benzóico e p-toluidina acumulados à superfície do filtro (Fig. VIII). Com o auxílio de uma espátula e um pouco de paciência (de modo a que não se contaminasse a amostra final, com vestígios de papel de filtro), lentamente encheram-se 2 frascos com o nosso produto final. Estes mesmos acabaram por ser

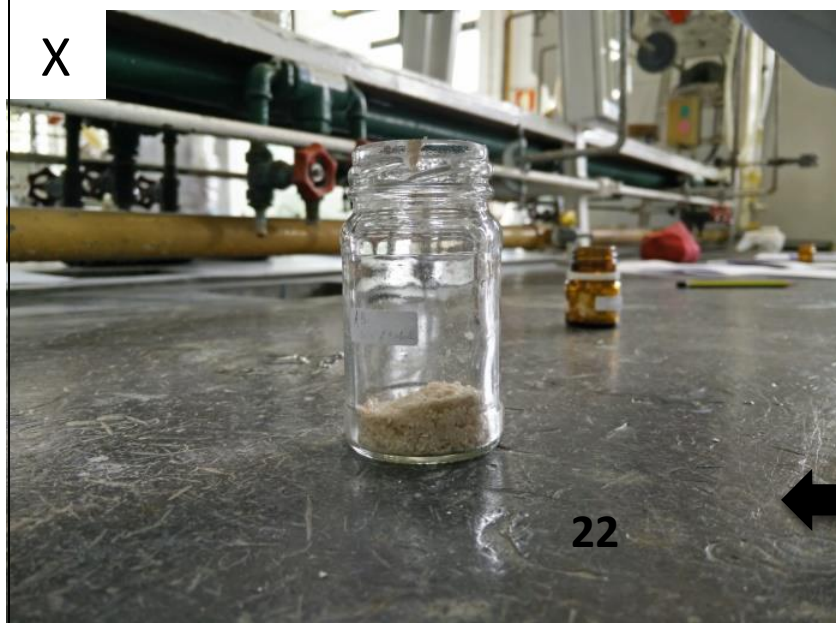
colocados num exsicador, de modo a que ambos os compostos pudessem ser secos (o método de funcionamento deste aparelho é muito simples: existe uma camada de sílica no fundo do recipiente, após terem sido colocados todos os frascos de todos os grupos criou-se vácuo no interior, pelo que a água acabou por abandonar os compostos; detalhe importante: os frascos estão tapados com papel e não com a respetiva tampa). O que contém p-toluidina foi previamente pesado para mais tarde calcular o rendimento do processo (Fig. IX).

IX



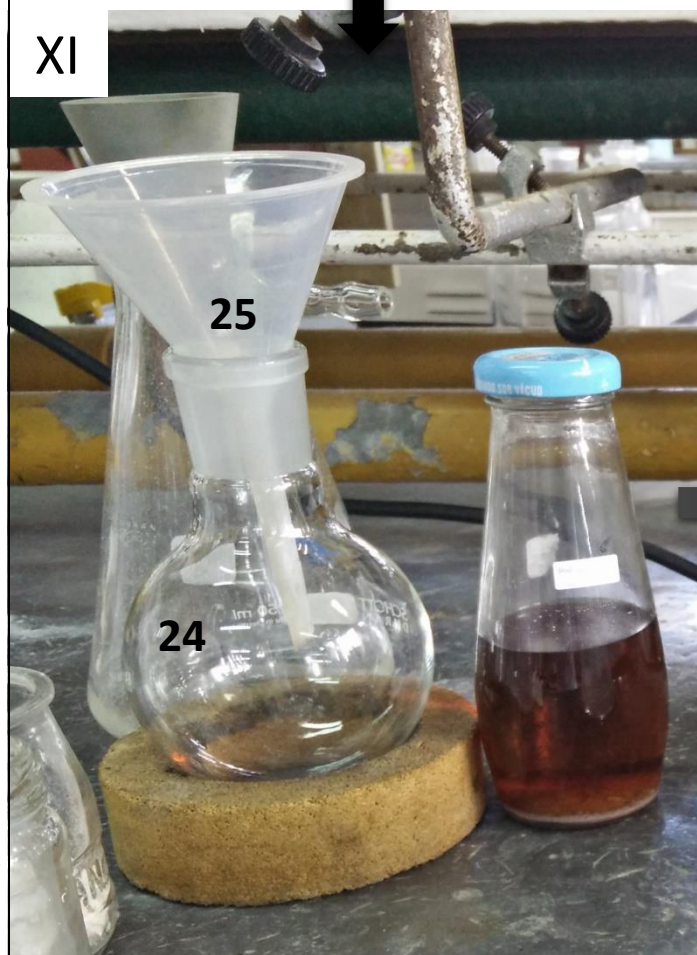
Quanto ao naftaleno que se encontrava ainda na mesma solução de clorofórmio, foi-lhe adicionado  $\text{MgSO}_4$ , de modo a que fosse possível extrair o máximo de água possível da mistura. O que é, deveras essencial, uma vez que pretende-se obter naftaleno tão puro quanto possível.

