

REACTIVE TRANSPORT MODEL TO DESCRIBE TREATMENT OF NITRATE-RICH GROUNDWATER FROM SEPTIC SYSTEMS.

Veronica Lima Gonsalez¹; Michael D. Lee²; C. Andrew Ramsburg¹ & Katherine A. Muller, Ph.D.³

Resumo

Barreiras reativas permeáveis (BRPs) estão sendo consideradas para tratamento onde o lançamento de plumas de nitrato contribui para a eutrofização (por exemplo, em Cape Cod, MA). As BRPs aceleram a desnitrificação através da adição de remediadores à base de carbono, como a injeção de óleo vegetal emulsionado (EVO). O uso de EVO para estimular a desnitrificação de plumas de nitrato apresenta aspectos de utilização de produto, dosagem, longevidade e efeitos secundários de maneiras que diferem da aplicação de EVO para biorremediação de áreas contaminadas. O objetivo geral deste estudo foi desenvolver e avaliar um modelo baseado em processos bioquímicos para simular a desnitrificação utilizando EVO. Uma série de experimentos de coluna 1-D avaliou a retenção da emulsão, produção de substrato solúvel e utilização de carbono para a redução de nitrato. A retenção de 5,5 g de emulsão de fase dispersa resultou em uma redução consistente de nitrato (~43 mg/dia) a uma velocidade de água subterrânea de ~2 m/dia. Os processos bioquímicos subjacentes ao modelo são baseados na descrição de desnitrificação em dois passos do Modelo de Lodo Ativado No. 3 (ASM3). Os processos foram integrados ao simulador de fluxo e transporte COMSOL para descrever o experimento de coluna. O modelo utiliza os parâmetros biocinéticos disponíveis na literatura do ASM para limitar o número de parâmetros calibrados específicos da região estudada. Comparando com modelos de transporte reativos existentes que foram ajustados de forma semelhante aos dados da coluna, sugere-se uma performance melhor do nitrato no modelo proposto baseado em processos, associada a uma melhor descrição da distribuição espacial e temporal da comunidade microbiana. As análises de sensibilidade destacam a importância de descrever com precisão a transformação de carbono das emulsões em substrato solúvel e a subsequente utilização desse substrato. Esta pesquisa pode servir

¹ Department of Civil and Environmental Engineering, Tufts University, 200 College Ave, Medford, MA 02155 USA; PH: +55 11 995346983; veronica.gonsalez@tufts.edu

²Terra Systems, Inc., 130 Hickman Road, Suite 1 Claymont, DE 19703 USA PH: +1 302 798 9553

³Pacific Northwest National Laboratory, 902 Battelle Blvd, Richland, WA 99354 USA PH: +1 509-375-2121

como base para explorar as implicações do processamento de carbono na dosagem, longevidade e eficácia das BRPs.

Abstract

Permeable reactive barriers (PRBs) are being considered for treatment where the discharge of nitrate plumes contributes to eutrophication (e.g., Cape Cod, MA). PRBs enhance denitrification through the addition of carbon-based amendments such as the injection of emulsified vegetable oil (EVO). The use of EVO to stimulate denitrification foregrounds aspects of carbon utilization, dosing, longevity, and secondary effects in ways that differ from application of EVO at hazardous waste sites. The overall objective of this study was to develop and evaluate a process-based modeling approach for simulating denitrification stimulated and supported by EVO. A series of 1-D column experiments assessed emulsion retention, production of soluble substrate, and utilization of carbon for nitrate reduction. Retention of 5.5 g dispersed phase emulsion resulted in sustained reduction of nitrate (~43 mg/d) at ~2 m/d porewater velocity. Biokinetic processes underlying the model are based on the two-step denitrification description of the Activated Sludge Model No. 3 (ASM). Biokinetic processes were integrated within the flow and transport simulator COMSOL to simulate the column experiment. The model capitalizes on the biokinetic parameters available in the ASM literature to limit the number of site-specific fits of model parameters. Comparisons with existing biokinetic transport models that were similarly fit to the column data suggest that the better overall descriptions of the column data using the process-based model stem from a more robust handling of spatial and temporal distribution of biomass. Sensitivity analyses highlight the importance of accurately describing the transformation of complex carbon into soluble substrate, and subsequent utilization of that substrate. This research may serve as a foundation for exploring implications of carbon processing on PRB dosing, longevity, and effectiveness.

Palavras-chave: Redução de nitrato, biorremediação, BRP, emulsões, EVO

Keywords: nitrate reduction, biological processes, groundwater, PRB, emulsion, EVO