Análise microscópica aplicada à caracterização de microrganismos presentes em lodo ativado de duas Estações de Tratamento de Efluentes de indústrias do ramo alimentício.

Kátia Carlise Birck
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).
E-mail: kcbirck@yahoo.com.br, http://lattes.cnpq.br/7323136326072166

Fábio Luís Maciel
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).
E-mail: fabio-maciel@uergs.edu.br, http://lattes.cnpq.br/2684498076111698

Resumo

Pouco utilizada no Brasil, a análise microscópica tem sido considerada um importante indicador de desempenho e eficiência dos sistemas de lodos ativados. O objetivo desse trabalho foi caracterizar os organismos existentes em lodos ativados de duas Estações de Tratamento de Efluentes de indústrias do ramo alimentício. Para a caracterização da microfauna, foram realizadas análises microscópicas de amostras de lodo ativado, coletadas semanalmente, durante os meses de junho a novembro de 2021 totalizando 75 amostras em 25 coletas. Concluiu-se que os microrganismos identificados no sistema de lodos ativados dessas indústrias cumprem papel importante na melhoria da operação da ETE, na previsibilidade de ocorrência de problemas, na redução de custos e, essencialmente, na redução da carga de emissão poluente, gerando um efluente com parâmetros aceitáveis perante a legislação.

Palavras chaves: Estação Tratamento de Efluentes – Lodo Ativado – Microrganismo – Redução – Poluente – Legislação – Parâmetros.

Abstract

Characterization of microorganisms in activated sludge of effluents treatment station from the food industry through microscopic analysis.

Little used in Brazil and an important indicator of performance and efficiency in the activated sludge system is the microscopic analysis. The purpose of the work was to characterize the common organisms existing in activated sludge from diverse Effluent Treatment Plants in food industries. For the characterization of the microfauna, microscopic analyzes were performed with weekly sample collections from June to November 2021. It is concluded that the microorganisms existing in the activated sludge system play an important role in predicting problems, reducing costs, improving the operation of the Effluent Treatment Plants and, consequently, important to reduce the pollutant emission load, generating an effluent with acceptable parameters under the legislation.

Keywords: Effluent Treatment Station – Activated Sludge – Microorganism – Reduction – Pollutant – Legislation – Parameters.

Resumen

Caracterización de microrganismos en lodos activados de estación de tratamiento de efluentes de la rama de alimentos mediante análisis microscópico.

Poco utilizado en Brasil y un indicador importante de desempeño y eficiencia en el sistema de lodos activados es el análisis microscópico. El objetivo del artículo fue caracterizar los organismos comunes existentes en los lodos activados de diferentes Plantas de Tratamiento de Efluentes en las industrias alimentarias. Para la caracterización de la microfauna se realizaron análisis microscópicos con recolecciones de muestras semanales de junio a noviembre de 2021. Se concluye que los microorganismos existentes en el sistema de lodos activados juegan un papel importante en la predicción de problemas, reduciendo costos, mejorando el funcionamiento del ETE y, en consecuencia, y lo que es más importante, reduce la carga de emisión de contaminantes, generando un efluente con parámetros aceptables bajo la legislación.

Palavras clave: Estación de tratamiento de efluentes - Lodos activados – Microorganismo – Reducción - Contaminante - Legislación – Parámetros.

Introdução

O Efluente gerado nas atividades industriais oriundo dos processos de produção, geralmente como águas de lavagem nas operações de limpeza, apresentam poluição por produtos utilizados e ou produzidos no estabelecimento industrial.

Esta poluição se traduz em parâmetros físico-químico de monitoramento como a DBO, DQO, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais os quais, após o tratamento espera-se a redução dos seus valores para que estejam em acordo com a legislação (descrita em cada Licença de Operação ambiental da unidade), ROCHA, K. M. (2016).

