

AVALIAÇÃO DA FASE INICIAL DAS VALAS DE FILTRAÇÃO COMO MÉTODO DE PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES ANAERÓBIOS

Bruno Coraucci Filho⁽¹⁾, Osvaldo Natalin Jr⁽¹⁾, Ronaldo Stefanutti⁽¹⁾, Silvana Turolla Broleze⁽¹⁾, Edson Aparecido Abdul Nour⁽¹⁾ e Roberto Feijó de Figueiredo⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Depto. de Saneamento e Ambiente da Fac. Eng. Civil da UNICAMP Caixa Postal 6021, CEP 13.081-970, Campinas/SP. Email: Bruno@fec.unicamp.br, natalinjr@fec.unicamp.br.*

RESUMO

A fase inicial de aplicação de efluentes às valas de filtração como método de pós-tratamento de efluentes de filtros anaeróbios e tanques sépticos para futura disposição final em um corpo receptor, como sugerem as Normas ABNT - 7992/1993 e 13969/1997, é relatado neste trabalho. Alternativas viáveis e eficazes devem ser estudadas, pois as Normas da ABNT referentes à aplicação no solo, como exemplo as valas de infiltração e de filtração, são insuficientes na apresentação de ferramentas para o seu adequado dimensionamento. O sistema de filtração caracteriza-se por permitir elevado nível de remoção de poluentes podendo-se utilizá-lo quando o solo ou as condições climáticas do local não recomenda o emprego da vala de infiltração ou poço absorvente e quando a legislação sobre o lançamento de águas nos corpos receptores exige alta remoção dos poluentes dos efluentes. Os resultados da fase inicial de aplicação de efluentes às valas indicaram alta remoção de DBO, DQO, nitrogênio e fósforo em todas as valas estudadas (0,25; 0,50 e 0,75m de camada de areia como meio filtrante) para a taxa de 20 L/m².dia.

PALAVRAS CHAVE

Filtro Anaeróbio; Tratamento de Efluentes; Tratamento de Baixo Custo; Valas de Filtração.

INTRODUÇÃO

A situação do saneamento básico no Brasil ainda é crítica, gerando problema de contaminação dos corpos hídricos e do solo. Os esgotos quando não tratados trazem sérios prejuízos aos corpos receptores, quando tratados devem atender aos padrões de lançamento dos despejos e observando a qualidade das águas subterrâneas, sempre atendendo a legislação vigente. Deve-se ter sempre em mente as técnicas de diminuição de volumes e massas, através de programas de conservação e de reuso, que é a tônica em países desenvolvidos, procurando-se seguir uma linha de orientação proposta pela *United States Environmental Protection Agency (U.S.E.P.A.)* e agências européias no sentido de diminuição nas fontes geradoras e aumento na reutilização dos efluentes gerados.

A ausência, total ou parcial, de serviços públicos de esgotos sanitários nas áreas urbanas, suburbanas e rurais exige a implantação de algum meio de disposição dos esgotos locais com o objetivo de evitar a contaminação do solo e da água. Em sua maioria, estas regiões são também desprovidas de sistemas públicos de abastecimento de água e utilizam poços como fonte de

suprimento de água, razão pela qual se exige extremo cuidado para evitar a contaminação da água de subsolo. Os cuidados são exigidos pois há decomposição da matéria orgânica e há presença de microorganismos patogênicos que oferecem risco à saúde humana.

O mais comum método de tratamento de efluentes domésticos, que não requerem o transporte de efluente a longas distâncias, são os sistemas descentralizados; que são empregados tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. O tratamento geralmente consiste em uma primeira parte anaeróbia e seguinte disposição no solo. Os sistemas aeróbios consomem considerável quantidade de energia, e produzem mais lodo que os anaeróbios; além de maior manutenção e cuidados – ZEEMAN & LETTINGA (1999).

METCALF & EDDY (1991), citam que o tratamento do efluente na camada de areia ocorre pela combinação de mecanismos físicos, biológicos e químicos. Os vazios da camada de areia funcionam como filtros anaeróbios quando submetidos a uma inundação contínua de efluente e como filtros biológicos aeróbios quando há intermitência na aplicação.

