

## **AValiação da Substituição de Parede Difusora do Decantador de uma Estação de Tratamento de**

### **Lucas Rachid de Oliveira Lannes<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Coordenador de Operações da Rio+ Saneamento.

### **Marcio Marins de Oliveira Ribeiro<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Estácio de Sá. cursando pós-graduação em Engenharia Ambiental e MBA Executivo em Gestão Competitiva e Business Intelligence (BI) pela Faculdade Única. Supervisor de Operações da Rio+ Saneamento.

### **Wagner Dos Santos<sup>(1)</sup>**

Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). Mestre em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Analista de Operações da Rio+ Saneamento.

### **Rayane Rangel da Silva<sup>(1)</sup>**

Cursando Engenharia Ambiental pela Universidade Salgado de Oliveira. Analista de Operações da Rio+ Saneamento.

### **Thiago Antonio Rocha de Sa Freire<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). MBA em gerenciamento de projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e PDG pela Fundação Dom Cabral (FDC). Gerente de Operações da Rio+ Saneamento.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Philoteia P Bragança, 48 - São Vicente de Paulo – São Fidélis - RJ - CEP: 24000- 000 - Brasil  
- Tel: +55 21 3961-7000 - e-mail: [lucas.lannes@riomaissaneamento.com.br](mailto:lucas.lannes@riomaissaneamento.com.br)

## **RESUMO**

O trabalho apresenta as melhorias realizadas no sistema de decantação na estação de tratamento de água (ETA) localizado no interior do estado do Rio de Janeiro, visando melhorar o processo de decantação e controle de qualidade da água floculada. Para isso, foram realizadas várias discussões envolvendo as equipes de operação e engenharia para análise do projeto original, escolha do material empregado, elaboração do planejamento e contratação, para que em seguida, fossem adquiridos os insumos para execução. Os resultados esperados pela execução do projeto é melhoria na água decantada com menor arraste de sólidos em suspensão totais (SST) nos filtros e redução na turbidez, proporcionando uma melhor clarificação da água decantada, resultando em melhorias na qualidade da água tratada distribuída, assim como maior eficiência no acúmulo de lodo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de Água, Parede Difusora, Cortina Defletora.

## **INTRODUÇÃO**

Dentro de uma estação de tratamento de água (ETA), a qualidade da água é o principal ativo que o operador da unidade precisa gerir, monitorar e conhecer, pois a variação da característica da água bruta superficial principalmente ocorre de acordo com o clima, pluviometria ou pela ação antrópica. Com isso, conforme maior acompanhamento e monitoramento operacional de parâmetros como a cor, turbidez, pH e alcalinidade, melhor será a qualidade alcançada, em especial quanto ao aspecto de clarificação.

A etapa de floculação é uma das mais importantes no processo de tratamento de água, onde são adicionados coagulantes químicos para a formação de flocos que carregam a sujeira. São considerados um processo químico e físicos em que as partículas muito pequenas são agregadas, formando flóculos, para que possam sedimentar na próxima etapa de tratamento. Segundo Sidney Seckler (2017), as condições operacionais e seus parâmetros

de projeto para estações de tratamento de água, ainda são empíricos quando se trata das unidades de floculação, sendo conhecido por meio dos resultados das instalações projetadas, onde descrevem sua eficiência ou fracasso nesse processo.

Quando essas partículas pequenas chamadas de coloidais são submetidas aos processos referentes a coagulação e floculação é preciso que a etapa seguinte garanta sua remoção. Dessa forma, essas etapas possibilitam que ocorra a agregação das partículas coloidais em que adquirem um diâmetro maior possibilitando uma maior velocidade de sedimentação, para que sejam removidas por sedimentação gravitacional (SIDNEY SECKLER, 2017).

A turbidez é uma medida físico-química referente a partículas em suspensão com tamanhos variados, desde mais grosseiras até os colóides, dependendo do nível de turbulência. Essas partículas provocam a dispersão e a absorção da luz, fornecendo a água uma aparência turva, sendo indesejável esteticamente e podendo ser um perigo em potencial (RICHTTER E AZEVEDO NETTO, 2002).

O decantador é formado por uma parede difusora também chamada de cortina defletora, sendo responsável pela distribuição de água floculada no decantador por meio dos orifícios projetados, que precisam atender uma velocidade de escoamento de acordo com dimensões de estação de tratamento de água. Além disso, o decantador possui a função de reter os flocos formados pelos processos de coagulação e floculação, para que a água possa ir para o processo de filtração com uma qualidade melhor de turbidez e cor. Para a sedimentação ocorrer de maneira eficiente, é importante que a parede difusora esteja em boas condições, pois uma vez em más condições pode ocorrer a quebra do floco, diminuindo a eficiência da sedimentação.

