



202- IMPLANTAÇÃO DE COAGULANTE DE ALTA PERFORMANCE À BASE DE TANINO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA COM FOCO NA REDUÇÃO DE TURBIDEZ DA ÁGUA BRUTA

Sabrina Fabrício Leal⁽¹⁾

Bacharel em Química Ambiental e Licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (USP). Técnica em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo.

Carlos Alberto Nunes⁽²⁾

Técnico em Química. Encarregado dos Sistemas Isolados Oeste da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo.

Walison de Carvalho⁽³⁾

Bacharel em Química pela Universidade Camilo Castelo Branco. Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos pelo Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Ceará. Técnico em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo.

Alessandro Francisco de Oliveira⁽⁴⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes. Técnico em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Av. Pirarucu, 3891 - Nova Aldeinha - Barueri - SP - CEP: 06440-185 - Brasil - Tel: (11) 2664-6712 - e-mail: sfleal@sabesp.com.br

RESUMO

Para conhecer novos materiais e técnicas utilizadas no tratamento de água, representantes da Sabesp - Unidade de Negócio Oeste (MO) estiveram no município de Governador Valadares/MG para visitar Estações de Tratamento de Água que enfrentaram grandes dificuldades para manter o abastecimento regular da região afetada pela tragédia do rompimento da barragem de Fundão, no distrito de Bento Rodrigues–Mariana (MG). Na visita foi possível conhecer o rio Doce, afetado pelo desastre ambiental, e observar a aplicabilidade de um polímero orgânico auxiliar de coagulação, extraído da casca da acácia negra (*Acacia decurrens*), cujo agente quelante é à base de tanino, e recebe o nome comercial de Tanfloc®. As ETAs dos Sistemas Isolados da MO, sofrem constantes paradas devido alterações nas condições da água bruta dos mananciais, geralmente por elevação da turbidez. Como são estações compactas, o tratamento ocorre rapidamente, não oferecendo tempo de detenção suficiente para eliminar a turbidez de entrada mesmo aumentando a dosagem dos coagulantes convencionais. Esse produto atuaria como reagente de apoio para os momentos de altíssima turbidez da água bruta, atuando em conjunto com os coagulantes convencionais, reduzindo as paradas das estações, diminuindo as reclamações de falta d'água e contribuindo para o aumento do faturamento.

PALAVRAS-CHAVE:

Tratamento de água, Tanino, Turbidez

INTRODUÇÃO

A Unidade de Negócio Oeste (MO) adota como conceito de Inovação, a equação: Inovação = Ideia + Ação + Resultados percebidos pelas partes interessadas. O conceito está baseado nas definições da FNQ, em sua publicação “Gestão da Inovação, 1ª edição, 2015” e da ABES, no Guia do Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento – PNQS.

As melhorias, inovações e mudanças culturais são originadas pelo sistema de aprendizado organizacional, conforme apresentado na Figura 1, baseado na metodologia do PDCA. O sistema de aprendizado organizacional tem início com os aprendizados individuais que, reunidos, integram o Sistema de Trabalho e são organizados no Sistema de Gestão da Unidade de Negócio.



Figura 1: Sistema de Aprendizado Organizacional

Na MO a investigação de características dos processos voltada à busca de melhorias ocorre por meio da prática do *benchmarking*, que é uma oportunidade relevante de adquirir e compartilhar conhecimento e investigar as características dos serviços e processos de outras organizações. As etapas do *benchmarking* estão apresentadas na Figura 2:



Figura 2: Etapas do *benchmarking*

O desenvolvimento de novos projetos tem origem no Planejamento Operacional e na busca de soluções, a equipe participa de feiras e palestras para obter as inspirações para aplicação dessa tecnologia nos processos da cadeia de valor, nesse caso específico do estudo, no tratamento de água.

Durante a XXVII FENASAN, em 2017, houve uma apresentação sobre a aplicação de um coagulante a base de acácia-negra (*Acacia decurrens*) em uma área afetada pelo desastre ambiental de Mariana (MG), mais especificamente na bacia hidrográfica do Rio Doce, com resultados expressivos no que tange à remoção de altíssimos valores de turbidez na água bruta. Somente com a aplicação dos produtos convencionais, o tratamento da água teve que ser interrompido, pois a água tratada não atingia os níveis de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde. A utilização de coagulantes naturais a base de taninos apresentam diversas vantagens se comparados aos coagulantes a base de sais de ferro ou alumínio, dentre estas vantagens podem ser citadas a ampla faixa de pH para a coagulação, eliminando o uso de alcalinizantes, a ausência do acréscimo de metais ao processo e a diminuição no volume de lodo gerado pelo processo de tratamento. Foi a partir desta conjuntura que se iniciou a aplicação do coagulante orgânico, uma novidade no mercado do tratamento de água, ainda com baixa divulgação e aplicabilidade devido ao alto custo.

