

III-070 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ROCHAS DE ARENITO COMO MEIO FILTRANTE EM FILTROS ANAERÓBIOS PARA TRATAMENTO DE CHORUME

Everson Casagrande⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista, MSc. em Ciências Ambientais pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Ednilson Viana

Biólogo, Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos/USP

Álvaro José Back

Engenheiro Agrônomo, Dr, Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS, Professor do PPGCA da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Endereço⁽¹⁾: Rua Sebastião José Lemos, 241, Bairro Cidade Alta, 88.900-000 Araranguá – SC - Tel:+55 (48) 35243828E-mail: polacocasagrande@brturbo.com.br

RESUMO

Dentre todas as formas de destinação final adequada dos resíduos sólidos domiciliares, o aterro sanitário é a alternativa mais utilizada no Brasil. Considerando a quantidade de lixiviado produzido e os seus custos de tratamento, este trabalho buscou uma alternativa de tratamento primário utilizando rochas de arenito como meio filtrante em filtros anaeróbios, em comparação com filtros anaeróbios com leito filtrante de rochas de diabásio, costumeiramente utilizados. O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Resíduos Sólidos (NRESOL) da UNESC em Criciúma –SC onde foram montados 8 reatores de PVC com 0,30 m de diâmetro, sendo 4 com leito filtrante com rochas de diabásio e 4 com leito filtrante de rochas de arenito. O tempo para formação dos biofilmes foi de 67 dias e os tempos de detenção utilizados no experimento foram de 16, 30, 44 e 63 dias. Os resultados mostraram uma eficiência na remoção de DQO em torno de 82%, com um tempo de detenção ótimo próximo de 30 dias. Para o Nitrogênio Total e Ferro Total a redução foi significativa no tempo de detenção de 16 dias, ficando em torno de 19% e 28%, respectivamente. Com relação à remoção de manganês, o sistema não mostrou redução significativa, sendo que o pH permaneceu praticamente estável durante todo o período de experimento. O filtro anaeróbio com leito filtrante de rochas de arenito mostrou-se uma boa alternativa para tratamento primário do lixiviado de aterros sanitários, sendo inclusive um atrativo econômico, pois apresentou alta eficiência, com Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) relativamente baixo

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, chorume, filtro anaeróbio.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas ambientais que desafiam os pesquisadores de todo o mundo desde o século passado é a destinação final adequada do lixo produzido pela humanidade. O aterro sanitário é o processo de disposição final adequado de resíduos sólidos domésticos mais utilizado no Brasil (ABRELPE, 2004). Mesmo assim os impactos potenciais de um aterro são múltiplos e podem ser classificados em impactos diretos e indiretos. Os impactos diretos são: as emissões líquidas (chorume), as emissões gasosas, a poluição sonora ou os ruídos do funcionamento das máquinas, a poeira e o impacto sobre a paisagem. Os impactos indiretos são o tráfego dos veículos transportadores e os problemas sanitários. Dos impactos citados, a produção de chorume pode ser considerada o mais problemático em função da sua composição ser extremamente variável e do grande volume produzido diariamente e por um longo período. Aproximadamente metade do que é produzido como resíduos sólidos domiciliares é composto de matéria orgânica (Jardim e Wells, 1995), que no seu processo de degradação gera um líquido altamente poluente denominado chorume.

Devido as suas características o chorume apresenta grandes riscos de contaminação do solo, das águas subterrâneas e das águas superficiais, com sérias conseqüências para a saúde pública. Mesmo após a sua finalização de uso, um aterro continua a produzir chorume por cerca de 50 anos (Brito-Pelegrini et al, 2005), o que caracteriza uma situação preocupante o seu tratamento, mesmo nos aterros sanitários, tidos como os melhores métodos de disposição final dos resíduos sólidos domiciliares. Dependendo da idade, natureza dos resíduos e até mesmo das variáveis hidrometeorológicas da área de influência do aterro, o percolado ou

chorume como é denominado, pode variar em composição, concentração e quantidade. Desta forma, é importante o desenvolvimento de técnicas de drenagem e de tratamento apropriadas para cada região (Capelo Neto e Castro, 2005).

