

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III- 049 – TRATAMENTO DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO PELO PROCESSO DE INFILTRAÇÃO RÁPIDA

Maria Claudia Lima Couto⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Florindo dos Santos Braga

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo. Doutorado pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP. Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo.

Ricardo Franci Gonçalves

Engenheiro Civil e Sanitarista – UERJ (1984), Pós-graduado em Eng. 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), Prof. Adjunto do DHS e do PMEA - UFES.

Thiago Marques Bastos

Graduando em química pela Universidade Federal do Espírito Santo. Aluno de Iniciação Científica.

Endereço: ⁽¹⁾ Rua Magno Malacrene, nº 45, Sólton Borges, Vitória, ES. CEP 29072-420. Tel: (27) 3327-2115/ 3335 2168.

e-mail claudia_couto@zipmail.com.br / mariaclc@npd.ufes.br

RESUMO

Neste trabalho é apresentado um estudo da aplicação do processo de infiltração rápida, geralmente utilizado para esgotos domésticos, como uma alternativa de tratamento de chorume de aterro sanitário. O estudo foi desenvolvido em pilotos construídos em tubos de PVC de 150 mm de diâmetro, preenchidos com 1,30m de material filtrante. O chorume utilizado foi de um aterro sanitário localizado na Região da Grande Vitória – ES. No estudo procurou-se analisar taxas de aplicação, ciclo operacional e eficiência de remoção de matéria orgânica, nutrientes e sólidos suspensos totais. Foi analisado também o comportamento da colmatção superficial do leito filtrante.

PALAVRAS-CHAVE: Chorume, Aterro Sanitário, Infiltração Rápida.

INTRODUÇÃO

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) consiste na última das etapas do seu gerenciamento, podendo ocorrer de diversas formas, sendo a disposição final em aterros sanitários a forma ambientalmente mais recomendada.

Nestas formas de disposição final há a ocorrência de produção de subprodutos líquidos, o chorume. Sendo que em aterros sanitários a produção de chorume pode ser evitada ou reduzida através da escolha correta dos parâmetros de projetos adequados a cada situação. O chorume necessita ser coletado e tratado de forma adequada para que não traga prejuízos ambientais e para a saúde pública, o que nem sempre ocorre. As variações que ocorrem nas características do chorume durante e após a operação de um aterro são os grandes complicadores quando se procura tecnologias para seu tratamento. Estes complicadores são ainda mais agravantes no caso de se desenvolver tecnologia de tratamento para todos os tipos de aterros.

O tratamento do chorume através de processos biológicos é uma alternativa viável já comprovada em muitos estudos.

O tratamento biológico do chorume é geralmente feito por meio de sistemas de lagoas e filtros biológicos que apresentam eficiência baixa, mau cheiro, requer grandes áreas e requerem longo tempo de detenção.

Propondo uma alternativa de tratamento para chorume de aterro sanitário, a infiltração rápida é um processo que pode ser viável com uma redução considerável no tempo de tratamento e eficiência bastante satisfatória comparado a outros sistemas, sobre o qual tem-se pouca informação quando aplicado ao tratamento de chorume.

A infiltração rápida no solo é um processo que de acordo com Campos (1999), promove a remoção dos poluentes por meio de filtração das substâncias contidas no efluente pelo solo, quando a água residuária percola por meio dele.

O objetivo deste trabalho é verificar o tratamento de chorume pelo processo biológico de infiltração rápida. O estudo foi desenvolvido em pilotos construídos em tubos de PVC de 150 mm de diâmetro, preenchidos com 1,30m de material filtrante. O chorume utilizado foi de um aterro sanitário localizado na Região da Grande Vitória – ES. No estudo procurou-se analisar taxas de aplicação, ciclo operacional e eficiência de remoção de matéria orgânica, nutrientes e sólidos suspensos totais. Foi analisado também o comportamento da colmatação superficial do leito filtrante.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foram construídos os pilotos para o tratamento do chorume no pátio de resíduos sólidos da Universidade Federal do Espírito Santos na cidade de Vitória – ES.

