

TRATAMENTO DE VINHAÇA EM REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE E MANTA DE LODO (UASB)



OLAM – Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil – ISSN: 1982-7784 – está licenciada sob [Licença Creative Commons](#)

Odair José Machado [1]
Flavio Bentes Freire [2]

INTRODUÇÃO

A indústria sucroalcooleira vem apresentando expressivo crescimento no estado do Paraná, concentrando atualmente 30 usinas em operação com inauguração no primeiro semestre de 2009 da Usina Costa Bioenergia em Umuarama (AEN, 2008). Na safra 2007/2008, o estado do Paraná produziu 2,5 milhões de toneladas de açúcar e 1,8 milhões de m³ de álcool, gerando aproximadamente 27 milhões de m³ de vinhaça. Esses valores colocam o estado em posição de destaque em relação ao panorama nacional, como segundo maior produtor de álcool do país, ficando atrás do estado de São Paulo que produziu 13,3 milhões de m³ de álcool e 19,14 milhões de toneladas de açúcar na safra 2007/2008 (ALCOPAR, 2008).

Apesar da contribuição para o crescimento sócio-econômico de uma região, com geração de empregos e riquezas, a indústria sucroalcooleira também se destaca pela potencialidade de agressão ao ambiente. Além dos impactos decorrentes da monocultura da cana-de-açúcar, como poluição do ar (através de queimadas) e empobrecimento do solo, a indústria sucroalcooleira gera grande quantidade de resíduos em seus processos que podem acarretar em uma série de impactos ao meio ambiente, quando mal gerenciados.

O principal efluente das destilarias de álcool, a vinhaça, recebe outras

denominações conforme a região geográfica em que é produzida: “caldo”, “tiborna”, “restilo”, “garapão”, “vinhote”, “vinhoto” ou “caxixi” (VIANA, 2006). De acordo com Bichara (1988) e Viana (2006), a vinhaça pode resultar de três origens distintas: (a) vinhaça de mosto de melaço; produzida do subproduto da produção de açúcar; (b) vinhaça de mosto de caldo; produzida através da fermentação alcoólica do caldo em destilarias que produzem apenas álcool; (c) vinhaça de mosto misto gerada com a mistura de caldo e melaço. Em uma safra, a vinhaça pode ser apresentada nas diversas categorias.

Segundo Ribas (2006), para cada litro de álcool são produzidos de 12 a 18 litros de vinhaça, estes volumes variam de acordo com a matéria-prima, equipamentos e diferentes processos de industrialização. Novas unidades de produção tentam reduzir estes volumes, produzindo entre 10 a 12 litros de vinhaça por litro de álcool.

A vinhaça é um efluente rico em nitrogênio, fósforo, potássio, sulfatos, necessários à recomposição dos solos agrícolas da agroindústria. Além disso, esse efluente apresenta grande quantidade de matéria orgânica. Em termos de demanda química de oxigênio (DQO), um parâmetro usual para estimar a quantidade de matéria orgânica, a concentração matéria orgânica da vinhaça (em termos de DQO) pode atingir valores superiores a cem vezes a DQO do esgoto sanitário. Tchobanoglous et al. (2004), Aisse et al. (2001) observaram valores de DQO que variam entre 250 e 1000 mg/L para o esgoto sanitário.

De acordo com Bichara (1988), o grau poluidor da vinhaça depende do mosto a ser usado, sendo que a vinhaça de mosto de melaço supera a de mosto misto e esta a de mosto de caldo, tanto para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) quanto para DQO. As concentrações de matéria orgânica em termos de DBO e DQO podem variar basicamente por quatro fatores: natureza e composição da cana, do mosto e do vinho, e ainda, o tipo e condições de funcionamento do equipamento de

destilação utilizado.

Gloria (1990) apud Barbosa (2006) observa que a aplicação de vinhaça no solo teve início na década de 1950, com lançamento de elevados volumes de vinhaça (entre 500 a 2000 m³/ha) com elevada concentração de nutrientes. A partir de 1972, passou-se a fazer uso racional de vinhaça com diminuição dos aspectos poluidores, mas Hassuda (1989) observou que águas subterrâneas sofreram alterações físico-químicas devido à aplicação de vinhaça em taxas elevadas de cerca de 12.000 m³/ha durante safras em solo arenoso, comprometendo sua potabilidade, uma vez que transfere para o aquífero freático elevadas concentrações de amônia, magnésio, alumínio, ferro, manganês, cloreto e matéria orgânica.

Em virtude principalmente do potencial poluidor descrito anteriormente, desde 1979 foi proibido o descarte desse efluente diretamente nos rios, lagos e oceanos ou até mesmo aleatoriamente no solo, sem os devidos cuidados, como: tratamento físico-químico e normalização do produto para perfeita absorção do solo, evitando contaminação de cursos de água e mananciais de águas subterrâneas. De acordo com Ribas (2006) e Viana (2006), o tratamento dessa água residuária, seja por processos físico-químicos, biológicos, ou até mesmo associações entre eles, ainda é muito pouco utilizado no Brasil. Apesar de todas as legislações restritivas, este efluente ainda é frequentemente lançado *in natura* no solo, como fertilizante, sem qualquer tratamento prévio.

