

## ENSAIOS DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DE VENDA NOVA DO IMIGRANTE

### **André Luiz de Oliveira Lima**

Engenheiro Químico pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Analista de Produção de Água na Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

### **Antônio da Silva Ferreira**

Tecnólogo em saneamento Ambiental (IFES). Técnico em Química pelo Colégio Vasco Coutinho. Técnico de Produção de Água I (CESAN).

### **Elza de Abreu Costa**

Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre em 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 Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

### **Juciane Silva da Motta**

Bióloga pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Analista de Sistemas de Saneamento e Chefe da Divisão de Gestão e Pesquisa da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

### **Lorena Favero Uliana**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Tecnóloga de Sistemas de Saneamento e Gestora do Polo de Venda Nova do Imigrante da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

### **Oseias Andrade Nascimento de Oliveira**

Químico Bacharel e Licenciado pela Faculdade Espírito-Santense (FAESA). Técnico em Química pelo Colégio Vasco Coutinho. Técnico de Laboratório I da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

### **Rafael de Souza Bergo<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Analista de Pesquisa e Desenvolvimento na Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Francisca Guimarães s/n – Vila Velha – ES – CEP: 29.117-115 – Brasil. Telefone: +55 (27) 2127-6868 – e-mail: rafael.bergo@cesan.com.br

## **RESUMO**

Inaugurada em agosto de 2010, a barragem de Alto Bananeiras tem apresentado desenvolvimento de população fitoplanctônica, prejudicando o processo de tratamento executado na ETA de Venda Nova do Imigrante. Com o objetivo de avaliar possíveis melhorias no processo de tratamento, executou-se, em escala de bancada, ensaios em reatores estáticos simulando as etapas de coagulação, floculação e decantação/flotação. Os ensaios foram realizados com três diferentes misturas de águas dos mananciais que abastecem a ETA de Venda Nova do Imigrante, utilizando-se tanto sulfato de alumínio como PAC como coagulantes. O processo de flotação mostrou-se mais eficiente do que o processo de decantação para remoção de cor, mas o mesmo resultado não foi observado para remoção de turbidez em algumas das situações testadas. O processo de flotação também produziu melhores resultados do que os observados atualmente na ETA.

**PALAVRAS-CHAVE:** tratabilidade; flotação; decantação

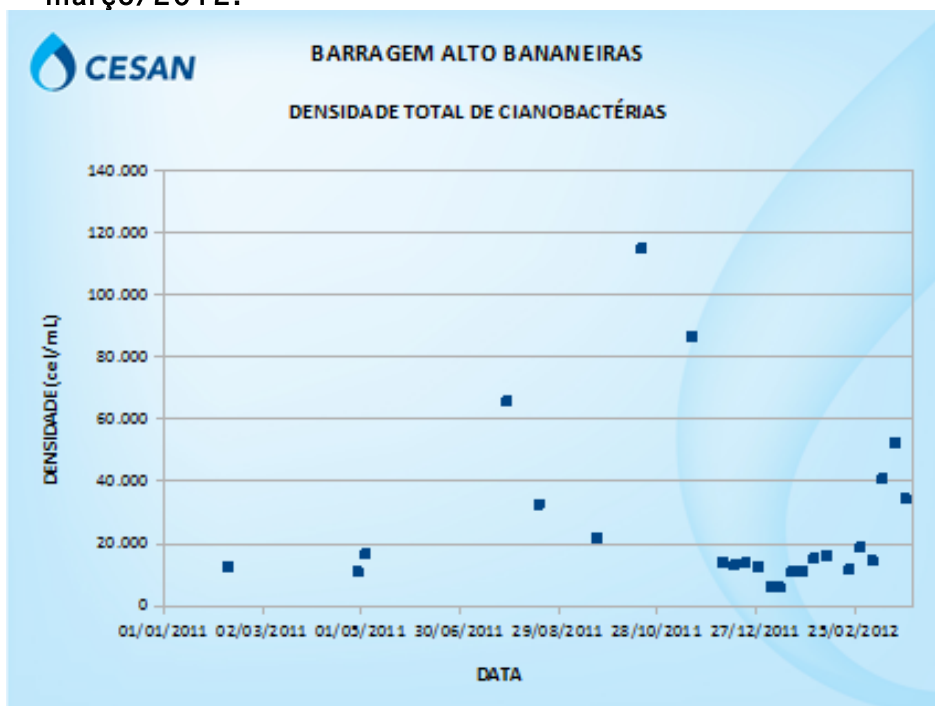
## **INTRODUÇÃO**

A barragem de Alto Bananeiras foi inaugurada em agosto de 2010 para ampliação do sistema de abastecimento de água do município de Venda Nova do Imigrante, ES, tendo 367.020 m<sup>2</sup> de área alagada e profundidade média de 2,7 m. Com essas dimensões, a

barragem é considerada rasa, permitindo a penetração de luz solar. Tais características, somadas à elevada incidência solar e chuvas com distribuição temporal e espacial irregular, podem propiciar condições favoráveis ao desenvolvimento de populações algais, causando problemas na qualidade da água e interferindo no processo de tratamento.