O chorume utilizado na pesquisa foi proveniente de um aterro sanitário particular, localizado na Rodovia do Contorno, Cariacica - ES. Este aterro recebe os resíduos domésticos dos municípios que compõem a região da Grande Vitória e outros municípios próximos, além de receber os resíduos domésticos de sessenta empresas da região. O aterro é dividido em sub-aterros denominados por "células" que são operados até seu fechamento quando é dado início a uma nova célula, cada célula possui uma infra-estrutura própria com sistemas de drenagem separados. Isto permitiu que o trabalho fosse realizado com o chorume produzido por em célula nova que teve suas atividades iniciadas em outubro de 2002. Na tabela 1 são apresentadas as características físicas e operacionais do aterro.

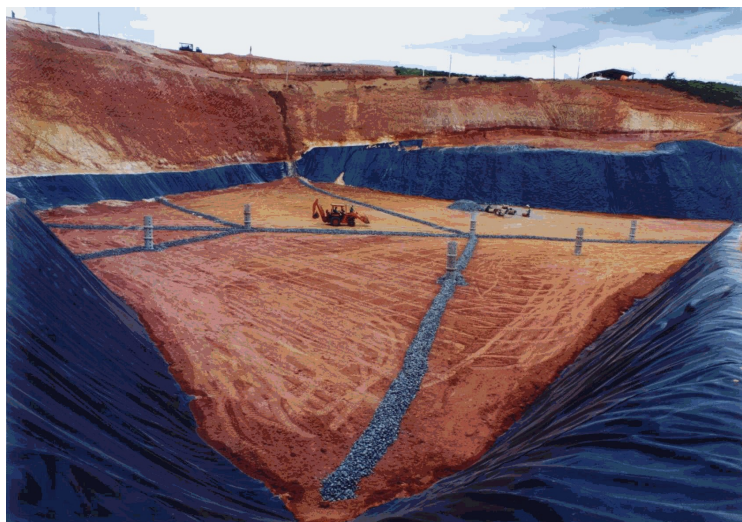
Tabela 1: Características físicas e operacionais do aterro sanitário da Marca – Grande Vitória- ES.

Características	Valores	Unidade
Área	13.580,00	m ²
Vida Útil	2	anos
Volume de lixo diário	450	t/dia
Volume de chorume diário	10-12	m ³ /dia

Fonte: Dados fornecidos pela empresa operadora do aterro – Marca Construtora, 2003.

A figura 1 mostra o aterro sanitário na fase de construção da Célula 3, de onde foi coletado o chorume para a pesquisa. Pode-se visualizar a localização do sistema de drenagem de chorume em forma de espinha de peixe e do sistema de coleta de gases.

Figura1: Foto da construção da Célula 3 do aterro sanitário da Marca, 2002.



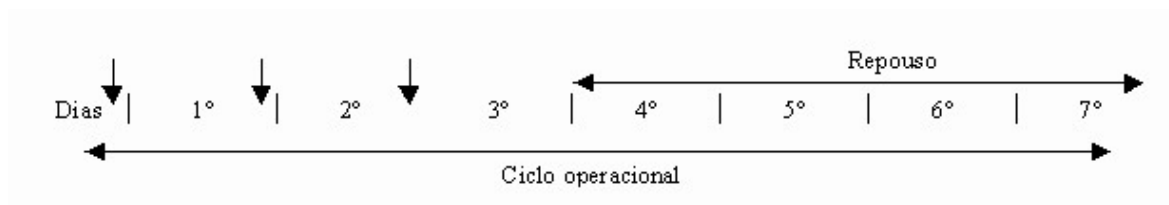
O chorume foi coletado semanalmente e levado às instalações da UFES em tambores apropriados de 100 L e armazenados em temperatura ambiente média de 28°C .

