

Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias

**TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE ORIGEM DOMÉSTICA, POR MEIO DE RSB, VISANDO À REMOÇÃO DE NITROGÊNIO**

Ana Letícia Gaia da Rocha Almeida<sup>1\*</sup>, Nélia Henriques Callado<sup>2</sup>

1. Estudante de IC do Centro de Tecnologia da UFAL

2. Centro de Tecnologia da UFAL / Orientadora

**Resumo:**

Na busca por processos biológicos mais eficientes para tratamento de esgoto doméstico, surge o conceito da remoção de carbono e nutrientes na mesma unidade operacional. Este trabalho objetiva avaliar a eficiência de três reatores Sequenciais em Batelada (RSB) para este fim, utilizando RSB com volume útil de 6 L, operados em ciclos de 24 h. A partir dos dados obtidos, verificou-se que tanto o processo anaeróbio quanto o aeróbio, independentes, não removem nitrogênio; mas, através da combinação desses processos no sistema, pode-se permitir o processo de desnitrificação. Tais resultados indicam que é possível utilizar RSB para o tratamento de esgoto doméstico com DQO em torno de 800 mg/L sem comprometer a remoção de nitrogênio. Conclui-se também que os reatores não necessitam de mão de obra especializada para uma operação eficiente, o que faz deles uma potencial solução para a problemática do tratamento de esgoto sanitário no Brasil.

**Palavras-chave:** Reator Sequencial em Batelada; Tratamento Biológico; Remoção de Nitrito.

**Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição:** UFAL.

**Introdução:**

Em Maceió, apenas 35,4% da população da cidade é atendida pelo sistema coletor de esgoto sanitário (CASAL, 2017). Em ambientes como este, nos quais o sistema é ineficiente ou inexistente, os resíduos orgânicos são responsáveis pela contaminação dos corpos hídricos por nitrato (DRAKE E BAULDER, 2005). Não por acaso, este é contaminante relatado com maior frequência em aquíferos por todo o mundo (REYNOLDS-VARGAS et al., 2006). Devido aos riscos que traz tanto para a saúde humana – citando-se, por exemplo, a incidência de tumores gástricos (INCA, 2017) - quanto para a ambiental, o nitrato tem se tornado centro de diversos estudos na área de Engenharia Sanitária.

Conforme redigido na Lei Federal nº 10.257 (BRASIL, 2001), o direito a cidades sustentáveis é garantido, com enfoque para o saneamento ambiental. Dentre os meios de universalizar este atendimento, pode-se destacar os sistemas descentralizados de tratamento de esgoto, considerados mais confiáveis e com melhor custo benefício, quando comparados aos sistemas tradicionais (MASSOUD, 2008). Assim sendo, constituem uma boa alternativa para áreas periféricas urbanas.

Na busca por processos biológicos mais eficientes, surge o conceito da remoção de carbono e nutrientes em uma mesma unidade operacional. Dentro deste contexto, os reatores Sequenciais em Batelada (RSB) têm se mostrado particularmente eficiente no tratamento de efluentes domésticos, caracterizados pelo alto teor de nutrientes (KIM; YOO; LEE, 2016).

Quando comparado aos sistemas de tratamento com lodo ativado, os RSB apresentam vantagens e desvantagens. Dentre as primeiras, destacam-se a simplicidade da montagem, a flexibilidade com relação à vazão e a boa decantabilidade do lodo (COSTA, 2005). Ainda nas vantagens, pode-se citar o espaço requerido para as instalações, que é mínimo, e a possibilidade de ajustes durante a fase experimental (AKIN; UGURLU, 2005). Como desvantagem, Costa (2005) lembra que o descarte do efluente tratado é feito de forma pontual, o que acarreta uma carga concentrada no corpo receptor.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a remoção de nitrogênio, através dos processos de amonificação, nitrificação e desnitrificação, visando diminuir o aporte de nitratos aos corpos hídricos receptores, sejam eles superficiais ou subterrâneos.

