



III-397 - PÓS TRATAMENTO DE CHORUME EM ALAGADOS CONSTRUÍDOS UTILIZANDO ESCÓRIA DE ACIARIA LD COMO MATERIAL FILTRANTE

Alex Barcellos Vieira

Engenheiro Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo(2008).

Winston Carneiro e Gama

Engenheiro Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo(2008).

Sérvio Túlio Alves Cassini⁽¹⁾

Biólogo pela Universidade Federal de Minas Gerais (1975). PhD Microbiologia pela Universidade Estadual da Carolina do Norte (NCSSU) – EUA – 1988. Pós-Doutorado em Microbiologia Ambiental na Universidade do Tennessee – EUA – 1997. Profº. Adjunto do DHS e do PMEA - UFES.

Ricardo Franci Gonçalves

Engenheiro Civil e Sanitarista – UERJ (1984), Pós-graduado em Engenharia de Saúde Pública - ENSP/RJ (1985), DEA - Ciências do Meio Ambiente - Univ. Paris XII, ENGREF, ENPC, Paris (1990), Doutor em Engenharia do Tratamento e Depuração de Água – INSA de Toulouse, França (1993), Profº. Adjunto do DEA e do PPGEA- UFES.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo – Agência FCAA – Vitória – ES – CEP.: 29060-970 – Brasil – Tel.: (027) 3335-2860 - Fax: (027) 3335-2165 e-mail: scassini@npd.ufes.br.

RESUMO

No presente trabalho verificou-se experimentalmente a viabilidade técnica da utilização de escória de aciaria LD como leito filtrante no pós-tratamento de chorume de aterro sanitário. O experimento foi realizado no período de Março a Junho de 2008. O aparato experimental constituiu-se de três leitos alagados construídos (LC's) de configuração distinta. O Alagado Construído 1 (LC1) foi composto de brita “3”, areia lavada e macrófitas, sendo utilizado como controle. O Alagado Construído 2 (LC2) foi composto por escória de aciaria LD, areia lavada e macrófitas e o Alagado Construído 3 (LC3) foi composto somente por escória de aciaria LD. As análises realizadas para monitoramento do sistema foram: DBO₅, DQO, SST, Ptotal, NTK, N-NH₃, pH, Turbidez e densidade de Coliformes totais e *E. coli*.

A eficiência de remoção média para DQO obtida foi de 50%, 65% e 66% respectivamente para LC1, LC2 e LC3, e a eficiência média na remoção de DBO₅ foi de 38%, 47% e 48% respectivamente.

O sistema no geral apresentou uma significativa remoção de turbidez. Os alagados 2 e 3 não atenderam os padrões de lançamento para o parâmetro pH, apresentando altos valores de alcalinidade devido a alta dureza presente na escória. Por sua vez, a remoção de nutrientes foi eficaz nos leitos construídos alagados constituídos por escoria, com eficiência média de remoção de fósforo de 18%, 85% e 89% respectivamente para LC1, LC2 e LC3. Para o parâmetro NTK, a eficiência média de remoção foi de 45%, 47% e 53% respectivamente. A maior eficiência de remoção média de N-NH₃ foi de 39,70% para LC3. Nas análises microbiológicas verificou-se que os efluentes de LC2 e LC3 foram higienizados devido ao alto pH nesses leitos.

PALAVRAS-CHAVE: chorume, escória LD, alagados construídos, macrófitas.

INTRODUÇÃO

O tratamento do chorume, líquido percolado através da massa de lixo, mostra-se um desafio nos projetos de aterros sanitários, devido as suas características que variam em função dos tipos de resíduos dispostos no aterro e, sobretudo, com a idade deste.

Atualmente muitas técnicas são empregadas para o tratamento de chorume, mais em sua maioria são técnicas que demandam grande custo e alto grau de operacionalização.

Desta forma, o desenvolvimento de técnicas de tratamento que minimizem o potencial poluidor do chorume e que sejam compatíveis com a realidade técnica e econômica dos municípios é de extrema importância.

Os sistemas de Leitos alagados construídos são alternativas de baixo custo e de fácil operacionalização que podem ser utilizadas no tratamento de efluentes. A proposta deste trabalho é fazer o reuso de um resíduo gerado na siderurgia, a escória de aciaria LD, como leito filtrante em substituição a brita, tendo como foco a redução de custos e a sustentabilidade ambiental.

Este trabalho teve como objetivo principal a avaliação do desempenho do sistema de leitos alagados construídos utilizando escória de aciaria como material filtrante no pós tratamento de chorume.

