



II-009 - AVALIAÇÃO DO FLOCULADOR DE MANTA DE LODO ACOPLADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA UTILIZANDO SULFATO DE ALUMÍNIO E HIDRÓXIDO CLORTO DE ALUMÍNIO COMO COAGULANTES

Tsunao Matsumoto⁽¹⁾

Engenheiro Civil. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento. Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP.

Edson Pereira Tangerino

Engenheiro Civil. Mestre em Hidráulica e Saneamento, Professor Assistente do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP.

Roberto Jorge Abdalla

Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FEIS/UNESP - Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

FOTOGRAFIA
NÃO
DISPONÍVEL

Endereço⁽¹⁾: Faculdade de Engenharia Civil - FEIS/UNESP - Departamento de Engenharia Civil - Alameda Bahia, 550 - Ilha Solteira - SP - CEP: 15380-000 - Brasil - Tel/Fax: (18)762-3221 - e-mail: tsunao@dec.feis

RESUMO

Para a realização do tratamento de águas de abastecimento utiliza-se um coagulante que tem como finalidade básica reagir com a água para formar espécies hidrolisadas com cargas positivas para que estas entre em contato com as impurezas presentes na água. A coagulação é realizada nas estações de tratamento de água na unidade da mistura rápida. O floculador testado nesta pesquisa é o floculador de manta de lodo na qual se tem a floculação, a sedimentação e a concentração de lodo. Para verificar a eficiência do floculador foram realizados vários ensaios com dois coagulantes diferentes, o Sulfato de Alumínio e o Hidróxido Cloreto de Alumínio.

Na maioria das situações, os polieletrólitos são aplicados em Estações de Tratamento de Água projetadas para receber sulfato de alumínio, de concepção convencional. Na presente pesquisa, o diferencial está na utilização de um modelo compacto de tratamento, de alta taxa de aplicação superficial no decantador e, reduzido tempo de residência no floculador de manta de lodo.

A água bruta foi preparada inicialmente em torno de 30 UT e posteriormente em 60 UT. A taxa de aplicação superficial no decantador de alta taxa foi de 120 m³/m².dia. as dosagens testadas para água bruta em torno de 30 UT foram de 12, 17, 24 mg/l e , para água bruta com turbidez de 60 UT, foram de 10, 15, 20, 25, 30 mg/l. ambos os coagulantes preparados em solução aquosa de 0,125% em peso. O mecanismo de coagulação nesta faixa de dosagem caracteriza-se pela neutralização de carga, ou seja maior remoção da turbidez no filtro.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Água, Polieletrólito PAC, Decantador de Alta Taxa, Coagulação por Neutralização de Carga.

INTRODUÇÃO

O Sulfato de Alumínio é um coagulante tradicional utilizado na maioria das estações de tratamento de água enquanto que o Hidróxido Cloreto de Alumínio (PAC) - polieletrólito esta começando a ser utilizado como auxiliar de coagulação, ou ate mesmo como coagulante principal em algumas estações. A utilização destes dois coagulantes para avaliação do floculador serviu também para comparar a eficiência de ambos, pois existe a suspeita de que sulfato de alumínio de baixa qualidade pode ser prejudicial a saúde. Segundo alguns estudos os polieletrólitos não são prejudiciais a saúde. Desta forma buscando um melhor tratamento de água, preocupados com a saúde e bem estar de nossa população e que estamos testando a substituição do coagulante de qualidade variada por outro produto de qualidade controlada, inerte e principalmente que não prejudica a nossa saúde merece ser estudado mais profundamente e a sua eficiência divulgada.



MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do ensaio foi construída uma bancada experimental, um modelo reduzido de floculador hidráulico de manta de lodo acoplado a um decantador de alta taxa de placas paralelas seguida de um filtro convencional de areia, conforme mostrado no esquema da Figura 01.