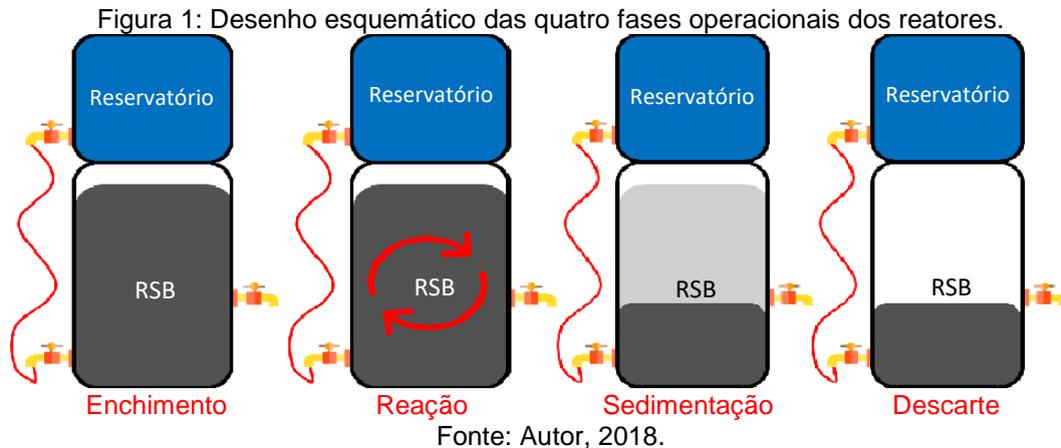
**Metodologia:**

A instalação experimental era composta por três reatores: um anaeróbio (RSBan), visando a remoção de matéria orgânica e amonificação; um aeróbio (RSBaer), visando a remoção de matéria orgânica, amonificação e nitrificação; e outro combinando anaeróbio/aeróbio/anóxico (RSBaex), visando a remoção de matéria orgânica, amonificação, nitrificação e desnitrificação. Os três RSB foram montados em uma câmara, no Laboratório de Saneamento Ambiental do Centro de Tecnologia (LSA/CTEC), a fim de evitar o contato com a luz solar e, possivelmente, uma conseqüente proliferação de algas.

Os RSB foram fabricados em formato cilíndrico, com acrílico na espessura de 4 mm, possuindo altura de 53 cm e diâmetro de 15 cm. O sistema era alimentado por gravidade, com o auxílio de um sistema de baldes, mangueiras e torneiras instalado na mesma câmara que continha os reatores. Para recirculação no RSBan e no RSBaex, fez-se uso de duas bombas de recirculação, ambas da marca ProMinent. Já no caso do RSBaer e do RSBaex, a aeração se deu com o auxílio de compressores de ar. O efluente tratado era removido dos reatores

também por gravidade, com o auxílio de um sistema análogo ao de alimentação.

O ciclo operacional (Figura 1) dos RSB possuía duração de 24 horas e era composto pelas seguintes fases: enchimento (15 min), reação (22 h), sedimentação (90 min) e descarte (15 min). No caso do RSBAex, o período de reação era dividido em três etapas, sendo elas anaeróbia (8 h), aeróbia (7 h) e anóxica (7 h). Para o controle de tempo do ciclo, temporizadores – analógicos e digitais – eram ligados às bombas.



Em setembro de 2017, os reatores foram inoculados – sendo o RSBan com dois litros de lodo biológico proveniente de um reator UASB em escala real, o RSBAer com dois litros de lodos ativados, também provenientes de um reator em escala real, e o RSBAex com uma mistura de ambos os tipos – e colocados em operação. Ao longo da pesquisa, os RSB foram alimentados com esgoto sintético, com DQO em torno de 800 mg/L, cuja composição era a seguinte: 50% oriunda de proteína, obtida com um extrato de carne; 40% oriunda de carboidratos, obtidos com sacarose, amido e celulose; 10% oriunda de lipídios, obtidos com óleo de soja emulsionado com detergente.

As coletas das amostras ocorreram entre novembro e abril de 2017. O esgoto sintético e os efluentes tratados eram coletados nas fases de enchimento e descarte dos reatores, respectivamente. As amostras eram analisadas no LSA/CTEC por meio dos parâmetros pH, alcalinidade, ácidos voláteis, DQO, sólidos totais, NTK, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. As metodologias adotadas foram as descritas em “Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater” (APHA, 2005).

### Resultados e Discussão:

Para melhor avaliar o consumo de nitrogênio, foi realizado o balanço de massa nos RSB estudados, com os valores medianos obtidos durante o período de operação. Os dados encontram-se dispostos na Tabela 1, e foram calculados tendo como base a Equação 1.

$$(N - NTK)_{\text{Afluyente}} = (N - NTK + N - NO_2 + N - NO_3)_{\text{Efluyente}} \dots\dots\dots \text{equação 1}$$

Tabela 1: Balanço de massa para o Nitrogênio, em mg/L, do esgoto sintético e dos efluentes.

PARÂMETRO	Esgoto sintético	Efluente anaeróbico	Efluente aeróbico	Efluente combinado
N-NTK	52,04	52,04	6,50	47,33
N-amoniacal	0,74	11,69	2,24	44,01
N-orgânico	51,30	40,35	4,27	3,32
N-nitrato	-	-	44,11	4,70
N-nitrito	-	-	1,43	0,02

Fonte: Autor, 2017.

Da concentração mediana de NTK no esgoto sintético, 1% estava na forma amoniacal. Após o tratamento no reator anaeróbico, esta fração passou a representar 22%, confirmando a amonificação do nitrogênio orgânico. O fato de o valor ainda estar abaixo do esperado pode ser explicado pelo não estabelecimento completo da amonificação, no período estudado.

No reator aeróbico, a diminuição dos valores do NTK e remoção de 84% da DQO confirmaram o desempenho em termos de oxidação de matéria orgânica e da nitrificação. Tal resultado destaca a importância do pós-tratamento do efluente anaeróbico no reator aeróbico.

