

ESTUDO DE UM REATOR DE LODOS ATIVADOS POR BATELADA PARA O TRATAMENTO DOS EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTE

STUDY OF A SEQUENCING BATCH REACTOR TREATING WASTEWATER FROM AN INDUSTRY OF SOFT DRINKS

Rafael Brito de Moura; Francisco Javier Cuba Teran

Universidade Estadual Paulista- Departamento de Física, Química e Biologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - UNESP - e-mail: bazola_ea@hotmail.com fteran@fct.unesp.br

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo estudar o funcionamento de um reator sequencial por batelada em escala piloto, de forma a aumentar seu rendimento no tratamento de águas residuárias provenientes de uma indústria de refrigerantes. Inicialmente, foram inoculados 5 litros de lodo anaeróbico proveniente de um reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), sendo este aclimatado para o novo sistema durante dois meses. Foram realizados exames microscópicos do lodo para observar os microrganismos presentes nele. Após essa etapa, o período experimental foi dividido em seis fases de operação com tempos de ciclo variando entre 8 e 18 horas, divididos em aeração, agitação e sedimentação. Como resultado, obteve-se uma maior remoção de DQO para o ciclo de 10 horas, alcançando um percentual médio de 89,8%. O ciclo que apresentou maior remoção de nitrogênio foi o de 14 horas, com remoção de 78,8%. Em todos os ciclos testados, não houve a presença de nitrato no efluente tratado, caracterizando a desnitrificação.

Palavras chave: Lodos ativados por batelada. Aeróbio. Remoção de DQO. Nitrogênio.

ABSTRACT

This work aimed to study a pilot scale sequencing batch reactor in order to enhance its performance treating wastewater from a soft drink industry. Initially, 5 liters of anaerobic sludge from an UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) reactor were inoculated in the reactor, which was acclimatized to the new conditions during

two months. Conducted microscopy examination was developed to observe the microorganisms present in the sludge. After this stage, experimental procedure was divided in six phases with different times of cycles ranging from 8 to 18 hours, divided in aeration, stir and settle. As a result, higher removal percentages of COD were obtained in the 10 hours cycle, reaching an average of 89.8%. The cycle that had higher nitrogen removals was of 14 hours, with mean removal of 78.8%. In all cycles tested, the presence of nitrate in treated effluent was not detected, characterizing biological denitrification.

Keywords: Sequential batch reactor. COD. Nitrogen removal.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de serem dependentes da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento econômico, as sociedades humanas poluem e degradam este recurso, tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas. A diversificação dos usos múltiplos, o despejo de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas e a destruição das áreas alagadas e das matas galeria têm produzido contínua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas em quantidade e qualidade da água (TUNDISI, 2003).

O comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola (MERTEN, 2002). Com isso, estudos de medidas para minimizar ou eliminar esses impactos sobre os recursos hídricos se torna de suma importância.

Atualmente, existem diversos tipos de sistemas de tratamento que apresentam um alto potencial de remoção da matéria orgânica e outros poluentes. Uma dessas tecnologias é o Reator Sequencial por Batelada (RSB), também conhecido como Lodos Ativados por Batelada (LAB).

O tratamento de efluentes por lodos ativados em batelada tem sido exaustivamente estudado pela comunidade científica e implantado por indústrias interessadas em beneficiar-se com as suas vantagens: flexibilidade operacional (pode-se programar o horário de desligamento dos equipamentos de aeração, para diminuir o custo de energia), economia de espaço (todas as operações – reação, decantação – são realizadas em um único tanque), boa estratégia para indústrias com produção sazonal ou descontínua durante o dia (não opera em todos os turnos), fornece um efluente de boa qualidade e um alto grau de eficiência de remoção de matéria orgânica (TEMPS e PAWLOWSKY, 2000)

Trata-se de um sistema de tratamento com lodos ativados em que as diferentes fases de tratamento ocorrem dentro do mesmo tanque (MESQUITA et al., 2006). Com isso, esses processos e operações passam a ser simplesmente seqüências no

tempo, e não unidades separadas como ocorre nos processos convencionais de fluxo contínuo (VON SPERLING, 2002).

Para o caso das indústrias alimentícias de modo geral, este sistema traz muitas vantagens, já que há um grande número de indústrias de pequeno e médio porte, que têm uma produção relativamente pequena e que geralmente não teriam recursos para aplicar em unidades de tratamento caras e de difícil controle. O tratamento por lodos ativados seqüencial pode ser totalmente automatizado, facilitando grandemente a sua operação (TEMPS, PAWLOWSKY, 2000).

Todavia, para que essa nova tecnologia seja utilizada com elevada eficiência, são necessárias pesquisas que visem atuar na otimização dos tempos de duração de cada etapa do reator, de modo a se obter um ciclo com tempo mínimo e que alcance um maior índice de remoção dos poluentes presentes nas águas residuárias.

