

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS: PROPOSTA METODOLÓGICA

Heloisa Pauli Possas

Boletim Gaúcho de Geografia, 26: 199-215, jul., 2000.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/39711/26532>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jul., 2000

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS: PROPOSTA METODOLÓGICA

Heloisa Pauli Possas*

"Vista de longe, a Terra é pura água. Mas não é água 'pura'. Esta é cada vez mais rara e cara".

(Ricardo Arnt, jornalista, 1998)

INTRODUÇÃO

Os mais diversos aspectos sobre bacias hidrográficas que poderiam ser identificados para atividades vinculadas à educação ambiental aparecem, na literatura, de forma muito fragmentada quanto à abordagem e dispersos quanto à relação entre os assuntos. Tal desmembramento e desarticulação temática além de não forjar uma visão global sobre recursos hídricos, ainda reduz a oportunidade de sua aplicabilidade no ensino.

A realização da proposta aqui apresentada, de reunir as informações sobre recursos hídricos de forma adequada ao atendimento da necessária visão integrada é, portanto, resultado do desafio posto por esse tipo de situação. Por outro lado, é produto de uma motivação dada pela oportunidade de contribuir com material de suporte teórico/prático dirigido para professores de ensino básico. Nessa direção, se pretende auxiliar com sugestões de atividades que podem atender a princípios norteadores da educação ambiental. Deve ser ressaltado que esse material é uma primeira investida na direção de suprir as necessidades imediatas de acesso dos professores a um produto, de alguma forma, mais sintético. Ele contém sugestões que além de estarem abertas a considerações críticas, devem ser adaptadas às realidades locais.

Este artigo apresenta, inicialmente, aspectos teóricos sobre educação ambiental e Recursos Hídricos e, em seguida, traz propostas de trabalhos práticos aplicáveis a alunos de 5^a à 8^a séries do ensino básico. Finaliza com dois pequenos textos indicados como leituras complementares e recomenda outras leituras importantes para o aprofundamento dos assuntos tratados.

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A discussão sobre a questão ambiental até o início da década de 60 esteve restrita a movimentos contestatórios e alternativos em países “desenvolvidos”. Especificamente em 1962, o conteúdo literário de *Primavera Silenciosa*, de RA-QUEL CARSON (veja leitura complementar 1) ajudou a transformar a história desses movimentos que já passavam a atingir outros países e incorporavam pequenos grupos acadêmicos. Seus ativistas valorizavam os ambientes naturais e bucólicos e foram responsáveis pelo início da mudança de consciência até então vigente se contrapondo à idéia de que qualquer atitude predatória era justificável se os objetivos fossem os de “desenvolvimento e crescimento econômico”.

Em 1968, o Clube de Roma² fez um alerta sobre a dimensão planetária da problemática ambiental. Disto resultou que, em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou a 1ª Conferência sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo/Suécia. Uma das recomendações desta conferência, precisamente a de nº 96, reconhecia o desenvolvimento da educação ambiental como o elemento crítico para o combate à crise ambiental mundial. De certa forma, pode-se pensar que aí já começava a se criar um problema operacional na relação entre idéia e prática. Quer dizer, do momento em que era apontada a necessidade de se desenvolver novos recursos instrucionais e métodos capazes de educar o cidadão comum para manejar e controlar seu meio ambiente, havia uma necessidade imediata de treinamento de professores. Somente cinco anos mais tarde é que vai surgir a Declaração sobre educação ambiental, como produto da “Conferência de Tbilisi” (Geórgia – ex-União Soviética), com as finalidades, objetivos, princípios orientadores e estratégias para o seu desenvolvimento.

A educação ambiental no Brasil é vista por MUNHOZ (1992) como uma diversidade de ações e enfoques, um trabalho muitas vezes assistemático resultante de iniciativas isoladas e não um produto do esforço coletivo. Sem entrar no mérito das discussões sobre a aplicação de princípios pedagógicos e das bases legais para a educação ambiental no ensino formal brasileiro, pode-se dizer que, de certa forma, ainda não foi incorporado o conteúdo daquela Declaração produzida na 1ª Conferência Intergovernamental específica sobre educação ambiental, ocorrida em Tbilisi. Sem discordar do ponto de vista de MUNHOZ (1992) pode-se supor que o problema fundamental, por um lado, está vinculado aos procedimentos de uma instrumentalização necessária e adequada aos professores. Por outro lado, estes têm dificuldades concretas de acesso às bases conceituais o que resulta numa carência de materiais didáticos adequados.

OS RECURSOS HÍDRICOS

A água é um dos recursos naturais que possui uma das maiores diversidades de uso. Atende às necessidades domésticas, serve como matéria-prima para a in-

dústria, é utilizada em práticas de agricultura irrigada, tem destaque na recreação, e é importante na dessedentação de animais, geração de energia elétrica, transporte, diluição de despejos, preservação da fauna e flora, dentre outros. Apesar de sua importância, alguns desses exemplos nos remete à idéia de que a utilização inadequada dos Recursos Hídricos está associada, em parte, à Revolução Industrial e vem produzindo seu esgotamento. Acrescente-se a isso que o consumo de água aumentou mais de 35 vezes, nos últimos três séculos, segundo o cálculo divulgado pela *Wild World Foundation* – WWF (1991).

Em declaração à FOLHA DE SÃO PAULO (1/10/95), o vice-presidente do Banco Mundial, Ismail Serageldin comentou que as guerras do próximo século serão por causa de água – não por causa de petróleo ou de política. Acrescentou ainda, que hoje, 250 milhões de pessoas, distribuídas em 26 países, já enfrentam a escassez crônica de água e que, em 30 anos, este número saltará para 3 bilhões em 52 países. Ao mesmo tempo, Aldo da Cunha Rebouças, em entrevista dada à revista *Ciência Hoje* (DRUDE DE LACERDA et al., 1995) comenta que a crise mundial de água é proveniente do modelo de utilização:

“(....) temos muita água. E talvez, por isso mesmo, nos damos o direito de deteriorar nossa água, gastando-a de forma extremamente irresponsável.”

