

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-Graduação em Engenharia Civil

“Desempenho do Floculador de Manta de Lodo Associado a Decantador de Alta Taxa no Tratamento de Água de Abastecimento”

CLÁUDIO MARTINS GUILHERME

Ilha Solteira - SP

1210001242



unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**DESEMPENHO DO FLOCULADOR DE MANTA DE LODO ASSOCIADO A
DECANTADOR DE ALTA TAXA NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE
ABASTECIMENTO**

CLÁUDIO MARTINS GUILHERME

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia de Ilha Solteira –
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia Civil –
Ênfase em Recursos Hídricos e
Tecnologia Ambiental.

Orientador: PROF. DR. TSUNAO MATSUMOTO

ILHA SOLTEIRA-SP

2.001

BCpIS - FEIS - UNESP



Guilherme, Cláudio Martins

G956d Desempenho do floculador de manta de lodo associado a decantador de alta taxa no tratamento de água de abastecimento / Cláudio Martins Guilherme. -- Ilha Solteira, 2001
x, 73p. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2001

Orientador: Tsunao Matsumoto

Bibliografia: p.71-73

1. Água-Estações de tratamento 2. Água-Purificação

"Desempenho de Floculador de Manta de Lodo Associado a Decantador de Alta Taxa no Tratamento de Água de Abastecimento"

CLÁUDIO MARTINS GUILHERME

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP – COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL (ME).

COMISSÃO EXAMINADORA:

1210001242



Tsunao Matsumoto

Prof. Dr. Tsunao Matsumoto – orientador – FE/UNESP

Marcelo Libanio

Prof. Dr. Marcelo Libanio – UFMG

Milton Dall'Aglio Sobrinho

Prof. Dr. Milton Dall'Aglio Sobrinho – FE/UNESP

Ilha Solteira – SP, agosto de 2001

Proc. 046/2001 - NPD 12/10/01

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE FOLIO
02/10/01	30/10/01
Origem	T. 1242
ACQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Doação	
Aut. 10	
R\$ 10,00	

30702003 TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIAS

BCpIS - FEIS - UNESP

***Aos meus pais pelo amor e total
dedicação à educação de seus filhos***

***À minha noiva Alessandra que sempre
me apoiou no transcurso deste
trabalho***

Aos meus irmãos Edney e Ellen

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Tsunao Matsumoto, pela orientação e apoio durante a realização deste trabalho;

Ao Professor Edson Pereira Tangerino, pela montagem do módulo experimental;

Aos amigos José Américo, César Fabiano e Adriano de Souza, pelo constante estímulo, incentivo e apoio;

À FAPESP (Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão de bolsa de estudo em nível de mestrado e apoio à pesquisa.

Ao Departamento de Engenharia Civil, professores e funcionários;

Aos Técnicos do Laboratório de Engenharia Civil;

Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade de Santa Fé do Sul-SP, pela permissão da montagem do módulo experimental nas dependências da Estação de Tratamento de Água e Esgoto de Santa Fé do Sul e por todo apoio recebido.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	ix
1- INTRODUÇÃO	1
2 - OBJETIVO	4
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1- TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CONSUMO	5
3.2 - COAGULAÇÃO	5
3.2.1 - Potencial Zeta	6
3.2.2 - Mecanismos de Desestabilização	6
3.2.3 - Principais Coagulantes	8
3.2.4 - Mistura Rápida na Coagulação	14
3.3 - FLOCULAÇÃO	16
3.3.1 - Flocculadores	18
3.4 - DECANTAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO	19
3.4.1- Decantadores	20
3.4.2 - Decantador convencional (escoamento horizontal)	20
3.4.3 - Decantador de alta taxa	20
3.4.4 - Decanto-Floculador	22
4 - MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 – MÓDULO EXPERIMENTAL	25
4.1.1 – Dimensões e Características do Flocculador Manta de Lodo	26
4.1.2 – Dimensões e Características do Decantador de Alta Taxa:	27
4.2 – PROCEDIMENTOS E PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS PARA OS ENSAIOS	29
4.3 - ENSAIOS	32
4.3.1 – Jar Test	32
4.3.2 - Primeira Fase – Água Bruta Preparada	32
4.3.3- Segunda Fase – Água natural	34
4.4 – ANÁLISE DOS DADOS	37

5 - RESULTADOS	38
5.1 RESULTADOS PRELIMINARES:	38
5.1.1 - Ensaio Jar-Test	38
5.1.2 - Ensaio de Formação de Manta de Lodo	40
5.2 - ENSAIOS NO MÓDULO COM A MANTA DE LODO JÁ FORMADA	43
5.2.1 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "A"	43
5.2.2 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "B"	48
5.2.3. Ensaio no módulo utilizando o sulfato de alumínio.	52
5.2.4 - Ensaio prolongados no módulo para determinação de perda de carga no filtro.	55
5.2.5 - Resumo dos resultados da 1ª. fase	57
5.3 - RESULTADOS DA SEGUNDA FASE	59
5.3.1 - Ensaio no módulo utilizando o sulfato de alumínio	59
5.3.2 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "A"	62
5.2.3 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "B"	63
5.4 – COMENTÁRIOS SOBRE OS ENSAIOS UTILIZANDO O POLIELETRÓLITO	
“C”	65
6 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES:	68
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	71
ANEXOS	74



LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Diagrama e Operação para Coagulação com Sulfato de Alumínio, AMIRTHARAJA & MILLS, 1982	9
Figura 3.2 - Eficiência de Floculação em Termos de Volume Relativo de Material Sedimentado Utilizando Poliacrilamida com Diferentes Grupos Iônicos, em Função do pH - LINK, apud HESPANHOL (1982)	13
Figura 3.3 - Unidade de Mistura Rápida - Calha Parshall, ETA FRANCA-SP - SABESP	15
Figura 3.4 - Fotografia de um decantador de placas paralelas, ETA AURIFLAMA-SP - SABESP	21
Figura 3.5 - Esquema de um floculador manta de lodo - DI BERNADO (1993)	22
Figura 4.1- Esquema do Modelo Experimental Reduzido	25
Figura 4.2 - Sistema de floculação (floculador manta de lodo), decantação (decantador de alta taxa) e filtro (filtro de areia de fluxo descendente) utilizado na realização dos experimentos - detalhe para a medição contínua da turbidez na saída do decantador	26
Figura 4.3- Dimensões do decanto floculador manta de lodo	27
Figura 4.4 - Tanque de preparo da água bruta	30
Figura 4.5- Aparelho Jar-Test utilizado nos ensaios	31
Figura 4.6 - Detalhe do medidor de turbidez na saída do filtro	33
Figura 4.7- Gerenciador e registrador da turbidez da água no filtro e decantador	33
Figura 4.8- Captação da água natural - vista da calha Parshall	34
Figura 4.9- Câmara de contato entre a água bruta e o coagulante	35
Figura 4.10 - Detalhe da câmara dosadora	35
Figura 4.11 - Vista do módulo experimental e equipamentos de aquisição de dados	36
Figura 4.12- Sistema de aquisição de dados - registrador da turbidez da água no decantador	37
Figura 5.1 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função da dosagem para água bruta de 100UT e pH de 8,00	38
Figura 5.2 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função da dosagem para água bruta de 30UT e pH de 8,00	39
Figura 5.3 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função do tempo de ensaio, utilizando água bruta com turbidez de 100 UT	40
Figura 5.4 - Gráfico de turbidez remanescente x altura da manta utilizando polieletrólito "A" e "B" e sulfato de alumínio no ensaio de formação da manta de lodo	42
Figura 5.5 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "A" como coagulante para uma água de turbidez de 100UT e pH= 8,00	43
Figura 5.6 - Turbidez remanescente em função da altura da manta utilizando-se o polieletrólito "A" para água de turbidez de 100 UT e pH entre 8,00 e 8,40	45

Figura 5.7 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "A" como coagulante para uma água de turbidez de 30UT e pH entre 8,00 e 8,40	46
Figura 5.8 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "A" como coagulante para uma água de turbidez de 10UT e pH entre 8,00 e 8,40	47
Figura 5.9 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 100UT e pH= 8,00	48
Figura 5.10 - Turbidez remanescente em função da altura da manta utilizando-se o polieletrólito "B" para água de turbidez de 100 UT e pH 8,00	49
Figura 5.11 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 30 UT e pH entre 8,00 e 8,40	50
Figura 5.12 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH entre 8,00 e 8,40	51
Figura 5.13- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 100 UT e pH entre 8,00 e 8,40	52
Figura 5.14 - Turbidez remanescente em função da altura da manta utilizando-se o sulfato de alumínio para água de turbidez de 100 UT e pH entre 8,00 e 8,40.....	53
Figura 5.15-Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 30 UT e pH entre 8,00 e 8,40	54
Figura 5.16- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH entre 8,00 e 8,40	54
Figura 5.17- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando vários coagulantes para uma água de turbidez de 30 UT e pH entre 8,00 e 8,40.....	56
Figura 5.18- Perda de carga no filtro em função do tempo de ensaio utilizando-se 03 coagulantes para uma água bruta de 30 UT.....	57
Figura 5.19- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10	60
Figura 5.20- Evolução da perda de carga no filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10.....	60
Figura 5.21- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito A como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10	62
Figura 5.22- Perda de carga no filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito A como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10	63
Figura 5.23- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10	64
Figura 5.24- Perda de carga no filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10	64

Figura 5.25 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função da dosagem para água bruta de 100 e pH de 8,00 para tempo de sedimentação de 20 minutos e dosagem de 8 mg/l de coagulante.....	66
Figura 5.26 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função do tempo de sedimentação da água floculada para turbidez da água bruta de 100 UT e pH de 8,00.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Características das águas ensaiadas.	29
Quadro 4.2 - Características dos Polieletrólitos.....	30
Quadro 5.1 - Formação da manta de lodo utilizando o polieletrólito "A".	41
Quadro 5.2 - Formação da manta de lodo utilizando o polieletrólito "B".	41
Quadro 5.3 - Formação da manta de lodo utilizando o sulfato de alumínio.....	41
Quadro 5.4 - Resumo dos ensaios realizados na 1ª. Fase	58



RESUMO

Com o uso crescente dos polieletrólitos, principalmente catiônicos, como auxiliar de floculação ou como coagulante principal, o presente trabalho foi realizado no intuito de observar o comportamento de um módulo experimental de Estação de Tratamento de Água (ETA), composto por floculador de manta de lodo seguido por decantador de alta taxa e filtro de areia descendente de camada única submetidos a diferentes níveis de turbidez de água bruta, dosagens e diferentes polieletrólitos catiônicos como coagulante principal.

O experimento foi conduzido a uma taxa de filtração e decantação de $120 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ e turbidez variando de 10 a 100 UT com pH entre 7,9 e 8,4.

Durante os ensaios, observou-se a grande influência da altura da manta para turbidez de 30 e 100 UT, assim como a presença da manta no floculador se fez necessária, a baixa turbidez, para aumentar a carreira de filtração. Todos os coagulantes apresentaram bons resultados, exceto o polieletrólito "C" que não formou a manta de lodo no floculador. Por outro lado o polieletrólito "B" apresentou ótimos resultados em termos de dosagem, 7mg/l para turbidez de 100UT, e perda de carga no filtro, obtendo carreiras de filtração bem superiores às obtidas pelos demais coagulantes. A grande dificuldade no uso de floculador de manta de lodo foi a manutenção da manta no módulo para turbidez em torno de 10UT, devido a baixíssima taxa de formação de manta, praticamente nula. Além desta dificuldade foi necessário muito cuidado nos reinícios das atividades com a introdução gradual da água no sistema para que não houvesse quebra dos flocos da manta formada.

O módulo floculador de manta de lodo associado ao decantador de alta taxa apresentou bons resultados em todos os níveis de turbidez estudados, garantindo sempre a entrada no filtro de uma água decantada de baixa turbidez, melhorando a qualidade da água filtrada e prolongando as carreiras de filtração, sendo recomendado o seu uso para estações com filtração descendente mas principalmente como auxiliar na redução da turbidez em estações de tratamento que utilizam filtração direta.



With the growing use of the polyelectrolites, mainly cationic, as to flocculat aids or as primary coagulants, the present work was accomplished in the intention of to observe the behavior of an experimental module of Water Treatment Plant, provided with Slurry Blanket Clarifier associated to High-Rate Settler and Downflow Filter with single layer submitted to different levels of turbidez of raw water, dosages and different cationic polyelectrolits as primary flocculants.

The experiment was accomplished using a filtration and decantation rate of 120 m³/m².dia and turbidez varying from 10 to 100 UT with pH between 7,9 and 8,4.

During the tests, the great influence of the height of the blanket was observed for turbidez of 30 and 100 UT, as well as the presence of the blanket in the clarifier it was necessary, for low turbidez to increase the run filter. All the coagulants presented good results, except the polyelectrolite "C" didn't get to form the slurry blanket in the clarifier. On the other hand the polyelectrolite "B" presented great results in dosage terms, 7mg/l for turbidez of 100UT, and head loss in the filter, obtaining very superior filtration careers than the careers obtained by the other coagulants. The great difficulty in the use of the slurry blanket clarifier was the maintenance of the blanket in the module for turbidez around 10UT, due to the low rate of blanket formation, practically null. Besides this difficulty it was necessary very care to begin the activities, with the gradual introduction of the water in the system so that there was not break of the flocs of the formed blanket.

The slurry blanket clarifier associated to high-rate settler presented good results in all of the levels of turbidez studied, always guaranteeing the entrance of a decanted water in the filter of low turbidity, improving the quality of the filtered water and prolonging the filtration careers, being recommended its use for stations with descending filtration but mainly with to aid in the reduction of the turbidez in treatment stations that use direct filtration.



1- INTRODUÇÃO

No Brasil, muitas das estações de tratamento de água de abastecimento utilizam sistemas convencionais de tratamento compostos de floculadores mecanizados, decantadores de fluxo horizontal e filtros de areia utilizando sulfato de alumínio como coagulante principal. Este modelo de estação de tratamento de água vem a cada ano sendo substituído pelas concessionárias e serviços autônomos de água, principalmente em cidades de pequeno porte, por sistemas de abastecimento por poços profundos, devido ao elevado custo de implantação e operação deste modelo de estação, pois este requer grandes espaços físicos e elevado tempo de detenção da água no sistema de tratamento.

O processo de clarificação da água é o maior responsável pelo elevado tempo de detenção da água, principalmente nos tanques de decantação convencional de fluxo horizontal. Na clarificação, reduz-se a turbidez e outras características físicas da água devido à eliminação de partículas suspensas de tamanho variado, assim como de várias outras impurezas contidas na água.

Uma das soluções para reduzir espaço físico ocupado e tempo de detenção recairia no uso da filtração direta em filtro de fluxo ascendente, pois a água é tratada em uma única unidade de clarificação, não necessitando de floculadores e decantadores, porque a floculação e a retenção de sólidos ocorrem na camada suporte do filtro. Mas a sazonalidade bem distinta na maioria das regiões brasileiras do hemisfério sul, com verão chuvoso, água superficial de alta turbidez, e inverno seco, água com baixa turbidez, tem dificultado o seu emprego, não permitindo funcionamento adequado ao longo do ano, devido ao reduzido tempo para eventuais correções de dosagem necessária nas variações bruscas da turbidez. Desta forma, a sua utilização fica restrita apenas a água bruta que apresenta baixa turbidez ao longo do ano.

Uma outra solução apontada em alguns estudos, realizados até então, TANGERINO et al (1998), seria o uso de floculador hidráulico de manta de lodo associado ao decantador de alta taxa como sendo uma alternativa de redução de áreas físicas do floculador e do decantador e, conseqüentemente do custo de implantação e operação de tratamento de água.

O princípio de funcionamento do floculador de manta de lodo consiste na formação de uma manta de flocos de impurezas agregadas pelo coagulante, as quais são retidos na parte inferior desta unidade. A manta de lodo tem como objetivo promover a aproximação dos flocos dispersos para facilitar adsorção dos mesmos, provocando um aumento no tamanho e no peso dos flocos. A formação dos flocos dá-se através de combinações de gradientes de velocidade (ortocinésia), logo após a mistura rápida da água bruta com o coagulante. Os diferentes gradientes de velocidades são obtidos devido a geometria do floculador (de área seccional crescente no sentido do fluxo) de fluxo ascendente como relatado por IVES (1968) e TANGERINO et al (1998).

O bom funcionamento do floculador manta de lodo dependerá de uma adequada mistura rápida, normalmente realizado em ressaltos provocados ou na saída do medidor calha Parshall ou ainda, em zonas de altas turbulências existentes nos sistemas.

O coagulante mais utilizado nas estações de tratamento de água é o sulfato de alumínio, mas apresenta alguns inconvenientes tais como: aplicação em uma faixa restrita de valores de pH, baixa qualidade de sulfato de alumínio comercial e também, pela suspeita de provocar alguma afecção de ordem neurológica em consumidores de água quando dosado de forma incorreta.

Por estes e outros motivos, muitas pesquisas têm sido realizadas no intuito de estudar a substituição do sulfato de alumínio por polieletrólitos como coagulante ou como auxiliar de coagulação para reduzir o uso deste sal em estações convencionais de tratamento de água.

Na presente investigação foram testadas aplicações de diferentes tipos de polieletrólitos, visando encontrar a melhor dosagem para águas brutas em diversos níveis de turbidez aplicadas a instalação piloto com floculador de manta de lodo associado ao decantador de alta taxa. Para tanto foram utilizados polieletrólitos sintéticos catiônicos, como coagulante, procurando reduzir ao máximo o uso de sulfato de alumínio.

Exposto isto, a redução da turbidez promovida através de um sistema que reduza o tempo de detenção da água no sistema de tratamento e que permita correção da dosagem, é, sem dúvida, uma importante meta a ser alcançada para a elaboração de projetos de estações de tratamento de água

de baixo custo de implantação e operação, segura e confiável quanto à qualidade da água produzida.



2 - OBJETIVO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo principal estudar o comportamento do sistema floculador de manta de lodo associado ao decantador de alta taxa para diversos níveis de turbidez da água bruta, quando aplicados polieletrólitos catiônicos como coagulantes primários no sistema de tratamento, comparando-os com os resultados obtidos .



3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1- TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CONSUMO

Existem vários tipos e métodos de tratamento de água, que vão desde a desinfecção até o tratamento completo, que inclui pré-tratamento, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. A escolha entre um tipo ou outro depende, basicamente, da qualidade da água bruta, podendo ocorrer em certas épocas do ano apenas um tratamento parcial, como filtração direta precedida apenas de coagulação. Por outro lado pode ocorrer, com a crescente degradação do meio ambiente, por lançamentos de águas residuárias domésticas e industriais, que seja necessária a adoção de tratamentos complementares, como a adsorção em carvão ativado, pré-tratamento com ozônio, pré-desinfecção com ultravioleta, controle de algas com produtos químicos, etc.

As variáveis envolvidas no tratamento de água são muitas, começando com a escolha do tipo de coagulante, optando-se pelo uso de sulfato de alumínio, polieletrólitos, auxiliares de floculação, etc.

3.2 - COAGULAÇÃO

O processo da coagulação é uma importante operação no tratamento da água, caracterizada por permitir, associado a outras etapas, a remoção dos colóides e das substâncias dissolvidas na água. Os sólidos maiores são separados através de diferentes tipos de dispositivos, como caixa de areia, decantadores e filtros e a remoção de partículas coloidais suspensas na água é um dos maiores problemas encontrados. O pequeno peso dessas partículas, assim como sua grande área e sua carga elétrica relativamente alta, interagem com as moléculas da água formando um agregado estável, que além de não sedimentar e nem flotar não são separados facilmente pelos filtros.

Quando duas partículas de colóides hidrófobos são aproximadas, devido as suas cargas elétricas, estão sujeitas a duas forças opostas, a saber: força de repulsão causada pelo Potencial Zeta e forças de atração. Como resultante

destas forças obtêm-se uma curva que apresenta um pico que se costuma denominar "Barreira de Energia". Para eliminar essa "barreira" é necessário diminuir o Potencial Zeta e fornecer energia ao sistema para incrementar o número de colisões das partículas. Na redução do Potencial Zeta, utilizam-se íons trivalentes (ex: alumínio) e a energia necessária normalmente é fornecida pela mistura rápida.

3.2.1 - Potencial Zeta

Os colóides dispersos em água, cujo pH encontra-se entre 5,0 e 10,0, apresentam carga elétrica negativa devido a adsorção de íons eletronegativos. O potencial deste campo elétrico denomina-se Potencial Zeta. Para se explicar o comportamento eletrocinético dos colóides criou-se a Teoria da Dupla Camada. Íons de cargas positivas presentes na água envolvem os colóides formando uma camada compacta e íons de cargas diferentes formam uma segunda camada difusa. A medida do potencial elétrico entre a superfície externa da camada compacta que se desenvolve ao redor da partícula e o meio líquido em que essa partícula está inserida denomina-se Potencial Zeta.

3.2.2 - Mecanismos de Desestabilização

Os mecanismos de desestabilização, utilizando-se sulfato de alumínio, são baseados em duas teorias:

-Teoria química: a mais antiga que assume que os colóides são agregados de estrutura química definida, a carga primária das partículas dos colóides aumenta a partir da ionização de grupos complexos ionogênicos presentes na superfície das partículas dispersas e a desestabilização dos colóides é devido a interações químicas, tais como a formação de complexos e a transferência de prótons (PAIXÃO, 1996).

-Teoria física: a mais recente, enfatiza o conceito de dupla camada elétrica e a significativa predominância de fatores físicos, tais como a adsorção de íon, redução da mobilidade eletroforética e a formação de pares de íons na desestabilização dos colóides, STUMM & MORGAN apud PAIXÃO (1996).

Atualmente considera-se a coagulação como o resultado da ação de quatro mecanismos descritos a seguir:



3.2.2.1 - Compressão da Camada Difusa

A redução da camada difusa é causada pela presença de sais, como o cloreto de sódio, sem características hidrolisantes ou de adsorção, presentes em sais de alumínio e de ferro. Estes sais, denominados de “eletrólitos indiferentes” causam um aumento na densidade de cargas na camada difusa, provocado pela presença de íons de cargas contrárias à das partículas coloidais, diminuindo o diâmetro da camada difusa favorecendo a ação das forças de atração. Este mecanismo é observado no encontro das águas doce e água do mar onde se formam depósitos como os arrecifes, por exemplo (DI BERNARDO, 1993).

3.2.2.2 - Adsorção e Neutralização de Carga

A desestabilização de uma dispersão coloidal consiste nas interações entre coagulante-colóide, coagulante-solvente e colóide-solvente. No caso de espécies hidrolisadas de alumínio e ferro ou de polieletrólitos catiônicos, é comum ocorrer a adsorção específica, causada pela interação entre coagulante e colóide, ou seja, as partículas coloidais de cargas negativas adsorvem as espécies hidrolisadas positivas, promovendo a neutralização de carga destas partículas, resultando em um Potencial Zeta próximo a zero, favorecendo a aproximação dos colóides.

Este tipo de mecanismo é utilizado em estações de tratamento que usam a filtração direta, pois não há a necessidade de produção de flocos para posterior sedimentação (DI BERNARDO, 1993)

3.2.2.3 - Varredura

Dependendo da quantidade adicionada de coagulante, do pH da mistura e da concentração de alguns tipos de íons na água, poderá ocorrer a formação de precipitados do tipo $\text{Al}(\text{OH})_3$. As partículas coloidais são envolvidas pelos precipitados provocando sua sedimentação.

Este tipo de mecanismo é utilizado na maioria das estações de tratamento que utilizam floculação e decantação no processo de tratamento da água.



3.2.2.4 - Adsorção e Formação de Pontes:

Este é o mecanismo principal de coagulação entre polieletrólitos e colóides. Os polieletrólitos do tipo catiônico são adsorvidos por colóides ficando uma ponta de sua cadeia aderida a este e outra acaba sendo adsorvida por outro colóide, formando assim, pontes de ligação.

Esse mecanismo será melhor descrito no item 3.2.3.2

3.2.3 - Principais Coagulantes

O principal coagulante, utilizado no Brasil devido ao seu baixo custo, é o sulfato de alumínio. Nas últimas décadas seu emprego vem sendo questionado devido ao fato de ser causador de algumas disfunções de ordem neurológica.

Devido a este e outros fatos de ordem econômica, pesquisas vem sendo realizadas no intuito de promover o uso de polieletrólitos como coagulantes e ou como auxiliares de coagulação, substituindo ou diminuindo a utilização do sulfato.

3.2.3.1 - Sulfato de alumínio

Atribui-se aos íons de alumínio e ferro a responsabilidade pela coagulação das partículas finas contidas na água. MATTSON, apud LICSKÓ, 1995, em 1928, atentou para o fato que a coagulação dos sólidos suspensos na água era realizada principalmente pelos produtos de hidrólise dos íons acima mencionados, o hidróxido de alumínio e o hidróxido de ferro.

Durante os anos 60, após estudos e debates chegou-se ao consentimento que o principal agente de coagulação eram os produtos polinucleares e não saturados eletricamente (carga positiva) como os hidróxidos de alumínio e de ferro nas formulações $Al(OH)_3$ ou $Fe(OH)_3$ (LICSKÓ, 1995).

PACKHAM (1962) apud LICSKÓ (1997), revelou que o hidróxido de alumínio precipita rápido em torno do $pH = 7,0$. Segundo o autor, a velocidade que o colóide é coagulado depende da taxa em que o hidróxido de alumínio é precipitado. Isto implica que o mecanismo de desestabilização consiste no

arraste de sólidos suspensos pela precipitação rápida dos hidróxidos de alumínio. Isto se refere a coagulação de arraste ou por varredura.

De acordo com GREGORY (1978), apud LICSKÓ (1997) sob condições particulares, ambos os íons de alumínio $[Al_4(OH)_6]^{4+}$ (adsorção específica) e o $Al(OH)_3$ (coagulação de arraste) pode desempenhar um papel de equilíbrio na coagulação. Este processo de desestabilização depende da taxa de sais de alumínio adicionado, do pH e da concentração de sólidos suspensos.

AMIRTHARAJAH & MILLS (1982), confeccionaram um diagrama de projeto e operação para a coagulação com sulfato de alumínio. Em tal diagrama pode-se determinar as regiões em que a coagulação ocorre e o mecanismo predominante, como função do pH de coagulação e da dosagem de seu coagulante, conforme Figura 3.1.

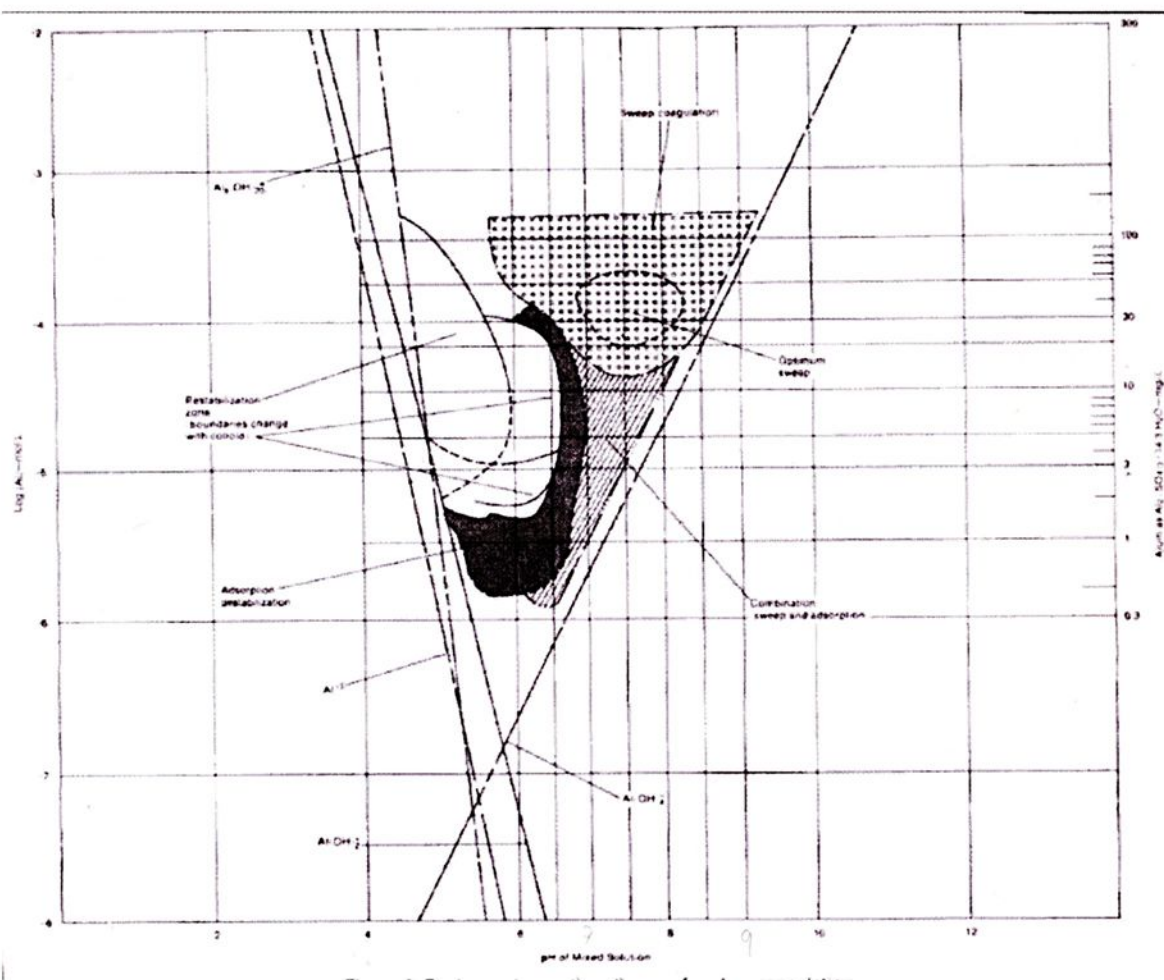


Figura 3.1 - Diagrama e Operação para Coagulação com Sulfato de Alumínio, AMIRTHARAJA & MILLS, 1982

De acordo com o diagrama da Figura 3.1, o sulfato de alumínio agiria em duas faixas bem distintas:

- Neutralização: Baixo consumo de coagulante e que se manifesta através das espécies solúveis de alumínio carregadas positivamente.
- Varredura: A desestabilização dá-se através do recobrimento das partículas coloidais com a espécie insolúvel $\text{Al}(\text{OH})_3$.

PARTHASARATY & BUFBE (1995), apud LICSKÓ (1997) demonstraram experimentalmente que, na taxa de pH entre 4,0 e 6,5 e concentrações de alumínio entre 10^{-3} e 10^{-1} mol/l e a relação OH-AL entre 2,5 e 2,9 : 1, mais de 75% de todo o alumínio presente é um complexo solúvel $[\text{Al}_{13}(\text{OH})_{32}]^{+5}$. Segundo os autores este polímero, em que a carga positiva do átomo de alumínio varia de 0,53 a 0,56, é um coagulante muito eficiente.

BACHE et al (1997) em seu trabalho utilizando amido de arroz de alto Potencial Zeta (-120 mV) concluíram que a resistência do floco formado é maior quanto maior for a carga negativa das partículas primárias, isto para a coagulação de varredura quando é utilizado o sulfato de alumínio como coagulante principal.

LICSKÓ (1997), através de experimentos realizados, concluiu que em condições favoráveis de pH e capacidade de troca iônica, o produto final do sal de alumínio, utilizado como coagulante, será um hidróxido de carga positiva. Esse hidróxido, no processo de coagulação, tem curtíssimo tempo de sobrevivência, e é envolvido em dois processos: i) pode entrar nas pontes dos colóides e diminuir sua carga negativa, promovendo a agregação entre eles ou ii) entrar em processo de polimerização produzindo um fraco hidróxido de alumínio solúvel em água. Essa solução tem a capacidade de diminuir a carga elétrica dos colóides, promovendo sua agregação e é a grande responsável pelo processo de coagulação. Essas soluções têm a capacidade de agregarem-se entre si sem utilizarem colóides de partículas na sua formação, gerando assim flocos indesejáveis que só representam desperdícios de coagulantes. A mistura rápida pode diminuir a formação desses flocos indesejáveis promovendo a dispersão do coagulante. Com isso o autor chegou a conclusão que o hidróxido de alumínio, produto da hidrólise do íon Al^{+++} e principalmente o “polímero” formado pelo hidróxido são os principais responsáveis pelo mecanismo de coagulação.

3.2.3.2 - Polieletrólitos

Os polieletrólitos podem ser classificados em: aniônicos, catiônicos e não iônicos. Os aniônicos em meio aquoso, apresentam sítios negativos ao longo de suas cadeias; os catiônicos apresentam sítios positivos; já os não iônicos não se ionizam em água.

Os polieletrólitos são fabricados a partir da homopolimerização de um monômero ou pela copolimerização de dois monômeros. Os polímeros sintéticos podem ser manipulados para produzir polietrólitos de diferentes pesos moleculares, cargas elétricas e diferentes tipos de estruturas de cadeias, lineares ou ramificadas (MONTGOMERY, 1985).

O mecanismo de coagulação-floculação entre polieletrólitos em partículas coloidais, segundo O'MELIA, apud HESPANHOL (1982), é o seguinte:

- *A adsorção inicial ocorre quando uma parte da cadeia de polieletrólito adere à superfície coloidal em um ou mais "sítios" de adsorção, ficando o restante da cadeia estendida na solução.*

Os seguimentos estendidos podem ser adsorvidos em "sítios" de adsorção vazios, em outra partícula desestabilizada, formando uma "ponte química", entre as partículas.

- *Se o segmento estendido não encontrar um sítio de adsorção adequado em uma outra partícula, ele poderá vir a ser adsorvido na mesma partícula, provocando a sua reestabilização, o que não é conveniente. Isso se caracteriza quando existe dosagem excessiva de polieletrólitos.*

NARKIS (1991), em trabalho utilizando um polieletrólito catiônico, observou que na dosagem ótima a mobilidade eletroforética quase não se alterava e que uma pequena redução desta era suficiente para provocar floculação. A pequena quantidade de polieletrólito, com sua respectiva carga positiva, era adsorvida pelas cargas negativas das partículas, formando pontes de ligação com as outras partículas negativas, gerando assim, flocos. Com isso provou que além da adsorção, o principal mecanismo de floculação, utilizando polieletrólitos catiônicos como coagulantes, eram as pontes de ligação.

Neste mesmo trabalho, o autor também teve como objetivo demonstrar o mecanismo de coagulação quando utilizando polieletrólitos (aniônicos, catiônicos e não iônicos) como auxiliares de floculação e nitrato de alumínio como coagulante principal. No estudo obteve a dosagem ótima do nitrato como coagulante e através desta dosagem foram realizadas as comparações. Utilizando polieletrólito aniônico como auxiliar de coagulação observou-se que na sub dosagem do nitrato de alumínio, o polieletrólito era bastante eficiente.

Esse resultado demonstrava a formação de pontes de ligação entre as partículas, pois utilizando o polieletrólito aniônico como coagulante principal nunca ocorreria a floculação. Resultados semelhantes foram conseguidos utilizando polieletrólitos catiônicos e não iônicos como auxiliares de coagulação.

Concluiu-se que a formação de pontes é um importante mecanismo na formação de flocos. Quando utilizado o polieletrólito catiônico como auxiliar de coagulação do nitrato de alumínio, observou-se uma redução na sua dosagem (polieletrólito) em relação a sua utilização como coagulante principal. Isto se deve ao fato da redução de área das partículas coloidais pela adsorção dos hidróxidos de alumínio na superfície da mesma, demonstrando, desta forma, a boa interação entre os dois tipos de coagulantes.

Os parâmetros importantes a serem observados na floculação, utilizando os polieletrólitos são os seguintes:

- Concentração de Polieletrólitos

Até atingir a dosagem ótima de polieletrólito, todo acréscimo de coagulante aumenta a eficiência. Após essa dosagem, mantendo-se o processo de agitação, pode ocorrer ruptura dos flocos, fazendo com que o excesso de polieletrólito em solução seja readsorvido na superfície, recentemente exposta. Nessas condições, os novos flocos formados, jamais terão as características dos flocos originais, porque as moléculas, posteriormente adsorvidas, terão saturado as porções da superfície das partículas, que antes, haviam atuado como "sítios" de adsorção, para a formação de "pontes" entre os flocos.

- Peso Molecular do Polieletrólito

Um acréscimo no peso molecular provoca um aumento da área coberta por polieletrólitos nos flocos. Para compensar esse efeito deve-se diminuir a dosagem de polieletrólitos. Ou seja, quanto maior o peso molecular, menor deve ser a dosagem de polieletrólito.

- Força Iônica

A concentração de contra-íons e íons não reativos na solução produz uma redução do Potencial Zeta dos colóides (efeito positivo) e um "enrolamento" da cadeia polimérica (efeito negativo).

