XXII Encontro Técnico AESABESP

USO DE FLOCULADOR HIDRÁULICO DE MANTA DE LODO ACOPLADO A FLOTADOR POR AR DISSOLVIDO NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Autores:

Gilberto José da PAZ JUNIOR
Engenheiro Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FEIS/UNESP. Mestre em Engenharia Civil – Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.
Engenheiro Civil - SABESP-RET

Edson Pereira TANGERINO
Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FEIS/UNESP

A Pesquisa

- Experiência com *floco-decantador de manta de lodo*, contendo dispositivo limitador da manta, acoplado a *flotador por ar dissolvido*;
- Objetivo avaliar o desempenho da instalação proposta quando submetida a variações da qualidade da água bruta;
- Ensaios realizados com água natural com presença elevada de algas e cianobactérias.

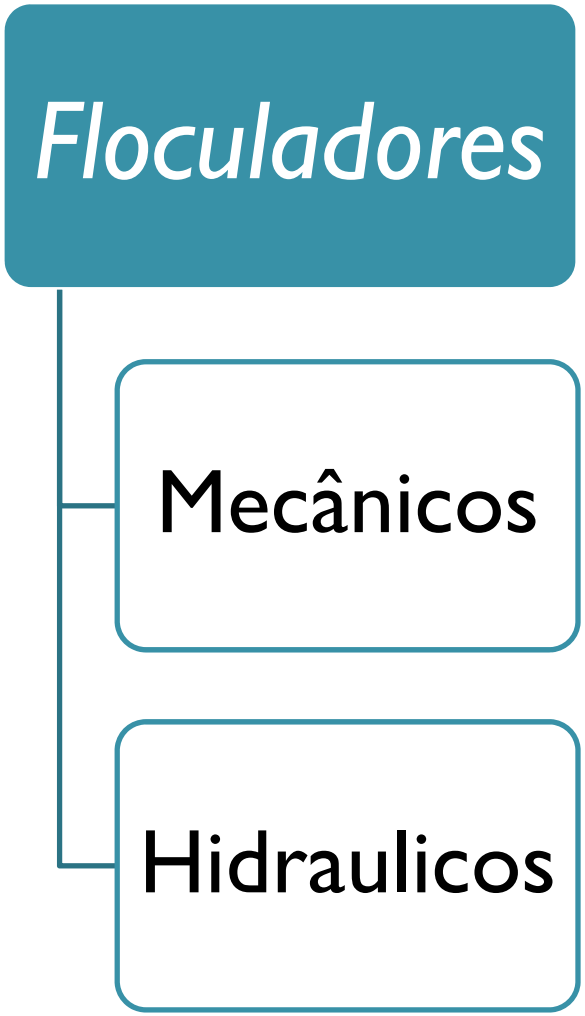
Introdução

- Problemas para atingir os padrões de potabilidade;
- Um adequado sistema de tratamento de água, de acordo com Di Bernardo (1995), deve ter: qualidade da água bruta, tecnologia de tratamento e capacidade de sustentação do sistema;
- Água bruta de baixa qualidade – eutrofizada;
- Modificações no sistema de tratamento de água;

Introdução

- A maioria das ETAs em operação são convencionais de ciclo completo (coagulação, floculação, decantação, filtração rápida, desinfecção e fluoretação);
- Avaliar tratamento de água nas seguintes circunstancias: água bruta preparada em laboratório com variações de turbidez; água bruta em condições naturais; e água bruta preparada com águas naturais com presença de algas.

