

II-387 – UTILIZAÇÃO DE LODO LISADO NA REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NUTRIENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO

José Tavares de Sousa⁽¹⁾

Mestre em Engenharia Civil, UFPB (1986), Doutor em Hidráulica e Saneamento, USP (1996). Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Vanessa Gomes Miná

Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - Universidade Estadual da Paraíba.

Wilton Silva Lopes

Universidade Estadual da Paraíba.

Marielle Ferreira de Oliveira

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba e Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental - Universidade Estadual da Paraíba.

Valderi Duarte Leite.

Mestre em Engenharia Civil, UFPB (1986), Doutor em Hidráulica e Saneamento, USP (1996). Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Basílio Araújo, 836 - Catolé – Campina Grande -PB - CEP: 50410- 637 - Brasil . e-mail: jtdes@uol.com.

RESUMO

No tratamento de esgotos domésticos a remoção de nutrientes acaba sendo prejudicada, por falta de matéria orgânica solúvel. No caso específico da remoção biológica de fósforo, a solução para o bom desempenho do sistema com alta eficiência é a presença adequada de ácidos graxos voláteis (AGV), sobretudo na forma de polihidróxido butirato no afluente a ser tratado. Uma alternativa sustentável é a hidrólise e fermentação do lodo ativado de excesso, tendo como produto, fonte de carbono, sobretudo na forma de AGV, especialmente para proporcionar a remoção de fósforo e a desnitrificação, além desse benefício ao mesmo tempo reduzir os custos da estação de tratamento de esgotos (ETE), no tratamento da estabilização do lodo. O presente trabalho consistiu no monitoramento de um sistema de tratamentos constituído de decantador primário, reator de bateladas sequenciais e um reator de hidrólise e fermentação, o qual recebia lodo de excesso do RBS, triturado por ação mecânica e o lodo primário. A massa de SSV dos lodos submetidos ao reator de hidrólise e fermentação foi triplicada, supostamente o lodo foi solubilizado. Dessa forma, o reator de bateladas sequenciais utilizando esse lodo solubilizado como fonte de carbono apresentou resultados promissores para a remoção de nutrientes, nas condições do experimento a remoção de fósforo total e fósforo solúvel foi de 83 e 90%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Fonte de carbono, remoção de nutrientes, lodo lisado.

INTRODUÇÃO

No processo de lodo ativado uma quantidade considerável de lodo de excesso é gerada, contendo geralmente cerca de 99% de água. Dessa forma, as estações de tratamento de esgotos enfrentam dificuldades para destinar adequadamente a grande produção de lodo gerado nos sistemas aeróbios. O tratamento e a disposição adequada desse lodo gerado são onerosos, são responsáveis por até 60% dos custos totais das instalações de tratamento de esgoto (Wei et al., 2003; Henze e Ucisik, 2008). Algumas alternativas têm sido propostas para o tratamento do lodo de excesso das ETE's como a digestão, secagem e incineração (RULKENS, 2008).

Na composição de lodo ativado 52,6% são sólidos suspensos totais a outra fração é constituída principalmente de proteínas e carboidratos que representam um percentual de 40 e 7%, respectivamente, o restante 0,4%, são lipídeos (Feng et al., 2009). Como o nitrogênio e o fósforo estão presentes nas células dos microrganismos do lodo de excesso, durante o processo de fermentação da biomassa ocorre a liberação desses nutrientes como amônia e fosfato. Segundo Yuan et al. (2009), a adição de magnésio recupera satisfatoriamente nitrogênio e fósforo na forma de estruvita. O pH aumenta para 9,5, cerca de 92% de fósforo e 72% do nitrogênio amoniacal são retirados, respectivamente. Portanto, a liberação de nutrientes no processo fermentativo de lodo ativado, podem ser posteriormente recuperados e utilizados como fertilizante, funcionando como uma

vantagem sobre a fermentação do lodo como fonte de ácidos graxos voláteis para organismos acumuladores de fósforo.

Do ponto de vista prático tem-se que aprimorar tecnologias que possam promover a redução da produção de lodo em estações de tratamento de águas residuárias, é uma necessidade de interesse econômico e ambiental. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi remover nutrientes (nitrogênio e fósforo) de esgotos domésticos por processo biológico, utilizando lodo triturado como fonte endógena de carbono, vindo dessa forma reduzir a produção final de lodo, minimizando os impactos e produzindo efluente com qualidade de padrão de lançamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) localizada em área pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA) e a Universidade Estadual da Paraíba no município de Campina Grande – PB, com coordenadas geográficas de 07°14'24''S e 35° 53'02''O e altitude de 550 m.

