

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE PATÓGENOS EM DUAS LAGOAS DE POLIMENTO COM DIFERENTES RELAÇÕES GEOMÉTRICAS TRATANDO O EFLUENTE DE UM REATOR UASB COMPARTIMENTADO

América Maria Eleuthério Soares, Marcos von Sperling⁽¹⁾, Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Leonardo H. Novy de C. Brito, Adriana Molina Zerbini, Marília Carvalho de Melo e Fernanda Narciso M. Barcellos

⁽¹⁾Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Av. Contorno, 842/701 - Belo Horizonte – MG, E-mail: calemos@desa.ufmg.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a remoção de *Escherichia coli* e ovos de helmintos em um sistema de tratamento de esgotos domésticos constituído por um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB), seguido por duas lagoas de polimento, uma com chicanas, outra sem chicanas. A ETE piloto está localizada na cidade de Itabira/MG, e recebe esgotos domésticos de um bairro localizado nas proximidades. O reator UASB compartimentado possui um volume útil de 9,0 m³, com um TDH médio de 5,0 horas nas fases 1 e 2; e 7,5 horas nas fases 3 e 4. Cada lagoa possuía um volume de 32 m³, tendo operado com TDH variável. A relação comprimento/largura é de 12,5 (32 na fase 1) para a lagoa com chicanas e de 2,0 para a lagoa sem chicanas. A profundidade das lagoas foi de 1,0 m (fases 1, 2 e 3) e 0,6 m (fase 4).

As eficiências médias obtidas no sistema UASB/Lagoa sem chicanas e com chicanas, foram respectivamente para: *E.coli*, 97,799% e 99,568% (fase 1), 98,677% e 99,175% (fase2), 97,068% e 97,477% (fase 3) e 99,878% e 99,429% (fase4). Para ovos de helmintos, nas fases 1, 3 e 4 o sistema apresentou uma eficiência média de remoção de 100% em ambas as lagoas. Apenas na fase 2 obteve-se um valor de 98,64% e 99,52% (UASB/Lagoa sem chicanas e com chicanas, respectivamente), mesmo assim conduzindo a valores efluentes inferiores a 1 ovo/L. O trabalho apresenta também perfis longitudinais de *E. coli* e ovos de helmintos ao longo das lagoas e o valor do coeficiente de decaimento bacteriano K_b no sistema.

PALAVRAS CHAVE

Escherichia coli, lagoas de polimento, ovos de helmintos, pós-tratamento, reator UASB

INTRODUÇÃO

O resultado do tratamento biológico, anaeróbio e aeróbio, especificado nesta pesquisa como reator anaeróbio UASB seguido de lagoas de polimento, mostra-se uma alternativa bastante atraente para as condições climáticas e até mesmo populacionais brasileiras. Em pequenas comunidades com espaço suficiente para a construção do sistema, e que não possuem mão de obra qualificada para operação de sistemas complexos, além de requerer baixos custos de implantação e manutenção, o sistema proposto encontra grande aplicabilidade.

O processo de remoção biológica de matéria orgânica pode ser aeróbio ou anaeróbio. O processo anaeróbio de decomposição ocorre na ausência de oxigênio e produz energia, ao contrário do

processo aeróbio, que a consome. No caso de lagoas de polimento, as principais reações são a respiração aeróbia, principalmente das bactérias que participam da degradação da matéria orgânica e a fotossíntese promovida pelas algas. O processo que ocorre nas lagoas está diretamente ligado às condições ambientais externas como: radiação solar, temperatura, tempo de detenção hidráulica e efeitos dos ventos (SOARES et al, 2000). Este fato foi amplamente investigado, sendo que a pesquisa foi conduzida durante vinte e três meses em dois anos, com dados de todas as estações, meses quentes, frios, secos ou chuvosos.

Em reatores UASB convencionais, a ocorrência de grandes variações de vazões afluentes pode causar grandes velocidades ascensionais, particularmente nas aberturas para os compartimentos de decantação (CHERNICHARO & CARDOSO 1999). No reator UASB compartimentado, as variações de vazão são acomodadas em uma, duas ou três câmaras de digestão, fazendo com que as variações de velocidade ascensional em cada câmara sejam menores (BRITO et al, 2001). Apesar do bom desempenho dos reatores UASB quanto à remoção de matéria orgânica, com uma baixa produção de lodo em um tempo de detenção hidráulica baixo (horas), é necessária uma etapa posterior para a remoção complementar de matéria orgânica e principalmente de patógenos, que são pouco afetados pelo tratamento anaeróbio.

A remoção de ovos de helmintos e CF se dá por mecanismos inteiramente diferentes. Os ovos de helmintos podem sobreviver por anos em sistemas de tratamento de esgoto, sendo a redução dos mesmos alcançada basicamente pela remoção física, resultado da adsorção em flocos ou de sedimentação simples, em virtude dos ovos apresentarem maior densidade que a água. (CAVALCANTI et al, 2001). A redução de coliformes e *E. coli* é resultante do decaimento bacteriano (morte), expresso pelo coeficiente K_b , apresentado neste trabalho, sendo um processo lento e que depende diretamente do tempo de detenção hidráulica das lagoas.

OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a remoção de patógenos em duas lagoas de polimento, com diferentes configurações geométricas, atuando como pós-tratamento de um reator UASB compartimentado.

Objetivos específicos

- Avaliar a remoção de ovos de helmintos, *E.coli* em lagoas de estabilização atuando como pós-tratamento de um reator UASB, sendo que as lagoas possuem diferentes relações geométricas (relação comprimento/largura - alcançada através da presença ou ausência de chicanas nas lagoas - e profundidade).
- Modelar a remoção de *E.coli*, através da determinação do coeficiente de remoção K_b .
- Investigar a influência da profundidade das lagoas na remoção de coliformes (1,0 e 0,6 metros).
- Investigar o comportamento da primeira câmara da lagoa chicaneada, em virtude da maior taxa de aplicação orgânica superficial recebida, em termos de aerobiose/anaerobiose.
- Avaliar o perfil de remoção de *E.coli*. e ovos de helmintos, ao longo da lagoa com chicanas (amostras coletadas nas passagens de cada chicana) e no meio da lagoa sem chicanas.

METODOLOGIA

Estação de tratamento de esgotos

A pesquisa foi conduzida em instalações em escala de demonstração/piloto implantadas junto à ETE Nova Vista, no município de Itabira/MG. A estação de tratamento situa-se na latitude

19°37'00" sul e longitude 43°13'40" oeste, a uma altitude de 781 m acima do nível do mar. O experimento conta com o apoio do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Itabira/MG.

Fases operacionais

A pesquisa foi dividida em quatro fases operacionais. Todas as fases já foram concluídas, sendo que as fases 3 e 4 foram concluídas no período de continuidade do PROSAB 2. A tabela 1 sintetiza as fases operacionais.

Tabela 1 – Fases operacionais

Fase	Período	Regime Hidráulico Reator UASB	TDH médio			Relação L/B		Profundidade lagoa (m)
			Reator UASB	Lagoa sem chicanas	Lagoa com chicanas	Lagoa sem chicanas	Lagoa com chicanas	
1	Ago-Nov 1999	permanente	5,0 h	8,0 d	8,0 d	2	32	1,00
2	Jan-Ago 2000	transiente	5,0 h	4,9 d	5,0 d	2	12,5	1,00
3	Set-Dez 2000	transiente	7,5 h	7,3 d	6,5 d	2	12,5	1,00
4	Jan-Jun 2001	transiente	7,5 h	8,8 d	9,5 d	2	12,5	0,60

Descrição das unidades

As unidades que compõem o aparato experimental estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 - Características das instalações piloto

Característica	Reator UASB				Lagoa sem chicanas				Lagoa com chicanas			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
Fases operacionais												
Largura (m)	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Comprimento total (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Profundidade (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,60	1,0	1,0	1,0	0,60
Volume útil (m ³)	9,0	9,0	9,0	9,0	32,0	32,0	32,0	19,2	32,0	32,0	32,0	19,2
TDH (médio)	5,5 h	5,5 h	7,5 h	7,5 h	8,0 d	4,9 d	7,3 d	8,8 d	8,0 d	5,0 d	6,5 d	9,5 d
Vazão média (m ³ /d)	-	-	-	-	4,0	7,5	5,1	2,4	4,0	7,1	6,0	2,3
Relações L/B	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	32,0	12,5	12,5	12,5
Número de chicanas	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	4,0	4,0	4,0

* Média do tempo de detenção hidráulica

As unidades experimentais e os pontos de amostragem do sistema estudado estão representados esquematicamente na Figura 1.

