

## **II-198 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE LODOS ATIVADOS POR AERAÇÃO PROLONGADA E QUALIDADE FINAL DOS EFLUENTES TRATADOS**

### **Thayse Ferraz da Rocha**

Possui Graduação em Engenharia Ambiental Sanitária pelo Centro Educacional Mauricio de Nassau. Especialização em engenharia ambiental e saneamento básico pela Universidade Estácio de Sá.

### **Luiz Martins Pereira Neto**

Possui Graduação em Engenharia Ambiental Sanitária pelo Centro Educacional Mauricio de Nassau, Especialização em Perícia e Auditoria Ambiental pela Faculdade Alfa América e é Mestrando em engenharia Ambiental da universidade federal Rural de Pernambuco.

### **Mauricio Alves da Motta Sobrinho<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico pela Universidade Católica de Pernambuco (Unicap); Doutorado em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (França); Professor Associado da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Pesquisador 1D CNPq.

### **RESUMO**

Com a crescente industrialização global aumentam os despejos de efluentes líquidos nos corpos hídricos fazendo-se necessário um tratamento eficaz a fim de remover sua carga poluidora antes de serem descartados. Uma estação de tratamento de efluentes que possui em seu processo o sistema de lodos ativados apresenta grande eficiência na remoção de poluentes. A instrumentalização basilar teórica conceitual e prática operacional deste sistema, no âmbito do saneamento básico já é muito difundida no Brasil, para o tratamento de águas residuárias domésticas e industriais, em situações em que se tenha uma elevada qualidade nos efluentes finais, contudo ainda é elemento de estudo e pesquisa na área de tecnologias assistidas para o saneamento ambiental do país. O sistema de lodo ativado depende principalmente da ação dos microrganismos para funcionar corretamente, sendo que os parâmetros físico-químicos colaboram e são essenciais, garantindo o bom desempenho do processo. O objetivo deste trabalho técnico foi avaliar o sistema de lodo ativado de uma Estação de Tratamento de Efluentes, analisando e avaliando características físico-químicas presentes nele no período de julho a setembro (2018). Verificou-se no período analisado com as análises laboratoriais que o sistema está atuando para uma elevada remoção da carga poluidora com uma média de remoção de DBO de 98,79 % de eficiência ocorrida dentro dos parâmetros definidos pela Norma do CPRH de 2003.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodos Ativados, Reator anaeróbio, Demanda Bioquímica de Oxigênio.

### **INTRODUÇÃO**

O saneamento no Brasil encontra-se hoje, uma questão de saúde pública, conforme os dados identificados por pesquisas realizadas pelo IBGE, SNIS e PROSAB, referentes ao esgotamento sanitário no Brasil são preocupantes, mostram que 50,3% da população tem acesso à coleta de esgotos e somente 42% dos esgotos são tratados. Tais dados apresentam-se como um número bastante expressivo, aliado ao quadro epidemiológico e ao perfil sócio- econômico das comunidades brasileiras, contata-se a necessidade por sistemas simplificados de tratamento de esgotos. Com a crescente demanda de consumo de água para atividades vitais, defrontamos com a escassez desse recurso. A partir de tal afirmação, faz-se necessário investigações e incentivos à novas tecnologias que auxiliem o tratamento e qualidade final desse efluente tratado.

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas, em escala de laboratório, para estudar a aplicação e otimização do processo de lodos ativados aos mais diversificados tipos de efluentes, o que torna extremamente importante conhecer os parâmetros ambientais, operacionais e cinéticos envolvidos no sistema (SIN et al., 2005). Apesar da imensa bibliografia disponível a respeito do processo de lodos, pouco é encontrado quanto ao procedimento básico a ser adotado para monitorar e avaliar a qualidade de um sistema de lodos ativados. O presente trabalho contém estudos realizados em uma estação de tratamento de efluentes sanitários.