Considerando todos os impactos causados pela indústria, o maior é no quesito disponibilidade e qualidade de água, isto devido ao efluente proveniente dos processos, ser descartado sem qualquer tratamento prévio. Como estes impactos passaram a afetar diretamente a população, tornou-se necessário criar métodos de tratamento do mesmo. Então, surgiram inúmeras maneiras para se tratar o efluente, sendo que estas novas tecnologias têm avançado rapidamente nas últimas décadas, ROCHA, K. M. (2016). Tais tecnologias envolvem a remoção da matéria orgânica OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016).

OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016), considera que o tratamento dos efluentes podem ser classificados em 3 tipos – físico, químico e microbiológico – conforme abaixo descrito.

- Físico: 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 químicas que ocorrem em diferentes etapas dos sistemas de tratamento, utilizando produtos 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.

MOREIRA, Y. C.; (2018) considera que os tratamentos biológicos são os mais empregados no mundo, que embora associado à tratamentos preliminares, apresentam os micro-organismos como os principais agentes deste tratamento, atuando eficientemente na remoção da matéria orgânica e outros compostos.

O Sistema de tratamento por lodo ativado é um dos tipos de tratamento biológico que podem ser empregados. MOREIRA, Y. C.; (2018), define o lodo ativado sendo o floco produzido por bactérias ou outros organismos em um esgoto bruto (efluente) ou decantado na presença de oxigênio dissolvido com retorno de outros flocos previamente formados.

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 relatam OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016).

OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016) simplifica que o sistema de Lodos ativados é composto basicamente por: tanque(s) de aeração, aeradores, decantador(s) secundário e bomba(s) de recirculação sendo um sistema no qual uma massa biológica que cresce e flocula é continuamente circulada e colocada em contato com a matéria orgânica do despejo líquido afluente ao sistema, em presença de oxigênio.

O tratamento biológico de efluentes envolve diversos microrganismos, sendo as bactérias, protozoários e micrometazoários considerados os principais na estabilização aeróbia de efluentes, OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016).

As bactérias são as responsáveis pela maior parte da depuração da matéria carbonácea e pela estruturação dos flocos biológicos, ROCHA, K. M. (2016) complementa descrevendo que as bactérias são as mais abundantes no sistema e podemos diferenciá-las basicamente em 2 tipos: bactérias formadoras de floco, que se agregam formando flocos pesados, de fácil remoção no decantador, estas removem partículas em suspensão, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e enxofre e as bactérias filamentosas bactérias que têm função primordial na sustentação do floco, dando-o sua estrutura e firmeza. São importantes na clarificação do efluente.

Os protozoários e micrometazoários que compõem a microfauna do lodo ativado, também possuem um importante papel garantindo o equilíbrio da comunidade bacteriana do meio, auxiliando na floculação, remove a *E. coli* e a redução da demanda biológica de oxigêncio, OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016).

A investigação microscópica dos flocos e da microfauna presente no lodo é um ótimo 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, descrevem OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016). Esta afirmação é compartilhada com PEIRANO, M.; P.; (2009), que ainda destaca a importância do exame microscópico para o perfeito funcionamento do processo por lodo ativado e que a evidência de microrganismos dentro do floco pode imediatamente mensurar a eficiência do tratamento.

Possuir um controle sobre as mudanças que ocorrem no sistema de Lodos Ativados é necessário para a estabilidade de operação. Tal controle deveria incluir não somente dados físico-químicos, mas também a utilização da avaliação microscópica, sendo este um instrumento rápido e

eficaz de controle, que permite uma avaliação das características ocasionais do sistema, afirma ROCHA, K. M. (2016).

Devido ao fato de serem extremamente sensíveis às alterações do processo, os exemplares da microfauna de lodos ativados alternam-se no meio em resposta às mudanças em condições ambientais e físico-químicas OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016).

