

## II-529 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE REATOR UASB NO TRATAMENTO DE EFLUENTES GERADOS POR HOSPITAL DA SERRA GAÚCHA

**Andressa Brandalise<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Projetos para Tratamento de Resíduos Industriais pela Pontifícia Universidade de Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Consultora Técnica da Fundação PROAMB de Bento Gonçalves.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Paulo, 505 – Bairro Borgo – Bento Gonçalves - RS - CEP: 95.700-000 - Brasil - Tel: +55 (54) 3055.43.38 - Fax: +55 (54)3055.43.39 - e-mail: [andressa@proamb.com.br](mailto:andressa@proamb.com.br)

### RESUMO

A atividade dos serviços de saúde gera águas residuárias que podem causar impactos sobre os ecossistemas aquáticos e sobre a saúde pública. Este trabalho tem como objetivo caracterizar os efluentes gerados por um hospital (de especialidade geral) localizado na serra gaúcha, comparar as características do efluente hospitalar com as características de efluente unicamente doméstico e avaliar o desempenho de um reator anaeróbio de fluxo ascendente no tratamento destes efluentes e no atendimento aos padrões de qualidade exigidos pela Resolução n.º 128/06 emitida pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). O efluente proveniente do hospital pesquisado, quando comparado a efluente unicamente doméstico, proveniente da ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) Dal Bó demonstrou similaridade na concentração dos parâmetros pH (potencial hidrogeniônico), fósforo total, nitrogênio amoniacal e total. Porém, em se tratando das concentrações de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), o efluente hospitalar pesquisado apresentou valores superiores. A DQO do efluente bruto hospitalar apresentou valor médio 62,5% maior quando comparado ao valor médio de DQO do efluente da ETE Dal Bó. Já a DBO apresentou valor médio 33,2% maior nas amostras do efluente hospitalar quando comparado ao efluente doméstico que chega à ETE pública. O reator anaeróbio apresentou bom desempenho no tratamento do efluente hospitalar, chegando a 84,67% de remoção de DBO e 83,57% na remoção de DQO. Porém o histórico do monitoramento realizado demonstrou que a eficiência está diretamente ligada a correta operação do sistema, principalmente no que se refere as descargas de sólidos com volumes e periodicidades bem definidos. Apesar do bom desempenho apresentado pelo reator anaeróbio na redução de cargas de DQO e DBO, o efluente final não atende aos padrões de qualidade exigidos pela Resolução CONSEMA 128/06. Observa-se, portanto, que o sistema de tratamento atual deve ser complementado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente hospitalar, efluente doméstico, reator UASB, operação.

### INTRODUÇÃO

A utilização dos mananciais como disposição final de efluentes domésticos e industriais sem prévio tratamento coloca em risco o equilíbrio das formas de vida que dependem do curso d'água contaminado, inclusive a saúde humana. Da preservação da água depende a saúde pública. A qualidade de vida está intimamente ligada ao saneamento público e a correta gestão das águas industriais.

Uma das formas de minimizar impactos causados pelas atividades humanas e reverter às condições atuais dos recursos hídricos é implantação de sistemas de tratamento de efluentes eficientes, que garantam que a água, depois de utilizada, volte ao manancial respeitando padrões de qualidade, sem causar impactos ao ecossistema local e doenças aos seus consumidores. (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

A atividade dos serviços de saúde gera águas residuárias que podem causar impactos sobre os ecossistemas aquáticos e sobre a saúde pública. Segundo La Rosa *et al.* (2000), os problemas associados aos líquidos residuais gerados em centros de saúde tem sido motivo de preocupação internacional devido ao perigo de uma potencial propagação de enfermidades e aos riscos ambientais derivados da ausência de tratamentos adequados. A composição das águas residuais procedentes de hospitais apresenta uma grande diversidade de substâncias químicas e biológicas além de microrganismos patogênicos, incluindo bactérias resistentes. (RIBEIRO e

SCHNEIDER, 2007; PRADO *et. al*, 2007). Por isso a importância e a urgência da aplicação de formas de tratamento adequadas aos efluentes hospitalares.

