

XXIII Encontro Técnico AESABESP

CORRELAÇÃO ENTRE A MICROFAUNA E OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO PROCESSO DE LODOS ATIVADOS DA ETE RIO PRETO

Ane Franciele Tapparo⁽¹⁾

Bióloga e Mestre em Microbiologia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Fernanda Spirandelli⁽¹⁾

Biomédica formada pela Fundação Educacional de Fernandópolis (FEF). MBA em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela FATEC Internacional de Curitiba. Especialização em Laboratório de Saúde Pública em Vigilância Sanitária pelo Instituto Adolfo Lutz.

Rafael Nava Miceli

Químico Ambiental formado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Divisão interina de tratamento de esgoto - Químico do Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE).

Lucinéia Paganin⁽¹⁾

Bióloga formada pelo Centro Educacional de Rio Preto (UNIRP). Especialização em Análises Clínicas pela Faculdade de Medicina de Rio Preto (FAMERP).

Dimitri Chicaroni Fagundes Lima⁽¹⁾

Químico formado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP).

José Roberto do Nascimento⁽¹⁾

Engenheiro Químico formado pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena.

Viscarlos Alves Tosta⁽¹⁾

Técnico em Química formado pela Faculdade de Tecnologia TECMED.

Aline Reggiani de Moura⁽¹⁾

Biomédica formada pelo Centro Universitário Barão de Mauá.

Giovanni Rocha Martins

Engenheiro Civil formado pela Faculdade de Engenharia da Fundação Educacional de Barretos (FEB). Coordenadoria de tratamento de esgoto - Engenheiro civil do Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE).

Waldo Villani Junior

Engenheiro Civil e de Segurança formado pela Fundação Educacional de Bauru (UNESP) – Assessor de gestão ambiental do Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE).

⁽¹⁾Agente técnico em serviço de saneamento – técnico de laboratório do Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE).

Endereço: Rod. Décio Custódio da Silva (SP-427), Km 4,5 – Fazenda São Pedro – São José do Rio Preto – SP – CEP:15048-000 – Brasil – Tel: + 55(17)32177510 – email: aftapparo@semae.riopreto.sp.gov.br

RESUMO

A distribuição dos protozoários e micrometazoários que compõem o lodo ativado se altera continuamente em razão das variações na composição do afluentes e das condições ambientais, podendo tais informações serem utilizadas como uma ferramenta de diagnóstico da eficiência da operação. Este trabalho teve como objetivo correlacionar a microfauna com os parâmetros físico-químicos da ETE- Rio Preto. Os resultados demonstraram que a ocorrência de nitrificação no lodo ativado está diretamente relacionada com a densidade dos rizópodes e inversamente proporcional aos ciliados fixos. Com relação à remoção de DBO₅ os protozoários ciliados predadores de floco apresentaram correlação positiva, enquanto que os ciliados livres natantes demonstraram relação negativa para este parâmetro. Por fim, os ciliados livres natantes, rizópodes e tecamebas apresentaram uma correlação positiva com os SSV do tanque de aeração da ETE.

PALAVRAS-CHAVE: lodo ativado, microfauna, análise físico-química

INTRODUÇÃO

O sistema de lodos ativados é largamente utilizado para tratamento de esgotos domésticos devido à sua alta eficiência de remoção de compostos orgânicos presentes na maioria dos efluentes sanitários, além do fato de que esta alta eficiência ainda associa-se a uma pequena área de implantação requerida, quando comparado a outros sistemas de tratamento (Bento et al. 2005).

O princípio fundamental do processo ocorre em um tanque de aeração no qual há oxidação bioquímica da matéria orgânica e inorgânica por uma população diversificada de microrganismos mantida em suspensão num meio líquido aeróbio (crescimento disperso). Após os tanques de aeração existem decantadores secundários cuja função consiste em separar por sedimentação os sólidos (biomassa) do efluente tratado, sendo possível a obtenção de um efluente final bastante clarificado. Os sólidos retidos no fundo dos decantadores são em parte recirculados, garantindo uma concentração mínima de biomassa e ajustes na idade do lodo e o restante descartado do sistema, para desidratação e disposição final.

