

# Execução do Estudo da hidrologia

## Preparação dos trabalhos de medições hidrológicas

### Seleção do local de Estudo da hidrologia

Idealmente, o local de Estudo da hidrologia deveria encontrar-se numa bacia hidrográfica representativa de uma característica importante da Zona de estudo GLOBE de 15 km por 15 km. Selecione um lugar particular desta bacia hidrográfica onde as medições hidrológicas (temperatura, transparência, pH, teor em oxigénio dissolvido, alcalinidade, condutividade eléctrica ou salinidade e teor em nitratos) serão efectuadas. Se uma massa de água da bacia hidrográfica apresenta um interesse particular selecione-a. Se não, pode seleccionar uma massa de água pela seguinte ordem de preferência:

1. Curso de água (riacho, ribeira, rio)
2. Lago, reservatório, baía, oceano
3. Lagoa

Uma fossa de irrigação ou qualquer outra massa de água pode ser utilizada se as opções precedentes não se encontrarem acessíveis ou disponíveis na Zona de estudo GLOBE.

Deve, de cada vez, recolher amostras da água no mesmo local de Estudo da hidrologia, chamado local de recolha.

Se o local é uma massa de água corrente, como um riacho, uma ribeira ou um rio, situe o local de recolha num lugar ligeiramente movimentado (onde a água se desloca, mas não muito rapidamente) em vez das águas paradas ou rápidas. Se o local de estudo é uma massa de água parada, como um lago ou um reservatório, situe o local de recolha perto da saída ou perto do meio, mas não perto da entrada da água. Uma ponte ou um paredão constitui um bom local de recolha. Se a massa de água salgada ou salobra é afectada pela maré deverá conhecer as horas de maré alta e de maré baixa no local mais próximo possível do vosso local de estudo.

### Descrição do local

Quando o local de Estudo da hidrologia for seleccionado, determine as coordenadas do local com o receptor GPS. Introduza a posição do local e as outras informações solicitadas na ficha de recolha de dados de selecção do local de Estudo da hidrologia. Para os protocolos de salinidade, deve fornecer a latitude e a longitude do local para o qual indicará as horas de maré alta e de maré baixa. Pode medir a latitude e a longitude com a ajuda do receptor GPS de acordo com o Protocolo GPS ou obtê-las junto do organismo encarregado das informações sobre as marés.

### Frequência das medições

Faça as medições da química da água uma vez por semana, no mesmo dia e aproximadamente à mesma hora. Se o local da recolha está gelado ou seco no inverno, assinale este estado cada semana sobre a ficha de recolha de dados até que haja água de novo para fazer as medições.

**Observações:** Alguns períodos do ano são mais interessantes que outros para efectuar as medições. Na estação das chuvas ou do degelo, o aumento do débito e da carga sólida de uma ribeira afecta muito a química da água. O degelo de um lago apresenta igualmente um

interesse particular pois as diferentes camadas misturam-se às camadas próximas do fundo. As camadas próximas do fundo podem encontrar-se próximas da superfície e assim dar resultados diferentes. Observe cuidadosamente as mudanças de estações e mensais.

## Controlo da qualidade

Um programa de controlo da qualidade é necessário para assegurar que os resultados das medições sejam tão exactos e fiáveis quanto possíveis. A exactidão caracteriza a diferença entre o valor medido e o valor real, enquanto que a fidelidade caracteriza a coerência dos resultados das medições repetidas. A exactidão e a fidelidade das medições podem ser asseguradas da seguinte maneira:

- Recolha da amostra da água conforme as instruções.
- Execução das medições logo após a recolha da amostra da água.
- Aferição, utilização e manutenção correcta do material de medição.
- Cumprimento absoluto das instruções do protocolo em questão.
- Repetição das medições a fim de verificar a sua exactidão e identificar as fontes de erros.
- Redução da contaminação dos produtos químicos em stock e do material de medição.
- Verificação da concordância dos valores submetidos ao servidor de dados dos alunos GLOBE com os valores registados na ficha de recolha de dados do Estudo da hidrologia.