## **OBJETIVOS**

Neste trabalho, visa-se analisar a eficiência e o comportamento da turbidez de um decantador numa estação de Tratamento de Água (ETA) convencional de ciclo completo, onde a cortina defletora do decantador, responsável pela transição dos flocos do floculador para o decantador estava em estado defeituoso. Sendo esse um ponto crítico do sistema de tratamento, resultando na diminuição do tempo de sedimentação e no aumento de sólidos em suspensão totais (SST) nos filtros. Todos os dados foram obtidos pelo monitoramento operacional que os operadores preenchem online para acompanhamento dos analistas de operações nas bases regionais.

## **METODOLOGIA**

O estudo de caso foi em uma estação de tratamento de água (ETA), no Noroeste do estado do Rio de Janeiro com vazão média 12 L/s. O estudo visa mostrar os resultados de redução de turbidez no decantador, água decantada, após a substituição da cortina defletora, além de comparar a redução de turbidez na saída dos filtros. As informações e dados dos projetos da ETA foram consultados através do acervo deixado pela antiga concessionária, enquanto dados de operacionais foram extraídos de controles internos.

Foram utilizados dados reais de monitoramento da unidade, onde os operadores a cada 2 horas, fazem análise de acompanhamento do processo e imputam no banco de dados através de formulário online. Todos os dados são referentes aos dois últimos trimestres do ano de 2022 e primeiro semestre de 2023. Para a definição do cálculo da cortina defletora, houve uma análise no memorial de cálculo da ETA, além de uma avaliação e pesquisas em livros, periódicos, artigos científicos, trabalhos de graduação, pós-graduação e mestrado que tratavam de assuntos correlacionados, a fim de aperfeiçoar o dimensionamento recebido pela antiga concessionária. Para o tratamento dos dados foram analisados possíveis valores da série de dados que aparentemente apresentavam erros.

O grupo do projeto iniciou a primeira etapa com o diagnóstico das condições da parede difusora existente, com visitas técnicas na unidade, onde houve discussão e pesquisa para definir qual o tipo de material seria empregado e substituído, uma vez que no projeto estava utilizando madeira do tipo madeirite naval de 25mm de espessura, sendo que, por experiências da própria estação já havíamos percebido que seria um material frágil e de pouca durabilidade. Antes da substituição da parede difusora, a unidade possuía tábuas de madeira, portanto, foram pesquisadas em madeireiras as madeiras que tivessem melhor desempenho trabalhando submersas, e para essa aplicação, foram utilizadas tabuas de 2,8mm de espessura com madeira do tipo sucupira.

A próxima etapa foi planejamento da execução, onde foram levados em considerações o tempo de paralização da ETA, a logística dos materiais, os equipamentos para remoção e instalação, as dificuldades para remover a cortina danificada e para instalar a nova, e as condições de saúde e segurança dos envolvidos na instalação. Para os problemas encontrados, houve uma busca por soluções para resolução dos problemas pela equipe participante, área operacional e engenharia.

Após as definições do escopo do projeto, a equipe de engenharia viabilizou a mão de obra terceirizada qualificada com os equipamentos devidos para a execução sem falhas, uma vez que a cortina é um importante equipamento para o processo de tratamento. Na terceira etapa foi realizada pelo time operacional a limpeza no decantador para que a equipe contratada da substituição da parede pudesse verificar as condições reais para a realização da atividade. Em seguida, foi realizado o serviço com acompanhamento e apoio da equipe de operação, segurança do trabalho e engenharia durante todo tempo da execução.

A etapa final foi o retorno da operação da unidade, após toda a substituição da parede difusora, onde a equipe operacional religou a captação de água bruta, ajustou a dosagem de coagulante, regulou a velocidade do floculador e observou através de análise visual a formação dos flocos seu diâmetro e velocidade, de forma que não haja quebra por turbilhonamento.

## RESULTADOS ESPERADOS

### Diagnóstico das unidades

Com base nas visitas técnicas realizadas na estação de tratamento de água e a partir dos dados de turbidez de água decantada e filtrada fornecidos pela concessionária anterior, foi identificado as más condições da parede difusora, responsável por transferir os flocos formados no floculador para o decantador, conforme imagens abaixo.