O presente trabalho relata experiências obtidas durante a operação de um reator aeróbio construído em escala piloto, operando em bateladas seqüenciais no tratamento de efluentes provenientes de uma indústria de refrigerantes. O objetivo principal foi o de diminuir gradualmente o tempo de aeração de forma a alcançar níveis ótimos de remoção de matéria orgânica e nitrogênio para as condições de operação do sistema, assim como identificar a morfologia dos microrganismos presentes.

A concepção do sistema foi baseada na versatilidade dessas unidades, que permite realizar a remoção de matéria orgânica e nitrogênio em apenas um reator por meio de aeração intermitente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Efluente Industrial

O despejo líquido utilizado no sistema foi proveniente de uma indústria de refrigerantes. A coleta do efluente era realizada no medidor Parshall de entrada do sistema de tratamento da indústria, a jusante da grade e da caixa de areia da estação de tratamento.

Tabela 1 representa as características do efluente industrial. Esses dados foram obtidos de um relatório emitido pela indústria.

Tabela 1 – Resultados das análises de alguns parâmetros do efluente bruto

Parâmetros	Valores
Temperatura	25°C
OD	1,0 mg/L
DQO média	1253,8 mg/L
pH	9,0 – 11,0
Sólidos Totais	5,6 mg/L
Nitrogênio amoniacal	Não detectado

Como o N-Amóniacal não foi detectado, o mesmo teve de ser introduzido no afluente ao reator por meio de uma solução de sulfato de amônia de forma a obter no líquido uma concentração de 100 mg/L, baseando-se na relação C: N igual a 100: 5, recomendada por Von Sperling (2002) como a mais indicada para fornecer ao meio os nutrientes necessários para o desenvolvimento da biomassa.

2.2 Descrição do Reator Sequencial por Batelada

O sistema foi composto por um reservatório (reator) onde se introduzia o despejo bruto homogeneizado. Esse reator foi provido de difusores alimentados por um soprador de ar com potência de $\frac{1}{2}$ HP cuja vazão permitiu atender às necessidades da biomassa aeróbia para remoção de matéria orgânica e a nitrificação. Ao mesmo tempo, a aeração no reator permitiu a mistura completa do líquido durante a fase de reação aeróbia. O sistema também possuía um agitador mecânico de eixo vertical que permitia a mistura da biomassa na etapa em que o compressor encontrava-se desligado (etapa anóxica).

O reator era constituído por um compartimento de base quadrada, construído em vidro, com lado igual a 0,4 m e altura total igual a 0,5 m, contando com volume útil de aproximadamente 45 litros. Possuía também saídas em uma das paredes laterais para efetuar a retirada de diferentes volumes de efluente tratado. A Figura 1 mostra um esquema do sistema de tratamento.