MATERIAIS E MÉTODOS

O aparato experimental era constituído por 3 leitos, em paralelo, cada um com volume total de $7,2 \text{ m}^3$ ($8,0 \times 0,75 \times 1,20$) e volume útil de $3,3525 \text{ m}^3$ para os alagados construídos 1 (LC1) e 2 (LC2) e $3,450 \text{ m}^3$ para o alagado construído 3 (LC3), considerando os volumes de vazios da areia, brita e escória, respectivamente de 39,5%, 46% e 46%.

Para garantir a existência do fluxo sub-superficial e minimizar a ocorrência de curtos-circuitos hidráulicos no sistema, foram instaladas placas de fibra de vidro a distância de 0,25m do início e do final dos leitos, ou seja, duas placas por leito. As placas colocadas no início dos leitos tinham dimensões de $1,250 \times 0,55\text{m}$ enquanto que as placas do final dos leitos tinham dimensões de $1,25 \times 0,65\text{m}$. A figura 01 ilustra a disposição das placas em cada leito.

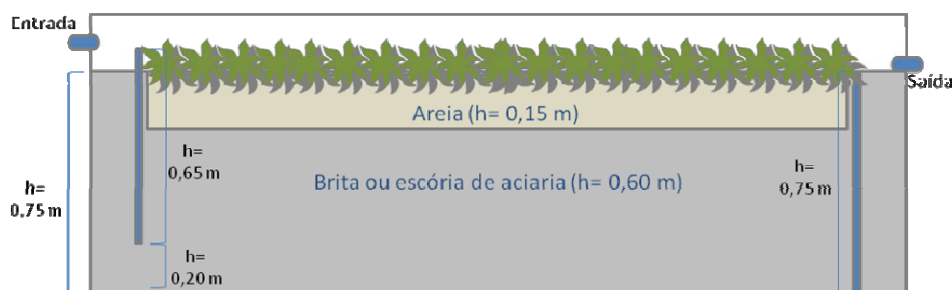


Figura 01 – Esquema ilustrativo da configuração dos alagados construídos

Para preenchimento dos leitos, foram utilizados diferentes materiais de preenchimento, visando a análise dos tratamentos distintos. Os leitos alagados construídos 1 e 2, tiveram o preenchimento feito por brita “2” e escória de Aciaria LD, respectivamente, até a altura de 0,60m. Nesses leitos foi adicionada uma camada de 0,15 m de areia média para fixação da vegetação. No leito construído 3, toda a altura (0,75 m) foi ocupada por escória de Aciaria LD. Os alagados foram vegetados com os gêneros *Typha* sp. e *Eleocharis* sp, conhecidas popularmente como taboa e junco respectivamente, encontradas na região próxima ao empreendimento.

A figura 02 mostra o arranjo final construtivo dos leitos e a adaptação da vegetação no decorrer do experimento.



Figura 02 - Adaptação da vegetação nos alagados construídos



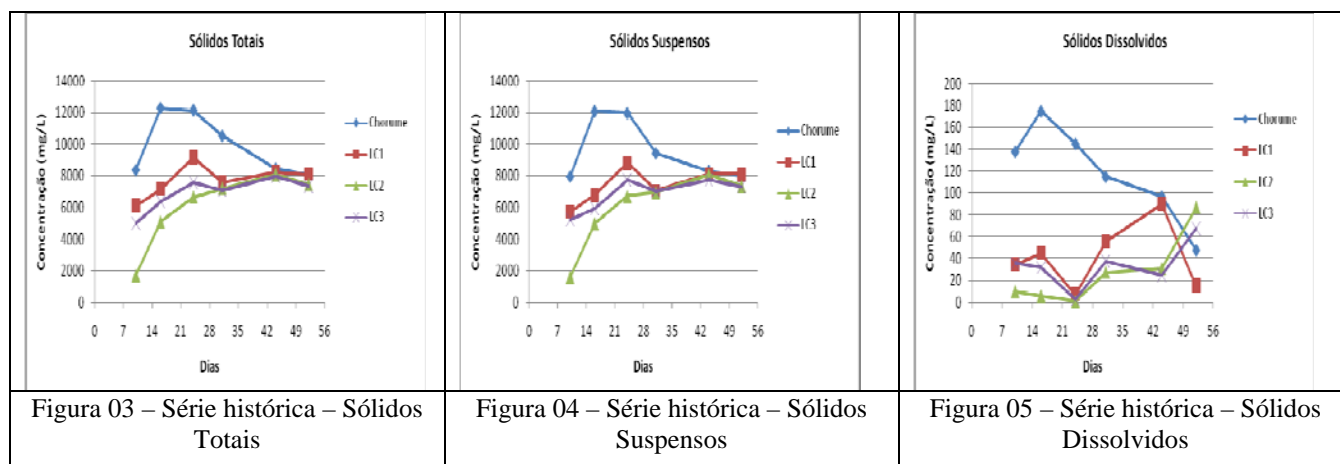
O Chorume utilizado foi oriundo do aterro sanitário responsável pela disposição de resíduos sólidos domiciliares de vários municípios do estado do Espírito Santo. O mesmo recebeu tratamento biológico a nível secundário através de um sistema de lagoas aeradas existentes no próprio aterro.