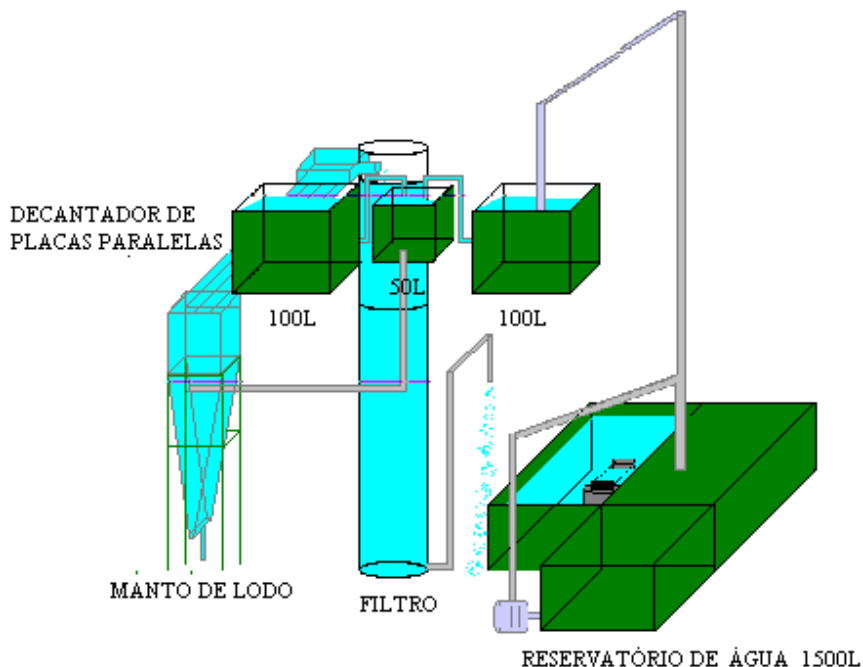


Figura 01 - Esquema da Instalação Experimental.

Foram realizados ensaios com água bruta preparada com suspensão de argila, conferindo primeiramente turbidez de 30 UT e posteriormente 60UT. O ensaio foi realizado com uma taxa de aplicação superficial no decantador de $120 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{dia}$, correspondente a 5 ou 6 vezes a taxa de aplicação superficial de um decantador de fluxo horizontal convencional. As dosagens testadas para a água bruta com turbidez em torno de 30 UT, foram de 12, 17 e 24mg/l e, para água bruta com turbidez em torno de 60 UT, foram de 10, 15, 20, 25, 30mg/l. ambos os coagulantes foram preparados em solução aquosa de 0,125% em peso. O mecanismo de coagulação nesta faixa se caracteriza pelo fenômeno da neutralização de carga, ou seja, a maior remoção da turbidez e feita pelo filtro.

Para determinação dos parâmetros de interesse, as coletas de amostras de água bruta e decantada foram realizadas com intervalo de 15 minutos, sendo que a primeira coleta foi realizada após uma hora de funcionamento do módulo experimental. O tempo de detenção total no floculador de manta de lodo foi de 17 minutos para oferecer condições ideais de floculação. O filtro teve papel importante nos ensaios, servindo para avaliar a qualidade final da água tratada durante o experimento, como parâmetro de comparação do funcionamento do módulo no uso dos dois tipos de coagulantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos no módulo foram colhidos com tempo pré-estabelecidos levando em conta o tempo de percurso da água pelos aparelhos utilizados. O que nos possibilitou a coleta de dados, e a construção dos Quadros 01 a 08 e os resultados plotados nas Figuras 02 a 09.



Quadro 01 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

coagulante: sulfato de alumínio				
turbidez(UT)	tempo(min)	12mg/l	17mg/l	24mg/l
30	60	30	30	27
30	75	32	28	30
30	90	30	29	28
30	105	32	26	27
30	120	32	26	29
30	135	31	23	27
30	150	28	22	27
30	165	29	21	30
30	180	31	20	27
30	195	29	19	30