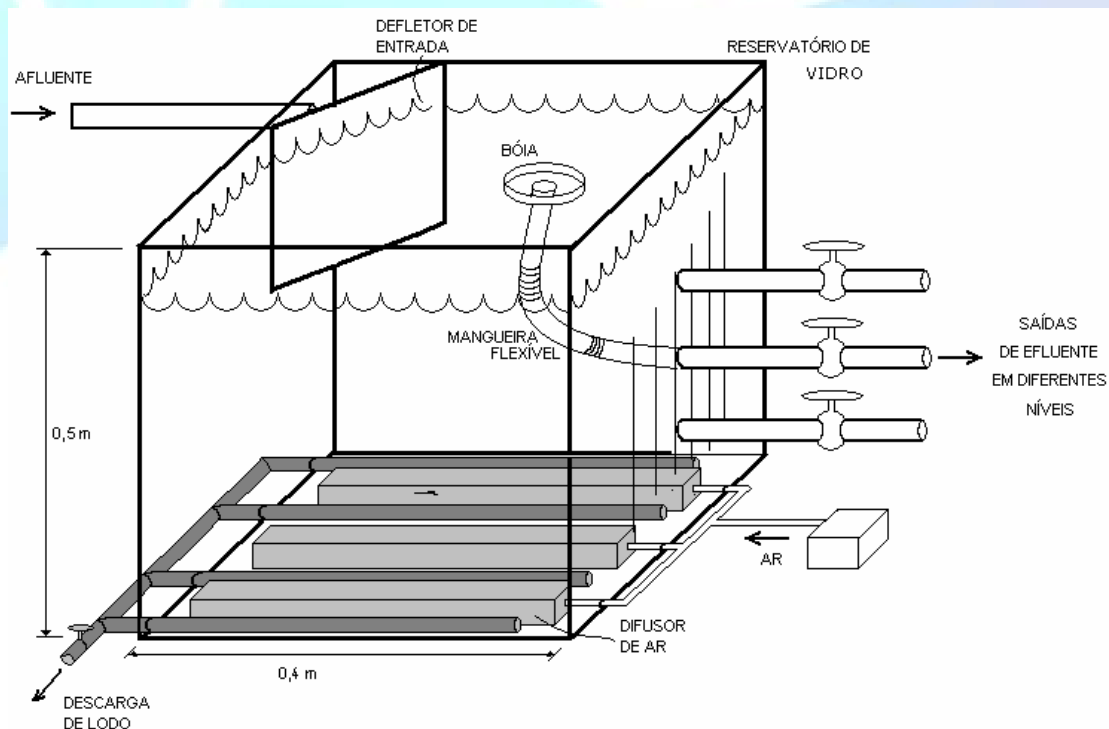


Figura 1. Esquema do reator sequencial por batelada

2.3 Operação do Sistema

Antes da partida do reator, o reator foi inoculado com 5 litros de lodo proveniente de um reator UASB, sendo este aclimatado para condições aeróbias e adaptado ao novo sistema e substrato. A etapa de aclimação transcorreu durante dois meses.

A aclimação de lodo anaeróbio para condições aeróbias foi utilizada por Cuba (2008) e Nocko (2008) em decorrência da sua disponibilidade como inóculo e da sua capacidade de adaptação para o funcionamento em condições aeróbias.

Depois do período de aclimação o volume de lodo a ser retido no sistema foi fixado em 30 litros, sendo que todas as células produzidas em excesso eram descartadas do reator no final das bateladas.

Com o lodo já aclimatado, deu-se início ao estudo em si. O período de operação foi dividido em seis fases, cada uma com tempo de ciclo distinto. A Tabela 2 e a Figura 2 ilustram as seis fases testadas.

Tabela 2 - Fases de operação do sistema e variação dos tempos de aeração.

Fase	Tempo de aeração (h)	Tempo de agitação (h)	Tempo de sedimentação (h)
I	12	3	3
II	10	3	3
III	8	3	3
IV	6	3	3
V	4	3	3
VI	2	3	3

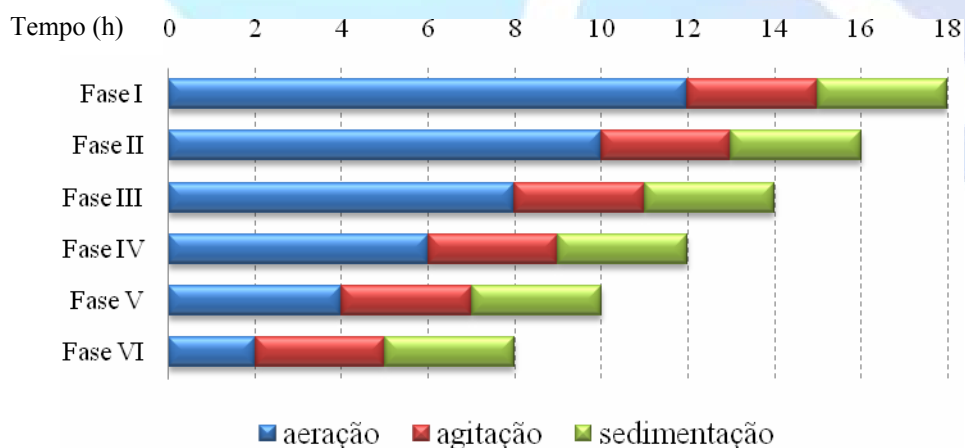


Figura 2. Ciclos testados

Na Fase I a etapa inicial de reação aeróbia teve um tempo de aeração de 12 horas, tempo que foi gradualmente reduzido para 10, 8, 6, 4 e 2 horas nas fases posteriores, a fim de se obter o menor tempo de aeração que permita maior remoção de matéria orgânica e nitrogênio.

Posteriormente, iniciou-se a etapa anóxica. Essa etapa foi caracterizada pela interrupção da aeração e aplicação de mistura por meio de um agitador mecânico. A agitação tinha o objetivo de favorecer o contato entre as células e o líquido durante a conversão do nitrato produzido na fase de aeração, em nitrogênio gasoso, e a posterior liberação deste para a atmosfera. A etapa anóxica teve um tempo constante de 3 horas.

Em seguida, o reator passou para a etapa de sedimentação. Essa etapa foi caracterizada pelo repouso do líquido e teve um tempo constante de 3 horas.

Após essa etapa, a retirada do sobrenadante tratado foi realizada desde a superfície do reservatório por meio das saídas laterais ou com um auxílio de uma mangueira flexível. Para facilitar no descarte de lodo e retirada do efluente, três saídas em níveis estavam disponíveis na parede lateral do reator.

As amostras para análises físico-químicas foram retiradas da superfície do líquido já decantado.

2.4 Monitoramento

O monitoramento do sistema foi realizado a partir da caracterização do afluente bruto e do efluente tratado, de forma a verificar sua qualidade em relação à DQO, nitrogênio amoniacal e nitrato.