Um dos apelos mais emocionantes e histórico sobre a relevância dos cuidados com os mananciais hídricos foi feito pelo Chefe Seattle que já, em 1854, ressaltava a importância dos rios em nossas vidas no relato feito para o, então, presidente dos Estados Unidos da América (veja leitura complementar 02).

Para que a água fornecida às populações urbanas possa estar dentro dos requisitos apropriados, em termos de qualidade e quantidade, são necessários investimentos que representam uma parcela significativa dos orçamentos públicos. O fornecimento de água potável e de serviços sanitários básicos é de extrema importância para a saúde das pessoas. Esses aspectos são destacados por SAUNDERS & WARFORD (1983) quando comentam que o abastecimento adequado de água para beber, para a higiene pessoal, e outros fins domésticos, assim como para eliminar dejetos, são fatores relevantes para a qualidade da saúde pública e do bem estar. Por outro lado, o objetivo dos governos através dos órgãos responsáveis pelo abastecimento de água é servir a maior população possível com uma dada quantidade de investimento.

A água possui várias qualidades intrínsecas, próprias da substância pura “água”, sendo transparente e líquida às temperaturas e pressões normais. Além disto, ela pode apresentar qualidades variáveis, dependendo do local, das condições de origem e, ainda, da interferência que ela sofre ao atravessar áreas habitadas pelo homem. (BRANCO, 1993). A qualidade das águas pode ser medida através de variáveis ou parâmetros físicos, químicos e biológicos que buscam, de modo geral, detectar condições mais ou menos restritivas ao uso desse recurso essencial da natureza.

A água que é destinada ao consumo humano deve ter algumas substâncias que lhe dêem o gosto característico e um mínimo de salinidade compatível com a composição de nossas células. Em geral, pensa-se que a água é de boa qualidade quando ela é potável, ou seja, que se pode beber. Porém, para determinados usos industriais a água não precisa ser potável e mesmo assim pode ser considerada como de boa qualidade. Outro exemplo, é o fato de que qualquer água para ser usada na descarga dos dejetos sanitários é boa, não sendo necessário fazer-se uso de água potável que pode ser cara e escassa.

Apesar de diversos especialistas afirmarem constantemente que se faz necessário um melhor tratamento e conservação dos Recursos Hídricos, ainda não há grande sensibilidade por parte das autoridades envolvidas no processo de tomada de decisões. De forma generalizada, todas as parcelas da população sofrem com a degradação do meio ambiente e a falta de água é comum nos mais diversos setores. É tido como verdade que as populações de baixo poder aquisitivo e as rurais consomem um menor volume de água do que aquelas dos centros urbanos.

Diversos estudos colocam que o consumo médio de água por habitante chega, hoje, aos 700 l/dia. Em alguns países da Europa este montante pode atingir 1.700 l/dia, e em algumas cidades dos Estados Unidos 8.000 l/dia. Estas diferenças estão ligadas aos níveis de industrialização, de mecanização e de irrigação na agricultura, bem como o trato que os indivíduos possuem com a água. No Brasil é comum se considerar como consumo médio diário de água de populações urbanas 200 litros por habitante, sendo 170 l/hab./dia no inverno e 230 l/hab./dia no verão (MAGGI & BONACELLA, 1991 e Companhia de Águas e Saneamento de Santa Catarina – CASAN, 1998 – informação verbal) .

De acordo com dados obtidos via INTERNET (1996) na Europa e nos Estados Unidos uma pessoa gasta em média 60 litros de água para uma ducha de 15 minutos, 350 litros para um banho de imersão, 3 litros para escovar os dentes sem fechar a torneira (55 segundos), 4 litros por minuto para lavar a louça, 100 litros para lavar um carro médio e 40 litros para lavar uma calçada de 40 m². Porém, como se sabe que a nossa realidade é diferente, conhecer de que forma se dá o consumo de água e quais e meios de obtenção mais utilizados em cada comunidade ou cidade pode vir a ser um ótimo tema de estudo.

Existe uma relação íntima entre cobertura vegetal, desmatamento e Recursos Hídricos. O desmatamento e o conseqüente prejuízo ao regime das águas é ressaltado por MOTA (1995), entre outros, que enfatiza estes vínculos:

“– As plantas amortecem a chuva e regulam o escoamento superficial da água, contribuindo para reduzir a erosão do solo e os conseqüentes assoreamento e poluição dos mananciais;

- os Recursos Hídricos situados em áreas onde o desmatamento é intenso estão mais sujeitos às cheias, devido ao aumento do escoamento superficial;
- as plantas contribuem, também, para reduzir a ação erosiva do vento;
- em áreas com vegetação, é maior a infiltração da água. Observe-se, no entanto, que grande parte desta água é absorvida pelas plantas;
- o solo das áreas de florestas, composto de uma camada de matéria orgânica, funciona como um filtro, melhorando a qualidade das águas que por ele percolam.” (MOTA, 1995, p.119).

DORST (1973, p.141 e 142) comenta que:

“(...) o solo, privado da sua cobertura vegetal, fica modificado em sua estrutura e perde as propriedades físico-químicas capazes de garantir a retenção da água (...).” e, ainda, acrescenta que “(...) está fora de dúvida que a eliminação de uma cobertura vegetal suficiente – quer se trate de florestas, quer de associações de gramíneas – diminui consideravelmente o volume das condensações ocultas sob forma de orvalho(...).”

