

I-142 – OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÁGUA NA ETA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DO RIO DE JANEIRO (AIRJ) COM VISTAS A REDUÇÃO DOS SEUS CUSTOS GLOBAIS

Nayane Alves Pereira dos Santos⁽¹⁾

Engenheira Ambiental formada na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Iene Christie Figueiredo

D.Sc. em Engenharia Ambiental, Profª. Assistente do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica – UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente. Centro de Tecnologia, Bloco D – Sala 202, Cidade Universitária – Rio de Janeiro, RJ – CEP: 21.949-900 – Brasil - Tel.: +55 (21) 2562-7982. Fax: +55 (21) 2562-7994 - e-mail: nayanealves@poli.ufrj.br

RESUMO

Este trabalho visa avaliar o desempenho de diferentes produtos químicos na coagulação da água produzida na ETA do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro com vistas à redução dos seus custos. Para alcançar este objetivo, foi feito uma análise prévia do consumo de água no AIRJ. Foram feitos testes de jarros para determinar qual produto ou qual combinação de produtos resultaria em um melhor tratamento por menores custos. Dentre os produtos testados estão o sulfato de alumínio, policloreto de alumínio (PAC), Tan Floc SG, Tan Floc SL e Cal. Nestes testes também foram levados em consideração a quantidade de lodo que cada produto gerou. Foram analisados os resultados e assim determinou-se que a combinação de sulfato de alumínio com Tan Floc SG possibilita uma melhor coagulação da água bruta encontrada nos poços. A redução dos custos com a potabilização da água oriunda de fonte alternativa, associada à ampliação da produção da ETA, os gastos do AIRJ com a concessionária pública deverão sofrer drástica redução.

PALAVRAS-CHAVE: Fonte Alternativa de Água, Consumo de Água, Potabilidade, Teste de Jarros.

INTRODUÇÃO

O aeroporto internacional do Rio de Janeiro possui uma população fixa maior do que a de 75% dos municípios brasileiros (IBGE, 2007), o que implica num significativo consumo de água. Este consumo alcança valores mensais médios de 95.000 m³, equivalente a uma população de aproximadamente 30.000 habitantes (população fixa + flutuante).

Os usos consuntivos são devidos as mais variadas atividades, tais como: limpeza de pista, abastecimento de bacias sanitárias, refrigeração da torre de resfriamento e consumo humano. Dentre estas é possível identificar as que requerem água potável, como o consumo e higiene humanos, e outras que não exigem o atendimento estrito da Portaria 518/2004, como abastecimento da torre de refrigeração.

Dada a elevada demanda de água foi realizado em 2008 um estudo hidrogeológico do sítio aeroportuário que embasou a implantação de um sistema de exploração de água subterrânea. Foram perfurados 12 poços rasos (profundidade máxima de 10,0 m) ao longo do eixo viário principal do aeroporto. A capacidade de exploração estimada é de 35.000 m³/mês, sendo o volume captado encaminhado para a ETA Galeão.

A ETA Galeão é uma estação compacta que realiza o tratamento convencional da água, e contempla ainda unidades de aeração (pré-tratamento) e filtro de carvão ativado (pós-tratamento), com o objetivo de remover ferro e sabor caracteristicamente presentes na água bruta.

Atualmente a água tratada nesta estação atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. No entanto, em função do decreto 40.156 ainda vigente no estado do Rio de Janeiro, esta água não pode ser utilizada para fins potáveis por ser proveniente de fonte alternativa. Sendo assim o volume produzido na ETA é apenas utilizado para fins não potáveis.

