



## I-654 – ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO DO POLICLORETO DE ALUMÍNIO FÉRRICO (PAC FÉRRICO) COMO COAGULANTE ALTERNATIVO NA ETAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO GUARAÚ

**Erika Gislene Padilha da Silva<sup>(1)</sup>**

Encarregada de Tratamento de Água na Sabesp, Química e Engenheira Civil pela Universidade de Guarulhos.

**Fabio Cosme R. dos Santos**

Analista em Gestão na Sabesp, Professor Universitário e Doutor em Informática e Gestão do Conhecimento.

**Sheila Gozzo Camera**

Gerente de Divisão na Sabesp e Químico pelo IQ-USP, Doutora em Ciências pelo IQ-USP.

**Simone Gonçalves Nascimento**

Química na Sabesp e Química pela Universidade Mackenzie.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Estrada Santa Inês KM02 s/n° - Jardim Pedra Branca – São Paulo - SP - CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (11) 2233-9447 - e-mail: [egsilva@sabesp.com.br](mailto:egsilva@sabesp.com.br)

### RESUMO

A principal etapa do processo de tratamento de água é a coagulação-floculação, responsável pela desestabilização elétrica dos colóides e a formação dos flocos, respectivamente, que serão retidos na etapa de decantação. O produto químico adicionado ao processo é um agente coagulante. O coagulante comumente utilizado é o Sulfato de Alumínio, contudo há uma variedade de outros coagulantes empregados no processo de tratamento de água, como o Sulfato Férrico, o Cloreto Férrico, o Policloreto de Alumínio (PAC), o Tanino, o Policloreto de Alumínio Férrico (PAC Férrico), entre outros. Existem muitos estudos comparativos em relação à eficiência dos coagulantes no tratamento de água, porém a viabilidade de aplicação de determinado coagulante depende da qualidade da água bruta captada e do tipo de sistema de tratamento utilizado. Desta forma, a realização de testes prévios para a aplicação de um coagulante em uma determinada estação de tratamento de água se torna importante.

Sendo assim, este estudo foi realizado em uma estação de tratamento que utiliza o Sulfato de Alumínio e o PAC como coagulantes e uma análise de viabilidade foi feita com a utilização do PAC Férrico, por meio de testes de clarificação (Jar Test) e teste em planta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Policloreto de alumínio Férrico, PAC Férrico, coagulante, ETA Guarauí

### INTRODUÇÃO

A ETA está localizada na região norte do município de São Paulo e tem vazão nominal de 33 m<sup>3</sup>/s. Atualmente está com vazão média 30 m<sup>3</sup>/s em regime contínuo, abastecendo aproximadamente 6 milhões de habitantes.

É uma planta do tipo convencional, ou seja, apresenta as etapas de coagulação química, floculação, decantação e filtração descendente com taxa constante, além disso, é praticada a pré-cloração, a inter-cloração, a desinfecção final e a fluoretação. Historicamente a ETA utiliza como coagulante principal um sal a base de alumínio e, esporadicamente, a base de ferro, dependendo da qualidade da água bruta.

Quanto à coagulação química, quando a ETA opera com o sal de alumínio, há a necessidade da adição de polímero, sendo utilizado um do tipo não iônico, atuando como auxiliar de decantação e filtração. Os decantadores da ETA possuem sistema de remoção de lodo contínuo, sendo que uma vez ao ano cada um dos decantadores sofre parada para limpeza e manutenção. A água decantada, apresenta remoção média de



turbidez em 75% com relação à água bruta. Essa água é direcionada aos filtros. No canal de acesso ocorre a inter-cloração, com a finalidade de inibir o crescimento de microrganismos no leito filtrante.

A ETA possui 48 filtros de dupla camada (carvão antracito e areia) e opera com taxa constante de filtração. Em tempos atuais, a carreira média de operação de cada filtro é de 25 horas. Após a filtração são adicionados à água filtrada cloro e ácido fluossilícico para atendimento à legislação e cal para a correção de pH da água tratada. A água final apresenta qualidade muito superior àquela que é exigida pela Organização Mundial da Saúde, além de atender aos padrões da Portaria vigente. A Figura 1 apresenta uma vista geral da ETA e seu leiaute básico com suas unidades componentes.