Assim, a biomassa presente no sistema de Lodos Ativados quando observada pelo microscópio, mostra-se mutável ao longo do tempo. Tais mudanças ocorrem devido às características variáveis do efluente que entra no sistema. Desse modo, as alterações da composição da microfauna revelam tendências do processo operacional tais como: a ocorrência de sobrecargas orgânicas, alterações na disponibilidade de oxigênio, a entrada de afluentes tóxicos, problemas com pH, alterações no grau de sedimentação do lodo e a estabilidade dos processos, entre outros, ROCHA, K. M. (2016).

Os principais organismos pertencentes à microbiota de lodos ativados e suas particularidades, quando presentes no meio, conforme PEIRANO, M.; P.; (2009), encontram-se descritos abaixo. O autor descreve, de forma objetiva, a qualidade do lodo ativado com o organismo identificado, independente da sua concentração no lodo:

Presença de Amebas: Geralmente surgem em maior presença no floco de lodo ativado durante o processo de início do carregamento orgânico.

Presença de Flagelados: Encontrados em efluentes de elevador teor de nutrientes, normalmente no início do processo de lodo ativado.

Ciliados Nadadores: Não são associados aos flocos, movimentando-se no corpo d'água ao redor do floco. Indica uma boa formação de lodo. Indica que a maior parte dos nutrientes orgânicos foram removidos.

Ciliados Pendiculares: encontrados em flocos de lodo ativado estabilizados.

Ciliados Reptantes: Presentes ao redor do floco, são associados à lodo ativado de idade média.

Ciliados Fixos: São ancorados ao floco. Estão presentes em sistema de lodo de idade avançada e de boa qualidade.

Protozoários – *Vorticella microstoma*: Presente em situações transitórias em lodos ativados. Situações de baixa concentração de oxigênio dissolvido / acúmulo de substâncias tóxicas.

Protozoários – Arcella: presente em lodos de boa qualidade.

Rotífero – Legane, Notommata, Euchlanis e *Brachionus angularis*: Presente onde há uma grande quantidade de oxigênio dissolvido. A presença no efluente indica um eficiente processo de purificação biológica.

Estações de Tratamento de Efluentes que utilizam lodos ativados tem se destacado pelo amplo emprego em diversas atividades econômicas, incluindo desde o tratamento de efluentes sanitários até a utilização em grandes indústrias do agronegócio, tais como frigoríficos e laticínios.

O sistema de lodo ativado é um processo biológico de tratamento de efluentes que consiste na geração e na manutenção de uma massa biológica (lodo) em um ambiente aeróbico. Assim, o meio enriquecido com oxigênio, proporciona seletivamente que microrganismos aeróbios se multipliquem,

convertendo através do metabolismo aeróbico a matéria orgânica presente no efluente, basicamente, em mais massa biológica (lodo) e CO2.

Para exemplificar de forma simples a respiração aeróbia toma-se como modelo a molécula da glicose:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energia}$$

Esta equação é apenas representativa da oxidação de um carboidrato, já que existem diversas etapas e reações bioquímicas envolvidas na oxidação de moléculas mais complexas, conduzindo a produtos finais como dióxido de carbono, água e energia.

A composição microbiológica do lodo ativado, que geralmente inclui colônias de bactérias, fungos, protozoários e micrometazoários, é fundamental para garantir o sucesso do sistema. Juntos, esses microrganismos formam uma estrutura complexa e aglomerada pela ação da matriz extracelular gerada pelas bactérias, a qual acaba resultando no que denominamos “floco”. Desse modo, o monitoramento da qualidade do floco do lodo ativado merece destaque para o bom desempenho em sistemas de lodo ativado. De forma mais prática, cabe destacar, por exemplo, o monitoramento por análises qualitativas, tais como cor e cheiro, e quantitativas, incluindo a determinação de sólidos suspensos sedimentáveis e pH, às quais podem ser realizadas pelo próprio operador da ETE, com o auxílio de instrumentos portáteis e especificações baseadas em padrões visuais. No outro extremo, há análises mais complexas que quantificam os níveis de demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), as quais, muitas vezes, não são passíveis de serem realizadas *in loco*, sendo encaminhadas para execução em laboratórios externos. Para ambas as análises, o tempo decorrido entre a identificação de alguma alteração nos resultados até sua correção para níveis satisfatórios, validados com mais de uma bateria de análises costuma ser longo, entre 30-60 dias considerando o período de tempo de recuperação do lodo e a sua análise quando realizada por um laboratório externo. Adicionalmente, como estas análises acabam não abrangendo a constituição e a qualidade do floco do lodo ativado, faz todo sentido identificar a microfauna presente no mesmo, que pode vir a constituir um importante bioindicador microbiológico de sua qualidade.