Os flocos biológicos são compostos principalmente por bactérias, além de fungos, protozoários, micrometazoários e componentes não biológicos (partículas orgânicas e inorgânicas). As bactérias são as principais responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e pela própria formação do floco. As características estruturais como dimensão, forma e estrutura são essenciais para uma boa sedimentabilidade do lodo, o que irá influenciar no processo de operação e avaliação da eficiência do sistema de lodos ativados. Sistemas estáveis produzem flocos ideais, compactos, de forma esférica, contornos arredondados e quantidade razoável de filamentos.

Os protozoários e micrometazoários constituem a microfauna e têm um papel fundamental na manutenção do equilíbrio da comunidade bacteriana, na remoção de *E. coli*, na redução de DBO e na floculação (Bento et al., 2005). Estes são agentes de clarificação do efluente durante o processo de tratamento, tendo em vista que se alimentam de bactérias dispersas e de pequenas partículas de sólidos em suspensão que apresentam baixa sedimentabilidade, reduzindo a turbidez do efluente final. São microrganismos bastante sensíveis às alterações ocorridas no sistema, alternando sua predominância na análise microscópica.

De acordo com Bento et al.(2005), a eficiência do processo depende, dentre outros fatores, da capacidade de floculação da biomassa ativa e da composição dos flocos formados. Um exame microscópico do lodo ativado revela que ele é formado por uma população heterogênea e bastante diversificada de microrganismos que se altera continuamente em razão das variações na composição do afluente ao processo e das condições ambientais. Estas variações diárias e sazonais impactam a distribuição percentual dos protozoários e micrometazoários que compõem o lodo ativado, podendo tais informações serem utilizadas como uma ferramenta de diagnóstico do sistema, na qualidade de bioindicadores (FERREIRA et al., 2008).

Segundo Cutolo & Rocha (2000), na estabilização do esgoto no tanque de aeração do processo de lodos ativados, desenvolve-se uma associação de microrganismos relacionados às características dos distintos ambientes ecológicos e que são substituídos no decorrer do tempo. Verifica-se com isso um processo de sucessão extremamente dinâmico entre os grupos de organismos.

Conforme descrito por Hermoso et al. (2006), estudos têm demonstrado que o acompanhamento pela microscopia óptica das condições do lodo ativado melhora significativamente o controle do processo biológico. A realização regular de análises microscópicas de um lodo biológico serve para diagnosticar ao operador as diversas tendências do processo, dentre as quais, destacam-se: (1) eficiência da remoção da demanda bioquímica de oxigênio (DBO); (2) eficiência da remoção de sólidos suspensos; (3) condições de sedimentabilidade do lodo; (4) nível de aeração empregado; (5) presença de compostos tóxicos; (6) ocorrência de sobrecargas orgânicas; e (7) ocorrência de nitrificação.

No Brasil, a maioria dos sistemas de tratamento de esgotos é monitorada e controlada exclusivamente através de parâmetros físico-químicos. A observação microscópica ainda é um instrumento raro, geralmente realizado em curto período de tempo e seu resultado são, na grande maioria, subutilizados (BENTO et al., 2005). Em alguns países como a Alemanha, por exemplo, a análise microscópica do lodo é prescrita legalmente para sistemas de lodos ativados que atendam mais de 10.000 habitantes. O diagnóstico obtido pela microscopia do lodo ativado é utilizado para alterar as rotinas operacionais do sistema, tais como ajustes na idade do lodo, na concentração de oxigênio dissolvido e controle do processo de nitrificação no reator (BENTO et al., 2005).

OBJETIVO

A finalidade do presente estudo é a quantificação e identificação da microfauna presente nos tanques de aeração da ETE – Rio Preto e sua correlação com os parâmetros físico-químicos para avaliação da eficiência do sistema em questão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dados da Estação de Tratamento de Esgoto

O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios Físico-Químico e Microbiológico da Estação de Tratamento de Esgoto Rio Preto da cidade de São José do Rio Preto/SP cujo sistema de tratamento é composto por dois processos biológicos subseqüentes: (1) anaeróbio, nos reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB) e (2) aeróbio, pelo processo de lodos ativados. A vazão média afluyente do sistema é de 1.005L/s com horizonte de projeto expansível até 2028 (1.340 L/s), pela construção de mais reatores de tratamento. A operação, controle e manutenção deste sistema de tratamento se encontra sob responsabilidade do SeMAE – Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto.