Assim, se pode verificar a importância da vegetação na manutenção dos aquíferos do subsolo e, também, do orvalho que é primordial para a vegetação nos períodos de estiagem pois, muitas vezes ele é responsável pelo fato desta se manter verde.

PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM RECURSOS HÍDRICOS

Antes do professor ter cumprido todas as etapas de busca de instrumentos para compor seu material teórico e prático para introduzir o aluno no “mundo da pesquisa” ele tem que fazer questionamentos a cerca do que vem a ser o aprendizado através da pesquisa ativa no mundo circunvizinho. Isto porque este tipo de atividade tem estado entre os conceitos educacionais mais incompreendidos e mais mal praticados. Entretanto, esse quadro não pode ser um agente inibidor para os propósitos do professor. Ao contrário, deve ser um dos elementos da sua motivação. Dito isso, esse profissional deve pensar que essa iniciativa vai promover, fundamentalmente, o convívio efetivo com a natureza de tal forma que o aluno é motivado a expandir o seu potencial de observação, cativar a sua curiosidade e seu senso crítico.

Se o objetivo do professor for, por exemplo, desenvolver atividades de campo que, de alguma forma despertem no aluno sobre o que vem a ser a “consciência ambiental” ele pode começar pelo mapa da área de estudo para se situar, geograficamente de forma a identificar a bacia hidrográfica na qual está inserida a sua

comunidade. Essa primeira parte deve ser realizada já em sala de aula com os recursos disponíveis na própria escola, ou que venham a ser adquiridos por esta. É nessa ocasião que se faz a escolha da área para estudo sempre tendo em vista a facilidade de acesso. O professor pode utilizar um roteiro de atividades que envolva a seqüência que se traduz por uma mapeamento ambiental, entrevistas com membros da comunidade, avaliação da qualidade e quantidade de água e, por fim, a produção de um documento, tal como apresentado na presente proposta:

1 – Mapeamento

O trabalho de educação ambiental pode se iniciar solicitando aos alunos que elaborem um mapeamento do ambiente casa/escola/trabalho, revelando o que conhecem e como se relacionam com estes espaços, para, a seguir, incentivá-los a investigar outros aspectos que não foram abordados neste levantamento inicial, aprendendo a reler seu cotidiano (MEYER, 1992). Com este trabalho o professor passa a ter uma percepção maior do conhecimento que seus alunos têm a cerca do ambiente e adquire as bases necessárias para desencadear um processo de pesquisa que se não se apóie apenas em cópias de textos e xerox de livros, tão comuns nas atividades atuais de pesquisas escolares.

Para os alunos, através desse mapeamento, é ampliada a concepção de ambiente como um espaço construído historicamente e tecido nas relações cotidianas, permeadas por atividades econômicas, políticas e culturais. Esclarecendo um pouco mais, o mapeamento se traduz em um diagnóstico, um levantamento ambiental no bairro, na cidade, em seus múltiplos aspectos, como: saneamento, energia elétrica, transporte, etc. Como o enfoque de destaque são os Recursos Hídricos, todos os aspectos mapeados devem a todo instante serem a eles relacionados.

Uma das formas mais interessantes de se fazer o mapeamento é percorrer um curso d'água desde sua nascente, observando: o deságüe de afluentes; a zona rural que ele atravessa; o início da periferia urbana; a passagem pelo centro da cidade até a sua saída do outro lado do aglomerado urbano. Com isto, fica caracterizado o processo de ocupação da bacia hidrográfica e o impacto a ela causado.

2 – Entrevistas com a população

A elaboração de um questionário de levantamento sócio-ambiental da área de estudo pode demonstrar aos alunos as relações que moradores têm com a água e seu tipo de consumo e avaliar as condições qualitativas e quantitativas da água. A aplicação de um modelo adaptado aos interesses de cada trabalho e de acordo com a realidade local pode ser efetuado tendo como base, por exemplo, aqueles apresentados por ROCHA (1991) e HIDALGO (1995).

Deve-se ressaltar que a participação dos alunos tanto na etapa de elaboração do questionário como na sua aplicação é de relevante importância para que os mesmos possam perceber todo o processo de elaboração do trabalho e, assim, terem capacidade de discernir alguma resposta que fuja do esperado. Com a impossi-

bilidade de se realizar um grande número de entrevistas é interessante que se faça uma boa distribuição espacial de aplicações.

Através dos questionários, geralmente, questões como a falta d'água e o seu grau aparente de limpeza são colocadas pelos moradores. As respostas levam à percepção de como a noção de qualidade da água é extremamente relativa e está associada à cultura e ao poder econômico de cada população. Pode-se encontrar um morador, de poder aquisitivo elevado, dizendo que sua água é ótima, porém compra água mineral para beber. Ao contrário, podem existir alguns que acham a água ruim e bebem sem problemas ou no máximo a fervem para dar às crianças por não terem como adquirir a água mineral.

Quando o curso d'água não é utilizado para abastecimento da população e sim apenas para o despejo dos esgotos domiciliares e/ou industriais, as questões elaboradas devem objetivar a importância que isto representa para a comunidade e o que esta acha ser possível realizar para amenizar os problemas ambientais e de saúde da população que possam advir deste tipo de uso.

Algumas questões podem ser sugeridas de modo a melhor direcionar a obtenção das informações desejadas, como exemplo temos:

- Você sabe de onde vem a água que sai em sua torneira?
- Por que as águas ficam poluídas?
- Você bebe a água que sai na torneira de sua casa? Por quê?
- Um rio pode ser recuperado?
- As águas do subsolo podem estar poluídas?
- Para onde vai o esgoto da sua casa?

