

INTEGRAÇÃO DE TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO EM ETES: OPORTUNIDADE DE MELHORIA NA QUALIDADE DO EFLUENTE EM ETES DE PEQUENO PORTE NA CIDADE DE ARAXÁ - MG

Saulo Felício Teixeira⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Pós-graduando MBA em Gestão de Pessoas e Liderança pela UNIMINAS.

Dailson José de Aguiar⁽²⁾

Licenciado em Pedagogia pela UniAraxá. Técnico em Meio Ambiente pela UniAraxá.

Ninio Honorato⁽³⁾

Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário do Planalto de Araxá. Técnico em Administração pela Escola Estadual Professor Luiz Antônio Corrêa de Oliveira. Técnico em Química pela Escola Técnica Santa Edwiges.

Endereço⁽¹⁾: Rua Augusto Luiz Coelho, 190 – Sagrada Família - Araxá – Minas Gerais - CEP: 38183-248 - Brasil - Tel: +55 (34) 99848-5448 - e-mail: saulo.felicio@copasa.com.br.

RESUMO

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são essenciais para a proteção dos recursos hídricos e a promoção da saúde pública. No Brasil, os reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) são amplamente utilizados devido à sua eficiência na remoção de matéria orgânica e sua adequação ao clima tropical. No entanto, a operação desses reatores acima da capacidade nominal projetada gera desafios operacionais que comprometem a eficiência do tratamento e a qualidade do efluente. Problemas como a redução do tempo de detenção hidráulica, arraste de biomassa e sobrecarga são comuns, resultando em flutuações na qualidade do efluente. Para mitigar esses problemas, a introdução de uma etapa complementar de tratamento físico-químico, que inclui a aplicação de coagulantes, floculação e decantação, mostra-se promissora. Esse processo auxilia na remoção de sólidos suspensos e matéria orgânica residual, melhorando a qualidade do efluente tratado. Este tratamento foi implantado em duas ETEs de pequeno porte na cidade de Araxá, com a perspectiva de melhora na qualidade do efluente tratado.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto; tratamento físico-químico; eficiência de remoção de DBO.

INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) desempenham um papel crucial na proteção dos recursos hídricos e na promoção da saúde pública, estando diretamente associadas aos estudos sociais de melhoria da saúde e qualidade de vida da população atendida. No Brasil, devido à simplicidade operacional e ao clima favorável, o uso de soluções de tratamento biológico que utilizam os próprios microrganismos presentes no esgoto para fazer a decomposição da matéria orgânica é amplamente difundido. Neste contexto as tecnologias mais comuns são: lagoas de estabilização, lagoas aeradas, reator UASB e lodos ativados. Em especial, o uso de reatores anaeróbios de manta de lodo, conhecidos como reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), é normalmente uma das primeiras opções para compor a linha de tratamento, devido à sua eficiência na remoção de matéria orgânica e à sua adequação aos climas tropicais, sendo capazes de remover entre 60% e 80% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) presente no esgoto bruto, dependendo da configuração e operação da ETE. No entanto, entre os diversos desafios operacionais envolvendo o tratamento de esgoto, algumas ETEs por vezes enfrentam vazões que excedem a capacidade nominal projetada, o que pode comprometer a eficiência do tratamento e a qualidade do efluente final. Esta condição de operação pode causar danos ambientais, prejuízos à população residente no entorno das ETEs, e ainda risco de sanções às companhias de saneamento, pelos órgãos ambientais e reguladores.

Estima-se que mais de 1.000 estações de tratamento de esgoto no Brasil utilizem reatores UASB como parte do seu processo de tratamento. Esse número está espalhado por todo o Brasil, mas há uma concentração maior em regiões onde o clima é mais quente e úmido, condições que favorecem o desempenho dos processos anaeróbios. Estados como Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul têm um número significativo de ETEs com

reatores UASB. De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), aproximadamente 20% a 25% das ETEs municipais no Brasil utilizam reatores UASB como a tecnologia principal para tratamento de esgoto. Um dos maiores sistemas de reatores UASB do mundo ocorre na ETE Arrudas, em Belo Horizonte, com capacidade de tratar aproximadamente 4.500 litros por segundo.

Estudos experimentais demonstraram que o tempo de detenção hidráulica nos reatores UASB, deve ser de, no mínimo, 4,8 horas (CHERNICHARO, 2007). Quando um reator recebe uma vazão superior à sua capacidade este tempo de detenção é reduzido, e pode haver prejuízos ao tratamento, como:

- Perda excessiva de biomassa do sistema (arraste de lodo)
- Redução do tempo de residência celular (idade do lodo)
- Possibilidade de falha do sistema, por tempo de permanência da biomassa inferior ao seu tempo de crescimento.