O sistema experimental era alimentado com esgoto bruto, de origem doméstica, proveniente do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande-PB. Do poço de visita de um Interceptor Leste da Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), o esgoto era captado por uma bomba submersa de 0,5HP, e controlada por uma bóia de nível. Em seguida, o esgoto era encaminhado para um decantador primários construídos de PVC.

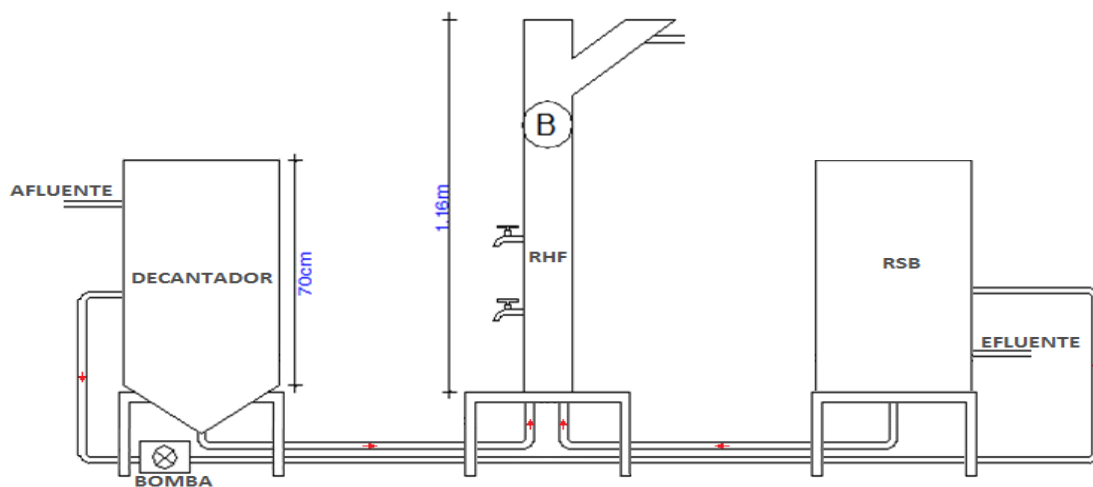


Figura 1: Representação esquemática do sistema experimental.

O sistema experimental de tratamento, conforme Figura 1, consistia de três unidades: decantador primário (DP), reator hidrolisador e fermentador (RHF) e Reator de Bateladas Sequenciais (RBS). O esgoto bruto 100L. dia⁻¹ era recalcado do emissário da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba - CAGEPA para o decantador primário, o lodo primário era descarregado diariamente no hidrolisador/ fermentador. O lodo de excesso do RBS era triturado por ação mecânica e descarregado no hidrolisador fermentador.

As análises físicas e químicas realizadas obedeceram às recomendações preconizadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). As variáveis analisadas durante todo o monitoramento foram: pH, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos Totais (SST) e suas frações, fósforo total (P_{total}), ortofosfato (P-PO₄³⁻), NTK, nitrato (N-NO₃⁻) e nitrito (N-NO₂⁻).

RESULTADOS

Na figura 2 estão apresentados dois gráficos, um com DQO bruta e o outro com a concentração dos sólidos suspensos voláteis do lodo primário, do lodo de excesso descartado e finalmente do lodo hidrolisado e fermentado. De acordo com a Figura 2, a DQO do lodo primário e lodo de descarte manteve-se na média de 4,8 e 5g.L⁻¹, respectivamente, enquanto a DQO dos lodos hidrolisados e fermentados variou de 13 a 26g.L⁻¹ mantendo-se na média 16,4gDQO.L⁻¹, gerando um acréscimo de 67% na DQO. Com relação aos sólidos suspensos voláteis observam-se na Figura 2 que a concentração de SSV dos dois lodos foi similar, 1,25gSSV.L⁻¹ cada, após hidrolisados e fermentados a concentração de SSV triplicou (7,5gSSV.L⁻¹), essa constatação confirma que o lodo foi solubilizado.

Yuan et al. (2009) investigaram em escala de laboratório o processo de fermentação de lodo aeróbio de excesso, observaram que a degradação da biomassa resultou na maior concentração de DQO solúvel e maior rendimentos de ácidos graxos voláteis.

