

1305- Redução da produção de lodo no Processo de Tratamento de Água da ETA Embu-Guaçu utilizando bioestimulação na água bruta

Francismeire Ana dos Santos Costa⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Universidade de São Paulo (USP), especialista em Gestão Pública pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Engenheira Química da Estação de Tratamento de Água Rio Grande – MATR – Divisão de Tratamento de Água Rio Grande e Ribeirão da Estiva da Sabesp/SP.

Helena Márcia da Cruz⁽²⁾

Química e Bel. em Química pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), especialista em Engenharia de Qualidade e Produtividade pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Química do CSQ - Departamento de Qualificação e Inspeções da Sabesp/SP.

Márcia Cecília Glasser Santi da Costa⁽³⁾

Bacharel em Química pela Universidade de São Paulo (USP). Gerente de Divisão do MSEC - Divisão de Controle Sanitário Sul da Sabesp/SP.

Márcia Moribe⁽⁴⁾

Bel. em Química pela Universidade de São Paulo (USP). Especialista em Engenharia de Saneamento pela Faculdade de Saúde Pública (USP), MBA em Saneamento Ambiental pela Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo (FESPSP). Química do MPO - Departamento de Desenvolvimento Operacional e de Medidores da Sabesp/SP.

Prof. Wagner Torres Lamas⁽⁵⁾

Químico e Bel. em Química pela Universidade de São Paulo (USP), Mestre em Bioquímica pela Escola Paulista de Medicina (UNIFESP) e MBA em Gestão Pública (FAEP). Consultor na área de gestão de águas, novas tecnologias para tratamento de água/processo/efluente/reuso (incluindo treinamento em outros países – Israel, México).

Endereço⁽¹⁾: Estrada da Pedra Branca, 34 – Montanhão – São Bernardo do Campo – SP – CEP 09792-202 – Brasil – Tel.: +55 11 99138-2817 e e-mail: fanasantos@sabesp.com.br

Endereço⁽²⁾: Av. do Estado, 561, Ponte Pequena – São Paulo – SP – CEP: 01107-900 – Brasil – Tel.: +55 11 3388-6647 e e-mail: helenacruz@sabesp.com.br

Endereço⁽³⁾: Rua Alberto Hodge, 247 – Alto da Boa Vista – São Paulo – SP – CEP 04740-020 – Brasil – Tel.: +55 11 98689-7226- e-mail: marciacosta@sabesp.com.br

Endereço⁽⁴⁾: Rua Sumidouro, 448 – Pinheiros – São Paulo – SP – CEP 05428-010 – Brasil – Tel.: +55 11 3388-9228 e e-mail: mmoribe@sabesp.com.br

Endereço⁽⁵⁾: Rua Tupi, 299 – Santo André – SP - CEP: 09060-140 – Brasil – Tel.: +55 11 94181-4900 e e-mail: wtlamas@gmail.com

RESUMO

Dentro da rotina de operação de sistemas convencionais de tratamento de água o objetivo direto está em produzir água tratada, com volume adequado e dentro dos parâmetros de qualidade requeridos pela legislação vigente.

As atividades de melhoria nos processos são diversos, podem versar desde eficiência energética, automação, ajustando equipamentos e processos para que a produção ocorra com o menor consumo de energia e produtos químicos até a seleção de materiais de tratamento tais como coagulantes, auxiliares de floculação, alcalinizantes mais adequados às características da água disponível.

Ao longo do tempo desenvolveu-se tecnologias para a destinação ou reaproveitamento do lodo formado no processo de tratamento. Sua caracterização é normalmente o ponto de partida para que se busque a melhor destinação possível, a melhor técnica de manejo desse subproduto dos processos de tratamento.

Dentro deste contexto, este trabalho procura contribuir com uma visão de sistema de tratamento que vai além dos limites do empreendimento que trata água, disponibiliza água potável para a população e destina seus resíduos com a melhor tecnologia disponível.

