

AVALIAÇÃO DO SISTEMA REATOR ANAERÓBIO COMPARTIMENTADO SEQUENCIAL E BACIA DE INFILTRAÇÃO RÁPIDA, NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Miguel Mansur Aisse⁽¹⁾ e Pedro Alem Sobrinho

⁽¹⁾ Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR - Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - Curitiba - PR - CEP: 80215-901 - Brasil - Tel.: (0xx41) 330-1789 – Fax: +55 (0xx41) 332-1206 - e-mail: aissemig@rla01.pucpr.br

RESUMO

Os reatores anaeróbios tipo UASB tornaram-se consagrados no Paraná e no Brasil, ao serem utilizados de maneira extensiva no tratamento de esgotos para populações de 200 a 600.000 habitantes. Os reatores RACS tem sido estudados com o objetivo de reduzir ainda mais os custos de implantação e operação proporcionados pelos reatores UASB.

O pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios está sendo estudado, em instalações piloto e mesmo em escala real, através de um convênio entre a SANEPAR e a PUCPR. Busca-se atender a legislação brasileira para o lançamento dos efluentes nos corpos d'água receptores, cujos padrões não são atendidos totalmente pelos reatores tipo UASB.

Este trabalho apresenta resultados do monitoramento do sistema piloto RACS+BI, bacias estas de alturas 1,0 e 1,5m, preenchidas com areia média, simulando, solo arenoso. Aplicaram-se nas bacias taxas de aplicação de 20 cm/dia (Fase I) e de 40 cm/dia (Fases II e III), num ciclo operacional semanal de cinco dias consecutivos de lançamento de esgoto e dois de descanso.

Na Fase II, obteve-se efluente das bacias com 50 ± 9 mg/L e 47 ± 9 mg/L, 13 ± 16 mg/L e 7 ± 1 mg/L, 24 ± 8 mg/L e 40 ± 8 mg/L, respectivamente para a DQO, DBO e SST da BI de 1,0 m e 1,5 m. Estes valores representam eficiências de remoção das bacias de 66% e 68%, 66% e 90%, 89% e 81% para as BI de 1,0 e 1,5m, respectivamente.

O sistema RACS+BI não apresentou, durante o período de estudos (8 meses) problemas operacionais relevantes sendo necessário porém, remoção aos nove meses do lodo retido na camada superficial da bacia, com altura de 1 cm. Empregando-se baixas taxas de aplicação de esgotos (20 cm/dia) o efluente apresentou características bacteriológicas da ordem de 10^3 /100mL ou menos, medidas como CF.

PALAVRAS CHAVE

Bacia de Infiltração; Esgoto Sanitário; Pós-Tratamento; Reator RACS; Solo Arenoso.

INTRODUÇÃO

Disposição de Esgotos no Solo

A possibilidade de disposição de esgotos no solo depende da disponibilidade de terreno, do relevo e da localização da área. A topografia, a capacidade de filtração no solo e a espessura agricultável

condicionam o tipo de escoamento a ser escolhido. Dos vários métodos de aplicação de esgotos no solo pode-se citar o escoamento superficial, a irrigação e a infiltração-percolação.

Infiltração-Percolação

A ABNT, através das NBR 7229 (1982) e NBR 13969 (1997), recomenda a aplicação de efluentes de fossa séptica no solo, desde que as águas subterrâneas não venham a ser poluídas por esses efluentes, devido os nitratos, vírus e outros microorganismos patogênicos. LANDI (s.d.) sugere a disposição final dos efluentes de fossa séptica no solo, em função da taxa (coeficiente) de infiltração do solo, a ser determinada previamente e de preferência “in – loco”. Várias alternativas são apresentadas em ABNT (1982) e ABNT (1997), para os pós – tratamento e a disposição final de efluentes de fossas sépticas no solo.

Sampaio (1997) apresenta o conceito de bacia de infiltração em leito arenoso, citando que na França existem cerca de 80 estações de tratamento de esgotos utilizando este processo, em pequenas cidades rurais ou litorâneas, geralmente onde existe disponibilidade de área. A infiltração rápida consiste em infiltrar o esgoto, alternadamente nos leitos, para permitir a sua oxigenação durante o período de repouso. A manutenção é feita através de mecanismos naturais, secagem e mineralização da matéria orgânica retida nos primeiros centímetros, complementada à uma raspagem, manual ou mecânica, periódica da superfície. Segundo o autor, a altura da lâmina d’água introduzida nas bacias é diretamente relacionada à qualidade do afluente e do material filtrante do leito. Com uma areia calibrada média, podem ser observadas as seguintes indicações: para esgoto bruto gradeado: até 100 L (10 cm de lâmina)/m².dia; para esgoto primário: até 300 L (30 cm de lâmina)/m².dia; para esgoto secundário: até 1000 L (100 cm de lâmina)/m².dia.

