Acervo ISA

Secretaria do Meio Ambiente
São Paulo

Governo do Estado
de São Paulo

educação ambiental

A Qualidade das Águas

Programa de Educação Ambiental
São Paulo

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado do Meio Ambiente
Coordenadoria de Educação Ambiental

Acervo ISA

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL
data ____/____/____
cod. N6 1 000 12

EDUCAÇÃO AMBIENTAL
A QUALIDADE DAS ÁGUAS

Governo do Estado de São Paulo
Mário Covas - Governador

Secretaria de Estado do Meio Ambiente
Stela Goldenstein - Secretária

Coordenadoria de Educação Ambiental
José Flávio de Oliveira - Coordenador

Acervo ISA

Autoria
Paulo Condini

Supervisão dos Aspectos Conceituais do Texto
Luiz Marcelo de Carvalho
Maria José de Oliveira Campos
Ivan Carlos Maglio

Colaboração Técnica
Francisco Thomaz Van Acher
Lúcia Bastos Ribeiro de Sena

Ficha Catalográfica

Condini, Paulo
Subsídios para educação ambiental na bacia hidrográfica do Guarapiranga. —/ Paulo Condini; Secretaria de Estado do Meio Ambiente/Coordenadoria de Educação Ambiental.
São Paulo: SMA/CEAM, 1998. 31p.

ISBN 85-86624-17-9

1. Educação Ambiental 2. Saneamento Ambiental 3. Bacia do Guarapiranga I. Condini, Paulo II. SMA/CEAM III. Título

CDU: 349.6

APRESENTAÇÃO

A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo está desenvolvendo o Programa Estadual de Educação Ambiental, no qual a temática das águas ocupa espaço destacado.

O entendimento da Secretaria do Meio Ambiente é que somente por meio de um processo educativo conseqüente e contínuo as diferentes ações que estão sendo desenvolvidas poderão resultar em uma ação integrada, com a participação e a colaboração de toda a população. É exatamente por isso que a participação de todas as lideranças da comunidade e, fundamentalmente, dos professores torna-se condição essencial para que esse Programa possa atingir os seus objetivos.

O material que você está recebendo agora faz parte deste esforço da Secretaria do Meio Ambiente em oferecer condições, recursos e materiais didáticos, relacionados com a temática das águas, aos professores da rede de ensino fundamental e médio. O objetivo é facilitar o trabalho do professor e contribuir com sugestões concretas para o desenvolvimento de um trabalho educativo, que possa resultar em transformações significativas em relação à qualidade do meio ambiente e, conseqüentemente, em qualidade de vida para toda a população.

A opção, neste primeiro momento, foi, então, a de oferecer aos professores ferramentas conceituais para o desenvolvimento de seu trabalho. Esta opção parece-nos fundamental, dada a grande ausência de material didático desta natureza disponível ao professor.

Em um segundo momento do texto, você irá encontrar algumas reflexões em relação aos trabalhos de educação ambiental e, principal-

Acervo ISA

mente, algumas idéias sobre procedimentos didáticos para trabalhos desta natureza, de forma particular, relacionados com as "atividades de campo". Estas reflexões e idéias são apresentadas não com o intuito de aprofundar questões desta natureza, o que, evidentemente, fugiria dos objetivos deste texto. Procura-se, ainda, a partir de um exemplo, indicar os elementos básicos que devem estar presentes no trabalho do professor quando atividades desta natureza são desenvolvidas.

A visão que orientou a elaboração deste texto é, sem dúvida alguma, a de que o professor tem um papel fundamental na utilização e na exploração, com os seus alunos, de qualquer material didático. Na verdade, nenhum material didático prescinde da atuação atenta e criativa do professor.

Gostaríamos de enfatizar que, tanto no texto do professor quanto nos textos produzidos para os alunos, o objetivo fundamental que norteou a elaboração dos textos foi oferecer *ferramentas conceituais* atualizadas e as mais próximas possível dos conhecimentos científicos hoje disponíveis para a nossa sociedade. Além desse objetivo, procuramos oferecer algumas sugestões para atividades a serem desenvolvidas nas escolas. Entretanto, essas sugestões devem ser vistas apenas como algumas dentre as diferentes possibilidades do trabalho que o professor pode desenvolver, pelas suas experiências acumuladas e constante criatividade.

QUALIDADE DAS ÁGUAS

A qualidade das águas disponíveis para os diferentes usos pelo homens depende do uso e da ocupação dos solos em torno dos mananciais e de toda a bacia hidrográfica das quais esses mananciais fazem parte.

Chamamos de mananciais qualquer corpo d'água, superficial ou subterrâneo, utilizado para o abastecimento humano, industrial, animal ou para a irrigação na agricultura. Um manancial ou fonte de abastecimento de água pode ser, por exemplo, um lago, uma nascente ou um poço, que retira água do lençol subterrâneo ou profundo. A proteção dos mananciais é de grande importância para o bem-estar de uma comunidade, tanto por ser a água um recurso fundamental para todas as formas de vida, como pela condição de recurso natural, até certo ponto limitado uma vez que a exploração de novas fontes de suprimento são restritas e extremamente caras.

Bacia Hidrográfica é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes e que desembocam no mar, num lago, ou mesmo numa represa artificial, como no caso da Guarapiranga. Os principais formadores da bacia do Guarapiranga são os rios Embu-Guaçu, Embu-Mirim, córrego Santa Rita e Rio Parelheiros.

A qualidade das águas é resultante das condições naturais da bacia Hidrográfica e das atividades humanas desenvolvidas nessa região.

Acervo ISA

Condições naturais – Em uma bacia hidrográfica preservada em suas condições naturais são importantes a estrutura do solo e a cobertura vegetal. As águas de chuva escoam na superfície da vegetação e solo carregando partículas para o manancial. Dependendo então do tipo de solo e características da vegetação teremos maior ou menor carregamento de partículas de solo em suspensão ou materiais dissolvidos na água.

As águas da chuva, solo e vegetação são também importantes na formação e manutenção dos mananciais subterrâneos (freático e profundo) de uma região.

Sob condições com a interferência do homem – O homem pode comprometer a qualidade das águas de diferentes maneiras:

a) *Em relação ao grau de ocupação do solo da bacia:*

A construção de casas, prédios ou indústrias em uma dada bacia pode provocar a contaminação de suas águas de diversas maneiras. A principal e mais comum delas é jogando o esgoto diretamente em córregos ou rios. Embora ilegal e perigoso a saúde é uma prática corriqueira. Outra possibilidade de contaminação é através da construção de fossas próximas a corpos d'água. A permeabilidade do solo permite a contaminação ao longo dos anos. Resíduos sólidos ou lixo acumulado em áreas urbanas podem ser carregados para os rios, lagos e represas pelas águas das chuvas. As águas das chuvas também podem carregar partículas de fezes de animais dos telhados para dentro dos mananciais.

Quanto maior for o grau de ocupação do solo maior são os riscos de contaminação do manancial.

b) *A prática de atividades poluidoras na área da bacia:*

A instalação de indústrias ou atividades como a mineração também podem colocar em risco a qualidade das águas de um manancial. Substâncias químicas nocivas podem ser geradas e atingirem diretamente os corpos d'água. Ou produtos químicos podem se depositar no solo e com o tempo e as chuvas alcançarem os mananciais pondo em risco a saúde da população que se abastece dessa água.

c) *Pela aplicação de defensivos agrícolas:*

Em atividades agropecuárias localizadas na bacia, o uso de biocidas e fertilizantes acabam chegando diretamente ou indiretamente ao manancial comprometendo a qualidade das águas.

d) *Pela criação de animais:*

A concentração de animais em áreas de bacia hidrográfica acarreta acúmulo de esterco que pode ser carregado pela chuva para os mananciais, comprometendo a qualidade da água, aumentando teores de nitrogênio e fósforo e o risco de coliformes fecais.

Parâmetros de qualidade da água

A qualidade da água pode ser avaliada por meio de diversos parâmetros que traduzem suas principais características físicas, químicas e biológicas (conforme o definido pela portaria nº 36 do Ministério da Saúde). São os seguintes os principais parâmetros físicos de avaliação:

- Cor – Na água, a cor pode ser de origem mineral ou vegetal, causada por substâncias metálicas como o ferro ou manganês, matérias húmicas, *taninos*, algas, plantas aquáticas e protozoários, ou por resíduos orgânicos ou inorgânicos da indústria, tais como: mineração, refinarias, polpa e papel, químicas e outras.

A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água é indesejável para o consumidor e economicamente prejudicial para algumas indústrias. A avaliação é feita comparando-se com a cor de 1 mg/L de platina e os resultados expressos convencionalmente em unidade de cor.

