

## **MESA-REDONDA 1**

### **DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E TRATAMENTO DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

#### **DETECÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Braga, A.C.O.

Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas,  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Rio Claro-SP  
acobraga@rc.unesp.br

Um dos graves problemas ambientais, diz respeito à contaminação das águas subterrâneas, a qual pode atingir os aquíferos, comprometendo a utilização dessas águas. Algumas das principais fontes potencialmente contaminadoras das águas subterrâneas são: postos de combustíveis, cemitérios, indústrias, aterros, esgotos, etc.. Os solos, envolvendo a zona não saturada, normalmente apresentam certa capacidade de atenuar e depurar a maior parte dos resíduos, contudo dependendo da relação intensidade da carga contaminante e suas condutividades hidráulicas, podem tornar os aquíferos livres altamente vulneráveis à contaminação. Essa contaminação é, na maioria das vezes, persistente, e a sua recuperação normalmente muito lenta e difícil, demandando um elevado dispêndio de recursos financeiros e humanos, muitas vezes não atingindo os resultados esperados. Na detecção da contaminação das águas subterrâneas, pode-se destacar como investigações básicas, a determinação das informações sobre a: (1) profundidade do nível d'água; (2) elaboração do mapa potenciométrico; e, (3) caracterização da geologia. A partir desses estudos, pode-se identificar e delimitar eventuais plumas de contaminação, tanto na zona não saturada como na zona saturada. Para o desenvolvimento dessas investigações, utiliza-se de técnicas de investigações diretas (furos de sondagem) e principalmente técnicas geofísicas de investigação, as quais são indiretas e invasivas, não interferindo fisicamente com o meio geológico. Como principal metodologia geofísica, destaca-se o método da eletrorresistividade, desenvolvido a partir das técnicas de investigação da sondagem elétrica vertical e caminhamento elétrico. Essas técnicas apresentam excelente relação custo/benefício, quando comparadas com os furos de sondagens, os quais podem ser mais bem programados em função dos resultados iniciais da geofísica. Essa metodologia geofísica além de detectar e delimitar plumas de contaminação no meio geológico pode estimar o grau de vulnerabilidade de aquíferos, auxiliando estudos ambientais em uma fase preliminar de avaliação.

#### **BIOMARCADORES EM PEIXES E SUA APLICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: MORFOLOGIA DE BRÂNQUIAS**

Fontanetti, C.S.

Departamento de Biologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Rio Claro-SP  
fontanet@rc.unesp.br

As brânquias constituem o local das trocas gasosas e iônicas dos peixes, sendo o principal alvo dos poluentes, uma vez que apresentam uma extensa área de contato e uma distância reduzida entre os meios interno e externo. São constituídas por filamento primário e lamela

secundária; as lamelas são formadas por células pilares e respiratórias, além dos eritrócitos que percorrem o seu interior constantemente.

A análise da morfologia de brânquias de peixes expostos a diferentes contaminantes tem contribuído para uma avaliação eficaz de diversos recursos hídricos, independentemente do tipo e da quantidade de contaminantes neles presentes. Para uma padronização de avaliação da extensão das alterações encontradas nas brânquias, Bennett et al. (1999) propuseram um protocolo baseado em dois fatores: (1) a extensão da alteração patológica é medida com “valores”; (2) a importância patológica desta alteração é definida como um “fator de importância”, resultando num índice para cada alteração. As patologias são avaliadas e classificadas dentro de cinco padrões de reação: (1) **Padrão de reação 1: distúrbios circulatórios** (hemorragia, aneurisma, edema intercelular); (2) **Padrão de reação 2: alterações regressivas** (alterações que causam uma redução funcional ou perda do órgão, incluem-se: **alterações estruturais**: fusão lamelar, desprendimento do epitélio respiratório; **alterações no plasma; depósitos; alterações nucleares; atrofia; necrose**); (3) **Padrão de reação 3: alterações progressivas** (processos que levam a um aumento na atividade de células ou do tecido; lesões típicas são: **hipertrofia; hiperplasia**); (4) **Padrão de reação 4: inflamação** (frequentemente associadas com outros padrões de reação (ex: edema). Este termo é usado em casos específicos: exudados e infiltração); (5) **Padrão de alteração 5: tumores (neoplasia)**.