Com esse objetivo, buscamos soluções possíveis para melhorar a qualidade da água bruta disponível para tratamento para que, utilizando um menor volume de produtos químicos tivéssemos, ao final do processo, redução da produção de lodo.

Em uma ação inédita, atuando na causa da geração de lodo, os estudos realizados resultaram na utilização de tecnologia que possibilitou a melhoria da qualidade da água bruta, com redução na produção de lodo e a mudança de perfil microbiológico da água demonstrando resultados extremamente promissores para a utilização da tecnologia em sistemas onde é necessário promover o controle de florações de cianobactérias, sem a necessidade de utilização de produtos químicos.

A bioestimulação mostrou-se uma tecnologia eficiente, de fácil aplicação, baixo custo, que não requer obra de engenharia e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Bioestimulação, Lodo, Cianobactérias, Manancial.

INTRODUÇÃO

O Rio Embu Guaçu é um rio brasileiro que atravessa o município de mesmo nome, localizado na região sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo.

Suas nascentes estão localizadas no extremo sul da capital paulista, dentro da Área de Proteção Ambiental Municipal do Capivari-Monos, de onde segue sentido Embu Guaçu até desaguar na represa de Guarapiranga.

Parte de suas várzeas estão protegidas pelo Parque Ecológico Várzea do Embu Guaçu, que ocupa uma área de 129 hectares de Mata Atlântica, próxima ao centro do município de Embu Guaçu.

Seu principal afluente é o rio Santa Rita, que nele deságua dentro da área do parque ecológico municipal. Sua nascente se encontra na divisa de Embu Guaçu com São Lourenço da Serra.

Responsável por cerca de 44% de seu volume, o Rio Embu Guaçu é o principal tributário da represa de Guarapiranga, sendo o segundo o Rio Embu Mirim.

Inaugurada em 2013 para beneficiar 120 mil moradores, a Estação de Tratamento de Água Embu Guaçu é uma ETA compacta modular que atualmente trata 150 l/s. Sua operação é gerenciada pela Divisão de Controle Sanitário Sul – MSEC da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

O processo tratamento de água utiliza uma fonte de captação de água bruta com características físico-químicas e microbiológicas que norteiam as operações unitárias que ocorrem nas etapas de tratamento. Como subproduto deste processo tem-se a geração de lodo que são resíduos semissólidos compostos por sólidos suspensos na água, coagulantes, auxiliares de coagulação, ferro e manganês oxidados.

Todo o lodo gerado no sistema passa por um processo de adensamento com a utilização de polímeros e fica contido em geotêxtil durante a secagem.

Após ter sua capacidade esgotada, o resíduo contido no geotêxtil é destinado para a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Barueri.

A produção de lodo na ETA Embu Guaçu é estimada pela equação do Water Research Center (WRC):

$$P = (1,2 \times T + 0,07 \times C + k \times D + A)/0,001$$

Onde:

P – Produção de sólidos (Kg massa seca/m³ de água tratada)

T – Turbidez (NTU)

C – Cor aparente (UC)

D – Dosagem de coagulante (mg/L)

K – Coeficiente de precipitação

A – Dosagem de outros produtos químicos como polímeros e carvão ativado pulverizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Bioestimuladores

O desenvolvimento produtos nanotecnológicos capazes de recuperar e manter a qualidade ambiental das bacias hidrográficas é de suma importância para garantir a disponibilidade e tratabilidade de recurso cada vez mais escasso e com a qualidade comprometida pela atividade humana em regiões próximas a pontos de captação. Dentre as tecnologias existentes hoje no mercado destacam-se os processos de bioestimulação, por serem processos de tecnologia verde que reduzem os custos dos processos de tratamento pela redução do consumo de produtos químicos e consequentemente a produção de lodo.

Um ambiente saudável é aquele em que a qualidade da água sustenta uma comunidade equilibrada, rica e variada de organismos, protegendo a saúde pública.

