



I-034 - USO DO CLORETO DE POLIALUMÍNIO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - GUARAÚ

Érika Gislene Padilha da Silva⁽¹⁾

Técnica de Saneamento e com formação em Química. Trabalha na Sabesp desde 2002, atua como Técnica em Sistema de Saneamento na ETA Guaraú.

Simone Gonçalves Nascimento⁽²⁾

Química com especialização em Engenharia de Saneamento Ambiental. Trabalha na Sabesp desde 1992, atua como Químico no Apoio a operação da ETA Guaraú há 7 anos.

José Henrique da Silva Oliveira Aguiar⁽³⁾

Químico com especialização em Engenharia de Saneamento Ambiental. Trabalha na Sabesp desde 1980, atua como Químico no Apoio a operação da ETA Guaraú há 15 anos.

Newton Shindo⁽⁴⁾

Químico, trabalha na Sabesp desde 1981, atua como Encarregado de Sistema Tratamento de Água na operação da ETA Guaraú.

Marco Antonio Portella de Gino⁽⁵⁾

Técnico em Química. Trabalha na Sabesp desde 1988, atua como Técnica em Sistema de Saneamento na ETA Guaraú.

Endereço⁽¹⁾: Estrada da Santa Inês, Km02 s/n – Jardim Pedra Branca – São Paulo – SP – CEP 02639-000 – Brasil – Tel: +55 (11) 2231-0311 – Fax: +55 (11) 2232-3481 – e-mail: egsilva@sabesp.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o policloreto de alumínio como alternativa de coagulante no processo de coagulação da ETA Guaraú. Atualmente, a busca por alternativas de material de tratamento tornou-se primordial no alcance do melhor desempenho do processo e qualidade da água a ser distribuída para a população da RMSP. O produto químico de maior consumo no tratamento de água da ETA Guaraú é o coagulante. Assim, é importante que haja alternativas que mantenham a qualidade da água tratada com custos cada vez menores.

PALAVRAS-CHAVE: Cloreto de polialumínio, coagulante, ETA Guaraú.

INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Água – ETA Guaraú faz parte do Sistema Cantareira, o qual é formado pela junção dos Rios Jaguari, Jacaré, Cachoeira, Atibainha e Juqueri. Estes são classificados, de acordo com a Resolução 20 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA de 1986, como classe 2.

A ETA Guaraú tem capacidade nominal de tratamento de 33,0 m³/s de água, chegando a picos de 37,0 m³/s e é responsável por aproximadamente 48% da produção Metropolitana.

É uma estação de tratamento de água, que utiliza a tecnologia de Tratamento Convencional, e tem como etapas do processo: coagulação, floculação, sedimentação, filtração rápida, desinfecção e fluoretação.

OBJETIVO DO TRABALHO

Estudar o desempenho do processo, utilizando Cloreto de Polialumínio (PAC), como coagulante, na Estação de Tratamento de Água do Guaraú.

Viabilizar a sua utilização como coagulante alternativo, mantendo a qualidade da água tratada dentro dos padrões de potabilidade. Visando redução de custo e de dosagem de coagulante.

METODOLOGIA UTILIZADA

Realização de testes em escala de laboratório (bancada) e piloto, o teste em escala real ocorreu durante o mês de fevereiro de 2008. Posteriormente passamos a alterar o uso do PAC e Sulfato de Alumínio em função da capacidade de fornecimento do PAC, e posteriormente em função dos preços dos coagulantes disponíveis no mercado.



CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Historicamente a ETA Guaraú utiliza como coagulantes sais à base de alumínio e esporadicamente a base de ferro dependendo da qualidade da água bruta. Por vezes são utilizados os dois coagulantes combinados (rabo de galo) na proporção de 70 e 30% respectivamente.

Recentemente, após a realização de testes em escala de laboratório e piloto, passamos a utilizar o Cloreto de Polialumínio (PAC) como mais um coagulante alternativo, mantendo a qualidade da água tratada dentro dos padrões de potabilidade.

Em janeiro de 2008, após contato com a área responsável pela aquisição do produto, combinamos a entrega de uma quantidade suficiente do coagulante para efetuarmos o teste em escala real. O teste ocorreu durante o mês de fevereiro, porém, nos últimos dias do teste fomos informados que o fornecedor não teria condições de suprir a demanda da ETA Guaraú e, faltando 1 dia para o final do mês passamos a aplicar o PAC em conjunto com Sulfato de Alumínio. Posteriormente passamos a alterar o uso do PAC e Sulfato de Alumínio em função da capacidade de fornecimento do PAC.

