

Caro(a) aluno(a),

Os conhecimentos produzidos pela humanidade ao longo da história encontram-se registrados em textos orais e escritos, nas artes, nas ciências. Os conteúdos escolares são planejados de modo a ajudá-lo a compreender parte desses conhecimentos na expectativa de que você possa, a partir deles, construir novos conhecimentos, criar formas solidárias de convivência, respeitar valores, preservar o meio ambiente e o planeta.

No caso de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as aulas e as atividades escolares são fundamentais para que você possa compreender como os conhecimentos de Física, Química e Biologia se apresentam no cotidiano: na investigação dos materiais, das substâncias, da vida e do cosmo, na agropecuária, na medicina, na extração e no processamento de minérios, na produção de energia e de alimentos, entre tantas outras aplicações.

O objetivo das Situações de Aprendizagem é apresentar esses conhecimentos de forma contextualizada para que sua aprendizagem seja construída como parte de sua vida cotidiana e do mundo ao seu redor. Logo, as atividades propostas não devem ser consideradas apenas como exercícios de memorização de um conjunto de símbolos e nomes desconexos do mundo que nos cerca.

Portanto, estudar as Ciências da Natureza e suas Tecnologias é também valorizar o ser humano. As aulas o ajudarão a compreender que por meio do conhecimento é possível transformar e aprimorar o que já existe, buscando criar condições para a melhoria da qualidade de vida.

Aprender exige esforço e dedicação, mas também envolve curiosidade e criatividade, que estimulam a troca de ideias e conhecimentos. Por isso, sugerimos que você participe das aulas, fique atento às explicações do professor, faça anotações, procure respostas e dê sua opinião. Se as tarefas inicialmente lhe parecerem excessivas, sugerimos que você priorize algumas delas e faça um pouco por dia para que os exercícios não se acumulem.

Assuma o compromisso de finalizar as tarefas, uma vez começadas. Não tenha receio de expor ao professor e aos colegas suas dúvidas e dificuldades, porque a troca de ideias é fundamental para a construção do conhecimento. Errar também faz parte do aprendizado. Portanto, peça ajuda ao professor e aos colegas sempre que considerar a tarefa muito difícil.

Elabore uma agenda para fazer seus trabalhos e atividades. Escolha um lugar adequado, onde você não se distraia quando estiver fazendo as tarefas. Estabeleça objetivos e comece pelos trabalhos mais exigentes. Faça breves intervalos durante o estudo para não ficar exausto.

Esperamos que, assim, você se sinta realizado e recompensado e possa refletir sobre o quanto aprendeu com este Caderno.

Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP  
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo  
Equipe Técnica de Ciências da Natureza





## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1

### PROPRIEDADES DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

#### Atividade 1 – Água pura e água potável

Ao considerar a importância da água para a existência de vida no planeta, nesta atividade vamos procurar estabelecer a diferença entre o significado de água pura e água potável. É importante que você tenha conhecimentos sobre o tema para refletir a respeito da escassez de água tratada, o seu mau uso, o desperdício e as possíveis atitudes individuais e coletivas que têm o objetivo de minimizar os problemas detectados. Vamos iniciar com a leitura de um texto.



#### Leitura e Análise de Texto

##### Água pura e água potável

Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Yvone Mussa Esperidião

##### *I – A água pura*

A vida, como a conhecemos, depende da água, a substância mais abundante nos tecidos animais e vegetais, bem como na maior parte do mundo que nos cerca. Três quartos da superfície terrestre são cobertos de água: 97,2% formam os oceanos e os mares; 2,11%, as geleiras e as calotas polares; e 0,6%, os lagos, os rios e as águas subterrâneas. Essa última é a fração de água aproveitável pelo homem, que pode utilizá-la para abastecimento doméstico, indústria, agricultura, pecuária, recreação e lazer, transporte, geração de energia e outros.

Para abastecer 19 milhões de habitantes da Grande São Paulo são produzidos 5,8 bilhões de litros de água tratada por dia. Essa água provém dos sistemas Cantareira, Alto do Tietê e Rio Grande. Embora a ONU recomende o consumo *per capita* de 110 litros de água, a média da capital tem sido de 221 litros por dia por habitante (dados de 2008). Levando-se em conta não só o consumo, mas também a perda de água por vazamentos, desperdício e outros, o Instituto Socioambiental (ISA) está promovendo uma campanha para combater o desperdício de água.

Tanto as águas “doces” como as “salgadas” são imensas soluções aquosas, que contêm muitos materiais dissolvidos. Assim, a água na natureza não se encontra quimicamente pura. Mesmo as águas da chuva e a destilada nos laboratórios apresentam gases dissolvidos, como o  $\text{CO}_2$ , o  $\text{O}_2$  e o  $\text{N}_2$ , provenientes de sua interação com a atmosfera. É a presença desses gases e também de sais e outros compostos que torna a água capaz de sustentar a vida aquática – os peixes e outros seres não poderiam viver em água pura, eles necessitam de oxigênio dissolvido na água para sua respiração.

Uma substância pura apresenta um conjunto de propriedades que podem ser usadas para a sua identificação.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Assim, como se estudou na série anterior, para reconhecer se uma substância encontra-se pura, do ponto de vista químico, é necessário verificar se apresenta um conjunto de propriedades constantes, como a temperatura de ebulição, a temperatura de fusão, a densidade e a solubilidade, além de algumas características químicas específicas da substância, conforme a tabela a seguir.

Propriedades características de algumas substâncias				
Substância	Temperatura de ebulição (°C) a 1 atm	Temperatura de fusão (°C)	Densidade a 20 °C (g.cm <sup>-3</sup> )	Solubilidade em água (g/100 g água)
Água pura	100	0	0,998	–
Etanol	78,5	–117	0,789	∞
Benzeno	80,1	5,5	0,880	0,070
NaCl	1473	801	2,17	36,0

Tabela elaborada pelas autoras especialmente para o *São Paulo faz escola*.  
 Fonte dos dados: LIDE, D. R. (editor-in-chef). *Handbook Chemistry and Physics*.  
 73<sup>rd</sup> edition, 1992-1993.

### Questões para análise do texto

1. Por que se afirma que a vida depende da água? Onde a utilizamos? Qual é a sua importância para o ser humano?

---



---



---



---



---

2. Compare, em termos de ordem de grandeza, a fração de água aproveitável pelo homem com a ordem de grandeza dos demais corpos de água do planeta.

---



---



---



---



---

3. Compare o consumo de água *per capita* recomendado pela ONU com o consumo *per capita*, por dia, na cidade de São Paulo. Cite algumas possíveis causas dessa discrepância.

---

---

---

---

4. Água tratada e água pura são expressões com o mesmo significado?

---

---

---

---

## II – A água potável

A palavra potável vem do latim *potabilis*, que significa “própria para beber”. Para ser ingerida, é essencial que a água não contenha elementos nocivos à saúde. Muitas vezes, as águas superficiais provenientes de rios, lagos ou de afloramentos naturais, destinadas ao consumo humano ou outros fins, não apresentam a qualidade sanitária exigida. Por essa razão, a água para consumo humano deve passar por tratamento a fim de torná-la potável, isto é, atender a certos requisitos estéticos, tais como ser isenta de cor, sabor, odor ou aparência desagradável, ou seja, ser própria para beber. Também pode ser utilizada no preparo de alimentos ou para lavar louças e roupas. Deve ser ainda isenta de substâncias minerais ou orgânicas ou organismos patogênicos que possam produzir agravos à saúde. Assim, o critério de potabilidade é diferente do critério de pureza. A potabilidade tem como fim o auxílio da manutenção dos seres vivos, inclusive o ser humano. A pureza indica que a espécie química água é água somente, tem propriedades específicas que a caracterizam como água,  $H_2O$ .

Atualmente, grandes problemas estão afetando o suprimento da água, como a poluição dos rios, lagos e lençóis freáticos por resíduos industriais, agrícolas e humanos, além da contaminação por microrganismos. Muitas vezes, essas águas contaminadas, se ingeridas, podem causar sérios danos à saúde.

No entanto, dependendo da finalidade a que se destina, é permitida nas águas a presença de espécies orgânicas e inorgânicas, como o flúor recomendado pelos dentistas. Entretanto, suas quantidades devem ser monitoradas, pois, em represas ou outros tipos de reservatórios, pode ocorrer contaminação por microrganismos patogênicos, por metais como o chumbo, o zinco e outros, ou por compostos orgânicos em concentrações superiores às estabelecidas pela legislação, como mostra a tabela a seguir.

