Experiência Global para o Ano Internacional de Química

Águas Salgadas

Este documento contém uma descrição da **Actividade "Águas Salgadas"** que faz parte da Experiência Global realizada no Ano Internacional da Química, 2011.

Praticamente toda a água da Terra está na forma de soluções aquosas contendo sais dissolvidos. Nesta actividade os alunos são convidados a medir a salinidade de uma amostra de água salgada. Ao mesmo tempo que realizam a experiência, os alunos apreenderão os aspectos fundamentais da natureza das soluções, nomeadamente a composição da água do mar. Os resultados das suas determinações serão enviados para a Base de Dados da Experiencia Global, a fim de contribuírem para um levantamento global sobre salinidade.

Esta actividade pode ser realizada como parte de um conjunto de quatro actividades que, na sua totalidade compõem a Experiência Global, ou pode ser realizada como actividade única, permitindo ainda assim a participação dos alunos nas celebrações do Ano Internacional da Química.

Conteúdo

- Instruções para submeter os resultados à Base de Dados Global **1**
- Instruções para a Actividade **2**
- Folha de Registos **4**
- Folha de Resultados da Turma **6**
- Notas para o Professor **7**
- Resultados das Amostras de Água Salgada **11**

Submissão de Resultados à Base de Dados Global

A informação abaixo descriminada deve ser submetida à Base de Dados. Se os detalhes da identificação e localização da Escola constarem também das outras actividades já anteriormente submetidas, isso deve ser claro para permitir a associação das contribuições.

Data da recolha da amostra: _____

Natureza da água: _____(mar, estuário, furo, lago, etc.)

Salinidade da água: _____(g/kg)

Localização do local amostrado_____(descrever a localização)

Número de alunos envolvidos _____

Número de Registo da Escola/Turma _____

Investigando as Águas Salgadas

A água desempenha um papel muito especial nas nossas vidas! Mais de metade do nosso peso é água. Ela é abundante, cobrindo cerca de 70% da superfície do Planeta Terra. Esta actividade foca-se na capacidade que a água tem de dissolver uma grande quantidade de substâncias, o que lhe confere importância adicional. Muitas substâncias, como por exemplo, açúcar ou sal, deixam de ser visíveis quando se dissolvem em água. No entanto eles podem ser recuperados por evaporação da água dessas soluções.

Nesta actividade tira-se partido desta propriedade para medir a quantidade de sais existentes em algumas águas naturais. Os químicos procedem frequentemente à medição das quantidades de muitas das substâncias que estão presentes em amostras de águas e usam essa informação para perceber a forma como o mundo funciona e para garantir a nossa saúde e segurança.

Método –Avaliação da Salinidade por Medições de Massa

1. Recolher, pelo menos, 100 mL de uma amostra de água do mar ou de outra água com quantidade significativa de sal.
   (Pode-se também usar esta água para executar a actividade "O pH das águas do Planeta".)
2. Pesar um prato onde se vai colocar a água, tão rigorosamente quanto possível e registar o resultado na Folha de Registos, m_P.
3. Medir rigorosamente um volume de cerca de 100 mL da água e colocá-lo no prato, V_{SW}.
4. Pesar o conjunto do prato com a água, m_{P+SW}.

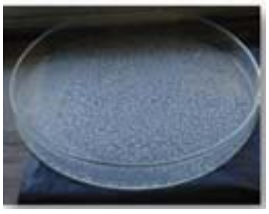
Equipamento

- Vidro de relógio, prato de plástico ou caixa de Petri (de preferência transparente para facilitar a observação).
- Cobertura para o prato que permita circulação de ar.
- Proveta ou vaso graduado.
- Balança com pesagem a 0,1 g e com capacidade para pesar o prato com a água (ver o Método).

Evaporar a água por um de dois métodos:

5. **Evaporação Solar**: expor o prato com a água directamente à luz do Sol e, se necessário para proteger do pó, cobrir com uma cobertura transparente que permita a circulação de ar. Poderá demorar um dia ou mais para que a evaporação prossiga até à secura, pelo que deverá ser mantido sob vigilância e observação.
6. OU – **Evaporação por placa eléctrica**: Aquecer a placa a cerca de 80ºC e colocar-lhe em cima o prato com a água. Controlar o processo de forma a evitar que a água ferva e salpique.

Verificação da secura – para garantir que a evaporação foi completa procede-se à chamada pesagem a peso constante.