Andreoli et al. (1998) apresentaram os resultados de trabalho experimental em três reatores piloto, construídos em tubos de PVC (diâmetro de 150mm), com profundidades do leito filtrante de 40, 80 e 120 cm. O meio filtrante foi preenchido com areia quartzosa, possuindo diâmetro efetivo de 0,27mm, coeficiente de uniformidade igual a 2,6, condutividade hidráulica avaliada em laboratório de 93,6 cm/h e porosidade de 42%. Com a aplicação de esgoto sanitário decantado, foram avaliados dois ciclos operacionais de lançamento de esgotos e descanso sobre as bacias. Inicialmente estudou-se o ciclo de dois dias de lançamento e cinco de descanso, visando a nitrificação. As taxas de aplicação de esgoto foram 8,5 cm/dia (85 L/m².dia), 12,5 cm/dia (124 L/m².dia) e 14,7 cm/dia (147 L/m².dia) respectivamente para altura de leitos de 40, 80 e 120 cm. Os efluentes apresentaram concentrações de DQO de 83mg/L (eficiência de 82%), 69 mg/L (eficiência de 85%) e 65 mg/L (eficiência de 87%) e de SST de 26 mg/L (eficiência de 79%), 21 mg/L (eficiência de 83%) e 18 mg/L (eficiência de 90%), para esgotos decantados afluentes, com concentrações distintas. Os reatores alcançaram eficiências na remoção de NTK de 67, 72 e 86% e nitrogênio amoniacal de 82, 78 e 86%, para as profundidades de leito filtrante de 40, 80 e 120 cm respectivamente. O ciclo de quatro dias de lançamento e três de descanso, para o reator de 120 cm de profundidade, apresentou eficiências de remoção da DQO e de SST de 93 e 90%. A qualidade do efluente atenderia, segundo os autores, os padrões da Comunidade Econômica Européia de 100 mg/L para DQO e de 30 mg/L para os SST. Andreoli et al. (1998), citando Nucci et al. e Simões, destacam que a maior umidade do leito, associado ao ambiente aeróbio, poderia explicar a maior eficiência do ciclo de quatro dias de lançamento, na estabilização da matéria orgânica infiltrada.

O Coeficiente de Infiltração

LANDI (s.d.) comenta que o fator preponderante na permeabilidade do solo não é a sua porosidade e sim o tamanho, continuidade e tortuosidade dos poros. A estrutura dos poros pode, por sua vez, ser alterada ao longo do tempo, por uma atuação biológica ou por uma atividade não natural, tal como compactação mecânica ou adição de sais. LANDI (s.d.) sugere a granulometria e o coeficiente de permeabilidade (K), de alguns materiais e solos.

A descrição do ensaio de infiltração, é apresentada com detalhes na ABNT, 1982. O tempo de infiltração, para um rebaixo de um nível de água, deve ser obtido após saturação prévia do solo com água, no dia anterior, por cerca de 4 horas. O resultado do tempo conduz a determinação do coeficiente de infiltração, através da utilização de gráfico apresentado na citada norma.

A Bacia de Infiltração como Pós – Tratamento de Efluentes Anaeróbios

Sampaio (1997) apresentou os resultados de duas bacias de infiltração, construídas na ETE Torto (Brasília-DF), com dimensões 10 x 15 m ($H_{leito}=0,5m$) e 12 x 18 m ($H_{leito}=0,65m$), as quais recebiam os efluentes anaeróbios, com vazão média de 5 L/s. O material filtrante era areia comercial de construção, com coeficiente de uniformidade 2,7 e 2,8. Os resultados, de janeiro a junho de 1997, apresentaram efluentes de concentração 124,4 mg/L para a DQO, 44 mg/L para a DBO, 83,3 mg/L para os SST e turbidez de 8,6 UT. As eficiências obtidas na BI foram respectivamente 40, 33, 83 e 76%, apesar da elevada taxa de aplicação. Supondo uma divisão de vazão igual para ambos os leitos citados, as taxas resultariam em 1,96 e 2,88 m/dia, respectivamente para o maior e menor leitos. As bacias funcionam alternadamente, dependendo das condições climáticas e da vazão afluente. A variação de aplicação é de 1 a 3 dias para cada uma.