Dada a perspectiva de revogação deste decreto, este trabalho pretende avaliar a utilização da água potabilizada na ETA Galeão, que representa 33% do consumo total do aeroporto, contando com o abastecimento da concessionária apenas para suprir o restante da demanda.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com intuito de garantir a produção de água potável sanitariamente segura e economicamente viável, dez testes de jarro foram conduzidos em laboratório para avaliar o desempenho de diferentes produtos químicos aplicados como coagulantes e/ou floculantes. Os produtos testados foram: sulfato de alumínio, associado ou não ao coagulante à base de tanino; policloreto de alumínio (PAC); coagulante à base de tanino, utilizado como coagulante primário e auxiliar. Os primeiros testes objetivaram avaliar os produtos separadamente para determinar a concentração ótima de cada um deles. Depois foi realizado um teste comparativo entre as dosagens/produtos que apresentaram os melhores resultados na clarificação da água bruta. As avaliações e conclusões deste trabalho consideraram a capacidade máxima de produção da ETA Galeão, que é de 80m³/h ou 57.600m³/mês.

ESTUDOS EM LABORATÓRIO

Para a realização dos testes foram coletados 50L de água bruta dos poços do AIRJ. A amostra de água foi coletada no dia precedente ao ensaio e transportada em dois galões até o laboratório. Para dar início ao ensaio a água foi homogeneizada para então abastecer os jarros de teste. Este procedimento teve a finalidade de manter a água de todos os jarros com as mesmas características. Esta rotina foi repetida em todos os dias de ensaios.

Material utilizado:

- Equipamento de Jar test
- Balão volumétrico 1 l
- Balão volumétrico 500ml
- Balão volumétrico 100ml
- Pipeta graduada
- Potenciômetro
- Cronômetro
- Espectrofotômetro

As condições utilizadas para os testes consideraram o primeiro minuto para mistura rápida (rotação de 120 rpm), os 5 min seguintes destinados a mistura lenta (rotação de 40 rpm). Completado o período de mistura, as pás eram desligadas para que as condições de repouso por 20 min garantissem a decantação da água. Nesta etapa foram extraídas amostras a cada 4 min para analisar pH, turbidez e cor.

RESULTADOS DA ETAPA

Neste trabalho serão apresentados os resultados dos testes citados anteriormente levando em consideração a qualidade da água tratada, desempenho dos produtos químicos, e custos destes. É importante ressaltar que, como as amostras de água bruta foram coletadas em dias diferentes, estas apresentaram variação em sua qualidade.

No primeiro dia de coleta a cor encontrada foi de 365 UH e a turbidez de 56 NTU. Já a segunda amostra bruta apresentou cor equivalente a 324 UH e a turbidez de 46 NTU. Na terceira amostra foram determinadas 519 UH para cor e 86 NTU para turbidez. Esta deterioração da qualidade da última amostra pode ser justificado por uma chuva atípica que ocorreu dias antes da coleta da água.

Foram considerados resultados satisfatórios aqueles que atingiram, após a decantação do teste de bancada, uma turbidez inferior a 5 NTU. Neste caso torna-se possível atender a exigência da portaria 518 procedendo-se a filtração sem que haja sobrecarga desta unidade.

Os primeiros testes, cujos resultados foram insatisfatórios tanto para o PAC como para o sulfato de alumínio, apontaram para necessidade de se corrigir o pH da água bruta com a aplicação de cal. Numa segunda fase de

ensaios foi feita a verificação da dosagem ideal de cal para que se atingisse um pH entre 8,5 e 9 (faixa indicada para os produtos testados). Neste caso, a concentração ideal encontrada foi 60 mg/l, atingindo um pH de 8,78.

Com a correção prévia do pH, o sulfato de alumínio formou flocos em todos os jarros, mas a maior dosagem (100 mg/L) foi a que resultou em melhor qualidade da água clarificada (2 NTU). A aplicação de PAC proporcionou a formação de flocos em todos os jarros, porém os melhores resultados foram obtidos com as concentrações de 50 mg/l e 60 mg/l que, após 20 minutos de decantação, alcançaram um resultado de turbidez de 10 NTU.

Os testes de jarros conduzidos com o Tan Floc SL não apresentaram bons resultados em relação a turbidez. As concentrações aplicadas, que variaram de 3 a 7 mg/L, não foram suficientes para um bom tratamento. Foi realizado um teste comparativo entre o Tan Floc SL e Tan Floc SG, ambos sob a dosagem de 15 mg/l e diluição de 0,1%, com o objetivo de identificar qual Tan Floc teria uma maior afinidade com a água. Neste ensaio o Tan Floc SG apresentou melhor desempenho. Para este produto, a água clarificada alcançou uma turbidez de 8 NTU quando aplicado a dosagem de 35 mg/L.