Devido à cadeia de constituintes existentes no chorume e as variações quantitativas sazonais e cronológicas (pelo aumento da área exposta), não se deve considerar uma solução única de processo para o seu tratamento (Hamada e Matsunaga, 2000). Os processos anaeróbios têm se mostrado eficientes na remoção de metais pesados na forma de sulfetos, além de reduções significativas de DQO. Estes processos também são mais eficientes no tratamento de chorume novo e podem ser obtidos resultados que sejam suficientes para assegurar um tratamento adequado ao chorume em aterros sanitários (Ferreira et al, 2001).

No Brasil são utilizados diversos métodos para tratamento de chorume, onde citam-se como tratamentos primários a lagoa anaeróbia, o digestor anaeróbio, os tanques de polimento, o tanque Inhoff, o reator anaeróbio, o poço anaeróbio, o filtro anaeróbio e fossa séptica. Dentre estes, destacam-se os filtros anaeróbios, que resistem bem às variações do afluente e propiciam boa estabilidade deste, com baixa perda dos sólidos biológicos, propiciando grande liberdade de projeto, além de que não necessitam de inóculo para a partida e tem construção e operação muito simples (Chernicharo, 2001).

O filtro anaeróbio constitui-se em uma unidade de crescimento aderido em que o reator abriga um meio suporte, cujas unidades contêm superfície para o crescimento de colônias de bactérias anaeróbias e facultativas. Sendo tal meio atravessado pelo efluente, há um íntimo contato entre o líquido e os filmes microbiológicos aderidos e intersticiais, havendo então adsorção e posterior metabolismo da matéria orgânica solúvel e particulada presente na água residuária, que é convertida a produtos intermediários e a metano e gás carbônico.

Em aterros sanitários, os filtros anaeróbios de base têm sido usados como tratamento primário do chorume para redução da DBO₅, DQO, pH, coliformes fecais e metais pesados, utilizando geralmente como camada suporte brita de diabásio. Cabe salientar que o tratamento de lixiviado em filtro anaeróbio não permite atingir os padrões para emissão do efluente, necessitando-se de tratamento oxidativo aeróbio subsequente (Fleck et al, 2002). As principais finalidades da camada (ou meio) suporte nos filtros anaeróbio são: permitir o acúmulo de grande quantidade de biomassa com o conseqüente aumento do tempo de retenção celular; melhorar o contato entre os constituintes do despejo afluente e os sólidos biológicos contidos no reator; atuar como barreira física, evitando que os sólidos sejam carregados para fora do sistema de tratamento e ajudar a uniformização do escoamento no reator (Chernicharo, 2001).

Fleck et al. (2002), demonstraram que a utilização de filtro anaeróbio de brita como unidades biológicas primárias para o tratamento de lixiviados brutos de aterro sanitário teve ótimos resultados na remoção média de DBO₅ e DQO. Os autores utilizaram 8 reatores plásticos idênticos para simular em laboratório os reatores anaeróbios (2 para cada tempo de detenção). Os tempos de detenção utilizados foram de 14, 28, 56 e 91 dias. Em todos os reatores obtiveram-se remoções globais de DBO₅ e DQO superiores a 60%, sendo as máximas 82,16% e 76,83%, respectivamente. O meio suporte utilizado neste estudo foram pedras britadas nº 5.

Schafer et al. (1986) apud Qasim e Chiang (1994) utilizaram um filtro anaeróbio de fluxo ascendente com meio suporte com índice de vazios de 95% e área superficial de 114,8 m²/m³ para tratamento de lixiviado com 38.500 mg DBO₅/L e 60.000 mg DQO/L. Usando TDH superiores a 4,9 d (média 7,4 d) e carga aplicada de 7,1 kg DBO₅ / (m³.d) obtiveram-se remoções de DBO₅ e Sólidos Suspensos Totais (SST) de 95% e elevados rebaixamentos nas concentrações de metais.