As análises foram realizadas com frequência semanal. Amostras do afluente bruto e do efluente tratado foram analisadas em triplicata.

A metodologia para análises físico-químicas será baseada nos procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA,1998).

Com o objetivo de visualizar os microrganismos presentes no lodo foi utilizado um microscópio óptico do Laboratório de Microscopia situado no Departamento de Física, Química e Biologia da UNESP. Para a captura das imagens, foram utilizados os softwares Pro Series Capture 128 (para manipular a câmera que recebe a imagem do microscópio e a envia ao computador), Stage-Pro (que permite manipular o microscópio automaticamente) e o programa Stage Controller – Acquire (onde se define a área do detector para a varredura automática do mesmo). As análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) utilizaram o microscópio LEO – 440 DSM – 9601, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, em São Carlos. A técnica utilizada para as análises de MEV foi a adaptada para biofilme por Araújo (1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Microscopia do Lodo

As Figuras 3 e 4 obtidas no microscópio óptico estão apresentadas a seguir. Na Figura 3, nota-se uma estrutura filamentosa característica de fungos. Pode-se observar também a presença de bactérias do tipo cocos e bacilos.

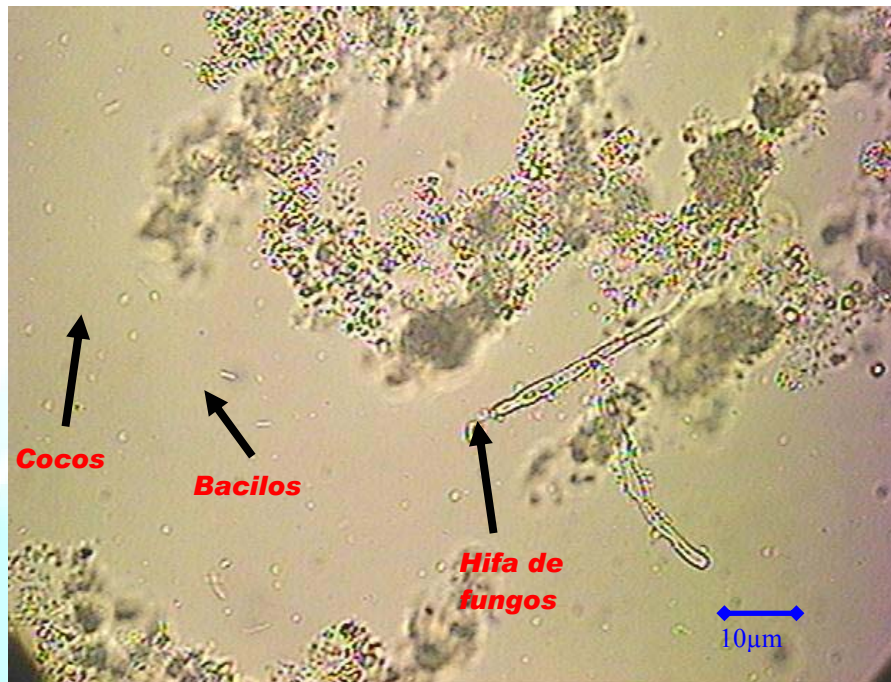


Figura 3. Microrganismos presentes no lodo: estruturas semelhantes a uma hifa de fungos, bacilos e cocos (aumento de 1000 vezes)

Essas estruturas são típicas de bactérias aeróbias. Algumas bactérias nitrificantes e desnitrificantes possuem estruturas em cocos e bacilos, porém não foi realizada uma identificação mais precisa para distinguir os tipos de bactérias.

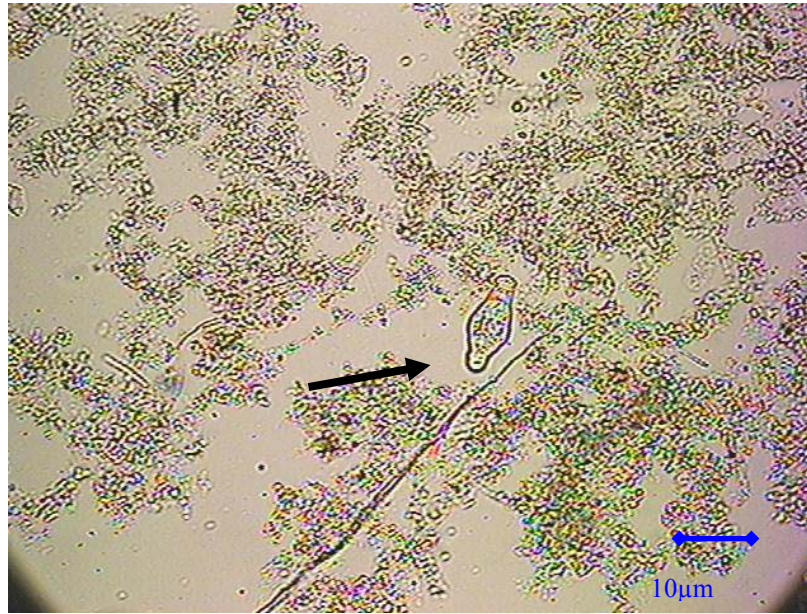


Figura 4. Microrganismos presentes no lodo: estrutura semelhante a um cisto de protozoário (aumento de 1000 vezes)

