

Tratamento e Disposição Final de Resíduos

CORRELAÇÃO ENTRE A MICROFAUNA E PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS DE UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES

Arthur Rodrigo Hermoso

Graduando em tecnologia em química ambiental pelo
CEFET-PR.

Solange Ferreira

Graduanda em tecnologia em química ambiental pelo
CEFET-PR.

Edilsa Rosa da Silva

Doutora em ciência de alimentos pela Unicamp e
professora do CEFET-PR.
edilsa@cefetpr.br

Josmaria Lopes de Moraes

Professora do CEFET-PR e doutoranda em química
pela UFPR.
josmaria@cefetpr.br

RESUMO

Em uma Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (indústria de refrigerantes), localizada na cidade de Curitiba – PR, foi realizado acompanhamento do processo de tratamento dos efluentes, utilizando parâmetros físico-químicos e análises empregando microscopia ótica do lodo ativado. As avaliações por microscopia foram realizadas com o uso de lâminas de preparo simples. Inicialmente foram realizadas observações das características dos flocos (abundância e morfologia) e da presença de filamentosos. Na sequência uma observação mais detalhada foi realizada com o objetivo de identificar a microfauna. As análises de estrutura dos flocos basearam-se em um método rápido e prático de comparação visual, que mede a densidade relativa de bactérias filamentosas. As observações da microfauna, por sua vez, foram realizadas pela identificação das classes de organismos presentes e do agrupamento destes em graus de predominância. Foi possível evidenciar os seguintes aspectos: a relação entre valores de Índice Volumétrico de Lodo com os resultados das análises estruturais de floco; a influência de choque de carga sobre a característica microbiana do lodo e a qualidade do tratamento; os benefícios decorrentes da inoculação de lodo; a confirmação da presença, relatada pela literatura, de determinados grupos de organismos em condições operacionais específicas.

PALAVRAS-CHAVE

Microbiologia, lodos ativados, floculação biológica.

ABSTRACT

In an industrial effluents treatment station (soft drink industry), located in the city of Curitiba - PR, the process of effluents treatment was followed, using physical-chemical parameters and microscopic analysis of the activated sludge. The microscopic evaluations were made by using simple preparation sheets. Initially the flocks' characteristics (amount and morphology) and the filamentous presence were observed. After that, a more detailed observation was done aiming to identify the micro fauna. The analysis of the flocks' structure were based on a fast and practical method of visual comparison that measures the relative density of filamentous bacteria. On the other hand, the observations of the micro fauna were done through the identification of the classes of present organisms and of the grouping of these in predominance degrees. It was possible to evidence the following aspects: the relation among values of Sludge Volumetric Indices and the results of the flocks structural analysis; the influence of load shock on the microbial characteristic of the mud and, the quality of the treatment; the benefits which come from mud inoculation; the confirmation of the presence, told by the literature, of certain groups of organisms in specific operational conditions.

KEY WORDS

Microbiology, activated sludge, biological flocculation.

RESUMEN

En una Estación de Tratamiento de Efluentes Industriales, localizada en la ciudad de Curitiba – PR, fue realizado el acompañamiento del proceso de tratamiento de los residuos generados en una industria de refrescos, empleando parámetros físico-químicos y análisis microscópicas del lodo activado. Las evaluaciones microscópicas fueron realizadas con el empleo de láminas de preparo simple. Al principio fueron realizadas observaciones de las características de los flocos (abundancia y morfología) y de la presencia de filamentosos. En seguida, fue realizada una observación más detallada con el objetivo de identificar la microfauna. Los análisis de estructura de los flocos fueron basados en un método rápido y práctico de comparación visual, que mide la densidad relativa de bacterias filamentosas. Por su vez, las observaciones de la microfauna fueron realizadas a través de la identificación de las clases de organismos presentes y su agrupación en grados de predominancia. Fue posible evidenciar los siguientes aspectos: la relación entre valores de Índice Volumétrico de Lodo con los resultados de los análisis estructurales de floco; la influencia del impacto de sobredosis de la carga orgánica sobre la característica microbiana del lodo y, la calidad del tratamiento; los beneficios decorrentes de la inoculación de lodo; la confirmación de la presencia, relatada por la literatura, de determinados grupos de organismos en condiciones operacionales específicas.

PALABRAS LLAVES

Microbiología, lodos activados, floculación biológica.

