



II-184 - CARACTERIZAÇÃO MICROBIANA DA BIOMASSA EM REATOR ANAERÓBIO OPERADO EM BATELADAS SEQUENCIAIS APLICADO AO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Luciano Farias de Novaes⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Pesquisador da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

José Alberto Domingues Rodrigues⁽²⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Pesquisador da Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia.

Cristina Filomena P. Rosa Paschoalato⁽³⁾

Engenheira Química pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professora Pesquisadora da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Lacyr João Suerzut⁽⁴⁾

Mestrando do curso de Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Bruno Moreira da Silva⁽⁵⁾

Aluno de Iniciação Científica do curso de Engenharia Química da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Bento Carlos nº 672. Centro. São Carlos – SP. CEP: 13.560-660. e-mail: luciano@thesis.eng.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os microrganismos da biomassa presente em reator anaeróbio operado em batelada sequencial, escala piloto ($\approx 1 \text{ m}^3$), com agitação mecânica, aplicado ao tratamento de esgoto sanitário em duas configurações: uma com biomassa granulada (ASBR) e outra com biomassa imobilizada em suporte inerte de espuma de poliuretano (ASBBR). Para a caracterização microbiana da biomassa anaeróbia do ASBBR e ASBR foi utilizado microscopia óptica comum e de contraste de fase. No caso do ASBBR a espuma de poliuretano foi retirada no ponto intermediário do reator e pressionada para se extrair o lodo. Já no caso do ASBR foi coletado 100 mL do licor misto, retirado na tubulação de saída do reator e agitado com esferas de vidro em frasco sorológico para formação de lodo homogêneo. Posteriormente, o lodo de ambos reatores, foi colocado entre a lâmina e a lamínula e analisados através do microscópio OLIMPUS DX-60 (objetiva 100, ocular 10, zoom 1,25), com as imagens capturadas por câmera (OPTRONICS) acoplada ao software “Image Pro Plus” (versão 4.1). Assim, foram caracterizados os microrganismos utilizados como inóculo (lodo proveniente de UASB utilizado para o tratamento da mesma água residuária do presente estudo) antes do início da partida dos reatores e após 150 dias de operação em batelada típica. Os resultados obtidos permitiram concluir que: no inóculo utilizado no reator (lodo proveniente de UASB) foram detectados com predominância a presença de *Methanosaeta* e bacilos de bordas arredondadas, não sendo detectados bacilos fluorescentes. No lodo imobilizado em espuma de poliuretano do ASBBR e após 150 dias operado em batelada típica foi verificado a presença, em grande maioria, de fototróficas anoxigênicas, sendo também evidenciado presença de bacilos diversos, filamentos formados por uma cadeia de bacilos e *Methanosaeta*, não sendo detectado bacilos fluorescentes. A probabilidade de existência de crescimento das bactérias fototróficas anoxigênicas no ambiente anaeróbio e na ausência de luz é baixa. Porém, o aparecimento dessa morfologia é devido ao metabolismo associado ao aprisionamento dos gases resultantes da degradação anaeróbia (contendo H_2S) nos cubos de espumas de poliuretano. Já no lodo do reator ASBR após 150 dias operado em batelada típica foi verificado a presença de bacilos com morfologias diversas (curvos, com inclusões, etc.), bacilos coloniais semelhantes a zooglêia, protozoários flagelados e cocos, sendo também detectado presença em grande quantidade de microrganismos não típicos de sistemas anaeróbios (microrganismos característicos de microaerofilia), e portanto, não sendo evidenciado uma microbiota especificamente metanogênica (pouca quantidade de *Methanosaeta*). Não foi detectado bacilos fluorescentes. Assim, pode-se concluir que o ASBR tende a apresentar uma micro-aeração no sistema, devido principalmente a agitação mecânica e ao constante enchimento e descarte característico da batelada.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiologia, Tratamento de Efluentes, Anaeróbio.



INTRODUÇÃO

As formas de retenção dos microrganismos no reator ASBR são pela imobilização na forma de agregados (grânulos ou flocos) com boa característica de sedimentação e pela imobilização na forma de agregação em suporte inerte formando os biofilmes. Estas formas de retenção de microrganismos propiciam a operação do reator ASBR com tempos de residência celular elevados, mesmo quando operados com baixos tempos de residência hidráulico, resultando em diminuição do volume reacional, tornando-os economicamente viáveis (Siman, 2003).