Tipos de contaminantes da água	
Contaminantes da água	Exemplos
Resíduos consumidores de O <sub>2</sub> dissolvido	Resíduos de animais e vegetais; vegetais em decomposição
Agentes patogênicos	Microrganismos
Nutrientes vegetais	Fosfatos e nitratos
Compostos industriais inorgânicos	Ácidos, bases e íons de metais (Fe <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )
Produtos industriais orgânicos	Praguicidas, detergentes e petróleo
Material radioativo	Restos de mineração e processamento de materiais radioativos
Material em suspensão	Sedimentos de erosão da Terra
Calor	Água usada para resfriamento na indústria

Tabelas das pp. 6, 7 e 8 elaboradas pelas autoras especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Fonte dos dados: *Portaria GM/MS Nº 518*, de 25 de março de 2004.

Disponível em: <http://189.28.128.179:8080/518/legislacoes/portaria-ms-no.-518>. Acesso em: 21 out. 2009.

Uma ocorrência no Rio de Janeiro, no ano 2000, que alarmou a população, foi a série de notícias sobre a contaminação da água por chumbo. Esse metal, na forma de Pb<sup>2+</sup> (cátion chumbo II), havia sido detectado em amostras de água coletadas em residências onde as tubulações ainda eram constituídas de chumbo. Esse metal, no ser humano, se deposita nos ossos, na musculatura, nos nervos e rins, provocando estados de agitação, epilepsia, tremores, perda de capacidade intelectual, anemias e, em casos extremos, uma doença chamada saturnismo. Atualmente, minimizou-se esse mal, pois o uso de tubulações de chumbo foi descartado, tornando-se obrigatória a utilização de tubulações fabricadas com cloreto de polivinila (PVC).

O alumínio é outro contaminante que tem causado temor à população. Alguns pesquisadores acreditam que sua presença na água potável pode ser aumentada caso em seu tratamento seja utilizado o alume. O uso de panelas de alumínio também pode aumentar a quantidade desse contaminante nos alimentos nelas processados. As pesquisas indicam que o consumo de água potável com mais de 100 ppb (0,1mg/L)\* de alumínio pode causar danos neurológicos, como perda de memória, e contribuir para agravar a incidência do mal de Alzheimer. Além desses contaminantes, deve-se considerar ainda os nitratos. O excesso de nitratos na água que bebemos pode causar, tanto em bebês recém-nascidos quanto em adultos com certa deficiência enzimática, a doença conhecida como “metemoglobinemia” ou “síndrome do bebê azul”. Bactérias presentes no estômago do bebê ou em mamadeiras mal lavadas e mal esterilizadas podem reduzir o nitrato a nitrito, como mostra a equação:



Interagindo com a hemoglobina, o nitrito a oxida impedindo, dessa forma, a absorção e o transporte adequados de oxigênio às células do organismo. Devido à falta de hemoglobina, na sua forma reduzida e que dá a cor vermelha ao sangue, o bebê é acometido de insuficiência

\* 1 ppb = 0,01ppm

100 ppb = 0,1ppm = 0,1mg/L

respiratória, perdendo a sua cor rosada natural para uma cor azul arroxeado. Nos adultos, essa doença pode ser controlada, pois a hemoglobina oxidada pode retornar com facilidade à sua forma reduzida, transportadora de oxigênio, e o nitrito se oxidar novamente a nitrato.

A Portaria GM/MS Nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Alguns desses dados são mostrados nas tabelas a seguir.

<b>Alguns componentes que afetam a qualidade organoléptica da água</b>	
<b>Componentes que afetam a qualidade organoléptica</b>	<b>Concentração máxima permitida (miligrama por litro de água)</b>
Alumínio ( $Al^{3+}$ )	0,2
Cloretos ( $Cl^-$ )	250,0
Cobre ( $Cu^{2+}$ )	1,0
Zinco ( $Zn^{2+}$ )	5,0
Ferro total ( $Fe^{2+}$ e $Fe^{3+}$ )	0,3
Manganês ( $Mn^{2+}$ )	0,1

<b>Valores de concentração máxima permitida de alguns elementos na água potável e seus efeitos sobre a saúde no Brasil</b>			
<b>Elementos que afetam a saúde</b>	<b>Fontes principais</b>	<b>Concentração máxima permitida (<math>mg.L^{-1}</math>)</b>	<b>Efeitos sobre os seres humanos</b>
Arsênio	Despejos industriais, efluentes de minerações, inseticidas, herbicidas	0,01	Distúrbios gastrintestinais, cancerígeno e teratogênico*
Bário	Atividades industriais e de extração da bauxita	0,7	Paralisia muscular
Chumbo	Aditivos de gasolina, tintas	0,01	Náuseas, irritabilidade, danos no cérebro
Crômio	Indústrias galvânicas	0,05	Cancerígeno e mutagênico
Mercúrio	Indústria eletroquímica	0,001	Neurotóxico e mutagênico
Cianetos	Descarte de processos de mineração e da indústria eletroquímica	0,07	Irritante para os olhos, venenoso em contato com a pele, letal
Nitratos	Dejetos humanos, atividades agrícolas e algumas atividades industriais	10	Metemoglobinemia
Cádmio	Despejos de processos industriais	0,005	Disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose
Alumínio	Águas potáveis purificadas com alume	0,2	Perda de memória, mal de Alzheimer

\* Teratogênico: alteração não hereditária no feto.

De acordo com a legislação brasileira vigente, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico aqui apresentado:

<b>Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano</b>		
	<b>Parâmetro</b>	<b>Valor máximo permitido</b>
Água para consumo humano	<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento	Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e redes)	<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL

As instituições responsáveis pelo controle da qualidade da água em termos de potabilidade realizam periodicamente análises bacteriológicas para verificar a existência e a quantidade de microrganismos, identificando-os como prejudiciais – ou não – à saúde, e análises físico-químicas para determinar a existência e a quantidade das espécies químicas dissolvidas em água. Lembrando o que ocorreu em Caruaru, no Estado de Pernambuco, em 1996, quando muitas mortes foram causadas devido ao tratamento inadequado da água usada em hemodíalises, é, portanto, dever do cidadão estar atento à qualidade da água que usa e exigir monitoramento contínuo de espécies que possam afetar a saúde humana e a sobrevivência de outras espécies animais e vegetais.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

### Questões para análise do texto

1. O que é água potável? O critério de potabilidade significa o mesmo que o critério de pureza?

---



---



---



---



---

2. O que é água contaminada? Por que não é própria para beber?

---



---



---



---



3. Que danos à saúde podem ser causados pela presença de chumbo na água potável? Qual é a concentração máxima permitida para esse elemento na água potável, segundo a legislação brasileira? Quais são as suas fontes?

---



---



---

4. Por que atualmente não se considera recomendável o uso de panelas de alumínio?

---



---



---

5. Que malefícios à saúde pode causar a presença de nitratos na água que bebemos?

---



---



---



LIÇÃO DE CASA



Faça uma síntese das ideias desenvolvidas nos textos utilizando um quadro semelhante ao que segue. Entregue-a ao professor.

Ideia principal	Pormenores importantes	Conclusões e implicações

1. Segundo um levantamento informal de 1992, a água potável de um terço das casas de uma certa cidade tinha níveis de chumbo da ordem de 10 ppb. Supondo que um morador de uma dessas casas beba cerca de 2 litros de água por dia, calcule quanto de chumbo esse adulto ingere por dia.

---



---



---

2. Examine a tabela apresentada a seguir, que contém resultados de análises de algumas águas, distribuídos de acordo com os elementos químicos presentes (As, Ba, Pb, Hg, Al, Cu e Mn) levando em conta que a unidade mg/L significa que em 1 L da água analisada está contido 1 mg da espécie química considerada. Utilize na avaliação solicitada as informações das tabelas da página 7. Aponte também os possíveis efeitos que essas águas podem causar se forem ingeridas. Veja a seguir análises químicas de diferentes amostras de água. Apresente o resultado de sua análise em forma de tabela.

Espécie química	Amostra A (mg/L)	Amostra B (mg/L)	Amostra C (mg/L)	Amostra D (mg/L)
As	–	0,05	1	0,001
Ba	0,8	0,50	0,001	1 000
Pb	–	0,015	0,05	0,01
Hg	–	0,00010	–	10
Al	0,1	0,18	0,20	10
Cu	1,09	0,89	–	0,90
Mn	0,01	0,10	1,00	0,98

Tabela elaborada pelas autoras especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Amostra	Concentração maior que a máxima permitida	Efeitos tóxicos possíveis



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 DISSOLUÇÃO DE MATERIAIS EM ÁGUA E MUDANÇA DE SUAS PROPRIEDADES

### Atividade 1 – Até quanto um sólido é solúvel em água?

Neste estudo, você vai estimar a quantidade máxima de sulfato de cobre pentaidratado que pode se dissolver em certo volume de água, à temperatura ambiente.



### ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

#### Materiais e reagentes

- 5 tubos de ensaio de mesmas dimensões (altura e diâmetro);
- estante para tubos de ensaio;
- 5 rolhas para vedação;
- 1 bastão de vidro;
- 1 proveta de 50 mL;
- massas conhecidas de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ : 1,5 g; 2,5 g; 4,2 g; 5,0 g; 6,0 g;
- água destilada.

