

Estudo do Parâmetro Solo nos Métodos de Determinação de Vulnerabilidade à Contaminação de Aquíferos usando Colunas de Solos⁽¹⁾.

Mariana Ferreira Carriconde-Azevedo⁽²⁾; Jérémie Garnier⁽³⁾; José Eloi Guimarães Campos⁽³⁾; Luciano Soares da Cunha⁽³⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do CNPq e da Universidade de Brasília.

⁽²⁾Estudante de pós-graduação; Universidade de Brasília; Brasília, DF; maricarriconde@yahoo.com.br.

⁽³⁾Professor; Universidade de Brasília; Brasília, DF.

RESUMO: A determinação de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos pelo método DRASTIC, utiliza o solo como parâmetro dando ênfase na textura e no conteúdo de matéria orgânica. Para mostrar que este parâmetro é empregado de forma inadequada para solos de regiões tropicais e hierarquizar os solos quanto a sua capacidade de retenção de contaminantes utilizou-se análises de percolados de colunas de solos contaminados com cobre. As análises das soluções de lixiviação foram realizadas por espectrometria de absorção atômica de chama. Os resultados mostram que apenas o uso de textura e matéria orgânica dos solos não é suficiente para se determinar a vulnerabilidade à contaminação de um aquífero. Foram utilizados quatro tipos de solos comuns da região centro-oeste brasileiro, sendo que, os solos estudados apresentaram o seguinte comportamento: Nitossolo Vermelho eutrófico proporciona maior potencial de retenção, o Argissolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo apresentam elevado poder de retenção, enquanto o Cambissolo Háplico distrófico apresenta o menor potencial de atenuação de cargas contaminantes (principalmente metais).

Termos de indexação: DRASTIC, cobre, lixiviação.

INTRODUÇÃO

O solo é reconhecidamente o principal elemento na proteção da contaminação dos aquíferos, uma vez que a zona não saturada da maioria dos sistemas é desenvolvida nas coberturas de regolitos. Esta zona do aquífero é onde as funções filtro e reguladora são desempenhadas. A atenuação das cargas contaminantes ocorre de forma mais importante em solos de textura argilosa, estruturados, ricos em argilominerais de estrutura 2:1 e com maior conteúdo de matéria orgânica.

Dentre os diferentes métodos para determinação de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos destacam-se: DRASTIC (Aller et al. 1987), GOD (Foster & Hirata 1988), AVI (Van Stempvoort et al. 1993) e SINTACS (Civita 1994), dentre outros, sendo que o DRASTIC é um mais populares.

Os modelos de determinação de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos apresentam como parâmetros os solos e suas principais feições como espessura, presença de matéria orgânica e textura. Porém estes modelos foram desenvolvidos em regiões de solos de clima temperado, em que a pedogênese não resulta na formação de estruturas nas coberturas, além de apresentarem menor espessura que em regiões de climas tropicais. Dentre outras diferenças entre estes tipos de solos destacam-se: maior atividade orgânica, maior atividade hídrica, menor conteúdo de matéria orgânica e menor teor em argilominerais.

O objetivo principal desse trabalho é mostrar como o parâmetro solo é empregado de forma inadequada para a determinação da vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos para os casos com coberturas de solos estruturados de climas tropicais. Além deste objetivo, pretende-se hierarquizar alguns dos solos mais comuns da região Distrito Federal quanto ao seu potencial de atenuação de cargas contaminantes, tendo sido escolhidos para esta aplicação os seguintes solos: Argissolo Vermelho eutrófico, Cambissolo Háplico distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Nitossolo Vermelho distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram coletados na porção Norte do Distrito Federal. Para a realização da amostragem levou-se em conta o período da seca a fim de possibilitar melhor manuseio e comparação entre os solos.

Caracterização dos solos

A classificação do solo foi feita pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 2006) e sua caracterização textural foi feita segundo Resende et al. (1999).

Coluna de solos

Após a escolha dos perfis realizou-se a limpeza do talude pra retirar porções mais intemperizadas com espessura de 80 cm por perfil.

As colunas foram confeccionadas com tubos de PVC com 100 mm de diâmetro e aproximadamente 75 cm comprimento. Na porção inferior de cada coluna foram instaladas reduções para diâmetro de 50 mm e instalada tela de nylon reforçada para permitir a saída da solução percolada garantindo a manutenção do solo na coluna e a retenção de potenciais colóides.

Para causar a menor deformação no material, a coluna foi montada mantendo a ordem original dos horizontes e com adensamento realizado por repetidos impactos para tentar reproduzir da melhor forma possível a porosidade original sem destruir as estruturas dos solos.

As colunas foram dispostas em ambiente coberto para se ter maior controle dos volumes utilizados nos ensaios de percolação e limitar a evaporação. As colunas foram armazenadas penduradas com sua base a cerca de 20 cm acima do solo, de forma a possibilitar a amostragem do percolado.