Esses fatores diminuem a eficácia do tratamento, sendo necessárias intervenções complementares para assegurar a conformidade com os padrões ambientais.

Os decantadores secundários são componentes essenciais nas ETEs com reatores UASB, desempenhando um papel vital na remoção de sólidos suspensos e biomassa, melhorando a qualidade do efluente e facilitando tratamento as etapas posteriores. Eles são projetados para remover os sólidos suspensos que permanecem no efluente após o tratamento anaeróbico no reator UASB. Esses sólidos podem incluir partículas orgânicas e inorgânicas que não foram decompostas no reator. A utilização de decantadores secundários melhora significativamente a qualidade do efluente final, reduzindo os níveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), além de diminuir a turbidez e os sólidos suspensos.

No Brasil, o tratamento físico-químico, que inclui a aplicação de coagulantes, floculação e decantação, tem sido utilizado como uma etapa complementar em ETEs, especialmente quando os processos biológicos sozinhos não conseguem atingir os padrões de qualidade exigidos para o efluente.

Neste contexto, a introdução de uma etapa complementar de tratamento físico-químico, envolvendo a aplicação de coagulantes, floculação e decantação, apresenta-se como uma solução promissora. Esta abordagem pode não apenas mitigar os impactos negativos da sobrecarga hidráulica, mas também melhorar significativamente a qualidade do efluente tratado. A coagulação e a floculação auxiliam na aglomeração e remoção de sólidos suspensos e matéria orgânica residual, enquanto a decantação efetiva permite a separação dos flocos formados, resultando em um efluente clarificado e estável.

Diversas experiências em ETEs brasileiras, como as de Belo Horizonte, São José dos Campos e Curitiba, têm demonstrado os benefícios da integração de processos físico-químicos com os sistemas biológicos existentes. Essas práticas têm mostrado melhorias na remoção de sólidos suspensos, matéria orgânica e nutrientes, contribuindo para a manutenção da eficiência operacional mesmo sob condições de vazão elevada.