Como pode ser observado na Tabela 1, a aplicação do Tan Floc em solução mais diluída alcançou melhores resultados na remoção de turbidez pois, devido a viscosidade deste produto, a maior diluição favorece às reações de neutralização.

Tabela 1: Diluição do Tan Floc SG alterando a eficiência do tratamento

Tan Floc SG				
Diluição	Concentração	Turbidez da Água Bruta (NTU)	Tempo de decantação (min)	Turbidez da Água Tratada (NTU)
0,1%	15mg/l	56	10	12
1%l	15mg/l	46	12	22

Novos testes foram conduzidos associando o sulfato de alumínio, aplicado como coagulante, e o Tan Floc SG, atuando como auxiliar de floculação. Como nos demais testes, o pH foi previamente corrigido com cal. Este teste apresentou excelentes resultados, proporcionando turbidez do clarificado inferior a 10 NTU para todas as dosagens testadas.

O último ensaio foi feito com os melhores resultados obtidos em todos os ensaios anteriores, sendo os jarros dispostos da seguinte maneira: (**Jarro 1**) 100 mg/L de sulfato de alumínio; (**Jarro 2**) 70 mg/L de PAC; (**Jarro 3**) 25mg/L de sulfato de alumínio + 10 mg/L de Tan Floc SG; (**Jarro 4**) 40 mg/L de Tan Floc SG a 0,1%; (**Jarro 5**) 40 mg/L de Tan Floc SG a 1%; (**Jarro 6**) 15 mg/L de Tan Floc SG a 0,1%. Os jarros 1, 2 e 3 sofreram correção prévia do pH com a adição de 60 mg/L de cal.

Após o período de mistura rápida e lenta, o Jarro 3 apresentava flocos mais bem formados. Aos 20 min de decantação os três primeiros jarros já apresentavam uma boa clarificação na água. Os dois últimos jarros apresentavam uma turbidez visualmente ainda muito elevada. Os resultados de turbidez obtidos estão representados na Figura 1, que reúne todos os melhores resultados obtidos no tratamento desta água.