Para melhor entendimento do sistema de lodos ativados, é necessário a compreensão de alguns fatores que compõem o tratamento como a relação alimento/microrganismo (A/M) é um dos parâmetros mais utilizados para o controle do sistema de lodos ativados. Esta relação também é muito conhecida como F/M, termo originário do inglês, “food/microorganisms”, se caracteriza pelo uso de processos biológicos para uma remoção mais completa do material orgânico. Baseia-se na relação existente entre a matéria orgânica do efluente a ser tratado e a quantidade de microrganismos necessários para degradá-la. Está relacionada com a eficiência do sistema, com o índice volumétrico do lodo (IVL), além das características de composição do lodo.

As substâncias orgânicas presentes em água residuária são de particular importância na engenharia sanitária. Uma grande variedade de microrganismos que podem estar presentes na própria água residuária ou no corpo receptor interagem com substâncias orgânicas, usando-as como fonte de energia através de reações bioquímicas, ou então como fonte material para a síntese de nova massa celular.

## **OBJETIVOS DO TRABALHO**

Este trabalho teve por objetivo descrever a operação de um sistema de lodos ativados, operando em sistema contínuo em uma Estação de Tratamento de Efluentes.

A relação alimento/microrganismo (A/M), um dos parâmetros mais utilizados para o controle do sistema de lodos ativados. Além desse parâmetro, outros devem ser utilizados para monitorar o sistema de lodos ativados, uma vez que podem ajudar a explicar possíveis alterações ocorridas no desempenho desses reatores biológicos aerados, como por exemplo, pH, temperatura, medida de oxigênio dissolvido (OD), sólidos suspensos totais (SST) e voláteis (SSV), tendo cada um deles uma frequência específica e parâmetros convencionais de monitoramento também são apresentados. Além disso, o desempenho do sistema de lodos ativados a tratabilidade e qualidade final do efluente são apresentados em laudos laboratoriais executados durante três meses de acompanhamento e monitoramento dos padrões operacionais.

Em função das características das unidades que compõem a estação, alguns parâmetros para execução dos ensaios foram fixados e demonstrados nos resultados e discussões, procurando-se assegurar que tais resultados e parâmetros utilizados nas análise físico-química de efluentes foram satisfatórios, os mesmos foram estabelecidos de acordo com a legislação requerida, bem como os limites para casa um deles.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

O elemento de pesquisa aqui estudado foi a ETE- Estação de Tratamento de Efluente, onde foram realizadas três amostragens mensais, considerando quatro pontos de tomada de amostras, os quais foram pontos para realização de análises de parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicas do efluente.

Os resultados das análises das amostragens realizadas nas campanhas AM 1, AM 2 e AM 3 são provenientes das composições das amostragens realizadas. Essas amostragens foram realizadas durante um período de três meses, período entre dezembro de 2018 a fevereiro de 2019.

As análises dos efluentes indicam uma carga predominantemente orgânica onde a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) se situa na faixa de 438 mg/L, com uma Demanda Química de Oxigênio (DQO) na faixa de 998 mg/L. Esta relação entre DQO e DBO preconiza que o tratamento seja biológico. Os efluentes brutos possuem características que se resumem na tabela 1:

As amostras dos efluentes brutos foram coletadas na entrada e saída da estação para verificar a eficiência do tratamento através da caracterização; e uma amostra de lodo ativado na saída do tanque de aeração.

**Tabela 1 - Características Físicas da ETE**

a) Capacidade de atendimento da ETE: 480 m <sup>3</sup> /dia: 20 m <sup>3</sup> /h	b) Volume do tanque de aeração: 516 m <sup>3</sup>	c) Relação alimento/microorganismo: 0,15
d) Sólidos suspensos voláteis de tanque de aeração (SSVTA): 3.200 mg/L	e) Taxa de retorno de lodo: 1,0	f) DBO estimada do efluente bruto: 600 mg/L
g) Eficiência estimada: 95%	h) DBO estimado do efluente tratado: 25 mg/L	

Por se tratar de efluentes predominantemente sanitários, a sua caracterização físico-química apresenta em sua carga orgânica diária é de 240 Kg DBO/dia e, de acordo com a Norma CPRH 2003, para este valor o sistema de tratamento deverá atingir uma redução mínima de 90%, proporcionando um efluente com uma DBO residual máxima 25 mg/L. Observa-se que este residual se refere ao limite de concentração quando comparado com os efluentes brutos. Entretanto, o sistema proposto objetiva remoção superior a 90%, de forma a atender plenamente a Legislação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo pretendeu contribuir no sentido de disponibilizar informações relevantes aos fundamentos da operação de sistemas anaeróbios de tratamento de efluentes. Pudemos assim, obter excelentes resultados, os quais trazem em suas características comportamentos específicos de cada mês observado.

