

I-331 – SUBSTITUIÇÃO DO COAGULANTE SULFATO DE ALUMÍNIO POR COAGULANTE ORGÂNICO NA ETA DUAS BOCAS

André Luiz de Oliveira Lima⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Analista de Sistemas de Saneamento da CESAN.

Elza de Abreu Costa

Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Analista de Sistemas de Saneamento e Gerente da Gerência de Gestão e Controle da Qualidade da CESAN – ES.

Nadja Gorza Lima

Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Analista de Sistemas de Saneamento da CESAN e presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES/ES.

Daniel Dias Barbosa

Técnico em Química pela Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Vasco Fernandes Coutinho em Vila Velha (ES). Técnico de Sistemas de Saneamento da CESAN.

Rafael de Souza Bergo

Engenheiro Químico pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Analista de Pesquisa e Desenvolvimento da CESAN.

Endereço⁽¹⁾: Av. Guarapari, S/N – Jardim Limoeiro - Serra - ES - CEP: 29.164-120 - Brasil - Tel: +55 (27) 2127-5416 - e-mail: andre.lima@cesan.com.br.

RESUMO

O manancial no qual a ETA Duas Bocas realiza a captação de água bruta vem sofrendo um processo de eutrofização natural, aumentando a população de algas, em especial de cianobactérias. Em virtude dessa eutrofização, adaptou-se o processo de tratamento da ETA Duas Bocas de decantação para flotação. As algas são, então, removidas nos processos de flotação e filtração e, assim como o coagulante utilizado, descartadas no lodo. Devido a essa característica da água bruta tratada na ETA Duas Bocas, o lodo gerado no tratamento apresenta maior carga orgânica e poderia ter uma destinação mais nobre do que aterro sanitário, como insumo agrícola por exemplo. O presente trabalho teve como objetivo verificar a eficácia do coagulante orgânico Tanfloc SG no processo de tratamento de água realizado na ETA Duas Bocas, em substituição ao sulfato de alumínio utilizado atualmente. Não se observou impacto significativo na turbidez da água tratada devido à substituição do coagulante sulfato de alumínio pelo Tanfloc SG. Observou-se, porém, um aumento na cor da água na saída da ETA durante o período de testes. Contudo, não se pode determinar se esse aumento na cor ocorreu exclusivamente devido à aplicação do novo produto uma vez que também houve aumento semelhante na cor da água bruta que chegava à ETA. Observou-se, também, um aumento da densidade total de cianobactérias durante o período de testes com o coagulante orgânico na água bruta, acompanhado de uma perda de eficiência na remoção dessas algas. Embora a densidade total de cianobactérias na represa da ETA tenha influência sobre a eficiência de remoção, observou-se evidências de que o produto aplicado não foi eficiente na remoção de tais algas reduzindo, assim, a eficiência desse processo. Observou-se aumento no consumo de cloro pela ETA no período dos testes. Esse aumento significa maior custo de produção, tendo contribuição negativa na avaliação de uma possível substituição do coagulante. A ocorrência de odor/sabor na água foi considerada preocupante por estar diretamente relacionada à aceitação do produto que chega ao consumidor final. O produto aplicado não deve alterar as propriedades organolépticas da água tratada.

PALAVRAS-CHAVE: Tanfloc SG, coagulação, cianobactérias.

INTRODUÇÃO

A ETA Duas Bocas localiza-se na Reserva Ecológica Duas Bocas, uma das maiores áreas de preservação do estado, com 2910ha de área. A reserva foi criada em 1965 como reserva florestal e transformada em reserva ecológica em 1991.

No processo de tratamento de água, o objetivo da coagulação é transformar impurezas que se encontram em suspensão, materiais coloidais e alguns materiais dissolvidos em partículas gelatinosas que serão removidas posteriormente através de processo de separação física. A ETA Duas Bocas utiliza como coagulante o sulfato de alumínio, cujo residual é descartado juntamente com o lodo gerado durante o processo de tratamento da água.

O manancial no qual a ETA Duas Bocas realiza a captação de água bruta vem sofrendo um processo de eutrofização natural, aumentando a população de algas, em especial de cianobactérias. Em virtude dessa eutrofização, adaptou-se o processo de tratamento da ETA Duas Bocas de decantação para flotação. As algas são, então, removidas nos processos de flotação e filtração e, assim como o coagulante utilizado, descartadas no lodo. Devido a essa característica da água bruta tratada na ETA Duas Bocas, o lodo gerado no tratamento apresenta maior carga orgânica e poderia ter uma destinação mais nobre do que aterro sanitário, como insumo agrícola por exemplo. No entanto, essa alternativa de descarte do lodo é dificultada pela presença do alumínio, um metal pesado que condiciona o descarte do lodo em aterro. Visando à viabilidade de descarte do lodo da ETA Duas Bocas na área da reserva ou seu entorno, estudou-se a substituição do coagulante sulfato de alumínio por um coagulante orgânico à base de tanino, o Tanfloc SG. Essa substituição torna-se interessante no sentido de reduzir custos com transporte do lodo gerado até o aterro, uma vez que o lodo poderia ser utilizado como insumo agrícola na região próxima à ETA.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo verificar a eficácia do coagulante orgânico Tanfloc SG no processo de tratamento de água realizado na ETA Duas Bocas, em substituição ao sulfato de alumínio utilizado atualmente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foram realizados testes de jarros com intuito de se determinar a dosagem ótima do coagulante orgânico - Tanfloc SG, bem como fazer um comparativo com a dosagem de Sulfato de Alumínio utilizada na ETA para se verificar a viabilidade financeira do projeto.