X



XI

NF



### Materiais Utilizados

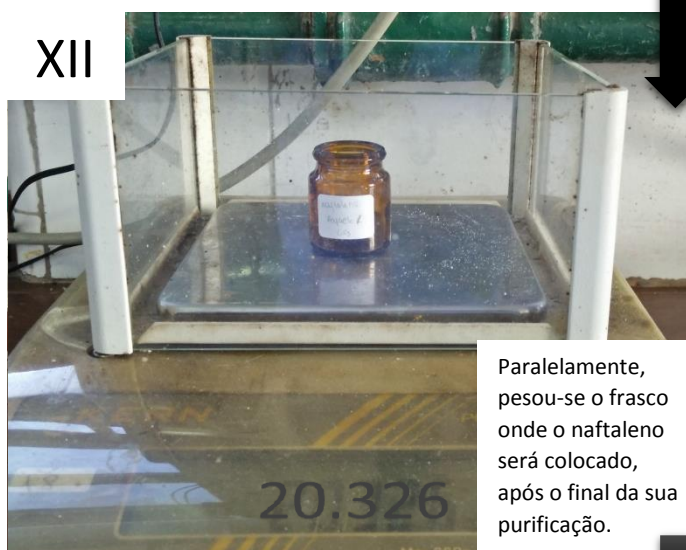
- 24. Balão de fundo redondo;
- 25. Fúnil plástico;
- 26. Papel de filtro pregueado;
- 27. Evaporador rotativo;
- 28. Bomba de vácuo.

Este passo marca o início da **2ª sessão**. No final da atividade anterior juntou-se  $\text{MgSO}_4$  (anidro) à solução de clorofórmio e naftaleno, agora, este mesmo composto hidratado fora removido, obtendo-se assim um solução com menor quantidade de água. Para tal, filtrou-se o conteúdo do frasco da última aula, recorrendo a um papel de filtro pregueado e a um fúnil de

laboratório comum. A filtração foi realizada para um balão de fundo redondo (no interior da *hotte*, uma vez que existia uma elevada concentração de clorofórmio e por ser irritante para as vias respiratórias), cujo destino final será o evaporador rotativo.

Esta fase foi realizada por uma assistente de laboratório, que amavelmente destilou a solução de naftaleno e clorofórmio. Isto deveu-se essencialmente, ao facto de se encontrar disponível um número muito limitado de aparelhos e, por isso mesmo, acabou por representar uma medida de economização de tempo. Esta destilação apenas foi possível devido a uma diferença acentuada entre os pontos de ebulição dos 2 compostos (clorofórmio e naftaleno,  $\Delta T = 156,8^\circ\text{C}$ ). O procedimento foi o seguinte: prendeu-se o balão com a mistura de substâncias ao aparelho; ligou-se o mesmo; ajustou-se a velocidade de rotação, para os níveis desejados; paralelamente a bomba de vácuo esteve a funcionar para acelerar o processo; água à temperatura ambiente encontrava-se a circular no condensador, com o intuito de passar o composto com menor ponto de

XII



Paralelamente, pesou-se o frasco onde o naftaleno será colocado, após o final da sua purificação.



ebulição do estado gasoso ao líquido. As elevadas temperaturas iniciais que asseguraram a passagem ao estado gasoso do clorofórmio foram conseguidas recorrendo a um compartimento cheio de água quente, onde o balão se encontrou parcialmente mergulhado. Pormenor importante, as altas rotações a que o balão esteve sujeito permitiram aquecer mais rapidamente o composto, muito graças a um aumento de área de contato entre a superfície aquecida do balão e a substância interior. Montagem encontra-se na figura abaixo.

