

II-582 – MODELAGEM PARA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM REATOR DE BATELADAS SEQUENCIAIS

Laíse Alves Candido⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Analista de Recursos Hídricos da Agência Pernambucana de Águas e Clima. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco. Professora Substituta do Departamento de Engenharia Civil da UFPE.

Lourdinha Florêncio

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, mestre em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo e doutora em Ciências Agrícola e Ambiental pela Universidade Agrícola de Wageningen - Holanda. Professora Titular do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco. Coordenadora da Rede Nacional Remoção de Nutrientes de esgotos - RENUTRES.

Marc Wichern

Doutor em Engenharia Ambiental pela Leibniz-Universität Hannover e professor efetivo - Ruhr-Universität Bochum.

Ana Linda Tiago Soares Ferreira

Engenharia Biológica pela Universidade do Minho, Mestre em Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco. .

Endereço⁽¹⁾: Avenida Cruz Cabugá, 1111/GRBH – Santo Amaro - Recife - Pernambuco - CEP: 50040-000 - Brasil - Tel: +55 (81) 3183-1024 - Fax: +55 (81) 9675-7375 - e-mail: laiseacandido@gmail.com

RESUMO

A modelagem matemática é um importante instrumento para o melhor entendimento dos processos que ocorrem em um reator biológico, assim como para a obtenção de parâmetros que permitam elaborar projetos e operar sistemas de tratamento de efluente, principalmente no que diz respeito à remoção de nutrientes e matéria orgânica, de forma a enquadrar o efluente nos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

O objetivo geral deste estudo é estudar a calibração e validação do algoritmo ASM3, utilizando o programa AQUASIM®, aplicado a um Reator de Bateladas Sequenciais (RBS) em escala piloto para a remoção de fósforo e nitrogênio.

Os dados obtidos através da modelagem apresentados neste trabalho revelam uma condição de lavagem do reator, em que a biomassa está sendo retirada do reator com o fluxo de esgoto. Desta forma, a atividade biológica é prejudicada e a eficiência de tratamento é reduzida.

A realização dos balanços de massa da vazão, do oxigênio, do nitrogênio e do fósforo no reator é fundamental para a correta tradução das informações do monitoramento para o programa, visto que todas as frações devem ser levadas em consideração.

Após a completa calibração das variáveis, espera-se obter um modelo capaz de prever de forma confiável o comportamento do RBS e definir as condições operacionais ideais para a remoção simultânea de fósforo orgânico e nitrogênio do esgoto.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem matemática, remoção de nutrientes, reator biológico, tratamento de efluentes, esgoto sanitário.

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, a necessidade de investimentos em coleta e tratamento de esgotos sanitários tem se tornado mais evidente. Ao mesmo tempo, as exigências quanto à qualidade do efluente tratado e à disposição dos rejeitos do tratamento têm se tornado mais restritivas. Desta forma, os estudos voltados para a melhoria da eficiência dos sistemas de tratamento através de medidas de monitoramento, modelagem e controle destes, são fundamentais para o desenvolvimento de ferramentas para adequar os sistemas sem investimento direto em obras e equipamentos.

A modelagem matemática é um importante instrumento para o melhor entendimento dos processos que ocorrem em um reator biológico, assim como para a obtenção de parâmetros que permitam elaborar projetos e operar sistemas de tratamento de efluente, principalmente no que diz respeito à remoção de nutrientes e matéria orgânica, de forma a enquadrar o efluente nos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

O objetivo geral deste estudo é estudar a calibração e validação do algoritmo ASM3, utilizando o programa AQUASIM®, aplicado a um Reator de Bateladas Sequenciais (RBS) em escala piloto para a remoção de fósforo e nitrogênio.

O tratamento biológico utiliza microrganismos para a conversão da matéria orgânica ou outros componentes das águas residuárias a subprodutos e novas células, sendo extensivamente utilizados para a remoção de carbono e de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, em despejos urbanos e industriais (WOLFF, 2005).

A redução apenas de nitrogênio não é ambientalmente eficiente porque diversas bactérias, cianobactérias e algas podem fixá-lo da atmosfera e oxidá-lo em nitrito e nitrato. A remoção de fósforo durante o tratamento é, portanto, mais efetiva na atenuação da eutrofização. Em consequência, os sistemas de tratamento de esgotos devem remover quantidades significativas de fósforo, reduzindo-os aos níveis mais baixos possíveis. (HENRIQUE; SOUSA, 2010).