PROCESSO DE TRATAMENTO

O processo de tratamento foi do tipo biológico aeróbio, através de um sistema de filtração rápida em escala piloto, utilizando como meio de filtrante areia quartzosa média e fina. A alimentação dos reatores foi feita manualmente. No processo de IR as aplicações da água residuária são feitas de modo intermitente e dentro de um ciclo pré-determinado dependendo do tipo de solo, tipo de efluente e grau de tratamento desejado.

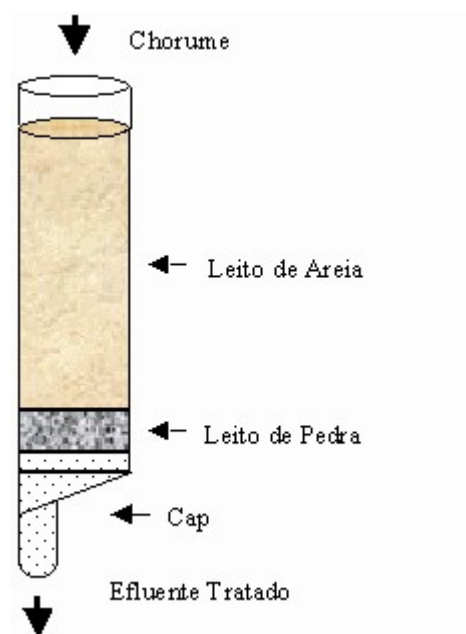
O ciclo de aplicação foi o mesmo adotado por Silva (2001) em estudos para tratamento secundário de esgoto sanitário na região de Vitória – ES, utilizando reatores de mesma características físicas. O ciclo foi de três dias de aplicação e quatro de descanso, conforme figura 2.

Figura 2: Procedimento operacional a ser adotado na ETAPA 1 de operação



Os reatores em escala piloto utilizados na pesquisa foram construídos em PVC de 150mm de diâmetros, e com 1,30m de leito, com uma camada suporte de 15 cm compostas por brita de granulometria 0, 1 e 2, localizada na base para evitar o carreamento do meio filtrante. Na base do reator existe uma torneira que facilita a coleta do efluente. A figura 3 mostra o esquema do reator.

Figura 3: Esquema da configuração do piloto utilizado na pesquisa.



ETAPA 1: DADOS PRELIMINARES

A Etapa 1 teve como objetivo inicial a caracterização do chorume e também testar taxas diferentes de aplicação de chorume nos reatores. Nesta etapa de operação foram utilizados dois reatores, IR1 e IR2, de características geométricas, citadas anteriormente e de leito filtrante de areia de granulometria média. Esta etapa teve uma duração de seis semanas, ou seja, seis ciclos operacionais.

Os reatores piloto entraram em operação no dia 10/04/2003, com término no dia 12/06/2003. Inicialmente foi aplicado um teste de vazão nos dois reatores. Neste teste cada reator recebeu uma aplicação de 3.200ml água sendo medido em seguida o tempo necessário para a saída do líquido do reator. Este mesmo procedimento foi aplicado ao final da primeira etapa de operação para a elaboração do histograma de vazão comparando o grau de colmatção dos dois reatores.

As taxas de aplicação testadas foram de 3.200ml/dia para o reator IR-1 e de 2.000ml/dia para o reator IR-2. A aplicação foi feita dividindo-se o volume diário em quatro frações iguais aplicadas durante 4,5h, ou seja, a cada 1,5h era aplicada uma fração do volume, 800ml para o IR-1 e 500ml para o RI-2.

Nesta etapa os desempenho dos reatores foram monitorados através de análise laboratoriais de DQO e SST e Fósforo do chorume e efluente dos reatores.

ETAPA 2

Na segunda etapa de operação o objetivo foi verificar o desempenho dos reatores com diferentes meios filtrantes. Os reatores, IR2 e IR3 foram preenchidos com areia média e areia fina, respectivamente. A taxa de chorume de aplicação utilizada foi a de 2.000 ml/dia, que teve melhor resultado na etapa 1.

