

Filtração direta ascendente melhorada

LUIZ DI BERNARDO

Professor da Escola de Engenharia de São Carlos-USP.

LUIZ C. FERNANDES

Estudante de Pós-graduação - Mestrado, EESC-USP.

Para estudar meios de melhorar o funcionamento de sistemas de filtração direta ascendente, foi realizado um trabalho experimental em instalação-piloto, invertendo-se a camada-suporte na interface, isto é, após a subcamada de pedregulho mais fino, utilizar outras, sobre esta, de granulometria maior. Os resultados foram interessantes.

A filtração direta ascendente tem sido objeto de muitas pesquisas na Escola de Engenharia de São Carlos - USP e, como resultado, tem-se conseguido melhorar muito esta tecnologia, principalmente no que diz respeito à realização de descargas de fundo intermediárias, durante a carreira de filtração. Em trabalhos realizados recentemente, verificou-se que, apesar de a camada-suporte desempenhar um papel fundamental na filtração direta ascendente, é na interface areia grossa-pedregulho fino que ocorre grande retenção de impurezas. Adicionalmente, é nessa região que podem ocorrer rupturas, com prejuízo à qualidade da água filtrada, principalmente quando são realizadas descargas de fundo intermediárias, que tendem a compactar demasiadamente o material filtrante.

Com o objetivo de estudar meios de melhorar o funcionamento de sistemas de filtração direta ascendente, foi realizado um trabalho experimental, em instalação-piloto, invertendo-se a camada-suporte na interface, isto é, após a subcamada de pedregulho mais fino, utilizar outras, sobre esta, de granulometria maior. Adicionalmente, procurou-se estudar métodos mais apropriados de realizar as descargas de fundo intermediárias, como introdução de água filtrada, existente acima da camada de areia ou proveniente de fonte externa, na interface.

Com base no trabalho experimental realizado, concluiu-se que (i) a inversão de subcamadas de pedregulho de tamanho maior, sobre a de pedregulho mais fino, conduz à obtenção de melhores resultados; (ii) a transferência de água da parte superior do filtro para interface por ocasião da realização de descargas de fundo intermediárias reduz os picos de turbidez e microrganismos, que comumente ocorriam quando as mesmas eram efetuadas simplesmente com desvio do afluente e abertura da válvula existente no fundo do filtro; (iii) dentre os diversos métodos de realizar as descargas de fundo intermediárias, o que produziu melhores resultados foi através da introdução direta de água, proveniente de fonte externa, na interface do filtro.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos processos de tratamento de água destaca-se a filtração direta ascendente, pois, além de produzir um

efluente de qualidade satisfatória, permite uma redução considerável de custo de implantação e de consumo de produtos químicos, quando comparada a uma estação completa de tratamento onde se têm as operações de coagulação, floculação, sedimentação e filtração em unidades independentes⁽¹²⁾. Apesar de ser empregada, desde o século passado, com sucesso em diversos países europeus^(6,17), somente a partir de 1970⁽¹⁵⁾ começou realmente a ser utilizada no Brasil.

Diversas pesquisas já foram concluídas^(8,9,10,11,12,13,19 e 22) e outras continuam sendo realizadas na Escola de Engenharia de São Carlos-USP para, além de procurar compreender os mecanismos da filtração direta ascendente, colher parâmetros para projetos de estações de tratamento empregando essa tecnologia.

Foi verificado, inicialmente, que a camada-suporte desempenha um papel importante na filtração direta ascendente, sendo responsável pelo processo de floculação e pela remoção de grande parte da turbidez presente no afluente⁽⁸⁾. A partir dessa constatação, foi desenvolvido um trabalho experimental, comparando-se dois filtros. Em um deles, efetuavam-se descargas de fundo durante a carreira de filtração, desviando-se o afluente e abrindo-se uma válvula de gaveta localizada na canalização de entrada, de modo que a água existente no filtro escoasse no sentido descendente, causando um arrastamento dos sólidos retidos na camada-suporte e, possivelmente, da parte inicial da camada de areia, de granulometria maior.

Foi constatado que, em comparação com o filtro em que não eram realizadas tais descargas, a duração da carreira de filtração aumentava em até sete vezes para uma mesma taxa de filtração, compreendida entre 120 e 240m³/m². dia⁽¹¹⁾.

A partir desses dois trabalhos^(8,11), Teixeira⁽²²⁾ realizou um trabalho experimental com três filtros-piloto com camadas de areia de espessuras iguais a 2,0, 1,6 e 1,2m e camadas-suporte de 0,4, 0,8 e 1,2m, respectivamente, empregando taxas de filtração compreendidas entre 160 e 280m³/m². dia. O principal resultado desse trabalho foi que as maiores perdas de carga ocorriam na interface e que a realização de descargas de fundo intermediárias favorecia o aparecimento de picos de turbidez, às vezes muito elevadas, após o reinício de operação do filtro. Adicionalmente, Teixeira⁽²²⁾ concluiu que o filtro não deveria possuir camada de areia inferior a 1,6m e que não se obtinham benefícios substanciais com camadas-suporte superiores a 0,8m de espessura total.

Seguindo as recomendações de Teixeira⁽²²⁾ com relação à camada de areia e a suporte, Patteriani⁽¹⁹⁾ realizou um trabalho experimental para verificar o que ocorria com a qualidade bacteriológica do efluente de sistemas de filtração direta, principalmente quando eram realizadas descargas de fundo intermediárias, em número de 1, 2, 4, 6 e 8, mantendo-se constante a taxa de filtração, igual a 200 m³/m². dia. Foi verificado que, além do pico de turbidez, ocorria um aumento considerável no NMP de coliformes totais após a realização de uma descarga de fundo intermediária, recomendando-se que, quanto mais frequentes e próximas (no início da carreira) fossem realizadas tais descargas, provavelmente melhores seriam os resultados obtidos.

Trabalhando com a mesma instalação-piloto de Patteriani⁽¹⁹⁾, Yatsugafu⁽²³⁾ passou a realizar as descargas intermediárias em número maior e mais frequentes no início da carreira de filtração, tentando impedir um acúmulo mais acentuado de impurezas no início da camada de areia. Para taxas de filtração compreendidas entre 160 e 280 m³/m².dia, a realização de até 16 descargas intermediárias e afluente com NMP de coliformes totais variando entre 100 e 16.000 coli/100 ml, Yat-

sugafu⁽¹⁹⁾ conseguiu reduzir consideravelmente os picos de turbidez e microrganismos em relação aos trabalhos de Teixeira⁽²²⁾ e Patteriani⁽¹⁹⁾ até um certo tempo de operação. Porém, no final da carreira de filtração, ocorriam picos mais elevados de turbidez e microrganismos.