Com a proibição do lançamento em rios e aquíferos, a questão sobre o que fazer da vinhaça a partir de então passou a integrar parte da pauta da pesquisa tecnológica, seja de grupos de cientistas, seja de pesquisadores individuais, tanto em instituições públicas de pesquisa quanto na própria agroindústria canvieira. Segundo Rolim (1996), a vinhaça pode ser adicionada à massa de cimento na construção civil, e também existem estudos sobre a sua utilização na fabricação de materiais de construção, principalmente tijolos. A viabilidade econômica destas

alternativas devem se restringir a áreas próximas ao local de origem da vinhaça, devido a problemas de custos com transportes.

O estudo da viabilidade técnica e econômica de tecnologias de tratamento disponíveis é de grande importância, dado o volume de vinhaça produzido. Ao sair da usina a vinhaça apresenta elevada carga orgânica, (entre 25.000 e 65.000 mg/L em termos de DQO), valor reduzido de pH (próximo de 4,0), além de temperaturas do efluente variáveis na faixa de 80°C a 90°C, que podem ser extremamente prejudiciais aos solos e aos corpos de água.

Os processos biológicos, principalmente os anaeróbios, têm sido amplamente aplicados no tratamento de esgoto sanitário e em efluentes industriais obtendo bons resultados. Por se tratarem de tecnologias relativamente simples e de baixo custo, as configurações anaeróbias tomaram a linha de frente no projeto de estações de tratamento. No entanto, é importante salientar que dificilmente uma única unidade de tratamento cumprirá os restritos níveis de descarte recomendados. Atualmente são comuns os estudos de sistemas integrados de tratamento, com duas ou mais unidades. Dentre as configurações anaeróbias mais utilizadas no tratamento da vinhaça, destacam-se os reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo – UASB (SOUZA et al., 1992; HARADA et al., 1996; VIANA, 2006).

O objetivo principal desse trabalho foi analisar, estritamente em termos de matéria orgânica, o desempenho de um reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), em escala de bancada (1,0 L de volume), no tratamento da vinhaça do processamento de cana-de-açúcar. Para o cumprimento desse objetivo, algumas etapas foram realizadas:

- Desempenho do reator após um “choque” inicial, tratando a vinhaça *in natura*;
- Desempenho do reator após aplicação de condições operacionais menos adversas, tratando a vinhaça diluída.

MATERIAIS E MÉTODOS

REATOR UASB

O reator UASB, conforme mostra a Figura 1, com volume de aproximadamente 1,0 L, 550 mm de altura e 48 mm de diâmetro interno, foi construído em acrílico.

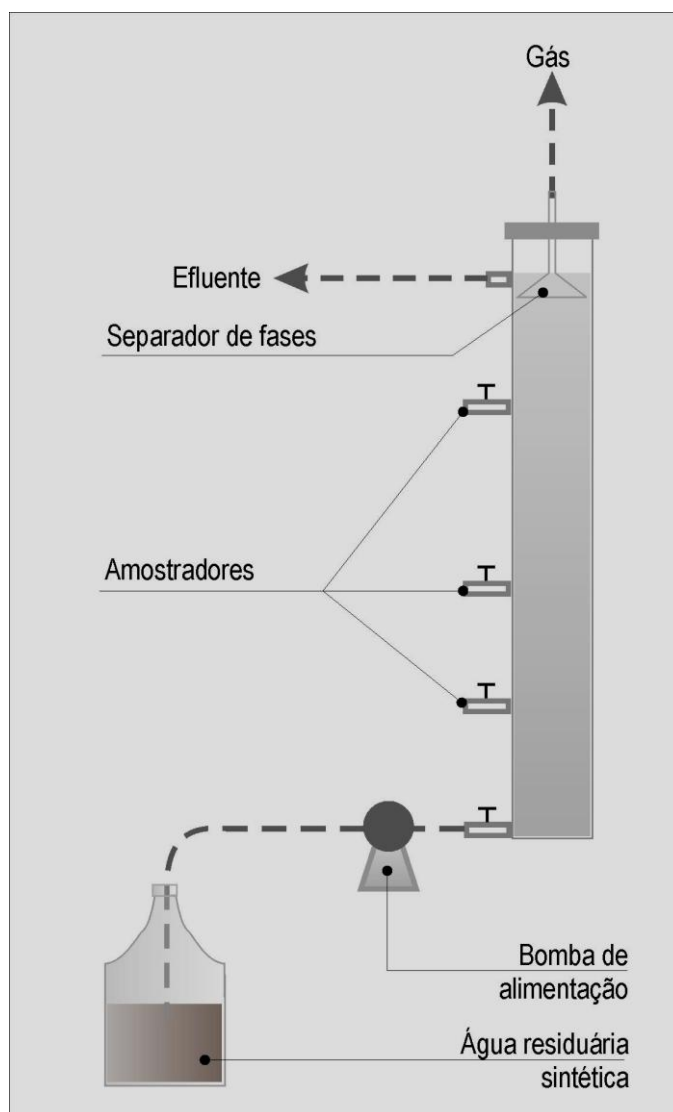


Figura 1. Desenho esquemático do reator UASB utilizado no trabalho. Elaborado por Flavio Freire, 2009.

