

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA E ESTABILIZAÇÃO BIOLÓGICA DE UMA ETE DE LODOS ATIVADOS DE GRANDE PORTE NO ESTADO DE MINAS GERAIS APÓS RECEBIMENTO DE POSSÍVEL CARGA TÓXICA – ESTUDO DE CASO

Karine Diniz Soares

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente (DESA/UFMG) e em Gestão de Processos (IBMEC). Analista de Saneamento e Engenheira de Operação e Manutenção na COPASA MG.

Ernane Vitor Marques

Tecnólogo em Normalização e Qualidade Industrial (CEFET MG). Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente (DESA/UFMG). Agente de Saneamento e Supervisor de Operação da COPASA MG.

Endereço: ETE Arrudas - Av. Dos Andradas, 8805 - Bairro Caetano Furquim – Belo Horizonte – Minas Gerais - CEP: 33050-350 - Brasil - Tel: +55 (31) 32504292 - e-mail: karine.soares@copasa.com.br.

RESUMO

A Estação de Tratamento de Efluentes do Ribeirão Arrudas, passou, no ano de 2022 por desafios operacionais que levaram à uma relativa redução da eficiência operacional e que exigiu dos técnicos e operadores da Unidade uma busca pelas soluções mais ágeis e econômicas para estabilização do processo. Apresenta-se, portanto, as ações e manobras realizadas ao longo do período e as soluções técnicas desenvolvidas nos meses críticos de forma a reequilibrar o processo, criando uma referência técnica para solução operacional para ETES de grande porte, por processos de lodos ativados.

PALAVRAS-CHAVE: Estações de tratamento de esgoto, Eficiência operacional, Lodos ativados.

INTRODUÇÃO

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais possui o propósito de cuidar da água e gerar valor para as pessoas, tendo como um dos principais processos do negócio, o tratamento de esgotos. A Unidade em questão, denominada Estação de Tratamento de Esgotos do Arrudas, localiza-se na Região Metropolitana de Belo Horizonte e representa a maior unidade de tratamento de esgotos por lodos ativados do estado de Minas Gerais, com capacidade instalada de 3.375L/s.

Para que a Unidade tenha sua capacidade de tratamento avaliada, são considerados parâmetros de análises físico químicas que permitem medir o percentual de contribuição da ETE com a redução de contaminantes e melhoria do meio ambiente.

A partir das referidas análises e pela avaliação e acompanhamento diário do processo, identificou-se, no ano de 2022, a redução da eficiência da Unidade com arraste de sólidos, o que gerou a necessidade de revisão de procedimentos técnicos e operacionais e o direcionamento de ações até que a estabilização completa fosse alcançada.

OBJETIVO

Apresentar e discutir a eficiência operacional da ETE Arrudas no ano de 2022 destacando as análises e ações tomadas para efetiva recuperação da qualidade do processo de tratamento, após recebimento de carga tóxica, assim como o aprendizado gerado e a possibilidade de se replicar a metodologia em outras Unidades com características similares.

METODOLOGIA UTILIZADA

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de tratamento de efluentes denominada ETE Arrudas (Figura 01), que possui tratamento preliminar, primário e secundário além de uma fase sólida onde são estabilizados e adensados os lodos para encaminhamento ao destino final adequado.

Para avaliar a eficiência do tratamento e o desempenho operacional da Unidade, são analisados, semanalmente diversos parâmetros, com destaque para DBO, DQO, pH, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais (SST) nos efluentes bruto e tratado. Ressalta-se que o laboratório responsável pelas análises possui a acreditação do INMETRO ISO 17025 e localiza-se na própria estação.