Melo e colaboradores (2000) descreveram estudos em uma bacia de infiltração, no terreno natural, com 12,25 m² (3,50 x 3,50m). O solo, caracterizado como uma areia quartzosa média, apresentava uma granulometria muito uniforme e um coeficiente de permeabilidade de 114 cm/h, considerado elevado. Também foi construída uma coluna de infiltração, piloto, com 4,65m de altura e 0,40 m de diâmetro, com o mesmo material de enchimento da bacia. As unidades foram alimentadas com efluente de um sistema anaeróbio composto de tanque séptico e filtro anaeróbio. O ciclo de aplicação/descanso foi de 1/6 e carga hidráulica da ordem de 2,0 a 2,6 m. Como parte da conclusão dos estudos, a remoção da matéria orgânica carbonácea ocorreu de forma predominante nas camadas superficiais do solo (0,10 a 1,20 m), obtendo-se eficiências de remoção da DQO de 22,5% e 38,1 %, em 0,50 e 2,20m de profundidade.

O Reator Anaeróbio Compartimentado Sequencial

O reator RACS tem sido estudado com o objetivo de reduzir ainda mais os custos de implantação e operação proporcionados pelos reatores UASB. Aisse e colaboradores (2000), apresentaram um estudo comparativo entre estes reatores, sendo as eficiências do reator UASB superiores as do RACS, na remoção da DQO, ST e dos SST. Foram obtidas valores de 70%, 39% e 73% para o UASB e 58%, 33% e 61% para o RACS.

A avaliação de um sistema piloto reator RACS e Bacia de Infiltração, para o tratamento de esgoto sanitário, se configura numa interessante alternativa para muitas regiões brasileiras e o seu estudo constitui-se no objeto deste trabalho.

Registros de gaveta colocados espaçadamente ao longo das alturas dos reatores anaeróbios permitem a coleta de lodo, para determinação da concentração de sólidos no manto de lodo. Os reatores foram inoculados previamente, em setembro de 1999, com lodo anaeróbio de reatores RALF (UASB) da SANEPAR, com exceção do RACS 3 (terceira câmara).

As determinações e ensaios estão sendo conduzidos no Laboratório de Análises Ambientais do ISAM/PUCPR e observam as rotinas expressas no Standard Methods, 1998.



Figura 2 - Bacias de Infiltração Rápida em Solo Arenoso Integrantes da Instalação Piloto

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Reator RACS começou sua operação em setembro de 1999 e a BI no mês de agosto de 2000. Adotou-se inicialmente para as bacias uma taxa de aplicação de esgoto anaeróbio de 20 cm/dia, representando um tempo de operação de 5h/dia (Fase I,) e na seqüência 40 cm/dia (Fases II e III). O ciclo operacional semanal adotado foi de cinco dias consecutivos de lançamento de esgoto e dois de descanso.

Tabela 1 - Monitoramento do Sistema RACS+BI (Fase I)

Análises	Parâmetros	Unidades	Afluente ($\bar{x} \pm \sigma$)	Valores		N	Efluente RACS ($\bar{x} \pm \sigma$)	Valores		N
				Máximo	Mínimo			Máximo	Mínimo	
Físico Químicas	ST	mg/L	418 \pm 67	542	322	12	232 \pm 54	414	229	11
	SST	mg/L	164 \pm 26	220	119	9	62 \pm 15	92	46	9
	SSV	mg/L	128 \pm 27	180	90	9	47 \pm 8	60	26	10
	SSP	mg/L	39 \pm 14	67	22	11	22 \pm 12	39	6	8
	SDT	mg/L	242 \pm 58	387	179	12	222 \pm 42	306	173	11
	SDV	mg/L	60 \pm 18	184	39	18	47 \pm 29	61	19	10
	SDF	mg/L	198 \pm 28	240	159	11	179 \pm 27	260	129	11
	SSed	mL/L	3,14 \pm 8,02	4,08	2,88	8	2 \pm 1	3	1	10
	pH	-----	-----	0,8	0	8	-----	0,8	0,8	8
	AGV	mg/L	0 \pm 8	8	0	8	0,8 \pm 0,86	0	0	6
	Alcalinidade Total	mg/L	0 \pm 8	8	0	8	0 \pm 0	0	0	6
	DBO ₅	mg/L	168 \pm 58	211	68	8	90 \pm 29	70	42	2
	DBO ₁	mg/L	70 \pm 25	91	56	2	20 \pm 15	39	16	2
	DQO ₅	mg/L	258 \pm 52	380	300	8	142 \pm 16	165	111	8
	DQO ₁	mg/L	155 \pm 54	192	116	2	106 \pm 21	120	96	2
	N-total	mg/L	27,31 \pm 2,79	29,29	25,34	2	26 \pm 4	28	22	2
	N-orgânico	mg/L	16,80 \pm 5,27	35,30	18,70	2	6 \pm 0	6	6	2
	N-NH ₄	mg N/L	12,81 \pm 2,59	14,84	10,90	2	10 \pm 4	22	16	2
	N-NO ₃	mg N/L	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	N-NO ₂	mg N/L	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	PO ₄	mg P/L	4,81 \pm 1,28	4,89	3,53	2	5 \pm 2	6	3	2
	Turbidez	UNT	83,76 \pm 23,48	180,80	12,00	12	38 \pm 7	27	2	11
Biológicas	CT	NMP/100mL	5,0E+03 \pm 5,0E+30	5,0E+03	5,0E+03	8	5,0E+03 \pm 5,0E+03	5,0E+03	5,0E+03	8
	CF	NMP/100mL	5,0E+03 \pm 5,0E+30	5,0E+03	5,0E+03	8	5,0E+03 \pm 5,0E+03	5,0E+03	5,0E+03	8