XIII





**Materiais Utilizados**

- 29. Erlenmeyer 500 ml;
- 30. Placa aquecimento elétrica;
- 31. Centros de ebulição (pedaços de porcelana);
- 32. Carvão ativado;
- 33. Espátula;

Paralelamente ao procedimento anterior, dissolveu-se o ácido benzóico obtido na sessão anterior, numa pequena quantidade de água (da torneira). Inseriram-se também alguns centros de ebulição (pequenos pedaços de porcelana) à solução, com o objetivo de prevenir um sobreaquecimento repentino da mesma (Fig. XIV). Uma vez que a importância de obter um composto extremamente puro era relativa, e o facto desta medida não vir a ter um grande impacto na pureza do mesmo, optou-se por não utilizar água destilada. Uma medida, compreensível, tomada com o intuito de reduzir os custos da experiência.

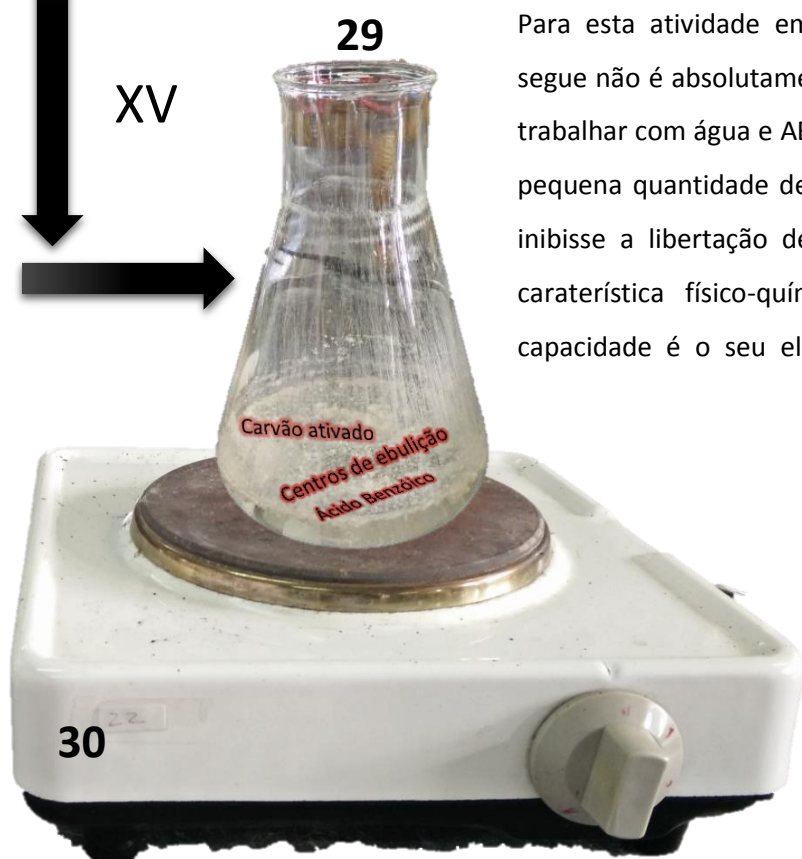
Para aumentar o grau de solubilidade da água, decidiu-se aquecê-la, recorrendo a uma placa de aquecimento elétrica. Como à partida, colocou-se uma quantidade de  $H_2O$  generosa, não foi necessário adicionar mais, no entanto este foi outro ponto que mereceu alguma atenção.

Para esta atividade em específico, o procedimento que se segue não é absolutamente essencial, uma vez que estamos a trabalhar com água e AB, no entanto decidiu-se adicionar uma pequena quantidade de carvão ativado, de modo a que este inibisse a libertação de vapores durante o aquecimento (a característica físico-química que mais contribui para esta capacidade é o seu elevado grau de porosidade). Por fim, aguardou-se até que o ácido benzóico se apresentasse totalmente dissolvido (Fig. XV).

XIV



XV



XVI

## Materiais Utilizados

- 34. Alguidar;
- 35.  $H_2O$ ;
- 36. Fúnil;
- 37. Filtro de pregas;
- 38. Bico de *Bunsen*;
- 39. Elevador;
- 40. Pinça.

Antes de se proceder à filtração do ácido benzóico, aqueceu-se o filtro recorrendo a um bico de *Bunsen*. A filtração teve de ser realizada num intervalo de tempo muito curto, de modo a prevenir a recristalização do ácido no decorrer do processo (Fig. XVI).

Alguns dos principais cuidados a

ter nesta fase foram: garantir que o bico de *Bunsen* se encontrava desligado (mesmo não sendo o AB inflamável, esta acabou por representar uma medida de preparação para futuros trabalhos laboratoriais, onde iremos trabalhar com compostos orgânicos); manusear a pinça, com a qual se verteu o que se encontrava no interior do *erlenmeyer* para o fúnil, com alguma precaução. Uma vez que, tal como o *erlenmeyer*, o que se encontrava no interior estava a

temperaturas bastante elevadas.