- Turbidez – A turbidez da água é atribuída principalmente as partículas sólidas em suspensão que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz no meio. Pode ser provocada também por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias, como: zinco, ferro, composto de manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou adição de despejos domésticos e industriais. Quanto maior a turbidez da água menor será o grau de penetração da luz no ambiente alterando todos os processos biológicos da flora e fauna que nele vivem.

Todos os organismos, que dependem de maior quantidade de luz para fotossíntese e outros processos vitais, desaparecem sobrevivendo aqueles mais independentes de luz. O nível de turbidez – baixo, médio ou elevado – pode ser avaliado visualmente.

- pH – O grau de acidez ou basicidade da água também é um fator importante da qualidade da água, selecionando os organismos que nela vivem, alterando processos biológicos e tornando-a mais ou menos recomendável aos seres humanos.

Acervo ISA

O pH de água potável deve ser próximo ao neutro (por exemplo águas de pH entre 6 e 9 podem ser utilizadas para o abastecimento).

Principais parâmetros químicos de avaliação

- Oxigênio dissolvido (OD) – É um dos parâmetros mais importantes para o exame da qualidade da água, pois revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios, como peixes, por exemplo. A escassez de OD pode levar ao desaparecimento dos peixes de um determinado corpo d'água, dado que esses organismos são extremamente sensíveis à diminuição do OD de seu meio. Pode também ocasionar mau cheiro.
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio. É o parâmetro mais comumente utilizado para a medida do consumo de oxigênio na água. Representa a quantidade de oxigênio do meio que é consumido pelos peixes e outros organismos aeróbicos e que é gasta na oxidação de matéria orgânica presente na água. É medida a 20°C.
- Sais minerais – São inúmeros os minerais possíveis de ocorrerem na água. O Nitrogênio e o Fósforo dependendo de quantidade são importantes porque são responsáveis pela alimentação de algas, vegetais *superiores* e outros organismos aquáticos. Em dosagens elevadas podem provocar sérios problemas, como proliferação excessiva de algas, causando o fenômeno conhecido como eutrofização de lagos e represas. Nesses casos a água tem mau cheiro, gosto desagradável e ocorre morte generalizada de peixes.

Alguns poços em zonas rurais acumulam nitratos provocando envenenamentos em quem consome suas águas. O consumo de água de poços só deve ser feito após análise periódica de suas águas.

Existem também minerais indesejáveis que podem ocorrer nas águas e sua concentração vai limitar o uso. Por exemplo: Alumínio, Arsênio, Bario, Berilio, Boro, *Cadmio*, Cobalto, Cobre, Cromo, Estanho, *Lítio*, Mercúrio etc. São produtos nocivos os metais pesados, óleos e graxas, pesticidas e herbicidas.

Principais parâmetros biológicos de qualidade das águas

A quantidade de matéria orgânica presente nos corpos d'água depende de uma série de fatores incluindo todos os organismos que aí

vivem, os resíduos de plantas e animais carregados para as águas e também o lixo e os esgotos nela jogados.

Se a quantidade de matéria orgânica é muito grande a poluição das águas é alta e uma série de processos vão ser alterados. Haverá muito alimento à disposição e conseqüentemente proliferação dos seres vivos. Vai haver maior consumo de Oxigênio que ocasionará a diminuição de Oxigênio dissolvido provocando a mortandade de peixes.

É difícil se reestabelecer o equilíbrio se os processos poluidores não são controlados.

Os principais componentes de matéria orgânica encontrados na água são proteínas, aminoácidos, carboidratos, gorduras, além da uréia, surfactantes e fenóis.

Os microorganismos desempenham diversas funções de fundamental importância para a qualidade das águas. Participam das diversas tranformações da matéria nos ciclos biogeoquímicos como o do N, P, S, Hg, C e da água.

Outro aspecto de grande relevância em termos de qualidade biológica da água é a presença de agentes patogênicos e a transmissão de doenças.

A detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus, em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações. Portanto, a determinação da potencialidade de um corpo d'água ser portador de agentes causadores de doenças pode ser feita de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal do grupo dos coliformes.

Os coliformes estão presentes em grandes quantidades nas fezes do homem e dos animais de sangue quente. A presença de coliformes na água não representa, por si só, um perigo à saúde, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde. Os principais indicadores de contaminação fecal são as concentrações de coliformes totais e coliformes fecais, expressas em número de organismos por 100 ml de água.

De modo geral, nas águas para abastecimento o limite de coliformes fecais legalmente tolerável não deve ultrapassar 4.000 coliformes fecais em 100 ml de água em 80% das amostras colhidas em qualquer período do ano.

Acervo ISA

No Quadro 1 estão as principais doenças relacionadas com a qualidade das águas:

Quadro 1 - Principais doenças relacionadas com a água[2]

Por ingestão de água contaminada
Cólera
Disenteria amebiana
Disenteria bacilar
Febre tifóide e paratifóide
Gastroenterite
Giardíase
Hepatite infecciosa
Leptospirose
Paralisia Infantil
Salmonelose
Por contato com água contaminada
Escabiose
Tracoma
Verminoses, tendo a água como um estágio do ciclo
Esquistossomose
Por meio de insetos que se desenvolvem na água
Dengue
Febre Amarela
Filariose
Malária

Cólera, febre tifóide e paratifóide são as doenças mais freqüentemente ocasionadas por águas contaminadas e penetram no organismo via cutâneo-mucosa como é o caso da via oral. Escabiose é uma doença parasitária cutânea conhecida como sama. Tracoma é mais freqüente nas zonas rurais.

2 Principais doenças relacionadas com a água - Fonte: BENENSON, 1985; TCHOBOGLOUS & SCHROEDER, 1985.

As principais medidas profiláticas para eliminar ou minimizar o perigo de transmissão de doenças pela água são:

- Proteção dos mananciais - todas as áreas da bacia precisam ser protegidas, principalmente a área marginal evitando-se todo o tipo de poluição, como o lançamento de esgotos domésticos, a criação de animais e a deposição de resíduos sólidos.
- Tratamento adequado da água para consumo humano e manutenção constante do sistema de distribuição de água às residências.
- Não beber nem tomar banho em águas contaminadas ou não tratadas.
- No caso do abastecimento ser por água de poço é necessário analisar previamente a qualidade da água, tratá-la com cloro ou fervê-la para o consumo e asseio pessoal.

Poluição das águas

A legislação do Estado de São Paulo define poluição como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas que possa constituir prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar das populações e, ainda possa comprometer a fauna ictiológica e a utilização das águas para fins comerciais, industriais e recreativos.[3]

Nessa definição, a poluição é entendida em razão de sua nocividade a saúde humana, tendo em vista os diferentes usos que se podem fazer da água, mais do que em relação à alteração de suas características.

A poluição pode também afetar diretamente as características de flora e fauna naturais da água modificando seu ambiente natural.

Usos da Água

Os recursos hídricos são utilizados para múltiplos fins, tais como abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, recreação e lazer, geração de energia elétrica, transporte e navegação, diluição de despejos.

Evidentemente, uma mesma fonte de água ou manancial pode ser destinada a um ou mais usos. Essa multiplicidade de usos pode gerar conflitos, e estes ocorrem quando um determinado uso inviabiliza ou dificulta outras possibilidades de utilização de água. Por exemplo, o uso

3 Lei nº 3.068, de 14 de julho de 1995 *Revista DAE*, v.16, n.26, p.94.

Acervo ISA

da água como fonte de abastecimento humano ou doméstico apresenta conflitos com o uso da água para diluição de esgotos, uma vez que isso pode implicar dificuldades crescentes para o tratamento dessa água. A meta deve ser a utilização das fontes de água garantindo principalmente o abastecimento da população e o máximo possível de usos diversificados.

a) *Abastecimento doméstico* – É o uso mais nobre da água, essencial para a manutenção da vida humana, usada para suprir o corpo humano e também necessidades como limpeza de utensílios e habitações, higiene pessoal, cozimento de alimentos, irrigação de jardins, combate a incêndios, limpeza das ruas.

b) *Irrigação e dessedentação de animais* – É o uso mais comum em áreas rurais.

c) *Recreação e lazer* – É o tipo de uso da água voltado à satisfação das necessidades esportivas e de lazer.

d) *Composição paisagística* – É a água como componente da paisagem tornando-a menos árida, mais agradável.

Chamamos de atividades de *contato primário* aquelas em que o homem entra em contato direto com o meio líquido – natação, *wind-surf* e esqui-aquático.