Ensaio de percolação

Inicialmente foi utilizada uma solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ para simulação de uma carga poluente de 43.000 mg/l de concentração. A mesma solução foi aplicada em todas as colunas e em mesmo volume.

Em seguida foi feita uma simulação da precipitação histórica (**Figura 1**) na região dos meses de dezembro a março sendo a água distribuída de forma regular nas colunas tomando-se o cuidado para que a irrigação fosse feita na porção central da coluna para se evitar a infiltração direta e as circulações preferenciais a partir das paredes internas dos tubos de PVC.

As soluções percoladas foram coletadas semanalmente a partir do início do seu gotejamento.

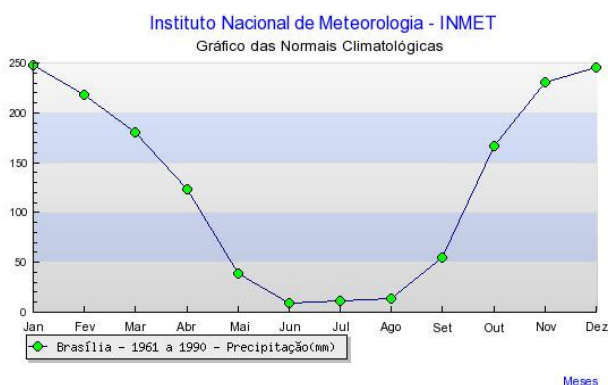


Figura 1 – Média histórica de precipitação do Distrito Federal obtida pelo INMET.

Análises

A mineralogia dos solos foi determinada pelo método da difratometria de raios-x sobre pó descrito por Campos et al. (2008). As soluções de percolados de cada coluna de solo foram analisadas pelo método da espectrometria de absorção atômica em chama. As experimentações sobre colunas estão em andamento e para este resumo são apresentadas seis amostras de percolado para cada tipo de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização geral dos solos

O Argissolo Vermelho eutrófico tem em geral textura muito argilosa, estrutura granular pequena, pedregosidade e alta cerosidade no horizonte B. Composto por quartzo, caulinita e illita.

O Cambissolo Háplico distrófico apresenta textura muito argilosa, estrutura granular, pequena presença de pedregosidade representada por grãos de quartzo, além de mosqueamento muito restrito no horizonte B. Composto por quartzo, caulinita, illita e em menor quantidade, goethita.

Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico apresenta predominância de textura franco-argilo-arenosa, estrutura grumosa, granular média e em bloco menos comum. Composto por quartzo, caulinita e em menor proporção, gibbsita e vermiculita.

O Nitossolo Vermelho distrófico tem textura muito argilosa, estrutura granular, translocação de argilas ao longo do perfil, cerosidade incipiente, além de indícios de gradiente textural. Composto por quartzo, caulinita e illita.

A mineralogia dessas quatro classes de solos é similar, dominada por quartzo, caulinita e illita. Por consequência, seguindo o modelo DRASTIC, o parâmetro que deveria controlar a retenção do Cu^{2+} nestes experimentos é a textura.

Experimentos de lixiviação em colunas

A partir das análises em absorção atômica obtidas até o momento, foi possível acompanhar a lixiviação sequencial do metal da carga contaminante nos quatros solos (**Figura 2**).

A curva do argissolo mostra uma tendência a um pequeno acréscimo de concentração, tendo seu pico em 0,21 ppm, seguido por um decréscimo indicando uma retenção constante. Os valores apresentados nesta curva são bastante pequenos indicando que há uma grande atenuação do cobre por parte deste solo podendo ser relacionada tanto à textura como às estruturas granular e grumosa

presentes neste solo.

Os primeiros resultados mostram que o comportamento do cambissolo é bastante diferente com concentrações muito maiores, iniciando de forma crescente com pico em 3420 ppm e decrescendo posteriormente. O transporte do Cu^{2+} pela lixiviação indica que há pouquíssima retenção neste solo, podendo ser explicada pela macroporosidade, gerada pela pedregosidade, que cria um plano preferencial para percolação do contaminante em solução. Este resultado também mostra que mesmo com textura muito argilosa não há diminuição do potencial de poluição como esperado pela aplicação do modelo DRASTIC.

A solução percolada pela coluna de nitossolo apresenta caráter decrescente iniciando com valores de concentração inferiores a 0,15 ppm. Essas baixas concentrações indicam que o nitossolo é um ótimo retentor de metais como o Cu^{2+} . A grande estruturação desse solo pode justificar esse alto poder de retenção de metais.

decrece no final. Esses resultados indicam que o Cu^{2+} é retido de forma muito eficiente nesse tipo de solo.