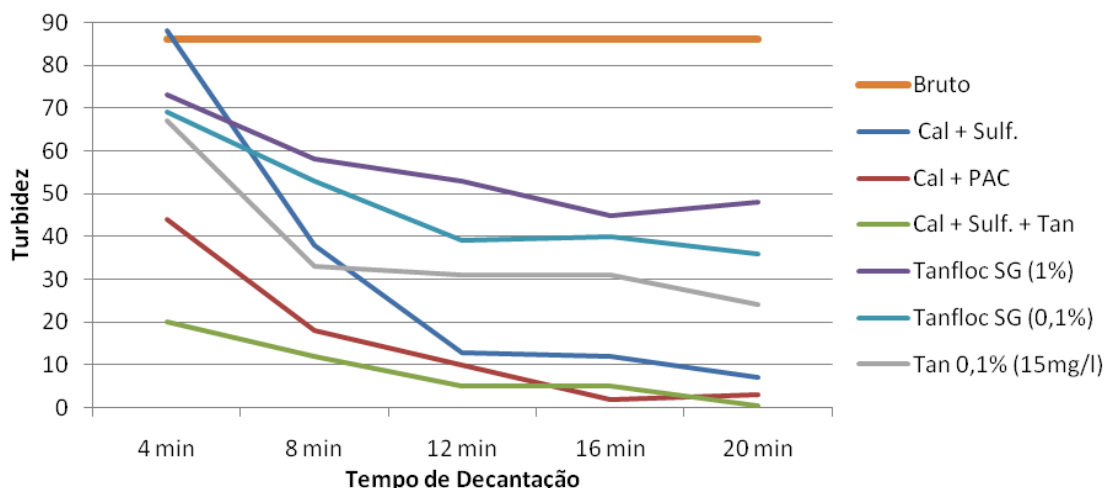


Figura 1: Gráfico com os melhores resultados de Turbidez

A última parte dos testes consistiu em determinar a quantidade de lodo que cada produto químico produziu, comparando com a eficiência de tratamento da fase líquida. Para isso foi feito o ensaio de Cone Imhoff com todos os produtos testados no ensaio descrito anteriormente. Na Figura 1 observa-se que os três primeiros jarros apresentaram uma boa clarificação. Ao cruzar esta informação com a quantidade de lodo gerado (Figura 2), foi possível verificar que o emprego do PAC ou da combinação sulfato de alumínio + Tan Flocc SG geraram um lodo mais adensado. O emprego do Tan Flocc SG como coagulante, apesar de produzir um menor volume de lodo, não conferiu boa clarificação à água.

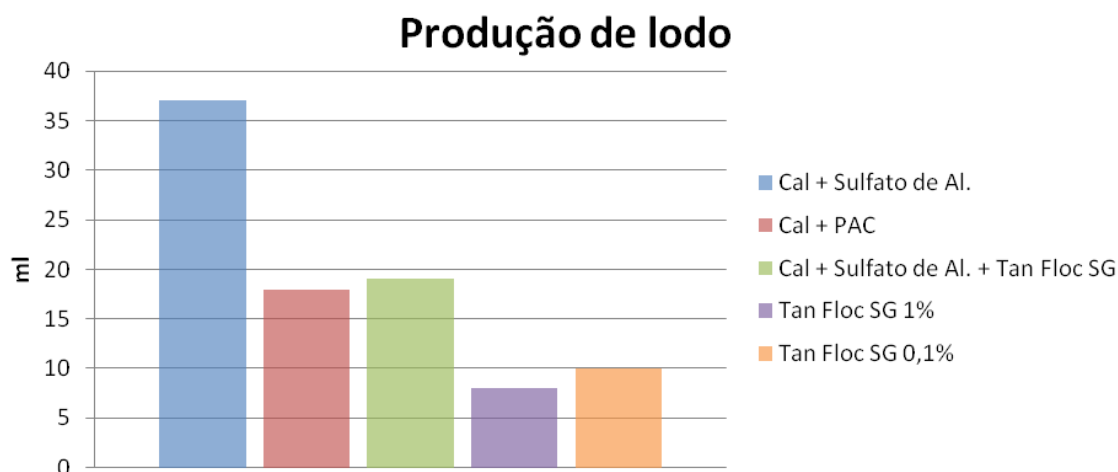


Figura 2: Resultados do teste cone Imhoff

A associação de sulfato de alumínio com Tan Flocc SG promoveu uma redução de cerca de 50% no volume de lodo gerado quando comparado à aplicação de sulfato de alumínio sem uso de produto auxiliar. Deste modo, espera-se que, ao dobrar a produção de água da ETA, não será necessário ampliar a área de secagem do lodo.

A Tabela 2 apresenta uma análise de custos mensais estimados para aquisição de produtos químicos, considerando as combinações estudadas anteriormente. Nela estão discriminadas a variação de qualidade das amostras de água bruta ensaiadas. Destaca-se que os custos finais encontrados consideraram os valores praticados no mercado atualmente.

Tabela 2: Resumo dos resultados e os custos mensais para aquisição de produto químico.

Produtos	Concentrações (mg/l)	Turbidez* na faixa de 46 a 56 (NTU)	Turbidez* igual a 86 (NTU)	Custo por Produto/mês	Custo Total (com Cal)
Sulfato de Alumínio + Cal (60mg/l)	100	2	7	R\$ 10.368,0	R\$ 12.407,0
	50	7	NE	R\$ 5.184,0	R\$ 7.223,0
PAC + Cal (60mg/l)	70	NE	3	R\$ 8.467,2	R\$ 10.506,2
Sulfato de Alumínio	15	NE	2	R\$ 1.555,2	R\$ 4.832,6
Cal	60			R\$ 2.039,0	
Tan Floc SG	10			R\$ 1.238,4	
Tan Floc SG	15 (0,1%)	12	24	R\$ 1.857,6	R\$ 1.857,6
	35 (1%)	8	NE	R\$ 4.334,4	R\$ 4.334,4
	40 (0,1%)	NE	36	R\$ 4.953,6	R\$ 4.953,6

* Turbidez da água bruta

NE: ensaio não executado.