## Aferição

A aferição de um instrumento de medição é uma operação que consiste em verificar a exactidão dos valores que ele fornece. Utiliza-se, por exemplo, uma solução cujo valor de pH é conhecida para verificar que os instrumentos de pH funcionam correctamente. Dado que o procedimento de aferição varia consoante o tipo de medições efectuadas, ele é explicado para cada tipo de protocolo. Algumas aferições devem ser efectuadas no mesmo dia que as medições de terreno, enquanto que outras podem ser efectuadas na sala de aulas antes de levar os instrumentos ao local. É conveniente, em alguns casos, fazer novamente a aferição no terreno com a ajuda de uma solução que tenha características conhecidas. Consultar o *Protocolo de pH* e ao *Protocolo de conductividade eléctrica*.

## Rapidez e sequência das medições

As medições de transparência, de temperatura e de teor em oxigénio dissolvido devem ser efectuadas no local (*in situ*), logo após a recolha da amostra de água. Não deixe a água descansar no balde durante mais de uma meia - hora antes de fazer as medições. Se for necessário recolha uma nova amostra de água. Se for impossível fazer de outra maneira, coloque a amostra numa garrafa (ver Técnica de colocação na garrafa na secção Recolha da amostra de água) e realizar as medições na sala de aula. Recomendamos, no entanto, que todas as medições sejam feitas no local da recolha. É desaconselhável fazer medições de teor em oxigénio dissolvido na sala de aula pois elas devem ser realizadas nos 30 minutos após a recolha da amostra. Se necessário, as medições de pH e de teor em nitratos (nas 2 horas), de alcalinidade, de conductividade eléctrica ou de salinidade (nas 24 horas) e podem ser realizadas em classe.

**Importante:** A sequência das medições é importante. As medições de transparência devem ser efectuadas primeiro, depois as da temperatura e do teor em oxigénio dissolvido e, em seguida, as de pH, de conductividade eléctrica ou de salinidade, de alcalinidade e de teor em nitratos.

**Importante:** As medições de teor em oxigénio dissolvido não têm valor se não se conhece a temperatura da água. Meça o teor em oxigénio apenas se medir também a temperatura da água. Se o vosso local de estudo é uma massa de água salgada ou salobra, deve, igualmente, medir a salinidade a fim de poder interpretar as medições do teor em oxigénio dissolvido.

## Repetição das medições

Divida a classe em dois grupos no mínimo para cada medição. Uma vez que o primeiro grupo realizou a medição, dê o instrumento de medição ao segundo grupo. Os dois grupos devem utilizar o mesmo balde de água para a medição.

Se os resultados obtidos pelos dois grupos são sensivelmente diferentes, peça a um terceiro grupo para refazer a medição e, também, talvez aos dois primeiros grupos. O quadro seguinte indica os desvios máximos aceitáveis entre os valores medidos.

Medição	Desvio máximo
Transparência	1,0cm
Temperatura	0,5 C
Teor em oxigénio dissolvido	0,4mg/L (Kit de Motte) 1,0 mg/L (Kit de Hach)
pH (papel)	1,0 unidade de pH
pH (caneta ou pH metro)	0,2 unidade de pH
Conductividade	2% de escala total (40 $\mu$ S/cm)
Salinidade (hidrómetro)	0,4 g/kg
Salinidade (kit de titulação)	0,4 g/kg
Alcalinidade	4mg/L de CaCO <sub>3</sub> (Kit de Motte) 1 gota (Kit de Hach) 17 mg /L de CaCO <sub>3</sub> (limite superior) 6,8 mg /L (limite inferior)
Teor em nitratos	1,0 mg/L

Cada grupo deve utilizar a sua própria ficha de registo de dados do Estudo da hidrologia. O valor submetido ao servidor de dados dos alunos GLOBE deve ser a média dos valores obtidos de acordo com os critérios acima. Rejeitar os valores que produzem um desvio bem superior aos máximos indicados. Note que para as medições de transparência, todas as medições devem ser submetidas ao servidor de dados dos alunos GLOBE.