ANDRADE NETO, C. O. (1999) empregou valas de infiltração com recheio de tijolos cerâmicos no Estado do Rio Grande do Norte para o tratamento de esgoto doméstico, constando-se numa experiência bem sucedida com baixo custo de operação e instalação. Na cidade em que foi instalado (Parnamirim/RN), que é de topografia plana e os coletores atingiam grandes profundidades a solução mais indicada para o destino de cada microbacia foi a adoção de tanques sépticos multifamiliares, com a disposição final dos efluentes em valas de infiltração, devido principalmente às características do solo local.

Nesta pesquisa foram utilizadas as valas de filtração como unidade de pós-tratamento dos filtros anaeróbios de fluxo ascendente. Para sistemas isolados de tratamento de efluentes domésticos pode-se utilizar o conjunto tanque séptico e filtros anaeróbios seguidos de unidades de tratamento complementar (pós-tratamento), como recomenda a NBR 13.969/1997.

METODOLOGIA

O experimento é constituído por um conjunto de quatro reatores cilíndricos como filtro anaeróbio de fluxo ascendente (Volume igual 500 L cada), instalados em paralelo, operando com tempos de detenção hidráulico de 3 horas, possuindo enchimento de anéis de bambu e seguidos de sistema de irrigação subsuperficial no solo em vala de filtração modificada. O termo vala de filtração modificada está sendo empregado, pois se tem várias alturas do meio filtrante e é revestido por lona impermeável nas laterais, que não são especificamente as recomendações da NBR 13969/1997.

Aplicou-se, como fase inicial, a taxa hidráulica de 20 L/m².dia de forma contínua (24 horas por dia). A frequência das amostragens foi semanal, com coleta no período da manhã, com posterior análise laboratorial. Foram coletadas amostras afluente e efluente ao sistema, a saber: afluente aos filtros anaeróbios (esgoto bruto), afluente às valas (efluente aos filtros anaeróbios) e efluente às valas.

Na avaliação inicial de desempenho das valas de filtração, como pós-tratamento, foram analisados os seguintes parâmetros: Alcalinidade, pH, DBO, DQO, série de sólidos, série do nitrogênio e fósforo.

Para as análises laboratoriais utiliza-se o Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP. As análises foram baseadas nos métodos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), AWWA/APHA/WF.

A construção das valas de filtração é baseada na norma NBR 13969 /1997 que trata do projeto, da construção e da operação de sistemas de tanques sépticos, associados a filtros anaeróbios e dispositivo de saída do efluente, sendo ilustrado na Figura 1.

O projeto está instalado na Estação de Tratamento de Esgoto Graminha, no Município de Limeira/SP, em área pertencente à Águas de Limeira S/A. As valas estudadas têm 15 m de comprimento devido a indisponibilidade local de área maior, e possuem lona impermeabilizante para evitar perda do efluente e contaminação do solo, uma vez que o lençol freático aflora no local em época de chuvas.

As características dos materiais empregados na construção das valas são descritas a seguir:

- Tubo PVC, perfurado (drenagem), diâmetro 100 mm;
- Areia grossa comercial:
Coeficiente de Uniformidade (U) = 4,516;
- Brita comercial nº 1:
Coeficiente de Uniformidade (U) = 1,771;
- Manta em PVC, espessura 1,0 mm, para revestimento das valas.