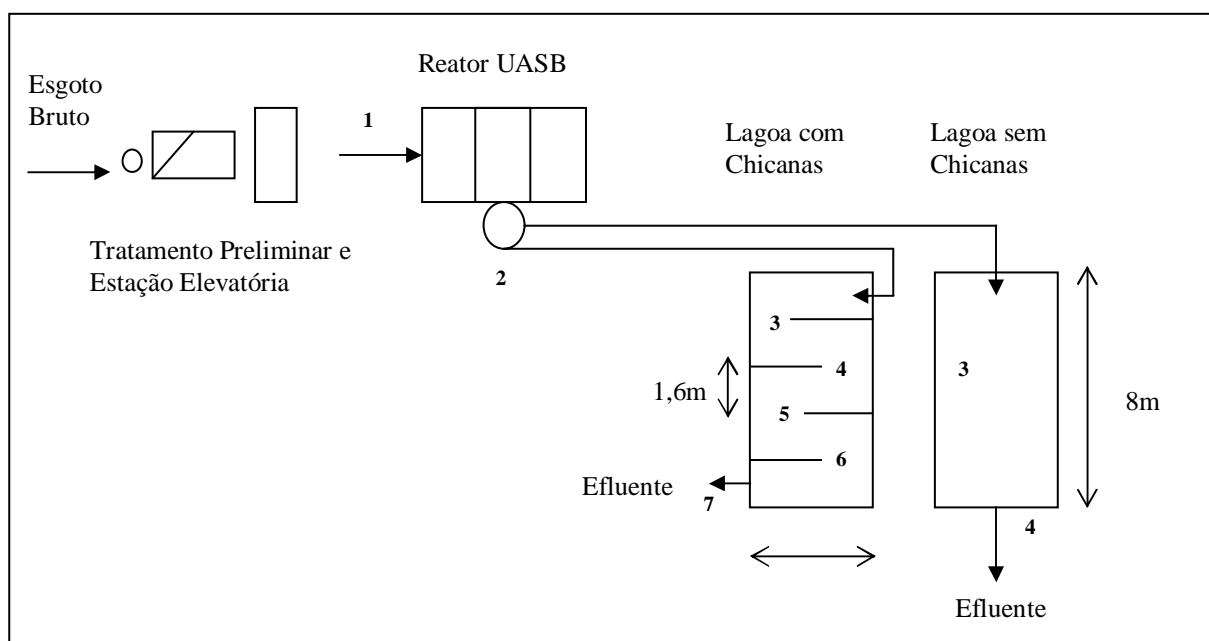


Figura 1. Croquis do sistema UASB/Lagoas (ETE piloto)



As unidades experimentais estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Vista da ETE piloto.

Monitoramento do sistema

O monitoramento do sistema iniciou-se em agosto de 1999 e estendeu-se até o mês de junho/2001. Foram realizadas análises físico-químicas de DBO, DQO, sólidos, NTK, N-amoniacal, nitrato e fósforo, e microbiológicas de *Escherichia coli*, *Coliformes totais* e ovos de helmintos. Neste trabalho não serão apresentados os dados referentes às análises físico-químicas.

As medições de pH e temperatura foram feitas nos mesmos pontos da coleta das amostras (1,2,3,4,5,6 e 7), três vezes por semana, às 8:00 e 14:00 horas. O oxigênio dissolvido foi medido a 20 e 80 cm de profundidade da lagoa, duas vezes por semana. As medições de pH e temperatura foram efetuadas apenas a 20 cm. As medições de vazão foram realizadas na entrada das lagoas três vezes ao dia, na fase 2 e cinco vezes ao dia nas fases 3 e 4, para a obtenção da média diária e do real tempo de detenção hidráulico das lagoas.

Para a avaliação de parâmetros microbiológicos (*E. coli* e ovos de helmintos) ao longo do perfil longitudinal das lagoas (pontos 3, 4, 5 e 6), foram coletadas amostras em coluna nos pontos dentro das lagoas, e pontualmente no afluentes e efluentes de cada unidade (pontos 1, 2 e 7) (ver Figura 1). A amostragem em coluna foi feita com um tubo de PVC de 100 mm de diâmetro, que permite a coleta de toda a coluna d'água, desde a superfície da lagoa até um ponto localizado a 20 cm do fundo, para evitar a coleta de lodo depositado no fundo da lagoa. Todas as amostras foram coletadas uma vez por semana, no horário compreendido entre 9:00 e 10:00 horas.

Métodos de conservação e análise

As amostras foram preservadas em gelo e transportadas para processamento no Laboratório de Microbiologia do DESA/UFMG, sendo observados os tempos de coleta e preservação preconizados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA/APHA/WEF, 1998). Para a quantificação de *E. coli* foi utilizada a técnica do Substrato Definido/Quantitray 2000 – Colilert (AWWA/APHA/WEF, 1998). Para as análises de ovos de helmintos, foi utilizado o método da sedimentação, desenvolvido por BAILENGER (1979) e modificado por AYRES & MARA (OMS, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatísticas descritivas

As estatísticas descritivas de concentrações e eficiência de remoção de ovos de helmintos e *E.coli*, em todas as quatro fases, podem ser vistas na tabela 3.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas de concentrações médias e eficiências de remoção de ovos de helmintos e *E.coli* no sistema UASB/lagoas (Agosto/1999 a Junho/2001)