A alimentação do reator foi feita através de bomba dosadora solenóide marca Prominent, modelo Comb 1201.

LODO DE INÓCULO

O inóculo utilizado nos experimentos foi proveniente de reator anaeróbio de lodo fluidificado (RALF), da estação de tratamento de esgotos da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), no município de Umuarama, estado do Paraná (PR). Essa modalidade de reator foi desenvolvida pela SANEPAR.

Apesar de se tratar de uma biomassa com características diferentes da biomassa de reator UASB (características que serão discutidas no tópico sobre resultados), não há reatores UASB na região de Umuarama, e em virtude dos restritos prazos, optou-se pela alternativa que propiciou menores distâncias de transporte.

PROCESSO DE INOCULAÇÃO DO REATOR

A introdução do lodo no reator foi feita através de lançamento simples, pela parte superior, com auxílio de funil e recipiente. A quantidade de lodo adicionada ao reator foi de aproximadamente 600 mL, sendo que não houve qualquer tipo de adaptação prévia ao efluente. Após a introdução do lodo no reator, este foi colocado em funcionamento com uma vazão reduzida de 1,2L/d, que proporcionou um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 20 horas, para promover adaptação.

VINHAÇA

A vinhaça foi coletada na Usina Sabarálcool, situada no município de Perobal (PR), e armazenada sob refrigeração a 4°C, para que não ocorresse prévia degradação fora do reator. Inicialmente, foi feita caracterização da vinhaça com determinação dos parâmetros físico-químicos pH, concentração de matéria orgânica em termos de DQO e nitrogênio total.

OPERAÇÃO DO REATOR

Optou-se se por iniciar a operação do reator com a vinhaça *in natura*, sem qualquer espécie de modificação. Tal estratégia representou um “choque” para a biomassa, pois foram aplicadas condições bem distintas em relação às condições operacionais anteriores as quais a biomassa estava adaptada no RALF. A proposta do presente trabalho era avaliar o comportamento do reator submetido à condição operacional mais desfavorável. O assunto será discutido com mais detalhes nos resultados.

O tempo de detenção hidráulica adotado foi de aproximadamente 20 h, o que correspondeu a uma vazão afluyente de 1,2 L/dia.

As mudanças nos parâmetros operacionais de entrada foram tomadas no decorrer da rotina experimental, tendo como base as respostas dadas pelo reator e também o prazo estipulado para a finalização do experimento.

As análises de monitoramento de desempenho do reator, realizadas em triplicata e com frequência mínima semanal, foram as seguintes: pH e concentração de matéria orgânica em termos de DQO. Todas as análises foram realizadas

seguindo os padrões descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (CLESCERI et al.,1998).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES DA VINHAÇA

A Tabela 1 apresenta um resumo dos resultados experimentais obtidos na caracterização da vinhaça *in natura* coletada na usina.

Tabela 1. Análises da vinhaça.

Parâmetro	Valor
pH	3,8
DQO (mg/L)	55.000
N total (mg/L)	410

Org. por Odair Machado, 2009.

Pela Tabela 1, é possível verificar valor reduzido de pH de 3,8 da vinhaça, principalmente em comparação aos valores usuais para esgoto sanitário (pH próximos da neutralidade), mostrando ser este um efluente ácido. O pH no interior do reator é uma condição ambiental de extrema relevância. A faixa ótima de pH para o processo anaeróbio, segundo diversos autores situa-se entre 6,6 e 7,6. Isto não significa que não seja possível realizar tratamento anaeróbio de efluentes industriais fora da faixa neutra de pH (SPEECE, 1996).

