

# MONITORAMENTO DE REATORES ANAERÓBIOS DE FLUXO ASCENDENTE COM MANTA DE LODO (UASB), TRATANDO ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA, POR MEIO DE MEDIDAS DA ALCALINIDADE

Roberto Alves de OLIVEIRA<sup>1</sup>, Eugenio FORESTI<sup>2</sup>

**RESUMO:** Durante a operação de reatores UASB tratando águas residuárias de suinocultura com concentrações de sólidos suspensos totais (SST) de 500, 1000, 1500 e 2000 mg.l<sup>-1</sup>, com diferentes tempos de detenção hidráulico (TDH = 30, 20, 12 e 8 h) e conseqüentemente com taxas de carregamento orgânico volumétrico (TCOV) crescentes, foram realizadas medidas da alcalinidade total, alcalinidade devido a bicarbonato (AP - alcalinidade parcial) e alcalinidade devido a ácidos voláteis (AI - alcalinidade intermediária), com o objetivo de verificar a relação entre as variações no desempenho do reator e na alcalinidade e suas proporções (AI:AP), tendo em vista a simplicidade na realização desta determinação para monitoramento dos reatores. O aumento da relação AI:AP para valores acima de 0,30 relacionaram-se a instabilidades no desempenho dos reatores, no que diz respeito a diminuições da remoção de DQO, SST e produção de CH<sub>4</sub> e aumento na concentração de ácidos voláteis totais (AVT).

**PALAVRAS-CHAVE:** alcalinidade, digestão anaeróbia, reator UASB, águas residuárias de suinocultura

**ABSTRACT:** UASB reactors treating swine wastewater were operated with influent total suspended solids concentrations (TSS) of 500, 1000, 1500 and 2000 mg.l<sup>-1</sup>, hydraulic detention time (HDT) of 30, 20, 12 and 8 hours and consequently increasing organic loading rates (OLR). Total alkalinity, bicarbonate alkalinity (PA - partial alkalinity) and volatile acids alkalinity (IA - intermediate alkalinity) were measured with the objective of to verify relations between reactor performance and alkalinity proportions (IA:PA). IA:PA requires only one simple analytical procedure. The IA:PA increased to value above 0.30 whenever instabilities in reactor performance occurred: COD and TSS removals, and CH<sub>4</sub> production decreased and total volatile acids concentration increased.

**KEYWORDS:** alkalinity, anaerobic digestion, UASB reactor, swine wastewater

**INTRODUÇÃO:** O tratamento anaeróbio de águas residuárias urbanas, industriais e agropecuárias tem aumentado nas últimas décadas, em virtude das suas vantagens em

---

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Rural - Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Rodovia Carlos Tonanni km 5, 14870-000 - Jaboticabal - SP. Telefone (016)323-2500 ramal 243, FAX (016) 322-4275.

<sup>2</sup> Departamento de Hidráulica e Saneamento - Universidade de São Paulo, Campus de São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos; Av. Dr. Carlos Botelho nº 1465, 13560-970 - São Carlos - SP. Telefone (016) 272-6222, FAX (016) 271-9241.

relação aos processos aeróbios convencionais. Entretanto, para obterem-se estes benefícios os reatores anaeróbios devem ser operados adequadamente e para tal há necessidade do monitoramento eficiente por meio de parâmetros que determinem com segurança e rapidez distúrbios no seu desempenho. Vários parâmetros tem sido propostos (produção e composição do biogás, redução de DQO, concentração de ácidos voláteis totais, medidas de ATP, atividade de desidrogenase e fluorescência no lodo, entre outras), porém alguns podem apresentar tempo de resposta longo e outros são muito trabalhosos e onerosos. A medida da capacidade de tamponamento do pH para controle de digestores tem sido amplamente recomendada, sabendo-se que ela é estabelecida pelo sistema bicarbonato-dióxido de carbono, o qual tem alta capacidade tampão na faixa de pH exigida pela metanogênese (pH aproximadamente entre 6,3 e 7,8) (Hawkes et al., 1994; Van Haandel, 1994). Normalmente, medidas relacionadas a capacidade tampão podem ser obtidas de maneira simples, como por exemplo, por meio de titulação de amostras do efluente, determinando-se as alcalinidades devido a bicarbonato e a ácidos voláteis, conforme descrito por Jenkins et al. (1983) e utilizadas por Ripley et al. (1986) para aprimorar o monitoramento da digestão anaeróbia de esterco de frango, obtendo resultados satisfatórios.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O primeiro conjunto de experimentos compreendeu a operação e monitoramento de dois reatores UASB de bancada (volume 10,5 l) alimentados com águas residuárias de suinocultura com concentrações de sólidos suspensos totais (SST) de 500 e 1000 mg.l<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto no segundo conjunto estas concentrações foram alteradas para 1500 e 2000 mg.l<sup>-1</sup>. Para o primeiro conjunto de experimentos os valores do tempo de detenção hidráulico (TDH) foram 30, 20, 12 e 8 h e para o segundo conjunto de 30, 20 e 12 h. Estes experimentos foram conduzidos a temperatura ambiente, a qual variou de 18 a 29°C. Para concentrações de SST do afluente de 1500 e 2000 mg.l<sup>-1</sup> e TDH de 12 h os reatores também foram operados com temperatura controlada à 25 e 30°C. Durante a condução dos ensaios foram monitoradas a produção e composição do biogás e nos afluentes e efluentes: DQO, SST, pH e ácidos voláteis totais (AVT). A determinação da alcalinidade total (AT), parcial (AP - devido a bicarbonato) e intermediária (AI - devido a ácidos voláteis) foi realizada conforme proposto por Jenkins et al. (1983) e Ripley et al. (1986), titulando-se as amostras até pH 5,75 (AP) e em seguida de pH 5,75 até pH 4,30 (AI).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1 estão expostos os resultados apresentados e discutidos a seguir. Os reatores UASB apresentaram eficiências médias de remoção de DQO na faixa de 75 a 92%. Para taxas de carregamento orgânico volumétrico (TCOV) até 4,5 kg DQO.m<sup>-3</sup>.d<sup>-1</sup> a remoção de DQO foi superior a 85%. Observou-se em todos experimentos que houve redução da remoção de DQO com o aumento da TCOV, independente da concentração de SST do afluente. Estas reduções na remoção de DQO puderam ser relacionadas com as alcalinidades devido a ácidos voláteis (AI) e bicarbonato (AP), por meio da tendência de aumento da relação AI:AP. Para todos experimentos observou-se que enquanto a remoção de DQO manteve-se superior a 85% os valores médios de AI:AP estiveram ao redor de 0,30 e apresentaram menores coeficientes de variação (CV); ao passo que, com a diminuição da remoção de DQO para valores inferiores a 80% houve tendência de aumento na relação AI:AP, com valores médios ao redor de 0,40 e maiores CV. Durante a partida dos reatores também foram observadas relações AI:AP próximas e superiores a 0,40 apesar das baixas TCOV