Análises	Parâmetros	Unidades	Efluente BI 1,0m ($\bar{x} \pm \sigma$)	Valores		N	Efluente BI 1,5m ($\bar{x} \pm \sigma$)	Valores		N
				Máximo	Mínimo			Máximo	Mínimo	
Físico Químicas	ST	mg/L	293 \pm 79	387	135	10	345 \pm 68	68	481	231
	SST	mg/L	28 \pm 16	52	6	10	28 \pm 13	46	10	10
	SSV	mg/L	16 \pm 11	34	2	10	15 \pm 11	34	0	10
	SSP	mg/L	13 \pm 10	28	0	10	13 \pm 9	24	0	10
	SDT	mg/L	265 \pm 78	356	125	10	317 \pm 73	465	195	10
	SDV	mg/L	54 \pm 34	115	8	10	74 \pm 58	192	0	10
	SDF	mg/L	211 \pm 55	299	117	10	243 \pm 68	349	131	10
	SSed	mL/L	0,06 \pm 0,08	0,20	0,00	7	0,19 \pm 0,45	1,20	0,00	7
	pH	-----	6,8 \pm 0,4	7,3	6,2	8,0	6,6 \pm 0,4	7	6	7
	AGV	mg/L	21,9 \pm 9,66	38,33	9,50	8,00	12,1 \pm 3,2	16	6	7
	Alcalinidade Total	mg/L	112,5 \pm 36,2	175,8	60,6	8,0	79,6 \pm 21,7	124	61	7
	DBO ₅	mg/L	12 \pm 12	21	3	2	15 \pm 8	21	9	2
	DBO ₁	mg/L	16 \pm #DIV/0!	16	16	1	#DIV/0! \pm #DIV/0!	0	0	0
	DQO ₅	mg/L	60 \pm 29	97	16	11	49 \pm 28	94	4	11
	DQO ₁	mg/L	16 \pm #DIV/0!	16	16	1	#DIV/0! \pm #DIV/0!	0	0	0
	N-total	mg/L	13,79 \pm #DIV/0!	13,79	13,79	1	3 \pm #DIV/0!	3	3	1
	N-orgânico	mg/L	2,81 \pm #DIV/0!	2,81	2,81	1	2 \pm #DIV/0!	2	2	1
	N-NH ₄	mg N/L	10,98 \pm #DIV/0!	10,98	10,98	1	1 \pm #DIV/0!	1	1	1
	N-NO ₃	mg N/L	3,60 \pm #DIV/0!	3,60	3,60	1	4 \pm #DIV/0!	4	4	1
	N-NO ₂	mg N/L	23,00 \pm #DIV/0!	23,00	23,00	1	14 \pm #DIV/0!	14	14	1
	PO ₄	mg P/L	0,16 \pm #DIV/0!	0,16	0,16	1	1 \pm #DIV/0!	1	1	1
	Turbidez	UNT	16,07 \pm 12,71	38,00	2,00	9	29 \pm 20	65	10	9
Biológicas	CT	NMP/100mL	5,0E+03 \pm #DIV/0!	5,0E+03	5,0E+03	1	2,0E+02 \pm #DIV/0!	2,0E+02	2,0E+02	1
	CF	NMP/100mL	5,0E+03 \pm #DIV/0!	5,0E+03	5,0E+03	1	2,0E+02 \pm #DIV/0!	2,0E+02	2,0E+02	1

Obs: Tratamento estatístico: foram excluídos os valores que excederam ao intervalo $\bar{x} \pm \sigma$, para os sólidos, DQO₅ e Turbidez do afluente e do RACS;

Carga de 20 cm/dia.