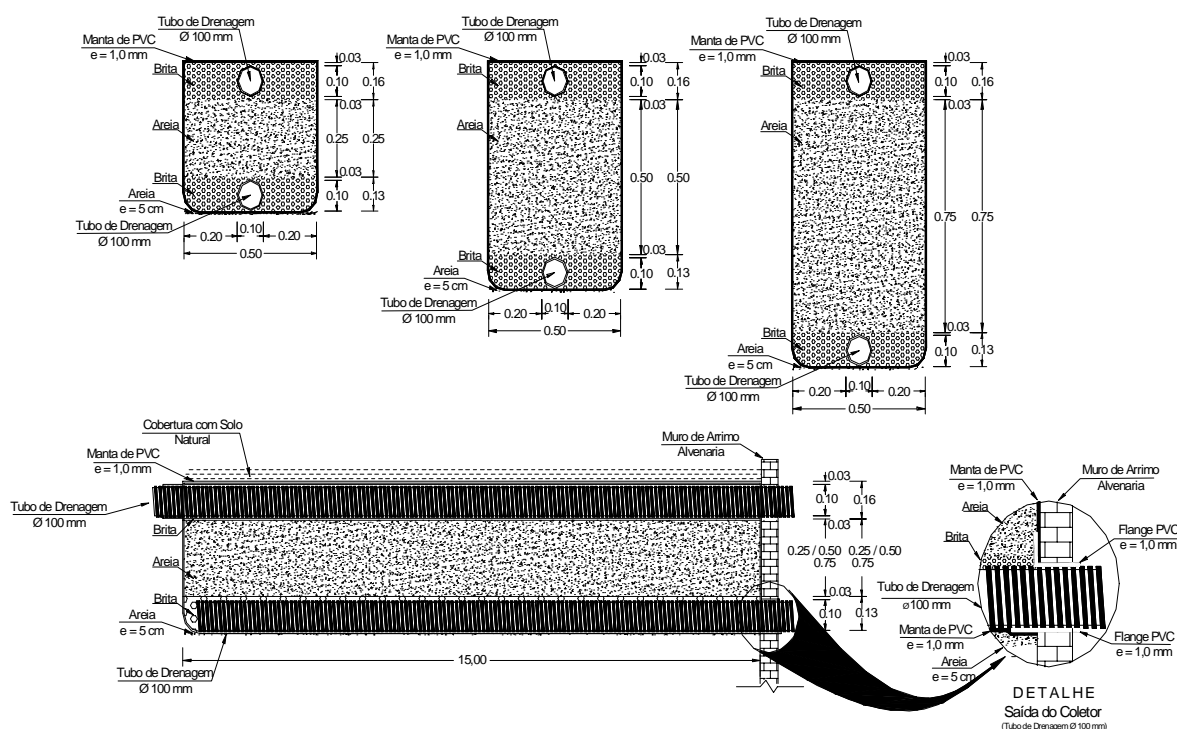


Figura 1 – Detalhes construtivos das valas de filtração

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 1, não houve variação significativa nos valores de pH: o valor na entrada dos filtros anaeróbios (esgoto bruto) variou entre 6,69 e 8,29, na entrada das valas (efluente dos filtros anaeróbios) variou entre 6,81 e 7,42 e o efluente das valas variou entre 5,14 e 7,77.

Tabela 1 - Valores de pH ao longo do tempo no sistema

pH	15 dias	21 dias	36 dias	42 dias	50 dias	71 dias
Esgoto Bruto	7.25	6.69	7.34	7.38	8.29	6.95
Efluente Anaeróbio	7.32	6.81	6.70	7.27	7.42	7.36
Vala 0,25 m	7.30	6.76	7.60	7.64	7.67	7.77
Vala 0,50 m	6.31	5.60	7.45	7.73	7.65	6.82
Vala 0,75 m	6.46	5.84	7.02	6.61	5.14	6.42

De acordo com CYBIS & PESCADOR (2000), *apud* BITTON (1994), o aumento da alcalinidade é devido à fase metanogênica da degradação anaeróbia, fato que ocorre neste experimento; justificando o aumento na alcalinidade nos filtros. A diminuição da alcalinidade nas valas é devido a nitrificação que ocorre nas mesmas, como ilustra a Figura 2. Não houve análise da alcalinidade nas valas nos 21º e 36º dias de operação do sistema.

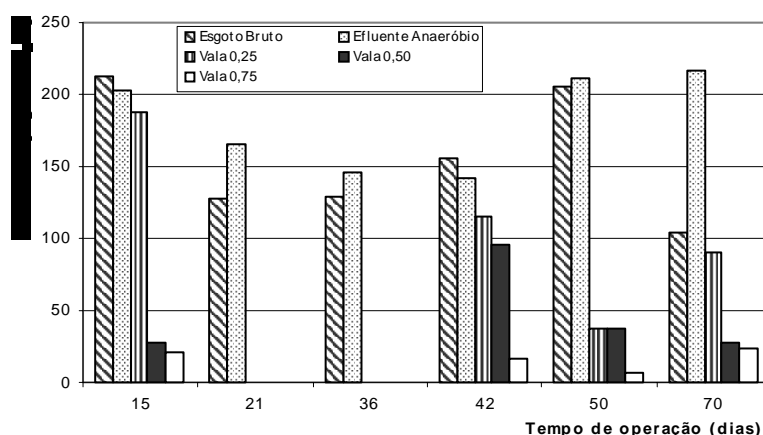


Figura 2 - Resultados de Alcalinidade Total no sistema

Referindo-se a DQO_{total} , a eficiência de remoção foi superior a 50% nos filtros anaeróbios (exceto no 50º dia de operação, devido a problemas operacionais) e superior a 90% em cada uma das três valas estudadas. Assim, a eficiência de remoção de DQO_{total} , no conjunto filtros anaeróbios e valas de filtração, é próximo a 95%; conforme a Figura 3.