## Evacuação dos resíduos líquidos

Logo que as medições forem realizadas, todas as soluções ( com excepção das utilizadas para as medições do teor em nitratos e de salinidade por titulação) e todos os líquidos devem ser recolhidos e devem ser recolhidos num recipiente em plástico com grande abertura e tampa com rosca, depois deitados num laboratório e evacuados deixando correr a água da torneira. Pode igualmente deitá-los em conformidade com as directrizes de segurança das autoridades

competentes. Os resíduos resultantes das medições do teor em nitratos e de salinidade por titulação, que contêm respectivamente cádmio e cromate, devem ser deitadas em conformidade com as directrizes de segurança das autoridades competentes.

# Recolha da amostra da água

## Material e instrumentos

Balde de 4 litros com uma corda atada solidamente à asa.

Toalhas em papel

Garrafas em polietilénio de 500 ml

Cadernos de ciência GLOBE, lápis ou canetas, fichas de registo de dados

Luvras de latex (recomendados).

Se os alunos podem tocar a massa de água COM TODA A SEGURANÇA, isto é com a mão, as medições de temperatura, de pH, de teor em oxigénio dissolvido e de condutividade eléctrica da água podem ser efectuadas *in situ*, na borda da água. No entanto, as medições de alcalinidade, de salinidade e de teor em nitratos necessitam da recolha da água com um balde. Deve efectuar as medições logo depois de ter recolhido a amostra de água. Se for impossível fazer a medição logo após a recolha coloque a amostra na garrafa e faça as medições de pH, de alcalinidade e de salinidade ou de condutividade eléctrica na sala de aula. O oxigénio presente na água deve ser estabilizado consoante as etapas iniciais do protocolo do teor em oxigénio dissolvido antes de transportar a amostra de água. Utilize as técnicas seguintes para recolher uma amostra de água para fins de medição na sala de aula.

Pode-se utilizar uma amostra recolhida na superfície da água para as medições com a ajuda do tubo de turbidez. As medições com a ajuda do disco de Secchi necessitam da recolha de uma amostra de água profunda a partir de uma ponte ou de um paredão, longe da margem.

## Técnica de recolha

1- Segure a corda, coloque o balde e deixe-o encher parcialmente. Se o balde está na vertical, a sua borda não está suficientemente baixa para que a água entre; mexa o balde com a ajuda da corda. Logo que o balde tiver uma certa quantidade de água, puxe-o e mexa a água no interior para a limpar. Deite a água e repita o procedimento. Não limpe o balde com água destilada pois arriscaria a falsear os resultados. Pela mesma razão, não utilize o balde para outras utilizações como a limpeza. Se o local de recolha é uma ribeira, deite o balde numa zona onde as águas estão bem misturadas a uma certa distância da margem. Idealmente, a ribeira deveria ter ao menos uma pequena corrente. Se efectuar uma recolha numa ribeira com uma corrente rápida, pegue na corda firmemente para evitar que a corrente não lhe tire o balde das mãos. Se recolher a amostra num lago, baía ou num oceano, deite o balde o mais longe possível da borda da água. Faça sempre a recolha na superfície da água. Não deixe o balde encher-se completamente e afundar. Tenha cuidado para não agitar os sedimentos do fundo.

2- Para recolher a amostra, deixe o balde encher até dois terços ou três quartos e tire-o da água.

## Técnica de engarrafamento

Apesar do procedimento recomendado consistir em fazer todas as medições no local do Estudo da hidrologia poderá, no entanto, efectuar as medições de pH, alcalinidade, teor em nitratos e de condutividade eléctrica ou de salinidade na sala de aula. As medições do teor em oxigénio dissolvido podem ser efectuadas na sala de aula desde que o oxigénio dissolvido seja estabilizado no terreno.

Utilize a seguinte técnica para colocar a amostra de água em garrafas a fim de a levar para a sala de aula para todas as outras medições tais como a temperatura, o teor em oxigénio dissolvido e a transparência.

1. Cole uma etiqueta sobre uma garrafa de 500ml em polietilénio e escreva o nome da escola, o nome do instrutor, o nome do local, a data e a hora da recolha da água.
2. Limpe a garrafa e a tampa com a água recolhida.
3. Encha completamente a garrafa com a água recolhida. A água deve formar uma concavidade na abertura da garrafa para evitar que o ar fique preso quando colocar a tampa.
4. Cubra a tampa com a fita - cola castanha para assegurar a sua impermeabilidade.