Devido às suas características, a rocha de arenito atende aos principais requisitos desejáveis para materiais suporte de filtros anaeróbios que são: ser estruturalmente resistente, ser biológica e quimicamente inerte, ser suficientemente leve, possuir grande área específica, possuir porosidade elevada, possibilitar a colonização acelerada dos microorganismos, apresentar formato não achatado ou liso e preço reduzido. Nas minerações de rochas de arenito as sobras são utilizadas para aterro de terrenos ou abandonadas nos próprios locais da extração sem haver um fim mais nobre. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial uso da rocha de arenito para o tratamento primário de chorume quando utilizadas como meio filtrante em filtros anaeróbios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados 8 reatores circulares idênticos, com 1,10 m de altura e diâmetro interno de 0,30 m. Os reatores foram dimensionados com base no método descrito por Fleck et al (2002) e montados no Núcleo de Pesquisa em Resíduos Sólidos (NRESOL) da Unesc. Para a montagem dos reatores foram utilizadas 8 barras iguais de tubos de PVC de 1,10 m, com diâmetro interno de 0,30 m, além de 8 caps (tampões) de PVC para as vedações superiores e 8 caps de PVC para as vedações inferiores. A altura útil de cada reator foi de 1,05 m, com volume total de 74,2 litros. Os leitos filtrantes a serem utilizados foram brita (diabásio) nº 5 (ABNT, 1997) e rochas de arenito (pedra grês) com dimensões semelhantes à brita nº 5.

O sistema experimental operou com 5 diferentes tempos de detenção hidráulica, 0, 16, 30, 44 e 63 dias, cada qual aplicado ao conjunto dos 8 reatores. Ao longo de todo o experimento manteve-se a homogeneidade da alimentação dos reatores, uma vez que todos receberam lixiviado equalizado de um mesmo recipiente distribuidor, ou seja, uma caixa d'água de PVC com volume de 500 litros.

As análises de DQO e pH foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT, da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. As análises de Ferro Total, Nitrogênio Total e Manganês foram realizadas no laboratório da Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, em Urussanga – SC. As análises de massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente das rochas de arenito e diabásio foram realizadas no Laboratório de Materiais da Construção Civil – LMCC, da Universidade Federal de Santa Catarina, cujos ensaios são normatizados pela NBR – 12766 que trata da “Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente”.

As unidades experimentais (8 reatores) trabalharam com Cargas Orgânicas Volumétricas e Taxas de Aplicação Superficial idênticas para cada Tempo de Detenção Hidráulica (TDH). O efluente aplicado aos reatores para formação do biofilme mantido por um período de 67 dias foi caracterizado por DQO de 4665,6 mg/L, pH de 6,9; ferro total de 64,8 mg/L; nitrogênio total de 276,3 mg/L e manganês de 2,47 mg/L. No dia “zero” os reatores foram esvaziados e novamente cheios com o efluente originário do Aterro Sanitário de Urussanga com as seguintes características: DQO de 7586,6 mg/L, pH de 7,20; ferro total de 4,52 mg/L; nitrogênio total de 703,13 mg/L e manganês de 2,06 mg/L.

Os dados foram analisados por meio da análise de variância, sendo o modelo adotado foi de experimento em fatorial (2 leitos filtrantes x 5 tempos de detenção com 4 repetições) completamente casualizado. Sempre que o fator ou a interação se mostrou significativa ao nível de significância de 5 %, procedeu-se a comparação entre as médias por meio do teste de Tukey com nível de significância de 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios de DQO nos diversos TDH para os leitos filtrantes de Arenito e de Diabásio, onde se observa que para o leito filtrante de Arenito as médias de DQO apresentam diferenças significativas para THD de até 30 dias, enquanto que para o leito filtrante de rocha de Diabásio as diferenças foram significativas para TDH de até 44 dias. A comparação entre os diferentes leitos filtrantes no mesmo TDH, mostra que as diferenças foram significativas somente para os tempos de 16 e 30 dias, com maiores reduções observadas no leito filtrante de rocha de arenito.

Verifica-se, portanto, que para o filtro anaeróbio com leito filtrante de rocha de arenito o tempo de detenção hidráulica (TDH) de 30 dias foi o que teve uma melhor eficiência de remoção de DQO, com uma redução em torno de 82%. Nos TDH maiores que 30 dias a redução foi mínima, mostrando que não há alterações significativas na eficiência com o aumento do TDH. Comparando-se com os resultados de Fleck et al (2002), os reatores operando com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 56 dias produziram os melhores resultados, apresentando médias de remoção de DQO de 72,57%. O meio suporte utilizado em tal estudo foram pedras britadas nº 5.