7. Pesar o prato com o depósito de sal e registar o resultado, na Folha de Registos.
8. Voltar a expor o prato com o depósito ao Sol, ou ao aquecimento por placa eléctrica, e deixar actuar durante 15-30 minutos.

9. Deixar arrefecer e voltar a pesar. Registar o resultado da pesagem.
10. Se o segundo valor da massa é inferior ao primeiro, repetir o processo de novo e volte a registar o resultado da pesagem.
11. Continuar o processo até que de uma vez para a seguinte a massa não tenha sofrido variação.
12. O último valor é o valor a tomar para a massa do prato mais depósito seco de sal, m_{P+S}.

Calcular a salinidade

13. Começar por calcular a quantidade de sal subtraindo a massa inicial do prato da massa do prato com o sal:

massa de sal $m_S = m_{P+S} - m_P$ (g)

14. Calcular a massa da amostra de água salgada usada na actividade:

massa de água salgada $m_{SW} = m_{P+SW} - m_P$ (g)

15. Finalmente calcular a salinidade:

salinidade absoluta $S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$ (g/kg)

Este é o valor, *S*, que deve ser transmitido ao professor para calcular a média dos valores de toda a Turma, que vai dar entrada na Base de Dados Global!

Actividade Opcional – Medir a salinidade de outras águas

No caso de haver interesse em avaliar a salinidade de outras águas disponíveis, repetir os procedimentos para cada uma das respectivas amostras.

Actividade Opcional – Medir a salinidade com recurso a um condutímetro

No caso de haver disponibilidade para usar um condutímetro, este pode ser utilizado para uma medida independente da salinidade. Verificar com o professor.

Folha de Registos

Registar os resultados da análise de salinidade na tabela que se apresenta e, depois, responder às questões que se seguem:

			Amostra de Água Salgada	Outra amostra de Água (Opcional)
Massa do Prato	m_P	(g)		
Volume da água	V_{SW}	(mL)		
Massa do Prato com água	m_{P+SW}	(g)		
Pesagem a peso constante				
Massa do Prato com o depósito de sais - 1.º teste		(g)		
Massa do Prato com o depósito de sais - 2.º teste		(g)		
Massa do Prato com o depósito de sais - 3.º teste		(g)		
Massa final do Prato com os sais M_{P+S}		(g)		
Cálculos				
Massa de sal	$m_S = m_{P+S} - m_P$			
Massa de água salgada	$m_{SW} = m_{P+SW} - m_P$	(g)		
Salinidade absoluta	$S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$	(g/kg; ‰)		
Densidade; massa volúmica	$\sigma = \frac{m_{SW}}{V_{SW}}$	(g/mL)		
Opcional - Teste da condutividade eléctrica				
Salinidade obtida por medição de condutividade		(psu)		

Questão n.º 1

Examinar o prato contendo o depósito de sais para identificar a presença de cristais. Os cristais, quando são suficientemente grandes, brilham à luz, porque têm faces planas que reflectem a luz. A observação é mais fácil quando se usa uma lupa de mão.

Descrever a aparência do sal no prato.

Questão n.º 2

Comparar cada um dos valores obtidos para a salinidade das várias amostras da mesma água salgada com o valor médio obtido pela Turma. Apresentar sugestões sobre as razões que terão levado às diferenças de valores obtidos.

Questão n.º 3

No caso de a amostra estudada ter sido de uma água do mar, comparar o valor obtido pela Turma com o valor de referência de 35 ‰. Apresente razões para possíveis diferenças entre os valores.

(No caso de ter sido estudada uma água de outro tipo que não a água do mar, averigúe quais os valores tradicionalmente obtidos e comente.)

Questão n.º 4

Quando se nada no mar, qual a observação que permite afirmar que a água do mar é mais densa que a água doce (1 g/mL a 20 ºC).

Folha de Resultados da Turma

Registar as médias dos valores obtidos pelos alunos para a salinidade absoluta da água salgada testada pelos alunos para a Experiência Global (e eventualmente de outras águas - ver Notas para o Professor). Registar a informação complementar solicitada para a Base de Dados.

		(Opcional) Outras amostras de água testadas na Escola				
Grupo	**Água Salgada**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Média						

- Localização da água amostrada: _____
- Tipo de água: _____
- Data da amostragem: _____
- Temperatura: _____
- Número de alunos envolvidos: _____

Notas para o Professor

Instruções sobre a Actividade

As notas que se seguem foram elaboradas para apoiarem os professores na execução da actividade "Águas Salgadas" com os seus alunos. Espera-se que a Actividade seja realizada em conjunto com as restantes actividades da Experiência Global e de acordo com as características e recursos regionais, para ajudar os alunos a compreenderem o que é a água, as suas propriedades e manifestações e a importância que ela representa para o planeta Terra e para os seres vivos. Mas a Actividade pretende também que jovens de todo o mundo colaborem na realização da Experiência.

