



II-204 - NITRIFICAÇÃO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM REATOR AERÓBIO COM BIOMASSA ADERIDA

Clélia de Almeida Agra⁽¹⁾

Bióloga – UEPB (2004). Especialista em Educação Ambiental – UEPB (2006). Mestra em Desenvolvimento e Meio ambiente (PRODEMA UFPB/UEPB). Professora da Rede Privada de Campina Grande / PB.

Eliane de Andrade Araújo

Graduando em Ciências Biológicas – UEPB. Iniciação científica PIBIC/CNPq.

José Tavares de Sousa

Professor do Departamento de Química / UEPB. E-mail: jtides@uol.com.br

Danielle Patrício Brasil

Bióloga – UEPB (2000). Especialista em Educação Ambiental – AJES- MT (2007). Mestranda em Ciências e Tecnologia Ambiental – UEPB.

Israel Nunes Henrique

Químico Industrial – UEPB (2003). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente – (PRODEMA UFPB/UEPB); Doutorando em Recursos Naturais - UFCG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Tomáz Santa Rosa 353 – Monte Santo - CEP: 58400-730 - Brasil - Tel: (83) 3322-9007 - e-mail: cleliaagra@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo, investigar o desempenho do processo de nitrificação de esgotos domésticos em reator aeróbio utilizando biomassa aderida. Para a realização do experimento foi utilizado um reator construído em vidro com um volume útil de 4 litros, funcionando com fluxo contínuo e com TDH de 8 horas. Verificou-se que a utilização da bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) como material suporte para a fixação da biomassa apresentou grandes vantagens por ser um material leve, apresentar superfície porosa e ocupar um volume de apenas 8% do reator mantendo microrganismos nitrificantes suficientes para promover uma maior eficiência no processo de nitrificação. Durante a observação das lâminas com amostras do lodo do reator de biomassa aderida foi possível verificar que havia uma diversidade de microrganismos em atividade, evidenciando uma boa qualidade do lodo. Dentre os microrganismos foram encontrados Protozoários ciliados do tipo *Aspidisca*, *Paramecium*, *Euplotes*, *Acineta*, *Opeccularia*, *Vorticella*. Também apareceram Tecamebas do tipo *Arcella* em número elevado, além de micro-metazoários, como Rotíferos, Nematóides e *Aelosomas*. As análises físico-químicas mostraram que o reator apresentou uma grande eficiência de remoção de sólidos suspensos totais (96%) e voláteis (95%), NTK (93%), N-amoniaco (95%) e Demanda Química de Oxigênio (80%).

PALAVRAS-CHAVE: Nitrificação, lodo ativado, *Luffa cylindrica*

INTRODUÇÃO

O nitrogênio presente nas águas residuárias lançadas em corpos receptores é indesejável por várias razões. No caso da amônia livre, é tóxica para peixes e outros organismos aquáticos, também representa um sério problema de saúde pública quando é convertido a nitrato por causar a metahemoglobinemia, doença que ocasiona asfixia, e a formação de nitrosaminas e nitrosamidas com poder carcinogênico. Além disso, a presença de nitrogênio acelera a eutrofização, um dos principais responsáveis pelo comprometimento de águas de superfície. (SHRIMALI & SINGH, 2001).

O tratamento biológico por lodos ativados é atualmente o mais utilizado para remoção de nutrientes de efluentes domésticos e industriais. A utilização de processos com biomassa aderida ao material suporte na formação de biofilme está se tornando cada vez mais popular, devido às suas vantagens com relação aos processos de biomassa dispersa (FRIED & LEMMER, 2003).

Ogbonna *et al.* (2001) afirmam que uma boa alternativa de material suporte para a fixação da biomassa é a utilização da bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) também conhecida como esponja vegetal que contém em sua composição diversos componentes como: ácidos orgânicos, aminoácidos, ferro, galactanos, sacarídeos,

taninos, xilano e xilose. É um material leve, natural e apresenta uma arquitetura entrelaçada e altamente porosa. Essas características conferem a esse material vantagens como suporte de imobilização (POÇAS *et al.*, 2004).

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de lodo ativado com biomassa aderida ao material suporte tipicamente vegetal *Luffa cylindrica* com grande área superficial, com a finalidade de produzir efluente com características adequadas aos padrões de lançamento em corpo d'água superficial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área pertencente à Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), onde está localizada a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o laboratório do Programa de Saneamento Básico (PROSAB) situados na cidade de Campina Grande – PB com coordenadas geográficas de 07° 13' 11''S e 35° 52'31''W e altitude de 550 m. O período de realização do trabalho experimental foi de outubro de 2007 a julho de 2008.