#### Procedimento

1. Coloque nos tubos de ensaio as diferentes massas de sulfato de cobre e indique no rótulo de cada um a massa nele contida.
2. Disponha-os na estante para tubos de ensaio em ordem crescente de massas.
3. Meça com a proveta o volume de 20 mL de água e adicione-o ao primeiro tubo.
4. Vede o tubo com a rolha e agite a mistura várias vezes. Recoloque-o na estante.
5. Proceda do mesmo modo com os outros tubos.

Compare as misturas resultantes em relação ao aspecto homogêneo ou heterogêneo, à cor e à presença ou não de sólido. Anote suas observações na tabela a seguir.

Tubo	Massa de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (g)	Volume de água (mL)	Aspecto homogêneo ou heterogêneo	Comparação de cor	Presença ou não de sólido
I	1,5	20			
II	2,5	20			
III	4,2	20			
IV	5,0	20			
V	6,0	20			

Analise os dados coletados e responda às questões a seguir:

- Ocorreu dissolução total do sólido em todos os tubos? Se quiser complementar sua resposta, descreva suas observações por meio de um desenho no seu caderno ou numa folha avulsa.

---



---

- Como explicar o depósito de sólido (corpo de fundo) nos tubos IV e V?

---



---

- É possível relacionar a constância da cor com a quantidade dissolvida? Justifique.

---



---

- O que poderia ocorrer se fosse adicionado mais 1,0 g de sólido ao tubo II? E ao tubo IV? Justifique.

---



---

- Pode-se estimar a quantidade máxima de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  capaz de se dissolver em 20 mL de água? E em 100 mL de água?

---



---



---



## LIÇÃO DE CASA



1. Faça um pequeno resumo e descreva o que você aprendeu ao fim desta atividade. Esse resumo pode ser feito na forma de um fluxograma que mostre os passos seguidos e as conclusões elaboradas. Em folha à parte, entregue-o ao professor.
2. Considere a tabela a seguir que indica as solubilidades de alguns solutos da água do mar em g/100 g de água.

Soluto	Fórmula	Solubilidade (g/100 g de água)
Cloreto de magnésio	$MgCl_2$	54,1
Sulfato de cálcio	$CaSO_4$	$6,8 \cdot 10^{-3}$
Carbonato de cálcio	$CaCO_3$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Cloreto de sódio	$NaCl$	36,0
Brometo de sódio	$NaBr$	$1,2 \cdot 10^2$
Sulfato de magnésio	$MgSO_4$	36,0

Tabelas das pp. 13, 14 e 15 elaboradas pelas autoras especialmente para o *São Paulo faz escola*.  
 Fonte dos dados: LIDE, D. R. (editor-in-chef). *Handbook Chemistry and Physics*. 73<sup>rd</sup> edition, 1992-1993.

- a) Por que é possível comparar as solubilidades dos diferentes solutos?

---



---

- b) Qual dos sais é o mais solúvel? Qual é o menos solúvel?

---



---

- c) 20 g de cloreto de sódio foram colocados para dissolução em 50 g de água. A mistura resultou homogênea? Justifique.

---



---



---

- d) Uma solução aquosa contém como solutos os cloretos de sódio e de magnésio em iguais concentrações. Submetendo-se essa solução à evaporação, qual sólido se deposita primeiro, separando-se da solução? Justifique.



### Desafio!

Em exames radiológicos gastrintestinais, utiliza-se para contraste solução saturada de  $\text{BaSO}_4$ . No entanto, para um indivíduo de 60 kg de massa corpórea, o limite de tolerância da espécie química íon bário ( $\text{Ba}^{2+}$ ) no organismo humano é de 0,7 g. Levando-se em conta que a solubilidade do  $\text{BaSO}_4$  em água é de  $2,3 \cdot 10^{-3}$  g para 1 litro de água, explique por que a ingestão de um copo (200 mL) de solução saturada de sulfato de bário não é letal para esse indivíduo.

## Atividade 2 – A vida depende da água: outras propriedades do solvente água

A espécie química água apresenta propriedades muito peculiares e diferentes da maioria dos outros líquidos. São essas propriedades que a tornam responsável por várias das interações e transformações que ocorrem no planeta. Vamos estudar algumas dessas propriedades.

### Situação 1 – Calor específico

Uma das características mais importantes é o seu calor específico – capacidade de absorver ou perder calor.

**Calor específico de alguns líquidos a 1 atm e a 25 °C**

Líquido	Calor específico ( $\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ )
Água	4,18
Etanol	2,44
Acetona	2,17
Benzeno	2,37
Glicerina	2,37

A água é um dos líquidos de maior calor específico que se conhece, cujo valor é  $4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ . Comparando-a com o etanol (álcool comum), vemos que, enquanto o calor específico da água é  $4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ , o do álcool é  $2,44 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ . Isso significa que, para elevar em  $1 \text{ °C}$  a temperatura de  $1 \text{ g}$  de água, são necessários  $4,18 \text{ J}$ , e para elevar em  $1 \text{ °C}$  a temperatura de  $1 \text{ g}$  de etanol, são necessários  $2,44 \text{ J}$ .

### Exercícios para a sala de aula

1. Considere a seguinte situação: dois frascos fechados contendo respectivamente  $1 \text{ kg}$  de água e  $1 \text{ kg}$  de etanol ficaram expostos ao sol durante certo tempo. Qual deles estará mais quente após esse tempo de exposição? Qual deles levará mais tempo para se resfriar? Justifique.

---

---

---

2. Como essa característica peculiar da água mantém, praticamente sem grandes variações, tanto a temperatura do ambiente aquático quanto a do clima terrestre?

---

---

---

### Situação 2 – Densidade

Densidade da água líquida a várias temperaturas	
Temperatura (°C e 1 atm)	Densidade ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )
0	0,99984
2	0,99997
4	1,0000
6	0,99997
8	0,99988
10	0,99970
16	0,99910
20	0,99821
25	0,99707
30	0,99565

Normalmente, para os líquidos comuns, a densidade decresce com a elevação da temperatura. No caso da água, porém, os dados anteriores mostram que a densidade aumenta de 0 a 4 °C, na qual é máxima, e depois decresce. Como densidade é a relação massa/volume, isso significa que, quando a temperatura aumenta de 0 a 4 °C, a água se contrai, diminuindo o volume e, conseqüentemente, aumentando a densidade, uma vez que a massa não se altera com a temperatura. Acima de 4 °C, como o volume aumenta, a densidade decresce.

### Exercícios para a sala de aula

1. Com base nessas informações e sabendo que a densidade do gelo é  $0,92 \text{ g.cm}^{-3}$ , o gelo flutuaria na água a 0 °C? E a 25 °C?

---



---

2. O que poderia ocorrer com a água de um rio em um local onde a temperatura ambiente fosse igual ou inferior a 0 °C? Justifique.

---



---



---

3. O que poderia acontecer com a vida em um lago se a densidade do gelo fosse maior que a da água líquida, em um dia em que a temperatura ambiente fosse igual ou menor do que 0 °C?

---

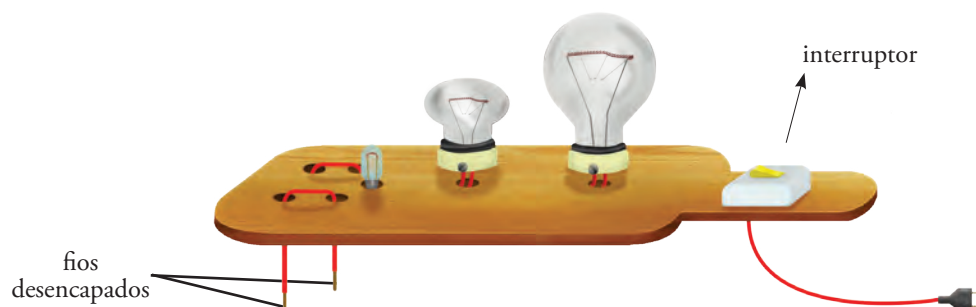


---

### Situação 3 – Condutibilidade elétrica da água

Para observar a manifestação de condutibilidade elétrica associada a materiais pode-se usar um dispositivo semelhante ao da figura, em que as ligações são feitas em paralelo.

© Samuel Silva





Quando as extremidades do fio são introduzidas no material, uma ou mais lâmpadas poderão acender, dependendo da capacidade que o material tem de conduzir corrente. Na água destilada, por exemplo, quando os dois fios são introduzidos, nota-se que somente a lâmpada de neônio (a menor) se acende. Como corrente elétrica pressupõe movimento de cargas elétricas, então o fato observado leva a supor que na água estão presentes partículas portadoras de cargas elétricas livres (chamadas de íons), capazes de se movimentar, transportando energia elétrica. Contudo, ao se colocar o dispositivo de medir condutibilidade elétrica na água de torneira, percebe-se um brilho mais intenso do que o observado anteriormente. E se o dispositivo for colocado em água do mar, as três lâmpadas se acenderão. Pode-se, assim, afirmar que a água do mar apresenta um grau de condutibilidade elétrica maior que a água potável, que, por sua vez, possui maior condutibilidade que a água destilada (água pura).