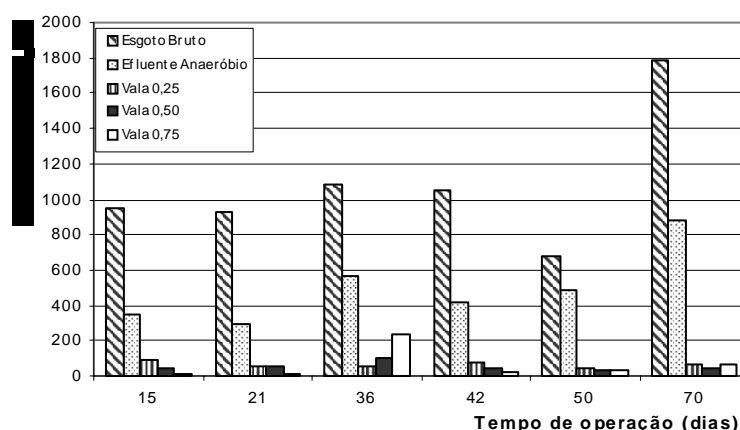


Figura 3 - Resultados de DQO Total no sistema

Na $DQO_{filtrada}$ a eficiência de remoção não foi superior a 50% nos filtros anaeróbios e baixa nas últimas análises, devido a problemas operacionais dos mesmos (50º dia de operação) e a alta carga de DQO que os filtros receberam no 70º dia de operação. Já para as valas, a eficiência foi de 75% nas três valas estudadas; mesmo com a má operação do filtro no 50º dia e a alta carga

afluente ao sistema no 70º dia de operação. Assim, a eficiência de remoção de $DQO_{filtrada}$, no conjunto filtros anaeróbios e valas de filtração, é próximo a 80%; como se mostra na Figura 3. Tais resultados mostram que o sistema teve um bom comportamento frente a alta carga afluente e uma eventual má operação dos filtros.

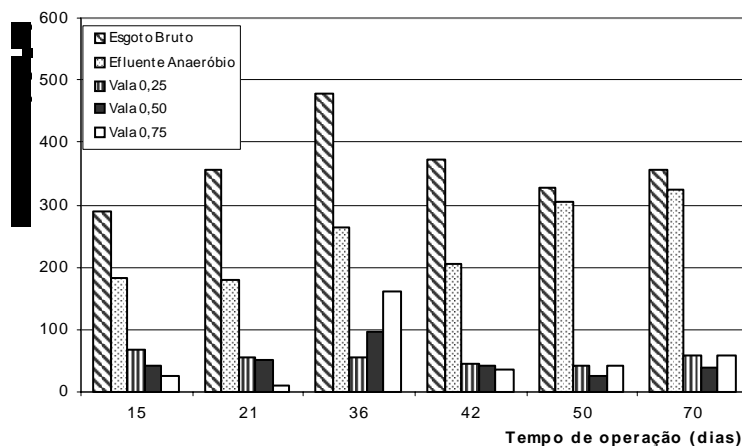


Figura 4 - Resultados de DQO filtrada no sistema

Como na remoção de DQO_{total} , a eficiência de remoção de DBO_{total} foi superior a 50% nos filtros anaeróbios (exceto no 50º dia de operação, devido a problemas operacionais) e superior a 90% em cada uma das três valas estudadas. Assim, no conjunto filtros anaeróbios e valas de filtração, a eficiência de remoção de DBO_{total} é próximo a 95%; como ilustra a Figura 5.