3 – Avaliação da qualidade da água

Diversos são os parâmetros utilizados para determinação da qualidade das águas, dentre os mais utilizados pode-se citar: cor, turbidez, sabor, odor, pH, coliformes fecais e totais, oxigênio dissolvido (OD), totais de sólidos dissolvidos (TSD), sulfatos, fosfatos, nitro-compostos e metais pesados entre outros. Para que se possa realizar todas estas medições são necessários equipamentos e reagentes que quase sempre não são de fácil acesso, quer pela dificuldade de encontrá-los quer pelo custo dos mesmos. Porém, existem alguns parâmetros que são fáceis de determinar e que podem mostrar, através de comparações, diferenciações entre águas de origens e qualidades distintas.

3.a – Transparência ou visibilidade – quanto maior for a quantia de matéria em suspensão na água menor é a transparência. Como a água para nosso consumo deve ser límpida e transparente, quando isto não ocorre significa falta de qualidade na mesma.

Transparência da água doméstica – pode-se pedir aos alunos que amarrem

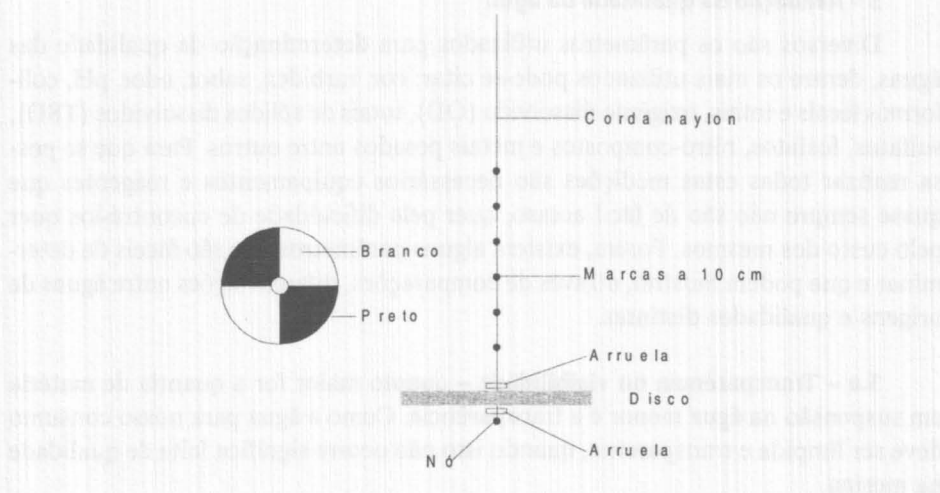
um pedaço de pano bem branquinho na saída da água em uma torneira de suas casas e que o deixem por uma semana para observar de que cor ele vai ficar depois de atuar como um filtro ou coador por este período. Deve-se, também, convidar um técnico da companhia de água para dar uma palestra na escola no dia em que os alunos retirarão, com cuidado, os “filtros” colocados nas torneiras. Ao técnico serão mostrados os mais sujos e questionamentos sobre os motivos que levam a isto devem ser estimulados aos alunos. Outras questões como captação, tratamento, distribuição, fontes de poluição e consumo por habitante também devem ser efetuadas. Havendo oportunidade é interessante que os alunos façam uma visita à estação de tratamento de água, quando esta existir, para observarem a retirada dos materiais que vêm em suspensão na água antes dela ser enviada para suas casas.

Transparência da água do rio – após verem a qualidade da água que chega até a estação de tratamento pode-se partir para uma visita ao rio onde, também, se pode avaliar a transparência ou visibilidade.

O primeiro passo, como recomenda DIAS (1998), é a construção do Disco de Secchi:

- um pedaço de metal achatado, em forma de disco que pode ser de peças de freios ou embreagens conseguidas em um ferro-velho. Ou ainda, uma lata de goiabada aberta preenchida com cimento;
- a superfície deve ser pintada em preto e branco e do centro deve sair uma corda fina apoiada com arruelas e marcada de 10 em 10 cm (figura01).

figura 01 – Representação esquemática do Disco de Secchi



Para se efetuar a medida de transparência de um dado corpo d'água desça o Disco de Secchi lentamente até o ponto em que desapareça. Desça um pouco mais e em seguida comece a erguê-lo lentamente até o ponto em que reapareça, marque este ponto, retire o disco da água e meça o fio. Esta operação deve ser repetida três vezes para que se faça uma média que será a medida da transparência da água.

3.b – pH – de acordo com o valor do *pH*, as águas podem ser classificadas como ácidas ($pH < 7$), neutras ou alcalinas ($pH > 7$). Não existe um valor de *pH* considerado excelente para consumo, mas de acordo com os parâmetros estabelecidos pelos órgãos de saúde este valor deve ficar entre 6,0 a 9,0. Porém, valores muito elevados ou muito baixos podem ser cruciais limitantes à vida aquática.

O *pH* é uma característica extremamente importante quando se desenvolve uma análise de água. Em abastecimento ele é significativo, porque águas de baixo valor de *pH* podem ser corrosivas às estruturas hidráulicas e sistemas de distribuição, colocando em suspensão metais pesados como cobre, chumbo, zinco, ferro e cádmio, entre outros. As águas naturais, geralmente, têm valores de *pH* entre 5 e 9 e o ajuste dentro desta faixa é relativamente simples como, acentuam BATALHA & PARLATORE (1977). Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica em decomposição dentro dos corpos líquidos menor será o valor do *pH*. A presença de ácidos húmicos fazem com que as águas adquiram um caráter ácido, com $pH < 7$.

Para se medir o *pH* em campo existem equipamentos apropriados (peagâmetros) e papéis indicadores com escalas cromáticas e dependendo do rigor desejado nas medições pode-se recorrer a um ou outro tipo. Para trabalhos de educação ambiental pode-se recorrer às tirinhas de papel utilizadas para medir o *pH* das águas dos aquários domésticos que são de baixo custo e fáceis de serem encontradas.