Cronograma de dosagens:

- de 01/01/2008 a 15/01/2008 - Sulfato de Alumínio
- de 16/01/2008 a 24/01/2008 Teste com PAC
- de 25/01/2008 a 27/02/2008 – PAC
- de 28/02/2008 a 31/03/2008 - Uso combinado (PAC + Sulfato de Alumínio)
- de 01/04/2008 a 14/05/2008 – PAC
- de 15/05/2008 a 17/06/2008 - Sulfato de Alumínio
- de 18/06/2008 a 30/06/2008 – PAC.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados os gráficos que permitem a comparação entre os tipos e dosagens de coagulantes e turbidez média das águas bruta, coagulada, decantada e final.

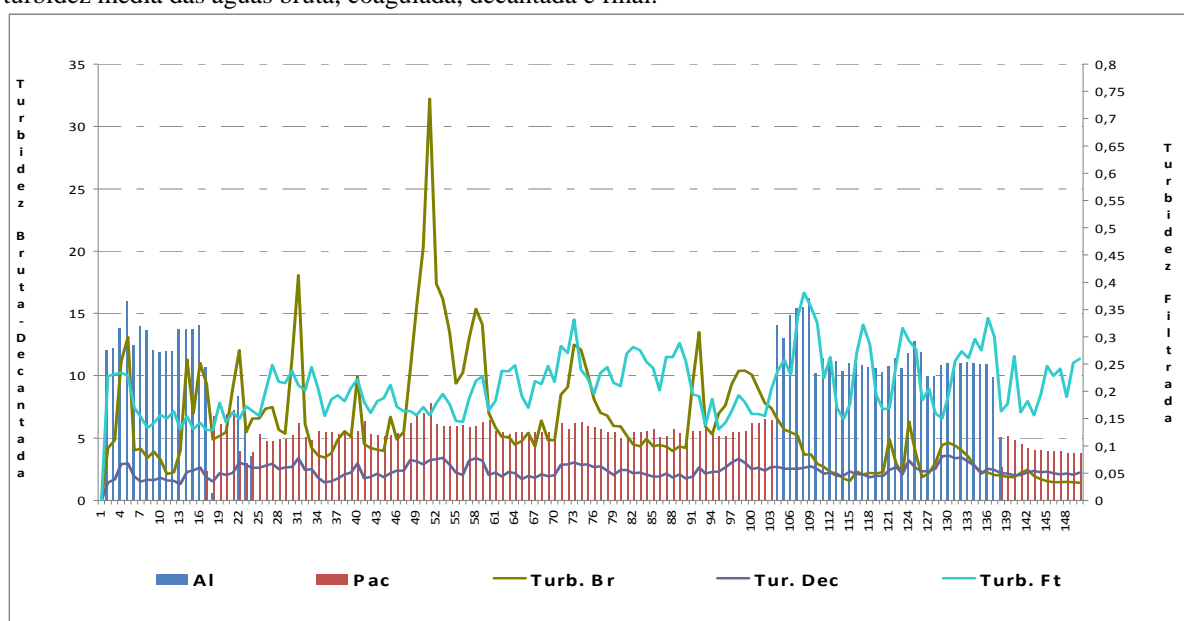


Figura 1 – Variação da turbidez média em função da variação das dosagens de Coagulantes

Analisando a figura 1 percebe-se que não houve variação significativa na turbidez das águas decantada e filtrada em função da alteração do tipo de coagulante.

Porém, observando-se a tabela 1 e em seguida a figura 2: valores médios de turbidez da água bruta em comparação com as dosagens aplicadas, verificamos que o uso do PAC nestas situações acarreta menor intervenção nas dosagens.



Tabela 1 – Valores médios de turbidez x dosagens médias

		Dosagens (mg/L)	Turbidez Água Bruta (UNT)
Sulfato de Alumínio 1 a 15 de Janeiro	Valores Médios	9,49	2,46
PAC 1 de Abril a 13 de Maio	Valores Médios	5,68	9,51
PAC 1 a 15 de Janeiro	Valores Médios	5,63	6,85
Sulfato de Alumínio 15 de Maio a 17 de Junho	Valores Médios	11,63	3,29
PAC 18 a 30 de Junho	Valores Médios	4,17	1,74

