

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

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

II-030 - TRATAMENTO DE EFLUENTES DE MATADOUROS DE BOVINOS EM UM REATOR UASB**Valmir Cristiano Marques de Arruda⁽¹⁾**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestrando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pelo Depto. de Eng. Civil da Universidade Federal de Pernambuco com bolsa do CNPq / CT-Hidro.

Mario Takayuki Kato

Engenheiro Civil formado pela UFPR. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Ph.D em Tecnologia Ambiental pela Universidade Agrícola de Wageningen, Holanda. Prof. do Mestrado e Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UFPE. Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Civil no Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE.

Lourdinha Florencio

Engenheira Civil pela UFPE. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Ph.D em Tecnologia Ambiental pela Universidade Agrícola de Wageningen, Holanda. Profa. Adjunta do Departamento de Engenharia Civil no Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE.

Endereço⁽¹⁾: Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n – Cidade Universitária. 50740-530 Recife-PE. Brasil. Telefones: +55 (81) 3271-8228. Fax: +55 (81) 3271-8220/8205.

 sanitarista@hotmail.com; kato@ufpe.br; flor@ufpe.br.

RESUMO

Nas atividades agroindustriais, a geração de resíduos mostra-se bastante expressiva, entre as quais se destacam os matadouros. Em Pernambuco, essas atividades contribuem de maneira significativa para a crescente poluição dos corpos receptores do Estado, uma vez que tecnologias de tratamento de seus despejos, mesmo existentes, são pouco empregadas.

O presente trabalho avalia a tratabilidade das águas residuárias de matadouros de bovinos, através do processo anaeróbio utilizando um reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), em uma estação piloto montada no matadouro municipal de Jaboatão dos Guararapes.

Foi realizada uma caracterização seguindo um plano de amostragem composta. O monitoramento planejado apresentou fases distintas, onde foram observadas as eficiências de tratamento do reator em estudo, em função dos efeitos de diferentes valores de velocidade ascensional, variando o tempo de detenção hidráulica (TDH).

Nas fases propostas, foram obtidas eficiências de remoção média de DQO bruta de 75%, para uma velocidade média ascensional entre 0,08 e 0,50 m/h, com um TDH de 24 horas; 61% para uma velocidade ascensional entre 0,50 e 1,00 m/h e TDH de 22 horas; e 51% para uma velocidade ascensional entre 0,50 e 1,00 m/h e TDH de 12 horas.

PALAVRAS-CHAVE: Matadouro de bovino, Tratamento anaeróbio, UASB, Efluentes industriais.

INTRODUÇÃO

Os aumentos na produção nacional das indústrias do setor frigorífico proporcionam preocupações de caráter ambiental, em virtude do grande potencial poluidor atribuído aos seus resíduos. De acordo com BRAILE (1993), os matadouros

de modo geral, utilizam grande quantidade de água em todo processo industrial, podendo chegar a 2.500 litros por animal abatido, gerando com isso grande quantidade de águas residuárias. Estas são caracterizadas por elevadas cargas orgânicas e concentrações de sólidos em suspensão, provenientes dos processos de abate, lavagem de pisos e equipamentos (SAYED, 1987). Entretanto, as características dos efluentes líquidos variam entre indústrias, dependendo do processo industrial e do consumo de água por animal abatido.

A Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco, através de seu Departamento de Inspeção e Fiscalização Agropecuária – DEFIS, divulgou no primeiro semestre de 2000 um diagnóstico dos matadouros municipais do Estado de Pernambuco, totalizando 170 matadouros avaliados. Segundo o diagnóstico, 93% dos estabelecimentos vistoriados não atenderam às exigências mínimas de funcionamento, e o mesmo documento apontou a inexistência de um sistema de tratamento de resíduos em 98% dos estabelecimentos.