Floculador



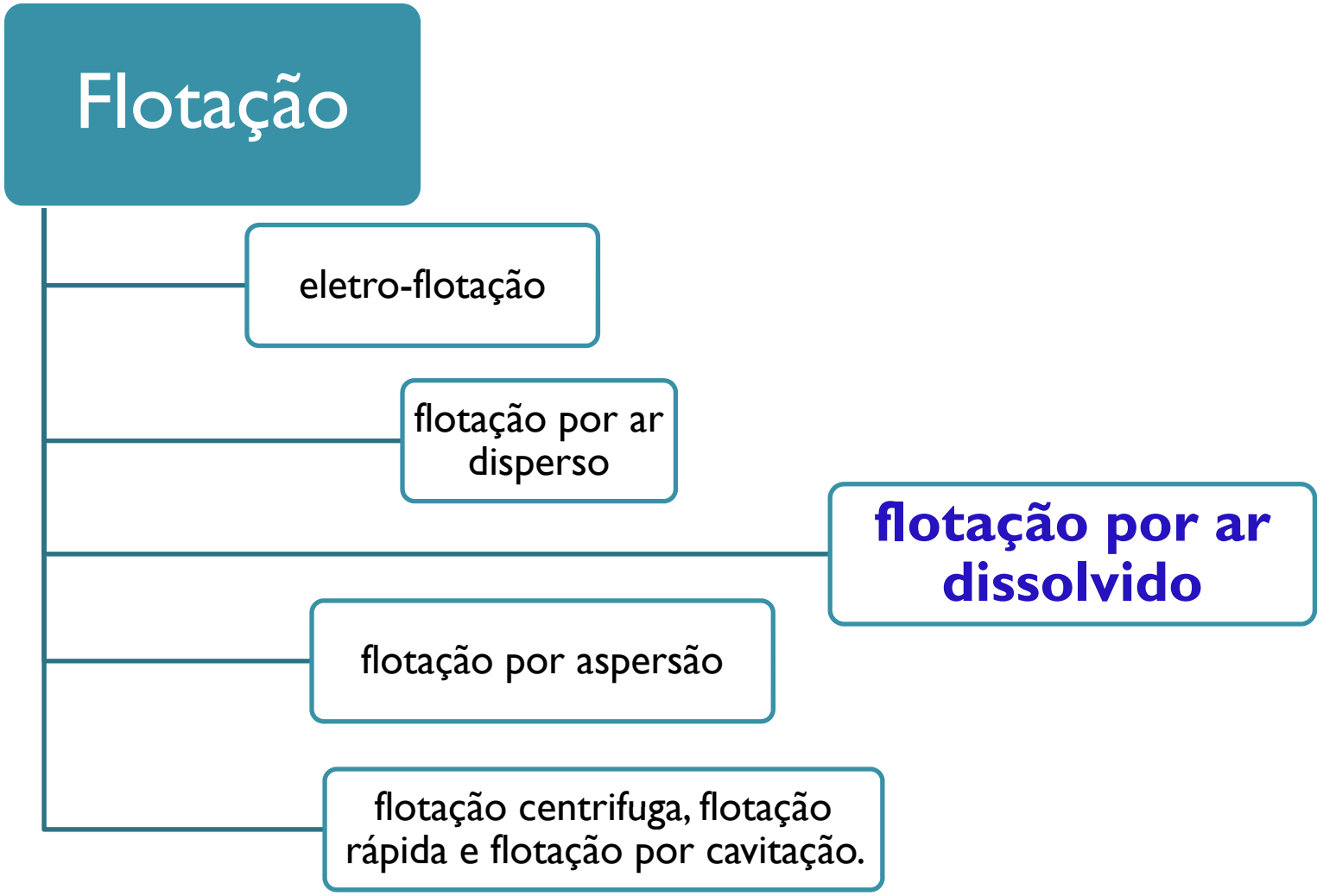
Responsáveis pela realização de floculação da água coagulada, que consta do contato entre partículas presentes na água para formação de partículas maiores (flocos).

Floculador Hidraulico

- Floculadores Hidraulicos
  - Floculador Manta de Lodo

O processo se dá pela formação de uma manta de flocos de impurezas agregadas pelo coagulante, retidos na parte inferior desta unidade.
A formação dos flocos dá-se através de combinações de gradientes de velocidade médios no cone invertido. Conhecido também como floco-decantador.

Flotação por ar dissolvido



Flotação por ar dissolvido

- O processo consiste na mistura da água floculada com uma corrente de água super saturada com ar dissolvido;

- Segundo Lobato et al (1997) a água bruta, com elevada concentração de algas, apresenta condições mais favoráveis de tratamento com uso da flotação;

- O lodo é extraído pela superfície, não ocorrendo entupimento de tubulações e não havendo necessidade de limpeza, diminuindo assim, a perda de água por meio do lodo descartado. Os requisitos de floculação são menores para o processo de flotação quando comparado com a decantação.