INTRODUÇÃO

Os processos biológicos para tratamento de despejos têm como função principal criar condições de degradação dos compostos orgânicos. Utilizam, para esse fim, o metabolismo de oxidação e floculação realizado por microrganismos, em condições ambientais controladas (BITTON, 1999).

O processo de tratamento por lodos ativados fundamenta-se na floculação da biomassa de lodo. Esses flocos são formados por um consórcio de microrganismos com capacidade de utilizar os compostos químicos presentes no efluente como fonte de nutrientes e carbono (JENKINS et al, 1993). Os microrganismos que participam na formação dos flocos no processo de lodos ativados são: bactérias, fungos, protozoários e micrometazoários (MENDONÇA, 2002). Estrutura da comunidade, distribuição e frequência dos organismos estão relacionadas com a fonte de inóculo, tipo de substrato fornecido e com as condições operacionais do sistema de tratamento (CUTOLO e ROCHA, 2001).

Os flocos dos lodos ativados são formados por dois níveis de estrutura: a micro e a macroestrutura. A microestrutura é formada pelos processos de adesão microbiana e biofloculação, enquanto a macroestrutura é constituída pelos organismos filamentosos, os quais formam uma espécie de rede dentro dos flocos sobre a qual as bactérias aderem (VON SPERLING, 1997). Portanto, os insucessos na separação do lodo ativado podem estar relacionados a problemas da micro e/ou da macroestrutura dos flocos (JENKINS et al, 1993). As bactérias são os principais constituintes dos flocos biológicos, o equilíbrio entre bactérias formadoras de flocos e as filamentosas é determinante para os mesmos

apresentarem estrutura compacta e robusta (MENDONÇA, 2002).

A avaliação da microbiota dos lodos ativados, realizada pela microscopia, é útil para determinar a natureza física e a abundância e tipos de organismos filamentosos presentes. Esse tipo de observação também pode trazer informações a respeito da presença/ ausência de microrganismos considerados como indicadores de qualidade de sistemas de lodos ativados (VAZOLLÉR, 1989). Os organismos presentes em um sistema de tratamento biológico (lodos ativados) são extremamente sensíveis às modificações no processo, alternando-se no sistema em resposta às mudanças das condições biológicas, físico-químicas e ambientais (BENTO et al, 2002; MENDONÇA, 2002).

Recentemente, estudos têm demonstrado que o acompanhamento pela microscopia óptica das condições do lodo ativado melhora significativamente o controle do processo biológico (SILVA e DAR-RIN, 2002; MENDONÇA, 2002; COSTA et al, 2003). Segundo Vazollér (1989), a realização regular de análises microscópicas de um lodo biológico serve para indicar ao operador as diversas tendências do processo, dentre os 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) O nível de aeração empregado; (5) A presença de compostos tóxicos; (6) A ocorrência de sobrecargas orgânicas; e (7) A ocorrência de nitrificação.

Dessa forma, a compreensão da microbiologia e de suas alterações durante o processo de tratamento de despejos é essencial para a otimização do controle de processos biológicos (lodos ativados), com vista à melhoria de eficiência.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi a realização de avaliações microscópicas da estrutura e morfologia dos flocos, caracterização da microfauna presente no lodo e a correlação destes dados com parâmetros físico-químicos, monitorados pelo Laboratório de Controle da Estação de Tratamento de Efluentes de uma indústria de refrigerantes, situada em Curitiba-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma estação de tratamento de uma indústria de refrigerantes com um histórico de muitas variações nas características do lodo ativado, como intumescimento do lodo, floculação excessiva e variações na qualidade do efluente tratado.

O efluente gerado por essa indústria, proveniente da fabricação de bebidas açucaradas, apresenta elevada biodegradabilidade. Antes da chegada do efluente no reator biológico ele passa por sistema de gradeamento e caixa de areia, para remoção de partículas sólidas. Posteriormente, o despejo segue para um tanque equalizador para homogeneização e eventuais correções de pH, de onde é enviado ao sistema biológico de tratamento (lodos ativados).

A planta utiliza um sistema de oxigenação, à base de oxigênio puro, com três misturadores submersíveis, que promovem a dissolução do oxigênio no meio (lodo). A faixa de concentração de oxigênio dissolvido é mantida entre 1 e 2 mg L⁻¹. Devido às características do despejo, é necessária a dosagem de nutrientes (nitrogênio e fósforo) no sistema de tratamento. A dosagem é feita segundo a relação para sistema de aeração prolongada, amplamente conhecida e indicada por diversas bases

bibliográficas, C:N:P (200:5:1) (VON SPERLING, 1997).