XVII

Concluído este processo, transferiu-se o mesmo *erlenmeyer* para um alguidar cheio de gelo, de modo a que a temperatura do mesmo, possibilitasse a recristalização do ácido (Fig. XVII).



XVIII

AB

### Materiais Utilizados

- 41. Fúnil de *Buchner*;
- 42. Papel de filtro;
- 43. Bomba de vácuo;
- 44. Mangueira;
- 45. *Kitasato*;
- 46. Garra;
- 47. Noz;
- 48. Suporte universal;
- 49. Balança digital.

Concluído o processo de arrefecimento, seguiu-se, previsivelmente, a filtração (Fig. XVIII). Tal como é habitual, recorreu-se a uma bomba de vácuo para acelerar o processo. Esta encontrava-se conectada ao *kitasato* através

de uma entrada lateral do mesmo. Assim, tornou-se possível reduzir a pressão no interior do *kitasato* e promover uma filtração mais eficiente. Observou-se a perda de algum ácido benzóico, o que nos permite concluir à partida, que o rendimento estará, de certa forma, afastado do valor unitário.

Concluída esta filtração, retirou-se o ácido benzóico acumulado no filtro (Fig. XX), para um frasco previamente pesado (etapa importante, que permitirá um cálculo posterior do rendimento, Fig. XXI), que acabou por ser colocado num exsicador (método de funcionamento descrito anteriormente).

XIX

XXI

49

XX

XXII

**Materiais Utilizados**

- 50. Alguidar;
- 51.  $H_2O$ ;
- 52. Fúnil de *Buchner*;
- 53. Balança digital;
- 54. Bomba de vácuo;
- 55. Mangueira;
- 56. Noz;
- 57. Garra;
- 58. Suporte universal.

Retomando o processo inicial de isolamento do naftaleno (isolamento do AB e do naftaleno, levados a cabo na segunda sessão do trabalho experimental, foram realizados em paralelo), prosseguiu-se para a filtração.

Antes de se realizar o processo de filtração, foi necessário garantir que o naftaleno se encontrava a uma temperatura suficientemente baixa, para tal utilizou-se o mesmo alguidar referenciado anteriormente. Após a adição de 5 ml de etanol ao naftaleno, realizou-se a filtração do composto. Esta decorreu tal como a descrita no passo anterior, assim sendo não haverá necessidade de a explicar uma vez mais.

Tal como se pode verificar, a adição de etanol e a posterior filtração da solução, representaram

XXIII



uma alteração à técnica inicial prevista pelo protocolo. Alteração esta, que nos permitiu aumentar os níveis de pureza do naftaleno. A importância da adição de etanol, em vez de água, é a seguinte: compostos orgânicos presentes na solução apenas podem ser dissolvidos num solvente apolar.

O naftaleno foi também transferido para um pequeno frasco, previamente pesado, cujo destino final foi o

exsicador.





### Materiais Utilizados

- 59. Medidor pontos de fusão;
- 60. Balança digital;
- 61. Tubo plástico comprido;

O último passo deste trabalho laboratorial (realizado 1 semana após a conclusão do último procedimento descrito, consistiu, invariavelmente, na pesagem final de cada um dos frascos (contendo cada uma das substâncias no interior) e posterior determinação do ponto de fusão, não só do ácido benzóico e do naftaleno, mas também de um outro composto isolado no início da experiência – p-toluidina (esta última medição permitiu avaliar qualitativamente o grau de pureza dos compostos isolados). Uma vez que logo após a conclusão do isolamento, os 3 compostos ainda se apresentavam bastante hidratados, foi necessário aguardar 1 semana até que a concentração de H<sub>2</sub>O se encontrasse a níveis aceitáveis para continuar/concluir a experiência levada a cabo.

### Pesagem

Pesaram-se os frascos e calcularam-se as massas de ácido benzóico, p-toluidina e naftaleno presentes no interior dos mesmos.

Utilizando a seguinte fórmula:  $m_{Composto} = m_{Frasco+Composto} - m_{Frasco}$

A partir destes dados e dos disponíveis inicialmente, pôde-se calcular o rendimento da experiência para cada uma das substâncias.