Parâmetro	Fase	Estatística básica	Concentrações Médias				Eficiência (%)		Eficiência Sistema (%)	
			UASB		Efluente Lagoas		Reator UASB	Lagoas		UASB/Lagoas
			afluente	Efluente	Sem chicanas	Com chicanas		Sem chicanas	Com chicanas	
Ovos de helmintos Ovos (Ovos/L)*	1	N dados	4	4	4	4	4	4	4	4
		Mínimo	17,00	16,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
		Média	254,25	37,00	0,00	0,00	61,96	100,00	100,00	100,00
		Máximo	720,00	68,00	0,00	0,00	90,56	100,00	100,00	100,00
	2	N dados	23	23	23	23	21	22	22	21
		Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	-18,52	60,00	81,29	76,00
		Média	75,82	15,60	0,49	0,31	74,04	95,87	98,07	98,64
		Máximo	320,00	48,00	6,00	3,88	100,00	100,00	100,00	100,00
	3	N dados	5	5	5	5	5	5	5	5
		Mínimo	13,20	1,33	0,00	0,00	24,24	100,00	100,00	100,00
		Média	75,46	9,83	0,00	0,00	65,59	100,00	100,00	100,00
		Máximo	300,00	18,00	0,00	0,00	94,00	100,00	100,00	100,00
	4	N dados	12	12	12	12	10	10	10	10
		Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	39,39	100,00	100,00	100,00
		Média	26,07	4,06	0,00	0,00	78,69	100,00	100,00	100,00
		Máximo	79,80	15,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>E.coli</i> (NMP/100 ml)**	1	N dados	8	8	7	4	8	7	4	7
		Mínimo	2,00E+07	9,80E+06	5,20E+04	4,10E+04	10,000	48,718	98,000	91,837
		Média	3,45E+08	6,94E+07	1,38E+06	3,22E+05	64,186	90,255	98,921	97,799
		Máximo	9,30E+09	5,80E+08	4,00E+07	8,20E+06	97,647	99,734	99,988	99,971
	2	N dados	22	22	21	22	22	21	22	21
		Mínimo	4,00E+08	1,20E+07	6,30E+05	6,30E+05	21,429	-114,634	4,878	78,537
		Média	2,20E+09	1,78E+08	4,54E+06	5,74E+06	83,474	87,079	89,532	98,677
		Máximo	2,30E+10	8,70E+08	8,80E+08	3,90E+08	99,625	99,911	99,897	99,986
	3	N dados	12	12	11	12	12	11	12	11
		Mínimo	2,00E+07	7,40E+06	1,00E+05	1,00E+05	-305,000	61,818	54,054	85,500
		Média	2,03E+08	4,11E+07	7,94E+05	1,02E+06	32,147	94,442	91,830	97,068
		Máximo	1,20E+09	7,70E+08	2,10E+07	1,50E+07	98,642	99,909	99,900	99,992
	4	N dados	13	13	12	12	13	12	12	12
		Mínimo	1,00E+07	9,80E+06	7,30E+03	6,30E+03	-290,000	99,659	98,385	99,000
		Média	3,42E+08	1,16E+08	5,66E+04	1,34E+05	19,895	99,887	99,564	99,878
		Máximo	2,70E+09	5,50E+08	9,20E+05	2,70E+06	94,842	99,996	99,999	99,999

Notas : * Média geométrica, ** Média aritmética

As eficiências foram calculadas com base nos concentrações médias afluentes e efluentes

Ovos de helmintos

- Os valores médios de ovos de helmintos na entrada do sistema tiveram uma grande variação, de 254 e 26 ovos/L nas fases 1 e 4, respectivamente.
- A eficiência do reator UASB na remoção de ovos esteve entre 61,96 e 78,69 %, para o TDH de 5,0 e 7,5 horas, respectivamente, nas fases 1 e 4 .
- As lagoas, no entanto, tiveram sua menor eficiência na fase 2, quando operaram com o menor tempo de detenção hidráulica . Para o TDH de 4,91 e 5,04 m³/d, foram obtidas

eficiências médias de 95,87% e 98,07% para as lagoas sem chicanas e com chicanas respectivamente, sendo que nesta fase a lagoa com chicanas apresentou um desempenho ligeiramente melhor que a lagoa sem chicanas.

- A eficiência global na remoção de ovos de helmintos não foi influenciada pela redução da profundidade, sendo que nas fases 1 e 3 as lagoas operaram com 1,0 m de profundidade e na fase 4, com 0,6 m, tendo obtido a mesma eficiência de 100% na remoção de ovos.

Escherichia coli

A Figura 3 apresenta o gráfico box-and-whiskers dos valores de *E. coli* em todas as fases pesquisadas no sistema de tratamento.