Chamamos de *contato secundário* aquelas atividades em que não há contato do homem com o meio líquido – esportes náuticos com o uso de barco, vela ou motor e pesca esportiva.

d) *Abastecimento industrial* – A água pode ser *captada diretamente* pelas indústrias para cumprir as seguintes funções:

- na fabricação de produtos, tais como bebidas e alimentos;
- no processo de fabricação, como a água de refrigeração, ou para as caldeiras;
- utilizada complementarmente ao processo de fabricação, tais como higiene dos operários, limpeza de equipamentos, prevenção e controle de incêndios.

Classificação das águas

Com a finalidade de auxiliar na fiscalização da qualidade da água e de seus diversos usos numa resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), nº 20 classifica as águas nas seguintes classes:

I Classe Especial – Água destinada ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfeção. Águas dessa classe propiciam o equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II Classe 1 – São as águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado. É adequada a vida das comunidades aquáticas, permite atividades de recreação como a natação, o esqui-aquático e mergulho. As águas classificadas nesse grupo devem ser as usadas para irrigação de hortas de verduras consumidas cruas e de frutas, como o morango que se desenvolvem junto ao solo, e que são ingeridas cruas sem remoção de casca.

III Classe 2 – São águas destinadas ao abastecimento após tratamento convencional, é adequada a vida aquática e permite a recreação, como esqui-aquático, natação e mergulho. É apropriada a irrigação de hortaliças, frutas em geral e a agricultura.

IV Classe 3 – São as águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, adequada a irrigação e a dessedentação de animais.

V – Classe 4 – São águas destinadas apenas a navegação, compõem a harmonia da paisagem e eventuais outros usos que não interferem diretamente com o contato com a pele e a alimentação humana.

Além dessas classes existem outras onde são enquadradas as águas salinas e salobras (com mais de 0,5% de salinidade) que não são apropriadas ao abastecimento.

Tratamento de água

Tratamento de água – Entende-se por água bruta ou "in natura" a água de uma fonte de abastecimento antes de receber qualquer tratamento.

No caso dos sistemas coletivos de tratamento de água e para tratamentos domiciliares, a água bruta pode apresentar um certo teor de impurezas, o que requer níveis diferentes de tratamento. O tratamento da água constitui-se, portanto, de uma série de processos de purificação, para torná-la potável.

O tratamento convencional compreende as operações de coagulação, floculação,[4] decantação, filtração e desinfecção. Para que a água

4 Floculação: formação de partículas finas em suspensão em um líquido, para absorver as partículas em suspensão na água pela agitação e facilitar a formação de flocos maiores em condições de decantação.

Acervo ISA

bruta possa ser tratada por método convencional, primeiro é retirada dela toda a sujeira grossa que fica em suspensão, como galhos, plásticos etc. Depois, ela vai para grandes tanques, onde recebe alguns produtos químicos que ajudam na decantação das demais impurezas que passaram pela primeira filtragem. Após a decantação ela é filtrada até ficar limpa. Finalmente, é adicionado o cloro, que elimina os microrganismos que provocam doenças, e também o flúor, que evita as cáries e a cal para a correção do pH.

O uso da água para a diluição de despejos não demanda nenhum requisito especial em termos de qualidade. Porém, deve-se lembrar que os diversos corpos d'água têm usos múltiplos e, portanto, muitas vezes devem satisfazer, ao mesmo tempo, vários critérios de qualidade.

O tratamento da água não depende só dos processos de tratamento e distribuição, mas também da qualidade da água bruta.

Sistema de abastecimento

Na Região Metropolitana de São Paulo existem vários sistemas de abastecimento de água. Um sistema de tratamento inclui várias fases, que são:

- captação da água bruta do sistema produtor;
- condução de água desde o ponto de captação até a Estação de Tratamento de Água – ETA;
- tratamento na ETA – na ETA ocorrem as operações de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção;
- reservação na ETA;
- distribuição da água tratada – o sistema de distribuição constituído de adutoras e rede de distribuição de água, ligando a ETA até os domicílios.

Quantidade de água – O consumo de água, a cada dia maior para suprir as necessidades da sociedade, torna sempre mais importante a obtenção de dados e informações relativos à disponibilidade dos recursos hídricos.

Assim, é fundamental que se aprimore o conhecimento das leis da natureza para se saber quais são as que alteram o comportamento dos recursos hídricos em nosso planeta.

A mesma água que é tão importante para o homem, pode se transformar temporariamente em agente de destruição, provocando inundações, invandindo residências com águas poluídas, provocando erosão e deslizamento de terra e causando danos à propriedades e à vida das pessoas.

Para medir a quantidade de água que cai em determinada área sob a forma de chuva, usamos os dados pluviométricos. Esses dados são medidos por um instrumento chamado pluviômetro, que consiste, em essência, num funil ligado a um tubo graduado em milímetros que marca a quantidade de água da chuva recolhida em determinado tempo.

A medida de precipitação consiste na altura pluviométrica, que é expressa em milímetros, e na quantidade de água que cai por unidade de área horizontal. Por exemplo: cada milímetro de altura em um metro quadrado representa um litro de água por metro quadrado.

Para medir as quantidades de água que escoam pelos rios e canais livres usamos os dados chamados fluviométricos. Esses dados representam a quantidade de água que após se deslocarem na superfície do solo por ação da gravidade, vão constituir os rios, córregos e lagos.

Quando falamos da bacia hidrográfica estamos nos referindo à área abrangida pelo sistema de drenagem das águas de uma determinada região, referida à foz do seu rio principal.

Acúmulo de resíduos sólidos

É comum definir como lixo todo e qualquer resíduo que resulte das atividades diárias do homem na sociedade. Esses resíduos compõe-se basicamente de sobras de alimentos, papéis, papelões, plásticos, trapos, couros, madeiras, latas, vidros, lamas. Além dos resíduos sólidos o lixo pode produzir ou conter gases, vapores, poeiras, sabões, detergentes e outras substâncias descartadas pelo homem no meio ambiente.

Resíduos sólidos e qualidade das águas

Na natureza, todas as plantas ou animais que morrem apodrecem e se decompõem. São destruídos por larvas, minhocas, bactérias e fun-

Acervo ISA

gos, e os elementos químicos e nutrientes que eles contêm voltam à terra. Podem ficar no solo, nos mares ou rios e serão usados novamente por plantas e animais. É um processo natural de reutilização de matérias. É um interminável ciclo de morte, decomposição, nova vida, crescimento, morte, decomposição, nova vida...

Diferentemente da natureza, que é extremamente eficiente nesse processo de reaproveitamento de seus componentes, o homem não consegue o mesmo com relação ao lixo que produz. Em apenas um dia, os Estados Unidos produzem 90 milhões de garrafas e vasilhas, 46 milhões de latas e 25 mil aparelhos de televisão. E, apesar de uma parte desse material ser reaproveitada, a grande maioria é jogada fora como refugo. Em São Paulo a produção de lixo é da ordem de 20 mil toneladas/ dia o que dá em média 1 a 2 kg de lixo por habitante diariamente.

Como decorrência disso, quanto mais se acumulam refugos, tanto mais são necessários espaços livres ou locais para construção de aterros para depositá-los, tendo muitas vezes que ser levados para lugares distantes antes de serem adequadamente tratados.

Muitos são os fatores que influenciam a produção e o acúmulo do lixo no meio urbano, citaremos alguns deles:

- número de habitantes do local;
- área relativa de produção;
- variações sazonais;
- condições climáticas;
- hábitos e costumes da população;
- nível educacional;
- poder aquisitivo;
- tempo de coleta;
- eficiência da coleta;
- tipo de equipamentos de coleta;
- disciplina e controle dos pontos produtores;
- leis e regulamentações específicas.

Vale ressaltar que um dos fatores mais importantes é a componente econômica. Quando ocorrem variações na economia de um sistema, seus reflexos são logo percebidos nos locais de disposição e tratamento do lixo. Se o sistema econômico entra em desaquecimento e as fábricas e o comércio reduzem suas atividades, certamente haverá menor quantidade de lixo. O inverso também é verdadeiro, quando do crescimento

da economia, há uma tendência para a estabilização após determinado período de tempo, após se atingir certo nível de consumo.

Classificação do lixo – Considerando-se o critério de origem e produção, podemos classificá-lo como: residencial, comercial, industrial, hospitalar, especial e outros.