As tecnologias anaeróbias de tratamento de águas residuárias têm ganhado grande adesão devido as suas vantagens sobre o tratamento aeróbio, principalmente pelos baixos custos operacionais, além da baixa produção de lodo (CHERNICHARO, 1997). Dentre essas tecnologias, o reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB) é considerado como um dos processos anaeróbios mais eficientes, sendo capaz de reter grande quantidade de biomassa na forma de lodo (METCALF e EDDY, 2006).

O uso de reatores UASB sem pós-tratamento, quando bem operados, promove uma redução de DBO na faixa de 60% a 75% no tratamento de esgoto doméstico (Von SPERLING, 1996). Os sistemas com reatores UASB representam, na atualidade, uma tecnologia comprovadamente sustentável para o tratamento de águas residuárias, seja de natureza simples ou complexa, de baixa ou de alta concentração, solúveis ou com materiais particulados (OLIVA, 1997).

Mas apesar da alta eficiência, na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, os reatores UASB dificilmente produzem efluentes que atendam os requisitos legais de lançamento, pois esta tecnologia de tratamento é incapaz de retirar macronutrientes como nitrogênio e fósforo. Assim, quase sempre é necessária a realização de um pós-tratamento (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

Em função das características destacadas anteriormente, este trabalho tem como objetivo caracterizar os efluentes gerados por um hospital de especialidade geral localizado na serra gaúcha, comparar as características deste efluente hospitalar com as características de efluente unicamente doméstico e avaliar o desempenho de um reator anaeróbio de fluxo ascendente, um UASB, no tratamento destes efluentes e no atendimento aos padrões de qualidade exigidos pela legislação, em especial a Resolução n.º 128 emitida em 2006 pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA).

## METODOLOGIA

O efluente objeto deste trabalho foi produzido por hospital de especialidade geral localizado na serra gaúcha, com capacidade para atendimento de 330 leitos.

O hospital possui sistema de tratamento de efluentes operando desde 2002, composto por gradeamento, tanque equalizador e reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB). O sistema trata efluentes oriundos do uso das bacias sanitárias pelos funcionários e ocupantes dos leitos, da preparação de alimentos, da higienização pessoal dos pacientes, de laboratórios de análises clínicas, da limpeza e desinfecção de pisos, louças, equipamentos e utensílios empregados nos procedimentos cirúrgicos. O efluente gerado na lavanderia do hospital não é tratado neste sistema. O corpo receptor do efluente de saída do UASB é a rede pública pluvial.

O gradeamento é composto por dois cestos que operam em série, confeccionados em malha de aço inox com aberturas de 20mm e 10mm respectivamente. O tanque equalizador possui capacidade de 56m³.

O reator anaeróbio opera com vazão média diária de 5,81m³/h tendo sido projetado para operar com vazão máxima de 8,35m³/h. Este reator possui volume total de 66m³, sendo volume da câmara de digestão 56m³ e tempo de detenção hidráulica médio é de 9,6 horas. A distribuição do efluente é feita por 8 tubos de 60mm que abrangem uma área de 2,26m² cada um.

No refeitório, lanchonete e copas do hospital foram instaladas caixas de gordura individuais que realizam a separação antes que o efluente chegue à estação de tratamento.

Como a atividade hospitalar ocorre durante 24 horas, para avaliação do efluente líquido gerado, foram coletadas amostras simples para análise bacteriológica e amostras compostas para realização das análises físico-química. Foram coletadas amostras do efluente após o gradeamento, o qual foi denominado efluente bruto e na saída no reator UASB, o qual se denominou efluente tratado. As coletas foram realizadas nos meses de abril, junho, julho, agosto e outubro de 2009 e fevereiro, maio e agosto de 2010. Todas as coletas foram realizadas em período diurno.

Para fins de comparação entre características de efluente doméstico e efluente de origem unicamente hospitalar foram realizadas análises no efluente que chega a uma ETE pública localizada na cidade de Caxias do Sul. A ETE Dal Bó foi instalada para atender quatro loteamentos e opera com vazão média de 3,2L/s e máxima de 16L/s. As coletas na ETE Dal Bó foram realizadas mensalmente, durante o ano de 2009.

As coletas, tanto no hospital quanto na ETE Dal Bó, foram realizadas, com utilização de equipamentos de proteção individual apropriados para esta tarefa, por técnico capacitado, do laboratório responsável pelas análises físico-químicas e bacteriológicas.