A aplicação de tecnologias que empregam a biomassa granular e aderida (biofilme) vêm sendo muito estudadas atualmente, mas parâmetros fundamentais para projeto, otimização e aumento de escala de tais reatores (com biomassa granulada e imobilizada em suporte inerte) são ainda raros na literatura. Na verdade, a maior parte dos reatores biológicos tem sido projetada com base em critérios empíricos. Desta forma, a aplicação de tais critérios resulta, na maior parte dos casos, em unidades não-otimizadas, e até mesmo inadequadas para se atingir o objetivo proposto.

A existência de condições favoráveis para a imobilização de biomassa ativa e a sua necessária retenção no reator anaeróbio é um dos mais importantes aspectos que controlam o sucesso e o insucesso de desempenho do tratamento (Kato *et al.*, 1999). Assim, a utilização de reatores contendo biomassa imobilizada é uma alternativa à biotecnologia de processos anaeróbios para tratamento de águas residuárias, sendo essa imobilização decorrente da formação de um biofilme aderido a um material suporte. As principais vantagens desses reatores em relação aos convencionais (com biomassa granular) são o de eliminar as incertezas quanto a granulação e o de propiciar uma operação com elevados tempos de residência celular, mesmo quando operando com baixos tempos de residência hidráulico, resultando em diminuição do volume reacional e tornando-os economicamente mais vantajosos (Speece, 1996). Assim, considerando os reatores descontínuos, a utilização de suportes inertes permite melhor retenção de biomassa e a eliminação da fase de sedimentação, proporcionando redução de tempo no ciclo total.

Desta forma vários trabalhos estão preocupados na divulgação da eficiência do processo, sem, no entanto preocupar com a característica microbiana existente no tratamento, ou seja, se as condições do meio de operação permitem o desenvolvimento dos mesmos tipos de microrganismos inoculados no sistema.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os microrganismos da biomassa presente em reator anaeróbio operado em batelada sequencial, escala piloto ($\approx 1 \text{ m}^3$), com agitação mecânica, aplicado ao tratamento de esgoto sanitário em duas configurações: uma com biomassa granulada (ASBR) e outra com biomassa imobilizada em suporte inerte de espuma de poliuretano (ASBBR).

MATERIAIS E MÉTODOS

No experimento foram utilizados dois reatores anaeróbios operados em bateladas sequenciais com agitação mecânica construídos em polietileno e montados nas seguintes configurações: (a) um reator com biomassa granulada (ASBR) e (b) um reator com biomassa imobilizada (ASBBR). Assim, no decorrer deste trabalho o reator com leito granulado será denominado ASBR e o reator com biomassa imobilizada será denominado ASBBR.

Na Tabela 1 e na Figura 1 são apresentadas as características construtivas dos reatores anaeróbios operados em bateladas sequenciais.

No reator ASBBR, o suporte utilizado para imobilização da biomassa foi espuma de poliuretano (cubos de 5 cm de aresta) com densidade de 23 kg m^{-3} .

O inóculo utilizado neste estudo, tanto para o reator ASBR como para o reator ASBBR, foi o lodo proveniente do reator UASB o qual trata água residuária de esgoto sanitário. A água residuária utilizada no estudo foi o esgoto sanitário.



Tabela 1. Características construtivas dos reatores ASBBR e ASBR.

Configuração	ASBBR	ASBR
Volume total (m ³)	1,18	1,18
Volume útil (m ³)	1,02	1,02
Volume de lodo (m ³)	-	0,35
Volume do suporte inerte (m ³)	0,58	-
Massa do material suporte (kg)	7,20	-
Volume de líquido (m ³)	0,65	0,65
Volume de gás (m ³)	0,16	0,16
Altura (m)	1,50	1,50
Diâmetro (m)	1,00	1,00