- Lixo residencial: também chamado de lixo domiciliar ou doméstico, é constituído, em geral, por sobras de alimentos, invólucros, papéis, papelões, vidros, trapos etc.
- Lixo comercial: é oriundo de estabelecimentos comerciais, como lojas, lanchonetes, restaurantes, escritórios, hotéis, bancos etc. Os componentes mais comuns nesse tipo de lixo são papéis, papelões, plásticos, restos de alimentos, embalagens de madeira, resíduos de lavagens, sabões etc.
- Lixo industrial: é todo e qualquer resíduo resultante de atividades industriais, estando, neste grupo, o lixo proveniente das construções. Em geral, essa classe de resíduos é responsável pela contaminação do solo, ar e recursos hídricos, pela forma de coleta e disposição final, que na maioria dos centros urbanos fica a cargo do próprio produtor. Segundo a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, os resíduos industriais são classificados em quatro categorias:

Categoria 1 – "Incluem-se nessa categoria os resíduos considerados perigosos, ou seja, que requerem cuidados especiais quanto a coleta, acondicionamento, transporte e destino final, pois apresentam substancial periculosidade, real ou potencial, à saúde humana ou aos organismos vivos, e se caracterizam pela letalidade, não degradabilidade e pelos efeitos cumulativos adversos";

Categoria 2 – "Incluem-se nessa categoria os resíduos potencialmente biodegradáveis e/ou combustíveis";

Categoria 3 – "Incluem-se nessa categoria os resíduos considerados inertes e incombustíveis".

- *Lixo de serviços de saúde*: geralmente é dividido em dois tipos, segundo a forma de geração: resíduos comuns, compreendendo os restos de alimentos, papéis, invólucros etc.; resíduos especiais, que são os restos oriundos das salas de cirurgias, das áreas de internação e isolamento. Esses últimos também podem ser denominados lixos sépticos, e seu acondicionamento, armazenamento local, coleta e

Acervo ISA

disposição final exigem atenção especial em razão dos riscos que podem oferecer.

Lixo e poluição do solo – O lixo, disposto inadequadamente, sem nenhum tratamento, pode poluir o solo, alterando suas características físicas, químicas e biológicas, constituindo-se problema de ordem estética e, mais ainda, séria ameaça à saúde pública.

Muitos seres vivos habitam o lixo, como, por exemplo, ratos, baratas, moscas e mesmo animais de maior porte, como cães, aves, suínos e eqüinos. Esses animais podem ser agentes transmissores de doenças. Vermes, bactérias, fungos, actinomicetos e vírus também se proliferam no lixo sendo patogênicos e, portanto, nocivos ao homem.

Alguns desses organismos utilizam o lixo durante toda a sua vida. Outros o fazem apenas em determinados períodos. Dessa forma, o lixo passa a ser fonte contínua de agentes patogênicos e, portanto, uma ameaça real à sobrevivência do homem.

A Tabela 1 mostra o tempo de sobrevivência de alguns agentes causadores de doenças. Observe-se que alguns são resistentes e perduram por muito tempo em meio aos resíduos.

Tabela 1 – Tempo de sobrevivência (em dias) de alguns agentes causadores de doenças

Organismo	Tempo (dias)
Salmonella typhi	29 – 70
Entamoeba histolytica	8 – 12
Ascaris lumbricoides	2.000 – 2.500
Leptospira interrogans	15 – 43
Polio virus	20 – 170
Bacilo da Tuberculose	150 – 180
Larvas de vermes	25 – 40

Fonte: K. F. Suberkropp & M. J. Klug.

Organismos presentes no lixo quando em contato com o homem, são responsáveis pelo surgimento de doenças respiratórias, epidérmicas, intestinais e outras enfermidades lesivas e até letais, como o cólera, o tifo, a leptospirose, a pólio etc.

A presença de ratos, moscas e baratas causam grandes riscos à saúde. O aumento da população de ratos, por exemplo, pode assumir níveis assustadores em virtude da natureza reprodutora desses roedores que, somada às condições especiais que o lixo oferece, ou seja, disponibilidade acentuada de alimentos, água e esconderijo, lhes dá todas as vantagens necessárias para a formação de uma grande família.

Sabemos que o desenvolvimento da população dos ratos é mantido pelos mecanismos de reprodução, mortalidade e deslocamento. Assim, o perigo maior reside no acúmulo do lixo que, oferecendo fartura de alimento e abrigo, promove um aumento da população e sua natural migração para outras áreas em busca de alimento e esconderijo, atingindo núcleos habitados, culturas e plantações, com resultados imprevisíveis.

A seguir, serão relatados alguns fatos de caráter epidemiológico e sanitário supostamente causados pelos ratos, em determinados períodos da nossa história sobre a Terra.

O caso mais clássico de prejuízos sanitários causados por ratos foi a propagação da peste bubônica ou peste negra, a qual tem como agente causador a *Pasteurella pestis*, e como vetor a pulga *Xenospsylla cheops*. A primeira ocorrência foi registrada em Roma, no ano 150 da Era Cristã. Outros numerosos casos podem ser citados no Egito e em diversos países da Europa. O povo brasileiro também foi vítima da peste bubônica em épocas passadas, sendo o maior número de casos registrados nas cidades litorâneas.

Lixo e poluição física das águas – Os mecanismos de poluição das águas são desenvolvidos a partir do momento em que os resíduos industriais e domésticos são lançados indiscriminadamente nos cursos d'água, como destino final. Tal comportamento pode ocasionar uma série de perturbações físicas que, conseqüentemente, modificarão as condições iniciais do meio. Em geral, as perturbações físicas resultantes desse processo são verificadas na forma de aumento de turbidez, na formação de bancos de lodo ou de sedimentos inertes, nas variações do gradiente de temperatura etc.

Além do aspecto estético negativo, essas perturbações podem causar impactos mais graves no meio aquático, como a possível quebra do ciclo vital das espécies, tornando a água imprópria para o desenvolvimento e a manutenção da vida.

Lixo e poluição química das águas – A poluição química dos recursos hídricos naturais surge, principalmente, por causa de resíduos

Acervo ISA

industriais como detergentes não-biodegradáveis e resíduos tóxicos, e do uso intensivo de herbicidas, fungicidas etc.

Os resultados desse fenômeno podem ser verificados nos próprios locais de despejo ou mesmo a determinadas distâncias, dependendo das características em termos de qualidade e quantidade dos poluentes que o corpo d'água recebe. O resultado desse processo pode ser constatado pela mudança na cor das águas, pela formação de correntes ácidas, águas duras, águas tóxicas, e pelo envenenamento de peixes, aves e outros animais, incluindo o homem.

Lixo e poluição bioquímica das águas – A poluição das águas superficiais ou subterrâneas pelo lixo tem como primeira conseqüência a redução do nível de oxigênio presente na água. Dependendo da intensidade desse processo, muitos danos podem ocorrer, até a completa extinção da fauna e da flora aquáticas.

No caso específico do lixo, ao se decompor forma um líquido de cor negra, denominado chorume ou sumeiro, característico dos materiais orgânicos em decomposição.

Segundo Luz,[5] o chorume provém de três fontes principais:

- umidade natural do lixo, que se agrava sensivelmente nos períodos de chuva;
- água de constituição dos vários materiais, que sobra durante a decomposição;
- líquido proveniente da dissolução de matéria orgânica pelas enzimas expelidas pelos microrganismos.

Lixo e poluição biológica das águas – A poluição biológica das águas se traduz pela elevada contagem de coliformes e pela presença de resíduos que possam produzir transformações biológicas consideráveis e influenciar diretamente a qualidade de vida dos seres que habitam o meio aquático ou que dele tiram seu sustento.

Vários resíduos que são lançados na água podem servir de nutrientes para algas, que, por exemplo, na presença de grande quantidade desses nutrientes reproduzem-se com grande velocidade. Dizemos que um meio aquático enriquecido com nutrientes, onde há um grande crescimento de organismos, é um meio eutrofizado. Esse grande crescimento de algas pode causar sérias perturbações aos corpos de água, como, por exemplo, a diminuição da penetração de luz na água e o desenvolvimento de bactérias que se alimentam dos restos das algas e outros organismos mortos. No processo de decomposição dos restos de organismos mortos, as bactérias consomem grande quantidade de oxigênio dissolvido na água, tornando o meio impróprio para a sobrevivência de peixes e outros animais.

No caso específico do lixo, os nitratos e fosfatos são os nutrientes de maior concentração; portanto, os principais responsáveis pelo fenômeno da eutrofização.

O uso de águas eutrofizadas para fins domésticos pode constituir sérios problemas, pois os nutrientes liberados pelo processo podem causar danos irreparáveis à saúde.

A eutrofização pode tornar-se um processo irreversível, dependendo do regime em que foi estabelecido o fenômeno. As tentativas de tratamento e recuperação de águas eutrofizadas são limitadas, geralmente, pelo volume a ser tratado e também porque requer grande quantidade de recursos.

