

## MICROFAUNA DE LODOS ATIVADOS: UMA EXCELENTE FERRAMENTA PARA DETERMINAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM TRATAMENTO DE EFLUENTES

Francine Bogo de Oliveira<sup>1</sup>  
Geisa Percio do Prado<sup>2</sup>

### RESUMO

A identificação microscópica da microfauna presente nos lodos ativados é um importante indicador do desempenho e da eficiência do sistema. Diante deste fato, o objetivo principal do trabalho foi caracterizar os organismos que compõem a microfauna dos sistemas de lodos ativados de estações de tratamento de efluentes. Para a caracterização da microfauna foi feita ampla pesquisa e revisão bibliográfica através de artigos científicos e literatura conceituada da área. As imagens microscópicas foram realizadas pelo Setor de Microscopia da empresa Genética Tecnologias Ambientais Ltda, situada em Chapecó, Santa Catarina, Brasil. Concluiu-se que os microrganismos da microfauna de lodos ativados desempenham um papel fundamental para reduzir a carga de poluição a níveis pré-determinados e aceitáveis, gerando um efluente límpido e clarificado.

**Palavras-chave:** Microfauna. Lodos ativados. Efluente. ETE. Microscopia.

### 1 INTRODUÇÃO

Água é um elemento fundamental para o meio ambiente e usufruí-la de maneira consciente é uma ação essencial para uma boa qualidade de vida. Nesse sentido, com o acelerado crescimento populacional e conseqüentemente industrial, fez-se necessária a implantação de estações de tratamentos de efluentes (ETE's).

O tratamento de efluentes visa, antes do seu despejo final em algum corpo receptor ou até mesmo para reaproveitamento na agricultura, tratar os dejetos líquidos industriais, mantendo-os dentro dos parâmetros legais exigidos por diversas legislações evitando que qualquer substância nociva possa afetar a saúde de animais e seres humanos.

Os processos do tratamento de efluentes são classificados como físicos, químicos e biológicos, variando conforme a natureza dos poluentes a serem degradados (TERA AMBIENTAL, 2013). O sistema de lodos ativados é o mais utilizado no mundo principalmente

<sup>1</sup> Bióloga, pós-graduanda em MBA Gestão Ambiental pela UNOESC, campus de Chapecó. Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda, Chapecó/SC. franciineboliveira@gmail.com

<sup>2</sup> Bióloga, mestre em Ciências Ambientais, doutoranda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Londrina. Docente UCEFF, Chapecó/SC. biologageisa@gmail.com

pelo fato de apresentar alta eficiência de tratamento e uma pequena área requerida para a implantação, quando comparado a outros (CLAAS, 2007).

Os modernos sistemas de tratamento de esgotos e efluentes pelo método de lodos ativados é uma perfeita combinação entre a capacidade do ser humano em planejar, operar e controlar máquinas complexas, e a incrível habilidade dos seres microscópicos de se adaptarem rapidamente às mudanças constantes em seu habitat. Essa parceria resulta, em pouco tempo, uma imensa quantidade de resíduos, muitas vezes altamente poluidores, em águas consideradas de baixo grau de poluição, podendo ser destinadas a rios, estuários, lagos e mares sem causar impactos ao meio ambiente (SAAR, 2015).

A depuração da matéria orgânica ocorre principalmente pela ação de microrganismos que se desenvolvem em condições pré-estabelecidas. O conhecimento da sua ecologia é de grande importância para o controle e eficiência do tratamento, devido ao fato de permitir avaliar as relações destes com o ambiente e com demais organismos. A identificação e o conhecimento da fisiologia podem indicar o papel específico de cada microrganismo durante as etapas do tratamento, garantindo o máximo rendimento do sistema (FERNANDES, 2009).

O presente trabalho tem como principal objetivo a revisão bibliográfica da caracterização da microfauna existente em ETE's com sistemas de lodos ativados, uma vez que sua identificação é de relevada importância para a determinação do desempenho da estação. De acordo com Bento et al., 2005, a importância é justificada pelo fato de serem os responsáveis pelo equilíbrio da comunidade bacteriana do meio, bem como pela remoção de *E. coli*, redução de DBO<sub>5</sub> e pela floculação.