Os dados relativos ao afluente e efluente do RACS referem-se a coleta no período de 24 hs;

Período: 01/09 a 19/11/00

Como resultado da Fase I, obteve-se efluente das Bacias com 60 ± 29 mg/L e 49 ± 28 mg/L, 12 ± 12 mg/L e 15 ± 8 mg/L, 28 ± 16 mg/L e 28 ± 13 mg/L, respectivamente para a DQO, DBO e SST das BI de 1,0m e 1,5m de profundidade. Estes valores representaram eficiências de remoção do sistema de 83% e 86%, 78% e 78%, 83% e 83% para as BI de 1,0m e 1,5m respectivamente. A Tabela 1 e a Figura 3 apresentam com maiores detalhes os parâmetros analisados. Apesar da análise ter sido única, deve-se destacar a qualidade bacteriológica do efluente, fornecendo valores de coliformes fecais da ordem de $10^3/100$ mL ou menos.

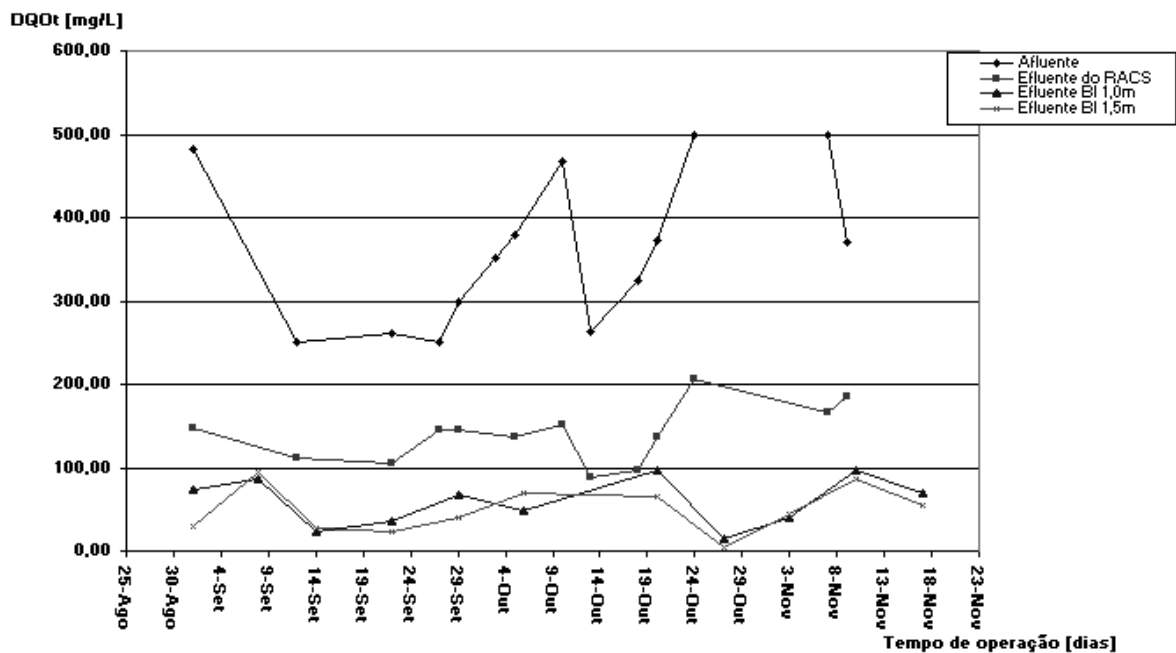


Figura 3 - Gráfico dos valores de DQOt afluente e efluente do sistema UASB + BI (Fase I)

Como resultado da Fase II, obteve-se efluente das bacias com 50 ± 9 mg/L e 47 ± 9 mg/L, 13 ± 16 mg/L e 7 ± 1 mg/L, 24 ± 8 mg/L e 40 ± 8 mg/L, respectivamente para a DQO, DBO e SST da BI de 1,0 m e 1,5 m. Estes valores representam eficiências de remoção das bacias de 66% e 68%, 66% e 90%, 89% e 81% para as BI de 1,0 e 1,5m, respectivamente.

Tabela 2 - Monitoramento do Sistema RACS+BI (Fase II)