- pH

A variação do pH da água é mais percebida quando o polieletrólito tem um caráter aniônico, sendo menos sensível quando o polieletrólito é catiônico, como indica a Figura 3.2.

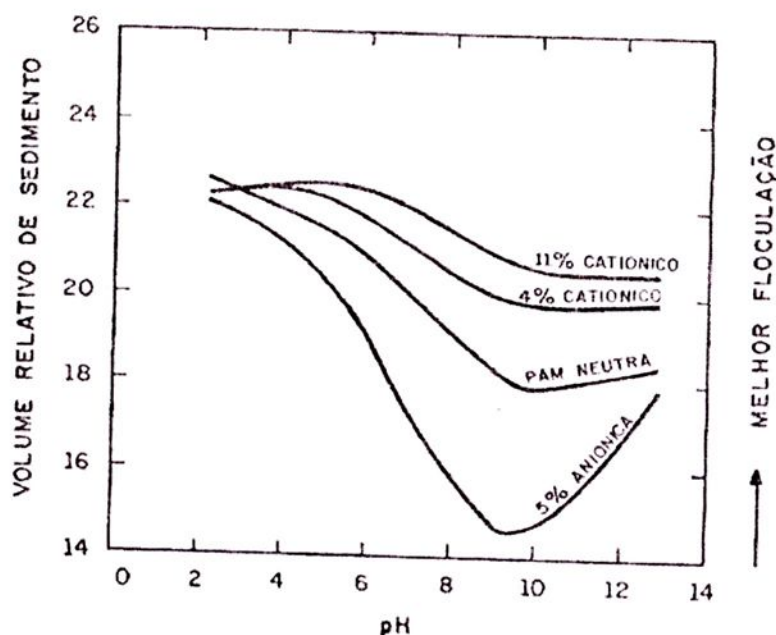


Figura 3.2 – Eficiência de Floculação em Termos de Volume Relativo de Material Sedimentado Utilizando Poliacrilamida com Diferentes Grupos Iônicos, em Função do pH - LINK, apud HESPANHOL (1982)

DI BERNARDO & DI BERNARDO (1998), propôs o uso de uma nova metodologia de dosagem na utilização de polieletrólitos como auxiliares de

coagulação. Traçam-se as curvas de turbidez remanescente e selecionam-se os pontos de menor dosagem do coagulante primário nas curvas de diferentes valores de turbidez, para os quais variam-se as dosagens dos polieletrólitos a serem estudados. Anteriormente reduzia-se a dosagem de sulfato de alumínio mantendo-se constante o pH, o que resultava em um desperdício de coagulante.

ROUT (1999) relatou em seu artigo a experiência na substituição do sulfato de alumínio por um polieletrólito orgânico no tratamento de água com elevadíssima turbidez. O uso do sulfato neste tipo de água produzia elevado volume de lodo no decantador e o uso da cal para regular o pH provocava o aumento na alcalinidade da água, além da alta concentração de sulfato utilizado para reduzir a turbidez. Com a utilização do polieletrólito o volume de lodo produzido reduziu-se em torno de 50% além de se ter eliminado o uso da cal como regulador de pH.

3.2.4 – Mistura Rápida na Coagulação

A mistura dos coagulantes no meio líquido pode ser feita de várias maneiras, desde que sejam garantidas as condições de mistura total dos coagulantes. As condições de mistura são balizadas pelo tempo de mistura e pelo gradiente de velocidade na mistura.

A mistura rápida tem por finalidade promover a dispersão do coagulante a água e vencer a barreira formada pela dupla camada ao redor do colóide.

AMIRTHARAJAH et al (1982) em ensaios com aparelho Jar-Test comprovou a influência do gradiente de velocidade e do tempo de mistura rápida apenas nas zonas do diagrama de coagulação onde ocorre coagulação por adsorção tendo pouca influencia na zona de varredura. Na zona de desestabilização por adsorção a aplicação de elevados gradientes de velocidades, como 16000 s^{-1} , produziu melhores resultados.

ROSSINI et al (1999) em ensaios em aparelho Jar-Test com água residuária proveniente de curtume e com turbidez elevada, próxima a 1000 UT, evidenciou a influência do gradiente de velocidade e do tempo de mistura rápida na remoção da turbidez. Os melhores resultados foram obtidos com

gradiente de velocidade acima de 400 s^{-1} e tempo de mistura rápida abaixo de 15 s, para pH fixado em torno de 6,5 e 4 meq/l de Al(III) .

3.2.4.1 - Unidades de mistura rápida

As unidades de mistura rápida podem ser hidráulicas ou mecânicas.

A mistura rápida em unidades hidráulicas pode ocorrer através do uso de ressaltos hidráulicos causados pela mudança brusca de nível em canais retangulares, mudança de declividade no mesmo. Outra unidade de mistura rápida hidráulica é o medidor calha Parshall que é utilizada como medidor de vazão nas estações de tratamento de água, como mostrado na Figura 3.3.

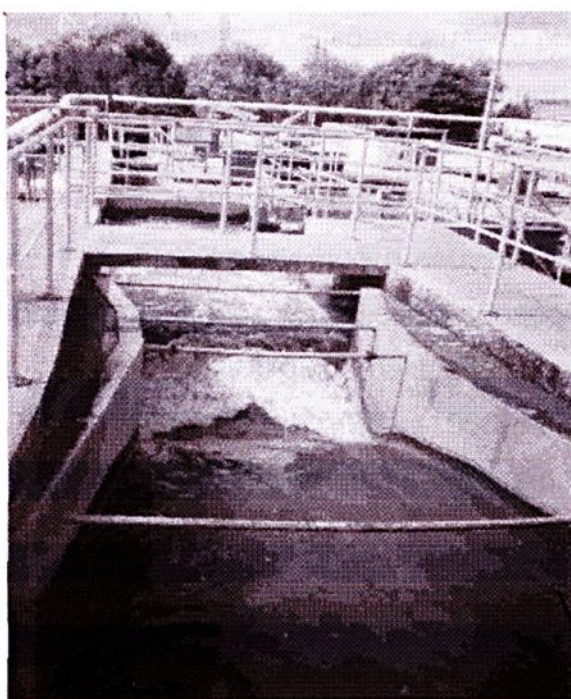


Figura 3.3 – Unidade de Mistura Rápida – Calha Parshall , ETA FRANCA-SP - SABESP

Os vertedores retangulares também são utilizados como unidades de mistura rápida hidráulica. Já as unidades de mistura rápida mecanizada utilizam agitadores tipo turbina é um aparelho mecânico que produz movimento em líquido através do movimento rotativo dos impulsores. Para melhor distribuição do coagulante nas unidades de mistura rápida são utilizados difusores no intuito de provocar maior agitação e mistura dos coagulantes.

3.3 - FLOCULAÇÃO

A água coagulada vai para a floculação que se desenvolve através de estágios. O primeiro estágio ocorre na fase de coagulação e envolve a otimização de dosagens de coagulantes, onde se deve reduzir o Potencial Zeta do colóide para que haja a aproximação das partículas suspensas na água. Após a diminuição da força de repulsão deve haver a aproximação das partículas que é dada na forma de colisões. As colisões ocorrem através da própria difusão das partículas em meio líquido, devido ao movimento Browniano das moléculas do fluido, esse estágio é conhecido como pericínésia, e através da aplicação de gradientes de velocidades, conhecido como ortocínésia. O número de colisões causado por gradiente de velocidade é muito maior do que o causado pela difusão das partículas, sendo assim, o maior alvo da floculação é a ortocínésia.

Um outro estágio de floculação, conforme LIBÂNIO (2000), é a sedimentação diferenciada que é causada pela variação das velocidades de sedimentação dos flocos, tendo como consequência o contato entre os flocos.

O modelo matemático mais citado para explicar a floculação é de SMOLUCHOWSKI, apud IVES (1968) usado para medir a floculação ortocinética de partículas coloidais em meio com fluxo laminar é apresentado na equação 3.1:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{G}{6} n_1 n_2 (d_1 + d_2)^3, \quad (3.1)$$

onde:

dN/dt = taxa de colisão da partícula 1 e 2 por unidade de volume de água,

G = é o gradiente de velocidade laminar, (s^{-1})

d_1 e d_2 = diâmetros das partículas 1 e dois respectivamente.

Uma breve revisão literária de floculação realizada por HAARHOFF (1997), cita que em 1943, CAMP e STEIN (1943) introduziram o conceito de gradiente de velocidade, G , no lugar do gradiente de velocidade laminar, mas este trabalho não incluía a razão de quebra dos flocos. Em 1966, HARRIS e KAUFMAN modificaram o modelo incluindo o conceito de quebra de flocos.

Este conceito foi incorporado ao modelo de difusão turbulenta por ARGAMAN E KAUFMAM em 1968.

HAARHOFF (1997) em trabalho para determinação das constantes de quebra e agregação da equação de Argaman-Kaufman para vários reatores apresenta a equação 3.2:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{K_a}{K_b} G + \left(1 - \frac{K_a}{K_b} G \right) e^{K_a G T} \quad (3.2)$$

onde:

n_1 = concentração de partículas após a floculação

n_2 = concentração de partículas antes da floculação

K_a = constante de agregação dos flocos

K_b = constante de ruptura ou quebra dos flocos

G = Gradiente de velocidade

T = período de floculação

O mesmo autor concluiu que o tempo de sedimentação assim como a quantidade de partículas iniciais presentes na água bruta (turbidez inicial), modifica as constantes de agregação e quebra. A dosagem de coagulante também modifica a constante de agregação e quebra, mas perto da dosagem ótima isto não ocorre.

LIBÂNIO et al (1997), em ensaios de floculação realizados em floculadores de escoamento contínuo, comprovaram a melhor eficiência de floculação quando se utilizam gradientes de velocidades variáveis em cada câmara de floculação. Neste mesmo trabalho foi possível verificar, através de análise estatística, a dependência da eficiência da floculação de variáveis como a qualidade da água, velocidade de sedimentação e a seqüência dos gradientes de velocidades empregados em cada câmara de floculação. Às mesmas conclusões chegaram DI BERNARDO et al (1998).

DI BERNARDO et al (1998) alertou para o fato de que a transposição do tempo otimizado, tanto o de floculação quanto o de mistura rápida, em ensaios Jar-Test não pode ser transposto a uma Estação de Tratamento de Água antes de se conhecer o comportamento hidrodinâmico da mesma.

3.3.1 - Floculadores

Os floculadores podem ser mecânicos ou hidráulicos e são responsáveis pela realização da floculação em uma Estação de Tratamento de Água de abastecimento.

3.3.1.1 - Floculadores Mecânicos:

Os floculadores mecânicos mais utilizados são os de movimento giratório com paletas paralelas ou perpendiculares ao eixo. O eixo pode ser horizontal ou vertical, conforme as características de projeto de uma estação de tratamento.

Algumas recomendações práticas (NBR12216/1992) para o projeto de floculadores mecânicos são apresentadas a seguir:

- Tempo de detenção: 30 a 40 minutos;
- N^o de Compartimentos em série: igual ou superior a três;
- Gradiente de velocidade: 75 a 10 s⁻¹.

3.3.1.2 - Floculadores Hidráulicos:

É qualquer dispositivo que utilize a energia hidráulica dissipada em forma de perda de carga no fluxo da água através de um tanque, canal ou canalização. Os floculadores hidráulicos mais utilizados são do tipo chicanas, onde a perda de carga é causada pela mudança forçada da direção do fluxo.

Em pesquisas atuais, vêm-se utilizando meios porosos no interior dos floculadores hidráulicos de fluxo vertical, promovendo assim o melhor contato entre os flocos.

SCHULZ (1994) após estudos realizados sobre um tipo de floculador desenvolvido pela Universidade da Carolina do Norte, o BCM (*Buoyant Coarse Media*), projetou a configuração ideal deste tipo de floculador. Neste projeto a entrada da água se efetuava na parte superior da câmara de floculação descrevendo, assim, fluxo descendente. No interior da câmara de floculação encontra-se um "leito granular cerâmico" formado por 03 diâmetros diferentes de "grãos e dispostos na forma de cone. Esse leito tem por finalidade aumentar o número de colisões das partículas suspensas na água. SCHULZ obteve melhores resultados quando associou a este projeto uma coluna de controle de



nível da água utilizando-a como uma espécie de floculador. Esta coluna funciona com fluxo ascendente e no seu interior existia um colchão poroso de material plástica, promovendo a formação de flocos. Em teste final em estações de tratamento dos Estados Unidos, com água bruta com baixa turbidez (2-13 NTU), SCHULZ reduziu o valor da turbidez para o valor de 0,5 NTU utilizando de 20 a 25 mg/l de sulfato de alumínio como coagulante.

Outro tipo de floculador hidráulico, pouco utilizado no Brasil, mas de grande importância é o floculador Manta de Lodo, que utiliza o próprio lodo produzido para realizar a floculação

Devido ao seu projeto em forma de cone invertido este tipo de floculador é capaz de realizar a decantação da água e por isso ficou conhecido como floculador, que será discutido no item 3.4.

3.4 - DECANTAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO

Sedimentação é o fenômeno físico em que as partículas suspensas apresentam movimentos descendentes em meio líquido de menor massa específica. A teoria da sedimentação baseia-se no fato de que, qualquer partícula não coloidal, suspensa em um meio líquido em repouso e de menor massa específica, será acelerada pela ação da gravidade até que as forças de resistência viscosa e de deformação do líquido sejam iguais à resultante do peso efetivo da partícula. A partir daí sua velocidade descendente será constante, a qual é também conhecida como velocidade terminal de sedimentação. As forças envolvidas sobre a partícula em um líquido em repouso são: peso da partícula (favorável), empuxo e força de arraste (contra).

A velocidade de sedimentação depende da viscosidade do fluido, do tamanho e forma da partícula, da massa específica do fluido e da partícula e do número de Reynolds.

O grande problema na determinação da velocidade de sedimentação de uma partícula coloidal através de modelos matemáticos está na impossibilidade de prever o tamanho das mesmas, pois estas dependem a composição da água bruta assim como do tipo e dosagem do coagulante utilizado. Devido a esta dificuldade, o ensaio de laboratório conhecido como Jar-Test é utilizado para estimar tempo de floculação e a velocidade de sedimentação.



Em escala real, principalmente em tanques de decantação, a velocidade de sedimentação pode ser afetada por efeitos tais como gradientes de temperaturas, provocando inversões térmicas suspendendo o lodo e pela velocidade elevada do vento. (MONTGOMERY, 1985).

3.4.1- Decantadores

Os decantadores são tanques, retangulares ou circulares, mecanizados ou não, onde ocorre a sedimentação dos flocos e conseqüentemente a decantação da água.

3.4.2 - Decantador convencional (escoamento horizontal)

Os decantadores convencionais consistem de grandes tanques retangulares com fluxo de água na horizontal onde ocorrem sedimentações das partículas e, conseqüentemente, a decantação da água.

Utilizam-se, no mínimo, dois tanques de decantação para não paralisar a estação em caso de limpeza. A taxa de escoamento superficial, que é a relação entre o escoamento da água e a área superficial de sedimentação fica entre 15 a 60 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$ resultando um tempo de detenção da água 1,5 a 4,5 horas, sendo que a velocidade de escoamento para estações de tratamento com capacidade maior que 10.000 m^3/dia , não pode ultrapassar o valor de 1cm/s, segundo a NBR 12216/1992.

Este tipo de decantador é o mais utilizado no Brasil e seu grande inconveniente é o grande espaço físico ocupado.

3.4.3 - Decantador de alta taxa

No intuito de aumentar a taxa de escoamento superficial várias tentativas foram realizadas adaptando-se lajes intermediárias no decantador tradicional.

CAMP (1946), apud DI BERNARDO (1993) propôs um decantador com diversas lajes horizontais, espaçadas da ordem de 0,15m, e com equipamentos mecânicos de limpeza, o que inviabilizava o projeto do decantador.

CULP et al (1965), apud DI BERNARDO (1993) estudou a introdução de tubos de diferentes seções transversais, dispostos paralelamente entre si e



introduzidos no decantador convencional e estudaram a taxa de aplicação, dimensão e ângulo de inclinação, adotando para este último, o valor de 5° com a horizontal, inclinação suficiente para retirada dos flocos assim que fosse procedida a lavagem dos filtros.

CULP & HANZE (1967), apud DI BERNADO (1993), observaram que aumentando o ângulo de inclinação a eficiência caía mais próximo ao ângulo de 60° a limpeza dos flocos era contínua e no sentido contrário ao do fluxo.

Em 1970, YAO apud DI BERNADO (1993) apresentou os fundamentos teóricos da sedimentação em dutos, a partir do ponto em que o regime de escoamento fosse laminar, o que permitia determinar, em função das características do escoamento e da geometria do duto, o comprimento necessário para que uma partícula discreta qualquer sedimentasse.

DI BERNARDO et al (2000) utilizando decantadores de placas paralelas de área transversal retangular e quadrada e partículas de diferentes velocidades de sedimentação demonstraram a importância de se considerar nos projetos de decantadores de alta taxa o trecho de transição. Outro fato observado pelos autores foi a interferência dos perfis de velocidade, tanto o vertical como o horizontal.

A Figura 3.4 mostra um decantador de alta taxa.

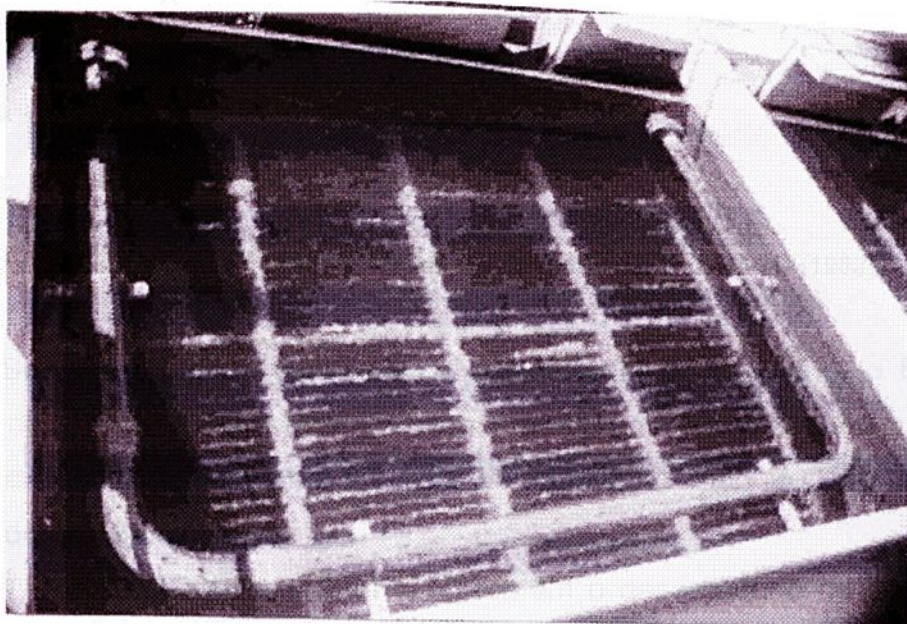


Figura 3.4 – Fotografia de um decantador de placas paralelas, ETA AURIFLAMA-SP - SABESP.

3.4.4 - Decanto-Floculador

Nesses tipos de unidade tem-se a floculação, sedimentação e concentração de lodo. Na zona de concentração de lodo, procura-se manter um manto, de forma a possibilitar o aumento da taxa de escoamento superficial na zona de sedimentação, pois a água floculada encontra uma massa de sólidos onde a taxa de encontros é elevada.

Para a manutenção de uma altura razoável de manta de lodo deve-se, dentro do floculador, adotar uma configuração que permita uma evolução gradativa do gradiente de velocidade. Assim com uma configuração em forma de cone invertido, por exemplo, e com um fluxo de água ascendente pode-se ter um decréscimo de gradiente de velocidade de baixo para cima no floculador. Os flocos menores são levados para cima onde o gradiente é menor e os maiores descem até a proximidade da base do floculador onde estão localizados os maiores gradientes de velocidade, atingindo assim uma situação de equilíbrio. A Figura 3.5 mostra o esquema de um decanto floculador manta de lodo.

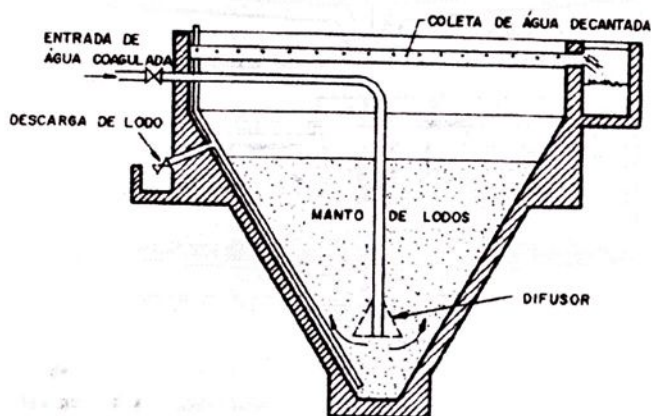


Figura 3.5 - Esquema de um floculador manta de lodo – DI BERNADO (1993)

Segundo BOND (1961) apud TANGERINO et al (1998), o floculador manta de lodo mais utilizado na Europa é do tipo mais simplificado, possuindo forma de pirâmide invertida e altura de manta de lodo de 150 cm, como mostrado na Figura 3.5.

TANGERINO et al (1998) compararam o desempenho de floculadores de manta de lodo e do tipo Alabama para diferentes taxas de aplicação

superficial no decantador e diferentes níveis de turbidez da água bruta sendo que o floculador manta de lodo apresentou melhores resultados que o floculador do tipo Alabama. No caso do floculador manta de lodo, a taxa de remoção das partículas apresentou, para todos os níveis de turbidez e taxa de aplicação superficial no decantador, valores acima de 85 % . TANGERINO ressaltou, também, que a taxa de formação da manta no módulo aumentava conforme se aumentava a turbidez da água bruta.

Alguns trabalhos matemáticos foram realizados no intuito de descrever o comportamento dos floculadores manta de lodo. IVES (1968) utilizando conceitos de floculação ortocinética proposto por Smoluchowski e conceitos sobre o tamanho do floco da manta em relação aos colóides suspensos na água chegou a seguinte equação:

$$\frac{n_t}{n_0} = \exp\left(\frac{-G C t}{\pi}\right) \quad (3.2)$$

onde:

n_0 = número de partículas primárias por unidade de volume;

n_t = número de partículas primárias remanescentes por unidade de volume;

G = gradiente de velocidade (s^{-1});

C = concentração da manta de lodo.

t = tempo de floculação

O trabalho de IVES (1968) é questionado por HEAD (1997). Segundo o autor, IVES não menciona como calcular a concentração da manta (C) e utilizando valores usuais para G , C e t o valor para eficiência de remoção de partículas (n_t/n_0) seria da ordem de 10^{-10} o que não é conseguido na pratica.

GREGORY apud HEAD (1997), em extensivo trabalho de revisão bibliográfica sobre o assunto obteve algumas conclusões qualitativas, entre elas a de que a concentração da manta de lodo assim como a velocidade do fluxo ascendente da água, são fatores de extrema importância para a eficiência do sistema e propôs que a concentração dos flocos na manta deveria ser medida pela percentagem ocupada por uma amostra de 100 ml da manta em

um frasco cilíndrico após decantação de 30 minutos. Gregory definiu 14 a 18% como concentração ótima.



4 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho de pesquisa foi realizado em duas fases. A primeira fase foi realizada pela alimentação do módulo floculador com água sintética preparada em laboratório e teve como objetivo principal determinar a melhor dosagem de cada polieletrólito para diferentes níveis de turbidez. A segunda fase teve como objetivo comprovar a eficiência dessas dosagens ótimas obtidas na primeira fase, na redução da turbidez, quando o módulo floculador fosse alimentado por águas provenientes de uma fonte natural

4.1 – MÓDULO EXPERIMENTAL

Para a realização das investigações foi utilizado o modelo reduzido de estação de tratamento de água instalado nas dependências do Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, DEC-FEIS/UNESP, como mostrado nas Figuras 4.1 e 4.2

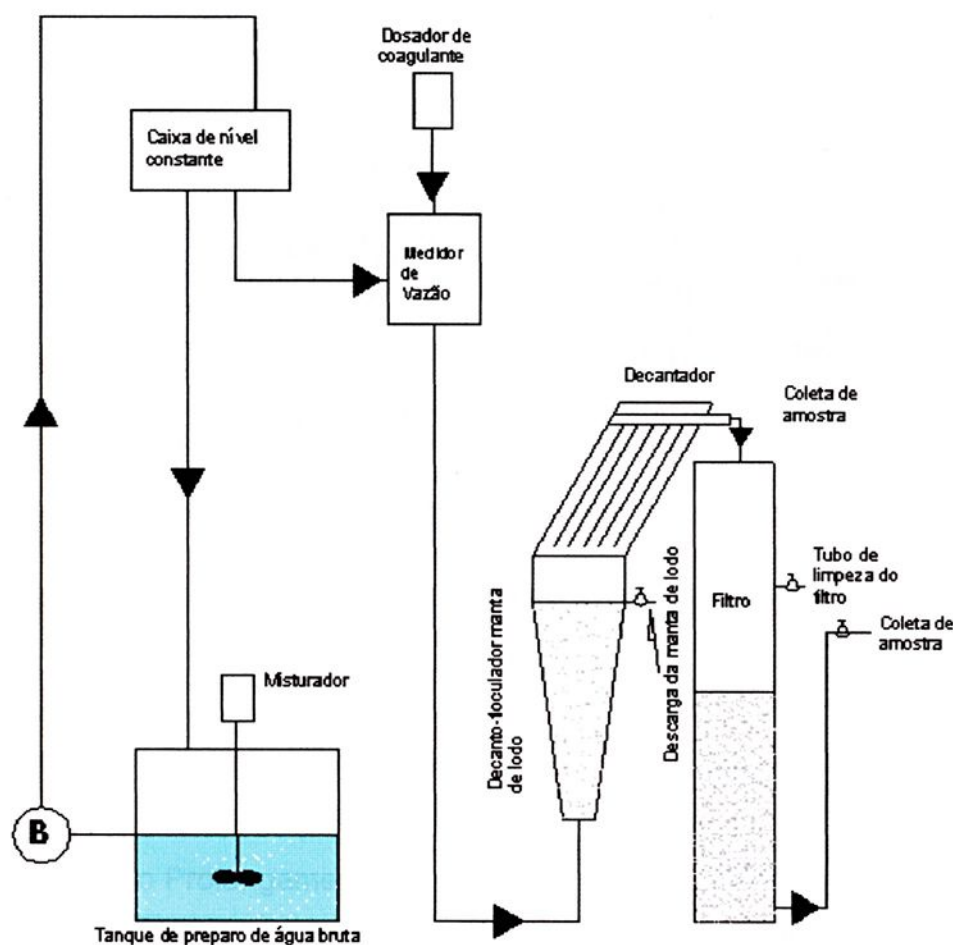


Figura 4.1- Esquema do Modelo Experimental Reduzido



Figura 4.2 - Sistema de floculação (floculador manta de lodo), decantação (decantador de alta taxa) e filtro (filtro de areia de fluxo descendente) utilizado na realização dos experimentos – detalhe para a medição contínua da turbidez na saída do decantador

4.1.1 – Dimensões e Características do Floculador Manta de Lodo

O floculador manta de lodo, mostrado na Figura 4.2 possui as seguintes características:

-Material:	Acrílico
-Volume do tronco de pirâmide:	27 litros
-Volume do Prolongamento:	16,20 litros
-Volume Total:	43,20 litros

- Dimensões conforme Figura 4.3

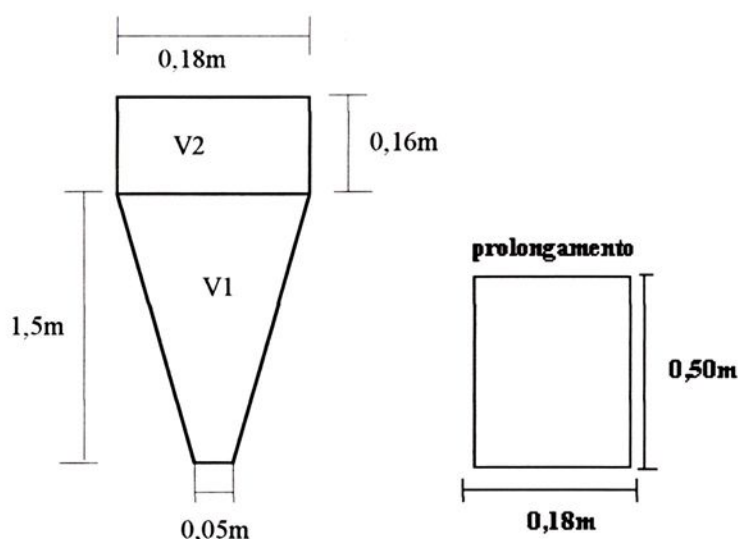


Figura 4.3- Dimensões do decanto flocculador manta de lodo

4.1.2 – Dimensões e Características do Decantador de Alta Taxa:

O decantador de alta taxa de placas paralelas mostrado na Figura 4.2, possui as seguintes características:

- Material:	Acrílico
- Dimensões:	0.18m x 0.18m x 1.00m
- Volume:	32 litros
- Espessura das Placas:	3mm
- No. de placas:	6
- Distância entre placas:	24mm

Utilizando a equação proposta por YAO (1970), considerando a condição crítica para a qual a partícula que se deseja remover entra no ponto superior do plano longitudinal vertical central do duto, temos:

$$Sc = \frac{Vs}{Vem} (\sin \theta + Ls \cos \theta) \quad 4.1$$

onde:

Sc = fator de forma (=1 para placas planas)

θ = ângulo de inclinação do duto com o plano horizontal;

V_s = velocidade de sedimentação da partícula;

V_{em} = velocidade média do escoamento = 9,6 cm/min;

L_s = comprimento relativo do duto = l_s/a ;

l_s = comprimento do duto;

a = altura do duto;

Temos uma velocidade crítica de sedimentação da partícula na ordem 0,45 cm/min, desconsiderando o comprimento relativo de transição. O número de Reynolds é da ordem de 70 .

A Norma Brasileira (NBR 12216/1992) recomenda, quando não for possível proceder ensaios de laboratório, que a velocidade de sedimentação adotada para o cálculo das taxas de aplicação tenha o valor de 1,74 cm/min para estações com capacidade de até 1000 m³/dia, maior que a velocidade crítica de sedimentação calculada. É recomendado, também, que a velocidade longitudinal não ultrapasse 21cm/min, valor superior a velocidade longitudinal aplicada no módulo de 9,6 cm/min.

4.1.3 – Dimensões e Características do Filtro:

Os filtros foram construídos com as seguintes características:

- diâmetro: 20 cm

- altura total de 3.17m, assim distribuído:

altura livre	= 0,25m
--------------	---------

altura de água	= 1,60m
----------------	---------

camada de areia	= 0,50m
-----------------	---------

camada intermediária	= 0,12m
----------------------	---------

camada suporte	= 0,45m
----------------	---------

fundo falso-drenagem	= 0,25m
----------------------	---------

- leito filtrante:

composto de areia, numa espessura de 0,50 m com tamanho efetivo de 0,4 a 0,6 mm e coeficiente de desuniformidade <1,6;

- camada intermediária ou camada torpedo:

com 0,12m de espessura, diâmetro de 1,5 mm e coeficiente de desuniformidade menor do que 1.7;

- camada suporte com espessura de 0,45 m sendo:

- 7,5 cm com diâmetros de 1/8" a 1/4"



- 5.5 cm com diâmetros de 1/4' a 1/2'
- 8.0 cm com diâmetros de 1/2" a 3/4"
- 12.0 cm com diâmetros de 3/4" a 1.1/2"
- 10.0 cm com diâmetros de 1,1/2" a 2,1/2"

Sob a camada suporte instalou-se uma placa com orifícios para permitir passagem da água filtrada e de lavagem.

O sistema drenante e de lavagem foi com conexões de PVC, com 3/4" de diâmetro. Para lavagem dos filtros foi utilizada a água da rede predial.

4.2 – PROCEDIMENTOS E PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS PARA OS ENSAIOS

A seguir são descritos os procedimentos e a preparação de materiais necessários à realização dos ensaios programados:

a) Preparação da água sintética

Utilizou-se um tanque com capacidade de 1.000 litros de água, no qual era disperso material argiloso conforme a turbidez necessária. Foram estudadas variações de turbidez entre 10 a 100 NTU.

Para efetuar e manter completa homogeneização desta mistura foi utilizado um agitador mecânico acionado por um motor elétrico. Foi também empregada uma bomba centrífuga que recalca esta água bruta para uma caixa de nível constante, o qual garantiu a mesma vazão durante todos os ensaios. O tanque de mistura é mostrado na Figura 4.4.

O quadro 4.1 apresenta os tipos de água bruta ensaiada em cada uma das fases.

Quadro 4.1 – Características das águas ensaiadas.

fase	Tipo de água	pH	Alcalinidade
1 ^a . fase	sintética	8,0 – 8,4	90 mg(CaCO ₃)/l
2 ^a . fase	natural	7,1 – 7,2	45 mg(CaCO ₃)/l

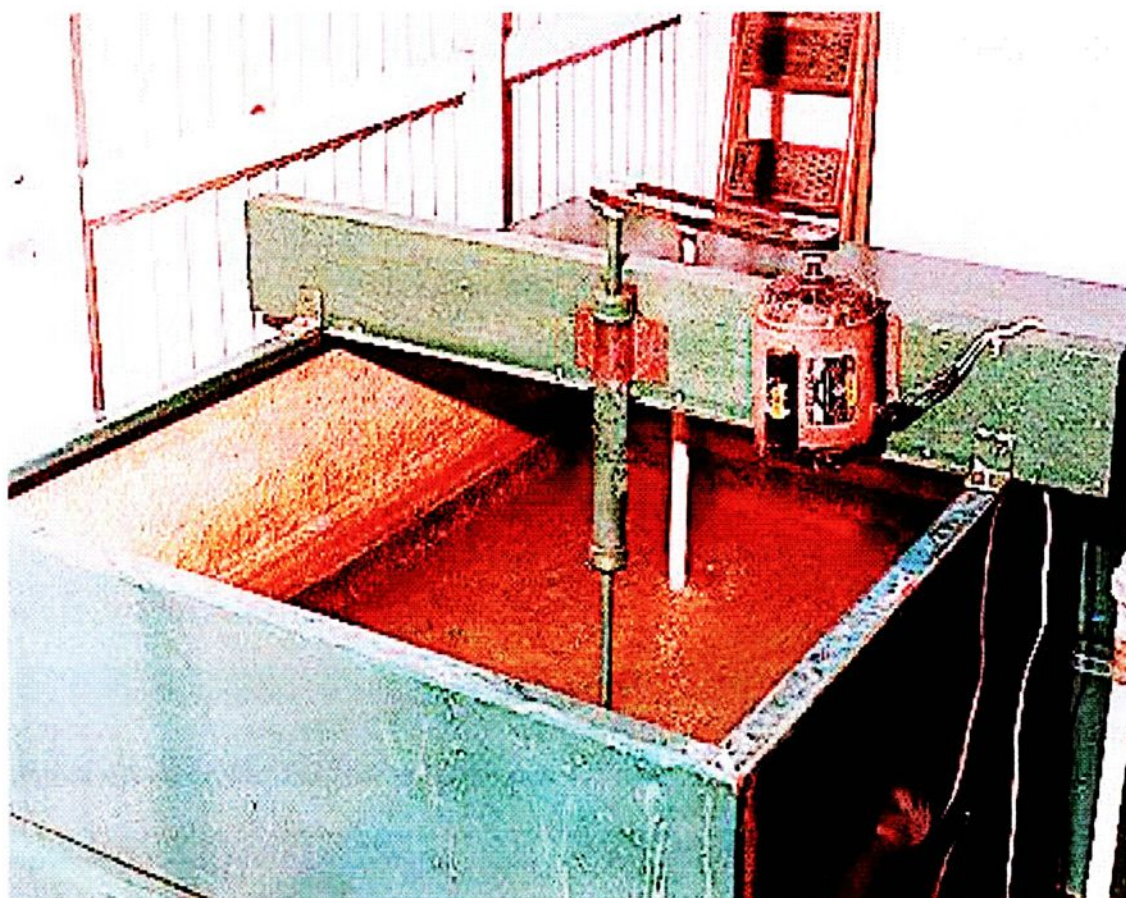


Figura 4.4 - Tanque de preparo da água bruta.

b) coagulantes

Foram utilizados sulfato de alumínio e alguns polieletrólitos catiônicos para coagular a água bruta preparada. As dosagens destes coagulantes foram determinadas previamente através de ensaios de Jar-Test, equipamento mostrado na Figura 4.5, para cada turbidez da água bruta que foi ensaiada. O Quadro 4.2 mostra as características dos polieletrólitos testados.