Como o trabalho realizado por Di Bernardo e Mendes⁽¹²⁾ mostrou que a coagulação da água a ser submetida à filtração ascendente é uma etapa fundamental e que a dosagem de coagulante necessária é da ordem de 25 a 50% daquela requerida em uma estação completa (coagulação, floculação, sedimentação e filtração descendente), construiu-se uma instalação-piloto, para trabalhar com água coagulada com dosagens apropriadas de sulfato de alumínio, com o objetivo de investigar:

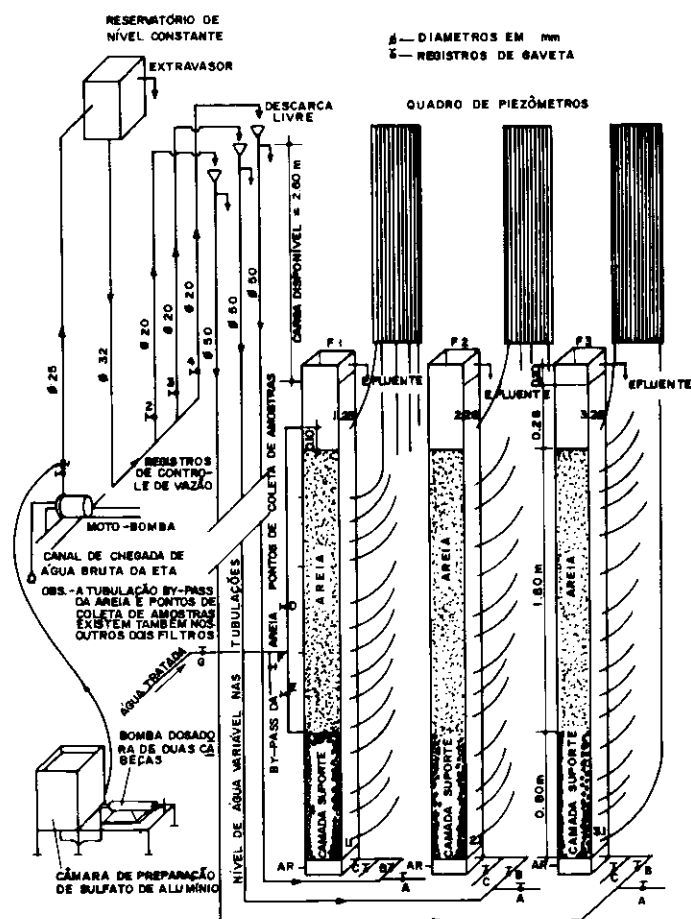
- (i) composição da camada-suporte no desempenho de sistemas de filtração direta ascendente.
- (ii) influência dos métodos de descargas de fundo intermediárias na duração da carreira de filtração e qualidade do efluente produzido.

INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL

Descrição da Instalação-Piloto

A Figura 1 apresenta um esquema da instalação-piloto utilizada. A água bruta era bombeada da câmara de chegada à Estação de Tratamento de Água de São Carlos (ETASC) para uma caixa elevada, provida de extravasor. Como a vazão de recalque era superior à utilizada nos filtros, o nível nessa caixa permanecia constante.

FIGURA 1
Esquema da instalação piloto



Na canalização de recalque de água bruta era injetada a solução de sulfato de alumínio através do uso de uma bomba dosadora. Da caixa de nível constante, com água coagulada, partia uma canalização de PVC de 32mm de diâmetro, contendo três derivações de 20mm, providas de registros, que descarregavam livremente em três funis receptores, de onde a água coagulada era conduzida para cada um dos três filtros de seção quadrada (0,2 x 0,2m), construídos em chapa de aço inoxidável, possuindo visor de acrílico em uma das faces e altura total de 3,0m. Na parte inferior, a 0,1m acima do fundo, dispunha-se de uma placa provida de 9 orifícios com 6,4mm de diâmetro, suportando a camada de pedregulho.

A canalização de entrada ao filtro possuía derivações e válvulas que permitiam desviar o afluente e executar a descarga de fundo. Através de canalização de PVC, foi feita uma interligação entre a parte superior do filtro (acima da areia) e a interface da areia com o pedregulho. Nessa mesma canalização era permitida a introdução de água de fonte externa, proveniente da rede de abastecimento da ETASC.

No fundo do filtro, dispunha-se de uma canalização de cobre, com 6,4mm de diâmetro, tendo orifícios de 1,6mm de diâmetro, destinada à distribuição de ar para a lavagem auxiliar.

Ao longo da camada-suporte e de areia dos três filtros, foram executadas tomadas de pressão, utilizando-se de piezômetros para medida da perda de carga.

A água filtrada e a de lavagem eram coletadas na parte superior, distante cerca de 0,5m do topo da camada de areia, através de canalização com 38mm de diâmetro e encaminhadas para uma canalização comum de 50mm de diâmetro.

Características da Camada-Suporte e Areia

O Quadro 1 apresenta as características das camadas-suporte e areia utilizadas no presente estudo.

QUADRO 1 — Características das Camadas-Suporte e Areia

FILTROS	CAMADA	SUPORTE		CAMADA DE AREIA		
		Espessura (cm)	Tamanho (mm)	Espessura (cm)	Diâmetro (mm)	Tamanho Efetivo (mm) / Coeficiente de Desuniformidade
F ₁		15	31,7 - 25,4	160	0,59 a 1,68	0,85 / 1,6
		15	25,4 - 15,9			
		15	15,9 - 9,5			
		17,5	9,5 - 4,8			
		17,5	4,8 - 2,4			
Total = 80,0						
F ₂		10	31,7 - 25,4	160	0,59 a 1,68	0,85 / 1,6
		10	25,4 - 15,9			
		10	15,9 - 9,5			
		15	9,5 - 4,8			
		20	4,8 - 2,4			
Total = 80,0						
F ₃		7,5	31,7 - 25,4	160	0,50 a 1,68	0,85 / 1,6
		7,5	25,4 - 15,9			
		10,0	15,9 - 9,5			
		12,5	9,5 - 4,8			
		20	4,8 - 2,4			
Total = 80,0						

Determinação da Dosagem de Sulfato de Alumínio

O trabalho experimental foi realizado em duas fases: Fase I, correspondente à filtração de água coagulada em papel de fil-

tro; Fase II, relativa à realização de ensaios de filtração direta ascendente em instalação-piloto, utilizando-se das dosagens de sulfato de alumínio determinadas na Fase I.

Fase I

Para a realização da Fase I, foram utilizados os seguintes equipamentos: aparelho de *Jar-Test*, funil de vidro; papel de filtro (Whatman 40); frasco volumétrico para suporte do funil e coleta de água filtrada em papel de filtro; potenciômetro analógico (Micronal, modelo B-278); turbidímetro modelo 2100 A — Produto da Hach Chemical Co.