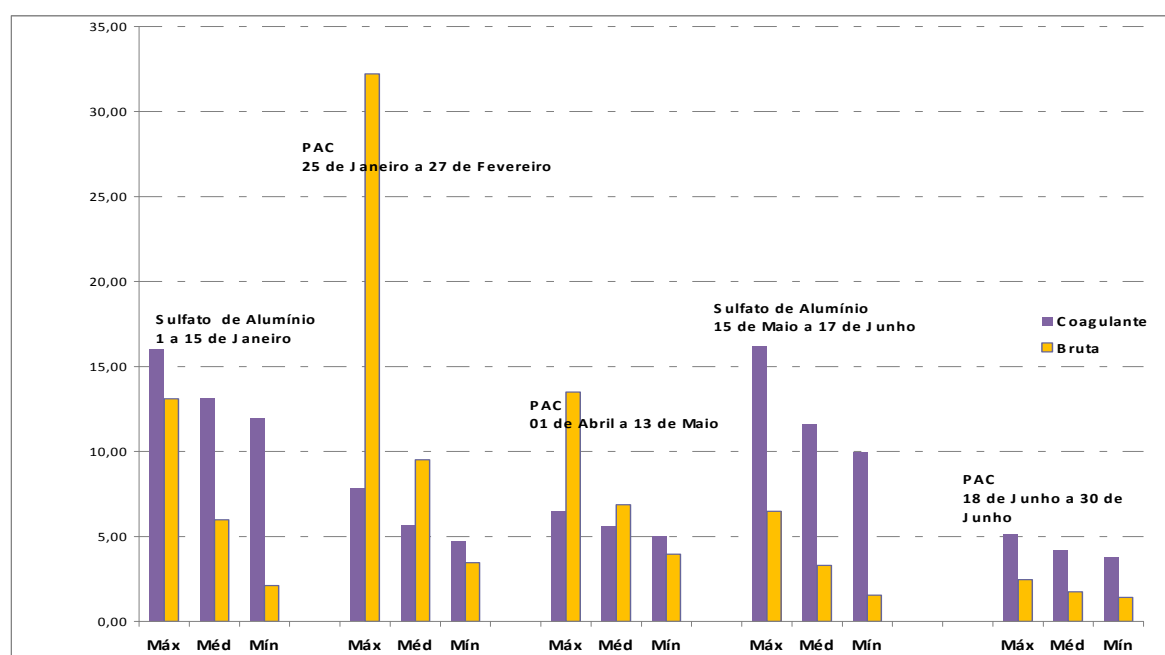


Figura 2 – Variação da turbidez média da água bruta em função da variação das dosagens de Coagulantes

A figura 3 apresenta a variação da carreira média de filtração e o volume gasto com lavagem dos filtros. Percebe-se que a dosagem do coagulante PAC é menor que a dosagem de sulfato de alumínio e não houve variação significativa na carreira de filtração e volume gasto na lavagem dos filtros.

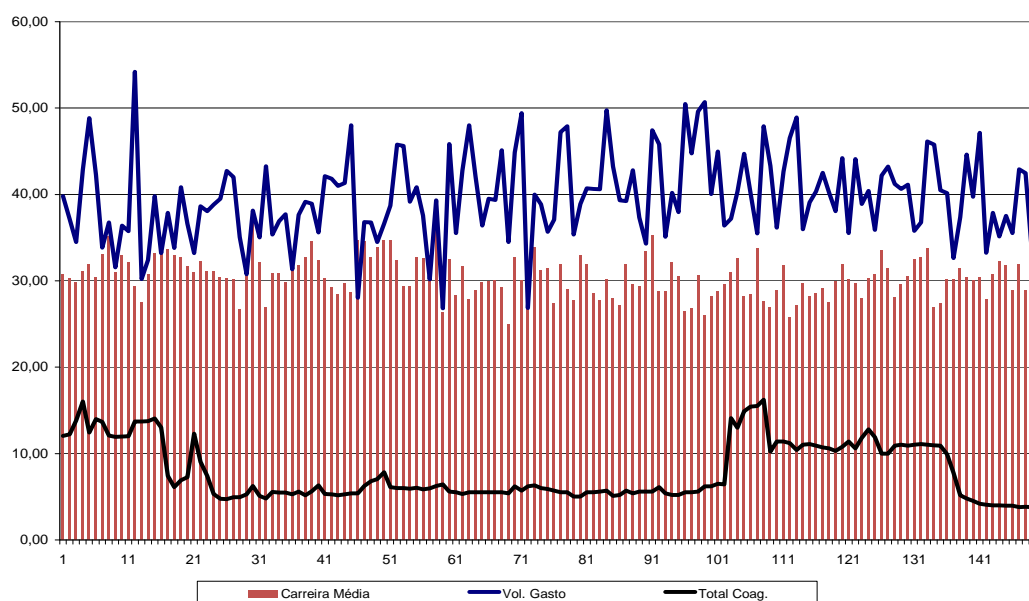


Figura 3 - Variação da carreira média de filtração (horas) e o volume gasto diariamente com lavagem dos filtros (vezes 1000 m³).