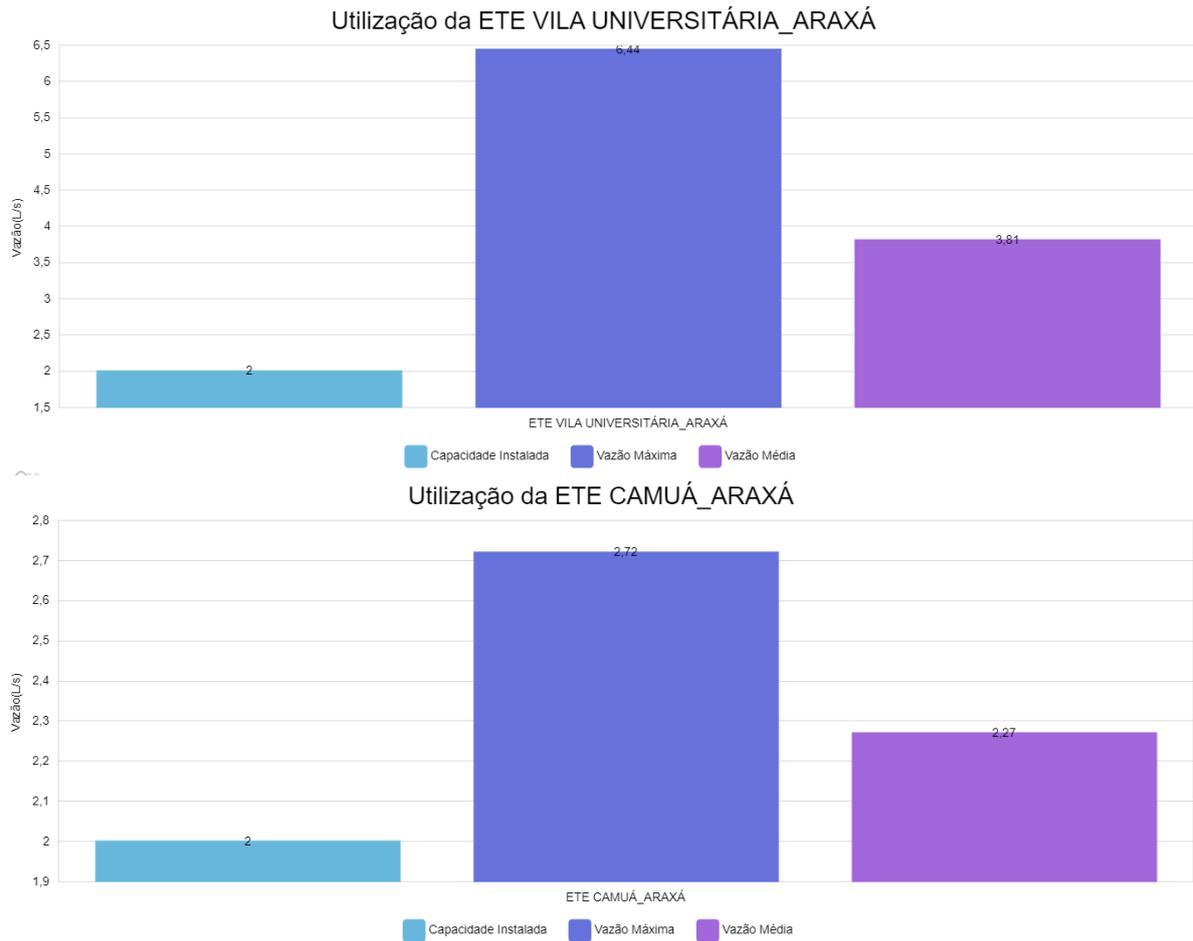
OBJETIVO

Apresentar o modelo adotado em duas ETEs da cidade de Araxá MG para inclusão de etapa de pós-tratamento de esgoto com processo físico-químico, objetivando a melhoria da qualidade do efluente, e para garantir a eficiência do tratamento mesmo em períodos em que a vazão excede a capacidade nominal instalada.

ESTUDO DE CASO

O município de Araxá possui 7 ETEs, dentre as quais se destacam a ETE Camuá e Vila Universitária como ETEs de pequena capacidade (2 litros por segundo), que devido ao crescimento populacional em suas áreas de abrangência, hoje recebem uma vazão superior à projetada. Na figura abaixo são mostradas as vazões atuais observadas para as duas ETEs.

Figura 1 – Vazões das ETEs Camuá e Vila Universitária



Fonte: Copasa, 2024

Na Figura 2 abaixo é mostrada, à esquerda, a ETE Camuá, e à direita a ETE Vila Universitária. Ambas possuem a mesma vazão nominal de projeto de 2 l/s, e a mesma linha operacional, com: tratamento preliminar, reator UASB, filtro anaeróbico e leitos de secagem de lodo.

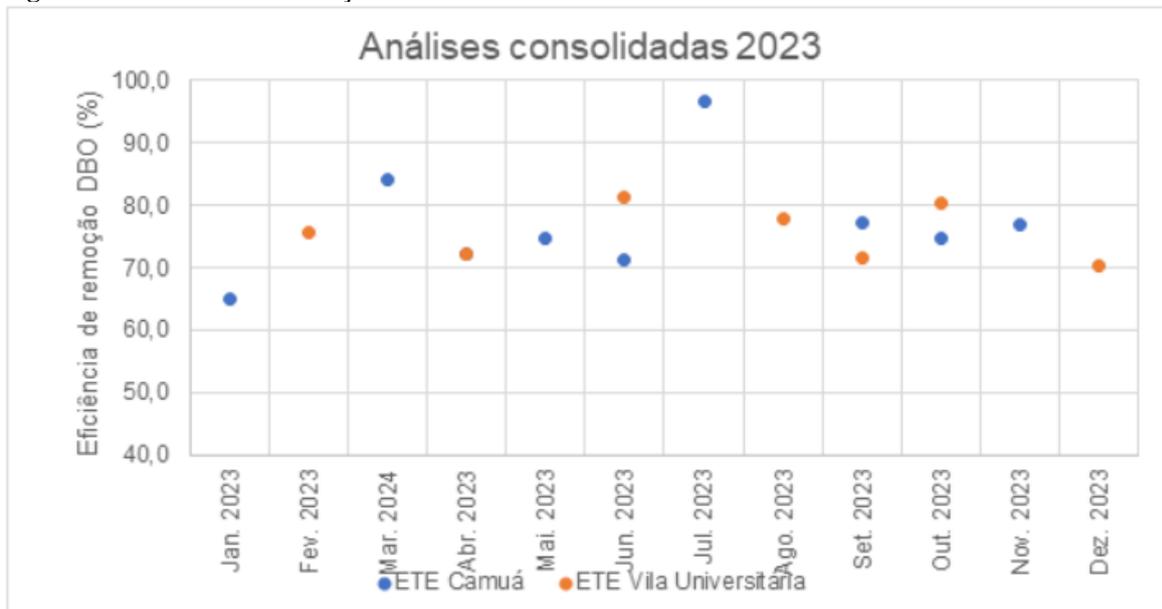
Figura 2 – ETE Camuá e ETE Vila Universitária