As amostras foram devidamente preservadas e levadas ao laboratório, para realização das seguintes análises físico-químicas e bacteriológicas: potencial pH, demanda DQO, DBO, fósforo total (P), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), alcalinidade total (AT) e coliformes termotolerantes (CT).

As análises foram feitas, segundo APHA (1995) por laboratório credenciado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

Das concentrações resultantes de cada parâmetro analisado nas diversas datas foi calculada a média aritmética e também evidenciados os valores máximos e mínimos. O desempenho do reator UASB foi avaliado através do cálculo de sua eficiência, de acordo com a equação 1.

$$E = 100 - \left( \frac{C_s}{C_e} \times 100 \right) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde  $C_s$  representa a concentração de saída do reator UASB e  $C_e$  a concentração de entrada do reator UASB.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No total foram caracterizadas 8 amostras de efluente bruto e tratado produzido no hospital e 12 amostras do efluente bruto da ETE Dal Bó.

A Tabela 1 apresenta os resultados do monitoramento realizado no efluente bruto do hospital enquanto que a Tabela 2 apresenta os resultados do monitoramento do efluente bruto da ETE Dal Bó. A Tabela 3 demonstra a comparação entre os valores médios, máximos e mínimos encontrados para ambos efluentes brutos.

**Tabela 1 – Resultados das análises realizadas com o efluente bruto do hospital.**

Parâmetros	Unidade	2009					2010		
		Abr	Jun	Jul	Ago	Out	Fev	Mai	Ago
pH		6,69	6,81	7,48	7,61	6,86	6,52	7,1	7,18
DQO	mg/L	2897	2143	1114	884	1246	2420	2911	2500
DBO	mg/L	998	730	380	340	480	748	1120	1450
Fósforo Total	mg/L	6,5	19,4	64,9	10,4	12,9	15,8	12,7	13,9
Nitrogênio Total	mg/L	72,1	137	104	102	127	138	142	118
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	66	29,8	58,8	13,8	110	126	41,3	36,2
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	177	95	191	94	229	103	259	105
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	156	82	187	88	193	97	249	90

Os resultados demonstram que os efluentes brutos oriundos do hospital pesquisado e da ETE pública podem ser considerados similares somente para parâmetros pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal e total. O parâmetro DQO foi aquele que apresentou maior diferença entre os valores médios comparados. A DQO do efluente bruto hospitalar apresentou valor médio 62,5% maior quando comparado ao valor médio de DQO do efluente da ETE Dal Bó. Já a DBO apresentou valor médio 33,2% maior nas amostras do efluente hospitalar quando comparado ao efluente doméstico que chega à ETE pública.

Segundo Ribeiro *et al.* (2007), além dos dejetos humanos, os efluentes hospitalares contém grande quantidade de substâncias potencialmente tóxicas, utilizadas na limpeza e desinfecção de ambientes e equipamentos e

também em laboratórios de análises clínicas. Dentre estas podem ser citados fenóis, ácidos, antibióticos, produtos enzimáticos e multi- drogas resistentes. A presença destas substâncias no efluente bruto proveniente do hospital da serra gaúcha poderia explicar os valores de DQO maiores.

**Tabela 2 – Resultados das análises realizadas com o efluente bruto da ETE Dal Bó**

		2009					
Parâmetros	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
pH		6,96	7,24	7,02	6,98	8,01	7,59
DQO	mg/L	937	752	906	925	862	1071
DBO	mg/L	306	396	383	391	348	512
Fósforo Total	mg/L	7,93	7,39	15,25	16,52	15,52	16,68
Nitrogênio Total	mg/L	86,2	82,3	69,5	85,1	70,2	94,9
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	68,9	74,1	59,2	50,1	47,4	72,8
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	410	266	294	504	352	296
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	390	242	238	440	300	220

		2009					
Parâmetros	Unidade	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
pH		6,92	7,35	7,12	7,98	7,26	7,35
DQO	mg/L	1075	1035	455	3321	2462	1073
DBO	mg/L	521	376	187	1917	1391	304
Fósforo Total	mg/L	13,73	17,93	17,93	14,54	14,54	13,81
Nitrogênio Total	mg/L	115	115	115	84,3	86,5	94,4
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	63,5	66,50	66,50	78,7	81,8	68
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	190	246	144	492	330	118
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	148	264	136	420	276	103