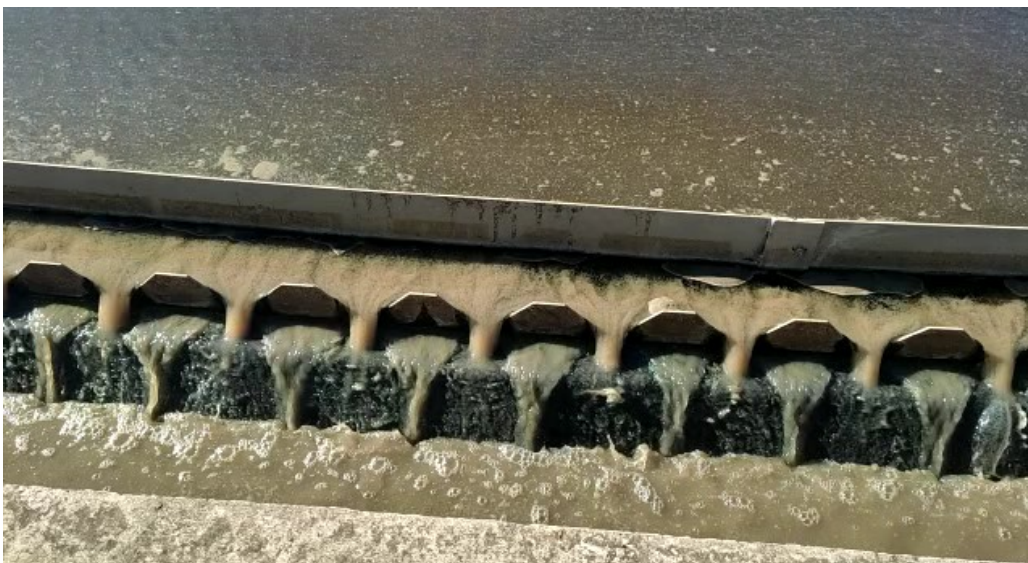
No período de Dezembro de 2021 a Junho de 2022 a ETE apresentou arraste de sólidos no efluente final (Figura 02), o que foi possível detectar visualmente e pelas análises realizadas, além de uma eficiência menor no que diz respeito aos parâmetros DBO e DQO, comparando-se com a média da própria unidade (Figura 03).

Figura 01 – ETE Arrudas



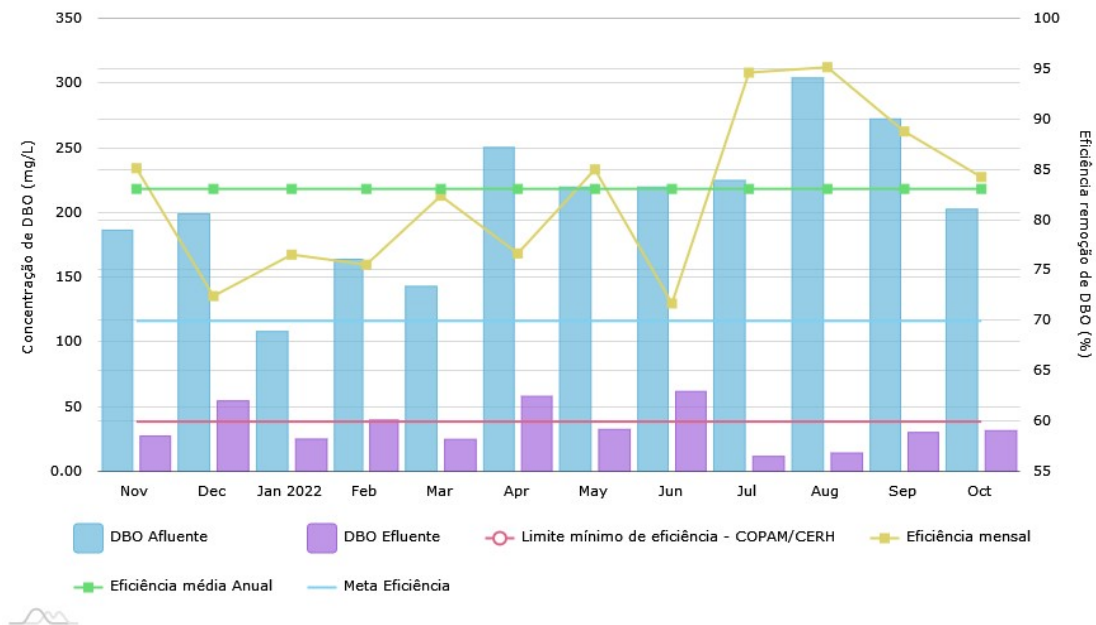
Fonte: Acervo fotográfico da Unidade, 2022