É interessante que os alunos realizem medições em diferentes pontos de um curso d'água pois que a medida em que novos pontos de despejo de esgoto forem incorporados ao canal principal, expressivas alterações podem ser encontradas com as águas se tornando, provavelmente, mais ácidas. Por outro lado, se cursos d'água secundários não poluídos desagüarem no canal principal provocarão uma diluição dos elementos contaminantes. Esta diluição também poderá ocorrer em períodos de maior precipitação e, ao contrário, uma concentração nas estiagens.

3.c – Temperatura (°C) – em geral, a temperatura de águas naturais não costuma ser um fator limitante para o seu consumo, a não ser no caso de águas termais. Porém, tal qual o *pH*, temperaturas com valores muito altos ou muito baixos vão interferir nos ciclos reprodutivos da bióta aquática.

Rios de águas estagnadas ou com baixa velocidade de fluxo deixam a superfície líquida exposta por um tempo maior aos raios do sol elevando a sua temperatura. As temperaturas podem se apresentar de forma diferenciada ao longo do canal e em diferentes profundidades, deve-se ressaltar que ao longo do dia estas,

também, podem variar.

Em campo, com os alunos pode-se efetuar diversas medições de temperatura para se verificar as múltiplas possibilidades de variação de temperatura e discutir o porquê destas através de observações *in loco*. O tipo de termômetro a ser utilizado vai depender das variações climáticas de cada região pois pode ser necessário a utilização de aparelhos que meçam temperaturas desde 0° C.

4 – Avaliação do volume de água

A quantidade de água disponível num determinado curso d'água é função direta do escoamento e da infiltração da água dentro de uma bacia. Conforme comenta BRANCO (1993), da totalidade de chuvas que caem à superfície da Terra, na verdade apenas uma parcela, cerca de 30%, escoa diretamente para os rios. Ou seja, a maior parte infiltra-se no solo e ocupa os espaços vazios existentes entre os grãos dos materiais que o constituem dando origem aos depósitos de água subterrânea.

Nas áreas muito antropizadas as bacias hidrográficas são alteradas, principalmente, no que se refere aos montantes de água que vão escoar ou infiltrar. Através de ações como a retirada da vegetação, a compactação do solo e o asfaltamento de ruas, ocorre um aumento do volume de escoamento superficial e uma diminuição das infiltrações. As conseqüências disto é que ficam dificultadas a disponibilidade hídrica juntamente com a recarga da água subterrânea e, ainda, pode ocorrer um comprometimento da qualidade das águas.

“Os rios urbanos têm servido como canal transportador de sujeiras como lixo, esgoto, despejos industriais. Os desmatamentos das margens dos rios, a construção de casas e prédios, o asfaltamento de ruas têm contribuído para aumentar a impermeabilidade do solo e o volume de detritos que as chuvas carregam para dentro dos rios. Com a perda de profundidade – assoreamento – as enchentes ocorrem com maior frequência, pois à medida que um rio perde seu leito original, há uma diminuição de sua vazão, ou seja, carrega menos água” (ANDRADE, SOARES & PINTO: 1996, p.74).

Todas as alterações impostas às bacias hidrográficas podem fazer com que os períodos de seca e os de inundações se tornem mais ou menos frequentes, muito embora a duração de uma seca, geralmente, seja maior que o período de uma inundação. FORTES & CUNHA (1994), ressaltam que os períodos de estiagem provocam uma concentração dos poluentes nas águas das bacias hidrográficas que acabam levando a sujeira para o mar, deixando-a próxima à foz. Nos períodos de maiores índices pluviométricos o que ocorre é uma diluição dos poluentes que alcançam o mar através dos rios; porém, a área de abrangência da poluição se torna maior em conseqüência do volume de água ser mais abundante. Isso quer dizer que independentemente da estação, de estiagem ou de chuvas, os malefícios causados a qualquer bacia hidrográfica terão suas conseqüências no litoral próximo à foz do principal curso d'água.

Diversas são as mensurações que podem ser efetuadas numa bacia hidrográfica: o nível da superfície da água; a forma do canal; a velocidade da correnteza; a vazão; a quantidade de material mineral dissolvido ou em suspensão, e outras. Dentre as mais acessíveis e de nível de dificuldade não muito elevado estão as medidas de infiltração, velocidade do fluxo de água e vazão. Porém, caberá ao professor avaliar as potencialidades de seus alunos para executarem estas tarefas ou não.

4.a – Infiltração – o volume de água caída, a unidade de tempo considerada, a topografia e a textura do solo (quanto mais porosa melhor) são os principais fatores responsáveis pela absorção de água pelo solo. Como estes fatores ocorrem de forma irregular sobre a superfície da terra, a infiltração também será distribuída irregularmente. (GUERRA, 1954 *in* GUERRA, 1994 e BRANCO, 1993).

A infiltração só vai ocorrer se a precipitação se der sobre uma bacia hidrográfica onde o solo não se apresente saturado, devido à ocorrência de chuvas anteriores. As águas de infiltração vão dar origem a fenômenos importantes de lavagem e dissolução de certos minerais, bem como constituir lençóis d'água superficiais ou profundos, cujas águas poderão servir para dar aparecimento a fontes naturais ou mesmo a poços artificiais. A capacidade de infiltração está diretamente ligada à permeabilidade de origem, associada aos solos arenosos, e à adquirida que corresponde às fraturas e às juntas de estratificação. (GUERRA, 1954 *in* GUERRA, 1994).