Parâmetro biológico

As análises microscópicas foram realizadas com amostras do tanque de aeração, diluídas 10 vezes e dispostas em câmara de Sedgewick-Rafter com volume útil de 1,0 mL. A identificação e quantificação dos protozoários e micrometazoários foi realizada em microscópio óptico NIKON, modelo Eclipse 80i, com aumento de 200 vezes. O retículo de Whipple presente em uma das oculares do microscópio foi utilizado para delimitar a área de contagem. Para cada amostra, foi analisada 3 faixas horizontais da câmara. Os microrganismos foram fotografados pela câmera Moticam 2500 5MP acoplada ao microscópio.

A identificação dos grupos de microrganismos encontrados no lodo ativado foi realizada com o auxílio do manual de Microbiologia de Lodo Ativado (CETESB, 2010) o qual também serviu de apoio para a metodologia utilizada na quantificação destes organismos e do atlas Wastewater Organisms: a color atlas (Berk & Gunderson, 1993). Para a obtenção da densidade do grupo específico, expressa em organismos/ml (org/ml), foi utilizado o seguinte cálculo de contagem:

$$N^{\circ} \text{ org/ml} = \frac{C \times 1000\text{mm}^3/\text{ml}}{L \times D \times W \times S}$$

Onde:

- C: número de microrganismo contado
- L: comprimento da faixa analisada
- D: profundidade da câmara de Sedgewick-Rafter
- W: largura da faixa (largura do retículo de Whipple)
- S: número de faixas contadas

A partir do cálculo da densidade foi obtida também a frequência dos grupos encontrados.

Parâmetros físico-químicos monitorado

As análises físico-químicas dos parâmetros Nitrato, Alcalinidade, Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), Demanda química de oxigênio (DQO) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) foram realizadas segundo os critérios descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21^a edição (2005). Os métodos específicos são apresentados na tabela 1.

Tabela1. Metodologia utilizada para determinação dos parâmetros físicos-químicos baseados no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.

Parâmetro	Método	Referência
Nitrato	Espectrofotométrico de varredura no ultravioleta	4500-NO ₃ B.
Alcalinidade	Potenciométrico	2320 B.
DBO ₅	Respirométrico	5210 D.
DQO	Colorimétrico de refluxo fechado	5220 D.
SSV	Gravimétrico	2540 E.

As análises de Sulfeto e Amônia foram realizada através de Kits Hach®. Os respectivos métodos são apresentados na tabela 2

Tabela 2. Procedimentos baseados no método da Hach® para obtenção dos parâmetros de sulfeto e amônia

Parâmetro	Método	Referência
Sulfeto	Colorimétrico azul de metileno	8131
Amônia	Colorimétrico de Nessler	8038

Análise Estatística

Os valores obtidos com as análises microscópicas de protozoários foram correlacionados com os parâmetros físico-químicos utilizando-se de análise estatística de correlação de Pearson. Quando comparadas duas variáveis (microscopia x parâmetros físico-químicos), podemos observar (1) uma relação direta, indicada por um valor positivo maior que 0,2000 revelando que as duas variáveis se relacionam proporcionalmente e (2) uma relação inversamente proporcional (negativa) indicada por valores menores que -0,2000, ou seja, o aumento de uma das variáveis impacta na diminuição da outra.

Os resultados obtidos dentro do intervalo acima exposto significam uma relação de não causalidade, ou seja, independência linear entre as variáveis.

RESULTADOS

A tabela a seguir apresenta os valores dos coeficientes da correlação de Pearson obtidos entre a densidade dos grupos de protozoários e metazoários e os parâmetros físico-químicos.

Tabela 3. Correlação entre os grupos da microfauna e os parâmetros físico-químicos.

Microfauna	N-NO ₃ efluente	Consumo alcalinidade	N-NH ₄ ⁺ efluente	Temp. tanque	DQO (%rem)	DBO (%rem)	Sulfeto afluente	SSV aeração
CLN	0,1360	0,0063	-0,1387	0,1667	-0,0201	-0,4414	-0,0481	0,2798
CPF	0,0883	0,0339	-0,1047	-0,2084	0,1552	0,2538	-0,0077	0,0704
CF	-0,4368	-0,5259	0,6725	-0,2868	0,1072	-0,1209	0,1437	-0,5315
FLG	0,0788	0,1962	-0,1830	0,1722	-0,0645	0,1566	-0,0403	0,0492
RZP	0,2004	0,2234	-0,2369	0,2363	-0,0157	-0,0965	-0,0957	0,2820
TCM	0,1386	0,1356	-0,1943	-0,0753	-0,0917	0,0227	0,0087	0,3906
RTF	0,1611	0,1289	-0,2004	0,1720	-0,0047	-0,1848	-0,1621	0,0972
ANL	0,0932	0,0769	-0,1506	0,1623	-0,1849	-0,2287	-0,0062	0,0156
TRG	-0,1420	-0,0470	-0,0769	-0,1689	0,0811	0,0216	-0,0373	-0,1214