### Exercícios para a sala de aula

1. Considerando essas informações, é possível relacionar o fato de certas espécies químicas estarem dissolvidas na água potável com o fato de seu grau de condutibilidade elétrica ser maior do que o da água pura? Proponha argumentos que justifiquem sua resposta.

---



---



---

2. Esses argumentos poderiam ser utilizados para explicar a condutibilidade elétrica observada na água do mar?

---



---



---

3. Ao se adicionar sal de cozinha em água destilada e medir a condutibilidade elétrica com o dispositivo, o que você espera observar?

---



---



---

4. Apresente um resumo da situação analisada e destaque a propriedade que estudou, qual a importância para a vida etc.

---



---



---



---

**Atividade 3 – Como a presença de solutos afeta as propriedades do solvente?****Desafio!****Demonstração experimental feita pelo professor**

Coloque água em um copo grande até  $\frac{3}{4}$  de sua altura. Com cuidado, introduza um ovo cru nessa água. Como era de se esperar, ele afunda porque é mais denso que a água. Adicione sal de cozinha à água, agitando cuidadosamente, até que o ovo flutue.

1. Sabendo que a densidade do ovo não mudou com a adição de sal, como se pode explicar a flutuação do ovo?

---



---



---



---

2. Considere os dados a seguir:

Soluções de NaCl (% massa)	Densidade a 25 °C ( g.cm <sup>-3</sup> )
0,53	1,000
3,0	1,010
5,4	1,035
14,3	1,101

Tabelas das pp. 18, 19 e 20 elaboradas pelas autoras especialmente para o *São Paulo faz escola*.  
 Fonte dos dados: LIDE, D. R. (editor-in-chef). *Handbook Chemistry and Physics*. 73<sup>rd</sup> edition, 1992-1993.

Analise os dados da tabela acima e relacione o que ocorreu com o ovo ao que ocorre com a densidade da solução de NaCl, à medida que aumenta a quantidade de cloreto de sódio.

---



---



---

3. Será que a presença de sal também altera a temperatura de ebulição da água pura? Justifique e analise os dados da tabela a seguir.

Concentração de NaCl (g/L)	Temperatura de ebulição da solução (°C) à pressão de 1 atm
30	100,5
58	101,1
115	102,3
170	103,3

---



---



---



---



---



---



VOCÊ APRENDEU?



A água do Mar Morto é a mais salgada do mundo. O Mar Morto é um lago situado na foz do Rio Jordão, na fronteira entre Israel e Jordânia, na região ocidental da Ásia (300 m abaixo do nível do mar). Nesse lago, a concentração de sais dissolvidos é nove vezes maior que a das águas dos oceanos. Um litro de água do Mar Morto pesa 1170 g. Um litro de água de rios pesa 990 g.

- Por que as pessoas boiam mais facilmente no Mar Morto?  


---
- Se você determinasse a temperatura de ebulição de uma amostra da água do Mar Morto, esta seria maior, menor ou igual à de uma amostra de água do mar do litoral do Estado de São Paulo? Explique.  


---



---



---
- Por que a alta salinidade do Mar Morto impede que nele existam peixes e vida vegetal? (Sugestão de leitura: GEPEQ. *Interações e transformações: Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Edusp, 1998, v. 1, p. 47-49.)  


---



---



---



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

### CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES

Como você aprendeu, há materiais que se dissolvem em água em determinadas quantidades. A quantidade de soluto presente em uma solução pode ser expressa de diferentes maneiras. Nesta atividade, você vai conhecer como expressar concentrações de soluções e saber como e quando utilizá-las.

#### Atividade 1 – Entendendo o significado da concentração de uma solução

1. As concentrações máximas permitidas por lei de certos elementos químicos na água potável estão apresentadas na tabela a seguir.

Elementos que afetam a saúde	Concentração máxima permitida (mg.L <sup>-1</sup> )	Quantidade máxima contida em 1 L (em mg)	Quantidade máxima contida em 2 L (em mg)	Quantidade máxima contida em 4 L (em mg)
Arsênio (As)	0,01	0,01	0,02	
Bário (Ba)	0,7	0,7	1,4	
Chumbo (Pb)	0,01	0,01	0,02	
Mercúrio (Hg)	0,001	0,001	0,002	

Interprete os dados da tabela acima, comparando as quantidades dissolvidas em 1 litro de água potável e em 2 litros, e complete os dados da última coluna. A razão massa do soluto/volume da solução (água potável) é a mesma?

---



---



---



---



---



---



---



---

2. Analise as informações contidas em um rótulo de água mineral:

**FONTE SÃO SEBASTIÃO**  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL (mg/L)

Sulfato de estrôncio: 2,25. Sulfato de cálcio: 15,84. Bicarbonato de cálcio: 102,72. Bicarbonato de magnésio: 36,52. Bicarbonato de potássio: 6,40. Bicarbonato de sódio: 37,40. Cloreto de sódio: 11,62. Fluoreto de sódio: 0,52. Fluoreto de lítio: 0,08. Óxido de zinco: 0,01.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

pH a 25 °C: 7,2 – Temperatura da água na fonte: 23 °C – Condutividade elétrica a 25 °C em mhos/cm:  $2,5 \cdot 10^{-4}$  – Resíduo de evaporação a 180 °C: 171,82 mg/L.

REGISTRO NO MS PROT. Nº 00000/000/00  
CNPJ 000000000/000-00  
INDÚSTRIA BRASILEIRA

a) Como está expressa a composição dessa água mineral? Seria mais conveniente expressar a concentração em g/L? Justifique.

---

---

---

---

---

---

---

---

b) Qual é a concentração de bicarbonato de sódio nessa água?

---

---

c) Se forem colocados 100 mL dessa água em um copo e 200 mL em outro, qual será a concentração de bicarbonato de sódio em cada um dos copos? Justifique sua resposta.

---

---

d) Que massa de bicarbonato de sódio uma pessoa ingere ao beber 100 mL dessa água? E ao beber 200 mL?

---

---

- e) Considerando todos os bicarbonatos presentes nessa água mineral (bicarbonato de cálcio, de magnésio, de potássio e de sódio), que massa de bicarbonato uma pessoa ingere ao beber 100 mL dessa água? E ao beber 200 mL?



VOCÊ APRENDEU?



1. Muitos medicamentos com os quais lidamos em nosso dia a dia informam em seus rótulos ou bulas a concentração do componente ativo. Assim, por exemplo, um medicamento antiespasmódico (X) contém 75 mg do componente ativo (dimeticona) por mL. Outro medicamento, antitérmico (Y), contém 200 mg do componente ativo (paracetamol) por mL.

Antiespasmódico X
Concentração:

Antitérmico Y
Concentração:

- a) Indique nos respectivos rótulos as concentrações dos componentes ativos desses medicamentos em g/L.
- b) A importância de conhecer a composição de um medicamento está na dose que o médico deve recomendar. Assim, para o medicamento antiespasmódico a dose recomendada para adultos é de 16 gotas, três vezes ao dia. Como se pode saber a massa de dimeticona que se pode ingerir por dia? (Considere o volume de 1 gota = 0,05 mL.)

---



---



---



---



---



---

2. Deseja-se preparar 250 mL de uma solução de NaOH de concentração igual a 20 g/L. Que massa de NaOH deve-se usar?

---



---



---



---



## LIÇÃO DE CASA



1. Um frasco contém uma solução de sulfato de cobre pentaidratado 50 g/L. Que volume dessa solução deve ser medido para se ter 12,5 g de sulfato de cobre?

---



---



---

2. Determinou-se a massa de 4,0 g de hidróxido de sódio. Que volume de solução deve ser preparado para que a sua concentração seja 20 g/L?

---



---



---

### Atividade 2 – Expressando a concentração em porcentagem em massa e porcentagem em volume

Em nossa vida diária é comum encontrar concentrações expressas em porcentagem. Considere as informações a seguir.

Ácido acético no vinagre	4 a 6% (m/V)
NaCl no soro fisiológico	0,9% em massa (m/m)
Cloro na água sanitária	2 a 2,5% ( m/m)

Essa unidade pode expressar a massa de soluto em 100 g da solução (porcentagem em massa) ou a massa de soluto em 100 mL da solução (porcentagem em massa/volume) e ainda pode expressar o volume de soluto em 100 mL da solução (porcentagem em volume).

- a) A concentração de NaCl no soro fisiológico está expressa em porcentagem em massa. Qual é a massa de NaCl presente em 100 g de soro? Qual é a massa de água nessa quantidade de soro?

---



---



---



---



---

b) Qual é a massa de NaCl necessária para se preparar 500 g de soro?