Entre 20 de janeiro de 2003 e 31 de março de 2003 foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de lodos ativados, coletados diretamente do reator biológico da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da indústria. As avaliações foram realizadas com uma frequência média de três vezes por semana, totalizando 35 dias de monitoramento.

Os dados físico-químicos e outros de controle operacional da ETE, utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, foram disponibilizados pelo Laboratório de Controle da indústria de refrigerantes. Os principais parâmetros empregados para o controle operacional da estação são: Demanda Química de Oxigênio (DQO) $\frac{DQO_{entrada} * 0,5}{SSV}$, pH, Sólidos Suspensos Voláteis (SSV), Índice Volumétrico do Lodo (IVL), determinados de acordo com procedimentos padrão (APHA – STANDARD METHODS, 1992), Idade do Lodo, determinado segundo Von Sperling, 1997, Vazão de Entrada do Efluente, Oxigênio Dissolvido (OD), medido continuamente com emprego de Sensor Industrial, Razão Alimento/ Microorganismo (A/M), calculada empregando a equação 1. A eficiência do sistema de tratamento foi determinada diariamente, com base na remoção de DQO, pela equação 2:

equação 1

$$A/M = \frac{DQO_{entrada} * 0,5}{SSV}$$

Onde: (DQO) $\frac{DQO_{entrada} * 0,5}{SSV}$ representava a DBO₅ teórica; A/M era dada em kg DBO₅.kg⁻¹.d⁻¹

equação 2

$$\eta = \left(\frac{DQO_{entrada} - DQO_{saída}}{DQO_{entrada}} \right) * 100$$

Para as análises microscópicas foram empregadas lâminas e lamínulas de vidro, usando preparações simples com lodo recém-coletado do tanque de aeração. As observações foram efetuadas utilizando-se um microscópio óptico composto Olympus, modelo BH. A análise da estrutura e densidade dos flocos foi realizada segundo Jenkins et al (1993). Já a identificação e predominância de protozoários e micrometazoários, de acordo com a metodologia descrita por Jachetti et al (2002).

As visualizações das lâminas deram-se em duas etapas, conforme a seguinte descrição:

1. Caracterização da estrutura dos flocos (morfologia, abundância e forma), densidade de filamentos nos flocos, classificando-os segundo metodologia descrita por Jenkins et al (1993), utilizando-se aumento de 100X;
2. Análises de identificação e de predominância de protozoários e micrometazoários, empregando a técnica de visualização simples e fazendo uso de atlas de identificação de organismos de diversas classes, disponíveis em Vazóller (1989) e Jenkins et al (1993).

Após o período das análises microscópicas do lodo, foi estudada a correlação entre os resultados obtidos e os principais dados e informações registradas pelo controle operacional da Estação de Tratamento de Esgotos. Para facilitar o entendimento dos resultados, considerou-se o primeiro dia de avaliação (21 de janeiro) como sendo o 1º dia e assim por diante, até o último dia (31 de março) como sendo o 35º dia.

Durante a realização do estudo, o controle operacional continuou a cargo dos responsáveis (funcionários da empresa) pela estação de tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os descartes de lodo foram eventuais e ocorreram nos 3º, 5º, 9º, 10º, 14º, 15º, 22º, 27º, 31º e 33º dias. A realização dos descartes de forma irregular dificultou a correta determinação da idade do lodo e provocou aumento dos valores de IVL (Figura 1). Com as informações obtidas do registro de controle da estação foi possível estimar a idade do lodo entre 35 e 45 dias até o 30º dia de análise. Após o 31º dia de monitoramento, o descarte passou a ser realizado (5% ao dia) de forma a manter o lodo com idade de 20 dias.

A manutenção do lodo com idade alta e, conseqüentemente, o acúmulo de sólidos suspensos no reator biológico (entre 3.700 e 5.500 mg.L⁻¹) atribuiu características específicas ao sistema. Com alto valor de biomassa (sólidos suspensos voláteis), a razão A/M foi reduzida e, desta forma, foi intensificada a fase endógena no sistema, por acusa da baixa quantidade de alimento disponível por microrganismo (Figura 2). O lodo retirado estava mais estabilizado; no entanto, a eficiência da estação foi parcialmente comprometida, principalmente pela taxa de sedimentação (avaliada pela determinação de Índice Volumétrico de Lodo, IVL). Isso ocorreu, principalmente, entre o 1º e 10º dias de análise, e após o 26º dia de análise (Figura 1).