Quadro 4.2 - Características dos Polieletrólitos

Polieletrólito	Nome	Caráter iônico	Aspecto	PH	Densidade
A	IQAFLOC 100**	Catiônico	Líquido Amarelo	1,5- 3,6 (sol 5%)	1,24 a 3,60
B	EA-5523*	Catiônico	Líquido Amarelo	1,5a 3,5(sol. 5%)	1,1 a 1,3
C	EA-5024*	Catiônico	Liq. Visc. Branco	3,0 - 6,0 (sol 5%)	1,0 a 1,06

*Produto fabricado pela Resinac – Jandira-SP

**Produto fabricado pela IQA – Arujá-SP



Figura 4.5- Aparelho Jar-Test utilizado nos ensaios

c) taxa de aplicação no módulo floculador-decantador

O módulo foi alimentado com água coagulada proveniente do sistema de mistura rápida hidráulico. A taxa de aplicação do módulo de decantação foi única de $120 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$. Essa taxa de aplicação foi conferida pela vazão de entrada no módulo de $2,55 \text{ l/s}$. Na parte superior do decantador foram efetuadas as coletas de amostras de água decantada.

d) tempo de permanência da água no floculador manta de lodo e decantador de alta taxa

- Tronco de pirâmide do floculador:	10,60 min
- Prolongamento do floculador:	6,30 min
- Total do floculador:	16,90 min
- Decantador de alta taxa:	12,50 min

e) filtro

O módulo experimental é composto também com um filtro de areia de fluxo descendente, com taxa de aplicação superficial $120 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$. Na saída do filtro, foram coletadas amostras da água final tratada.

4.3 - ENSAIOS

Para determinar as dosagens iniciais de coagulantes, polieletrólitos e sulfato de alumínio, para água bruta preparada com turbidez de 10, 30 e 100 NTU, foram realizados ensaios preliminares de Jar-Test.

4.3.1 – Jar Test

Os ensaios em aparelho Jar-Test tiveram uma mistura rápida com gradiente de velocidade de 500s^{-1} em 10s, floculação com gradiente de velocidade de 50s^{-1} por 12 minutos e coletadas amostras após decantação de 15 minutos. A água sintética utilizada no ensaio foi retirada do tanque de água sintética do ensaio do módulo experimental, com pH em torno de 8,0. Após determinada a faixa de dosagem de cada coagulante para cada turbidez foram realizados ensaios no módulo experimental.

4.3.2 - Primeira Fase – Água Bruta Preparada

Os ensaios no módulo tiveram duração de 8 horas. O pH da água decantada foi monitorado na entrada do filtro, em amostragens pontuais. As turbidez das águas decantada e filtrada foram monitoradas com turbidímetro de leitura contínua durante cada ensaio, como mostram as Figuras 4.6 e 4.7. Os ensaios tiveram duração de 08 horas.

Foram testadas 03 variações de dosagem de cada tipo de polieletrólito e de sulfato de alumínio, baseados nos resultados dos Jar-Test.

Foi ensaiada, também, a formação da manta inicial para cada tipo de coagulante, utilizando-se dosagens acima da dosagem ótima (obtida em ensaio Jar-Test), com o objetivo de estudar a influência da manta no sistema.



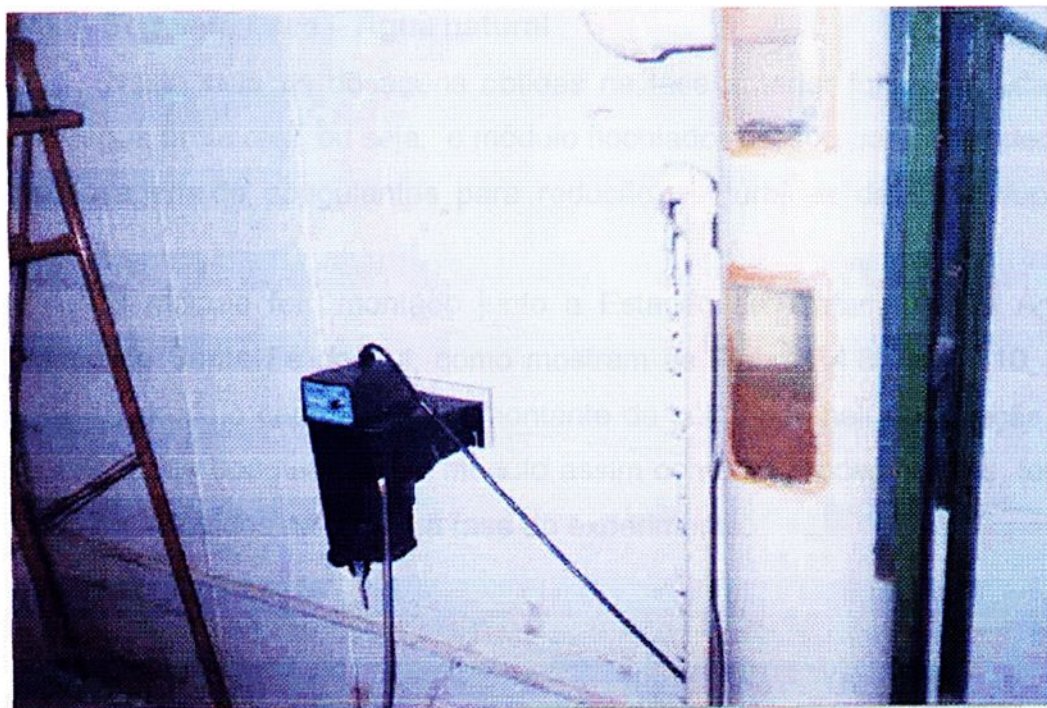


Figura 4.6 - Detalhe do medidor de turbidez na saída do filtro

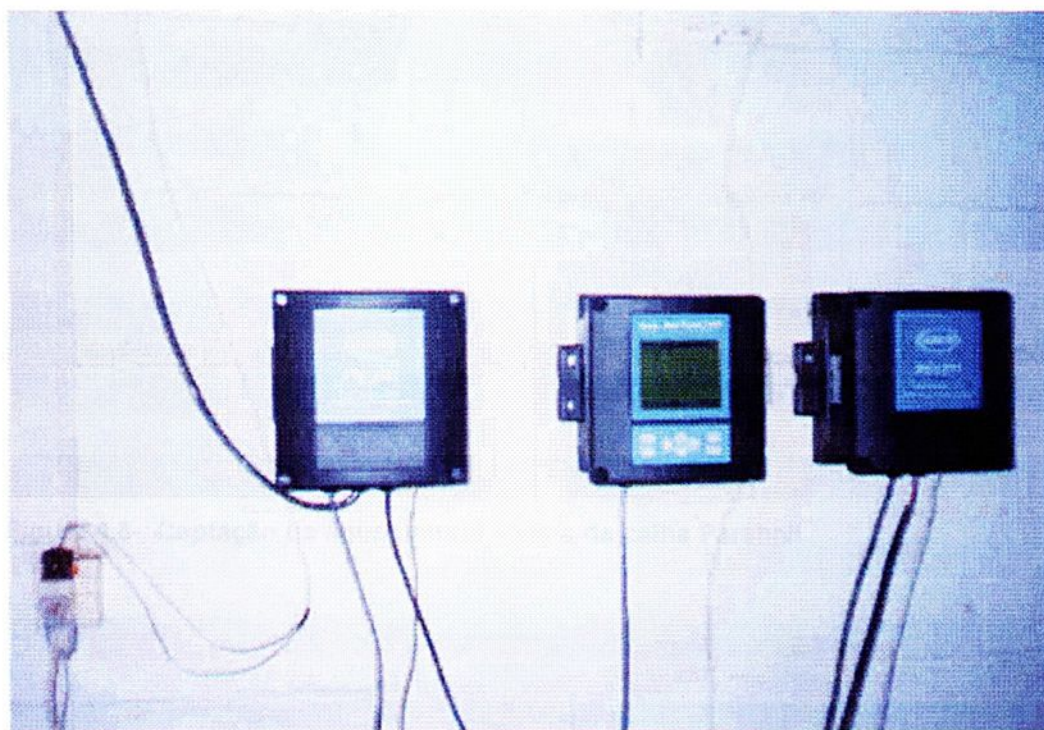


Figura 4.7- Gerenciador e registrador da turbidez da água no filtro e decantador.

4.3.3- Segunda Fase – Água natural

Nesta fase as dosagens obtidas na fase anterior foram testadas para uma água bruta real, ou seja, o módulo flocculador passou por uma adequação da dosagem de coagulantes para redução de turbidez da água superficial natural.

O módulo foi montado junto a Estação de Tratamento de Água da cidade de Santa Fé do Sul, como mostram as Figuras 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12. O módulo captou água a montante da calha parshall da estação, antes da adição de coagulantes. O módulo assim como os procedimentos, foram os mesmos utilizados na primeira fase do experimento.

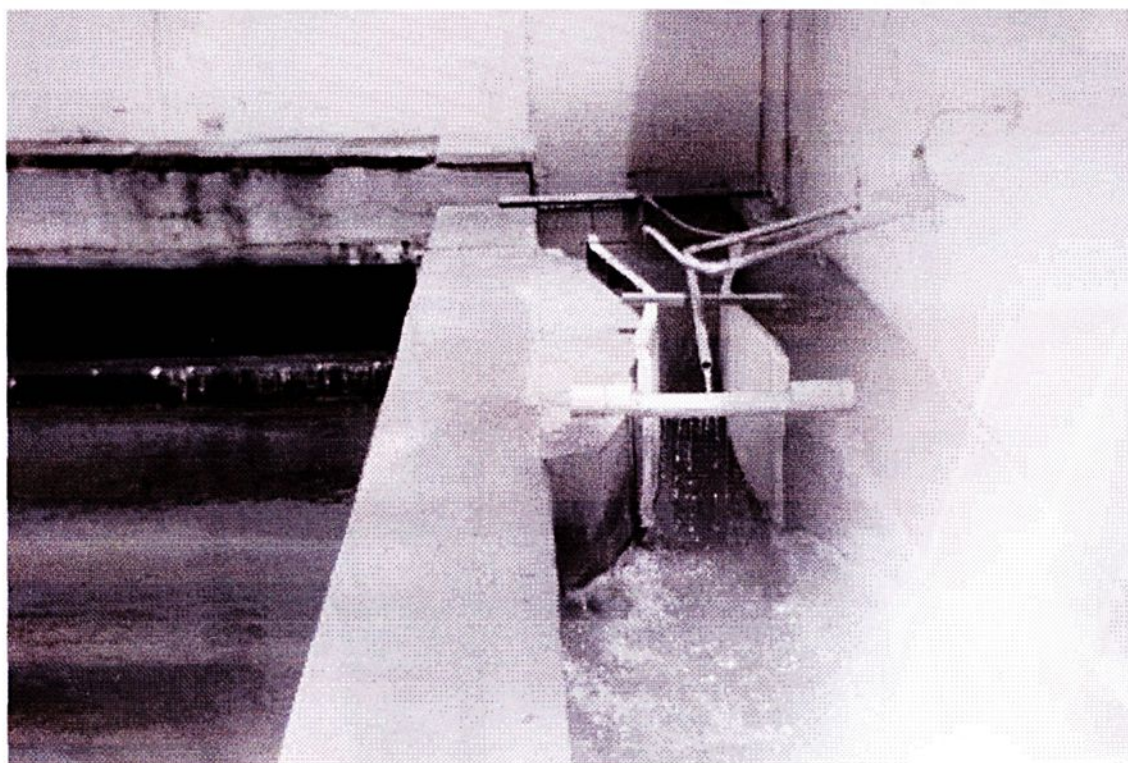


Figura 4.8- Captação da água natural – vista da calha Parshall



Figura 4.9- Câmara de contato entre a água bruta e o coagulante.



Figura 4.10 – Detalhe da câmara dosadora.

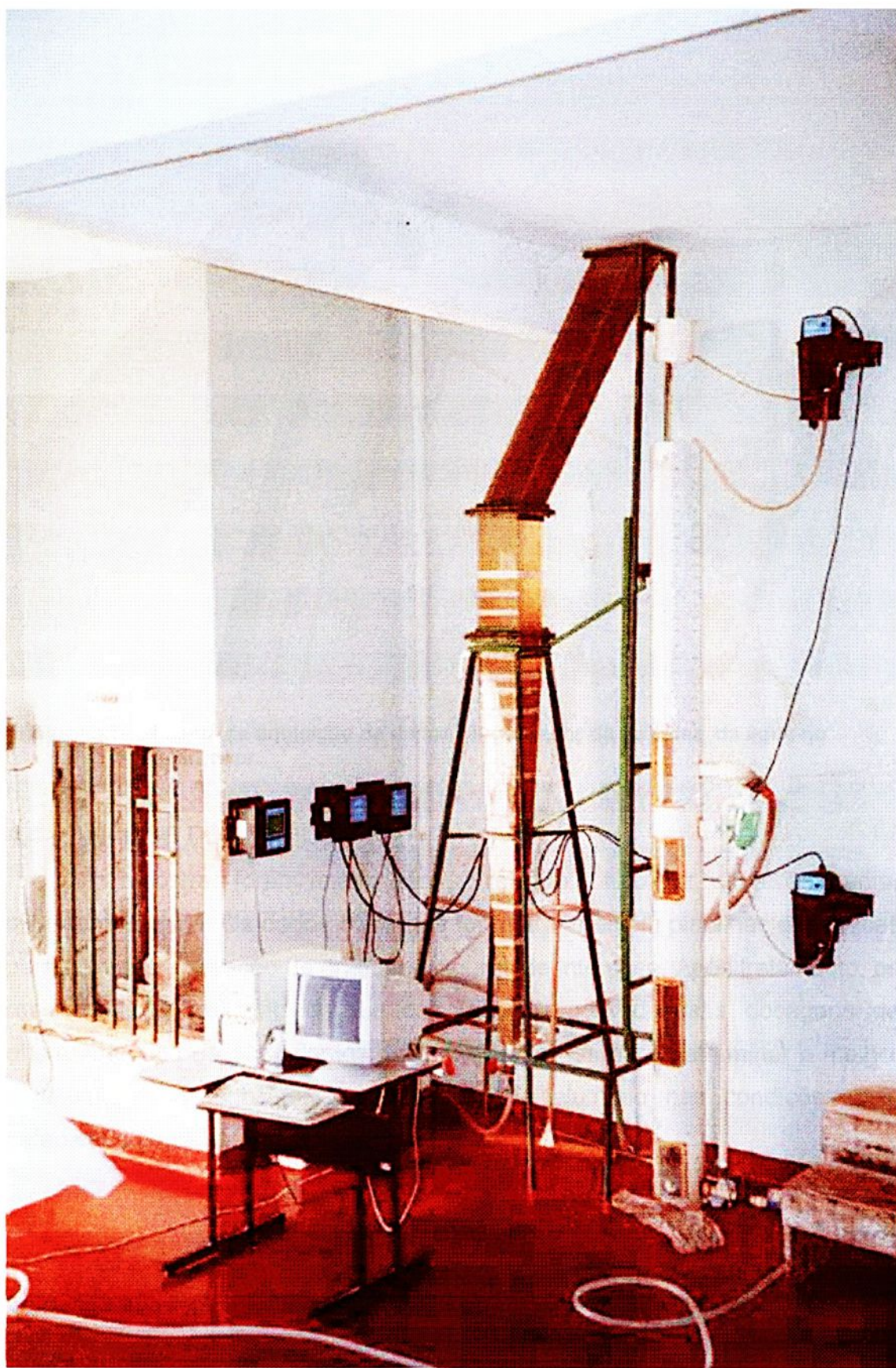


Figura 4.11 – Vista do módulo experimental e equipamentos de aquisição de dados

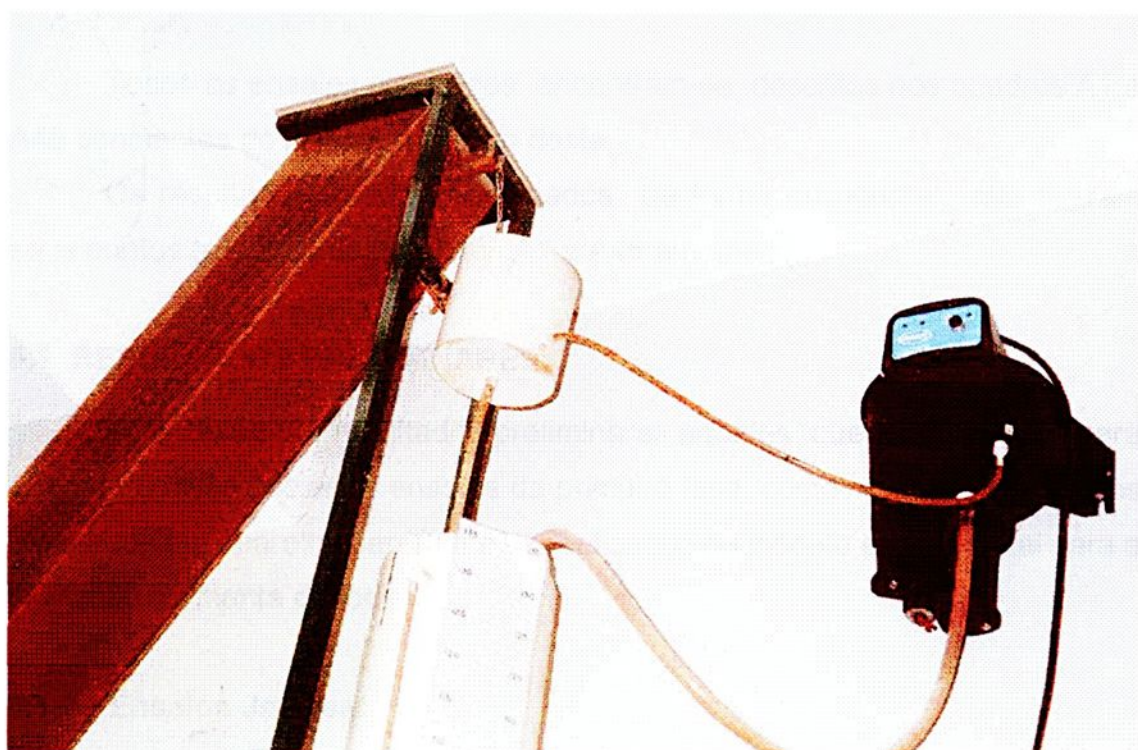


Figura 4.12- Sistema de aquisição de dados - registrador da turbidez da água no decantador.

4.4 – ANÁLISE DOS DADOS

As amostras foram analisadas em relação a turbidez, altura da manta, pH e temperatura. Os dados coletados foram tratados em planilhas eletrônicas para cálculos e geração de gráficos e figuras de interesse. Após tratamento, os resultados de remoção de turbidez, obtidos com diversas dosagens de diferentes tipos de coagulantes, foram comparados para determinar o melhor polieletrólito em substituição ao sulfato de alumínio nas condições pré-estabelecidas de pH e temperatura.

5 - RESULTADOS

Todos os ensaios realizados encontram-se descritos nos quadros A1 a A45 constantes do Anexo do corpo deste.

Os resultados foram apresentados na forma de figuras, que tiveram seus pontos retirados dos quadros A1 a A45 em anexo.

5.1 RESULTADOS PRELIMINARES:

Entende-se por resultados preliminares aqueles que foram obtidos para que se pudesse iniciar os ensaios da primeira fase, como no caso dos ensaios realizados em aparelho Jar-Test e os realizados no módulo experimental para a formação da manta de lodo.

5.1.1 - Ensaios Jar-Test

Para definir uma faixa de dosagem de aplicação no módulo experimental foram realizados ensaios Jar-Test, conforme descrito no item 4 deste.

A Figura 5.1 mostra os resultados obtidos na redução da turbidez inicial de 100 UT para diferentes coagulantes.

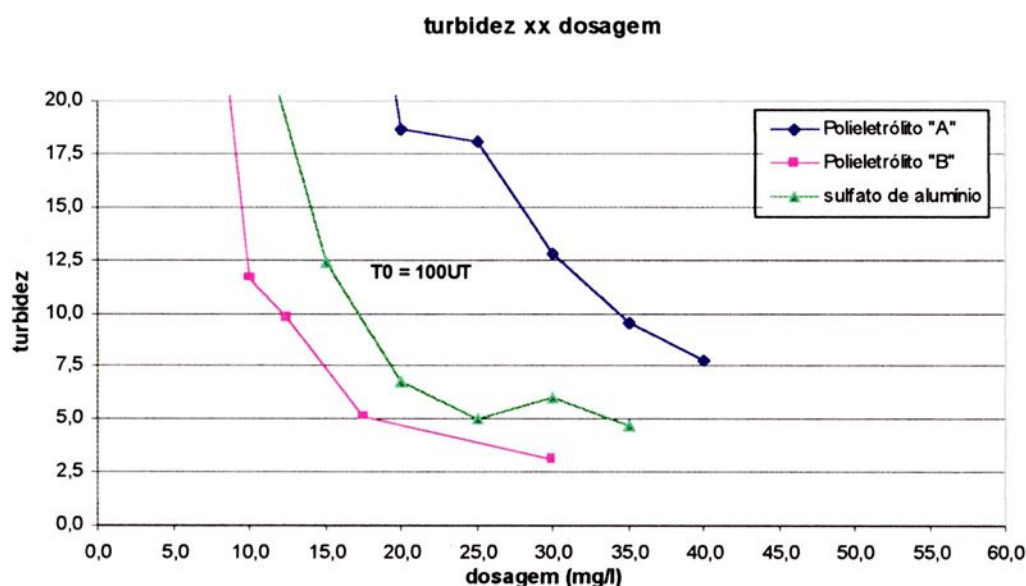


Figura 5.1 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função da dosagem para água bruta de 100UT e pH de 8,00

Observa-se, na Figura 5.1, o melhor desempenho do polieletrólito "B", seguido pelo sulfato de alumínio. Para o polieletrólito "A" tem-se uma boa floculação a partir de 30 mg/l o que é conseguido pelo polietrólito "B" com 10 mg/l e pelo sulfato com 17,5 mg/l.

A Figura 5.2 mostra os resultados obtidos na redução da turbidez inicial de 30 UT para diferentes coagulantes.

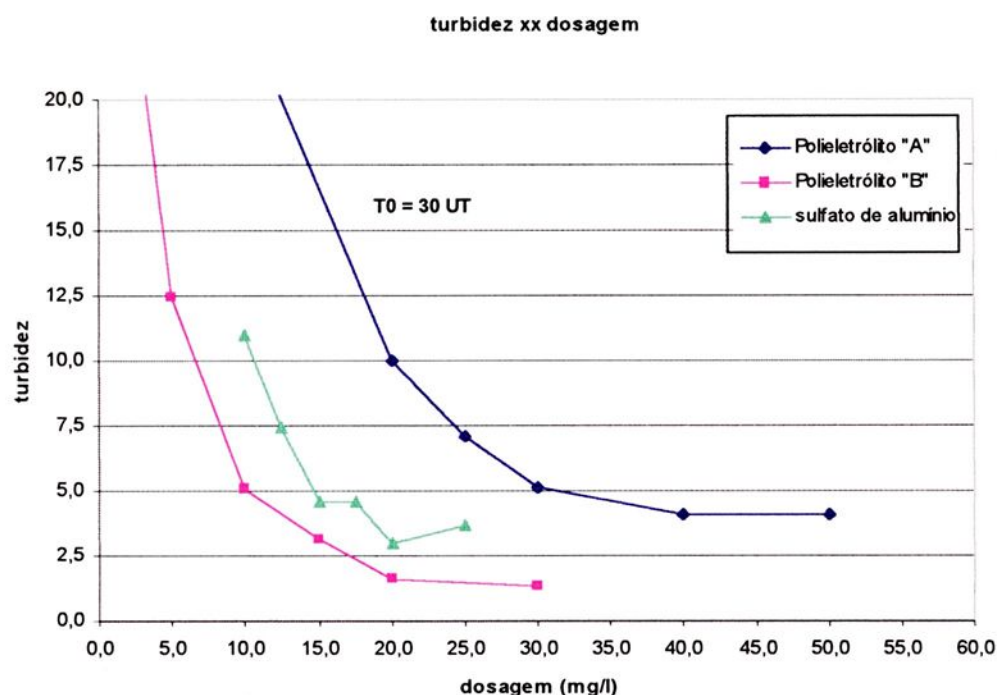


Figura 5.2 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função da dosagem para água bruta de 30UT e pH de 8,00

Observa-se o mesmo comportamento da figura anterior, quando se utilizou água bruta com 100 UT.

O polieletrólito "A" obteve bons resultados a partir da dosagem de 20 mg/l, o polieletrólito "B" a partir de 7mg/l e o sulfato a partir de 10mg/l.

Nota-se que não foram realizados ensaios Jar-Test para turbidez de 10 UT. Isto porque não interessava a melhor floculação e sim o melhor desempenho do sistema floculador-decantador-filtro. Um bom desempenho pode ser dado pela aplicação de uma dosagem de polieletrólito que obtenha uma boa qualidade de água filtrada (abaixo de 0,5 ut) e uma significativa carreira de filtração. Nem sempre a melhor floculação significa melhor desempenho do sistema. Às vezes, uma ótima floculação pode significar desperdício de coagulante.

Para os ensaios com turbidez de 10 UT foram utilizadas dosagens baseadas nos ensaios de Jar-Test com turbidez de água bruta de 30 UT, utilizando-se dosagens abaixo das consideradas ótimas para essa turbidez, pois o interesse era definir uma faixa de dosagem para aplicação do coagulante no módulo e, sendo assim, as dosagens ótimas obtidas com o uso de água sintética com turbidez de 30 UT seriam bons valores iniciais.

5.1.2 - Ensaios de Formação de Manta de Lodo

Após determinada a faixa de dosagem para o uso de cada coagulante foram iniciados os ensaios de formação de manta de lodo no módulo. Adotaram-se dosagens acima da ótima para evitar problemas com a floculação.

A Figura 5.3 mostra o ensaio de formação de manta de lodo utilizando-se o polieletrólito "A" como coagulante principal e turbidez inicial da água bruta de 100 UT.

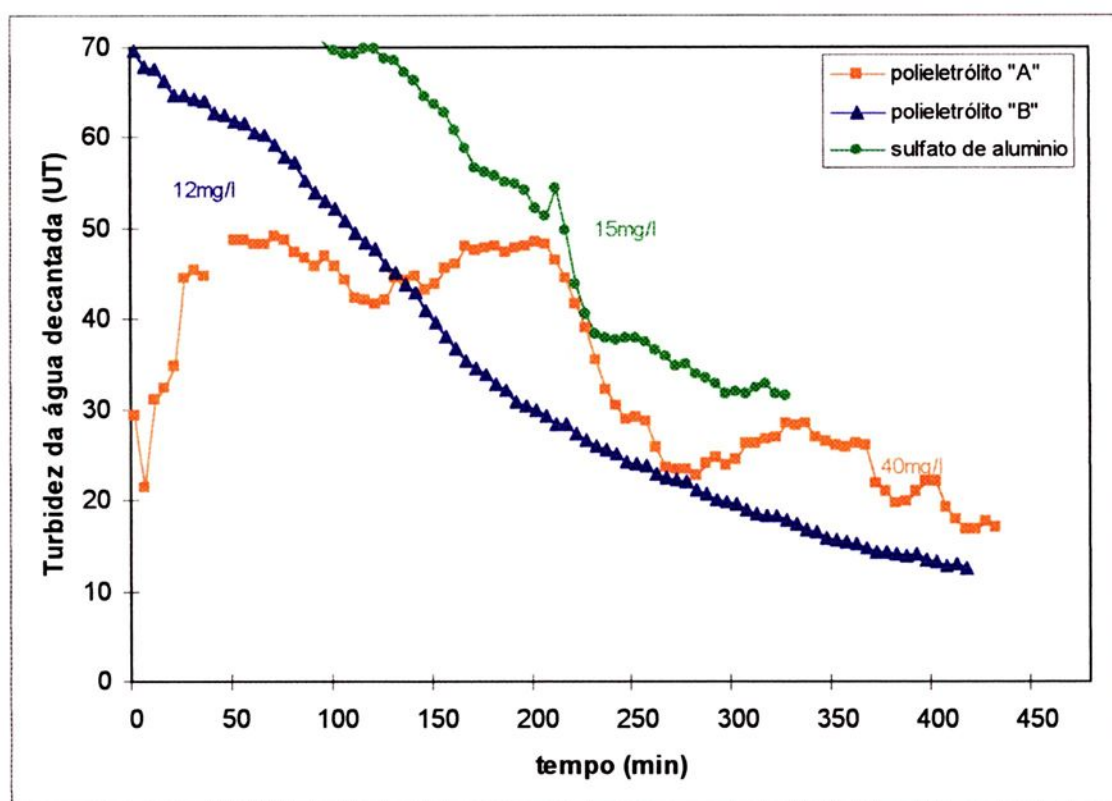


Figura 5.3 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função do tempo de ensaio, utilizando água bruta com turbidez de 100 UT.

Observa-se na Figura 5.3 a redução da turbidez remanescente com o decorrer do tempo de ensaio, devido a formação da manta dentro do floculador como mostram os quadros 5.1 , 5.2 e 5.3.

Quadro 5.1- Formação da manta de lodo utilizando o polieletrólito "A".

T e m p o (m i n)	A l t u r a M a n t a (c m)
3 0	6 5
1 1 5	8 5
1 9 5	1 0 0
2 9 0	1 0 9
3 2 0	1 1 8
3 8 0	1 2 4
4 4 0	1 3 2

Quadro 5.2 - Formação da manta de lodo utilizando o polieletrólito "B".

T e m p o (m i n)	A l t u r a M a n t a (c m)
3 5	4 3
1 0 0	5 5
1 3 0	6 5
1 9 0	7 5
2 4 0	8 5
3 0 0	9 2
4 0 0	1 0 9

Quadro 5.3- Formação da manta de lodo utilizando o sulfato de alumínio

T e m p o (m i n)	A l t u r a M a n t a (c m)
0	4 5
8 0	6 5
2 1 5	8 5
3 2 5	1 0 0

Pode-se determinar, pelos dados das tabelas 5.1 , 5.2 e 5.3, as equações de regressão da altura da manta pelo tempo para os dois polieletrólitos e o sulfato, obtendo-se as seguintes equações de reta:

$$\text{Polieletrólito "A": } h = 0,16t + 65 \Rightarrow R^2 = 0,98 \quad (5.1)$$

$$\text{Polieletrólito "B": } h = 0,18t + 39 \Rightarrow R^2 = 0,99; \quad (5.2)$$

$$\text{Sulfato: } h = 0,17t + 48 \Rightarrow R^2 = 0,99 \quad (5.3)$$

Onde:

h= altura da manta;

t= tempo de ensaio

Uma vez obtidas as equações de regressão pode-se traçar o gráfico de turbidez remanescente pela altura da manta, como mostra a Figura 5.4, nos ensaios de formação da manta no floculador.

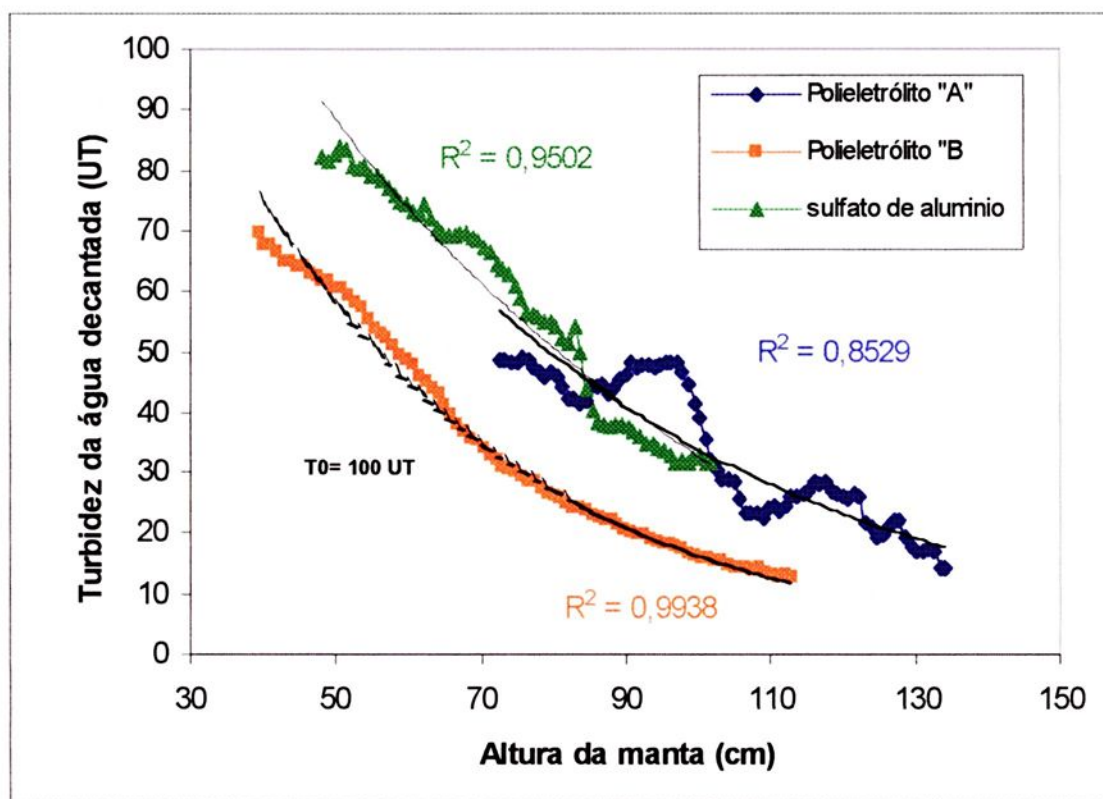


Figura 5.4 - Gráfico de turbidez remanescente x altura da manta utilizando polieletrólito "A" e "B" e sulfato de alumínio no ensaio de formação da manta de lodo.

Observando a Figura 5.4 nota-se que a turbidez remanescente, para ambos polieletrólitos assim como para o sulfato, cai com o aumento da altura da manta. Essa redução de turbidez ocorre de forma exponencial, como visto na curva gerada pelos pontos do polieletrólito "B", apresentando uma perfeita correlação.

Pode-se confirmar que a formação da manta é imprescindível à boa redução da turbidez remanescente.

Analisando o gráfico da Figura 5.4 adotou-se, para ensaios de dosagens de coagulantes no módulo, uma altura da manta mínima de 1,00m, pois abaixo disso não se teve uma floculação ideal.

5.2 - Ensaios no módulo com a manta de lodo já formada

Após a formação da manta e com a faixa de dosagem a ser utilizada para cada coagulante, procederam-se os ensaios no módulo utilizando-se 03 dosagens diferentes para cada coagulante. Como relatado no item 6 os ensaios tiveram duração de 08 (oito) horas e a turbidez remanescente foi monitorada na saída do decantador e na saída do filtro por turbidímetros de escoamento contínuo. Procurou-se manter a altura da manta entre 110 cm e 170cm, sendo que atingido esta cota máxima era efetuada a descarga até que a manta apresentasse a altura de 130cm.

5.2.1 - Ensaios no módulo utilizando o polieletrólito "A"

Os resultados obtidos com o polieletrólito "A" são apresentados nas Figuras 5.5, 5.6 e 5.5.