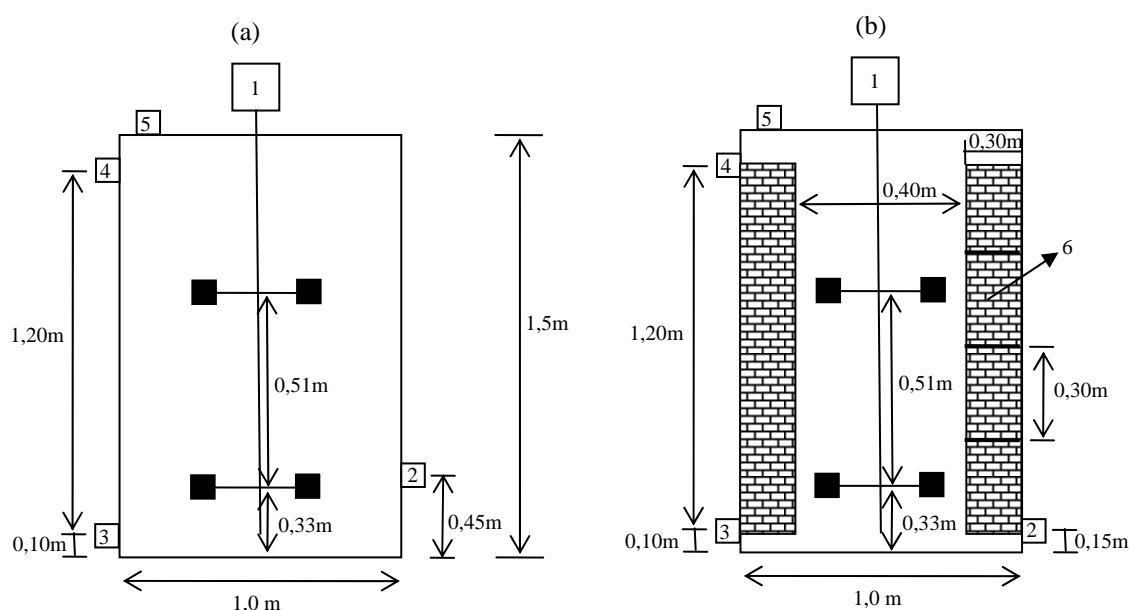


Figura 1. Configuração dos reatores (a) ASBR e (b) ASBBR.

[Notação: (1) Sistema de agitação mecânica com motor de rotação variável e impelidor, (2) Válvula de descarga, (3) Válvula de alimentação, (4) dreno (ladrão), (5) biogás, (6) cesto contendo biomassa imobilizada].

Os reatores foram operados à temperatura ambiente em ciclos de 8 horas, ou seja, três ciclos diários.

No início dos ciclos, os reatores foram alimentados com um volume igual a 0,65 m³ de esgoto sanitário cada um, em um período aproximado de 0,5 hora (ressalta-se que ambos reatores foram alimentados no mesmo tempo e com a mesma vazão, apresentando portanto o mesmo afluente). Em seguida, iniciou-se a agitação do meio, com rotação fixa (60 rpm). A descarga também foi realizada em um período aproximado de 0,5 hora, finalizando o ciclo operacional e, em seguida, iniciando-se o novo ciclo. O período da etapa de reação foi diferente para as duas configurações. Para a configuração com biomassa granulada, o tempo foi de 6,0 horas com o acionamento da agitação, seguida de uma etapa de sedimentação de 1,0 hora, durante a qual a agitação foi interrompida, para então ser efetuada a descarga. Para a configuração com biomassa imobilizada, a etapa de reação foi de 7,0 horas, uma vez que a etapa de sedimentação não foi necessária.

Foi utilizado microscopia óptica comum e de contraste de fase para a caracterização da biomassa anaeróbia presente nos reatores. Para o ASBBR, a espuma de poliuretano foi retirada no ponto intermediário do reator e pressionada para se extrair o lodo. No ASBR foi coletado 100 mL do licor misto, retirado na tubulação de saída e agitado com esferas de vidro em frasco sorológico para formação de lodo homogêneo. Posteriormente, ambos os lodos foram colocados entre a lâmina e a lamínula e analisados através do microscópio OLIMPUS DX-60 (objetiva 100, ocular 10, zoom 1,25), com as imagens capturadas por câmera (OPTRONICS) acoplada

ao software “Image Pro Plus” (versão 4.1). Assim, foi realizado a microscopia da biomassa antes de iniciar os ciclos de batelada e após o período de 150 dias de operação em condições anaeróbias e bateladas sequenciais.

RESULTADOS

Na Figura 2 são apresentados imagens obtidas por microscopia óptica da amostra de lodo proveniente de UASB utilizado como inóculo dos reatores. Verifica-se presença de *Methanosaeta* e bacilos de bordas arredondadas. Não foram detectados bacilos fluorescentes.