A estrutura filamentosa representada é semelhante a leveduras que cresceram em forma de hifa. A levedura é um microrganismo anaeróbico facultativo que em condições de estresse (como por exemplo, em um ambiente aeróbico), ela cresce em forma de hifas.

Duas amostras de lodo foram enviadas para a USP em São Carlos para que fossem realizadas análises de microscopia eletrônica de varredura. A Figura 5 mostra os resultados da análise.

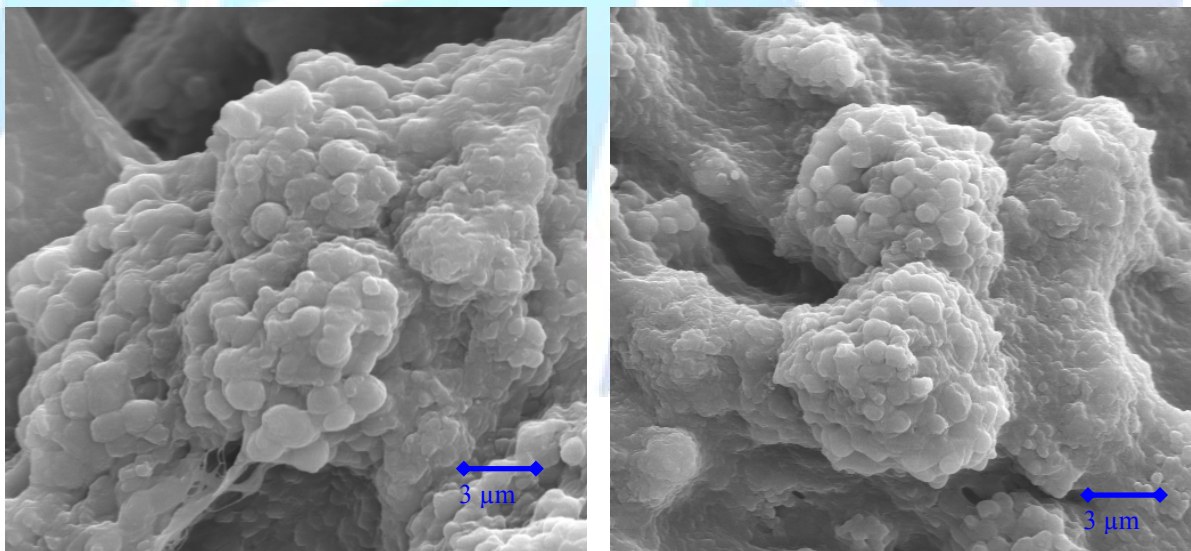


Figura 5. Células de lodo observadas em microscopia eletrônica de varredura: cocos (aumento de 3000 vezes).

Trata-se de estruturas semelhantes à de bactérias do tipo cocos. Esse tipo de morfologia também foi encontrado na pesquisa realizada por Mendonça (2002), que pesquisou os diversos tipos de microrganismos presentes em lodos ativados.

Com esses resultados, observou-se uma adaptação do lodo que era inicialmente anaeróbico para um lodo aeróbico, observado pelas estruturas encontradas nas análises microscópicas realizadas.

3.2 Operação do Sistema

Temps e Pawlowsky (2000) reportaram entre os resultados alcançados durante a operação de um reator de lodos ativados operando em batelada, remoção de 98% de DQO com tempo de ciclo de 24 horas, 22 das quais eram destinadas à aeração de um despejo proveniente de uma indústria de refrigerantes. Mesmo não tendo sido a redução do tempo de aeração o objetivo principal desse trabalho, é notável a possibilidade de otimização do período de aeração com o intuito de reduzir o tempo total de ciclo, o que permitiria a introdução de uma fase anóxica para efetuar a desnitrificação do líquido.

Cruz (2007) utilizou um sistema de quatro reatores aeróbios operando em série no tratamento de efluentes de uma indústria de refrigerantes e cerveja. Utilizando biomassa imobilizada em argila expandida o sistema removeu 58,7% da DQO afluente em um tempo de detenção de 2 horas. Limitações do sistema relacionadas com a deficiência na transferência de oxigênio e tempos de detenção reduzidos foram traduzidas na baixa eficiência relatada. A autora não reporta ocorrência de nitrificação ou desnitrificação no sistema.