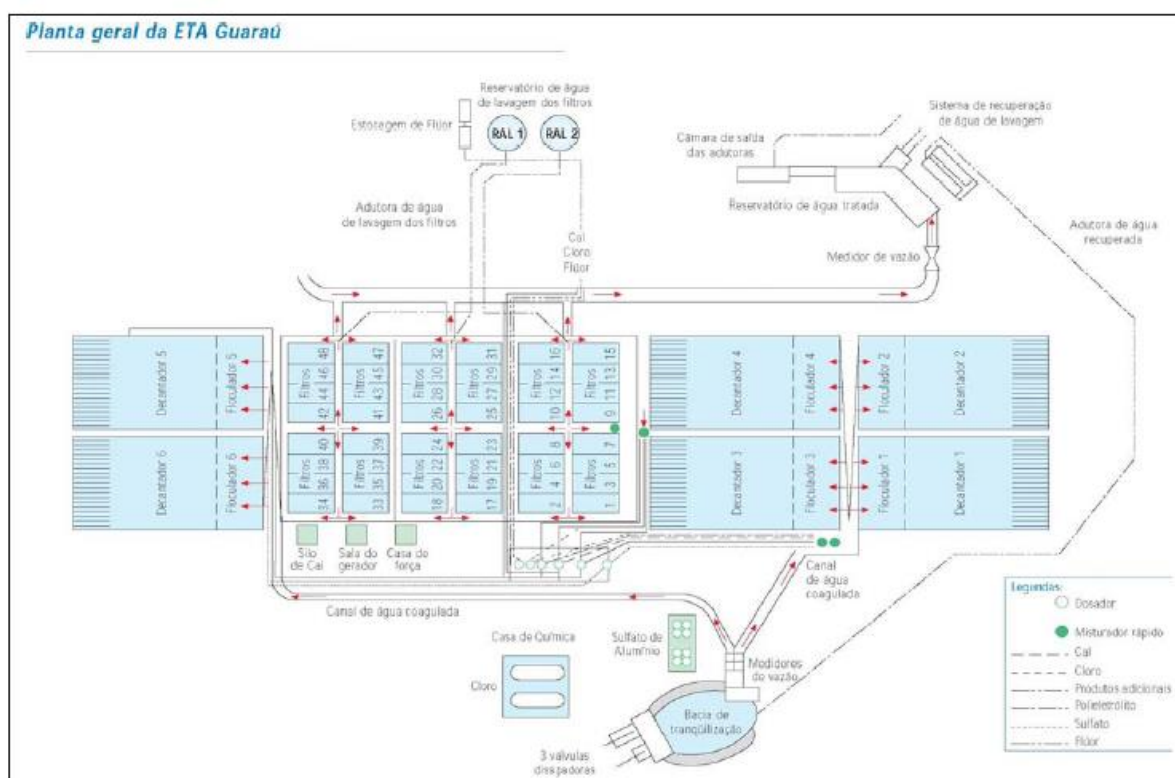


Figura 1 – Vista geral da ETA – Disposição de suas unidades de tratamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os testes iniciais foram em escala de laboratório (Jar Test) comparando o PAC Férrico com os coagulantes comumente usados no processo, a saber: Policloreto de alumínio (PAC) e Sulfato de Alumínio.

Posteriormente aos testes em bancada, foi realizado contato com a área responsável pela aquisição do produto para combinar a entrega de uma quantidade suficiente do PAC Férrico para se efetuar o teste em escala real. Após a realização de testes em escala laboratório e validado em escala real, passou-se a utilizar o Policloreto de Alumínio Férrico (PAC Férrico) como mais um coagulante alternativo, mantendo a qualidade da água tratada dentro dos padrões de potabilidade.

Os dados de dosagem de todos os coagulantes utilizados no estudo foram submetidos a técnicas de inteligência artificial, para determinar os possíveis cenários distintos ou semelhantes entre os experimentos, bem como possibilitar a avaliação do custo benefício de cada um em função das diferentes qualidades da água bruta.

## RESULTADOS

Os resultados possibilitaram identificar os diferentes cenários operacionais com base na vazão de produção, turbidez das águas brutas, decantada e filtrada e das dosagens dos produtos químicos.

A seguir são apresentados os gráficos que permitem a comparação entre os tipos e dosagens de coagulantes e turbidez média das águas bruta, decantada e filtrada, figuras 2, 3, 4 e 5.