A crescente utilização de sistemas biológicos no tratamento de efluentes domésticos e industriais tem exigido, cada vez mais, um melhor conhecimento dos processos microbiológicos e seus efeitos no desempenho, fator marcante para a elaboração deste artigo.

Com o propósito de obter conhecimentos de forma ampla sobre a microfauna presente em sistemas de tratamento de efluentes por meio dos lodos ativados e fundamentar pesquisas acadêmicas e prestação de serviços especializados, foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos científicos e literaturas de diferentes autores com vasto conhecimento na área. De posse dessas informações foi possível apontar os microrganismos mais frequentemente visualizados em amostras de efluente tratado de indústrias e domésticos, analisados pelo Setor de Microscopia da Genética Tecnologias Ambientais Ltda, Chapecó/SC.

## 2 METODOLOGIA

Para a caracterização da microfauna presente em efluentes de sistemas de lodos ativados foi desenvolvida ampla revisão de literatura através de artigos científicos e livros conceituados da área. Conforme Severino (2000), pesquisa bibliográfica levanta o conhecimento disponível na área, identificando as teorias produzidas, analisando-as e avaliando sua contribuição para compreender o problema objeto da investigação.

Todas as microfotografias presentes neste artigo foram obtidas através de amostras de efluentes domésticos e industriais, visualizadas em microscópio óptico de contraste de fase, por profissionais do Setor de Microscopia da empresa Genética Tecnologias Ambientais Ltda, localizada no município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A geração de esgoto doméstico e industrial tem aumentado consideravelmente, acompanhando o crescimento populacional. Na ausência de sistemas de tratamento, esse efluente é lançado diretamente em corpos receptores, contribuindo para a poluição ambiental. Porém, essa poluição pode ser evitada removendo-se a matéria orgânica antes de ser lançado no meio ambiente, através de sistemas de tratamento (FIGUEIREDO, 2006).

Os processos de tratamento são divididos em: Físicos: Remove os sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes por meio de separações físicas, como gradeamento, peneiramento, caixas de óleos e gorduras, sedimentação e flotação, por exemplo. Químicos: Remove os poluentes através de reações química que ocorrem em diferentes etapas dos sistemas de tratamento, utilizando produtos químicos como agentes de coagulação, floculação, neutralização de pH, oxidação, redução e desinfecção. Biológicos: Remover a matéria orgânica dissolvida e em suspensão transformando-a em flocos biológicos e gases. Reproduz os fenômenos naturais, mas em um curto espaço de tempo. Podem ser empregados microrganismos anaeróbios, facultativos e aeróbios, sendo o último o mais utilizado em sistemas de lodos ativados (TERA AMBIENTAL, 2013).

### 3.1 LODOS ATIVADOS

Os sistemas de tratamento de efluentes líquidos por lodos ativados apresentam alta eficiência de remoção de matéria orgânica e são versáteis, ocupando menor espaço físico para implantação, se comparados a outros tipos de sistemas biológicos (CLAAS, 2007).

A estrutura física de um sistema de lodos ativados consiste basicamente em um reator aerado e um decantador, além do sistema hidráulico que permite o retorno do lodo acumulado no fundo do decantador para o reator aerado. Porém, no sistema de fluxo intermitente, o reator aerado desempenha também a função de decantador, sendo operado alternativamente com aeração ligada ou desligada (SAAR, 2015).

Ao ser despejado no tanque de aeração, o efluente a ser tratado é submetido a aeração artificial, a qual visa reproduzir, em condição confinada e controlada, os fenômenos naturais, procurando-se intensificar a proliferação de bactérias capazes de formar os aglomerados denominados flocos biológicos. Esses flocos irão se separar da fase líquida por sedimentação, seja no reator ou no decantador (FIGUEIREDO, 2006).

Em outras palavras, o principal objetivo do sistema de lodos ativados é a formação de flocos biológicos concentrados de microrganismos, que ao sedimentar, as impurezas orgânicas do efluente serão removidas pelas bactérias aeróbias (SAAR, 2015).

### 3.2 MICROBIOLOGIA

Segundo Saar (2015), o tratamento biológico de efluentes envolve diversos microrganismos, em todas as etapas. Os principais na estabilização aeróbia de efluentes são as bactérias, algas, protozoários e micrometazoários.