A retirada da vegetação facilita a erosão e faz com que as águas que fluem sobre o solo se infiltrem nele carregadas de partículas finas (silte e argila), as quais tendem a se depositar entre os poros, diminuindo consideravelmente a capacidade de infiltração. Deve-se ressaltar que a infiltração influencia diretamente as características hidrológicas dos cursos d'água. Alguns rios são perenes enquanto outros são intermitentes ou, até mesmo, efêmeros. A fonte de abastecimento é o fator que mais influencia na variabilidade ou constância do fluxo dos rios. Quando um rio depende basicamente do escoamento superficial, ele tanto pode estar sujeito a grandes cheias, quanto a volumes mínimos de água. Se a bacia apresentar solos permeáveis e uma vegetação mais densa, os rios tenderão a possuir um volume mais constante ao longo do ano, pois o lençol freático será bem abastecido, como acen-tuam SUGUIO & BIGARELLA (1990).

Uma das formas de se avaliar a taxa de infiltração numa porção de solo é através da utilização de um infiltrômetro que pode se constituir em um pedaço de cano de PVC medindo 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro interno. Em campo enterra-se 5 cm do cano no chão, evitando perturbar muito o solo, e coloca-se dentro dele uma régua de 10 cm presa à borda do cano por um prendedor de roupas (HILLS, 1970 *in* GUERRA, 1996).

A operação de medição da taxa de infiltração é feita com o preenchimento do cano com água e marcando o tempo, de preferência com um cronômetro ou relógio que contenha o marcador de segundos. Anota-se na caderneta de campo

os diferentes níveis d'água em 30 segundos, 60 segundos, 90 segundos e 2 minutos. Depois anota-se de minuto em minuto até que o solo esteja saturado e cesse a infiltração.

Este procedimento pode ser efetuado por diversas equipes de alunos em ambientes diferenciados: junto à margem de um rio; no leito maior; no pé da encosta; na vertente onde a declividade for suave e onde for bastante íngreme; noutra de solo nu; em área de cobertura florestal; etc. As taxas de infiltração diferenciadas devem ser tabuladas para que facilite a elaboração de um gráfico onde se visualize, através da variação das formas das curvas, a variabilidade de ambiente mensurado. Com os gráficos prontos cada equipe de alunos deve explicar de que forma ocorreu o procedimento em campo e comparar os seus resultados com os outros.

4.b – Vazão ou descarga de um rio – a vazão de um rio não é medida diretamente, mas sim pela multiplicação da área da seção transversal do canal em uma estação de medição ou em um ponto onde se faça a captação de água para abastecimento, pela velocidade média da corrente. Ou seja, é o volume de água que flui em determinado ponto do canal, em um período de tempo. Para grandes rios a unidade de medida é o metro cúbico por segundo (m^3/s), enquanto que, para pequenos rios, a descarga é medida em litros por segundo (l/s), onde 1.000 l/s equivalem a um m^3 (BLOOM, 1988 e CUNHA, 1995).

Segundo BLOOM (1988) para se fazer uma análise da geometria hidráulica dos canais é necessário que se estabeleça, primeiramente, um estudo das modificações da largura e profundidade dos canais, velocidade das correntes e carga em suspensão em estações de medições selecionadas que mostrem condições de rios com baixo nível de água, em época de seca, e rios preenchendo totalmente seus canais nas épocas de maiores precipitações. Estudos que visem apenas demonstrar, inicialmente, que as variações que ocorrem são significativas podem ser realizados em apenas duas épocas distintas: uma em um mês de estiagem e outra quando, normalmente, ocorrem as maiores médias de precipitações; deve-se ressaltar que tais medidas de vazão servem apenas para demonstrar o quanto a variação sazonal, em função dos períodos de maior ou menor precipitação, é relevante na área de estudo. Esta diferenciação, vai influenciar no volume de água disponível para a população local, principalmente para aquela fração que se abastece das águas superficiais.

Diversos autores como NOVO (1985), BLOOM (1988), CUNHA (1995) e outros, apresentam o cálculo da vazão como o produto da área da seção transversal pela velocidade média, que são representados pela seguinte fórmula:

$$Q = A \times V$$

onde:

Q = vazão

A = área da seção transversal (largura x profundidade média)

V = velocidade

De acordo com essa relação e a partir das velocidades médias dos cursos d'água e das áreas de suas seções transversais calcula-se as taxas de vazão.

Velocidade do curso d'água – pode-se medir a velocidade da água através do uso de flutuadores (bolinhas de *ping-pong* ou laranjas) repetindo-se três vezes este procedimento, de modo a se obter uma média das medidas.

Esta metodologia é recomendada por CUNHA (1996) que comenta que vários experimentos mostraram que a velocidade média dos rios, em uma seção vertical, é 0,85 vezes a velocidade da superfície. Isto se dá devido ao fato de a medida em que a água se aprofunda exerce uma fricção com o leito do canal e o mesmo ocorre ao se aproximar das margens. Sempre que se utilizar de flutuadores para medir a velocidade do curso d'água deve-se considerar este fator pois os flutuadores somente darão a velocidade superficial. Com base no que a referida autora recomenda, realiza-se o cálculo das velocidades médias dos principais cursos d'água.

Topografia das seções transversais dos cursos d'água – realiza-se de modo a se viabilizar os cálculos das vazões nos locais em que se mediu a velocidade da água. Essa etapa é realizada com o auxílio de uma trena e de um metro de pedreiro; com o primeiro mede-se a distância que cada ponto do fundo do canal está da margem do mesmo; com o segundo lê-se a profundidade do mesmo. Estas medidas funcionarão como coordenadas X e Y, respectivamente, que servirão para que se desenhe as seções transversais dos principais cursos d'água, em papel milimetrado, de modo a facilitar o cálculo das áreas de cada uma. De posse dos dados de velocidades e áreas, previamente tabulados, de cada trecho do curso d'água, aplica-se os valores à fórmula do cálculo da vazão. A partir de então discute-se com os alunos as diferenças encontradas em distintas situações, quer em estações do ano diferenciadas ou ao longo do curso d'água.