---



---

### Atividade 3 – Expressando a concentração em partes por milhão – ppm

A unidade *ppm* indica quantas partes de um componente estão presentes em 1 milhão de partes da mistura. Essas partes podem ser massa, volume etc. Essa unidade é útil quando os componentes da solução estão presentes em quantidades muito pequenas.

1. A legislação brasileira estabelece que a água, para ser potável, deve conter no máximo 0,0002 mg/L de mercúrio. Expresse essa concentração em ppm.

---



---



---

2. O padrão norte-americano estabelece o limite de tolerância de 0,5 ppm de mercúrio (Hg) em peixes como a truta. Considerando uma truta de 1 kg, calcule:

a) A massa de Hg, em miligramas, correspondente a essa concentração.

---



---



---



---

b) Se uma pessoa, ao comer truta, tivesse ingerido 0,10 mg de mercúrio, que massa de truta teria comido?

---



---



---

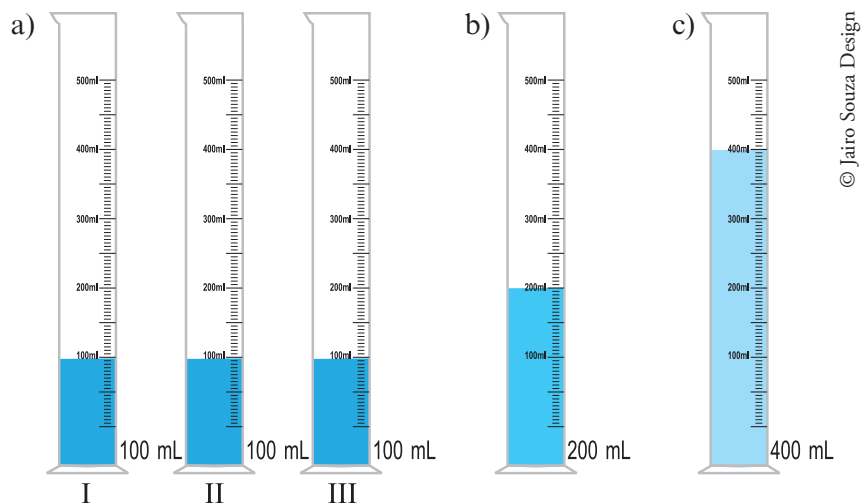


---

### Atividade 4 – Alterando a concentração das soluções – diluição

Considere três provetas (I, II e III) contendo, cada uma delas, 100 mL de solução de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , na concentração de 50 g/L.





1. Qual é a massa em gramas de sulfato de cobre contida em cada proveta (figura a)?

---



---

2. Adicionando água à proveta II até que o volume alcance 200 mL, a massa de sulfato de cobre contida nessa proveta se altera? O que muda? Qual é a concentração em g/L da solução nessa proveta (figura b)?

---



---



---



---



---

3. Adicionando água à proveta III até que o volume alcance 400 mL, qual deve ser a concentração dessa solução? Explique seu raciocínio (figura c).

---



---



---



---



---



LIÇÃO DE CASA



1. Tem-se uma solução de NaOH 20 g/L. Retirou-se 20 mL dessa solução, colocou-se em uma proveta e adicionou-se água até completar o volume de 100 mL. Qual é a concentração da nova solução?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Deseja-se preparar 500 mL de solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 g/L a partir de uma solução desse mesmo soluto 50 g/L. Que volume dessa solução deve ser utilizado e diluído até 500 mL?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 UTILIZANDO A GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA PARA EXPRESSAR A CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES

Outra maneira muito comum de expressar concentração é utilizar a grandeza quantidade de matéria, cuja unidade é o mol.

### Atividade 1 – Expressando a concentração em mol/L

- Suponha que os rótulos de dois frascos contendo soluções de concentrações diferentes de sulfato de cobre pentaidratado tenham se soltado. Pela cor das soluções pode-se saber qual das duas é a mais concentrada. Sua tarefa é a de recolocar o devido rótulo em cada um dos frascos. Considere os rótulos:

Rótulo 1	Rótulo 2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Concentração: 0,50 mol/L	Concentração: 24,95 g/L

- O que cada rótulo está informando?

---



---



---

- Para comparar os dois rótulos e decidir qual é o da solução mais concentrada é preciso expressar as concentrações das soluções na mesma unidade. Para isso é necessário determinar a massa de um mol do sal (massa molar). A partir do cálculo da massa molar, expresse as concentrações numa mesma unidade e decida qual dos rótulos deve ser colocado na solução de cor mais intensa.

rótulo 1	rótulo 2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
0,50 mol/L ou _____ g/L	24,95 g/L ou _____ mol/L

---



---

## Atividade 2 – Aplicando os conceitos de concentração

### Comparando concentrações de elementos presentes na água do mar

Na água do mar encontramos sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, entre outros, dissolvidos. A tabela a seguir apresenta a concentração dessas espécies em uma dada água do mar. Sua tarefa é expressar, para cada um dos elementos, a concentração em mol/L, para que possamos comparar o número de partículas de cada um desses elementos presentes nessa água.

Elemento	Símbolo do elemento	Concentração (g/L)	Concentração (mol/L)
Sódio		10,5	
Magnésio		1,26	
Cálcio		0,41	
Potássio		0,39	

As massas molares podem ser conhecidas consultando-se a tabela das massas atômicas.

Complete a tabela com os símbolos dos elementos.

Apresente sua resolução.

Compare o valor obtido com o de outro colega que escolheu o mesmo elemento. O valor obtido é igual? Se não, discuta com os colegas os cálculos realizados.

Coloque o valor calculado na tabela e preencha-a com informações dos outros grupos.

### Analisando os dados

1. Qual das espécies apresenta o maior número de partículas dissolvidas por litro de água do mar?
2. Considerando as quantidades dissolvidas e as massas molares, explique os valores das concentrações em mol/L obtidos para o cálcio e o potássio.
3. Que quantidade de magnésio deveria estar dissolvida em um litro de água do mar para que houvesse um número de partículas igual ao do sódio nesse volume?
4. Elabore um texto que explique os procedimentos que você utilizou, suas conclusões e quais foram suas aprendizagens.





## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5

### OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA – UMA QUESTÃO DE QUALIDADE

A presença de gás oxigênio dissolvido em corpos d'água é, também, um parâmetro de qualidade dessas águas. Para entender melhor a problemática associada à presença de  $O_2$  em lagos, rios, reservatórios etc., vamos fazer um estudo, iniciando pela leitura de dois textos.

#### Atividade 1 – Discutindo a solubilidade do gás oxigênio em água



##### Leitura e Análise de Texto

#### Texto 1 – Pergunta feita por uma pessoa a um consultor especializado

Formei uma lagoa e soltei alguns milhares de peixes. Uma parte morreu, e me falaram que era falta de oxigênio na água. Então, coloquei uma bombinha jogando água para cima e os peixes pararam de morrer. Preciso de mais esclarecimentos sobre o assunto.

*Globo Rural*, n. 178, ago. 2000.

#### Texto 2 – Calor e baixa oxigenação da água podem provocar mortandade nos rios

Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Yvone Mussa Esperidião.

Nos meses de verão, quando o calor é intenso, a elevação da temperatura acima de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  tem sido apontada como uma das causas da mortalidade de peixes nas regiões afetadas por essa situação climática.

Isso acontece porque, segundo os técnicos que estudam o assunto, quando a temperatura da água aumenta muito, os microrganismos aquáticos passam a se reproduzir mais rapidamente, o que provoca aumento no consumo de oxigênio da água.

Sabe-se que a adequada manutenção da vida aquática ocorre quando o nível de oxigênio dissolvido por litro de água varia entre 6 e 9 mg; no entanto, em regiões em que a temperatura da água chega a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (ou mais), os índices de oxigênio por litro podem cair até a 0,5 mg! Em regiões em que os índices de oxigênio caem tanto, os resultados são fatais e se registra uma grande mortandade de peixes, como a ocorrida, em outubro de 2007, no Vale do Rio dos Sinos, em que cerca de 85 toneladas de peixes morreram, vitimados pela baixa oxigenação da água em função da elevada temperatura.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

### Análise do gráfico

1. Observando o gráfico mostrado na figura, o que você pode concluir a respeito da solubilidade do gás oxigênio em água com o aumento da temperatura?

---



---



---



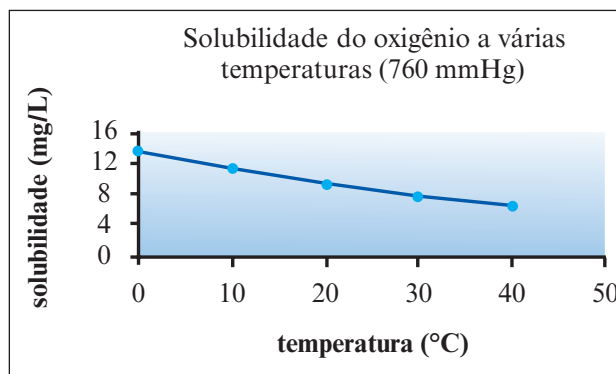
---



---



---



© Conexão Editorial

Solubilidade do oxigênio em água, a 760 mmHg, a várias temperaturas.