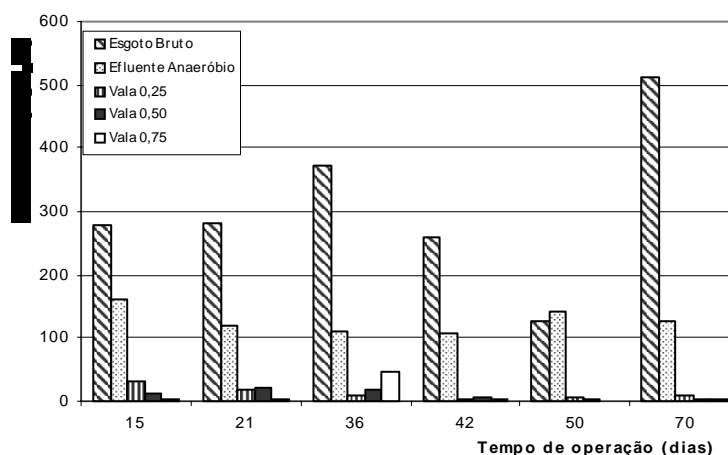


Figura 5 - Resultados de DBO total no sistema

Na $DBO_{filtrada}$ a eficiência de remoção não foi superior a 50% nos filtros anaeróbios, principalmente no 50º e 70º dia de operação. Já para as valas, a eficiência foi de 85% nas três valas estudadas; mesmo com a má operação do filtro no 50º dia e a alta carga afluente ao sistema no 70º dia de operação. Assim, a eficiência de remoção de DBO_{total} , no conjunto filtros anaeróbios e valas de filtração, é próximo a 95%; como mostra-se na Figura 6. Logo, também na eficiência de remoção de DBO, o sistema comportou-se bem mesmo com alta carga afluente e uma eventual má operação dos filtros.

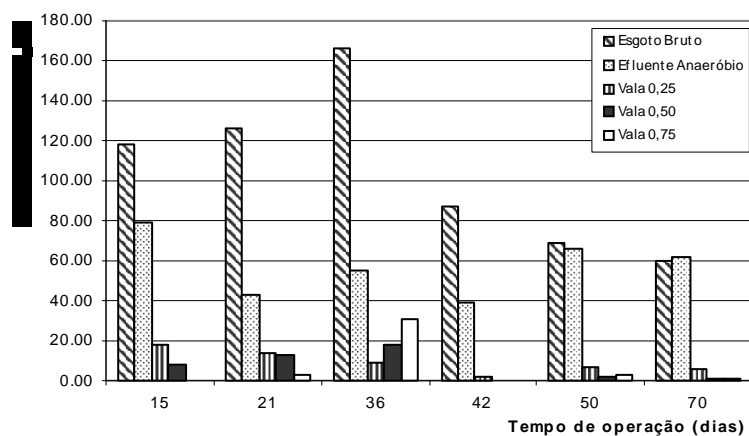


Figura 6 - Resultados de DBO filtrada no sistema

Como ilustrado na Figura 7; até o 36º dia de operação do sistema, verifica-se um aumento dos SST na saída das valas em relação à saída dos filtros anaeróbio, devido, provavelmente, à lavagem da areia com a qual construíram-se as valas. Notou-se, que nos primeiros dias de operação das valas, as amostras eram coloridas e turvas, fato que não se observou no final do período estudado (70º dia). Esta conclusão não é definitiva, pois, com a saturação da camada de areia pelos sólidos contidos no efluente anaeróbio e a formação de um biofilme no meio filtrante, o efluente das valas pode vir a conter estes sólidos que se acumularam na camada de areia filtrante.