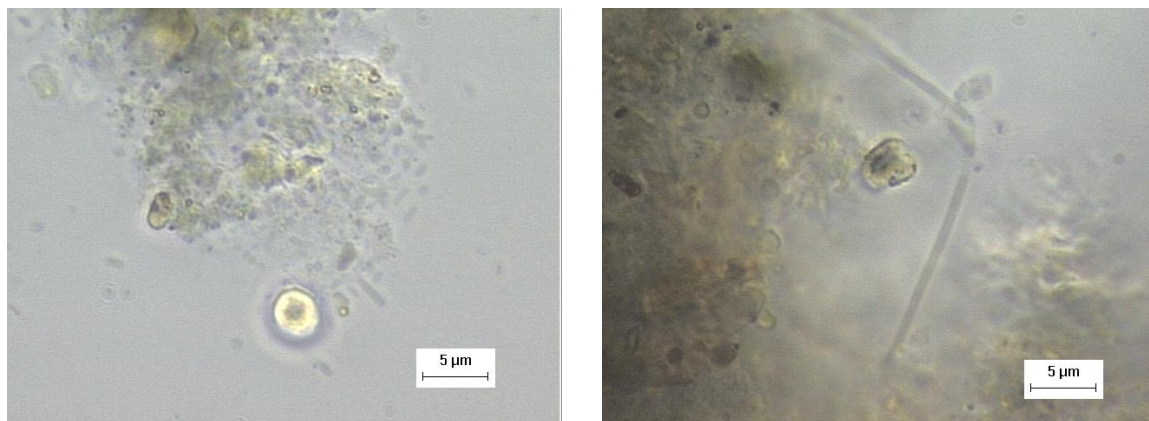


Figura 2. Imagens obtidas do inóculo utilizado nos reatores.

Na Figura 3 são apresentados imagens obtidas por microscopia óptica da amostra do lodo do reator granulado (ASBR) pertinente ao final da condição batelada típica. Verifica-se a presença de bacilos com morfologias diversas (curvos, com inclusões, etc.), bacilos coloniais semelhantes a zoogléia, protozoários flagelados e cocos. Também foi detectado presença em grande quantidade de microrganismos não típicos de sistemas anaeróbios (microrganismos característicos de microaerofilia), e portanto, não sendo evidenciado uma microbiota especificamente metanogênica (pouca quantidade de *Methanosaeta*). Não foi detectado bacilos fluorescentes. Assim, pode-se concluir que o ASBR tende a apresentar uma micro-aeração no sistema, devido principalmente a agitação mecânica e ao constante enchimento e descarte característico da batelada.

Na Figura 4 são apresentados imagens obtidas por microscopia óptica da amostra da biomassa presente na espuma de poliuretano do reator ASBBR pertinente ao final da condição batelada típica. Verifica-se a presença, em grande maioria, de fototróficas anoxigênicas. Também foi evidenciado presença de bacilos diversos, filamentos formados por uma cadeia de bacilos e *Methanosaeta*. Não foi detectado bacilos fluorescentes.

A probabilidade de existência de crescimento das bactérias fototróficas anoxigênicas no ambiente anaeróbio e na ausência de luz é baixa. Porém, SARTI et al. (2005) em estudo com ASBBR (1,2 m³) também observaram a colonização destas bactérias e sugeriram que o aparecimento dessa morfologia é devido ao metabolismo associado ao aprisionamento dos gases resultantes da degradação anaeróbia (contendo H₂S) nos cubos de espumas de poliuretano.

