

**I-053 - ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA SUBSTITUIÇÃO DO
SULFATO DE ALUMÍNIO POR SAIS DE ALUMÍNIO COM CADEIA
POLIMERIZADA NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO:
ESTUDO DE CASO ETA CASTELO BRANCO (RECIFE/PE)**

Simone Francisco da Silva ⁽¹⁾

Licenciada em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Especialista pela Faculdade Fransinetti do Recife (UFRPE/FAFIRE). Técnica Operacional – Especialidade Química da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA.

Bartholomeu Siqueira Júnior ⁽²⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/UFPE). Analista de Saneamento da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA.

Valderice Pereira Alves Baydum ⁽³⁾

Química Industrial pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestrado e Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/UFPE). Analista de Saneamento da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Dois Irmãos, 1012 - Apipucos – Recife - PE - CEP: 52071-440 - Brasil - Tel: (81) 3412-9976 - e-mail: simonesilva@compesa.com.br

RESUMO

A coagulação química é uma das etapas mais importantes de uma estação de tratamento de água, caso esta etapa de coagulação não tenha êxito, todas demais etapas ficarão prejudicadas. A coagulação consiste em adicionar um composto químico, coagulante, na água bruta aduzida a estação de tratamento de água e no mesmo instante promover, por meio de mistura rápida hidráulica ou mecanizada, a homogeneização da mistura. O objetivo da pesquisa foi verificar a viabilidade técnica de substituir o Sulfato de Alumínio (SAL) por Sulfato de Alumínio de cadeia polimerizada (SALP). Nesse estudo foram realizados ensaios de Jar Test na Estação de Tratamento de Água (ETA) Castelo Branco no Município de Recife/PE, sendo testadas diferentes dosagens com os coagulantes propostos, até conseguir remoção de cor e turbidez que atendessem aos padrões sugeridos pelo Ministério da Saúde. Os resultados desta pesquisa permitiram concluir que tecnicamente é possível a substituição do sulfato de alumínio pelo sulfato de alumínio de cadeia polimerizada, garantindo a mesma eficiência. A dosagem ótima encontrada para o Sulfato de Alumínio com cadeia polimerizada foi de 42 mg.L⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Água, Ensaios de Jarros, Coagulantes, Sulfato de Alumínio, Polímero.

INTRODUÇÃO

A água, embora indispensável ao organismo humano, pode conter determinadas substâncias, elementos químicos e microorganismos que devem ser eliminados ou reduzidos a concentrações que não sejam prejudiciais a saúde. A industrialização e o aumento populacional dos centros urbanos têm intensificado a contaminação dos mananciais, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido (FREITAS et al, 2001), tornando indispensável o tratamento da água destinada ao consumo humano.

O manancial é o componente de maior relevância do sistema de abastecimento de água, com influência direta na quantidade e qualidade da água a ser captada, tratada e distribuída. Embora as características físicas da água tenham importância relativamente pequena do ponto de vista sanitário, elas podem ser determinantes na escolha da tecnologia de tratamento ou condicionantes dos processos das operações nas estações de tratamento de água. A escolha inadequada da tecnologia adotada no projeto da estação de tratamento de água (ETA) acarreta sérios prejuízos à qualidade da água produzida (DI BERNARDO et al, 2002).

A partir de tal constatação, faz-se necessário que se investiguem em laboratório novas tecnologias, que permitam estudar as inúmeras possibilidades de se obter água em quantidade mantendo a qualidade e custos baixos.

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados no sentido da utilização de coagulantes poliméricos alternativos aos coagulantes químicos para a produção de água potável, visando à melhoria do processo, permitindo a redução do lodo gerado (Moraes, 2004).

A coagulação é um processo que consiste na desestabilização das partículas coloidais ou neutralização das moléculas de substâncias húmicas, através de dois fenômenos: o primeiro, essencialmente químico em que acontecem as reações do coagulante com a água e a formação de espécies hidrolisadas com carga positiva ou os precipitados do metal do coagulante usado; o segundo, fundamentalmente físico, consiste nos transporte das espécies hidrolisadas ou dos precipitados para que haja contato com as impurezas presentes na água, de maneira que formem aglomerados maiores, os quais podem ser removidos nas unidades seguintes (Di BERNARDO e SABOGAL PAZ, 2008).