Flotação por ar dissolvido

- Centurione Filho et al (2002) avaliaram a aplicação do processo de flotação por ar dissolvido para remoção de algas em águas de cor verdadeira e turbidez relativamente baixa. Concluíram que, devido à sua baixa densidade relativa, a flotação é uma alternativa atrativa e conveniente para remoção de algas;

- Em pesquisa realizada por Moruzzi e Reali (2008), para água com cor aparente moderada e turbidez baixa, a FAD, operada com sulfato de alumínio como coagulante, apresentou os menores valores de cor aparente e turbidez residuais, correspondentes a 2 uH e 0,24 uT, respectivamente, para a dosagem de 25 $mg.L^{-1}$ em pH em torno de 6,5.

Filtro

- A filtração consiste na remoção em meio granular de partículas suspensas e coloidais e de microrganismos presentes em águas, (Di BERNARDO; Di BERNARDO; CENTURIONE FILHO, 2002);
- A filtração direta descendente, segundo Di Bernardo (2003), pode ser projetada para trabalhar ora com tratamento completo (coagulação, floculação, decantação ou flotação e filtração), ora com filtração direta, dependendo da sazonalidade da qualidade da água a ser tratada;

Filtro Descendente

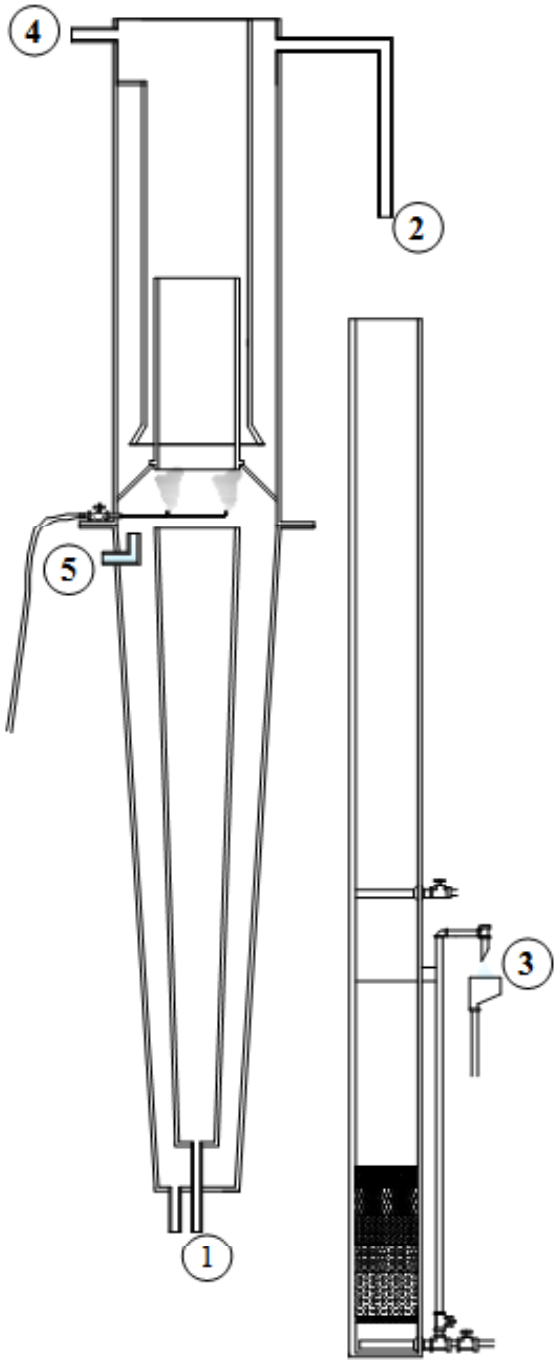
- Em sua obra Valencia (1992), apresenta como vantagens na utilização da filtração direta, a diminuição em 50% do custo de construção da estação de tratamento, redução do custo operacional com diminuição quantitativa de coagulante e menor quantidade de lodo proveniente do tratamento quando comparada a uma ETA convencional. Ainda como desvantagens na presença de algas, a necessidade de dosagem química, carreiras de filtração curtas exigindo medidas rápidas no processo de tratamento.