A seguinte metodologia foi empregada nessa fase⁽⁹⁾:

- a) coletar água bruta;
- b) realizar a coagulação através de mistura rápida, utilizando-se de uma dosagem de sulfato de alumínio correspondente a 50% da ETASC;
- c) colocar 150 ml da água coagulada no funil contendo o papel de filtro;
- d) determinar a turbidez dessa água filtrada;
- e) se a turbidez resultar menor do que 1 UT, determinar o pH dessa água;
- f) se o valor da turbidez resultar maior do que 1 UT, era pesquisada outra dosagem de sulfato de alumínio.

Fase II

A vazão de água bruta, mantida aproximadamente constante e igual a 1600 l/h (superior à vazão máxima afluyente aos filtros), era coagulada e desviada dos filtros até que fosse obtido o pH de coagulação correspondente ao ensaio de filtração em papel de filtro da Fase I que tivesse fornecido um valor de turbidez inferior a 1 UT. Assim que essa condição fosse obtida, era iniciado o ensaio de filtração.

Taxas de Filtração

Os três filtros funcionaram em paralelo, recebendo água da mesma qualidade, para as taxas de filtração de 160, 200, 240 e 280 m³/m².dia. Para a taxa de filtração de 200 m³/m².dia foi realizado um ensaio sem descargas de fundo intermediárias e treze utilizando descargas de fundo. Para as demais, foram efetuados somente ensaios com descargas de fundo intermediárias. As vazões dos afluentes aos filtros, assim como a dosagem de coagulante, eram verificadas várias vezes durante um ensaio.

Métodos de Descargas de Fundo Intermediárias

De posse dos valores da perda de carga total inicial para cada taxa de filtração e levando-se em conta que a carga hidráulica total disponível era de 2,40 m (areia e camada-suporte), foi programada a realização das descargas intermediárias, de modo que a diferença entre a perda de carga total (2,40 m) e a perda de carga total inicial (variável), dividida por um incremento de perda de carga, resultasse num número inteiro de descargas intermediárias para cada taxa (2, 4, 6 e 8).

As descargas de fundo foram realizadas de quatro formas, conforme segue (vide figura 1):

- A) I — fechadas as válvulas D, E, F e G;
- II — abertura da válvula A;
- III — fechamento da válvula B;
- IV — abertura completa da válvula C;

- V — manutenção da válvula C aberta até que o nível de água no interior do filtro atingisse um nível correspondente a 15 cm acima do topo da camada de areia;
- VI — fechamento da válvula C;
- VII — fechamento da válvula A e, concomitantemente, abertura da válvula B.

- B) I — fechadas as válvulas F e G;
 - II — abertura da válvula A;
 - III — fechamento da válvula B;
 - IV — abertura completa da válvula C e, concomitantemente, abertura das válvulas D e E;
 - V — manutenção da válvula C aberta até que o nível de água no interior do filtro atingisse um ponto correspondente a 15 cm acima do topo da camada de areia;
 - VI — concomitantemente, fechamento das válvulas C, D e E;
 - VII — fechamento da válvula A e, concomitantemente, abertura da válvula B.
- C) I — fechadas as válvulas D e E;
 - II — abertura das válvulas G e F;
 - III — vazão de descarga ajustada na válvula F;
 - IV — abertura da válvula A;
 - V — fechamento da válvula B;
 - VI — ao mesmo tempo, abertura das válvulas C e D e fechamento da válvula F;
 - VII — manutenção da válvula C aberta até o fim do tempo de descarga. Durante a descarga, o N.A. no interior do filtro permanecia aproximadamente constante no nível da saída de 38 mm;
 - VIII — fechamento da válvula C e, concomitantemente, abertura da válvula F e fechamento da D;
 - IX — fechamento da válvula A e, ao mesmo tempo, abertura da válvula B;
 - X — fechamento das válvulas G e F.
- D) I — fechadas as válvulas D e E;
 - II — abertura das válvulas G e F;
 - III — vazão de descarga ajustada na válvula F;
 - IV — abertura da válvula A;
 - V — fechamento da válvula B;
 - VI — abertura das válvulas C e E e, concomitantemente, fechamento da válvula F;
 - VII — manutenção da válvula C aberta até o final do tempo de descarga. Durante a descarga, o nível de água no interior do filtro permanecia aproximadamente constante na altura da canalização de saída de 38 mm;
 - VIII — ao mesmo tempo, fechamento das válvulas C e E e abertura da F;
 - IX — fechamento da válvula A e, concomitantemente, abertura da válvula B;
 - X — fechamento das válvulas G e F.

É importante ressaltar que os métodos C e D foram estudados com quatro descargas intermediárias. As vazões ajustadas com a válvula F no passo III foram obtidas através de medições efetuadas por ocasião dos ensaios em que os métodos A e B foram empregados.

Condição de Término de um Ensaio de Filtração

Um ensaio era considerado encerrado quando uma das seguintes condições ocorria:

- a) Perda de carga total (camada suporte e camada de areia) igual a 2,40m.
- b) Turbidez do efluente igual a 1,0 UT

Lavagem dos Filtros

Após o encerramento de uma carreira de filtração, era procedida a remoção dos sólidos presentes em grande quantidade na camada suporte, através de uma descarga de fundo, até que o nível de água no filtro atingisse aproximadamente 10cm acima da camada de areia. Em seguida, era insuflado ar proveniente do compressor, através do fundo falso, durante um período de 3 a 5 minutos. Posteriormente, após cessar a entrada de ar, era introduzida água em fluxo ascendente para que se obtivesse uma expansão da camada de areia de 20 a 30%, durante um período de 10 minutos.

Coleta e Análise de Amostras

Foram coletadas amostras da água ao longo da camada de areia e do efluente final, em intervalos de tempo que variaram em função da taxa de filtração e do número de descargas de fundo, tomando-se como base um intervalo de duas horas. Para todas as amostras foram determinados os valores de cor e turbidez. Simultaneamente à coleta de amostras, foram lidas as perdas de carga, através dos piezômetros, ao longo do meio filtrante (camada suporte e a da areia).

Foram coletadas amostras do efluente final e lidas as perdas de carga ao longo do filtro, antes e depois de cada operação de descarga, a fim de se avaliar os efeitos das descargas de fundo na qualidade da água produzida e na recuperação da carga hidráulica disponível.

A determinação do NMP de coliformes totais das amostras foi feita através da técnica de fermentação em tubos múltiplos, de acordo com os padrões do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater"⁽¹⁾ e trabalho da referência⁽⁷⁾.

RESULTADOS

O Quadro 2 (ver ao fim deste trabalho, junto com outros quadros e figuras) apresenta um resumo geral dos dados obtidos nos dezesseis ensaios realizados, contendo a taxa de filtração e valores máximos, médios e mínimos das dosagens de sulfato de alumínio na ETASC e instalação piloto, cor aparente e turbidez da água coagulada e efluentes dos filtros.

O Quadro 3 apresenta, para os mesmos ensaios correspondentes ao Quadro 2, o número de descargas intermediárias e o método de realizá-las, duração das carreiras de filtração e observações a respeito da ocorrência da ruptura na interface entre a areia e pedregulho.