Considerando os resultados obtidos nos testes de Jarro, iniciou-se o processo de dosagem do Tanfloc SG em planta através de bomba dosadora automática de pistão, porém, não houve sucesso na dosagem utilizando tal equipamento, pois, através do cálculo da vazão de coagulante a ser dosado e a vazão da bomba, observou-se que a mesma estava superdimensionada, decidindo-se então utilizar o sistema de dosagem por gravidade anteriormente utilizado pelo Sulfato de Alumínio.

Foi realizada a substituição do coagulante sulfato de alumínio pelo Tanfloc SG no período de 03/08/2009 a 20/08/2009. A avaliação dos resultados foi feita pelo monitoramento dos parâmetros cor aparente, turbidez, residual de tanino na ETA, eficiência de remoção de cianobactérias e consumo de cloro, sendo utilizados dados registrados pela Divisão de Controle da Qualidade e pelo Laboratório Operacional da ETA Duas Bocas.

Os testes foram acompanhados por um técnico da empresa fornecedora do coagulante, que forneceu suporte durante o período. Também acompanharam os testes o analista de sistemas de saneamento da O-DOP André Luiz de O. Lima, o técnico de sistemas de saneamento Daniel Dias Barbosa e o supervisor do sistema Duas Bocas João Batista Venturim.

RESULTADOS

Dentre os parâmetros monitorados sugeridos pelo plano de trabalho/monitoramento, optou-se por acompanhar o desempenho do novo coagulante pelos parâmetros cor aparente turbidez, residual de tanino na ETA e densidade total de cianobactérias por se entender que esses são os parâmetros afetados diretamente pela substituição do coagulante.

Cor

A Figura 1 apresenta o histórico do parâmetro cor aparente na ETA Duas Bocas desde janeiro de 2006. Percebe-se que o parâmetro se mantém estável ao longo do período, apresentando algumas elevações periódicas durante os meses de verão. Uma ampliação do gráfico no período de realização dos testes (Figura 2) mostra que a aplicação do produto não causou resultados anômalos ($cor > 15$).

No entanto, analisando-se os resultados para cor fornecidos pela área de produção (Figura 3), percebe-se que, no período de aplicação do produto, houve um aumento na cor da água tratada. Apesar de não ter ultrapassado o padrão estabelecido pela Portaria MS nº518/04, observa-se uma tendência de crescimento na curva. Não se pode definir, porém, se o aumento da cor na água tratada deve-se somente à aplicação do produto. Comparando-se os resultados de cor para a água tratada com os resultados para a água bruta (Figura 4), percebe-se que ambas seguem tendências similares, sugerindo a hipótese de que o aumento da cor na água tratada pode ter contribuição do aumento da cor na água bruta.

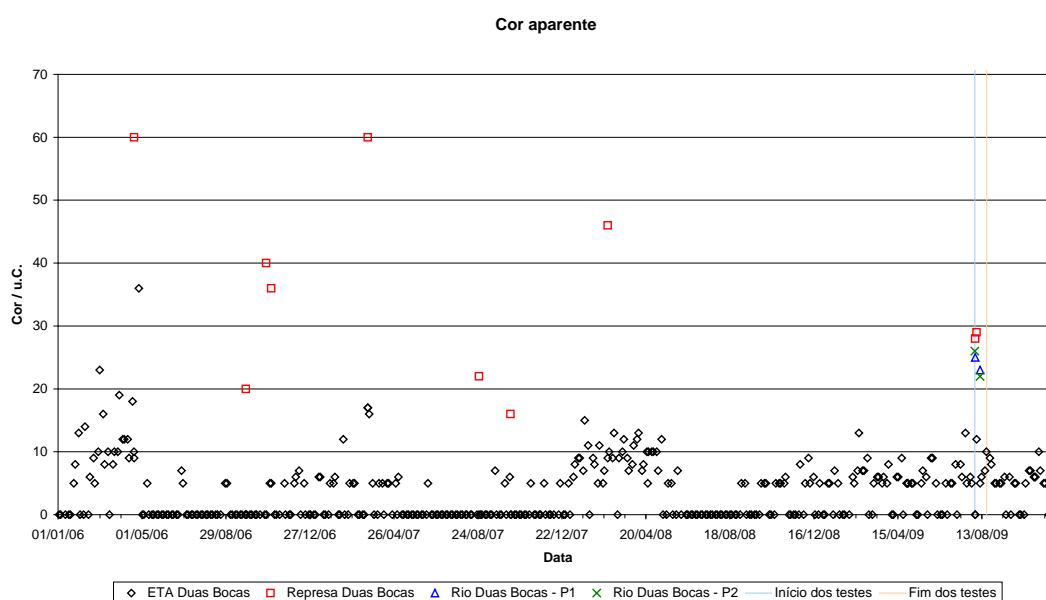


Figura 1: Histórico do parâmetro cor aparente na ETA Duas Bocas de janeiro/2006 a novembro/2009.