Figura 02 – Arraste de sólidos no decantador secundário



Fonte: Dos autores, 2022

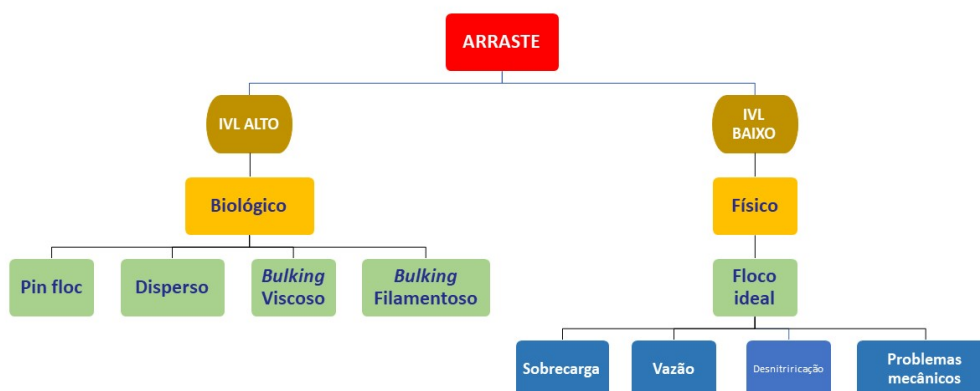
Figura 03 – Dados de eficiência de remoção de DBO na ETE Arrudas



Fonte: Banco de dados da COPASA, 2022

Uma vez detectado o arraste de sólidos, com a ascensão de partículas distribuídas homogeneamente nas proximidades dos vertedores de saída dos decantadores secundários, a equipe operacional se dedicou à identificação da origem ou causa da anormalidade. Conforme ilustrado na Figura 04, o arraste de sólidos em processos de lodos ativados pode ter origem biológica ou física.

Figura 04 – Origem do arraste de sólidos



Fonte: Ana Luiza Fávoro – Acqua Expert Engenharia Ambiental, 2022

O IVL, Índice Volumétrico de Lodo, indica o volume (medido em mL) ocupado por 1 grama de sólidos suspensos, após o período de sedimentação de 30 minutos. Representa um teste tradicional, que permite identificar a capacidade de sedimentação dos sólidos.

Trata-se, portanto, de um parâmetro fundamental para avaliação da condição de uma Estação de Tratamento de Esgoto por lodos ativados. O IVL, na ETE Arrudas, no período em questão encontrava-se elevado (Figura 06).

Sob esse aspecto, a causa provável da perda de sólidos ocorrida na ETE Arrudas pode ser identificada como biológica, o que gerou a necessidade de se avaliar a presença ou não de filamentosos no efluente:

- **Bulking com presença de filamentosos** – Nessa hipótese, o sobrenadante estaria claro, com reduzida decantabilidade e poderia ser identificada a presença de filamentosos na análise bacteriológica.
- **Bulking sem presença de filamentosos** – Nessa hipótese o efluente seria turbido, sobrenante, com um lodo de baixa decantabilidade, indicando um crescimento disperso.