**Turbidez Remanescente no Decantador
Sulfato de Alumínio**

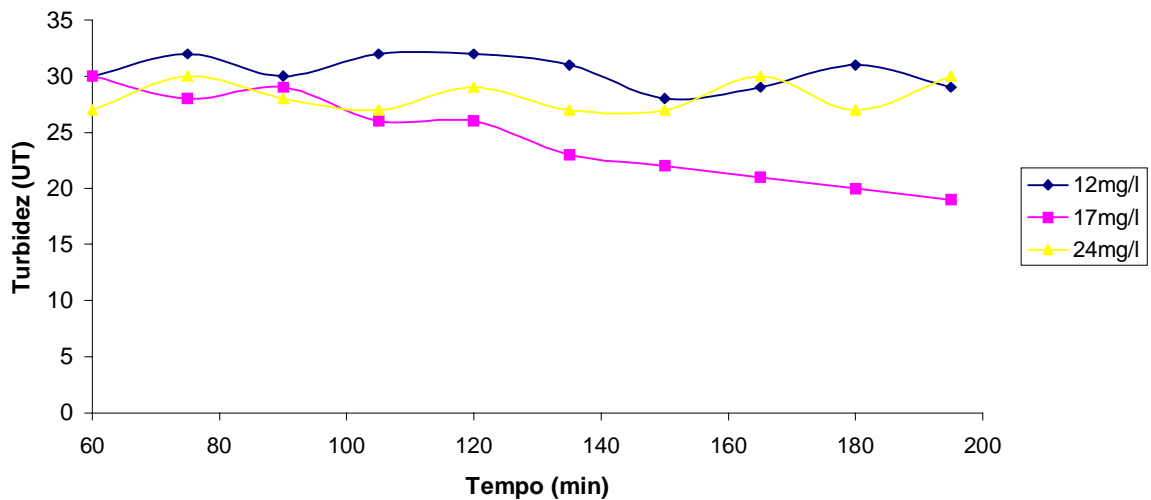


Figura 02 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

Pode se notar claramente que até o tempo de 105min houve uma igualdade de resultados porém a partir do tempo de 120 min ficou claro que a melhor dosagem foi de 17 mg/l.

Quadro 02 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

coagulante: sulfato de alumínio						
turbidez(UT)	tempo(min)	10mg/l	15mg/l	20mg/l	25mg/l	30mg/l
60	60	45	50	42	34	21
60	75	48	55	42	39	21
60	90	45	52	43	36	17
60	105	47	48	40	40	17
60	120	47	48	38	40	14
60	135	45	48	37	40	14
60	150	43	48	35	45	13
60	165	45	49	35	42	12
60	180	42	48	33	38	11
60	195	42	49	34	39	10



Turbidez Remanescente no Decantador Sulfato de Alumínio

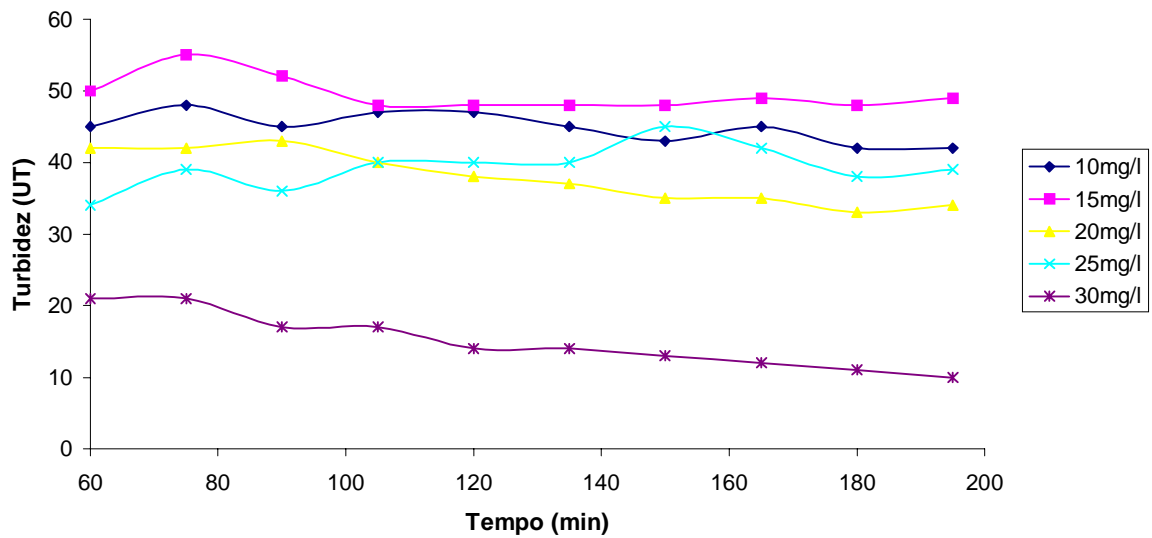


Figura 03 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

Pode se notar claramente que as dosagens de 10, 15, 20, 25mg/l estão próximas umas das outras enquanto que a de 30mg/l se apresenta bem abaixo das demais, caracterizando-se assim como a melhor dosagem.