Fonte: Copasa, 2024

A operação das ETEs nestas condições causou o risco de perda de eficiência, que impactaria todo o município de Araxá. Como pode ser observado no gráfico da Figura 3 abaixo, a eficiência de remoção de DBO para estas ETEs no ano de 2023 esteve muito próximo dos limites preconizados pela legislação (mínimo 60% para cada mês, e média mínima de 70% para os últimos 12 meses).

Figura 3 – Eficiência de remoção de DBO das ETEs no ano de 2023



Fonte: Copasa, 2024

Para impedir que as ETEs perdessem a eficiência, uma série de ações foram tomadas, como por exemplo, a substituição do material filtrante dos filtros anaeróbios, que já se encontravam colmatados e fora da granulometria adequada para o tratamento. Uma das ações de maior relevância para garantia da eficiência foi a inclusão de uma etapa complementar de tratamento físico-químico, envolvendo a aplicação de coagulante (Policloreto de Alumínio - PAC), floculação e decantação. Esta abordagem pode não apenas mitigar os impactos negativos da sobrecarga hidráulica, mas também melhorar significativamente a qualidade do efluente tratado. A coagulação e a floculação auxiliam na aglomeração e remoção de sólidos suspensos e matéria orgânica residual, enquanto a decantação permite a separação dos flocos formados, resultando em um efluente clarificado.

Nas Figuras 4 e 5 abaixo são mostradas algumas etapas das obras de implantação das etapas de tratamento físico-químico nas duas ETEs.

Figura 4 – Obra de implantação do tratamento físico-químico na ETE Vila Universitária



Fonte: Copasa, 2024

Figura 5 – Obra de implantação do tratamento físico-químico na ETE Camuá



Fonte: Copasa, 2024

A construção da unidade de decantação e floculação foi baseada na experiência vivenciada pela Copasa nas cidades de Curvelo/MG e Três Marias/MG e que apresentaram resultados satisfatórios quanto ao atendimento à eficiência das ETEs. Após uma visita técnica realizada nas duas ETEs, optou-se por implantar sistema semelhante na cidade de Araxá, adequando o projeto à vazão afluyente nas ETEs. Foram considerados no dimensionamento do floculador e do decantador, o mesmo cálculo para dimensionamento dessas unidades quando implantadas em Estações de Tratamento de Água, levando-se em conta as características do esgoto. Foram consideradas também simplificações que permitiram maior agilidade na implantação, como por exemplo, o uso de caixas de polietileno para as câmaras de floculação e decantação, interligadas com tubulações de PVC.

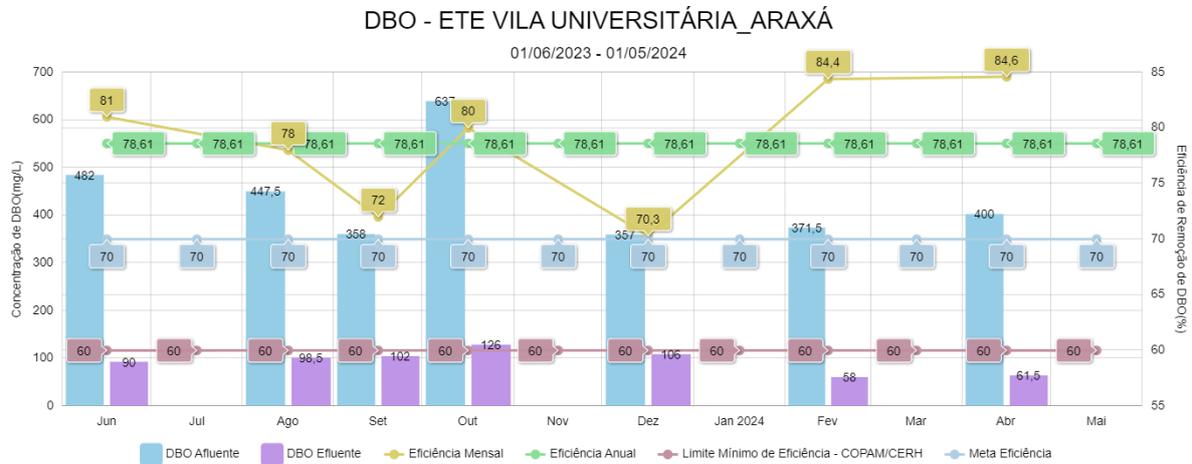
O tratamento físico-químico não é um processo muito utilizado em estações de tratamento de esgoto, sendo o mais usual o tratamento biológico. A primeira etapa deste processo é a aplicação de coagulante (PAC), que causa uma desestabilização química das partículas em suspensão. No floculador ocorre a etapa seguinte, que é a aglutinação dos coágulos, formando flocos maiores. Estes flocos possuem maior dimensão, e maior peso, e podem ser sedimentados ou flutuados na última etapa do tratamento físico-químico, que ocorre no decantador. O resultado é um efluente com menor quantidade de sólidos, e consequentemente, menor carga orgânica.