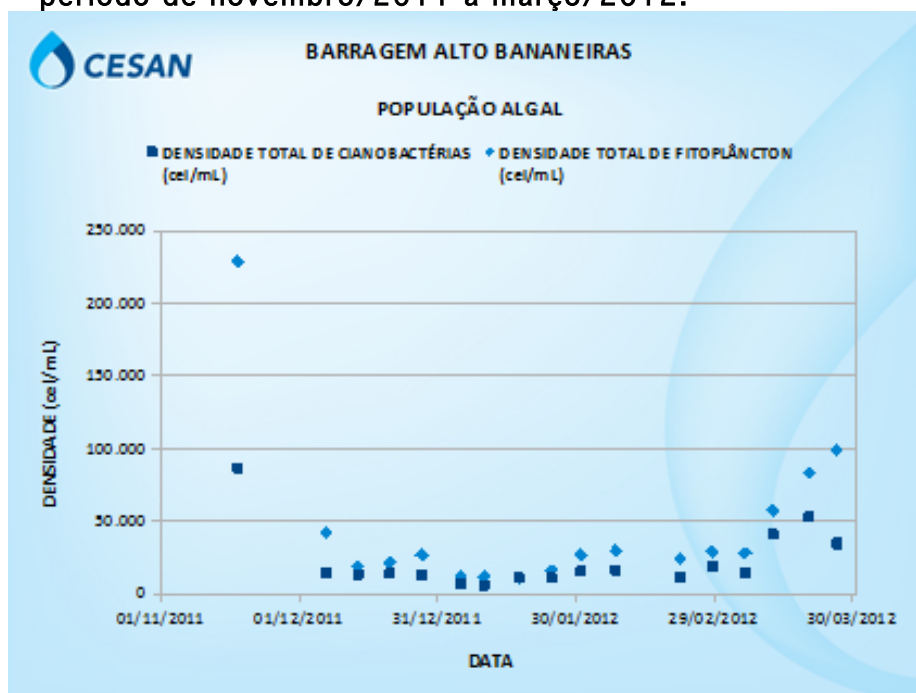
A Figura 1 mostra os resultados do monitoramento da densidade total de cianobactérias na barragem de Alto Bananeiras para o período de janeiro de 2011 a março de 2012. Observa-se que a população de cianobactérias sofria um aumento gradativo até outubro de 2011, tendo atingido  $115.150 \text{ cel} \cdot \text{mL}^{-1}$  em 18/10/2011. Após período de chuvas, a população de cianobactérias diminuiu, voltando a apresentar tendência crescente a partir de janeiro de 2012 e atingindo o valor de  $52.571 \text{ cel} \cdot \text{mL}^{-1}$  em 20/03/2012.

**Figura 1: Densidade total de cianobactérias na barragem de alto bananeiras no período de janeiro/2011 a março/2012.**



Esses dados indicam aumento da população fitoplanctônica na barragem de Alto Bananeiras, processo que se agrava no período de estiagem quando o nível da barragem fica mais baixo, propiciando condições mais favoráveis ao desenvolvimento de populações de algas. O laboratório de hidrobiologia relatou a presença de população considerável de clorófitas nas amostras analisadas nos meses de outubro e novembro, o que motivou a alteração na frequência do monitoramento da densidade total de fitoplânctons nas amostras da barragem de Alto Bananeiras com frequência semanal (Figura 2). Esse fato pode ser corroborado com o resultado de análise de clorofila *a*. Na análise realizada em 03 de maio de 2011 detectou-se concentração de clorofila menor que  $10 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , enquanto na análise realizada em 18 de outubro de 2011 foi detectada uma concentração de  $19 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabeleça o limite de  $30 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  para mananciais classe 2, o valor encontrado na última análise é alto em relação às análises anteriores para a barragem de Alto Bananeiras.

**Figura 2: Comparação entre a população fitoplanctônica total (incluindo cianobactérias) e a densidade total de cianobactérias na barragem de Alto Bananeiras no período de novembro/2011 a março/2012.**



## Tecnologias de tratamento de água

Sales et al. (2004) citam que diversos autores propõem parâmetros gerais que em função da qualidade da água bruta podem ser utilizados como critério de pré-seleção da tecnologia a ser adotada numa estação de tratamento de água. Contudo, não há consenso em relação aos valores dos parâmetros que limitam a possibilidade de emprego das diversas tecnologias.

Em alguns casos, para se eliminar totalmente a contaminação da água bruta, se faz necessário utilizar outros meios de descontaminação em lugar dos tradicionais. Um dos mais conhecidos atualmente é a flotação por ar dissolvido (FAD), que vem em substituição a decantação. Em estudo realizado por Moreira (2009) foi verificado que corpos d'água com elevado teor de contaminação apresentam normalmente uma baixa velocidade de sedimentação (sistema tradicional) e ótimas condições para a realização de flotação.

A sedimentação consiste em um processo de separação no qual a gravidade atua sobre uma mistura de dois líquidos ou de um sólido suspenso num líquido, fazendo com que a fase mais densa deposite-se no fundo do tanque. Na flotação o processo é inverso: a separação de partículas suspensas em um meio líquido ocorre por meio da introdução de microbolhas de gás. As microbolhas tem densidade menor que a da fase líquida e migram para a superfície, arrastando as partículas seletivamente aderidas em função da afinidade da superfície da partícula com a fase gasosa. Devido à sua simplicidade operacional, o processo é capaz de separar uma grande variedade de sólidos (MOREIRA, 2009).

Ainda segundo Moreira (2009), o sistema FAD vem sendo cada vez mais utilizado em diversas localidades do país e no exterior devido à sua eficácia. Também tem ganhando cada vez mais espaço dentro da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) devido à sua eficiência em tratar a água bruta, redução de área para o tratamento e otimização na eficiência de remoção de parâmetros físico-químicos (Turbidez e Cor Aparente). Em especial, no tratamento de águas superficiais com presença de algas.

A ETA Venda Nova do Imigrante é do tipo convencional completa, em estrutura de concreto armado, composta por uma calha Parshall de 3", 01 floculador hidráulico do tipo Alabama, 03 decantadores laminares de alta taxa com placas planas paralelas, 04 filtros rápidos de gravidade de fluxo descendente do tipo auto-laváveis, com meio filtrante de dupla camada (areia e antracito), e o tanque de contato (ENGESOLO ENGENHARIA Ltda, 2002).