Santos et al (2007) estudaram o desempenho de um sistema de tratamento combinado em escala real, constituído de um reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), seguido de lagoa aerada e lagoa de polimento, aplicado ao tratamento de despejos líquidos gerados em uma indústria de refrigerante. A remoção de DQO obtida no reator UASB foi de 72%. A quantidade de biomassa ativa no reator UASB corresponde a 2217 kg SVT. (Sólidos Voláteis Totais) O efluente final do sistema apresentou remoção de 95%. Apesar de não ter sido reportado pelos autores, à presença de um tanque de equalização a montante dos reatores biológicos aliada a uma elevada concentração de biomassa justifica as eficiências alcançadas.

Kalyuzhnyi, Valadez Saucedo, Rodriguez Martinez (1997) estudaram a eficiência de dois reatores em escala de laboratório no tratamento de efluentes de indústria de refrigerante sendo um deles do tipo UASB e o outro um reator híbrido com biomassa imobilizada na parte superior, 80% da DQO foi removida em ambos os reatores operando em pH da ordem de 11 em tempo de detenção hidráulica de 1 dia. Operação com valores de pH maiores a 11 levou à falência por choque alcalino. A recuperação dos reatores levou 1,5 a 2 meses. Devido ao baixo conteúdo de nitrogênio foi adicionado ao despejo 0,5 g/L de NH_4Cl .

No sistema objeto do presente trabalho, a remoção de DQO está representada na Tabela 3. Para todas as fases testadas, os tempos de agitação e de sedimentação

foram mantidos constantes e iguais há 3 horas. Mesmo considerando a grande variação de DQO no efluente bruto, é possível observar que há remoção de DQO superior a 81 % em todos os ciclos superando os resultados alcançados nas referências citadas (CRUZ 2007; REDZWAN e BANKS, 2007; SANTOS et al, 2007 e KALYUZHNYI et al, 1996). A maior eficiência obtida no estudo foi na Fase V, apresentando um valor de 89,8%.

Tabela 3 - Eficiência de remoção de DQO em cada fase

Fases	Tempo de ciclo	Eficiência de remoção
Fase I	18 horas	87,8%
Fase II	16 horas	89,1%
Fase III	14 horas	85,3%
Fase IV	12 horas	86,4%
Fase V	10 horas	89,8%
Fase VI	8 horas	81,4%

Os resultados obtidos mostraram que os tempos de ciclos testados nas Fases I e II foram suficientes para se obter remoções de DQO de 87,8 e 89,1%, respectivamente. Entretanto, se trata de ciclos de considerável duração (18 e 16 horas respectivamente) passíveis de terem sua duração reduzida de forma a não ocasionar consumo de energia desnecessário, uma vez que ciclos com tempos menores são tão eficientes quanto os das Fases I e II. Sendo assim, o estudo da remoção de nitrogênio foi desenvolvido a partir das Fases III, IV, V e VI, visando à obtenção de um menor ciclo com uma maior eficiência.

Como a estratégia de operação foi baseada na otimização da remoção de DQO para posteriormente otimizar a nitrificação e a desnitrificação, para verificar a eficiência de remoção de nitrogênio, foram realizadas análises de nitrogênio amoniacal e nitrato para as Fases III, IV, V e VI. Esses resultados, junto aos obtidos para a remoção de matéria orgânica na forma de DQO, estão representados na Figura 6.