NEM	0,0219	-0,0267	-0,0657	-0,0929	-0,1373	*	-0,0289	*
ASP	0,1477	-0,1152	-0,1825	*	*	*	*	*

Convenções CLN: ciliado livre natante; CPF: ciliado predador de floco; CF: ciliado fixo; FLG: flagelado; RZP: rizópode; TCM: tecameba; RTF: rotífero; ANL: anelídeo; TRG: tardígrado; NEM: nematóide; ASP: *Aspidisca* sp.; * dados não analisados.

A análise da tabela 3 permite verificar que os rizópodes (Figura 1 – A) apresentaram uma correlação positiva tanto para o consumo de alcalinidade do tanque de aeração quanto para a presença de N-NO₃ no efluente do mesmo tanque. Segundo Metcalf & Eddy (2004) o processo de nitrificação gera íons H⁺ responsável pelo consumo da alcalinidade e conseqüente acidificação do meio, devido a queda do pH. Além disso, associa-se a presença de nitrato no efluente do tanque de aeração como resultado da conversão biológica da amônia. Portanto, os resultados demonstraram que a ocorrência de nitrificação no lodo ativado da ETE Rio Preto está diretamente relacionada com a densidade dos rizópodes. Reforça ainda tal correlação o fato dos rizópodes apresentarem uma correlação negativa com as concentrações de N-NH₄⁺ no efluente, que é um indicativo indireto das taxas de nitrificação.

Ao contrário das correlações apresentadas pelos rizópodes, a análise estatística demonstrou que quanto maior a densidade do grupo de protozoários ciliados fixos (Figura 1 – B) menor é a taxa de nitrificação.

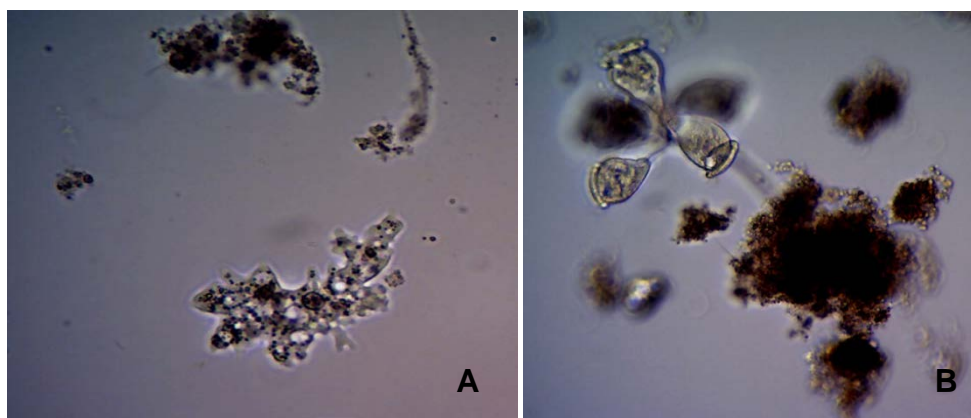


Figura 1. Protozoários presentes na amostra de lodo em estudo (A) Rizópode (aumento 200X), (B) Ciliado Fixo (aumento 200X), imagens capturadas pela bióloga Ane Franciele Tapparo.

Os resultados obtidos são conflitantes com o que a literatura apresenta, tendo em vista que autores como Jardins et al (1997) relacionaram a presença de ciliado fixo com a ocorrência de nitrificação. Por outro lado, Bento et al (2005) e Hoffman et al (2001) detectaram uma relação inversamente proporcional de ciliados predadores de floco com a nitrificação. Utilizando tecnologias que propiciam as condições necessárias para a nitrificação como o Reator Sequencial em Batelada Cybis & Pinto (1997) comprovaram que o grupo de protozoários predominante em tal evento foram os flagelados. A relação entre o ciliado predador de floco do gênero *Aspidisca* sp. e a nitrificação é muito divulgada e aceita pelos pesquisadores da área (CETESB, 2010; Piazzetta et al, 2009). No entanto, essa relação não foi detectada neste estudo.