A natureza possui importantes mecanismos que promovem o reequilíbrio dos corpos hídricos. Esse processo ocorre pela decomposição da matéria orgânica e inorgânica por microrganismos aeróbios e corresponde a um dos mais importantes processos integrantes do fenômeno da autodepuração.

Esse processo é responsável pelo decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido na água devido à respiração dos microrganismos, que por sua vez decompõem a matéria orgânica. Em áreas onde se tem grande ocupação do solo e atividades humanas, a natureza não possui tempo suficiente para que a autodepuração ocorra. Para este trabalho foi utilizado um substrato a base de parafinas especiais com microcapilares impregnados por nanonutrientes capazes de atuar na cadeia trófica estimulando o crescimento exponencial da microbiota, acelerando o processo natural de autodepuração, entregando no ponto de captação uma água bruta com qualidade superior o que permite seu tratamento com a utilização de quantidades menores de produtos químicos e consequente diminuição da produção de lodo.

O lodo produzido no processo de tratamento é o resultado das operações unitárias que ocorrem para que sejam removidas as substâncias indesejáveis da água. Os produtos químicos utilizados como coagulantes se somarão formando um resíduo predominantemente formado por alumínio e ferro.

A melhoria da qualidade da água bruta foi considerada um fator crítico de sucesso e a definição pela utilização de bioestimuladores levou em conta o histórico de monitoramento, as características do corpo hídrico e sua vazão. Na etapa de planejamento foi elaborado o Mapa de Prototipação como ferramenta para refino do processo, avaliando o impacto que a nova tecnologia pode proporcionar no processo de manejo e preservação do corpo hídrico.

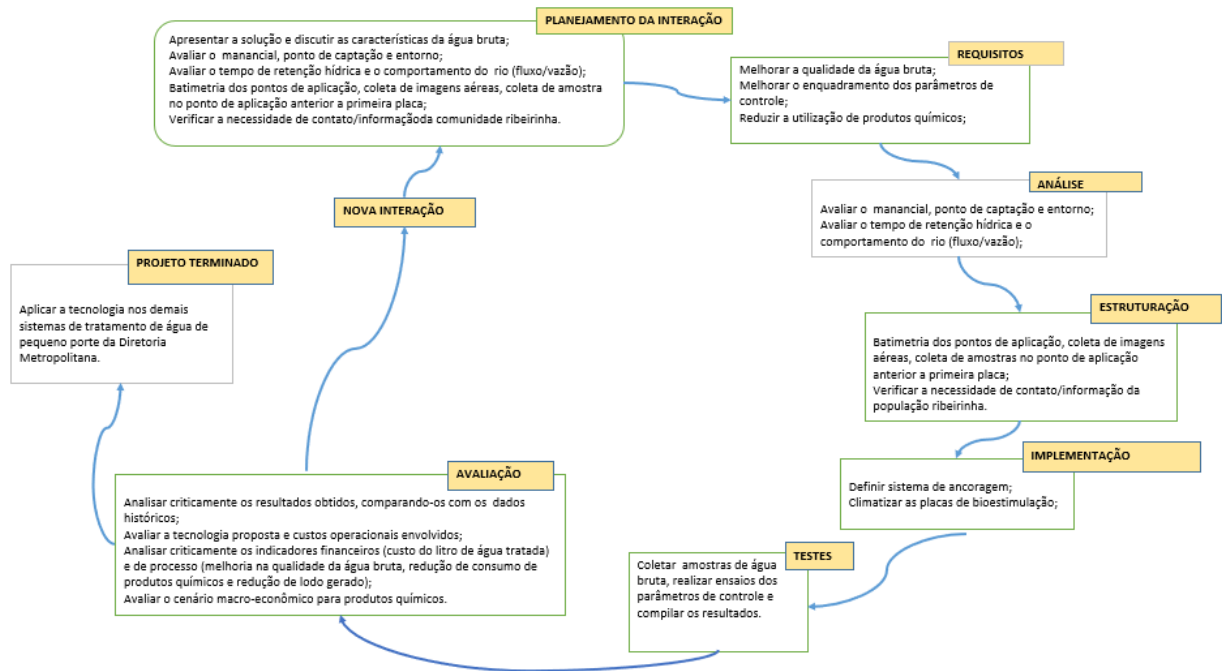


Figura 1 – Mapa de prototipação - Redução da produção de lodo no Processo de Tratamento de Água da ETA Embu Guaçu utilizando bioestimulação na água bruta