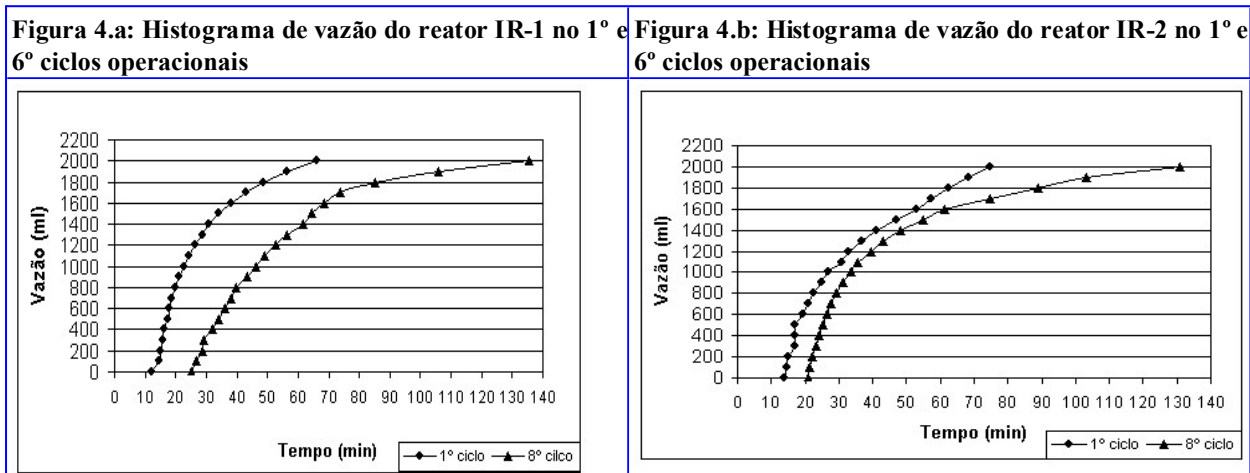
Esta etapa teve início em 25/07/2003, com a aplicação do teste de vazão conforme realizado na ETAPA 1. Após o 14º ciclo de aplicação foi observado a colmatção na superfície do leito filtragem e diminuição de considerável do volume filtrado após 24h de aplicação nos dois reatores que era de 90% no 1º ciclo passando para 25% no 14º ciclo para o IR 3 e de 95% para 35% do 1º para 14º ciclo no IR 2. O experimento foi mantido por mais 3 ciclos quando os dois reatores apresentaram uma colmatção total impossibilitando a infiltração.

Nesta etapa os desempenho dos reatores foram monitorados através de análise laboratoriais de DQO e SST, Série Nitrogenada e Fósforo, alcalinidade e pH.

RESULTADOS DA ETAPA 1

COLMATAÇÃO DO LEITO FILTRANTE

Na Etapa 1 foi analisado o desempenho de um reator aeróbio para tratamento primário de chorume bruto. Para o controle deste desempenho foram feitas análises de Ph com valor médio de 8,40 e de DQO e Sólidos Suspensos Totais e Fósforo que podem ser observados nas figuras 4a e 4b. IR-2 que foi operado a uma taxa de aplicação menor de 2000 ml/dia obtendo um resultado mais satisfatório que o reator IR-1 que foi operado a uma taxa de 3200ml/dia. Observou-se também que no decorrer deste seis ciclos uma maior colmatação do leito do reator IR-1.