As bactérias são as responsáveis pela maior parte da depuração da matéria carbonácea e pela estruturação dos flocos biológicos, porém, os componentes da microfauna (protozoários e micrometazoários) também possuem um importante papel no equilíbrio da comunidade bacteriana do meio, floculação, bem como pela remoção de *E. coli* e redução de DBO<sub>5</sub> (BENTO et al., 2005).

A investigação microscópica dos flocos e da microfauna presente no lodo é um importante indicador do desempenho e da eficiência do sistema, permitindo uma análise mais rápida das condições depurativas do processo, do que os resultados das análises químicas convencionais (CYBIS & PINTO, 1997).

Devido ao fato de serem extremamente sensíveis às alterações no processo, os exemplares da microfauna de lodos ativados alternam-se no meio em resposta às mudanças em condições ambientais e físico-químicas (BENTO et al., 2005 apud GERARDI, 1986).

### 3.3 PROTOZOÁRIOS

Os protozoários são organismos unicelulares de tamanho variado, podendo viver isolados ou em colônias. São tipicamente translúcidos e alimentam-se de bactérias, outros protozoários e de matéria orgânica, tanto na forma dissolvida como particulada (FIGUEIREDO, 2006).

De acordo com Claas (2007), na ausência de protozoários, um grande número de bactérias não floculam e dessa forma não sedimentam, seguindo com o efluente final e consequentemente reduzindo a eficiência de remoção nos parâmetros de emissão.

Subdivididos de acordo com o tipo de organela utilizada para a locomoção e captura de alimentos, os protozoários são classificados em:

#### 3.3.1 Flagelados

Protozoários que se locomovem através de flagelos, que são organelas finas e alongadas projetadas de pontos específicos da célula, executando movimento ondulatório no meio (FIGUEIREDO, 2006).

Pequenos e de rápida movimentação, os flagelados alimentam-se principalmente de compostos orgânicos (SAAR, 2015) e sua presença em meio aquático está relacionada à riqueza de matéria orgânica, sendo característicos de sistemas em início de operação, quando a oferta de alimento ainda é muito grande, estando presentes, portanto, em lodo jovem e em lodos ativados de alta carga (CLAAS, 2007).

A Figura 01 mostra a presença de protozoários do grupo dos flagelados.

**Figura 1 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo dos flagelados, Sugere *Monas* sp. (1 e 2) e *Peranema* sp. (3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda, (2016).

### 3.3.2 Amebas

A ameba é um microrganismo unicelular, ou seja, é composto por apenas uma única célula. Seu formato é muito variável, já que seu corpo gelatinoso assume formas diversas, em alguns casos. Algumas espécies possuem uma casca protetora, e devido à presença ou ausência dela, as amebas são subdivididas em dois grupos:

#### 3.3.2.1 Amebas nuas

São microrganismos que se locomovem através de organelas transitórias, conhecidas por pseudópodes (do latim *pseudo* = falso; *podes* = pés), constituídas por simples prolongamentos protoplasmáticos que ocorrem em qualquer parte do corpo e auxiliam na locomoção e alimentação por fagocitose. Geralmente são transparentes e não possuem forma definida, porém, quando vistas em formato de estrela, indicam o estresse sofrido devido à manipulação da amostra em que se encontram (FIGUEIREDO, 2006).

Pelo fato de não disputarem alimento, apenas predominam em ambientes onde ele é ofertado em grande quantidade, como em início da operação de um sistema de lodos ativados, e devido a esse fato estão associadas a más condições de depuração (CLAAS, 2007).

A Figura 02 mostra a presença de protozoários do grupo das amebas.

**Figura 2 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo das amebas, divisão amebas nuas, sugere *Hartmannella* sp. (1) e *Mayorella* sp. (2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