Ainda pela Tabela 1, é possível notar que, a vinhaça coletada na usina apresentou concentrações de nitrogênio de 410 mg/L e de matéria orgânica de 55000 mgDQO/L. Na literatura são reportados valores abrangentes para a DQO da vinhaça, variando de 22.000 mg/L (DRIESSEN et al., 1996) à 98.000 mg/L (GOYAL

et al., 1996). Quanto ao nitrogênio, observa-se a mesma contingência de valores bem discrepantes. Em geral, as concentrações de nitrogênio estão relacionadas com a origem do mosto e com a eficiência do processo de destilação. Referências mais antigas apresentam valores mais elevados de concentração de nitrogênio total, da ordem de 1190 mg/L (GOYAL et al., 1996), enquanto estudos mais recentes apresentam valores mais reduzidos de nitrogênio total, na faixa de 600 mg/L (WILKIE et al., 2000). Tchobanoglous et al. (2004) estabeleceram alguns valores de referência para características físico-químicas de esgoto sanitário, sendo concentrações de 40 mg/L e 500 mg/L, valores usuais desse tipo de efluente, para nitrogênio total e DQO, respectivamente. Concluiu-se que o teor de nitrogênio da vinhaça é 10 vezes superior ao encontrado no esgoto sanitário, e o de DQO é cerca de 110 vezes superior.

DESEMPENHO DO REATOR

Imediatamente após a partida, observou-se presença de biomassa no efluente do reator, que apresentava cor escura. De certa forma, esse fato foi considerado normal e esperado, pois no início da operação ocorre uma seleção natural dentro do reator, o que acarreta no arraste de parcela da biomassa suspensa.

Um quadro resumo com as fases de operação do reator, duração de cada fase em dias, vazão de alimentação expressada em litros/dia, tempo de detenção hidráulica (TDH) em horas, DQO de entrada em mg/L e carga orgânica afluyente de entrada (CO) em gDQO/d é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Fases e parâmetros operacionais do UASB.

FASE	Dias	vazão (L/d)	TDH (h)	DQO (mg/L)	CO (g DQO/d)
I	0 – 20	1,2	20	55000	66,00
II	21 – 42	1,2	20	1600	1,92
III	43 – 48	0,6	40	1000	0,6

Org. por Odair Machado, 2009.

Na Fase I, o reator foi alimentado com a vinhaça *in natura*, ou seja, sem qualquer tipo de pré-tratamento durante 20 dias. Esse procedimento explica a elevada carga orgânica no afluente do reator na entrada e é bem diferente dos procedimentos usuais envolvendo utilização de reatores anaeróbios no tratamento de efluentes, que geralmente obedecem às características básicas de:

- Adaptação prévia da biomassa;
- Elevados tempos de detenção hidráulica (vinculados a reduzidas vazões);
- Reduzidas taxas de carregamento orgânico;
- Longo período de operação.

Pelas características descritas, nota-se que existe uma clara “estratégia” de estabelecer condições mais amenas, para possibilitar boa adaptação da biomassa, pelo menos no começo da operação dos reatores.

É comum nesse tipo de estudo que, além da ocorrência de períodos de adaptação, as condições de entrada se tornem gradativamente mais adversas. Em Ribas (2006), por exemplo, a carga orgânica foi sendo aumentada de 1,0 gDQO/L.d no início da operação do reator, até valores de 5,0 gDQO/L.d na fase final.

Optou-se, intencionalmente, por iniciar o experimento logo pelas condições mais adversas possíveis, com o objetivo de se estabelecer outros padrões de

comparação, principalmente em situações onde o “roteiro” descrito anteriormente não possa ser seguido.

Para esta fase, analisou-se que, se tal procedimento ofereceria um maior risco de inativação da biomassa, por outro lado (de acordo com os resultados obtidos), permitiria uma “extrapolação”. Ou seja, se houve remoção de matéria orgânica na pior condição, infere-se que melhores resultados seriam obtidos no caso de cumprimento dos procedimentos usuais.

Na Fase II, a principal mudança foi a grande redução na DQO de entrada de 55000 mg/L para 1600 mg/L, através da diluição da vinhaça com água do abastecimento público durante 21 dias, com tempo de detenção hidráulica de 20 horas. Nessa fase, buscou-se atingir condições mais próximas às condições originais do lodo de inóculo (tratamento de esgoto sanitário com DQO de até 1000 mg/L).

Conforme indicado na Tabela 2, na Fase III, houve aumento do tempo de detenção hidráulica em comparação a Fase II (de 20 para 40 horas), e redução da DQO de entrada (de 1600 para 1000 mg/L), o que resultou em uma diminuição da carga orgânica de 1,92 para 0,6 g.DQO/d, para analisar a resposta do reator nesta nova condição.

VARIAÇÃO DA DQO (MG/L)

Os dados obtidos com o desempenho do reator UASB, em termos de concentração de matéria orgânica (DQO) no afluente e no efluente são apresentados na Figura 2 (Fase I) e na Figura 3 (Fase II e Fase III).