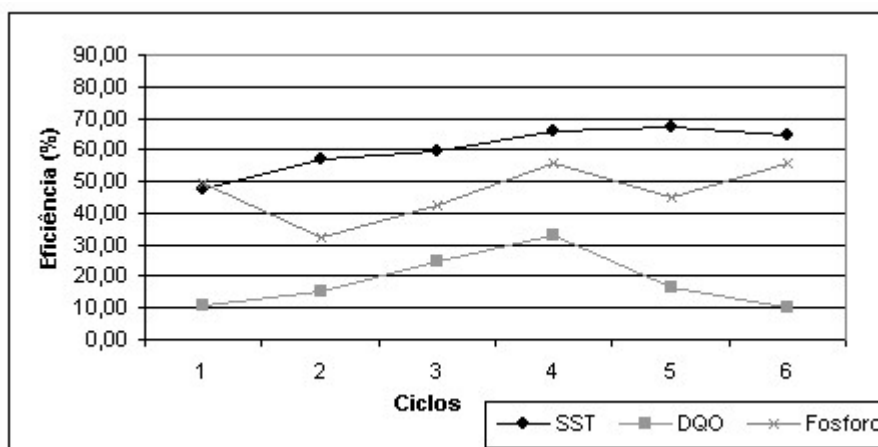
Observa-se que nos reatores o início da saída do efluente no 1º ciclo ocorrem quase que ao mesmo tempo, dez minutos após a aplicação. O que era esperado, pois os dois reatores têm a mesma configuração geométrica. Após os oito ciclos de operação este tempo para início da saída do líquido passa para 25 min para o IR-1 e 21 min para o IR-2.

A diminuição da taxa de infiltração, dada pela diferença de área entre as curvas de vazão dos dois reatores mostra o nível colmatação dos leitos. Uma maior colmatação no IR-1 era esperada, pois este reator foi o que recebeu uma taxa maior de aplicação.

EFICIÊNCIA DOS REATORES

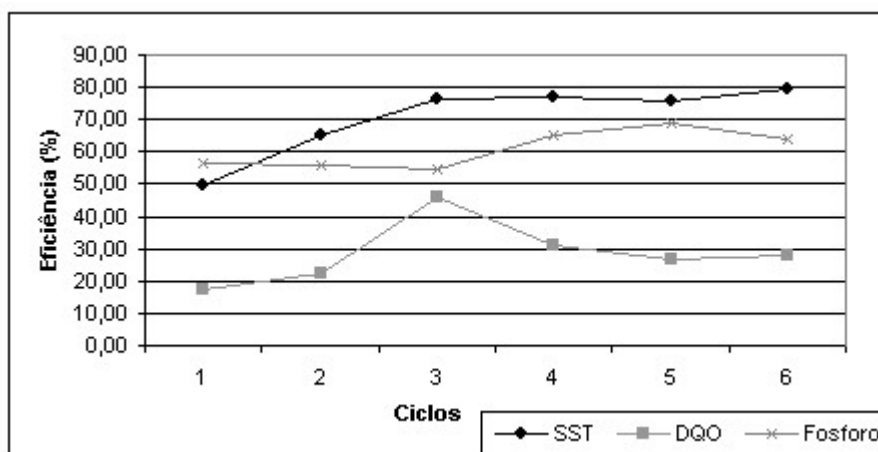
A eficiência dos reatores IR-1 e IR-2 na etapa 1 são discutidos em termos de DQO e SS e Fósforo, que serviram juntamente com a avaliação de colmatação do leito para o planejamento da etapa seguinte. Na figura 5 e 6 a eficiência de tratamento em termos de DQO, SS e Fósforo do efluente dos reatores IR-1 e IR-2 respectivamente.

Figura 5: Resultados de remoção de DQO, SST e Fósforo no IR 1.



Podemos observar que ocorre uma boa eficiência de tratamento em relação à remoção de SST e fósforo. Quanto à remoção de DQO na quarta semana é que ocorre a maior eficiência de tratamento com uma queda voltando a eficiência do início da etapa de próximo a 10%. Neste ciclo o leito apresenta características de entupimento, como redução no tempo de coleta do efluente, como foi constatado com o teste de vazão e mostrado anteriormente nos histogramas de vazão.

Figura 6: Resultados de remoção de DQO, SST e Fósforo no IR 2.