## Coagulantes - Sulfato de Alumínio e PAC

Em pesquisa realizada por Creanenbroeck et al (1993) apud Sales et al (2004), com a utilização de sulfato de alumínio ou hidróxi-cloreto de alumínio como coagulante na flotação por ar dissolvido, foi observado que mais de 80% de 18 tipos diferentes de algas foram removidos. Citados no mesmo trabalho, Edzwald (1990) destacou a eficiência de remoção de *Chlorella bulgaris* quando utilizado sulfato de alumínio ou cloreto férrico como coagulantes e Tseng (1996) relatou a eficiência de remoção de *Microcystis aeruginosa* e *Chlorella bulgaris* quando utilizado especificamente sulfato de alumínio. Ressalta-se que, na flotação, a remoção de algas ocorre minimizando-se a ocorrência de lise celular, fato que diminui sensivelmente a possibilidade de liberação de toxinas caso sejam produzidas.

O policloreto de alumínio (PAC), de fórmula bruta  $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ , é especialmente indicado no tratamento de água sem consumo de alcalinidade para a produção de água potável onde é essencial a remoção de ferro e manganês e a obtenção de turbidez final particularmente baixa. Os grupos hidroxilas formam, através de ligações de coordenação com os átomos de alumínio, compostos polinucleares com carga catiônica. O poder coagulante do produto aumenta exponencialmente com o aumento da carga, e assim por ser um produto pré-polimerizado tem maior poder coagulante e maior velocidade na formação de flocos, se comparado ao sulfato de alumínio. Dentre suas vantagens em relação ao uso de sulfato de alumínio, destaca-se:

- suporta fortes variações de pH, não necessitando de pré-alcalinização;
- grande eficiência na remoção de íons de ferro e manganês em sua forma orgânica e inorgânica;
- promove a remoção de algas e substâncias húmicas prevenindo a formação de THM;
- aumenta a velocidade de decantação por produzir flocos mais densos;
- permite aumento das carreiras de filtração;
- permite uma alta velocidade de decantação com maximização da eficiência de produtividade da ETA sem prejuízo na qualidade final da água tratada;
- promove a redução da concentração de alumínio residual na água tratada;
- permite a redução de cor e turbidez na água filtrada;
- contribui com a redução do volume de lodo.

## Ensaio de bancada

De acordo com Di Bernardo (2003), conhecer as características de qualidade da água bruta (*in natura*) do manancial é determinante para definir a tecnologia de tratamento. O conhecimento dos dados de qualidade da água ao longo de um período de tempo (pelo menos um ano, embora entenda-se que o ideal seria mais de 5 anos) e o adequado tratamento estatístico dos dados podem conduzir a uma seleção preliminar das possíveis alternativas de tratamento de determinado manancial. Entretanto, só a partir dos estudos de tratabilidade será possível definir a alternativa mais adequada.

Os estudos em escala de bancada podem ser conduzidos num curto período de tempo (2 a 3 semanas nos períodos críticos de variação de qualidade, por exemplo, estação

seca e chuvosa) e com baixos custos. Já os estudos em escala-piloto requerem tempo mais longo, geralmente 1 ano ou mais, e apresentam custos mais significativos.

Em função da capacidade da ETA (vazão a ser tratada), o custo dos estudos de tratabilidade será muito menor do que a economia nos custos de implantação associada à otimização dos parâmetros de projeto. Os estudos de tratabilidade devem considerar as mudanças de qualidade que podem ocorrer na água do manancial, bem como as variações de vazões afluentes à ETA decorrentes de alternativas de operação e de aumento de demanda de consumo ao longo do período de projeto (DI BERNARDO, 2003).

É inegável que os ensaios de bancada apresentam limitações, principalmente relacionadas à obtenção de informações relativas ao comportamento hidráulico das unidades de tratamento. No entanto, o conhecimento dessas limitações possibilita interpretar corretamente os resultados e fazer bom uso deles.

## OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência dos processos de decantação e flotação para o tratamento da água captada no sistema de Venda Nova do Imigrante, ES.

## METODOLOGIA

Os ensaios foram executados em escala de bancada utilizando-se reatores estáticos que simulam as etapas de coagulação, floculação e decantação ou flotação. Considerando-se que a ETA de Venda Nova do Imigrante trabalha sempre com mistura das águas de duas captações, preparou-se misturas em três proporções diferentes para a realização dos ensaios, sendo que para cada ensaio realizado foram preparados 14 L de mistura (Tabela 1). Para cada mistura, foram utilizados sulfato de alumínio e PAC como coagulantes em dosagens variando entre  $8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $42 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Tabela 1: Misturas de águas utilizadas nos ensaios de bancada realizados.

MISTUR A	ALTO BANANEIRAS		RIO SÃO JOÃO DE VIÇOSA	
	VOLUME UTILIZADO (L)	VAZÃO REPRESENTADA ( $\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ )	VOLUME UTILIZADO (L)	VAZÃO REPRESENTAD A ( $\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ )
01	3,5	10	10,5	28
02	5	14	9	24
03	6	16	8	22

### Caracterização da água bruta

Foram coletados cerca de 60 L de água bruta da barragem de Alto Bananeiras e cerca de 150 L de água bruta do Rio São João de Viçosa para a realização dos ensaios. Foram analisados os parâmetros cor, turbidez e pH em cada água e nas misturas elaboradas.

### Ensaio de decantação e flotação

Os ensaios de decantação foram realizados utilizando-se um equipamento de *jar-test* Policontrol Floc Control II e os ensaios de flotação foram realizados utilizando-se um equipamento de floteste (Nova Ética). Para simular as etapas de coagulação, floculação e decantação/flotação foram utilizados os mesmos parâmetros usados na execução de *jar-test* na ETA de Venda Nova do Imigrante (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros utilizados para simular as etapas do tratamento de água nos ensaios de bancada realizados.