**Tabela 3 – Comparação entre valores médios, máximos e mínimos de ambos os efluentes.**

		Hospital			ETE Dal Bó		
Parâmetros	Unidade	Valores médios	Valores maximos	Valores mínimos	Valores médios	Valores Máximos	Valores Mínimos
pH		7,03	7,61	6,52	7,32	8,01	6,92
DQO	mg/L	2014,38	2911	884	1239,50	3321	455
DBO	mg/L	780,75	1450	340	586,00	1917	187
Fósforo Total	mg/L	19,56	64,9	6,5	14,31	17,93	7,39
Nitrogênio Total	mg/L	117,51	142	72,1	91,53	115	69,5
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	60,24	126	13,8	66,46	81,8	47,4
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	156,63	259	94	303,50	504	118
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	151,43	249	88	264,75	440	103

Segundo Von Sperling (1996) a relação DQO/DBO pode variar entre 1,7 e 2,4 para esgotos domésticos. Ribeiro e Schneider (2007) avaliaram a carga poluidora de quatro hospitais de diferentes especialidades localizados na cidade de Porto Alegre e através do monitoramento realizado no efluente bruto produzido pelos hospitais chegaram a uma relação média de DQO/DBO de 2,1. A Tabela 4 traz a relação DQO/DBO calculada para o efluente bruto coletado no hospital da serra gaúcha durante o período pesquisado, onde se encontram valores muito acima daqueles referenciados na bibliografia, entretanto os valores do coeficiente de variação da relação DQO/DBO é de 16,8%, o que significa que os valores são muito próximos e com pouca variação.

**Tabela 4 – Relação DQO/DBO do efluente bruto coletado no hospital da serra gaúcha**

		2009					2010			Média
Parâmetro	Unidade	Abr	Jun	Jul	Ago	Out	Fev	Mai	Ago	
DQO	mg/L	2897	2143	1114	884	1246	2420	2911	2500	2014,4
DBO	mg/L	998	730	380	340	480	748	1120	1450	780,8
DQO/DBO		2,90	2,94	2,93	2,60	2,60	3,24	2,60	1,72	2,7

A Tabela 5 traz os valores das análises do efluente bruto e tratado do hospital para diversos parâmetros e também as eficiências alcançadas pelo sistema de tratamento nos meses de abril, junho, julho e agosto de 2009.

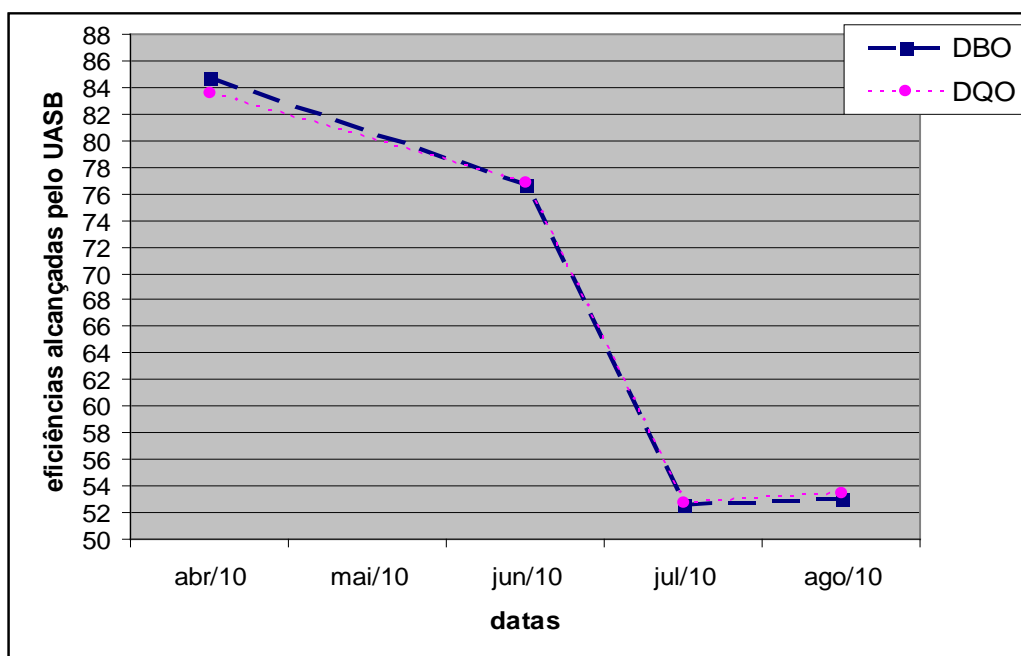
**Tabela 5 – Eficiências alcançadas pelo UASB nos meses de abril, junho, julho e agosto de 2009.**