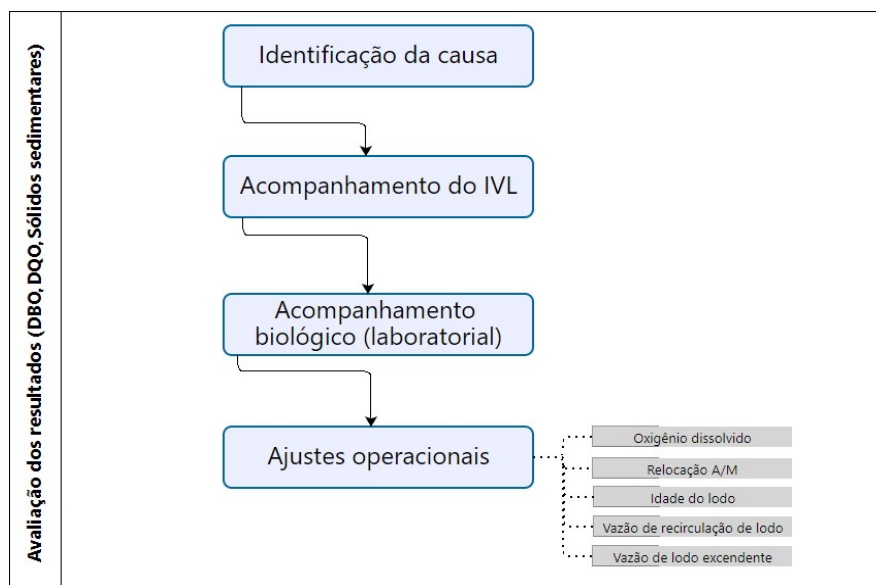
A relação Alimento/Microorganismo, chamada A/M ou F/M, parâmetro operacional fundamental no sistema de lodos ativados, baseia-se na ideia da quantidade de substrato (DBO) disponível por unidade de massa de microorganismos (biomassa), estritamente ligada à eficiência do sistema, foi verificada e não apresentou alteração. Na sequência, foi avaliada a aeração no tanque de aeração, que, conforme previsto na literatura, deveria ser mantido entre 1 e 3mg/L. Nesse caso específico, a aeração variava entre 1,8 e 2,0mg/L, portanto, sem alterações significativas. Uma outra possibilidade levantada, após descartadas as duas primeiras hipóteses, foi o recebimento de uma carga tóxica, proveniente de efluente não doméstico, o que se avaliou como possível.

A partir da identificação da provável causa, passou-se ao acompanhamento semanal do IVL, que, para que ocorra uma boa sedimentabilidade, deve ter valor menor que 100mL/g. De forma paralela e complementar, foram realizadas análises laboratoriais frequentes para identificação de possíveis filamentosas ao longo de todo o período.

Para estabilização do processo foram alterados, isoladamente e de forma combinada, o quantitativo de oxigênio dissolvido nos reatores de lodos ativados e vazão de lodo recirculado, de forma a dar consistência ao material e permitir sua adequada sedimentação nos decantadores secundários. Durante todo o período, a avaliação os resultados de DBO, DQO e Sólidos suspensos foi avaliada e acompanhada.

A Figura 05 ilustra a metodologia de forma simplificada:

Figura 05 – Metodologia de ação e acompanhamento

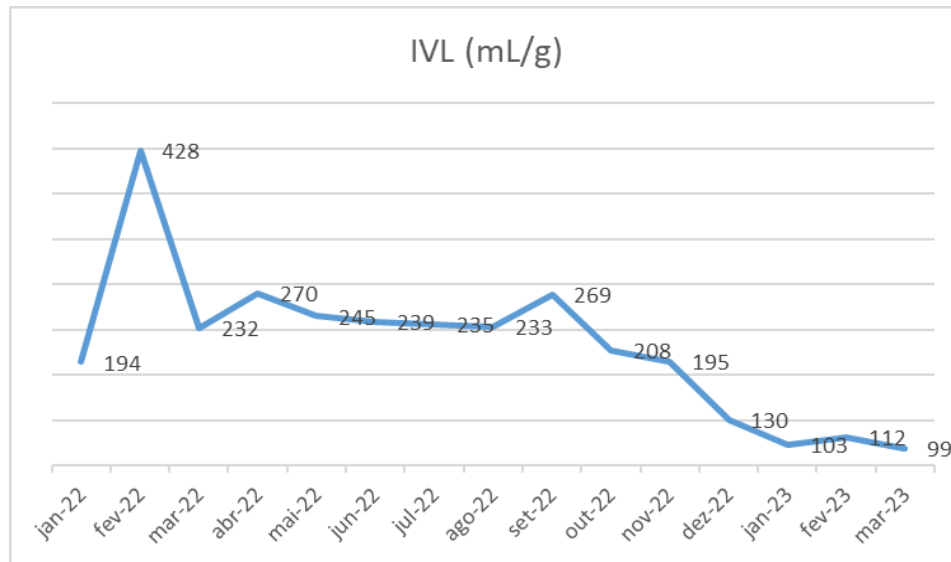


Fonte: Dos autores, 2023

RESULTADOS OBTIDOS

Quanto ao Índice Volumétrico de Lodo, a Figura 06 mostra os valores de IVL, sendo seu valor médio mensal máximo alcançado de 428mL/g, em Fevereiro/2022, sendo reduzido de forma acentuada no mês seguinte. Trata-se de um valor muito elevado indicando problemas com sedimentabilidade.

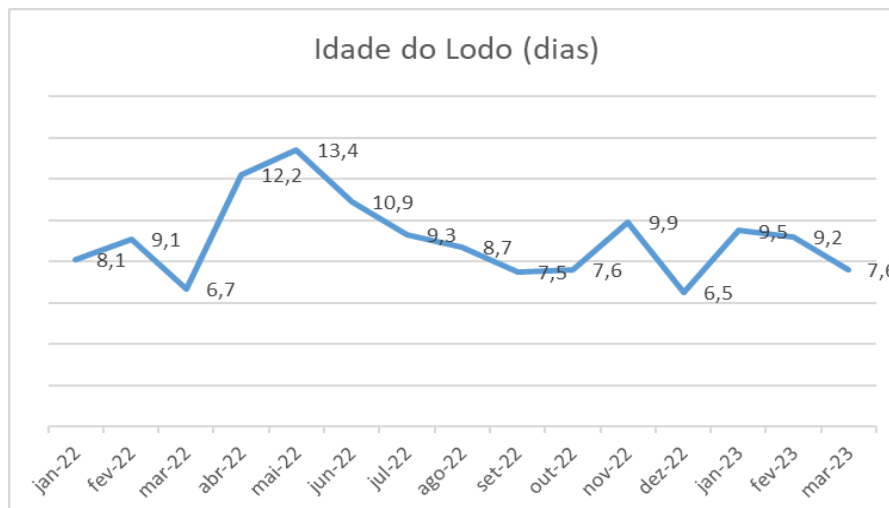
Figura 06 – Variação do IVL – ETE Arrudas



Fonte: Banco de dados da Unidade, 2023

Sobre o parâmetro operacional, idade do lodo (Figura 07), observa-se que o pico chegou a 13,4 dias, valor considerado elevado para uma estação com processo convencional de tratamento de esgoto por lodos ativados, como a ETE Arrudas.

