

# COMPORTAMENTO DE ÍONS METÁLICOS EM AQUÍFEROS – ESTUDOS EXPERIMENTAIS

Daniela da Conceição Gamito<sup>1</sup>, Raphael Hypolito<sup>2</sup>, Marisa Santiago Pugas<sup>3</sup>

## RESUMO

Apenas 2% das reservas hídricas do planeta são de água doce dos quais 97% encontram-se no subsolo na forma de água subterrânea. Estas, por sua vez, ao contrário das águas superficiais, possuem grandes períodos de residência e, uma vez contaminadas, exigem longos períodos para que ocorra sua auto descontaminação. Assim, passa a ser de grande interesse o conhecimento da dinâmica da água desde sua infiltração na superfície do solo, aos diferentes compartimentos do aquífero - Zona Saturada, Franja Capilar e Zona Não Saturada. O comportamento da água e seus constituintes em solução, aqui representados pelos íons sódio, potássio e cobre, está sendo estudado em tubos de acrílico, com base fechada, preenchidos com materiais de várias naturezas como esferas de vidro, areia, argilomineral e solo. Os resultados indicarão a distribuição iônica nos “aquíferos” e permitirão que se determinem a ordem de migração e de estabilidade em função das propriedades dos íons como: carga, raio iônico, potencial iônico etc. O comportamento iônico dos experimentos nortearão novos caminhos e melhorias das técnicas de remediação.

## ABSTRACT

In the last years the scarcity of freshwater in the world has become one of the greatest threats to the economic and social development around the globe. This work using acrylic columns filled with different natural and artificial materials, through six groups of experiments, will allow better understanding of the dynamics of water since their infiltration into the soil surface, until the different compartments of an aquifer: Saturated Zone, Capillary Fringe and Unsaturated Zone. The tests shall be carried out in transparent containers and small size, with ionic movement will occur in a single direction, the vertical. To establish the experimental parameters will be tested various techniques that can reproduce the phenomena of mobilising water in soil. The results will indicate paths to more rational and efficient use especially in remediation processes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Íons de metais pesados, água subterrânea, aquífero.

---

<sup>1</sup> Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562 – São Paulo/SP. (11) 3091-4145, [daniela.gamito@usp.br](mailto:daniela.gamito@usp.br).

<sup>2</sup> Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562 – São Paulo/SP. (11) 3091-4145, [rhyppo@igc.usp.br](mailto:rhyppo@igc.usp.br).

<sup>3</sup> Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo – São Paulo/SP. (11)3091-4145, [mstpugas@usp.br](mailto:mstpugas@usp.br)

## 1-INTRODUÇÃO

No Brasil a água subterrânea tem papel importante no abastecimento público podendo-se destacar inúmeros municípios localizados no oeste paulista localizados sobre o Aquífero Bauru e na porção aflorante do Aquífero Guarani.

As águas dos aquíferos do Estado de São Paulo têm, de forma geral, boa qualidade, atendendo aos padrões de potabilidade e, portanto, adequadas ao consumo humano, contudo, as ocorrências de contaminação por substâncias de origem natural ou antrópica, mesmo que pontuais, devem ser controladas para não comprometerem as reservas subterrâneas dos aquíferos (Iritani, 2008).

A maioria dos danos oriundos de passivos ambientais resulta na poluição do subsolo e do consequente dano a água subterrânea. Por essa razão é de extrema importância o conhecimento dos possíveis efeitos de poluentes na água subterrânea/solo e dos seus mecanismos de transporte (Schiantz,1999).

A infiltração de contaminantes no solo pode ocorrer de inúmeras maneiras, de forma acidental como vazamentos de oleodutos vazamentos de gasolina etc. e intencional como se observa nos descartes/despejos de resíduos. Junto aos diferentes tipos de contaminação ambiental frequentemente são associados termos como elementos-traço e íons de metais pesados que, em suas várias formas iônicas, podem representar o papel de poluentes das águas subterrâneas.

O estudo do comportamento dos íons metálicos no solo é imprescindível, para que sejam entendidas suas propriedades de mobilidade e fixação nos aquíferos e assim se tenham facilitados especialmente técnicas de remediação.

No solo os íons metálicos encontram-se tomando parte de estruturas cristalinas dos minerais, adsorvidos às partículas coloidais e nas soluções intersticiais. Desta forma sua disponibilidade é função das condições químicas e físico-químicas reinantes no meio, bem como de outras características como as mineralógicas, texturais, pH, CTC, granulometria etc.

Neste trabalho a escolha do estudo do comportamento dos íons sódio e potássio foi feita por estes fazerem parte do grupo catiônico de maior concentração nas águas naturais e por serem constituintes maiores, da composição mineralógica dos mais comuns minerais da crosta terrestres, os feldspatos.

