

II-428 – AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE REATORES EM BATELADAS SEQUENCIAIS (RBS), EM ESCALA REAL, VISANDO O TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Heloísa Fernandes⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela UFSC. Doutoranda em Engenharia Ambiental na UFSC.

Thiago Albuquerque Algayer

Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Heike Hoffman

Microbióloga pela Universidade Greifswald/ Alemanha, Doutora em Ecologia pela Universidade Rostock/Alemanha, Pós-doutorado na UFSC (DAAD), Rotária do Brasil Ltda.

Rejane Helena Ribeiro da Costa

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba, Mestre em Hidráulica e Saneamento EESC-USP - São Carlos – SP, Doutora pelo Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (INSA), França. Pós Doutora pela Université Montpellier I, UM I, França. Professora Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC.

Endereço⁽¹⁾: R. Professor Milton Sullivan, 164. Apto. 02- Florianópolis - SC - CEP: 88040-620 - Brasil - Tel: (48) -3721-7743 - e-mail: lola_sc@hotmail.com

RESUMO

Este estudo descreve o perfil de funcionamento de duas estações de tratamento de esgoto composto por Reatores em Bateladas Sequenciais (RBS), em escala real, localizados em dois condomínios residenciais da cidade de Florianópolis. A fim de avaliar o desempenho dos reatores quando operados sob condições de baixa aeração, bem como avaliar a diversidade microbiana presente, os reatores (R1 e R2) foram monitorados por dois meses e operados em ciclos sucessivos de 8 horas, com 3 etapas de alimentação ao longo do ciclo (escalonado). Parâmetros físico-químicos também foram avaliados e a diversidade bacteriana determinada por meio de microscopia óptica e ensaios respirométricos. Constatou-se que ambos os reatores recebem elevada carga orgânica e amoniacal, sendo os valores de maior remoção para o Reator 1, referentes às variáveis DQO total, DQO filtrada, NTK e Amônia, representadas por 52%, 85%, 74% e 92%, respectivamente. Para o Reator 2 houve remoção apenas das variáveis DQO total e DQO filtrada (66% e 63%, respectivamente). Os ensaios respirométricos apresentaram para a biomassa heterotrófica (XH) presente no R1 valores de 188,11 mg DQO total/L (94,78% do total da biomassa ativa) enquanto R2 apresentou 78,46 mg DQO total /L (98,68% do total de biomassa ativa). A biomassa ativa autotrófica (XA) foi de 10,35 mg DQO total /L para o Reator 1 (5,22% do total de biomassa ativa) e para o Reator 2 de 1,05 mg DQO total /L (1,32% da biomassa ativa). As análises microscópicas revelaram no Reator 1 a presença de flocos de lodo altamente concentrado, compactados e bem formados, com alta diversidade e poucas bactérias filamentosas. Dentre os grupos recorrentes cita-se *Euglypha* sp., *Rotatoria* sp., cistos de *Vorticella* sp., *Epistylis* sp. e numerosos zooflagelados. Para o Reator 2, no entanto, foi observado um lodo com baixa diversidade microbiana, com presença algumas bactérias e fungos filamentosos, bem como bactérias do tipo *Zooglea* e *Beggiatoa*.

PALAVRAS-CHAVE: Reatores em Bateladas Sequenciais, Esgoto Doméstico, Respirometria, Avaliação Microbiológica.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a preocupação com o cumprimento das normas de descarga de efluentes domésticos, visando melhorias do tratamento e minimização dos impactos ambientais, tem-se apresentado cada vez maior. Desta forma, estudos que possibilitem o controle da eficiência do sistema, viabilidade econômica e que produzam efluentes com satisfatória qualidade físico-química, visando atender as legislações ambientais vigentes, tornam-se relevantes. Neste contexto, o tratamento descentralizado tem sido apresentado como uma excelente alternativa para a população urbana de pequeno porte, uma vez que enfatizam a redução da extensão da rede de esgotos, buscando oportunidades que melhor se adaptam à realidade local, com o mesmo grau de eficiência nos aspectos sanitários e ecológicos (Philippi, 2007).