Os Quadros 4, 5, 6 e 7 apresentam, respectivamente, os dados relativos aos métodos de realização de descargas intermediárias A, B, C e D. Para uma taxa de $200\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ e a realização de 4 descargas são fornecidos, principalmente, os valores do NMP de coliformes totais dos efluentes dos filtros, antes, durante e após a execução das descargas.

A Figura 2 mostra o comportamento típico do desempenho dos três filtros quando não são executadas as descargas de fundo intermediárias. As Figuras 3, 4, 5 e 6, correspondentes aos ensaios dos Quadros 4, 5, 6 e 7 apresentam os dados de turbidez e coliformes totais do afluente e efluentes dos três filtros, além da perda de carga, em função do tempo de operação. Embora se tenham figuras semelhantes para os demais ensaios, julgou-se conveniente apresentar somente essas pelo fato das mesmas mostrarem o comportamento típico do desempenho dos filtros.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O Quadro 2 mostra claramente que é possível produzir um efluente de excelente qualidade, com relação à turbidez e cor

aparente, independentemente da taxa de filtração e conformação da camada suporte. É possível verificar, nesse quadro, que a dosagem de sulfato de alumínio utilizada na instalação piloto correspondia, geralmente, a cerca de 30 a 40% da dosagem da ETASC, o que configura a grande vantagem dos sistemas de filtração direta em relação às estações completas. De um modo geral, o filtro F_3 apresentou efluente com turbidez ligeiramente inferior à dos efluentes dos filtros F_1 e F_2 .

O Quadro 3 mostra que, invariavelmente, o filtro F_3 apresentou carreiras de filtração mais curtas que os filtros F_1 e F_2 , resultando entre 80 e 95% da do filtro F_1 , no qual as carreiras foram mais longas. Entretanto, há que se ressaltar a ocorrência de rupturas na interface dos filtros F_1 e F_2 para as taxas de 160 e $200\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$, o que aconteceu para o filtro F_3 somente para as taxas mais elevadas. Embora as rupturas não tenham causado problemas operacionais, como ascensão da camada de areia devido, provavelmente, à pequena área dos filtros (efeito de arco), essas rupturas poderiam favorecer o aparecimento de correntes ascensionais preferenciais em instalações reais, com prejuízo considerável da qualidade do efluente. Considerando esses aspectos, o filtro F_3 correspondeu plenamente ao que se imaginava inicialmente (para taxa de filtração máxima de $200\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$), pois com o uso de subcamadas de pedregulho de tamanho maior sobre a de tamanho menor (filtro F_1), obtém-se, na interface, uma porosidade menor do pedregulho e maior da areia nessa região, reduzindo os efeitos da compactação que se produz devido a execução das descargas intermediárias.

Conforme já se verificou em outros trabalhos anteriores^(11,19,22,23), a realização de descargas de fundo intermediárias conduz, inevitavelmente, à obtenção de carreiras de filtração consideravelmente mais longas quando as mesmas não são realizadas, o que pode ser observado no Quadro 3 quando se compara o ensaio n.º 1 com os demais ou a Figura 2 com as 3, 4, 5 e 6.

Os Quadros 4, 5, 6 e 7 e as Figuras 3, 4, 5 e 6, que correspondem, respectivamente, aos mesmos ensaios, mostram claramente que, independentemente do método de realização das descargas intermediárias, os picos de turbidez e coliformes totais são substancialmente menores que aqueles observados nos trabalhos das referências 11, 19, 22 e 23. A explicação para esse fato é que aqueles pesquisadores trabalharam com água coagulada na ETASC, cuja dosagem de sulfato de alumínio é bem maior que a necessária a um sistema de filtração direta, conforme já havia sido verificado por Di Bernardo e Mendes⁽¹²⁾, o que causa a ocorrência prematura do traspasse. Com relação aos métodos de realização das descargas de fundo intermediárias, o método D, com introdução de água proveniente de fonte externa na interface, resultou o mais eficiente, pois o pico de turbidez foi praticamente desprezível, como também foi muito pequeno o NMP de coliformes totais após o reinício da filtração de água coagulada. A vazão necessária para que o nível de água acima da camada de areia não sofresse variações significativas, variou entre a primeira e a última descarga, pois realmente ocorre uma certa compactação na interface. As medições efetuadas mostraram que se obtém uma limpeza satisfatória da camada de pedregulho com taxas de descarga (vazão dividida pela área do filtro em planta) compreendidas entre 800 e $1.200\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ e durações das descargas entre 5 e 25 segundos.

Quando se trata de uma instalação protótipo, poderão ocorrer dificuldades com relação à distribuição da água na interface, pois, provavelmente, haverá a necessidade de canalizações perfuradas naquela região. Como no método C, com introdução de água na parte superior do filtro, os resultados também são melhores que os obtidos com os métodos A e B, essa parece ser uma alternativa em substituição ao método D, porém, deve-se ter em mente que, com D, a qualidade do efluente seria melhor, embora seja menor a duração da carreira de filtração.

Com base no trabalho experimental realizado, concluiu-se que:

a) para taxas de filtração compreendidas entre 160 e 280m³/m².dia, a execução de descargas de fundo conduzem à obtenção de carreiras de filtração mais longas;

b) dentre os três filtros, o F₁, que possuía uma camada suporte normal, apresentou carreiras de filtração mais longas que os filtros F₂ e F₃, que tiveram subcamadas de pedregulho de tamanho maior dispostas sobre a que possuía pedregulho de menor tamanho, para taxas de filtração entre 160 e 280m³/m².dia;

c) quando a água bruta é coagulada de forma apropriada a um sistema de filtração direta ascendente, os picos de turbidez e coliformes totais, decorrentes da execução de descargas de fundo intermediárias, são substancialmente reduzidos se comparados aos que se obtém quando a água bruta é coagulada para ser submetida à floculação e sedimentação, resultado este, válido para taxas de filtração compreendidas entre 160 e 280m³/m².dia.

d) para taxas de filtração inferiores a 200m³/m².dia, o filtro F₃ não apresentou rupturas na interface, o que garante uma segurança na produção de água filtrada, principalmente quando se considera uma instalação protótipo; essa ruptura, que ocorreu nos filtros F₁ e F₂ para todas as taxas de filtração, somente ocorreu no filtro F₃ para as taxas de 240 a 280m³/m².dia no final da carreira de filtração.

e) dentre os métodos de realização de descargas de fundo intermediárias, o que apresentou resultados melhores foi aquele em que a água proveniente de fonte externa é introduzida na interface (método D), tanto pela produção de água de melhor qualidade (física e bacteriológica) quanto pela obtenção de carreira de filtração mais longa.

BIBLIOGRAFIA

1 — AWWA, APHA, WPCF — *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 13 rd. Ed. N.Y., 1971.

2 — Arboleda, V.J. — “Filtros Rápidos de Fluxo Ascendente” — *Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del Agua* — Cap. VIII — p. 461-468, 1972.