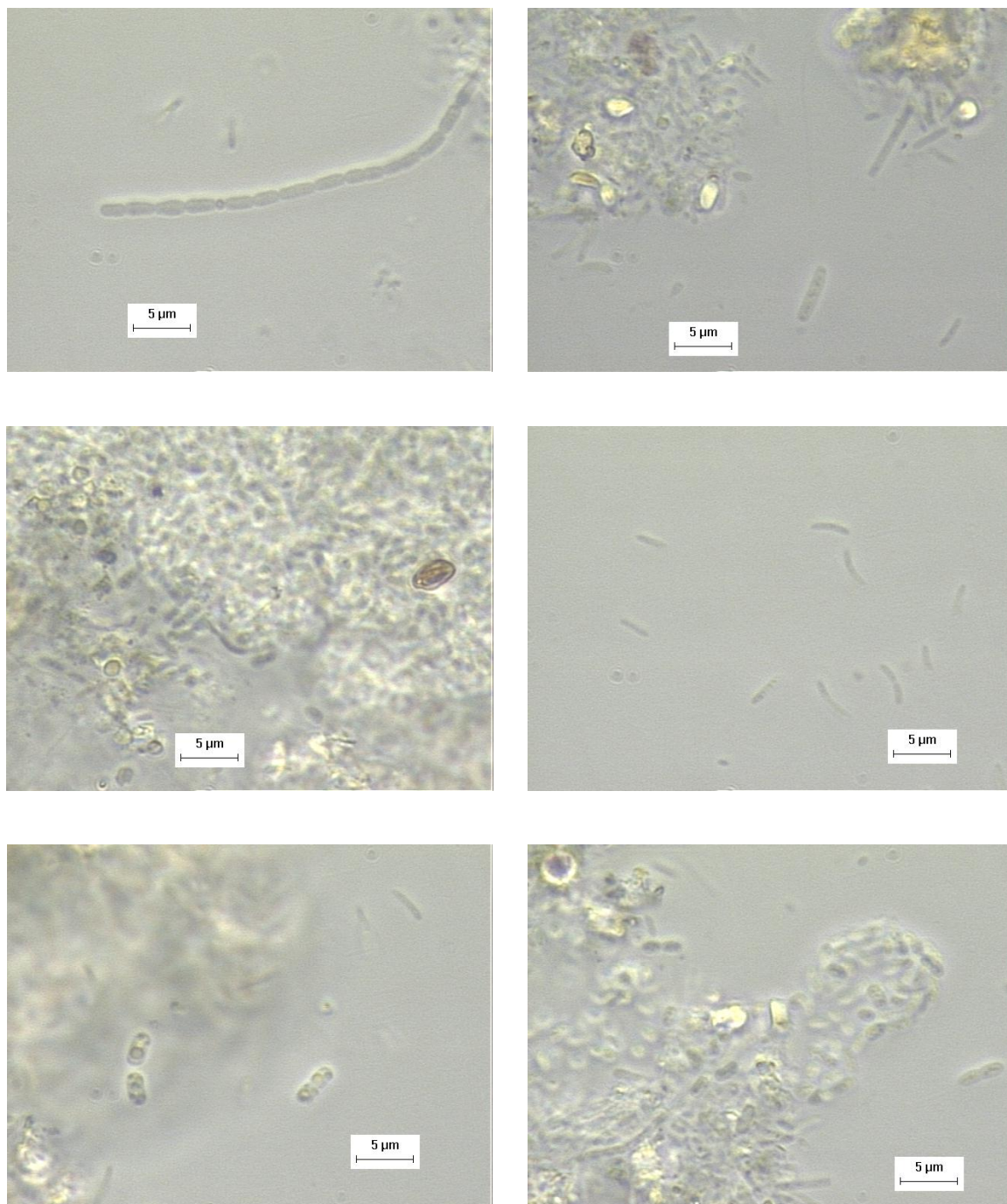


Figura 3. Imagens obtidas do lodo proveniente do ASBR correspondente ao final da condição batelada típica.