aplicadas. Ripley et al. (1986) observaram que a digestão anaeróbia de esterco de frangos ocorreu com sucesso quando a relação AI:AP esteve abaixo de 0,30 e que ela aumentou de 0,25 para 0,80 durante períodos de instabilidade no processo.

**CONCLUSÕES:** Dentro da faixa de variação da remoção de DQO (75 a 92%) observada nos reatores UASB nas condições impostas, a relação AI:AP apresentou em todos experimentos tendência de aumento associada a queda de eficiência, demonstrando que esta determinação, que requer somente um procedimento analítico simples, pode ser útil como uma alternativa a ser incluída na rotina de monitoramento de reatores UASB tratando águas residuárias de suinocultura para detecção de possíveis instabilidades.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

RIPLEY, L.E.; BOYLE, W.C.; CONVERSE, J.C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal WPCF**, v. 48, n. 5, p. 406-411, 1986.

JENKINS, S.R.; MORGAN, J.M.; SAWYER, C.L. Measuring anaerobic sludge digestion and growth by a simple alkalimetric titration. **Journal WPCF**, v. 55, n. 5, p. 448-453, 1983.

VAN HAANDEL, A.C. Influence of the digested COD concentration on the alkalinity requirement in anaerobic digesters. **Wat. Sci. Tech.**, v. 30, n. 8, p. 23-34, 1994.

HAWKES, F.R. et al. On-line monitoring of anaerobic digestion: application for continuous measurement of bicarbonate alkalinity. **Wat. Sci. Tech.**, v. 30, n. 12, p. 1-10, 1994.

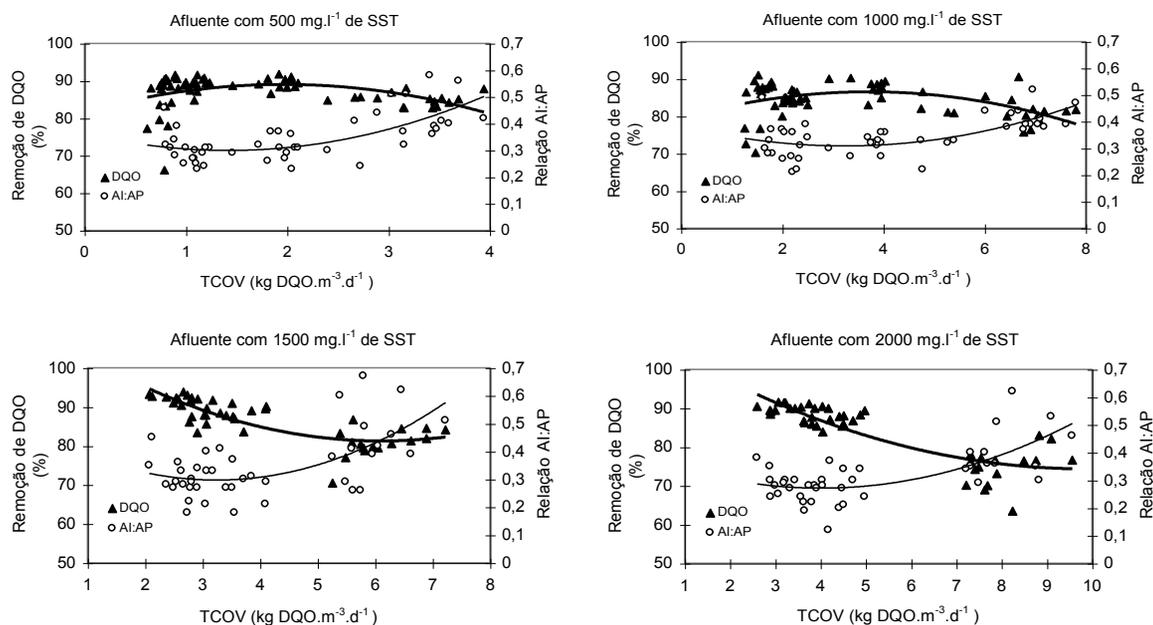


FIGURA 1. Comportamento da relação AI:AP e da eficiência de remoção de DQO em função da taxa de carregamento orgânico volumétrico (TCOV).