Dois exemplos da aplicabilidade deste tipo de análise foram conduzidos em nosso laboratório, com excelentes resultados: (1) **Análise de brânquias em peixes criados em água poluída tratada por flotação**: a análise ultramorfológica deste material evidenciou alterações na espessura do filamento branquial, aumento na produção de muco, junção lamelar e perda de microsulcos na superfície das células pavimentosas. A análise histoquímica demonstrou que o aumento no muco é devido ao aumento no número de células mucosas. A análise histológica evidenciou alterações progressivas e regressivas nas brânquias dos peixes (hiperplasia lamelar, fusão lamelar, desprendimento do epitélio respiratório). Concluiu-se que apesar dos peixes sobreviverem nas águas, as alterações observadas sugerem prejuízo nas funções branquiais. Isso evidencia que o método utilizado no tratamento não elimina totalmente os contaminantes da água. (2) **Análise das águas do rio Guaecá após um vazamento de petróleo**: neste acidente (2004) houve contaminação no sub-solo, no aquífero freático e, posteriormente, vários pontos de afloramento no rio Guaecá, com grande acúmulo de petróleo no solo e na água. Doze meses depois do acidente, ainda ocorriam pontos de afloramento ao longo do rio. Na análise dos peixes expostos a água coletada na nascente do rio foram observadas alterações regressivas, progressivas e inflamação, enquanto nos peixes expostos a água coletada na foz do rio, foram verificadas alterações regressivas. Pelas alterações observadas conclui-se que as águas da nascente foram mais comprometidas que as da foz, e que mesmo decorrido longo tempo após o acidente, os agentes toxicantes ainda estão presentes na água.

## **APLICAÇÃO DO PROCESSO FOTOELETROQUÍMICO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES**

Moraes, P.B.

Laboratório de Tratamento de Efluentes, Departamento de Tecnologia em Saneamento Ambiental, CESET/UNICAMP, Limeira-SP

peterson@ceset.unicamp.br

Microrganismos patogênicos se tornaram motivo de preocupação principalmente depois que foi estabelecida uma relação entre doenças e a presença destes seres em água de abastecimento. Desde então, ao longo dos anos, diversos métodos têm sido concebidos e aplicados para promover a oxidação e desinfecção de águas de abastecimento e residuárias, sendo que, na maioria das vezes, a utilização destes métodos gera lodo e/ou subprodutos potencialmente tóxicos. Por isso, há crescente interesse por métodos que não gerem subprodutos, tais como os processos eletrolítico e fotoquímico. O processo eletrolítico emprega eletrodos ligados a um potencial elétrico, enquanto que o processo fotoquímico utiliza radiação ultravioleta. Ambos os processos são capazes de promover a oxidação e desinfecção de águas através da geração de radicais oxidantes, sendo eficientes para inativar patógenos resistentes (ex. *Giardia* e *Cryptosporidium*) a métodos convencionais, tais como a cloração. Em relação às vantagens oferecidas pelo processo eletrolítico, tem-se a compatibilidade ambiental (já que o reagente principal é o elétron), a sua facilidade de automação e a sua versatilidade (dimensões reduzidas, baixos tempos de retenção, possibilidade de tratamento de volumes variáveis e diferentes tipos de efluente). O tratamento fotoquímico, por sua vez, é um processo rápido, compacto, de relativo baixo custo, de fácil manutenção e já utilizado em diversos setores industriais, como indústrias farmacêuticas, de bebidas, de tintas, entre outras. Levando em consideração o grau de complexidade e recalcitrância de muitas águas e efluentes e objetivando obter processos mais eficazes ou viáveis, pesquisadores têm desenvolvido associações entre diferentes tipos de tratamento, tais como entre os processos eletrolítico e fotoquímico (Moraes & Bertazzoli, 2005). Esta combinação, chamada fotocatalise, resulta em efeito sinérgico que potencializa o tratamento, devido à diminuição da taxa de recombinação de elétrons. A fotocatalise vem sendo pesquisada por muitos grupos de pesquisa há vários anos; entretanto, na grande maioria dos trabalhos, utiliza-se fotocatalisadores, tais como o  $\text{TiO}_2$  adicionados à solução a ser tratada, gerando o inconveniente da necessidade de separação após o tratamento. Uma forma de contornar esta questão é utilizando eletrodos nos quais já está contido o  $\text{TiO}_2$ , tal como o eletrodo de titânio recoberto com óxidos de  $70\% \text{TiO}_2/30\% \text{RuO}_2$ , conhecido como ADE (anodo dimensionalmente estável). Este tipo de eletrodo possui a característica de possuir elevada resistência mecânica e alta estabilidade física e química numa ampla faixa de pH, além de ser comercialmente disponível. Assim, quando este tipo de eletrodo é iluminado por radiação UV, principalmente originada a partir de lâmpadas de média ou alta pressão de vapor de mercúrio, ocorrem reações capazes de oxidar uma grande gama de compostos orgânicos recalcitrantes e promover a desinfecção de patógenos, com a vantagem de ser uma forma de tratamento “limpa”, compacta e eficiente.