Observação: A fita- cola castanha serve de etiqueta e indica se a garrafa foi aberta ou não. A fita- cola NÃO DEVE estar em contacto com a amostra da água.

5. Esperando que as medições sejam efectuadas, guarde as garrafas de água no frigorífico a uma temperatura de cerca de 4 C. ( As medições de pH e de teor em nitratos devem fazer-se nas 2 horas seguintes e as de alcalinidade e de salinidade ou conductividade eléctrica nas 24 horas seguintes).
6. Logo que a garrafa estiver aberta, faça primeiro a medição de pH, depois as medições de salinidade ou de conductividade eléctrica, de alcalinidade ou de teor em nitratos. É preferível que todas as medições sejam efectuadas ao longo da mesma sessão, em laboratório.

## **Segurança**

- Consulte as fichas toxicológicas que acompanham os kits e as soluções tampão. Consulte igualmente as directrizes de segurança para o bairro escolar.
- A utilização de luvas em latex e óculos de segurança é recomendada aquando da utilização dos kits contendo os produtos químicos.

# Protocolo de transparência

## Objectivo

Determinar a transparência da água com a ajuda de um disco de Secchi ( águas tranquilas e profundas) ou de um tubo de turbidez (águas correntes ou pouco profundas).

## Visão global

O disco de Secchi é correntemente utilizado para utilizar o grau de penetração da luz na água (transparência da água). A transparência medida com a ajuda do disco de Secchi depende da quantidade de matérias em suspensão ou de matérias coloridas na água. Estas matérias podem provir de sedimentos introduzidos na massa de água ou da actividade biológica na massa de água. Utiliza-se um tubo de turbidez para medir a transparência das águas correntes ou no caso de não ser prática da utilização de um disco de Secchi.

## Duração

De 10 a 15 minutos

## Nível

Todos os níveis

## Frequência

Uma vez por semana

## Conceitos chave

Determinação da transparência da água com a ajuda de um disco de Secchi ou de um tubo de turbidez.

Difusão da luz

Partículas em suspensão

Absorção da luz

Cor da água

Produtividade

## Capacidades

Utilizar um disco de Secchi ou um tubo de turbidez

Elaborar estratégias de medição

Registar os dados

Interpretar os resultados

## Materiais e instrumentos

Disco de Secchi:

Corda de 5m de comprimento ( mais comprida ou mais curta consoante a profundidade da água).

Bombas aerossol de tinta email em latex: tinta branca e tinta negra.

Tubo em aço de 2,5cm a 3cm de diâmetro e 15 cm de comprimento.

Engenho de furar

Disco em madeira de 2,5cm de espessura e de 20 cm de diâmetro.

Dois (2) ganchos a parafusos.

Corda de 15 cm de comprimento.

Tubos de cola de madeira ou supercola  
Marcadores indelévels (vermelho, azul e preto)  
Régua graduada de um metro.

#### Tubo de turbidez:

Tubo em plástico transparente de 1m de comprimento (consoante a transparência da água) e de 4,5 cm de diâmetro (como as embalagens em plástico dos tubos fluorescentes que se encontram nas lojas de ferragens ou nos mercadores de madeira).

Tampa em plástico branco para fechar hermeticamente o fundo do tubo (uma tampa de tubo em PVC é apropriada).

Marcador indelével preto.

Regra graduada de um metro.

### **Preparação**

Se um disco de Secchi todo feito não está disponível, você deve fabricar um consoante as instruções dados na página seguinte.

Se utilizar um tubo de turbidez, deve fabricá-lo antes de se deslocar para o local de Estudo da hidrologia.

### **Condições prévias**

Antes de ir ao local de estudo da hidrologia para fazer as primeiras medições, deve explicar aos seus alunos como é que um disco de Secchi ou um tubo de turbidez serve para medir a transparência da água.

### **Fabricação de um tubo de Secchi:**

1. Marcar com um lápis quatro quadrantes na superfície superior de um disco em madeira (traçar duas linhas perpendiculares passando pelo centro).
2. Pinte dois quadrantes opostos em preto e os outros dois em branco.
3. Parafuse um gancho em cima e no centro do disco, e um outro gancho em baixo. Ligue uma corda de 5m de comprimento (mais ou menos longa consoante as necessidades) ao gancho superior.
4. Ligue uma corda no gancho inferior e passe-a no tubo em aço. Faça um nó grosso à saída do tubo para que este não caia quando o suspender verticalmente em cima do disco.
5. Puxe a corda ligada ao cimo do disco e utilize a régua graduada de um metro e o marcador negro para marcar a corda todos os 10 cm a partir do disco. Fazer uma marca azul todos os 50m e uma marca vermelha todos os metros. Pode agora realizar as medições.