Depois de um minucioso levantamento bibliográfico observou-se que o único trabalho em concordância com presente foi o de Madoni et al (1993), uma vez que este demonstrou que os rizópodes são bioindicadores de nitrificação no tanque de aeração, tendo em vista sua sensibilidade à amônia.

Fatores ambientais como a temperatura interferem na taxa de crescimento das bactérias nitrificantes e, como conseqüência, na taxa de nitrificação. Esta relação foi relatada por Guterstam et al (1998) e Pelisser (2001) que comprovaram uma queda na eficiência da nitrificação de 80% e 30% entre os meses de verão e inverno, respectivamente, quando ocorre variações de temperatura significativas.

Neste experimento foi observado uma correlação negativa para ciliados fixos e positiva para rizópodes quanto à temperatura no tanque de aeração. Esta mesma relação foi observada para o N-NO₃ e

consumo de alcalinidade, indicativos de nitrificação, comprovando que a temperatura do tanque está diretamente relacionada com os parâmetros em questão.

Com isso foi possível perceber que a taxa de nitrificação é favorecida por altas temperaturas acarretando alto consumo de oxigênio e de alcalinidade. Em contrapartida, baixas temperaturas diminuem a atividade nitrificante no tanque.

Segundo Madoni (1981 apud Cetesb, 2010) a presença dos ciliados predadores de floco está associada a boas condições operacionais de depuração e consequente eficiência do sistema na remoção de DBO_5 , corroborando com os dados encontrados neste trabalho, tendo em vista que os melhores índices de performance na remoção de DBO_5 foram obtidos quando este grupo de ciliados (Figura 2) esteve presente em maior abundância. A mesma correlação foi demonstrada por Bento (2000 apud Almeida, 2008) que obteve o coeficiente de 0,59. No entanto, Almeida (2008) evidenciou na estação de tratamento de esgoto de Feira de Santana/BA correlação negativa para este parâmetro com relação a este mesmo grupo de protozoários.

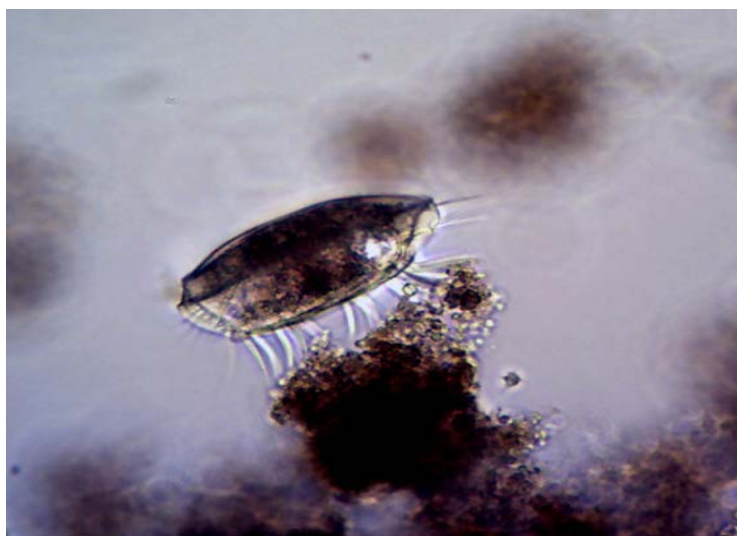


Figura 2. Ciliado predador de floco pertencente a microfauna do lodo ativado (aumento 200 X), imagem capturada pela bióloga Lucinéia Paganin.

Em contrapartida, os ciliados livres natantes e os anelídeos (Figura 3) apresentaram correlação negativa com a taxa de remoção de DBO_5 , ou seja, quanto maior a remoção deste parâmetro menor a ocorrência destes organismos. Esta relação inversamente proporcional já foi observada por Jardim et al (1997) com os ciliados fixos.