A análise da Figura 1 ilustra a observação de uma relação entre os valores de IVL do sistema e a quantidade de filamentosos presentes no lodo. No período em que os resultados da análise de estrutura dos flocos eram D, os valores de IVL estavam relativamente elevados, tendo-se em média valores próximos a 200 mL.g⁻¹. A partir do 14º dia verifica-se a redução nos valores de IVL para faixa de 100 a 150 mL.g⁻¹ (considerados aceitáveis por Von Sperling,

1996) e concomitante redução da densidade de filamentos de D (grande quantidade) para C (quantidade normal). Após o 24º dia de monitoramento, o número de filamentosos volta à classificação D e os valores de IVL apresentam-se em franco crescimento.

A grande quantidade de filamentosos, presente no lodo, pode ser justificada por diversos fatores, dentre os quais: (a) Tipo do efluente. Segundo Jenkins et al, (1993), efluentes facilmente biodegradáveis favorecem o crescimento de bactérias filamentosas em detrimento das formadoras de floco; (b) Concentração do efluente. De acordo com Bitton (1999), em baixa concentração de substrato (baixo, razão A/M) os organismos filamentosos possuem taxa de remoção de substrato mais alta que as bactérias formadoras de floco (ex. *Zooglea* spp.); (c) Tempo de retenção celular (maior de 20 dias), especialmente quando associado com razão A/M (menor de 0,1 kg DBO₅ kg⁻¹ SSVd⁻¹), intensifica o crescimento de filamentosas (JENKINS et al, 1993; VON SPERLING, 1997). A Figura 2 apresenta os valores de relação A/M mantidos durante o período de estudo.

Essa baixa sedimentabilidade do lodo na maior parte do tempo da realização do estudo também pode ser relacionada com a morfologia dos flocos. Os flocos se apresentavam de forma irregular, com estrutura difusa em parte do período de estudo. E apenas entre os 18º e 22º dias parte dos flocos foi classificada como tendo estrutura compacta. A estrutura difusa apresentada pela maioria dos flocos avaliados é um indício importante de condições inadequadas de sedimentabilidade. Segundo Mendonça (2002), somente flocos compactos e robustos são indicativos de boa sedimentabilidade.

A realização de descartes irregulares e inferiores aos recomendados para uma

Figura 1 – Relação entre o IVL (vertical) e classificação da abundância de filamentosos nos flocos (interpretada segundo JENKINS et al, 1993), nos dias de estudo

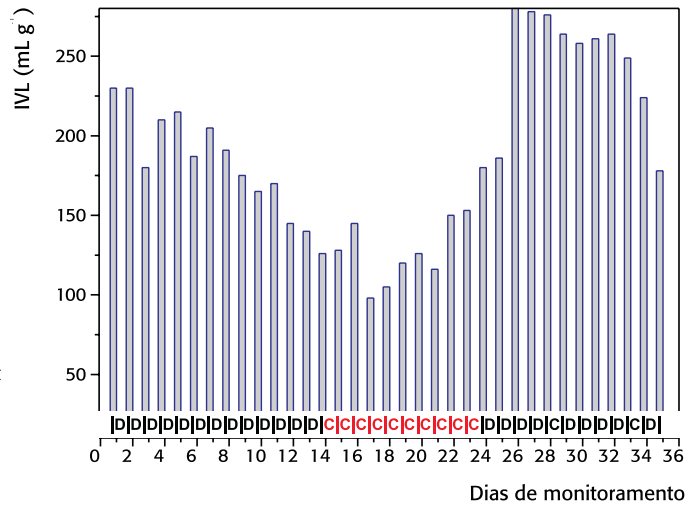
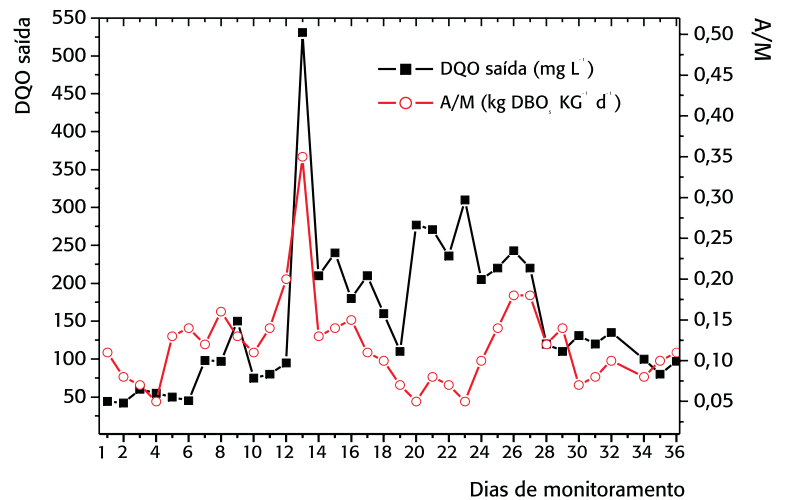


