



# CONVERSÃO E REMOÇÃO DAS FORMAS DE NITROGÊNIO ATRAVÉS DE REATOR COMBINADO ANAERÓBIOAERÓBIO DE LEITO FIXO TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO

\*Erlyton Esley Pereira da Silva – esley\_sj@hotmail.com

\*Kelvin Everton S. de Melo – kallvin\_evert@hotmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Campus Sertão. Rodovia AL 145, Km 3, nº 3849 – Cidade Universitária  
Delmiro Gouveia AL

**Antonio Pedro de O. Netto – Professor Orientador**

Universidade Federal de Alagoas, Campus Sertão. Rodovia AL 145, Km 3, nº 3849 – Cidade Universitária  
Delmiro Gouveia AL

**Resumo:** *Este projeto de pesquisa busca uma avaliação do desempenho de um sistema combinado de processos, anaeróbio e aeróbio, operado de modo contínuo sem e com recirculação da fase líquida de modo a aplicá-lo no tratamento de esgoto sanitário, aproveitando as vantagens de cada um a fim de desenvolver um sistema de tratamento de esgoto sanitário confiável e eficiente que minimize seus aspectos negativos. Será utilizado um reator, em escala de bancada, de leito fixo e fluxo contínuo de escoamento ascendente com alguns materiais suportes de imobilização da biomassa. Baseado nos princípios do tratamento de efluentes por via biológica, o desempenho desse sistema será avaliado em três diferentes tempos de detenção hidráulica (TDH), 4, 6 e 8 horas, na fase anaeróbia, e após concluir qual o melhor TDH haverá a inserção da fase aeróbia, esperandose uma maior eficiência do sistema. Com a recirculação do efluente tratado, serão obtidos ganhos principalmente em relação à remoção de nitrogênio total, desde que a efetivação do processo de nitrificação permaneça estável ao fim dessa etapa operacional. A vantagem em relação aos sistemas convencionais é que não haverá a necessidade de adição de fonte exógena de carbono e de suplementação de alcalinidade.*

**Palavras-chave:** *Tratamento Sanitário, Reator combinado, Formas nitrogenadas*

## 1. INTRODUÇÃO

Em função das características econômicas e de mercado da atualidade e com o grande e evoluído desenvolvimento da tecnologia, a busca por sistemas de tratamento que apresentam



características com baixo custo, simplicidade operacional e reduzida produção de sólidos aliadas às condições ambientais propícias verificadas em grande parte do Brasil, onde há predominância de elevadas temperaturas, têm contribuído para a colocação dos sistemas anaeróbios em posição de destaque.

Porém os reatores anaeróbios dificilmente produzem efluentes que atendam aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental brasileira. Portanto, tornasse de grande importância o pós tratamento desses efluentes como uma forma de atender aos requisitos legais e propiciar a proteção dos corpos d'água receptores. Além da complementação na remoção de matéria orgânica, o pós tratamento tem por objetivo a remoção de constituintes pouco afetados nos processos anaeróbios, tais como nutrientes e organismos patogênicos.

No âmbito do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico) foram alcançados avanços significativos no desenvolvimento de alternativas tecnológicas para o pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios tratando esgoto sanitário (PROSAB, 2001). Dentre essas alternativas o tratamento combinado anaeróbioaeróbio destacou-se, de acordo com Chernicharo (2006), por propiciar uma série de vantagens perante as estações de tratamento aeróbias convencionais, tais como baixa potência de aeração requerida na fase aeróbia, menor produção de lodo biológico e baixo custo de implantação e operação. Em sistemas combinados UASB/reator de biofilme aerado o lodo gerado no reator aeróbio pode ser direcionado para o reator UASB, onde é digerido e adensado juntamente com o lodo anaeróbio, dispensando unidades de digestão e adensamento adicionais.

Callado (2001) afirma que para tratamento de águas residuárias, o sistema combinado anaeróbioaeróbio tem mostrado ser uma opção viável quanto aos aspectos econômicos e técnicos. Isso é devido ao fato de esse sistema promover oxidação carbonácea, nitrificação, desnitrificação e remoção biológica de fósforo, de modo a permitir que sejam atingidos os padrões de lançamentos.