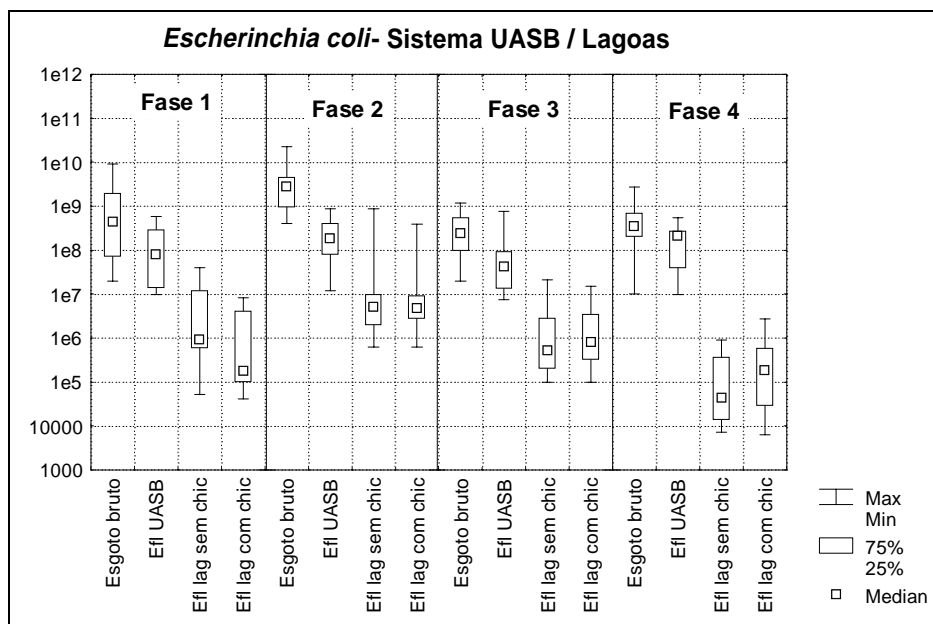


Figura 3 - Série temporal de *E. coli* no sistema UASB/Lagoas

- Os valores médios de *E.coli* no esgoto bruto estiveram na faixa de 10^8 NMP/100mL nas fases 1, 3 e 4, e apenas na fase 2 alcançaram 10^9 NMP/100mL.
- O reator UASB foi responsável pela remoção de uma unidade logarítmica em quase todas as fases, exceto na fase 4.
- Nas fases 1 e 2 a lagoa com chicanas teve um desempenho ligeiramente superior à sem chicanas. As eficiências médias foram 98,921% e 90,255% (fase 1) e 89,532% e 87,079% (fase 2) para as lagoas com e sem chicanas, respectivamente.
- Na fase 4 a lagoa sem chicanas chegou a remover 4 unidades logarítmicas e a com chicanas 3. Nesta fase as duas lagoas alcançaram o melhor desempenho no período, ambas com eficiências superiores a 99%.

Comportamento de *E. coli* e ovos de helmintos dentro das lagoas

A tabela 4 mostra valores médios de parâmetros microbiológicos ao longo do sistema de tratamento e dentro das lagoas (perfil longitudinal).

Tabela 4 - Perfil longitudinal dos valores médios de *E. coli* e Ovos de Helmintos no sistema UASB/Lagoas.

		UASB		Lagoa com chicanas					Lagoa sem chicanas	
Pontos de amostragem		1	2	3	4	5	6	7	3	4
Parâmetros	Fases	Afl. UASB	Efl UASB	Chic 1	Chic 2	Chic 3	Chic 4	Efl Lagoa	Meio	Efl Lagoa
* <i>E. coli</i> (NMP/100ml)	Fase 2	2,34E+09	2,09E+08	2,71E+07	4,83E+07	9,33E+06	8,66E+06	4,44E+06	3,93E+07	5,10E+06
	Fase 4	4,08E+08	1,33E+08	3,90E+06	4,09E+06	1,47E+06	1,28E+06	7,51E+04	4,20E+05	3,16E+04
**Ovos de Helmintos (ovos/L)	Fase 2	64,26	16,16	1,43	0,78	0,30	0,24	0,09	0,19	0,44
	Fase 4	22,56	4,83	0,15	0,44	0,11	0,00	0,00	0,13	0,00

* Média geométrica **Média aritmética

Comentários:

- O sistema apresentou uma remoção de *E.coli* de 3 e 4 unidades logarítmicas nas fase 2 e 4, tanto na lagoa com chicanas, quanto na lagoa sem chicanas, quando analisados apenas os dados do perfil.
- Na fase 4 houve uma redução do valor médio de *E. coli* no esgoto bruto, mas o UASB apresentou uma baixa remoção, inferior a 1 unidade logarítmica. Nesta fase houve um aumento no TDH do reator UASB.
- Quanto aos dados de Coliformes, as lagoas apresentaram uma redução de 1 e 3 unidades logarítmicas nas fases 2 e 4, respectivamente, enquanto o reator UASB foi responsável pela redução de 1 unidade nas duas fases.
- Na fase 4 houve uma significativa redução na média de ovos de helmintos no esgoto bruto, e o reator UASB removeu aproximadamente 70% nas duas lagoas. No entanto, na fase 4 o sistema operou com eficiência de 100% tanto com a lagoa com chicanas quanto com a lagoa sem chicanas.

As Figuras 4 e 5 apresentam os valores médios do perfil de ovos de helmintos e as Figuras 6 e 7 o perfil de *Escherichia coli* no sistema UASB/Lagoas durante as fases 2 e 4.