Figura 2 – Relação entre o fator de carga (A/M) e a DQO do efluente tratado



estação de grande remoção de matéria orgânica e, portanto, grande produção de biomassa, causou uma série de problemas operacionais. No 9º dia de avaliações microbiológicas, ocorreu grande elevação da manta de lodo sedimentado no decantador, gerando perdas de sólidos por arraste de lodo junto de efluente tratado no decantador secundário. Nesse período foi adicionado, no decantador, polieletrólito floculante (polímero), para melhorar a sedimentabilidade do lodo. A melhoria foi obtida somente com a realização de descarte de lodo, reduzindo os sólidos

suspensos voláteis de 5.480 mg.L⁻¹ (9º dia) para 3.800 mg.L⁻¹ (10º dia).

A realização de análises microscópicas com o objetivo de identificação de microrganismos demonstrou que, apesar de a ETE estar operando com lodo de alta idade e condições inadequadas de sedimentabilidade, na maior parte das observações podia ser constatada grande abundância de organismos indicadores.

Foram considerados como grupos predominantes os que incluíram aquelas classes e subclasses, que, por sua abundância, destacaram-se em meio aos

flocos do lodo analisado: ciliados livres natantes, ciliados livres predadores de flocos, ciliados sésseis, ciliados sésseis pedunculados e rotíferos.

Entre as classes que estiveram presentes, em grande parte do período das análises realizadas, estão os protozoários ciliados de vida livre (Figura 3) (gêneros mais freqüentes da subclasse hipotríquios: organismos semelhantes a *Euplotes*, *Aspidisca*, *Oxytricha* e *Stylonychia*) e o protozoário ciliado fixo identificado como *Chaetospira* sp (Figura 4). Pedunculados semelhantes a *Epistylis* ssp (Figura 5).

A predominância de ciliados livres são indicativos de boa depuração (MENDONÇA, 2002; VAZZOLER, 1989). Os ciliados são predadores de flocos, ou seja, consumidores de bactérias. O fato de eliminar bactérias faz com que sejam mantidas em máxima taxa de reprodução, ou seja, alta renovação celular (VAZZOLER, 1989). A presença de ciliados livres (natantes e predadores de floco) pode representar boas condições de depuração (Figura 3). A ocorrência desses microrganismos no lodo analisado foi muito significativa, tanto pela abundância de gêneros quanto pela predominância exercida pela subclasse das hipotríquias (predadores de flocos), as quais estiveram presentes em todo o período de análise.

No entanto, entre os 12^o e 13^o dias de monitoramento ocorreu um choque de carga, detectado pelas análises de DQO de entrada, em decorrência de um vazamento de xarope (açucarado) na fábrica. Esse acontecimento provocou uma elevação da DQO de saída e, portanto, uma redução na eficiência do sistema de tratamento, o que pode ser observado na Figura 2.

A ocorrência do choque de carga provocou uma redução brusca no

número e variedade de ciliados predadores de floco. O ciliado semelhante a *Euplotes* spp., por exemplo, identificado entre 2 e 4 por lâmina observada, voltou a aparecer apenas uma semana após o choque de carga. O protozoário semelhante a *Stylonychia mytilus* (ciliado predador de flocos) manteve sua predominância mesmo durante o choque.

Já as condições de sedimentabilidade (IVL na faixa de 100 – 150 mL g⁻¹) estavam melhores nesse período (Figura 1). O número de filamentosos estava menor entre os 14^o e 22^o dias de análise, correspondendo à classificação C (JENKINS et al, 1993).