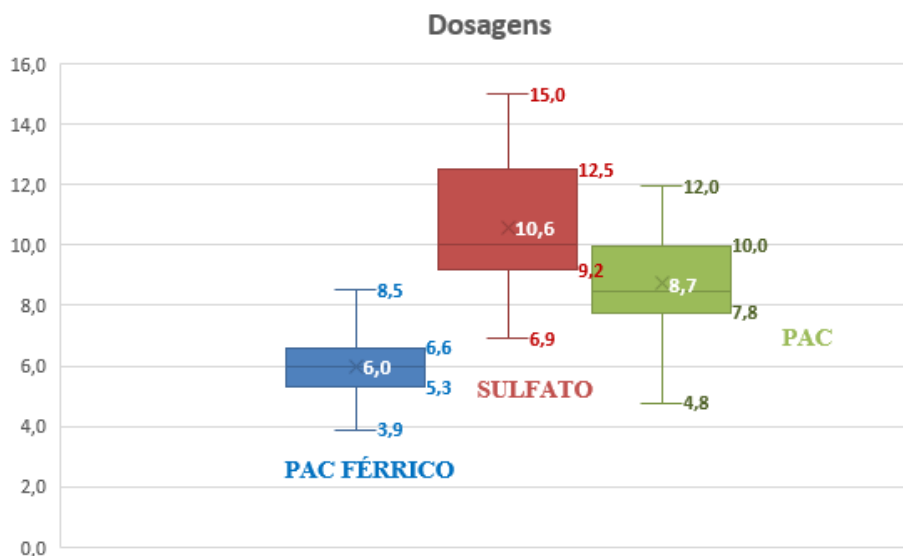


Figura 2 - Comparação entre as dosagens de coagulantes

A turbidez da água bruta apresenta variações ao longo do tempo (Figura3), com picos em alguns momentos que podem afetar a eficiência da coagulação e da decantação. É importante considerar a turbidez da água bruta no momento da dosagem dos coagulantes para garantir a eficiência do tratamento.

Na Figura 2 conseguimos ver que a dosagem do PAC Férrico é, em geral, menor que a dosagem do PAC e do Sulfato de Alumínio para tratar água Bruta sem grandes variações de turbidez (Figura 3) e a diferença de dosagem entre os coagulantes é mais evidente para turbidezes menores.