Para verificar a eficiência do uso de bioestimulação, foram analisados os dados históricos de monitoramento da água bruta no ponto de captação e delimitada a extensão do rio para fixação das placas de bioestimuladores.

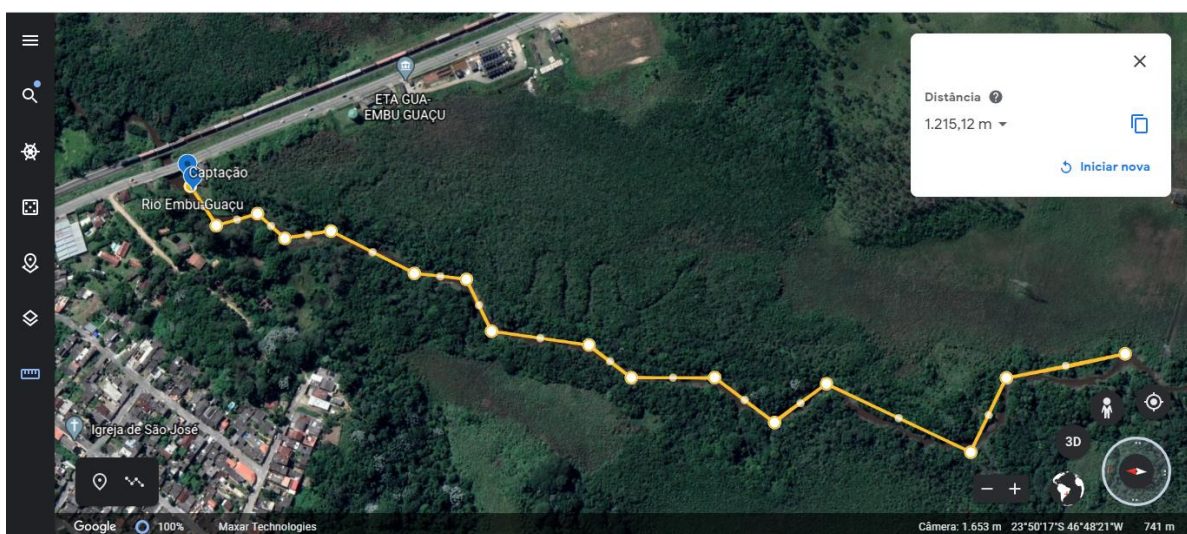


Figura 2 – Mapeamento de pontos para fixação das placas de bioestimuladores

Na fase de prototipação foram definidas formas de fixação de material nos pontos selecionados, parâmetros de controle, frequência de coleta de amostras e manutenção dos pontos de aplicação.

Durante a fase de testes foram inseridas no total 22 placas ao longo de 2 km a montante do ponto de captação, escolhendo-se a face interna das curvas do rio, onde a velocidade do fluxo de água é menor, favorecendo o tempo de retenção hidráulica e o contato com os microrganismos naturais disponíveis.

Para avaliação do uso de bioestimulador, escolheu-se o período de aplicação contemplando períodos secos e chuvosos para melhor comparativo de resultados. A variação de fluxo e profundidade do rio também sofrerá variação em função das manobras existentes em comportas de controle a montante da captação. As etapas de trabalho foram definidas conforme figura 3.