Os parâmetros físico químicos analisados no monitoramento foram DBO₅, DQO, Série de Sólidos, P_{total}, Nitrogênio Kjeldahl Total - NTK, Nitrogênio Amoniacal, pH, turbidez. Os parâmetros microbiológicos analisados foram Coliformes Totais e *E. Coli*.

O período de monitoramento do experimento aconteceu entre os meses de março e junho de 2008, totalizando 6 (seis) campanhas de monitoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As figuras 03, 04, 05 mostram a evolução do sistema em relação ao parâmetro série de sólidos.

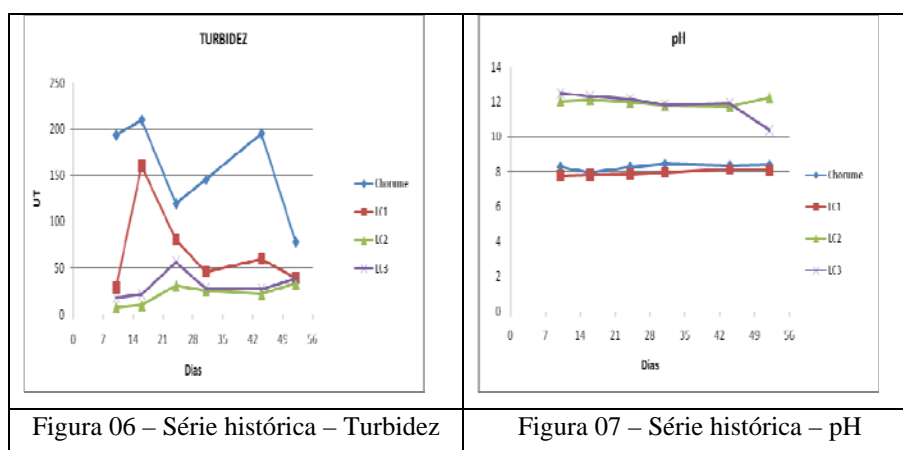


Inicialmente foi verificada uma boa eficiência dos leitos em relação à remoção dos sólidos presentes no chorume, fato este que não se manteve até o final do experimento, possivelmente devido a uma colmatagem dos leitos em função dos altos teores de sólidos presentes no efluente.

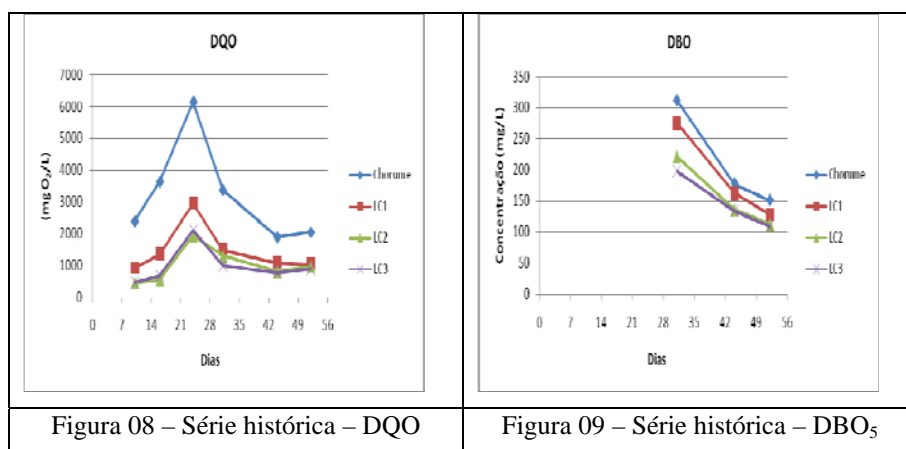
Em relação ao parâmetro turbidez foi observado que o afluente aos leitos manteve uma pequena variação, apesar da grande flutuação dos valores de turbidez encontrados no chorume, o que demonstrou uma capacidade de amortecimento desse sistema em relação a este parâmetro.

