

AVALIAÇÃO DA ATENUAÇÃO VIRAL EM UM LATOSSOLO VERMELHO

Margarita Nuche Gálvez¹; Juliana Gardenalli de Freitas²; Cristina Rossi Nakayama³;
Raymond Flynn⁴.

Resumo

A contaminação por vírus pode ser uma ameaça a qualidade das águas subterrâneas, mas podem ser atenuados significativamente pelos processos de adsorção e inativação viral em aquíferos. Esse trabalho busca avaliar esses mecanismos no transporte do bacteriófago Φ X174 através do Latossolo Vermelho, de grande ocorrência no Brasil. Foi efetuado um experimento de laboratório, onde um pulso de bacteriófagos suspensos em água foi injetado em coluna preenchida com solo. Os fagos adsorvidos, mas ainda virulentos, foram posteriormente removidos com uma solução desorvente. Os resultados sugeriram uma forte atenuação viral durante transporte no solo, coerente com o esperado considerando as características do solo. Assim, a presença de LV pode indicar áreas com maior proteção microbiológica.

Abstract

Virus contamination can threaten groundwater quality, however it can be significantly attenuated by adsorption and inactivation processes in aquifer systems. This work aimed to assess these mechanisms during the transport of bacteriophage Φ X174 through an Oxisol, common in Brazil. A laboratory experiment was conducted, where a pulse of bacteriophages suspended in water was injected into soil columns. The adsorbed phage, but still virulent, were subsequently removed with a desorbent solution. The results suggested a strong viral attenuation during transport through the soil, consistent with expectations based on soil properties. Thus, Oxisol can provide higher protection against microbial contaminants.

Palavras chave: Atenuação, Latossolo Vermelho, Vírus, Φ X174, Brometo.

¹ Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Rua São Nicolau 210, Diadema/SP, Brasil. (11) 3319 3584. marga515@hotmail.com.

² Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Rua São Nicolau 210, Diadema/SP, Brasil. (11) 3319 3584. jgfreitas@unifesp.br.

³ Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Rua São Nicolau 210, Diadema/SP, Brasil. (11) 3319 3574. crnakayama@unifesp.br.

⁴ Queen's University. David Keir Building, Stranmillis Road, Belfast, UK. r.flynn@qub.ac.uk.

1. Introdução

A contaminação das águas subterrâneas por vírus pode constituir uma importante ameaça à saúde pública. A adsorção e inativação viral são os principais mecanismos responsáveis pela atenuação de vírus nos aquíferos, em relação a um traçador não reativo de tamanho similar [1]. A adsorção é o processo pelo qual os vírus ficam aderidos nas superfícies dos materiais que formam os aquíferos, a qual pode ser reversível ou irreversível [2]. A inativação é o mecanismo pelo qual as partículas virais perdem a sua capacidade de infecção, e isso pode acontecer quando elas estão em suspensão na fase aquosa, ou adsorvidas à superfície [3]. Esses dois fenômenos podem desempenhar um papel importante na determinação da capacidade de desinfecção dos aquíferos. Conseqüentemente, a compreensão dos fatores que controlam a adsorção e inativação de vírus pode ajudar na avaliação da vulnerabilidade da água subterrânea à contaminação viral.

2. Materiais e métodos

O estudo da avaliação da capacidade do Latossolo Vermelho na atenuação do vírus Φ X174 foi feito através de experimento de coluna de solo deformado, em condições saturadas com fluxo vertical ascendente. O Φ X174 utilizado é um vírus bacteriófago, parasita obrigatório de bactérias, que infecta exclusivamente *Escherichia coli*. Os colifagos são comumente utilizados como modelos para determinar o comportamento dos vírus entéricos humanos no meio aquático.

O teste de coluna foi realizado em quatro etapas de injeção sequenciais ($Q=0,1$ mL/s): (1) solução do traçador conservativo brometo na forma de KBr ($C_0=25$ mg/L); (2) solução do fago Φ X174 ($C_0=10^5$ PFU/mL); (3) água subterrânea estéril; e (4) solução desorvente de glicina-extrato de carne. Na saída da coluna, foram monitorados os parâmetros pH e concentração de brometo e fago ao longo do tempo, para a construção da curva de chegada. A curva de chegada do traçador foi ajustada à solução simplificada proposta por Ogata-Banks para um fluxo unidimensional com advecção e dispersão [4].

Para a determinação do Φ X174 na saída, utilizou-se protocolo padronizado pela CETESB, baseado no método 1602 da USEPA (2001) [5], com adaptações. Obteve-se a concentração do fago em Unidades Formadoras de Placa por mL (UFP/mL).

3. Resultados e discussão

Obteve-se um bom ajuste da curva do traçador brometo à curva de Ogata-Banks. O valor obtido para o coeficiente de dispersão hidrodinâmica, de 10^{-2} cm²/s, é similar com os descritos em Carmo *et al.* (2010) [6], de 10^{-3} cm²/s nos ensaios com KBr num Latossolo.