Verificou-se ainda que, para o filtro anaeróbio com leito filtrante de rochas de diabásio o tempo de detenção hidráulica (TDH) que obteve melhor redução da DQO foi o de 44 dias, com redução em torno de 84%. Pelos

resultados descritos acima, pode-se afirmar que o filtro anaeróbio com leito filtrante de rochas de arenito apresentou melhor eficiência na remoção da DQO para os TDH de 16 e 30 dias.

Tabela 1: Valores médios de DQO nos diversos TDH para os leitos filtrantes de Arenito e de Diabásio.

Data	TDH (em dias)	Reatores com Leito Filtrante de Rochas de Arenito		Reatores com Leito Filtrante de Rochas de Diabásio	
		DQO (mg/L) ^{1,2}	(%)	DQO (mg/L) ^{1,2}	(%)
16/05	zero	7.586,6 Aa	100,0	7.86,6 Aa	100,0
01/06	16	3.255,9 Bb	43,0	3.800,1 Ba	50,1
15/06	30	1.359,0 Cb	17,9	2.170,0 Ca	28,6
29/06	44	1.127,9 Ca	14,9	1.178,0 Da	15,5
18/07	63	1.073,6 Ca	14,1	1.051,0 Da	13,8

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os TDH ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey; ²médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre os leitos filtrantes ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

Como o custo da construção de um filtro anaeróbio é diretamente proporcional ao seu TDH, pode-se afirmar que a utilização de um filtro anaeróbio com leito filtrante de rochas de arenito pode ser mais viável economicamente, para eficiência de remoção de até 80% de DQO, que o filtro anaeróbio com leito filtrante de rochas de diabásio.

O pH é uma medida da concentração de íons hidrogênio (H^+) em uma solução, sendo expresso como o cologarítmo da atividade dos íons H^+ , dado em uma escala de 0 a 14. É um importante parâmetro de acompanhamento do processo de decomposição dos resíduos sólidos urbanos, indicando a evolução da degradação microbiológica da matéria orgânica e a evolução global do processo de estabilização da massa de resíduos (Castilhos Júnior, 2003).

A Tabela 2 apresenta os resultados médios de pH por leito filtrante e a média total. Os valores de pH medidos nos filtros anaeróbios com leito filtrante com rochas de arenito mantiveram-se relativamente constantes, com valores médios entre 7,20 e 7,40. Os valores de pH, medidos nos filtros anaeróbios com leitos filtrantes com rochas de diabásio mantiveram-se relativamente constantes, com valores médios entre 7,19 e 7,41.

Tabela 2: Valores de pH médio por leito filtrante e média global.

Data	TDH (em dias)	Leito Filtrante		
		Arenito	Diabásio	Média ¹
16/05	Zero	7,20	7,20	7,20 B
01/06	16	7,30	7,30	7,30 A
15/06	30	7,30	7,29	7,30 A
29/06	44	7,30	7,38	7,34 A
18/07	63	7,33	7,38	7,35 A

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre os TDH ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

Pela análise de variância observou-se que não existem diferenças significativas ao nível de significância de 5 % entre os leitos filtrantes. Comparando-se os diversos TDH, observou-se uma diferença significativa no pH entre o TDH de zero dias, dos demais, não havendo diferenças a partir de TDH de 16 dias.

A Tabela 3 apresenta os resultados de remoção de Ferro Total pela média dos resultados dos reatores em percentuais, por tempo de detenção hidráulica (TDH), onde se nota que não foram observadas diferenças significativas entre os leitos filtrantes. Com relação aos TDH observou-se oscilação dos valores de ferro total de 4,52 mg/L no TDH zero diminuindo para 3,26 no TDH 16 dias, e posteriormente estes valores se elevam para 3,84 no TDH 30 dias, atingindo 4,25 mg/L no TDH de 44 dias e caindo para 3,89 mg/L no TDH de 63 dias.