Análises	Parâmetros	Unidades	Efluente RACS ($\bar{x} \pm \sigma$)				N	Efluente BI 1,0m ($\bar{x} \pm \sigma$)				N	Efluente BI 1,5m ($\bar{x} \pm \sigma$)				N
			Máximo	Mínimo				Máximo	Mínimo				Máximo	Mínimo			
Físico Químicas	ST	mg/L	300 ± 26	330	271	5	248 ± 14	270	226	10	296 ± 230	226	226	10			
	SST	mg/L	213 ± 17	228	194	3	24 ± 8	40	16	11	40 ± 8	7	7	9			
	SSV	mg/L	87 ± 18	113	71	5	11 ± 5	18	4	11	18 ± 3	2	2	10			
	SSF	mg/L	22 ± 18	48	8	5	11 ± 5	22	5	11	20 ± 1	1	1	8			
	SDT	mg/L	229 ± 7	236	219	4	216 ± 9	230	205	10	250 ± 196	186	186	10			
	SDV	mg/L	45 ± 10	52	29	4	33 ± 4	37	26	9	48 ± 19	14	14	7			
	SDF	mg/L	176 ± 8	184	166	5	186 ± 10	205	172	9	214 ± 177	171	171	6			
	SSed	mg/L	0 ± 1	1	0	5	0,01 ± 0,03	0,10	0,00	13	0,15 ± 0,00	-4,08	-4,08	11			
	pH	-----	7 ± 0	6,7	6,45	7	6,8 ± 0,2	7,0	6,5	10	6,8 ± 0,2	7,0	6,5	9			
	AGV	mg/L	23 ± 7	36	15	6	18,3 ± 6,95	26	7	9	15,4 ± 3,68	22	10	12			
	Alcalinidade Total	mg/L	136 ± 16	163	122	6	151 ± 11	167	137	8	129 ± 23	163	100	9			
	OD	mg/L	-----	-----	-----	---	1 ± 0	1	0	6	2 ± 0	3	1	8			
	DBO ₅	mg/L	38 ± #DIV/0!	38	38	1	13 ± 16	45	2	6	7 ± 1	8	5	4			
	DBO ₂	mg/L	17 ± #DIV/0!	17	17	1	11 ± #DIV/0!	11	11	1	8 ± #DIV/0!	8	8	1			
	DQO ₅	mg/L	145 ± 25	173	118	5	50 ± 9	64	37	10	47 ± 9	59	34	9			
	DQO ₂	mg/L	64 ± 8	70	59	2	37 ± #DIV/0!	37	37	1	36 ± 4	39	33	2			
	N-total	mg/L	57 ± #DIV/0!	57	57	1	24,71 ± 10,99	35,00	13,14	3	47,00 ± 29,60	81,00	27,00	3			
	N-orgânico	mg/L	34 ± #DIV/0!	34	34	1	12,35 ± 8,31	19,30	3,14	3	30,93 ± 24,81	59,50	14,80	3			
	N-NH ₄	mg N/L	23 ± #DIV/0!	23	23	1	12,37 ± 7,15	20,40	6,70	3	16,07 ± 4,64	21,50	12,20	3			
	N-NO ₃	mg N/L	-----	-----	-----	---	0,46 ± 0,42	0,83	0,01	3	0,97 ± 0,78	1,78	0,22	3			
	N-NO ₂	mg N/L	-----	-----	-----	---	0,70 ± 0,99	1,40	0,00	2	2,07 ± 3,40	6,00	0,01	3			
	PO ₄	mg P/L	5 ± #DIV/0!	5	5	1	2,08 ± 1,55	3,30	0,34	3	2,07 ± 2,45	3,80	0,33	2			
Biológicas	Temperatura (1)	°C	23,4 ± 0,5	24,0	22,5	57	24,63 ± 0,91	26,00	23,00	49	24,63 ± 0,91	26,00	23,00	49			
	Turbidez	UNT	19,60 ± 2,30	23,00	17,00	5	21,20 ± 5,81	30,00	13,00	10	13,80 ± 4,64	21,00	9,00	10			
	CF	NMP/100mL	1,3E+07 ± 1,6E+07	2,4E+07	1,7E+06	2	7,0E+04 ± #DIV/0!	7,0E+04	7,0E+04	1	3,9E+05 ± 1,4E+05	5,0E+05	3,0E+05	2			

Obs: Tratamento estatístico: foram excluídos os valores que excederam ao intervalo $\bar{x} \pm \sigma$, para os sólidos, DQOt e Turbidez.

Carga de 40 cm/dia.

A temperatura dos efluentes das bacias foi considerada igual a efluente do RACS.

Período: 24/11/00 a 31/03/01

A Fase III caracterizou-se pela manutenção da taxa de 40 cm/dia, porém com aplicação de esgoto em dois intervalos de 5 horas, intercalados por um descanso de 7 horas. Como resultados um efluente com DQO de 52 ± 1 mg/L, 38 ± 10 mg/L e SST de 12 ± 2 mg/L, 11 ± 6 mg/L, respectivamente às alturas de 1,0 e 1,5 m. A Figura 5 resume e indica tendências das várias Fases trabalho a que foram submetidas as bacias.