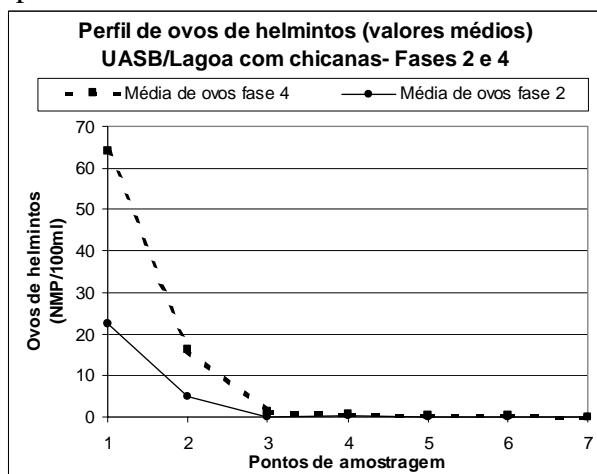


Figura 4- Perfil longitudinal de ovos de helmintos no sistema UASB/Lagoa com Chicanas

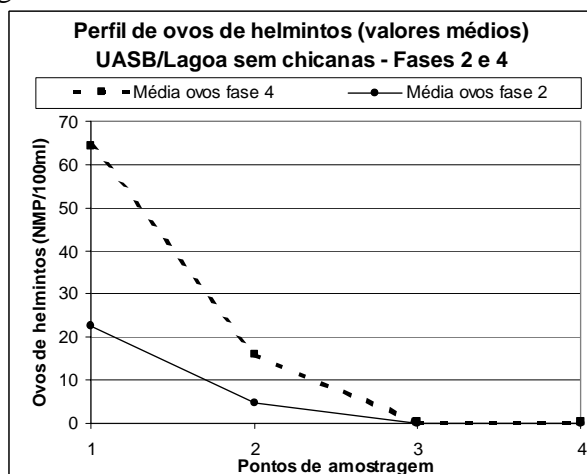


Figura 5 – Perfil longitudinal de ovos de helmintos no sistema UASB/Lagoa sem Chicanas

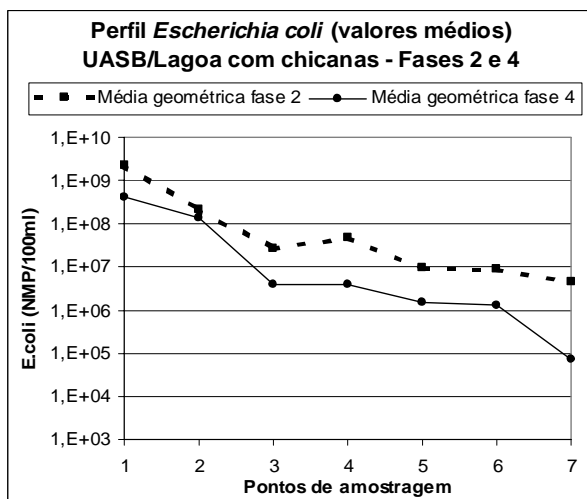


Figura 6 - Perfil longitudinal de *E. coli* no sistema UASB/Lagoa com chicanas

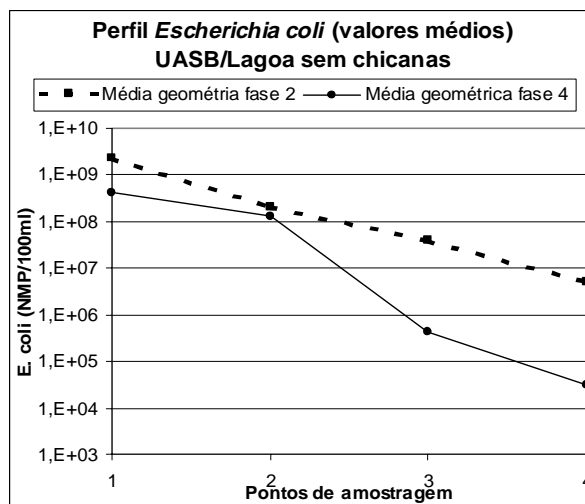


Figura 7 – Perfil longitudinal de *E. coli* no sistema UASB/Lagoa lagoa sem chicanas

- Em relação a ovos de helmintos, foi observado que, a partir da terceira chicana (fase 2) e da primeira chicana (fase 4) e no meio da lagoa sem chicanas (fases 2 e 4), a quantidade de ovos/L é menor que 1 ovo de nematoda por litro (segundo WHO, 1989 e Bastos, 1998, adequado para irrigação restrita). Neste caso, podem ser irrigadas culturas enquadradas na "categoria B" (culturas de cereais, industriais, forrageiras, pastagens e árvores), nas quais há apenas a restrição de < 1 ovo/L, e sem recomendação para coliformes fecais.
- Observa-se um decaimento sistemático ao longo do sistema durante as duas fases do perfil, demonstrando o processo de sedimentação dos ovos ao longo do percurso.
- O decaimento de *E.coli* foi bastante acentuado quando a lagoa operava com 0,6 m de profundidade, devido ao aumento do efeito bactericida dos raios solares que atingiam grande parte do volume das lagoas, bem como 'a intensificação da fotossíntese, com o resultante aumento do pH.
- O TDH médio das lagoas foi de 4,9 e 5,0 dias na fase 2; de 8,8 e 9,5 dias na fase 4, para as lagoas sem chicanas e com chicanas respectivamente, o que favoreceu o decaimento bacteriano na fase 4, já que este depende diretamente do TDH (von Sperling 1999).