**Figura 1 - Parede Difusora da ETA danificada antes da limpeza do decantador**



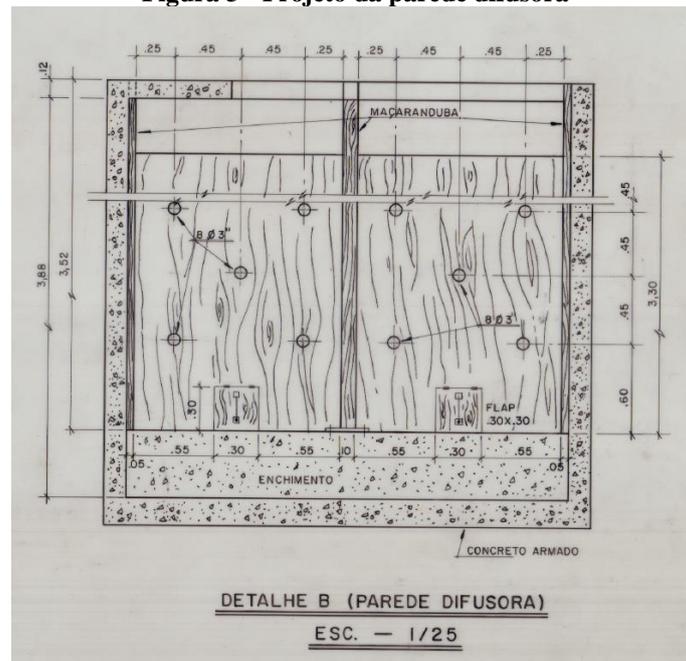
Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

**Figura 2 - Parede Difusora da ETA danificada após a limpeza do decantador**



Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

Comparando o estado das placas de madeiras, apresentadas nas Figura 1 e Figura 2, com o projeto e memorial de cálculo da ETA conforme a Figura 3, nota-se que as placas de madeira se encontravam desalinhadas, a quantidade de orifícios para transferência dos flocos não era suficiente e o estado da madeira estava danificado e podres.

**Figura 3 - Projeto da parede difusora**

Fonte: recorte de projeto recebido, 2022 – Autor.

### Parede Difusora

Em uma ETA, a distribuição de água deve levar em consideração o processo de floculação que a antecede de maneira a impedir a quebra dos flocos nas zonas de transição. Segundo a ABNT (1992), preconiza algumas condições para o escoamento através das cortinas de distribuição e no caso de uma estação de tratamento de água deve-se respeitar algumas condições de escoamento, como por exemplo, o gradiente de velocidade médio decorrente dos jatos dos orifícios, que deve ser menor ou igual a 25,0 s<sup>-1</sup> e a velocidade média de escoamento nos orifícios que deve estar entre 0,10 e 0,30 m/s.

A passagem de água floculada de forma adequada, por exemplo, pode ser feita por uma cortina defletora, de forma transversal ao decantador, podendo ser de tabuas de madeira, paredes de alvenaria ou de concreto com orifícios. O critério para a escolha do tipo de parede defletora foi por questões técnicas, executivas e orçamentárias, uma vez que para executar uma parede defletora de concreto ou alvenaria levaria um tempo excessivo com um custo muito mais elevado, o que é extremamente inviável para uma ETA que está em operação e possui um único módulo de decantador. Contrariando a indicação do projeto original quanto ao material da cortina, madeira do tipo maderite naval de 25mm, no grupo de técnico definimos que iríamos por outra opção, já que a antiga concessionária havia realizado a troca por conta da resistência e durabilidade. Levando em consideração ao exposto, nesta aplicação utilizamos uma cortina de madeira, do tipo sucupira, por ser uma madeira mais nobre, resistente a impactos e no passado ter sido muito utilizada na carpintaria naval. Foi utilizado nos pontos de ancoragem das guias para o suporte das tábuas e união das peças de madeira parafusos sextavados e franceses em aço inox. Na Figura 4, é apresentado a resultado final da substituição da parede difusora de madeira.