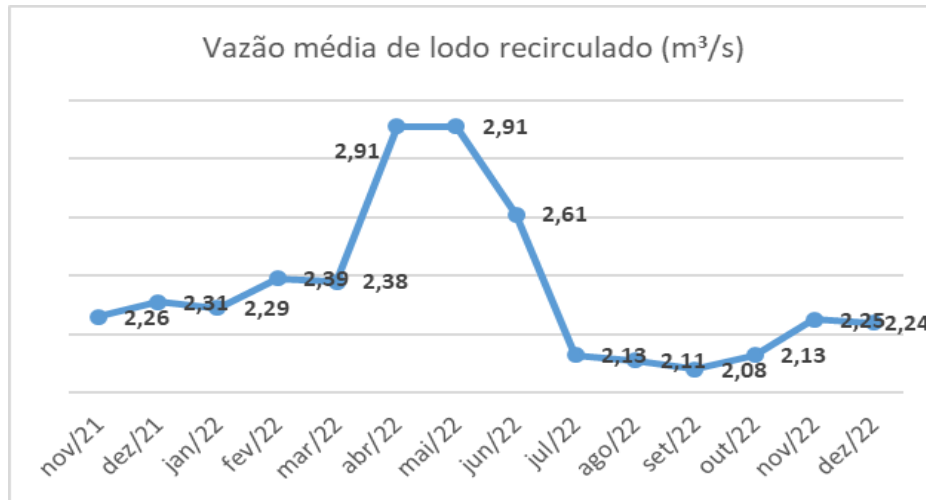
Figura 07 – Idade do lodo – ETE Arrudas



Fonte: Banco de dados da Unidade, 2023

Para se alcançar o aumento da idade do lodo, a ação principal realizada foi o aumento da vazão de recirculação do material (Figura 08), cujo valor máximo chegou a 2,91m³/s.

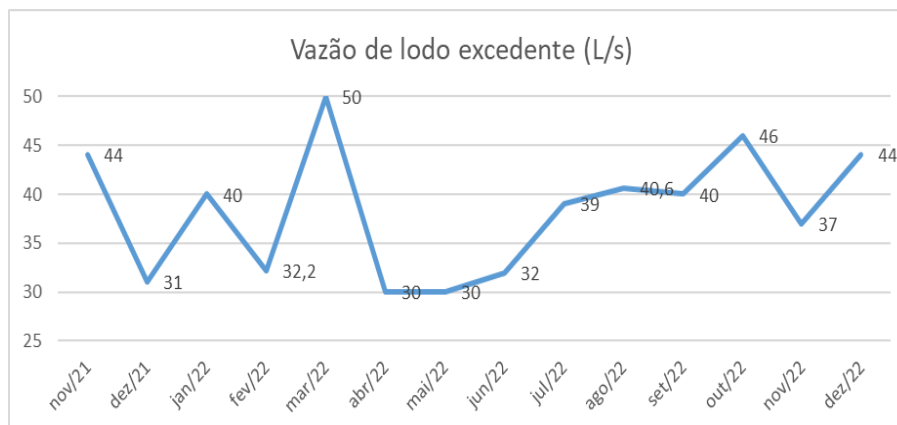
Figura 08 – Variação média de lodo recirculado – ETE Arrudas



Fonte: Banco de dados da Unidade, 2023

A vazão de lodo excedente, retirada dos decantadores secundários (Figura 09), variou entre 30 e 50L/s no período em análise.

Figura 09 – Vazão de lodo excedente – ETE Arrudas



Fonte: Banco de dados da Unidade, 2023

Durante todo os meses críticos, foram coletadas amostras, semanalmente, não tendo sido identificada a presença de filamentosas no processo, estando os organismos vivos dentro do padrão da Unidade.

A temperatura média da localidade nos meses críticos do arraste de sólidos estava em média 25°C, e o pH médio do afluente, medido na chegada da ETE Arrudas se manteve em média, 7, com pequenas alterações para 6,8.