Uma vez identificada alguma alteração na análise microscópica, será possível agir preventivamente, muito antes de alguma análise físico-química indicar uma possível alteração, resultando na diminuição do tempo de resposta e no melhor controle do lodo ativado.

A presença de microrganismos pertencentes ao grupo dos protozoários, especialmente do gênero *Vorticella*, favorece a ocorrência do fenômeno de floculação, enquanto a presença de metazoários, como os Rotíferos, indica um eficiente processo de purificação biológica dos efluentes. Por outro lado, a predominância de microrganismos flagelados, mesmo sendo pertencentes ao grupo dos protozoários, caracterizam um processo com deficiência de aeração, má depuração e com sobrecarga orgânica, PEIRANO, M.; P.; (2009).

Considerando o longo período de tempo que decorre entre a identificação de algum desvio nas análises do lodo ativado, a investigação das causas, e a realização das correções necessárias para o retorno aos limites aceitáveis, o objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar os microrganismos presentes em lodos ativados oriundos de duas Estações de Tratamento de Efluentes instaladas em empresas do ramo alimentício, localizadas na Serra Gaúcha - RS, via análise microscópica, executada entre os meses de junho e novembro de 2021.

Atualmente, a utilização da análise microbiológica de lodos ativados tem sido pouco relatada na literatura científica, em especial como ferramenta útil para avaliar a qualidade do lodo existente e sua eficiência na depuração de efluentes industriais, o que justifica a realização do presente estudo e o aprofundamento dos conhecimentos nessa importante área da gestão ambiental.

Material e Métodos

Para realização deste estudo de caso, as amostras constituídas de lodo ativado foram coletadas diretamente dos tanques aerados de lodos ativados, oriundas das diferentes estações de tratamento de efluentes, com frequência semanal, durante os meses de junho a novembro de 2021.

Foram utilizados frascos plásticos esterilizados, masca Saraplast®, com capacidade para 50ml.

As espécies de microrganismos caracterizadas visualmente conforme descrito por PEIRANO, M.; P.; (2009) e OLIVEIRA, F. B.; PRADO, G. P.; (2016) com o auxílio de um microscópio óptico Marca Smart modelo C2135, em ampliação de 1.200X, seguida por registro fotográfico e vídeos por câmera utilizando um Iphone 7 de 12mp de resolução. A captura de vídeos ajuda a diminuir a possibilidade de erros de identificação decorrentes da presença de substâncias inertes (sem movimento) e demais materiais particulados na amostra.

A operação das estações de tratamento de efluentes, de onde se obteve as amostras, encontravam-se gerenciadas conforme os procedimentos operacionais das unidades produtivas industriais, não havendo alterações durante o período de estudo.

As amostras foram coletadas e mantidas em temperatura ambiente até o momento da caracterização das espécies microbianas presentes nas mesmas. Para a identificação das amostras, utilizou-se nomenclatura relativa as unidades produtivas de sua origem, sendo nomeadas como segue:

a) Amostra A – ETE indústria de alimentos seco e;
b) Amostra B – ETE indústria de vinhos e espumantes.

O método de caracterização de microrganismos presentes em lodo ativado, via análise microscópica, encontra-se apresentado na Figura 1.