5 – Elaboração de um *folder* educativo

Como fechamento do trabalho realizado pelos alunos a última tarefa a ser sugerida é a elaboração de um *folder* onde os alunos devem fazer esclarecimentos que conscientizem a comunidade sobre atitudes que ajudem a preservar os Recursos Hídricos de sua cidade ou bairro visando obtenção de uma melhor qualidade de vida para todos.

Entre os principais pontos a compor o *folder* pode-se sugerir os seguintes com relação ao que cada um pode fazer:

- preservar os mananciais;
- não desmatar as margens dos cursos d'água;
- não ir às praias, rios, lagos, etc., com animais. A água e a areia podem transmitir doenças desses animais às pessoas;
- não jogar lixo e outros produtos nos rios, mares, etc.
- quando sobrar material de pintura (principalmente tinta), não jogar fora. Oferecer a quem precisar: amigos, vizinhos, etc.;

- antes de ir à praia certificar-se, pelos jornais, de que ela não está poluída.
- não frequentar praias consideradas impróprias;
- não se banhar em rios e córregos sem ter certeza de que não recebem esgotos;
- não jogar restos de produtos tóxicos em pias, ralos ou no solo, nem os incinerar. Eles acabam atingindo rios, lençóis subterrâneos ou, caso queimados, a própria atmosfera. É o caso de tintas e solventes, limpadores de fornos, bolas de naftalina, polidores de metais, lustradores de móveis, etc.

É importante ressaltar que as mensagens a serem passadas deverão estar adaptadas a cada realidade e os alunos deverão decidir de que forma o *folder* será confeccionado e ilustrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É normalmente tido como certo que conhecemos bem o bairro/cidade em que habitamos. Entretanto, este conhecer é limitado; acostumamos a percorrer o mesmo trajeto, a observar pouco, não percebendo as alterações que vão continuamente ocorrendo no ambiente. É neste sentido que deseja-se que as etapas de trabalho aqui lançadas contribuam para que os professores percebam que o local de aprendizagem do aluno está além da sala de aula. O mundo circunvizinho à escola tem muito a ser observado e explorado e, através da educação ambiental, cria-se uma nova “consciência ambiental” que contagia alunos e a comunidade.

Acredita-se que através das atividades aqui reunidas e sugeridas possa-se auxiliar os professores do ensino básico, de 5ª a 8ª séries, a iniciarem um processo de conscientização dos alunos sobre a responsabilidade de cada um na manutenção dos Recursos Hídricos e na, conseqüente, melhoria da qualidade de vida na comunidade em que vivem.

As mudanças devem começar dentro de cada um, tanto professores como alunos. Uma revisão de nossos hábitos e de nossas reais necessidades pode nos levar a posturas de vida mais sustentáveis. Isto está muito além do que é comum acontecer quando no dia mundial do meio ambiente ou no dia da árvore nos propomos com nossos alunos a plantar árvores nas margens dos rios ou ainda quando implantamos em nossas escolas programas de coleta seletiva do lixo. Não se quer aqui dizer que estas atividades não sejam importantes, mas sim que existem muitos outros trabalhos, como por exemplo os que aqui foram apresentados, que podem ser executados pelos alunos das mais diversas séries de ensino e que devem ter como provável resultado um entendimento melhor do ambiente em que vivem e dos Recursos Hídricos nele existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L., SOARES, G. & PINTO, V. *Oficinas ecológicas. Uma proposta de mudanças*. Petrópolis: Vozes, 1996. 132 p.
- BATALHA, B.L. & PARLATORE, A.C. *Controle da qualidade da água para consumo humano; bases conceituais e operacionais*. São Paulo: CETESB, 1977. 198 p.
- BLOOM, A. Correntes e Canais. In: BLOOM, A. *Superfície da terra*. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. cap. 4, p. 71 – 100.
- BRANCO, S.M. *Água; origem, uso e preservação*. 4ª ed. Coleção Polêmica. São Paulo: Moderna, 1993. 71 p.
- CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da (org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. cap. 5, p. 211-252.
- CUNHA, S.B. da. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S.B. da & GUERRA, A.J.T. (org.). *Geomorfologia; exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. cap. 5, p. 157 – 189.
- DIAS, G.F. *Educação ambiental. Princípios e práticas*. 5ª ed. São Paulo: GAIA, 1998. 400 p.
- DORST, J. *Antes que a natureza morra; por uma ecologia política*. Coord. Mário Guimarães Ferri. Trad. Rita Buongermino. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. cap. 5, p. 141 e 142.
- DRUDE DE LACERDA, L. et al. Falta uma política nacional de águas. *Debate. Ciência Hoje*. São Paulo: SBPC, jun. de 1995. v. 19, no 110, p. 61 – 65.
- FOLHA DE SÃO PAULO. *A Fome*. São Paulo: 01 out. 1995
- FORTES, J. & CUNHA, C. Influência das Águas Continentais Sobre as Regiões Costeiras: enfoque da legislação atual. In: MARQUES, D. da M. (org.). *Qualidade das águas continentais no Mercosul. Anais do I Seminário de Qualidade das Águas Continentais no Mercosul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 1994. p. 25 – 40.
- GUERRA, A. T. Águas Subterrâneas. Educação Ambiental. Águas Correntes. Ciclo de Erosão – Peneplano, 1954. In: GUERRA, A. J. T. (org.). *Coletânea de Textos Geográficos de Antônio Teixeira Guerra*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. cap. 1, p. 19 – 53.
- HIDALGO, P. *Planejamento ambiental participativo em bacias hidrográficas*. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental/UFSC, 1995. (apostilas avulsas)
- INTERNET, 1996. <http://www.WATERWUSER.ORG>. *Water Resources and Future*.
- WWF. *Cuidando do planeta terra; uma estratégia para o futuro da vida*. Gland, Suíça: UICN/União Internacional para conservação da Natureza – PNUMA/Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – WWF/Fundo Mundial para a Natureza, 1991. cap. 15 e 16, p. 148 – 175.
- MAGOSSI, L.R. & BONACELLA, P. H. *Poluição das águas*. 8 ed. Coleção Desafios. São Paulo: Moderna, 1991. 56 p.
- MEYER, M.A. de A. Projeto Pedagógico e educação ambiental. In: *Desenvolvimento e educação ambiental*. Brasília, Ministério da Educação – ME/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP, 1992. p. 94-103.
- MOTA, S. *Preservação e conservação dos recursos hídricos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1995. 200 p.
- MUNHOZ, T. Conservação e educação ambiental. In: *Desenvolvimento e educação ambiental*. Brasília, Ministério da Educação – ME/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas

Educacionais – INEP, 1992. p. 43-48.

NOVO, E.M.L. Métodos de Análise da Morfodinâmica Fluvial: uma Comparação Entre os Métodos de Análise Fluviométrica e Métodos de Análise Multitemporal de Sensoriamento Remoto. *Revista Brasileira de Geociências*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, setembro de 1985. v. 15, nº 3, p. 207 – 212.

ROCHA, J.S.M. da. *Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas*. 2ª ed. Santa Maria/RS: UFSM, 1991. p. 74 – 105.

SAUNDERS, R. J. & WARFORD, J. J. *Abastecimento de água em pequenas comunidades; aspectos econômicos e políticos em países em desenvolvimento* Trad. Vera Lúcia M. Chama. Rio de Janeiro: ABES/CODEVASF, 1983. 251 p.

SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. *Ambientes fluviais*. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, Editora da UFPR, 1990. 183 p.

LEITURAS COMPLEMENTARES

1 – A bíblia da Ecologia

“– Quando o mundo se deu conta de seus problemas ambientais? Quando os homens despertaram para a necessidade de preservação?”

Talvez nenhum momento tenha sido tão importante para semear tal consciência quanto o lançamento de *Primavera Silenciosa*, da bióloga/jornalista norte-americana Rachel Louise Carson. Numa América pós-guerra deslumbrada com os poderes da ciência e da indústria, o livro soou como um primeiro e assustador alerta acerca da convivência crescente e perigosa dos seres com os produtos químicos. Advertia a respeito da urgência de um controle sobre o uso de pesticidas – especialmente o DDT, mortal para peixes e pássaros. Em outubro de 1962, semanas depois de ser lançado, *Primavera Silenciosa* já provocava as mais diversas opiniões. Até o final daquele ano, 4 milhões de cópias seriam vendidas. Mesmo políticos conservadores reconheceram que o livro mudaria o curso da História. Na esteira da polêmica, os anos seguintes anunciaram várias leis ambientais pioneiras como a proibição do DDT e um acordo mundial contra produtos destruidores da camada de ozônio. Medidas que ainda tentam evitar a chegada do dramático futuro previsto por Rachel Carson – um mundo de primaveras sem o canto dos pássaros.” (Os Caminhos da Terra, ano 8, nº 10, edição 90, outubro de 1999).

2 – Texto do Chefe Seattle para o presidente dos EUA (1854)

“...Essa água brilhante que escorre nos riachos e rios não é apenas água, mas o sangue de nossos antepassados. Se lhe vendermos a terra, vocês devem lembrar-se que ela é sagrada, e devem ensinar a suas crianças que ela é sagrada

que cada reflexo nas águas límpidas dos lagos fala de acontecimentos e lembranças da vida do meu povo. O murmúrio das águas é a voz dos meus ancestrais. Os rios são nossos irmãos, saciam nossa sede. Os rios carregam nossas canoas e alimentam nossas crianças. Se lhe vendermos nossa terra, vocês devem lembrar e ensinar a seus filhos que os rios são como nossos irmãos e seus também. E, portanto, vocês devem dar aos rios a bondade que dedicariam a qualquer irmão....”

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- BRÜGER, P. *Educação ou adestramento ambiental*. Ilha de Santa Catarina, Letras Contemporâneas educação ambiental, 1994. 142 p.
- BRÜGER, P. Visões estreitas na educação ambiental. *Ciência Hoje*. São Paulo, Sociedade Brasileira Para O Progresso da Ciência – SBPC, agosto de 1998. vol. 24, nº 141, p. 62 – 65.
- MIZUGUCHI, Y., ALMEIDA, J.R. de & PEREIRA, L.A. *Introdução à ecologia*. São Paulo: Moderna, 1982. 215 p.
- TANNER, R.T. *Educação ambiental*. São Paulo: Summus/Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 1978. 158 p.
- TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e meio ambiente*. 3 ed. Rio Claro: Graff Set, 1989. 258 p.

*Doutoranda em Geografia – Utilização e Conservação dos Recursos Naturais na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Mestre em Geografia – Utilização e Conservação dos Recursos Naturais pela Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC – e-mail: hpossas@cfh.ufsc.br

²CLUBE DE ROMA – grupo de trinta especialistas de várias especialidades, liderados pelo industrial Arillio Peccei, que reuniram-se em Roma para discutir a crise, de então, e o futuro da humanidade. Em 1972 lança o relatório The Limits of Growth alertando sobre o crescente consumo mundial e um possível colapso.

Agradecimento especial ao Msc. Cleto Batista Barbosa pela revisão e sugestões fornecidas.