Parâmetros	Unidades	2009					
		13/4/2009			24/6/2009		
		Bruto	Tratado	Eficiência	Bruto	Tratado	Eficiência
DBO	mg/L	998	153	<b>84,67</b>	730	170	<b>76,71</b>
DQO	mg/L	2897	476	<b>83,57</b>	2143	496	<b>76,85</b>
Fósforo	mg/L	6,5	7	<b>-7,69</b>	19,4	9,14	<b>52,89</b>
Óleos e Graxas	mg/L				167	8,1	<b>95,15</b>
pH		6,69	6,92		6,81	6,9	
sólidos sedimentáveis	mL/L	1,5	1,2	<b>20,00</b>	3	0,8	<b>73,33</b>
temperatura da amostra	°C	22	21	<b>4,55</b>	15,9	15,8	<b>0,63</b>
nitrogênio amoniacal	mg/L	66	84,1	<b>-27,42</b>	29,8	88,8	<b>-197,99</b>
nitrogênio total kjeldal	mg/L	72,1	92,4	<b>-28,16</b>	137	110	<b>19,71</b>
sólidos suspensos totais	mg/L	177	86	<b>51,41</b>	95	168	<b>-76,84</b>
sólidos suspensos voláteis	mg/L	156	84	<b>46,15</b>	82		

Parâmetros	Unidades	2009					
		27/7/2009			31/8/2009		
		Bruto	Tratado	Eficiência	Bruto	Tratado	Eficiência
DBO	mg/L	380	180	<b>52,63</b>	340	160	<b>52,94</b>
DQO	mg/L	1114	526	<b>52,78</b>	884	412	<b>53,39</b>
Fósforo	mg/L	8,5	7,7	<b>9,41</b>	10,4	10,4	<b>0,00</b>
Óleos e Graxas	mg/L	64,9	42,3	<b>34,82</b>	48,2	41,1	<b>14,73</b>
pH		7,48	6,82		7,61	6,84	
sólidos sedimentáveis	mL/L	6	1	<b>83,33</b>	2	2	<b>0,00</b>
temperatura da amostra	°C	17	18		22,2	23,6	
nitrogênio amoniacal	mg/L	58,8	74,3	<b>-26,36</b>	13,8	93,9	<b>-580,43</b>
nitrogênio total kjeldal	mg/L	104	89,2	<b>14,23</b>	102	111	<b>-8,82</b>
sólidos suspensos totais	mg/L	191	125	<b>34,55</b>	94	147	<b>-56,38</b>
sólidos suspensos voláteis	mg/L	187	111	<b>40,64</b>	88	129	<b>-46,59</b>

Observa-se que a eficiência da unidade de tratamento UASB na remoção de DQO e DBO diminui com o passar dos meses. Em abril de 2009 alcançou 84,67% de remoção de DBO e 83,57% na remoção de DQO. Em agosto a remoção de DBO caiu para 52,94% e de DQO para 53,39%. A Figura 1 deixa evidente a perda de eficiência da unidade no período.



**Figura 1 - Diminuição das eficiências alcançadas pelo UASB de abril a agosto de 2009**

O período compreendido entre abril e agosto pode ser considerado crítico para operação de reatores anaeróbios devido às baixas temperaturas do ar ocasionadas pelo clima frio da estação. Segundo Chernicharo (1997) a temperatura externa influencia diretamente no crescimento microbiano, sendo que a temperaturas próximas a 15°C a taxa de crescimento é baixa, afetando diretamente na eficiência do reator. Observa-se pelas medidas, tanto do efluente bruto como do efluente tratado, constantes na Tabela 5 que a temperatura não baixou de 15,8°C no período medido. Apesar dos valores não terem alcançado o valor mínimo de 15°C, parte da deficiência apresentada pelo UASB no período pode ser atribuída às baixas temperaturas.