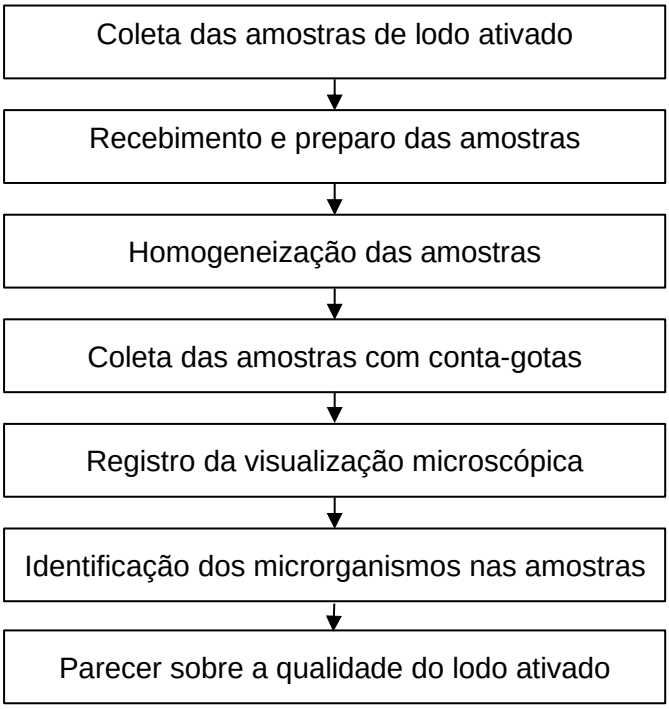


Figura 1: Fluxograma representativo das etapas executadas para a caracterização de microrganismos presentes em lodo ativado, via análise microscópica.

As amostras foram coletadas na superfície do tanque de lodo ativado, com a utilização de frascos plásticos esterilizados. No momento da coleta, o aerador encontrava-se em funcionamento normal, garantindo uma amostra equalizada. As amostras foram mantidas em frascos fechados e a temperatura ambiente até serem processadas no local de leitura. O tempo máximo entre a coleta e leitura não ultrapassou 2 horas evitando o declínio da microbiota devido à ausência da aeração.

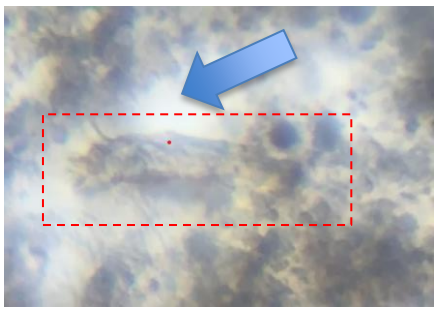
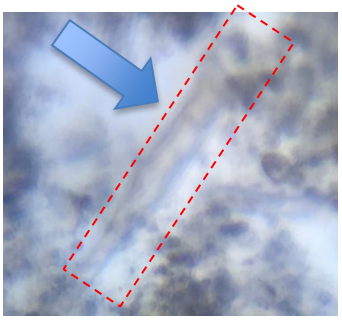
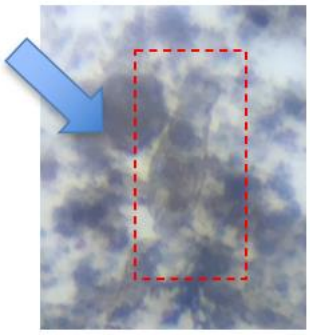
Após a homogeneização, as amostras foram observadas ao microscópio, entre a lâmina e lamínula.