O ensaio de jarros, também denominado de Jar Test, é de grande importância para reprodução do tratamento de água convencional em escala de laboratório. A partir deste teste é possível simular a coagulação, floculação, decantação e filtração, etapas de uma ETA convencional. Com os ensaios de Jar Test é possível determinar a dosagem ótima dos produtos químicos. Ao variar a dosagem de produto químico em todos os jarros são obtidos resultados diferentes, que posteriormente analisados definirão qual dosagem obteve uma maior eficiência no processo de tratamento da ETA.

O presente trabalho trata-se de um estudo de viabilidade técnica que consiste em verificar a possibilidade da substituição do sulfato de alumínio (SAL) pelo Sulfato de Alumínio com cadeia polimerizada (SALP) na Estação de Tratamento de Água (ETA) Castelo Branco, ETA convencional com capacidade nominal de 4000 L/s localizada em Recife- PE, otimizando a dosagem de coagulante possibilitando uma maior eficiência de remoção de turbidez da água decantada.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA-PE).

MATERIAIS E MÉTODOS

EQUIPAMENTOS E PRODUTOS UTILIZADOS

Os ensaios foram realizados na ETA Castelo Branco – Recife/PE, a captação de água da ETA é realizada em cinco mananciais: Castelo, Tiúma, Goitá, Tapacurá e Duas Unas, totalizando uma vazão de 2665 L/s, podendo chegar a 4000 L/s. As captações de água bruta da ETA Castelo Branco estão localizadas em sua maioria da Bacia do Capibaribe e no Grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 2 – GL 2 (COMPESA, 2010). Para a execução dos ensaios foram utilizados os equipamentos apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Descrição dos equipamentos.

Análise	Equipamento	Modelo/Fabricante
Coagulação	Jar Test	Etick
Turbidez	Turbidímetro	Hach 2110 P
pH	Kit pH	17N Hach

Foi feita caracterização da água do manancial no laboratório químico da ETA conforme Tabela 2 e realizados ensaios de Jar Test para definir a dosagem ótima dos coagulantes estudados: sulfato de alumínio (SAL) e sulfato de alumínio polimerizado (SALP), conforme procedimentos recomendados por Di Bernardo et al. (2002).

A água bruta da ETA Castelo Branco apresentou as seguintes características físico-químicas:

Tabela 2: Características físico-químicas da água bruta.

Parâmetros	Resultado
Cor (uC)	233
Turbidez (NTU)	48
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	67,9
pH	7,5

Na Tabela 3 são apresentadas as especificações técnicas dos produtos químicos utilizados neste trabalho.

Tabela 3: Especificações técnicas.

Parâmetro	SAL	SALP-A	SALP-B	SALP-C	SALP-D	SALP-E	SALP-F
Densidade g.cm ⁻³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Teor mínimo em Al ₂ O ₃ %	14	8,26	8,26	8,26	8,26	8,26	8,26
Teor máximo de Fe ₂ O ₃ %	2,5	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Homopolímero acrílico catiônico	-	++	++	+++	++++	++++	+++++
Poliamina catiônica	-	++	+++	+++	+++	++++	+++++

O produto SAL é fornecido a 50% e o SALP a 100%.

ENSAIO NO EQUIPAMENTO JAR TEST

Para a realização destes ensaios foram definidas diferentes dosagens, conforme apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Dosagens utilizadas no Jar Test para os coagulantes utilizados.

Produto Químico	Dosagem analisada (mg/L)
SAL	34, 36, 38, 40, 42, 44
SALP-A	47, 49, 51, 53, 55, 57
SALP-B	40, 42, 44, 46, 48, 50
SALP-C	30, 35, 40, 45, 50, 55
SALP-D	38, 40, 42, 44, 46, 48
SALP-E	35, 40, 45, 50, 55, 60
SALP-F	42, 44, 46, 48, 50, 52

As soluções do coagulante SAL e demais SALP foram preparadas a 2%, utilizando jarros de 2L. Os tempos de contato nos jarros e velocidades de rotação das pás de mistura foram realizados conforme mostra a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 – Condições de mistura no Jar Test