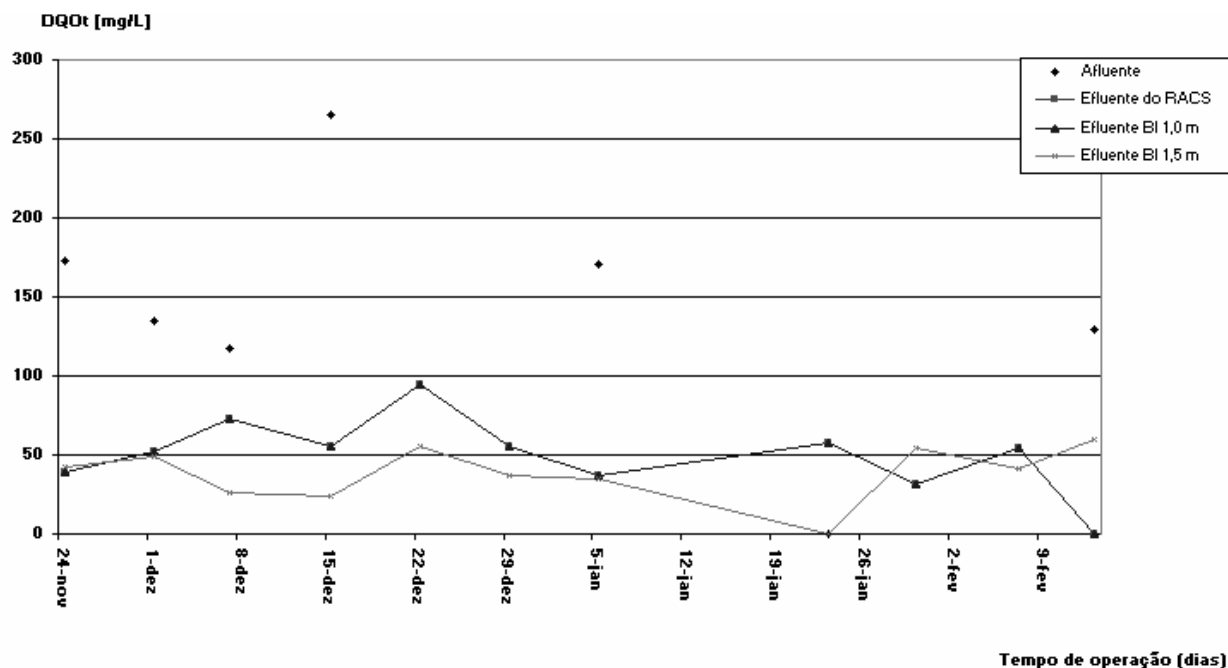


Figura 4 - Gráfico dos valores de DQOt afluente e efluente do sistema UASB + BI (Fase II)

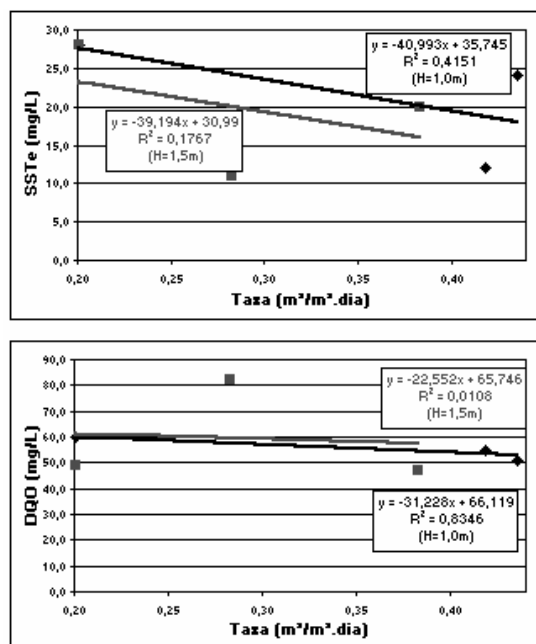


Figura 5 - Bacia de infiltração como pós-tratamento de efluente de reator RACS: Gráficos de correlação dos resultados obtidos

Cumprir citar que em ambas as Fases, apesar de se utilizar dois dias de repouso, no ciclo operacional semanal, somente no segundo dia é que a carga hidráulica sob o leito cessava permitindo uma aeração dos poros. Também a carga hidráulica sobre o leito propiciou o desenvolvimento de pernilongos, o que poderá causar um impacto negativo, no entorno da bacia, quando de instalações em escala real. A resistência a infiltração do esgoto pode ser também atribuída a fina camada de lodo que se formou sobre o leito, da ordem de poucos centímetros. Porém, durante os 8 meses de operação, não foi necessária remover esta camada de lodo. A Bacia com 1,0 m de altura colmatou ao final do 9º mês de funcionamento, sendo necessário interromper a alimentação e raspar (retirar) cerca de 3 cm de lodo seco sob o leito filtrante.