Dentre as tecnologias de tratamento utilizadas em sistemas descentralizados, os Reatores em Bateladas Sequenciais (RBS) vem se apresentando com uma série de vantagens por ser um sistema flexível, seu funcionamento pode apresentar ciclos adaptados às necessidades de eficiência de tratamento, à vazão de esgoto e da carga orgânica afluyente, redução do tamanho das unidades, menor produção de lodo e menor consumo de energia. Além disso, esses sistemas apresentam-se como um tratamento de alta eficiência no consumo de matéria orgânica, principalmente na remoção de nutrientes (Coelho et al., 2000). Outra vantagem está no fato de serem instalações mais compactas, possibilitando a inserção destes em um ambiente urbano, com impacto relativamente baixo e, acima de tudo, altamente resistente a cargas de choque, temperatura e toxicidade, permitindo continuar a adaptar os ciclos de acordo com as necessidades de tratamento de esgoto descarga total, orgânica e consumo de energia (Orhon & Artan, 2005).

Nestes reatores utiliza-se um curso de operação padrão, composto por 5 (cinco) fases (enchimento, reação, decantação, retirada e repouso). Lin e Jing (2001) sugerem ainda a utilização de RBS com “enchimento escalonado” (*step-feed*), que proporciona um efluente de melhor qualidade, com maior remoção do nitrogênio total (NT) comparativamente ao processo com um único enchimento. Todo o ciclo de operação ocorre em uma mesma unidade, através dos ciclos sequenciais intermitentes de aeração e não aeração, possibilitando a oxidação da matéria carbonácea, a remoção de nutrientes e a separação sólido/líquido por sedimentação (Sousa & Foresti, 2001).

Nos processos biológicos de tratamento, tais como os RBS, forma-se um ambiente favorável ao crescimento maximizado das células microbianas, responsáveis pela reciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes (Jenkins, 2007). As células microbianas se apresentam agregadas a outras partículas formando flocos biológicos. O floco desempenha um papel fundamental no processo de remoção da matéria orgânica apresentando-se como uma estrutura heterogênea, contendo material orgânico adsorvido, material inerte dos esgotos, material microbiano produzido para a matriz, células vivas e mortas (Von Sperling, 2005). Sua comunidade microbiana é bastante diversa, formada por bactérias, protozoários, pequenos metazoários, rotíferos, nematódeas, anelídeos e larvas de insetos (Juretschko et al., 2002). Esta composição diversa da microfauna do lodo revela uma tendência dos processos de lodos ativados, quanto à eficiência na remoção de DBO₅ e sólidos suspensos (SS); nas condições de sedimentação do lodo; nível de aeração empregado; toxicidade; além de indicar a ocorrência de sobrecargas orgânicas e nitrificação (Hoffmann et al., 2007).

O conhecimento da comunidade biológica envolvida nas etapas do tratamento dentro do reator, associada ao monitoramento dos parâmetros físico-químicos, tais como oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade e concentração de sólidos, torna-se essencial para a manutenção da qualidade do efluente tratado. Além disso, a determinação da atividade da biomassa a partir da resposta das populações de microrganismos apresenta-se como importante parâmetro para o monitoramento da eficiência destes processos de tratamento (McNicholl et al., 2007). Diversos métodos são utilizados para estimar a atividade da biomassa, sendo a respirometria um método simples, eficaz e rápido, amplamente utilizado (Weiss et al., 1999). Partindo-se deste contexto o presente trabalho objetiva investigar o desempenho de dois sistemas de tratamento de esgoto doméstico, formado por reatores em bateladas sequenciais (RBS), em escala real, de dois condomínios residenciais, situados na cidade de Florianópolis, correlacionando a diversidade microbiana presente às variáveis físico-químicas monitoradas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e Descrição dos Sistemas de Tratamento

Os reatores em bateladas sequenciais (RBS) utilizados neste estudo são componentes das Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários, de dois diferentes condomínios residenciais, localizados nos bairros João Paulo (Reator 1) e Itacorubi (Reator 2), da cidade de Florianópolis/SC. Projetados para atender diferentes demandas populacionais (Tabela 1), os sistemas foram desenvolvidos (e também operados) pela empresa Rotária do Brasil Ltda., de acordo com as normativas, determinações e padrões de qualidade exigidos para o lançamento de efluentes em corpos d'água, conforme a Resolução CONAMA n° 357/2005 e o Decreto Municipal n° 077/96 de Florianópolis/SC. O Reator 1 encontra-se em operação desde 2005 e o Reator 2 desde 2007.