Quadro 03 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

turbidez(UT)	tempo(min)	12mg/l	17mg/l	24mg/l
30	60	28	29	20
30	75	30	27	20
30	90	30	27	17
30	105	29	27	17
30	120	29	28	16
30	135	30	29	16
30	150	30	30	15
30	165	30	28	15
30	180	31	28	15
30	195	30	30	15



Turbidez Remanescente no Decantador Hidróxido Cloreto de Alumínio

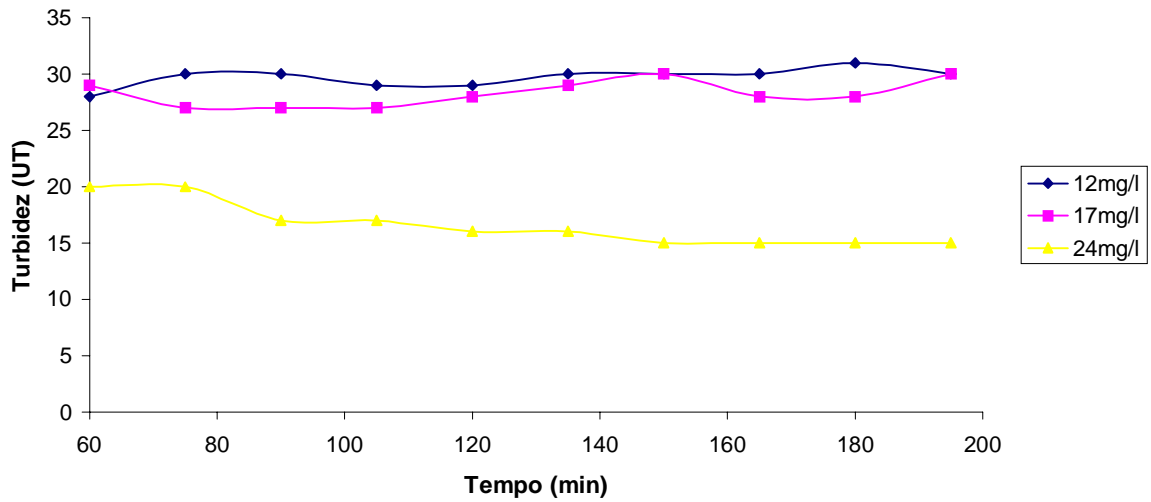


Figura 04 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

Pode se notar claramente que as linhas de dosagens de 12, 17mg/l estão próximas uma da outra enquanto que a de 24mg/l se apresenta bem abaixo das demais, caracterizando-se assim como a melhor dosagem.

Quadro 04 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

coagulante: hidróxido cloreto de alumínio						
turbidez(UT)	tempo(min)	10mg/l	15mg/l	20mg/l	25mg/l	30mg/l
60	60	35	25	21	23	14
60	75	33	25	19	24	13
60	90	34	24	19	22	12
60	105	34	24	18	19	10
60	120	31	24	18	20	12
60	135	30	25	18	20	16
60	150	30	26	18	20	12
60	165	29	28	18	20	15
60	180	28	29	19	21	13
60	195	30	28	19	19	13