1 Semana Depois



XXIII

AB | PT | NF

Medição do ponto de fusão

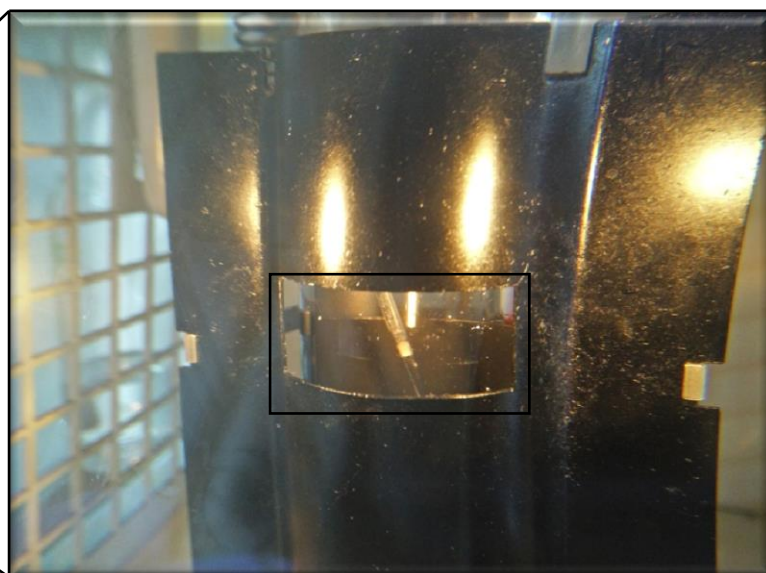
Antes de mais, foi importante verificar se o aparelho registava uma temperatura próxima à ambiente, para não corromper os valores das medições. Caso a temperatura se encontrasse a níveis aceitáveis, então todas as condições estavam reunidas para dar início à medição. Retirou-se um pouco de amostra para o interior de um tubo cilíndrico plástico, e com o auxílio de um outro tubo comprido, fez-se a amostra descer. Passou-se então, à medição do ponto de fusão. Colocou-se o tubo, com a amostra no interior, no medidor de pontos de fusão e ajustou-se a escala do aparelho para um aumento gradual da temperatura para  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Terminou-se a medição em 5 minutos! O aparelho já tinha alguma idade, o que poderá justificar, o facto de a rapidez de aquecimento ter sido bem superior à marcada inicialmente (o professor já tinha alertado para isto, por isso mesmo a medição decorreu sem problemas de maior importância). Obteve-se um valor, provavelmente sem um grande grau de fiabilidade, uma vez que a medição assentou, na observação humana e num aparelho que, aparentemente, já não se encontrava a 100%. No entanto, há que destacar a relativa proximidade do ponto de fusão da PT obtido ao valor tabelado. Por outro lado, os pontos de fusão do AB e do NF foram medidos já com um instrumento novo e mais preciso.

1 Semana Depois

XXIII

61

XXIII



3

### Tabela de Resultados

Produtos	Massa obtida (g)	$\eta$ extração (%)	$pf_{tab}$ (°C)	$pf_{exp}$ (°C)
Ácido benzóico	0.424	21	122.1[2]	130
p – toluidina	0.992	50	43[3]	37
Naftaleno	1.328	66	80.35[4]	81

4 | 5

### Rendimento Extração

Antes de efetuarmos o cálculo do rendimento dos 3 compostos da mistura, é necessário determinar as massas dos compostos purificados obtidos. Para isso fez-se a diferença entre as massas dos recipientes com os compostos (depois de terem sido colocados 1 semana no exsicador para remover a fase aquosa que restava) e as massas dos recipientes vazios.

$$\text{Massa obtida (g)} = \text{Massa total (g)} - \text{Massa recipiente (g)} \quad (1)$$

A massa inicial presente em cada solução de 150 ml era de 2g. Assim sendo, calcula-se da seguinte forma:

$$\eta \text{ (rendimento)} = \frac{\text{massa obtida (g)}}{\text{massa inicial (g)}} * 100 \quad (2)$$

#### Ácido benzóico

$$\text{Massa obtida (g)} = \text{Massa total (g)} - \text{Massa recipiente (g)} = 31.772 - 31.348 = 0.424 \text{ g}$$

$$\eta \text{ (rendimento)} = \frac{\text{massa obtida (g)}}{2} * 100 \simeq 21\%$$

#### p-toluidina

$$\text{Massa obtida (g)} = \text{Massa total (g)} - \text{Massa recipiente (g)} = 32.892 - 31.900 = 0.992 \text{ g}$$



$$\eta (\text{rendimento}) = \frac{\text{massa obtida (g)}}{2} * 100 \simeq 50\%$$

### Naftaleno

$$\text{Massa obtida (g)} = \text{Massa total (g)} - \text{Massa recipiente (g)} = 21.654 - 20.326 = 1.328 \text{ g}$$

$$\eta (\text{rendimento}) = \frac{\text{massa obtida (g)}}{2} * 100 \simeq 66\%$$

Analisando os valores dos rendimentos obtidos conclui-se que, de um modo geral, os rendimentos são baixos, à exceção do naftaleno que se obteve um valor bem mais aceitável.