Os reatores são alimentados com os esgotos sanitários provenientes dos respectivos condomínios residenciais, os quais entram no reator de forma descontínua (escalonada), após serem bombeados da câmara de equalização (última das câmaras componentes do tratamento preliminar).

Tabela 1: Dados adotados no projeto nas diferentes ETEs.

	Reator 1	Reator 2
Tipo Ocupação	Residencial	Residencial (83%) Comercial (17%)
População Total	840	440
Consumo Per Capita	200 L/hab.dia	119L/hab.dia (Residencial=130 L/hab.dia Comercial=50 L/pes./dia)
Vazão Média Diária de Esgoto	141,12 m³/dia	54,98 m³/dia

Na Figura 1 estão apresentados os reatores 1 e 2 componentes de cada sistema, e na Tabela 2 são apresentadas suas principais características físicas.

**Figura 1: Reatores RBS em escala real, utilizados para tratamento biológico de esgoto sanitário.**

Nestes reatores, a aeração artificial define o início dos processos de nitrificação. Esta aeração é realizada por meio de um sistema composto por compressores de ar, que enviam o ar comprimido para o interior do reator, passando por uma membrana de bolhas finas. Desta forma, os reatores foram operados através de ciclos de 8 horas, distribuídas nas seguintes fases: enchimento (1h), anóxica (3h), aeróbia (3h) e retirada (1h).

Tabela 1: Características físicas dos reatores componentes de cada sistema de tratamento.

Características	Reator 1	Reator 2
Altura (m)	4,2	3,8
Largura (m)	4,5	3,0
Comprimento (m)	11,15	7,0
Volume total (m³)	155	60
Teor de SST (alta carga)	3	2,5

Amostragem e Monitoramento

As amostras foram realizadas semanalmente (entre os meses de maio e junho de 2010), totalizando 3 semanas para cada Estação. Os pontos determinados para a coleta, em cada sistema de tratamento, foram: 1) câmara de equalização (para a análise do afluente bruto); 2) ponto central de cada reator, para o acompanhamento de cada fase (hora em hora) do tratamento biológico e 3) saída do sistema (para avaliação do efluente tratado). As variáveis físico-químicas analisadas seguiram a metodologia do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), sendo estas: alcalinidade, Demanda Química de Oxigênio total e solúvel (DQO total e solúvel), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e série de sólidos. As variáveis temperatura (°C), pH, Oxigênio Dissolvido (OD) em mg/L, Potencial Redox (ORP) em mV, Condutividade em mS/cm foram medidas *in situ*, utilizando-se uma sonda multiparâmetros YSI 6600. Através de cromatografia iônica (DIONEX DX 120) foram analisados: fosfatos (P-PO₄⁻²), acetato, nitritos (N-NO₂⁻), nitratos (N-NO₃⁻), cloretos e sulfatos. Para a identificação da diversidade microbológica, foi utilizada microscopia óptica binocular (modelo BX-41 - Olympus) e microscópio invertido (modelo XDS - 1 - Bioval), com as amostras frescas e/ou preservadas em refrigerador. Testes respirométricos foram também realizados de acordo com a metodologia descrita por Wolff e colaboradores (2003), objetivando obter: a respiração endógena (TCO_{end}); consumo de oxigênio durante a nitrificação (TCOA), sem fonte de carbono, após a adição de substrato específico para as bactérias autotróficas; e a respiração exógena (TCO_H) com adição de fonte de carbono (substrato para as bactérias heterotróficas), após a adição de um inibidor seletivo da

nitrificação com Allylthiourea (ATU). O respirômetro era composto por uma unidade respirométrica fechada (erlenmeyer) com capacidade de 1 L. A amostra (940 mL do “licor misto” coletado no interior do reator durante a fase aeróbia) foi mantida com aeração e agitação constantes, por meio de uma bomba de aquário e de um agitador magnético. O pH foi mantido entre 7,0 e 7,5. A concentração de oxigênio dissolvido (OD) foi controlada através de um oxímetro até a estabilização do eletrodo de OD, quando então a aeração era desligada até a queda de 1-2 mg/L de concentração de OD. Em seguida, a aeração era ligada novamente até a estabilização do OD na amostra. Então foram construídos respirogramas com o ajuste da melhor reta e utilizando o coeficiente angular da mesma para se obter o valor da velocidade de respiração celular (TCO), sendo a cada 5 segundos gravados os valores de OD da amostra, para posterior cálculo da velocidade de consumo de oxigênio. A biomassa ativa heterotrófica (BAH) e a biomassa ativa autotrófica (BAA) são calculadas de acordo com o ASM1 – Activated Sludge Model n. 1 (Henze et al., 1987).