Henze e Ucisik (2008) investigaram o efeito do tipo de lodo na produção de AGV, concluíram que embora o lodo primário apresentasse maior rendimentos de AGV do que o lodo de lodo ativado de excesso, este último poderia gerar maior quantidade de AGV durante a fermentação devido à maior massa de lodo ativado produzido em Estações de tratamento de águas residuais. A elevada quantidade de nutrientes liberada na fermentação do lodo de excesso é uma característica que distingue do lodo primário.

Estudos anteriores lidando com a digestão aeróbia e anaeróbia de lodo ativado investigava as formas de conceber e aperfeiçoar os processos que estabilizava a biomassa ativa heterotrófica (X_h). A degradação de sólidos geralmente era o mais importante parâmetro utilizado para avaliar a eficiência dos processos de digestão aeróbia e anaeróbia. O efeito desses processos sobre a degradação de cada fração orgânica do lodo ativado, no entanto, raramente era investigada. Além disso, considerava-se que as frações inativas biológico de lodo, como matéria orgânica afluyente não biodegradável $X_{u, Inf}$ e resíduo endógeno X_E não passam por uma transformação nesses processos de digestão (Ramdani et al., 2010).

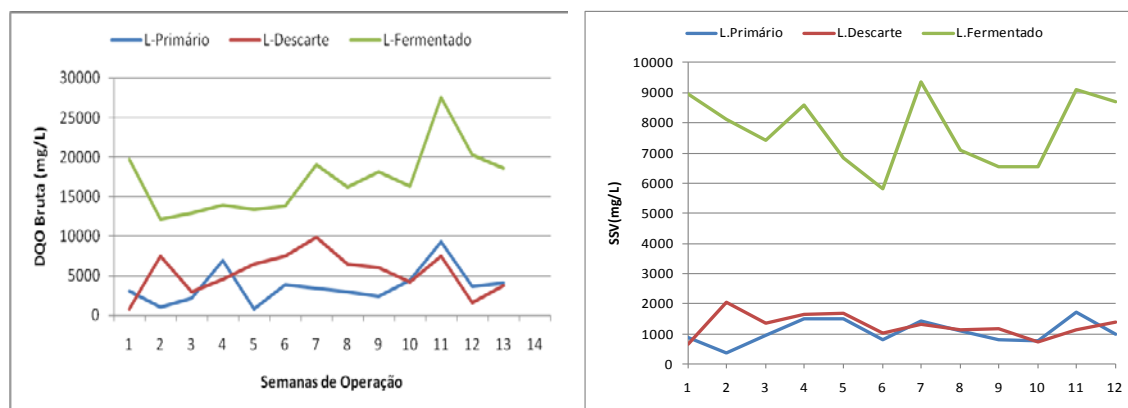


Figura 2: DQO bruta e SSV de lodo primário, de descarte e lodo fermentado

Na Tabela 1 estão apresentados os principais parâmetros físicos e químicos monitorados durante o período experimental, expressos como valores médios, mínimos e máximos. Observa-se na Tabela 1 que o efluente final produzido tem baixa concentração de sólidos (38 mg SST.L⁻¹ e 23mg SSV.L⁻¹), DQO bruta com valor médio de 389mg.L⁻¹ e filtrada de 162mg.L⁻¹. Quanto à remoção de nitrogênio o processo não se mostrou eficiente produzindo efluente com frações de nitrogênio reativo em concentrações não recomendadas pela legislação brasileira. No entanto, a remoção de fósforo foi de 83 e 90%, respectivamente para fósforo total e ortofosfato. Esses resultados indicam que o uso do lodo lisado como fonte endógena de carbono teve influencia na remoção de nitrogênio e de fósforo.