Taxa de aplicação superficial nas lagoas

A Taxa de Aplicação Superficial (kgDBO/ha.d) nas lagoas influencia seu comportamento e, em decorrência, a remoção de patógenos. A Figura 8 apresenta a Taxa de Aplicação Superficial (TAS) de DBO nas lagoas nas etapas 2, 3 e 4 do tratamento.

Comentários:

- A taxa de aplicação superficial a que foram impostas as lagoas variou bastante durante o período pesquisado.
- No período de fevereiro a setembro/ 2000 (fase 2), a TAS esteve entre 200 e 400 kgDBO/ha.d). Este fato, associado ao baixo tempo de detenção hidráulico (4,9 e 5,0 dias) afetou diretamente o desempenho das lagoas na remoção de patógenos.
- No período de setembro a dezembro/2000, o valor da TAS ultrapassou 500 kgDBO/ha.d).
- Mesmo nos períodos de carga mais elevada, as lagoas não apresentaram anaerobiose, incluindo o primeiro compartimento da lagoa chicaneada (região com maior carga localizada).

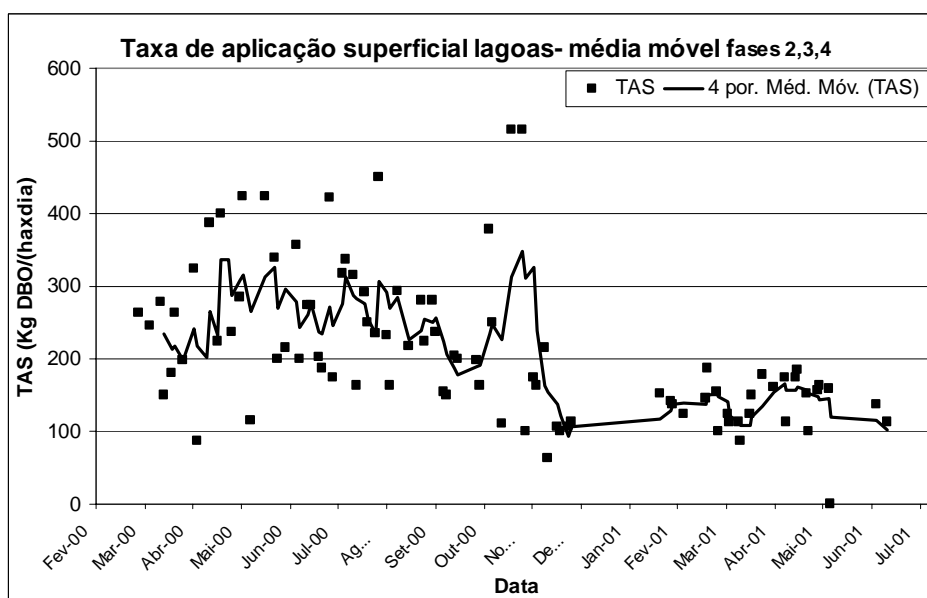


Figura 8 - Taxa de Aplicação Superficial de DBO nas lagoas

- Na fase 4, compreendida entre os meses de fevereiro a junho/2001, a TAS foi menor que 200 kgDBO/ha.d. Neste período, a eficiência de remoção de *E. coli* foi bastante elevada, indicando que o desempenho das lagoas está diretamente ligado ao desempenho do reator UASB, mesmo sendo verificada a grande capacidade das lagoas em trabalhar com valores tão elevados de carga orgânica afluyente.
- O reator UASB apresentou baixa eficiência, em média, devido ao reduzido tempo de detenção hidráulica adotado (5,0 e 7,0 horas), e principalmente devido ao regime hidráulico transiente a que foi imposto, levando-o a adquirir grandes velocidades ascensionais no lodo durante os horários de maior vazão. Este fato elevou também a quantidade de sólidos afluentes ao sistema, o que consequentemente afetou o desempenho das lagoas, que trabalharam em sobrecarga orgânica em parte da fase 2.

Coefficiente de decaimento bacteriano K_b

Foi calculado o valor do coeficiente de decaimento bacteriano K_b (fluxo disperso) para *Escherichia coli* em todas as fases pesquisadas. A tabela 5 apresenta estes valores médios, comparados a valores apresentados na literatura (von Sperling, 1999).