RESULTADOS

Os valores de média e desvio-padrão, obtidos nas análises das variáveis físico-químicas, monitoradas no afluente bruto e no efluente final do sistema, de cada estação de tratamento, são apresentadas na Tabela 3. Observa-se pela análise da tabela, que ambos os sistemas de tratamento recebem elevada carga orgânica e amoniacal. Os valores de maior remoção para o para o Sistema 1, referem-se às variáveis DQO total, DQO filtrada, NTK e Amônia, representadas por 52%, 85%, 74% e 92%. No entanto, para o sistema 2, houve remoção apenas das variáveis DQO total e DQO filtrada (66% e 63%, respectivamente), não havendo remoção de NTK e Amônia.

Tabela 3: Valores de média \pm desvio padrão, obtidos no afluente bruto e no efluente final (saída) dos Reatores 1 e 2.

Variáveis	Reator 1		Reator 2	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Temperatura (°C)	21,5 \pm 0,01	23,3 \pm 0,05	23,9 \pm 0,5	25,4 \pm 0,1
OD (mg/L)	0,5 \pm 0,1	0,4 \pm 0,08	0,1 \pm 0,07	0,09 \pm 0,02
pH	6,5 \pm 0,03	6,5 \pm 0,02	7,5 \pm 0,01	7,1 \pm 0,01
Condutividade	590 \pm 0,7	423 \pm 2,5	710 \pm 1,4	769 \pm 2,3
Alcalinidade (mg/L)	223 \pm 94	50 \pm 15	226 \pm 19	215 \pm 6
DQO total (mg/L)	689 \pm 282	333 \pm 102	439 \pm 45	151 \pm 11
DQO filtrada (mg/L)	248 \pm 17	37 \pm 3	320 \pm 30	120 \pm 27
NTK (mg/L)	58 \pm 8	15 \pm 2	39 \pm 4	47 \pm 2
Amônia (mg/L)	38 \pm 9	3 \pm 1	40 \pm 2	34 \pm 3
Nitrito (mg/L)	0	0	0	0
Nitrato (mg/L)	3,1 \pm 1,5	15,7 \pm 5	0	0
SST (mg/L)	430 \pm 123	10 \pm 1	-	-

Na avaliação dos reatores ao longo do ciclo (8 horas), observa-se (Figura 2) que o reator 1 apresentou excelente desempenho na remoção de Amônia com valores na entrada entre 31,4 mg/L e 44,8 mg/L (valor médio de 38,08); as etapas de desnitrificação apresentaram valores entre 4,5 mg/L e 7,3 mg/L, (valor médio de 5,6 mg/L); as etapas de nitrificação entre 3,4 mg/L e 7,8 mg/L (média de 4,76 mg/L). O efluente tratado (saída do reator) teve uma concentração média de 3,36 mg/L (variando entre 2,2 e 4,5 mg/L) estando desta forma abaixo de 20 mg/L, atendendo a Resolução n° 357/05 do CONAMA para lançamentos de efluentes em corpos d'água. Quanto ao sistema 2, a mesma eficiência não foi verificada, possivelmente devido à falhas operacionais no aerador, o qual apresentou baixo desempenho de aeração, com valores de OD no reator variando entre 0,6 mg/L e 0,2 mg/L (média de 0,3 mg/L) durante as etapas de nitrificação. Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos ao longo do ciclo em R2, onde observa-se a ineficiência de remoção de amônia, bem como ausência de nitrito e nitrato ao longo de todo processo de tratamento.

Os resultados para os perfis de pH e OD durante o ciclo operacional em R1 e R2 apresentaram para o pH baixa amplitude de variação ao longo do ciclo, em ambos os reatores, com valores entre 6,38 e 6,58 (média de 6,48 para todos os períodos) em R1 e valores entre 7,08 e 6,9 (média de 7,02) para R2. Os valores máximos de pH foram encontrados nos primeiros 60 minutos (média de 7,3 em R1 e 7,52 em R2). Para R1, foram observadas variações na concentração de OD em função da fase anóxica/aeróbia do processo (média de 1,7 mg/L para a fase aeróbia e 0,2 mg/L para a fase anóxica), com valor médio ao longo do ciclo de 0,8 mg/L. Durante a fase anóxica, a concentração média ficou sempre abaixo de 0,5 mg/L, estando de acordo com o recomendado por

Ferreira (2000) como condição ideal para a desnitrificação. No Reator 2, também foi observada variação na concentração de OD em função da fase anóxica/aeróbia do processo porém, devido a ineficiência na aeração registrada nesse período, os valores máximos chegaram apenas a 0,7 mg/L, com mínimo de 0,1 mg/L (média de 0,4 mg/L).