3 — Arboleda, V.J. — “Filtros de Flujo Ascendente — Aspecto de Proyecto” — Tema 3 — Capítulo 7 — 9.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária — Belo Horizonte, MG — 3 a 8 de julho de 1977.

4 — Azevedo Neto, J.M. e Di Bernardo, L. — “Instalação Piloto de Superfiltração” — *Revista ABES*, vol. 3; 3 de julho — setembro de 1974.

5 — Azevedo Neto, J.M. — “Filtros de Fluxo Ascendente” — in: *Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água* — Vol. 2 — Cetesb — São Paulo, 1974 — p. 903-912.

6 — Calise, V.J. e Homer, W.A. — *Russian and Eastern European Water Treatment Practices* — Nineteenth Annual Water Conference of the Engineers Society of Western — Pennsylvania, Pittsburg, USA, dec. 1958.

7 — Christovão, D.A. — “Bacteriologia da Água — Seu Exame e Controle Bacteriológico” — Separata do livro: *Operações e Manutenção de Estações de Tratamento de Água* — Faculdade de Saúde Pública, USP e OPS, 1965.

8 — Di Bernardo, L. *et alii* — “Estudo das Influências das Características Hidráulicas e da Camada de Areia na Filtração Ascendente” — *Revista DAE*, ano XLII, n.º 131, dezembro 1982.

9 — Di Bernardo, L. — “Comparação entre a Filtração realizada em Papel de Filtro e em Instalação Piloto de Filtração Direta Ascendente” — Anais do XIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental — Santiago, Chile, nov. 1984.

10 — Di Bernardo, L. e Razaboni, J.D. — “Estudo das Influências do Emprego de Amido de Batata como auxiliar na Filtração Direta Ascendente” — XIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental — Santiago, Chile, nov. 1984.

11 — Di Bernardo, L. e Razaboni, J.D. — “Influência da Realização de Descargas de Fundo Durante a Carreira de Filtração no Comportamento de Sistemas de Filtração Direta Ascendente” — XIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental — Santiago, Chile, nov. 1984.

12 — Di Bernardo, L. Mendes, C.G. da Nave — “Coagulação e Filtração Direta Ascendente” — XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental — 18 a 23 de agosto, 1985 — Maceió.

13 — Di Bernardo, L. e Mendes, C.G. da Nave — “Estudo das Influências das Dosagens de Produtos Químicos na Filtração Direta Ascendente” — XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental — 18 a 23 de agosto, 1985 — Maceió.

14 — Geldreich, E.E. *et alii* — “Type Distribution of Coliforme Bacteria in the Faces of Warm Boidled Animal” — *J.W.P.C.F.*, vol. 34:(34), 1962.

15 — Grinplastch, Bernardo S. — “Nova Técnica de Filtração em Uso no Brasil” — VI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária — Tema 1, vol. 1 — p. 97-100 — São Paulo, 1971.

16 — Haney, By Ben, J. e Steimle, Stephene — “Upflow Filtration Saves Capital”.

17 — Miller, Derek, G. — “Experiences with Upflow Filters” — Symposium on New Methods of Water Treatment Pan American Health Organization — Assunpcion, Paraguay — august, 1972.

18 — Oeben, Rudolf W. & Haines, Howard P. & Ives, Kenneth J. — “Comparison of Normal and Reverse-Graded Filtration” — *Journal of American Water Works Association* — p. 429-439. nov. 1967.

19 — Paterniani, J.E. Stipp — “Estudo da Influência de Descarga de Fundo na Eficiência da Remoção de Microorganismos em Sistemas de Filtração Direta Ascendente” — São Carlos, 1986, 139 p. (Dissertação de Mestrado apresentada à EESC-USP).

20 — Richter, C.A. — “Filtração Ascendente e Descendente: Aspectos Operacionais” 9.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária — Belo Horizonte, MG — ABES — 3 a 8 de julho de 1977.

21 — Smit, P. — “Upflow Filter” — *Journal of American Water Works Association* — p. 804-806 — jun. 1963.

22 — Teixeira, B.A. do Nascimento — “Influências das Características da Camada Suporte e da Areia na Eficiência da Filtração Direta Ascendente” — São Carlos, 1986-194 p. (Dissertação de Mestrado apresentada à EESC-USP).

23 — Yatsugafu, P.H. — “Influência da Taxa de Filtração e do Número de Descargas de Fundo Intermediárias na Eficiência de Remoção de Microorganismos em sistemas de Filtração Direta Ascendente” — Dissertação de Mestrado, em fase final de redação — EESC-USP, jan. de 1987.

Os autores desejam expressar seus agradecimentos à Fapesp, pelo auxílio à pesquisa, à EESC-USP e ao SAAE de São Carlos.

QUADRO 2

Valores máximo, médio e mínimo de turbidez e cor aparente do afluente e efluentes dos filtros para diferentes taxas de filtração.

Nº DO ENSAIO	TAXA (m³/m².dia)	DOSAGEM DO SULFATO DE ALUMÍNIO (mg/l)						COR APARENTE DA ÁGUA COAGULADA (UC)			COR DOS EFLUENTES (UC)			TURBIDEZ DA ÁGUA COAGUL (UT)			TURBIDEZ DOS EFLUENTES (UT)								
		ETASC			EXPERIMENTAL			MAX	MED	MIN	F1	F2	F3	MAX	MED	MIN	F1			F2			F3		
		MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN										MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN
1	200	26,90	17,75	15,30	7,80	7,50	7,20	100	60	50	<2,5	<2,5	<2,5	28	13	11	1,30	0,25	0,12	1,20	0,23	0,12	1,20	0,17	0,13
2	200	14,10	13,75	13,40	7,00	4,80	4,00	30	25	20	<2,5	<2,5	<2,5	12	11	10	1,60	0,38	0,27	1,70	0,32	0,27	2,20	0,33	0,27
3	200	16,74	14,50	13,86	4,83	4,83	4,83	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	12	11	10	3,00	0,22	0,12	2,60	0,26	0,14	2,30	0,20	0,10
4	200	19,00	15,11	12,70	6,94	5,67	4,90	120	35	20	<2,5	<2,5	<2,5	25	15	11	3,50	0,25	0,17	2,80	0,22	0,15	3,30	0,22	0,17
5	200	14,90	13,50	12,20	6,33	5,60	4,83	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	15	13	10	3,00	0,30	0,17	2,80	0,25	0,16	2,50	0,27	0,17
6	200	12,70	12,70	12,70	4,46	4,46	4,46	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	14	13	12	2,50	0,32	0,17	0,68	0,25	0,17	0,47	0,34	0,17
7	200	14,80	13,50	12,60	4,83	4,83	4,83	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	14	12	10	2,80	0,22	0,13	2,50	0,20	0,15	2,30	0,20	0,15
8	200	14,60	13,50	12,55	5,67	5,25	4,83	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	14	11	9	3,50	0,22	0,16	3,00	0,22	0,12	2,20	0,25	0,12
9	200	12,85	12,50	12,20	5,67	5,25	4,84	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	12	10	9	2,80	0,20	0,17	2,50	0,22	0,15	2,80	0,22	0,17
10	240	15,27	14,90	14,50	5,67	5,67	5,67	60	35	30	<2,5	<2,5	<2,5	30	14	13	2,70	0,30	0,17	3,00	0,35	0,15	2,00	0,25	0,17
11	280	13,76	13,46	13,16	4,80	4,80	4,80	25	22	20	<2,5	<2,5	<2,5	16	14	12	3,00	0,32	0,30	2,00	0,40	0,27	2,00	0,35	0,20
12	160	19,80	16,30	13,27	5,60	5,00	4,80	30	25	20	<2,5	<2,5	<2,5	16	13	11	3,50	0,32	0,20	3,00	0,34	0,23	3,00	0,28	0,22
13	200	11,60	11,55	11,50	4,83	4,83	4,83	30	25	20	<2,5	<2,5	<2,5	14	12	10	0,92	0,28	0,12	0,50	0,25	0,16	0,43	0,26	0,13
14	200	13,07	13,00	12,96	6,44	6,44	6,44	35	30	25	<2,5	<2,5	<2,5	14	12	10	3,00	0,23	0,17	0,70	0,22	0,17	0,40	0,22	0,14
15	200	30,76	15,35	13,16	6,33	6,33	6,33	150	50	20	<2,5	<2,5	<2,5	70	16	10	0,55	0,25	0,16	0,48	0,28	0,14	0,45	0,30	0,13
16	200	24,45	22,45	20,47	10,85	9,50	8,67	110	100	90	<2,5	<2,5	<2,5	35	25	20	0,83	0,43	0,18	0,70	0,25	0,14	0,61	0,28	0,17