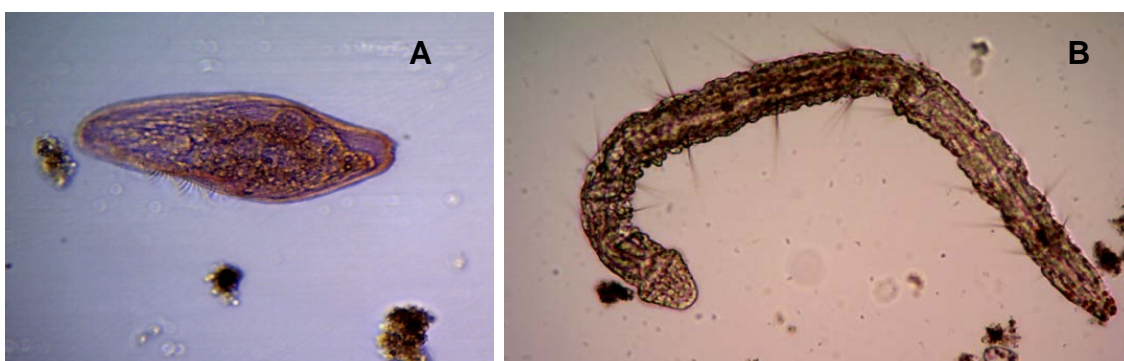


Figura 3. Organismos visualizados na ETE de São José do Rio Preto (A) Ciliado Livre Natante (aumento 200X), (B) Anelídeo (aumento 200X), imagens capturadas pela biomédica Fernanda Spirandelli.

Os ciliados livres natantes apresentaram uma correlação positiva com os SSV do tanque de aeração da ETE – Rio Preto. Segundo Von Sperling (2002) as células microbianas são normalmente expressas em termos de sólidos em suspensão voláteis (SSV). Portanto a razão para a predominância nesta etapa destes ciliados se deve a uma maior densidade de bactérias dispersas na fração líquida, as quais constituem suas principais fontes de alimento (Curds, 1982 apud Almeida, 2008). Da mesma forma, Hoffmann et al (2001) demonstraram a mesma relação encontrada neste trabalho. Por fim, a densidade dos protozoários rizópodes e tecamebas (Figura 4) também evidenciaram uma relação diretamente proporcional ao SSV, enquanto que os ciliados fixos apresentaram uma correlação negativa.

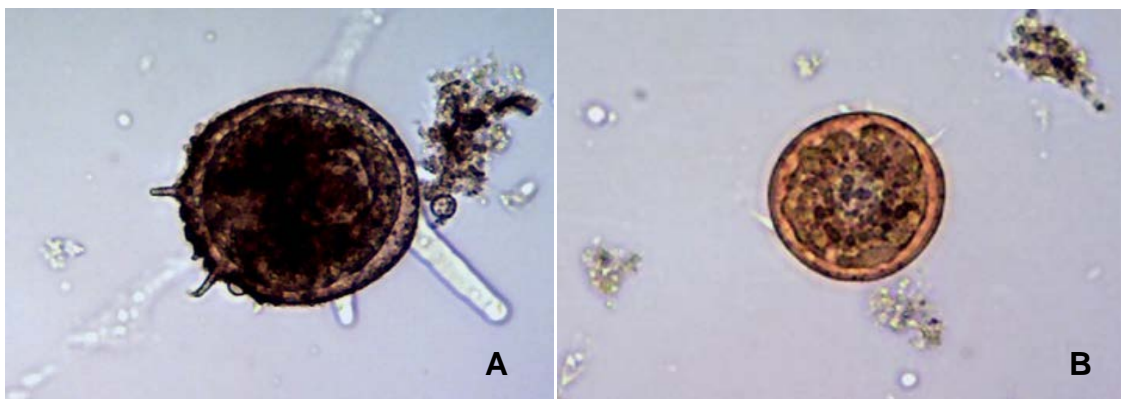


Figura 4. Micrografias A e B ilustram o protozoário Tecameba (aumento 200 X), imagens capturadas pela bióloga Lucinéia Paganin.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste trabalho podemos concluir que:

- Futuramente, após estudos mais aprofundados do comportamento da microfauna no lodo ativado, a análise microscópica deverá ser utilizada como parâmetro principal no monitoramento da ETE de São José do Rio Preto, uma vez que sua utilização apresenta vantagens sobre os parâmetros físico-químicos tais como a liberação de resultados mais rápidos. O que possibilita o diagnóstico da operação instantânea, permitindo, assim, tomar antecipadamente medidas preventivas e/ou corretivas.
- A comparação destes resultados com os da literatura específica de microbiologia de lodo ativado permite afirmar que devido a diversidade de tecnologias e sistemas de tratamento de esgoto encontrada atualmente não é recomendado seguir a correlação dos microrganismos com os parâmetros físico-químicos de outras estações. Ressalva-se então, a importância de cada estação relacionar sua microfauna com as condições operacionais de seu próprio sistema.
- Pelo fato da ETE São José do Rio Preto ser constituída pela combinação de um sistema anaeróbio (UASB) com sistema aeróbio por lodo ativado e este ser configurado para -nitrificação, estudos para detectar a relação da microfauna com a nitrificação tornam-se essenciais para o controle operacional.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ALMEIDA, P.R.M. Microfauna de protozoários como indicador de eficiência da estação de tratamento de esgoto do tipo lodo ativado, em Feira de Santana-BA. Dissertação (Mestrado)-Curso de pós-graduação em engenharia civil e ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana –BA. 101p., 2008.

2. APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21^a ed. Washington, D. C.: Amer. Public. Health Assoc., Americ. Water Works Association, Water Poll. Control Federation, 1134p., 1998.
3. BERK, S.G., GUNDERSON, J.H. Wastewater organisms: a color atlas. Lewis Publishers, 25p. 1993.
4. BENTO, A.P., SEZERINO, P.H., PHILIPPI, L.S., REGINATTO, V., LAPOLLI, F.R. Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo. Eng. Sanitária Ambiental, v.10, n.4, p. 329-338, out/dez 2005.
5. CETESB, Microbiologia de Lodos Ativados. São Paulo: CETESB, 2010.
6. CUTOLO, S.A., ROCHA, A.A. CUTOLO, S.A., ROCHA, A.A. Correlação entre a microfauna e as condições operacionais de um processo de lodos ativados. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, Porto Alegre - RS. XXVII CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL: LAS AMERICAS Y LA ACCIÓN POR EL MEDIO AMBIENTE EN EL MUNDO. Rio de Janeiro : ABES, v. 27. p. 1-7, 2000.
7. CYBIS, L.F., PINTO, C.R.R. Protozoários e metazoários presentes em reatores sequenciais em batelada (RSB) observados no processo de nitrificação. In: 19^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais. Foz do Iguaçu: ABES, p.793-802. 1997.
8. FERREIRA, A.P., CUNHA, C.L.N., ROQUE, O.C.C. Avaliação da microfauna no efluente final para monitoramento da qualidade ambiental em estações de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados. Gaia Scientia, p. 51-59, 2008.
9. GUTERSTAM, B., FORSBERG, L.E., BUCZYNSKA, A., FRELEK, K., RILHAITYTE, R., RECZEK, L., RUCEVSKA, I. Stensund wastewater aquaculture: studies of key factor for its optimization. Ecological Engineering, n. 11, p. 87-100. 1998.
10. HERMOSO, A.R., FERREIRA, S., SILVA, E.R., MORAIS, J.L. Correlação entre a microfauna e parâmetros físico-químicos de um sistema de lodos ativados de uma indústria de refrigerantes. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. n.4, p.16-22, 2006.
11. HOFFMANN, H., BENTO, A. P., PHILIPPI, L.S., BELLI, P.F. Utilização da imagem microscópica na avaliação das condições de operação – uma aplicação da experiência da Alemanha em estações de tratamento de esgoto no Brasil. In: 21^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais. João Pessoa /PB: ABES, p.1-9, 2001.
12. JARDIM, F.A., BRAGA, J.M.S., MESQUITA, M.M.F. Avaliação da eficiência do tratamento biológico de esgotos através da caracterização da microbiota da ETE Fonte Grande- Contagem-MG. In: 19^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais... Fóz do Iguaçu: ABES, p. 1-12. 1997.
13. MADONI, P., DAVOLI, D., CHIERICI, E. Comparative analysis of the activated sludge microfauna in several sewage treatment works. Water Research, v. 27, n. 9, p. 1485-1491, 1993.
14. METCALF & EDDY, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. McGraw-Hill International Editions, 4rd ed., New York, 2004.
15. PELISSER, M.L. Remoção microbiológica de nitrogênio de águas residuárias da indústria frigorífica. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Eng. Química daUFSC - Florianópolis - SC. 104p. 2001.
16. PIAZZETTA, K.D., SILVA, E.R., LOHMANN, G. Monitoramento Microbiológico de Sistemas de Tratamento de Efluentes Empregando Lodos Ativados e Correlação com Parâmetros Físico-químicos. In: XIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA DA UTFPR, Anais. Pato Branco.UTFPR, 2009.
17. VON SPERLING, M. Princípio do tratamento biológico de águas residuárias: lodos ativados. Minas Gerais: UFMG, v.2, 428p. 2002.