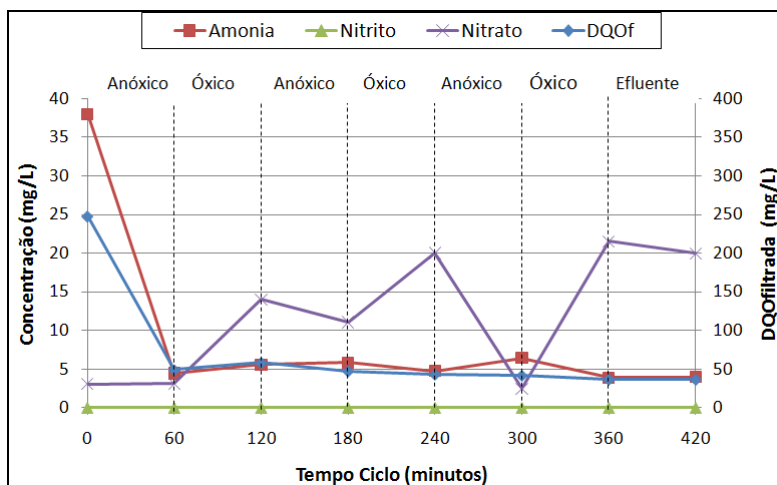


Figura 2: Variação nas concentrações de amônia, nitrito, nitrato e DQO filtrada no reator, ao longo de um ciclo padrão (8 horas) no Reator 1.

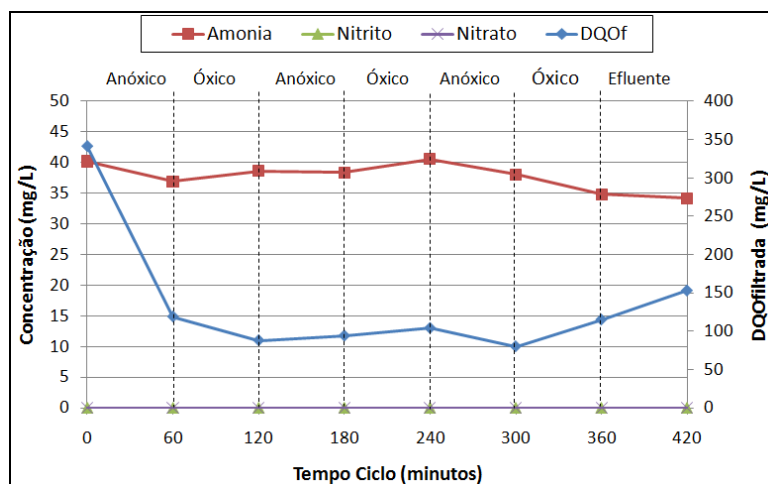


Figura 3: Variação nas concentrações de amônia, nitrito, nitrato e DQO filtrada no reator, ao longo de um ciclo padrão (8 horas) no Reator 2.

Os respirogramas obtidos na determinação da velocidade de consumo de oxigênio dissolvido (TCO) nas três condições: respiração endógena e respiração exógena, em amostras providas de R1 e R2, 24 horas após a coleta, são apresentados nas Figuras 4 e 5. Na Tabela 4 o valor da velocidade de consumo de OD determinado durante a respiração endógena (TCO_{end}) foi subtraído dos valores obtidos posteriormente (TCO_{XA} e TCO_{XH}), a fim de obter o consumo de oxigênio necessário para metabolizar o substrato adicionado.

Pode-se observar pela Tabela 4 que a velocidade de consumo de OD durante a nitrificação apresentou valores máximos para o Reator 1 (5,84) e mínimo para o Reator 2 (0,59) mg O₂/L.h. O mesmo acontece para a respiração exógena, com valores mais elevados de velocidade de consumo de OD no Reator 1 (27,62 mg O₂/L.h) quando comparado ao Reator 2 (11,52 mg O₂/L.h). Costa et al. (2002), utilizando amostras de lodo ativado de um sistema do tipo Bardenpho, obtiveram uma TCO durante a respiração exógena igual a 38,7 mg O₂/L.h, após adição de 170 mg/L de solução de acetato de sódio.