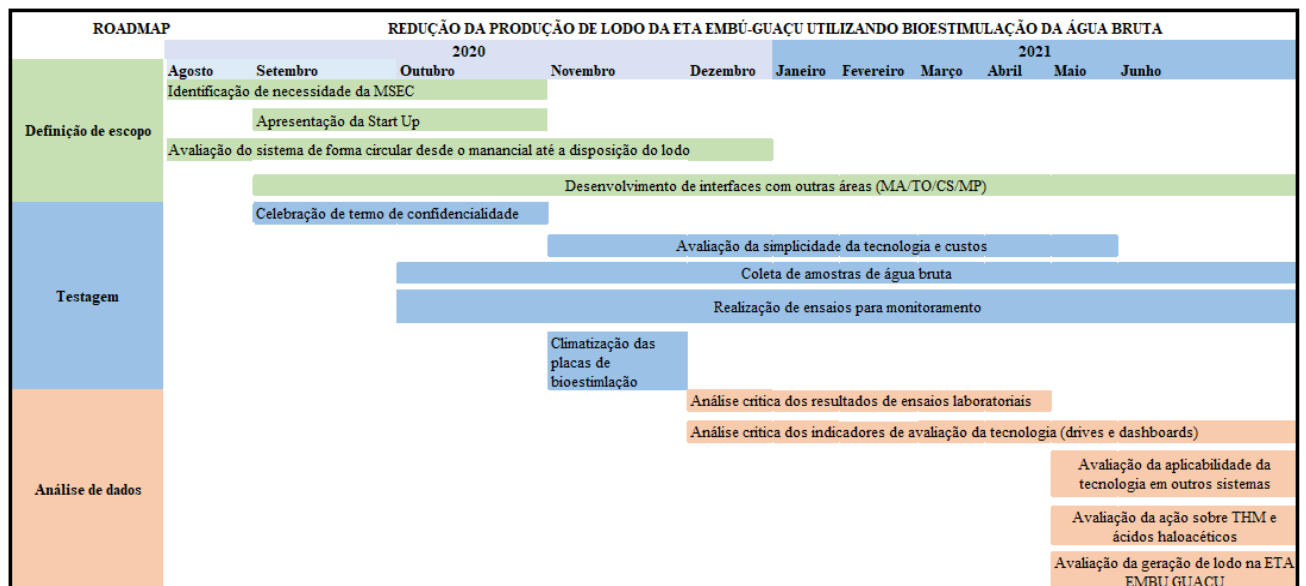


Figura 3 – Visão geral de ações - Redução da produção de lodo no Processo de Tratamento de Água da ETA Embu Guaçu utilizando bioestimulação na água bruta

RESULTADOS

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE LODO

A fase de prototipação ocorreu entre os meses de agosto de 2020 e junho de 2021. A análise de dados foi feita comparando os resultados obtidos com os dados históricos do sistema.

Para ambientes lóticos não existem dados para comparação de performance do bioestimulador utilizado. Os dados obtidos foram comparados com períodos semestrais semelhantes para a redução da interferência da sazonalidade. Também não foi discutida a fórmula para cálculo da massa seca de lodo que é a mesma utilizada em todo o período comparativo.