O afluente utilizado para alimentação do sistema foi captado através de uma bomba submersa instalada no interior do poço de visita do interceptor da CAGEPA e lançado em um tanque de armazenamento de capacidade de 1000 litros. O tanque apresentava uma bóia controladora de nível e tinha a função de reservatório distribuidor. Em seguida, o afluente era encaminhado, por gravidade, até o tanque de equalização situado ao lado do sistema de onde então era introduzido nos reatores através de bomba peristáltica

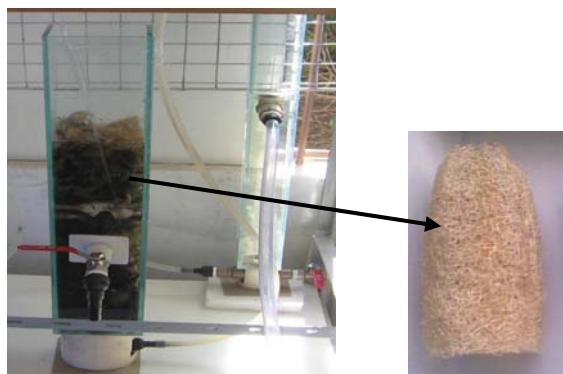


FIGURA 1: Foto do reator (a) e material suporte (Bucha vegetal) utilizado no experimento

O reator de biomassa aderida foi construído em vidro com as dimensões 10 cm de largura e 60 cm de altura, mantendo-se 20 cm de borda livre, proporcionando desta forma um volume útil de 4 litros. O reator foi alimentado de forma contínua com esgoto doméstico. O ar utilizado no sistema foi fornecido por bombas de aquário e distribuído uniformemente na base do reator através do uso de difusores. O tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas e tempo de retenção celular (TRC) de 10 dias. e recebeu um recheio de material suporte (bucha vegetal), ocupando um volume de 8%. A bucha vegetal *L. cylindrica* utilizada para formação do biofilme foi cortada em pedaços com diâmetros de 3 a 3,5 cm e 5cm de comprimento, esse material apresenta uma alta área superficial em torno de 850 a 1000 m².m⁻³.

Procedimento analítico

Os parâmetros analisados durante o monitoramento foram: pH, Alcalinidade, Demanda química de oxigênio (DQO), Nitrogênio Kjeldahl, N-amoniaco, Nitrito, Nitrato, Sólidos e suas frações. As determinações químicas efetuadas durante o período experimental seguiram as recomendações do APHA (1998).

Adicionalmente, amostras foram retiradas do reator e analisadas pela microscopia ótica (aumento de 100 a 400 vezes) na forma qualitativa. Essas amostras eram diluídas 2x sendo retirada uma alíquota desta diluição para a preparação da lâmina e a leitura era realizada logo após a coleta.



APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão apresentados os valores de pH afluente e efluente do reator durante o período experimental pode-se dizer que no efluente do reator manteve-se em um pH médio de 7,5. Valores de pH situados entre 7,5 e 8,5 são descritos como faixas ótimas para a ocorrência da nitrificação (DINÇER & KARGI, 2000).