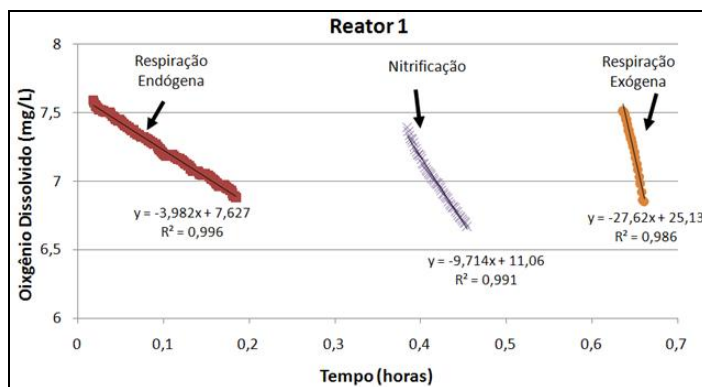


Figura 4: Respirograma obtido para o lodo de R1.

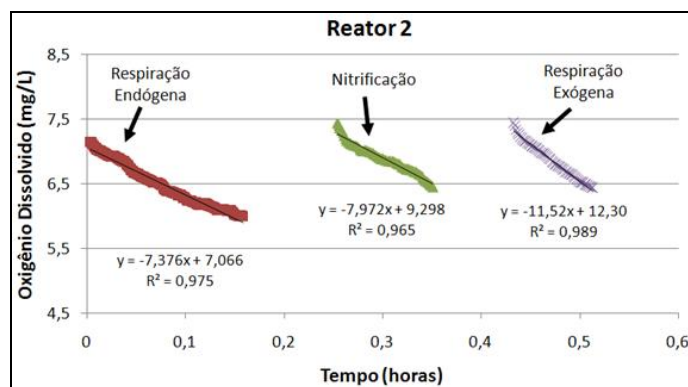


Figura 5: Respirograma obtido para o lodo de R2.

Tabela 4: Resultados de TCO e TCOe dos testes respirométricos.

	Fase	Coefficiente Angular	TCO (mgO ₂ /L.h)	X (gSST/L)	TCOe (mgO ₂ /gSST.h)
Reator 1	Endógena	3,98	3,98	3,03	1,31
	Nitrificação	9,82	5,84	3,03	1,93
	Exógena	27,62	27,62	3,03	9,12
Reator 2	Endógena	7,38	7,38	2,96	2,49
	Nitrificação	7,97	0,59	2,96	0,2
	Exógena	11,52	11,52	2,96	3,89

Quanto à atividade da biomassa heterotrófica (XH) o Reator 1 apresentou concentração de 188,11 mg DQO total/L, representando 94,78% do total de biomassa ativa do sistema enquanto o Reator 2 apresentou 78,46 mg DQO total /L, representando 98,68% do total de biomassa ativa do sistema. A biomassa ativa autotrófica (XA) foi de 10,35 mg DQO total/L para o Reator 1, representando 5,22% do total de biomassa ativa no sistema e para o Reator 2 de 1,05 mg DQO total/L, representando 1,32% da biomassa ativa total no sistema. Os resultados revelaram assim, que a biomassa ativa de ambos os reatores consiste preponderantemente de organismos heterotróficos. Plattes e colaboradores (2007) utilizando ensaios respirométricos para caracterizar a biomassa ativa autotrófica e heterotrófica em um reator biológico de leito móvel, em escala piloto, obtiveram uma concentração de biomassa ativa autotrófica de 49 mg DQO total/L e de heterotrófica de 2230 mg DQO total/L, com 98% da biomassa do sistema formada por bactérias heterotróficas. Wolff e colaboradores (2003) estudando dois reatores híbridos de leito móvel, encontraram elevados valores para a fração de biomassa ativa heterotrófica, chegando a 82% no reator com suporte de polietileno e 74% no reator com plástico reciclado, ambos com idade de lodo de 3 dias.