A estratégia básica da remoção biológica de fósforo (EBFR) é o enriquecimento de microrganismos capazes de acumular quantidades excessivas de polifosfato em suas células, através do emprego sequencial de condições anaeróbia-aeróbia ou anaeróbia-anóxica. (SOEJIMA et al., 2008)

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados coletados de um reator de fibra de vidro fabricado com altura de 170 cm e 40 cm de diâmetro (volume de 200 l), munido de agitador mecânico, operado em batelada (Figura 01). O reator, apresentado na Figura 02, recebe efluente real de uma comunidade de baixa renda com aproximadamente 500 habitantes, após ser submetido a tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia).

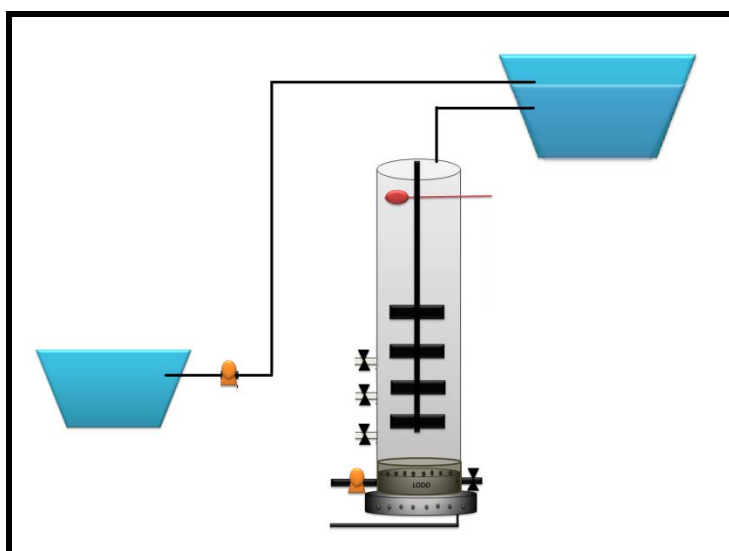


Figura 01: Esquema do reator de bateladas sequenciais.



Figura 02. Reator de bateladas sequenciais em funcionamento.

Cada ciclo do reator tem duração de 8 horas, divididas em: enchimento (5 min), fase anaeróbia (115 min), fase aeróbia (260 min), fase anóxica (50 min), sedimentação (45 min) e esvaziamento (5 min).

O modelo vem sendo calibrado de acordo com os dados do monitoramento do reator em questão e dados secundários de RIEGER et al., 2001a, 2001b; SIEGRIST; KOCH; KU, 2001. Estão sendo realizados experimentos respirométricos para identificar as taxas de liberação e captação de fósforo e de ácidos graxos voláteis. Será realizada análise de componentes principais para identificação das variáveis que sofrem influência sinérgica e são mais sensíveis.

A Figura 03 apresenta o comportamento do substrato rapidamente biodegradável (S_S), substrato lentamente biodegradável (X_S), concentração de bactérias autótrofas (X_A), concentração de bactérias heterótrofas (X_H), substrato acumulado pelas bactérias heterótrofas, sem incluir sua massa (X_{STO}), matéria orgânica inerte particulada (X_I) e matéria orgânica inerte solúvel (S_I) em seis ciclos de operação contínua.