Considerando que a bacia da ETE Arrudas possui uma vasta amplitude, com estabelecimentos industriais e comerciais com grande diversificação de atividades, e ainda, a possibilidade de sinergia entre os contaminantes na rede e ao chegar na Unidade de Tratamento, não é possível determinar o que efetivamente foi recebido nesse período. Considera-se ainda a possibilidade de permanência de alguns poluentes nos reatores, que, com a recirculação do lodo, acabam mantendo no sistema cargas acumuladas, que, em algum momento, tornam-se prejudiciais ao tratamento.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DO RESULTADO

A Deliberação Normativa Conjunta COPAM – CERH/MG nº 8, de 21 de Novembro de 2022, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, tratando não somente dos parâmetros que devem ser monitorados, mas também suas concentrações:

Art.36 – Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos, desde que não comprometa os usos previstos para o corpo de água:

d) DBO 5 dias a 20°C (grau Celsius): até 60 mg/L (miligrama por Litro) ou tratamento com eficiência de redução de DBO 5 dias a 20°C (grau Celsius) em no mínimo 60% (por cento) e média anual igual ou superior a 70% (por cento) para sistemas de esgotos sanitários;

e) DQO: até 180 mg/L (miligrama por Litro) ou tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% (por cento) e média anual igual ou superior a 65% (por cento) para sistemas de esgotos sanitários.

Considerando o aspecto normativo, durante todo o processo em análise, os monitoramentos e avaliações internas indicaram que a variação se distanciava do padrão da Unidade ETE Arrudas, entretanto, a Unidade permaneceu atendendo ao padrão de lançamento, o que pode ser verificado na Figura 10. A eficiência média de remoção de DBO mínima foi de 71,74%, no mês de junho/2022, quando a Normativa determina que o mínimo seja 60%. Em relação ao parâmetro DQO, o valor mínimo de eficiência observado foi de 64,14%, enquanto a Norma estabelece o valor mínimo de 55%.

Figura 10 – Eficiência de remoção de DBO e DQO – ETE Arrudas

Período	DBO média Afluente	DBO média Efluente	DQO média Afluente	DQO média Efluente	Eficiência média de remoção de DBO	Eficiência média de remoção de DQO
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	%	%
jan/22	108,5	25,4	313,5	63,7	76,59	79,68
fev/22	164,3	40,1	430	154,2	75,59	64,14
mar/22	143,4	25,2	364,8	84,8	82,43	76,75
abr/22	250,7	58,4	545,6	106,8	76,71	80,43
mai/22	220,1	32,9	472,2	65,4	85,05	86,15
iun/22	220,1	62,2	482,8	130,9	71,74	72,89
iul/22	225,2	12	529	49,2	94,67	90,7
ago/22	304,4	14,6	751,8	53,9	95,2	92,83
set/22	272,7	30,5	707,4	58,1	88,82	91,79
out/22	203	31,9	484,18	58,8	84,29	87,86
nov/22	180,68	34,98	428,5	79,56	80,64	81,43
dez/22	163,63	16,08	403,43	50,23	90,18	87,55
Média dos últimos 12 meses	204,73	32,02	492,77	79,63	83,49	82,68

Fonte: Banco de dados COPASA, 2023

Também foram obtidos, diariamente, e em diferentes horários, os resultados de sólidos sedimentáveis, que, de acordo com o artigo 16 do CONAMA 430/2011 tem como limite superior 1mL/L.

O IVL (Figura 06) chegou a valores de até 428mL/g, o que confirma o efetivamente identificado no processo: lodo em má condição de sedimentabilidade, material leve, grande quantidade acumulada na superfície dos decantadores secundários, coloração variando de marrom a cinza e sem observações de bolhas.

Após o recebimento da carga tóxica ter provocado choque biológico, o restabelecimento do processo só foi possível com a idade do lodo aumentada e os ajustes do oxigênio de forma proporcional. A idade do lodo, que, segundo a literatura, em processos de lodos ativados, deve variar entre 4 e 10 dias, chegou a 13,4 dias, retornando à normalidade após o período crítico. Isso ocorreu a partir do aumento da recirculação do lodo, realizado propositalmente na expectativa de criar uma biota mais consistente, capaz de sedimentar adequadamente nos decantadores secundários.

Para manutenção da digestão adequada nos reatores de lodos ativados, foi proporcionalmente alterado o quantitativo de oxigênio fornecido por meio de difusores de bolhas finas.