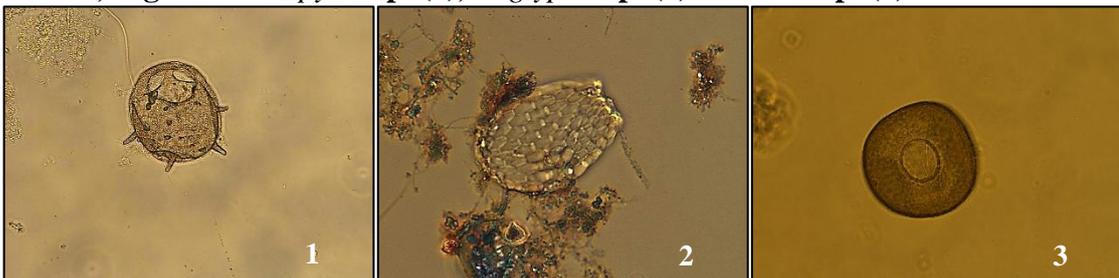
### 3.3.2.2 Amebas com teca

São amebas que apresentam uma casca protetora denominada teca, a qual pode ser secretada pela própria ameba ou ser formada de partículas retiradas do meio, de natureza calcária, silicosa ou orgânica (FIGUEIREDO, 2006). As tecamebas têm condições de competir com os demais microrganismos apenas quando o alimento é farto (F/M alto), como em início da operação de um sistema de lodos ativados (CLAAS, 2007).

Alguns gêneros são vistos frequentemente em sistemas de boa qualidade, como *Arcella* sp., sua presença é indicativo de efluentes nitrificados, característica de aeração prolongada e lodos bem estabilizados (CLAAS, 2007).

A Figura 03 mostra a presença de protozoários do grupo das amebas, divisão tecamebas.

**Figura 3 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo das amebas, divisão tecamebas, sugere *Centropyxis* sp. (1), *Euglypha* sp. (2) e *Arcella* sp. (3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

### 3.3.3 Ciliados

Grupo de organismos unicelulares de tamanho grande. Possuem cílios em diferentes partes do corpo, com a função de propulsão e transporte de alimentos (SAAR, 2015).

Alimentam-se de partículas orgânicas e de bactérias, desempenhando, assim como os demais protozoários, a função de clarificação do efluente (CLAAS, 2007).

Os ciliados apresentam-se em quatro diferentes formas distintas em sistemas de lodos ativados (SAAR, 2015):

### 3.3.3.1 Ciliados livre-natantes

São os ciliados que apresentam cílios distribuídos ao longo de toda a extensão do corpo e nadam livremente entre os flocos biológicos (FIGUEIREDO, 2006).

Gastam muita energia com a sua movimentação veloz, necessitando de grandes quantidades de alimento. Por esta razão estão associados à efluente com elevada concentração de bactérias livres, podendo ingerir aproximadamente 500 bactérias por hora, reduzindo drasticamente seu número (ROSA & BAZZANELLA, 2009).

A Figura 04 mostra a presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados livre-natantes.

**Figura 4 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados livre-natantes, sugere *Glaucoma* sp. (1), *Paramecium* sp. (2) e *Uronema* sp. (3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

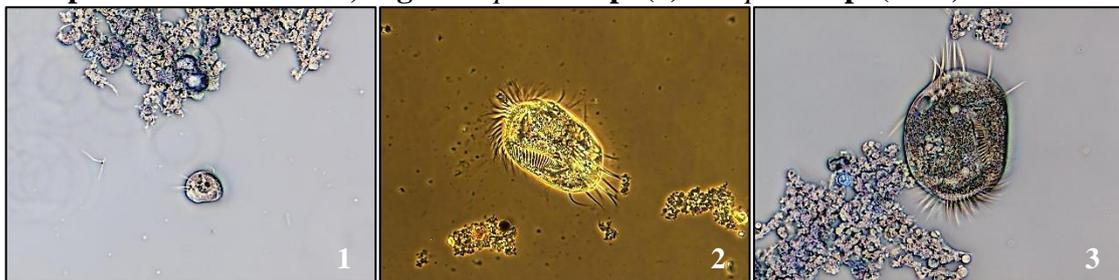
### 3.3.3.2 Ciliados predadores de flocos

Microrganismos de célula achatada dorsoventralmente, com cílios agrupados sob a parte que entra em contato com o substrato (FIGUEIREDO, 2006).

Também conhecidos como ciliados rastejantes ou reptantes, se arrastam ao redor dos flocos biológicos, alimentando-se da superfície das aglomerações de bactérias com materiais orgânicos, ingerindo fragmentos e contribuindo para a aparência arredondada de um floco bem formado. Estão presentes em biofiltros aerados, contactores biológicos e nos lodos ativados de idade média (ROSA & BAZZANELLA, 2009).