As avaliações dos resultados preliminares indicam que apesar de pobres em matéria orgânica, de ausência de argilominerais de estrutura 2:1 e da textura mais arenosa, os latossolos apresentam elevado potencial de atenuar cargas contaminantes. Uma possível explicação para este dado seria o aprisionamento do cátion na microporosidade existente no interior da estrutura grumosa (bastante comum no perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo estudado).

Este resultado mostra que estas coberturas têm potencial para controle da susceptibilidade de contaminação dos aquíferos, pela sua retenção a partir da estruturação presente na zona não saturada dos aquíferos. Esses primeiros resultados mostram também que a textura não é o único fator determinante. Três dos solos apresentam a mesma textura (muito argilosa), praticamente a mesma composição mineralógica e o comportamento do Cu^{2+} mostra-se bastante variável quanto às concentrações.

CONCLUSÕES

Esses primeiros resultados sugerem que a coluna de solo é bastante eficiente para a realização de estudos com cargas contaminantes e a comparação da percolação em diferentes tipos de solo.

Os solos com maior capacidade de retenção do Cu^{2+} em ordem decrescente são o Nitossolo Vermelho distrófico, o Argissolo Vermelho eutrófico e o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico cujos percolados apresentam valores de concentração inferiores a 0,25 ppm. Já o cambissolo apresenta o pior perfil com relação à capacidade de retenção.

Finalmente, o comportamento do latossolo nessa experimentação não está em acordo com previsão do modelo DRASTIC, e mostra mais uma vez o interesse de conduzir esse tipo de estudo para adaptar esses modelos ao contexto dos solos tropicais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos técnicos Myller de Souza Tonhá e Fernando Souza Cavalcante do Laboratório de Geoquímica do IG/UnB pelo auxílio com as análises.

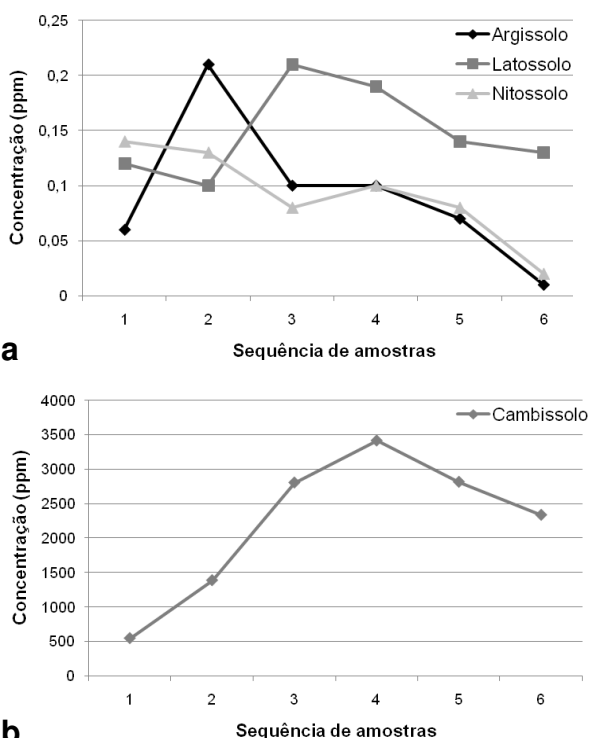


Figura 2 – Comparação entre os diferentes solos quanto à concentração de seus percolados. a) Percolados que apresentam valores muito pequenos; b) Percolados que apresentam concentrações acima de 500 ppm.

O latossolo inicia com um mínimo decréscimo, em seguida cresce até o pico de 0,21 ppm e



REFERÊNCIAS

- ALLER, L.; BENNETT, T.; LEHR, J. H.; et al. DRASTIC: a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. Washington: U.S. EPA Report 600/2-85/018, 1987. 622p.
- CAMPOS, P. M.; LACERDA, M. P. C.; PAPA, R. de A.; et al. Difractometria de raios-x aplicada na identificação de gibbsita e caulinita em latossolos do Distrito Federal. In: Simpósio Nacional Cerrado, IX. Brasília, 2008. p.1-7.
- CIVITA M. Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: Teoria e pratica. Bologna: Pitagora, 1994. 325p.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FOSTER, S.S.D. & HIRATA, R.C.A. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. Lima: WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, 1988. 81p.
- INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em 05 dez. 2012.
- RESENDE, M.; CURI, C.; REZENDE, S. B. de; et al. Pedologia: base para distinção de ambientes. 3.ed. Viçosa: NEPUT, 1999. 338p.
- VAN STEMPVOORT, D.; EWERT, L; WASSENAAR, L. Aquifer Vulnerability Index (AVI): a GIS compatible method for groundwater vulnerability mapping. Canadian Water Resource Journal, 18:25-37, 1993.