## **2. IMPORTÂNCIA DA REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO NAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS**

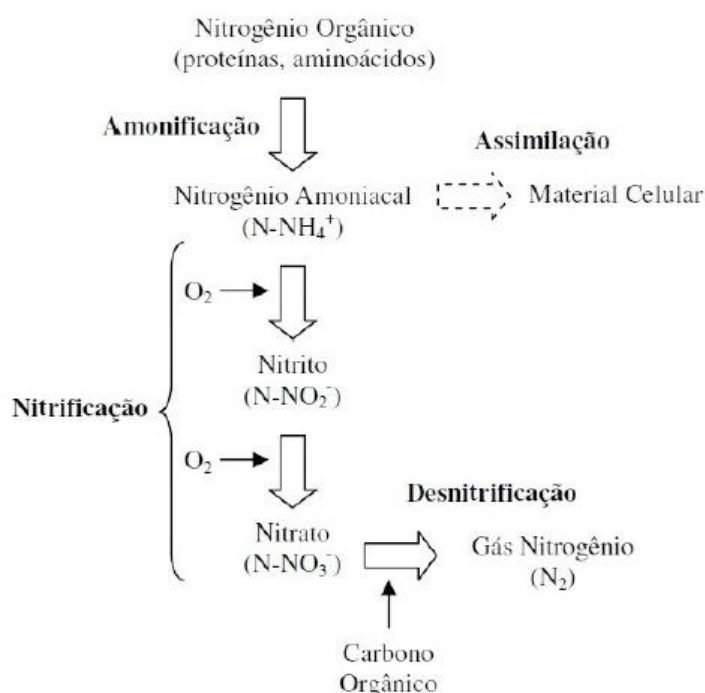
O ciclo do nitrogênio na natureza se completa através da atividade microbiana. Porém quando a sua concentração é alta, fardo alcançado devido à interferência humana indireta, como na forma de esgoto doméstico ou industrial, há um desequilíbrio no ecossistema atingido pelo lançamento indevido desses materiais.



Uma das vantagens do processo de remoção biológica de nitrogênio é que ele pode ser adaptado às condições já existentes para o tratamento biológico secundário (HAMMER, 1977). O processo básico ou convencional de remoção de nitrogênio consiste na remoção de nitrogênio da água residuária através de processos biológicos que levam a formação de nitrogênio como produto final, forma esta ambientalmente inofensiva.

Esse processo se dá pelas etapas de amonificação, assimilação, nitrificação e desnitrificação, conforme mostrado no fluxograma da figura 1.

**Figura 1 – Transformação do nitrogênio em sistemas convencionais**



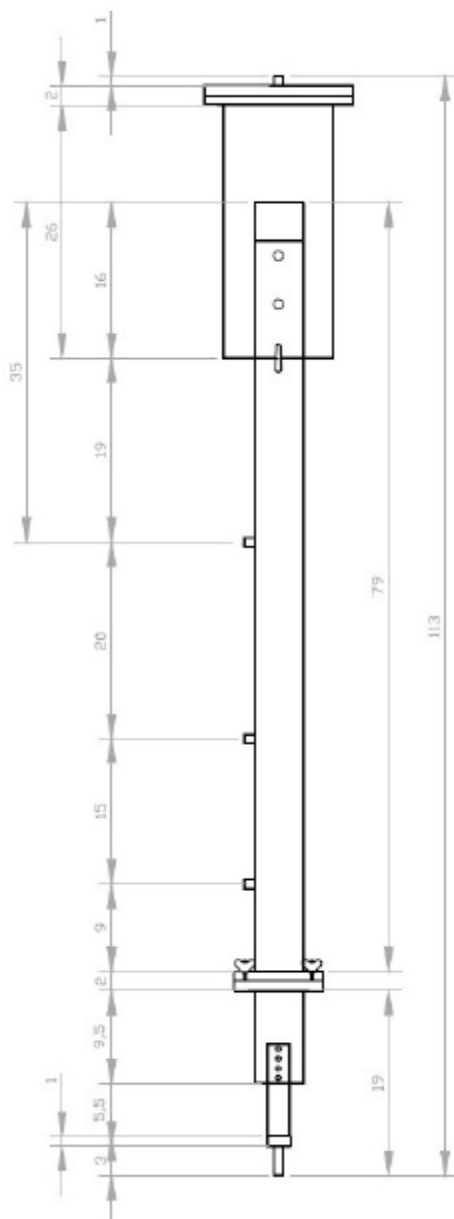
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho objetiva estudar o comportamento de um reator, à escala de bancada, de leito fixo e escoamento ascendente operado de modo contínuo, onde será operado como anaeróbio e combinado anaeróbioaeróbio sem e, com recirculação da fase líquida.