Nesta actividade os alunos são convidados a explorar a natureza das soluções, focando-se nas substâncias dissolvidas, os solutos. Quer nesta actividade, quer na actividade "Destilador Solar", é usado o processo de evaporação para separar os componentes da solução, o solvente dos solutos. Neste caso, sempre que possível, serão utilizadas águas do mar ou outras águas salgadas naturais, para medir a quantidade de sal em 1 kg dessa água, isto é a sua salinidade.

Objectivos de Aprendizagem

Durante a actividade os alunos:

- Exploram as propriedades das soluções aquosas de sais.
- Usam o processo da evaporação para extrair os sais da solução.
- Medem a composição de sais na amostra de água e usam a média dos valores como indicação da qualidade das medições.
- (Opcional) Exploram o processo da cristalização e outros métodos para medição da salinidade.

Planificação da Actividade

A execução do trabalho executado por pares de alunos é uma estratégia normalmente bem sucedida, já que os alunos se apoiam mutuamente na realização da actividade, ao mesmo tempo que se diminui para metade a quantidade de equipamento e materiais necessários. A actividade pode ser executada num período de 1-2 horas caso se use uma fonte de aquecimento, como por exemplo, uma placa eléctrica de aquecimento, ou, se a água é deixada a evaporar ao Sol poderão ser necessários dois dias.

Quando se seleccionam os pratos para a evaporação, devem preferir-se pratos de diâmetro largo, para maior superfície de exposição, o que facilita a evaporação; caixas de Petri com diâmetros de 15 cm, ou pratos de dimensão semelhante, são uma boa opção. Assegure-se que a massa do prato mais a água pode ser medida na balança disponível. Uma massa maior é de medição mais precisa, mas o tempo de evaporação também aumenta.

Execução da Actividade

A Actividade foi concebida em três partes:

- Primeiro, os alunos preparam a actividade, medindo a massa do prato que vão usar, o volume da água salgada que lhe vão colocar dentro e a massa conjunta do prato com a água. Os alunos podem proceder a repetição das pesagens para aumentar a precisão e para exercitar a transferência de líquidos sem perdas por derrame.
- O tempo necessário para a evaporação à secura depende das condições locais. Recomenda-se que seja efectuado um teste preliminar para fazer esta avaliação, o que levará que a actividade seja executada com confiança.

  Uma das maiores fontes de erro das medições, nesta actividade, é o facto de a amostra poder não estar bem seca, apesar da aparência de seca. Por esta razão se recomenda o método da secagem até peso constante, que transmitirá aos alunos o sentimento da importância de uma execução experimental cuidadosa, para a obtenção de resultados de qualidade. Contudo, os alunos mais jovens podem sentir-se confusos com o procedimento elaborado, que pode ser evitado, se na preparação da actividade se verificou o tempo necessário para que a amostra tenha sido realmente evaporada à secura.
- A terceira parte refere-se aos cálculos. O método descrito foi pensado para alunos dos 1.º e 2.º Ciclos e poderá ser adaptado para outros grupos. Normalmente recomendar-se-ia a repetição das medições para avaliar a repetibilidade dos resultados, mas o tempo que isso exigiria pode ser contraproducente. Em alternativa avalia-se a reprodutibilidade dos resultados pelo cálculo da média dos resultados dos vários grupos da Turma, que assim contribuem directamente para o resultado que vai ser introduzido na Base de Dados da Experiência Global.

Amostras de Águas

As amostras de água do mar são particularmente recomendadas para esta actividade, porque são conhecidos valores das quantidades de sais em água do mar, geralmente cerca de 35 ‰, ou seja 3.5%, o que significa que se os alunos usarem amostras de 100 mL de água salgada, deverão obter massas de depósito de sais entre 3 e 4 g. Águas estuarinas também poderão ser analisadas.