Ressalta-se que, as sondas instaladas nos reatores (3 unidades por reator), mandam para o sistema supervisorío as medições de oxigênio dissolvido instantâneo, o que permitiu o acompanhamento sistemático da condição para o adequado processo.

Considera-se a elevação da idade do lodo conseguida pela alteração na recirculação e na retirada do excedente, a principal alteração que permitiu a retomada do equilíbrio biológico.

Sobre a vazão de lodo excedente, observa-se que, nos meses de Abril a Julho/2022, a Unidade retirou a média de 31L/s. Ressalta-se que a retirada do lodo excedente na Unidade gira em torno de 50L/s, não ultrapassando o valor de 60 L/s, que é a limitação dos flotoadores (02 unidades), que realizam o adensamento do material.

Com essas ações, foi possível alterar o valor da variável M (microorganismos), uma vez que a DBO de entrada não foi significativamente alterada, e, conseqüentemente, alterar a relação A/M.

Sobre a ocorrência de cargas tóxicas num sistema de lodos ativados, é sabido que alteram a composição do afluente dos reatores, influenciando nos processos de biodegradação e conseqüentemente reduzindo a qualidade do efluente tratado. O efluente recebido no período em estudo, poderia conter excesso de óleos e gorduras, produtos químicos, metais pesados entre muitas outras substâncias, não sendo possível identificar qual o contaminante específico responsável pelo desencadeamento desse processo.

Observa-se que o novo equilíbrio do processo foi obtido após alguns dias de adaptação da biota e a redução do IVL, como resultado final das ações, que ocorreu no último trimestre de 2022. A Figura 11 ilustra o resultado e das ações e a condição do efluente no mês de julho/2022.

Figura 11 – Saída dos decantadores secundários sem arraste de sólidos



Fonte: Dos autores, 2022

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A ETE Arrudas apresenta elevada eficiência de remoção de DBO e dados históricos que comprovam a robustez de seu processo. As ações coordenadas e ágeis, a partir da ocorrência de um choque biológico trouxeram o aprendizado e definição da metodologia que, uma vez necessária, será implementada.

As cargas tóxicas podem comprometer severamente o processo de tratamento de efluentes por lodos ativados, especialmente quando a ocorrência se dá em unidades de grande vazão. O restabelecimento do equilíbrio biológico requer agilidade e conhecimento da equipe operacional responsável e ocorre após período de consolidação dos ajustes.

A COPASA possui o Programa PRECEND que cuida do recebimento de efluentes não domésticos, o que minimiza, em grande parte, o recebimento de efluentes industriais ou poluentes agressivos na ETE. Ainda assim, sabe-se que, caso ocorra, e represente uma contribuição significativa em volume ou potencial poluidor, a eficiência do tratamento da Unidade pode ser seriamente comprometido.

Como medida protetiva e na tentativa de antecipar possíveis choques na Unidade, a proposição é a aquisição de um equipamento de monitoramento de DQO em tempo real, que trabalhe por 24h, e mande um sinal de alarme que possa ser acompanhado pelo sistema supervisor. Aliado à medição do pH já existente na entrada da estação, acredita-se que tal implemento poderá cooperar, em caso de cargas tóxicas, para a minimização do impacto ao processo de lodos ativados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. VON SPERLING, Marcos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Lodos Ativados, 4.ed.rev.amp – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016.
2. COPAM. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022. Diário do Executivo - “Minas Gerais”, 2022.
3. OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa; VON SPERLING, Marcos. Avaliação de 166 ETES em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 2: influência de fatores de projeto e operação. Eng. Sanit. Ambient. 10 (4), Dez/2005.
4. JORDÃO, Eduardo P.; PESSOA, Constantino A. Tratamento de Esgotos Domésticos, 8a Ed., Rio de Janeiro, 2017. 926p.
5. VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3a ed – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
6. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 2017.