Pelos resultados descritos acima, pode-se afirmar que os filtros anaeróbios com leito filtrante com rochas de arenito e os filtros anaeróbios com leito filtrante com rochas de diabásio tiveram eficiência significativa na

remoção de Ferro Total. Pela Legislação Ambiental de Santa Catarina, (DECRETO 14.250, de 5 junho de 1981), os efluentes só poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos d'água interiores, lagoas, estuários e a beira mar com a concentração máxima de ferro de 15,0 mg/L.

Tabela 3: Conteúdo de Ferro Total, para os diferentes leitos filtrantes.

Data	TDH (Dias)	Leito filtrante de rocha de arenito		Leito filtrante de rocha de diabásio		Média	
		Ferro total mg/L	%	Ferro total mg/L	%	Ferro total ¹ mg/L	%
16/05	zero	4,52	100,00	4,52	100,00	4,52 A	100,00
01/06	16	3,26	72,07	3,26	72,02	3,26 D	72,12
15/06	30	3,82	84,40	3,86	85,34	3,84 C	84,96
29/06	44	4,20	95,92	4,29	94,91	4,25 B	93,92
18/07	63	3,81	84,29	3,98	88,11	3,89 C	86,17

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os TDH ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

A Tabela 4 apresenta os resultados de remoção de Manganês, pela média dos resultados dos reatores em percentuais, por tempo de detenção hidráulica (TDH), onde se observa um comportamento diferenciado para os leitos filtrantes. Nos reatores com leito filtrante de rochas de arenito as médias de teores de Manganês apresentaram valores significativamente menores, com TDH de 16 e 30 dias, não diferindo nos demais tempos. Nos reatores com leito filtrante de diabásio somente foram significativas as diferenças entre as médias para os tempos de zero dias e 63 dias.

Tabela 4: Tabela de remoção de Manganês, em percentual.

Data	TDH (em dias)	Reatores com leito filtrante com rochas de arenito		Reatores com leito filtrante com rochas de diabásio	
		Manganês ^{1,2} Média (mg/L)	(%)	Manganês ^{1,2} Média (mg/L)	(%)
16/05	zero	2,06 Aa	100,00	2,06 Aa	100,00
01/06	16	1,84 Ba	89,57	1,88 ABa	91,26
15/06	30	1,75 Ba	84,83	1,75 ABa	84,83
29/06	44	2,01 Aa	97,82	1,83 ABa	88,84
18/07	63	2,20 Aa	106,79	1,52 Bb	73,91

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os TDH ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey; ²médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre os leitos filtrantes ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

Comparando-se entre os leitos filtrantes (diabásio e arenito) observa-se que somente no TDH de 63 dias a comparação dos resultados mostra que os mesmos são significativamente diferentes, a 5%. Pela Legislação Ambiental de Santa Catarina (DECRETO 14.250, de 5 junho de 1981), os efluentes só poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água interiores, lagoas, estuários e a beira mar com a concentração máxima de Manganês de 1,0 mg/L.

A Tabela 5 apresenta os resultados de remoção de Nitrogênio Total, pela média dos resultados dos reatores, em percentuais, por tempo de detenção hidráulica (TDH), onde se observa que nos reatores com leito filtrante de rocha de arenito os valores de N total para TDH de 16 dias foram significativamente menores que o inicial, não diferindo estatisticamente para os demais TDH. Já para os reatores com rochas de diabásio não foi constatada diferença significativa entre os valores de Nitrogênio total nos diversos TDH.

Comparando-se os valores entre os leitos filtrantes, observam-se diferenças significativas nos valores de Nitrogênio total com menores valores observados nos filtros constituídos por rochas de arenito. Verifica-se, portanto, que, para o filtro anaeróbico com leito filtrante de rocha de arenito, o tempo de detenção hidráulica (TDH) de 16 dias foi o que teve uma melhor eficiência de remoção de Nitrogênio Total, com uma redução de 19,28%. Nos TDH maiores que 16 dias não houve redução significativa, dando a entender que não há ganhos significativos com o aumento do TDH.

Tabela 5: Tabela de remoção de Nitrogênio Total, em percentual.