**Figura 4 - Nova Parede Difusora da ETA após substituição**



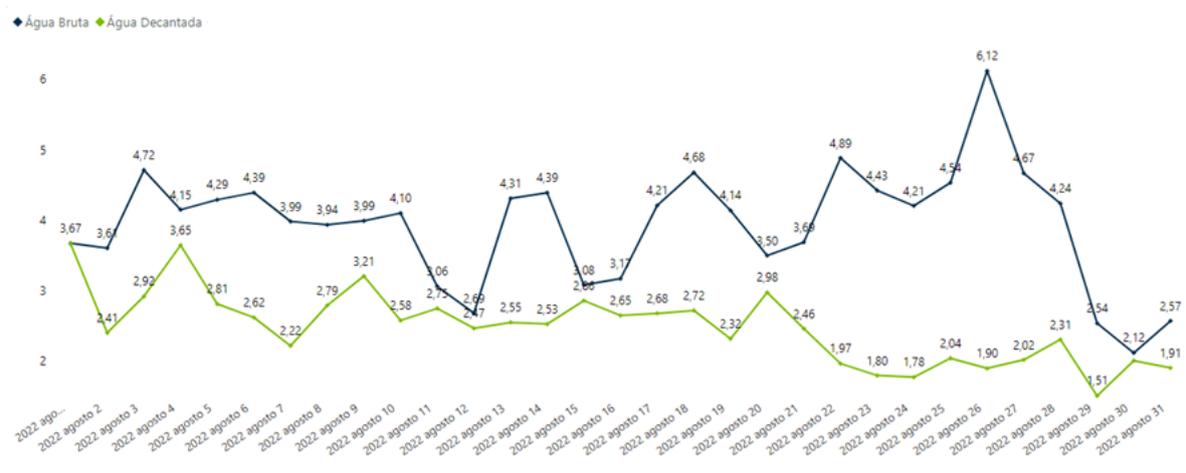
Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

### **Qualidade de água**

A ETA São José de Ubá possui um sistema de tratamento convencional, contemplando as etapas de mistura rápida, floculação, decantação e filtração. Cada etapa do processo possui uma finalidade específica no tratamento, sendo as etapas de coagulação, floculação e decantação, responsáveis pela remoção dos sólidos suspensos, enquanto a etapa de filtração é responsável pela remoção dos sólidos remanescentes da etapa de decantação, bem como pela remoção de organismos presentes na água bruta. Considerando toda a série de dados obtidos com a concessionária, as Figura 5 e Figura 6 mostram respectivamente a grande variação da média dos parâmetros de turbidez da água bruta e água decantada antes e depois da mudança da parede difusora no dia 17 de maio de 2023.

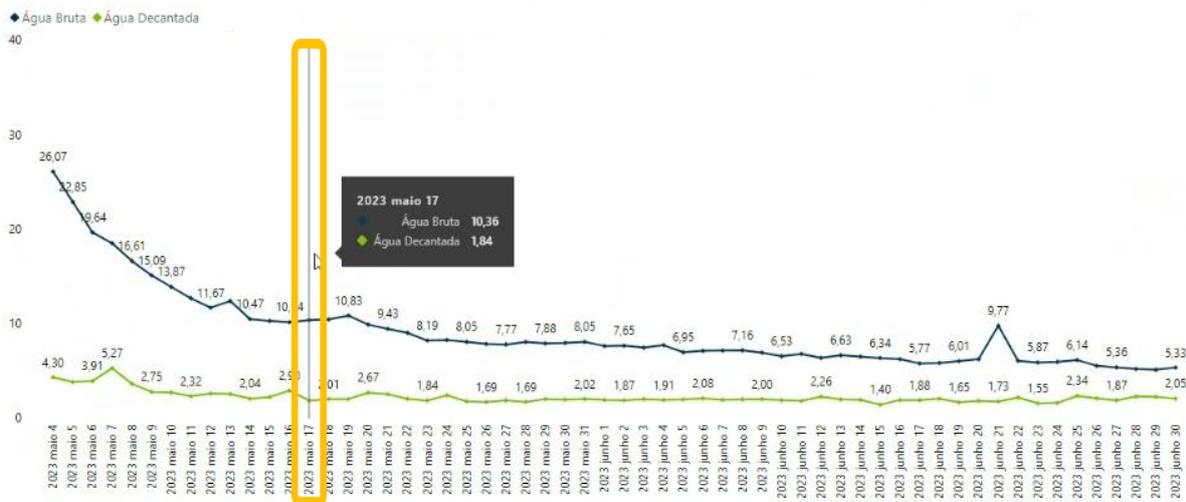


**Figura 5 - Parâmetros de Turbidez de água Bruta e Decantada com a parede difusora danificada**



Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

**Figura 6 - Parâmetros de Turbidez de água Bruta e Decantada após troca da parede difusora**



Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

O resultado esperado pela troca da parede difusora é melhorar a floculação da água no seu processo de decantação e floculação, permitindo assim, que o corpo técnico e operacional do sistema funcione de maneira a desacelerar a velocidade da floculação durante o período de chuvas época em que a água chega bem turva na ETA. O sistema substitui a parede de madeira anterior danificada, onde visa melhorar consideravelmente o processo do tratamento da água, inclusive com economia de produtos químicos. Com a instalação dessa nova parede, o tratamento terá mais eficiência e tranquilidade durante o período normal de chuvas.