Tabela 1: Parâmetros físicos e químicos do esgoto bruto e do efluente do RBS

Parâmetros		Esgoto bruto	Efluente do RBS
pH	Média	7,6	7,6
	Mínima	7,2	7,5
	Máxima	7,9	7,7
SST(mg.L ⁻¹)	Média	230	38
	Mínima	100	12
	Máxima	800	103
SSV(mg.L ⁻¹)	Média	180	23
	Mínima	50	4,0
	Máxima	430	60
DQO(mg.L ⁻¹)	Média	389	84
	Mínima	302	50
	Máxima	498	187
DQO _f (mg.L ⁻¹)	Média	162	44
	Mínima	120	16
	Máxima	185	89
N-NTK(mg.L ⁻¹)	Média	79	33
	Mínima	59	15
	Máxima	96	54
N-NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	Média	-	2,1
	Mínima		0,9
	Máxima		7,5
N-NO ₂ ⁻ (mg.L ⁻¹)	Média	-	0,6
	Mínima		0,1
	Máxima		2,6
P (mg.L ⁻¹)	Média	9,4	1,6
	Mínima	8,6	0,5
	Máxima	10,6	2,8
P-PO ₄ ³⁻ (mg.L ⁻¹)	Média	6,9	0,70
	Mínima	5,6	0,15
	Máxima	9,0	0,9

Remoção de nutrientes

Na figura 3 estão apresentados o comportamento da concentração afluenta e efluente de fósforo total e ortofosfato. Os valores das concentrações médias de fósforo total afluenta e efluente foram 9,4 e 1,6 mg.P.L⁻¹, respectivamente. Enquanto para ortofosfato afluenta e efluente durante as treze semanas de operação os valores médios foram e 6,98 e 0,70 mP-PO₄. L⁻¹, respectivamente (Figura3), o que corresponde a uma eficiência de remoção de fósforo total e ortofósforo de 83% e 90%, respectivamente.

Esse bom desempenho do sistema com eficiência na remoção biológica de fósforo, deve-se supostamente a presença adequada de ácidos graxos voláteis (AGV), sobretudo na forma de polihidróxido butirato no afluenta dos lodos hidrolizados e fermentados utilizados. Constatações um tanto similares são confirmadas por Yuan et al.,2009 e Oleszkiewicz Barnard,2006.

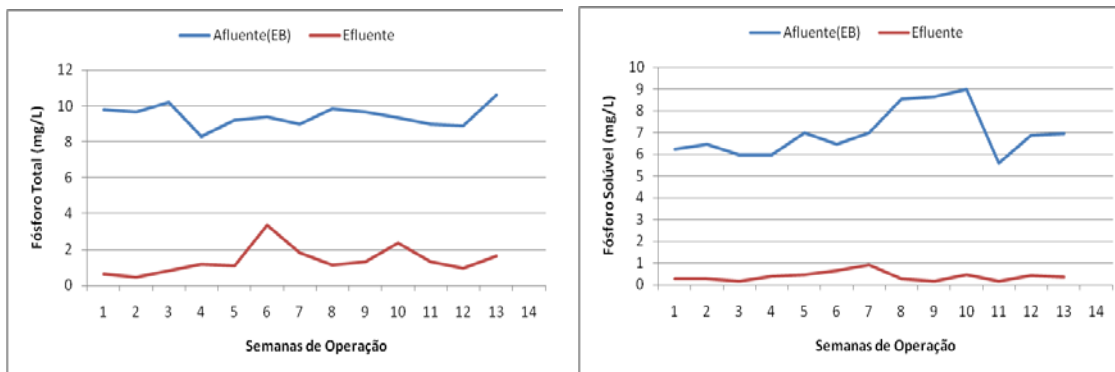


Figura 3: Concentração afluente e efluente de Fósforo total e solúvel no reator de bateladas seqüenciais.

Os resultados referentes a nitrogênio kjeldahl total e nitrogênio amoniacal estão apresentados na Figura 4. Observa-se que os valores das concentrações médias de nitrogênio kjeldahl afluente e efluente foi de 79 e 33mgN-NTK . L⁻¹ mantendo uma remoção de apenas 58,3%. A concentração média afluente e efluente de nitrogênio amoniacal foi de 62 e 27mgN-NH₄ .L⁻¹. Vale resaltar que para garantir uma melhor remoção de fósforo, o tempo de retenção celular no RBS foi de apenas 3,6dias. Essa condição operacional, provavelmente tenha prejudicado a remoção biológica de nitrogênio.