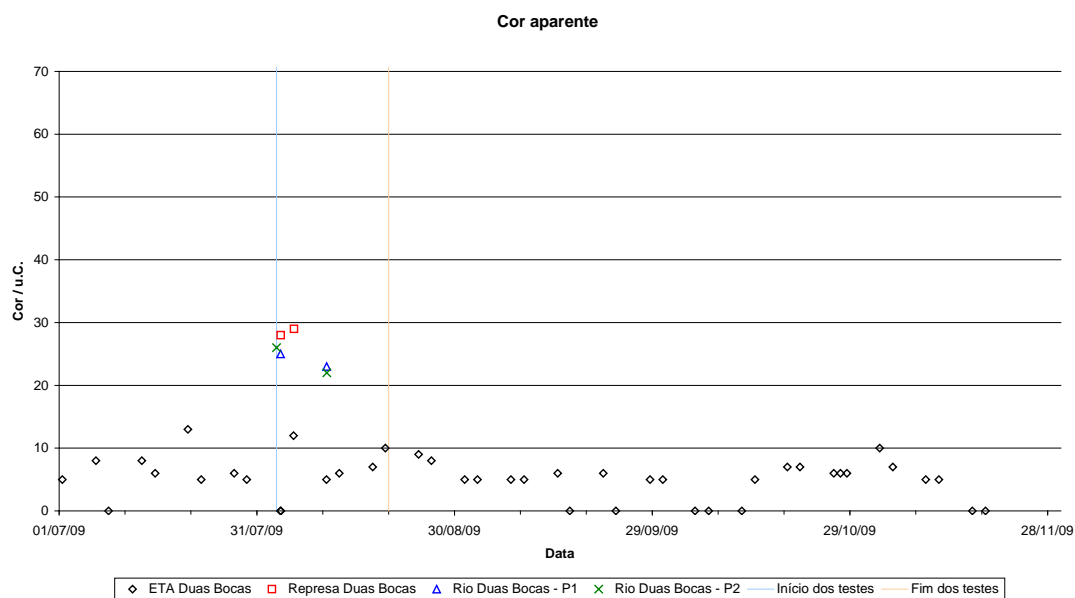


Figura 2: Histórico do parâmetro cor aparente na ETA Duas Bocas de julho/2009 a novembro/2009.

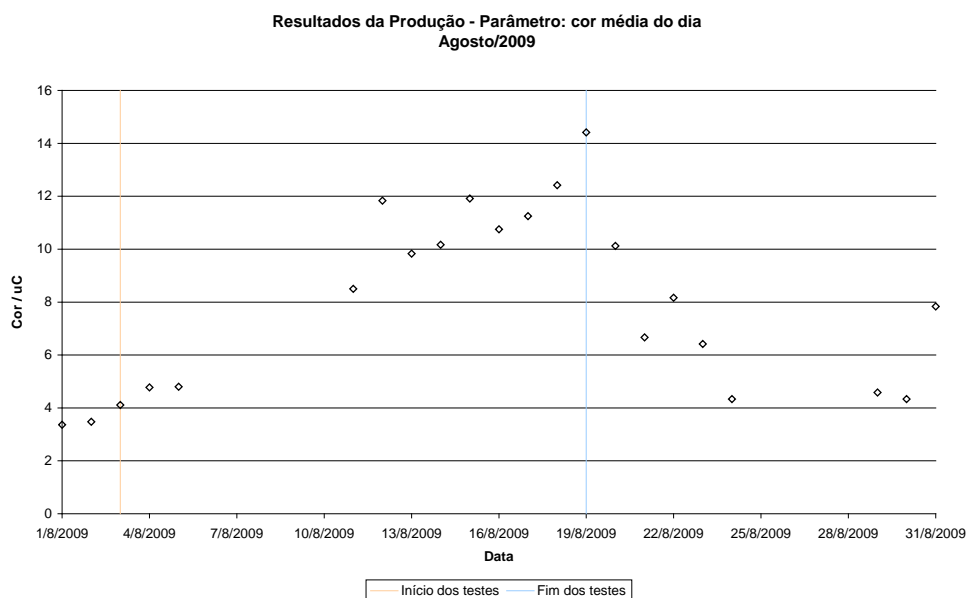


Figura 3: Resultados da produção para o parâmetro cor para o mês de agosto de 2009.

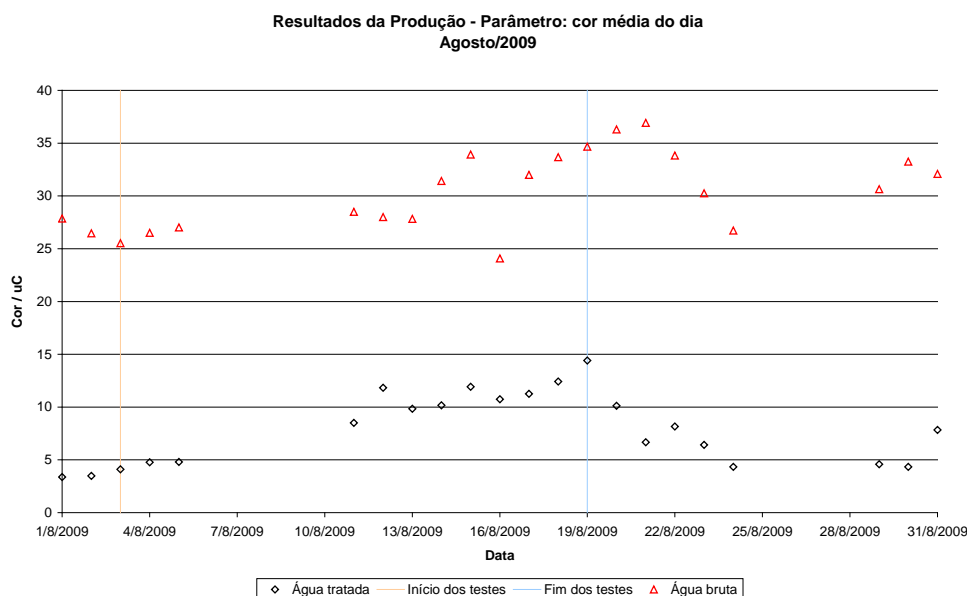


Figura 4: Comparação entre os resultados da produção para cor média diária para água bruta e água tratada para o mês de agosto de 2009.