A predominância da *Stylonychia mytilus* só deixou de existir nos dias em que foi constatado um derrame de óleo na ETE (16^o dia de monitoramento). Foram necessários cinco dias para que o protozoário *Stylonychia mytilus* voltasse a ser predominante. Após os eventos de choque de carga e de derrame de óleo, aos poucos a microbiota apresentava recuperação. Essa recuperação está relacionada com o aumento do número de ciliados predadores de flocos, responsáveis pela clarificação do efluente, uma vez que são consumidores de bactérias. A presença de grande número de ciliados provoca a redução do número de bactérias e mantém-nas em máxima taxa de reprodução, ou seja, alta renovação celular (VAZZOLER, 1989; JENKINS et al, 1993).

Após o 18^o dia de análise, o sistema estava novamente com más condições de sedimentabilidade, ocorrendo, inclusive, perdas de sólidos e, conseqüentemente, provocando aumento da DQO de saída (Figura 1). O número de filamentosos estava ainda no nível C (escala Jenkins); no entanto, os flocos estavam apresentando aspecto difuso e a variedade de microrganismos ainda estava inferior aos primeiros dias

de monitoramento. Nesse período foi constatado, por três dias de avaliação (19^o 20^o e 21^o), a presença (de 1 a 2 organismos por lâmina) do ciliado pedunculado semelhante à *Vorticella micróstoma*. Segundo Mendonça (2002) e Bayerisches (1999), a presença de vários pedunculados desse tipo é um importante indicativo de má depuração do sistema de lodos ativados. Após a inoculação, o pedunculado semelhante à *Vorticella micróstoma* não voltou a ser identificado.

No 21^o dia de monitoramento, foi realizado um grande descarte de lodo e uma inoculação de lodo ativado, proveniente de uma estação de tratamento de efluentes municipal. Com o acompanhamento por análises microscópicas, foi possível verificar que, nos dias seguintes a essa operação, aumentou a quantidade e variedade de ciliados predadores de flocos. Passaram a ser observados microrganismos semelhantes à *Amphileptos claperdie*, *Aspidisca* spp., *Colleps* spp.

Quando a microbiota apresentava boas condições, um segundo derrame de óleo ocorreu (26^o dia), provocando imediata redução da aeração. Foi ajustado o fornecimento de oxigênio (aumento de vazão) para manter o oxigênio dissolvido na faixa de 2 mg.L⁻¹; apesar disto, a DQO de saída voltou a aumentar (Figura 2).

As avaliações microscópicas constataram que o derrame de óleo promoveu grande redução do número de espécies presentes. Foi realizado descarte de 20% do lodo e inoculação de lodo proveniente da estação de tratamento municipal (ETE Belém). Foi realizado descarte e inoculação de lodo no 30^o dia de monitoramento.

O sistema apresentou uma recuperação mais lenta que no derrame anterior, e após o 31^o dia, foi estabelecida uma rotina de descarte de

lodo. Essa rotina, com objetivo de melhorar as condições de sedimentabilidade e, conseqüentemente, de eficiência do sistema de tratamento, demorou um período para demonstrar (em IVL) a melhoria de sedimentabilidade. No 35º dia, correspondente ao último dia de monitoramento, as condições de sedimentação ainda não estavam adequadas. A densidade de filamentosos ainda estava alta e a maioria dos flocos apresentava aspecto difuso.

A presença de flagelados ocorreu do 6º ao 12º dia de análise. Sua ocorrência foi pouco representativa, sendo encontrado, em média, apenas um microrganismo por lâmina observada. Com o choque de carga ocorrida no 13º dia, houve o completo desaparecimento desse tipo de microrganismo. Embora alguns autores (JENKINS et al, 1993; VON SPERLING, 1997) relacionem a presença de flagelados com alta disponibilidade de substratos, a justificativa para seu desaparecimento pode estar na maior eficiência das bactérias na competição por alimento.

Foi constante a identificação de metazoários (rotíferos) durante todo o período de monitoramento. Rotíferos apresentam várias formas e são muito mais complexos e maiores que os protozoários. Segundo Bayerisches (1999), aparecem em diversas idades de lodo, geralmente encontrados em idade de lodo alta. *Philodina spp.*, *Cephalodella spp.* e *Corlurelea spp.* são encontrados em lodo com carga baixa e com alta oxigenação. Já *Rotaria spp.*, encontrada apenas nos 1º e no 3º dias de avaliação, não é considerado bom indicador como os anteriores (JENKINS et al, 1993; BAYERISCHES, 1999). A espécie mais freqüentemente encontrada era a semelhante à *Philodina ssp.* Esta espécie de rotífero desapareceu quando

