



Aplicação de Material Reativo para Remoção de Nitrato em Sistemas de Saneamento *In Situ*

Alexandra V. SUHOGUSOFF¹, Ricardo HIRATA², Jesse STIMSON³, Ramon ARAVENA⁴, Willian ROBERTSON⁴, David BLOWES⁴, Luiz FERRARI⁵

1- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - suhogusoff@gmail.com; 2- Universidade de São Paulo (USP) - hirata@usp.br; 3- Amec Geomatrix Consultants, Inc. - jesses.timson@amec.com; 4- University of Waterloo (UoW) - roaraven@uwaterloo.ca, wroberts@uwaterloo.ca, blowes@uwaterloo.ca; 5- Modcom Consultoria em Modelagem Numérica Ltda - luiz.ferrari@modcom.com.br

Resumo

O objetivo desse trabalho foi o de implantar e avaliar uma tecnologia que viesse a minimizar os impactos causados por sistemas de saneamento *in situ* nos recursos hídricos subterrâneos e superficiais. Sendo as fossas sépticas, mesmo as bem construídas, pouco efetivas onde há alta densidade populacional, foi desenvolvido e aplicado em um loteamento no sul do município de São Paulo um novo conceito de saneamento *in situ*: uma fossa alternativa melhorada com uso de barreiras reativas, que possibilitasse a degradação de microorganismos e a remoção de nitrato por desnitrificação (alvo desse estudo). Em sua construção, usaram-se materiais de baixo custo e de fácil obtenção, mas de grande alcance no que diz respeito à remoção de patógenos e nitrato. Essa tecnologia foi responsável pela remoção de 62% do nitrato gerado, o que mostra a necessidade de certas modificações em seu desenho a fim de se obter uma eficiência mais satisfatória.

Palavras-chave: nitrato, barreira reativa, serragem, desnitrificação, saneamento, fossa alternativa

Abstract

The aim of this study was to introduce and evaluate a technology that would minimize the impacts caused by in situ sanitation systems in water resources. Because even well-built septic tanks are little effective where there is high population density, it was developed and applied in the southern municipality of Sao Paulo a new concept of sanitation in situ: a cesspit improved with the use of reactive barriers, to allow the degradation of microorganisms and nitrate removal by denitrification (target of this study). For its construction, low cost/ easy to obtain materials were employed, but far-reaching with regard to the removal of pathogens and nitrate. This technology was responsible for removing 62% of the nitrate produced, which shows the need for certain modifications in its design in order to obtain a more satisfactory efficiency.

Keywords: nitrate, permeable reactive barrier, sawdust, denitrification, sanitation, alternative cesspit

1. Introdução

Segundo dados do SEADE (2000) para os distritos do Município de São Paulo, 81,4% dos domicílios em Parelheiros e 99,7% em Engenheiro Marsilac não estão conectados à uma rede de esgotos, enquanto o abastecimento de água para 37% dos domicílios em Parelheiros e 97% em Marsilac é feito por poços e nascentes.

De uma forma geral, a falta de uma rede pública de abastecimento faz com que grande porcentagem da população utilize poços cacimbas, do mesmo jeito que as fossas sépticas ou negras (ou mesmo o lançamento dos efluentes diretamente nos corpos de água superficiais) substituem as conexões à rede pública de esgoto. A precariedade dos sistemas de saneamento *in situ*, na prática, traduz-se na disposição inadequada dos efluentes líquidos, muitas vezes diretamente no aquífero (fossas negras escavadas até o nível



freático). Além de bactérias e vírus, o nitrato corresponde a um contaminante comum lançado nas águas subterrâneas através desses sistemas. Concentrações superiores a 10mg/L NO_3^- -N (44mg/L NO_3^-) podem causar metahemoglobinemia e câncer (WHO, 1999).

Em uma área piloto foi instalada uma fossa alternativa melhorada com um sistema de barreiras reativas para atenuação de bactérias/vírus e nitrato. Para a degradação de microorganismos, o material reativo utilizado correspondeu ao resíduo de siderúrgica e para a desnitrificação, a serragem. Esse artigo descreve os resultados advindos do desempenho da barreira reativa para remoção de nitrato.

2. Área de Estudos

A área de estudo situa-se no loteamento Jardim Santo Antônio, bairro da Barragem, entre os distritos de Parelheiros e Engenheiro Marsilac (Sub-prefeitura de Parelheiros), na porção sul do Município de São Paulo. O loteamento fica a sul do braço Taquacetuba da Represa Billings, à margem esquerda do rio Monos, na Área de Proteção Ambiental Capivari-Monos. A geologia local é caracterizada por rochas cristalinas metamorfizadas do Grupo Açungui (Neoproterozóico), em especial do Complexo Embu, constituído por xistos e gnaisses e por vezes migmatitos e ectinitos (Vieira, 1996).