SÉRIE	VELOCIDADE DE ROTAÇÃO (RPM)	TEMPO (min)
Mistura rápida	150	2
Floculação 1	80	3
Floculação 2	20	3
Decantação/Flotação	0	5

## RESULTADOS

Os ensaios foram executados entre os dias 17 e 20 de abril de 2012. Como os testes se estenderam por quatro dias, foi feita a caracterização da água bruta de cada manancial no segundo e no último dia de trabalho (Tabela 3). Ao analisar os resultados de cor e turbidez, pode-se observar que as constituições das duas amostras diferenciam-se consideravelmente. Enquanto a amostra de Alto Bananeiras caracteriza-se por cor aparente elevada e baixa turbidez, a amostra do Rio São João de Viçosa

caracteriza-se por elevada turbidez e baixa cor aparente. Pode-se observar também que, ao longo do período de trabalho, houve aumento nos valores de cor aparente e de turbidez para a amostra de Alto Bananeiras e redução nos valores desses parâmetros para a amostra do Rio São João de Viçosa. Esses resultados estão dentro do esperado, considerando os tipos de mananciais, de reservatório e de água corrente, e suas características típicas.

**Tabela 3: Resultados obtidos na caracterização da água bruta dos mananciais nos dias 18/04 e 20/04.**

PARÂMETRO	ALTO BANANEIRAS		RIO SÃO JOÃO DE VIÇOSA	
	18/04	20/04	18/04	20/04
pH	4,88	6,63	6,42	7,04
Cor	54,0	81,1	8,68	6,86
Turbidez	6,47	9,67	42,6	37,5

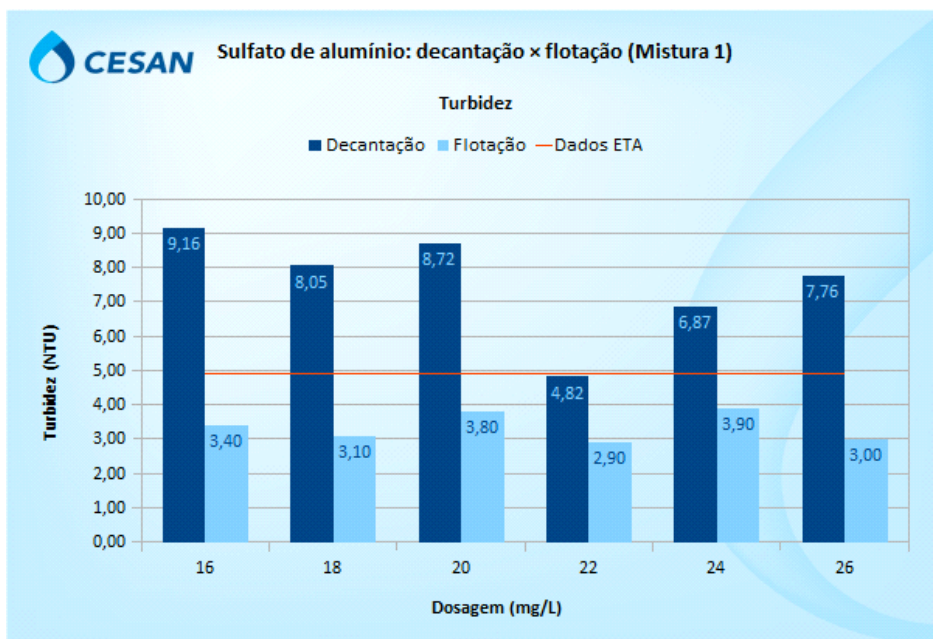
Atualmente, na ETA de Venda Nova do Imigrante, está estabelecido o monitoramento da água decantada a cada duas horas. Para efeito de comparação, utilizou-se os dados de turbidez e cor da água decantada coletados no mês de dezembro de 2011.

A Figura 3 mostra os resultados de turbidez e cor obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados com a mistura 01 utilizando sulfato de alumínio como coagulante em dosagens variando entre  $16 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . A amostra de água sem tratamento desta mistura apresentou 11,6 NTU de turbidez e 57,9 UC de cor. Observa-se que o processo de flotação mostrou-se mais eficiente para a remoção de turbidez e cor para as dosagens utilizadas. Pode-se observar, também, que o processo de flotação produziu resultados de cor e turbidez abaixo dos observados na ETA para todas as dosagens. O processo de decantação, por outro lado, apresentou resultados abaixo dos observados na ETA apenas para as dosagens de  $22 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (cor e turbidez) e  $24 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (cor).

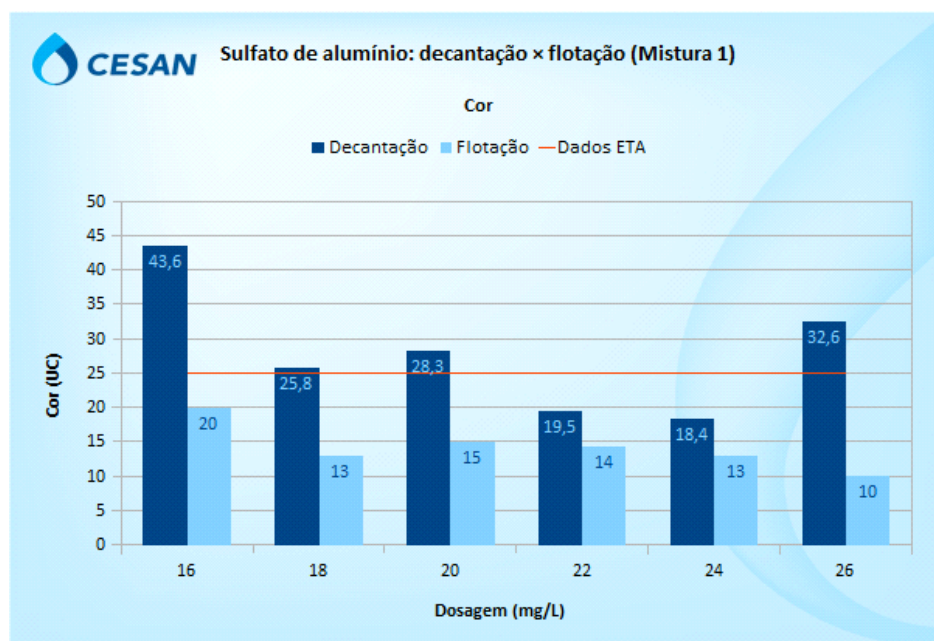


Figura 3: Resultados de turbidez (a) e cor (b) obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados utilizando sulfato de alumínio como coagulante para a Mistura 01.