Outro fator que influenciou na queda da eficiência do UASB foi à concentração de sólidos no interior do reator. A unidade de tratamento permaneceu um longo período sem descargas de lodo. Conforme Lobato *et al.* (2007), o controle do tempo de retenção de sólidos é de suma importância na operação dos reatores UASB. Independentemente do tempo de detenção hidráulica, a prevenção de acumulação de sólidos suspensos inertes no reator está diretamente ligada ao desenvolvimento de condições favoráveis para a transferência de massa. Através da Tabela 5, observa-se que, no mês de agosto, o efluente tratado apresentou concentrações maiores de sólidos suspensos quando comparado ao efluente bruto. Ou seja, conclui-se que neste mês havia escape de lodo juntamente com o efluente de saída. A perda de sólidos com o efluente resulta no aumento indesejado de DBO e DQO no efluente tratado. (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

Outro sintoma de instabilidade que justifica a ineficiência apresentada são os valores de pH medidos. Na Tabela 5 pode-se observar que os valores de pH do efluente tratado são menores que aqueles do efluente bruto. Segundo Metcalf e Eddy (2006) sistemas anaeróbios equilibrados devem apresentar concentração de alcalinidade e pH maiores em seu efluente, comparados ao afluente. A queda de pH geralmente ocorre devido ao acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGV's) que consomem a alcalinidade do meio e contribuem para inibições que levam a perda da qualidade do efluente, conforme afirma Abreu (2007).

Metcalf e Eddy (2006) estimam que a produção de lodo no caso de esgotos domésticos pode variar entre 0,15 e 0,20 SST/Kg de DQO afluente. A Tabela 6 demonstra os valores estimados de produção de sólidos considerando de 0,18 SST/Kg de DQO afluente. Segundo Jordão e Pessoa (2005) o lodo anaeróbio pode conter entre 3 e 5% de sólidos e densidade de 1020 kg/m³. Para o cálculo do volume de lodo produzido no reator que opera no hospital foi estimado teor de sólidos no lodo de 4% e uma densidade de 1020 kg/m³ conforme dados bibliográficos.



**Tabela 6 – Estimativa de lodo produzido diariamente pelo UASB que trata efluente do hospital da serra**

Parâmetro	Unidade	2009					2010			Média
		Abr	Jun	Jul	Ago	Out	Fev	Mai	Ago	
DQO	mg/L	2897	2143	1114	884	1246	2420	2911	2500	2014,4
Carga afluyente	Kg/dia	402,68	297,88	154,85	122,88	173,19	336,38	404,63	347,50	280,00
Produção de lodo	Kg/dia	72,48	53,62	27,87	22,12	31,17	60,55	72,83	62,55	50,40
	m³/dia	1,78	1,31	0,68	0,54	0,76	1,48	1,79	1,53	1,24

Com base no volume médio de produção de lodo, a partir de agosto de 2009 foi instalada uma rotina de descarga de no UASB. A primeira descarga retirou 30% do volume ocupado pela câmara de digestão. Após a primeira descarga, mantiveram-se descargas quinzenais de 15m³ de lodo, mantendo-se sempre 70% do volume da câmara de digestão repleta de lodo. Essa medida sanou o problema de arraste de sólidos e o reator voltou a operar com eficiências compatíveis com o potencial da unidade.

Conforme pode ser observado na Tabela 7, as eficiências de remoção de DQO, DBO, e sólidos evoluíram após a adoção da nova rotina de descargas. A remoção de DQO que em agosto de estava em 53,39% chegou a 77,95% em maio de 2010.

O processo de digestão anaeróbia também voltou à estabilidade, conforme demonstra os resultados de pH e alcalinidade medidos. O conjunto dos fatores, pH, alcalinidade e AGVs constituem-se nos parâmetros que definem as condições de estabilidade da digestão anaeróbia segundo Van Haandel e Lettinga (1994).