O gráfico apresentado a seguir mostra a variação da dosagem de cal em função da alteração do tipo de coagulante. Percebe-se a redução da dosagem de cal em aproximadamente 1,5 mg/L (cerca de 20%). É importante ressaltar que o uso do PAC torna desnecessária a aplicação de cal na pré alcalinização o que minimiza o risco de variação do pH de coagulação.

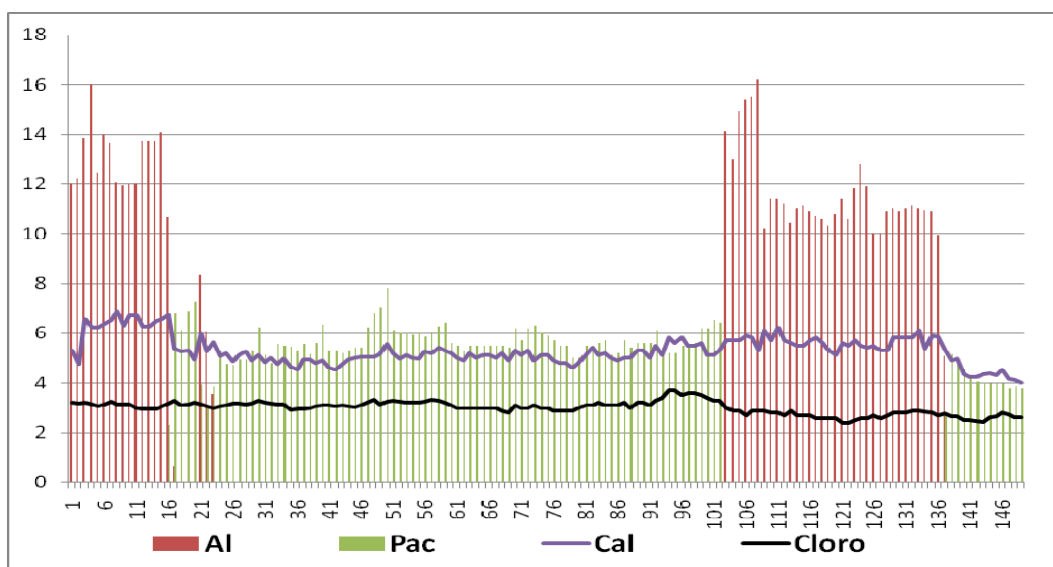


Figura 4 - Variação da dosagem de cal em função da alteração do tipo de coagulante

Legenda pontos gráfico:

Pontos 1-15 => 01/01/2008 a 15/01/2008 - Sulfato de Alumínio

Pontos 16-24 => 16/01/2008 a 24/01/2008 Teste com PAC

Pontos 25-58 => 25/01/2008 a 27/02/2008 – PAC

Pontos 59-102 => 01/04/2008 a 14/05/2008 – PAC

Pontos 103-136 => 15/05/2008 a 17/06/2008 - Sulfato de Alumínio

Pontos 137-150 => 18/06/2008 a 30/06/2008 – PAC

Nota: No período de 28/02/2008 a 31/03/2008 utilizou-se (PAC + Sulfato de Alumínio). Os dados não foram inseridos, pois não faz parte do estudo.



PRODUÇÃO DE LODO

Para permitir a comparação na produção de lodo com o uso dos dois coagulantes foi utilizada a fórmula proposta pela WRC – Water Research Center .