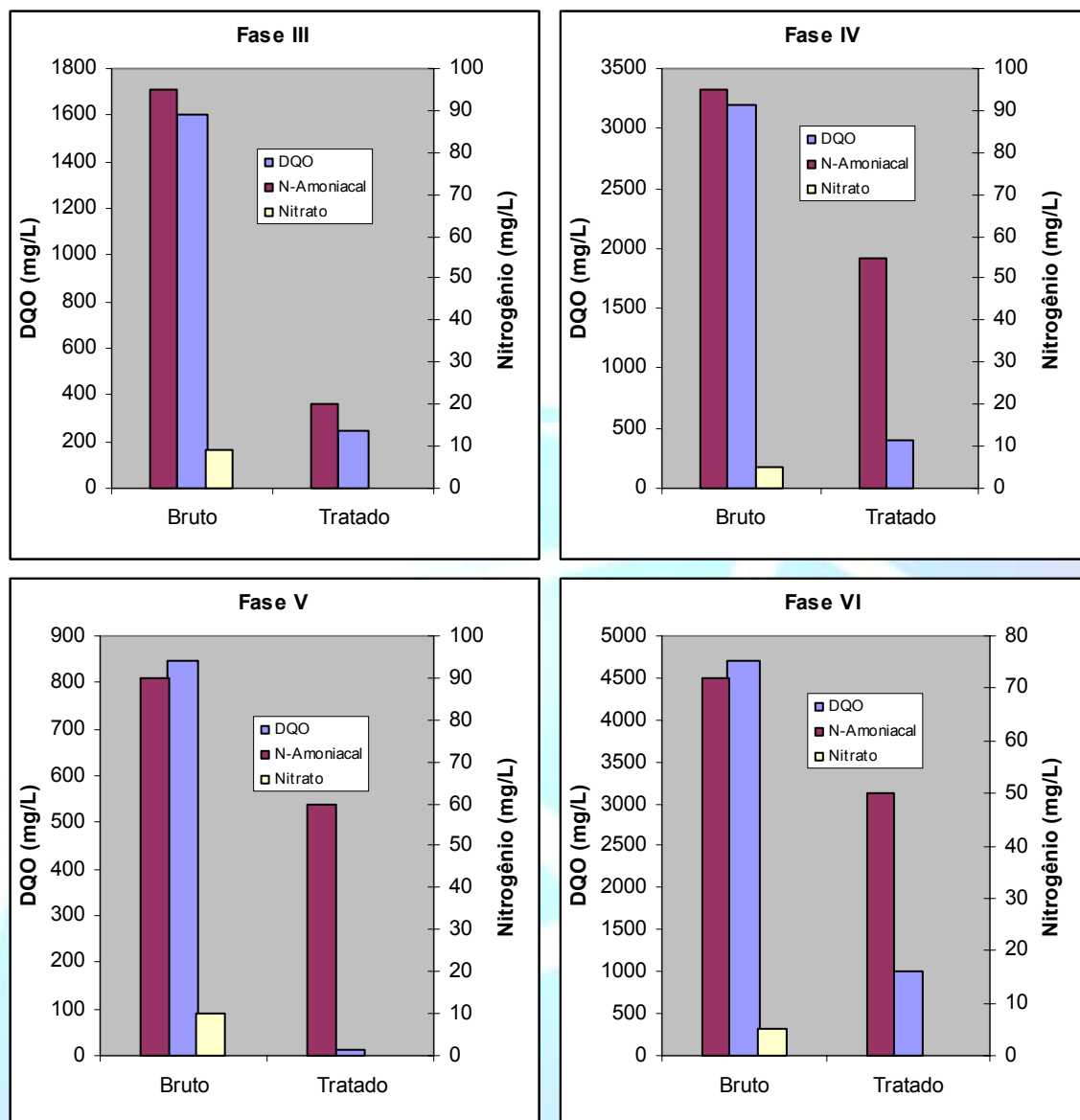


Figura 6. Remoção de DQO, nitrogênio amoniacal e nitrato para as Fases III, IV, V e VI

É observado que, para as quatro fases analisadas, a variação da DQO obedece a um mesmo padrão, alcançando percentuais de remoção entre 80 e 90%. Já no caso da amônia, a remoção é maior à medida que o tempo de aeração aumenta, representado pela Fase III. Esse fato é coerente com a conclusão de Iamamoto (2006), que ressalta que as maiores eficiências de remoção de nitrogênio foram obtidas quando se aplicou maiores períodos aeróbios.

Em todas as fases, não foram encontradas concentração de nitrato no efluente tratado, o que indica que houve a completa desnitrificação do nitrogênio.

A porcentagem de remoção de amônia e nitrato para as quatro fases testadas está representada na Tabela 4. O ciclo que apresentou maior remoção de amônia foi o de 14 horas, alcançando um percentual de 78%. O menor ciclo testado teve uma remoção de 30,77%. Entretanto apesar do menor ciclo apresentar baixa eficiência de remoção de amônia, vale ressaltar que a concentração de nitrogênio amoniacal no

efluente bruto era alta, variando entre 70 e 100 mg/L. Sendo assim, mesmo com o menor ciclo, verificou-se a remoção de 22,4 mg/L de amônia, que pode ser considerado uma carga elevada de amônia removida, uma vez que efluentes sanitários apresentam tipicamente uma concentração de amônia de aproximadamente 30 mg/L (VON SPERLING, 2005).

Tabela 4 – Eficiência de remoção de amônia para as fases testadas

Fases	Tempo de ciclo	Eficiência de remoção	
		Amônia	Nitrato
Fase III	14 horas	78,79%	100%
Fase IV	12 horas	41,18%	100%
Fase V	10 horas	35,94%	100%
Fase VI	8 horas	30,77%	100%

Analisando os resultados apresentados, verificou-se que apesar da baixa variabilidade nos resultados com relação à eficiência em todos os ciclos testados em termos de DQO, há uma maior remoção com um período de 4 horas de aeração. Sendo assim, pode-se dizer que os melhores resultados para o sistema investigado foram obtidos com o ciclo de 10 horas, sendo que são 4 horas de aeração, 3 horas de agitação e 3 horas de sedimentação. Com relação ao nitrogênio, a fase que apresentou uma maior eficiência foi a Fase III. O ciclo de 10 horas apresentou baixo percentual de remoção de amônia (valor de remoção de 35,94 %), porém em termos absolutos uma alta carga de nitrogênio amoniacal foi removida do despejo bruto.