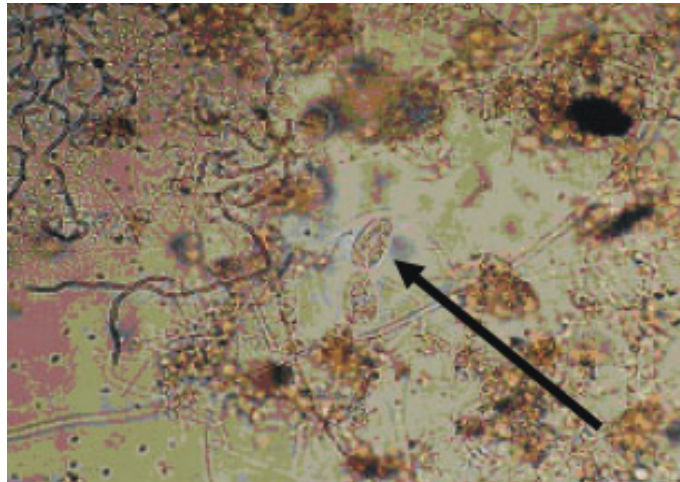


Figura 3 – Micrografia da amostra de lodo em estudo, apresentando protozoário ciliado livre natante (aumento de 400X)
Crédito: Fornecido pelos autores

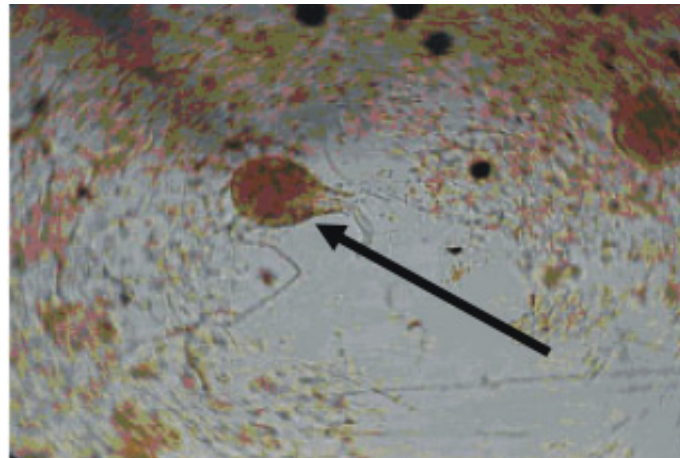


Figura 4 – Micrografia da amostra de lodo em estudo, apresentando o protozoário ciliado fixo, identificado como *Chaetospira mulleri*, encontrado freqüentemente na microfauna do lodo da estação de tratamento da indústria de refrigerantes (aumento 100X)
Crédito: Fornecido pelos autores

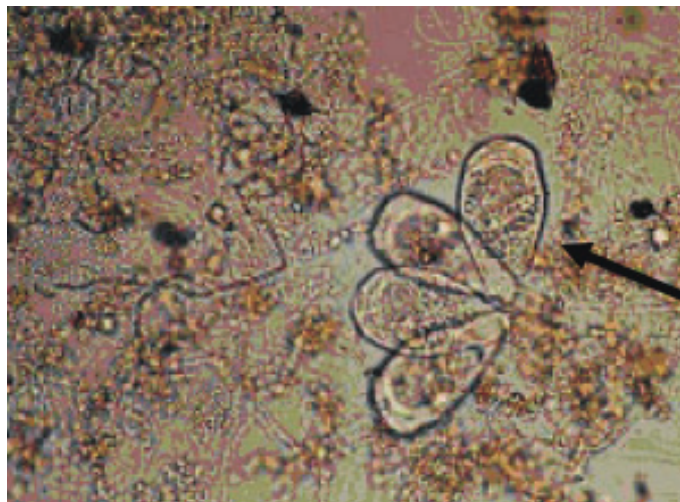


Figura 5 – Micrografia da amostra de lodo em estudo, apresentando um protozoário ciliado pedunculado semelhante à *Epistylis* (aumento de 400X)
Crédito: Fornecido pelos autores

do primeiro derrame de óleo, e voltou a aparecer no 23º dia de avaliação, permanecendo até o 31º dia de avaliação.

CONCLUSÕES

O sistema de tratamento de lodos ativados da indústria de refrigerantes avaliada apresentou, durante o período das análises, algumas características das quais se citam: sedimentação do lodo deficiente, choque de carga, derrame de óleo e desestabilização do sistema associado à manutenção de grande quantidade de sólidos suspensos no reator.