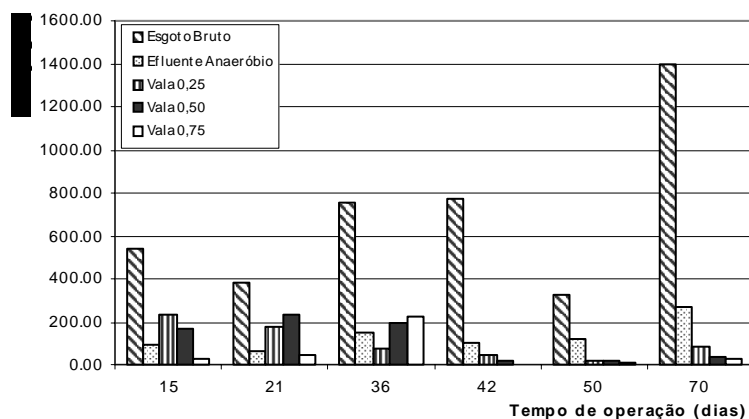


Figura 7 - Resultados de Sólidos Suspensos Totais no sistema

O sistema de pós-tratamento de efluente anaeróbio por valas de filtração mostrou uma pequena remoção de Nitrogênio Total. Verifica-se tal fato com a soma das parcelas das diferentes espécies químicas do N_{total} ($N_{TK} + NO_2 + NO_3$), justificando-se essa diminuição, provavelmente, pela volatilização da amônia e desnitrificação ocorrida nas valas. Com relação a nitrato e nitrito, observa-se que, após uma interrupção na entrada do efluente por um dia (por motivos operacionais) no 49º dia de operação, houve um aumento considerável destes no efluente de todas as valas. Maiores pesquisas com relação à aplicação intermitente, ou não, devem ser realizadas para segurar-se da formação de nitrato e nitrito nas valas. Ilustra-se estes resultados nas Figuras 8 a 13.