Razões que justificam o baixo rendimento do ácido benzóico:

- Na extração do ácido benzóico a partir da mistura de p-toluidina, ácido benzóico e naftaleno em clorofórmio com uma solução aquosa de NaOH, pode ter ficado alguma quantidade de ácido benzóico na mistura, apesar do processo de remoção da fase aquosa ter sido realizado 3 vezes.
- Momentos antes das filtrações a vácuo pode ter-se perdido alguma quantidade de AB nas paredes do *erlenmeyer* (apesar de o *erlenmeyer* ter sido sempre limpo com água fria para tentar remover-se o máximo de ácido benzóico possível) e também pode ter ficado alguma quantidade no filtro após a realização da filtração, na passagem do ácido benzóico para os frascos.
- No final das 2 filtrações a vácuo verificou-se a presença de ácido benzóico no *kitasato* (pode ter passado através do filtro), sendo este um fator de grande importância para a diminuição do rendimento.
- Poderá, também, ter-se perdido algum AB, aquando da filtração no funil aquecido com camisa de água.

No caso da p-toluidina, o seu rendimento é de 50%, superior ao do ácido benzóico. Como a sua extração e filtração foi semelhante à do ácido benzóico, com a exceção da filtração num funil aquecido (outro fator que poderá ter contribuído com algumas perdas de AB), a diminuição do rendimento deveu-se às mesmas razões.

Por fim, o naftaleno possui o rendimento mais satisfatório, 66%. O naftaleno sofreu diferentes processos que os outros compostos. Foi isolado, filtrado num filtro normal e destilado num evaporador rotativo até à secura. Razões que podem ter baixado o rendimento do naftaleno são:

-Na filtração parte do naftaleno pode ter ficado contido juntamente com o sulfato de magnésio anidro no filtro.

-O rendimento da destilação no evaporador rotativo também não é de 100%.

6

### **Pontos de Fusão e Pureza**

A temperatura de fusão de uma substância pura a uma determinada pressão é um valor característico dessa substância, pelo que constitui um método de avaliação do seu grau de pureza. Assim sendo, foram calculados experimentalmente os pontos de fusão do ácido benzóico, p-toluidina e naftaleno para que se pudessem retirar conclusões (qualitativas) acerca da pureza das amostras, comparando os pontos de fusão teóricos com os experimentais.

Em relação ao ácido benzóico, o ponto de fusão obtido ( $130^{\circ}\text{C}$ ) encontra-se relativamente próximo do tabelado ( $122.1^{\circ}\text{C}$ ). Calculando o erro relativo obtém-se um valor de 6.5%, pelo que se conclui que a amostra possuía poucas impurezas.

No caso da p-toluidina o ponto de fusão teórico é  $43^{\circ}\text{C}$  e obteve-se experimentalmente o valor  $37^{\circ}\text{C}$ . O erro relativo é de 14%, portanto a amostra continha algumas impurezas que têm um ponto de fusão inferior ao da p-toluidina, daí o ponto fusão obtido ser inferior ao tabelado.

Por fim, no naftaleno constata-se que a amostra é extremamente pura, uma vez que o valor obtido ( $81^{\circ}\text{C}$ ) e o tabelado ( $80.35^{\circ}\text{C}$ ) praticamente não diferem. O erro relativo é de 0.8% logo a amostra encontra-se com um elevado grau de pureza e praticamente não contém impurezas.