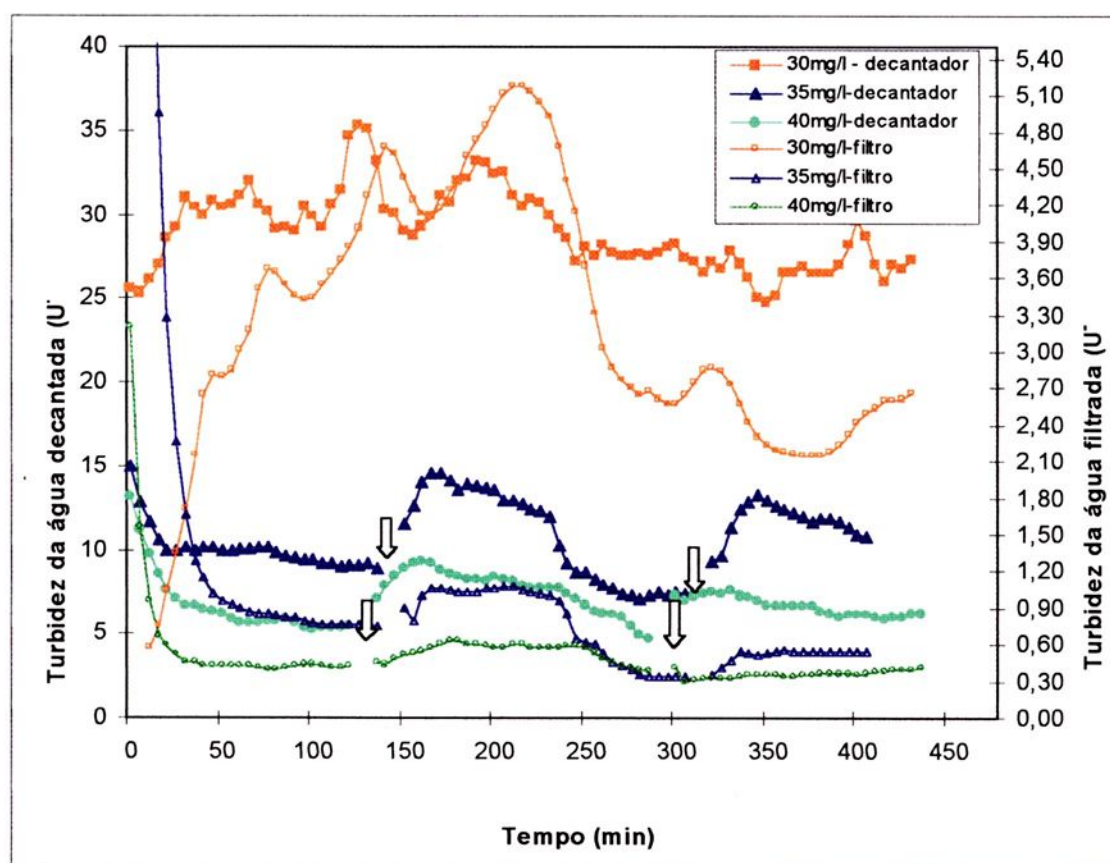


Figura 5.5 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "A" como coagulante para uma água de turbidez de 100UT e pH= 8,00

Na Figura 5.5 nota-se a turbidez diminuindo até o momento em que se realiza a descarga da manta, tendo-se um pico e retornando à diminuição até o momento da nova descarga. Para a dosagem de 30mg/l não se obteve uma boa floculação, tendo um turbidez da água decantada entre 25 e 30 UT, acima do obtido pelos ensaios de Jar-Test, que obteve para a mesma dosagem um turbidez de água decantada em torno de 13 UT. Já para as demais dosagens, 35 e 40 mg/l, os resultados estiveram bem próximos aos obtidos pelos ensaios de Jar-Test, com a turbidez da água decantada ficando em torno de 10 e 7,5 UT, respectivamente, como mostra a Figura 5.1. Tal fato confirma o emprego do gradiente de velocidade de $50s^{-1}$ e tempo de floculação de 12min nos ensaios de Jar-Test.

As curvas de turbidez remanescente no decantador e filtro para cada dosagem de polieletrólito são praticamente paralelas, evidenciando a sensibilidade do filtro em relação a turbidez de saída do decantador, ou seja, se a turbidez do decantador decresce a turbidez do filtro também acompanha o decréscimo, neste sistema.

Com relação à qualidade da água filtrada pode-se concluir que a melhor dosagem para o ensaio ficou em torno de 40 mg/l, com a turbidez da água filtrada em torno de 0,4 UT. Apesar de se ter bons resultados com a dosagem de 35 mg/l, percebe-se que a cada descarga da manta de lodo do floculador a turbidez da água filtrada tornava-se um pouco instável, subindo próximo ao valor de 01 UT, como visto na Figura 5.5.

A Figura 5.6, a seguir, mostra o desempenho do polieletrólito "A" em função da altura da manta de lodo. A turbidez remanescente diminui em função da altura da manta e da dosagem de polieletrólito.



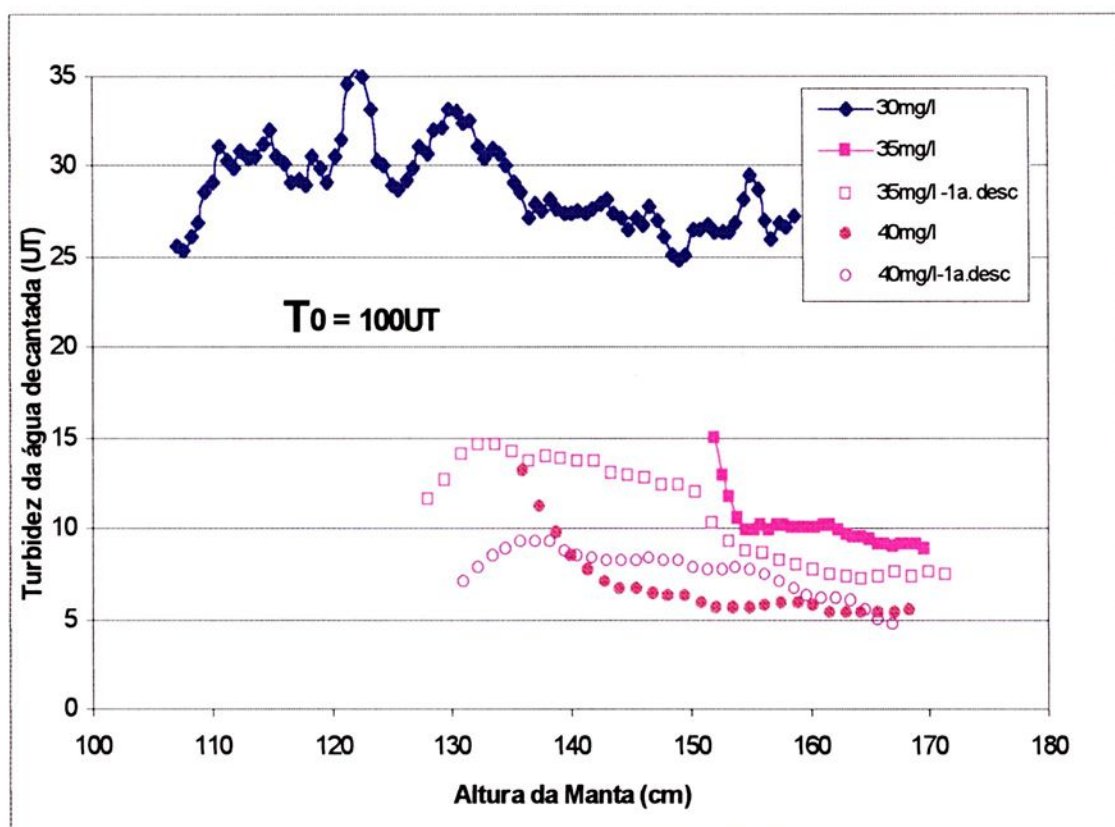


Figura 5.6 - Turbidez remanescente em função da altura da manta utilizando-se o polieletrólito "A" para água de turbidez de 100 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Nota-se, na Figura 5.6, importância da altura da manta para qualidade da água decantada. Excetuando a curva da dosagem de 30 mg/l, a qual não se obteve floculação ideal devido a subdosagem de polieletrólito, as demais curvas têm um declínio na turbidez com o aumento da altura da manta, de 15 UT para 07 UT no caso da dosagem de 35 mg/l após a 1ª. descarga da manta.

O paralelismo entre as curvas de turbidez remanescente no decantador e filtro também ocorre para turbidez de 30 UT e 10UT, como mostram as Figuras 5.7 e 5.8

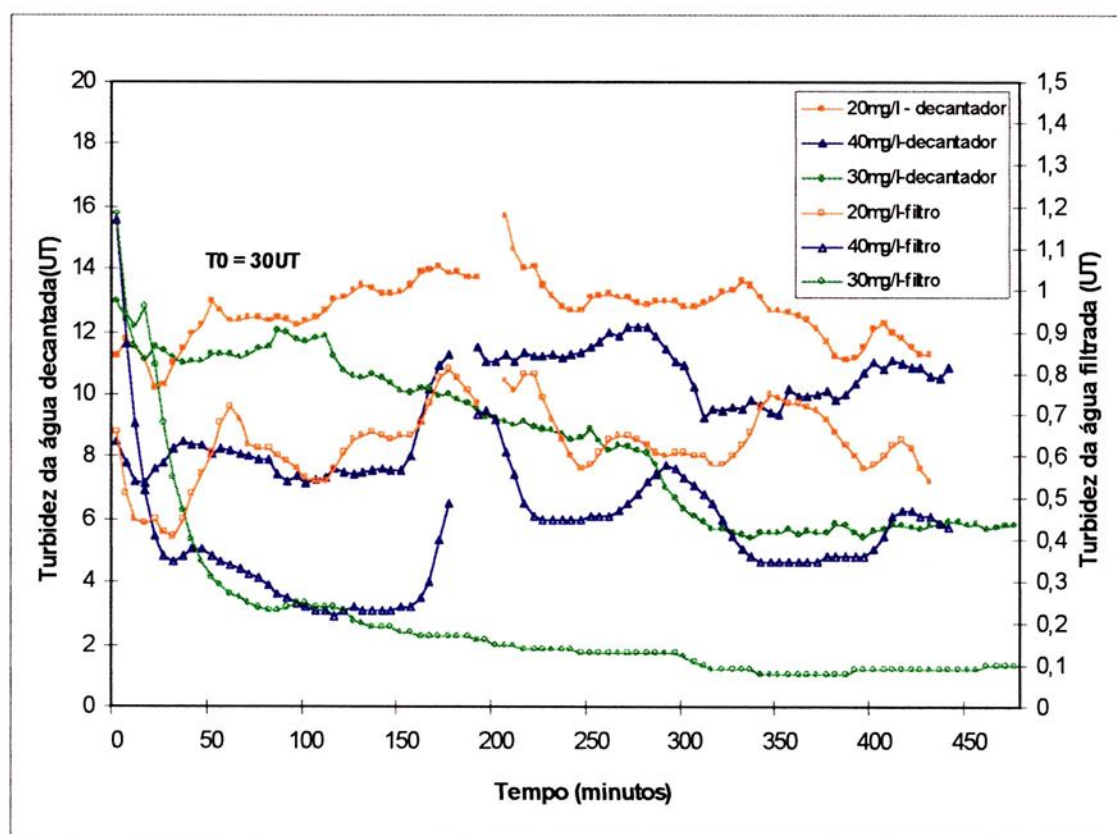


Figura 5.7 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "A" como coagulante para uma água de turbidez de 30UT e pH entre 8,00 e 8,40

A altura da manta no ensaio do polieletrólito "A" para a turbidez de 30 UT manteve-se entre 140 a 150 cm para as dosagens de 20 e 40 mg/l e iniciou-se o ensaio com altura da manta de 132cm e alcançando 155cm no final do ensaio para a dosagem de 30mg/l. Este fato é observado na Figura 5.7 acima pelo decréscimo da turbidez remanescente com o tempo para dosagem de 30mg/l. Há de se considerar que para os ensaios com dosagens 20 e 40 mg/l a manta apresentou-se instável durante todo o decorrer dos ensaios, devido a entrada de ar no sistema, causando uma pequena instabilidade na turbidez da água filtrada e decantada.

Em todas as dosagens ensaiadas do polieletrólito "A" para água bruta com turbidez de 30 UT, os valores da água decantada apresentaram-se um pouco mais elevados quando comparados ao valores obtidos pelos ensaios com aparelho de Jar-Test mostrado na Figura 5.2. Enquanto que para a dosagem de 30 mg/l, por exemplo, o valor da turbidez para o ensaio com o

módulo apresentou-se, no final do ensaio, em torno de 06 UT o valor obtido em aparelho de Jar-Test, para a mesma dosagem foi de 05 UT.

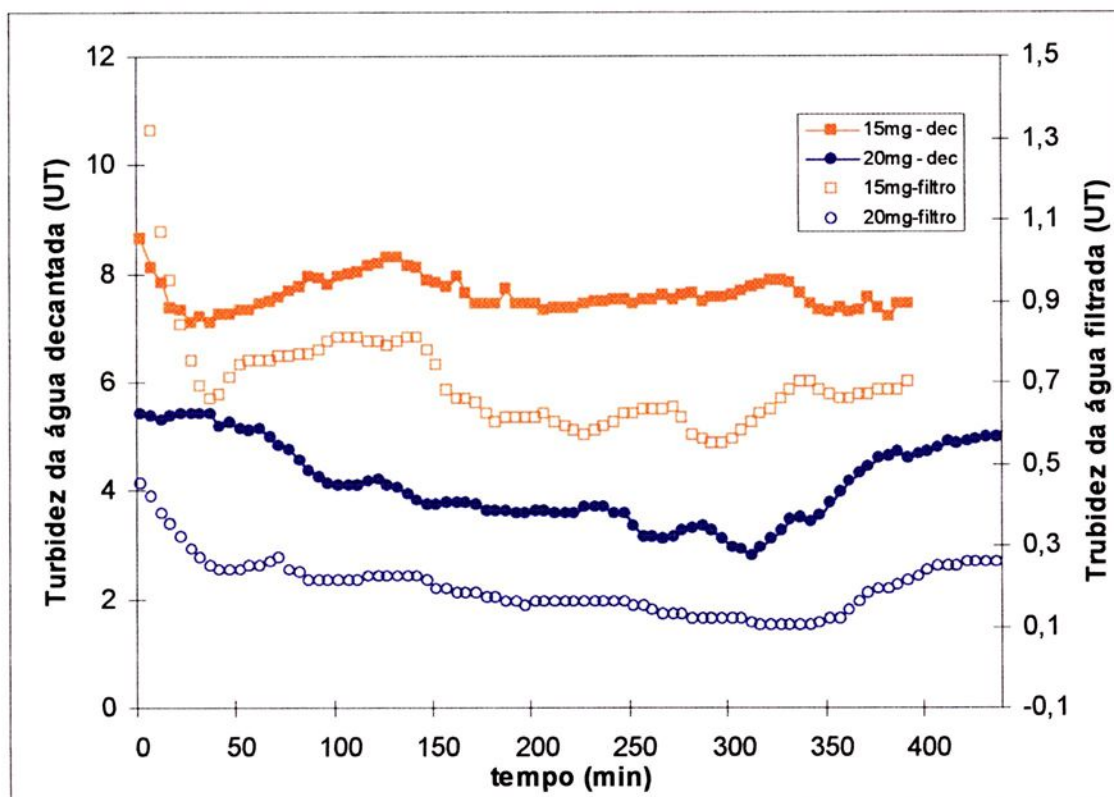


Figura 5.8 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "A" como coagulante para uma água de turbidez de 10UT e pH entre 8,00 e 8,40

Nos ensaios com turbidez da água bruta de 10 UT utilizando o polieletrólito "A" ocorreram muitos problemas relacionados à instabilidade da manta de lodo, ora por entrada de ar no sistema, ora por falha do dosador de coagulante. Apesar disso, bons resultados foram obtidos com a dosagem de 20 mg/l, tendo uma água decantada com turbidez de 04 UT e água filtrada com turbidez de 0,25 UT, com mostra a Figura 5.8.

Analizando brevemente os ensaios realizados com o polieletrólito "A" no módulo pode-se dizer que o sistema apresentou bom funcionamento, para determinada dosagem do mesmo, altura e qualidade da manta. Para ensaios de alta turbidez (100 UT) a estabilidade da manta é facilmente contornada pela formação da mesma e em ensaios de baixa turbidez a estabilidade da manta é primordial. O polieletrólito "A" apresentou como dosagens ótimas 20, 30 e 40 mg/l para turbidez da água bruta de 10, 30 e 100 UT respectivamente.

5.2.2 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "B"

Os resultados obtidos com o polieletrólito "B" são apresentados nas Figuras 5.9, 5.10, 5.11 e 5.12

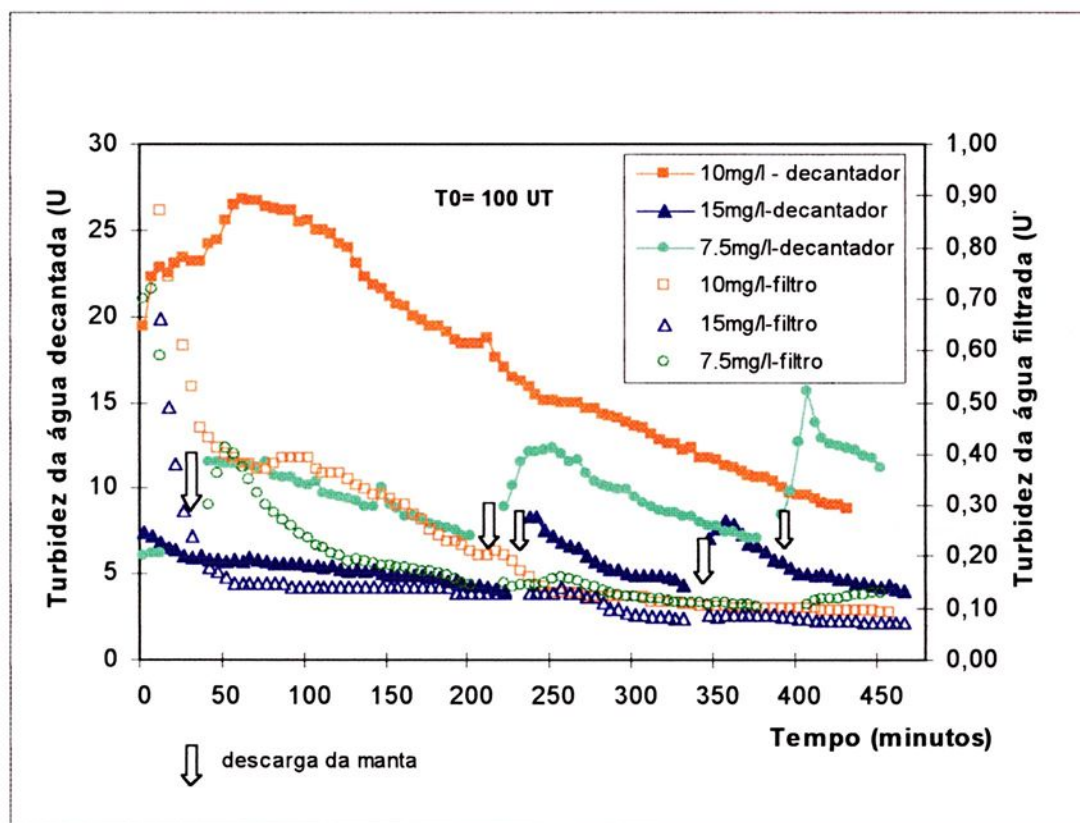


Figura 5.9 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 100UT e pH= 8,00

Apesar da turbidez remanescente estar acima de 15 UT na saída do decantador, utilizando-se 10mg/l do polieletrólito "B", nota-se na Figura 5.9 uma turbidez remanescente na saída do filtro abaixo de 0,40UT, indicando uma boa segurança do filtro em relação à turbidez de saída do decantador. Isto pode evidenciar a formação de flocos mais resistentes ao cisalhamento decorrente das forças hidrodinâmicas do escoamento, aumentando assim, a duração das carreiras.

Para todas as dosagens a qualidade da água filtrada obtida se apresentou e abaixo de 0,15 UT. Comparando a turbidez da água decantada do módulo experimental com a obtida em ensaio de Jar-Test apresentada na Figura 5.1 não se nota muita diferença na qualidade da água em relação à dosagem do polieletrólito. Se tomarmos como modelo o comportamento do

polieletrólito "A" mostrado na Figura 5.5 poderíamos dizer que com uma água decantada acima de 20 UT não conseguiríamos uma água filtrada com turbidez abaixo de 01 UT. Mas isso não ocorreu com o polieletrólito 'B', onde houve boa filtração até mesmo para água decantada com turbidez acima de 20 UT.

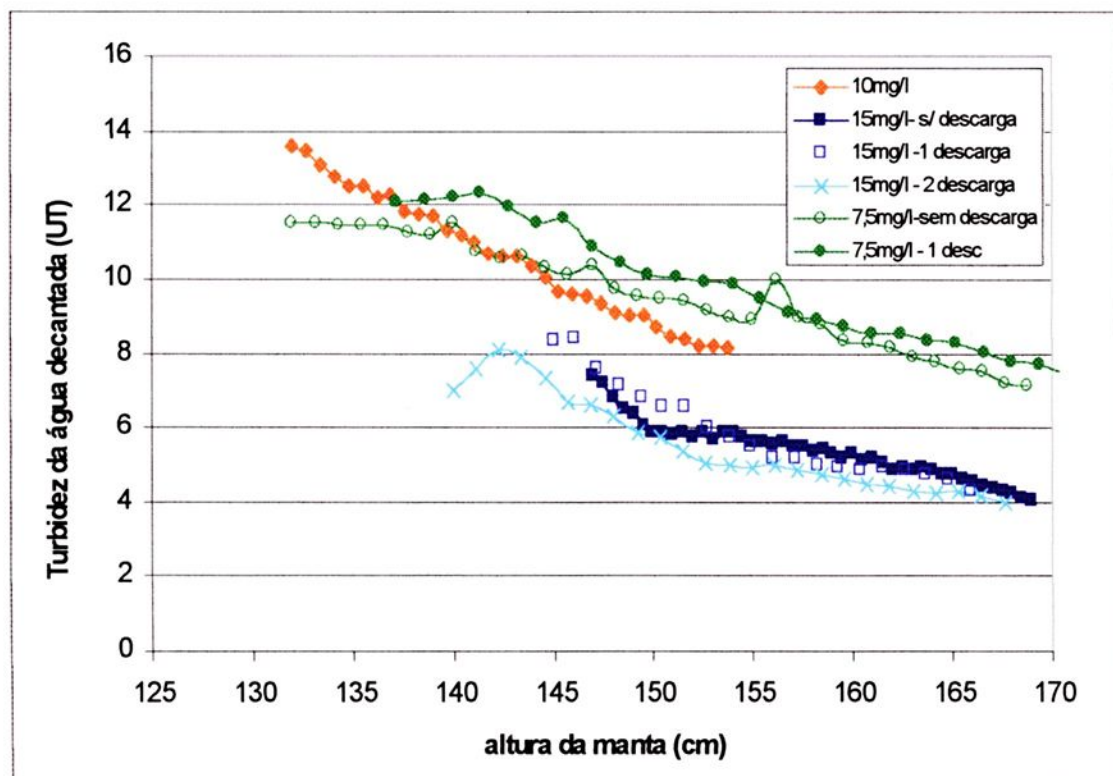


Figura 5.10 - Turbidez remanescente em função da altura da manta utilizando-se o polieletrólito "B" para água de turbidez de 100 UT e pH 8,00

Como visto na Figura 5.10 a turbidez remanescente decresce com a formação da manta e mantém um comportamento idêntico a cada descarga da manta.

Nota-se a importância da altura da manta para a qualidade da água decantada. Nos ensaio com a dosagem de 10 mg/l, com a manta na altura de 130 cm a turbidez da água decantada foi de 14 UT e com a manta na altura de 155 cm a turbidez da água decantada foi de 08 UT.

Um bom resultado foi alcançado utilizando uma baixa dosagem deste polieletrólito, conseguindo um turbidez remanescente do decantador em torno de 10 UT e filtro de 0,15 UT para uma dosagem de 7,5 mg/l deste coagulante para uma água bruta de 100 UT.

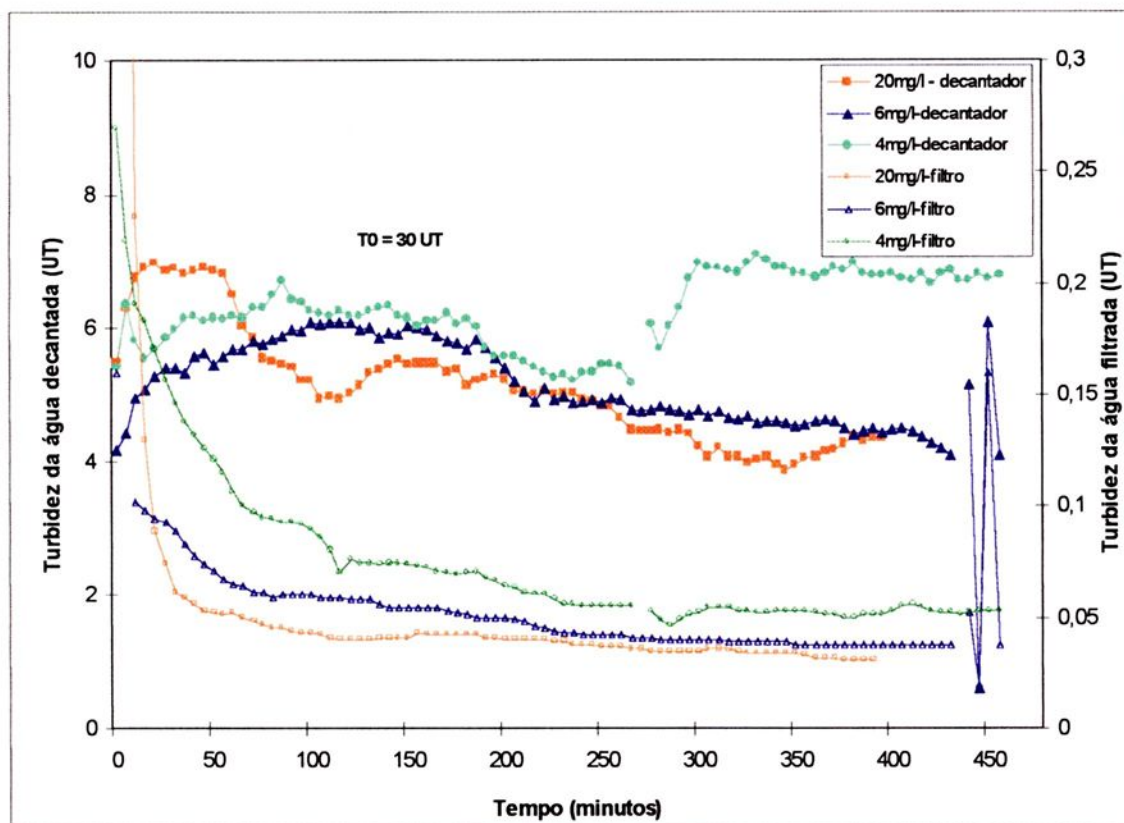


Figura 5.11 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 30 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Para a turbidez de 30 UT obteve-se uma ótima floculação com apenas 4 mg/l, como observado na Figura 5.11, onde a turbidez residual da água decantada ficou abaixo de 7 UT e a turbidez residual da água filtrada ficou abaixo de 0,1 UT. Pode-se observar que não há diferença entre a turbidez da água filtrada usando dosagens de 20 mg/l e 4 mg/l.

Nota-se o pequeno decréscimo da turbidez tanto da água decantada como da água filtrada. Este fato é explicado pela pequena produção de manta durante todo o ensaio (cada ensaio teve aumento médio de 20 cm na altura da manta). Outro fato que impediu uma redução maior da turbidez foi o aumento do pH durante cada ensaio, iniciando com 8,0 e encerrando com 8,4.

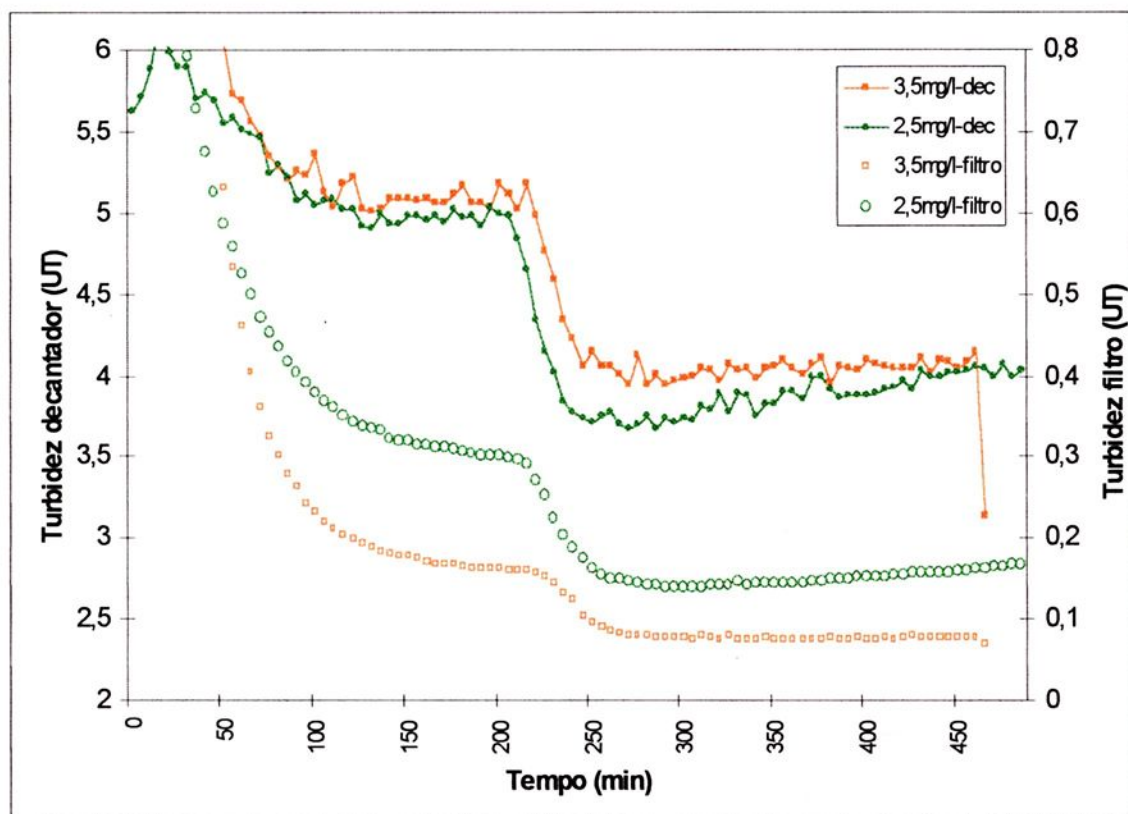


Figura 5.12 - Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Dosagens baixas, como 2,50 mg/l foram suficientes para promover uma boa floculação para uma água bruta de 10 UT de turbidez, como mostrado na Figura 5.12. Observa-se também um patamar no gráfico devido a redução do pH ocorrido em consequência do enchimento do tanque de água bruta. Isso retrata a sensibilidade do polieletrólito em relação a variação do pH. Nos ensaios com turbidez da água bruta entre 30 e 100 UT este fato não foi percebido, pois havia constante formação de manta, o que aumentava a altura da mesma, reduzindo, assim, a turbidez da água decantada.

Nota-se que logo após o enchimento do tanque de água bruta a turbidez da água decantada e filtrada, para ambas dosagens, sofre um pequeno acréscimo com o decorrer do ensaio. Esse fato deve-se ao aumento gradual do pH da água bruta e baixíssima taxa de formação da manta dentro do floculador.

5.2.3. Ensaio no módulo utilizando o sulfato de alumínio.

Os resultados obtidos com o sulfato de alumínio são apresentados nas Figuras 5.13, 5.14, 5.15 e 5.16

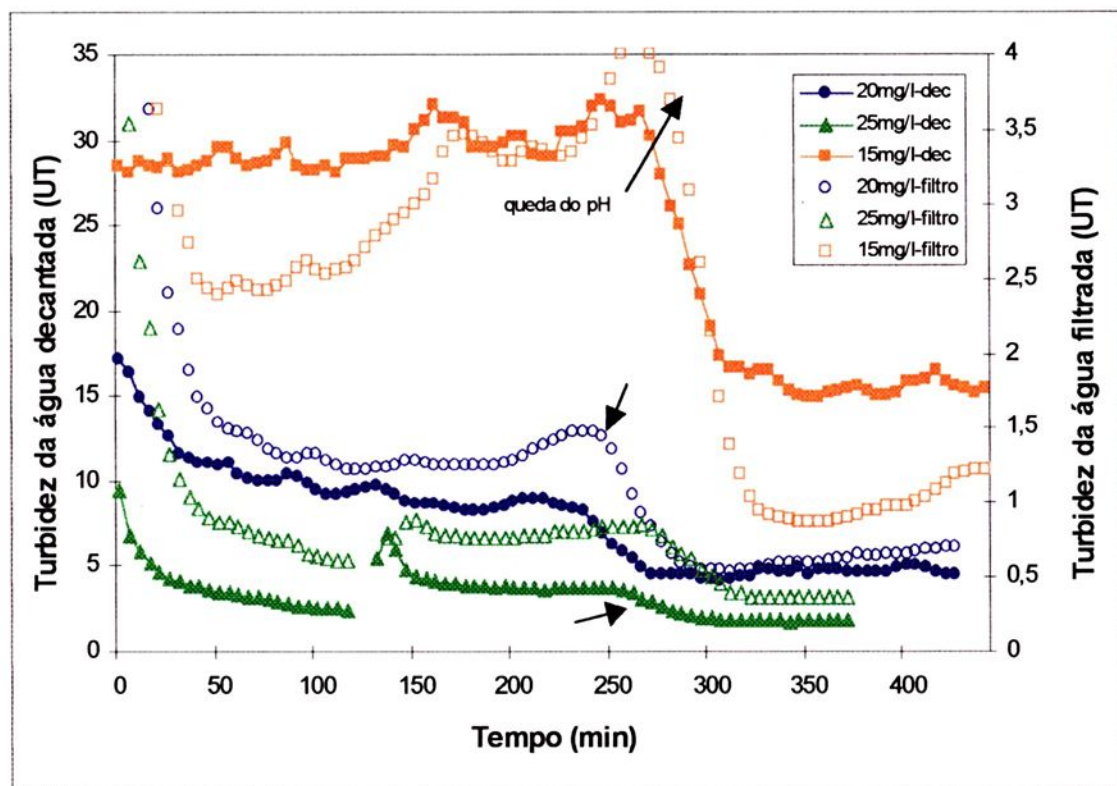


Figura 5.13- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 100 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Pode-se observar, na Figura 5.13, a grande influência do pH nos resultados da turbidez remanescente quando se utiliza sulfato de alumínio como coagulante. Com o enchimento do tanque de água bruta, o pH da água caía de 8,40 para 8,00 subindo em seguida na taxa de 0,10 unidade por hora. A aumento da manta, de 120 cm para 160 cm, pouco influenciou nos resultados, como mostrado na Figura 5.14, devido ao aumento do pH com o decorrer do ensaio. Os ensaios eram iniciados com pH em torno de 8,00 e momentos antes do enchimento do tanque já estava próximo a 8,40. A overdose de sulfato diminuiu um pouco esta influência, como na dosagem de 25mg/l. Bons resultados foram obtidos com a dosagem de 20mg/l de sulfato de alumínio.

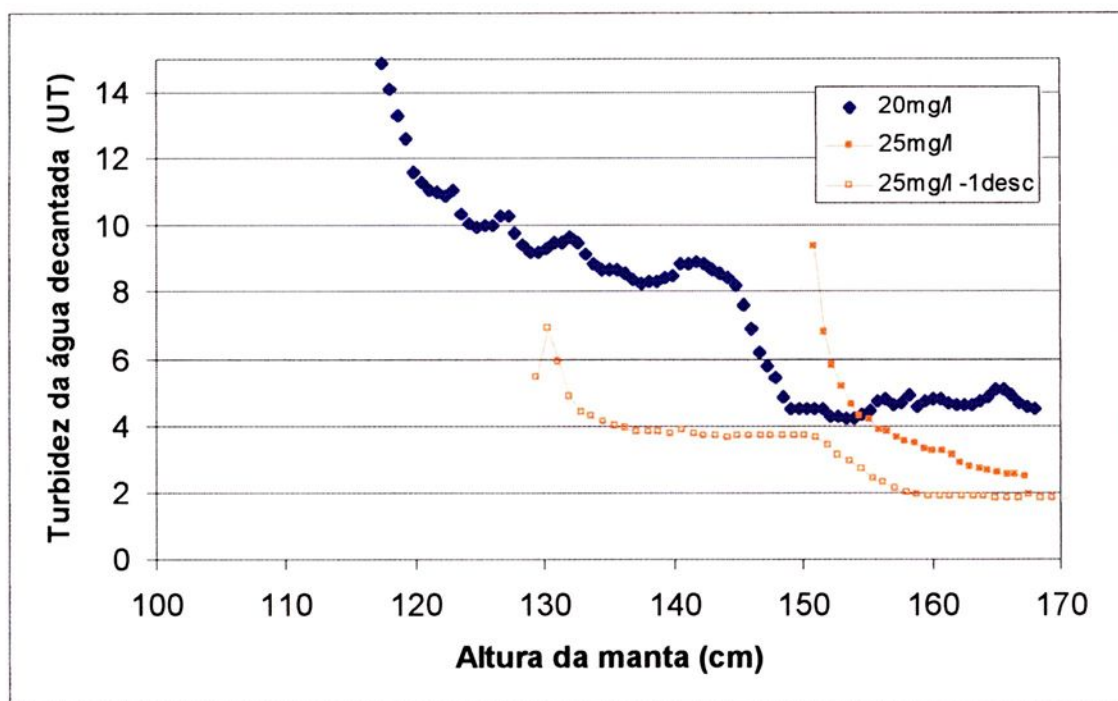


Figura 5.14 - Turbidez remanescente em função da altura da manta utilizando-se o sulfato de alumínio para água de turbidez de 100 UT e pH entre 8,00 e 8,40

A influência do pH pode ser observada nos gráficos das Figuras 5.15 e 5.16, onde a formação da manta era baixa, devido a baixa turbidez da água bruta (30 e 10 UT).