A Norma da CPRH – Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos que determina as condições que devem ser atendidas com relação às reduções de carga orgânica pela estação de tratamento de efluentes, é a Norma 2002.

Como indicado e de acordo com o projeto da estação de tratamento, possui uma carga orgânica de 240 Kg DBO/dia. Para esta carga a Norma 2002 indica a necessidade de eficiência superior a 90%, com concentrações máximas de 30 mg DBO/L e 60 mg DQO/L.

No mês de dezembro a ETE se encontrou funcionando normalmente e o sistema esteve em equilíbrio com produção de efluentes em condições de reuso em atividades de irrigação.

A sedimentabilidade do lodo no mês de dezembro 2018 se manteve na ordem de 950 mL/L, com uma relação A/M reduzida, trabalhando no regime de subalimentação.

A operação permaneceu com o oxigênio dissolvido mantido entre 0,80 mL/L e 1,0 mg/L, sem descarte de lodo no período, elevando o IVL para melhor sedimentabilidade.

Ainda no mês de dezembro não houve descarte de lodo como procedimento de controle operacional. Percebeu-se a entrada de efluentes descaracterizados que provocou perda de lodo pelo decantador e formação de quantidade significativa de espumas brancas no tanque de aeração.

Quanto a eficiência da ETE, neste mês de dezembro, os laudos foram realizados com coleta em 27/12/18. Nesta data a concentração de SSV no tanque de aeração indicou 3.373 mg/L e a SL indicou 950 mL/L.

Quanto ao parâmetro Óleos e Graxas (O&G), o efluente tratado apresentou o resultado < 5 mg/L, o que atende amplamente à Legislação.

O mesmo podemos afirmar quanto aos parâmetros da Temperatura, com um valor de 31,6 °C no efluente tratado e do pH que apresentou 6,38.

Em relação aos sólidos sedimentáveis na saída o laudo do mês de dezembro/18 apresentou o valor de < 0,3 mL/L, atendendo plenamente aos requisitos legais.

Quanto ao parâmetro de Coliformes Termotolerantes, o valor  $< 1,8$  NMP/100 mL, atendendo aos requisitos Legais. Este resultado demonstra que o monitoramento neste mês atingiu o objetivo de colocar este parâmetro em conformidade.

No mês de janeiro a ETE se encontrou funcionando normalmente e o sistema esteve em equilíbrio com produção de efluentes em condições de reuso em atividades de irrigação.

A sedimentabilidade do lodo no mês de janeiro se manteve na ordem de 900 mL/L, com uma relação A/M reduzida, trabalhando no regime de subalimentação.

Quanto a eficiência da ETE, neste mês de janeiro, os laudos foram realizados com coleta em 24/01/19. Nesta data a concentração de SSV no tanque de aeração indicou 118 mg/L e a SL indicou 900 mL/L.

O mesmo podemos afirmar quanto aos parâmetros da Temperatura, com um valor de  $29,1^{\circ}\text{C}$  no efluente tratado e do pH que apresentou 6,61.

Em relação aos sólidos sedimentáveis na saída o laudo do mês de janeiro/19 apresentou o valor de  $< 0,3$  mL/L, atendendo plenamente aos requisitos legais.

Quanto ao parâmetro de Coliformes Termotolerantes, o valor 17 NMP/100 mL, atendendo aos requisitos Legais.

No mês de fevereiro o sistema esteve em equilíbrio com produção de efluentes em condições de reuso em atividades de irrigação.

Foi mantida a operação com a aeração em alternância entre OD alto e baixo para promover o desenvolvimento de filamentosas fazendo com que o lodo se tornasse mais floculado e com mais sedimentabilidade.

A sedimentabilidade do lodo no mês de fevereiro se manteve na ordem de 800 mL/L. Foi mantido as operações com OD em 1,0 mg/L e Cloro em 2,0 P.P.M.