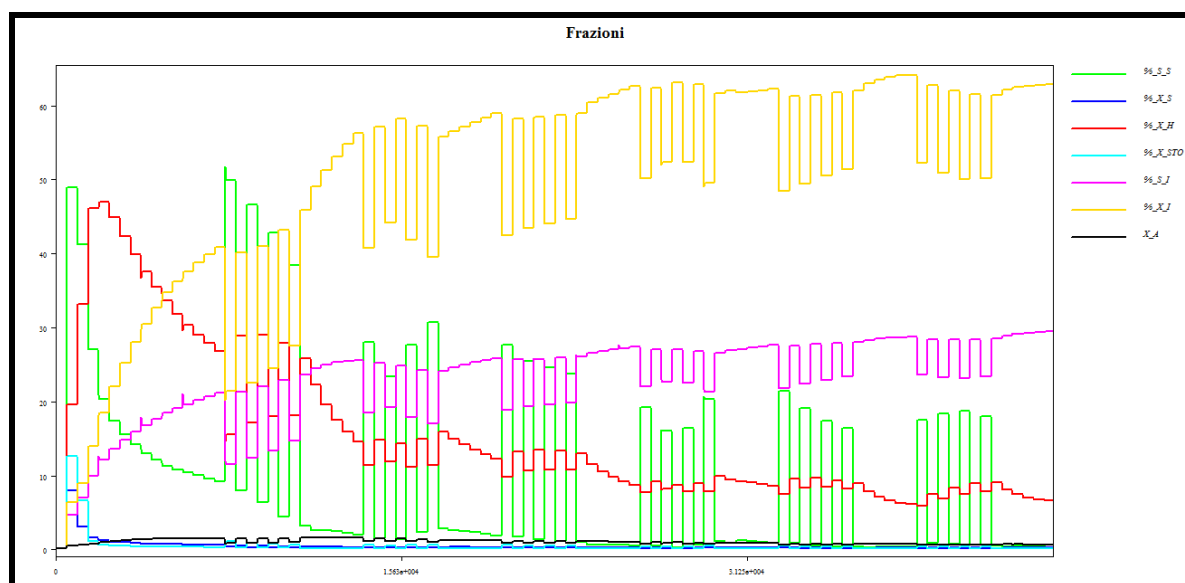


Figura 03. Comportamento das frações de sólidos dentro do RBS.

A Figura 04 ilustra o comportamento da concentração de oxigênio (mg O₂/l) para um ciclo do RBS, apresentando as linhas relativas à concentração de O₂ (linha vermelha), consumo de O₂ (linha ciano) e funcionamento do aerador (linha preta).

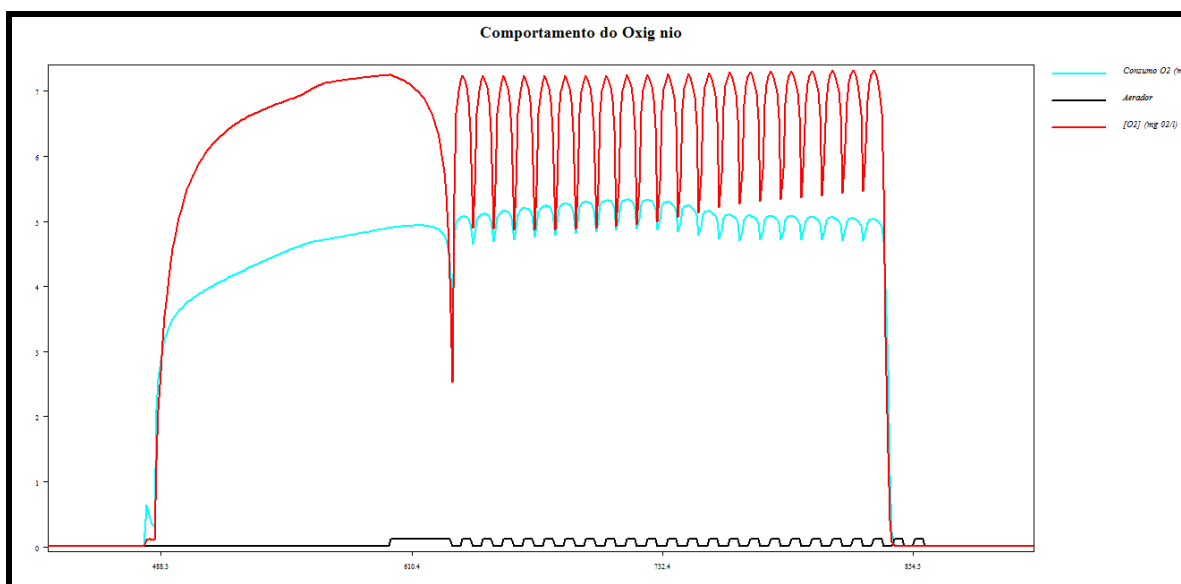


Figura 04. Comportamento da concentração de oxigênio para um ciclo do RBS.

A Figura 05 exibe o comportamento da concentração de nitrogênio orgânico solúvel, na forma de nitrato (NO), amônia nitrogenada (NH) e nitrogênio gasoso (N₂) para diversos ciclos de operação contínua do RBS, Sendo as linhas relativas de NO na cor verde, de NH na cor ciano e de N₂ na cor magenta.