Data	TDH (em dias)	Reatores com leito filtrante com rochas de arenito		Reatores com leito filtrante com rochas de diabásio	
		Nitrogênio Total Média (mg/L)	(%)	Nitrogênio Total Média (mg/L)	(%)
16/05	zero	703,13 Aa	100,00	703,13 Aa	100,00
01/06	16	567,57 Bb	80,72	699,76 Aa	99,52
15/06	30	569,20 Bb	80,96	675,05 Aa	96,01
29/06	44	570,66 Bb	81,16	700,35 Aa	99,61
18/07	63	570,66 Bb	81,16	708,99 Aa	100,83

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os TDH ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey; ²médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre os leitos filtrantes ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

Pelos resultados descritos acima, pode-se afirmar que o filtro anaeróbio com leito filtrante de rochas de arenito teve sua melhor eficiência na remoção de Nitrogênio Total no TDH de 16 dias e uma maior eficiência na remoção de Nitrogênio Total que o filtro anaeróbio com leito filtrante com rochas de diabásio.

Pela Legislação Ambiental de Santa Catarina (DECRETO 14.250, de 5 junho de 1981), os efluentes só poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água interiores, lagunas, estuários e a beira mar com a concentração máxima de Nitrogênio Total de 10,0 mg/L.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A aplicação de filtros anaeróbios com leito filtrante de rochas de arenito é uma alternativa viável para tratamento primário de chorume de aterros sanitários.

O meio filtrante com rochas de arenito é mais eficiente em relação ao meio filtrante com rochas de diabásio para o Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 30 dias no tratamento primário de chorume.

O meio filtrante com rochas de arenito permitiu uma redução significativa de DQO e de Nitrogênio Total em um TDH menor do que aquele observado para o meio filtrante de rochas de diabásio.

Quando considerados TDH de 63 dias, as eficiências de remoção para Ferro Total e DQO foram semelhantes nos dois leitos filtrantes estudados.

A pequena variação no pH demonstrou que o sistema utilizando rochas de arenito como leito filtrante permaneceu em equilíbrio quanto a população de bactérias metanogênicas e quanto as condições ambientais no interior dos reatores.

Mesmo com os melhores TDH, para todos os parâmetros, exceto Ferro, o efluente, pós-tratamento primário, está fora dos limites de emissão exigidos pelo Decreto nº 14.250/81, necessitando assim de tratamento complementar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo - SP, 80p., 2004.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR-13.969, Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projeto Construção e Operação. Rio de Janeiro - RJ, 60 p., 1997.
3. BRITO-PELEGRINI, N. N.; PATERNIANI, J. E. S.; PELEGRINI, R.. Água para Consumo Humano, Um Bem Limitado. Ceset-UNICAMP, Campinas – SP, 11p., 2005.

4. CAPELO NETO, J.; CASTRO, M. A. H. Simulação e Avaliação do Desempenho Hidrológico da Drenagem Horizontal de Percolado em Aterro Sanitário. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 10, n. 3 – Jul./Set. Rio de Janeiro - RJ, p. 229-235, 2005.
5. CASTILHOS JUNIOR, A. B. Coordenador. Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. PROSAB 3 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro – RJ, 218p., 2003.
6. CHERNICHARO, C. A. L. Coordenador. Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios – Coletânea de Trabalhos Técnicos. PROSAB 2. Belo Horizonte - MG, 2001.
7. FERREIRA, J. A. et al. Uma Revisão das Técnicas de Tratamento de Chorume e a Realidade do Estado do Rio de Janeiro. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais em CD-ROOM, III -108, João Pessoa - PB, 11p., 2001.
8. FLECK, E. et al. Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos em Filtros Anaeróbios de Brita, em Escala Piloto, Operando em sistema de Semi-batelada. In: VI SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – ABES, Trabalhos Técnicos – Gramado - RS, 8p., 2002.
9. GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793 de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. Florianópolis – SC, 1981.
10. HAMADA, J.; MATSUNAGA, I. Concepção do Sistema de Tratamento de Chorume para o Aterro Sanitário de Ilhéus – BA. In: IX SILUBESA – SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Porto Seguro – BA, 12p., 2000.
11. JARDIM, N. S.; WELLS, C. Coordenadores. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. IPT / CEMPRE. São Paulo - SP, 278p., 1995.
12. QASIN, S. R.; CHIANG, W.. Sanitary Landfill Leachate: Generation, Control and Treatment. Lancaster: Technomic Publishing Co. Inc, 339p., 1994.