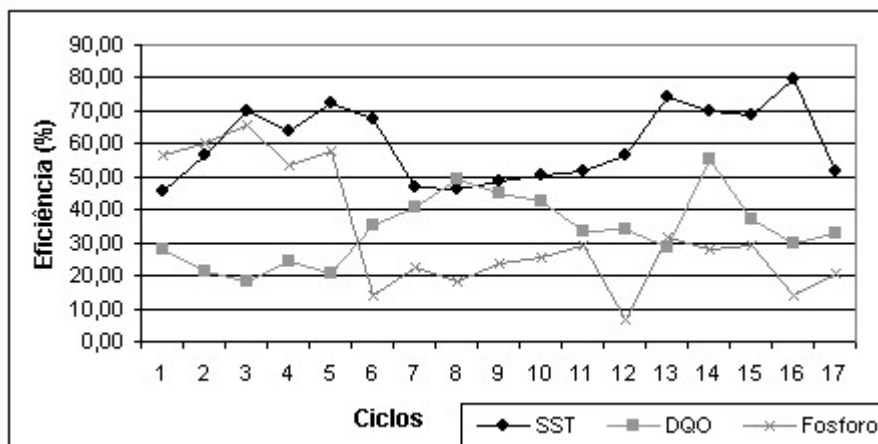


O reator IR 2 que recebeu uma taxa maior de aplicação foi o que apresentou melhor resultado tanto em termos de remoção de SST e Fósforo como na remoção de DQO que atingiu sua melhor eficiência na terceira semana de 50% e permaneceu com uma eficiência próxima a 30% nas três semanas seguintes. Este reator apresentava poucos sinais de entupimento neste período.

Com os resultados da etapa 1, pode-se concluir que o reator que recebeu a menor taxa de aplicação de chorume, obteve melhores resultados, tanto em eficiência como em relação à colmatação de seu leito filtrante. Baseado nestes resultados, a etapa 2, que tem como objetivo analisar leitos filtrantes de granulometrias diferentes, foi operada com a taxa de aplicação de 2000ml/dia seguindo o mesmo ciclo operacional da etapa 1.

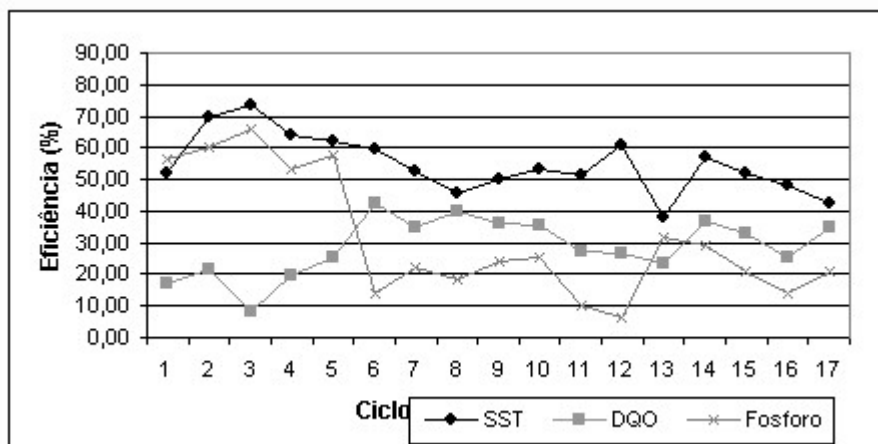
RESULTADOS DA ETAPA 2

Na Etapa 2, o experimento foi mantido até a total colmatação do leito quando não foi mais possível a infiltração do chorume dentro do ciclo operacional proposto. O desempenho dos reatores foi monitorado através de análises de SST, DQO, Fósforo, Nitrogênio, Alcalinidade e pH. Os resultados das eficiências de tratamento em termos de SST, DQO e Pt são mostrados nas figuras 7 e 8. O resumo dos resultados das análises é mostrado na tabela 2.

Figura 7: Eficiência de tratamento de SST, DQO e Fósforo no IR 2.