Os frascos com as amostras foram agitados com o uso de conta-gotas, homogeneizando o lodo biológico depositado no fundo do recipiente e imediatamente após a operação foram aplicadas sobre a lâmina de microscopia e cobertas com as lamínulas evitando o ressecamento do lodo e permitindo a identificação dos microrganismos presentes. Foi utilizado microscópio óptico Marca Smart modelo C2135, em ampliação de 1.200X para a visualização dos microrganismos. Os microrganismos visualizados foram fotografados e filmados,

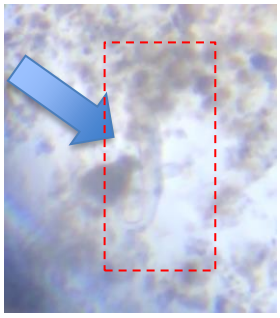
Com a identificação dos microrganismos presentes nas amostras coletadas, foi possível inferir sobre a qualidade do lodo ativado, em especial considerando relatos de pesquisas prévias que correlacionam o tipo e a densidade da microbiota presente nesse tipo de efluente com a etapa e qualidade do processo de depuração executado por estes organismos, PEIRANO, M.; P.; (2009) e OLIVEIRA, F. B.; PRADO, G. P.; (2016).

Resultados e Discussão

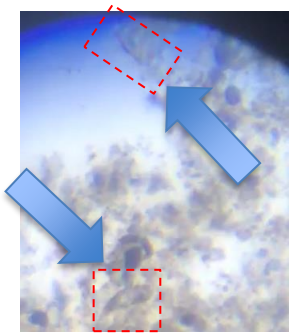
Os resultados das análises microscópicas visando a caracterização dos microrganismos presentes nos lodos ativados alvo de estudo são apresentados no quadro 1, tendo como base a metodologia de identificação descrita por PEIRANO, M.; P.; (2009) e OLIVEIRA, F. B.; PRADO, G. P.; (2016).Quadro 1: Imagens dos microrganismos encontrados.

Microrganismo		
MO 1 – Rotífero.	MO 2 – Rotífero)	MO 3 – Rotífero
		

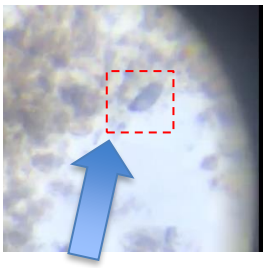
MO 4 – Rotífero



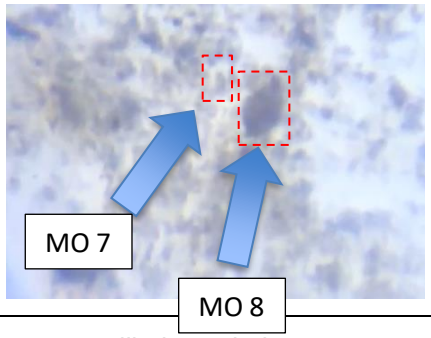
MO 5 – Amebas.



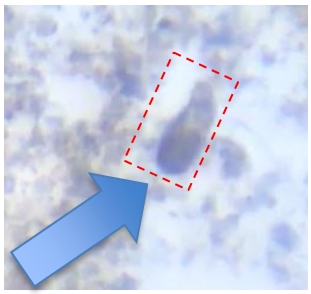
MO 6 – Ameba



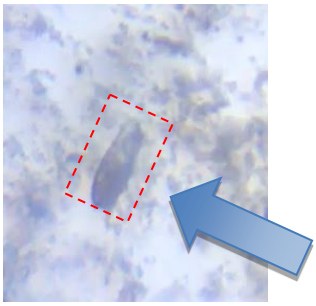
MO 7 – Ciliado Nadador. MO 8 – Ameba.