a)



b)

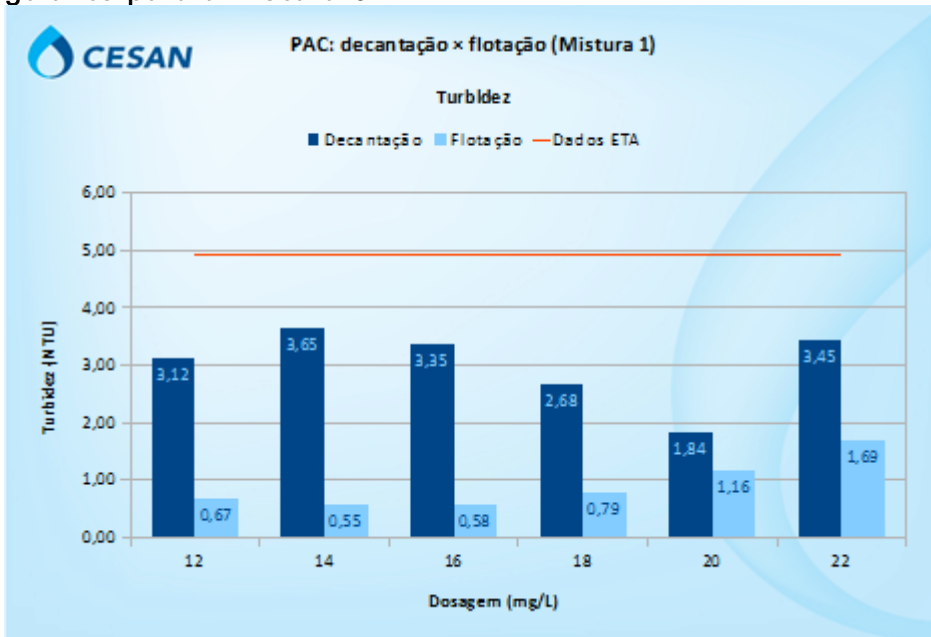


A Figura 4 mostra os resultados de turbidez e cor obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados com a mistura 01 utilizando PAC como coagulante em dosagens variando entre  $12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $22 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Observa-se que o processo de flotação mostrou-se mais eficiente para a remoção de turbidez e cor para as dosagens utilizadas, obtendo-se valores de até  $0,55 \text{ NTU}$  e  $1,4 \text{ UC}$  após o ensaio. Pode-se observar, também, que, para o parâmetro turbidez, todos os resultados obtidos ficaram abaixo dos valores observados na ETA. Para o parâmetro cor, no entanto, não obteve-se valores abaixo dos observados na ETA para nenhuma das dosagens utilizadas na simulação de decantação, enquanto a simulação do processo de flotação produziu

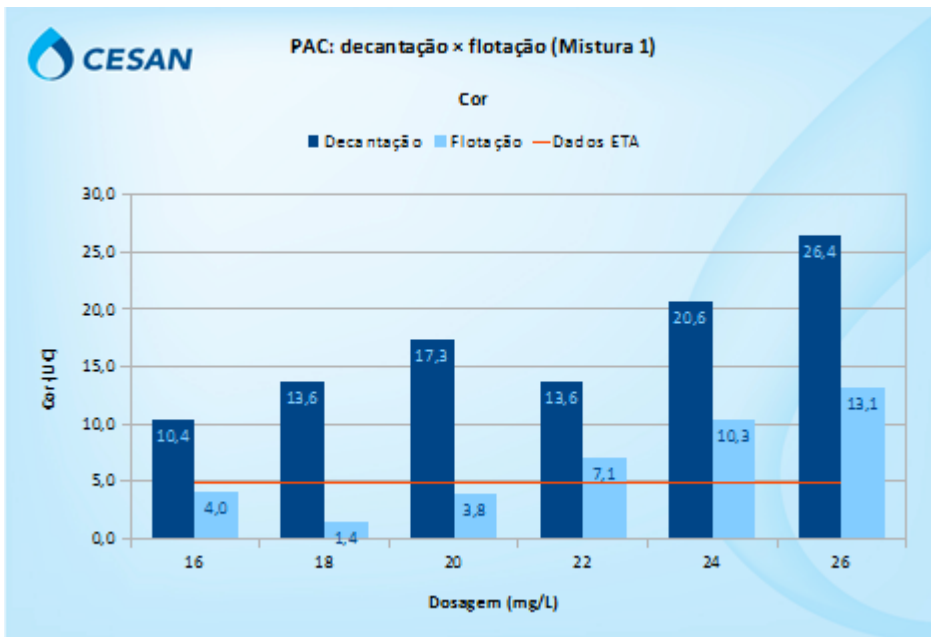
resultados abaixo dos observados na ETA para as dosagens de  $16 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Figura 4: Resultados de turbidez (a) e cor (b) obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados utilizando PAC como coagulante para a Mistura 01.

a)