Quanto a eficiência da ETE, neste mês de fevereiro, os laudos foram realizados com coleta em 19/02/19. Nesta data a concentração de SSV no tanque de aeração indicou 963 mg/L.

Quanto ao parâmetro Óleos e Graxas (O&G), o efluente tratado apresentou o resultado  $< 5$  mg/L, o que atende amplamente à Legislação.

O mesmo podemos afirmar quanto aos parâmetros da Temperatura, com um valor de  $30,1^{\circ}\text{C}$  no efluente tratado e do pH que apresentou 6,52.

Em relação aos sólidos sedimentáveis na saída o laudo do mês de fevereiro/19 apresentou o valor de  $< 0,3$  mL/L, atendendo plenamente aos requisitos legais.

Quanto ao parâmetro de Coliformes Termotolerantes, o valor 1,6 NMP/100 mL, atendendo aos requisitos Legais.

Nas tabelas 2 e 3 estão contidos os ensaios realizados em laboratório e os parâmetros aferidos foram DBO e DQO ambos de entrada do efluente bruto e saída dos efluentes tratados.

**Tabela 2- Caracterização das amostras de DBO dos efluente na entrada e saída da ETE**

ANALISES MENSAIS	MÊS	ENTRADA	SAIDA	EFICIENCIA
DBO (mg/L)	Dezembro 2018	494	$< 3$	<b>99,40 %</b>
DBO (mg/L)	Janeiro 2019	492	$< 3$	<b>99,39 %</b>
DBO (mg/L)	Fevereiro 2019	329	16,4	<b>95 %</b>

**Tabela 3- Caracterização das amostras de DQO dos efluentes na entrada e saída da ETE**

ANÁLISES MENSAS	MÊS	ENTRADA	SAÍDA	EFICIÊNCIA
DQO (mg/L)	Dezembro 2018	1140	81,5	<b>92,8 %</b>
DQO (mg/L)	Janeiro 2019	1140	107	<b>90,6 %</b>
DQO (mg/L)	Fevereiro 2019	715	52,3	<b>92,6 %</b>

## CONCLUSÃO

Com base no trabalho realizado conclui-se que, com as análises realizadas para elaboração deste trabalho, foi possível chegar a algumas conclusões referentes ao sistema de lodo ativado. A eficiência média total de remoção de DBO do tratamento de efluentes da ETE analisada foi de 98,79 % para o período verificado. Ocorrendo uma eficiência próxima de 100 %.

Esses valores demonstram que o sistema está atuando satisfatoriamente para a remoção da carga poluidora do efluente. Para os demais parâmetros de controle de lodos ativados, foi obtido um índice volumétrico de lodo e uma relação F/M dentro do sugerido pelos autores.

Sabendo-se da composição do lodo, o sistema pode ser mais facilmente controlado e medidas preventivas ou corretivas podem ser tomadas mais agilmente quando necessário, considerando que algumas espécies de microrganismos podem ser prejudiciais ao sistema, propõe-se que o descarte de lodo seja mantido, como manobra operacional para estabilizar o sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Rio de Janeiro). NBR 12209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgotos sanitários.
2. BEZERRA, A. H. Caracterização do sistema operacional da Estação de Tratamento de Esgotos da UFRN, Natal-RN: UFRN, Mar 2004, originalmente apresentada como Dissertação, UFRN, 2004. 78 p.
3. BRASIL, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430: 2011
4. COMPANHIA PERNAMBUCANA DE MEIO AMBIENTE- CPRH. Recife: 2003.
5. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 6. ed. ed., Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, p. 1050.
6. LOBO, L. Saneamento básico: em busca da universalização. Brasília: Editora do Au, 2003, p. 226.
7. PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, [finep.gov.br](http://finep.gov.br) acessado em 23/02/2018.
8. VON SPERLING, M. Lodos ativados. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1997.
9. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1998.
10. CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Belo Horizonte: Editora UFMG, 1997.
11. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br) acessado em 20/02/2017.
12. SOUZA, C.L. Estudo quantitativo e qualitativo de espuma acumulada por reatores UASB em escala de demonstração tratando esgotos domésticos. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos; Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.