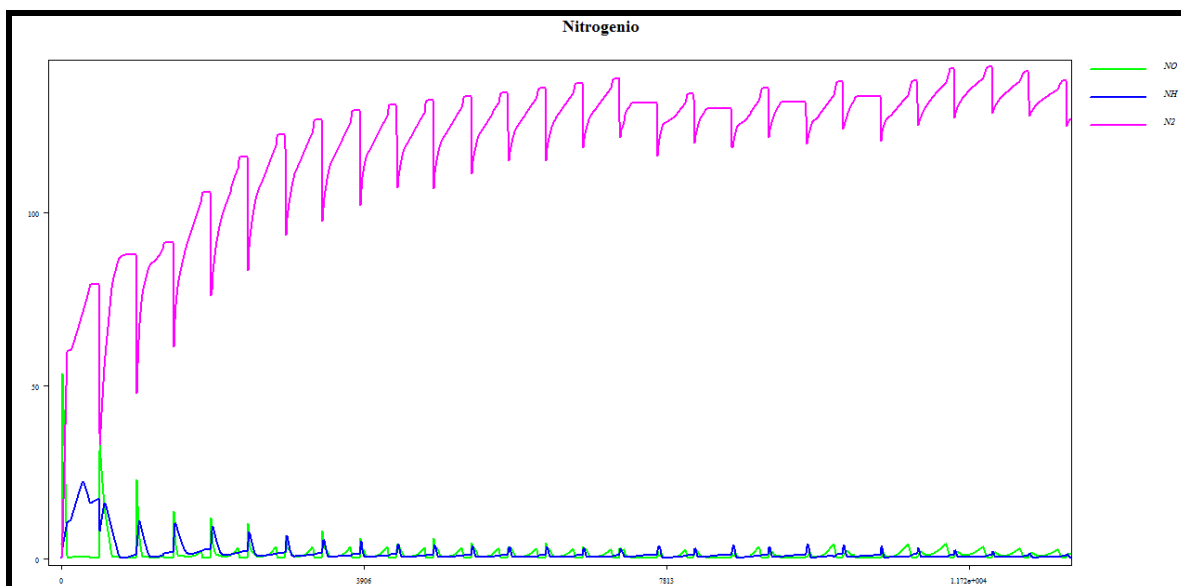


Figura 05. Concentração das frações nitrogenadas para ciclos de operação contínua do RBS.

A Figura 06 delinea a taxa de desnitrificação no RBS ao longo dos ciclos em sua operação contínua. O perfil apresentado permite verificar claramente a redução da desnitrificação, resultado da má operação do reator.

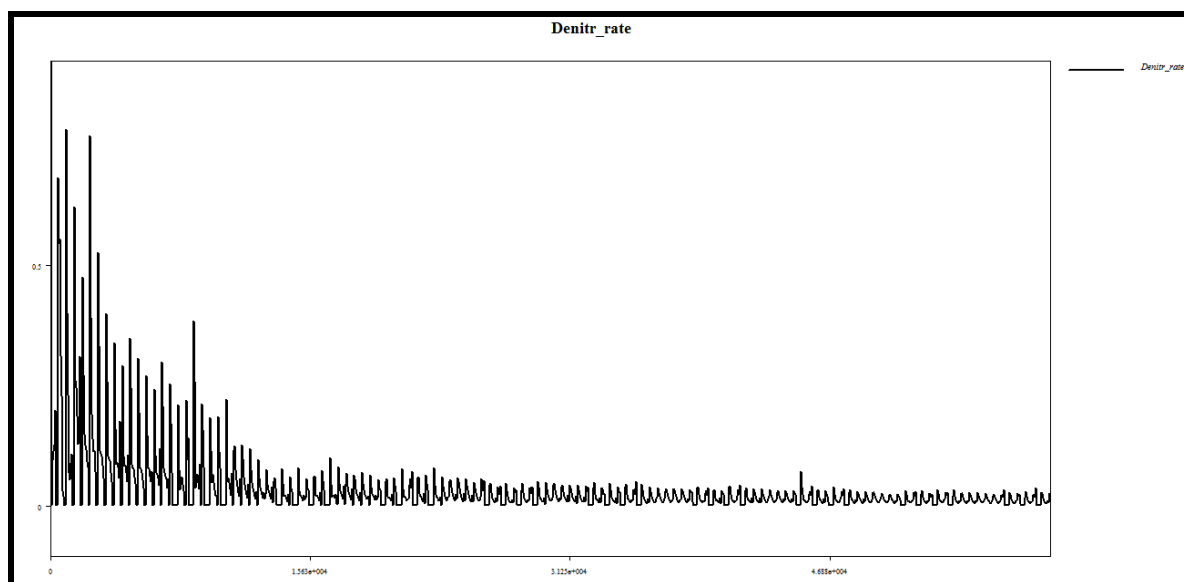


Figura 06. Perfil da taxa de desnitrificação para ciclos de operação contínua do RBS.