5 LUZ, 1981.

Acervo ISA

OS TRABALHOS DE CAMPO COMO PROCEDIMENTO DIDÁTICO[1]

Antes de iniciarmos a discussão sobre alguns princípios que devem orientar o desenvolvimento de atividades de campo e apresentarmos algumas sugestões para atividades dessa natureza, consideramos oportuno chamar a atenção do professor para um aspecto bastante importante quando se trata de desenvolver atividades relacionadas com educação ambiental.

É importante, antes de mais nada, termos em conta que, para um trabalho ser caracterizado como de educação ambiental, uma série de princípios devem orientar as nossas práticas educativas, tendo sempre como ponto de partida, primeiramente, as nossas concepções sobre a temática ambiental e sobre o próprio processo educativo. Com base nisso, poderemos elaborar de forma consciente e coerente as justificativas e os objetivos que, entendemos, devem ser priorizados. Estes são os elementos fundamentais e que devem então orientar o processo de identificação, seleção e organização dos outros elementos do processo educativo, tais como, os conteúdos, os próprios procedimentos didáticos e as etapas de avaliação.

Mais importante que eleger um ou outro procedimento didático por excelência para desenvolver trabalhos de educação ambiental é estar consciente das tendências pedagógicas das quais mais nos aproximamos e selecionar procedimentos didáticos que sejam coerentes com a nossa opção.

---

1 Luiz Marcelo de Carvalho

Acervo ISA

Desta forma, podemos compreender, primeiramente, que não há um modelo pronto e fechado sobre o que caracteriza um trabalho de educação ambiental e, em segundo lugar, podemos entender que os procedimentos didáticos adequados para um determinado trabalho vão depender dos objetivos que forem inicialmente estabelecidos.

Com estas colocações iniciais, gostaríamos de reforçar a idéia de que não existe um "conjunto próprio de procedimentos de ensino" ou um "*kit*" já definido de procedimentos didáticos que devem ser utilizados em um trabalho de educação ambiental.

A rigor, podemos compreender que todos os procedimentos didáticos que contribuam para que os objetivos por nós delimitados sejam alcançados e que, ao mesmo tempo, estejam coerentes com as concepções que fundamentam nossa prática educativa devem ser valorizados.

Por outro lado, quando analisamos os objetivos que normalmente são considerados pertinentes para um trabalho de educação ambiental, um consenso parece delinear-se de forma muito clara: o de que não é possível atingir tais objetivos sem uma participação ativa do aluno nesse processo.

Sendo assim, poderíamos dizer que os procedimentos de ensino que sustentam uma visão de educação como um simples processo de transmissão/assimilação de conhecimentos não são, de maneira geral, vistos como adequados nesse contexto.

Estas considerações nos levam então a concluir que, em termos de procedimentos de ensino, o que se espera é o envolvimento mais amplo possível do educando: envolvimento entendido aqui não como manipulação de objetos ou ações individualizadas. Neste caso, o que se espera é uma participação do aluno em termos de atividades cognitivas ou intelectuais ricas, tomada de posição diante de questões de valores ou participação coletiva e direcionada para a solução de problemas da comunidade.

Neste sentido, a opção por apresentar algumas idéias e exemplos de "trabalhos de campo" não se dá por privilegiarmos ou considerarmos este tipo de procedimento para atividades relacionadas com educação ambiental uma única e necessária opção.

Esta opção se apresenta, em um primeiro momento, pelo fato de ser um procedimento pouco explorado pelas escolas. Além disso, reconhecemos que, as poucas vezes em que atividades deste tipo são desenvolvidas, uma série de condições do ponto de vista pedagógico é desconsiderada, o que acaba prejudicando ou limitando de forma decisiva o potencial que este tipo de trabalho apresenta.

Do mesmo modo, consideramos também importante salientar que o desenvolvimento de atividades de ensino em ambientes naturais e em ambientes alterados pelo homem torna-se um procedimento didático de grande valor pedagógico. Quando se pensa em trazer para a escola diferentes questões sobre a dinâmica e os processos da natureza e discussões sobre a organização da sociedade e o impacto ambiental das atividades humanas, ficam bastante evidentes os limites impostos pelas quatro paredes da sala de aula. Um outro aspecto que consideramos significativo, do ponto de vista pedagógico, é que o desenvolvimento de atividades de campo pressupõe uma articulação com vários outros procedimentos didáticos, o que enriquece, de maneira considerável, os projetos desenvolvidos, oferecendo a possibilidade de diferentes níveis de envolvimento dos alunos.

Discutiremos, a seguir, as diferentes fases de um trabalho desta natureza, procurando destacar e exemplificar algumas atividades que necessariamente deverão ser desenvolvidas em cada uma delas, para otimizar o potencial que estas atividades oferecem.[2]

Os trabalhos de campo[3]

A preparação dos trabalhos de campo

Como já dissemos anteriormente, nenhuma atividade garante por si só resultados significativos do ponto de vista educacional. Torna-se necessário, como em qualquer outra proposta que tenha como perspec-

2 As idéias apresentadas a seguir foram, "em parte", transcritas do texto: CARVALHO, L. M. *Educação ambiental na escola de 1º grau*: perspectivas e possibilidades. 1997. Este texto foi preparado e apresentado no 1º Encontro Regional de Educação Ambiental da Região Leste de São Paulo, promovido pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente – CEAM e Colégio Brasília, SP.

3 Os roteiros de campo apresentados foram adaptados dos roteiros desenvolvidos pela geógrafa Msc. Olga Maria Soares E. Gross e pelo engenheiro Ivan Carlos Maglio.

Acervo ISA

tiva uma atividade de ensino, ter claro aquilo que se pretende e, com base nisso, elaborar um planejamento da atividade que contemple os aspectos básicos já apresentados.

Desta forma, a primeira tarefa do professor deve ser a de delimitar os objetivos específicos para a atividade de campo a ser desenvolvida, tendo sempre como referência os objetivos mais gerais dos trabalhos de educação ambiental. É importante lembrar que, para os alunos, as atividades de campo têm, em um primeiro momento, a conotação de uma atividade de lazer. Embora esta dimensão possa também estar presente na proposta a ser desenvolvida, é importante que o professor tenha muita clareza dos diferentes aspectos que pretende trabalhar e de outros objetivos que pretende atingir. Esta definição é fundamental para que a atividade não se perca em razão de desentendimentos entre os participantes, deixando, como muitas vezes acontece, uma sensação de vazio e de dispersão. Sem dúvida alguma, nesta fase de planejamento é extremamente importante que o professor ou o grupo de professores que será responsável pelo desenvolvimento das atividades faça uma visita prévia à área na qual a excursão será desenvolvida. Essa visita deverá fornecer dados fundamentais para a continuidade do planejamento do trabalho a ser desenvolvido.

Fase de motivação e preparação dos alunos

Em um trabalho de campo, as atividades a serem desenvolvidas não podem se restringir especificamente à saída ao campo. É importante que o professor inclua no seu plano o desenvolvimento de atividades de preparação e motivação para a excursão. A preparação das atividades desenvolvidas em campo envolve, evidentemente, os aspectos de ordem prática, tais como: forma de locomoção, roupas e calçados adequados, segurança, lanche, cronograma das atividades a serem desenvolvidas entre outros. Entretanto, esta fase não se resume a isso.

É necessário preparar o aluno do ponto de vista intelectual e afetivo para participar da excursão. Além de ser um momento para que os alunos sejam esclarecidos em relação ao que se pretende, este é um momento privilegiado para envolvê-los em atividades de *problematização* e a conseqüente *formulação de hipóteses* plausíveis em relação às questões levantadas. Este é o momento de criar, junto à classe, o clima de pesquisa e investigação.

É interessante observar que este momento é bastante oportuno para o levantamento de idéias e concepções prévias dos alunos em relação aos aspectos e problemas que estão sendo estudados. Atividades que possam identificar o nível de compreensão e de sensibilização que os alunos apresentam sobre situações de degradação ambiental que serão observadas em campo são importantes nesta fase.

Desta forma, seria bastante pertinente que, ao iniciar os trabalhos, o professor, entre outras possibilidades, apresentasse aos seus alunos algumas questões com o objetivo de suscitar discussões entre eles, permitindo, desta forma, dar continuidade aos trabalhos partindo da visão que naquele momento eles apresentam, podendo ainda mapear e identificar para o próprio grupo a visão, as compreensões e as concepções presentes entre eles sobre a realidade que está sendo estudada. Tendo como exemplo um trabalho de campo que seria realizado no próprio bairro onde os alunos residem, poderiam ser levantadas as seguintes questões:

- O que você acha da região onde mora?
- O que você gosta nesta região e o que não gosta?
- Que tipo de problemas você identifica nesta região?
- Você identifica algum problema relacionado com o meio ambiente na sua região? Quais as conseqüências destes problemas para a vida da nossa comunidade?
- Que medidas você consideraria adequadas para resolver estes problemas?
- Quem, no seu modo de ver, deve ser responsável por resolver estes problemas?