Ao analisar os resultados do reator combinado, percebeu-se que a concentração de NTK permaneceu

consideravelmente alta. Possivelmente não foi estabelecido um ambiente favorável para as bactérias nitrificantes, ou, na fase anóxica, a rota metabólica foi a redução desassimilatória do nitrato a íon amônio, retornando esse para N-amoniaco. Isto pode ser explicado pela baixa relação C/N na etapa anóxica, visto que não se utilizou uma fonte externa de carbono nesta fase.

Os resultados obtidos para o RSBaex foram inferiores aos relatados na literatura. Du et al. (2014), por exemplo, conseguiram uma eficiência de 97,47% com a combinação de uma fase aeróbia e uma anóxica no mesmo RSB.

Estes resultados são possíveis devido à divisão do ciclo biológico do nitrogênio em duas etapas. Na nitrificação, o amônio é levado a nitrito pelas bactérias oxidadoras de amônio (AOB), e, posteriormente, este é consumido pelas bactérias oxidadoras de nitrito (NOB), gerando nitrato. Na desnitrificação, o amônio oxidado é então convertido a nitrogênio gasoso pelas bactérias heterotróficas (CHANG et al., 2011).

### Conclusões:

Os RBS estudados se apresentaram viáveis no que tange ao tratamento de esgoto de origem doméstica, visando à remoção de matéria orgânica. A biodegradabilidade do substrato em questão foi um fator importante para o desempenho do processo, uma vez que permitiu que os reatores obtivessem resultados comparáveis aos tratamentos biológicos convencionais.

A remoção de nitrogênio observada, no entanto, foi apenas a necessária para sínteses celulares. Uma explicação para este fato reside na não adição de uma fonte externa de carbono para desnitrificação, que, embora prevista no projeto, não foi possível devido à resposta lenta do reator durante o período da pesquisa.

A operação dos reatores permitiu concluir, também, que os RSB não necessitam de mão de obra especializada para uma operação eficiente, o que faz deles uma potencial solução para a problemática do esgotamento sanitário no Brasil, ao permitir a instalação de sistemas descentralizados de tratamento em áreas urbanas, tais como bairros, loteamentos e condomínio.

### Referências bibliográficas

- AKIN, B.S.; UGURLU, A. Monitoring and control of biological nutrient removal in a Sequencing Batch Reactor. **Process Biochemistry**, [s.l.], v. 40, n. 8, p.2873-2878, Jul. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2005.01.001>.
- APHA (2005). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. L.S. Clesceri, A.E. Greenberg, A. D. Eaton (Eds.), 20th Ed., American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation, United Book Press, Inc., Baltimore, Maryland, 2005.
- BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Tipos de Câncer: Estômago**. 2017. Disponível em: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/estomago/prev\\_encao](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/estomago/prev_encao)>. Acesso em: 11 jan. 2017.
- BRASIL. **Lei Federal nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Presidência da República: Casa Civil. Brasília, DF.
- CHANG, Chia-yuan et al. Microbial community analysis of an aerobic nitrifying denitrifying MBR treating ABS resin wastewater. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 102, n. 9, p.5337-5344, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.045>.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS (Alagoas). **Capital: Esgotamento Sanitário**. 2017. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/atuacao/esgotamento-capital/>>. Acesso em: 11 jan. 2017.
- COSTA, Tatiana Barbosa da. **Desempenho de Reator em Batelada Sequencial (RBS) com enchimento escalonado no tratamento de esgoto sanitário**. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- DRAKE, Vivian M.; BAUDER, James W. Ground water nitrate-nitrogen trends in relation to urban development, Helena, Montana, 1971-2003. **Ground Water Monitoring And Remediation**, [s.l.], v. 25, n. 2, p.118-130, maio 2005. WileyBlackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6592.2005.0017.x>.
- DU, Rui et al. Advanced nitrogen removal with simultaneous Anammox and denitrification in sequencing batch reactor. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 162, p.316-322, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.03.041>.
- KIM, Y. H; YOO, C. K; LEE, I. B. Optimization of biological nutrient removal in a SBR using simulation-based iterative dynamic programming. In: **European Society of Computer-Aided Process Engineering (Escape) Event**, 26, 2016, Portorož. 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering: Part A and B. Portorož: Elsevier, 2016. v. 2, p. 1341 - 1347.
- MASSOUD, May A.; TARHINI, Akram; NASR, Joumana A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. **Journal Of Environmental Management**, [s.l.], v. 90, n. 1, p.652-659, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.001>
- REYNOLDS-VARGAS, Jenny; FRAILE-MERINO, Julio; HIRATA, Ricardo. Trends in Nitrate Concentrations and Determination of its Origin Using Stable Isotopes (18 O and 15 N) in Groundwater of the Western Central Valley, Costa Rica. **Ambio: A Journal of the Human Environment**, [s.l.], v. 35, n. 5, p.229-236, ago. 2006. Royal Swedish Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1579/05-r-046r1.1>.