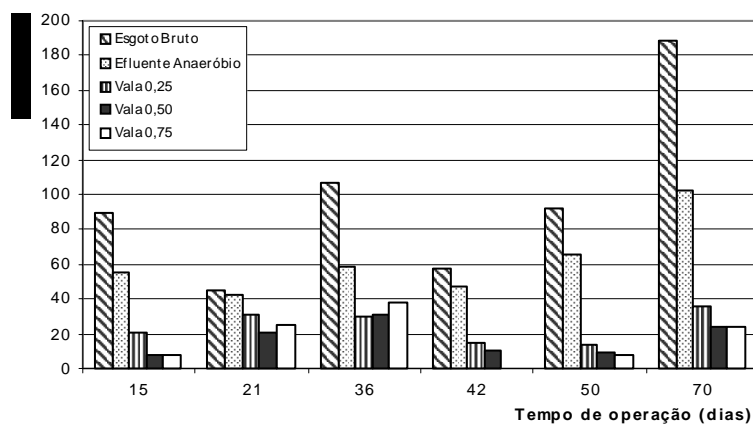


Figura 8 - Resultados de Nitrogênio Total Kjeldahl no sistema

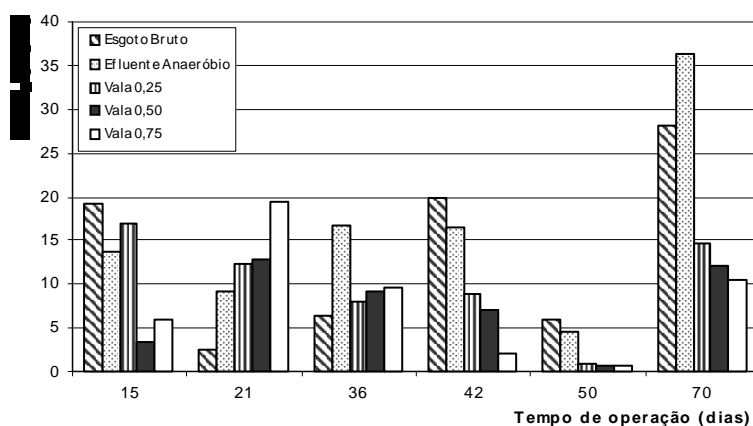


Figura 9 - Resultados de Nitrogênio Amoniacal no sistema

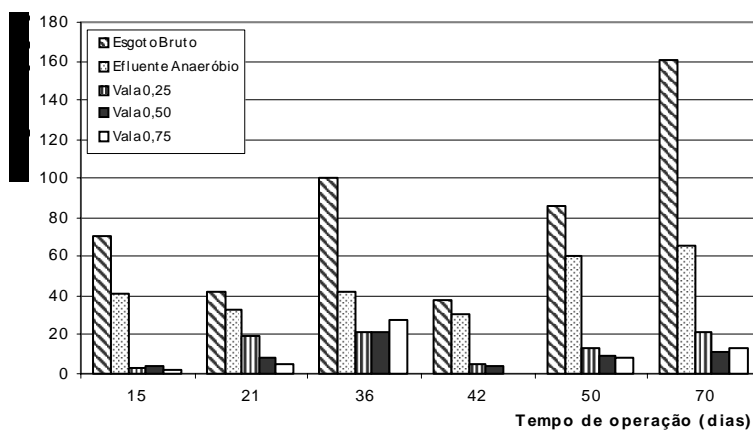


Figura 10 - Resultados de Nitrogênio Orgânico no sistema

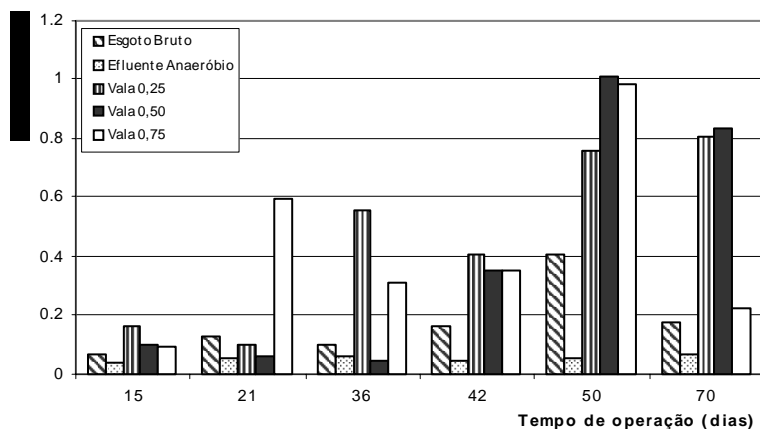


Figura 11 - Resultados de Nitrito no sistema

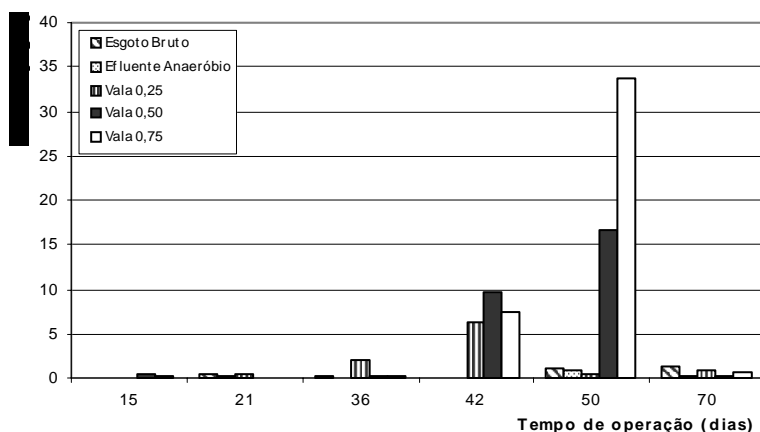


Figura 12 - Resultados de Nitrato no sistema

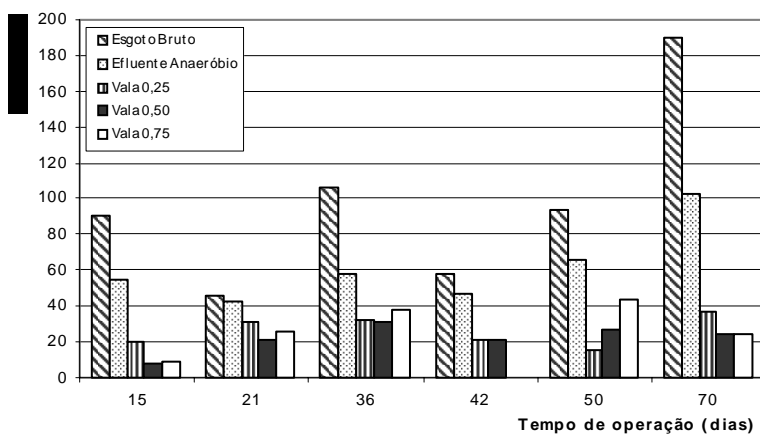


Figura 13 - Resultados de Nitrogênio Total no sistema

De acordo com a Figura 14, o sistema de pós-tratamento de efluentes anaeróbios por valas de filtração é eficiente na remoção de fósforo, independente da altura da camada filtrante; sendo superior a 90% em todos os casos. Vale ressaltar que houve um pequeno aumento da quantidade de fósforo no efluente das valas, indicando que poderá haver um aumento na quantidade de fósforo no efluente das valas com o passar dos dias de operação das valas. Supõe-se que esta remoção de fósforo pode estender-se por mais tempo na vala 0,75 m em relação às outras valas (0,25 e 0,50m) por ser maior a camada de areia filtrante, necessitando-se, portanto, mais estudos e um tempo de estudo maior para se avaliar com segurança esta suposição.