Amostras de águas doces terão, regra geral, depósitos secos em muito menor quantidade, já que contêm menos sais dissolvidos. Em caso de necessidade, por ausência de acesso a águas salgadas naturais, pode-se realizar a Actividade com uma "água do mar sintética" obtida por dissolução de 35 g de sal da cozinha (praticamente só cloreto de sódio, NaCl) em 1 L de água. Caso o pretendam, os alunos poderão executar a Actividade em paralelo para a solução preparada, "água do mar sintética", e uma água natural de uma fonte local; discutindo os resultados.

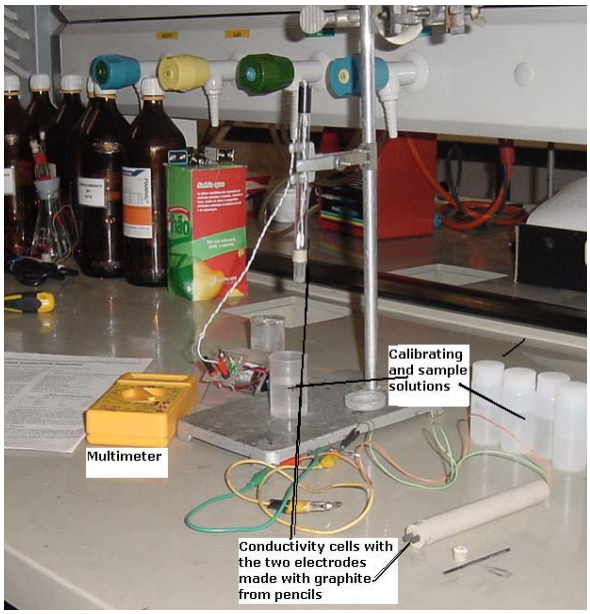
Filtração: No caso de águas com material visivelmente em suspensão, deve anteceder-se a evaporação de filtração.

Actividades Opcionais

Outras águas

Os alunos podem averiguar a salinidade de águas salgadas de diferentes proveniências, incluindo, por exemplo, soluções de soro fisiológico usadas em medicina, para adquirirem noção das diferentes salinidades observáveis.

Medição da Salinidade usando um Medidor de Condutividade Eléctrica



Caso a escola tenha acesso a um condutímetro, tal permite a medição de salinidade por um método independente alternativo, o que permite a comparação com os valores obtidos com a experiência da evaporação.

Na falta de condutímetros comerciais, podem ser facilmente construídos circuitos eléctricos simples de medição, com material geral de laboratório, para mostrar que as soluções salinas conduzem a corrente eléctrica e que a corrente aumenta com a concentração de sais.
Neste método, há que proceder a calibração instrumental com uma água do mar de salinidade conhecida ou com uma solução aquosa de cloreto de potássio com salinidade equivalente.

Os valores de salinidade medidos são, portanto, valores relativos, sem unidades e a salinidade vem expressa nas chamadas Unidades Práticas de Salinidade, PSU.

Níveis de Explicação

Nível introdutório – 1.º Ciclo da Escola Básica (EB1)

A Actividade fornece uma excelente oportunidade para os alunos usarem equipamento simples, desenvolverem aptidões úteis e registarem observações. Os cálculos têm que ser apresentados de forma adequada ao nível de ensino.

A noção da existência de águas com diferentes qualidades e da necessidade de água com a qualidade adequada às diferentes necessidades é uma das mais importantes mensagens com conteúdo químico que deverá ser começado a explorar nas experiências com água para beber, boa para a saúde.

A Actividade ajuda os alunos a aprenderem que a água, mesmo com aparência de límpida, pode conter substâncias dissolvidas, em diferentes concentrações, benéficas ou prejudiciais para as diferentes aplicações, e que existem meios que permitem a sua separação, em caso de necessidade.

A Actividade também pode dar aos alunos a oportunidade de aprenderem as mudanças de estado de agregação da matéria, que ocorrem na Natureza, identificando processos como a evaporação e a cristalização. A Actividade pode também ser uma forma de chamar a atenção para os recursos minerais associados aos sistemas aquáticos.

2.º e 3.º Ciclos da Escola Básica (EB 2, 3)

Para além das aprendizagens referidas acima, para o nível anterior, os alunos podem utilizar os seus conhecimentos de aritmética e, no cálculo de concentração e de densidade, explorar a proporcionalidade entre massa e volume.

O tema das unidades, designadamente o Sistema Internacional, SI, para exprimir as várias grandezas, pode também ser aqui desenvolvido.

Os conceitos de substâncias solúveis e insolúveis, soluções e solubilidade, devem também ser abordados. O processo de formação de cristais deve ser discutido, podendo ser alargado à redissolução seguida de recristalização e ao crescimento de cristais.