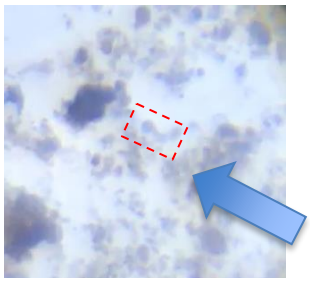
MO 9 – Ameba



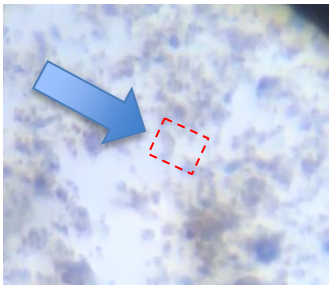
MO 10 – Ameba



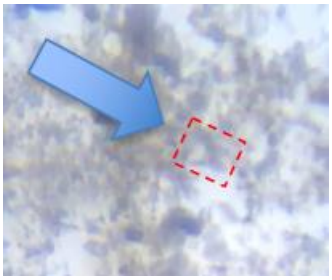
MO 11 – Ciliado Nadador.



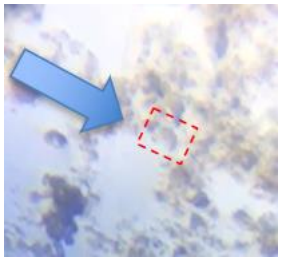
MO 12 – Ciliado Nadador.



MO 13 – Ciliado Nadador.



MO 14 – Ciliado Nadador.



Quadro 2: Relação de presença e ausência de microrganismo por empresa.

Amostra A		**Amostra B**	
Presente	Ausente	Presente	Ausente
X			X
X			X
X			X
X			X
X			X
X			X

X			X
X			X
X			X
	X	X	
	X	X	
X		X	

As análises microscópicas realizadas destacaram a grande atividade da microbiota em movimentação. Mesmo considerando que as empresas apresentam atividades produtivas e projetos de estação de tratamento muito distintos (mas para a mesma finalidade de tratamento por lodo ativado), as amostras das diferentes indústrias, surpreenderam por apresentarem a incidência dos mesmos grupos de microrganismos, como os Rotíferos, pertencentes ao grupo dos Micrometazoários e os Ciliados Nadadores, pertencentes ao grupo dos Ciliados.

Assim, considerando as ocorrências de Rotíferos e Ciliados Nadadores durante o período de análise podemos avaliar que as rotinas de operação dos 2 sistemas estão adequadas, uma vez que essa microbiota está presente em lodos com alto oxigênio dissolvido, indicando uma boa qualidade na aeração, o que resulta em um eficiente sistema de purificação e efluente final de ótima qualidade. Esses dados corroboram as observações de PEIRANO, M.; P.; (2009), que considera que a presença destes microrganismos em lodos ativados está associada a boa capacidade de oxigenação e depuração dos resíduos presente no efluente.

Durante a coleta de amostras e identificação dos microrganismos nas estações de tratamento, não foi evidenciada a presença de microfauna na Estação de Tratamento da indústria de alimentos analisada, o que indicaria para OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016) uma possível falha no processo de estabelecimento, crescimento e/ou desenvolvimento da microfauna necessária e responsável pela realização do tratamento dos efluentes. Este fato reforça a importância da análise microscópica, pois tão logo verificada a inexistência de microfauna no lodo analisado, foi realizada uma investigação no sistema de monitoramento, tendo sido identificado um registro de fortes chuvas durante um feriado prolongado, seguida pelo corte de energia elétrica necessária para uma manutenção mecânica da estação, que resultou no desligamento dos aeradores, o que pode justificar essa condição de inexistência de microfauna no lodo da estação e, consequentemente, da não ocorrência do tratamento microbiano dos efluentes daquela estação. Em decorrência dessa situação, foram verificadas alterações no efluente e no lodo ativado, tais como cheiro forte e mudanças no aspecto do lodo (baixa decantação), problemas que foram identificados no final da mesma semana da realização da análise, indicando que o lodo ativado entrou em declínio, confirmando o reportado por OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; (2016) e ROCHA, K. M. (2016), que afirmam que o lodo ativado se mantém mutável conforme às condições de operação da estação.