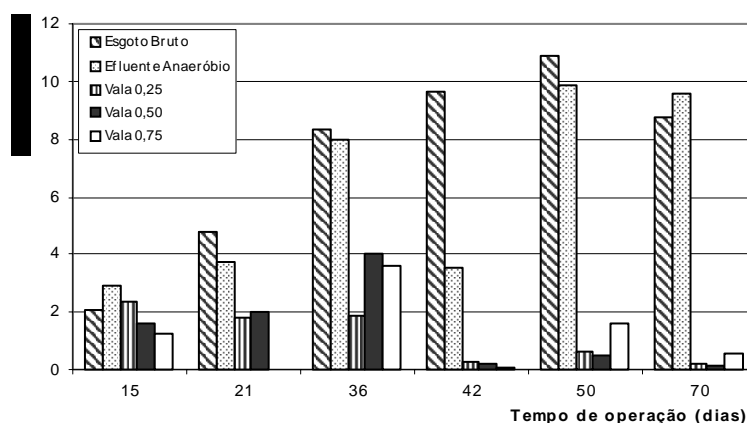


Figura 14 - Resultados de Fósforo no sistema

No mesmo local onde está implantado o sistema (filtro anaeróbio e valas de filtração), têm-se três valas reduzidas com um metro de comprimento e altura do meio filtrante igual às valas em escala real (0,25; 0,50 e 0,75 m). Estas valas reduzidas estão operando há 18 meses não se constando colmatção dos vazios na camada de areia. Tal fato sugere que as valas de 15 m de comprimento não virão a entupir em um curto período de tempo pois a franja de distribuição tende a caminhar no tubo de distribuição das valas conforme vai-se colmatando a região anterior.

CONCLUSÕES

O sistema de pós-tratamento, em uma fase inicial de estudo, mostrou-se eficiente na remoção de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, incentivando a continuidade das pesquisas em outras taxas de aplicação e sob outras condições de funcionamento, como a intermitência na aplicação de efluentes anaeróbios às valas. Salienta-se que a vida útil de operação das valas de filtração é desconhecida e a colmatção total da camada de areia filtrante é um fator importante a ser pesquisado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Águas de Limeira S/A, pelo apoio na realização das atividades de campo, e aos órgãos financiadores desta pesquisa: FINEP, CNPq, CAPES, FAPESP e Caixa Econômica Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação de Normas Técnicas. NBR 13969. *Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos– Projeto, construção e operação*. 60 p. 1997.
- ABNT – Associação de Normas Técnicas. NBR 7229. *Projeto, construção e operação de tanques sépticos*. 15 p. 1993.
- ANDRADE NETO, C. O. Alternativa Tecnológica para Valas de Infiltração. In: *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental* – ABES. Rio de Janeiro, 1999.
- APHA; AWWA; WPCF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19.ed. Washington D. C.1995.
- CAMPOS, J. R. *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Cap. 2 e 5, 1º ed., Rio de Janeiro: ABES, 1999, 464p.

- CHERNICHARO, C. A.; Von SPERLING, M. In: *Seminário Internacional – Tendências no Tratamento Simplificado de Águas Residuárias Domésticas e Industriais*. 1996. Anais. Belo Horizonte.
- CYBIS, L.F. & PESCADOR, F. S. *Tratamento de Esgoto em Reatores Sequenciais em Batelada Anaeróbios (RSBAn)*. In: *Tratamento de Esgoto Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo – Coletânea de Trabalhos Técnicos/José Roberto Campos (coordenador)*. p. 144 –161. São Carlos. 2000
- METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse*. 3. ed.. 1991. Onsite Wastewater Treatment and Disposal System. Design Manual. U.S. Environmental Agency. EPA. 1980. p.113-140.
- ZEEMAN, G., LETTINGA, G. The Role of Anaerobic Digestion of Domestic Sewage in Closing The Water and Nutrient Cycle at Community Level. *Water Science Technologic*, v. 39, n. 5, p. 187-194, 1999.