Pode proceder a uma discussão mais aprofundada de mudanças de estado, envolvendo teoria de partículas e os conceitos de calor, temperatura e pressão de vapor.

Escola Secundária (ES)

A abordagem quantitativa introduz a oportunidade de explorar os algarismos significativos associados aos valores medidos e ao cálculo de grandezas.

A Actividade pode ser alargada à identificação de algumas espécies químicas em solução, nomeadamente cloreto, por meio de reacções químicas características simples.

É oportuno introduzir os conceitos de quantidade de matéria, concentração e coeficientes estequiométricos, enquanto se exercita a escrita de fórmulas químicas e equações químicas.

A utilização de condutímetros é particularmente recomendada para ilustrar a possibilidade de recolher informação quantitativa por abordagens independentes.

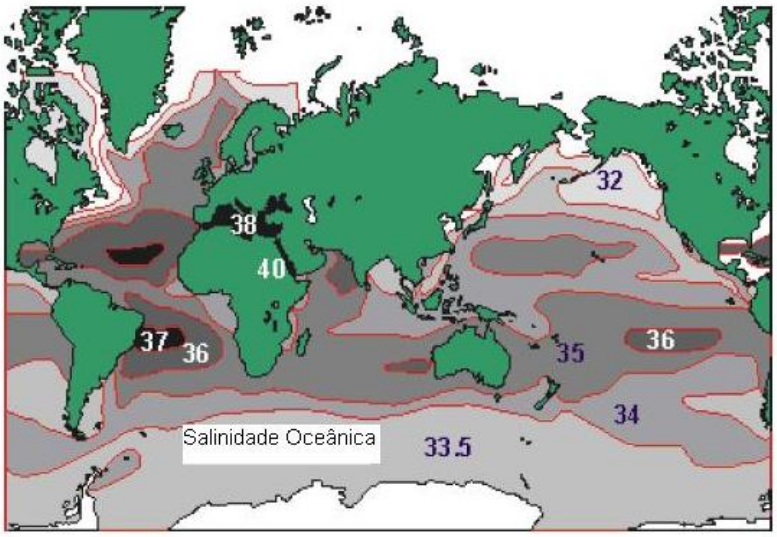
Informação Complementar

A água oceânica é naturalmente salgada, com uma salinidade média de cerca de 35 ‰ . A **Salinidade** é uma medida da quantidade de sais dissolvidos em água, ou seja, é a quantidade (em gramas) de sais dissolvidos em 1000 gramas (1quilograma) de água salgada. Trata-se da **salinidade absoluta, S** (g/kg) da água do mar, o que se exprime normalmente pelo símbolo ‰ , que significa partes por mil, que por vezes se converte em percentagem, % (35 ‰ = 3,5 %).

A água do mar é uma solução de composição complexa, "a água do mar tem tudo", com uma gama de sais em concentração significativa. Todos os sais são compostos iónicos que, ao dissolverem-se em água, se dissociam; ex: cloreto de sódio dissocia-se nos iões cloreto e sódio (Tabela 1).

Tabela 1
Concentrações típicas de iões na água do mar

Ião	g/kg
Cloreto, Cl^-	19,345
Sódio, Na^+	10,752
Sulfato, SO_4^{2-}	2,701
Magnésio, Mg^{2+}	1,295
Cálcio, Ca^{2+}	0,416
Potássio, K^+	0,390
Bicarbonato, HCO_3^-	0,145
Brometo, Br^-	0,066
Borato, BO_3^{3-}	0,027
Estrôncio, Sr^{2+}	0,013
Fluoreto, F^-	0,001



Métodos de medição da salinidade

O primeiro método a ser adoptado para medir salinidade foi o método químico de Knudsen-Mohr, baseado na análise volumétrica de Cl^-, brometo, Br^- e iodeto, I^-, com reacção de precipitação dos sais respectivos com uma solução padrão de nitrato de prata, $AgNO_3$ (aq); o volume de solução titulante adicionado a um dado volume de água salgada permite calcular a quantidade de halogenetos (cloreto, Cl^-, brometo, Br^-, e iodeto, I^-), que reagiram com o ião prata, isto é, a clorinidade (Cl ‰). Pode-se

também pesar o precipitado obtido (análise gravimétrica); a massa de precipitado permite calcular a clorinidade, (Cl ‰).