### **Fabrico de um tubo de turbidez**

1. Feche com um tampa em PVC uma das extremidades de um tubo em plástico transparente. Assegure-se que a tampa é hermética.
2. Corte um disco em madeira, de plástico ou de cartão, de diâmetro igual ao diâmetro interior do tubo.
3. Divida o disco em quadrantes. Pinte os quadrantes alternando o branco e o negro. Torne o disco impermeável por laminação ou colocando o verniz.

4. Cole o disco no fundo do tubo, a superfície pintada em negro e branco para cima, isto é para a abertura do tubo.
5. Utilize um marcador e uma regra graduada de um metro para traçar uma escala de centímetros no tubo, começando por 0cm por cima do disco.

## **Medições de transparência**

Fazer as medições com a ajuda do disco de Secchi ou do tubo de turbidez à sombra, o sol estando por de trás, para que sejam exactas e reproduzíveis. Se o local não está à sombra, utilize um guarda-sol ou um grande pedaço de cartão para colocar à sombra o local onde a medição é realizada. Para as medições com a ajuda do tubo de turbidez, a sombra do observador é suficiente.

Diferentes alunos podem observar que o disco de Secchi ou o tubo de turbidez não é mais visível a diferentes profundidades. Por esta razão, recomenda-se que três alunos meçam independentemente a transparência e que os resultados respectivos sejam transmitidos ao servidor de dados dos alunos GLOBE.

## **Disco de Secchi**

1. Faça descer progressivamente o disco na água até que ele não seja mais visível. Se possível, pegue a corda ao nível da água e marque este ponto com uma mola de roupa, por exemplo. Se não for possível marcar a corda ao nível da água, marque-a a uma distância conhecida da superfície da água.
2. Suba em seguida o disco até que ele fique visível. Apanhe a corda ao nível da água e marque este ponto ( ou num ponto a uma distância conhecida da superfície da água). Neste estado, a corda deverá estar marcada em dois pontos separados por alguns centímetros.
3. Registe as duas profundidades sobre a ficha de registo de dados do Estudo da hidrologia a 1 cm próximo.
4. Se as duas profundidades sobre a ficha de registo de dados diferirem de mais de 10cm, meça de novo e anote os novos valores sobre a ficha de registo de dados do Estudo da hidrologia.
5. Utilize o Protocolo da nebulosidade para determinar a nebulosidade. Determine a distância entre o ponto marcado sobre a corda para cada observador e a superfície da água. Registe o valor sobre a ficha de registo de dados do Estudo da hidrologia. Se a corda foi marcada ao nível da água, registe 0.
6. Transmita as profundidades, assim como a nebulosidade e a distância entre a marca e a superfície da água ao servidor de dados dos alunos GLOBE. Observação: Anote os dados recolhidos para cada aluno e não a média das diferentes medições.

Observação: se o disco de Secchi estiver ainda visível quando atinge o fundo da massa de água, registe a profundidade em relação ao ponto da corda ao nível da água, depois coloque o símbolo ">" à frente do valor sobre a ficha de registo de dados e na ficha submetida ao servidor de dados dos alunos GLOBE.

## **Tubo de turbidez**

1. Deite a água recolhida no tubo até que a imagem do fundo não esteja mais visível quando se olha para a abertura superior. Enquanto observa a imagem, faça rodar o tubo para verificar se pode distinguir o branco do preto.
2. Registe a altura da água sobre a ficha de registo de dados do estudo da hidrologia, a 1cm próximo.
3. Transmita o valor ao servidor de dados dos alunos GLOBE. Transmita o valor registado para cada aluno e não o valor médio.

Observação: se puder ainda ver a imagem no fundo do tubo quando estiver cheio, anote simplesmente a profundidade como sendo  $>$  que a altura do tubo.