Como já explicitamos, um conjunto de questões seguido da discussão pelos alunos é apenas um exemplo de recursos e de procedimentos que podem ser utilizados. Outras possibilidades, no entanto, podem substituir ou ser acrescidas a esta, tais como elaboração de um mural a partir das idéias dos alunos sobre o bairro, uma dramatização preparada pelos próprios alunos, ou mesmo outras formas de expressão podem ser exploradas.

Nesta fase de preparação, os materiais didáticos disponíveis podem muito bem ser aproveitados para a problematização das questões a serem trabalhadas ou para se trabalhar aspectos conceituais necessários neste momento, ou ainda para suscitar nos alunos o clima de curiosidade e disposição para a excursão. Neste sentido, materiais didáticos diversificados, tais como textos, conjunto de *slides*, conjunto de ilustrações, vídeos, panfletos relacionados com o tema em questão, podem ser utilizados neste

Acervo ISA

momento com bastante eficácia. Evidentemente, outros recursos disponíveis como textos já conhecidos, vídeos que tratam de diferentes aspectos da temática ambiental, programas televisivos, notícias de jornais de grande circulação ou jornais regionais podem ser de grande utilidade.

É também nesta fase que, com a participação dos alunos e a partir dos aspectos selecionados para as atividades de campo, o professor orienta a elaboração do roteiro de campo.

Fase da excursão ou saída ao campo

Durante a excursão, é muito importante que o professor não assuma o papel de guia turístico dos seus alunos, ou seja, o professor não deve ser aquele que, simplesmente, faz as indicações daquilo que deve ser observado, dando a seguir as explicações que considerar necessárias.

É neste sentido que se propõe o *roteiro de campo* como instrumento para garantir o envolvimento adequado dos alunos e a condução a contento por parte do professor. O roteiro de campo deve agora ser utilizado e orientar as observações, as coletas de dados pelos alunos e o registro desses dados para que possam ser explorados na continuidade dos trabalhos em sala de aula.

Nas páginas seguintes você vai encontrar alguns exemplos de roteiros que foram elaborados tendo em vista um trabalho de campo que definiu como unidade de estudo uma sub-bacia hidrográfica, pertencente à Bacia do Guarapiranga.[4]

Observando e analisando uma sub-bacia hidrográfica na região da Bacia do Guarapiranga

Roteiro de campo 1

1 Como você já sabe, a Bacia do Guarapiranga é uma região muito extensa. Desta forma, para facilitar o nosso trabalho de campo, vamos delimitar a sub-bacia mais próxima da nossa escola. Para delimitar esta

4 Estes roteiros foram elaborados pela geógrafa Msc Olga Maria Soares e Gross e pelo engenheiro Ivan Carlos Maglio e são, na sua forma original, apresentados na apostila elaborada para o tema: "A conservação da Bacia do Guarapiranga", desenvolvido no projeto de capacitação de professores

sub-bacia você deverá usar os conhecimentos que já adquiriu, identificando, antes de mais nada, os pontos chamados de "divisores de água".

2 Depois de identificar estes pontos, faça um esquema abaixo dando uma idéia geral de como se apresenta a sub-bacia em termos de seu relevo.

3 Observe agora a região mais alta desta sub-bacia. Procure identificar nesta região:

- Nascentes: locais mais altos onde nascem os córregos e que vão formar os rios principais.
- Drenagens: pequenos fios de água que correm pelas áreas elevadas e vão formar os córregos.

4 Observe a direção para onde as águas estão correndo, elas devem se encontrar nas baixadas e vão formar o rio ou o córrego principal da sub-bacia. Esses rios e córregos, certamente, vão desaguar na Represa do Guarapiranga. Indique agora, no seu desenho, os rios e pequenos córregos que você observou. Não se esqueça de assinalar com uma seta a direção para onde correm as águas.

5 Faça agora uma caminhada por toda a sub-bacia delimitada por vocês, anotando todos os aspectos que lhes chamem a atenção. Divida a sub-bacia em áreas menores e para cada área identificada faça as observações sobre as suas formas de ocupação, conforme indica o "Roteiro de Campo 2".

Roteiro de campo 2

1 Identificando as formas de ocupação e usos do solo da sub-bacia:

Tipos de ocupação e usos do solo	Marque com um X o que você observar
1 Vegetação nativa típica da região, vegetação plantada ou cultivada.	
2 Áreas de extração de areia e pedras.	
3 Clubes/parques e áreas de lazer.	

Acervo ISA

Continuação

Tipos de ocupação e usos do solo	Marque com um X o que você observar
4 Bairros com terrenos ajardinados, com bom acabamento (muros e pinturas), loteamentos asfaltados. As ruas têm calçadas, sarjetas e bocas de lobo para orientar e receber as águas pluviais.	
5 Bairros com casas quase sempre sem acabamento em terrenos com o solo aparente e sem vegetação. As águas da chuva e das casas correm pelos barrancos, ruas e valetas.	
6 Indústrias grandes ou pequenas.	
7 Acúmulos de lixo com pouca ou grande quantidade.	
8 Chácaras.	
9 Áreas cultivadas.	
10 Outras formas de ocupação ou usos. Anote.	

- Agora, indique no seu desenho os números correspondentes às formas de ocupação e usos, localizando-os nas diferentes regiões da sub-bacia.

Roteiro de campo 3

1 Desça agora até a margem da represa e observe, com cuidado, as características da água em pelo menos três pontos diferentes. Anote na tabela abaixo as observações que você realizou. Cuidado!!! – Você não deve entrar em contato com esta água (molhar as mãos ou os pés). Caso esta água esteja contaminada, você também pode se contaminar por bactérias que transmitem doenças ou por substâncias tóxicas. O professor deverá fazer a coleta da água para análise, fazendo sempre uso de uma luva de material apropriado, como borracha ou plástico.

Condições da água	Marque com um X o que você observa Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
A coloração da água está escura. Se você pegar um pouco num copo de vidro vai notar que ela continua escura.			
A água está escura. Se você pegar um pouco num copo de vidro vai notar que ela ficou mais clara e as partículas se depositam no fundo do copo.			
A água está cheirando mal (cheiro de ovo podre).			
A água está coberta de plantas aquáticas (aguapés, por exemplo) e sua coloração está muito esverdeada.			
Lixo na superfície da água.			

Fase de exploração dos dados

Terminada a excursão, o professor deverá, nas aulas seguintes, dedicar-se à exploração e análise dos dados e do material coletado. Nesta fase do trabalho, o professor orienta os seus alunos na organização e sistematização dos dados e materiais. A elaboração de tabelas simples, de gráficos ilustrativos, de esquemas, sinópticos, resumos, dependendo do nível de escolaridade com o qual se está trabalhando, pode ser um procedimento bastante adequado para tal fim.

Este é um momento privilegiado para aprofundar aspectos do conteúdo e buscar generalizações e aplicações dos conhecimentos que estão sendo trabalhados. Na conclusão das atividades, o professor não pode deixar de explorar e ampliar as discussões de outras dimensões consideradas nos objetivos e relacionadas com aspectos de valores e participação política.

Também na fase de exploração dos dados, uma série de outros procedimentos de ensino deve ser utilizada como estudos dirigidos, aulas

Acervo ISA

práticas de laboratório, simulações, apenas para citar algumas possibilidades. Nas páginas seguintes, você também encontrará alguns exemplos de roteiro que podem ser utilizados em atividades de exploração dos dados.

A apresentação dos diferentes trabalhos dos alunos, incentivando-os a utilizar diversos recursos para comunicação, constitui-se também um procedimento importante no desenvolvimento intelectual e na formação do seu espírito participativo.

Fica claro que também nestas atividades o processo de avaliação deve ser contínuo e presente nos diferentes momentos do trabalho.

Roteiros de exploração dos dados

Roteiro 1

1 Tendo em mãos a Tabela na qual vocês fizeram suas anotações sobre as condições da água, às margens da represa, analisem as informações abaixo:

Condições da água	Interpretação
A coloração da água está escura. Se você pegar um pouco num copo de vidro vai notar que ela continua escura.	Existem partículas ou substâncias dissolvidas na água.
A água está escura. Se você pegar um pouco num copo de vidro vai notar que ela ficou mais clara e as partículas se depositam no fundo do copo.	A água está turva. É um sinal de solos levados por falta de vegatação (erosão). Se a água estiver com cor de barro, as indicações de erosão e lavagem do solo são maiores. Pode haver também pequenos microrganismos que produzem doenças.
A água está cheirando mal (cheiro de ovo podre).	A água está com gases dissolvidos. É sinal de que deve haver matéria orgânica em decomposição e poluição fecal.