Matéria seca lodo/ m³ água (kg/m³)

$$P = (1,2 * T + 0,07 * C + k * D + A) * 10^{-3}$$

T: turbidez (UT)

C: cor (UC)

D: dosagem do coagulante (mg/L)

Quantidade lodo seco/ dia (kg/dia):

$$W = 86400 * P * Q$$

k: coeficiente de precipitação

k = 0,39 (cloreto férrico) ou (sulfato férrico)

k = 0,17 (sulfato de alumínio)

A: carvão e polieletrólito (mg/L)

Q: vazão tratada (m³/s)

Tabela 2 – Produção de Lodo

MÊS	turbidez (UT)	cor (UC)	sulfato alumíni o (ppm)	sulfato férrico (ppm)	PAC (ppm)	poli (ppm)	Produção Água (m³/s)	P (lodo seco) (mg/m³)	W (lodo seco) (kg/dia)	Produção de lodo medido (M³/dia)	Volume de água de lavagem de filtros (m³/dia)	Volume de água de lavagem de decantadores (m³/mês)	Volume de água recuperada (m³/mês)
jan/08	8,5	37,5	7,46	0,00	1,81	0,01	29,93	0,0144	37.228	2.197	34474	40000	1294950
fev/08	10,1	28,4	0,41	0,00	5,13	0,01	31,06	0,0150	40.324	1.714	35578	40000	1300412
mar/08	11,6	29,6	6,84	0,00	4,44	0,01	31,43	0,0179	48.582	741	36397	40000	1553367
abr/08	6,2	22,4	0,17	0,00	4,91	0,01	30,99	0,0099	26.372	2.209	37026	0	1372165
mai/08	5,6	18,2	7,05	0,00	2,28	0,01	31,83	0,0096	26.270	1.984	39518	0	1435624
jun/08	2,7	13,9	7,22	0,00	2,43	0,01	30,57	0,0058	15.353	1.504	36300	0	1410756
jul/08								0,0000					
ago/08								0,0000					
set/08								0,0000					
out/08								0,0000					
nov/08								0,0000					
dez/08								0,0000					
média	7,4	25,0	4,86	0,0	3,5	0,01	30,97	0,0060	32.355	1.725	36.549	20.000	1.394.546

A tabela apresentada a seguir mostra a simulação da produção de lodo, considerando a mesma quantidade de água bruta e as dosagens de coagulantes obtidas

Tabela 3 – Simulação da Produção de Lodo

	turbidez (UT)	cor (UC)	sulfato alumínio (ppm)	sulfato férrico (ppm)	PAC (ppm)	poli (ppm)	Produção Água (m³/s)	P (lodo seco) (mg/m³)	W (lodo seco) (kg/dia)	Redução
Al ₂ (SO ₄) ₃	8,5	30,0	13,00			0,01	31,00	0,0145	38.890	
PAC	8,5	30,0			5,50	0,01	31,00	0,0132	35.387	9%
Diferença									3.503	



Percebe – se que o uso do PAC permite reduzir a produção do lodo em 9%.

Apenas a título de comparação, se a Sabesp realizasse a desidratação do lodo a concentração de 30% de sólidos e fizesse a disposição adequada em aterro industrial haveria a redução de custo com transporte e disposição de R\$ 52.550,00 por mês.

CUSTOS

Para permitir a comparação de custos foram utilizados os dados referentes a janeiro, fevereiro, abril, maio e junho de 2008, nos períodos em que foram utilizados.

Os preços dos coagulantes no período do estudo foi de:

Cloreto de polialumínio R\$ 609,00 a tonelada;

Sulfato de alumínio R\$ 395,00 a tonelada.

Tabela 4 – Comparação de custo com dosagem de produtos químicos

	Sulfato de Alumínio		Sulfato de Alumínio		PAC		PAC		PAC	
	1 a 15 de janeiro de 2008		15 maio a 17 de junho de 2008		25 de Jan. a 27 de fev. de 2008		1 de Abril a 13 de maio de 2008		19 junho a 30 de junho de 2008	
	Quantidade (Kg)	Custo (R\$)	Quantidade (Kg)	Custo (R\$)	Quantidade (Kg)	Custo (R\$)	Quantidade (Kg)	Custo (R\$)	Quantidade (Kg)	Custo (R\$)
Sulfato de Alumínio	1.145.954	452.651,83	2.261.555,00	821.632,79	-	-	-	-	-	-
Cloreto de polialumínio	-	-	-	-	1.368.828	833.616,25	1.872.981	1.140.645,43	417.424	254.211,22
Cal	243.855	45.357,03	520.850,00	96.878,10	384.549	71.526,11	587.226	109.224,04	143.237	26.642,08
Cloro	116.100	156.154,50	240.550,00	323.539,75	226.970	305.274,65	347.630	467.562,35	79.785	107.310,83
Flúor	137.244	22.233,53	311.274,00	50.426,39	264.346	42.903,36	397.996	64.475,35	111.025	17.986,05
Polímero	385	4.052,63	1.000,00	10.540,00	533	5.620,98	950	10.013,00	275	2.898,50
Total	1.643.538	680.449,52	3.335.229,00	1.303.017,02	2.245.226	1.258.941,35	3.206.783	1.791.920,17	751.746,00	409.048,67
Volume Tratado	38.939.621		88263983,545		75.369.572		111.659.821		31.400.181	
Custo por 1000 m ³ (R\$)		17,47		14,76		16,70		16,05		13,03

Observa-se na Tabela 4, que o custo por 1000m3 de material de tratamento, independentemente do coagulante utilizado, foi decrescente em função da queda da turbidez da água bruta neste período.