Porém, mesmo voltando a remover grandes concentrações de DQO, DBO e SST de acordo com o potencial que menciona a bibliografia para reatores UASB, o efluente produzido por esta unidade não atende os requisitos de qualidade exigidos pela legislação (CONSEMA 128/06). A Tabela 8 faz um comparativo entre as concentrações médias do efluente de saída do reator UASB, obtidas após a regularização da operação, com as concentrações exigidas pela Resolução CONSEMA 128/06 para uma vazão média de 139m³/dia, considerando o efluente produzido no hospital como efluente com características de doméstico.

**Tabela 7 – Eficiências alcançadas pelo UASB a partir de outubro de 2009.**

Parâmetros	Unidades	21/10/2009			17/2/2010		
		Bruto	Tratado	Eficiência	Bruto	Tratado	Eficiência
DBO	mg/L	480	180	<b>62,50</b>	748	195	<b>73,93</b>
DQO	mg/L	1246	340	<b>72,71</b>	2420	680	<b>71,90</b>
Fósforo	mg/L	12,9	14,8	<b>-14,73</b>	15,8	10,5	<b>33,54</b>
Óleos e Graxas	mg/L	20,8	9,6	<b>53,85</b>	158	12	<b>92,41</b>
pH		6,86	7,02		6,52	7,23	
sólidos sedimentáveis	mL/L	1	0	<b>100,00</b>	3	1	<b>66,67</b>
temperatura da amostra	°C	23,1	22		16	15,7	
nitrogênio amoniacal	mg/L	110	125	<b>-13,64</b>	32	63	<b>-96,88</b>
nitrogênio total kjeldal	mg/L	127	132	<b>-3,94</b>	138	189	<b>-36,96</b>
sólidos suspensos totais	mg/L	228	32	<b>85,96</b>	103	9	<b>91,26</b>
sólidos suspensos voláteis	mg/L	193	28	<b>85,49</b>	97	7	<b>92,78</b>
alcalinidade	mg/L	286	334		242	381	

Parâmetros	Unidades	12/5/2010			25/8/2010		
		Bruto	Tratado	Eficiência	Bruto	Tratado	Eficiência
DBO	mg/L	1120	246	<b>78,04</b>	1450	300	<b>79,31</b>
DQO	mg/L	2911	642	<b>77,95</b>	2500	785	<b>68,60</b>
Fósforo	mg/L	12,7	8,76	<b>31,02</b>	13,9	10,2	<b>26,62</b>
Óleos e Graxas	mg/L	84,5	11,2	<b>86,75</b>	38	10	<b>73,68</b>
pH		6,69	7,01		6,78	7,18	
sólidos sedimentáveis	mL/L	12	3	<b>75,00</b>	6	5	<b>16,67</b>
temperatura da amostra	°C	20,5	20,7		22,4	21,4	<b>4,46</b>
nitrogênio amoniacal	mg/L	41,3	97,3	<b>-135,59</b>	36,2	114	<b>-214,92</b>
nitrogênio total kjeldal	mg/L	142	113	<b>20,42</b>	118	165	<b>-39,83</b>
sólidos suspensos totais	mg/L	259	61	<b>76,45</b>	105	68	<b>35,24</b>
sólidos suspensos voláteis	mg/L	249	58	<b>76,71</b>	90	60	<b>33,33</b>
alcalinidade	mg/L	224	542		625	706	

**Tabela 8 – Comparação entre a qualidade do efluente de saída e os padrões legais.**

Efluente final CONSEMA		
Parâmetros	UASB	128/06
DBO	230,3	120
DQO	611,8	330
nitrogênio amoniacal	99,8	20
sólidos suspensos totais	42,5	160

Apesar do reator UASB apresentar um bom desempenho na remoção de DQO, DBO e SST o processo de tratamento necessita ser complementado. O uso do sistema combinado anaeróbio-aeróbio, composto por reator UASB como pré-tratamento seguido por reator de lodo ativado ou biofiltro aerado submerso são alternativas consideradas por vários pesquisadores para atendimento satisfatório aos padrões de qualidade (PAIVA e Van HAANDEL, 2007).

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme os resultados apresentados e as referências consultadas pode-se concluir que:

- o efluente proveniente do hospital pesquisado, quando comparado a efluente unicamente doméstico demonstrou similaridade na concentração dos parâmetros pH, P,  $\text{NH}_4^+$ , NTK. Porém, em se tratando das concentrações de DQO e DBO, o efluente hospitalar pesquisado apresentou valores superiores. Portanto as semelhanças entre as características de efluentes hospitalares e domésticos não pode ser generalizadas.