Continuação

Condições da água	Interpretação
A água está coberta de plantas aquáticas (aguapés, por exemplo) e sua coloração está muito esverdeada.	A quantidade de nutrientes necessários para o crescimento das plantas está alta. Se não forem fertilizantes de áreas agrícolas, é mais um sinal que deve haver matéria orgânica e as bactérias estão trabalhando e liberando nutrientes.
Lixo na superfície da água.	Ausência de vegetação (mata ciliar) nas margens. O lixo e os entulhos chegam direto nas águas. Disponibilidade de matéria orgânica para se decompor na água.

2 Com base nas informações desta Tabela, façam uma descrição das condições da água da represa e as possíveis razões por que ela se apresenta desta forma. Relacionem estes resultados com os diferentes tipos de ocupação e usos do solo que vocês identificaram.

Roteiro 2

1 Através dos dados levantados por vocês, procurem associar as diferentes formas de ocupação e de usos do solo com os riscos de poluição das águas:

Tipos de ocupação e usos do solo	Tipos de despejo
	Esgotos domésticos
	Esgotos industriais
	Lixo não coletado
	Fertilizantes
	Solo e entulho
	Ausência de despejos nocivos

Acervo ISA

2 A partir das discussões realizadas e dos textos estudados, procure indicar as conseqüências para a água da represa destes diferentes tipos de despejos que ela está recebendo.

3 Construa com o seu grupo dois tipos de maquete. Uma delas deve retratar as condições da sub-bacia que vocês identificaram com a saída a campo. A outra deve indicar as condições da sub-bacia depois de ter sido desenvolvida uma série de atividades de saneamento básico nesta área.

4 A partir das discussões que você realizou com o seu grupo e com a classe toda, procure indicar todas as medidas necessárias para o saneamento básico dessa área e os recursos necessários para que isso ocorra. Procurem também identificar quem deve participar deste processo como um todo.

5 Compare as anotações que vocês realizaram, os resultados da atividade de campo e as respostas dadas às últimas questões com as respostas que vocês deram às perguntas que foram colocadas, logo no início dos trabalhos.

6 Procure identificar, agora, primeiramente com os seus colegas de equipe e depois com toda a classe, uma atividade que vocês, juntos, poderiam desenvolver para ajudar a resolver, pelo menos em parte, os problemas que você observou nesta sub-bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA XXI – Cap.18 – Proteção da qualidade e do suprimento das águas: aplicações e abordagens integradas, manejo e uso de recursos hídricos. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – Rio 92. (Versão em disquetes).

AMBROGI, A. LISBOA, J. C. F. Poluição. *Revista de Ensino de Ciências*, n.23, p.27-9.

ASLATI, E. A floresta e as águas. *Ciência Hoje*, v.3, n.16, p.58-64, 1985.

BALZAN, N. Estudos do meio. In: PARRA, N. *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. São Paulo: Pioneira, 1983. p.113-28.

BENENSON, A. B. Control of Communicable diseases in man. *American Public Health Association*, 1985.

BRANCO, S. M. Elementos da biologia geral e hidrobiologia sanitária. Curso ministrado na CETESB, 1970.

_____. Usos múltiplos I: conservação de represas e abastecimento de água potável. *Anais da Reunião sobre Ecologia e Proteção de Águas Continentais*. OEA/USP/UNESCO, 1981.

_____. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 3.ed. São Paulo: Convênio CETESB/ ASCETESB, 1986.

_____. *Água:* origem, uso e preservação. São Paulo: Moderna, 1992. (Coleção Polêmicas).

BRANCO, S. M., ROCHA, A A. *Ecologia: educação ambiental* – Ciências do ambiente para universitários. São Paulo: CETESB, 1984.

BURNHAM, T. F. Educação ambiental e reconstrução do currículo escolar. *Caderno Cedes*, v.29, p.21-30, 1993.

Acervo ISA

CAPREZ, M. A .C. et al. Filtros biológicos, *Ciência Hoje*, v.10, n.58, p.10-1, 1989.

CARVALHO, L. M. A temática ambiental e a escola de 1º grau. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

CAVINATTO, V. M. *Saneamento básico* – Fonte de saúde e bem-estar. São Paulo: Moderna, 1992. (Coleção Desafios).

CAVINATTO, V. M., RODRIGUES, F. L. *Lixo – De onde vem, para onde vai?* Ilustrações de Osni de Oliveira. 2.ed. São Paulo: Moderna, 1992. (Coleção Desafios).

DERÍSIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. São Paulo: CETESB, 1992.

DIAS, G. F. *Educação ambiental: princípios e práticas*. São Paulo: Gaia, 1992.

DÍAZ, A. P. *La educacion ambiental como proyecto*. Barcelona: I. C. F. Universitat Barcelona, Editorial Horsini, 1995.

ESQUIBEL, M. A. A água & e as plantas. *Ciência Hoje das crianças*, ano 9: p.8-11.

ESTEVES, F. A, BARBOSA, F. R. Eutrofização artificial – A doença dos lagos. *Ciência Hoje*, v.5, n.27, p.56-61, 1986.

FRACALANZA, H. AMARAL, I. A., GOUVEIA, M. S. F. *O ensino de ciências no 1º grau*. São Paulo: Atual, 1986.

FRANCO, M. C. Educação ambiental: uma questão ética. *Cadernos Cedes*, v.29, p.11-9, 1993.

GIORDAN, A., SOUCHON, C. *La educacion ambiental. Guia práctica*. Sevilla: Diada Editora S. L., 1995.

GOMES, M. M. P. L. *Environmental Education as an Approach to Improve Science Teaching*: A Study of a Group of Science Teachers in Niterói, RJ, Brazil. Kansas, 1995. Dissertação (Mestrado) – Faculty of the Graduate School. University of Kansas.

GONÇALVES, M. L. Q. A importância das excursões no ensino de biologia. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadora de Estudos e Normas Pedagógicas. *Ensino de biologia*: dos fundamentos à prática. São Paulo: SE/CENP, 1988.

GORINI, M. A. A aventura debaixo da água. *Ciência Hoje das crianças*, ano 10, p.18-21.

HARWOOD, J. H. O cata água: energia para pequenas comunidades. *Ciência Hoje*, v.2, n.10, p.22-5, 1984.

KLEIN, L. *Aspecto of River Pollution*. Inglaterra: Buther Worths Scientific Publications, 1957.

KRASILCHIK, M. Educação ambiental na escola brasileira – Passado, presente e futuro. *Ciência e Cultura*, v.38, n.12, p.1958-61, 1986.

LUZ, F. X. R. da. Aterro sanitário: Características, limitações, tecnologia para a implantação e a operação. SEMINÁRIO SOBRE ATERROS SANITÁRIOS, 1981. São Paulo, CETESB.

MELLO, W. Z., MOTTA, J. S. T. Acidez na chuva. *Ciência Hoje*, v.6, n.34, p.40-3, 1987.

MOREIRA, I. V. D. (Comp.) *Vocabulário básico do meio ambiente*. Rio de Janeiro: Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEEMA, 1990.

RAÍZES em busca da água. *Ciência Hoje*, v.4, n.22, p.20,1986.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria de Ciência e Tecnologia. Glossário de ecologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. CNPq/FAPESP. *Publicação ACIESP*, n.57, 1987.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Ensino de biologia: dos fundamentos à prática*. São Paulo: SE/CENP, 1988.

SÃO PAULO (ESTADO). COBRAPE – Programa de Saneamento Ambiental da Guarapiranga – RIMA Relatório de impacto ao meio ambiente – RIMA. São Paulo, 1991/1992.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Ciências na escola de 1º grau* – Textos de apoio à proposta curricular. São Paulo: SE/CENP, 1991.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Perfil ambiental e estratégias, São Paulo, 1992a.

SÃO PAULO (ESTADO). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Legislação básica de recursos hídricos. São Paulo, 1992.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Ciências – 1º grau: 5ª a 8ª séries*. São Paulo: SE/CENP, 1993a.(Série Prática Pedagógica).

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Geografia*. São Paulo: SE/CENP, 1993b, 92p. (Série Argumento).

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Biologia – 2º grau*: o trabalho educacional na prevenção da cólera. 2.ed. São Paulo: SE/CENP, 1994, v.2. (Série Prática Pedagógica).