Quanto às análises microscópicas realizadas nos Reatores, evidenciou-se para R1 a presença de flocos de lodo altamente concentrado, compactados e bem formados, com alta diversidade e poucas bactérias filamentosas, não afetando a sedimentação. Dentre os grupos recorrentes encontrados neste reator cita-se os gêneros *Euglypha* spp., *Rotatoria* sp., cistos de *Vorticella*, *Epistylis* spp. e numerosos Zooflagelados (Figura 6). De

acordo com Hoffmann e colaboradores (2007), esses microrganismos são indicadores da estabilidade biológica, boas condições e purificação além de ocorrência de nitrificação. Para o Reator 2 no entanto, foi observado um lodo com baixa diversidade microbiana, com presença algumas bactérias e fungos filamentosos, bem como bactérias do tipo Zooglea e Begiatoa (Figura 7), indicando baixa oxigenação no meio (Hoffmann et al., 2007).

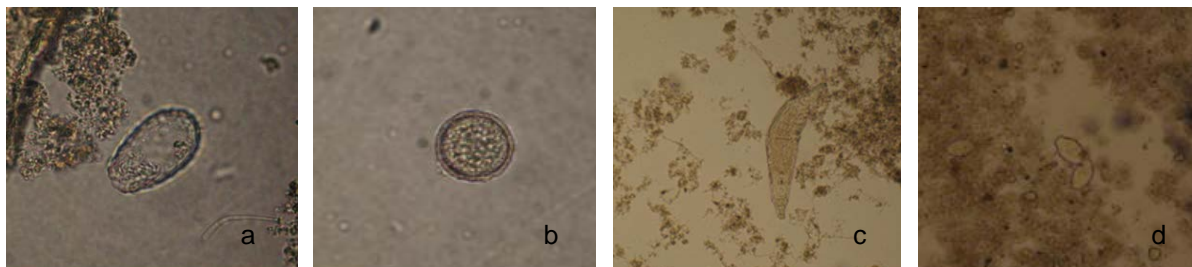


Figura 6: Microrganismos presentes no lodo do RBS A. Microscopia óptica, aumento 400X. a) *Euglypha* spp; b) Cisto de *Vorticella* sp., c) *Rotatoria* sp.e d) *Epistylis* spp.

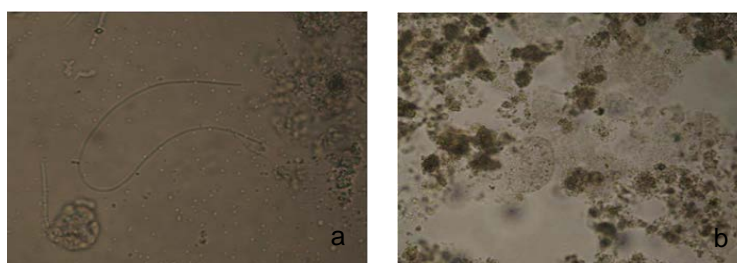


Figura 7: Microrganismos presentes no lodo do RBS 2. Microscopia óptica, aumento 400X. A) *Begiotoa* sp.; B) *Zooglea*.

CONCLUSÕES

Os reatores em bateladas sequenciais em escala real estudados apresentaram-se com comportamentos divergentes. Houve manutenção da temperatura (em torno de 25°C) e alimentação com elevada carga orgânica e amoniacal em ambos os sistemas. Os valores de maior remoção para o reator 1 referem-se às variáveis DQO total, DQO filtrada, NTK e Amônia, representadas por 52%, 85%, 74% e 92%. No entanto, para o reator 2 houve remoção apenas das variáveis DQO total e DQO filtrada (66% e 63%, respectivamente), não havendo remoção de NTK e Amônia, não atendendo desta forma a Resolução nº 357/05 do CONAMA.

Os resultados para os perfis de pH e OD durante o ciclo operacional em R1 e R2 apresentaram, para o pH, baixa amplitude de variação ao longo do ciclo, em ambos os reatores, com valores entre 6,38 e 6,58 em R1 e entre 7,08 e 6,9 em R2. Para R1, foram observadas variações na concentração de OD em função da fase anóxica/aeróbia do processo (média de 1,7 mg/ L para a fase aeróbia e 0,2 mg/L para a fase anóxica). No Reator 2, devido a ineficiência na aeração registrada nesse período, os valores máximos de OD chegaram apenas a 0,7 mg/L.