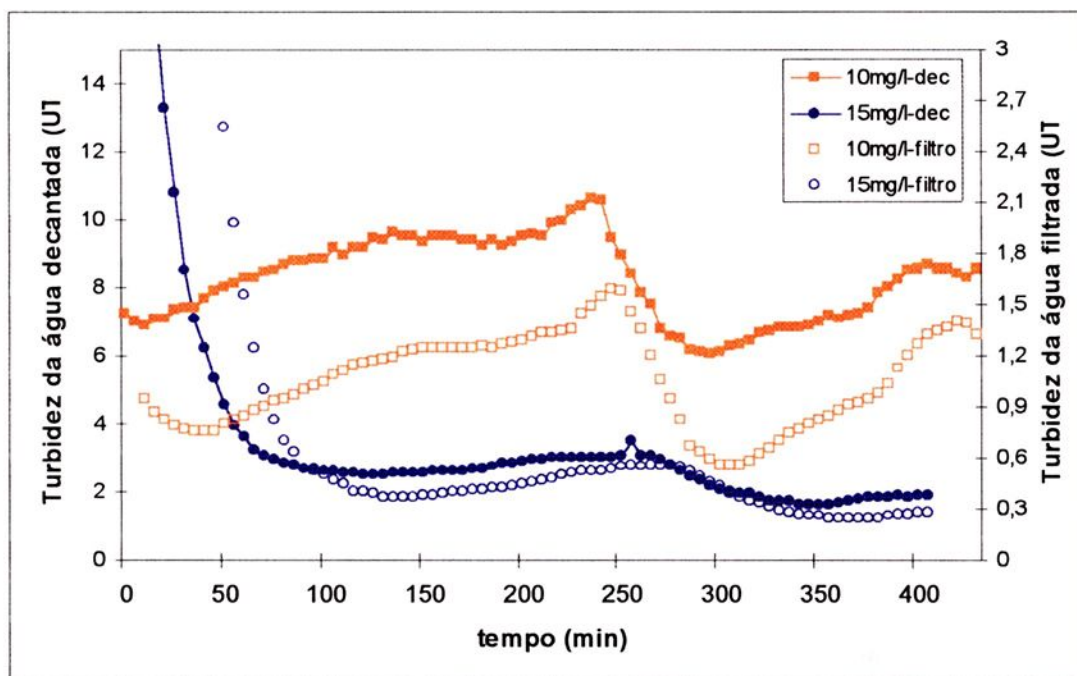


Figura 5.15-Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 30 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Neste ensaio obteve-se uma boa floculação quando se utilizou uma dosagem de 15mg/l de sulfato de alumínio para uma turbidez inicial de 30 UT, como mostra a Figura 5.15, e 12mg/l para uma água de turbidez de 10UT, como mostra a Figura 5.16

O patamar observado na Figura 5.16 é decorrente do enchimento do tanque de água bruta que provocou uma queda brusca no valor do pH, passando de 8,4 para 8,0. Nota-se o aumento da turbidez da água decantada e filtrada com o decorrer do ensaio devido a elevação gradativa do valor do pH da água bruta.

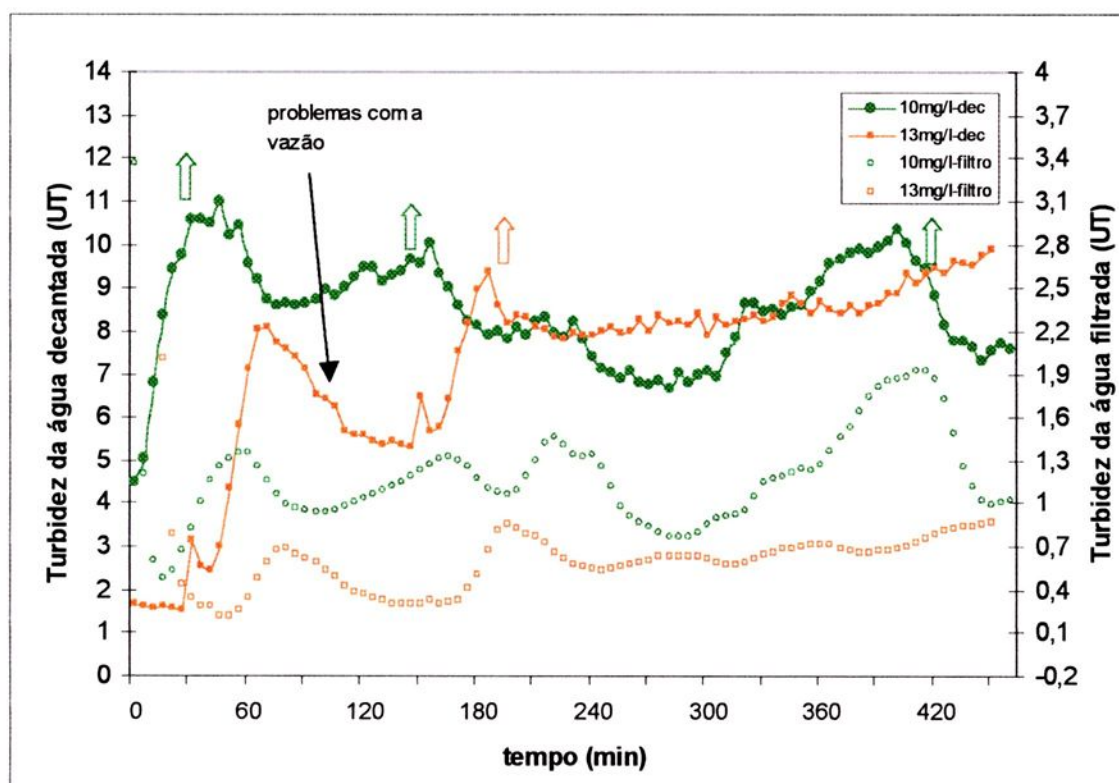


Figura 5.16- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Os ensaios utilizando o sulfato de alumínio e água bruta com turbidez de 10 UT apresentaram muitos problemas.

A variação gradativa do pH da água bruta provocou instabilidade na manta de lodo que expandia e retraía muitas vezes. Somado a esse estava a entrada de ar no sistema quebrando os flocos da manta de lodo. Devido a esses fatos os ensaios não apresentaram bons resultados no que diz respeito a

qualidade da água filtrada. Como se pode notar na Figura 5.16 a turbidez mais baixa esteve próxima ao valor de 0,5 UT quando se utilizou uma dosagem de 13 mg/l de sulfato de alumínio.

Como apontado na Figura 5.16 houve, entre 60 e 120 min de ensaio, problemas com a vazão. O bocal de saída da água bruta foi obstruído provocando uma queda de vazão da mesma e uma maior dosagem de coagulante no sistema tendo como consequência a queda da turbidez da água decantada.

Em breve análise sobre o uso do sulfato de alumínio no módulo experimental nota-se que, em todos os ensaios com os 03 coagulantes, o sulfato apresentou a melhor turbidez de água decantada e a pior turbidez de água filtrada. Observando o comportamento dos ensaios com água bruta de 100 UT nota-se que em determinado ponto do ensaio, enquanto o polieletrólito "B" apresentava turbidez da água decantada acima de 20 UT e água filtrada abaixo de 0,20 UT, como mostra a Figura 5.9, o polieletrólito "A" apresentava turbidez da água decantada próxima a 15 UT e água filtrada abaixo de 0,60 UT, visto na Figura 5.5, o sulfato de alumínio apresentou turbidez da água decantada abaixo de 05 UT e turbidez da água filtrada acima de 0,6 UT, observado na Figura 5.13.

Outro fato visto foi a grande sensibilidade do sulfato de alumínio em relação à variação do pH da água bruta e a grande dificuldade em manter-se estável a manta de lodo com essa variação quando se ensaiou água bruta de baixa turbidez.

5.2.4 - Ensaios prolongados no módulo para determinação de perda de carga no filtro.

Para saber qual o melhor polieletrólito, no que diz respeito a perda de carga no filtro, foram realizados ensaios de longa duração. Esses ensaios foram encerrados assim que o filtro registrasse uma perda acima de 1,00m ou ultrapassasse o limite de 48 horas de ensaio. A cada quatro horas, aproximadamente, o tanque de água bruta era reabastecido e deixado na turbidez desejada. Utilizaram-se dosagens próximas as ótimas para cada coagulante para uma turbidez de água bruta em torno de 30 UT. O resultados destes ensaios estão apresentados nas Figuras 5.17 e 5.18.



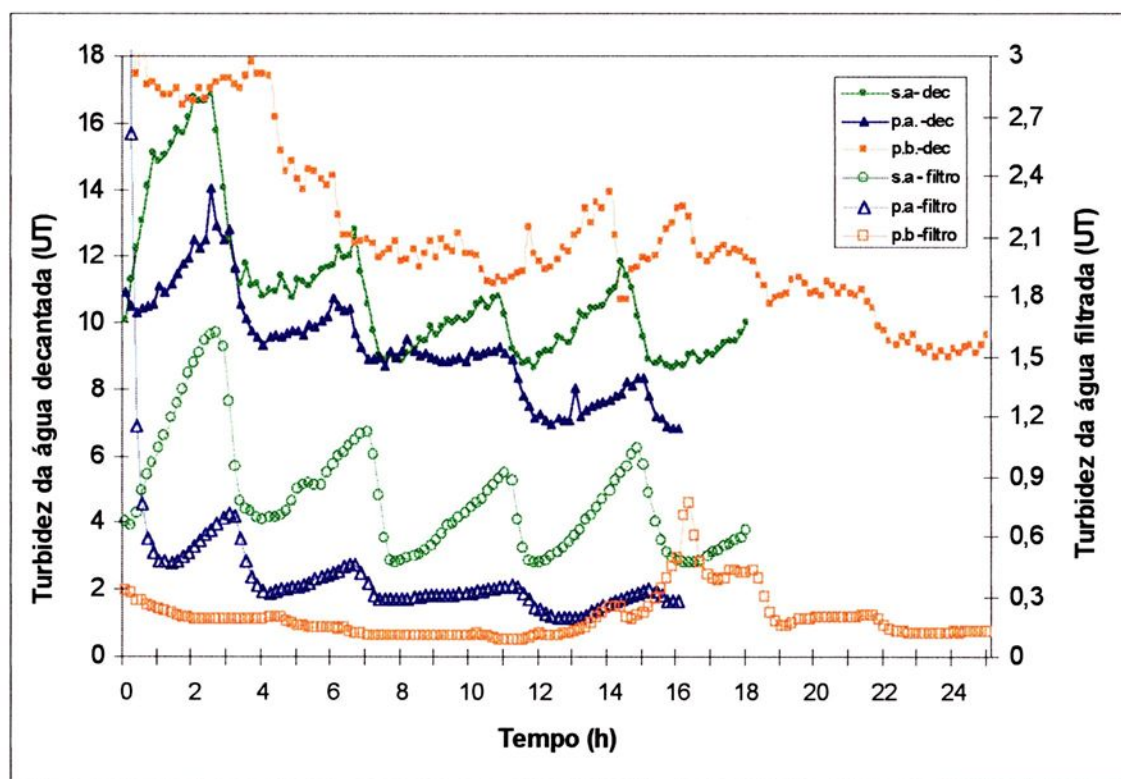


Figura 5.17- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando vários coagulantes para uma água de turbidez de 30 UT e pH entre 8,00 e 8,40

Analisando o gráfico da Figura 5.17 fica evidente a influência do pH em todos os coagulantes. O pico de cada gráfico corresponde ao momento em que era iniciado o enchimento do tanque de água bruta, ou seja, era o momento onde o pH estava mais alto, em torno de 8,40 e após o enchimento, o que levava em média 15 minutos, decrescia para 8,00 subindo logo em seguida a uma taxa de 0,10 unidade por hora. Nota-se, também, que o coagulante mais afetado pelas alterações do pH é o sulfato de alumínio, sendo o efeito menor para os demais coagulantes, evidenciando o efeito previsto por LINK apud HESPANHOL (1982).

Dentre os três coagulantes testados, o que teve menor perda de carga no filtro foi o polieletrólito "B", sendo que em 48 horas a perda no filtro era de 70 cm, resultado este muito superior aos outros dois coagulantes que tiveram desempenhos semelhantes, como mostra o gráfico da Figura 5.18

O detalhe interessante está no fato que, apesar de ter a mais baixa perda de carga, o filtro trabalhou mais quando utilizava o polieletrólito "B", pois

a água de entrada no filtro possuía turbidez acima de 10 UT e saía com turbidez abaixo de 0,2 UT, como se vê na curva da Figura 5.17.

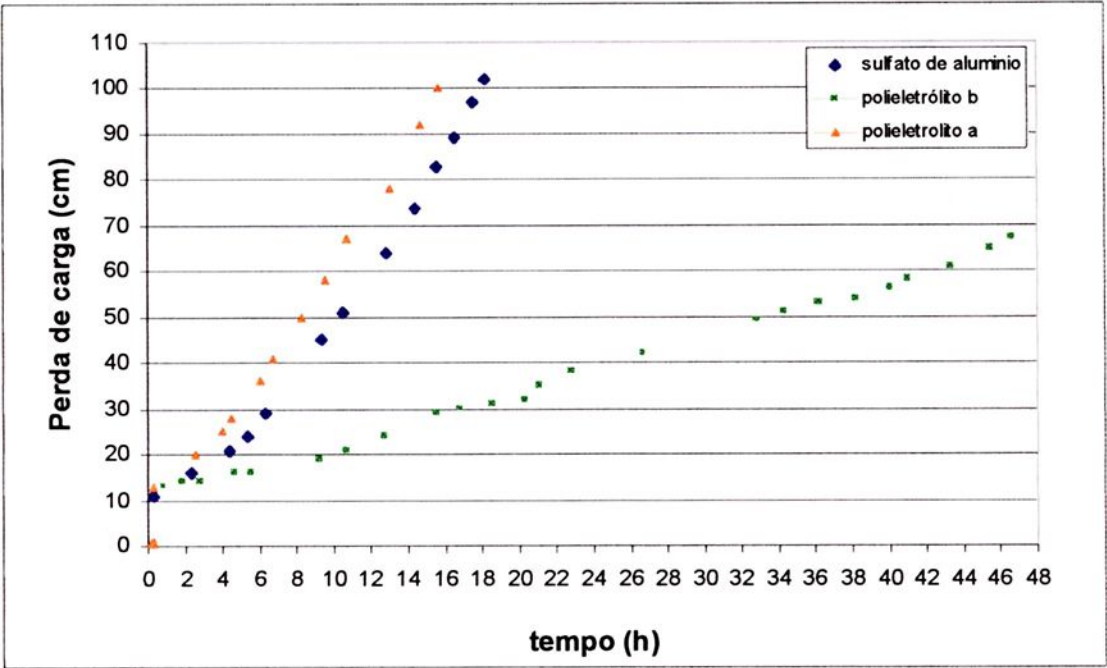


Figura 5.18- Perda de carga no filtro em função do tempo de ensaio utilizando-se 03 coagulantes para uma água bruta de 30 UT

5.2.5 - Resumo dos resultados da 1ª. fase

Um resumo dos resultados dos ensaios realizados nesta primeira fase é apresentado no quadro 5.4

Quadro 5.4 – Resumo dos ensaios realizados na 1ª. Fase

COAGULANTE	Turbidez da Água Bruta (UT)	Dosagem de Coagulante (mg/l)	turbidez da água decantada (UT)		turbidez da água filtrada (UT)	
			média	desvio padrão	média	desvio padrão
Polietrólito "A"	100	30,0	29,00	2,36	3,23	1,08
		35,0	10,75	2,09	0,75	0,27
		40,0	6,99	1,41	0,46	0,11
	30	20,0	12,66	0,95	0,63	0,09
		30,0	8,48	2,42	0,17	0,12
		40,0	9,63	1,60	0,41	0,12
	10	15,0	7,59	0,27	0,68	0,09
		20,0	4,11	0,75	0,19	0,07
Polietrólito "B"	100	7,5	9,85	1,95	0,19	0,12
		10,0	17,16	5,95	0,23	0,15
		15,0	5,54	1,04	0,13	0,08
	30	4,0	6,26	0,54	0,07	0,03
		6,5	5,14	0,60	0,05	0,01
		20,0	5,11	0,87	0,04	0,02
	10	2,5	4,47	0,72	0,27	0,17
		3,5	4,75	1,03	0,17	0,20
Sulfato de Alumínio	100	15,0	24,40	6,75	2,36	1,07
		20,0	7,14	2,35	1,03	0,36
		25,0	3,14	1,07	0,68	0,17
	30	10,0	8,34	1,22	1,07	0,27
		15,0	2,56	0,67	0,47	0,28
	10	10,0	8,59	1,09	1,19	0,30
		13,0	7,92	1,18	0,60	0,16

Breves comentários podem ser tecidos com relação aos ensaios da primeira fase do trabalho.

O polieletrólito "A" apresentou dosagens ótimas de 40, 30 e 20 mg/l para água bruta provida de turbidez de 100, 30 e 10 UT, respectivamente, tendo como turbidez média de água filtrada 0,30 UT. Com relação à perda de carga no filtro para turbidez da água bruta de 30 UT este polieletrólito apresentou uma taxa de perda de carga de 5,7 cm por hora de ensaio realizado.

As dosagens ótimas para o polietrólito "B" foram de 7,5, 4,0 e 2,5 para turbidez de água bruta de 100, 30 e 10 UT, respectivamente, e turbidez média de 0,15 UT para água filtrada. A perda de carga no filtro variou na taxa de 1,1cm por hora de ensaio.

O sulfato de alumínio apresentou turbidez média da água filtrada de 0,5 UT com dosagens de 25, 15 e 13 mg/l para turbidez de água bruta de 100, 30 e 10 UT, respectivamente. A taxa de perda de carga no filtro ficou próxima a apresentada pelo polieletrólito "A" com 5,5 cm por hora de ensaio.

5.3 - RESULTADOS DA SEGUNDA FASE

Como descrito nos procedimentos deste, para se ter certeza da confiabilidade dos resultados foi necessário a realização de alguns ensaios com água natural.

Com o experimento montado na Estação de Tratamento de Água (ETA) na cidade de Santa Fé do Sul-SP, foram realizados os ensaios no módulo usando, agora, água natural.

A intenção era ensaiar para diferentes valores de turbidez, de 10 a 100 UT, o que não foi possível devido a escassez de chuva no período compreendido de março a maio de 2001, meses tipicamente chuvosos. A ETA da cidade de Santa Fé do Sul realiza a captação de água da 2ª. lagoa de um conjunto de 2 lagoas em séries. Como o volume de chuva no período foi baixo, as lagoas se encarregavam de sedimentar os colóides, chegando uma água de baixa turbidez na ETA. Com isso só foi possível ensaiar água bruta de baixa turbidez, abaixo de 15 UT.

Nos ensaios foi analisada a qualidade da água em relação a turbidez remanescente e a perda de carga no filtro.

5.3.1 - Ensaio no módulo utilizando o sulfato de alumínio

Os resultados obtidos com o sulfato de alumínio são apresentados nas Figuras 5.19 e 5.20



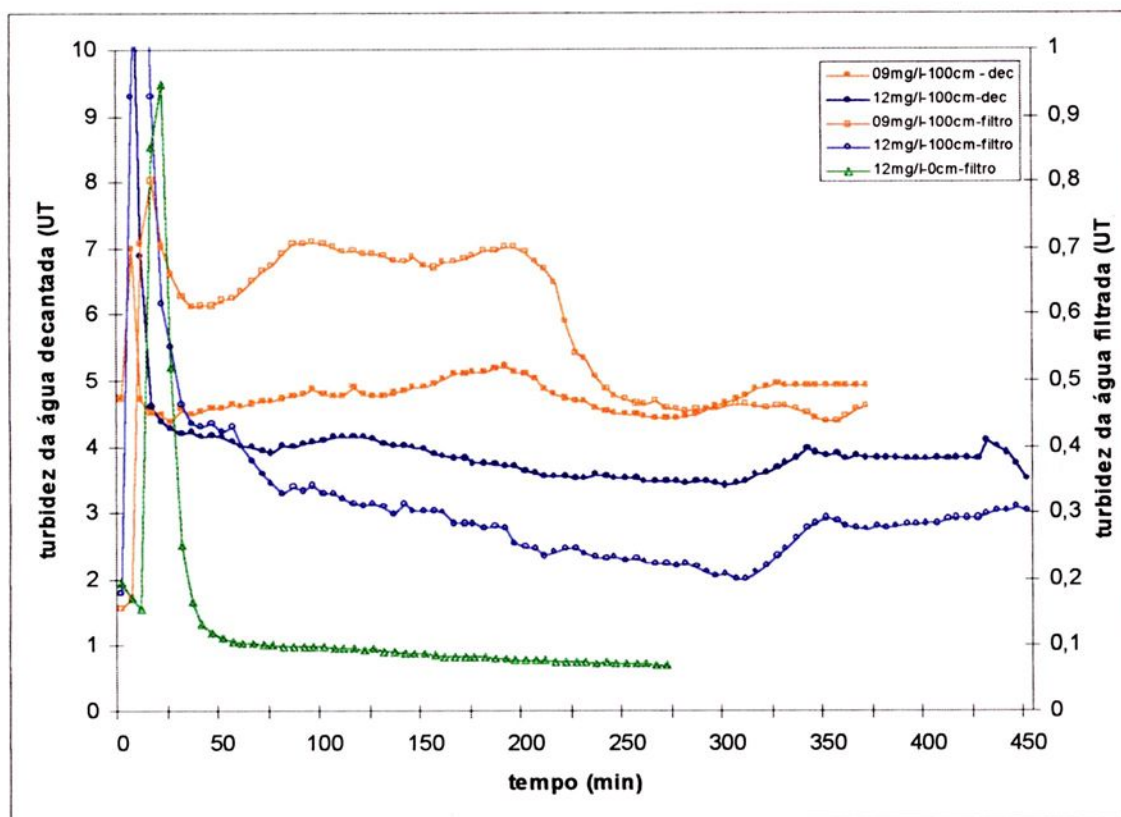


Figura 5.19- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10

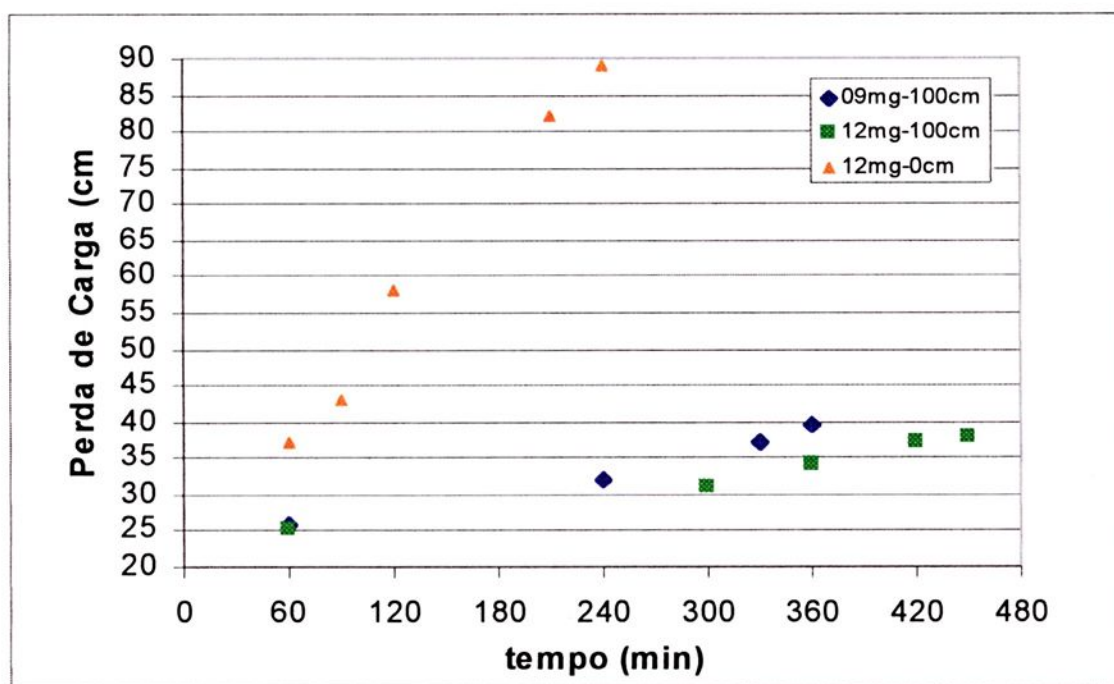


Figura 5.20- Evolução da perda de carga no filtro utilizando várias dosagens do sulfato de alumínio como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10

Nota-se que sempre um ensaio foi realizado sem manta de lodo no floculador. O objetivo deste procedimento foi testar a eficiência da manta de lodo para uma turbidez de água bruta baixa.

Bons resultados foram obtidos utilizando-se uma dosagem de 12 mg/l, como mostra a Figura 5.19.

Em comparação com a Figura 5.16, quando se utilizou água sintética, percebe-se que houve uma redução na dosagem de coagulante, pois 9 mg/l foram suficientes para produzir resultados semelhantes aos obtidos utilizando-se 13 mg/l para a água sintética.

Na Figura 5.19 observa-se que o melhor resultado foi obtido quando houve ausência de manta no floculador, ou seja, a água simplesmente era conduzida coagulada e desestabilizada para o filtro que se encarregava de realizar a floculação e reter os flocos. A turbidez da água filtrada foi muito baixa, ficando abaixo de 0,10 UT contra 0,25 UT para a mesma dosagem e com manta no decanto floculador de 100 cm de altura.

Isso levaria a concluir que a presença da manta não seria necessária para água bruta de turbidez baixa, se não fosse o fato observado na Figura 5.20. Enquanto o filtro apresentou uma perda de carga de 10 cm em 8h de ensaio quando a água era floculada na presença da manta, para a ausência da mesma no floculador, o filtro foi obrigado a reter muitas impurezas e com isso a perda de carga se elevou, apresentando uma perda de 50 cm em apenas 3h de ensaio.

Nota-se, também, que a formação de manta era nula até o final dos ensaios, ou seja, não se forma manta com turbidez próxima a 10 UT.

Nos ensaios com sulfato de alumínio utilizando água natural a manta de lodo se apresentou mais estável do que nos ensaios com o mesmo coagulante utilizando água sintética. Pode-se atribuir este comportamento ao fato da pequena, ou quase nula, variação do pH da água natural, enquanto que para estes ensaios a água natural mantinha-se com o mesmo pH de 7,2, nos ensaios com água sintética o pH oscilava de 8,0 a 8,4.

5.3.2 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "A"

Os resultados obtidos com o polieletrólito "A" são apresentados na Figura 5.21 e 5.22:

Comparando os resultados obtidos com os resultados da Figura 5.8 observa-se uma grande melhora na dosagem quando se utilizou água natural. Enquanto que para uma boa floculação da água sintética foi necessária uma dosagem acima de 15 mg/l para a água natural uma dosagem de 7 mg/l já produzia bons resultados com a turbidez da água filtrada ficando em torno de 0,20 UT.

A ETA da cidade de Santa Fé do Sul, local onde foi instalado o módulo experimental, utiliza-se deste polieletrólito como coagulante principal. No período em que se realizaram os ensaios com este polieletrólito a dosagem de coagulante utilizada pela ETA foi da ordem de 22mg/l, produzindo água decantada com turbidez média de 2,5 UT e água filtrada em torno de 0,30 UT.

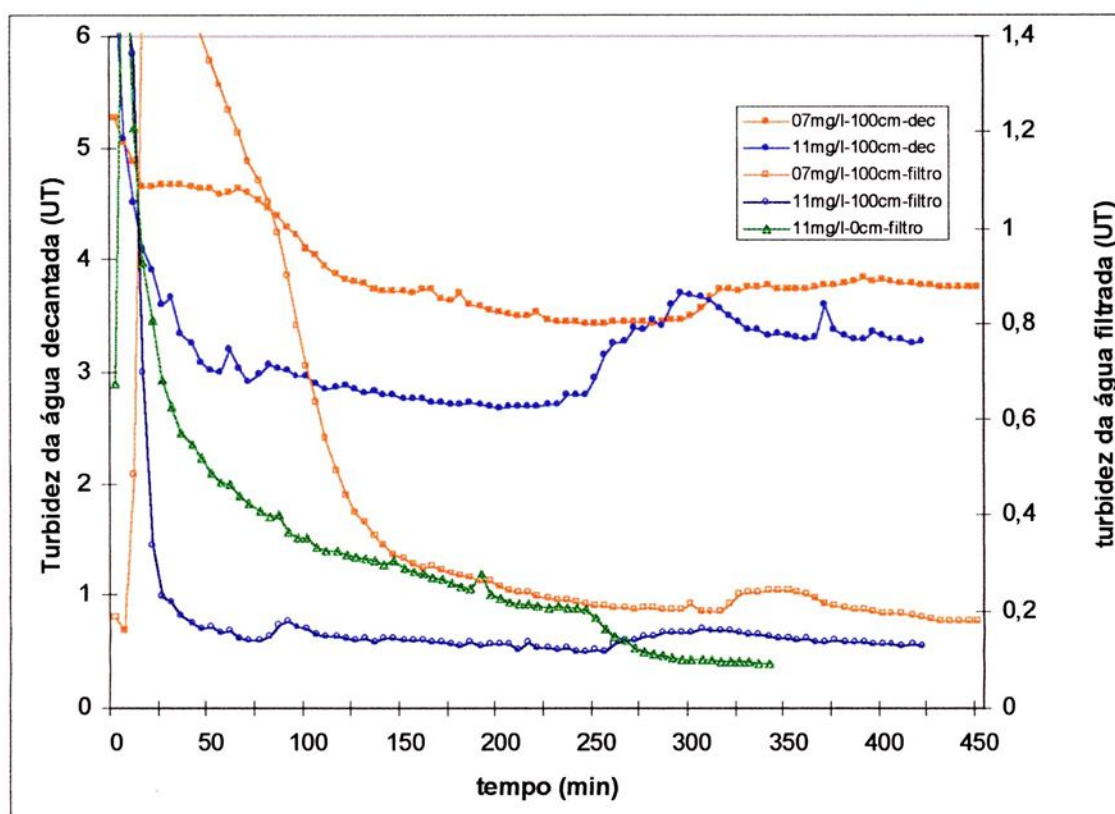


Figura 5.21- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito A como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10

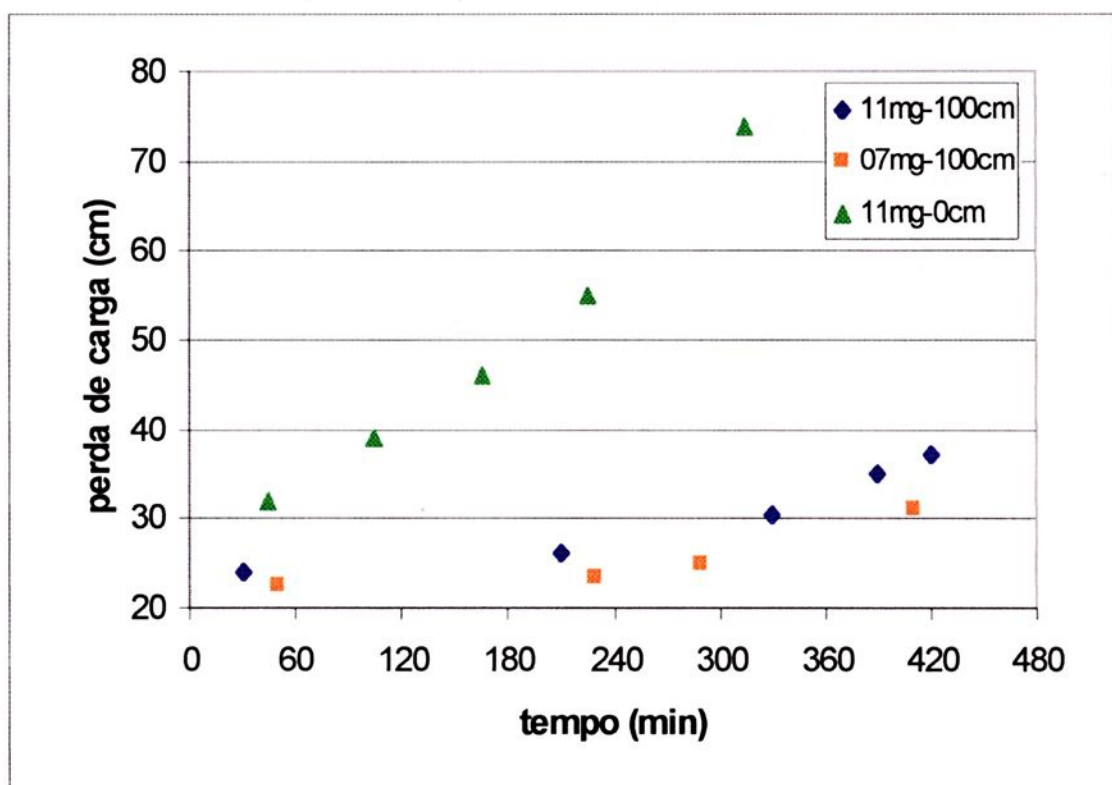


Figura 5.22- Perda de carga no filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito A como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10

Seguindo a metodologia aplicada no ensaio anterior, com sulfato de alumínio, foi realizado um ensaio sem a presença da manta de lodo no módulo.

Observando a Figura 5.22, nota-se uma grande perda de carga no filtro na ausência de manta no flocculador, comportamento semelhante ao do sulfato de alumínio.

5.2.3 - Ensaio no módulo utilizando o polieletrólito "B"

Os resultados obtidos com o polieletrólito "B" são apresentados na Figura 5.23 e 5.24.