Material e Método

- **Etapa 1**, foram realizados ensaios com água preparada em laboratório;
- **Etapa 2**, foram realizados ensaios com água natural captada em córrego natural localizado na cidade de Ilha Solteira;
- **Etapa 3**, ensaios com água do mesmo manancial misturada com água proveniente de represa artificial, utilizada como tanque de piscicultura. Contendo elevada quantidade de algas e de outros produtos oriundos da atividade de criação dos peixes.
- Taxa de filtração e floculação de 120 m^3/m^2.dia; Taxa de recirculação da flotação entre 15% e 20%.

Material e Método

- **Ponto 1** – AB - Água bruta;
- **Ponto 2** – DF - Água Decantada/Flotada;
- **Ponto 3** – FIL - Água filtrada;
- **Ponto 4** – LF - Água de descarte da flotação, lodo flotado;
- **Ponto 5** – SM - Amostra retirada próxima ao termino do cone interno de formação da manta de lodo.



Material e Métodos



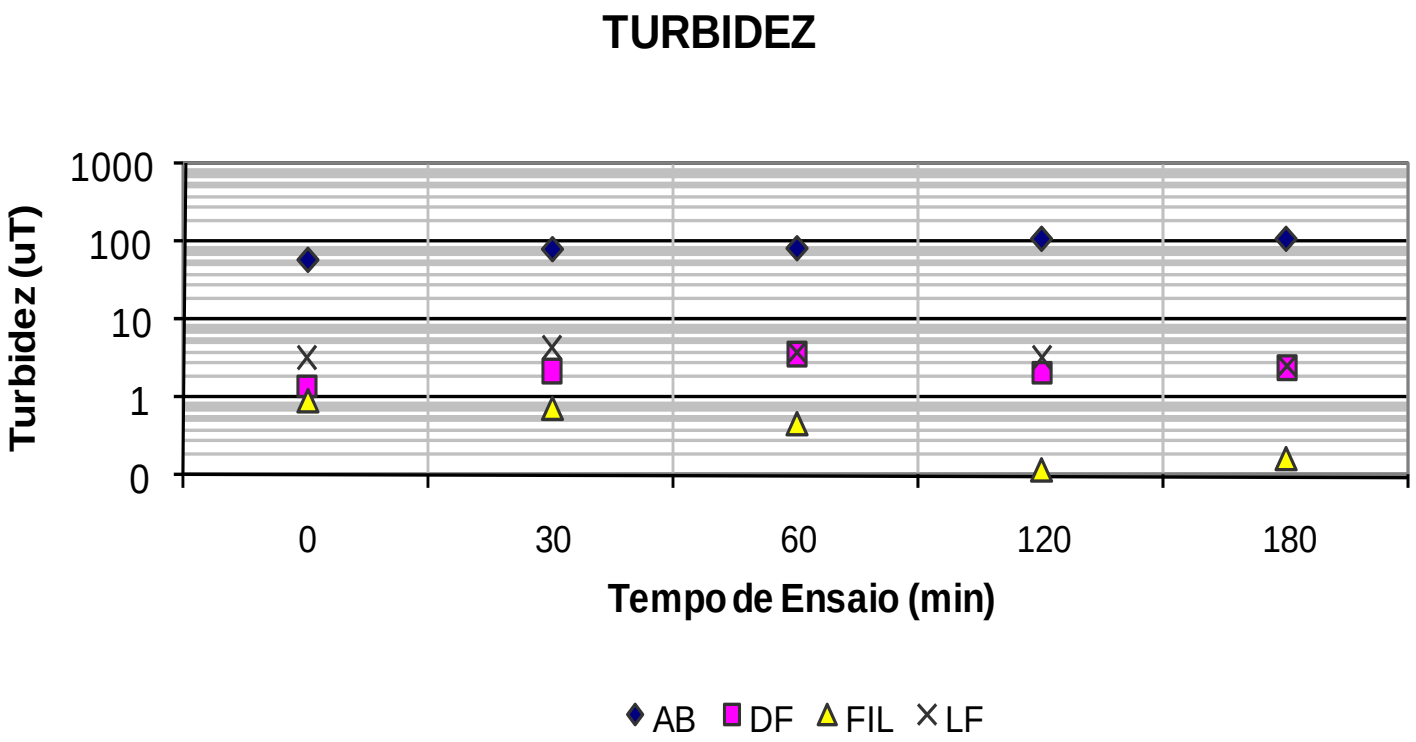




Resultados e Discussão

- **Etapa I**
  - Ensaios no modulo experimental com água preparada, captada em poço artesiano com adição de argila, mostram a aplicabilidade do floculador de manta de lodo, com remoções de turbidez acima de 95%, e eficiência do dispositivo limitador da manta. A implantação desse dispositivo limita o crescimento da manta, impedindo que a mesma atinja a zona de flotação, propiciando a remoção do lodo sedimentado.
  - A água decantada/flotada (**DF**) apresentou valores de turbidez abaixo de 4 uT e água filtrada (**FIL**) abaixo de 1 uT. Recirculação de 18% na flotação.
  - Para esse tipo de água o dispositivo de flotação não foi importante, já que os flocos formados a partir desse tipo de água não tinham a tendência de flotar e sim de sedimentarem. Durante ensaio a remoção de cor aparente foi máxima de 92% com média de 81%.

Resultados e Discussão