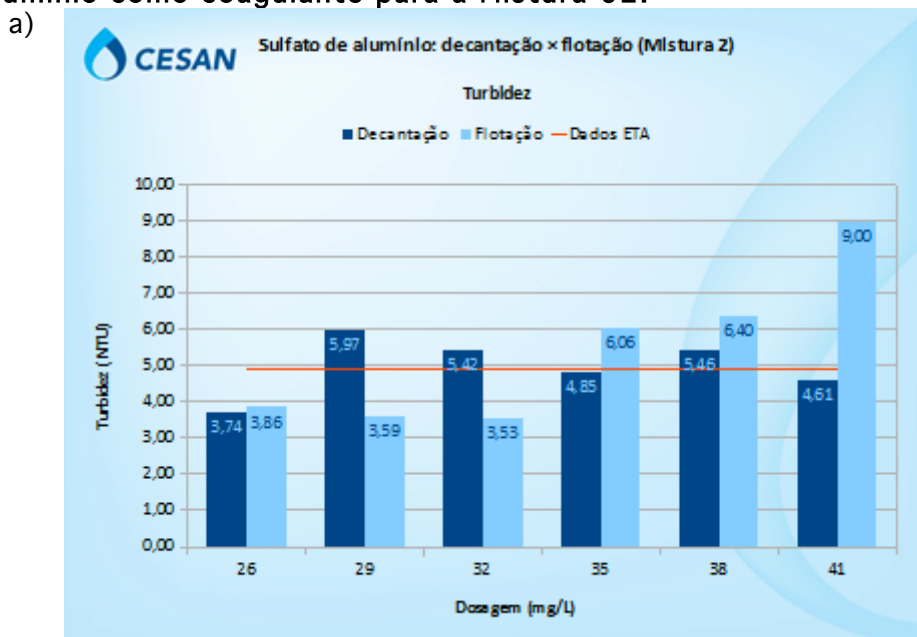


b)

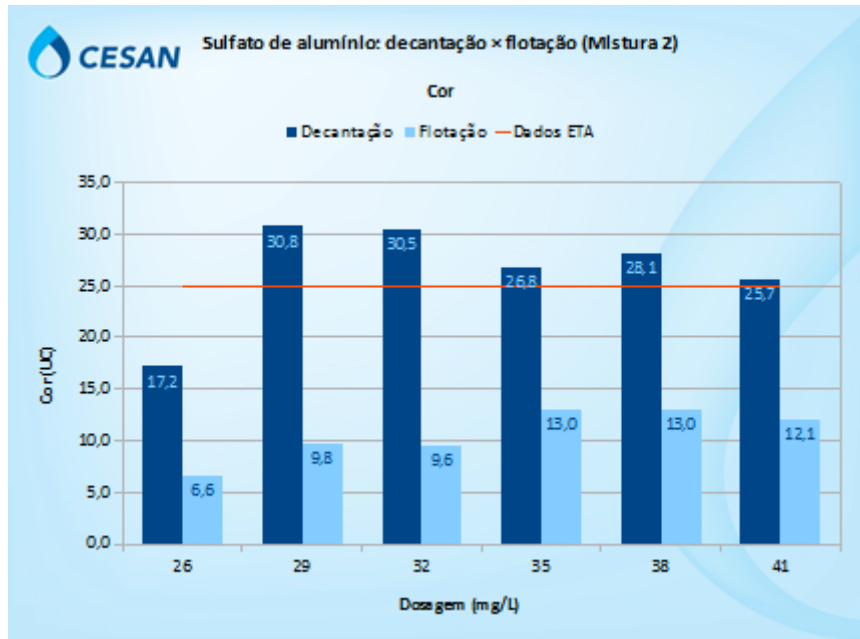


A Figura 5 mostra os resultados de turbidez e cor obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados com a mistura 02 utilizando sulfato de alumínio como coagulante em dosagens variando entre 26 mg·L<sup>-1</sup> e 41 mg·L<sup>-1</sup>. A amostra de água sem tratamento desta mistura apresentou 8,22 NTU de turbidez e 58,1 UC de cor. Observa-se que o processo de flotação foi mais eficiente para a remoção de turbidez apenas nas dosagens de 29 mg·L<sup>-1</sup> e 32 mg·L<sup>-1</sup>, sendo o processo de decantação mais eficiente para remoção de turbidez nas demais dosagens. Observa-se, no entanto, que o processo de flotação foi mais eficiente para remoção de cor em todas as dosagens. Pode-se observar também que, para o parâmetro turbidez, obteve-se resultados abaixo dos observados na ETA apenas para as dosagens de 26 mg·L<sup>-1</sup>, 35 mg·L<sup>-1</sup> e 41 mg·L<sup>-1</sup> na simulação do processo de decantação e 26 mg·L<sup>-1</sup>, 29 mg·L<sup>-1</sup> e 32 mg·L<sup>-1</sup> na simulação do processo de flotação. Para o parâmetro cor, no entanto, obteve-se resultado abaixo dos observados na ETA apenas para a dosagem de 26 mg·L<sup>-1</sup>, enquanto todas as dosagens utilizadas na simulação do processo de flotação produziram resultados abaixo dos observados na ETA.

**Figura 5: Resultados de turbidez (a) e cor (b) obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados utilizando sulfato de alumínio como coagulante para a Mistura 02.**

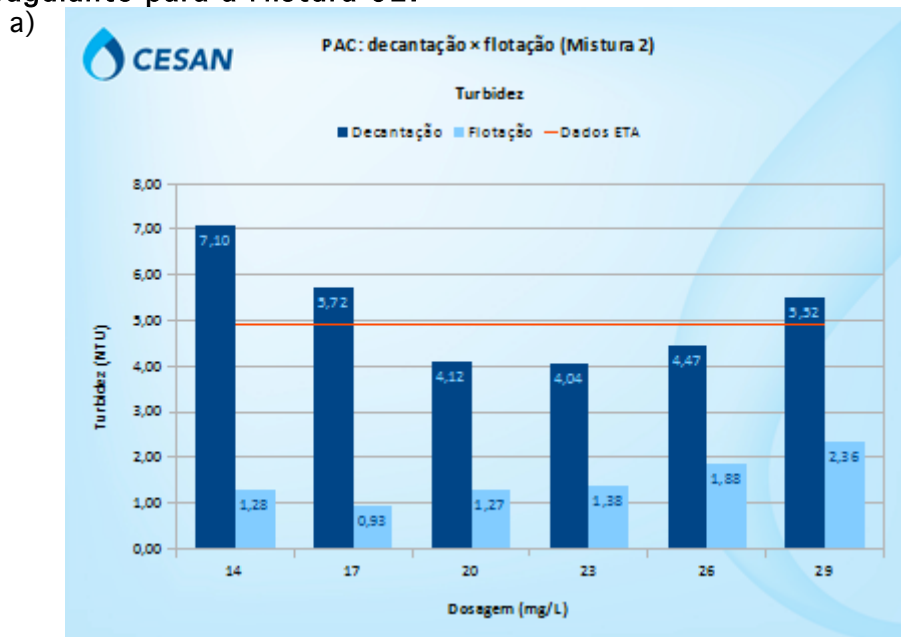


b)