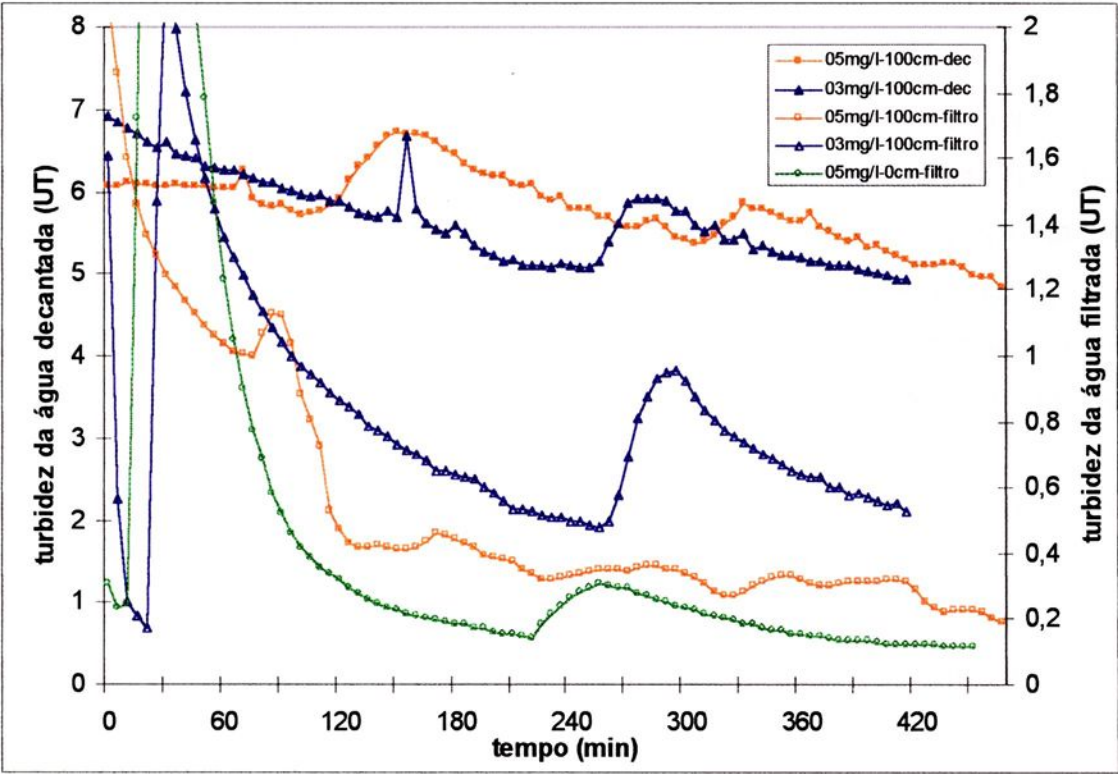


Figura 5.23- Turbidez remanescente no decantador e filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10

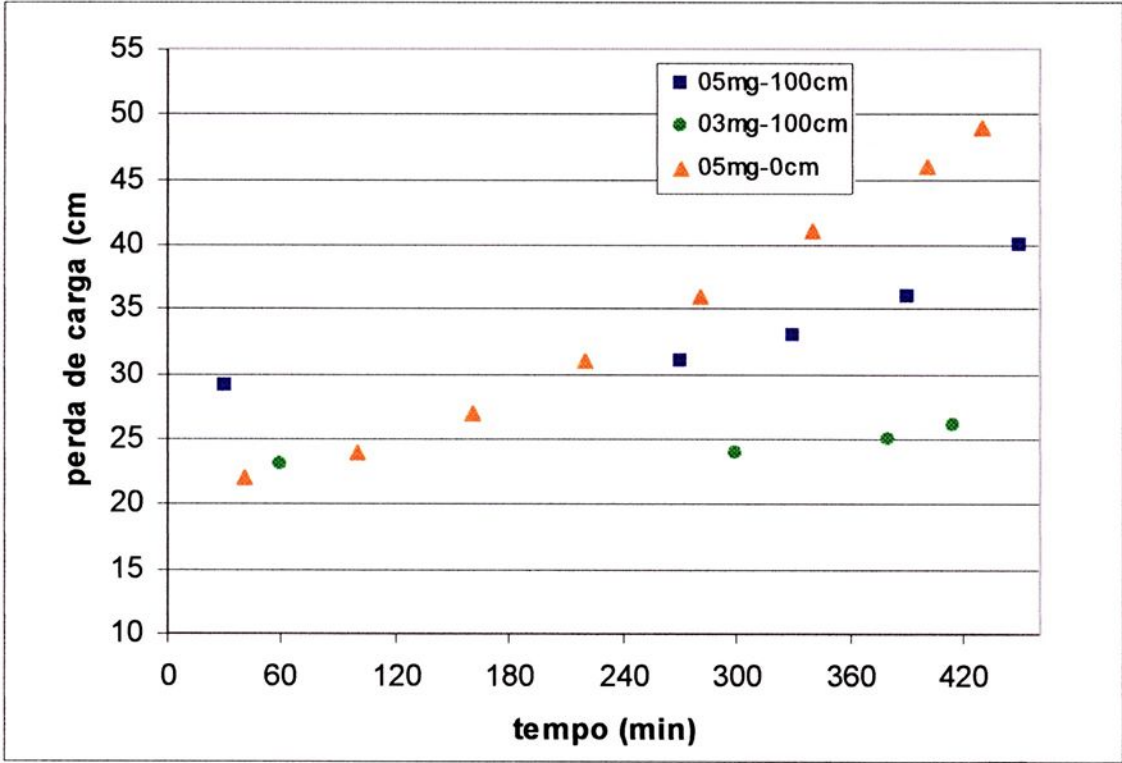


Figura 5.24- Perda de carga no filtro utilizando várias dosagens do polieletrólito "B" como coagulante para uma água de turbidez de 10 UT e pH 7,10

Ao contrário dos resultados apresentados obtidos com sulfato de alumínio e polieletrólito "A", o polieletrólito "B" apresentou resultados inferiores, no que diz respeito a otimização de dosagens, aos resultados apresentados quando se utilizou água artificial, como é observado comparando as Figuras 5.23 e 5.12. O uso de uma dosagem de 2,5 mg/l foi suficiente para realizar uma boa floculação com água artificial enquanto o mesmo resultado era obtido dobrando a dosagem para água natural.

Um fato interessante nesse ensaio foi observado na perda de carga do filtro. Nos ensaios com sulfato de alumínio e polieletrólito "A" a perda de carga foi muito elevado quando não se tinha a presença de manta de lodo no floculador. O uso do polieletrólito "B" na ausência de manta no floculador produziu uma perda de carga bem menor, aproximadamente 30cm em 8h de ensaio. Mesmo assim, essa perda foi bem alta quando se compara com a perda do mesmo polieletrólito na presença da manta no decanto floculador, como mostra a Figura 5.24.

Essa perda de carga reduzida, produzida pelo polieletrólito "B", já fora presenciada nos ensaios de longa duração, evidenciado na Figura 5.19.

5.4 – COMENTÁRIOS SOBRE OS ENSAIOS UTILIZANDO O POLIELETRÓLITO "C"

Este polieletrólito foi abordado a parte por apresentar um comportamento diferenciado dos demais coagulantes estudados. Os ensaios de aparelho Jar-Test estão apresentados nas Figuras 5.25 e 5.26



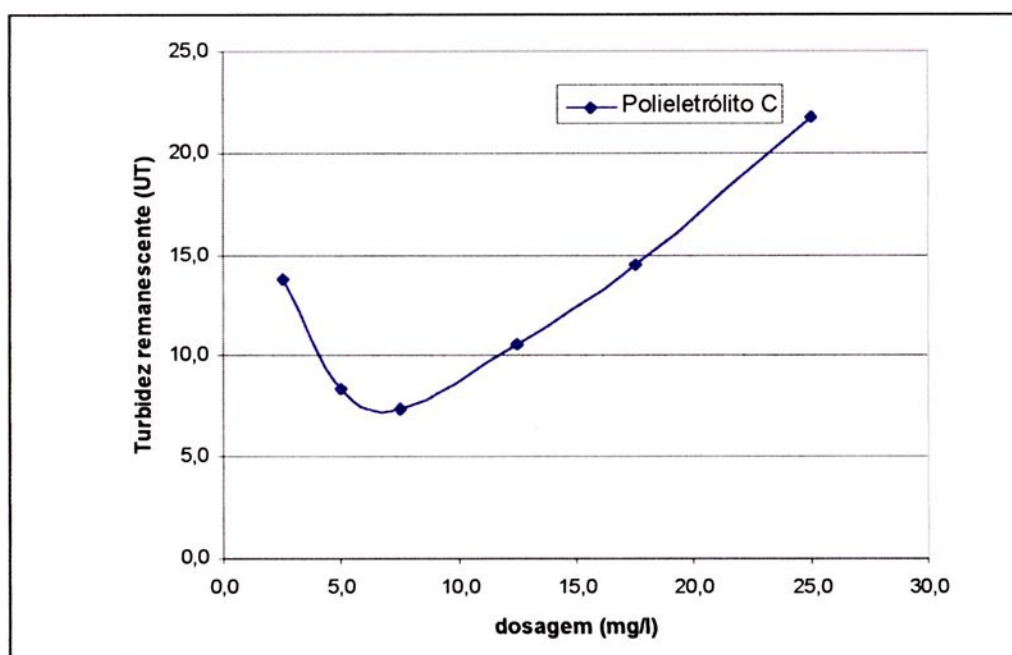


Figura 5.25 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função da dosagem para água bruta de 100 e pH de 8,00 para tempo de sedimentação de 20 minutos e dosagem de 8 mg/l de coagulante.

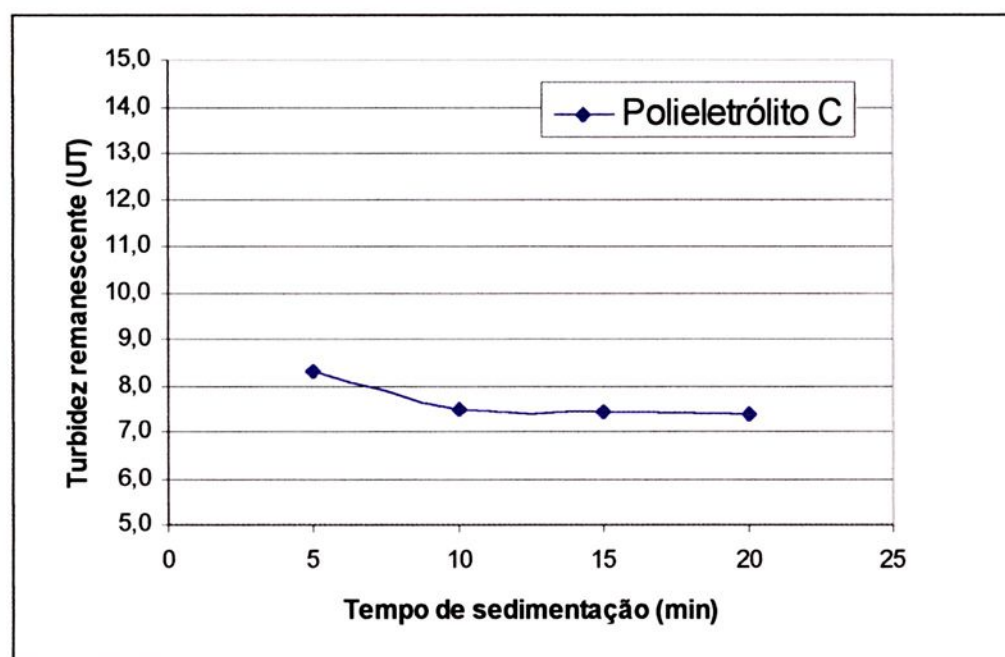


Figura 5.26 - Gráfico de Turbidez Remanescente em função do tempo de sedimentação da água floculada para turbidez da água bruta de 100 UT e pH de 8,00

Como mostra a Figura 5.25 este polieletrólito apresentou uma dosagem ótima em torno 7,5 mg/l para turbidez de água bruta de 100 UT. O fato interessante no emprego deste polieletrólito é visto na Figura 5.26, onde se tem

a curva de turbidez remanescente pelo tempo de sedimentação da água floculada para uma dosagem de 7,5 mg/l. Nesta Figura se observa a rápida decantação da água, em cinco minutos de decantação a água já apresentava turbidez remanescente de 8,30UT. Isso significa que houve a formação de flocos bastantes densos e de rápida sedimentação. Observando novamente a Figura 5.26 nota-se que após 20 minutos de sedimentação, a turbidez da água quase não se modificou, ficando com turbidez de 7,40 UT, evidenciando que apesar de produzir flocos densos a floculação não ocorre com eficiência.

Após realizados os ensaios com aparelho Jar-Test, para definir a faixa de dosagem de aplicação, foram iniciados os ensaios com o módulo floculador manta de lodo associado com decantador de alta taxa. O primeiro ensaio seria o de formação da manta de lodo no módulo. O ensaio começou com uma dosagem de 8 mg/l para turbidez de água bruta de 100 UT.

A floculação iniciou-se logo após a coagulação acontecendo nos tubos de ligação entre o coagulador e a entrada do módulo. Houve a formação de grandes flocos que se sedimentavam no fundo do floculador. Não se formou manta de lodo devido a essa sedimentação e com o decorrer do ensaio os flocos sedimentados e os flocos formados na tubulação obstruíram a entrada da água bruta no módulo. Vários ensaios foram iniciados, porém todos com insucesso.

Como não se conseguiu formar a manta de lodo, sem variar a vazão, não foram realizados ensaios com esse polieletrólito.



6 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES:

Com base nos resultados obtidos algumas conclusões podem ser apresentadas:

- A altura da manta de lodo no floculador é variável de grande importância ao sistema, melhorando a eficiência da floculação com o seu aumento, como mostrado na Figura 5.4.
- A presença da manta de lodo no floculador é fundamental, quando se usa filtração descendente. Apesar dos bons resultados da turbidez da água filtrada, quando não se utilizou manta no floculador para turbidez de 10 UT, a evolução perda de carga foi muita alta em relação ao uso da manta de lodo no mesmo.
- A presença da manta de lodo no início do funcionamento do módulo pode não ser necessária no uso deste como dispositivo auxiliar em sistemas de filtração direta. A manta pode ser rapidamente formada assim que a turbidez da água bruta se eleve, reduzindo o turbidez na saída do decantador e protegendo os filtro contra possíveis picos de turbidez.
- Todos os coagulantes, exceto o polieletrólito "C", apresentaram bom desempenho em termos de remoção de turbidez. O uso do polieletrólito "C" ficou comprometido pela vazão pré-estabelecida para os ensaios de 2,55 l/min. Com essa vazão utilizada nos ensaios não foi possível formar a manta de lodo.
- O polieletrólito "A" apresentou comportamento diferente, no que diz respeito a dosagem e perda de carga no filtro, do comportamento apresentado pelo polieletrólito "B". Em águas de pH constante seu comportamento aproximou-se do apresentado pelo sulfato de alumínio.
- O polieletrólito "B" apresentou menor dosagem para todos os níveis de turbidez e menor perda de carga no filtro. Uma característica interessante neste polieletrólito é a de conseguir boa qualidade de água filtrada com entrada de turbidez elevada no filtro, como visto na Figura 5.9. Esse fato pode estar relacionado a formação de flocos

mais resistentes quando se utiliza o polieletrólito "B" como coagulante, não se rompendo facilmente quando submetidos as forças hidrodinâmicas atuantes no filtro.

- Houve influência do pH em todos os coagulantes, sendo em menor escala para os polieletrólitos, aumentando a turbidez remanescente com o aumento do pH, como previsto em Hespanhol (1982).
- Houve redução da dosagem de polieletrólito quanto se utilizou água natural.
- O sulfato de alumínio melhorou seu rendimento em águas brutas com pouca variação de pH, como no caso da água natural utilizada na segunda fase dos ensaios.
- A entrada brusca da água ou a entrada de ar no floculador provocou a quebra dos flocos da manta. Isso fez com que parte da manta subisse e fosse carregada para o filtro provocando instabilidade no sistema. Para turbidez alta essa instabilidade foi rapidamente solucionada com a formação de novos flocos o que não aconteceu com água bruta de baixa turbidez.

A seguir são apresentadas algumas recomendações, baseadas nas conclusões e observações realizadas no presente trabalho:

- Recomenda-se o controle da entrada de água no sistema quando água bruta for de baixa turbidez. Evitar a entrada de ar.
- Recomenda-se estudar o uso do floculador manta de lodo associado a decantador de alta taxa utilizando filtro ascendente. Com base nos resultados apresentados pelo polieletrólito "B" a manta poderá ser descartada ao final de cada carreira de filtração. Para baixa turbidez da água bruta o sistema funcionaria como filtração direta e a partir do momento em que a turbidez da água bruta se elevar a manta começará a ser formada aliviando o carga no filtro.
- Recomenda-se estudar a formação da manta de lodo para diferentes níveis de turbidez , 30 UT e 50 UT, por exemplo, para saber a viabilidade do descarte da manta a cada carreira de filtração.

- Recomenda-se estudar diferentes ângulos de inclinações, limitando o ângulo mínimo em 60° com a horizontal devido ao efeito de auto-limpeza, para o módulo floculador manta de lodo, no intuito de se ter a melhor configuração da abertura angular das paredes do módulo.
- Análise da composição química minuciosa dos polieletrólitos.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABNT, NBR 12216 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público, Rio de Janeiro, 1995.

ARBOLEDA, J. Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua. Peru: CEPIS - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente, 1973. 558p.

BACHE, D.H., JOHNSON, C., MCGILLIGAN, J. F., RASOOL E. A Conceptual View of Floc Structure In The Sweep Floc Domain. *Water Science Technology*, Vol 36, no. 04, p. 49-56, 1997.

CAMPOS, J. R., *Ensaio sobre a aplicação de polieletrólitos na floculação de águas de abastecimento*. São Carlos, 1972. 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

DI BERNARDO, L. Métodos e técnicas de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES, 1993. 2 vol.

DI BERNARDO, L., DI BERNADOR, A. S. : Utilización de polímeros sintéticos y naturales como ayudantes de floculación una nueva metodología en base al diagrama de coagulación. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVI, 1998, Lima (Peru),

DI BERNARDO, L., PÁDUA, V. L., LIBÂNIO, M. : Optimización de gradientes de velocidad en la floculación. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVI, 1998, Lima (Peru).

DI BERNARDO, L., PÁDUA, V. L., MOREIRA, A. M. R : Metodologia para realização de ensaios de floculação em reatores estáticos. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVI, 1998, Lima (Peru),



DI BERNADRO, L. , CARRASCO, N. E. A., SCHULZ, H. E., ROMA, W. N. L. :
Investigação experimental sobre a sedimentação de partículas em dutos
quadrados e retangulares usados na decantação de alta taxa, XXVII, 200, Porto
Alegre-BR.

HAARHOFF, J., JOUBERT H. Determination of Aggregation and Breakup Constants
During Flocculation. *Water Science Technology*, Vol 36, p. 33-40, 1995.

HEAD, R., HART, J., GRAHAM, N. Simulating the Effect of Blanket Characteristics on
the Floc Blanket Clarification Process. *Water Science Technology*, Vol 36, p. 77-
84, 1997.

HESPANHOL, I., *Cinética de floculação de suspensões coloidais com polieletrólitos
naturais*. São Paulo, 1982, 232 p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da
Usp.

LIBÂNIO, M., Avaliação em escala real da sedimentação diferencial no desempenho
de unidades de decantação de escoamento horizontal. In: Simpósio Luso-
Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, IX, Porto Seguro –Brasil, 2000.

LIBÂNIO, M., DE PÁDUA, V. L., DI BERNARDO, L. Análise da Influência da Variação
dos Gradientes de Velocidade no Desempenho das Unidades de Floculação.
Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, Vol 02 - n. 02, p. 63-69, 1997.

LICSÓ, I., Realistic Coagulation Mechanisms in the Use of Aluminium an Iron(III)
Salts. *Water Science Technology*, Vol 36, no. 04, p.103-110, 1995.

MONTGOMERY, J. M. Precipitation, Coagulation, Flocculation in: Water Treatment
Principles & Design, A Wiley Interscience Publication, 1985.

NARKIS, N., GHATTAS, B., REBHUN M., RUBIN, A. J. The Mechism of Flocculation
With Aluminium Salts in Combination Whith Polymeric Flocculants as Flocculant
Aids. *Water Supply*, Vol 09, p. 37-44, 1991.

PAIXÃO, G. C., *Estudo da coagulação-floculação-sedimentação de água com turbidez
ou cor elevada, utilizando polímero sintético como auxiliar de floculação*. São
Carlos, 1996, 2v. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e

Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PAN, J. R., HUANG, C., CHEN, S., CHUNG, Y., Evaluation of a Modified Chitosan Biopolymer for Coagulation of Colloidal Particles. *Colloids and Surfaces – A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol 147, p. 359-364, 1999.

RICHTER, C. A., AZEVEDO NETO, J. M. – Tratamento de água: Tecnologia Atualizada, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1991.

ROSSINI, M., GARRIDO, J. G., GALLUZZO M. Optimization of the coagulation-flocculation treatment: influence of rapid mix parameters. *Water Research*, Vol 33, no. 08, p. 1817-1826, 1999.

ROUT, D., VERMA R., AGARWAL, S. K. Polyelectrolyte Treatment – An Approach for Water Quality Improvement. *Water Science Technology*, Vol 40, no. 2, p. 137-141, 1999.

SCHULZ, C. R., SINGER, P. C., GANDLEY, R., NIX, J. E. Evaluating Buoyant Coarse Media Flocculation. *J. AWWA*, 86:8:51, Agosto, 1994

TANGERINO, E.P., MATSUMOTO, T. & DALL'AGLIO SOBRINHO - Flocculador de manta de lodo associado a decantador laminar em tratamento de água - In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, XXVI, 01 a 05 de novembro de 1998, Lima, Peru, Anais em CD-ROM.

TARQUIN, A. J., HAAN, G. B., RITTMANN, D. Polymer Cost and Performance Evaluation. *Water/ Engineering & Management*, p. 27-31, Jan 1998.

VIANNA, M. R., Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água, Instituto de Engenharia Aplicada Editora, Belo Horizonte, 1992

YAO, K.M. Teorical Study of High Sedimentation. *Journal WPCF*, v.42, 1970. p.218 - 228.



ANEXOS



QUADRO A1 - ENSAIO EM JAR-TEST

Ensaio Jar - Test													
Coagulante: Polieletrólito "A"				Aux. Coagulação -									
Dosagem: 0,50% (em massa)				Dosagem -									
Características do Ensaio													
Água Bruta		Ensaio						Obs iniciais					
Turbidez	100 UT	tipo	velocidade	tempo	Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental								
pH	8,1	Mistura Rápida	600 s-1	10s									
Temperatura	25 C	Floculação:	50 s-1	12min									
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas dose(ml):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5		100,0	53,5	50,2	40,5	29,7	41,1						
10		77,9	28,3	29,5	22,7	10,2	15,0						
15		70,0	18,7	18,1	12,8	9,5	7,8						
20		63,2	18,0	14,3	9,0	10,5	6,3						
dosagem(mg/l)		10,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A2 - ENSAIO EM JAR-TEST

Ensaio Jar - Test				DATA:				INICIO:					
Coagulante:		Polieletrólito "B"		Aux. Coagulação		-							
Dosagem:		0,50% (em massa)		Dosagem		-							
Características do Ensaio													
Água Bruta		Ensaio						Obs iniciais					
Turbidez	100 UT	tipo	velocidade		tempo		Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental						
pH	8,2	Mistura Rápida	600 s-1		10s								
Temperatura	25 C	Floculação:	50 s-1		12min								
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dose(ml):	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	12,00						
5		82,0	65,0	27,0	21,2	14,0	13,8						
10		64,5	41,5	16,2	13,0	7,4	6,1						
15		59,0	28,0	11,6	9,8	5,1	3,1						
20		50,0	19,2	9,5	6,8	3,9	2,2						
dosagem(mg/l)		5,0	7,5	10,0	12,5	17,5	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A3 - ENSAIO JAR-TEST

Ensaio Jar - Test													
Coagulante: Polieletrólito "C"				Aux. Coagulação -									
Dosagem: 0,50% (em massa)				Dosagem -									
Características do Ensaio													
Água Bruta		Ensaio						Obs iniciais					
Turbidez	100 UT	tipo	velocidade		tempo		Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental						
pH	8,1	Mistura Rápida	600 s-1		10s								
Temperatura	25 C	Floculação:	50 s-1		12min								
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dose(ml):	1,00	2,00	3,00	5,00	7,00	10,00						
5		16,5	11,8	8,3	11,9	15,6	24,3						
10		14,2	8,7	7,5	11,2	15,2	22,4						
15		14,0	8,4	7,5	10,8	14,5	22,0						
20		13,8	8,4	7,4	10,6	14,5	21,8						
dosagem(mg/l)		2,5	5,0	7,5	12,5	17,5	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A4 - ENSAIO EM JAR-TEST

Ensaio Jar - Test				DATA:				INICIO:					
Coagulante:		Sulfato de Alumínio		Aux. Coagulação		-							
Dosagem:		0,50% (em massa)		Dosagem		-							
Características do Ensaio													
Água Bruta		Ensaio				Obs iniciais							
Turbidez	100 UT	tipo	velocidade	tempo	Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental								
pH	8,3	Mistura Rápida	600 s-1	10s									
Temperatura	26 C	Floculação:	50 s-1	12min									
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas dose(ml):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5		35,0	36,2	21,6	14,9	20,0	13,6						
10		38,0	18,5	10,5	10,4	6,8	7,5						
15		25,3	12,4	6,8	5,0	6,0	4,7						
20		23,6	8,9	5,3	4,0	3,3	2,6						
dosagem(mg/l)		10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A5 - ENSAIO EM JAR-TEST

Ensaio Jar - Test				DATA:				INICIO:					
Coagulante:		Polieletrólito "A"		Aux. Coagulação		-							
Dosagem:		0,50% (em volume)		Dosagem		-							
Características do Ensaio													
Água Bruta		Ensaio				Obs iniciais							
Turbidez	30 UT	tipo	velocidade	tempo	Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental								
pH	8	Mistura Rápida	600 s-1	10s									
Temperatura	26 C	Floculação:	50 s-1	12min									
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dose(ml):	4,00	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00						
5		28,0	24,0	23,0	21,0	24,5	24,5						
10		24,0	15,5	9,7	8,6	5,2	5,5						
15		23,5	10,0	7,1	5,2	4,1	4,1						
20		23,0	8,8	8,8	4,0	3,4	3,4						
dosagem(mg/l)		10,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A6 - ENSAIO JAR-TEST

Ensaio Jar - Test						DATA:		INICIO:					
Coagulante: Polieletrólito "B"			Aux. Coagulação -										
Dosagem: 0,50% (em massa)			Dosagem -										
Características do Ensaio													
Água Bruta			Ensaio					Obs iniciais					
Turbidez 30 UT			tipo	velocidade		tempo		Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental					
pH 8,1			Mistura Rápida	600 s-1		10s							
Temperatura 25 C			Floculação:	50 s-1		12min							
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dose(ml):	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	12,00						
5		29,0	19,2	12,8	9,1	5,2	6,5						
10		24,3	13,4	5,8	4,3	2,9	3,0						
15		23,7	12,4	5,1	3,1	1,6	1,3						
20		22,3	11,3	3,8	2,6	1,3	1,0						
dosagem(mg/l)		2,5	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A7 - ENSAIO EM JAR-TEST

Ensaio Jar - Test						DATA:		INICIO:					
Coagulante: Sulfato de Alumínio						Aux. Coagulação -							
Dosagem: 0,50% (em massa)						Dosagem -							
Características do Ensaio													
Agua Bruta			Ensaio					Obs iniciais					
Turbidez	30 UT		tipo	velocidade	tempo	Água retirada do tanque de água bruta do ensaio do módulo experimental							
pH	8		Mistura Rapida	600 s-1	10s								
Temperatura	26 C			50 s-1	12min								
			Floculação:										
DECANTAÇÃO													
Tempo (min)	Turbidez												
	cubas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dose(ml):	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	10,00						
5		20,6	15,9	15,7	12,4	13,2	15,5						
10		15,2	8,9	5,1	8,0	3,6	6,8						
15		11,0	7,4	4,6	4,6	3,0	3,7						
20		9,1	6,4	3,6	3,1	2,2	2,4						
dosagem(mg/l)		10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OBSERVAÇÕES FINAIS:													

QUADRO A8 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		7/9/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	100 (UT)	Nome	Polieletrólito A - Formação de Manta												
Início	10:00	temperatura	26 C	Vazão	35 ml/min												
Termino	18:30	pH	8,1	Dosagem	40 mg/l												
		Vazão	2,55 l/min														
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta			
tempo (horas)		tempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
0	dec	29,18	21,39	31,08	32,45	34,73	44,47	45,29	44,59			48,66	48,58	30	65		
	filtr					1,47	1,13	0,98	0,978			0,958	0,971	115	85		
1	dec	48,15	48,26	49,07	48,57	47,39	46,58	45,75	46,81	45,78	44,25	42,25	42,1	195	100		
	filtr	0,963	0,95	0,94	0,96	0,98	1,01	1	0,958	0,929	0,917	0,912	0,869	290	109		
2	dec	41,5	42,02	44,37	44,2	44,59	43,2	43,71	45,64	46,1	48,06	47,53	47,83	320	118		
	filtr	0,833	0,8	0,797	0,822	0,87	0,95	1	1,08	1,11	1,16	1,21	1,3	380	124		
3	dec	48,02	47,4	47,79	48,03	48,4	48,26	46,52	44,53	41,57	39,01	35,41	32,17	440	132		
	filtr	1,43	1,52	1,57	1,6	1,66	1,68	1,73	1,77	1,77	1,72	1,62	1,47				
4	dec	30,45	28,75	28,97	28,61	25,76	23,49	23,32	23,3	22,61	24,09	24,6	23,76				
	filtr	1,28	1,1	0,95	0,79	0,72	0,67	0,6	0,54	0,48	0,44	0,42	0,42				
5	dec	24,46	26,13	26,16	26,54	26,88	28,43	28,21	28,38	26,77	26,34	25,99	25,73				
	filtr	0,44	0,45	0,47	0,49	0,52	0,56	0,6	0,65	0,7	0,73	0,72	0,73				
6	dec	26,29	25,96	21,84	20,84	19,49	19,74	20,85	21,96	21,95	19,17	17,82	16,81				
	filtr	0,73	0,75	0,76	0,75	0,72	0,67	0,64	0,6	0,58	0,6	0,62	0,66				
7	dec	16,81	17,53	16,87	14,3	14,12											
	filtr	0,59	0,56	0,53	0,51	0,49											
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																

QUADRO A9 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	31/8/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	100	(UT)	Nome	Polieletrólito "B" - Formação de Manta										
Início	10:10	temperatura	27	C	Vazão	60 ml/min								13:30 - Enchimento do tanque de água bruta		
Termino	18:10	pH	8,1		Dosagem	12 mg/l										
		Vazão	2,55	l/min												
Turbidez Remanescente (UT)																
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	69,6	67,76	67,5	66,33	64,78	64,77	64,2	63,95	62,7	62,44	61,76	61,66	35	43	
	filtr	6,02	3,73	1,43	0,65	0,45	0,37	0,31	0,27	0,24	0,23	0,21	0,2	100	55	
1	dec	60,57	60,39	59,15	57,91	57,15	55,29	53,85	53,09	52,21	50,88	49,6	48,43	130	65	
	filtr	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	190	75	
2	dec	47,66	45,91	45,12	43,9	42,89	41,04	39,58	38,1	36,8	35,5	34,5	33,83	240	85	
	filtr	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,1	0,098	0,092	300	92	
3	dec	32,81	32,14	30,88	30,36	30	29,3	28,5	28,4	27,3	26,54	26,02	25,6	345	100	
	filtr	0,089	0,085	0,081	0,078	0,076	0,074	0,072	0,07	0,069	0,068	0,067	0,066	405	109	
4	dec	25	24,15	24	23,7	22,95	22,56	22,26	21,94	21,21	20,71	20,14	19,8			
	filtr	0,065	0,065	0,065	0,066	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,069	0,066	0,065			
5	dec	19,59	18,9	18,58	18,21	18,19	17,84	17,35	16,74	16,4	15,95	15,66	15,5			
	filtr	0,065	0,064	0,063	0,062	0,062	0,061	0,06	0,059	0,059	0,058	0,058	0,057			
6	dec	15,25	14,75	14,4	14,3	14,1	13,9	14,1	13,38	13,15	12,8	12,9	12,6			
	filtr	0,057	0,056	0,056	0,055	0,055	0,054	0,054	0,053	0,052	0,051	0,051	0,051			
7	dec															
	filtr															
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A10 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	6/11/2000	Água Bruta		Coagulante										Observações		
Local	14:30	turbidez	100 (UT)	Nome	Sulfato de Alumínio - Formação de manta											
Início	20:30	temperatura	28 C	Vazão	35 ml/min											
Termino		pH	8,2	Dosagem	15mg/l											
		Vazão	2,55	l min												
Turbidez Remanescente (UT)																
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	82,27	81,6	82,6	83,9	83,34	80,53	80,4	80,6	79,18	79,13	78,3	77			
	filtr															
1	dec	75,9	74,8	74,4	73,2	72,86	74,2	71,92	70,52	69,6	69,2	69,1	69,7			
	filtr															
2	dec	69,7	68,6	68,5	67,1	66,3	64,5	63,6	62,7	60,7	58,7	56,5	56,2			
	filtr															
3	dec	55,8	55,05	54,9	54,1	52,26	51,2	54,3	49,81	43,75	40,4	38,3	37,8			
	filtr															
4	dec	37,6	37,9	37,9	37,5	36,61	35,8	34,8	34,9	33,9	33,5	32,8	31,7			
	filtr															
5	dec	31,82	31,7	32,45	32,71	31,8	31,5									
	filtr															
6	dec															
	filtr															
7	dec															
	filtr															
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

54,1

QUADRO A11 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		11/9/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	100	(UT)	Nome	Polieletrólito "A"											
Início	12:10	temperatura	25		Vazão	38 ml/min								15:50 - enchimento do tanque de água bruta			
Termino	20:00	pH	8,3		Dosagem	30 mg/l											
				Vazão	2,55	ml/min											
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta			
tempo (horas)		tempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	25,6	25,35	26,13	26,91	28,57	29,18	31,04	30,37	29,9	30,8	30,4	30,57	5	105		
	filtr			0,58	0,75	1,05	1,36	1,7	2,14	2,65	2,81	2,8	2,85	50	115		
2	dec	31,17	32,01	30,57	30,14	29,08	29,23	28,95	30,52	29,88	29,21	30,61	31,45	100	124		
	filtr	3,01	3,18	3,52	3,67	3,64	3,54	3,46	3,43	3,44	3,55	3,65	3,75	225	132		
3	dec	34,65	35,34	35,05	33,19	30,3	30,08	28,99	28,81	29,28	29,89	31,15	30,65	305	145		
	filtr	3,85	4,02	4,28	4,53	4,68	4,62	4,43	4,25	4,13	4,12	4,18	4,33	340	150		
4	dec	32	32,08	33,2	33,1	32,43	32,5	31,08	30,49	30,96	30,7	30	29,1	385	155		
	filtr	4,41	4,6	4,74	4,85	4,98	5,12	5,17	5,18	5,13	5,05	4,92	4,68				
5	dec	28,6	27,2	28,02	27,52	28,18	27,72	27,48	27,45	27,55	27,45	27,7	28				
	filtr	4,4	4,15	3,7	3,31	3,03	2,87	2,77	2,71	2,65	2,68	2,62	2,58				
6	dec	28,2	27,4	27,2	26,54	27,2	26,78	27,8	27,1	26,21	25,05	24,81	25,11				
	filtr	2,58	2,64	2,75	2,85	2,87	2,84	2,74	2,57	2,42	2,31	2,23	2,19				
7	dec	26,57	26,52	26,85	26,44	26,44	26,41	26,91	28,18	29,6	28,7	27	26,04				
	filtr	2,17	2,16	2,15	2,14	2,14	2,18	2,23	2,32	2,42	2,5	2,55	2,6				
8	dec	26,91	26,7	27,3													
	filtr	2,6	2,62	2,66													
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A12 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		12/9/2000		Água Bruta		Coagulante											
Local	ISA	turbidez	100 (UT)	Nome	Polieletrólito "A"												
Início	09:55	temperatura	26	Vazão	45 ml/min												
Termino	17:55	pH	8,2	Dosagem	35 mg/l									12:40 - descarga da manta			
		Vazão	2,55 ml/min														
Turbidez Remanescente (UT)														13:35 - enchimento tanque de água bruta			
tempo (horas)		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	altura manta			
														tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	14,95	12,86	11,69	10,56	9,95	9,91	10,2	9,91	10,12	10,17	9,97	10	5	150		
	filtr		13,1	8,63	4,96	3,28	2,26	1,66	1,28	1,14	1,02	0,96	0,93	20	158		
2	dec	10,02	10,07	10,21	10,21	9,85	9,62	9,54	9,45	9,38	9,15	9,16	9,02	115	166		
	filtr	0,9	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,8	0,78	0,76	0,76	0,76	165	132		
3	dec	9,12	9,1	9,16	8,9			11,52	12,64	14,03	14,58	14,54	14,13	215	145		
	filtr	0,76	0,76	0,76	0,75			0,9	0,79	1	1,06	1,06	1,04	250	158		
4	dec	13,6	13,9	13,79	13,71	13,61	12,95	12,91	12,77	12,4	12,3	11,94	10,26	290	166		
	filtr	1,03	1,03	1,03	1,06	1,06	1,07	1,07	1,04	1,03	1,02	1	0,95	320	124		
	dec	9,25	8,7	8,65	8,2	7,89	7,73	7,4	7,3	7,1	7,3	7,5	7,3	355	132		
5	filtr	0,85	0,65	0,62	0,61	0,53	0,46	0,42	0,39	0,36	0,34	0,34	0,34				
6	dec	7,5	7,4			9,29	9,59	11,32	12,37	12,87	13,21	12,96	12,57				
	filtr	0,34	0,34			0,36	0,41	0,47	0,55	0,53	0,52	0,53	0,54				
7	dec	12,42	12,15	11,97	11,7	11,83	11,9	11,7	11,31	10,93	10,83						
	filtr	0,56	0,55	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,54						
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A13 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

c16535DGd1479/2000 Orfdo		ISA 08:55 17:00		ua ruta				oa ulante						ser a es			
				100 (UT)				ome Polieletrólito "A"									
				temperatura 25 C				a o 41ml/min									
				p 8,4				osa em 40 mg/l									
				a o 2,55 l/min													
ur le emanescente ()														altura manta		11:25 - descarga da manta	
tempo (horas)		te (i)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	13,2	11,25	9,74	8,51	7,64	7,04	6,68	6,58	6,39	6,3	6,24	5,87	0	132		14:10 - nova descarga da manta
	filtr	3,2	1,56	0,96	0,68	0,59	0,52	0,46	0,45	0,43	0,42	0,43	0,43	20	154		
	dec	5,65	5,62	5,65	5,73	5,8	5,9	5,69	5,39	5,29	5,36	5,33	5,38	40	150		
	filtr	0,43	0,42	0,41	0,4	0,4	0,41	0,42	0,44	0,44	0,42	0,41	0,41	90	158		
3	dec	5,48			7,01	7,83	8,41	8,87	9,24	9,27	9,19	8,77	8,52	110	166		
	filtr	0,42			0,46	0,44	0,49	0,52	0,53	0,55	0,57	0,61	0,63	135	132		
	dec	8,37	8,23	8,26	8,18	8,3	8,24	8,18	7,85	7,7	7,73	7,75	7,73	200	145		
	filtr	0,63	0,61	0,6	0,59	0,58	0,57	0,6	0,6	0,58	0,57	0,57	0,57	220	150		
	dec	7,42	7,02	6,7	6,28	6,15	6,06	6	5,47	4,9	4,7			245	158		
	filtr	0,59	0,59	0,57	0,53	0,49	0,46	0,43	0,41	0,4	0,38			275	166		
	dec	7,28	6,97	7,27	7,37	7,47	7,42	7,58	7,3	7,14	6,9	6,7	6,6	300	132		
	filtr	0,41	0,3	0,31	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,36	0,35	400	150		
	dec	6,58	6,58	6,62	6,58	6,32	6,15	6	6,07	6,14	6,08	6	5,92	430	158		
	filtr	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,37	0,38	0,38				
	dec	5,94	6,01	6,15	6,23												
	filtr	0,39	0,39	0,4	0,41												
9	dec																
	filtr																
	dec																
	filtr																
	dec																
	filtr																