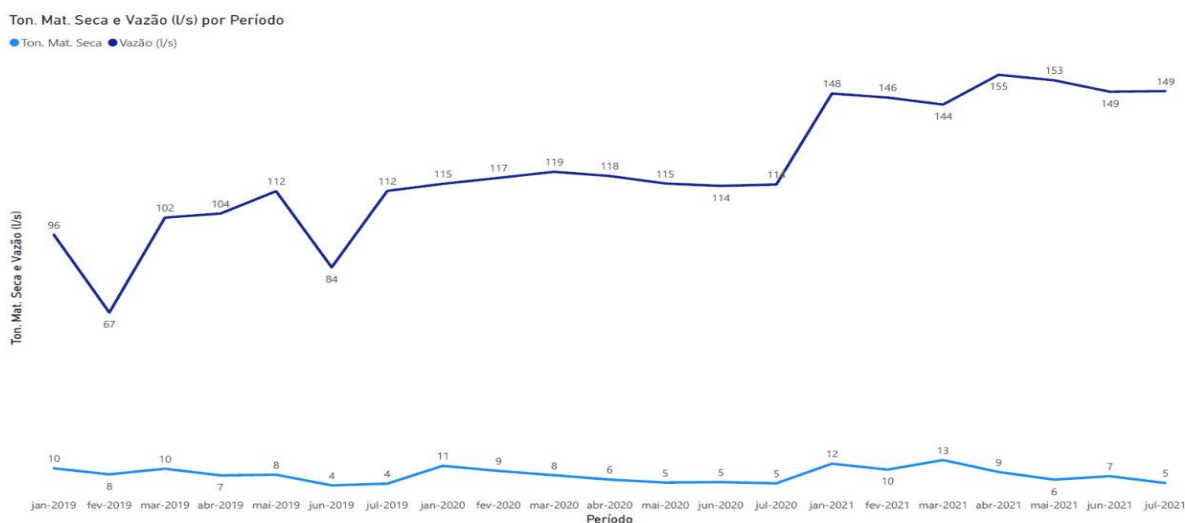


Figura 4 - Gráfico de resultados comparativos da produção de lodo e vazão.

Para a análise dos dados foram considerados os primeiros semestres dos anos de 2019 a 2021, período que historicamente tem-se a alteração da qualidade da água bruta devido principalmente ao regime pluviométrico associado a altas temperaturas.

A alteração dos parâmetros requer o incremento nas dosagens de produtos químicos, implicando no aumento de geração de lodo no processo de tratamento de água que deve guardar proporcionalidade com o volume tratado. Os parâmetros cor e turbidez influem diretamente no consumo de coagulantes e são os parâmetros normalmente mais afetados em períodos de alta pluviométrica devido a grande quantidade de sólidos presentes na água bruta.

Para o sistema Embu Guaçu, o cálculo de massa seca de lodo gerado utiliza o consumo, em miligramas por litro de coagulantes e auxiliares de floculação.

No período analisado não houve alteração nos produtos químicos utilizados no processo tratamento.

PERFIL MICROBIOLÓGICO

Mais de 99% de todos os microrganismos do meio ambiente são benéficos de alguma forma e em ambientes contaminados eles não são suficientes para produzir o processo de autodepuração. O bioestimulador auxilia os microrganismos que estão no meio ambiente a realizar a nitrificação de forma mais eficiente.

Os manejos tradicionais atuam destruindo microrganismos ao mesmo tempo em que os resíduos se acumulam e o ciclo se reinicia sem que o reequilíbrio ocorra.

O bioestimulador fornece um alojamento para os microrganismos e nanonutrientes para que o crescimento exponencial da população realize o processo de nitrificação de forma mais eficiente, produzindo o equilíbrio natural do meio e potencializando o processo de autodepuração.

Durante os testes realizados, dois dos parâmetros apresentaram alterações significativas quando comparado com os dados históricos do Rio Embu Guassu.