Os aspectos sanitários observados nas visitas realizadas apontam grande indiferença com as normas técnicas de inspeção, regidas pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), do Ministério da Agricultura, refletindo na falta de higiene e de racionalização das operações de abate dos bovinos; e conseqüentemente, interferindo nas concentrações de seus efluentes e nas características sanitárias ideais do produto final.

Em função das características dessas águas residuárias e conseqüentes problemas associados ao seu lançamento, a inexistência de tratamento das águas residuárias provenientes de estruturas típicas de pequeno porte (abate inferior a 70 bois/dia), instaladas em todo Estado, torna-se fundamental o estudo de tratabilidade, adequando-o às características regionais, objetivo do presente trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do matadouro municipal de Jaboatão dos Guararapes, localizado na Estrada da Piedade, 1365 – Socorro / Jaboatão dos Guararapes, Estado de Pernambuco, que possuía um abate diário médio de 70 bois.

Foi instalada no local uma estação piloto, comportando os seguintes equipamentos: 1 reator em acrílico, 1 bombona de 200L, 1 bombona de 50L, 2 bombas dosadoras (Jesco DL-LIS/E – 5L/h), e 2 bombas centrifugas (Schneider - 3,2 m³/h) sendo uma reserva.

O reator utilizado na pesquisa foi construído em acrílico, possuindo 4 módulos de 50,6 centímetros totalizando 203,6 centímetros de altura, diâmetro interno de 14,3 centímetros e volume total de 32,67 litros (Figura 1); alimentado com resíduo bruto proveniente do setor industrial.

A pesquisa foi desenvolvida obedecendo a uma etapa preliminar de caracterização, e em seqüência o monitoramento do reator. A metodologia das análises dos parâmetros físico-químicos seguiu o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA/APHA/WEF, 1995). As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA-CTG-UFPE), obedecendo às condições de preservação das amostras.

A partida do reator UASB em escala piloto foi dada, utilizando como inóculo, um lodo granular obtido de um reator UASB em escala real usado no tratamento dos efluentes de uma usina de açúcar, possuindo as seguintes características:

- Concentração de SST = 10%;
- Concentração de SSV = 7,5%;
- Atividade Metanogênica Específica (AME) = 0,29 kg DQO-CH₄/kg SSV*d (30° C);
- Volume do inóculo = 11 L;
- Concentração do lodo no reator = 33,67 g/L SSV.

O reator UASB foi operado em um período de 365 dias, obedecendo a 6 fases distintas. O resumo das fases está discriminado na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização teve o objetivo de se avaliar, em amostragem composta, a qualidade físico-química dos despejos do matadouro em estudo. Pretendia-se com isso, obter valores representativos da realidade local. Os resultados da caracterização obtidos encontram-se destacados na Tabela 2.

Estes resultados apresentaram-se, em uma faixa próxima aos valores citados por bibliografias consultadas, e estão comparados na Tabela 3.



Figura 1: Reator UASB utilizado na pesquisa (203,6 cm; ϕ 14,3 cm; v = 32,67 L).

Tabela 1: Resumo das fases de operação do reator UASB.

Fase de operação	Velocidade Ascensional Média	TDH
I	0,07 m/h	24 horas
II	0,18 m/h	24 horas
III a	0,50 m/h	22 horas
III b	1,00 m/h	22 horas
IV a	0,50 m/h	12 horas
IV b	1,00 m/h	12 horas

Tabela 2: Resultado da caracterização em amostragem composta.

Parâmetro	Unidade	Valores
pH	-	7,4
DQO	mg/L O ₂	2044
DBO	mg/L O ₂	1200
Óleos e Graxas	mg/L	139
AGV	mg/L	245
Alcalinidade	mg CaCO ₃ /L	220
Nitrogênio (N) Kjeldahl	mg/L	158
Fósforo (P) Total	mg/L	16
Sólidos Totais	mg/L	1837
Sólidos T. Voláteis	mg/L	1181
Sólidos S. Totais	mg/L	555
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	440
Coliformes Totais	NMP/100 mL	2,4 x 10 ⁶
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	>2,4 x 10 ⁶

Tabela 3 – Comparação dos principais valores da caracterização com resultados encontrados por outros autores.