QUADRO A14 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		7/8/2000		Água Bruta					Coagulante					Observações					
Local	ISA	turbidez	30 (JT)	temperatura	23 C	pH	8	Vazão	2,55 l/min	Nome	Polieletrólito "A"					Vazão	26 ml/min	Dosagem	20 mg/l
Início	15:15	Termino	23:15																19:10 - descarga da manta
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta				
tempo (horas)		tempo (min)												tempo (min)		altura (cm)			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55						
1	dec	11,21	11,75	11,54	11,09	10,2	10,3	11	11,45	11,94	12,19	12,95	12,7	0	150				
	filtr	0,66	0,51	0,45	0,44	0,45	0,42	0,41	0,45	0,51	0,56	0,61	0,68	60	158				
2	dec	12,3	12,4	12,43	12,45	12,34	12,47	12,4	12,2	12,35	12,46	12,7	13	180	166				
	filtr	0,72	0,69	0,63	0,62	0,62	0,6	0,59	0,57	0,55	0,54	0,54	0,57	220	140				
3	dec	13,1	13,3	13,5	13,4	13,2	13,2	13,28	13,5	13,88	13,95	14,06	13,85	260	145				
	filtr	0,61	0,64	0,65	0,66	0,65	0,64	0,65	0,65	0,68	0,73	0,79	0,81						
4	dec	13,9	13,71	13,74			15,71	14,6	14,03	14,05	13,47	13,15	12,8						
	filtr	0,79	0,76	0,73			0,78	0,76	0,8	0,8	0,74	0,69	0,64						
5	dec	12,7	12,7	13,08	13,15	13,17	13,06	13,1	12,9	12,85	12,95	12,94	12,95						
	filtr	0,6	0,57	0,58	0,61	0,64	0,65	0,65	0,64	0,63	0,61	0,6	0,61						
6	dec	12,81	12,8	12,9	13	13,25	13,3	13,6	13,5	13,1	12,68	12,68	12,6						
	filtr	0,61	0,6	0,6	0,58	0,58	0,6	0,63	0,66	0,72	0,75	0,74	0,73						
7	dec	12,5	12,39	12,09	11,69	11,22	11,08	11,15	11,51	12,09	12,24	12	11,8						
	filtr	0,73	0,72	0,71	0,69	0,66	0,63	0,6	0,57	0,58	0,6	0,63	0,64						
8	dec	11,53	11,29	11,3															
	filtr	0,62	0,57	0,54															
9	dec																		
	filtr																		
10	dec																		
	filtr																		
11	dec																		
	filtr																		

QUADRO A15 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	8/8/2000	Água Bruta						Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	30	(UT)	Nome	Polieletrólito "A"											
Início	08:00	temperatura	23	C	Vazão	34 ml/min											
Termino	16:40	pH	8		Dosagem	40 mg/l											
		Vazão	2,55	l/min													
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta			
tempo (horas)		tempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	8,46	7,8	7,22	7,17	7,6	7,8	8,24	8,5	8,4	8,35	8,11	8,27	0	150		
	filtr	1,17	0,87	0,68	0,52	0,41	0,36	0,35	0,36	0,38	0,38	0,36	0,35	65	145		
2	dec	8,17	8,06	8,01	7,89	7,9	7,43	7,23	7,4	7,16	7,27	7,34	7,59	145	150		
	filtr	0,34	0,33	0,32	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	175	166		
3	dec	7,52	7,47	7,49	7,58	7,61	7,55	7,55	8,05	9,19	10,2	10,93	11,3	190	140		
	filtr	0,23	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,26	0,3	0,4	0,49	285	150		
4	dec			11,5	11,07	11,03	11,28	11,07	11,33	11,2	11,2	11,26	11,18				
	filtr			0,7	0,71	0,69	0,61	0,56	0,49	0,46	0,45	0,45	0,45				
5	dec	11,3	11,33	11,51	11,66	11,97	11,87	12,14	12,18	12,16	11,84	11,44	11,03				
	filtr	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,47	0,49	0,51	0,54	0,56	0,58	0,57				
6	dec	10,95	10,23	9,23	9,55	9,48	9,59	9,51	9,81	9,63	9,39	9,34	10,17				
	filtr	0,55	0,53	0,51	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35				
7	dec	9,95	9,92	10	10,12	9,85	10,02	10,35	10,7	11,03	10,8	11,1	10,97				
	filtr	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,38	0,41	0,46	0,47				
8	dec	10,9	10,9	10,6	10,5	10,9											
	filtr	0,47	0,46	0,46	0,44	0,43											
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

11:45 - descarga da manta

QUADRO A16 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		3/8/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	30 (UT)	temperatura	23 C	Nome	Polieletrólito "A"										
Início	09:20	pH	8	Vazão	2,55 l/min	Vazão	39 ml/min										
Termino	18:20	Dosagem	30 mg/l														
Turbidez Remanescente (UT)																	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	12,99	12,36	11,59	11,1	11,51	11,4	11,15	11	11,05	11,03	11,3	11,29	0	124		
	filtr	1,18	0,94	0,91	0,96	0,82	0,68	0,55	0,47	0,4	0,35	0,31	0,29	190	132		
2	dec	11,29	11,16	11,28	11,44	11,5	12,06	11,95	11,73	11,66	11,83	11,86	11,22	370	145		
	filtr	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	420	150		
3	dec	10,73	10,56	10,55	10,64	10,55	10,35	10,1	10,08	10,15	10,15	9,95	10,02				
	filtr	0,23	0,21	0,2	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17				
4	dec	9,82	9,73	9,53	9,3	9,27	9,11	9	9,1	8,95	8,87	8,85	8,72				
	filtr	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14				
5	dec	8,55	8,6	8,9	8,5	8,22	8,35	8,3	8,2	8,15	7,72	7,05	6,68				
	filtr	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13				
6	dec	6,35	6,11	5,91	5,72	5,7	5,6	5,55	5,38	5,57	5,6	5,6	5,68				
	filtr	0,12	0,11	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08				
7	dec	5,55	5,62	5,6	5,61	5,9	5,82	5,56	5,48	5,66	5,68	5,81	5,83				
	filtr	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09				
8	dec	5,74	5,7	5,83	5,86	5,92	5,92	5,8	5,9	5,7	5,75	5,8	5,8				
	filtr	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1				
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A17 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	9/8/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	10	(UT)	Nome	Polieletrólito "A"									
Início	12:20	temperatura	25	C	Vazão	27 ml/min									
Termino	20:20	pH	8		Dosagem	20mg/l									
		Vazão	2,55	l/min											
Turbidez Remanescente (UT)															
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)
1	dec	5,4	5,37	5,29	5,38	5,42	5,4	5,43	5,4	5,2	5,25	5,15	5,11		140
	filtr	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,29	0,27	0,25	0,24	0,24	0,24	0,25		
2	dec	5,15	5	4,83	4,74	4,54	4,38	4,25	4,13	4,08	4,11	4,1	4,15		
	filtr	0,25	0,26	0,27	0,24	0,23	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22		
3	dec	4,2	4,08	4,06	3,95	3,82	3,73	3,75	3,77	3,77	3,78	3,75	3,61		
	filtr	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17		
4	dec	3,62	3,63	3,6	3,6	3,62	3,64	3,6	3,6	3,57	3,69	3,7	3,7		
	filtr	0,17	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16		
5	dec	3,57	3,6	3,35	3,15	3,14	3,11	3,17	3,27	3,33	3,35	3,29	3,12		
	filtr	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12		
6	dec	2,97	2,92	2,82	2,95	3,1	3,28	3,48	3,5	3,43	3,55	3,78	3,97		
	filtr	0,12	0,12	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,12	0,12		
7	dec	4,15	4,32	4,46	4,58	4,63	4,7	4,6	4,66	4,7	4,81	4,89	4,88		
	filtr	0,14	0,16	0,18	0,19	0,19	0,2	0,21	0,22	0,24	0,25	0,25	0,25		
8	dec	4,89	4,93	5	5										
	filtr	0,26	0,26	0,26	0,26										
9	dec														
	filtr														
10	dec														
	filtr														
11	dec														
	filtr														

QUADRO A18 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	11/8/2000	Água Bruta						Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	10	(UT)	Nome Polieletrólito "A"													
Início	10:00	temperatura	25	C	Vazão 38ml/min													
Termino	18:00	pH	8	Dosagem 15mg/l														
		Vazão	2,55	l/min														
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta				
tempo (horas)		tempo (min)														tempo (min)	altura (cm)	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55					
1	dec	8,64	8,09	7,84	7,38	7,31	7,1	7,22	7,11	7,24	7,25	7,32	7,31		145			
	filtr	1,69	1,32	1,07	0,95	0,84	0,75	0,69	0,66	0,67	0,71	0,74	0,75					
2	dec	7,45	7,49	7,56	7,66	7,74	7,93	7,92	7,78	7,95	7,99	8,03	8,14					
	filtr	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,8	0,81	0,81	0,81	0,8					
3	dec	8,2	8,3	8,3	8,15	8,1	7,87	7,83	7,74	7,94	7,64	7,46	7,46					
	filtr	0,8	0,79	0,8	0,81	0,81	0,78	0,74	0,68	0,66	0,66	0,65	0,62					
4	dec	7,45	7,7	7,44	7,44	7,46	7,31	7,37	7,35	7,36	7,44	7,47	7,5					
	filtr	0,6	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,6	0,59	0,58	0,57	0,58	0,59					
5	dec	7,51	7,52	7,45	7,52	7,52	7,58	7,53	7,59	7,65	7,48	7,54	7,56					
	filtr	0,6	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,64	0,61	0,57	0,56	0,55	0,55					
6	dec	7,6	7,68	7,77	7,81	7,88	7,88	7,82	7,64	7,45	7,34	7,28	7,35					
	filtr	0,56	0,58	0,6	0,62	0,63	0,66	0,68	0,7	0,7	0,68	0,67	0,66					
7	dec	7,28	7,34	7,54	7,35	7,2	7,44	7,45										
	filtr	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,7										
8	dec																	
	filtr																	
9	dec																	
	filtr																	
10	dec																	
	filtr																	
11	dec																	
	filtr																	

QUADRO A19 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		4/9/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	100 (UT)	Nome	Polieletrólito "B"												
Início	14:15	temperatura	25 C	Vazão	27ml/min								17:40 - enchimento do tanque de água bruta				
Termino	22:30	pH	8,2	Dosagem	10mg/l												
		Vazão	2,55 l/min														
Turbidez Remanescente (UT)																	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	19,4	22,28	22,8	22,49	23,06	23,36	23,2	23,16	24,21	24,39	25,51	26,5	0	90		
	filtr	4,87	1,44	0,87	0,74		0,61	0,53	0,45	0,43	0,41	0,4	0,39	45	100		
2	dec	26,8	26,7	26,7	26,4	26,2	26,15	26,15	25,4	25,5	25	25	24,8	135	109		
	filtr	0,38	0,38	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,37	0,36	0,36	200	118		
3	dec	24,2	23,9	23	22,3	21,8	21,6	21,15	20,62	20,5	20	19,7	19,35	250	124		
	filtr	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,3	0,3	0,28	0,27	0,25	395	145		
4	dec	19,4	19,1	18,6	18,35	18,4	18,4	18,68	17,53	17	16,37	16,25	15,89	420	150		
	filtr	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,2	0,2	0,21	0,2	0,19	0,17	0,16				
5	dec	15,39	15,08	15,09	14,9	14,89	14,9	14,63	14,6	14,3	14,2	14,05	13,8				
	filtr	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12				
6	dec	13,62	13,5	13,1	12,8	12,5	12,5	12,2	12,3	11,8	11,76	11,68	11,3				
	filtr	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,109	0,107	0,105	0,104	0,103	0,103	0,101				
7	dec	11,2	11	10,7	10,6	10,6	10,35	10,07	9,7	9,62	9,58	9,35	9,1				
	filtr	0,1	0,099	0,099	0,099	0,098	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,096				
8	dec	9,03	9,03	8,75	8,45	8,4	8,22	8,25	8,15								
	filtr	0,096	0,095	0,094	0,094	0,095	0,094	0,093	0,09								
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A20 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	5/9/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	100	(UT)		Nome	Polieletrólito "B"									
Início	09:35	temperatura	26	C		Vazão	38ml/min									
Termino	18:00	pH	8,3			Dosagem	15mg/l									
		Vazão	2,55	l/min										13:40 - descarga da manta e enchimento do tanque de água bruta		
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta		
tempo (horas)		tempo (min)														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
1	dec	7,37	7,2	6,8	6,51	6,41	6,06	5,9	5,9	5,82	5,85	5,75	5,85	30	150	
	filtr	3,99	1,33	0,66	0,49	0,38	0,29	0,24	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15	135	158	
2	dec	5,7	5,9	5,85	5,76	5,61	5,6	5,55	5,6	5,5	5,48	5,4	5,44	190	166	
	filtr	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	235	145	
3	dec	5,3	5,19	5,3	5,15	5,2	5,06	4,9	4,95	4,9	4,95	4,86	4,76	270	150	
	filtr	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	300	158	
4	dec	4,74	4,61	4,57	4,41	4,36	4,3	4,21	4,13	4,04			8,33	320	166	
	filtr	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13			0,13	370	145	
5	dec	8,38	7,57	7,16	6,8	6,6	6,55	6	5,75	5,51	5,2	5,2	5	390	150	
	filtr	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,1	0,098	0,093	455	166	
6	dec	4,95	4,85	4,95	4,87	4,74	4,63	4,28			7,04	7,6	8,1			
	filtr	0,088	0,086	0,084	0,083	0,083	0,081	0,08			0,087	0,084	0,086			
7	dec	7,9	7,32	6,72	6,64	6,3	5,85	5,75	5,35	5,05	4,98	4,92	5			
	filtr	0,086	0,086	0,087	0,087	0,086	0,086	0,085	0,082	0,08	0,078	0,077	0,076			
8	dec	4,88	4,72	4,63	4,5	4,42	4,3	4,25	4,29	4,15	4					
	filtr	0,076	0,075	0,075	0,075	0,073	0,073	0,073	0,073	0,074	0,074					
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															
11	dec															
	filtr															

15:50 - nova descarga da manta

QUADRO A21 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		15/9/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	100 (UT)	Nome	Polieletrólito "B"												
Início	10:05	temperatura	25 C	Vazão	38 ml/min							10:45 - descarga da manta					
Termino	18:05	pH	8	Dosagem	7,5mg/l												
		Vazão	2,55 l/min											14:00 - nova descarga da manta			
Turbidez Remanescente (UT)																	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		14:05 - enchimento do tanque de água bruta	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	6,08	6,2	6,15						11,54	11,52	11,45	11,46	10	166	16:50 -nova descarga da manta	
	filtr	0,7	0,72	0,59						0,3	0,36	0,41	0,4	40	132		
2	dec	11,46	11,28	11,17	11,5	10,76	10,56	10,6	10,32	10,1	10,4	9,72	9,55	90	145	16:50 -nova descarga da manta	
	filtr	0,372	0,348	0,322	0,302	0,286	0,271	0,259	0,245	0,234	0,22	0,215	0,207	130	150		
3	dec	9,5	9,4	9,2	8,95	8,92	10	8,99	8,77	8,35	8,28	8,18	7,879	155	158		
	filtr	0,202	0,192	0,194	0,19	0,188	0,184	0,182	0,18	0,178	0,175	0,173	0,17	185	166		
4	dec	7,75	7,6	7,5	7,24	7,15				8,9	10,16	11,53	12,11	220	132		
	filtr	0,168	0,163	0,156	0,15	0,144				0,15	0,142	0,145	0,145	270	150		
5	dec	12,14	12,23	12,32	11,97	11,54	11,62	10,88	10,43	10,15	10,07	9,92	9,87	310	158		
	filtr	0,146	0,147	0,154	0,158	0,156	0,151	0,145	0,139	0,133	0,128	0,124	0,121	335	166		
6	dec	9,51	9,12	8,9	8,7	8,55	8,54	8,35	8,3	8,01	7,8	7,7	7,47	400	132		
	filtr	0,12	0,118	0,118	0,117	0,115	0,112	0,11	0,109	0,109	0,108	0,109	0,109				
7	dec	7,41	7,2	7,1	7,05			8,47	9,81	12,68	15,6	13,8	12,85				
	filtr	0,106	0,105	0,105	0,104						0,105	0,115	0,116				
8	dec	12,52	12,42	12,35	12,17	11,9	11,7	11,2									
	filtr	0,117	0,118	0,121	0,125	0,127	0,129	0,129									
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A22 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		15/8/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	30 (UT)	temperatura	25 C	Nome	Polieletrólito "B"										
Início	10:00	pH	8,3	Vazão	2,55 l/min	Vazão	26 ml/min										
Termino	18:20					Dosagem	20 mg/l										
Turbidez Remanescente (UT)																	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	5,48	6,29	6,77	6,9	6,96	6,85	6,89	6,8	6,87	6,91	6,85	6,81	45	109		
	filtr	3,79	0,83	0,23	0,13	0,089	0,074	0,061	0,059	0,056	0,053	0,052	0,051	120	118		
2	dec	6,47	6,02	5,85	5,55	5,5	5,45	5,4	5,19	5,2	4,95	4,98	4,95	380	132		
	filtr	0,052	0,05	0,048	0,047	0,045	0,045	0,044	0,043	0,043	0,042	0,041	0,04				
3	dec	5,02	5,15	5,33	5,38	5,45	5,53	5,45	5,48	5,48	5,48	5,36	5,38				
	filtr	0,04	0,04	0,04	0,041	0,041	0,041	0,041	0,043	0,042	0,042	0,042	0,042				
4	dec	5,15	5,2	5,25	5,29	5,22	5,05	5,04	5	5,05	5	5,02	5,02				
	filtr	0,042	0,042	0,041	0,041	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,039	0,039	0,038				
5	dec	4,93	4,9	4,81	4,81	4,64	4,48	4,44	4,45	4,46	4,41	4,48	4,4				
	filtr	0,038	0,038	0,037	0,037	0,037	0,036	0,036	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035				
6	dec	4,21	4,07	4,19	4,06	4,08	3,96	4,01	4,07	3,95	3,86	3,95	4,05				
	filtr	0,035	0,036	0,036	0,036	0,035	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,033				
7	dec	4,08	4,15	4,18	4,26	4,38	4,3	4,34	4,33								
	filtr	0,032	0,032	0,032	0,031	0,031	0,031	0,031									
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A23 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Daata		16/8/2000		Água BruLa				CoagulanLe								Observações	
ocal	ISA	Lurbidez	30	(UT)	temperatura	26	C	Nome	Polieletrólito "B"								
Inicio	09:55	pH	8,3		Vazão	2,55	l/min	Vazão	32 ml/min								
Termino	17:55				Dosagem	6,5 mg/l											
Turbidez RemanescenLe (UT)														alLura manLa			
tempo (horas)		Lempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
1	dec	4,16	4,43	4,94	5,07	5,28	5,39	5,41	5,33	5,59	5,62	5,44	5,58	90	145		
	filtr	0,16		0,102	0,098	0,094	0,093	0,089	0,083	0,078	0,074	0,071	0,067	245	158		
2	dec	5,67	5,67	5,8	5,76	5,83	5,88	5,99	5,96	6,08	6,06	6,08	6,07				
	filtr	0,065	0,064	0,061	0,061	0,059	0,06	0,06	0,06	0,06	0,059	0,059	0,059				
3	dec	6,09	5,97	6	5,86	5,94	5,91	6,02	6	5,97	5,89	5,8	5,77				
	filtr	0,058	0,058	0,058	0,056	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,053	0,052				
4	dec	5,68	5,82	5,7	5,55	5,4	5,2	5,06	4,91	5,09	4,93	4,97	4,87				
	filtr	0,051	0,05	0,05	0,05	0,05	0,049	0,048	0,046	0,045	0,044	0,043	0,043				
5	dec	4,91	4,93	4,87	4,95	4,92	4,78	4,75	4,78	4,82	4,78	4,76	4,71				
	filtr	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,041	0,041	0,041	0,04	0,04	0,04	0,04				
6	dec	4,78	4,68	4,74	4,65	4,62	4,68	4,58	4,61	4,59	4,58	4,53	4,55				
	filtr	0,04	0,04	0,04	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,038	0,038				
7	dec	4,61	4,63	4,6	4,5	4,39	4,45	4,51	4,43	4,48	4,49	4,45	4,36				
	filtr	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038				
8	dec	4,28	4,2	4,1													
	filtr	0,038	0,038	0,038													
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

QUADRO A24 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	17/8/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	10:30	turbidez	30	(UT)	Nome	Poli-eletrólito "B"									
Início	20:00	temperatura	25	C	Vazão	20 ml/min									
Termino		pH	8.3		Dosagem	4 mg/l									
		Vazão	2,55	l/min											
Turbidez Remanescente (UT)															
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)
1	dec	5,4	6,35	5,8	5,56	5,68	5,85	5,97	6,16	6,19	6,1	6,16	6,12	110	150
	filtr	0,27	0,219	0,191	0,183	0,17	0,157	0,146	0,138	0,132	0,126	0,121	0,115	200	158
2	dec	6,19	6,15	6,3	6,3	6,47	6,7	6,42	6,37	6,26	6,22	6,19	6,25	245	166
	filtr	0,107	0,1	0,097	0,095	0,094	0,093	0,093	0,092	0,09	0,086	0,081	0,07	300	132
3	dec	6,19	6,18	6,26	6,3	6,33	6,19	6,16	6,03	6,1	6,1	6,22	6,05		
	filtr	0,076	0,075	0,075	0,074	0,075	0,075	0,074	0,073	0,072	0,071	0,07	0,069		
4	dec	6,13	6	5,7	5,58	5,58	5,58	5,5	5,4	5,35	5,25	5,3	5,2		
	filtr	0,07	0,071	0,068	0,066	0,064	0,063	0,061	0,06	0,06	0,058	0,056	0,056		
5	dec	5,33	5,34	5,44	5,44	5,43	5,18		6,06	5,68	6,03	6,28	6,74		
	filtr	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055		0,053	0,049	0,046	0,049	0,051		
6	dec	6,95	6,92	6,88	6,85	6,84	6,95	7,08	7,02	6,92	6,92	6,84	6,81		
	filtr	0,052	0,054	0,054	0,054	0,053	0,053	0,052	0,052	0,053	0,053	0,053	0,053		
7	dec	6,77	6,81	6,9	6,85	6,95	6,82	6,78	6,78	6,82	6,73	6,71	6,8		
	filtr	0,052	0,051	0,051	0,05	0,05	0,051	0,051	0,051	0,053	0,055	0,056	0,054		
8	dec	6,65	6,81	6,85	6,7	6,72	6,8	6,73	6,79						
	filtr	0,053	0,052	0,052	0,051	0,052	0,053	0,053	0,053						
9	dec														
	filtr														
10	dec														
	filtr														
11	dec														
	filtr														

QUADRO A25 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

c119EDt t 18/12/2000		Agut Bru t				Cotgultn e								Observtções	
Loctl	ISA	urbidez	10	(UT)		Nome	Polieletrólito "B"								
Inicio	09:50	temperatura	26	C		Vtzão	38 ml/min							14:00 - pH = 7,70 18:00 - pH = 8,20	
Termino		pH	8			Dostgem	3,5 mg/l								
		Vtzão	2,55	l/min											
Turbidez Remtnescen e (UT)														tl urt mtn t	
tempo (horas)		empo (min)													
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)
1	dec	18,5	16,14	14,09	11,84	9,831	8,647	7,825	7,089	6,61	6,233	6,027	5,724		118
	filtr	9,815	9,422	7,625	5,603	3,954	2,655	1,963	1,421	1,055	0,84	0,63	0,532		
2	dec	5,69	5,557	5,47	5,342	5,276	5,208	5,257	5,225	5,356	5,126	5,031	5,183		
	filtr	0,46	0,405	0,361	0,324	0,3	0,277	0,263	0,241	0,232	0,219	0,211	0,203		
3	dec	5,221	5,023	5,015	5,024	5,082	5,086	5,082	5,072	5,084	5,062	5,06	5,109		
	filtr	0,198	0,193	0,189	0,183	0,179	0,177	0,177	0,174	0,17	0,168	0,167	0,167		
4	dec	5,162	5,061	5,064	5,036	5,175	5,114	5,027	5,173	4,983	4,762	4,579	4,336		
	filtr	0,164	0,163	0,161	0,162	0,163	0,159	0,16	0,159	0,157	0,153	0,143	0,13		
5	dec	4,226	4,054	4,143	4,058	4,059	4,005	3,948	4,121	3,937	4,003	3,944	3,965		
	filtr	0,124	0,104	0,095	0,09	0,084	0,082	0,08	0,079	0,08	0,077	0,076	0,076		
6	dec	3,985	3,999	4,044	4,037	3,969	4,075	4,028	4,04	3,976	4,045	4,055	4,1		
	filtr	0,076	0,075	0,079	0,077	0,075	0,079	0,074	0,074	0,074	0,076	0,075	0,075		
7	dec	4,039	4,007	4,077	4,112	3,95	4,059	4,045	4,036	4,092	4,067	4,061	4,047		
	filtr	0,075	0,075	0,075	0,074	0,076	0,075	0,075	0,076	0,075	0,075	0,076	0,075		
8	dec	4,042	4,039	4,114	4,025	4,095	4,089	4,047	4,083	4,146	3,133				
	filtr	0,076	0,079	0,076	0,076	0,076	0,077	0,078	0,077	0,077	0,07				
9	dec														
	filtr														
10	dec														
	filtr														
11	dec														
	filtr														

QUADRO A26 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		21/12/2000		Água Bruta				Coagulante						Observações			
Local	ISA	turbidez (UT)				Nome Polieletrólito "B"						13:10 - enchimento do tanque de água bruta					
Início	09:45	temperatura 27 C				Vazão 38 ml/min											
Termino		pH 8,2				Dosagem 2,5 mg/l											
		Vazão 2,55 l/min															
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta		13:05 - pH = 8,3 13:40 - ph = 7,75	
tempo (horas)		tempo (min)												tempo (min)	altura (cm)		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55				
1	dec	5,625	5,722	5,886	6,237	5,988	5,899	5,898	5,708	5,738	5,694	5,553	5,594				
	filtr	2,054	1,217	0,991	0,917	0,884	0,839	0,792	0,728	0,675	0,624	0,586	0,557				
2	dec	5,508	5,49	5,458	5,242	5,289	5,219	5,069	5,107	5,042	5,069	5,092	5,018				
	filtr	0,524	0,498	0,471	0,454	0,434	0,417	0,404	0,39	0,377	0,367	0,36	0,349				
3	dec	5,02	4,922	4,911	5	4,93	4,932	4,982	4,983	4,956	4,989	4,942	5,028				
	filtr	0,343	0,336	0,335	0,331	0,322	0,32	0,318	0,314	0,313	0,311	0,311	0,308				
4	dec	4,972	4,99	4,915	5,029	4,996	4,981	4,843	4,651	4,345	4,151	4,013	3,836				
	filtr	0,307	0,304	0,302	0,301	0,302	0,299	0,297	0,29	0,27	0,251	0,224	0,204				
5	dec	3,781	3,732	3,715	3,753	3,771	3,693	3,67	3,702	3,754	3,671	3,742	3,705				
	filtr	0,188	0,174	0,163	0,155	0,15	0,148	0,146	0,143	0,142	0,142	0,14	0,139				
6	dec	3,735	3,724	3,813	3,782	3,895	3,781	3,886	3,875	3,754	3,83	3,829	3,901				
	filtr	0,138	0,138	0,139	0,141	0,142	0,142	0,146	0,142	0,143	0,144	0,144	0,144				
7	dec	3,899	3,856	3,992	3,994	3,918	3,869	3,877	3,877	3,876	3,895	3,918	3,928				
	filtr	0,145	0,145	0,146	0,147	0,148	0,15	0,15	0,151	0,151	0,152	0,153	0,155				
8	dec	3,974	3,911	4,029	3,997	3,998	4,017	4,018	4,038	4,052	4,041	3,999	4,065				
	filtr	0,155	0,157	0,158	0,158	0,158	0,158	0,16	0,16	0,162	0,162	0,164	0,165				
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																
11	dec																
	filtr																

13:05 - pH = 8,3
13:40 - ph = 7,75

QUADRO A27 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	10/11/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações			
Local	ISA	turbidez	100	(UT)		Nome	Sulfato de Alumínio										
Início	09:40	temperatura	25	C		Vazão	35 ml/min								9:50 - pH água bruta = 8,25 11:50 - pH água bruta = 8,40 14:00 pH água bruta = 8,50 14:30 - pH água bruta = 8,10 16:30 - pH água bruta = 8,30		
Termino	17:00	pH	8,2			Dosagem	25 mg/l										
		Vazão	2,55	l/min													
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta			
tempo (horas)		tempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
0	dec	9,39	6,81	5,81	5,13	4,64	4,28	4,17	3,87	3,81	3,63	3,5	3,45	0	150	12:30 - descarga da manta 14:20 - enchimento do tanque de água bruta 14:30 - cai vazão da água bruta	
	filtr	4,3	3,55	2,61	2,17	1,62	1,33	1,15	1,03	0,96	0,89	0,86	0,86	40	158		
1	dec	3,3	3,2	3,2	3,1	2,9	2,75	2,7	2,66	2,56	2,54	2,5	2,45	110	166		
	filtr	0,83	0,8	0,78	0,76	0,75	0,74	0,72	0,66	0,64	0,62	0,61	0,61	140	132		
2	dec			5,42	6,93	5,94	4,85	4,4	4,25	4,09	4,01	3,95	3,81	230	145		
	filtr				0,76	0,76	0,86	0,88	0,84	0,79	0,77	0,77	0,76	255	150		
3	dec	3,82	3,8	3,75	3,87	3,75	3,72	3,7	3,65	3,7	3,7	3,7	3,7	285	158		
	filtr	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,8	0,8	0,81	0,81	340	166		
4	dec	3,7	3,7	3,7	3,65	3,4	3,11	2,91	2,69	2,4	2,26	2,09	1,99				
	filtr	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83	0,85	0,82	0,77	0,7	0,65	0,62	0,55				
5	dec	1,95	1,86	1,89	1,88	1,9	1,87	1,87	1,82	1,79	1,8	1,92	1,8				
	filtr	0,5	0,45	0,4	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37				
6	dec	1,8	1,8	1,8													
	filtr	0,37	0,37	0,37													
7	dec																
	filtr																
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																

12:30 - descarga da manta
14:20 - enchimento do tanque de água bruta
14:30 - cai vazão da água bruta

QUADRO A28 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	7/11/2000	Água Bruta						Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	100	(UT)			Nome	Sulfato de Alumínio									
Início	09:00	temperatura	28	C			Vazão	35 ml/min							13:30 - enchimento do tanque de água bruta		
Termino	17:00	pH	8,2			Dosagem	15 mg/l										
		Vazão	2,55	l/min													
Turbidez Remanescente (UT)																	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
0	dec	28,49	28,06	28,73	28,43	28,39	28,84	28,13	28,24	28,5	28,8	29,5	29,5	0	90		
	filtr	8,8	6,9	5,5	4,35	3,63	3,28	2,95	2,74	2,49	2,43	2,39	2,43	140	109		
1	dec	28,9	28,5	28,65	28,79	29,15	29,8	28,5	28,17	28,15	28,5	28,13	28,9	240	118		
	filtr	2,48	2,45	2,42	2,42	2,45	2,48	2,57	2,62	2,56	2,52	2,55	2,57	375	132		
2	dec	28,85	28,9	29,05	29,05	29,7	29,6	30,6	31,1	32,05	31,24	31,3	31				
	filtr	2,61	2,71	2,79	2,83	2,89	2,94	3	3,06	3,17	3,35	3,45	3,47				
3	dec	29,6	29,5	29,5	29,8	30,2	30,15	29,15	29	29	30,5	30,5	30,7				
	filtr	3,45	3,4	3,35	3,28	3,29	3,35	3,38	3,36	3,32	3,31	3,35	3,43				
4	dec	31,9	32,33	31,97	30,98	31,17	31,69	30,2	28	26,15	25	22,58	20,84				
	filtr	3,53	3,7	3,84	4	4,07	4,05	4	3,91	3,7	3,43	3,09	2,6				
5	dec	19	17,3	16,59	16,7	16,18	16,5	16,5	15,9	15,35	14,98	14,86	14,95				
	filtr	2,14	1,71	1,38	1,18	1,03	0,95	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86				
6	dec	15,15	15,35	15,4	15,52	15,24	14,98	15,04	15,2	15,79	15,79	15,99	16,49				
	filtr	0,87	0,88	0,89	0,91	0,94	0,95	0,97	0,98	0,98	1,01	1,04	1,08				
7	dec	15,87	15,53	15,46	15,2	15,46											
	filtr	1,13	1,18	1,2	1,21	1,21											
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																

QUADRO A29 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	8/11/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	100	(UT)	Nome	Sulfato de Alumínio										
Início	09:45	temperatura	27	C	Vazão	35ml/min										
Termino	17:30	pH	8,3		Dosagem	20mg/l										
		Vazão	2,55	l/min											13:45 - enchimento do tanque de água bruta	
Turbidez Remanescente (UT)															14:30 - pH água bruta = 8,0	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		17:10 - pH água bruta =8,30
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	17,16	16,33	14,91	14,11	13,33	12,6	11,6	11,32	11,09	11,02	10,9	11,08	50	124	
	filtr				3,63	2,96	2,4	2,16	1,89	1,71	1,62	1,53	1,49	155	132	
1	dec	10,4	10,08	9,95	10	10	10,33	10,29	9,81	9,41	9,19	9,18	9,32	245	145	
	filtr	1,47	1,46	1,41	1,36	1,32	1,3	1,3	1,33	1,32	1,28	1,25	1,22	270	150	
2	dec	9,5	9,52	9,69	9,47	9,15	8,82	8,66	8,65	8,67	8,56	8,38	8,28	325	158	
	filtr	1,21	1,22	1,23	1,23	1,25	1,27	1,28	1,26	1,24	1,24	1,24	1,24	415	166	
3	dec	8,31	8,31	8,45	8,48	8,83	8,85	8,89	8,86	8,67	8,55	8,41	8,2			
	filtr	1,24	1,24	1,25	1,26	1,28	1,31	1,35	1,39	1,42	1,45	1,47	1,47			
4	dec	7,62	6,94	6,24	5,8	5,43	4,87	4,51	4,52	4,52	4,54	4,5	4,3			
	filtr	1,47	1,44	1,35	1,21	1,05	0,93	0,84	0,73	0,65	0,59	0,57	0,55			
5	dec	4,29	4,19	4,22	4,36	4,44	4,77	4,8	4,6	4,7	4,9	4,56	4,77			
	filtr	0,55	0,54	0,53	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59	0,6	0,6	0,59	0,59			
6	dec	4,78	4,8	4,7	4,65	4,64	4,64	4,72	4,89	5,08	5,1	4,9	4,68			
	filtr	0,61	0,62	0,63	0,65	0,64	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	0,69	0,69			
7	dec	4,55	4,5													
	filtr	0,7	0,7													
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A30 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		13/11/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	30 (UT)	Nome	Sulfato de Alumínio												
Início	10:50	temperatura	27 C	Vazão	35 ml/min												
Termino	18:30	pH	8,2	Dosagem	15 mg/l												
		Vazão	2,55 l/min														
Turbidez Remanescente (UT)																	
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
0	dec	16,5	18,31	18,5	16,57	13,27	10,76	8,52	7,05	6,25	5,36	4,55	3,96	0	132		
	filtr	3,14	4,75	6,65	8,15	8,9	8,34	6,96	5,48	4,3	3,5	2,54	1,98	390	150		
1	dec	3,6	3,24	3,03	2,95	2,83	2,76	2,68	2,62	2,621	2,6	2,53	2,55				
	filtr	1,56	1,24	1	0,82	0,7	0,63	0,53	0,53	0,5	0,47	0,44	0,4				
2	dec	2,5	2,5	2,51	2,53	2,55	2,56	2,57	2,6	2,6	2,63	2,63	2,65				
	filtr	0,4	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,39	0,4	0,4	0,41				
3	dec	2,69	2,72	2,82	2,83	2,88	2,92	2,96	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99				
	filtr	0,41	0,42	0,42	0,43	0,45	0,46	0,47	0,48	0,5	0,51	0,52	0,52				
4	dec	2,99	3	3,05	3,5	3,06	3,04	2,95	2,78	2,63	2,45	2,31	2,19				
	filtr	0,52	0,53	0,54	0,55	0,54	0,55	0,55	0,55	0,54	0,52	0,49	0,46				
5	dec	2,08	2	1,97	1,92	1,84	1,75	1,73	1,7	1,63	1,6	1,61	1,61				
	filtr	0,43	0,39	0,37	0,34	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25				
6	dec	1,66	1,75	1,78	1,85	1,84	1,85	1,87	1,86	1,88	1,87						
	filtr	0,25	0,24	0,24	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28						
7	dec																
	filtr																
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																