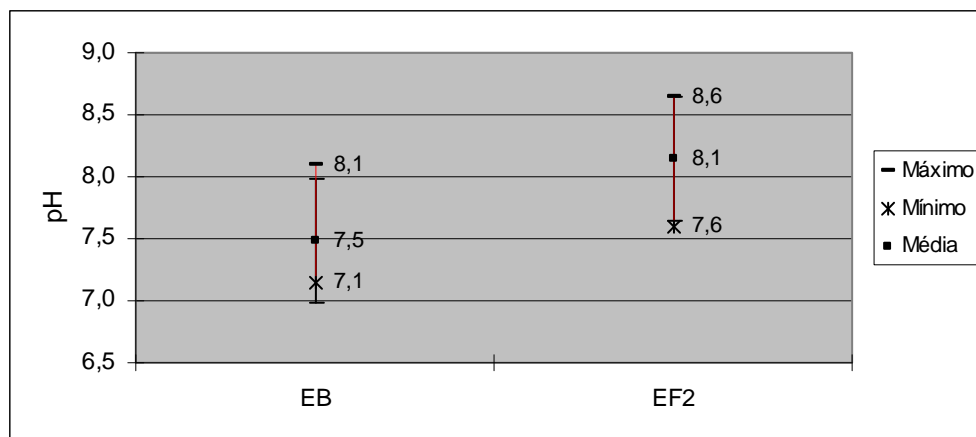


FIGURA 2: Comportamento de pH do afluente e do efluente durante o experimento

SILVA FILHO *et al.*, (2007) estudaram o comportamento da atividade metabólica das bactérias nitrificantes de sistema de lodos ativados sob diferentes valores de pH e verificaram que tanto as nitritadoras quanto as nitradoras não exibem atividade biológica a valores de pH abaixo de 5,0 e aumentam sua capacidade metabólica quando submetidas a pH em torno de 8,0.

O sistema produziu efluente com baixas concentrações de material carbonáceo, nitrogênio Kjeldahl total e amoniacal. Na Figura 3 estão apresentados os valores de NTK e N- amoniacal produzidos pelo reator de biomassa aderida que resultou em um efluente final com média de 3,1 mg N-NTK L⁻¹, o que corresponde a uma eficiência de remoção em torno de 93%. Em relação ao nitrogênio amoniacal, o reator produziu efluente com valor médio de 2,0 mg N-NH₄.L⁻¹, o que representa eficiência de remoção de 95%. Além disso, a eficiência de remoção de DQO também foi significativa, o efluente produzido pelo reator apresentou média de 63 mgO₂. L⁻¹, o que corresponde a uma eficiência de remoção de 80%.

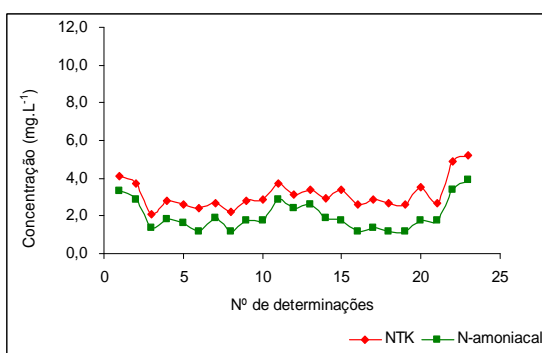


Figura 3: Concentração de NTK e N- amoniacal do efluente

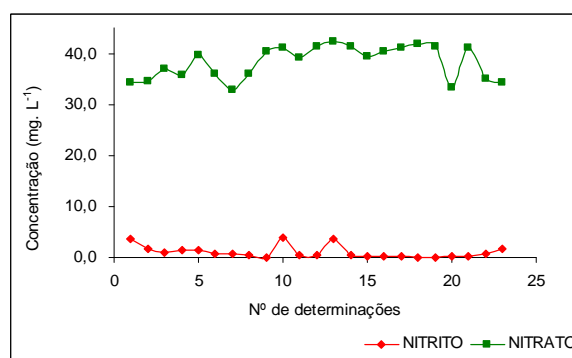


Figura 4: Concentração de nitrito e nitrato do efluente

Na figura 4 as concentrações de nitrito e de nitrato após o processo de nitrificação permaneceram com 1,0 mg N-NO₂.L⁻¹ e 38,26 mg N- NO₃. L⁻¹. O reator de biomassa aderida apresentou média de concentração alta de nitrato e baixa de nitrito, comprovando que o processo de nitrificação torna-se mais eficiente com o auxílio do material suporte. Sousa *et al.*, (2005), operando dois sistemas de lodos ativados, um com biomassa dispersa e outro com biomassa aderida (utilizando PET como material suporte), obtiveram eficiência de nitrificação no reator de biomassa aderida maior que no reator de biomassa dispersa.

A remoção de sólidos suspensos totais e voláteis apresentou eficiência de remoção no efluente final de 96% e 95%, respectivamente. Dessa forma, o reator apresentou boa remoção da parte orgânica dos sólidos contidos nas águas residuárias. Esses resultados significam que, apesar da variação na concentração dos sólidos afluentes, esses não influenciaram diretamente a eficiência, demonstrando boa capacidade de absorção das variações de carga.