Para o parâmetro pH foi verificado que os sistemas que continham escória conferiam ao efluente final um caráter extremamente básico (pH ~12), isso possivelmente é resultado da grande quantidade de carbonato de cálcio contida nesse tipo de escória.

Os resultados obtidos para os parâmetros Turbidez e pH e são demonstrados nas figuras 06 e 07.



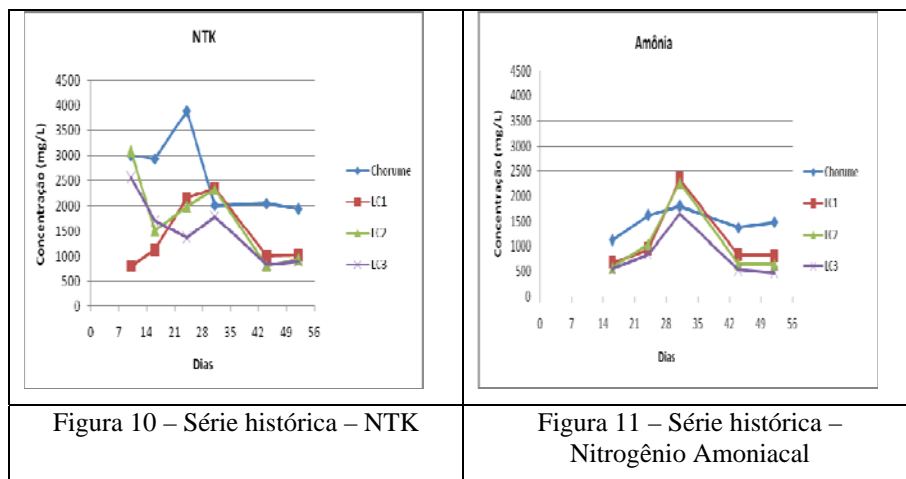
O comportamento do sistema de tratamento em relação à remoção de carga orgânica é mostrado nas figuras 08 e 09.



A eficiência de remoção de matéria orgânica obtida para os leitos que continham escória LD apresentou resultados satisfatórios, com eficiência em torno de 60%. Considerando que a matéria orgânica contida no chorume é altamente recalcitrante, de difícil tratamento, os resultados obtidos para estes leitos são bastante expressivos.

Em relação à eficiência de tratamento para os parâmetros Nitrogênio Kjeldahl Total – NTK e Nitrogênio Amoniacal os leitos que apresentavam escória em sua constituição obtiveram melhores resultados, sendo que o leito 3, que continha somente escória apresentou as melhores eficiências médias, sendo de 52,98% para NTK e 39,70% para Nitrogênio Amoniacal. Destaca-se ainda que os resultados obtidos são relevantes quando observado os altos valores de concentração de nitrogênio no chorume.

As figuras 10 e 11 demonstram o comportamento dos leitos em relação aos parâmetros NTK e Nitrogênio Amoniacal.



Para o parâmetro fósforo total foi verificada a grande eficiência de remoção promovida pelos leitos constituídos de escória. As eficiências de remoção observadas para os leitos 1, 2 e 3 foram respectivamente 17,57%, 85,28% e 89,40%, o que mostra que os leitos compostos por escória apresentaram melhores eficiências de remoção daquele composto por brita. A vegetação presente no LC2 não promoveu remoção adicional de fósforo, o que não era esperado, em relação a LC3. Este fato pode ser indicio que a grande remoção de fósforo observada no LC2 e LC3 está fortemente associada a mecanismos de adsorção e precipitação química.

A figura 12 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro fósforo total.

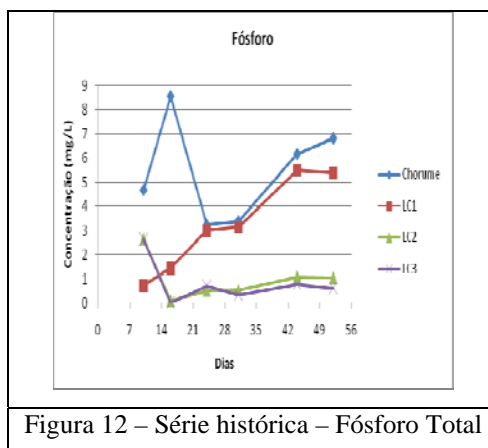


Figura 12 – Série histórica – Fósforo Total

Em relação aos parâmetros microbiológicos foi verificada uma grande eficiência de remoção promovida pelos leitos constituídos de escória. O afluente a estes leitos foram praticamente higienizados, fato este relacionado ao caráter extremamente alcalino peculiar aos leitos com esta constituição. As eficiências de remoção obtidas para os parâmetros microbiológicos podem ser visualizadas nas figuras 13 e 14.