Turbidez

A Figura 5 mostra o histórico do parâmetro turbidez na ETA Duas Bocas desde janeiro de 2006. Percebe-se que o parâmetro, assim como a cor, mantém-se estável ao longo do período, apresentando algumas elevações periódicas durante os meses de verão. Nesses períodos, há uma elevação da produção primária devido ao aumento da incidência de luz solar, favorecendo o fenômeno de eutrofização. Uma ampliação do gráfico no período de realização dos testes (Figura 6) mostra que a aplicação do produto também não causou impacto no parâmetro.

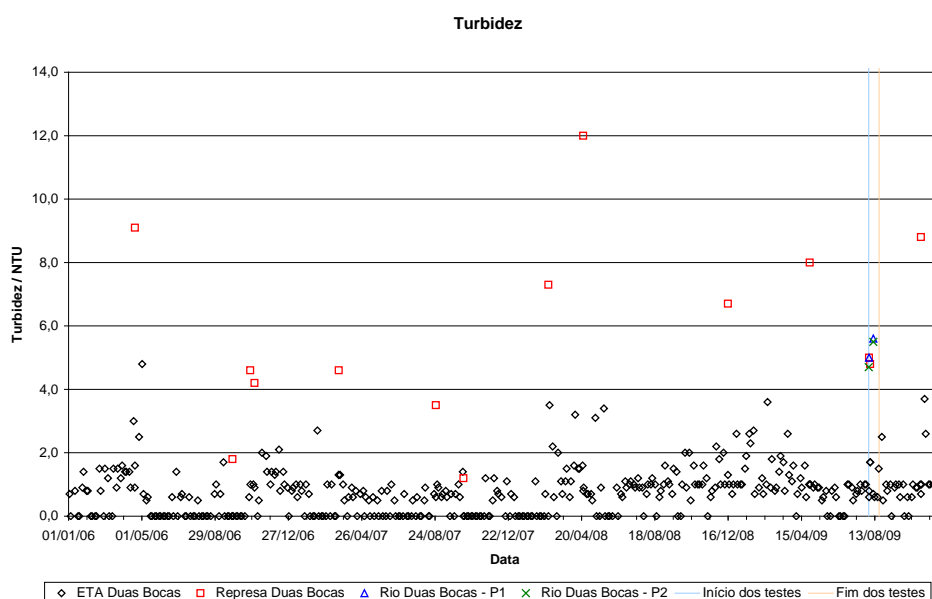


Figura 5: Histórico do parâmetro turbidez na ETA Duas Bocas de janeiro/2006 a novembro/2009.

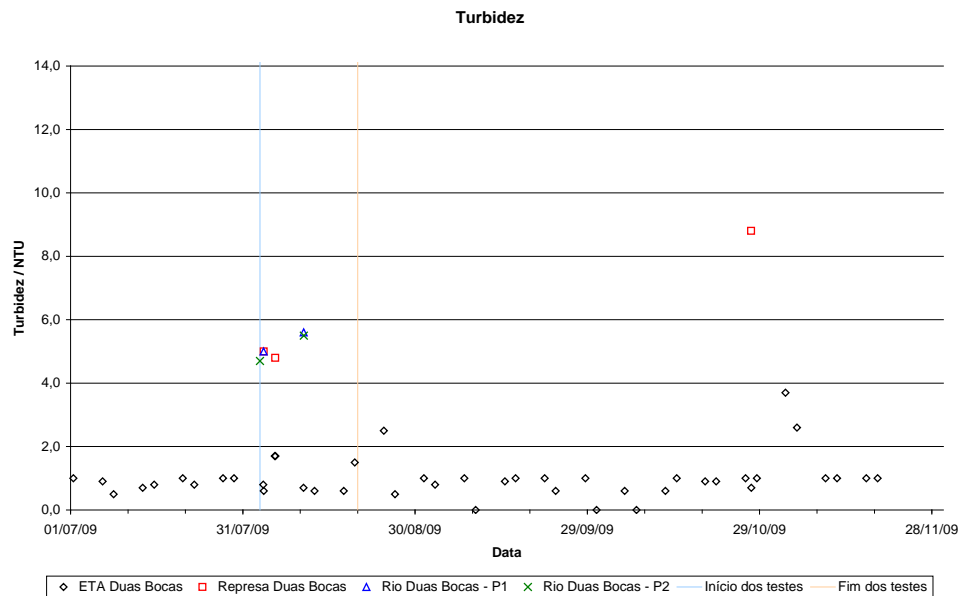
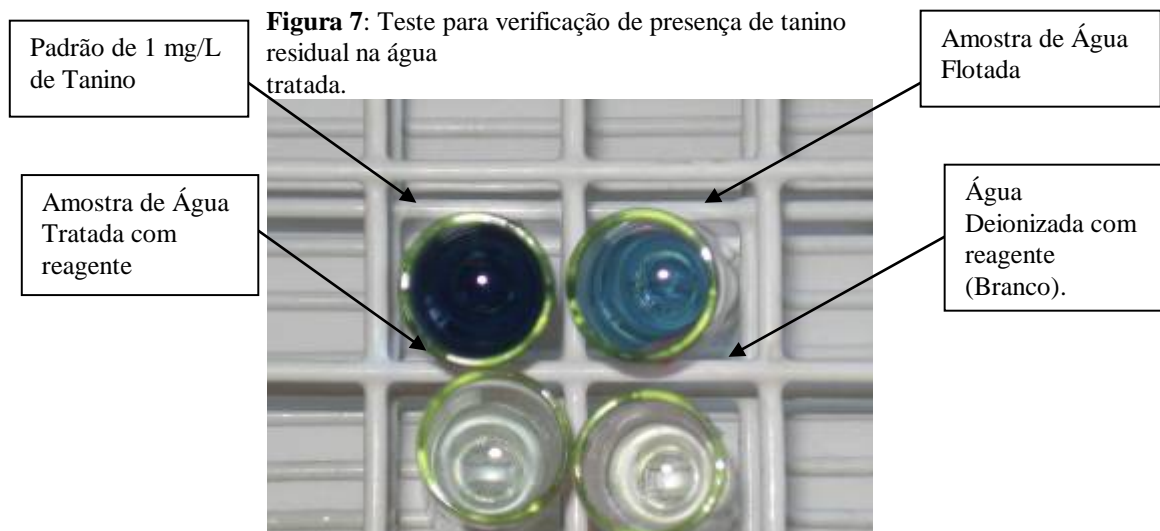