2. Qual é a máxima quantidade de oxigênio que se dissolve em 1 litro de água a uma temperatura de 25 °C?

---

### Questão para discussão

Considerando seus conhecimentos e os dados apresentados, discuta com seus colegas se as hipóteses apresentadas para a morte dos peixes, nos dois textos, podem ter algum fundamento. Apresente, por escrito, seus argumentos.

---



---



---



---



---

### Atividade 2 – Interpretando a DBO

1. Escreva com suas palavras o que significa a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

---



---



---

2. Escreva a seguir a expressão matemática que representa a DBO.

---



---

3. Complete a frase a seguir:

Quanto maior for a DBO de uma água, \_\_\_\_\_ será a quantidade de oxigênio necessária para que ocorra a transformação dos materiais.

4. Os dados de DBO de algumas fontes de água estão relacionados a seguir. Analise-os e discuta com seus colegas a possibilidade de apresentarem problemas com relação à quantidade de oxigênio dissolvido. Explique.

### Dados de DBO

Nas águas do Riacho dos Macacos, na região de Juazeiro do Norte, durante o período seco, a variação da DBO foi de 89 mg/L a 456 mg/L.

Fonte: FRANCA, R. M. *Engenharia sanitária ambiental*, vol. 11, n. 1. Rio de Janeiro, mar. 2006.

Nas águas do Rio Batalha, a DBO variou de 2 mg/L a 6 mg/L, conforme o ponto de coleta, feita na região de Bauru.

Fonte: CBH-TB (Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê/Batalha). *Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI 16*.

Nas águas do Córrego Carajás, houve uma diminuição da DBO de 193 mg/L em set./2004 para 14 mg/L em jan./2006.

Fonte: MASSONE, G.; MACHADO, G. *Córrego Carajás no Parque da Juventude: despoluição em áreas urbanas*. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/ma10.htm>>. Acesso em: 9 out. 2009.



### LIÇÃO DE CASA



### Aplicação dos conhecimentos sobre DBO

A ureia é uma substância que se forma na decomposição de proteínas, estando presente na excreção de mamíferos. Sua decomposição na presença de oxigênio pode ser descrita pela seguinte equação:





Suponha que certa fonte de água recebeu uma quantidade de ureia equivalente a 2,5 g por 100 litros de água. Sabendo que 1,0 g de ureia consome 2,13 g de oxigênio, calcule a DBO desse corpo de água. Expresse o valor encontrado em mg/L e em ppm.

---

---

---

---

---



## PESQUISA DE CAMPO

### Conhecendo as águas da região

Nesta pesquisa em grupo procuraremos conhecer melhor os corpos d'água de nossa região ou das proximidades.

Muitas vezes, os corpos d'água são utilizados para lazer, podem ser fonte de alimentos e compõem a estética da paisagem. Assim, a qualidade dessas águas é de fundamental importância para a população que vive em suas imediações e que delas se utilizam.

O roteiro apresentado a seguir pode orientar a pesquisa do grupo.

- Esboce um mapa da região, localizando os corpos d'água.
- Escolha um deles para estudo e procure conhecer o tipo de atividade produtiva existente próxima a esse corpo d'água.
- Visite o órgão que tem como uma de suas funções controlar a qualidade das águas (DAE, Secretaria do Meio Ambiente, ETA, Cetesb local etc.) e entreviste as pessoas responsáveis por esses controles. Você pode estabelecer um diálogo por meio de perguntas como: "Há um padrão de qualidade para esse corpo d'água (o que você escolheu)? São feitas medidas para controlar a DBO? Como isso é realizado e com que regularidade? O que os dados dessas medidas têm mostrado? Há um controle do tipo de materiais lançados nessas águas? Já houve eventos como mortandade de peixes, mau cheiro etc.? O que esse órgão tem feito para esclarecer a população sobre como evitar possíveis problemas de poluição das águas?"
- Entreviste moradores ribeirinhos e pescadores (se houver) procurando saber como se utilizam da água, se notam problemas, se a quantidade de peixes vem diminuindo e se consideram que a qualidade da água vem mudando.
- Faça um relatório escrito com os principais dados coletados, suas análises e apresente alguma recomendação às pessoas de sua comunidade visando contribuir para a qualidade dos corpos d'água da região.



VOCÊ APRENDEU?

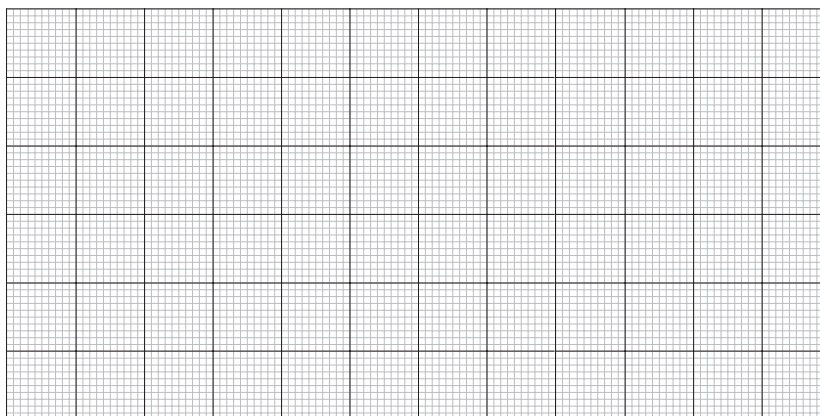


### Há outros gases que se dissolvem em água?

Para responder a essa pergunta, analise os dados que constam na tabela apresentada a seguir e responda às questões.

<b>Solubilidade em g CO<sub>2</sub>/100 mL H<sub>2</sub>O a 1 atm</b>	0,33	0,23	0,17	0,13	0,10	0,06
<b>Temperatura/°C</b>	0	10	20	30	40	60

1. Construa um gráfico da variação da solubilidade com a temperatura.



Escolha as escalas adequadas e coloque os títulos e as unidades de cada eixo.

2. A que temperatura a solubilidade do CO<sub>2</sub> em água é o dobro do valor apresentado a 40 °C?  
\_\_\_\_\_
3. Comparando a solubilidade do CO<sub>2</sub> e do O<sub>2</sub> em água numa mesma temperatura, qual dos dois é o mais solúvel? Explique.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Certas substâncias ao ser lançadas em um corpo d'água reagem com o gás oxigênio dissolvido na água, ocorrendo a formação de gás carbônico. Discuta se o CO<sub>2</sub> formado vai se dissolver nessa água.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 TRATAMENTO DA ÁGUA: UMA QUESTÃO DE SOBREVIVÊNCIA

O tratamento da água para consumo humano é de fundamental importância para a qualidade de vida. Você já pensou de onde vem a água que chega à sua casa? Como ela é tratada de maneira a se tornar adequada para consumo?



### PESQUISA INDIVIDUAL

Faça uma pesquisa em livros didáticos de Química ou em páginas da internet (por exemplo: portal da Sabesp, portal da Universidade da Água) sobre as etapas do tratamento de água geralmente empregadas nas Estações de Tratamento de Água (ETA) do Estado de São Paulo.

Elabore um quadro contendo as etapas e suas finalidades.

Etapa	Finalidade



### ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Neste experimento, você vai realizar uma simulação do tratamento da água que acontece numa ETA.

#### 1. Montagem de um dispositivo para a filtração

##### Material

- 2 garrafas plásticas iguais, vazias (de água mineral de 500 mL);
- 3 colheres (sopa) de pedras (de aquário ou de construção) bem lavadas;
- 4 colheres (sopa) de areia grossa bem lavada;
- 7 colheres (sopa) de areia fina bem lavada;

- 1 colher (sopa) de carvão em pó;
- 1 tesoura;
- fita adesiva;
- 2 copos plásticos (de qualquer tipo);
- 1 colher (sopa).

### Procedimento

- Corte o fundo da garrafa usando uma tesoura, como na Figura 1. Esta garrafa cortada será o filtro.
- Corte as duas extremidades da outra garrafa com a tesoura. Esta parte da garrafa será o suporte do filtro (Figura 2).

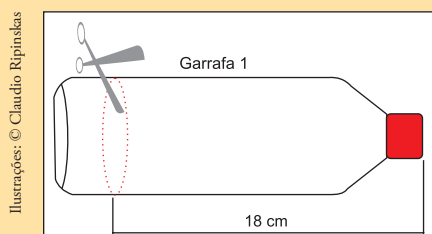


Figura 1 – Como cortar o filtro

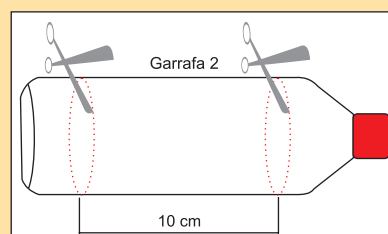


Figura 2 – Como cortar o suporte

- Faça um furo na tampa da primeira garrafa usando um prego ou a ponta da tesoura.
- Junte o filtro e o suporte usando fita adesiva, como na Figura 3.