4. CONCLUSÕES

- Com os resultados obtidos durante a realização do estudo, pode-se concluir que o reator sequencial por batelada mostrou-se um sistema eficiente na remoção de matéria orgânica e nitrogênio (apresentando no tempo de ciclo de 10 horas, eficiência de remoção de N-Amoniacal de 36 % e de DQO igual a 90 %). Além disso, considera-se que sua manutenção e operação durante a pesquisa foi simples.
- Pode ser observada uma grande variação da DQO do afluente utilizado (valores de 248,42 a 4017,81 mg.L⁻¹), explicada devido às variações no processo de produção de uma indústria de refrigerantes. Apesar disso, para as condições testadas, o sistema apresentou um alto desempenho na remoção de matéria orgânica, com percentuais acima de 81% de DQO.
- O ciclo de 10 horas foi mais eficiente dentre as condições investigadas, atingindo um índice de 89,8% de DQO. Já para a remoção de nitrogênio

amoniaco total, a eficiência de remoção foi maior para o maior ciclo testado (14 horas), com um percentual de 78,8%.

- Como foram observados, os microrganismos encontrados nas análises microscópicas foram predominantemente seres aeróbios, característicos de sistemas de lodos ativados.
- Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo que vise otimizar as fases anóxicas e de sedimentação do sistema. Sugere-se também estudar a dosagem ótima de nutrientes (nitrogênio e fósforo) no afluente ao reator biológico de forma a promover maior crescimento de biomassa ativa para remoção de matéria orgânica, e seu efeito sobre a nitrificação e desnitrificação.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do pessoal técnico da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Júlio de Mesquita Filho assim como o financiamento da Fundação para o Desenvolvimento da UNESP – FUNDUNESP.

6. REFERENCIAS

ARAÚJO, J. C. **Acompanhamento da evolução do biofilme e caracterização química e biológica em reator de leito fluidificado tratando esgoto sanitário sintético**. 1995. 223f. São Carlos. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 1995.

APHA-AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: American Public Health Association, AWWA, WPCF, 1998. 1569 p.

CRUZ, J. G. B. **Utilização de reatores microbianos com células imobilizadas no tratamento de efluente de uma indústria de bebidas**. 2007. 70f. Campinas. Tese (Doutorado em Ciência de alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2007.

CUBA, R. M. F. **Utilização de metano como doador de elétrons para remoção de nitrogênio via processo de nitrificação e desnitrificação em reator operado em bateladas seqüenciais**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2008.

IAMAMOTO, C. Y. **Remoção de nitrogênio de águas residuárias com elevada concentração de nitrogênio amoniacal em reator contendo biomassa em**

suspensão operado em batelada seqüenciais e sob aeração intermitente.

2006.139f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2006.

KALYUZHNYI S. V, VALADEZ SAUCEDO J., RODRIGUEZ MARTINEZ J. The Anaerobic Treatment of Soft Drink Wastewater in UASB and Hybrid Reactors. **Appl. Biochem. & Biotech.** Vol. 66, 3, 1997

MENDONÇA, L. C. **Microbiologia e cinética de sistema de lodos ativados como pós-tratamento de efluentes de reator anaeróbio de leito expandido.** 2002.219f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2002.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre**, vol.3, nº 4, out/dez 2002, p. 33-38.

MESQUITA, D. P.; COELHO, M. A. Z.; FERREIRA, E. C. **Efeito do sal no desempenho de um reator batelada seqüencial.** XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Santos - SP, 2006.

NOCKO, L. M. **Remoção de carbono e nitrogênio em reator de leito móvel submetido a aeração intermitente.** 2008.118f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

REDZWAN G., BANKS, C. J., An Evaluation of Soft-drink Wastewater Treatment by Anaerobic Digestion Process. **Malaysian Journal of Science**, v.26, n.1. pp.-42 2007.

SANTOS, A. A.; GOMES, L. A.; SILVA, W. T.; SILVINO, L. A. **Eficiência De Um Sistema De Tratamento Biológico em Série Contendo Reator UASB, Lagoa Aerada e Lagoa de Polimento: Estudo de caso – Indústria de Refrigerante.** IN: 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte – MG, 2007.

TEMPS, C. A. W.; PAWLOWSKY, U. **Lodo Ativado Sequencial para Tratamento de Despejos de Indústrias de Refrigerantes.** IN: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS, 2000.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: RIMA, Ite, 2003. 251p.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**. vol. 4. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 2002. 428p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 2005. 452p.

Manuscrito recebido em:28/06/2008
Revisado e Aceito em:30/11/2009