Acervo ISA

SÃO PAULO (ESTADO). Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB/SMA, 1995a.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria Estadual do Meio Ambiente - CETESB. Legislação federal de controle de poluição. São Paulo, 1995b.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Química 3º Grau*. Água 1001. São Paulo: SEKENP. (Série Prática Pedagógica).

SCHECHTMANN, D. F. Uma tecnologia alternativa para purificação de águas. *Revista de Ensino de Ciências*, n.10, p.67-70, 1986.

SILVA, W. R. As plantas e a água pura. *Ciência Hoje para criança*, ano 9.

SPERLING, M. Von. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. DESA - Depto. de Eng. Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, Jul. 1995, v.I.

TCHOBOGLOUS, E., SCHROEDER, E. D. *Principles of surface water quality*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1985.

UM Tietê outra vez limpo. *Superinteressante*, v.5, n.1, p.7-9, 1991.

Videografia recomendada

ABC das águas (filme). Direção de Marly Nery. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. FDE, 1992. 42 min.

ÁGUA parte I; água parte II. São Paulo: CENP - QUÍMICA. Programas 63 e 82.

ÁGUA. Recuperação dos rios, a proteção dos mananciais e do litoral (filme). s.n., s.d., 16 min.

AMAZONAS - um guia para o país das águas (filme). Direção de Salete Lima. São Paulo: ACT Video Produções Ltda., 1989. 25 min. (Videoteca do Ibama).

AQUA (filme). Roteiro e direção de Taunay Daniel. Imagem de Bisconcini Caron. Som de Gilberto Caron. Edição de Fernando Passos e Gilberto Caron. São Paulo: FDE, 1988. 11 min.

CERRADO: água e solo (filme). Direção de Célia Ladeira. São Paulo: Ema Video Ltda., 1990. 24 min. (Videoteca do Ibama).

CICLO das águas (filme). Direção de Alfredo Alves. São Paulo: Ibase Video, 1992. 5 min. (Videoteca do Ibama).

CÓLERA (filme). Produção da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, TV Cultura. São Paulo: FDE, 1992. 134 min.

CÓLERA: uma doença que vem pelas águas (filme). Roteiro e direção de Téia Magalhães e Marival Guedes. Animação de Luiz M. Esmanhoto. Locução de Paulo Ivo A. de Siqueira. Trilha Sonora de Sérgio Chica. Elenco: Umberto Magnani. São Paulo. ASSEMAE, Água e Vida, FDE, 1993. 18 min.

O SANEAMENTO começa perto da gente (filme). São Paulo: Siamar, FDE, 1991. 21min.

PLANETA água. Série Planeta Terra, fita n.72. (videoteca UNESP).

Projeto TV Escola - C1 (04): Poluição da Água - 28.

Projeto TV Escola - Q1 (04): Água. Parte I.

Projeto TV Escola - S1 (04): Educação para a Saúde: Poluição - 26.

RIO - Nosso bem (filme). Direção de Thereza Jesscuroun. São Paulo: CECIP, 1992. 60 min. (Videoteca do Ibama).

RIO RIBEIRA DO IGUAPE - Nosso bem (filme). 8 min. (Videoteca do Ibama).

RIO TIETÊ: A luta de todos nós (filme). 14 min. (Videoteca do Ibama).

RIOS e lagos (filme). São Paulo: Britânica, s. d. 36 min. (Videoteca do Ibama.

Série - O Currículo e a Compreensão da Realidade 91/92: "Meio Ambiente" - 27.

Acervo ISA

ANEXOS
Órgãos relacionados a qualidade de água no Estado de São Paulo

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

- CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente - Secretaria Executiva
  Avenida Prof. Frederico Herman Jr. 345 CEP 05489-900
  Tel. (011) 3030-6624
- CINP - Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental
  Avenida Miguel Stéfano, 3687 CEP 04301-903
  Tel. (011) 577-4022
- CPRN - Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais
  Avenida Prof. Frederico Herman Jr., 345 CEP 05489-900
  Tel. (011) 3030-6316
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
  Avenida Prof. Frederico Herman Jr., 345 CEP 05489-900
  Tel. (011) 3030-6000
- DEPRN - Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais
  Rua Nicolau Gagliardi, 401, 4º andar CEP 05429-010 SP
  Tel. (011) 3030-6807
- DUSM - Departamento de Uso do Solo Metropolitano
  Rua Nicolau Gagliardi, 401, 3º and., Prédio 12 CEP 05429-010
  Tel. (011) 3030-6792
- SOS Mananciais
  Avenida Prof. Frederico Herman Jr, 345 CEP 05489-900
  Tel. (011) 3030-6814

Acervo ISA

- Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras
  Unidade de Gerenciamento do Programa Guarapiranga
  Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345, Prédio 6 - 2° andar CEP 05489-900 Alto de Pinheiros
- DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
  Rua Butantã, 285 CEP 05424-000
  Tel. (011) 813-3930/813-0556
- SABESP - Cia de Saneamento Básico de São Paulo
  Rua Costa Carvalho, 300 CEP 05429-000 SP
  Tel. (011) 3030-4000
- Secretaria de Estado de Habitação
  CDHU - Cia Estadual de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
  Avenida 9 de Julho, 4939 CEP 01407-200 Itaim Bibi
  Tel. (011) 3061-3232
- Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública
  Comando Geral de Policiamento Florestal e de Mananciais
  Rua Francisco Brito, 210 CEP 02344-000 SP

Núcleos de Educação Ambiental na Região dos Mananciais Billings/Guarapiranga

- Núcleo de Educação Ambiental de Embu das Artes
  Rua Maranhão 60 CEP 06840-000 Centro
  Tel. (011) 494-3441
- Núcleo de Educação Ambiental de Embu-Guaçu
  Parque da Várzea
  Estrada Simão Louro Jr., s/n.°
  Tel. (011) 496-3965
- Núcleo de Educação Ambiental de Itapecerica da Serra
  Estrada da Represinha, 1305 CEP 06850-000
  Tel. (011) 7947-3212
- Núcleo de Educação Ambiental de São Paulo/Unisa
  Rua Enéas de Siqueira Neto, 340 Bloco C -02 CEP 04829-300
  Tel. (011) 520-9611 Ramal 247

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DAS ÁGUAS

LEIS FEDERAIS	CONTEÚDO
Lei n° 5.357, de 7/12/67	Estabelece penalidades para embarcações e territoriais Marítimas ou fluviais que lançaram detritos ou óleo em águas brasileiras
Lei n° 4.771, de 15/9/65	Código Florestal
Lei n° 6.938, de 31/8/81	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente
Lei n° 7.661, de 16/5/88	Institui o Plano Nacional De Gerenciamento Costeiro.
Lei n° 9.433, de 8/1/97	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos
DECRETOS FEDERAIS	
Decreto n° 89.336, de 31/1/84	Dispõe sobre as Reservas Ecológicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico.
Decreto n° 99.274, de 6/6/90	Regulamenta a Lei n° 6938, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
RESOLUÇÕES DO CONAMA	
Resolução n° 4, de 18/9/85	Define Reservas Ecológicas.
Resolução n° 20, de 18/6/86	Classifica as águas segundo seus usos preponderantes
LEIS ESTADUAIS	
Lei n° 997, de 31/5/76	Dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente .
Lei n° 6.134, de 2/6/88	Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas no Estado de São Paulo.
Lei n° 7.663, de 30/12/91	Estabelece a Política de Recursos Hídricos
Lei n° 7.750, de 31/3/92	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento
Lei n° 9.509, de 20/3/97	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente.
Lei n° 9.866/97 de 28/11/97	Diretrizes e normas para proteção e recuperação das Bacias hidrográficas dos mananciais de interesse Regional do Estado de São Paulo.

Acervo ISA

LEIS ESTADUAIS RESTRITAS Á REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO	
Lei nº 898, de 18/12/75	Disciplina o uso do solo para a proteção de mananciais e demais recursos hídricos de interesse da RMSP.
Lei nº 1.172, de 17/11/76	Delimita as áreas de proteção a que se refere a Lei nº 898/75.
DECRETOS ESTADUAIS	
Decreto nº 8.468, de 8/9/76	Regulamenta a Lei nº 997/76.
Decreto nº 32.955, de 7/2/91	Regulamenta a Lei nº 6.134/88(águas subterrâneas).
Decreto nº 39.473, de 7/11/94	Estabelece normas de utilização das várzeas no Estado de São Paulo.

Impressão e Acabamento.
Aysso Gráfica Ltda. (ME)
(com fotolitos fornecidos pelo cliente)