A Figura 05 mostra a presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados predadores de flocos.

**Figura 5 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados predadores de flocos, sugere *Aspidisca* sp. (1) e *Euplotes* sp. (2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

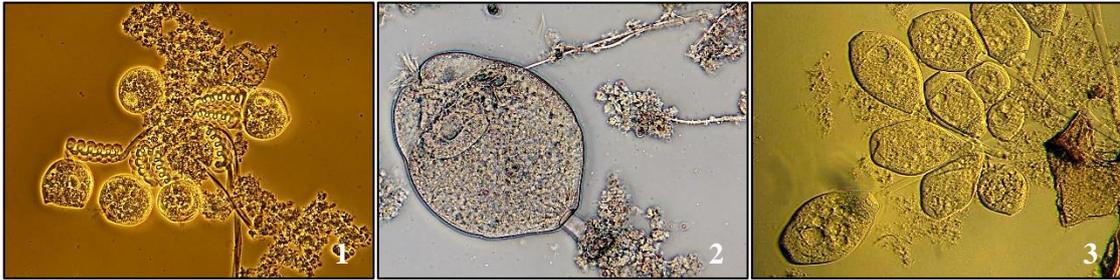
### 3.3.3.3 Ciliados fixos

Também denominados de ciliados entroncados ou pedunculados, são microrganismos com uma cauda muscular ou pedúnculo, a qual o fixa ao floco biológico (ROSA & BAZZANELLA, 2009).

Podem viver isolados ou em colônias. Os cílios concentram-se na região anterior, próxima à boca e seu batimento forma uma corrente de água capaz de captar o alimento do meio. Alguns gêneros possuem mionema, organela contrátil localizada no interior do pedúnculo, permitindo que o ciliado “fuja” de predadores através da sua rápida contração (FIGUEIREDO, 2006). Esta é a razão pela qual os ciliados fixos sobrevivem em ambientes com baixa quantidade de alimentos. São encontrados em lodos ativados de idade avançada e de boa qualidade (ROSA & BAZZANELLA, 2009).

A Figura 06 mostra a presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados fixos.

**Figura 6 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados fixos, sugere *Vorticella* sp. (1) e *Opercularia* sp. (2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

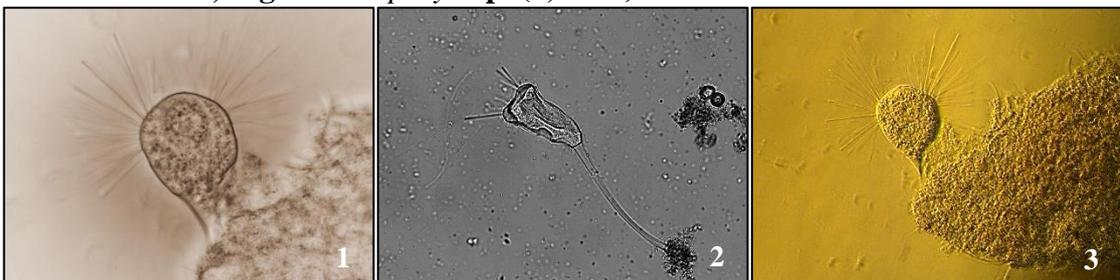
#### 3.3.3.4 Ciliados carnívoros

Microrganismos dotados de prolongamentos mais grossos e longos que os cílios, semelhantes à espinhos, denominados cirros, que funcionam como ventosas para aprisionar e sugar o conteúdo de outros protozoários. Conhecidos também como suctórias, são seres imóveis, na maioria das vezes presos ao substrato por meio de pedúnculo (CLAAS, 2007).

De acordo com Rosa & Bazzanella (2009), são predadores de outros ciliados, de amebas e flagelados, situando-se no final da cadeia trófica do ecossistema dos lodos ativados. São identificados pela flexibilidade de seus corpos e muitos deles apresentam um prolongamento extenso do corpo, o qual utilizam para furar os flocos biológicos na busca por alimento.

A Figura 07 mostra a presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados carnívoros.