- Figura 3: Valores de turbidez remanescente do segundo ensaio com água preparada. Taxa de 120 m^3/m^2.dia, com turbidez da água bruta acima de 150 uT, com DSA de 60 mg/L, recirculação de 18 %.

Resultados e Discussão

- **Etapa 2**
  - Resultados dos ensaios preliminares em bancada, com uso do sulfato de alumínio, para água bruta captada em córrego natural demonstraram a necessidade de controle do pH através da aplicação de cal hidratada.
  - Durante a Primeira bateria, sem controle do pH, o valor da turbidez da água decantada ficou acima de 10 uT. Deve ser observado que o filtro apresentou bons resultados, mantendo a turbidez final abaixo de 1,0 uT durante todo o ensaio. Com a aplicação da cal hidratada junto com o sulfato de alumínio foi possível atingir eficiência de 91 % na remoção de valores de turbidez. A Tabela 01 abaixo mostra a aumento da eficiência da remoção de turbidez com a adição da cal hidratada, que não foi atingida antes apenas com o aumento da dosagem do coagulante.

Resultados e Discussão

- Na Segunda bateria ocorreu remoção de organismos e algas com eficiência de 99 %. Atingindo 100 % na água filtrada. A remoção na água decantada, apos o flotador, foi de 96% para cor verdadeira, de até 99% para cor aparente e próximo a 100% para absorvância. Apos o filtro a remoção de cor verdadeira foi 92%, cor aparente até 99% e absorvância de 100%. Os valores de turbidez foram mantidos abaixo de 5 uT na entrada do filtro.

Tabela 01 – Valores de dosagem do coagulante, pH e de eficiência na remoção de turbidez (ERT), entre AB e DF, em amostra coletadas durante segundo ensaio ETAPA 2 .

***** Ponto com aplicação de cal hidratada junto com o coagulante.

Tempo Ensaio (min)	DSA (mg/L)	pH		E.R.T. (%)
		AB	**DF**	
60	70	7,81	6,37	69,47
300	90	7,49	5,68	46,42
480	100	7,80	5,50	40,35
780	**100***	**7,82**	**6,54**	**89,39**