Turbidez Remanescente no Decantador Hidróxido Cloreto de Alumínio

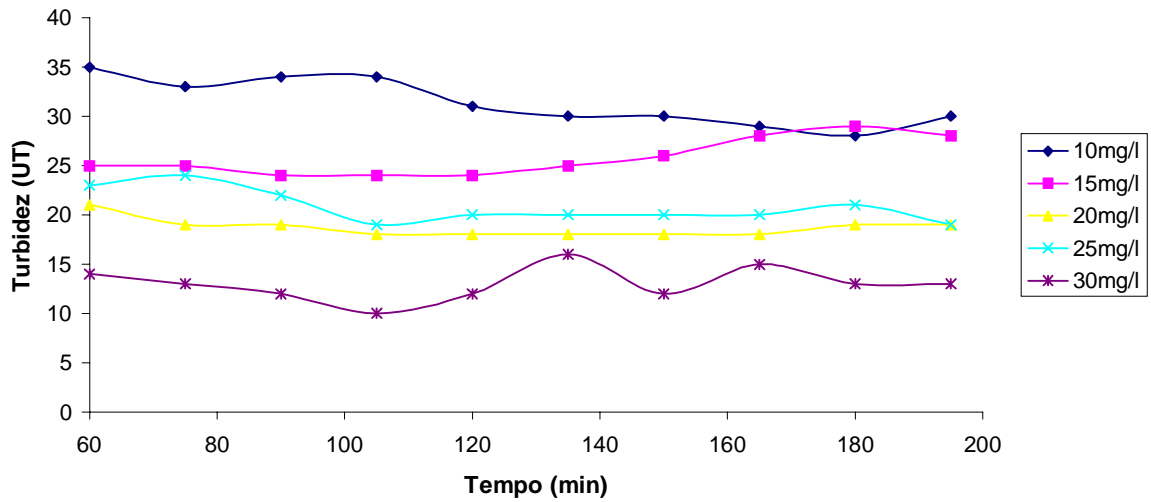


Figura 05 - Turbidez Remanescente no decantador Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

Pode se notar claramente que cada dosagens apresenta uma linha distinta na qual houve apenas intercessões nas dosagens de 10 e 15mg/l. A linha de 30mg/l apresenta se abaixo das demais, caracterizando-se assim como a melhor dosagem.

Quadro 05 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

turbidez(UT)	tempo(min)	12mg/l	17mg/l	24mg/l
30	60	0,70	0,3	0,45
30	75	0,65	0,2	0,4
30	90	0,65	0,3	0,5
30	105	0,61	0,24	0,4
30	120	0,63	0,24	0,4
30	135	0,55	0,17	0,36
30	150	0,55	0,16	0,36
30	165	0,50	0,16	0,36
30	180	0,45	0,16	0,36
30	195	0,55	0,15	0,36



Turbidez Remanescente no Filtro Sulfato de Alumínio

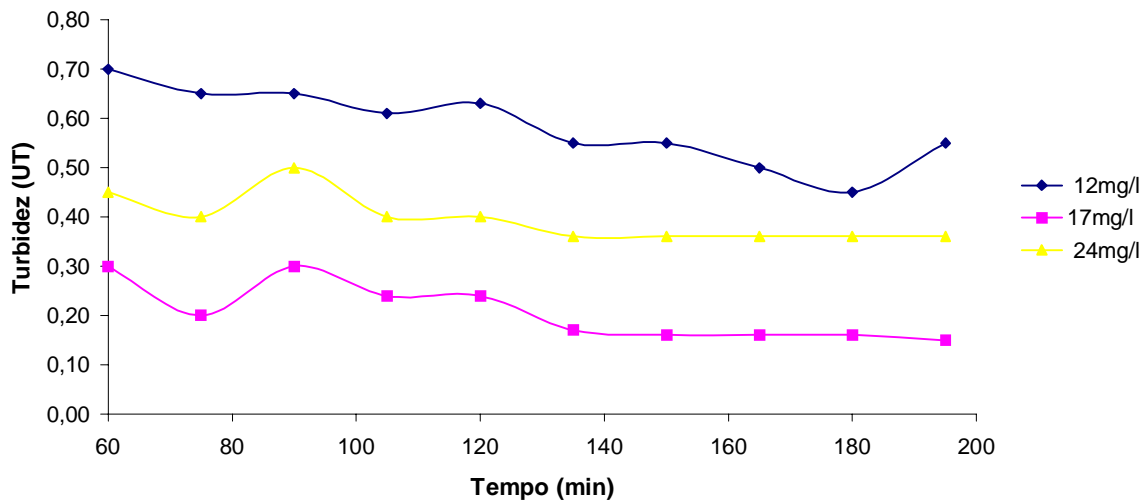


Figura 06 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

Pode se notar claramente que cada dosagens apresenta uma linha distinta. A linha de 17mg/l apresenta se abaixo das demais, caracterizando-se assim como a melhor dosagem.