Para a estimativa da biomassa aderida no material suporte foram coletadas as amostras da bucha vegetal *L. cylindrica* e realizada a extração da biomassa através de jatos e lavagens com auxílio de água destilada, todo o sólido desprendido foi colocado em cápsulas de porcelana e determinados segundo métodos preconizados pelo Standard Methods Examination of wastewater (1998). Na figura 5 estão exibidas amostras de material suporte da bucha *in natura* (A), contendo lodo (B) e depois da lavagem (C). Na tabela 1 estão presentes os valores de sólidos e suas frações contidas nesse material suporte.

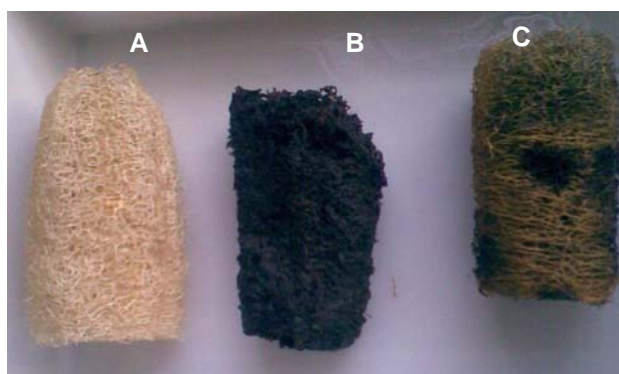


FIGURA 5: Material suporte utilizado no sistema

A biomassa aderida ao material suporte (SSV/ST), tomando-se os valores médios das cinco amostras, foi em torno de 49% dos sólidos totais (Tabela 1). O reator apresentava seis buchas cortadas ao meio e cada metade pesava em média 3 gramas. Dessa forma, foi constatado que a biomassa aderida ao material suporte foi em torno de 0,26 g SSV por grama de material suporte. Esses resultados demonstram que houve um enriquecimento de bactérias nitrificantes na biomassa aderida ao biofilme, o que pode ser comprovada pela elevada eficiência de nitrificação observada no reator.

Tabela 1: Comportamento de sólidos e suas frações agregadas ao material suporte

Amostras	Sólidos			
	ST(mg.L ⁻¹)	STV(mg.L ⁻¹)	SST(mg.L ⁻¹)	SSV(mg.L ⁻¹)
1	5725	3680	3290	2150
2	3280	2035	2770	1700
3	3845	2750	2790	1780
4	3430	2210	2770	1710
5	7745	4730	7360	4560
Média	4805	3081	3796	2380

Foi observado que a bucha vegetal utilizada no experimento serviu como um excelente material suporte, pois apresenta uma estrutura entrelaçada e porosa que facilita a aderência dos microrganismos facilitando a nitrificação. Em termos de eficiência, a *Luffa cylindrica* apresentou maior vantagem com relação à área superficial específica (850 a 1000m².m⁻³), quando comparado com os meios suportes tais como: pedra britada, escoaria de alto forno, material PET (polietileno), materiais de plásticos (Metcalf & Eddy, 2003; Jordão e Pessoa, 2005; Sousa *et al.*, 2005; Wolff *et al.*, 2005). Porém por ser um material biodegradável apresenta um período útil relativamente curto tendo que ser trocada periodicamente.

Durante a observação das lâminas com amostras do lodo do reator de biomassa aderida foi possível verificar que havia uma diversidade de microrganismos em atividade, evidenciado uma boa qualidade do lodo. A microbiota é indicadora do conjunto de parâmetros do processo de lodos ativados, uma vez que sua natureza varia de acordo com o nível de depuração; com a concentração de oxigênio dissolvido; com a presença de substâncias tóxicas, daí a importância de se realizar os exames microbiológicos do sistema.



Dentre eles foram encontrados Protozoários ciliados do tipo *Aspidisca*, *Paramecium*, *Euplotes*, *Acineta*, *Opeccularia*, *Vorticella*. A presença destes protozoários ciliados pedunculados (fixos) e ciliados livres indicam boas condições de depuração do sistema, operação estável, formação de biofilmes com boas características e que no sistema está ocorrendo nitrificação. De acordo com Ruppert & Barnes (2005), esses microrganismos se locomovem através de cílios que são filamentos curtos que se distribui, geralmente, por todo o corpo realizando batimentos coordenados. Além da locomoção esses cílios são responsáveis pela captura de alimentos constituídos por bactérias e outras partículas em suspensão

Também apareceram Tecamebas do tipo *Arcella* em número elevado. Esses organismos são unicelulares que apresentam carapaça protéica (teca) envolvendo sua membrana celular (EIKELBOOM, 2000). São indicadores de boas condições de nitrificação e depuração aparecendo, sobretudo, em efluentes de boa qualidade com pouca matéria orgânica, com elevada concentração de oxigênio.