- a aplicação de reatores UASB no tratamento de efluentes hospitalares pode ser considerada uma boa alternativa para remoção de DQO, DBO e SST. Porém o bom desempenho dos reatores depende diretamente da correta operação do sistema, principalmente no que se refere a descargas de sólidos com volumes e periodicidades bem definidos, conforme demonstrou os resultados.

- apesar do bom desempenho apresentado pelo reator UASB que opera no hospital pesquisado, na redução de cargas de DQO e DBO, o efluente final não atende aos padrões de qualidade exigidos pela Resolução CONSEMA 128/06. Portanto, o sistema de tratamento atual deve ser complementado.

Considerando-se as conclusões apresentadas pode-se recomendar:

- um estudo minucioso, objetivando rastrear as fontes causadoras de das altas concentrações DQO e DBO encontradas no efluente do hospital pesquisado, uma vez que estes valores apresentaram-se elevados em comparação aos efluentes brutos produzidos em outros hospitais.

- um estudo de complementação do sistema de tratamento de efluentes do hospital da serra gaúcha através de tecnologias aeróbias, que apresentem condições de reduzir as cargas remanescentes de DQO e DBO e também nitrogênio amoniacal, para assim atender os requisitos de qualidade exigidos pela legislação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, E.F. Estudo da diversidade microbiana metanogênica em reatores UASB tratando esgoto sanitário. Dissertação de mestrado em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
2. APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Ed. Washington, D. C.: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation.
3. CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
4. JORDÃO, E.P. e PESSÔA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: ABES, 2005.
5. LA ROSA, A. M. F.; TOLFO, A. M.; MONTEGGIA, O. ALMEIDA, M.M.N. ORTOLAN M., RODRIGUEZ M. T. Gestão de efluentes de serviços de saúde em Porto Alegre. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais ABES. Associação de Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 2000.
6. LOBATO, L.C.S.; CHERNICHARO, C.A.L.; OLIVEIRA FILHO, J.M.; MORAES, O.J.S.; SOUZA, J.R. Avaliação de desempenho da pré-operação dos reatores UASB da ETE Onça: capacidade instalada 2,05 m³/s. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2007. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: ABES 2007. 1 CD-ROM.
7. METCALF e EDDY. Ingegneria delle acque reflue – trattamento e riuso. Milão: MC Graw Hill, 2006.
8. OLIVA, L. C. H. V. Tratamento de esgotos sanitários com reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) protótipo: desempenho e respostas dinâmicas as sobrecargas hidráulicas. 1997. Tese (Doutorado). – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
9. PAIVA, F.V. e VAN HAANDEL, A.C. Remoção de DBO e sólidos suspensos em sistema combinado composto por um reator UASB e lodos ativados no tratamento de esgoto hospitalar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2007. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: ABES 2007. 1 CD-ROM.
10. PRADO, T.; ASENSI, M.D.; PEREIRA, W.C.; SILVA, D.M.; MIYUKI, L. Perfil de bactérias resistentes a antibióticos em efluente de esgoto hospitalar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2007. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: ABES 2007. 1 CD-ROM.
11. RIBEIRO, L.M.M.; SCHNEIDER, I.A.H. Avaliação quanto a carga poluidora dos efluentes líquidos de quatro hospitais de diferentes especialidades no Município de Porto Alegre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2007. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: ABES 2007. 1 CD-ROM.
12. RIBEIRO, L.M.M.; SCHNEIDER, I.A.H.; EVALD F.R.; ENGLERT, G.E. Análise do efluente líquido descartado em hospital de especialidade geral conforme portaria 05/89 – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. 2007. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: ABES 2007. 1 CD-ROM.

13. CONSEMA. RIO GRANDE DO SUL. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 128, de 24 de novembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: < [www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/consema\\_resolucao\\_desc](http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/consema_resolucao_desc) >. Acesso em 15 ago. 2010.
14. Van HAANDEL, A.C. e LETTINGA, G. Tratamento Anaeróbico de esgotos - um manual para regiões de clima quente. Campina Grande: EPGRAF, 1994.
15. Von SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Imprimatur, 1996.