O reator foi construído em tubo de acrílico com diâmetro de 5,1 cm e 113 cm de comprimento e será recoberto com papel alumínio, para evitar a incidência direta da luminosidade. O reator está descrito nas dimensões correspondentes, seguindo modelo da figura 2.



Figura 2 – Esquema do Reator anaeróbio-aeróbio dimensionado em escala de cm



Como materiais suporte para a composição do reator serão utilizados partículas de espuma de poliuretano com densidade aparente de  $23 \text{ kg.m}^{-3}$  e porosidade de 95%, aproximadamente, como suporte de imobilização da biomassa em dois compartimentos anaeróbios e no compartimento aeróbio, no qual Zaiat (*et al.*, 2000) afirma que esse suporte é bastante adequado à imobilização de biomassa anaeróbia apresentando colonização rápida dos microrganismos, e pelo pequeno arraste do lodo durante a operação do reator.

Argila expandida e/ou casca de sururu será utilizada como material suporte no primeiro compartimento da zona anaeróbia. A argila expandida poderá ser escolhida pelo fato deste tipo



de suporte permitir a aderência prioritária de organismos acidogênicos produzindo substrato para comunidade microbiana aderida à espuma de poliuretano (Ortega *et al.*, 2001).

A água residuária escolhida será coletada no sistema sanitário da UFAL – Campus do Sertão devido à facilidade de coleta e transporte da fonte até ao sistema de alimentação do reator. A investigação experimental será dividida em três etapas. Na primeira etapa, o reator anaeróbio será operado com três diferentes tempos de detenção hidráulica: 6, 8 e 10 horas, cujas vazões utilizadas são aproximadamente  $0,79 \text{ l.h}^{-1}$ ,  $0,59 \text{ l.h}^{-1}$  e  $0,47 \text{ l.h}^{-1}$  respectivamente. Na segunda etapa, o reator será operado com uma etapa anaeróbia seguida de outra aeróbia. O tempo de detenção hidráulica adotado para a zona anaeróbia será o escolhido na primeira fase, provavelmente 8 horas e TDH da fase aeróbia será função dessa escolha, com base no volume total. Na terceira e última etapa, será operado o reator combinado anaeróbioaeróbio com recirculação do efluente do reator para a zona anaeróbia, acima do primeiro compartimento. Com esse procedimento o efluente aeróbio nitrificado irá passar por um processo de desnitrificação no leito anaeróbio/anóxico, utilizando como fonte de carbono e energia os compostos intermediários da degradação anaeróbia do leito contendo argila expandida, não havendo adição de fonte externa de carbono. Nessa etapa experimental será analisada qual vazão de recirculação obterá melhores resultados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação do sistema se dará por análise dos desempenhos, nos três diferentes tempos de detenção hidráulica (TDH) de 4, 6 e 8 horas, na fase anaeróbia. Nestes, almejam-se que a remoção de matéria orgânica alcance valores a uma região percentual próxima a 80%, com valores de DQO efluente abaixo de 150 mg/L. E logo após a passagem do efluente na fase aeróbia, preverse que a eficiência atinja valores para mais de 90% com DQO efluente abaixo dos 50 mg/L. Há a necessidade da efetivação do processo de nitrificação durante operação do sistema combinado e que esta permaneça estável ao fim dessa etapa operacional. Ao mais, esperasse adquirir ganhos com a recirculação do efluente tratado, principalmente em relação à remoção de matéria orgânica e remoção de nitrogênio total.