A Figura 07 apresenta as concentrações das diferentes frações de biomassa ao longo dos ciclos de operação contínua do RBS. São exibidas as linhas de concentração de biomassa autótrofa (X_A), concentração de biomassa heterótrofa (X_H), material inerte (X_I), matéria orgânica particulada (X_S), e produtos internos do armazenamento celular (X_{STO}).

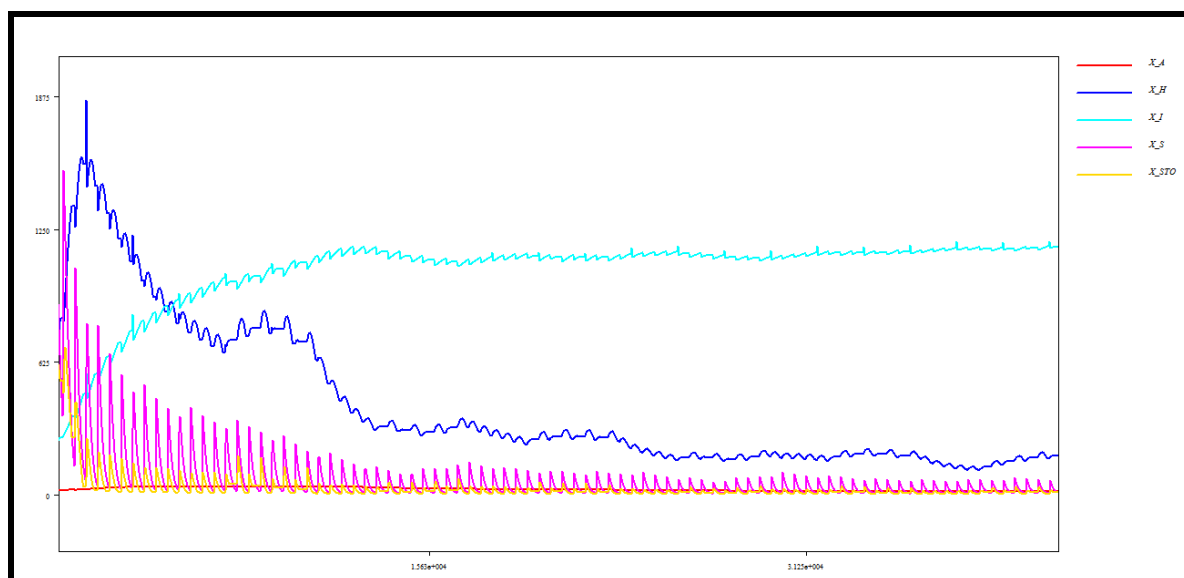


Figura 07. Comportamento das concentrações de biomassa para o RBS operando em ciclos contínuos.

CONCLUSÕES

As figuras 03 a 07 revelam uma condição de lavagem do reator, em que a biomassa está sendo retirada do reator com o fluxo de esgoto. Desta forma, a atividade biológica é prejudicada e a eficiência de tratamento é reduzida.

A realização dos balanços de massa da vazão, do oxigênio, do nitrogênio e do fósforo no reator é fundamental para a correta tradução das informações do monitoramento para o programa, visto que todas as frações devem ser levadas em consideração.

Após a completa calibração das variáveis, espera-se obter um modelo capaz de prever de forma confiável o comportamento do RBS e definir as condições operacionais ideais para a remoção simultânea de fósforo orgânico e nitrogênio do esgoto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HENRIQUE, I.; SOUSA, J. Biological phosphorus removal in sequencing batch reactors with different solid retention times. Engenharia Sanitária e ..., p. 197–204, 2010.
2. RIEGER, L. et al. The EAWAG Bio-P module for activated sludge model No. 3. Water research, v. 35, n. 16, p. 3887–3903, 2001a.
3. RIEGER, L. et al. Calibration and validation of an ASM3-based steady-state model for activated sludge systems -- Part II: Prediction of phosphorus removal. Water research, v. 35, n. 9, p. 2246–2255, 2001b.
4. SIEGRIST, H.; KOCH, G.; KU, M. Calibration and validation of an ASM3-based steady-state model for activated sludge systems -- Part I: Prediction of nitrogen removal and sludge production. v. 35, n. 9, p. 2235–2245, 2001.
5. SOEJIMA, K. et al. Modeling and experimental study on the anaerobic/aerobic/anoxic process for simultaneous nitrogen and phosphorus removal: The effect of acetate addition. Process Biochemistry, v. 43, n. 6, p. 605–614, jun. 2008.
6. WOLFF, D.B. Remoção biológica de carbono e nitrogênio de esgoto urbano em reatores híbridos utilizando dois materiais suporte flutuantes. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2005.