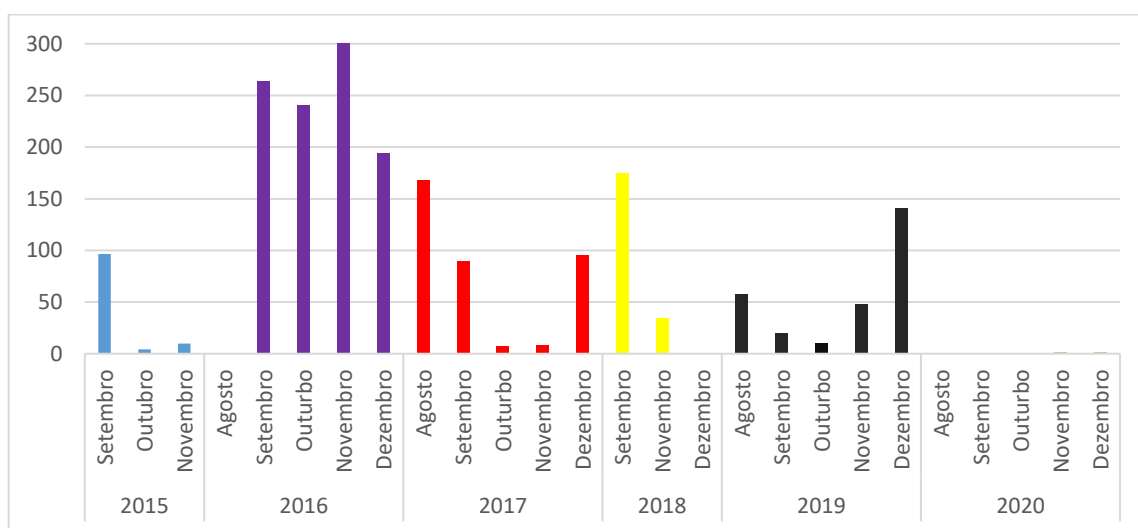


Figura 5 – Evolução histórica da densidade algal

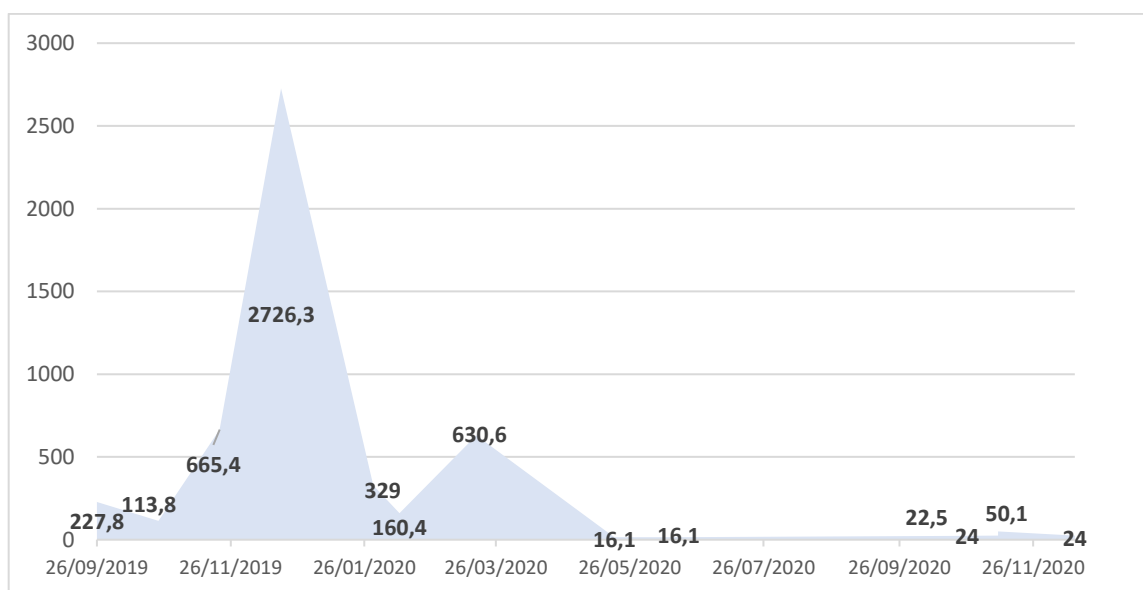


Figura 6– Evolução histórica da quantificação de cianobactérias (cels/mL)

Análise dos resultados

REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE LODO

A análise dos dados corrobora com a expectativa do teste realizado demonstrando a redução da geração de lodo com a manutenção da dosagem de produtos químicos mesmo com aumento de turbidez, provocado pelas fortes chuvas sazonais ocorridos entre os meses de novembro e dezembro de 2020.