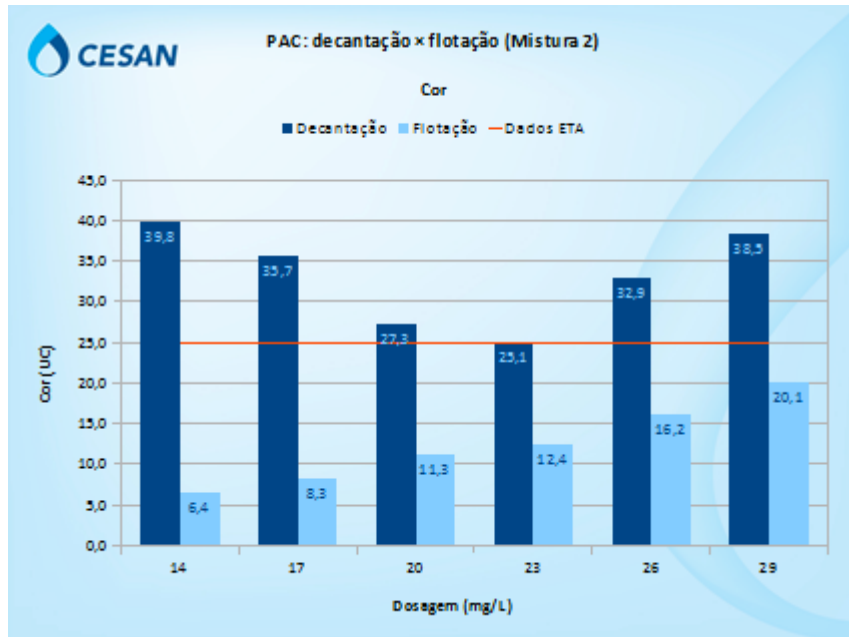


A Figura 6 mostra os resultados de turbidez e cor obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados com a mistura 02 utilizando PAC como coagulante em dosagens variando entre  $14 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $29 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . A amostra de água sem tratamento desta mistura apresentou 8,34 NTU de turbidez e 54,0 UC de cor. Observa-se que o processo de flotação mostrou-se mais eficiente para a remoção de turbidez e cor para as dosagens utilizadas, obtendo-se valores de até 0,93 NTU e 6,4 UC após o ensaio. Pode-se observar também que, para o parâmetro turbidez, obteve-se resultados abaixo dos observados na ETA apenas para as dosagens de  $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $23 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  na simulação do processo de decantação, enquanto todas as dosagens utilizadas na simulação do processo de flotação produziram resultados abaixo dos observados na ETA. Para o parâmetro cor, no entanto, não obteve-se valores abaixo dos observados na ETA para nenhuma das dosagens utilizadas na simulação de decantação, enquanto todas as dosagens utilizadas na simulação do processo de flotação produziram resultados abaixo dos observados na ETA.

Figura 6: Resultados de turbidez (a) e cor (b) obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados utilizando PAC como coagulante para a Mistura 02.

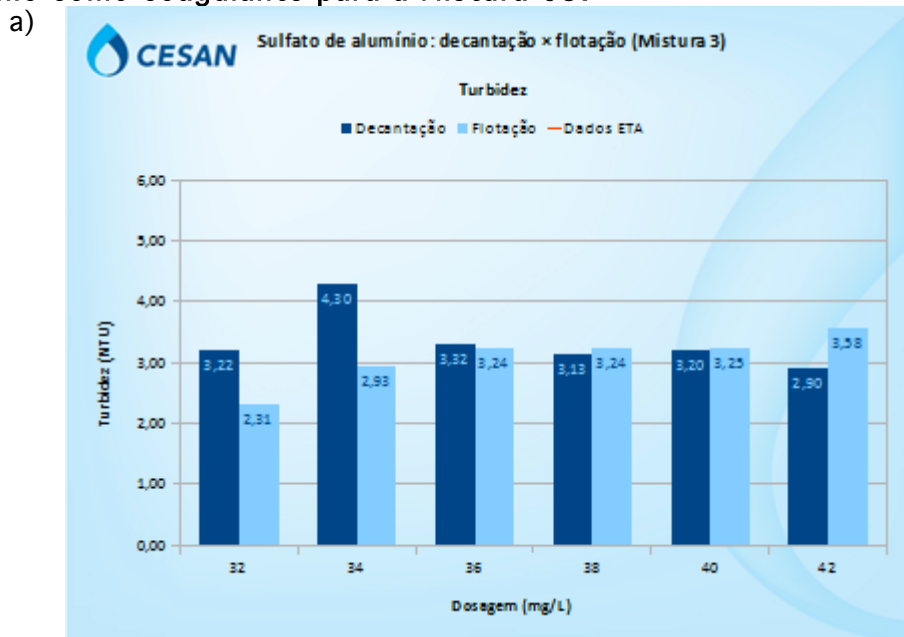


b)