Além de protozoários muitos micro-metazoários, como Rotíferos, Nematóides e *Aelosomas* se desenvolveram. O surgimento destes ocorreu, provavelmente, devido ao declínio do nível energético do sistema. Alimentam-se de protozoários e fragmentos de flocos e precisam de mais tempo para seu desenvolvimento. Os micro-metazoários observados nos sistemas são indicadores de um lodo com certo período de retenção celular, e também são responsáveis pela clarificação do sistema, pois se alimentam dos protozoários mortos e da matéria orgânica ligada ao lodo (BLACK, 2002).

No Brasil, a maioria dos sistemas de tratamento de esgotos é monitorada e controlada pelas análises físico-químicas. A observação microscópica ainda é um instrumento raro, geralmente realizado em curto período de tempo e seu resultado, na grande maioria, subutilizado.

CONCLUSÕES

O material suporte (*Luffa cylindrica*) utilizado para formação do biofilme durante o período experimental apresentou um bom desempenho, proporcionando condições adequadas para aderência de microrganismos capazes de metabolizar os compostos orgânicos e inorgânicos adsorvida sobre ele, especialmente aqueles responsáveis pela nitrificação. No entanto, sua propriedade de biodegradabilidade exigiu uma manutenção periódica;

O sistema produziu efluente com baixas concentrações de material carbonáceo, nitrogênio Kjeldahl total e amoniacal. A eficiência de remoção manteve-se em torno de 80% , 93% e 95%, respectivamente. Além de grande eficiência de remoção de sólidos suspensos voláteis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed, Washington D.C. 1998.
2. BLACK, J.G. **Microbiology. Principles and Explorations**. John Wiley & Sons, New York: 762 pp, 2002.
3. DINÇER, A.R.; KARGI, F. **Kinetics of Sequential Nitrification and Denitrification Process**. Enzyme and Microbial Technology, n. 27, p 37-42. 2000.
4. EIKELBOOM, D. H. **Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic INVESTIGATION**. Manual, Asis/ IWA, 156 p. Londres, Reino Unido. 2000.
5. FRIED, J. & LEMMER, H. **On the dynamics and function of ciliates in sequencing batch biofilm reactors**. Water Science & Technology, v.47, n.5, p.189-196, 2003.
6. JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.
7. METCALF & EDDY, Inc. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. Revised by George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel, 4 ed. New York: McGraw-Hill Publishing Company. 2003.
8. OGBONNA, J. C.; MASHIMA, H.; TANAKA, H. **Scale up of fuel ethanol production from sugar beet juice using loofa sponge immobilized bioreactor**. *Bioresource Technology*, Essex, v. 76, n. 1, p. 1-8, 2001.



9. POÇAS, E.C.;BUZATO, J.B. CELLIGOI, M.A.P.C. **Otimização na imobilização de invertase em *Luffa cylindrica* para a produção de xarope invertido.** In:SEMINÁRIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA ENZIMÁTICA, 6.,2004, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABEQ, p.49. 2004.
10. RUPPERT, E.E.; BARNES, R.D. *Zoologia dos invertebrados*. 7 ed., São Paulo: Roca, 1145 p. 2005.
11. SILVA FILHO, H. A.; DERKS, Y. M. ; PORTO, A. L.; CAVALCANTI, P.F.F. ; VAN HAANDEL, A, C. **Comportamento da atividade metabólica das bactérias nitrificantes de sistemas de Lodos Ativados sob diferentes valores de pH.** In: XIII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.
12. SHRIMALI, M.; SINGH, K. P. **New methods of nitrate removal from water.** Environmental Pollution, n.112, p. 351-359, 2001.
13. SOUSA, J.T., SANTOS K. D., HENRIQUE, I.N., OLIVEIRA, M., NUNES, L.S. **Tratamento de esgotos sanitários utilizando lodos ativados com biomassa aderida e dispersa.** In: 23ª. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Campo Grande: ABES p.1-7. 2005.
14. WOLFF, D.B.; CHAAVEZ, J.C.O.; PAUL, E., COSTA, R.H.R. **Remoção da poluição orgânica e nitrogenada de esgoto urbano em reator híbrido operando em baixa temperatura.** In: 23ª. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Campo Grande: ABES p.1-7. 2005.