Neste contexto foi empregada a metodologia de *benchmarking* e, a MO elaborou um projeto e encaminhou uma equipe técnica ao local onde o produto foi aplicado, com o intuito de conhecer na prática essa realidade e trazer as adequações necessárias para a implantação nas ETAs de pequeno porte dos sistemas isolados oeste, que sofrem constantes paradas devido à alterações nas condições da água dos mananciais, em geral pela elevação da turbidez em períodos de chuvas.

A primeira etapa deste projeto foi a visita de *benchmarking* ao SAEE de Governador Valadares (MG), a qual gerou um relatório e uma apresentação ao CQG (Comissão da Qualidade da Gestão) da MO, afim de compartilhar as lições aprendidas e demonstrar os próximos passos, visando a utilização do produto em escala real em uma estação de tratamento da MO, pois já havíamos iniciado testes em escala laboratorial na água do manancial que abastece a ETA Santana de Parnaíba. Como as ETAs dos sistemas isolados da MO são estações compactas e utilizam decantadores de alta taxa, o tratamento da água ocorre muito rapidamente, não oferecendo tempo de detenção hidráulica suficiente para que ocorram os processos físico-químicos necessários para a coagulação e floculação dos colóides e sólidos em suspensão da água bruta, mesmo aumentando a dosagem dos coagulantes convencionais.

A ETA Santana de Parnaíba (Figura 3), escolhida pelo grupo de trabalho como piloto para os testes com o novo produto, tem vazão nominal de 110 m³/h e presta serviço de abastecimento de água potável para uma parcela da população residente no município de Santana de Parnaíba, através de aproximadamente 1.900 ligações. A EEAB (Estação Elevatória de Água Bruta) está situada às margens do Ribeirão Santo André, a aproximadamente 11 Km da ETA, que através de bombas hidráulicas e tubulações realizam a captação da água bruta e enviam até a estação de tratamento. Por se tratar de captação de água de rio é esperado que os parâmetros de turbidez e cor sejam mais elevados se comparados as represas e reservatórios, pois estão em constante agitação, principalmente nos meses em que o índice pluviométrico aumenta e, nestes casos o tratamento pode ser interrompido até a normalização destes parâmetros.



Figura 3: Visão parcial dos flocladores da ETA Santana de Parnaíba

OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é avaliar tecnicamente a melhor forma de aplicar a solução de tanfloc[®], considerando as peculiaridades da estação de tratamento de água de Santana de Parnaíba na MO e, deste modo eliminar as paradas das estações por alta turbidez, bem como melhorar os indicadores de regularidade da distribuição de água e aumentar o faturamento das áreas de abrangência dos sistemas isolados.

METODOLOGIA UTILIZADA

O tanfloc[®] é um polímero orgânico catiônico líquido de baixo peso molecular e de origem vegetal que atua como coagulante, floculante e auxiliar de coagulação no tratamento de águas. É obtido através do extrato aquoso da casca da árvore acácia negra (*Acacia decurrens*), uma espécie exótica originária da Austrália e que é cultivada no Rio Grande do Sul. Este produto é um excelente agente coagulante e tem uma elevada eficiência na remoção de turbidez da água bruta. Esse produto não altera o pH da água tratada, por não consumir a

alcalinidade do meio, ao mesmo tempo em que é efetivo em uma faixa de pH de 4.5 – 8.0, por isso não há necessidade de ser feita correção de pH durante o tratamento. O tanfloc[®] atua em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre estas partículas, sendo este o processo responsável pela formação de flocos e consequente sedimentação. Ele pode ser aplicado diretamente, na forma líquida, sob a forma de uma solução diluída, sozinho ou em combinação com outros agentes coagulantes como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico.