11:50 - falha no dosador
15:25 - pH da água bruta = 8,4
15:30 - enchimento do tanque de água bruta
15:40 - pH da água bruta = 8,0

11:50 - falha no dosador
15:25 - pH da água bruta = 8,4
15:30 - enchimento do tanque de água bruta
15:40 - pH da água bruta = 8,0

QUADRO A31 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	14/11/2000	Água Bruta				Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	30	(UT)	Nome	Sulfato de Alumínio										
Início	09:15	temperatura	27	C	Vazão	35 ml/min								10:05 -pH da água bruta = 8,20		
Termino	17:30	pH	8,2		Dosagem	10 mg/l								12:20 -pH da água bruta =8,40		
		Vazão	2,55	l/min												
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta		13:45 -enchimento do tanque de água bruta
tempo (horas)		tempo (min)														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	14:20 - pH da água bruta= 7,90
0	dec	7,2	6,99	6,9	7,08	7,05	7,31	7,37	7,4	7,69	7,91	7,99	8,1	15	124	
	filtr			0,94	0,87	0,82	0,79	0,77	0,76	0,76	0,76	0,8	0,82			
1	dec	8,3	8,3	8,42	8,5	8,68	8,8	8,8	8,85	8,81	9,14	8,95	9,14			
	filtr	0,85	0,88	0,9	0,93	0,95	0,97	1	1,02	1,05	1,09	1,11	1,14			
2	dec	9,17	9,47	9,4	9,62	9,5	9,51	9,34	9,5	9,48	9,52	9,4	9,37			
	filtr	1,16	1,17	1,18	1,19	1,22	1,23	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25			
3	dec	9,22	9,38	9,25	9,35	9,48	9,53	9,52	9,89	9,92	10,27	10,4	10,63			
	filtr	1,26	1,25	1,27	1,28	1,29	1,31	1,33	1,33	1,34	1,36	1,44	1,49			
4	dec	10,58	9,45	8,95	8,38	7,85	7,5	6,8	6,54	6,52	6,17	6,11	6,08			
	filtr	1,55	1,59	1,58	1,46	1,35	1,2	1,06	0,94	0,82	0,67	0,63	0,59			
5	dec	6,1	6,28	6,32	6,44	6,67	6,73	6,82	6,85	6,85	6,87	7	7,15			
	filtr	0,56	0,55	0,56	0,58	0,62	0,66	0,7	0,74	0,77	0,8	0,82	0,85			
6	dec	7,07	7,16	7,2	7,4	7,83	8,02	8,25	8,48	8,57	8,65	8,56	8,56			
	filtr	0,88	0,91	0,92	0,95	0,98	1,03	1,12	1,2	1,27	1,32	1,34	1,37			
7	dec	8,4	8,26	8,53												
	filtr	1,4	1,39	1,32												
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

10:05 -pH da água bruta = 8,20
12:20 -pH da água bruta =8,40

13:45 -enchimento do tanque de água bruta

14:20 - pH da água bruta= 7,90

QUADRO A32 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		16/1/2001		Água Bruta				Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	10	(UT)	Nome	Sulfato de Alumínio												
Início	15:00	temperatura	28	C	Vazão	38 ml/min							15:25 - enchimento do tanque de água bruta p/ redução de turbidez					
Termino	23:20	pH	8		Dosagem	10 mg/l												
		Vazão	2,55	l/min														
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta				
tempo (horas)		tempo (min)																
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)			
0	dec	4,476	5,043	6,81	8,367	9,435	9,742	10,6	10,57	10,5	10,99	10,2	10,43	50	140	17:12 - enchimento do tanque de água bruta		
	filtr	3,366	1,198	0,602	0,473	0,531	0,669	0,832	1,005	1,159	1,249	1,317	1,359					
1	dec	9,57	9,194	8,716	8,613	8,618	8,59	8,626	8,71	8,972	8,811	9,023	9,223			20:00 - dosador sem coagulante		
	filtr	1,347	1,259	1,153	1,062	0,998	0,966	0,948	0,934	0,936	0,949	0,976	1,004					
2	dec	9,494	9,466	9,129	9,285	9,377	9,651	9,546	10,01	9,314	8,999	8,607	8,204					
	filtr	1,031	1,06	1,088	1,112	1,138	1,181	1,226	1,276	1,316	1,328	1,303	1,251					
3	dec	8,134	7,884	8,011	7,789	8,107	7,907	8,242	8,299	7,94	7,837	8,233	7,8					
	filtr	1,177	1,109	1,069	1,057	1,088	1,18	1,295	1,417	1,467	1,412	1,333	1,325					
4	dec	7,37	7,132	7,041	6,891	7,048	6,806	6,729	6,844	6,649	7,008	6,783	6,966					
	filtr	1,335	1,262	1,11	0,977	0,909	0,865	0,835	0,804	0,777	0,768	0,766	0,802					
5	dec	7,083	6,916	7,465	7,844	8,658	8,631	8,44	8,494	8,369	8,554	8,612	8,927					
	filtr	0,854	0,889	0,902	0,918	1,115	1,861	2,483	2,334	1,88	1,492	1,288	1,231					
6	dec	9,15	9,547	9,679	9,8	9,872	9,784	9,939	10,09	10,34	10,04	9,598	9,436					
	filtr	1,268	1,364	1,459	1,538	1,639	1,745	1,805	1,846	1,872	1,886	1,916	1,92					
7	dec	8,842	8,113	7,742	7,741	7,628	7,294	7,537	7,722	7,586								
	filtr	1,866	1,722	1,489	1,261	1,11	1,026	0,996	1,001	1,015								
8	dec																	
	filtr																	
9	dec																	
	filtr																	
10	dec																	
	filtr																	

15:25 - enchimento do tanque de água bruta p/ redução de turbidez

17:12 - enchimento do tanque de água bruta

20:00 - dosador sem coagulante

QUADRO A33 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	6/2/2001	Água Bruta					Coagulante								Observações 14:35 - turbidímetro decantador não estava registrando	
Local	ISA	turbidez	10	(UT)			Nome	Sulfato de Alumínio								
Início	13:40	temperatura	29	C			Vazão	38 ml/min								
Termino	21:40	pH	8,2				Dosagem	13mg/l								
		Vazão	2,55	l/min												
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta	
tempo (horas)		tempo (min)														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	1,67	1,64	1,59	1,60	1,56	1,51	3,14	2,54	2,45	3,02	4,35	5,83	50	109	
	filtr	8,82	11,09	5,77	2,01	0,78	0,44	0,34	0,29	0,28	0,22	0,22	0,25			
1	dec	7,10	8,05	8,10	7,73	7,59	7,40	7,13	6,53	6,41	6,24	5,69	5,58			
	filtr	0,34	0,49	0,59	0,67	0,69	0,65	0,61	0,59	0,54	0,49	0,42	0,39			
2	dec	5,61	5,46	5,38	5,45	5,36	5,32	6,45	5,69	5,78	6,43	7,51	8,19			
	filtr	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,32	0,30	0,31	0,33	0,42			
3	dec	8,95	9,40	8,59	8,16	8,36	8,34	8,08	8,06	7,83	7,81	7,94	7,90			
	filtr	0,51	0,68	0,81	0,85	0,83	0,79	0,78	0,73	0,66	0,62	0,58	0,56			
4	dec	7,90	8,01	8,07	7,94	7,98	8,27	7,98	8,37	8,16	8,23	8,14	8,39			
	filtr	0,54	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59	0,61	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63			
5	dec	7,90	8,32	8,15	8,24	8,25	8,39	8,21	8,32	8,66	8,82	8,62	8,39			
	filtr	0,61	0,59	0,58	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71			
6	dec	8,70	8,52	8,40	8,61	8,42	8,62	8,66	8,88	8,87	9,35	9,10	9,34			
	filtr	0,72	0,72	0,69	0,68	0,67	0,66	0,67	0,68	0,68	0,70	0,74	0,76			
7	dec	9,46	9,35	9,61	9,58	9,54	9,76	9,90								
	filtr	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86	0,87								
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A34 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		10/1/2001		Água Bruta				Coagulante								Observações				
Local	ISA	turbidez	30	(UT)	Nome								Polieletrólito "A"			Perdas de carga no filtro				
Início	11:00	temperatura	28	C	Vazão								38 ml/min			11:20	13 cm			
Termino	03:00	pH	8		Dosagem								25mg/l			13:30	20cm			
		Vazão	2,55	l/min														15:00	25cm	
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta		15:30	28cm		
tempo (horas)		tempo (min)												tempo	altura (cm)					
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110							
0	dec	10,92	10,49	10,29	10,42	10,51	10,58	11,09	10,94	11,19	11,45	11,75	11,95	11:20	109	17:45	41cm			
	filtr	11,86	2,62	1,15	0,76	0,59	0,52	0,48	0,47	0,47	0,48	0,50	0,52	13:30	109	19:15	50cm			
2	dec	12,49	12,27	12,53	14,02	12,95	12,48	12,82	11,63	10,54	10,12	9,74	9,60	15:00	114	20:30	58cm			
	filtr	0,55	0,58	0,61	0,63	0,66	0,70	0,72	0,70	0,59	0,48	0,40	0,35	15:30	115	21:40	67cm			
4	dec	9,36	9,56	9,66	9,57	9,68	9,78	9,76	9,62	9,94	9,91	10,06	10,19	17:45	118	00:00	78cm			
	filtr	0,33	0,32	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	0,39	0,39	0,41	20:30	124	01:40	92cm			
6	dec	10,75	10,51	10,40	10,44	9,67	9,28	8,89	8,89	8,94	8,74	9,13	8,99	00:00	132	02:40	100cm			
	filtr	0,42	0,43	0,45	0,46	0,45	0,42	0,36	0,31	0,28	0,28	0,29	0,29	02:40	147					
8	dec	9,15	9,52	9,12	9,01	9,07	8,98	8,93	8,84	8,84	8,93	8,96	8,88			enchimento do tq. De A. B.				
	filtr	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31			13:30	17:00	21:40		
10	dec	9,12	9,04	9,12	9,17	9,15	9,28	9,12	8,89	8,37	7,80	7,52	7,14			01:40				
	filtr	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,31	0,28	0,25							
12	dec	7,27	7,09	6,94	7,15	7,07	7,07	8,06	7,18	7,38	7,51	7,55	7,63							
	filtr	0,23	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25							
14	dec	7,67	7,84	7,90	8,21	8,10	8,34	8,34	7,81	7,20	7,12	6,91	6,85							
	filtr	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,28							
16	dec																			
	filtr																			
18	dec																			
	filtr																			
20	dec																			
	filtr																			

QUADRO A35 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		12/12/2000		Água Bruta				Coagulante								Observações		
Local	ISA	turbidez	30	(UT)	Nome	Polieletrólito "B"												
Início	01:20	temperatura	28	C	Vazão	38 ml/min							Perdas de carga no filtro cm					
Termino		pH	8		Dosagem	04 mg/l												
		Vazão	2,55	l/min														
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta		02:10	13
tempo		tempo (min)												05:00			14	
(horas)		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	tempo	altura (cm)	12:00	21	
0	dec	18,20	18,72	17,47	18,85	17,14	17,18	17,04	16,82	16,85	17,02	16,55	16,70	02:10	103	14:00	24	
	filtr	0,32	0,32	0,27	0,27	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	07:40	118	18:00	28	
2	dec	16,67	17,02	16,72	17,03	17,19	17,33	17,35	17,14	17,01	17,37	17,84	17,43	14:00	132	22:30	33	
	filtr	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	04:00	150	02:00	37	
4	dec	17,45	17,39	16,15	15,15	14,55	14,82	14,25	13,95	14,61	14,52	14,27	14,10	10:00	166	04:00	40	
	filtr	0,18	0,19	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	15:30	191	05:30	41	
6	dec	14,39	13,23	12,66	12,64	12,38	12,45	12,53	12,37	11,97	12,06	12,22	12,42			10:00	47	
	filtr	0,14	0,14	0,14	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10			13:30	51	
8	dec	11,81	11,87	12,19	11,63	12,10	12,44	11,93	12,48	12,28	12,17	12,68	12,10			15:30	52	
	filtr	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11			18:30	56	
10	dec	12,09	12,05	11,60	11,24	11,19	11,33	11,24	11,33	11,50	11,52	12,85	12,08			22:50	63	
	filtr	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10			00:00	65	
12	dec	11,81	11,58	11,65	11,92	12,27	12,14	12,62	12,76	13,45	12,99	13,62	13,45			enchimento do tq de A. B.		
	filtr	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22			05:00	06:50	11:00
14	dec	13,90	12,62	10,67	10,70	11,61	11,64	11,93	11,87	12,04	12,46	12,79	12,98			14:50	19:00	22:25
	filtr	0,25	0,25	0,24	0,19	0,18	0,20	0,22	0,25	0,29	0,34	0,39	0,44			02:00	05:40	10:15
16	dec	13,41	13,47	13,17	12,45	12,02	11,84	12,02	12,18	12,35	12,06	12,22	12,15			13:50	18:10	
	filtr	0,49	0,70	0,76	0,60	0,47	0,41	0,39	0,38	0,39	0,43	0,43	0,42					
18	dec	11,95	11,84	11,42	11,13	10,57	10,75	10,83	10,87	11,31	11,35	11,16	10,86					
	filtr	0,42	0,42	0,39	0,29	0,22	0,17	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,19					
20	dec	10,95	10,83	11,21	11,13	10,86	11,04	10,89	10,81	10,99	10,63	10,43	9,91					
	filtr	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18					
	dec	9,75	9,46	9,34	9,61	9,39	9,65	9,20	9,07	9,29	8,95	9,13	8,96					

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	12/12/2000	Água Bruta						Coagulante								Observações	
Local	ISA	turbidez	30	(UT)			Nome	Polieletrólito "B"									
Início	01:20	temperatura	28	C			Vazão	38 ml/min								Perdas de carga no filtro cm	
Termino		pH	8				Dosagem	04 mg/l									
		Vazão	2,55	l/min													
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta		02:10	13
tempo		tempo (min)														05:00	14
(horas)		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	tempo	altura (cm)	12:00	21
22	filtr	0,16	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11			24	
24	dec	9,24	9,10	9,28	9,32	9,09	9,32	9,63	9,16	8,57	7,97	7,68	7,38				
	filtr	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09				
26	dec	7,34	7,42	7,29	7,39	7,46	7,24	7,24	7,22	7,43	7,36	7,28	7,33				
	filtr	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08				
28	dec	7,23	7,25	7,32	7,29	7,59	7,25	6,87	6,58	6,38	6,30	5,95	6,16				
	filtr	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08				
30	dec	6,05	5,96	5,95	5,89	6,03	5,94	6,04	6,25	6,19	7,05	6,40	6,80				
	filtr	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10				
32	dec	6,92	7,05	7,23	7,21	7,49	7,92	8,33	8,56	8,36	7,84	7,10	6,67				
	filtr	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,31	0,24				
34	dec	6,36	6,19	6,05	6,21	6,21	6,07	6,02	6,13	6,10	6,22	6,13	6,21				
	filtr	0,18	0,15	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12				
36	dec	6,24	6,25	6,17	6,15	6,26	6,38	6,10	5,57	5,09	4,96	4,86	4,92				
	filtr	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,14	0,13	0,11	0,09	0,09				
38	dec	4,71	4,87	4,77	4,79	4,80	4,78	4,87	4,82	4,87	4,97	5,06	5,11				
	filtr	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08				
40	dec	5,09	5,04	5,12	5,19	5,26	5,27	5,53	5,27	5,12	4,79	4,80	5,25				
	filtr	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,09				
42	dec	5,45	5,73	5,69	5,71	5,98	5,96	6,06	5,94	6,25	6,36	6,25	6,57				
	filtr	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10				
44	dec	6,74	7,11	6,97	7,34	7,54	7,32	7,61	7,56	7,69	7,60	7,55	7,75				
	filtr	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21				
46	dec	7,79	7,83	7,93	8,01	7,97											
	filtr	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23											

QUADRO A36 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	3/1/2000	Água Bruta					Coagulante								Observações				
Local	ISA	turbidez	30	(UT)			Nome	Sulfato de Alumínio											
Início	09:40	temperatura	28	C			Vazão	38 ml/min							Perdas de carga no filtro				
Termino	04:00	pH	8				Dosagem	15 mg/l							10:00	11			
		Vazão	2,55	l/min											12:00	16			
Turbidez Remanescente (UT)																	14:00	21	
tempo		tempo (min)												altura manta		15:00	24		
(horas)		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	tempo	altura (cm)	16:00	29		
0	dec		10,08	11,29	12,24	13,03	14,10	15,05	14,80	15,03	15,40	15,79	15,67	12:00	109	19:00	45		
	filtr		0,67	0,65	0,71	0,83	0,90	0,97	1,04	1,10	1,19	1,26	1,331	14:00	109	20:10	51		
2	dec	16,17	16,76	16,66	16,67	17,01	15,73	14,05	12,52	11,61	11,15	11,77	11,1	19:00	113	22:30	64		
	filtr	1,41	1,47	1,52	1,57	1,60	1,62	1,54	1,27	0,94	0,77	0,74	0,717	22:30	118	00:00	74		
4	dec	11,17	10,81	11,01	10,91	11,44	11,02	10,71	11,27	11,25	11,11	11,37	11,61	01:10	124	01:10	83		
	filtr	0,69	0,68	0,69	0,69	0,70	0,72	0,77	0,83	0,86	0,86	0,85	0,855	03:50	124	03:10	97		
6	dec	11,67	11,73	12,28	11,96	12,00	12,83	11,56	10,55	9,74	9,06	8,91	9,012			03:50	102		
	filtr	0,91	0,95	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,12	1,00	0,80	0,59	0,476						
8	dec	8,89	8,85	9,10	9,24	9,51	9,43	9,86	9,62	9,88	10,06	10,03	10,1			enchimento do tq. De A. B.			
	filtr	0,46	0,47	0,49	0,50	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,65	0,66	0,691			12:00	16:07	20:10	
10	dec	10,09	10,25	10,58	10,69	10,46	10,74	10,77	10,26	9,21	9,02	8,81	8,837			00:00			
	filtr	0,72	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,87	0,68	0,53	0,48						
12	dec	8,64	9,03	9,14	9,17	9,58	9,54	9,41	9,79	10,29	10,16	10,43	10,45						
	filtr	0,47	0,47	0,48	0,49	0,52	0,54	0,57	0,60	0,63	0,69	0,70	0,739						
14	dec	10,49	10,92	11,07	11,85	11,39	11,07	10,19	9,59	8,93	8,80	8,92	8,741						
	filtr	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	0,96	0,81	0,67	0,58	0,517						
16	dec	8,657	8,766	8,715	9,042	9,079	8,876	9,113	9,041	9,188	9,397	9,457	9,461						
	filtr	0,488	0,473	0,471	0,47	0,469	0,483	0,5	0,521	0,533	0,549	0,56	0,577						
18	dec	9,675	10,02																
	filtr	0,593	0,626																
20	dec																		
	filtr																		

QUADRO A37 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	16/5/2001	Agua Bruta						Coagulante								Observações	
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10	(UT)	Nome	Polieletrólito "A"											
Início	08:10	temperatura	25	C	Vazão	46 ml/min								começou o ensaio a baixa vazão para evitar pulverização da manta de lodo			
Termino		pH	7.2		Dosagem	7 mg/l											
		Vazão	2,55	l/min													
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta		
tempo (horas)		tempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
0	dec	0,19	0,16	0,49	1,48	1,71	1,65	1,59	1,53	1,47	1,41	1,35	1,30	50	100		
	filtr	5,26	5,05	4,87	4,65	4,65	4,67	4,67	4,66	4,65	4,64	4,64	4,59	300	100		
1	dec	1,24	1,20	1,14	1,10	1,05	0,99	0,90	0,79	0,71	0,64	0,56	0,49				
	filtr	4,60	4,64	4,60	4,53	4,47	4,41	4,30	4,22	4,12	4,04	3,93	3,87				
2	dec	0,44	0,40	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28				
	filtr	3,81	3,80	3,79	3,74	3,72	3,72	3,72	3,71	3,73	3,73	3,66	3,64				
3	dec	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22				
	filtr	3,69	3,59	3,58	3,55	3,52	3,51	3,50	3,49	3,52	3,45	3,45	3,44				
4	dec	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20				
	filtr	3,44	3,42	3,43	3,43	3,44	3,44	3,44	3,44	3,43	3,44	3,46	3,46				
5	dec	0,21	0,20	0,20	0,20	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24				
	filtr	3,49	3,57	3,66	3,73	3,73	3,72	3,75	3,75	3,76	3,74	3,73	3,73				
6	dec	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19				
	filtr	3,74	3,75	3,77	3,78	3,78	3,81	3,84	3,80	3,82	3,80	3,78	3,78				
7	dec	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18									
	filtr	3,76	3,76	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75									
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																

QUADRO A38 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		15/5/2001		Água Bruta				Coagulante						Observações		
Local	Sto Fé do Sul	turbidez	10	(UT)	Nome	Poli-eletrólito "A"										
Início	13:30	temperatura	26	C	Vazão	48 ml/min						Perdas de carga no filtro: 14:00 - 24 cm 17:00 - 26 cm 19:00 - 30,5 cm 20:00 - 35 cm				
Termino		pH	7,2		Dosagem	11 mg/l										
		Vazão	2,55	l/min												
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta		
tempo (horas)		tempo (min)														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	1,69	1,49	1,36	0,70	0,34	0,23	0,22	0,19	0,17	0,17	0,17	0,16	50	100	
	filtr	6,60	5,07	4,52	4,11	3,90	3,60	3,67	3,35	3,25	3,09	3,03	3,01	300	100	
1	dec	0,16	0,15	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15			
	filtr	3,20	3,03	2,91	2,99	3,07	3,04	3,02	2,97	2,97	2,90	2,85	2,86			
2	dec	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,13			
	filtr	2,88	2,86	2,82	2,83	2,80	2,80	2,76	2,76	2,76	2,73	2,73	2,71			
3	dec	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12			
	filtr	2,70	2,72	2,71	2,69	2,68	2,70	2,70	2,70	2,70	2,71	2,70	2,80			
4	dec	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16			
	filtr	2,80	2,79	2,94	3,15	3,25	3,28	3,40	3,37	3,46	3,41	3,59	3,70			
5	dec	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14			
	filtr	3,68	3,66	3,63	3,57	3,50	3,44	3,38	3,38	3,33	3,35	3,32	3,31			
6	dec	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13			
	filtr	3,29	3,30	3,60	3,37	3,32	3,30	3,29	3,35	3,32	3,29	3,29	3,26			
7	dec	0,13														
	filtr	3,27														
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

Ensaio começou com baixa vazão para evitar a pulverização da manta de lodo no floculador

QUADRO A39 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		23/5/2001		Água Bruta				Coagulante								Observações	
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10 (UT)	temperatura	25 C	Nome	Polieletrólito "B"										
Início	07:30	pH	7,2	Vazão	2,55 l/min	Vazão	46 ml/min								perdas de carga no filtro: 9:00 - 32cm 10:00 - 39 cm 11:00 - 46 cm 12:00 - 55 cm 13:30 - 74 cm 14:00 - 78 cm		
Termino						Dosagem	11 mg/l										
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta			
tempo (horas)		tempo (min)															
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)		
0	dec	0,68	1,76	1,21	0,93	0,81	0,68	0,63	0,57	0,55	0,52	0,49	0,47	30	sem manta		
	filtr	9,02	8,25	8,20	8,17	8,12	8,08	8,05	8,01	8,08	8,09	8,07	8,01	300	sem manta		
1	dec	0,46	0,44	0,43	0,41	0,40	0,40	0,37	0,36	0,36	0,34	0,33	0,33				
	filtr	8,02	8,04	8,01	7,99	8,03	7,99	8,01	7,96	7,94	7,98	7,94	7,94				
2	dec	0,32	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26				
	filtr	7,93	7,93	7,89	7,89	7,89	7,86	7,82	7,78	7,70	7,80	7,97	7,88				
3	dec	0,25	0,25	0,28	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21				
	filtr	7,86	7,87	7,88	7,81	7,73	7,73	7,68	7,60	7,63	7,62	7,61	7,55				
4	dec	0,21	0,20	0,19	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10				
	filtr	7,52	7,44	7,38	7,28	7,16	7,14	7,09	7,10	7,03	7,04	7,04	7,02				
5	dec	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09							
	filtr	7,04	7,04	7,01	7,10	7,09	7,25	7,31	7,28	7,31							
6	dec																
	filtr																
7	dec																
	filtr																
8	dec																
	filtr																
9	dec																
	filtr																
10	dec																
	filtr																

QUADRO A40 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data		8/5/2001		Água Bruta					Coagulante					Observações		
Local		Sta Fé do Sul		turbidez		10 (UT)			Nome		Polieletrólito "B"					
Início		15:00		temperatura		25 C			Vazão		40 ml/min			perda de carga no filtro: 15:00 - 24 cm 22:00 - 26 cm		
Termino				pH		7,2			Dosagem		3 mg/l					
				Vazão		2,55 l/min										
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta	
tempo (horas)		tempo (min)														
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)
0	dec	1,61	0,57	0,25	0,21	0,17	1,48	2,23	2,00	1,81	1,66	1,54	1,45	30	112	
	filtr	6,92	6,86	6,78	6,71	6,60	6,53	6,60	6,46	6,43	6,39	6,31	6,28	300	112	
1	dec	1,36	1,30	1,24	1,18	1,13	1,09	1,05	1,00	0,97	0,95	0,92	0,89			
	filtr	6,25	6,25	6,20	6,16	6,11	6,11	6,04	6,01	5,95	5,95	5,96	5,89			
2	dec	0,87	0,85	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,70	0,68	0,65	0,65			
	filtr	5,88	5,81	5,73	5,73	5,70	5,76	5,68	6,67	5,78	5,63	5,54	5,50			
3	dec	0,64	0,63	0,63	0,60	0,59	0,56	0,54	0,53	0,53	0,51	0,51	0,51			
	filtr	5,59	5,50	5,35	5,28	5,22	5,16	5,19	5,10	5,12	5,09	5,09	5,13			
4	dec	0,50	0,50	0,49	0,48	0,50	0,58	0,69	0,81	0,88	0,94	0,95	0,95			
	filtr	5,09	5,09	5,08	5,15	5,39	5,61	5,86	5,92	5,92	5,91	5,89	5,77			
5	dec	0,93	0,88	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,65			
	filtr	5,76	5,60	5,52	5,61	5,42	5,43	5,49	5,30	5,35	5,27	5,23	5,22			
6	dec	0,64	0,63	0,63	0,60	0,60	0,58	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55	0,53			
	filtr	5,20	5,16	5,14	5,11	5,10	5,10	5,05	5,04	5,01	4,98	4,94	4,93			
7	dec															
	filtr															
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A41 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	9/5/2001	Água Bruta		Coagulante										Observações		
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10 (UT)	Nome	Polieletrólito B											
Início	12:00	temperatura	27 C	Vazão	40 ml/min											
Termo		pH		Dosagem	5 mg/l											
		Vazão	2,55 l/min													
Turbidez Remanescente (UT)														altura manta		
tempo (horas)		tempo (min)														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	filtr	2,077	1,856	1,602	1,458	1,37	1,306	1,248	1,206	1,166	1,127	1,092	1,059			
	dec															
1	filtr	1,036	1,013	1,004	1,003	1,067	1,127	1,123	1,034	0,882	0,803	0,721	0,526			
	dec															
2	filtr	0,472	0,428	0,417	0,416	0,422	0,416	0,411	0,411	0,419	0,436	0,462	0,456			
	dec															
3	filtr	0,442	0,428	0,417	0,393	0,384	0,378	0,374	0,35	0,335	0,321	0,321	0,327			
	dec															
4	filtr	0,332	0,339	0,344	0,35	0,351	0,35	0,345	0,356	0,364	0,36	0,352	0,347			
	dec															
5	dec															
	filtr															
6	dec															
	filtr															
7	dec															
	filtr															
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A42 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	9/5/2001	Água Bruta					Coagulante								Observações	
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10	(UT)	Nome	Polieletrólito B										
Início	12:30	temperatura	27	C	Vazão	40 ml/min										
Termino		pH	7,3		Dosagem	5 mg/l										
		Vazão	2,55	l/min												
Turbidez Remanescente (UT)															altura manta	
tempo (horas)		tempo (min)												tempo (min)		
0	dec	2,08	1,86	1,60	1,46	1,37	1,31	1,25	1,21	1,17	1,13	1,09	1,06		100	
	filtr	6,06	6,07	6,10	6,08	6,08	6,06	6,07	6,08	6,07	6,06	6,05	6,03			
1	dec	1,04	1,01	1,00	1,00	1,07	1,13	1,12	1,03	0,88	0,80	0,72	0,53			
	filtr	6,04	6,04	6,26	5,92	5,83	5,82	5,85	5,77	5,72	5,74	5,76	5,84			
2	dec	0,47	0,43	0,42	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,42	0,44	0,46	0,46			
	filtr	5,92	6,13	6,30	6,40	6,56	6,67	6,71	6,70	6,69	6,67	6,60	6,51			
3	dec	0,44	0,43	0,42	0,39	0,38	0,38	0,37	0,35	0,34	0,32	0,32	0,33			
	filtr	6,47	6,34	6,27	6,20	6,18	6,18	6,08	6,06	6,10	5,93	5,90	5,93			
4	dec	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35			
	filtr	5,80	5,79	5,80	5,69	5,68	5,58	5,58	5,56	5,64	5,67	5,58	5,46			
5	dec	0,339	0,324	0,306	0,284	0,272	0,269	0,285	0,301	0,315	0,328	0,334	0,329			
	filtr	5,424	5,384	5,41	5,476	5,621	5,687	5,864	5,784	5,796	5,739	5,682	5,649			
6	dec	0,318	0,305	0,3	0,301	0,305	0,313	0,314	0,313	0,313	0,317	0,319	0,31			
	filtr	5,646	5,753	5,56	5,519	5,441	5,409	5,437	5,326	5,34	5,282	5,239	5,179			
7	dec	0,286	0,254	0,231	0,223	0,224	0,23	0,229	0,218	0,204	0,192					
	filtr	5,11	5,103	5,105	5,126	5,118	5,068	4,975	4,954	4,962	4,824					
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A43 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	15/5/2001	Água Bruta		Coagulante										Observações		
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10 (UT)	Nome	Sulfato de Alumínio											
Início	08:30	temperatura	27 C	Vazão	46 ml/min											
Termino		pH	7,3	Dosagem	9 mg/l											
		Vazão	2,55 l/min													
Turbidez Remanescente (UT)																
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	0,16	0,17	0,71	0,80	0,70	0,66	0,63	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63		100	
	filtr	4,73	7,00	4,72	4,52	4,47	4,38	4,55	4,47	4,53	4,58	4,60	4,63			
1	dec	0,64	0,65	0,67	0,67	0,69	0,71	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70			
	filtr	4,61	4,66	4,69	4,69	4,74	4,76	4,81	4,86	4,78	4,77	4,76	4,90			
2	dec	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,69	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69			
	filtr	4,79	4,78	4,78	4,82	4,85	4,90	4,89	4,95	5,02	5,09	5,09	5,12			
3	dec	0,70	0,70	0,70	0,70	0,69	0,68	0,67	0,65	0,59	0,54	0,53	0,50			
	filtr	5,13	5,19	5,23	5,12	5,10	5,02	4,88	4,78	4,75	4,68	4,68	4,59			
4	dec	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,47	0,46	0,46	0,45	0,46	0,46	0,46			
	filtr	4,52	4,52	4,49	4,48	4,46	4,43	4,43	4,43	4,44	4,47	4,56	4,61			
5	dec	0,462	0,463	0,463	0,461	0,459	0,46	0,461	0,457	0,45	0,442	0,437	0,439			
	filtr	4,66	4,724	4,769	4,874	4,889	4,939	4,934	4,932	4,932	4,932	4,932	4,932			
6	dec	0,445	0,457	0,462												
	filtr	4,932	4,932	4,932												
7	dec															
	filtr															
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A44 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	24/5/2000	Água Bruta		Coagulante										Observações		
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10 (UT)	Nome	Sulfato de Alumínio											
Início	09:00	temperatura	27 C	Vazão	46 ml/min											
Termino		pH	7,3	Dosagem	12 mg/l											
		Vazão	2,55 l/min													
Turbidez Remanescente (UT)																
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	0,19	0,17	0,16	0,85	0,95	0,52	0,25	0,17	0,13	0,12	0,11	0,11		0	
	filtr															
1	dec	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10			
	filtr															
2	dec	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08			
	filtr															
3	dec	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07			
	filtr															
4	dec	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07								
	filtr															
5	dec															
	filtr															
6	dec															
	filtr															
7	dec															
	filtr															
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															

QUADRO A45 - ENSAIO NO MÓDULO

ENSAIO UTILIZANDO O DECANTO-FLOCULADOR MANTA DE LODO ASSOCIADO AO DECANTADOR DE ALTA TAXA E FILTRO DE AREIA

Data	17/5/2000	Água Bruta						Coagulante						Observações		
Local	Sta Fé do Sul	turbidez	10	(UT)	Nome	Sulfato de Alumínio										
Início	12:00	temperatura	27	C	Vazão	46 ml/min										
Termino		pH	7,3		Dosagem	12 mg/l										
		Vazão	2,55	l/min												
Turbidez Remanescente (UT)																
tempo (horas)		tempo (min)												altura manta		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	tempo (min)	altura (cm)	
0	dec	0,18	0,93	1,46	0,93	0,62	0,55	0,46	0,43	0,43	0,43	0,42	0,43		100	
	filtr	17,70	12,73	6,90	4,61	4,39	4,28	4,21	4,22	4,15	4,18	4,14	4,06			
1	dec	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31			
	filtr	4,01	3,99	3,94	3,90	4,02	3,99	4,04	4,08	4,10	4,14	4,14	4,15			
2	dec	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29			
	filtr	4,15	4,11	4,05	4,01	4,01	3,98	3,96	3,88	3,86	3,83	3,84	3,75			
3	dec	0,28	0,28	0,28	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,25	0,25	0,24	0,23			
	filtr	3,77	3,73	3,69	3,70	3,63	3,59	3,56	3,56	3,54	3,52	3,53	3,58			
4	dec	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21			
	filtr	3,56	3,53	3,51	3,51	3,48	3,48	3,47	3,48	3,44	3,47	3,47	3,44			
5	dec	0,207	0,2	0,2	0,209	0,221	0,237	0,246	0,261	0,276	0,284	0,292	0,288			
	filtr	3,42	3,434	3,483	3,579	3,6	3,68	3,749	3,841	3,972	3,904	3,851	3,887			
6	dec	0,28	0,277	0,275	0,281	0,276	0,28	0,282	0,283	0,284	0,286	0,289	0,294			
	filtr	3,809	3,853	3,829	3,824	3,835	3,84	3,815	3,815	3,813	3,827	3,819	3,832			
7	dec	0,292	0,293	0,297	0,304	0,303	0,307	0,304								
	filtr	3,834	3,81	4,099	3,992	3,907	3,741	3,494								
8	dec															
	filtr															
9	dec															
	filtr															
10	dec															
	filtr															



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Câmpus de Ilha Solteira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Av. Brasil Centro, 56
15385-000 Ilha Solteira - SP
www.dec.feis.unesp.br