Figura 6: Histórico do parâmetro turbidez na ETA Duas Bocas de julho/2009 a novembro/2009.

Residual de tanino na ETA

Taninos podem ser definidos como compostos fenólicos, solúveis em água, com peso molecular entre 500 e 3000 e habilidade para precipitar proteínas. Mais especificamente, os taninos são compostos de alto peso molecular que contêm suficientes grupos hidroxila fenólica para permitir a formação de ligações cruzadas com proteínas. Os taninos estão presentes na fração de fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis. Também apresentam efeitos adversos na cor e sabor.

Durante todo o período de teste com o Tanfloc SG na ETA Duas Bocas, foram realizados a cada 4 horas testes qualitativos do residual de tanino na água flotada e tratada da ETA. O residual máximo de tanino para águas de abastecimento, segundo a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos do Tanfloc SG, é de $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Nos resultados obtidos não foram detectados residuais de tanino acima da dosagem máxima na água tratada como pode ser observado na Figura 7.



Densidade Total de Cianobactérias

A Figura 8 mostra o histórico da densidade de cianobactérias na ETA Duas Bocas desde janeiro de 2006. Percebe-se aumentos periódicos na densidade de cianobactérias nos meses de inverno e primavera, o que pode ser explicado pela diminuição no volume de chuvas. Uma ampliação do gráfico no período de realização dos testes (Figura 9) mostra que, durante a aplicação do produto, houve um aumento da densidade de cianobactérias na saída da ETA, embora os dados da represa também mostrem um aumento suave.

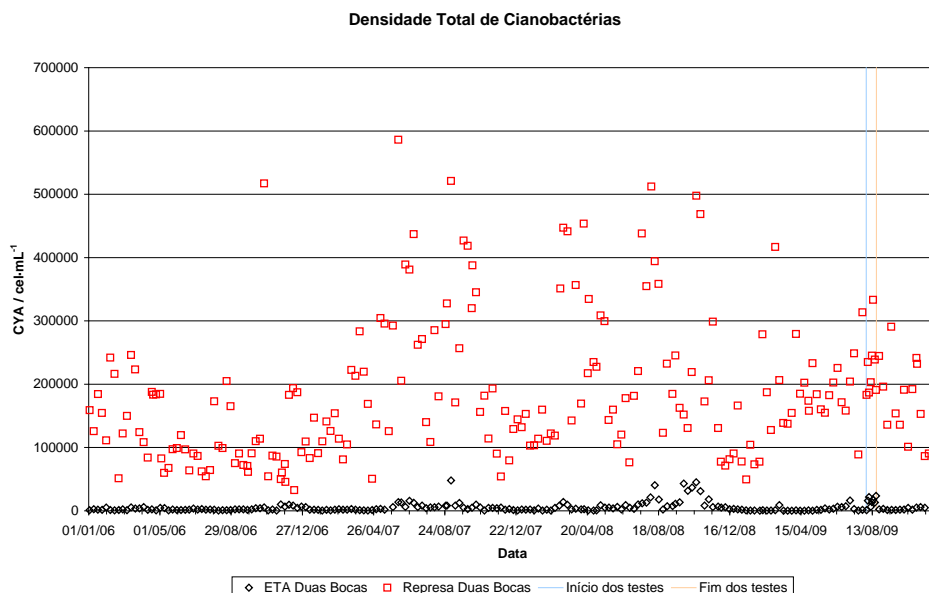


Figura 8: Histórico da densidade total de cianobactérias de janeiro/2006 a novembro/2009.