Operação	Tempo (s)	Gradiente (s ⁻¹)
Mistura rápida	10	800
Floculação (1ª)	1200	25
Floculação (2ª)	1200	12
Decantação	360	0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no equipamento de Jar Test empregando os produtos químicos como coagulantes são apresentados a seguir:

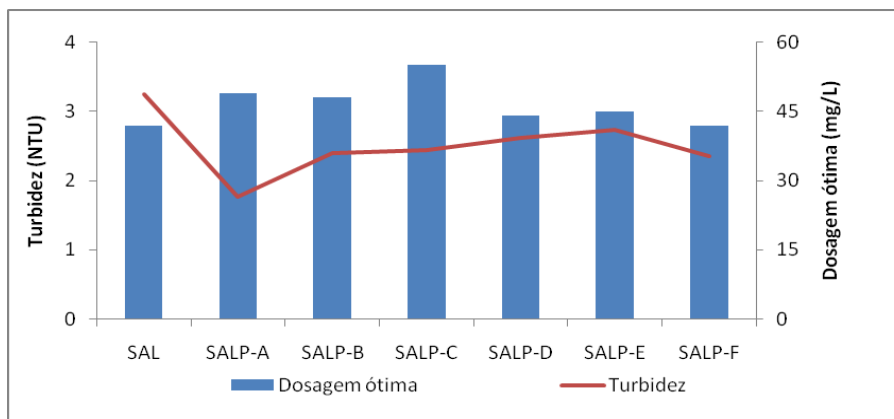


Figura 1: Resultado da turbidez da água decantada em função da dosagem dos coagulantes testados.

Os resultados mostraram que os sais de alumínio com cadeia polimerizada apresentaram resultados de turbidez para água decantada abaixo de 3NTU, melhores que o ensaio com o sulfato de alumínio líquido, chegando a uma diferença de até 46% de redução em relação à turbidez obtida com SAL.

Embora as dosagens de SALP tenham sido iguais ou maiores que as do SAL, o produto SALP é fornecido a 100% o que pode tornar a aplicação mais econômica mesmo com dosagens maiores.

Macedo (2009) conseguiu redução na dosagem com sais de alumínio polimerizados com economia relativa de 25% comparado ao sulfato de alumínio ferroso e Anjos et al (2011) conseguiram remoção satisfatória de turbidez com 12 mg/L de sais de alumínio polimerizados comparado ao Policloreto de alumínio.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado conclui-se que:

- A substituição do sulfato de alumínio pelos sais de alumínio com cadeia polimerizada é tecnicamente viável;
- Faz-se necessário um estudo de viabilidade econômica e testes em escala real para verificar a reprodutibilidade do resultado;
- O SALP-F apresentou dosagem equivalente ao SAL (42 mg/L), com resultado de turbidez menor, sendo uma possibilidade para substituição do coagulante sulfato de alumínio no tratamento de água na ETA de Castelo Branco;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. Ensaios de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos. RIMA, p. 17 – 117, 2002
2. DI BERNARDO, L.; SABOGAL PAZ, L P. Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água. São Carlos. Editora LDIBE LTDA, p. 17 – 120, 2008.
3. COMPESA – COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Capibaribe: Tomo I - diagnóstico hidroambiental volume 02/03 / Projetos Técnicos. Recife, 197p, 2010.
4. ANJOS, A.; ALMEIDA, B.; NORMANDIA, C.; OLIVEIRA, F.S. Estudo da arte da coagulação, com utilização do coagulante a base de sais de sulfato com cadeias poliméricas – estudo de caso DESO

- (unidade de negócios de Lagarto). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 26^o, Porto Alegre, RS, 2011.
5. MACEDO, J.A.B. Coagulante a base de sais de sulfato com cadeias. Poliméricas (QCS3852). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES 25^o, Recife, PE, 2009.
 6. FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M. & ALMEIDA, L. M. Importância da Análise de Água para a Saúde Pública em duas Regiões do Estado do Rio de Janeiro, mai-jun, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, p.651-660. 2001.
 7. MORAES, L. C. K. Estudo da coagulação e ultrafiltração para produção de água potável. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.