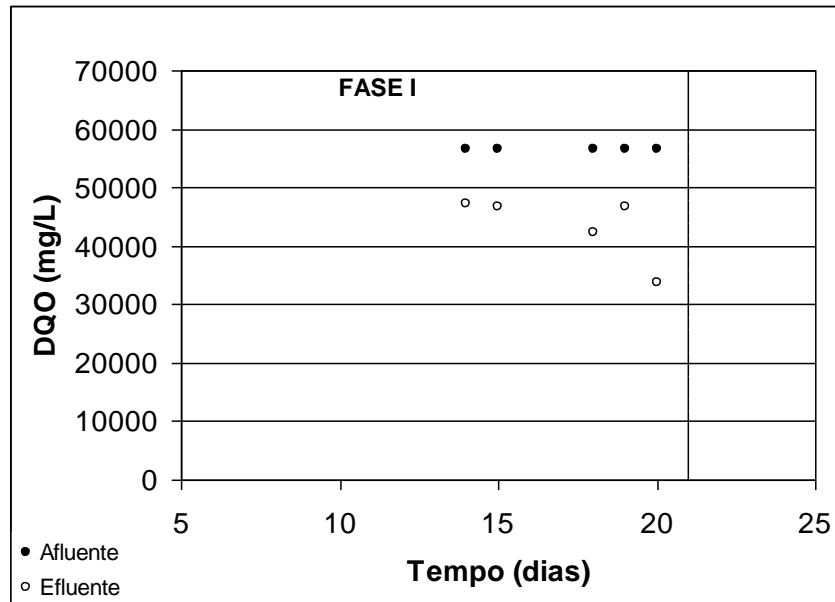


Figura 2. Variação temporal de DQO para a Fase I do UASB tratando vinhaça. Elaborada por Odair Machado, 2009.

Na Fase I a DQO de entrada foi de 55000 mg/L, pois este valor se refere ao obtido para a vinhaça bruta. A DQO efluente média foi de (43296 ± 5672) mg/L.

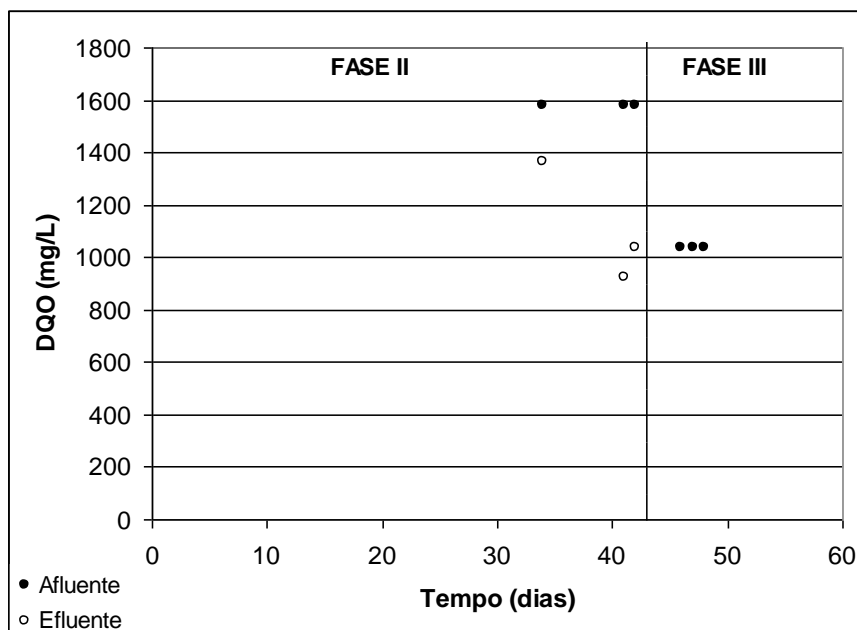


Figura 3. Variação temporal de DQO para as Fases II e III do UASB tratando vinhaça. Elaborada por Odair Machado, 2009.

Na Fase II a DQO de entrada foi de 1581 mg/L, sendo a DQO efluente média de 1107 ± 228 mg/L, e na Fase III a DQO de entrada foi de 1034 mg/L, sendo a DQO efluente média de 700 ± 76 mg/L. A eficiência de remoção de DQO nas Fases I, II e III é apresentada na Figura 4.