Quanto à atividade da biomassa heterotrófica (XH) o Reator 1 apresentou 94,78% do total de biomassa ativa do sistema enquanto o Reator 2 apresentou 98,68%; para a biomassa ativa autotrófica (XA) o Reator 1, apresentou 5,22% do total de biomassa ativa e o Reator 2 1,32%.

As análises microbiológicas revelaram, para o Reator 1, alta diversidade em flocos compactos, formados por microrganismos dos gêneros: *Euglypha* sp., *Rotatoria* sp., *Vorticella* sp. e *Epistylis* sp., além de numerosos Zooflagelados. No Reator 2, as análises apresentaram lodo com baixa diversidade, com presença de bactérias e fungos filamentosas, indicando baixa oxigenação no meio, bem como bactérias do tipo Zooglea e Begiotoa.

Desta forma, observa-se que o Reator 2 necessita de melhorias para que se alcance a satisfatória eficiência de remoção das principais variáveis de monitoramento. Para isso, algumas modificações já foram propostas para esta estação de tratamento, dentre as quais a mais importante inicialmente, que se refere ao ajuste da concentração de oxigênio dissolvido durante a etapa aeróbia do processo biológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21th Ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
2. ARTAN, N.; ORHON, D. Mechanism and design of sequencing batch reactors for nutrient removal. In: IWA Publishing. 99 p. Scientific and Technical Report, n. 19, 2005.
3. COELHO, M. A. Z.; RUSSO, C.; ARAÚJO, O. Q. F. Optimization of a Sequencing Batch Reactor for Biological Nitrogen Removal. *Water Research*, 34(10): 2809- 2817, 2000.
4. COSTA, A. G.; FERREIRA, A. F.; GUIMARÃES, P.; CATUNDA, S. Y. C.; Van HAANDEL, A. Respirometria aplicada no sistema de lodo ativado. Influência de interrupções da oxigenação sobre a viabilidade e atividade de lodo ativado. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2002.
5. FERREIRA, E. S. Cinética química e fundamentos dos processos de nitrificação e desnitrificação biológica. Em: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais-ABES, Porto Alegre, 2000.
6. HENZE, M.; GRADY, C.P.L.; GUJER, W.; MARAIS, G.V.R.; MATSUO, T. Activated sludge Model No 1. IAWPRC Scientific and Technical Reports No 1. London UK. 1987.
7. HOFFMANN, H; COSTA; T.B.; WOLFF; D.B.; PLATZER, C. e COSTA, R.H.R. The Potential of Denitrification for the Stabilization of Activated Sludge Processes Affected by Low Alkalinity Problems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. V. 50, n. 2 : pp. 329-337. 2007.
8. JENKINS, D.; RICHARD, M.G.; DAIGGER, G.T. Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming. Lewis Publishers, Boca Raton, 1993.
9. LIN, Y.-F.; JING, S.-R. Characterization of denitrification and nitrification in a step-feed alternating anoxic-oxic sequencing batch reactor. *Water. Environment Research*, 73(5): 526–533, 2001.
10. MCNICHOLL, B.P., MCGRATH, J.W., QUINN, J.P. Development and application of a resazurin-based biomass activity test for activated sludge plant management. *Water Research*, 41: 127-133, 2007.
11. PHILIPPI, L. S. Sistemas descentralizados de tratamento de esgotos. Florianópolis: Pandion, 2007. 63p.
12. PLATTES M., FIORELLI D., GILLÉ S, GIRARD C., HENRY E., MINETTE F., O’NAGY O., SCHOSSELER P.M. Modeling and dynamic simulation of a moving bed bioreactor using respirometry for the estimation of kinetic parameters. *Biochemical Engineering Journal*, 33: 253-259, 2007.
13. SOUSA, J. T.; FORESTI, E. Avaliação de reator seqüencial em batelada (SBR) no pós-tratamento de efluentes de reator UASB. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, ABES – RJ, 6 (1 e 2): 9-16, 2001.
14. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. Belo Horizonte. 2005, 452p.
15. WOLFF, D. B.; CHAVEZ, J. C. O.; PAUL, E.; COSTA, R. H. R. Estudo da Biomassa Heterotrófica e Autotrófica Ativa Desenvolvida em Reatores Híbridos no Tratamento de Esgoto Urbano. In: SINAFERM2003 – XIV Simpósio Nacional de Fermentações. Florianópolis, SC, 2003.