De acordo com esses resultados pode-se observar que a combinação de cal + sulfato de alumínio + Tan Floc SG consegue atender ao binômio 'qualidade da água clarificada' e 'custo'.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a combinação de sulfato de alumínio (15 mg/L) e Tan Floc SG (10 mg/L), com correção prévia do pH da água com a adição de 60 mg/L de Cal, apresentou o melhor resultado de clarificação da água afluyente à ETA Galeão.

O produto Tan Floc SG apresenta melhor desempenho na coagulação quando utilizado sob maior diluição. Na prática, maiores diluições devem considerar a necessidade de ampliação da área de preparo das soluções na ETA.

Ao analisar a produção de lodo, a combinação cal + sulfato de alumínio + Tan Floc SG apresentou melhor resultado no teste Cone Imhoff, estabelecendo a melhor relação entre a clarificação e o adensamento do lodo. Esta consideração também é válida para o PAC. O pior desempenho foi observado para o sulfato de alumínio, que gerou a maior quantidade de lodo dentre todos os produtos testados. Além disso, este contém resíduos de alumínio devido à sedimentação do coagulante.

Ao se comparar os resultados apresentados pela utilização apenas do sulfato de alumínio (100 mg/L) e da combinação cal + sulfato de alumínio + Tan Floc, pode-se verificar que a adoção desta pode promover uma redução de 48% do volume de lodo produzido e 85% da quantidade de coagulante à base de alumínio aplicada.

Analisando os custos isoladamente conclui-se que o Tan Floc SG é a melhor opção. Porém, ao relacionar os custos com a eficiência de tratamento e com a produção de lodo verifica-se que a combinação de cal com sulfato de alumínio (15 mg/l) e com Tan Floc SG (10 mg/l) apresenta a melhor relação custo/benefício (gasto mensal estimado em R\$ 4.832,6).

Adotando-se esta nova composição de dosagem de produtos químicos é possível reduzir em 41% os gastos atuais da ETA Galeão com aquisição de produtos químicos (R\$ 8.259,80/mês). Considerando-se que aquela estimativa foi feita para a capacidade máxima de produção da ETA, e que atualmente esta estação trata apenas 50% de sua capacidade nominal, pode-se concluir que para esta combinação de produtos proposta seria necessário investir apenas R\$ 500,00 em relação à despesa atual para dobrar a produção da ETA.

Ao produzir 57.600 m³/mês de água (capacidade nominal), a ETA passa a ser responsável pela produção de 60% da água requerida pelo sítio aeroportuário, resultando em uma economia mensal de aproximadamente R\$691.000,00.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências.
2. BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.
3. DI BERNARDO, L; DI BERNARDO, A; CENTURIONE FILHO, P. L. Ensaios de tratabilidade de água e de resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos-SP : Rima, 2002. 236p.
4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem populacional de 5.564 municípios brasileiros em 2007.
5. JORDÃO, Eduardo Pacheco. Tratamento do Esgoto Doméstico. 3ª ed. Rio de Janeiro, ABES, 1995. 528p.
6. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n. 518/2004. Brasília, Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28p.
7. RICHTER, C. A., Água: Métodos e tecnologias de tratamento. São Paulo, Blucher, 2009.
8. RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 40.156, de 17 de outubro de 2006. Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para a regularização dos usos de água superficial e subterrânea, bem como, para ação integrada de fiscalização com os prestadores de serviço de saneamento básico, e dá outras providências.
9. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 'Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2008'. Brasília, Ministério das Cidades, 2010. 408p.
10. VIANNA, Marcos Rocha. Casas de química para estações de tratamento de água. Belo Horizonte : Imprimatur Artes, 2001. 190p.
11. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte : Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade federal de Minas Gerais, 2005. 452p.