Espera-se que o reator apresente estabilidade operacional, alta remoção de matéria orgânica e nitrogênio sem a necessidade de adição de fonte exógena de carbono e de suplementação de alcalinidade, o que se tornaria um diferencial ao sistema, comparado ao



tratamento convencional de remoção de matéria orgânica carbonácea e nitrogenada que combina os processos anaeróbio e aeróbio.

Essas expectativas serão monitoradas através dos parâmetros voltados aos métodos descritos pela APHA (1998). Ácidos voláteis totais (AVT), expressos como ácido acético (HAc), serão analisados de acordo com metodologia descrita por Dilallo & Albertson (1961) e alcalinidade, expressa como  $CaCO_3$  conforme metodologia descrita por Dilallo & Albertson (1961) e modificada por Ripley *et al.* (1986).

As análises de nitrogênio na forma de nitrito ( $NO_2^-$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ), representadas graficamente, somente serão realizadas a partir da segunda etapa do experimento, quando o reator for operado na etapa combinada (anaeróbio + aeróbio).

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. (1998). *Standard methods for the examination of waste and wastewater*. American Public Health association, Washington, D.C. 19th Ed.

ARAÚJO JR., M.M. (2006). *Reator combinado anaeróbioaeróbio de leito fixo para remoção de matéria orgânica e nitrogênio de água residuária de indústria produtora de lisina*. Tese (Doutorado) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 136p.

CALLADO, N. H. (2001). *Reatores sequenciais em batelada em sistemas anaeróbioaeróbio tratando esgoto sanitário sintético e com remoção de nutrientes*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CHERNICHARO, C. A. L. (1997). *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Volume 4: Reatores anaeróbios*. DESA/UFMG, Belo Horizonte, 245p.

CHERNICHARO, C.A.L. *Posttreatment options for the anaerobic treatment of domestic waste water. Env.Sci. Bio/Tech.* v. 5, p. 73–92,2006.

DILALLO, R.; ALBERTSON, O.E. (1961) *Volatile acids by direct trititation. Journal WPCF*, 33: 356365.



FAZOLO, A. (2003). *Determinação de parâmetros cinéticos e de transferência de massa em reator radial aeróbioanóxico alimentado com esgoto sanitário tratado em reator anaeróbio*. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

HAMMER, M.J. *Water and wastewater technology*. New York: Jonh Wiley & Sons, 1977.

KATO, M. T.; ANDRADE NETO, C. O.; CHERNICHARO C. A. L.; FORESTI E.; CYBIS, L. F. (1999). *Configurações de reatores anaeróbios*. In: Campos, J. R. (coord.). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, pp.5399.

OLIVEIRA NETTO, A. P. (2007). *Reator anaeróbioaeróbio de leito fixo, com recirculação da fase líquida, aplicado ao tratamento de esgoto sanitário*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA NETTO, A. P. (2011). *Reator anaeróbioaeróbio de leito fixo em escala piloto, Com recirculação da fase líquida, aplicado ao tratamento de esgoto sanitário*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ORTEGA, F S; ROCHA, K M; ZAIAT, M.; PANDOLFELLI, V. C. (2001). *Aplicação de Espumas Cerâmicas Produzidas via Gelcasting em Biorreator para Tratamento de Águas Residuárias*. Cerâmica, v. 47, n.304 p. 199203.

RIPLEY, L.E.; BOYLE, W.C.; CONVERSE, J.C. (1986). *Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of highstrength wastes*. Journal WPCF, 58: 406411.

ZAIAT, M.; PASSIG, F.H.; FORESTI, E. (2000). *Treatment of Domestic Sewage in HorizontalFlow Anaerobic Immobilized Biomass (HAIB) Reactor*. Environmental Technology, v. 21, p. 11391145.