Parâmetro	Unidade	Este trabalho	Torkian, et al. 2002	Ruiz, et al. 1997	Sayed 1987
Temperatura	°C	29	27 - 36	-	20
pH	-	7,4	6,8 - 7,8	6,8 - 7,8	6,8 - 7,1
DQO	mg/L O ₂	2950	3265- 14285	5200-11400	1500 -2200
DBO	mg/L O ₂	1200	914 - 1917	-	490 - 650
AGV	mg/L	445	309 - 565	-	-
Alcalinidade	mgCaCO ₃ /L	620	1208 - 1713	-	-
Nitrogênio (N) Kjeldahl	mg/L	158	35 - 104	19 -74	120 -180
Fósforo (P) Total	mg/L	16	7 - 26	7,6 - 28,3	12 - 20

O monitoramento do reator piloto obedeceu às fases propostas na Tabela 1, condicionando a adoção da recirculação a partir da segunda fase. Os principais resultados do monitoramento são destacados na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados do monitoramento.

Fase de operação	COV média (kgDQO/m ³ .d)	Eficiência média DQO bruta (%)	Eficiência média DQO filtrada (%)
I	2,08	74	86
II	3,64	76	88
III a	5,18	59	83
III b	4,26	63	84
IV a	6,54	51	82
IV b	4,74	52	76

Com o lodo melhor adaptado ao final da primeira fase, e a carga orgânica volumétrica em torno de 2,08 kg DQO/m³.d, a eficiência de remoção da DQO bruta apresentou em certos momentos, o seu melhor nível de todo monitoramento, de até 93% de eficiência. Porém, sua média se manteve em torno de 74%, ligeiramente inferior a da segunda fase (onde foi utilizado recirculação do efluente), que apresentou eficiência média de 76%. A terceira fase (a) e (b), evidencia a sensibilidade do sistema com o aumento gradativo da velocidade ascensional, de 0,50 para 1,00 m/h, favorecendo o aumento da perda de lodo e DQO particulada no efluente do reator. Mesmo com a elevação da carga para 6,54 kgDQO/m³.d, a eficiência em termos de DQO filtrada, se manteve elevada durante quase todo o experimento. Condição esta, justificada à manutenção do valor da carga biológica máxima atribuída ao lodo (0,19 kgDQO / kgSSV.d), inferior ao valor máximo da atividade metanogênica. O mesmo ocorreu com a quarta fase (a), tendo como parâmetro diferencial a redução do TDH para 12 horas. Entretanto, a quarta fase (b) apresentou uma queda de eficiência da DQO filtrada, em virtude de uma descarga acidental de aproximadamente 25% do lodo. O comportamento da carga orgânica volumétrica, da eficiência de remoção de DQO e da velocidade ascensional, estão ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4.