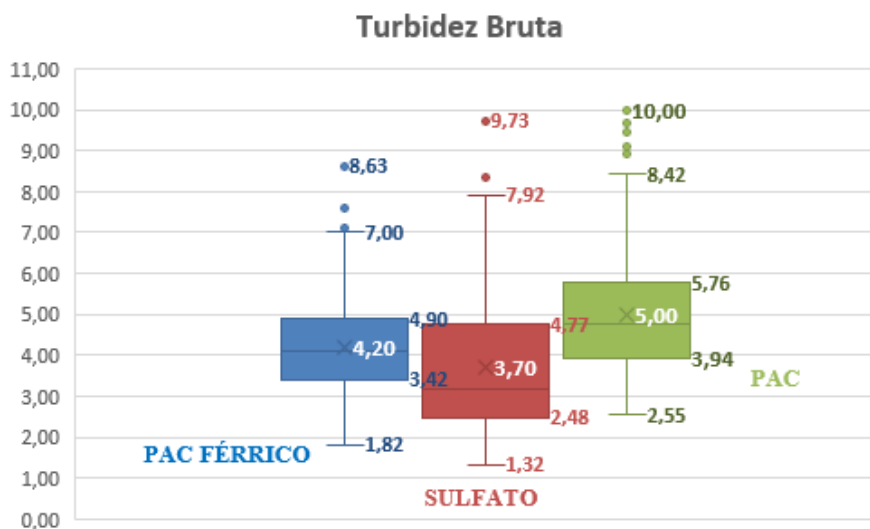


Figura 3 - Variação da Turbidez Água Bruta

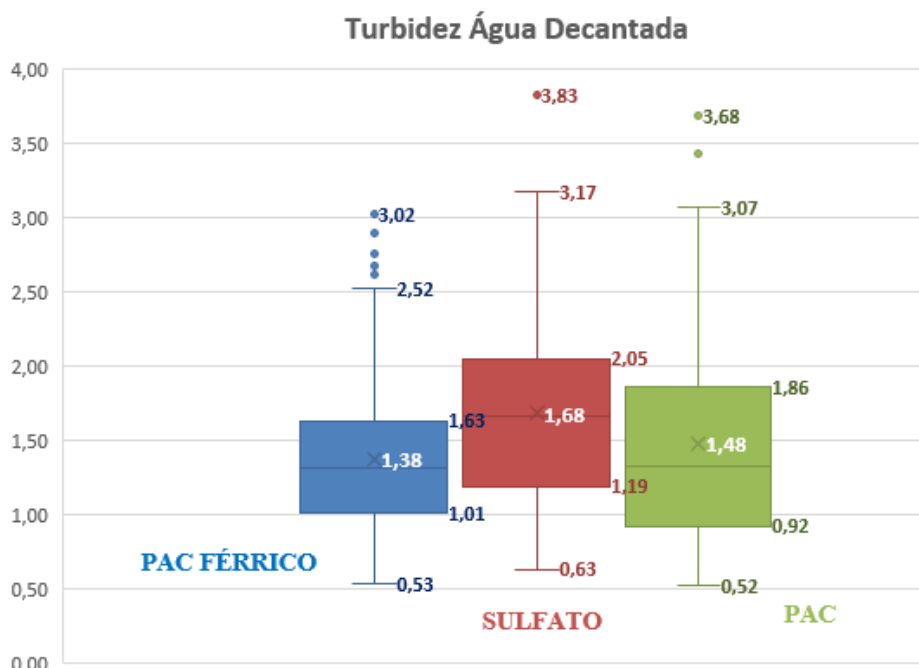


Figura 4 - Variação da Turbidez Água Decantada

A eficiência da decantação é influenciada pela dosagem do coagulante (Figura 2) e pela turbidez da água bruta (Figura 3), mas podemos observar na Figura 4 que o PAC Férrico é mais eficiente na remoção de sólidos da água durante a decantação e apresenta a menor turbidez média da água decantada entre os três coagulantes, seguido do PAC e do Sulfato de Alumínio com a vantagem de exigir menores dosagens de produto.

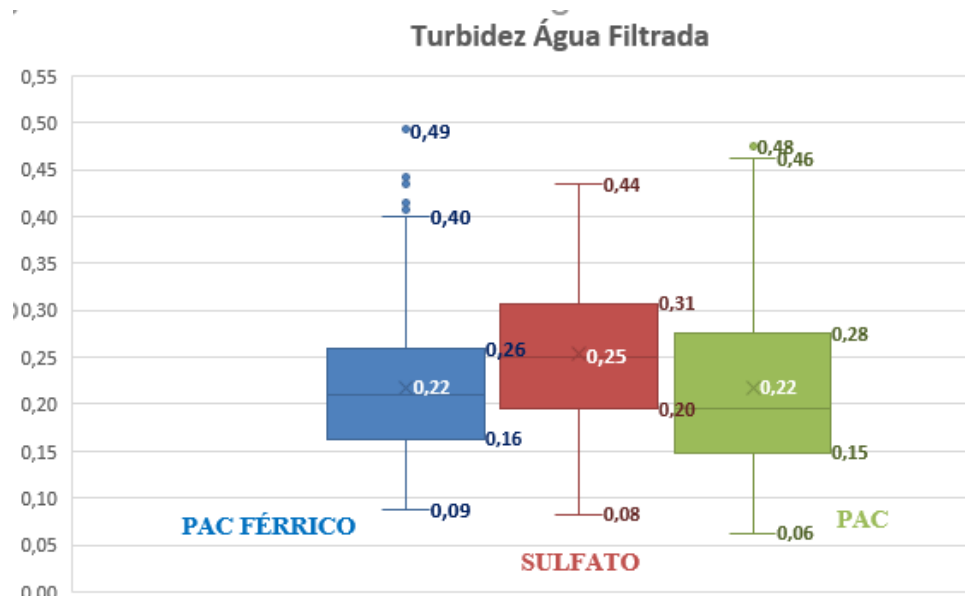


Figura 5 - Variação da Turbidez Água Filtrada

A eficiência da filtração é influenciada pela turbidez da água decantada, não houve diferença significativa na turbidez da água filtrada (Figura 5) entre os três coagulantes mas podemos concluir que PAC Férrico é mais eficiente pois exige menores dosagens de coagulante para esse resultado comparado ao PAC e do Sulfato de Alumínio.



Todos os coagulantes garantem a qualidade da água filtrada dentro dos padrões exigidos pela portaria de portabilidade.

## CONCLUSÕES

Após análise dos dados apresentados é possível concluir que o policloreto de alumínio férrico pode ser utilizado como coagulante alternativo na ETA Guaraú sem prejuízo a qualidade da água tratada.

O estudo demonstra que o PAC Férrico é um coagulante viável e eficiente para o tratamento de água na ETA Guaraú. O PAC Férrico apresenta as seguintes vantagens em relação aos outros coagulantes:

- **Menor dosagem:** O PAC Férrico exige menores quantidades para alcançar a mesma turbidez residual do PAC e do Sulfato de Alumínio.
- **Maior eficiência na decantação:** O PAC Férrico remove mais sólidos da água durante a decantação, resultando em menor carga para os filtros.

Assim como o PAC, o PAC Férrico suporta variações da turbidez da água bruta melhor que o Sulfato de Alumínio sem necessidade de alteração de dosagem.

Durante o período de teste não foi observada variação significativa no consumo de água de lavagem de filtros e carreira de filtração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Di Bernardo, L.; Dantas, A. D. B.. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Segunda edição. São Carlos. Rima. 2012.
2. SABESP – Estação de Tratamento de Água do Guaraú. Manual de Operação da ETA Guaraú.2020.
3. Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021 e pela Portaria GM/MS nº 2.472, de 28 de setembro de 2021.