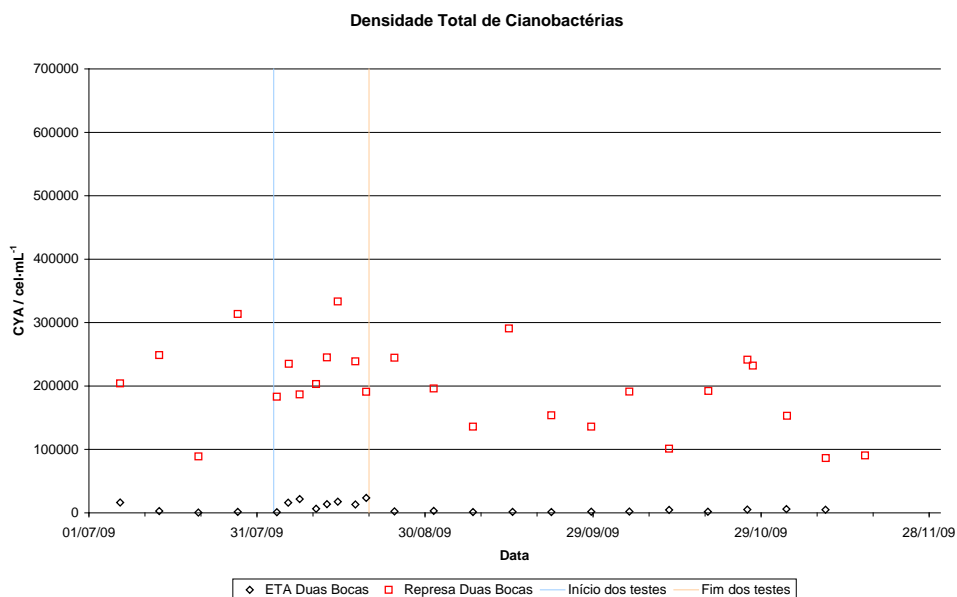


Figura 9: Histórico da densidade total de cianobactérias de julho/2009 a novembro/2009.

Comparando esses dados com a Figura 10, percebe-se uma perda na eficiência de remoção de cianobactérias durante o período de realização dos testes. No entanto, analisando-se o histórico de eficiência de remoção de cianobactérias desde janeiro de 2006 (Figura 11), percebe-se perdas de eficiência periódicas também nos meses de inverno.

A Figura 12 mostra uma comparação dos históricos de eficiência de remoção de cianobactérias e de densidade total dessas algas na represa. Observa-se que os períodos em que há perda de eficiência coincidem com os períodos em que há aumento na densidade total de cianobactérias.

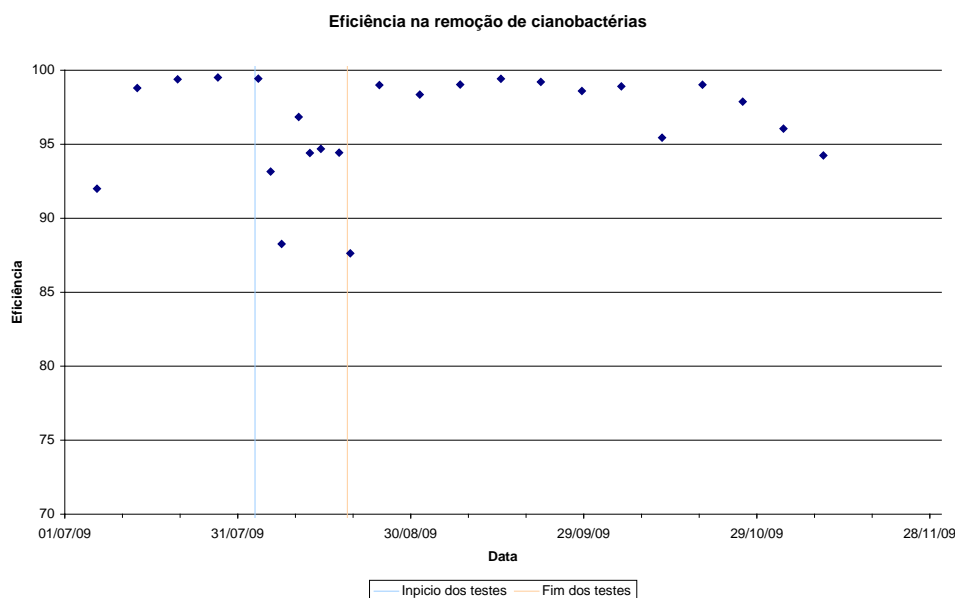


Figura 10: Histórico da eficiência de remoção de cianobactérias de julho/2009 a novembro/2009.

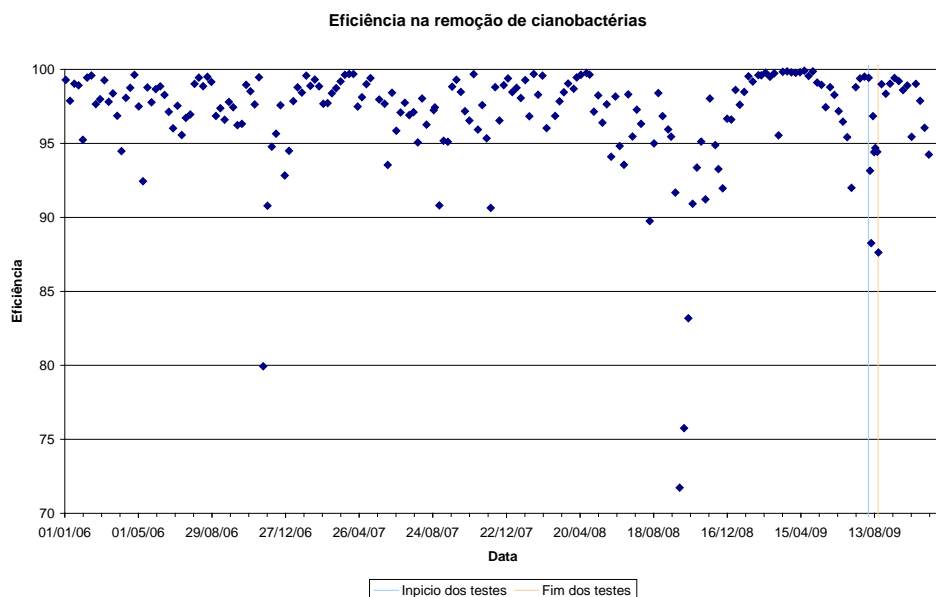


Figura 11: Histórico da eficiência de remoção de cianobactérias na ETA Duas Bocas de janeiro/2006 a novembro/2009.