A primeira equação empírica proposta para converter clorinidade em salinidade, data de 1902: S= 0,03 + 1,805 (Cl ‰). De acordo com esta relação, para clorinidade igual a zero, resultaria S= 0,03‰, o que é contrário ao Princípio das Proporções Constantes. Para ultrapassar esta contradição, a UNESCO propôs, em 1969, a reformulação da relação, que passou a ser: S = 1,80655 (Cl). A uma salinidade de 35 ‰ corresponde a clorinidade de 19,374 ‰.

Mais tarde, com o desenvolvimento de métodos instrumentais, passou também a ser utilizada a condutividade eléctrica como medida da composição iónica da água do mar e, assim, da sua salinidade. O método é baseado na comparação das condutividades da água testada e de padrões de condutividade, KCl (aq), assumindo proporcionalidade entre condutividade e salinidade.

Em 1978, os oceanógrafos redefiniram salinidade em termos de uma **Escala Prática de Salinidade**, em que é avaliada a razão das condutividades da água do mar e de uma solução padrão de KCl. Valores práticos de salinidade são valores relativos, logo sem unidades; 35 equivale a 35 ‰ de salinidade absoluta. Foram desenvolvidas soluções salinas de condutividade conhecida, para calibração de salinómetros, que são condutímetros especialmente desenhados para avaliar a salinidade da água do mar. A obtenção de valores de salinidade com elevada qualidade, tem-se revelado uma preocupação a nível mundial e assunto de particular importância no contexto dos problemas ambientais actuais associados à Mudança Global.

Resultados das Amostras de Água Salgada – Exemplo de Folha de Resultados

Registar os resultados da análise de salinidade na tabela que se apresenta e, depois, responder às questões que se seguem:

			Água do mar	Água Salgada
Massa do Prato	M_P	(g)	73,2	74.5
Volume da água	V_{SW}	(mL)	102	97
Massa do Prato com água	M_{P+SW}	(g)	178,5	172,1
Pesagem a peso constante				
Massa do Prato com o depósito de sais - 1.º teste		(g)	78,5	75,7
Massa do Prato com o depósito de sais - 2.º teste		(g)	77,0	75,7
Massa do Prato com o depósito de sais - 3.º teste		(g)	77,0	
Massa final do Prato com os sais M_{P+S}		(g)	77,0	75,7
Cálculos				
Massa de sal	$M_S = m_{P+S} - m_P$		3,8	1,2
Massa de água salgada	$M_{SW} = m_{P+SW} - m_P$	(g)	105,3	97,6
Salinidade absoluta	$S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$	(g/kg; ‰	36	12
Densidade; massa volúmica	$\sigma = \frac{m_{SW}}{V_{SW}}$	(g/mL)	1,03	1,01
Opcional- Teste da condutividade eléctrica				
Salinidade obtida por medição de condutividade		(psu)		

Questão n.º 1

Examinar o prato contendo o depósito de sais para identificar a presença de cristais. Os cristais, quando são suficientemente grandes, brilham à luz, porque têm faces planas que reflectem a luz. A observação é mais fácil quando se usa uma lupa de mão.

Descrever a aparência do sal no prato.

A maior parte do material depositado no prato estava em pó e era ligeiramente acastanhado. Parte do depósito no meio do prato tinha pedacinhos que brilhavam quando se lhes apontava uma lanterna.

Questão n.º 2

Comparar cada um dos valores obtidos para a salinidade das várias amostras da mesma água salgada com o valor médio obtido pela Turma. Apresentar sugestões sobre as razões que terão levado às diferenças de valores obtidos.

O valor médio da salinidade obtido pela Turma foi 36,7 g/kg, ligeiramente superior ao apresentado na tabela, mas muitos grupos obtiveram valores mais afastados. (Sugestões?)

Questão n.º 3

No caso de a amostra estudada ter sido de uma água do mar, comparar o valor obtido pela Turma com o valor de referência de 35 ‰. Apresente razões para possíveis diferenças entre os valores.

(No caso de ter sido estudada uma água de outro tipo que não a água do mar, averigúe quais os valores tradicionalmente obtidos e comente.)

O valor de salinidade obtido na Turma é próximo de um valor normal para a água do mar. O valor ligeiramente elevado pode ser devido ao facto de a água ter sido recolhida numa zona em que estava parada e muito quente, podendo ter sofrido evaporação.

Questão n.º 4

Quando se nada no mar, qual a observação que permite afirmar que a água do mar é mais densa que a água doce (1 g/mL a 20 ºC).

No mar flutua-se mais facilmente que em água doce.