Quadro 06 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

coagulante: sulfato de aluminio						
turbidez(UT)	tempo(min)	10mg/l	15mg/l	20mg/l	25mg/l	30mg/l
60	60	0,80	0,9	0,80	0,45	0,35
60	75	0,70	0,77	0,55	0,45	0,34
60	90	0,71	0,75	0,60	0,50	0,3
60	105	0,65	0,75	0,55	0,55	0,25
60	120	0,56	0,75	0,55	0,60	0,32
60	135	0,65	0,68	0,50	0,57	0,45
60	150	0,55	0,65	0,52	0,65	0,32
60	165	0,65	0,65	0,45	0,70	0,32
60	180	0,63	0,66	0,55	0,75	0,3
60	195	0,70	0,68	0,60	0,8	0,28



Turbidez Remanescente no Filtro Sulfato de Alumínio

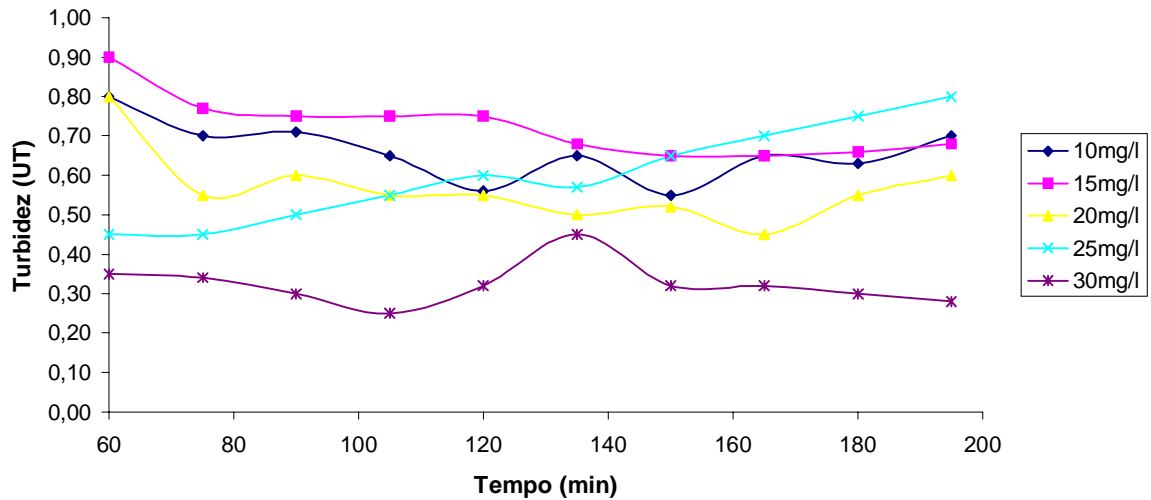


Figura 07 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando Sulfato de Alumínio como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

Pode se notar claramente que as linhas de dosagens de 10, 15, 20 e 25mg/l, estão próximas uma da outra enquanto que a de 24mg/l se apresenta bem abaixo das demais, caracterizando-se assim como a melhor dosagem.

Quadro 07 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

coagulante: hidróxido cloreto de alumínio				
turbidez(UT)	tempo(min)	12mg/l	17mg/l	24mg/l
30	60	1,3	0,9	0,36
30	75	1	0,93	0,38
30	90	0,98	0,85	0,36
30	105	1,1	0,95	0,32
30	120	1,5	1,3	0,34
30	135	1,5	1,5	0,4
30	150	1,9	1,7	0,36
30	165	1,4	1,9	0,37
30	180	2,4	1,9	0,26
30	195	2	1,8	0,38