CONCLUSÕES

Foram conduzidos estudos utilizando esgoto sanitário afluyente à ETE Belém, na alimentação de um sistema RACS+BI, bacias estas de alturas 1,0 e 1,5m, preenchidas com areia média, simulando, solo arenoso. Aplicam-se nas bacias taxas de aplicação de 20 cm/dia (Fase I) e de 40 cm/dia (Fase II), num ciclo operacional semanal de cinco dias consecutivos de lançamento de esgoto e dois de descanso.

Na Fase II (40 cm/dia), obteve-se efluente das bacias com 50 ± 9 mg/L e 47 ± 9 mg/L, 13 ± 16 mg/L e 7 ± 1 mg/L, 24 ± 8 mg/L e 40 ± 8 mg/L, respectivamente para a DQO, DBO e SST da BI de 1,0 m e 1,5 m. Estes valores representam eficiências de remoção das bacias de 66% e 68%, 66% e 90%, 89% e 81% para as BI de 1,0 e 1,5m, respectivamente.

O sistema RACS+BI não apresentou, durante o período de estudos (8 meses) problemas operacionais relevantes sendo necessário porém, remoção aos nove meses do lodo retido na camada superficial da bacia, com altura de 1 cm. No entanto, pela análise dos resultados o sistema pode oferecer um efluente que atende a legislação ambiental do Estado do Paraná (DQO<150 mg/L e DBO<60 mg/L), para o lançamento em corpos d'água receptores. Empregando-se baixas taxas de aplicação de esgotos (20 cm/dia) o efluente apresentou características bacteriológicas da ordem de 10^3 /100mL ou menos, medidas como CF.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SANEPAR e ao PROSAB, através da FINEP, CNPq e CEF, todo o apoio demonstrado ao longo do desenvolvimento dos trabalhos, desde a construção da instalação piloto, o acesso à ETE Belém e o financiamento da operação e monitoramento. À Fundação Araucária igualmente pelo apoio emprestado, no ano de 2001, à operação e monitoramento dos pilotos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. *Construção e Instalação de Fossa Séptica e Disposição dos Efluentes Finais: NBR 7229*. Rio de Janeiro, ABNT, Mar 1982. 38p.
- ABNT. *Tanques Sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projetos, Construção e Operação. NBR 13969*. Rio de Janeiro, ABNT, Setembro 1997. 60p.

- AISSE, M. M.; LOBATO, M. B.; BONA, A.; GARBOSSA, L.H.P. Estudo Comparativo do Reator UASB e do Reator Anaeróbio Compartimentado Seqüencial no Tratamento de Esgoto Sanitário. Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, XXVII, Porto Alegre, 2000. *Anais*. Rio de Janeiro, ABES, 2000. Poster.
- AISSE, M. M.; LOBATO, M. B.; ANDREOLI, F. N.; SAMPAIO, S. P.; ALÉM SOBRINHO, P. Avaliação do Sistema Reator Anaeróbio Compartimentado Seqüencial e Bacia de Infiltração Rápida, no Tratamento de Esgoto Sanitário. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, João Pessoa, 2001. *Anais*. Rio de Janeiro, ABES, 2001.
- ANDREOLI, F. N. ; TEIXEIRA, E. C. ; IHLENFELD, R. G. Bacia de Infiltração como Alternativa de Reuso da Água e Tratamento de Esgoto Sanitário, na Remoção de DQO, SS e Nitrogênio. SILUBESA, João Pessoa, 1998. *Anais*. Rio de Janeiro, ABES, 1998. p. 437-49.
- APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20ª edição. Washington, D. C. , APHA. 1998.
- LANDI, F. R. *Instalações de Fossas Sépticas*. São Paulo, Grêmio Politécnico da USP. s.d. 59p.
- MELO, H.N.S.; ANDRADE NETO, C.O.; LUCAS FILHO, M.; PEREIRA, M.G. Pós-Tratamento de esgotos sanitários por disposição no solo em bacia de infiltração e coluna de areia. *Pós-Tratamento de efluentes de reatores anaeróbios; Coletânea de trabalhos técnicos*. Carlos Augusto Lemos Chernicharo (coordenador), Belo Horizonte, 2000, p.17 - 24.
- SAMPAIO, S. Tratamento-Polimento de Esgotos Urbanos Através de Infiltração Rápida em Leitos Arenosos: ETE Torto-Primeira Experiência no Distrito Federal. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19, Foz do Iguaçu, 1997. *Anais*. Rio de Janeiro, ABES, 1997. p. 409-18.