Resultados e Discussão

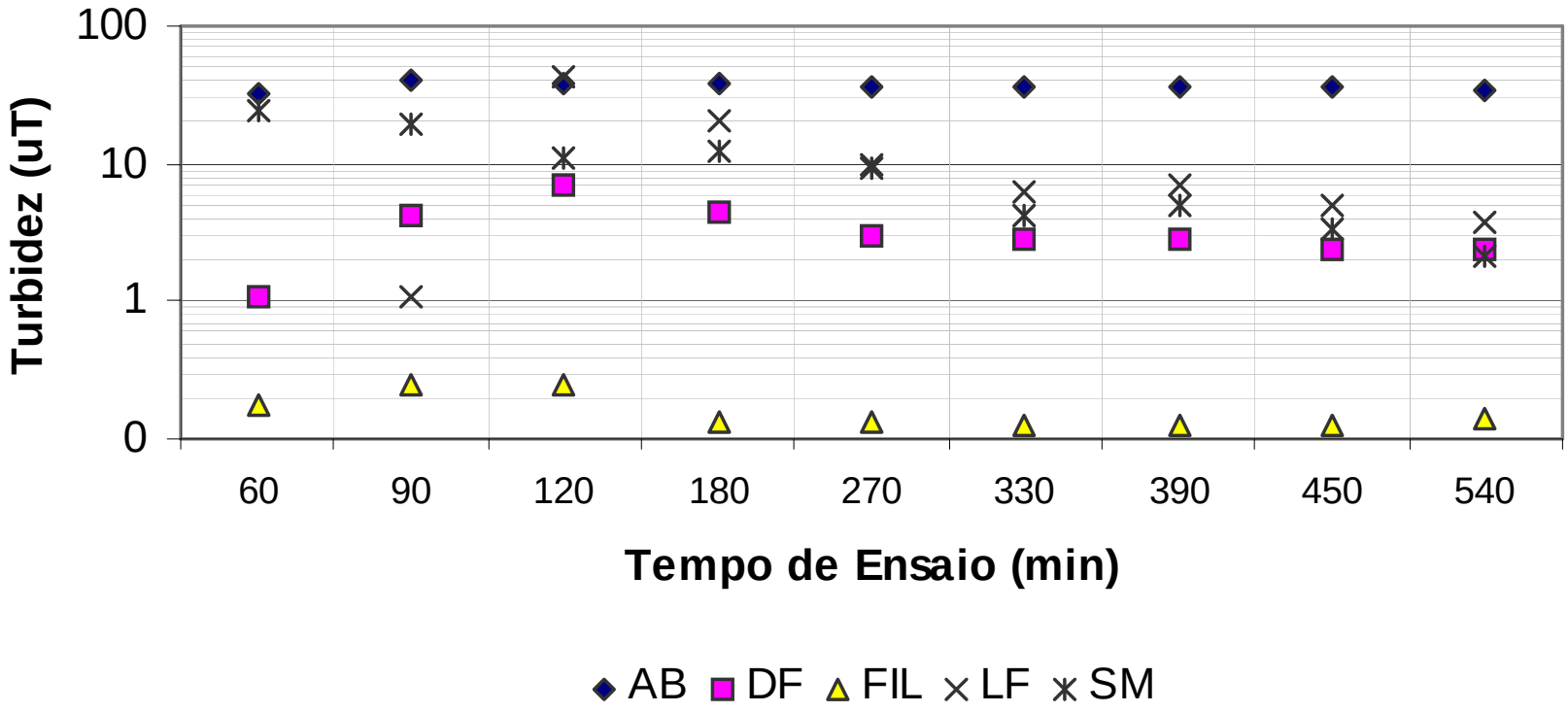
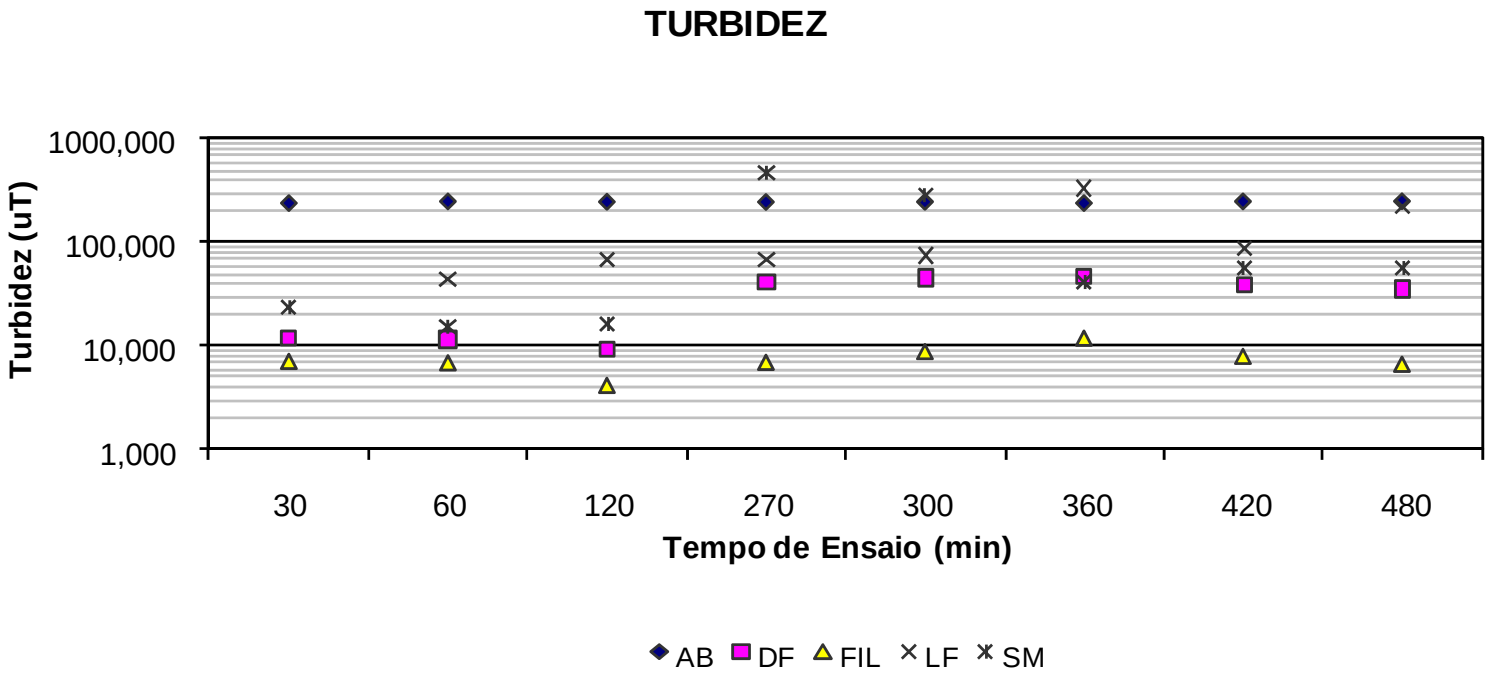