As análises de estrutura do floco do lodo do sistema de tratamento da indústria em questão expressaram um lodo com grande quantidade de filamentosos, abundância de flocos, na maioria classificados como difusos. Grande quantidade de filamentosos, presença de flocos difusos, são relacionados com má sedimentabilidade. As análises de IVL (valores acima de 150 mL.g⁻¹) e os eventos de perdas de sólidos confirmaram essa sedimentabilidade inadequada.

Foi possível observar, pelas análises de caracterização da microfauna do lodo, a presença predominante dos protozoários ciliados de vida livre (natantes e predadores de floco), na maior parte do período observado, bem como sua redução quando dos eventos de choque de carga e derrame de óleo.

O evento de choque de carga provocou uma redução relativa na presença de ciliados predadores de flocos, o que afetou de modo significativo a eficiência do tratamento. A partir da inoculação de lodo no sistema, houve aumento da variedade e quantidade de organismos identificados,

o que pode ser relacionado com a melhoria, embora lenta, da eficiência do tratamento.

Somente após a realização do acompanhamento do sistema pela microscopia óptica, foram realizadas as correlações com os parâmetros físico-químicos e com os registros dos eventos que ocorreram na estação. Com essa metodologia foi possível identificar alterações significativas nos organismos vivos, mesmo quando os parâmetros físico-químicos não evidenciavam grandes alterações. Esse é um dos fatos que valoriza a aplicação do monitoramento microbiológico.

Finalmente, ao longo da realização deste estudo, pode-se confirmar a importância de determinados grupos microbianos considerados como indicadores de qualidade, bem como a aplicabilidade das análises de caracterização de microfauna como diagnóstico para operação de sistemas de tratamento.

Também foi possível concluir que as análises microbiológicas aplicadas ao monitoramento de sistemas de lodos ativados podem servir como ferramentas para o controle adequado de sistemas biológicos de tratamento. Sugere-se, para um aprofundamento maior do estudo, a identificação e medição do comprimento de bactérias filamentosas, e a aplicação de métodos de contagens usando câmaras específicas.

BIBLIOGRAFIA

- APHA. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AWWA)*, 18ª ed. Nova York: WPCF, 1992.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT. *Das mikroskopische bild bei der biologischen abwasserreinigung*. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1999.
- BENTO, A. P.; SEZERINO, P. H.; BARBOSA, T. C.; PHILLIPI, L. S. Comparação entre modelos

aplicados ao diagnóstico do tratamento de esgotos por sistemas de lodos ativados, baseados em parâmetros biológicos. In: VI SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2002. Vitória - ES. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2000.

BITTON, G. *Wastewater microbiology*. 2. ed. Nova York: Wiley-Liss, 1999.

COSTA, F. C.; RODRIGUES, F. S. M.; FONTOURA, G. T.; CAMPOS, J. C.; SANTÁNA JR.; DEZZOTI, M. Tratamento do efluente de uma indústria química pelo processo de lodos ativados convencional e combinado com carvão ativado. *Engenharia sanitária e ambiental*. v. 8, n. 4, p. 274-284, 2003.

CUTOLO, A. S.; ROCHA A. A. Correlação entre a microfauna e as condições operacionais de um processo de lodos ativados. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre-RS. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2000.

JACHETTI, D.; AZEVEDO, E. C.; GOLDSCHMIDT, A. *Estudo da microfauna presente no tratamento de efluentes de uma empresa curtidora de peles bovinas*. 2002. Disponível em: <www.tratamentodeagua.com.br>. Acesso em: 06/11/2002.

JENKINS, D.; RICHARD M. G.; DAIGGER G. T. *Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming*. Michigan (USA): Lewis Publishers, 1993.

MENDONÇA, C. L. *Microbiologia e cinética de sistema de lodo ativado como pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio de leite fluidizado*. 2002. Tese (Doutorado) – UFSCAR, São Paulo, 2002.

SILVA, T. C. R.; DAR-RIN B. P. Caracterização da biota de uma estação experimental de tratamento de esgotos em diferentes idades de lodo. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000. Porto Alegre-RS. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2000.

TEMPS, C. A. W. *Lodo ativado em batelada seqüencial para tratamento de despejos de indústria de refrigerantes e abatedouros de aves*. 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2000.

VAZOLLÉR, R. F. *Microbiologia dos lodos ativados*. São Paulo: Cetesb, 1989.

VON SPERLING, M. *Princípios básicos do tratamento de esgotos*. Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

_____. *Lodos ativados*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.