Turbidez Remanescente no Filtro Hidróxido Cloreto de Alumínio

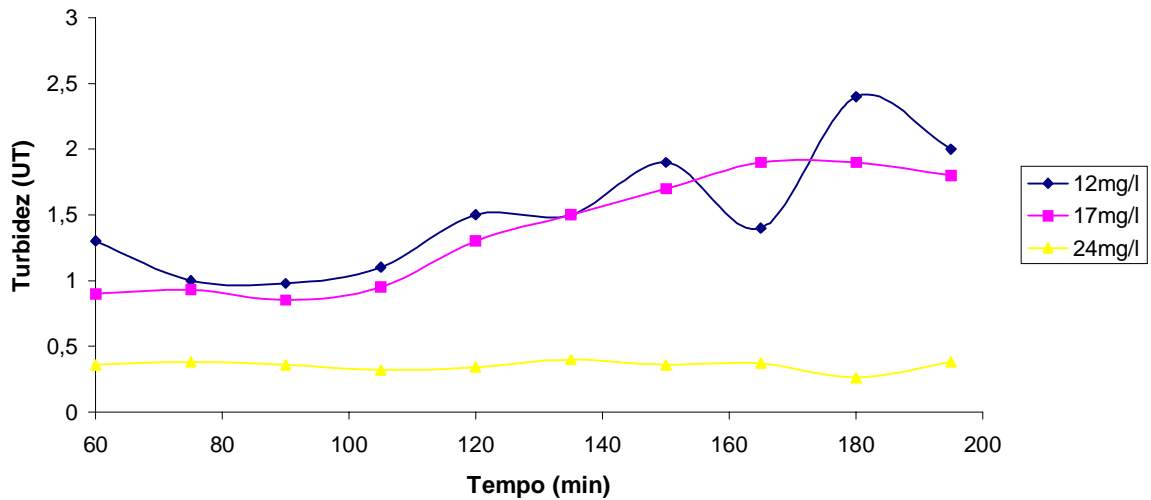


Figura 08 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 30 UT.

Pode se notar claramente Que as linhas de dosagens de 12 e 17mg/l, se cruzaram em vários pontos e que a linha de dosagem de 24mg/l apresentou-se abaixo desta , caracterizando-se como a melhor dosagem

Quadro 08 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

coagulante: hidroxido cloreto de aluminio						
turbidez(UT)	tempo(min)	10mg/l	15mg/l	20mg/l	25mg/l	30mg/l
60	60	3,18	0,75	0,57	0,4	0,4
60	75	2,4	0,9	0,6	0,55	0,5
60	90	2,5	0,78	0,6	0,42	0,35
60	105	2,2	0,75	0,6	0,39	0,38
60	120	1,6	0,72	0,5	0,26	0,36
60	135	1,6	0,76	0,65	0,35	0,37
60	150	1,6	0,74	0,51	0,32	0,42
60	165	1,6	0,72	0,6	0,36	0,36
60	180	1,6	0,9	0,6	0,33	0,43
60	195	1,5	0,91	0,57	0,31	0,4



Turbidez Remanescente no Filtro Hidróxido Cloreto de Alumínio

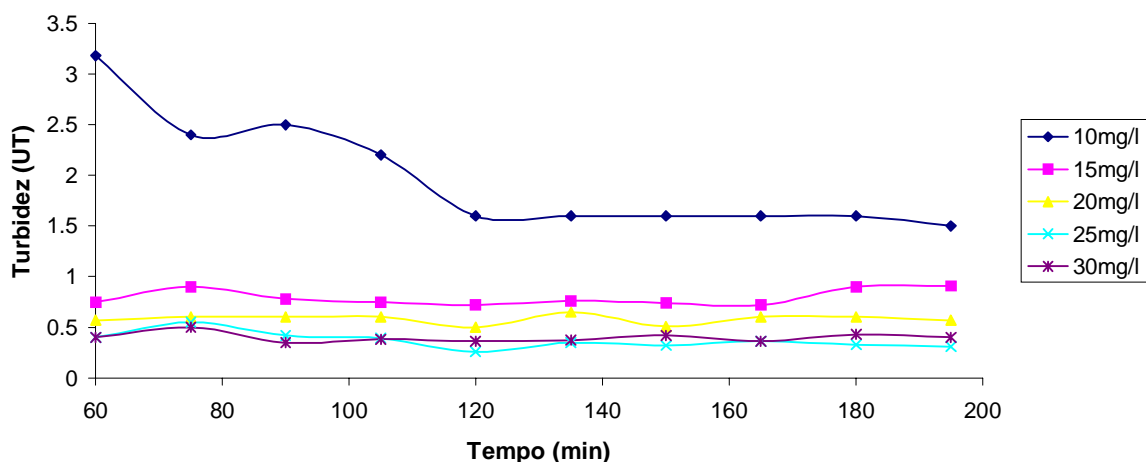


Figura 09 - Turbidez Remanescente no filtro Utilizando PAC como coagulador para uma água bruta preparada em 60 UT.