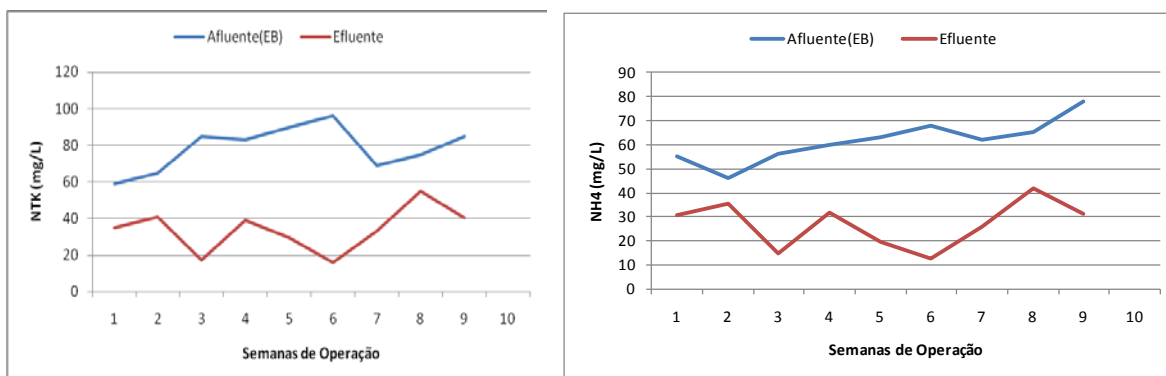


Figura 4: Concentração afluente e efluente de Nitrogênio total kjeldahl e N-amoniacal no reator de bateladas seqüenciais.

CONCLUSÕES

Nas condições do experimento os lodos primário e secundário (lodo de excesso) hidrolisados e fermentados mantiveram uma concentração de DQO variando de 13 a 26g.L⁻¹ mantendo-se na média 16,4gDQO.L⁻¹, gerando um acréscimo de 67% na DQO. Com relação aos sólidos suspensos voláteis após hidrolisados e fermentados a concentração de SSV triplicou (7,5gSSV.L⁻¹), essa constatação confirma que o lodo foi solubilizado.

A remoção biológica de fósforo é um processo mais ecologicamente sustentável e menos oneroso para tratar adequadamente esgotos sanitários. O reator de bateladas seqüenciais utilizando lodo hidrolisado e fermentado como fonte de carbono apresentou resultados promissores para a remoção de nutrientes, nas condições do experimento a remoção de fósforo total e fósforo solúvel foi de 83 e 90%, respectivamente.

O efluente final manteve-se com concentrações de nitrogênio total kjeldahl de 33mgN-NTK.L⁻¹, fora dos padrões de lançamento, no entanto, nitrato e nitrito mantiveram-se em baixas concentrações, 2,0 e 0,6mgN . L⁻¹, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. AWWA.WPCF. Standard methods for the elimination of water and wastewater, 18 ed Washington, DC: American Public Health Association. Water Pollution Control Federation, 1998, 1134p
2. FENG, L., WANG, H., CHEN, Y., WANG, Q. Effect of solids retention time and temperature on waste activated sludge hydrolysis and short-chain fatty acids accumulation under alkaline conditions in continuous-flow reactors. **Bioresource Technology**. v.100, p.44-49, 2009
3. Henze, M., Ucisik, A. S. **Biological hydrolysis and acidification of sludge under anaerobic conditions: The effect of sludge type and origin on the production and composition of volatile fatty acids**. Water Research, p. 3729-3738. 2008
4. Oleszkiewicz, J.A., Barnard, J.L., 2006. Nutrient removal technology in North America and the European Union: a Review. Water Quality Journal of Canada 41, 449–462.
5. Wei, Y., Van Houten, R.T., Borger, A.R., Eikelboom, D.H., Fan, Y., 2003. Minimization of excess sludge production for biological wastewater treatment. Water Research 37 (18), 4453–4467.
6. Yuan, Q., Zurzolo, F., Oleszkiewicz, J.A., 2009. Volatile fatty acids and nutrient recovery from biomass fermentation. In: Ashley, E., Mavinic, D., Koch, F. (Eds.), International Conference on Nutrient Recovery from Wastewater Streams. IWA Publishing, pp. 633–642.
7. Ramdani, A., Dold P; De le'ris, S; Daniel Lamarre, D; Gadbois, A, Comeau, Y. Biodegradation of the endogenous residue of activated sludge. Water Research, v.44. 2010. p2179-2188
8. Rulkens, W. Sewage sludge as a biomass resource for the production of energy: Overview and assessment of the various options. **Energy & Fuels**. v.22, p.9-15, 2008.
9. METCALF & EDDY. **Wastewater engineering treatment disposal, reuse**. 4ªed. New York: McGraw-Hill Book, 2003.