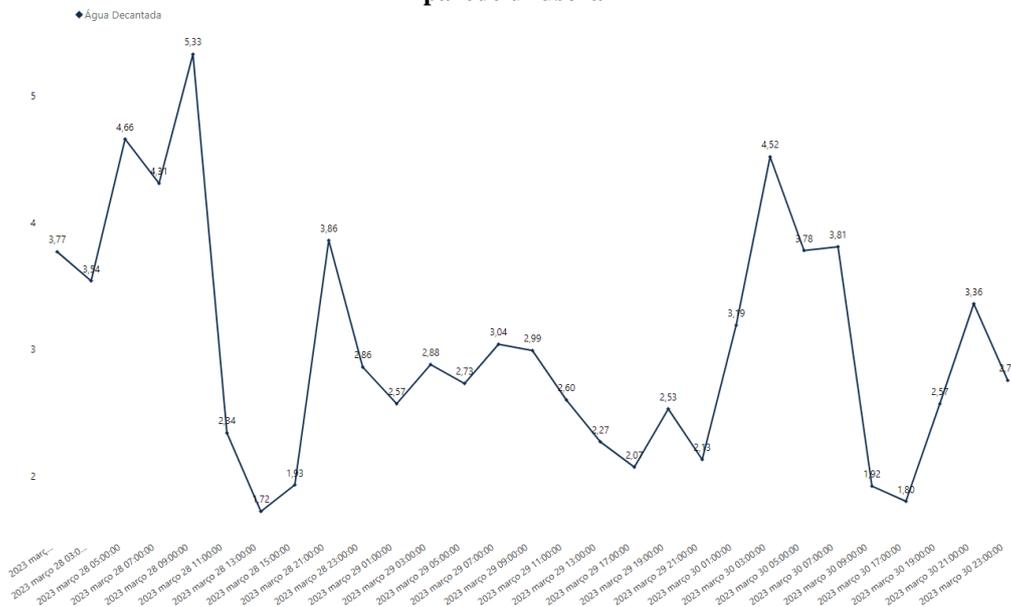
### Qualidade de água decantada

Um dos parâmetros para acompanhar a operação de uma ETA é a análise de água decantada. Além disso, o processo de limpeza do decantador é realizado frequentemente para que não ocorra o adensamento do lodo no fundo do decantador, sendo que em períodos de estiagens é realizado a cada 30 dias, enquanto nos períodos chuvosos em 15 dias. A troca da parede difusora ocorreu no dia 17/05/2023, sendo que neste dia também foi realizado a limpeza do decantador. Desde a troca da cortina defletora, a última limpeza realizada tinha sido no dia 28/03/2023. Portanto, foi feito um comparativo da turbidez de água decantada no decantador logo após o



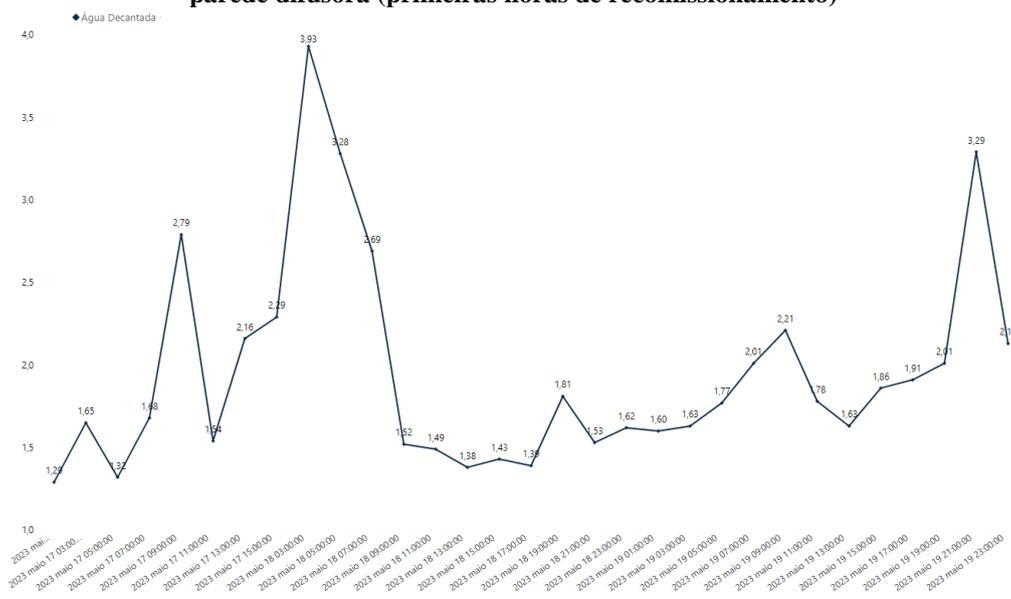
retorno da operação da limpeza do decantador (primeiras horas de recomissionamento), conforme é possível observar nas Figura 7 e Figura 8.