QUADRO 3

Duração das carreiras de filtração em função da taxa de filtração, do número e métodos de realização das descargas de fundo intermediárias.

Nº DO ENSAIO	TAXA (m³/m².dia)	NÚMERO DE DESCARGAS												DURAÇÃO DA CARREIRA DE FILTRAÇÃO (HORAS)			OBSERVAÇÕES	
		A			B			C			D			F1	F2	F3		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3					
1	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	28	26:30	
2	200	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38:20	30:30	32:15	
3	200	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	50:25	42:00	36:30	
4	200	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47:45	44:00	43:10	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 4ª descarga
5	200	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	48:00	46:30	43:00	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 4ª descarga
6	200	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53:50	49:15	44:30	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 5ª e 4ª de carga respectivamente
7	200	-	-	-	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-	64:45	56:30	58:30	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 5ª descarga
8	200	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54:30	50:00	47:00	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 7ª e 6ª de carga respectivamente
9	200	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	69:15	61:15	66:00	Ruptura na interface em F1 após a 8ª descarga
10	240	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	45:15	37:30	39:30	Ruptura na interface em F1, F2 e F3 após a 7ª, 8ª e 8ª descarga respectivamente
11	280	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	39:40	31:45	31:30	Ruptura na interface em F1, F2 e F3 após a 4ª, 6ª e 7ª descarga respectivamente
12	160	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	96:45	88:45	86:30	Ruptura na interface em F1 após a 7ª descarga
13	200	-	-	-	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	49:00	44:40	42:00	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 3ª e 4ª de carga respectivamente
14	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	57:00	49:34	48:24	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 4ª descarga	
15	200	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43:30	40:20	39:30	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 4ª descarga
16	200	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	45:00	42:00	38:50	Ruptura na interface em F1 e F2 após a 4ª descarga

- (A) Normal.
- (B) Com auxílio do desvio.
- (C) Com introdução de água tratada acima da camada de areia.
- (D) Com intrôdução de água tratada na interface.

QUADRO 4

Características físico-químicas e bacteriológicas do afluente e efluentes dos filtros em horários de coleta.

Tipo de descarga: Método A
 Taxa de filtração: 200 m³/m².dia N.º de descargas: 4
 Ensaio n.º 15

DATA	HORA DE COLETA	AFLUENTE				EFLUENTE F-1				EFLUENTE F-2				EFLUENTE F-3			
		COR APARENTE (UC)	TURBIDEZ (UT)	N _M P DE CO-LEIFORES TO-TAIS/100 mL	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	N _M P DE CO-LEIFORES TO-TAIS/100 mL	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	N _M P DE CO-LEIFORES TO-TAIS/100 mL	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	N _M P DE CO-LEIFORES TO-TAIS/100 mL	PERDA DE CARGA (cm)
09/11	15:00	30	13	200	<2,5	0,55	23	38,0	<2,5	0,48	23,0	41	<2,5	0,45	23,0	43,0	
10/11	1:30	45	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,28	3,6	91,5	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,38	3,6	55,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,30	3,6	55,0	
	2:00	45	15	-	-	-	-	-	<2,5	0,25	9,1	86	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,42	3,6	65	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,33	23,0	65	-	-	-	-	
	3:00	45	15	-	<2,5	0,5	9,1	81,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,32	23	58,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,27	93	58,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9:00	20	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,19	75,0	121,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,30	23,0	73,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,23	15,0	73,0	
	10:30	25	11	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	15,0	130	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,42	9,1	90	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	7,3	90	-	-	-	-	
	12:00	30	12	2400	<2,5	0,22	23	126,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,16	0	84,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,16	0	84,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18:00	30	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,13	43,0	168,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,30	3,6	103,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	23,0	103,0	
	19:00	30	12	-	-	-	-	-	<2,5	0,14	9,1	162	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	7,2	115	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,14	9,1	115	-	-	-	-	
	21:00	50	28	-	<2,5	0,30	3,6	172,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,22	3,6	112,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,26	3,6	112,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
11/11	2:00	150	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	15,0	201,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,31	11,0	132,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	23,0	132,0	
	3:00	120	53	-	-	-	-	-	<2,5	0,15	7,3	200	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,28	3,6	148	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,23	23,0	148	-	-	-	-	
	5:30	100	24	4600	<2,5	0,25	43	199,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,32	28	142,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,32	11	142,0	-	-	-	-	-	-	-	-	

QUADRO 5

Características físico-químicas e bacteriológicas do afluente e efluentes dos filtros em horários de coleta.