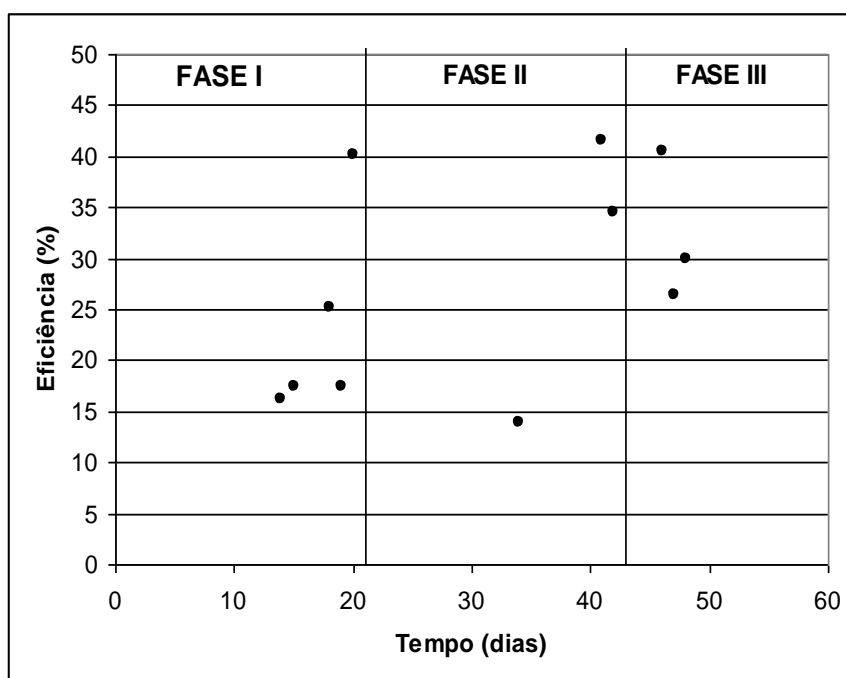


Figura 4. Variação temporal da eficiência de remoção de DQO no UASB tratando vinhaça nas Fases I, II e III. Elaborada por Odair Machado, 2009.

Observa-se na Figura 4, que apesar das condições operacionais bem adversas, a Fase I apresentou eficiência média de remoção de DQO de 23%, sendo 40% o valor máximo obtido. Na Fase II, houve aumento da eficiência média para 30%, sendo 42% o valor máximo. Na Fase III, a eficiência média de remoção de DQO foi de 32%, sendo 41% o valor máximo obtido.

Como o fator limitante do experimento foi o prazo de duração, não é possível conduzir a discussão a conclusões contundentes, já que poucos pontos experimentais foram obtidos para cada fase o que inviabiliza tratamentos estatísticos

e análises mais elaboradas. Porém, é possível prever bons resultados em uma pesquisa em longo prazo. Ribas (2006) estudou o tratamento de vinhaça em um reator anaeróbio contendo biomassa imobilizada, em batelada seqüencial (ASSBR), obtendo eficiência de 75% para carga orgânica afluyente de 2,85 gDQO/L.d. Convém enfatizar que a pesquisadora realizou processo de adaptação da biomassa (de 50 dias), diluição da vinhaça e ajuste do pH para níveis próximos de 8,0.

Viana (2006), operando um reator UASB em escala de laboratório, na taxa de temperatura termofílica submetido ao aumento gradual de carga orgânica e com previa adaptação do efluente, com adaptação do pH para 7.3, diminuição da carga orgânica. O autor obteve durante a adaptação do lodo eficiência de 92% e durante a operação do sistema eficiência de 82% na remoção de DQO.

A Figura 5 mostra os valores obtidos no monitoramento do pH afluyente e efluente, para todas as fases.

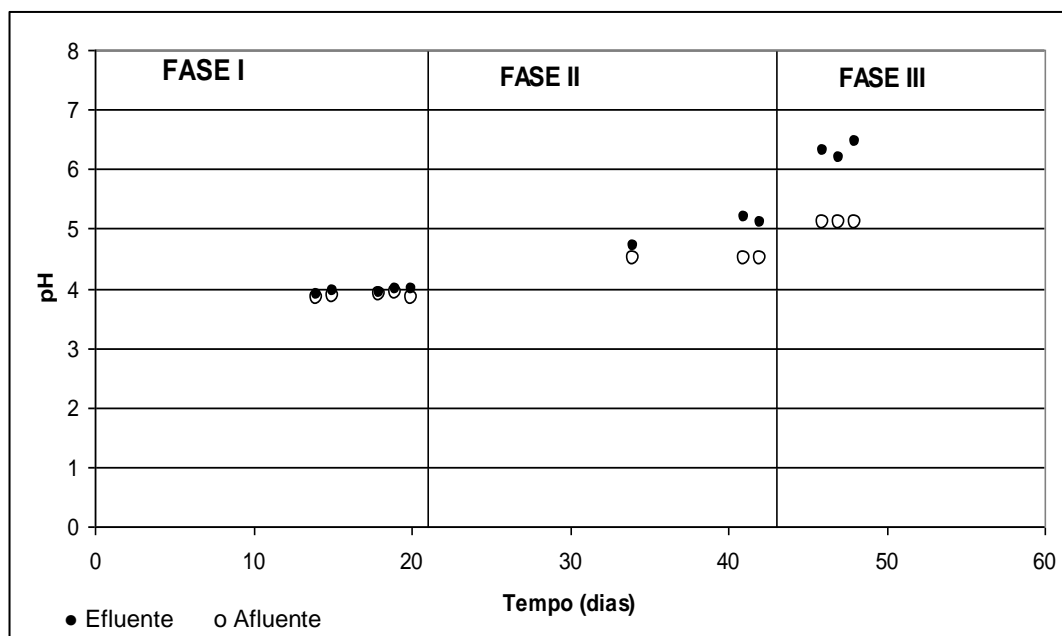


Figura 5. Variação temporal dos valores de pH no UASB tratando vinhaça. Elaborada por Odair Machado, 2009.