3. Materiais e Métodos

Foram construídas duas fossas na área de estudos: uma Fossa Alternativa melhorada com barreiras reativas (FA) e uma sem a presença de materiais reativos, denominada de Fossa Controle (FC). Essa fossa representou a forma de esgotamento sanitário comum encontrada no loteamento e serviu como base comparativa para a observação da evolução do nitrato junto à fossa provida de material reativo.

Todas as amostras de água foram obtidas por meio de pan-lisímetros (P), à exceção da zona saturada induzida na barreira reativa com serragem, a qual foi amostrada através de piezômetros (Z).

As amostras foram submetidas a análises de cátions, ânions, Série Nitrogenada, Carbono Orgânico Dissolvido e de parâmetros *in situ*, como pH, temperatura, Eh, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e alcalinidade. Amostras também foram coletadas em duas campanhas para análise dos isótopos ^{15}N e ^{18}O em NO_3^- e ^{15}N em NH_4^+ .

FA (Figura 1a) foi construída nos fundos de uma casa onde viviam 3 adultos e 4 crianças. Um registro instalado antes da caixa de descarga mostrou que o esgoto médio produzido pela família era de 109L/dia. Já na casa onde foi construída FC (Figura 1b), viviam 4 adultos e o esgoto médio produzido era de 85L/dia.



4. Resultados e Discussão

A composição química genérica das duas fossas mostrou um alto teor de sólidos dissolvidos, destacando-se a presença dos cátions Ca, Na, Mg, K, NH_4 e os ânions Cl, NO_3 , NO_2 , SO_4 , HCO_3 , CO_3 e HPO_4 .

Em FC, os íons distribuem-se ao longo do perfil de forma mais regular. A composição dessa fossa representa a fonte em si, com altas concentrações de N-amoniacoal e de carbono orgânico dissolvido (Figura 2). Os valores de oxigênio dissolvido são baixos e o Eh também é mais redutor. A nitrificação deve ocorrer na zona não-saturada abaixo da fossa, para que depois o nitrato possa alcançar o lençol freático.

Já em FA, estruturada com as barreiras reativas de resíduo de siderúrgica (1m abaixo do tanque receptor do efluente) e de serragem (abaixo do resíduo, mas separada deste por 1m de pacote arenoso), foi possível discriminar certos comportamentos ao longo de suas posições. O resíduo que é rico em óxidos de cálcio e ferro confere ao efluente que o percola uma condutividade elétrica mais acentuada (com elevadas concentrações de Ca e CO_3) e um pH muito básico, em torno de 12. A fossa como um todo apresenta concentrações consideráveis de oxigênio dissolvido, à exceção da barreira de serragem, onde essas concentrações são menores (1 a 3mg/L) em vista da saturação permanente. Essa barreira caracteriza-se também pela presença de C orgânico na forma dissolvida, parte advinda da própria carga orgânica do esgoto e parte pela contribuição da serragem. O N-amoniacoal concentra-se na porção mais próxima ao tanque e é convertido a nitrato entre a base dessa porção e o topo da barreira de serragem (Figura 3). A não tão plena eficiência da desnitrificação na barreira de serragem (62%) pode ser devida à combinação de dois fatores: valores não tão baixos de oxigênio dissolvido e pH elevado a que essa região foi submetida pelo efluente percolado através do resíduo por até 285 dias de funcionamento da fossa, fatores esses que afetaram a capacidade das bactérias desnitrificantes em suas reações metabólicas. Um estudo de mestrado ainda não publicado, desenvolvido na *University of Waterloo*, mostrou que a posição invertida das barreiras (i.e. serragem primeiro e resíduo de siderúrgica depois) não compromete as eficiências de degradação do nitrato e das bactérias, o que pode ser uma melhor alternativa para implementação.

Embora a Fossa Alternativa avaliada neste trabalho, com a camada de resíduo sobre a camada de serragem, proporcione forte degradação de patógenos e parcial degradação de nitrato, pequenas alterações nas barreiras reativas viriam a maximizar a eficiência na remoção de nitrato.

5. Agradecimentos

Os autores são gratos à FAPESP e à CAPES pelo auxílio recebido.



6. Referências Bibliográficas

- SEADE (2000). http://www.seade.gov.br/produtos/msp/sne/sne2_001.htm. Acesso em 2004.
- Vieira, S. R. S. (1996). Estudo de processos metamórfico-metassomáticos nos complexos Embu e Pilar no Bloco Juquitiba, SP. Tese, Universidade de São Paulo.
- WHO (1999). Environmental health information. <http://www.who.int>. Acesso em 2004.