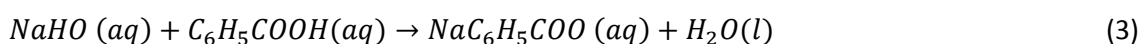
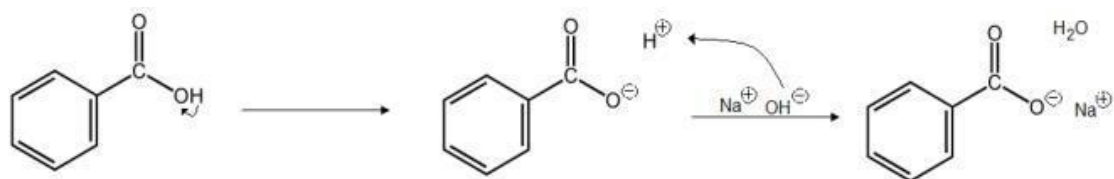
É de referir que o ácido benzóico sofreu ainda um processo de recristalização cujo objetivo é purificar o composto. O que justifica uma proximidade superior entre os pontos de fusão teóricos e tabelados do AB em relação à p-toluidina. Neste caso, o naftaleno acabou por ser o composto mais puro, pelo que se pode concluir que a utilização do evaporador rotativo é um fator preponderante para o isolamento deste tipo de compostos.



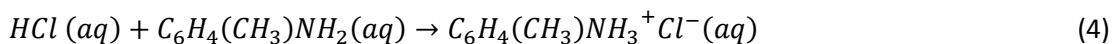
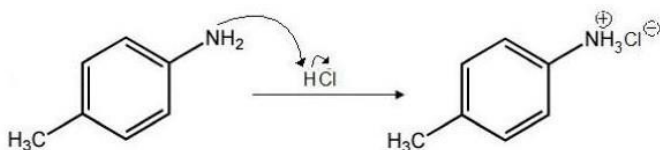
### Mecanismos das reações ácidos-base envolvidas

Os mecanismos de reação de extração e purificação encontram-se representados nas equações (3) a (6).

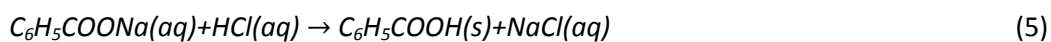
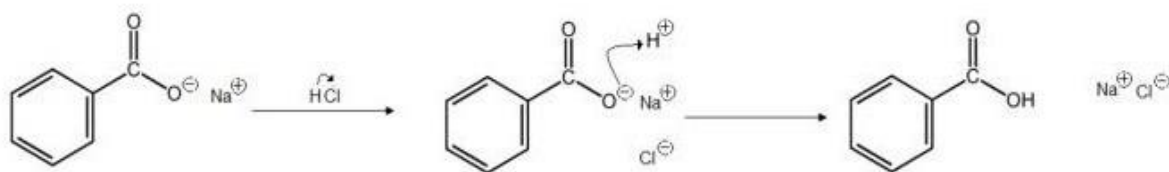
A primeira extração é a do ácido benzóico através da reação com hidróxido de sódio (base) ocorrendo a seguinte reação ácido-base:



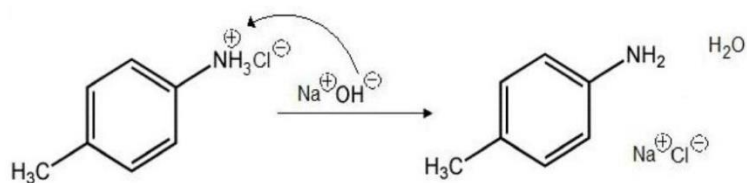
Ao adicionar-se ácido clorídrico à fase orgânica ocorre uma nova reação ácido-base que permite a extração de p-toluidina.

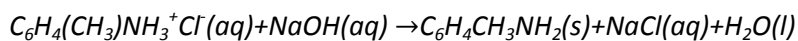


Precipitação da fase aquosa contendo o sal de ácido benzóico com uma solução de HCl:



Por fim, precipitação da fase aquosa contendo o sal da p-toluidina com uma solução de NaOH:





(6)

8

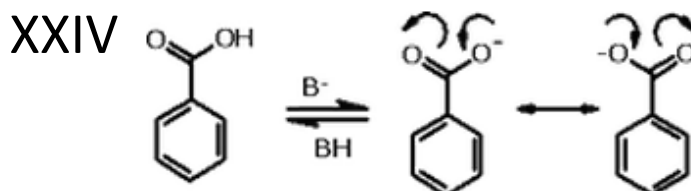
### Estrutura de composto aromático menos ácido do que o ácido benzóico

Relativamente à acidez de um composto, quanto mais estável for a base conjugada, mais forte será o ácido e a estabilização da base pode ser feita tendo em conta vários fatores:

- Carga negativa num elemento eletronegativo;
- Deslocalizando a carga por outros átomos de carbono ou ainda melhor por átomos eletronegativos, entre outros fatores.