Figura 4 – Valores de turbidez remanescente do segundo ensaio da segunda bateria ETAPA 2. Taxa de 120 m3/m2.dia, DSA inicial de 55 mg/L final, recirculação de 15% na unidade de FAD

Resultados e Discussão

- **Etapa 3**
  - Nesta etapa foi utilizada água preparada através da mistura de água de córrego, apresentando turbidez moderada, e de reservatório com concentração elevada de algas. Foram realizadas duas baterias de ensaios. A primeira com turbidez abaixo de 100 uT e a segunda acima de 200 uT. A água continha organismos das classes: Bacillaryophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae.
  - Na primeira bateria durante ensaio apresentou valores de turbidez abaixo de 3,0 uT, enquanto que a água filtrada abaixo de 1,0 uT. Com remoção média de 98% de cor verdadeira na água decantada, com remoção média de 95% de cor aparente e de 83% de absorvância. Na água filtrada apresentou 98% de remoção em ensaios de cor aparente.
  - A remoção de absorvância verificada foi de aproximadamente 80% no efluente da instalação piloto. Ensaios de clorofila-a demonstraram remoção de 82% em água decantada, atingindo 99% na água filtrada**.** Os ensaios de contagem demonstram remoção de 99% de células confirmando os resultados de clorofila demonstrando a eficiência do processo.

Resultados e Discussão



- Figura 5 – Valores de turbidez, quarto dia de ensaio, segunda bateria da terceira fase. Taxa de 120 m^3/m^2.dia; DSA de 30-40 mg/L. Recirculação de 15-25% na FAD.

Resultados e Discussão

- Na segunda bateria a água bruta apresentou turbidez acima de 200 uT. Resultados para água decantada apresentaram eficiências de 98, 98, 97, 77 e 93% em remoção de turbidez, cor aparente, cor verdadeira, absorvância e clorofila "a" respectivamente.