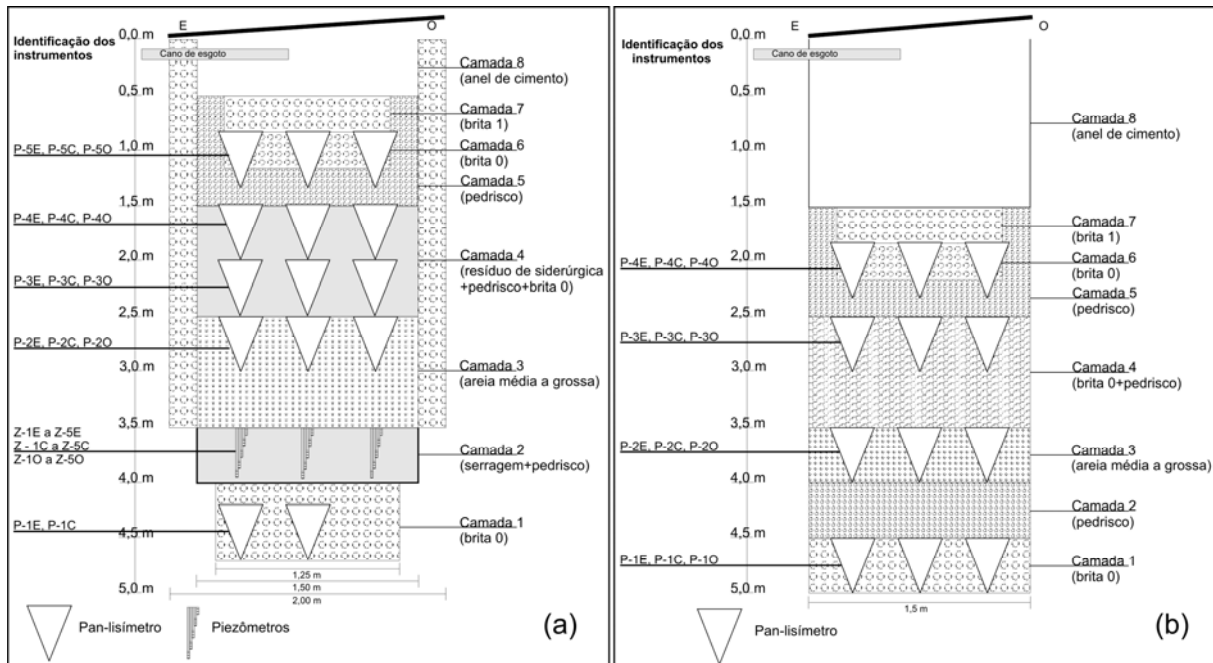


Figura 1. (a) Fossa Alternativa, (b) Fossa Controle.

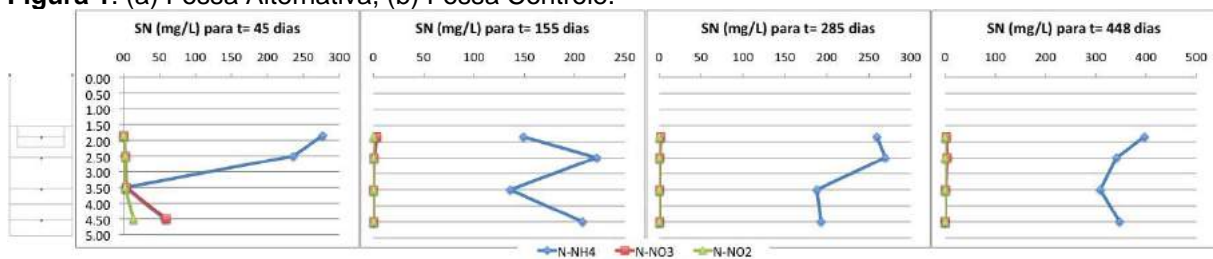


Figura 2. Evolução de amônio, nitrato e nitrito ao longo do tempo para FC.

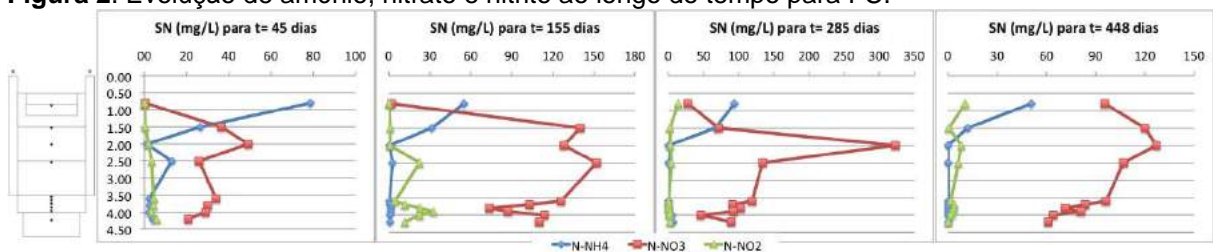


Figura 3. Evolução de amônio, nitrato e nitrito ao longo do tempo para FA.