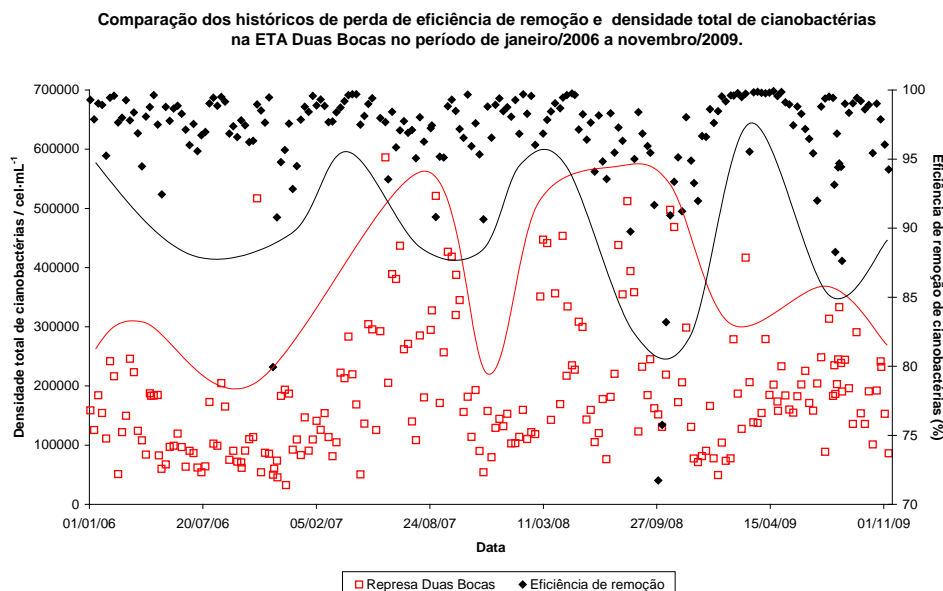


Figura 12: Comparação entre os históricos de perda de eficiência na remoção de cianobactérias e de densidade total de cianobactérias no reservatório da ETA Duas Bocas para o período de janeiro/2006 a novembro/2009.

Durante o período de testes, os valores mínimo e máximo de densidade total de cianobactérias na água bruta observados foram, respectivamente, 183230 cel.mL⁻¹ (em 03/08/2009) e 333326 cel.mL⁻¹ (em 14/08/2009). A Figura 13 mostra os valores de eficiência de remoção de cianobactérias para os valores de densidade total compreendidos no intervalo [180000 cel.mL⁻¹, 340000 cel.mL⁻¹] no período de janeiro/2006 a novembro/2009. Observa-se que a eficiência durante os testes foi menor do que a eficiência para a mesma densidade total de cianobactérias em outros períodos, indicando uma possível interferência da substituição do coagulante na remoção das cianobactérias.

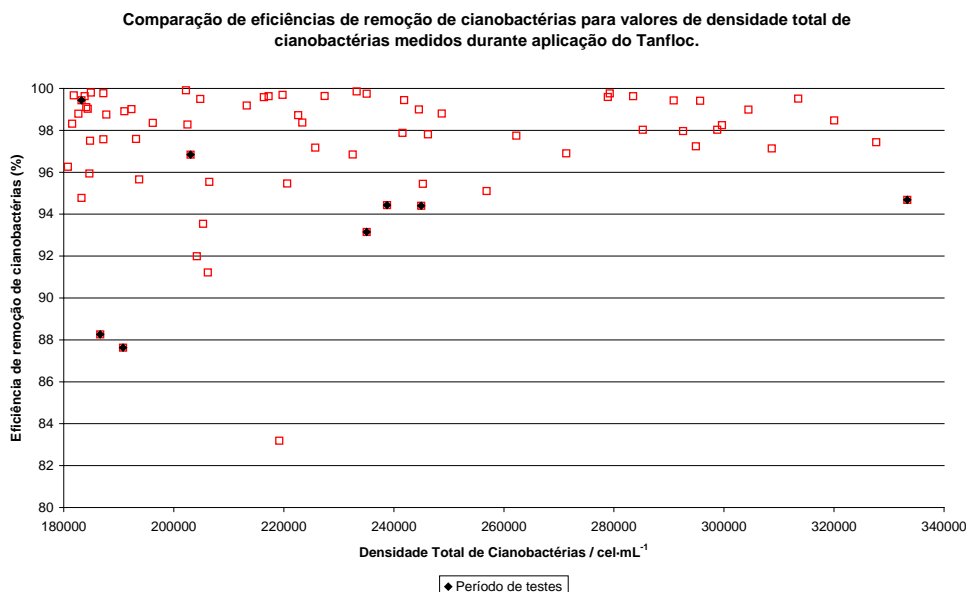


Figura 13: Comparação da eficiência de remoção de cianobactérias para o intervalo de valores de densidade total de cianobactérias observados durante a realização dos testes.

Consumo de cloro na ETA

O cloro dosado na ETA, além de atuar como biocida, também funciona como oxidante tanto de matéria inorgânica quanto de matéria orgânica. Ao se substituir um coagulante inorgânico por um orgânico, caso haja um residual de reagente na água tratada, espera-se um aumento no consumo de cloro pois parte da dosagem agiria como oxidante, consumindo o residual de coagulante orgânico. A Figura 14 mostra o consumo de cloro na ETA Duas Bocas no mês de agosto. Observa-se um aumento considerável no consumo de cloro durante o período de testes com o Tanfloc SG, tanto na operação de intercloração quanto na operação de pós-cloração. No entanto, o aumento no consumo de cloro na pós-cloração foi substancialmente maior do que o observado na intercloração.