**Figura 7 – Microfotografias. Presença de protozoários do grupo dos ciliados, divisão ciliados carnívoros, sugere *Tokophrya* sp. (1, 2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

### 3.4 MICROMETAZOÁRIOS

Microrganismos multicelulares de crescimento lento, encontrados em lodos ativados de idade elevada (SAAR, 2015). Segundo Rosa & Bazzanella (2009), a complexidade de sua estrutura celular deixa-os mais suscetíveis à impactos ambientais, tornando-os indicadores de efluentes estabilizados e de baixa toxicidade. No processo de lodos ativados são conhecidos os (FIGUEIREDO, 2006):

### 3.4.1 Rotíferos

Seres de corpo transparente, alongado, dividido em três partes: região anterior dotada de coroa de cílios, tronco e pé terminal. Os cílios presentes na região da boca auxiliam tanto na alimentação, como na locomoção por natação. O pé terminal auxilia no deslocamento por meio de rastejamento (FIGUEIREDO, 2006).

Segundo Claas (2007), os rotíferos mantêm a água limpa pois alimentam-se de detritos orgânicos, bactérias e outros microrganismos. São seres de vida livre e solitária, poucos são sésseis ou vivem em colônias. Sua presença é indicadora de boa eficiência do sistema, já que está associada a idade de lodo elevada ou alto estágio de oxidação.

São os micrometazoários mais frequentemente avistados em microscopia de sistemas de lodos ativados (ROSA & BAZZANELLA, 2009). A Figura 08 mostra a presença de micrometazoários do grupo dos rotíferos.

**Figura 8 – Microfotografias. Presença de micrometazoários do grupo dos rotíferos, sugere *Lecane* sp. (1), *Rotaria* sp. (2) e *Philodina* sp. (3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

### 3.4.2 Nematóides

Vermes de formato alongado, extremidades geralmente pontiagudas e sem segmentações ao longo do corpo incolor, movimentando-se através de rápidas contrações e habitando o lodo do fundo de diferentes corpos d'água (CLAAS, 2007).

Estes organismos alimentam-se de material particulado e outros microrganismos como os protozoários, rotíferos, tardígrados e demais nematóides. São muito resistentes à baixas concentrações de oxigênio dissolvido e à extremos de temperatura (FIGUEIREDO, 2006).

Claas (2007) afirma que em sistemas de lodos ativados não apresentam papel significativo e são vistos raramente, porém em estações de tratamento de efluentes domésticos, onde são extremamente resistentes ao processo, podem ser encontrados ovos de nematóides parasitas do homem, como o *Ascaris* sp.

São os organismos mais observados em contadores biológicos e biofiltros aerados, onde perfuram a estrutura, deixando buracos visíveis (ROSA & BAZZANELLA, 2009). A Figura 09 mostra a presença de micrometazoários do grupo dos nematóides.

**Figura 9 – Microfotografias. Presença de micrometazoários do grupo dos nematóides, sugere *Rhabdins* sp. (1, 2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

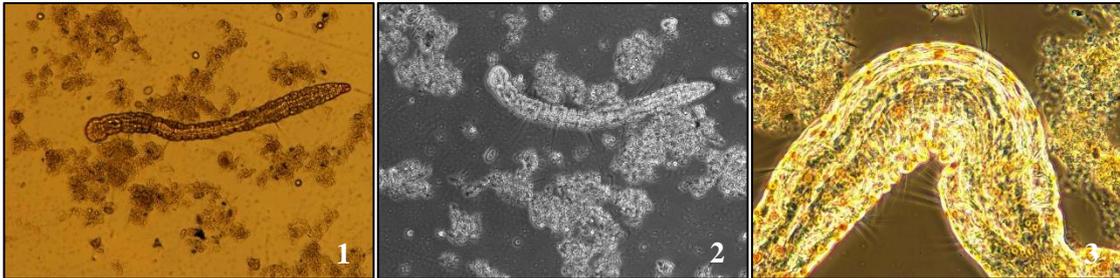
### 3.4.3 Anelídeos

Vermes segmentados de corpo formado por “anéis”, revestido de cutícula onde encontram-se células glandulares e sensoriais. A sua fácil adaptação permite explorar diversos nichos ecológicos, sendo alguns gêneros parasitas e outros alimentam-se de demais invertebrados (CLAAS, 2007).