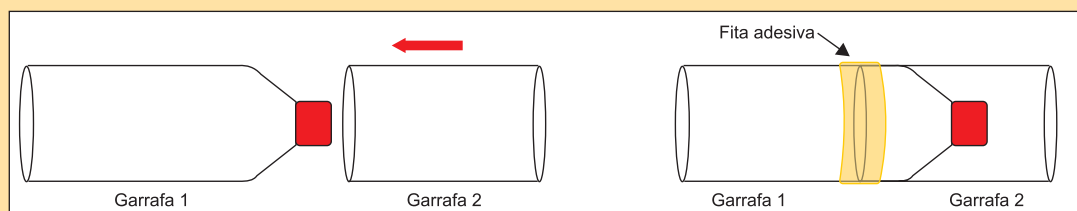
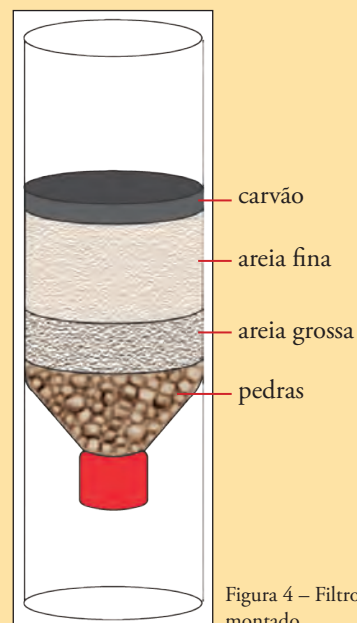


Figura 3 – Como fixar o filtro ao suporte

- Coloque 3 colheres de pedras no filtro. Elas servirão para sustentar as outras camadas.
- Coloque, com cuidado, 4 colheres de areia grossa em cima da camada de pedra. Não misture as camadas.
- Coloque, com cuidado, 7 colheres de areia fina em cima da camada de areia grossa. Não misture as camadas.

- Para se certificar de que o filtro está limpo, adicione 1 copo de água da torneira nele, recolhendo-a no outro copo. Caso a água saia suja, turva ou com pequenas partículas, repita esse procedimento até obter uma água limpa.
- Use uma colher para aplinar a camada de areia.
- Coloque, cuidadosamente, uma colher de carvão em pó sobre a camada de areia fina. Seu filtro deve ficar semelhante à Figura 4.
- Adicione, cuidadosamente, um copo de água no filtro, recolhendo-a no outro copo. Certifique-se de que o carvão não está passando pelo filtro. Caso o carvão esteja saindo com a água, desmonte todas as camadas, lave os materiais e repita a montagem do filtro. Anote suas observações.



## 2. Tratamento de água

### Materiais

- 1 peneira plástica (de chá);
- 1 copo plástico pequeno ( $\pm 50$  mL);
- 1 béquer de 50 mL;
- 1 proveta de 10 mL;
- 1 conta-gotas;
- 1 colher de plástico;
- 1 filtro de areia;
- tubos de ensaio;
- 1 estante para tubos de ensaio;
- 1 espátula plástica pequena;
- escala do indicador universal verde;
- indicador universal verde;
- escala de padrões de cloro;

### Reagentes

- água;
- terra;
- solução diluída (2% em massa) de água sanitária (recém-aberta);
- solução de sulfato de alumínio 7,5 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- suspensão de hidróxido de cálcio 3 g/L  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ou água de cal;
- ácido acético 4% ou vinagre;
- solução de iodeto de potássio 1,8% em massa (KI);
- amido (maisena).

### Procedimento

#### a) Peneiração

- Coloque cerca de 30mL de água em um béquer de 50 mL. Acrescente a essa amostra 1 colher de terra e agite.
  - Passe a água através da peneira, recolhendo-a em um copo. Observe o aspecto da água. Anote o aspecto da água antes e depois da peneiração.
- 

#### b) Pré-cloração

- Adicione 8 gotas de solução de água sanitária à água peneirada. Agite e observe se ocorreram mudanças. Anote suas observações.
- 

#### c) Floculação

- Adicione à água que está sendo tratada 30 gotas de solução de sulfato de alumínio e misture com a colher.
  - Agite bem o frasco com a suspensão de hidróxido de cálcio e adicione 15 gotas à água peneirada. Misture bem com a colher.
  - Observe o que ocorre, deixando o copo em repouso por alguns minutos. Anote suas observações.
- 

#### d) Filtração

- Despeje, cuidadosamente, a água que estava em repouso no filtro de areia, não deixando cair os resíduos que ficaram no fundo do béquer.
  - Recolha a água filtrada num copo limpo. Observe o aspecto da água e anote.
- 

#### e) Verificação do pH

- Coloque 10 gotas da água filtrada em um tubo de ensaio. Adicione 1 gota de indicador universal. Compare com a escala-padrão. Anote o valor lido.
-

f) Teste de cloro residual

- Meça com a proveta 2,5 mL de água filtrada e transfira essa água para um tubo de ensaio.
- Adicione 15 gotas de vinagre (solução de ácido acético 4%) e agite.
- Adicione 5 gotas da solução de iodeto de potássio 1,8% e agite.
- Acrescente um pouco de amido ao tubo (quantidade suficiente para cobrir a ponta da espátula).
- Agite bem, aguarde alguns segundos e observe. Compare a cor obtida com a escala de padrões de cloro. Anote o resultado.

### Questões para análise do experimento

1. Explique a razão de se verificar o pH da água no final do tratamento.

---



---

2. Explique a razão de se verificar a quantidade de cloro residual.

---



---



### PESQUISA DE CAMPO

#### Visita à estação de tratamento de água

Nesta atividade, você poderá conhecer a estação de tratamento de sua cidade ou região. Para que a visita seja proveitosa, vamos planejar algumas atividades. Em uma conversa com seu grupo ou com toda a classe, elabore um roteiro, escrevendo, a seguir, as decisões tomadas.

#### Roteiro de visita à ETA

- a) Objetivos:

---

b) Locais a ser visitados:

---

c) Entrevistar:

	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Técnico químico		
Administrador		
Operadores do sistema		
Pessoal da limpeza		
Outros (especificar)		

d) Perguntas a ser feitas para os entrevistados:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

e) Tarefas da equipe e de cada componente:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



Elabore, de acordo com as orientações de seu professor, um relato do trabalho que seu grupo realizou (relatório, cartaz, apresentação oral etc.).

### Questão para discussão

Suponha que você vá participar de uma discussão sobre os usos e a preservação da água e pretenda defender o “uso consciente e responsável da água tratada”. Com base em seus conhecimentos, explicita suas ideias sobre o que seria o uso consciente e apresente os argumentos que você utilizaria para defendê-las.



### APRENDENDO A APRENDER

Observando as águas de uma região, e levando em conta o que você aprendeu sobre a água, é possível colocar esse conhecimento em ação. Procure conhecer, por exemplo, as diferentes fontes de água da região onde você mora, o uso que a população faz dela, como é feito o tratamento da água de abastecimento, se há fontes de poluição da água etc.

*O que eu aprendi...*

Handwriting practice area with a vertical line on the left containing three circular markers. The area is filled with horizontal dashed lines for writing.



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7

### AS QUANTIDADES EM TRANSFORMAÇÕES QUE OCORREM EM SOLUÇÃO: UM CÁLCULO IMPORTANTE NO TRATAMENTO DA ÁGUA

Em uma estação de tratamento, é importante que se empreguem quantidades adequadas dos materiais utilizados. Nesta atividade vamos estudar como se pode calcular a quantidade dos reagentes envolvidos na etapa da floculação.

Em uma estação de tratamento como a de Rio Claro (Sabesp) são produzidos 4 mil litros de água tratada por segundo. Como se pode calcular as quantidades de sulfato de alumínio e de óxido de cálcio a ser empregadas?

Vamos supor que nessa ETA seja utilizada solução 20 ppm de sulfato de alumínio. Qual é a quantidade necessária desse sal e de CaO para tratar a quantidade de água produzida em apenas 1 segundo? E em 1 hora?

Participe da resolução desse problema, registrando seus cálculos e os raciocínios utilizados.

1. Escreva as equações químicas que representam as transformações em estudo.

---

---

---

---

2. Calculando as massas dos reagentes:

- a) Expresse a concentração ppm em massa por volume (g/L) – 20 ppm de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Considere a densidade da solução igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

---

---

---

---

- b) Calcule a massa de sulfato de alumínio necessária para tratar 4000 L de água.