Nota-se que o pH do efluente foi, na maior parte do experimento, maior do que no afluente, característico de reatores anaeróbios operando de maneira estável. Embora a alcalinidade não tenha sido medida, há uma clara interligação entre este parâmetro e o pH. Os valores de pH maiores no efluente indicam que o sistema gerou alcalinidade, característica típica de reatores anaeróbios (FREIRE, 2005).

A geração de alcalinidade ao longo do processo anaeróbio é um bom indício de estabilidade. Os valores de alcalinidade nas amostras do efluente superiores aos obtidos nas amostras do afluente representam que a remoção de ácidos voláteis do sistema foi efetiva (FREIRE, 2005).

Foi possível verificar que, mesmo com as condições operacionais iniciais adversas, houve remoção considerável de DQO. Tal contingência indica que mesmo em situações restritas, é possível obter desempenho satisfatório dessas unidades de tratamento anaeróbias para esse tipo de efluente. Em condições mais amenas, com prévia adaptação da biomassa e longos períodos de duração do experimento, certamente serão obtidos resultados mais elevados.

CONCLUSÕES

As principais conclusões deste trabalho, referentes a todas as investigações feitas são:

- Na Fase I, com as condições mais adversas, a eficiência média de remoção de DQO foi de 23%. Nas Fases II e III, houve um aumento de 7 e 9 pontos percentuais na eficiência de remoção de DQO, respectivamente;
- Os valores de pH maiores no efluente, apresentados na Figura 5, indicam estabilidade do sistema operacional;
- Mesmo com a grande dificuldade de condução, relacionada com a falta de infra-estrutura e os restritos prazos de execução, é possível prever que resultados ainda melhores serão obtidos nessa linha de pesquisa mediante

ações bem simples, basicamente vinculadas a maior duração da prática experimental.

– Para a implementação da tecnologia estudada e consolidação dessa linha de pesquisa, é de fundamental importância a continuidade dos estudos.

REFERÊNCIAS

AISSE, M. M.; LOBATO, M. B.; BONA, A.; GARBOSSA, L. H. P.; JÜRGENSEN, D; ALÉM SOBRINHO, P. Avaliação do sistema reator UASB e filtro biológico para o tratamento de esgoto sanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, n. 21, 2001, João Pessoa, **Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro: editora da ABES, 2001.

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE BIOENERGIA DO ESTADO DO PARANÁ - ALCOPAR. **Histórico de produção Brasil**. Maringá, 2008. Disponível em: <www.alcopar.org.br>. Acesso em: 5 jun. de 2009

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS (AEN). **Paraná será o maior exportador de álcool de toda América do Sul**. Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.aenoticias.pr.gov.br> >. Acesso em: 20 set. 2008.

BARBOSA, V. Novas tecnologias no uso da vinhaça e aspectos legais: In: MARQUES, M.O.; MUTTON, M.A.; AZANIA, A.A.P.M.; TASSO JUNIOR, L.C.; NOGUEIRA, G.A.; VALE, D.W. (Org). **Tópicos em tecnologia sucroalcooleira**. Jaboticabal: Multipress Ltda, p. 141-150, 2006.

BICHARA, J.M. **Contribuição ao estudo do tratamento físico-químico da vinhaça: coagulação, floculação e sedimentação**. 1988. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A.D.; FRANSON, M.A.(Ed.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Pollution Control Federation, 1998.

DRIESSEN, W.J.B.M.; TIELBAARD, M.H; VEREIJKEN, T.L.F.M. Experience on anaerobic treatment of distillery effluent with the UASB process. **Water Science and Technology**, London, V. 30, n. 12, p. 193–201, 1994.

FREIRE, F. B. **Tratamento anaeróbio de efluente contendo pentaclorofenol em reator de leito fluidificado**. 2005. 190 f. Tese (Doutorado) Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GOYAL, S. K.; SETH, R.; HANDA, B.K. Diphasic fixed-film biomethanation of distillery spentwash. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 56, p. 239-244, 1996.

HARADA, H.; UEMURA, S.; CHEN, A.C.; JAYADEVAN, J. Anaerobic treatment of a recalcitrant distillery wastewater by a thermophilic UASB reactor. **Bioresource Technology**, Oxford, V. 55, p. 215-221, 1996.

HASSUDA, S. **Impactos da infiltração da vinhaça de cana no Aquífero Bauru**. 1989. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RIBAS, M. M. F. **Tratamento de vinhaça em reator anaeróbio operado em batelada seqüencial contendo biomassa imobilizada sob condições termofílicas e mesofílicas**. 2006. 175 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ROLIM, M. M. **Avaliação físico-mecânica do material solo-vinhaça concentrada e sua utilização para fins de fabricação de tijolos**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA, M. E.; FUZARO, G.; POLEGATO, A. R. Thermophilic Anaerobic Digestion of Vinasse in Pilot Plant UASB Reactor. **Water Science and Technology**, London, v. 25, n. 7, p. 191-200, 1992.