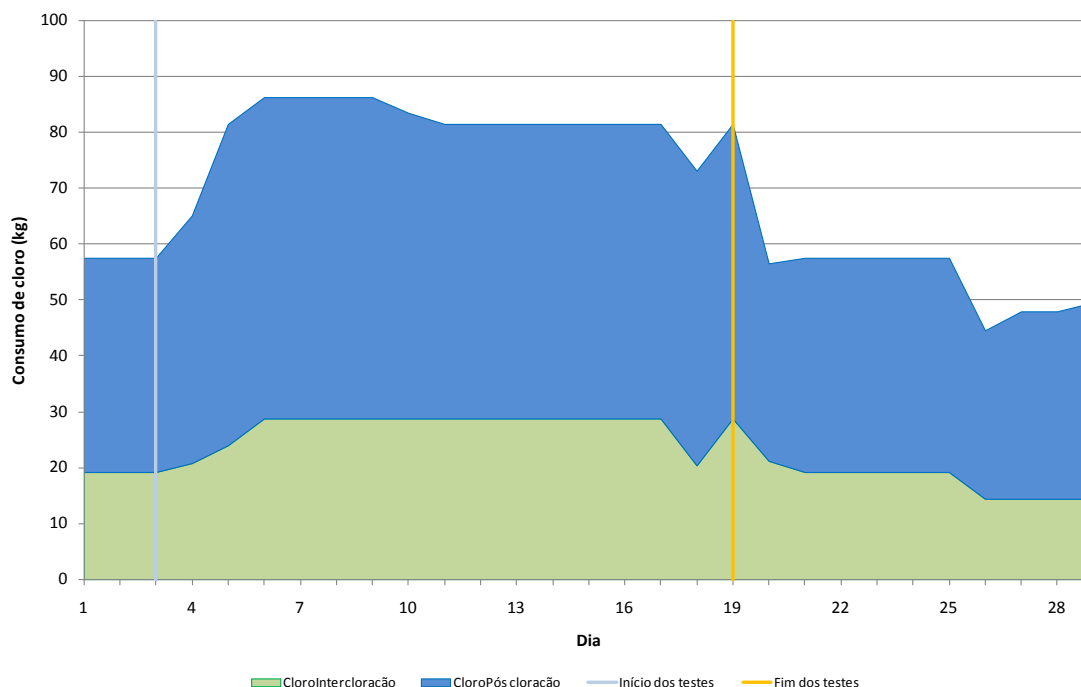


Figura 14: Consumo de cloro na ETA Duas Bocas durante o mês de agosto de 2009.

Reclamações de clientes

O plano de monitoramento previa como um dos parâmetros para a avaliação do trabalho o número de reclamações de clientes na área de influência da ETA Duas Bocas. Durante o período de testes, houve registro de uma reclamação no SICAT (28887-1) sobre odor e sabor fortes na água, proveniente da região de Campo Verde. Foram então solicitadas coletas de amostras de água distribuída nas regiões de Areinha e Campo Verde / Cariacica para verificar se o caso era isolado ou mais abrangente, sendo confirmada a presença de odor/sabor em tais amostras. O odor/sabor descrito correspondia ao de matéria orgânica em decomposição. Vale ressaltar que no instante no qual foram comprovadas tais anomalias, o teste foi interrompido afim de se garantir a qualidade da água tratada e distribuída pela referida ETA.

CONCLUSÃO

Não se observou impacto significativo na turbidez da água tratada devido à substituição do coagulante sulfato de alumínio pelo Tanfloc SG. Observou-se, porém, um aumento na cor da água na saída da ETA durante o período de testes. Contudo, não se pode determinar se esse aumento na cor ocorreu exclusivamente devido à aplicação do novo produto uma vez que também houve aumento semelhante na cor da água bruta que chegava à ETA.

Observou-se, também, um aumento da densidade total de cianobactérias durante o período de testes com o coagulante orgânico na água bruta, acompanhado de uma perda de eficiência na remoção dessas algas. Embora

a densidade total de cianobactérias na represa da ETA tenha influência sobre a eficiência de remoção, observou-se evidências de que o produto aplicado não foi eficiente na remoção de tais algas reduzindo, assim, a eficiência desse processo.

Observou-se aumento no consumo de cloro pela ETA no período dos testes. Esse aumento significa maior custo de produção, tendo contribuição negativa na avaliação de uma possível substituição do coagulante.

A ocorrência de odor/sabor na água foi considerada preocupante por estar diretamente relacionada à aceitação do produto que chega ao consumidor final. O produto aplicado não deve alterar as propriedades organolépticas da água tratada.

O uso do produto foi interrompido tomando-se como base sua influência na alteração da qualidade da água tratada e distribuída pela referida ETA, no que se refere às propriedades organolépticas, e seus efeitos na eficiência do tratamento utilizado. Produtos alternativos estão sendo levantados para novos estudos posteriores, tendo em vista a utilização do lodo produzido na ETA em fins mais nobres.

Ressalta-se que o período de testes foi reduzido e, portanto, a possibilidade de realização de novos ensaios com coagulantes orgânicos não foi descartada. Por isso, não se pode concluir de forma definitiva que o produto não foi eficiente para o tratamento proposto. Seria necessário coletar mais dados por um período mais longo, realizando os testes em uma ETA piloto para se evitar interferências na qualidade da água distribuída pela CESAN.