O reator IR 2 manteve as mesmas características da etapa anterior, seu leito foi lavado com retirada da biomassa existente e reiniciado o processo, nesta etapa a remoção de SST e fósforo iniciam no mesmo grau de eficiência da etapa anterior próximo a 55% para fósforo e 50% para SST com uma queda na eficiência de tratamento para ambos a partir da sexta semana. Este fato pode ter ocorrido pela variação brusca na concentração do chorume que teve um aumento em sua DQO de 67,82% passando de 4262,30mg/L para 7152,83 mg/L.

A remoção de DQO mesmo sendo operado da mesma forma que na etapa 1, apresentou resultados diferentes já iniciando com uma próxima a 30%. Esta variação nos resultados e não repetitividade nas respostas pode ser justificado pela variação que ocorre com as características do chorume no decorrer da pesquisa.

Figura 8: Eficiência de tratamento de SST, DQO e Fósforo no IR 3.

Quando analisamos o reator IR 3 cujo leito filtrante é constituído de areia quartzosa fina, observa-se que os resultados apesar de terem valores diferentes do IR 2, apresentam as mesmas tendências de tratamento. Isto pode ser observado com mais evidência na figura 9 de concentração de DQO do chorume e do efluente dos dois reatores. Com uma correlação de 67% entre os resultados de eficiência de remoção de DQO do IR 2 e IR 3

Figura 9: Concentração de DQO do chorume e dos efluentes dos reatores IR 2 e IR 3.

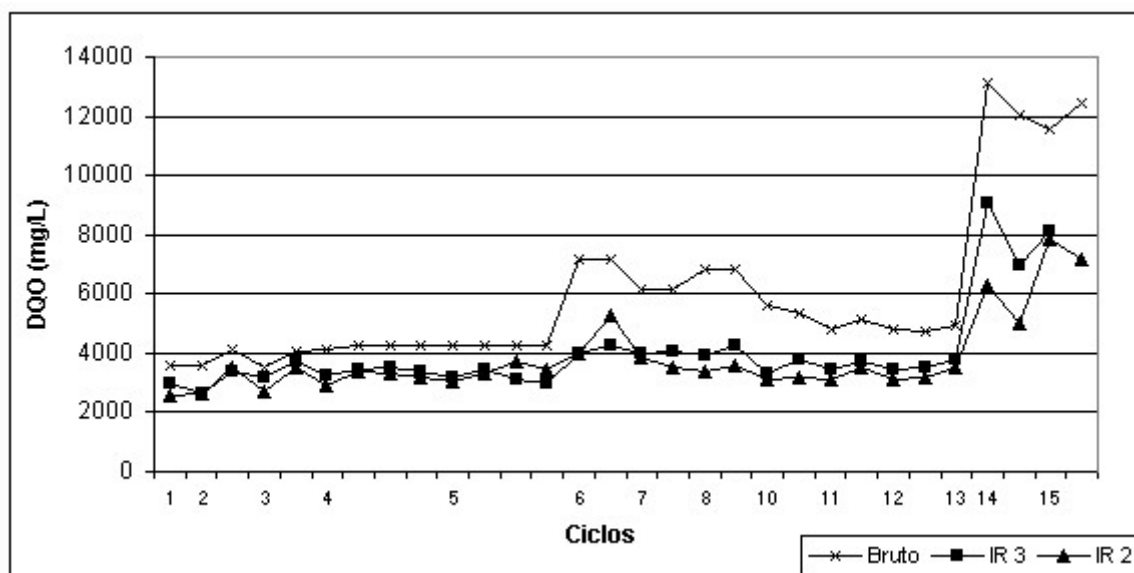


Tabela 2: Resultados das análises laboratoriais da etapa 1 e etapa 2.