Tipo de descarga: Método B
 Taxa de filtração: 200 m³/m².dia. N.º de descargas: 4
 Ensaio n.º 16

		AFLUENTE				EFLUENTE				F-1 EFLUENTE				F-2 EFLUENTE				F-3			
DATA	HORA DE COLETA	COR APARENTE (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	
11/12	10:00	100	26	1100	<2,5	0,83	23,0	38	<2,5	0,70	93,0	43	<2,5	0,61	43,0	46					
	19:45	100	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	23,0	85					
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,27	33,0	65				
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	23,0	65				
	21:30	100	33	-	-	-	-	-	<2,5	0,21	39,0	82	-	-	-	-					
		-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,25	95,0	68	-	-	-	-				
		-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,18	7,3	68	-	-	-	-				
	22:30	100	33	-	<2,5	0,20	23,0	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		-	-	-	<2,5	0,41	23,0	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		-	-	-	<2,5	0,33	9,1	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
12/12	6:00	100	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,23	9,1	134					
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,21	9,1	84					
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	11,0	84					
	8:45	100	30	-	-	-	-	-	<2,5	0,19	9,1	136	-	-	-	-					
		-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,32	15,0	95	-	-	-	-					
		-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,15	3,6	95	-	-	-	-					
	9:45	90	25	240	<2,5	0,18	23,0	123	-	-	-	-	-	-	-	-					
		-	-	-	<2,5	0,50	9,1	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		-	-	-	<2,5	0,35	9,1	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	13:30	90	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	3,6	161				
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,50	14,0	103					
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,40	15,0	103					
17:00	100	25	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	9,1	165	-	-	-	-						
	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,32	7,3	121	-	-	-	-						
	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	0	121	-	-	-	-						
18:15	100	25	-	<2,5	0,22	3,6	162,5	-	-	-	-	-	-	-	-						
	-	-	-	<2,5	0,67	7,3	109	-	-	-	-	-	-	-	-						
	-	-	-	<2,5	0,72	9,1	109	-	-	-	-	-	-	-	-						
21:30	100	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	3,6	204					
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,76	9,1	128					
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,25	3,6	128					
13/12	01:00	100	25	-	-	-	-	-	<2,5	0,14	3,6	209	-	-	-	-					
		-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,25	0	125	-	-	-	-					
		-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	3,00	125	-	-	-	-					
	2:45	80	20	200	<2,5	0,36	9,1	202	-	-	-	-	-	-	-	-					
	-	-	-	<2,5	0,52	23,0	137	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	-	-	-	<2,5	0,41	7,3	137	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

QUADRO 6

Características físico-químicas e bacteriológicas do afluente e efluentes dos filtros em horários de coleta.

Tipo de descarga: Método C
 Taxa de filtração: 200 m³/m².dia. N.º de descargas: 4
 Ensaio n.º 13

		A FLUENTE				E FLUENTE F-1				E FLUENTE F-2				E FLUENTE F-3			
DATA	HORA DE COLETA	COR APARENTEZ (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	
13/10	14:30	30	11	750	<2,5	0,92	9,1	37	<2,5	0,50	43,0	46	<2,5	0,43	43,0	50,0	
14/10	6:30	25	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,13	23,0	95,5	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,24	20,0	84,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,26	28,0	84,0	
	1:30	25	13	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	9,1	93	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,36	15,0	78	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	43,0	78	-	-	-	-	
	3:30	25	13	-	<2,5	0,40	43,0	83	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,23	9,1	64	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,17	9,1	64	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9:10	25	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,37	28,00	133,0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	28,0	86,0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,16	9,1	86,0
10:30	30	11	1500	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	20,0	126	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,24	20,0	87	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,21	20,0	87	-	-	-	-	
16:00	20	10	-	<2,5	0,18	23,0	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	<2,5	0,20	3,6	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	<2,5	0,12	23,0	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17:45	25	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,12	23,0	165,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	7,3	101,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,21	9,1	101,0	
19:00	25	12	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,25	7,3	163	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	7,3	112	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	3,6	112	-	-	-	-	
15/10	0:30	25	12	-	<2,5	0,26	9,1	158	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,22	3,6	102	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,15	9,1	102	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2:10	25	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	20,0	206,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,30	20,0	129,0	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,32	7,3	129,0	
3:25	25	12	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	206	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,23	0	140	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,37	3,6	140	-	-	-	-	
9:30	30	10	350	<2,5	0,35	0	202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	<2,5	0,15	0	129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	<2,5	0,15	7,3	129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

QUADRO 7

Características físico-químicas e bacteriológicas do afluente e efluentes dos filtros em horários de coleta.

Tipo de descarga: Método D
 Taxa de filtração: 200 m³/m².dia. N.º de descargas: 4
 Ensaio n.º 14

DATA	HORA DE COLETA	AFLUENTE		EFLUENTE		F-1 EFLUENTE		F-2 EFLUENTE		F-3							
		COR APARENTE (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)	COR (UC)	TURBIDEZ (UT)	NºP DE COLEIFORMES TO-TAIS/100 ml	PERDA DE CARGA (cm)					
17/11	15:00	30	11	2100	<2,5	3,0	240,0	37	<2,5	0,70	20,0	43	<2,5	0,40	9,1	46	
18/11	0:30	35	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	0	100	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	71	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	3,6	71	
	1:45	30	12	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	3,6	94	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,30	0	73	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,27	3,6	73	-	-	-	-	
	3:00	30	12	-	<2,5	0,23	9,1	84	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,30	15,0	64	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,27	0	64	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9:30	25	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	0	133
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,14	0	84
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	84
12:00	25	14	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	147	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,27	6,2	95	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	0	95	-	-	-	-		
13:30	30	11	750	<2,5	0,18	0	133	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	<2,5	0,22	7,3	80	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	<2,5	0,18	0	80	-	-	-	-	-	-	-	-		
20:30	30	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	176	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	110	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	110	
21:50	30	12	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	172	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	0	125	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	125	-	-	-	-		
19/11	2:00	30	11	-	<2,5	0,18	7,3	180	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,22	0	90	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	<2,5	0,17	0	90	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7:00	30	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,20	0	230	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,14	0	127	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,18	0	127	
9:00	30	12	-	-	-	-	-	<2,5	0,22	0	230	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,31	0	151	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	<2,5	0,23	0	151	-	-	-	-		
14:15	30	10	150	<2,5	0,17	0	202	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	<2,5	0,27	3,6	123	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	<2,5	0,17	0	123	-	-	-	-	-	-	-	-		