Para a realização dos testes laboratoriais, as amostras de água bruta da ETA Santana de Parnaíba foram coletadas em bombonas de 20L diretamente na calha Parshall, isto é, na chegada da água bruta. Foi realizada a homogeneização destas amostras e distribuídas nos jarros de 2,0 L do equipamento de *Jar Test*. Após os testes, foram feitas as análises de pH, turbidez e cor nas amostras de cada jarro. Nos testes laboratoriais de *Jar Test* foram usados dois tipos de tanfloc[®] fornecidos pela empresa Tanac, o tanfloc[®] SG e o tanfloc[®] SL, expressos na Tabela 1:

Tabela 1: Informações básicas de propriedade físico-químicas

	Tanfloc [®] SG	Tanfloc [®] SL
Aspecto	Líquido de cor castanho escuro	
Odor	Suave e com sabor adstringente	
pH (10 g/L a 20°C)	1,3 a 2,3	
Ponto de fusão	Decompõe-se	
Ponto de congelamento	-13°C	
Ponto de ebulição	98°C	
Teor de sólidos totais	30 a 34%	23 a 27%
Densidade aparente a 23°C	Mínimo 1,10 g/cm ³	
Solubilidade em água	Totalmente solúvel	
Viscosidade dinâmica (Copo Ford nº4 – seg – 25°C)	Máximo 50	
Característica iônica	Catiônico	

Os ensaios de *Jar Test* foram realizados, com finalidade a determinação das dosagens ótimas do produto em teste. O equipamento permite fazer a simulação das condições para a realização desta medição. Deve-se verificar se a floculação obtida fornece uma água, que após a sedimentação apresentará uma boa redução de turbidez. A Figura 4 mostra o equipamento de *Jar Test* utilizado no ensaio.



Figura 4: Equipamento de *Jar Test*

Abaixo segue a Tabela 2 com as condições usadas (rotação, tempo de agitação e de decantação) para a realização do ensaio de *Jar Test*.

Tabela 2: Condições para realização do *Jar Test*

Tipo de Mistura	Rotação (rpm)	Tempo (min)
Mistura Rápida	120	01:00
Mistura Média	80	01:00



Mistura Lenta	60	05:00
Decantação	-----	05:00

RESULTADOS OBTIDOS

A caracterização da água bruta da ETA Santana de Parnaíba foi feita, conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3: Características da água Bruta da ETA Santana de Parnaíba

pH	Turbidez (NTU)	Cor (UC)
7,40	4,86	19,0

A Figura 5 apresenta os valores médios de cor aparente e turbidez, respectivamente, para a água bruta da ETA Santana de Parnaíba referente aos últimos 12 meses.

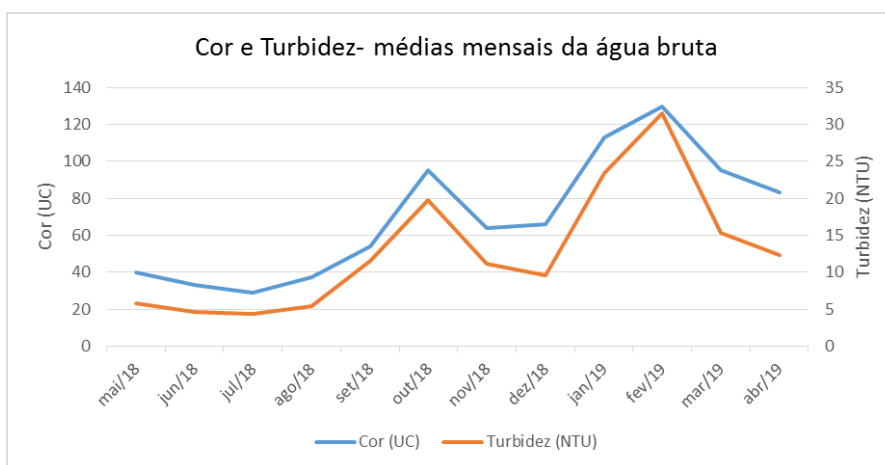


Figura 5: Valor médios mensais de cor e turbidez da água bruta da ETA Santana de Parnaíba

A partir do gráfico na Figura 5 observa-se que o período crítico é o chuvoso, nos meses do verão. Isso ocorre também pois, o manancial da ETA Santana de Parnaíba é um Rio, que tende a ter levados valores de turbidez da água bruta.

Os resultados obtidos utilizando-se os dois tipos de Tanfloc® SG 0,2 % e SL 0,2% estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, abaixo:

Tabela 4: Resultados do Jar Test com Tanfloc® SG 0,2%

Jarro	Concentração (mg/L)	Volume (mL)	pH	Turbidez (NTu)	Cor (UC)
01	2,0	2,0	7,75	1,32	21,6
02	4,0	4,0	7,62	1,24	20,2
03	6,0	6,0	7,63	1,48	18,3
04	8,0	8,0	7,58	1,53	19,6
05	10,0	10,0	7,58	1,31	21,3
06	12,0	12,0	7,58	1,48	21,5