Análise		n	Média	Desv.p	Max	Min	Média	Desv.p	Max	Min	EM(%)
		Bruto					IR 1				
Etapa 1	DQO	15	3629,37	574,07	4866,42	3148,86	2937,57	536,06	4103,06	2099,24	18,88
	Pt	9	18,52	2,09	20,49	14,42	9,44	1,02	11,33	8,08	48,40
	SST	10	368,16	85,56	481,43	230,00	140,78	29,83	191,00	103,00	60,44
	pH	10	8,40	0,20	8,60	8,20	8,33	0,26	8,48	8,03	-
		Bruto					IR 3				
Etapa 2	DQO	32	6213,65	2901,26	13129,9	3502,93	4335,69	1767,81	9063,52	2670,06	27,89
	Pt	19	1,70	1,66	19,88	14,09	11,26	2,43	14,34	6,46	30,77
	SST	32	275,08	103,45	587,50	150,00	118,17	59,28	304,00	32,00	57,42
	pH	30	8,11	0,06	8,17	8,05	8,21	0,07	8,29	8,13	
	N-NH ₃	10	1648,45	595,92	2248,67	923,07	911,73	493,64	1447,06	296,12	46,75
	N-org	10	495,04	216,75	962,06	280,56	224,91	188,96	500,85	39,95	57,00
	N-NO ₃		-	-	-	-	184,22	185,29	463,91	1,62	-
	N-total	10	2143,49	730,69	3046,48	1210,57	1320,86	494,38	1878,53	636,23	37,52
	Alcal.	9	10703,3	323,03	11400,0	10200,0	9346,67	283,06	9630,00	8970,00	12,62

Nota: Unidade mg/L Exceto pH

EM(%): Eficiência Média de tratamento

CONCLUSÃO

Na Etapa 1 o reator que obteve melhor resultado em eficiência e menor grau de colmatção foi o Reator IR 1 que foi

operado a uma taxa de 2000ml/dia de chorume.

Na etapa 2 o reator IR 2 de meio filtrante constituído de areia quartzosa média obteve melhores resultados em eficiência em relação a DQO, SST, Fósforo e Nitrogênio amoniacal e alcalinidade e o reator IR 3, obteve melhor resultado na remoção de Nitrogênio orgânico e Nitrogênio total.

Mesmo com resultados distintos na eficiência de tratamento, existe uma relação entre os resultados obtidos com os dois reatores da etapa 2 no decorrer do processo, que sofrem influências dos valores de entrada do chorume no reator.

As características analisadas do chorume sofreram grandes variações no decorrer da pesquisa o que pode ter afetado a eficiência dos reatores.

A infiltração rápida utilizando areia quartzosa média ou fina mostra-se como uma boa alternativa de tratamento primário para chorume de aterros sanitários com características próximas ao do chorume utilizado na pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, Florindo dos Santos. Disposição de esgotos sanitários por infiltração rápida, sob condições de campo e de laboratório, em solo arenoso de região litorânea. Tese (doutorado). São Carlos: 1998
2. GARCIA, H.; RICO, J. L.; GARCIA, P. A. Comparasion of anaerobic tretment of leachates from na urban – solid – waste landfill at ambient temperature and at 35° C. Bioresource Technology, Great , V. 58, p. 273 – 277, 1996. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em 18 set 2002.
3. HAMADA, J; MATSUNAGA, I. Concepção do sistema de tratamento de chorume para o aterro sanitário de Ilhéus – BA. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 9., 2000, Porto Seguro: Anais... Porto Seguro: ABES,2000. 1CD,IV-055.
4. MARCA Construtora e Serviços LTDA. Projeto de tratamento do chorume do Aterro Sanitário. Vitória: 2002.
5. MENDÉZ,R.; LEMA,J.M.; BLÁZQUEZ,R.; PAN,M.; FORJAN, C. Characterization, digestibility and anaerobic treatment of leachates old and young landfills. Water Science end Techninology, Brighton, V.21, p.145-155, 1989.
6. SILVA, Claudia Maria Dias. Pós-tratamento de efluentes de lagoas facultativas pelo processo de infiltração rápida em solo arenoso de alta permeabilidade.Dissertação de mestrado. Vitória: 2001.