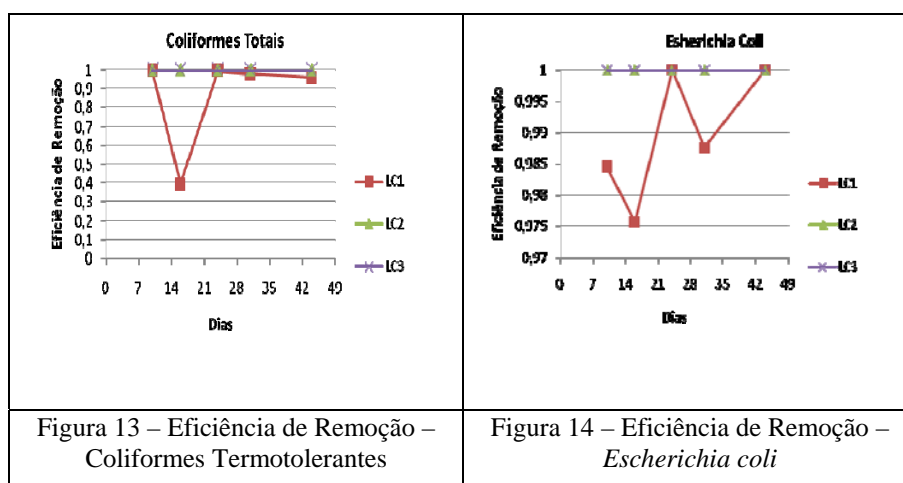


Figura 13 – Eficiência de Remoção – Coliformes Termotolerantes

Figura 14 – Eficiência de Remoção – *Escherichia coli*

CONCLUSÕES

Os resultados de eficiência de remoção obtidos pelos leitos com escória foram superiores ao obtido pelo leito com brita em todos os parâmetros, demonstrando a viabilidade na substituição dos leitos de brita por escória.

Não houve diferença significativa nos resultados dos leitos LC2 (escória+areia+vegetação) e LC3 (escória), evidenciando que a vegetação presente não promoveu remoção adicional dos poluentes.

Os leitos constituídos de escória apresentaram grandes eficiências na remoção de Fósforo (89%), Turbidez (85%), DQO (65%), DBO (48%), Coliformes (100%) indicando a viabilidade técnica do uso desse tipo de material.

As eficiências de remoção dos leitos LC2 e LC3 obtidas para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal e NTK foram consideradas satisfatórias, levando em consideração a simplicidade de operação do sistema adotado e os baixos custos associados. No entanto o sistema tem potencial de remoção de maiores quantidades de nitrogênio amoniacal livre, devendo para isso prever algum mecanismo de arraste do mesmo nos leitos.

Com relação à remoção de sólidos, foi verificado que a maior fração dos sólidos presentes no chorume encontra-se em suspensão, apesar da redução de concentração em torno de 32% para Sólidos Totais, foi



verificado que a concentração final permanece alta em relação aos padrões de lançamentos. No entanto deve-se considerar que o leito utilizado apresenta indícios de colmatação, devido principalmente ao tempo de utilização e as altas cargas empregadas.

O potencial hidrogeniônico do efluente após o contato com a escória apresentou valores elevados ($\text{pH} = 12$), estando em não conformidade ao padrão nacional de lançamento que preconiza valores entre 5 e 9.

Os leitos alagados construídos de maneira geral apresentaram bom desempenho no pós tratamento do chorume, apresentando baixo custo de implantação e operação, além de possuírem manuseio bastante simples.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, E. V. de. Wetlands Aplicados a Resíduos Líquidos da Suinocultura. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.
2. AVELAR, J. C. Utilização de escória de Aciaria como Leito Filtrante de Sistema de Pós-Tratamento de Efluentes em Leitos Cultivados (LC). 2008. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.
3. COUTO, M. C. L. Tratamento de Chorume de Aterro Sanitário Por Infiltração Rápida em Reatores em Escala Piloto. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.
4. MANNARINO, C. F. Uso de wetland sub superficial no tratamento de efluente de estação de tratamento de chorume por lodos ativados. 2003. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia, Universidade do Rio de Janeiro, 2003.
5. PHILIPPI, L. R. e SEZERINO, P. H. Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas. Editora do autor. Florianópolis, 2004.