Conclusão

A microfauna presente no lodo ativado da estação de tratamento da indústria de alimento seco foi que mais apresentou diversidade de microrganismos na sua biota, podendo esta diversidade estar associada a própria característica particular dessa estação, onde o efluente é gerado de forma

contínua, o que garante a manutenção de um sistema estável que proporciona maior fonte de nutrientes para a manutenção da microbiota do lodo ativado. Por outro lado, nas estações de tratamento instaladas na indústria de vinhos e espumantes, a diversidade microbiana diminuiu consideravelmente, já que o sistema de tratamento dos efluentes apresenta características sazonais, ou seja, tem sua maior atividade durante o período de safra que compreende de janeiro a março, diminuindo o ritmo de operação nos meses de outono e inverno.

O microrganismo mais comumente identificado nos lodos ativados analisados foi o Ciliado Nadador, tendo sido constatada a sua presença nos lodos de ambas as empresas alvo deste estudo, mesmo considerando que tais empresas apresentem atividades produtivas e projetos de tratamento muito distintos. O fato de diferentes microrganismos serem identificados em indústrias de diferentes setores pode estar associado à capacidade adaptativa natural dos microrganismos somada às rotinas de tratamento e monitoramento do efluente. Rotinas que buscam entregar um efluente equalizado e que respeita as condicionantes descritas nas licenças de operação que muitas vezes são muito semelhantes em seus limites aceitáveis e assim criam o ambiente para a multiplicação dos mesmos grupos de organismos.

Assim sendo, conclui-se que os microrganismos presentes no sistema de lodos ativados das estações de tratamento analisadas podem constituir importantes bioindicadores da qualidade, estágio e eficiência do processo, auxiliando na previsibilidade da ocorrência de problemas, redução de custos, melhoria da operação da ETE e, em paralelo, sua identificação pode gerar dados úteis acerca da microbiota presente em cada estação, auxiliando no manejo adequado da mesma, com vistas a obtenção de um tratamento eficiente e a consequente redução da carga de emissão poluente, gerando um efluente com parâmetros aceitáveis perante a legislação.

Referências

CLAAS, I.C. **Lodos Ativados. Princípios Teóricos Fundamentais, Operação e Controle.** Evangraf. Porto Alegre (2016).

MOREIRA, Y. C.; (2018), **Composição e Dinâmica de Micro-Organismos em Sistema Biológico de Tratamento de Efluentes do Tipo Lodo Ativado Submetido à Redução Gradual da Idade do Lodo.** Trabalho Final de Curso Universidade Federal de Juiz de Fora, (2018).

OLIVEIRA, F.B.; PRADO, G. P.; **Microfauna de Lodos Ativados: Uma Excelente Ferramenta para Determinação de Eficiência em Tratamento de Efluentes. Tecnológica Revista Científica. V.5 n.2** (2016).

PEIRANO, M. P.; (2009), **Manual Prático Operacional, Controle e Manutenção de Lodos Ativados.**

ROCHA, K. M. **Monitoramento e Avaliação de Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos de uma Estação de Tratamento de Efluentes com Sistema de Lodos Ativados em uma Agroindústria no Meio Oeste de Santa Catarina.** Revista de Engenharia Civil IMED, 3(1): 25-36, jan./jun. 2016 - ISSN 2358-6508 (2016).

ROCHA, M. C. V, **Microbiologia Ambiental.** Editora Intersaberes, 2020.

SOARES, J.F.; ILHA, R.; VASCONCELOS, N. J.S.; SANTIAGO,M.R.; **Caracterização do Floco Biológico e da Microfauna em Sistema de Lodos Ativados.** Ciência e Natura, Santa Maria,v. 36 n. 1 jan-abr. 2014, p.001-010

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 submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual da Feira de Santana. Feira de Santana, BA-Brasil. Março de 2008.

FILHO, J. R. R. C.; **Aeração Prévia ao Tratamento por Lodos Ativados de Efluentes da Indústria de Polpa Celulósica.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. VIÇOSA MG – BRASIL, 2019.