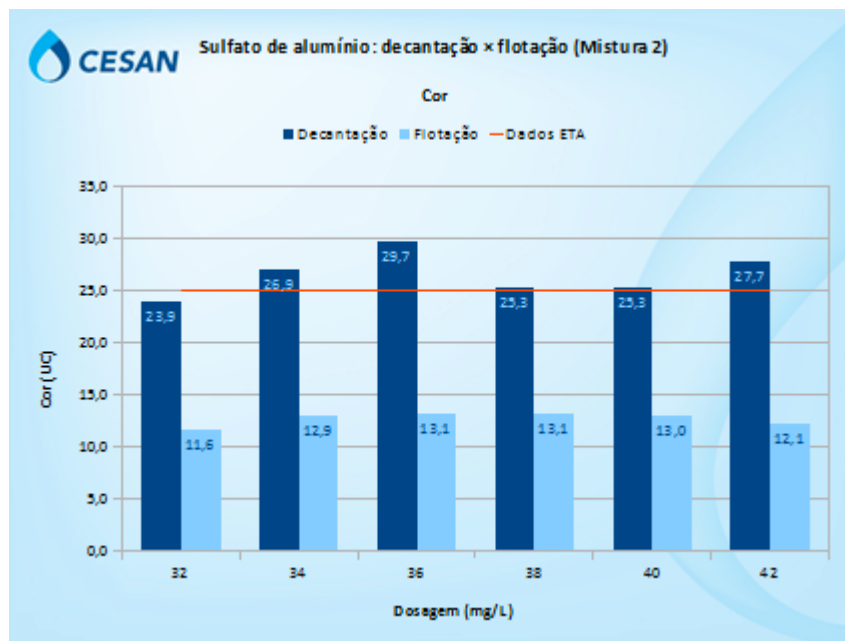
A Figura 7 mostra os resultados de turbidez e cor obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados com a mistura 03 utilizando sulfato de alumínio como coagulante em dosagens variando entre 32 mg·L<sup>-1</sup> e 42 mg·L<sup>-1</sup>. A amostra de água sem tratamento desta mistura apresentou 8,66 NTU de turbidez e 59,6 UC de cor. Observa-se que o processo de flotação foi mais eficiente para a remoção de turbidez apenas nas dosagens de 32 mg·L<sup>-1</sup>, 34 mg·L<sup>-1</sup> e 36 mg·L<sup>-1</sup>, sendo o processo de decantação mais eficiente para remoção de turbidez nas demais dosagens. Observa-se, no entanto, que o processo de flotação foi mais eficiente para remoção de cor em todas as dosagens. Pode-se observar também que, para o parâmetro turbidez, obteve-se resultados abaixo dos observados na ETA para todas as dosagens utilizadas tanto na simulação do processo de decantação quanto na simulação do processo de flotação. Para o parâmetro cor, no entanto, obteve-se resultado abaixo dos observados na ETA apenas para a dosagem de 32 mg·L<sup>-1</sup> na simulação do processo de decantação, enquanto todas as dosagens utilizadas na simulação do processo de flotação produziram resultados abaixo dos observados na ETA.

**Figura 7: Resultados de turbidez (a) e cor (b) obtidos nos ensaios de decantação e flotação realizados utilizando sulfato de alumínio como coagulante para a Mistura 03.**





b)



### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que o processo de flotação apresenta melhor desempenho na remoção de cor para todas as misturas e dosagens testadas, utilizando tanto sulfato de alumínio como PAC como coagulantes. O processo de flotação também demonstrou melhor desempenho na remoção de turbidez para a maioria das situações testadas, demonstrando desempenho inferior ao processo de decantação para as misturas 02 e 03 em algumas dosagens. Na comparação com os resultados obtidos na ETA, pode-se observar que a simulação do processo de flotação produziu melhores resultados para a maioria das situações testadas. A simulação do processo de decantação também permitiu atingir resultados menores do que os observados na ETA em pelo menos uma dosagem testada, com exceção das misturas 01 e 02 utilizando PAC como coagulante. Pode-se inferir, portanto, que o processo de flotação é mais indicado para o tratamento da água captada no sistema de Venda Nova do Imigrante.

Deve-se ressaltar que as condições observadas na ETA e no teste de bancada podem ser diferentes. As características da água bruta que produziu os resultados na ETA utilizados para comparação, bem como a proporção de mistura das águas dos dois mananciais, podem ser bastante diferentes das características da água bruta utilizada nos ensaios. Ainda, embora tenha-se utilizado os mesmos parâmetros do ensaio de *jar-test* realizado na ETA, esses parâmetros podem não representar as características hidráulicas reais vivenciados na estação de tratamento.

É importante ressaltar que alterar o tipo de tratamento aplicado na ETA pode mostrar-se bastante oneroso e deve ser tido como uma solução de longo prazo, preferencialmente associada à expansão da estação de tratamento, uma vez que a ETA de Venda Nova do Imigrante trabalha hoje com vazão próxima à vazão de projeto.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DI BERNARDO, L. Tratamento de água para abastecimento por filtração direta. Projeto PROSAB. São Carlos- SP, 2003.
2. ENGESOLO ENGENHARIA Ltda. Elaboração e revisão de projetos de engenharia, gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras diversas no estado do Espírito Santo – OS-018: S.A.A. de Venda Nova do Imigrante – Reestudo dos projetos existentes / Concepção proposta – Memorial descritivo. Nº CESAN: B.6700.00.0.ES.0001. Agosto, 2002.

3. MOREIRA, S. M. Comparação de um sistema convencional de tratamento de água com um sistema de flotação por ar dissolvido. Faculdade do Centro Leste. Serra – ES, 2009.
4. SALES, M. V.; DI BERNARDO, L.; AVELINO, F. F.; PÁDUA, V. L. Estudo de tratabilidade para definição de parâmetros de dimensionamento de uma futura estação de tratamento de água para a região metropolitana de Fortaleza. In: XXIX Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2004, San Juan. XXIX Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2004.