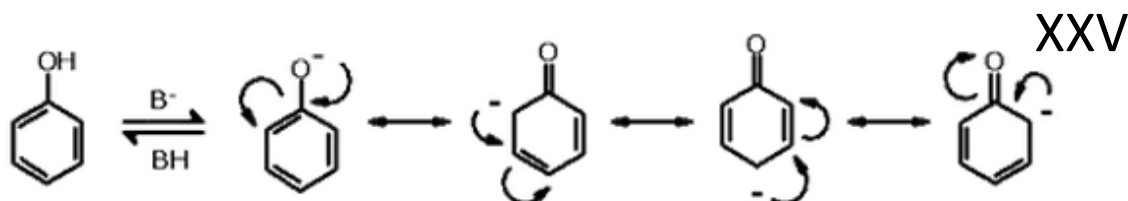
Tendo em conta que quanto maior for a deslocalização da carga negativa, mais forte é o ácido conjugado pois a base fica mais estável, para obtermos um composto aromático menos ácido que o ácido benzóico, a carga negativa tem de ser menos deslocalizada ou tem de se encontrar deslocalizada por átomos menos eletronegativos.

O ácido benzóico possui duas estruturas de ressonância que se encontram representadas na figura 1, em que a carga negativa é deslocalizada por 2O.



Representação das estruturas de ressonância do ácido benzóico.

Um composto aromático menos ácido que o ácido benzóico, é por exemplo, o apresentado na figura 2 em que houve substituição do grupo carboxilo (COOH) pelo grupo OH. Este composto tem 4 estruturas de ressonância e há deslocalização da carga negativa por 10 e 3C.



Representação das estruturas ressonância do fenol.

Apesar de a base conjugada do fenol possuir mais estruturas de ressonância que no caso da base conjugada do ácido carboxílico, no ácido carboxílico a carga deslocaliza-se entre átomos



de oxigénio, mais eletronegativos que o carbono, estabilizando melhor a base que no caso da base conjugada do fenol.

De facto, ao comparar-se os  $pK_a$ 's dos dois compostos verifica-se que no fenol ( $pK_a=9.99$ [5]) e no ácido carboxílico ( $pK_a=4.21$ [3]), confirmando assim que o fenol é menos ácido que o ácido carboxílico.

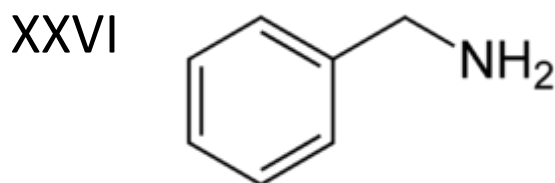
9

#### **Estrutura anilina mais básica**

Em relação à basicidade de um composto, quanto mais estável for a base, mais forte é o ácido conjugado e mais fraca é a base.

Neste caso pretende-se uma anilina mais básica que a p-toluidina, isto é uma anilina em que a sua base seja menos estável que a da p-toluidina.

Uma anilina mais básica que a p-toluidina, encontra-se representada na figura 3 e corresponde à benzilamina.



#### **Estrutura da benzilamina.**

A benzilamina é uma base mais forte que a p-toluidina pois a sua base é menos estável, uma vez que não há estabilização por ressonância. (O carbono que se liga ao N é  $sp^3$ ).

O grupo  $CH_3$  da p-toluidina tem um efeito indutivo dador de eletrões pelo que estabiliza a base e faz com que se torne mais fraca.

Como uma base mais fraca tem um ácido conjugado mais forte é de prever que o  $pK_a$  da p-toluidina seja inferior ao da benzilamina, o que de facto se verifica uma vez que o  $pK_a$  da toluidina e da benzilamina são, respetivamente, 5.17 [7] e 9.33 [8].

## **Bibliografia**

Simão D et al., 2º semestre 2014/2015, Química Orgânica-Guia de Laboratórios, IST  
Departamento de Engenharia Química

[2][http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_benzoico](http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_benzoico)

[3]<http://pt.wikipedia.org/wiki/Toluidina>

[4]<http://pt.wikipedia.org/wiki/Naftalina>

[5]<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fenol>

[6][http://200.156.70.12/sme/cursos/EQU/EQ18/modulo1/aula0/06\\_canela/05\\_propriedades.htm](http://200.156.70.12/sme/cursos/EQU/EQ18/modulo1/aula0/06_canela/05_propriedades.htm)

[7][http://www.iq.usp.br/wjbaader/qfl2345/Capitulo\\_1%273\\_QFL%202345.pdf](http://www.iq.usp.br/wjbaader/qfl2345/Capitulo_1%273_QFL%202345.pdf)

[8]<http://pt.wikipedia.org/wiki/Benzilamina>