**Figura 7 - Parâmetros de Turbidez de água Decantada após lavagem do decantador antes da troca da parede difusora**



Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

**Figura 8 - Parâmetros de Turbidez de água Decantada após lavagem do decantador após a troca da parede difusora (primeiras horas de recomissionamento)**



Fonte: elaboração própria, 2022 – Autor.

Assim que o sistema voltou a operar, identificamos que os parâmetros apresentaram resultados satisfatórios. Conforme mostram os gráficos acima, em condições igualitárias de operação de 36 horas de trabalho, a média de turbidez estava em 2,84 NTU de 28/03/2023 a 30/03/2023, período em que foi realizada a última limpeza no decantador, antes da troca da parede difusora. Após a substituição, nos dias 18/05/2023 e 19/05/2023, a média foi reduzida para 2,00 NTU, que representa a diminuição de 30% em relação à média anterior.

## **Qualidade de água filtrada**

No processo de filtração também foi observado um aumento na carreira de filtração em média de 6 horas, em comparação com períodos de turbidez semelhantes, visto que houve redução de partículas suspensas, após os processos iniciais de coagulação, floculação e decantação com a reestruturação da parede difusora de acordo com o projeto.

## **ANÁLISE**

Como resultado da substituição das paredes defletoras ficou resolvido a distribuição da água floculada, o que automaticamente reduziu a velocidade de sedimentação, retirando o caminho preferencial. Com a redução da velocidade da água decantada houve um menor arraste de sólidos, que levou a redução na turbidez, conforme é possível observar nas Figura 5 e Figura 6, proporcionando uma melhor clarificação da água decantada. Além disso, a troca da parede proporcionou uma melhor eficiência no acúmulo de lodo, uma vez que ocorre um menor arraste de sólidos para o filtro.

Outro ponto observado, é uma possível redução com o custo de produtos químicos, já que com a melhoria na hidráulica houve a paralização da adição de polímero para ajudar na aglomeração dos coágulos formados com a adição de coagulante em partículas maiores.

A baixa variação da turbidez da água decantada no comissionamento do decantador mostrou-se um grande resultado, uma vez que no retorno do abastecimento do decantador obteve resultados de 30%, por melhor que esteja a floculação acaba sendo bem turbulenta até alcançar o nível de verter para o filtro e atingir a velocidade estável de sedimentação.

## **CONCLUSÕES**

Observou-se que a substituição da parede difusora trouxe benefícios para a qualidade da água decantada e filtrada, uma vez que com as mesmas concentrações de turbidez da água bruta, o parâmetro de turbidez de água decantada apresentou resultados menores após a substituição.

Outro fato observado, é a eficiência de 30% na média de água decantada após a lavagem do decantador quando a ETA retorna à operação, resultando em um aumento na carreira de filtração, já que a passagem de sólidos para o filtro diminuiu.

Quanto ao material utilizado, madeira nobre, o critério para a escolha do tipo de parede defletora foi por questões técnicas, executivas e orçamentárias, uma vez que para executar uma parede defletora de concreto ou alvenaria levaria um tempo excessivo com um custo muito mais elevado, o que é extremamente inviável para uma ETA que está em operação e possui um único módulo de decantador.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1992). NBR 12.216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, Brasil.
2. RICHTER, C. A., NETTO J. M. A. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 332p.
3. SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e do tratamento de esgotos. 2 ed. Minas Gerais: UFMG, 1996. 243p.
4. SIDNEY SECKLER FERREIRA FILHO, Tratamento de Água - Concepção, Projeto e Operação de Estações de Tratamento, Editora: GEN LTC, ano:2017