Pode-se notar claramente que as linhas das dosagens apresentam-se bastante distintas. Apenas as linhas das dosagens de 25 e 30mg/l e que se cruzaram em vários pontos. Porém a linha da dosagem de 25 apresentou-se mais abaixo caracterizando-se como a melhor dosagem.

Notou-se que para a água bruta preparada em torno de 30 UT o Sulfato de Alumínio apresentou uma melhor dosagem em torno de 17 mg/l enquanto que o PAC apresentou uma melhor dosagem em torno de 24 mg/l. O PAC apesar de apresentar uma melhor dosagem acima do que a do Sulfato de Alumínio, produziu uma água decantada de melhor qualidade que o Sulfato de Alumínio. No filtro a melhor dosagem foi a mesma que no decantador para ambos os coagulantes, porém o Sulfato de Alumínio produziu uma água de melhor qualidade que ficou em torno de 0,15 a 0,30UT, contra 0,35 a 0,40UT do PAC.

Para a água bruta preparada em torno de 60 UT tanto o Sulfato de Alumínio quanto o PAC, apresentaram uma melhor dosagem em torno de 30 mg/l. O PAC produziu uma água decantada de melhor qualidade que o Sulfato de Alumínio. No filtro a melhor dosagem do Sulfato de Alumínio e a do PAC não foram a mesma que no decantador, sendo esta em 25 mg/l. Porém o PAC, produziu uma água de melhor qualidade que ficou em torno de 0,26 a 0,40UT, contra 0,28 a 0,45UT do Sulfato de Alumínio.

CONCLUSÕES

Na coagulação por neutralização de carga em manta de lodo, notou-se que para a água bruta preparada em torno de 30 UT, no decantador, o PAC apresentou uma água tratada de melhor qualidade que o Sulfato de Alumínio porém necessitou de uma maior dosagem. Já no filtro o Sulfato de Alumínio produziu uma água de melhor qualidade que o PAC, porém em ambos os casos a turbidez remanescente no filtro está dentro da norma de potabilidade.

Para a água bruta preparada em torno de 60 UT, tanto no decantador quanto no filtro, PAC produziu uma água de melhor qualidade que o Sulfato de Alumínio. Também para ambos os casos a turbidez remanescente no filtro está dentro da norma de potabilidade.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMIRTHARAJAH, A. & MILLS, K.M. (1982) - Rapid-mix design for mechanisms of alum coagulation - *Journal of American Water Works Association*, vol.74, n^o.4, p.210-216.
2. DI BERNARDO, L. (1993) - Métodos e técnicas de tratamento de água - 2 vol, ABES, Rio de Janeiro, 720p.
3. LEIVA, J.N. et al. (1997) - Empleo del gel de almidon de productos regionales como coadyuvante en el tratamiento de aguas - *Informacion Tecnologica*, v.8, n^o 2, p.169-175.
4. NARKIS, N. et al. (1991) - Mechanism of flocculation with aluminium salts in combination with polymeriflocculants as flocculant aids - *Water Supply*, v.9, n^o 1, p.37-44.
5. SELVAPATHY, P. & REDDY, M.J. (1992) - Effect of poluelectrolytes on turbidity removal - *Water Supply*, v.10, n^o 4, p.175-178.
6. HAMMER, M.J.(1979) - Sistemas de abastecimento de águas e esgotos p.238-286.
7. VIANNA, M.R.(1992) - Estação de tratamento de água - n^o2, p.117-243
8. RICHTER,A.C. & NETTO,J.M.de A.(1991) - Tratamento de água. P. 86-103.