RESULTADO

Após a interligação do tratamento físico-químico da ETE Vila Universitária, foi observada uma melhora visível na qualidade do efluente, que pôde ser confirmada através das análises laboratoriais nos meses subsequentes. Apesar da necessidade de escavação e nivelamento para viabilizar o escoamento por gravidade, as obras foram relativamente simples, sendo executadas em algumas semanas por empreiteira contratada pela Copasa. Os materiais utilizados também contribuíram para redução do custo de implantação e para agilizar a obra, visto que foram utilizados reservatórios de polietileno. Para gestão do lodo gerado nos decantadores, foi implantada uma elevatória de retorno, interligada ao fundo dos decantadores, e que direciona para os leitos de secagem quando for necessária a remoção do lodo acumulado, conforme necessidade operacional e ou capacidade de produção de lodo do sistema.

Na ETE Vila Universitária, foi iniciada a operação com o tratamento físico-químico no mês de outubro de 2023. Como pode ser visto no gráfico abaixo, a eficiência da ETE se manteve acima dos limites requeridos, chegando a quase 85% de remoção de DBO.

Figura 6 – Eficiência de tratamento da ETE Vila Universitária



Fonte: Copasa, 2024

Na ETE Camuá, até o momento da redação deste artigo, ainda não havia sido iniciada a operação com tratamento físico-químico, porém foi seguida a mesma lógica, e deve ser iniciada a operação nos próximos meses. Os resultados observados apontam para um aumento da eficiência de remoção de DBO, diminuindo o risco de sanções para a Companhia.

CONCLUSÃO

O retorno do efluente tratado para os corpos hídricos dentro dos padrões exigidos, garante a preservação do meio ambiente, além de evitar doenças transmissíveis pela água para a população. Portanto, o tratamento físico-químico também contribui para o desenvolvimento sustentável.

O tratamento físico-químico pode ser implantado como um sistema complementar ao tratamento existente ou como estrutura provisória, assim que forem identificados problemas de eficiência ou estruturais na ETE existente, evitando que a empresa esteja sujeita a aplicação de penalidades pelos órgãos ambientais, em função do não atendimento às exigências das legislações.

Por se tratar de um sistema de fácil implantação e operação, e que pode ser adaptado a diferentes vazões afluentes em estações de tratamento de esgoto, se apresenta como uma alternativa viável para alteração imediata no processo de tratamento de esgoto, visando o atendimento aos parâmetros exigidos pelas legislações ambientais. Outro fator interessante que pode ser adaptado na operação do tratamento físico-químico é a flexibilidade na dosagem de coagulante. A exemplo do que tem sido feito na ETE Vila Universitária, caso a eficiência seja atingida sem a dosagem de coagulante (operando simplesmente como decantadores secundários), elimina-se o consumo de produto químico. Caso as vazões afluentes ou as características do esgoto se alterem basta voltar a dosagem de coagulante, ajustando à vazão da ETE.

As unidades de decantação e floculação, bem como a aplicação de coagulante, podem ser utilizadas em estações de tratamento de esgoto de diversos portes, sendo que para ETEs com capacidades menores, exige menor área e menor tempo de execução. Para garantir a efetividade do processo, análises dos efluentes bruto e tratado devem ser realizadas por laboratórios acreditados.

Por fim, recomenda-se que sejam feitos estudos mais detalhados e a longo prazo para verificar a eficiência e a sustentabilidade deste processo ao longo do ano, nas diferentes estações e condições operacionais, em ETEs de pequeno porte como a ETE Camuá e ETE Vila Universitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 380 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.5).