São considerados um dos maiores micrometazoários de lodos ativados e locomovem-se por meio de rastejamento através de contrações corporais. Possuem alta regeneratividade e alimentam-se de algas, detritos e outros microrganismos (FIGUEIREDO, 2006).

De acordo com estudos de Claas (2007), em sistemas de lodos ativados eles ocorrem apenas em lodos bem estabilizados e de alta idade, sendo raramente vistos. São mais frequentemente observados em lagoas, biofiltros, contactores biológicos e em lodos ativados de aeração prolongada. Semelhante ao tardígrado, indicam efluente nitrificado de boa qualidade (ROSA & BAZZANELLA, 2009). A Figura 10 mostra a presença de micrometazoários do grupo dos anelídeos.

**Figura 10 – Microfotografias. Presença de micrometazoários do grupo dos anelídeos, sugere *Aeolosoma* sp. (1, 2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

#### 2.4.4 Tardígrados

Raramente observados em sistemas com aeração prolongada, onde se alimenta do conteúdo celular de nematóides, rotíferos e protozoários (ROSA & BAZZANELLA, 2009).

São seres comumente conhecidos como ursos d'água e possuem corpo curto, roliço e cilíndrico, dotado de quatro pares de patas curtas e grossas (FIGUEIREDO, 2006).

Os tardígrados movimentam-se literalmente andando sobre as patas. São afetados por pequenas concentrações de amônia, e indicam efluente totalmente nitrificado (ROSA & BAZZANELLA, 2009 apud CUTOLO, 2000). A Figura 11 mostra a presença de micrometazoários do grupo dos tardígrados.

**Figura 11 – Microfotografias. Presença de micrometazoários do grupo dos tardígrados, sugere *Macrobiotus* sp. (1, 2 e 3)**



Fonte: Setor de Microscopia Genética Tecnologias Ambientais Ltda.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação por meio de microscopia traz informações importantes relacionadas ao comportamento do processo de tratamento biológico. Os principais objetivos do tratamento por lodos ativados é reduzir a carga de poluição a níveis pré-determinados e aceitáveis, gerando um efluente límpido e clarificado. Para estes objetivos, os microrganismos desempenham um papel fundamental, e sua caracterização se torna um indicador importante no controle operacional do processo (ROSA & BAZZANELLA, 2009).

#### REFERÊNCIAS

BENTO, Alessandra Pellizzaro et. al. **Caracterização da Microfauna em Estação de Tratamento de Esgotos do Tipo Lodos Ativados: Um Instrumento de Avaliação e Controle do Processo.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 4, p. 329-338. 2005.

CLAAS, Isabel Cristina. **Lodos ativados: Princípios teóricos fundamentais, operação e controle.** Porto Alegre: Evangraf, 2007. 131p.

CYBIS, Luiz Fernando & PINTO, Carmem Regina Ribeiro. **Protozoários e metazoários presentes em reatores sequenciais em batelada (RSB) observados no processo de nitrificação.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19, 1997. Foz do Iguaçu, Anais. Foz do Iguaçu, ABES. p. 793-802. 1997.

FERNANDES, Heloísa. **A dinâmica da biota em um sistema de lagoas de estabilização para tratamento de lixiviado de aterro sanitário.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 183 f, 2009.

FIGUEIREDO, Maria da Glória. **Microbiologia de Lodos Ativados - Apostila do Curso e Treinamento Prático Especializado**. CETESB, 194 p., 2006.

ROSA, Sérgio Augusto Silveira; BAZZANELLA, André. **Microbiologia dos Lodos Ativados**. 2009. 16 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ciências Biológicas) – UNIASSELV, Itapiranga, 2009. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=6649>. Acesso em: 21 de outubro de 2016.

SAAR, Jörg Henri. **Microbiologia dos lodos ativados: Teoria e aplicações práticas para quem trabalha com processos de tratamento biológico de efluentes industriais e urbanos**. 1ª edição. Porto Alegre: Gênese, 2015. 196 p.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 21 ed. Rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2000.

TERA AMBIENTAL. **Como funciona o tratamento de efluentes industriais**. Artigo publicado em 26/09/2013. Disponível em: <http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/338190/como-funciona-o-tratamento-de-efluentesindustriais>. Acesso em: 26 de outubro de 2016.