Tabela 5 - Valores observados e estimados do coeficiente K_b nas lagoas

Fase	Temperatura média do líquido (°C)	TDH médio Lagoas (dias)		Coeficiente K_b (20° C) Lagoa sem chicanas		Coeficiente K_b (20° C) Lagoa sem chicanas	
		Sem chicanas	Com chicanas	Observado	Estimado (*)	Observado	Estimado (*)
1	17,3	8,00	8,00	1,39	0,46	0,95	0,46
2	22,9	6,42	6,42	0,96	0,50	0,55	0,50
3	22,6	7,71	6,10	1,02	0,47	0,60	0,51
4	25,8	8,95	9,33	2,42	0,70	0,81	0,69

* Para o cálculo de K_b observado foram utilizados os tempos de detenção hidráulicos médios apenas dos dias em que houve análise de *E. coli*

Número de dispersão $d = 1/(L/B)$ (von Sperling, 1999);

Coefficiente de temperatura $\theta = 1.07$

$K_b = 0.917.H^{-0.877}.HDT^{-0.329}$ (*) K_b estimado, de acordo com von Sperling (1999):

Comentários:

- Os valores de K_b observados durante a pesquisa foram maiores que os valores estimados pelo modelo apresentado por von Sperling (1999), especialmente na lagoa sem chicanas.
- A lagoa sem chicanas apresentou maior valor de K_b que a lagoa com chicanas.

CONCLUSÕES

- O trabalho investigou quatro fases de pesquisa, quando foram variados os valores do tempo de detenção hidráulica do reator UASB e das lagoas e também a configuração geométrica das lagoas (relação comprimento / largura e profundidade).
- O reator UASB removeu 1 unidade logarítmica e as lagoas de 1 a 4 unidades para *E. coli*. A concentração média efluente foi superior a 1000 NMP/100 ml em todas as fases
- Para *E. coli*, as concentrações médias obtidas para o efluente final do sistema UASB/Lagoa sem chicanas e com chicanas, foram, respectivamente: 10^6 e 10^5 (fase 1), 10^6 e 10^6 (fase 2) 10^5 e 10^6 (fase 3) e 10^4 e 10^5 (fase 4), sendo o valor médio do afluente ao UASB de 10^8 nas fases, 1,3 e 4 e de 10^9 na fase 2
- Para ovos de helmintos, nas fases 1, 3 e 4 o sistema apresentou uma eficiência média de remoção de 100% em ambas as lagoas. Apenas na fase 2 obteve-se eficiências ligeiramente inferiores, mas mesmo assim conduzindo a valores efluentes menores que 1 ovo/L.
- As melhores condições operacionais observadas para o sistema foram: reator UASB operando com um TDH de 7,5 horas, e as lagoas operando com TDH médio 9 dias e profundidade de 0,60m.

AGRADECIMENTOS

Ao PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico), financiado pela FINEP, CNPq e Caixa Econômica Federal; à FAPEMIG pelo financiamento de bolsa de mestrado; ao SAAE - Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Itabira/MG, pelo apoio na realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, R & MARA, D (1996). *Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques*.
- AWWA/APHA/WEF (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th edition. Washington.
- BAILINGER, J.(1979). *Mechanisms of parasital concentration in coprology and their practical consequences*. Journal of American Medical Technology, 41, pp. 65 – 71
- BASTOS, R.K.X.(1998). *Utilização agrícola de águas residuárias* - Notas de aula. Curso de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.
- BRITO, L.H.N.C, CHERNICHARO, C.A. L.,VON SPERLING, M.(2001) *Otimização de um reator UASB compartimentado aplicado ao tratamento de esgotos tipicamente domésticos*. 21^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa.
- CAVALCANTI, P.F.F., VAN HAANDEL, A , VON SPERLING, M., KATO, M.T., LUDUVICE, M.L., MONTEGGIA,L.O (2001) *Pós-tratamento de efluentes anaeróbios em lagoas de polimento*. In: CHERNICHARO, C.A.L. (org). *Pós-tratamento de efluentes anaeróbios*. PROSAB.
- CHERNICHARO, C.A.L. & CARDOSO, M.R. (1999)"Development and evaluation of a partitioned upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor for the treatment of domestic sewage from small villages" *Water Science and Technology*, 40,8,pp.107-113.
- SOARES, A M.E, ZERBINI, A M, MELO, M.C., VON SPERLING,M., CHERNICHARO, C.A L.(2000). *Perfil longitudinal de Escherichia coli e ovos de helmintos em um sistema reator UASB/lagoa de polimento com chicanas*. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. AIDIS Porto Alegre, Brasil..
- VON SPERLING, M. (1999). Performance evaluation and mathematical modelling of coliform die-off in tropical and subtropical waste stabilisation ponds, *Water Research* **33** (6), pp.1435-144.
- WHO, Geneva (1989). *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Reporter of a WHO scientific group, nº 778, Geneva.