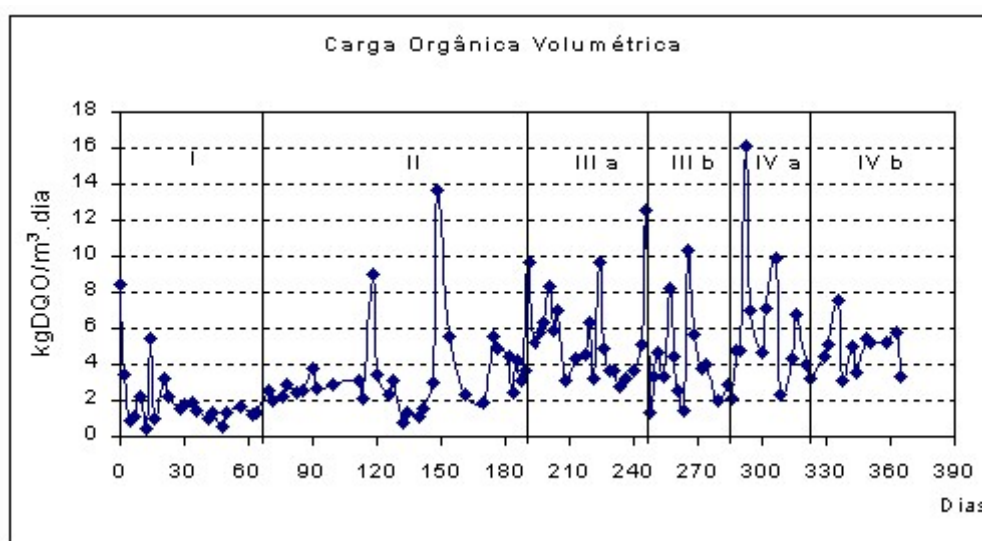


Figura 2: Comportamento da Carga Orgânica Volumétrica (base DQO bruta).

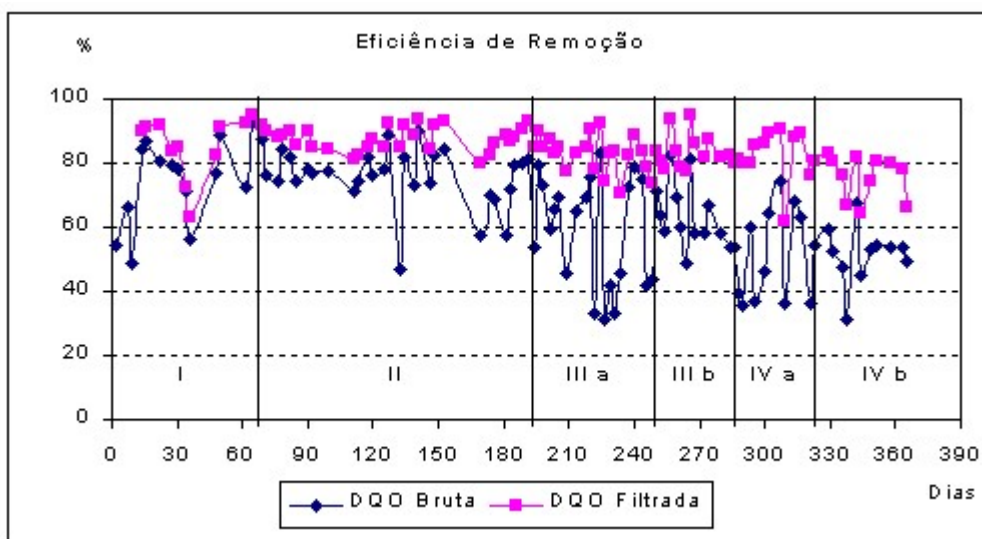


Figura 3: Comportamento da Eficiência de Remoção de DQO.