- Na água filtrada eficiência de 99% de remoção de turbidez e cor aparente, 85% de cor verdadeira, 66% de absorvância e 98% de clorofila. Nos ensaios de contagem de organismos foi atingida remoção de 97 % na água decantada e 100 % na água filtrada.

Resultados e Discussão





Conclusões e Recomendações

- Durante a primeira etapa foi possível obter resultados satisfatórios para o tratamento de água. Sendo o dispositivo limitador de manta eficaz. A unidade de flotação sem eficiência nesta etapa.
- Na segunda etapa para atingir resultados satisfatórios foi necessária a adição de cal hidratada. O dispositivo limitador de manta trabalhou de forma eficaz. A unidade de flotação pouco solicitada nesta etapa trabalhou como auxiliar.
- Já na terceira etapa resultados satisfatórios foram atingidos na primeira bateria de ensaios, sendo utilizado o dispositivo limitador de manta de forma apropriada. A unidade de flotação funcionou de forma prioritária para remoção de algas e organismos presentes. Na segunda bateria desta etapa apesar de níveis acima dos apropriados a flotação removeu algas e organismos não removidos no floculador de manta de lodo.

XXII Encontro Técnico AESABESP

Referencias Bibliograficas

- Cavazzana, T. L. (2006) *Ampliação de escala de um floco decantador de manta de lodo no tratamento de lodo no tratamento de água de abastecimento.* Dissertação de Mestrado Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista – Unesp. Ilha Solteira
- Centurione Filho, P.L.; Di Bernardo, L. (2002) *Coagulação, floculação, flotação e filtração de água proveniente de lago utilizando equipamento de bancada.* In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., Vitória. Rio de Janeiro: ABES.
- Di Bernardo, L. (1995) *Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento.* Rio de Janeiro: Abes - Associação Brasileira Sanitária e Ambiental.
- Di Bernardo, L. (2003). *Tratamento de água para abastecimento por filtração direta.* Rio de Janeiro: Prosab. Rio de Janeiro.
- Di Bernardo, L.; Di Bernardo, A.; Centurione Filho, P. L. (2002). *Ensaios de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.* São Carlos: Rima. São Carlos.
- Libânio, M. (2005). *Fundamentos de qualidade e tratamento de água.* Campinas: Átomo. Campinas.
- Lobato, S.J.M.; Faitanin, L.; Moreschi, V. (1997) *Implantação do processo de flotação por ar.* In: CONGRESSO BRASILIERO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19. Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu.
- Moruzzi, R.B. (2005) *Avaliação da influencia da distribuição de tamanho de partículas e do binômio velocidade/tempo de detenção na zona de reação no desempenho da flotação com utilização de sonda ultrasônica e técnica de análise por imagem.* 2005. 240 f. Tese de Doutorado, Curso de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica E Saneamento Da Escola De Engenharia De São Carlos, Universidade De São Paulo. São Carlos.
- Moruzzi, R.B.; Reali, M.A.P. (2008) *Investigação da coagulação e floculação adequadas para a FAD no tratamento de água com cor aparente moderada e baixa turbidez destinada ao abastecimento público*. Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil, Brasil, v. 8, n. 11, p. 55-66. Brasil
- Reali, M.A.P.; Santos, S.P. (1996) *Flotação por ar dissolvido em escala piloto com escoamento vertical entre placas para remoção de algas em águas de abastecimento*, In: CONGRESO INTERNACIONAL-AIDIS, 25, 1996, Anais. México.
- Tangerino, E.P.; Matsumoto, T.; Dall´Aglio Sobrinho, M. (1998) *Floculador de manta de lodo associado a decantador laminar em tratamento de água.* In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, Lima. Anais... Lima [S.n.], 1998. p. 100 - 107. Lima.
- Valencia, J.A. (1992) *Teoría y práctica de la purificación del agua.* Colombia: Acodal - Asociacion Colombiana de Ingenieria Sanitaria Y Ambiental, 1992. v.2, 793 p. Colombia.

Agradecimentos

- Prof. Dr. Edson Pereira Tangerino;
- CAPES, FAPESP;
- SABESP.

Gilberto José da Paz Jr
gjpaz@sabesp.com.br