O íon cobre (II), foi escolhido para estudos devido ao fato de seus compostos apresentarem vasto campo de aplicação, utilizado como catalisador, agente dessulfurizante, como branqueador na indústria petrolífera, mordente na indústria têxtil, agente oxidante em corantes e fungicidas, pintura de cascos de navios, em baterias, eletrodos etc.

## **2-MATERIAIS E MÉTODOS**

No solo, graças a fenômenos advectivos, de difusão e de sorção a mobilidade iônica ocorre em todas as direções. Neste trabalho esses fatores serão atenuados utilizando tubos de acrílico em que os sistemas solo/água/íons terão movimentação iônica praticamente em uma única direção: a vertical, pela ação da gravidade. Os tubos serão fechados em suas bases.

Para se definirem os parâmetros experimentais estão sendo testadas várias técnicas que possam reproduzir os fenômenos de movimentação de água no solo e que, ao mesmo tempo, permitam distinguir nitidamente as alturas da Zona Não Saturada, Franja Capilar, Região Saturada por Capilaridade, Nível Freático e Zona Saturada.

Preenchendo os tubos, serão utilizadas esferas de vidro (esferas com 98% de SiO<sub>2</sub>) areia quartzosa e, representando os argilominerais, será utilizada caulinita praticamente pura. Será utilizado também solo representativo do Estado de São Paulo (latossolo/argissolo), cujas extrações iônicas serão comparados com amostras de terrenos impactados por íons de metais pesados.

Serão utilizados conjuntos de colunas de acrílico e em cada grupo de experiências será montada uma coluna que será tomada como referência (branco).

Os testes serão efetuados colocando ora pela parte superior ora pela base da coluna soluções de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cu<sup>2+</sup> em quantidades equivalentes (equimolares) sendo soluções percoladas individualmente, aos pares e em mistura das três.

Os dados obtidos serão projetados graficamente de concentração em função da localização da amostra no topo, meio e base das colunas.

Serão estabelecidas também, nas diferentes colunas, correlações entre parâmetros como concentração, condutividade elétrica, pH etc.

Os íons presentes nas soluções intersticiais obtidas por extrações com água e extrações totais com soluções nítricas (Hypolito et al., 2011) serão determinados quantitativamente.

Os teores iônicos serão projetados graficamente em função das diferentes zonas do aquífero e os resultados experimentais serão comparados aos encontrados nos solos naturais.

## **3-MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS**

Para obter uma distribuição granular uniforme ocupando todos os espaços do tubo os materiais utilizados como substrato serão lenta e gradativamente assentadas nas colunas através de funil/tubo de plástico.

Após acrescentar ao sistema cada uma das fases líquidas será necessário que os equilíbrios sejam restabelecidos e uma vez as alturas das soluções (Nível Freático e Franja Capilar) estando

constantes, as colunas serão congeladas. Elas serão, a seguir, serradas separando-se três fatias, correspondentes às três zonas do aquífero. Serão efetuadas extrações iônicas intersticiais (H<sub>2</sub>O) e totais (HNO<sub>3</sub>) e as amostras serão destinadas às análises químicas.

#### **4-CONCLUSÕES**

Os resultados dos testes até agora realizados mostraram-se bastante promissores e certamente permitirão que se definam parâmetros físico-químicos importantes como velocidade de migração iônica, sequência de sorção (absorção e adsorção) e distribuição iônica em aquíferos. Assim, os resultados permitirão também que se conheçam a sequência de migração, a estabilidade iônica em relação aos diferentes compartimentos de um aquífero em função de propriedades como raio iônico, carga, potencial iônico, força iônica etc. Os dados contribuirão para melhor rendimento nos processos de remediação e aperfeiçoamento de suas técnicas.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLOWAY, B. J., 1995. Heavy metals in soils. Blackie Academic & Professional. 368 p.

HYPOLITO, R.; ANDRADE, S.; EZAKI, S. 2011. Geoquímica da Interação Água/Rocha/Solo – Estudos preliminares. 1 ed. São Paulo. All Print Editora. v 01. 450 p.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. 2009. Cadernos de Educação Ambiental. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA 2a Edição. p. 104.

MANOEL FILHO, J. 2008. Hidrogeologia – conceitos e aplicações – Coord. Feitosa, F.A.C. e Manoel Filho, J. CPRM (Serviço Geológico do Brasil), LABHID.

SCHIANTZ, B. 1999. Passivos Ambientais: Levantamento Histórico, avaliação da periculosidade, ações de recuperação. Curitiba. SENAI. 200 p

THORNTON, I. 1995. Metals in the global environment. Ottawa: Int. Council; 1a edição. 53 p.