Observou-se ainda a manutenção nos níveis de produção de massa seca frente a um aumento significativo da produção do sistema, observado no primeiro semestre de 2021 – A vazão média medida evoluiu de 96 l/s para 149 l/s. Os meses de abril e maio de 2021 indicam dados superiores a vazão nominal do sistema de tratamento devido ao incremento de água recuperada dos processos de lavagem de filtros e decantadores.

Os dados também indicam a necessidade de observação do período de climatização para o início da coleta de dados e observação das alterações na qualidade da água bruta não sendo possível ainda, nas condições em que o teste foi realizado avaliar o tempo de duração do material e a necessidade de substituição.

PERFIL MICROBIOLÓGICO

Dentro do monitoramento de rotina da água bruta foi possível verificar alteração na evolução histórica de densidade algal e quantificação de cianobactérias, conforme demonstrado nas figuras 5 e 6, respectivamente. Os dados plotados representam os dados disponíveis na série histórica. Para densidade algal, nos meses de agosto/2016, dezembro/2018 e agosto a dezembro/2020 apresentam valores zero e próximos a zero.

A quantificação de células/mL de cianobactérias dos meses de maio/2020, julho/2020, setembro/2020 e novembro de 2020 apresentam resultados com valor zero ou próximos de zero. Comparando os períodos de setembro a dezembro dos anos de 2019 e 2020 é possível observar a mudança do perfil de cianobactérias no meio e o evento está relacionado com o período de pós aclimação do bioestimulador.

Para o prosseguimento de estudo do desempenho de bioestimuladores para controle de cianobactérias, THM e ácidos haloacéticos, os testes ainda não geraram dados suficientes e devem ter prosseguimento em novo plano de prototipação com incorporação das lições aprendidas e novo ciclo de aprendizado.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A escassez bibliográfica específica e pleno domínio dos mecanismos de atuação e aplicação é um dificultador da avaliação dos dados obtidos, contudo, pode-se inferir que a utilização de bioestimulador na água bruta do Sistema de Tratamento da ETA Embu Guaçu contribuiu para melhorias significativas na qualidade da água, levando a uma manutenção da produção de lodo e consequente dosagem de produtos químicos mesmo aumentando a produção em 64% quando comparando a vazão atual com o mês de janeiro de 2019.

A melhoria da qualidade da água bruta tem potencial de gerar efeito cascata sobre todo o processo de produção, tais como redução de cianobactérias/densidade algal, redução na utilização de produtos químicos para o tratamento de água, redução da turbidez de água bruta, eliminação da utilização de algicidas, redução da produção de lodo, custos de logística e impacto ambiental.

Embora os testes fossem direcionados para a avaliação da geração de lodo, os dados de alteração do perfil microbiológico devem ter seus estudos aprofundados com finalidade de se estudar aplicações que possibilitem o ingresso de tecnologia verde que vão de encontro com as necessidades atuais de governança ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta do Brasil. Folha topográfica de Araraquara (SF-22-X-D-VI-4), São Paulo, IBGE. Escala 1:50.000, 1983.
2. MODENESI, K. et al. A CFD model for pollutant dispersion in rivers. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 21, n. 4, p. 557-568, out./dez., 2004.
3. KAMATH G. Bioremediation of Lakes: Myths and Realities. In: Sengupta M, Dalwani R. Proceedings of Taal 2007 - 12th World Conference. Mumbai: Organica Biotech; 2007. p. 44-49.
4. SILVA E, Fialho AM, Sa-Correia I, Burns RG, Shaw LJ. Combined bioaugmentation and biostimulation to cleanup soil contaminated with high concentrations of atrazine. Environ Sci Technol 2004; 38: 632-37.
5. OLIVEIRA CR, Contador LS. Avaliação das condições dos indicadores microbiológicos de balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas - RJ. Rio de Janeiro. Monografia [graduanda em ciências biológicas] – USU; 2016.