Tabela 5 – Comparação de custo e dosagem por produto químico

	Sulfato de Alumínio		Sulfato de Alumínio		PAC		PAC		PAC	
	1 a 15 de janeiro de 2008		15 maio a 17 de junho de 2008		25 de Jan. a 27 de fev. de 2008		1 de Abril a 13 de maio de 2008		19 junho a 30 de junho de 2008	
	Quantidade (Kg)	Custo (R\$)/1000	Quantidade (Kg)/1000	Custo (R\$)/1000	Quantidade (Kg)/1000	Custo (R\$)/1000	Quantidade (Kg)/1000	Custo (R\$)/1000	Quantidade (Kg)/1000	Custo (R\$)/1000
Sulfato de Alumínio	29,43	11,62	25,62	9,31						
Cloreto de polialumínio	0,00	0,00	0,00	0,00	18,16	11,06	16,77	10,22	13,29	8,10
Cal	6,26	1,16	5,90	1,10	5,10	0,95	5,26	0,98	4,56	0,85
Cloro	2,98	4,01	2,73	3,67	3,01	4,05	3,11	4,19	2,54	3,42
Flúor	3,52	0,57	3,53	0,57	3,51	0,57	3,56	0,58	3,54	0,57
Polímero	0,01	0,10	0,01	0,12	0,01	0,07	0,01	0,09	0,01	0,09
Total	42,21	17,47	37,79	15,65	29,79	16,70	28,72	16,05	23,94	13,03

Observa-se na Tabela 5 que houve uma queda de consumo de coagulante e o PAC mostrou-se ser uma alternativa mais econômica. Mas, é importante salientar que no último período de utilização do PAC, a turbidez se manteve em valores bem abaixo dos valores dos períodos anteriores, podendo explicar a queda no custo.



NOVO CONTRATO DE FORNECIMENTO DE PAC

	Cloreto de Polialumínio			Sulfato de Alumínio		
	Dosagem (mg/L)	Dosagem (Kg/dia)	Custo (R\$/mês)	Dosagem (mg/L)	Dosagem (Kg/dia)	Custo (R\$/mês)
Coagulante	5,5	45498	928.163,69	13	74131	878.454,72
Cal	4,8	13685,76	129.741,00	6	17107,2	162.176,26
Total			1.057.904,69			1.040.630,98
		Diferença	17.273,72			

Tabela 6 – Comparação de custos com o novo contrato de PAC

No final de julho de 2008 houve o processo licitatório para o novo contrato de fornecimento do PAC, que resultou em aumento de 11,66% no preço do produto (R\$ 680,00).

Considerando as dosagens de coagulante obtidas e a redução da dosagem de cal em 20% a Sabesp teria um aumento de R\$ 17 mil por mês com o uso do PAC.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após análise dos dados apresentados é possível concluir que a utilização do cloreto de polialumínio no primeiro período do teste se mostrou uma alternativa mais econômica comparada a utilização do sulfato de alumínio. Porém no segundo período do teste, o custo com PAC foi praticamente igual ao custo com Sulfato de Alumínio.

- O cloreto de polialumínio pode ser utilizado como coagulante alternativo na ETA Guaraú sem prejuízo a qualidade da água tratada.
- Durante o período de teste a utilização do cloreto de polialumínio se mostrou uma alternativa mais econômica, comparado ao uso do sulfato de alumínio.
- O PAC 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.
- Será necessário o desenvolvimento dos fornecedores de cloreto de polialumínio de modo a suprir a demanda total da ETA Guaraú.
- O PAC permite redução de produção de lodo em aproximadamente 10%.
- O aumento do preço do PAC torna o uso do sulfato de alumínio uma alternativa mais econômica comparada ao uso do PAC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Di Bernardo, L.; Dantas, A. D. B.. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Segunda edição. São Carlos. Rima. 2005.
- 2- SABESP – Estação de Tratamento de Água do Guaraú. Manual de Operação da ETA Guaraú. 2005