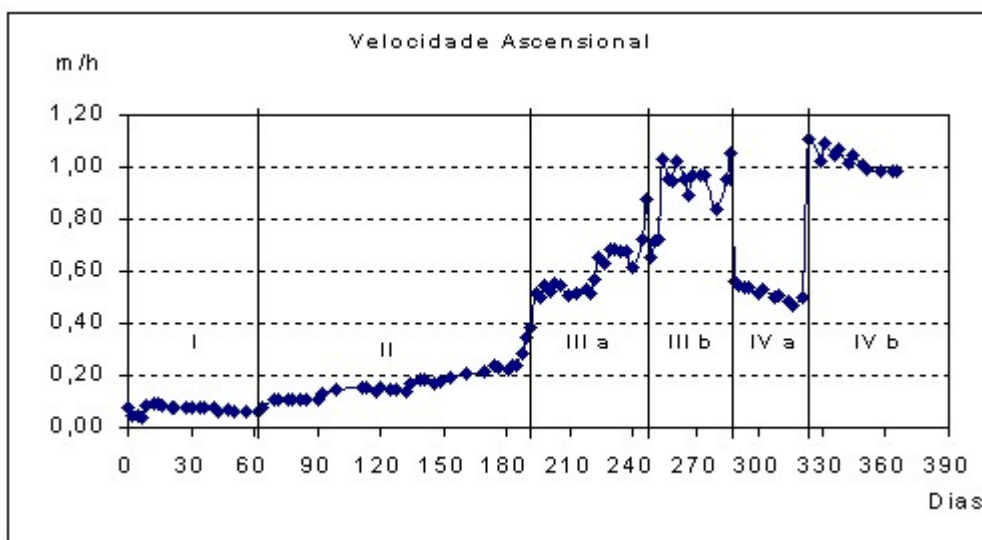


Figura 4: Comportamento da Velocidade Ascensional.

A Figura 2 mostra uma constante variação da carga orgânica volumétrica, em função da variação da DQO, comportamento atribuído à irregular atividade industrial do matadouro e o não aproveitamento de sub-produtos. Característica que favoreceu a instabilidade do tratamento no sistema, visivelmente apresentado na Figura 3, em termos de DQO bruta. Entretanto, o reator se manteve ao longo dos 365 dias, com eficiência de remoção filtrada, superior a 80% na maioria dos resultados.

O comportamento da velocidade ascensional, demonstrado na Figura 4, apresenta-se constante na primeira fase, onde o reator foi alimentado apenas com afluente bruto. Com o início da recirculação na segunda fase, houve um aumento gradativo da vazão de recirculação, visando atingir uma velocidade média de 0,5 m/h. O mesmo ocorreu com a terceira fase, quando houve um valor médio de 1,0 m/h. A quarta fase foi caracterizada por mudança abrupta na velocidade ascensional, para 0,50 e 1,0 m/h.

CONCLUSÕES

Os resultados de sólidos totais (1837 mg/L) e sólidos suspensos totais (555 mg/L), obtidos na caracterização do efluente do matadouro mostraram-se elevados. Neste caso, esses valores possuem uma relação com as operações do processo industrial, responsáveis pela geração dos efluentes.

O desempenho do reator durante as duas primeiras fases apresentou valores satisfatórios na remoção de DQO bruta e DQO filtrada, portanto, sugere-se o uso de um TDH de 24 horas e a aplicação de uma velocidade ascensional de até 0,50 m/h, como condições viáveis para um bom desempenho de um reator UASB, para o tratamento desse tipo de efluente. O aumento da velocidade ascensional para até 1,0 m/h, ocasionou em redução da eficiência de remoção de DQO bruta, registrando valores em torno de 60%. Entretanto, a remoção de DQO filtrada continuou apresentando valores satisfatórios na ordem de 85%; nessa fase o reator apresentou-se ineficiente na retenção de sólidos. Os resultados foram insatisfatórios tanto para DQO bruta quanto para DQO filtrada, nos ajustes de velocidades maiores que 0,50 m/h e TDH de 12 horas, regimes definidos para a quarta fase.

AGRADECIMENTOS: CNPq/CT-Hidro e LSA-GSA-UFPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. APWA; AWWA; WPCF, 19th edition, Washington, 1995. Part 1000 – 4000, 4-138 p.
2. BRAILE, P. M., CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*. 18 ed, São Paulo: CETESB, 1993, p. 155-174
3. MA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 21 julho 2001.
4. SPRRA - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária – Pernambuco. Departamento de Inspeção e Fiscalização Agropecuária. **Diagnóstico dos matadouros municipais do Estado de Pernambuco**, 2000. 28 p.
5. SAYED, S. K. I.; **Anaerobic treatment of slaughterhouse wastewater using the UASB process**. Ph.D Thesis. Agricultural University Wageningen. The Netherlands. 1987.