SPEECE, R. E. **Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters**. Nashville: Archae Press, 1996.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H.D. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4a. ed. Boston: McGraw Hill, 2004.

VIANA, A. B. **Tratamento anaeróbio de vinhaça em reator UASB operado em temperatura na faixa termofílica (55°C) e submetido ao aumento progressivo de carga orgânica**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

WILKIE, A. C., RIEDESEL, K. J., OWENS, J. M. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. **Biomass and Bioenergy**, London, v. 19, p. 63-102, 2000.

RESUMO

Neste trabalho avaliou-se o uso de tratamento anaeróbico da vinhaça por um reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) em escala de bancada (1L de volume), especificamente na remoção de DQO durante 50 dias. O reator foi mantido em temperatura constante. A caracterização da vinhaça bruta apresentou concentrações de 55000 mgDQO/L de matéria orgânica, 140 mg/L de nitrogênio total e pH de 3,8. O monitoramento do reator foi feito determinando-se a demanda química de oxigênio (DQO) e pH de amostras do afluente e do efluente. O reator UASB foi inoculado com lodo proveniente de um reator RALF, da estação de tratamento de esgoto sanitário da SANEPAR, unidade de Umuarama (PR). A operação do reator foi dividida em três fases: Fase I – vazão de 1,2 L/d e TDH de 20h durante 20 dias; Fase II – vazão de 1,2 L/d e TDH de 20h durante 21 dias; Fase III – vazão de 0,6 L/d e TDH de 40 h durante 5 dias. Optou-se em dar a partida no reator usando vinhaça “in natura” na Fase I e diluída nas Fases II e III com cargas orgânicas de 66,00 gDQO/d, 1,92 gDQO/d e 0,6 gDQO/d, respectivamente. O tempo de operação do reator foi de 48 dias, dividido nas três fases citadas, com tempo de detenção hidráulica médio de 20 h. A opção por já se iniciar a operação do reator com a vinhaça bruta, sem qualquer alteração, partiu da estratégia de implementar as condições mais adversas. As eficiências de remoção de DQO resultaram em: Fase I - 23%, sendo 40% o valor máximo obtido; Fase II - 30%, sendo 42% o valor máximo; Fase III - 32%, sendo 41% o valor máximo obtido. Diante dos resultados e das circunstâncias operacionais utilizadas, consideradas adversas à atividade biológica, foi possível observar que a eficiência de remoção de DQO foi razoável no reator.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Vinhaça. UASB. Remoção de Matéria Orgânica. DQO. Processos Anaeróbios.

ABSTRACT

This work was aimed at studying the anaerobic treatment of vinasse in a laboratory scale anaerobic upflow sludge blanket reactor (UASB) (1L of volume), with emphasis on COD removal during 50 days. The reactor was kept at room temperature. The characterization of raw vinasse showed concentrations of 55000 mgCOD/L of organic matter, 140 mg/L of total nitrogen and pH of 3.8. The performance of the reactor was monitored by determining COD and pH levels from samples of influent and affluent. The UASB reactor was inoculated with sludge from a FBAR reactor of a wastewater sludge treatment plant from SANEPAR, Umuarama (State of Paraná). The reactor operation was divided into three distinct phases: Phase I – 1.2 L/d of flowrate and 20 h of TDH for 20 days; Phase II – 1.2 L/d of flowrate and 20 h of TDH for 21 days; Phase III – 0.6 L/d of flowrate and 40 h of TDH for 5 days. Raw vinasse was employed in phase I while diluted vinasse were used in stages II and III with organic loads of 66.00 COD/d, 1.92 COD/d and 1.20 gCOD/d, respectively. The process was run for 48 days in the three aforementioned phases, with mean hydraulic retention time of 20 h. The purpose of using raw vinasse in the first phase was to check out for extreme for operating conditions. The efficiencies of COD removal were: phase I - 23%, being 40% the

maximum value; phase II - 30%, being 42% the maximum value; phase III - 32%, being 41% the maximum value. In view of the results obtained and the operating conditions adverse to biological activity, it was seen that COD removal efficiency was satisfactory in the reactor.

Key words: Sugar cane. Vinasse. UASB. Organic Matter Removal. COD. Anaerobic Process.

Informações sobre os autores:

[1] Odair José Machado – <http://lattes.cnpq.br/5366259395980727>

Graduado em Tecnologia em Meio Ambiente na Universidade Estadual de Maringá, *campus* de Umuarama; Especialista em Açúcar e Álcool pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Contato: odairmachado@gmail.com

[2] Flavio Bentes Freire – <http://lattes.cnpq.br/5516837837393064>

Professor adjunto do curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Estadual de Maringá (UEM), *campus* de Umuarama, Paraná.

Contato: fla_freire@yahoo.com.br