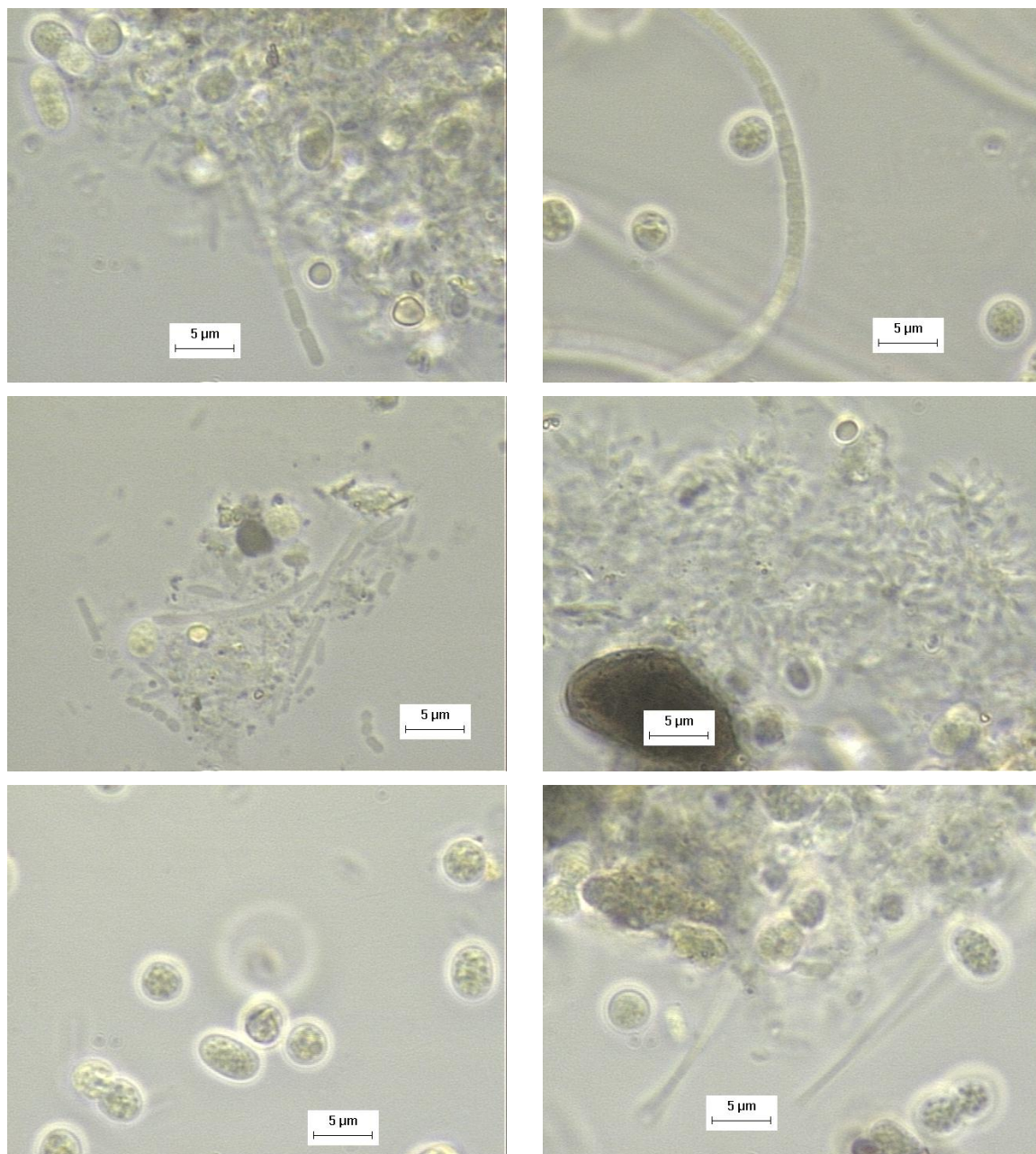


Figura 4. Imagens obtidas da biomassa presente na espuma de poliuretano do ASBBR pertinente ao final da condição batelada típica.

CONCLUSÕES

Os microrganismos evidenciados após os 150 dias de operação dos reatores em bateladas sequenciais não são típicos de sistemas anaeróbios (não sendo evidenciado uma microbiota especificamente metanogênica - pouca quantidade de *Methanosaeta*), e sim microrganismos característicos de microaerofilia. Este fato é justificado pela agitação mecânica e ao constante enchimento e descarte característico da batelada fazendo uma micro-aeração do sistema.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kato, M.T.; Andrade Neto, C.O.; Chernicharo, C.A.L.; Foresti, E.; Cybis, L.F. (1999). Configurações de Reatores Anaeróbios. In: Campos, J. R. Tratamentos de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. PROSAB. Rio de Janeiro. ABES.
2. Sarti, A.; Pozzi, E.; Chinalia, F. A.; Zaiat, M.; Foresti, E. (2005) The performance of na anaerobic sequencing batch biofilm reactor treating domestic sewage colonized by anoxygenic phototrophic bactetia. *Water Environmental Research*, **67**: 294-301.
3. Siman, R.R. (2003). *Reator Anaeróbio em Batelada Seqüencial Contendo Biomassa Imobilizada Submetido a Aumento de Carga Orgânica Tratando Água Residuária Sintética*. 170 p. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
4. Speece, R.E. (1996). *Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters*. New York. Archae Press.