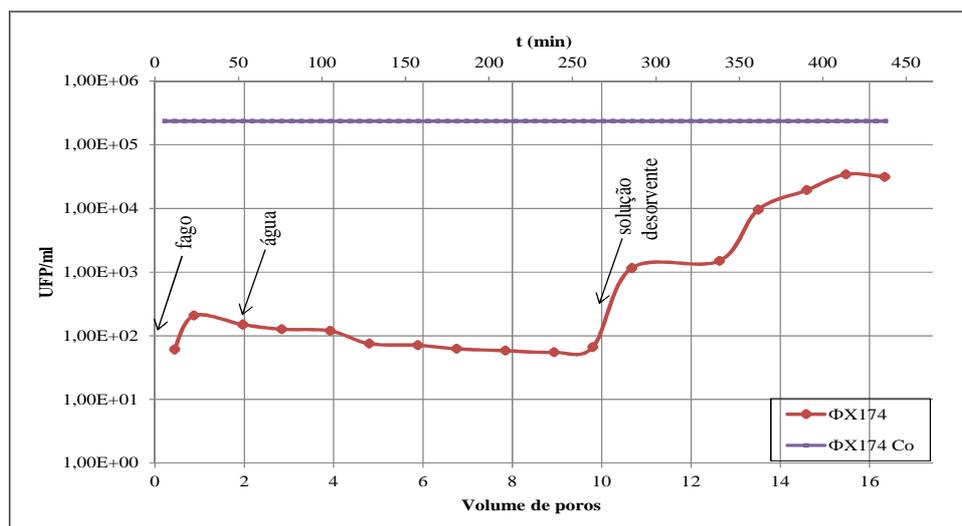


Figura 1. Curva de chegada do fago $\Phi X174$. As setas indicam o momento de injeção das soluções.

Na figura 1 apresenta-se a curva de chegada do fago $\Phi X174$, onde foram injetados 1,96 volumes de poro (NVP) da solução do fago em água subterrânea, 8,06 NVP de água subterrânea limpa e 6,31 NVP da solução desorvente. Um total de $7,12 \times 10^7$ UFP do fago foram introduzidas através da coluna numa concentração de $2,36 \times 10^5$ UFP/mL. Um total de $9,11 \times 10^2$ UFP foram recuperadas até 10 NVP, o que resulta em 0,001% do total de vírus injetados ($C_{max} = 2,08 \times 10^2$ UFP/mL obtida em 0,87 NVP). Após a adição da solução desorvente, houve uma maior liberação de vírus, onde um total de $7,67 \times 10^4$ UFP foram recuperadas em 16,33 NVP, o que indica que $7,12 \times 10^7$ UFP do $\Phi X174$ ainda ficaram retidos no solo da coluna, correspondente a 99,89% dos fagos introduzidos. Do total recuperado (0,11%), somente 1,19% saiu nos primeiros 10 NVP e, portanto, 98,81% ficou adsorvido no solo nesse tempo.

4. Conclusões

O alto índice de atenuação viral observado (~99,999%) é coerente com o que se esperaria, tendo em conta algumas características do solo, como a sua natureza argilosa

com domínio de minerais oxídicos, composta majoritariamente por partículas com uma elevada área superficial específica e o valor de pH fortemente ácido. A impossibilidade de atingir a dessorção completa impediu conhecer as proporções relativas de vírus inativado e adsorvido, o que é recomendável para estudos futuros.

Isso indica que a presença de LV pode significar uma maior proteção às águas subterrâneas, reduzindo, portanto, os perímetros de proteção necessários para a captação de água subterrânea e também na disposição de esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento simplificado (como por sistemas de fossas sépticas).

5. Agradecimentos

Ao Banco Santander e à CAPES pelo apoio financeiro. À CETESB pela contribuição com parte do material e da metodologia adotada.

6. Referências

[1] Schijven, J.F., Hassanizadeh, S.M. 2000. Removal of viruses by soil passage: overview of modeling, processes and parameters. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 30 (1): 49-127.

[2] Loveland, J.P., Ryan, J.N., Amy, G.L. and Harvey, R.W. 1996. The reversibility of virus attachment to mineral surfaces. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 107: 205-221.

[3] Sobsey, M.D., Dean, C.H., Knuckles, M.E., Wagner, R.A. 1980. Interactions and survival of enteric viruses in soil materials. *Applied and Environmental Microbiology*, 40(1): 92-101.

[4] Williams, E.C. 2007. Effect of ethanol on BTEX biodegradation in aerobic aquifer systems (Thesis). *University of Waterloo*, Ontario, Canada.

[5] USEPA – *United States Environmental Protection Agency*. 2001. Method 1602: Male-specific (F⁺) and Somatic Coliphage in Water by Single Agar Layer (SAL) Procedure.

[6] Carmo, A.I., Antonino, A.C.D., Netto, A.M., Corrêa, M.M. 2010. Caracterização hidrodispersiva de dois solos da região irrigada do Vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14 (7): 698–704.