Tabela 5: Resultados do Jar Test com Tanfloc® SL 0,2%

Jarro	Concentração (mg/L)	Volume (mL)	pH	Turbidez (NTu)	Cor (UC)
01	2,0	2,0	7,90	1,19	18,7
02	4,0	4,0	7,80	1,48	19,5
03	6,0	6,0	7,75	1,25	17,5

04	8,0	8,0	7,79	1,18	16,0
05	10,0	10,0	7,67	1,15	14,8
06	12,0	12,0	7,68	0,67	12,5

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos resultados das análises, ficou comprovado que o coagulante natural não altera significativa o pH da água bruta, o que ficou evidenciado pelos valores encontrados nas Tabelas 4 e 5. Portanto, trata-se de uma maneira de eliminar o consumo de produtos alcalinizantes, como o carbonato de sódio, que é utilizado atualmente na ETA.

A análise dos dados, permite concluir que o Tanfloc® SL 0,2 % se mostrou mais eficiente do que o Tanfloc® SG 0,2 %, pois o primeiro obteve as melhores remoções de cor e turbidez.

A concentração ideal de coagulante que melhor se adequa ao tratamento de água em estudo deve ser o jarro que apresentou menor valor de turbidez, resultando em uma água mais límpida. Neste ensaio de bancada foi o jarro nº 06 de Tanfloc® SL 0,2%, com concentração de coagulante igual a 12 ppm que apresentou o menor valor de turbidez.

O processo de coagulação gera flocos muito pesados (característica do produto), portanto tratamentos que são realizados por flotação podem ter problemas com o uso desse produto.

Os ensaios de *Jar Test* são muito úteis para a otimização do processo de tratamento de água para consumo, pois determina a dosagem ideal de produtos químicos a ser adotado no processo em escala real. Desta forma, é possível identificar e corrigir problemas que comprometam o processo de tratamento de água e buscar a condição operacional que resulte na melhor eficiência possível, considerando-se as características da água a ser tratada, com a aplicação de reagentes e controle dos parâmetros envolvidos no processo.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho foi possível avaliar em escala laboratorial (através do *Jar Test*), o uso do agente coagulante de origem orgânica a base de tanino. A solução de tanino oriunda da extração da solução da casca da acácia negra (*Acacia decurrens*) deve possuir os laudos de inocuidade, bem como a LARS – Laudo de Atendimento aos Requisitos de Saúde, a FISPOQ – Ficha de Segurança de Produto Químico e a CBRS – Comprovação de Baixo Risco à Saúde.

É essencial que a água final apresente conformidade com os parâmetros exigidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde.

Dentre os benefícios com o uso do tanino como agente coagulante, pode-se citar: redução dos riscos ambientais, aumento da eficiência dos filtros, menor geração de lodo, taxas de redução de cor aparente e turbidez da água bruta, além de evitar as paradas da ETA por alta turbidez da água bruta, muito comuns em épocas chuvosas com consequente diminuição das reclamações de falta de água.

Os principais riscos para a implementação desse projeto são que o tanino, por ser de origem orgânica, se decompõe na presença de cloro, portanto deve ser considerado nos projetos o deslocamento ou até mesmo a eliminação da pré-cloração quando da dosagem do produto em questão. Porém, a pós-cloração pode ser incapaz de suprir a dosagem do cloro residual especificado na saída do tratamento – considerando a remoção da pré-cloração, já que ela é uma restrição ao projeto.

Após conclusão dos estudos, há necessidade em verificar a disponibilidade deste produto dentro da demanda das estações de tratamento junto a Superintendência de Suprimentos e Contratações Estratégicas da Sabesp.

Os ensaios de bancada com o uso do *Jar Test* originaram relatórios dos testes simulando o tratamento da água. Desta forma serão feitas adequações da planta operacional na estação de tratamento de água para a aplicação do produto em escala real.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2017.
2. VIANNA, M. R. Hidráulica aplicada às Estações de Tratamento de Água. 5º Ed. Editora Imprimatur, 2014.
3. TANFLOC, Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico. TANAC S.A., Montenegro, RS, 2017.
4. RÄDER, S. A. Avaliação do uso de coagulante orgânico no tratamento de água potável para abastecimento público. Rio Grande do Sul, 2017.
5. SKOURONSKI, E.; NIERO, B. FERNANDES, M. ALVES, M. V. Estudo da aplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rio Tubarão, na cidade de Tubarão, SC. Rev. Ambiente e Água, v. 9 n. 4, Taubaté, 2014.
6. SOUZA, B. T. uso de taninos de espécies florestais no tratamento de água para abastecimento. Lavras. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras 2015.