---

---

---

---

3. Calculando a massa de hidróxido de cálcio que reage com essa massa de sulfato de alumínio:

Dados: Al = 27 g/mol; S = 32 g/mol; O = 16 g/mol; H = 1 g/mol.

a) Calcule a massa molar do sulfato de alumínio e do hidróxido de cálcio.

Massa molar:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 =$

$\text{Ca}(\text{OH})_2 =$

---



---



---

b) Preencha a tabela.

	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$3 \text{Ca}(\text{OH})_2$
Quantidade em mol	1 mol de partículas	3 mol de partículas
Massa dessa quantidade (g)		
Massas que reagem (g)		

Massa de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  calculada para tratar 4 000 litros de água:

---



---



---

4. Calculando a massa dos reagentes para o volume de água tratada em uma hora.

a) Calcule o volume de água que é tratado em 1 hora.

---



---



---



---

b) Calcule as quantidades de sulfato de alumínio e de hidróxido de cálcio necessárias para tratar esse volume de água.

---



---



---



---

5. Supondo que a ETA utilize no tratamento uma solução de 0,30 mol/L de sulfato de alumínio:

a) Dê o significado de 0,30 mol/L.

---



---



---

b) Calcule o volume dessa solução necessária para a floculação do volume de água tratada por segundo.

---



---



---



---



---



### LIÇÃO DE CASA



A reação entre carbonato de cálcio e soluções ácidas é um processo importante, pois pode ser utilizada para controlar a acidez de meios aquosos e de solos. A equação que representa essa transformação é:



Tem-se um recipiente com 50 litros de solução aquosa de ácido clorídrico 0,40 mol/L.

Qual é a massa mínima de carbonato de cálcio necessária para reagir com todo esse ácido?

Para auxiliar na resolução desse exercício, algumas questões são apresentadas.

1. O que a leitura da equação mostra em relação às proporções?
2. É necessário calcular a massa molar dos reagentes?
3. O que significa 0,40 mol/L?
4. Seria interessante calcular a massa de carbonato que reage com 1 litro da solução de ácido?  
Ou calcular a quantidade de ácido em 50 litros da solução?

Apresente seu raciocínio.



**Águas para diversos fins: critérios de qualidade**

- Capítulo IV do anexo à Portaria 518 (março de 2004). Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2009.
- Poluição vs. tratamento de água: duas faces de uma mesma moeda. Artigo publicado na revista *Química Nova na Escola*, n. 10, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2009.

**Preservação da água: controles e atitudes necessárias**

- Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. Artigo publicado na revista *Química Nova na Escola*, n. 12, 2000. Consta na coleção Explorando o Ensino, v. 5, Química, 2006, MEC. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a01.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2009.

**VOCÊ APRENDEU?**

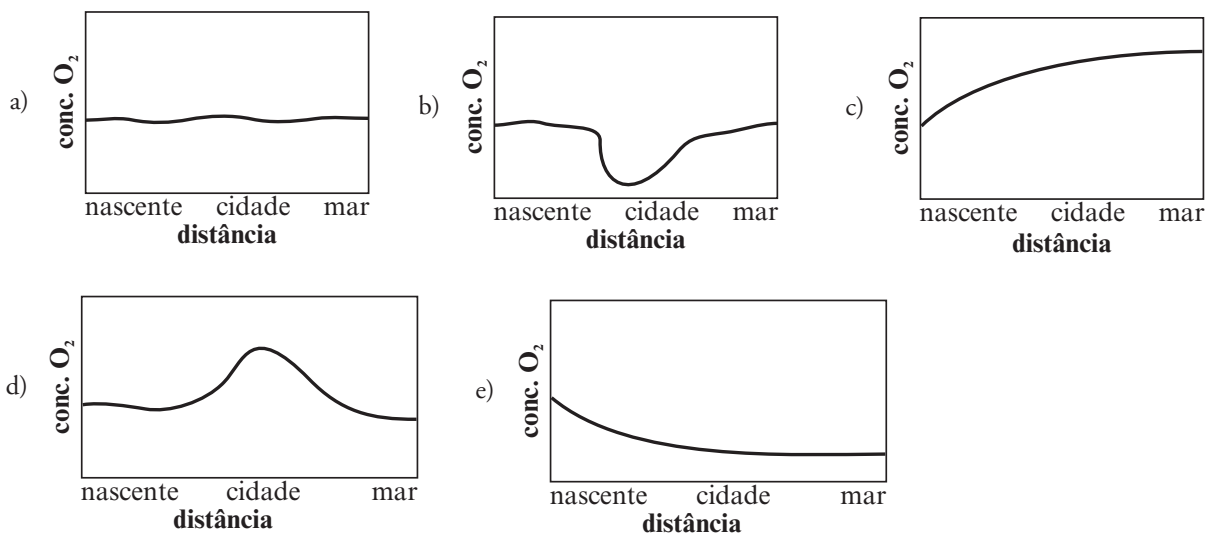
1. (Fuvest – 1992) A concentração do elemento flúor (fluoreto) em uma água de uso doméstico é de  $5 \cdot 10^{-5}$  mol/L. Se uma pessoa tomar 3 litros dessa água por dia, ao fim de um dia a massa de fluoreto que essa pessoa terá ingerido, em miligramas, será igual a:
 

a) 0,9                      b) 1,3                      c) 2,8                      d) 5,7                      e) 15
2. O “soro caseiro” recomendado para evitar a desidratação infantil consiste em uma solução aquosa de cloreto de sódio (3,5 g/L) e de sacarose (11,0 g/L).
 

a) Qual é a concentração, em mol/L do cloreto de sódio nesta solução? (massa molar NaCl = 58,5 g/mol)

b) Sabendo que a sacarose é um açúcar constituído de carbono, hidrogênio e oxigênio, podendo ser representado pela fórmula  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , e cuja massa molar é 342 g/mol, a concentração em mol/L de sacarose no soro caseiro é maior, igual ou menor do que a do NaCl?\*
3. (Fuvest – 1999) Um rio nasce numa região não poluída e atravessa uma cidade com atividades industriais, onde recebe esgoto e outros efluentes, e depois desemboca no mar após percorrer regiões não poluidoras. Qual dos gráficos abaixo mostra o que acontece com a concentração do oxigênio ( $O_2$ ) dissolvido na água, em função da distância percorrida desde a nascente? Considere que o teor de oxigênio no ar e a temperatura sejam praticamente constantes em todo o percurso.

\* O enunciado e o item a da questão foram extraídos da Comvest/Vestibular Unicamp – 1992. O item b foi elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.



4. (Comvest/Vestibular Unicamp – 1999)

Diferentes utilizações da água		
Setores	Consumo em bilhões de m <sup>3</sup> /ano	Água não restituída com qualidade para o consumo em bilhões de m <sup>3</sup> /ano
Coletividades (água potável)	200	40
Indústrias e energia	710	60
Agricultura	2 300	1700
Total	3 210	1800

Adaptado de: MARGAT, Jean-François. A água, ameaçada pelas atividades humanas. In: Wikowski, N. (Coord.). *Ciência e Tecnologia Hoje*. São Paulo: Ensaio, 1994. p.57-59.

De acordo com a tabela acima, mais da metade do volume de água utilizado pelo homem não é restituída com qualidade para o consumo humano.

- Explique por que isso ocorre.
- Cite duas causas e duas conseqüências do aumento mundial do consumo de água doce.
- Cite duas medidas que podem ser tomadas para um uso mais racional da água doce do planeta, discutindo suas vantagens e desvantagens.

5. Aos refrigerantes do tipo “cola” é adicionado ácido fosfórico em uma concentração de 0,6 g/L de refrigerante. O valor máximo recomendado de ingestão diária de ácido fosfórico é de 5 mg/kg de peso corporal. Considerando que a capacidade de uma latinha é de 350 mL, o número máximo de latinhas desses refrigerantes que uma pessoa de 42 kg pode ingerir por dia é:
- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4      e) 5



### PARA SABER MAIS

- *Água hoje e sempre*: consumo sustentável. São Paulo: SEE/CENP, 2004. Esta obra apresenta textos para ampliar os conhecimentos e reflexões sobre a água. Também está disponível em: <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 13 out. 2009. (Clique em “Rede do Saber” e depois em “Água”.)
- *Química e sobrevivência*: hidrosfera, fonte de materiais. São Paulo: Edusp, 2005. Este livro, que faz parte da seleção de livros da SEE/SP, trata de várias propriedades da água, de suas modificações causadas pela presença de materiais dissolvidos. Apresenta, ainda, informações sobre o ciclo hidrológico, poluição e tratamento.
- SABESP. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/>>. Acesso em: 13 out. 2009. Apresenta duas sessões interessantes: “Água”, em que é apresentado o tratamento da água, e “Sabesp ensina”, com matérias que podem ampliar o conhecimento sobre esse tema.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....