FIGURA 2

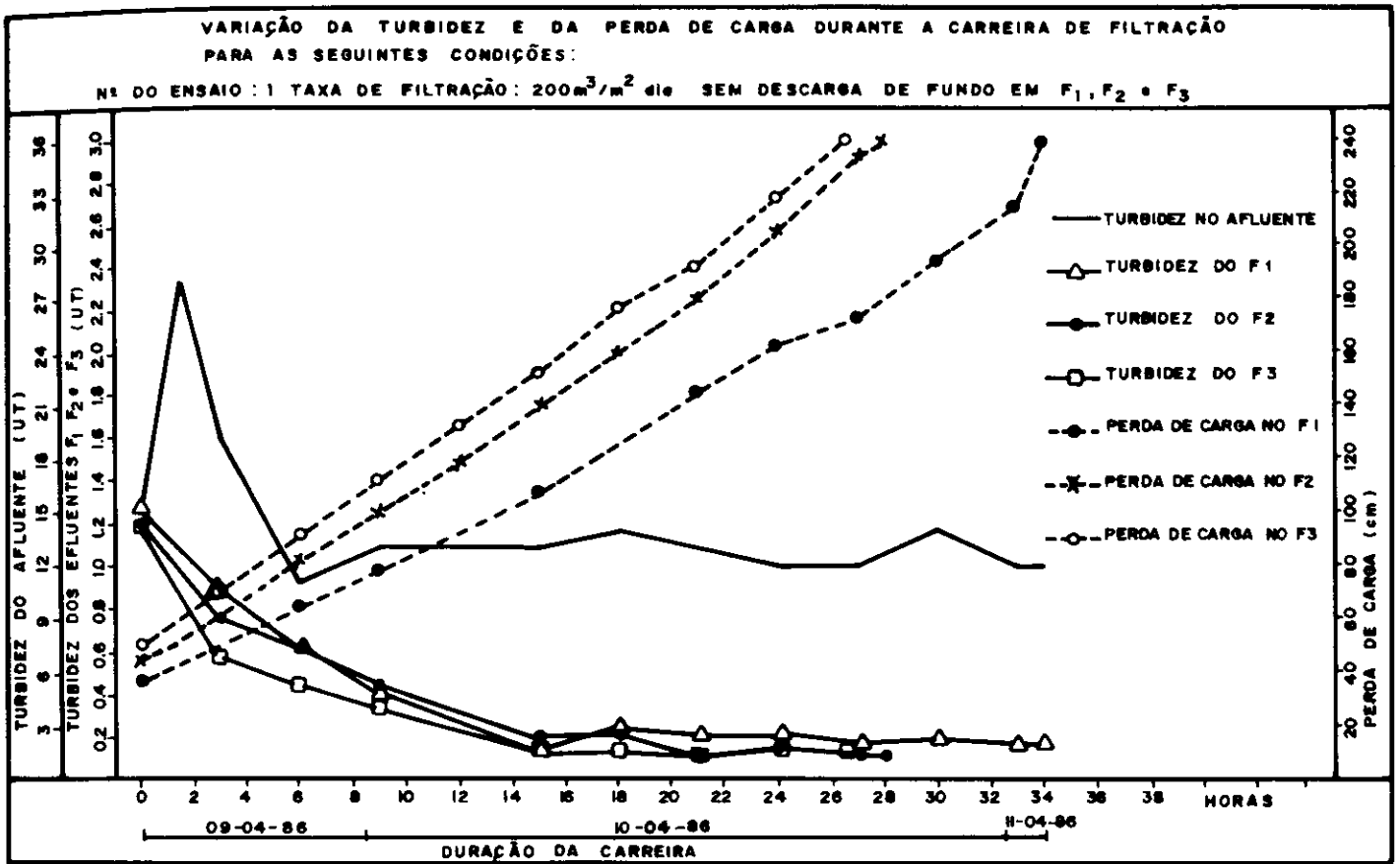


FIGURA 3

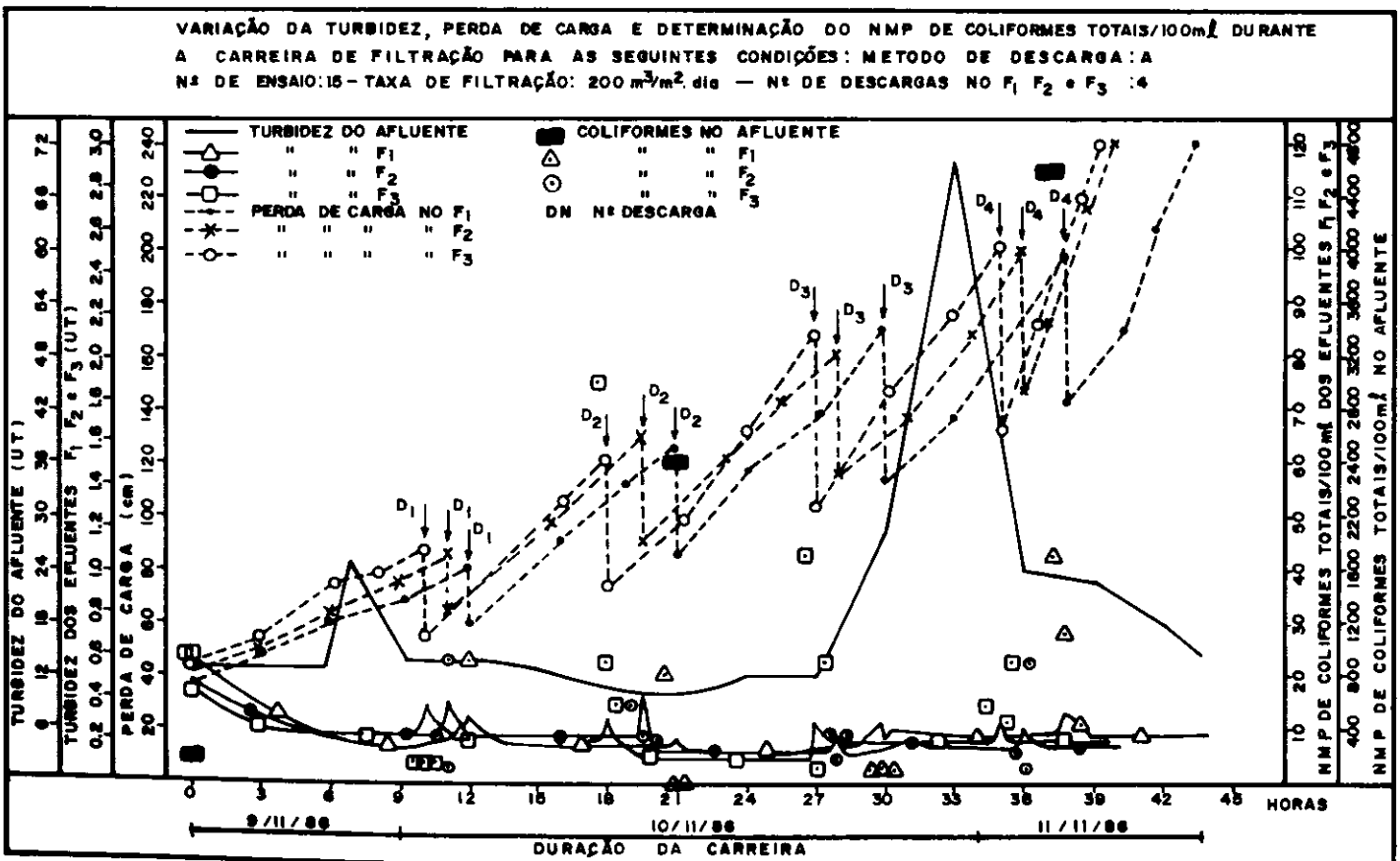


FIGURA 4

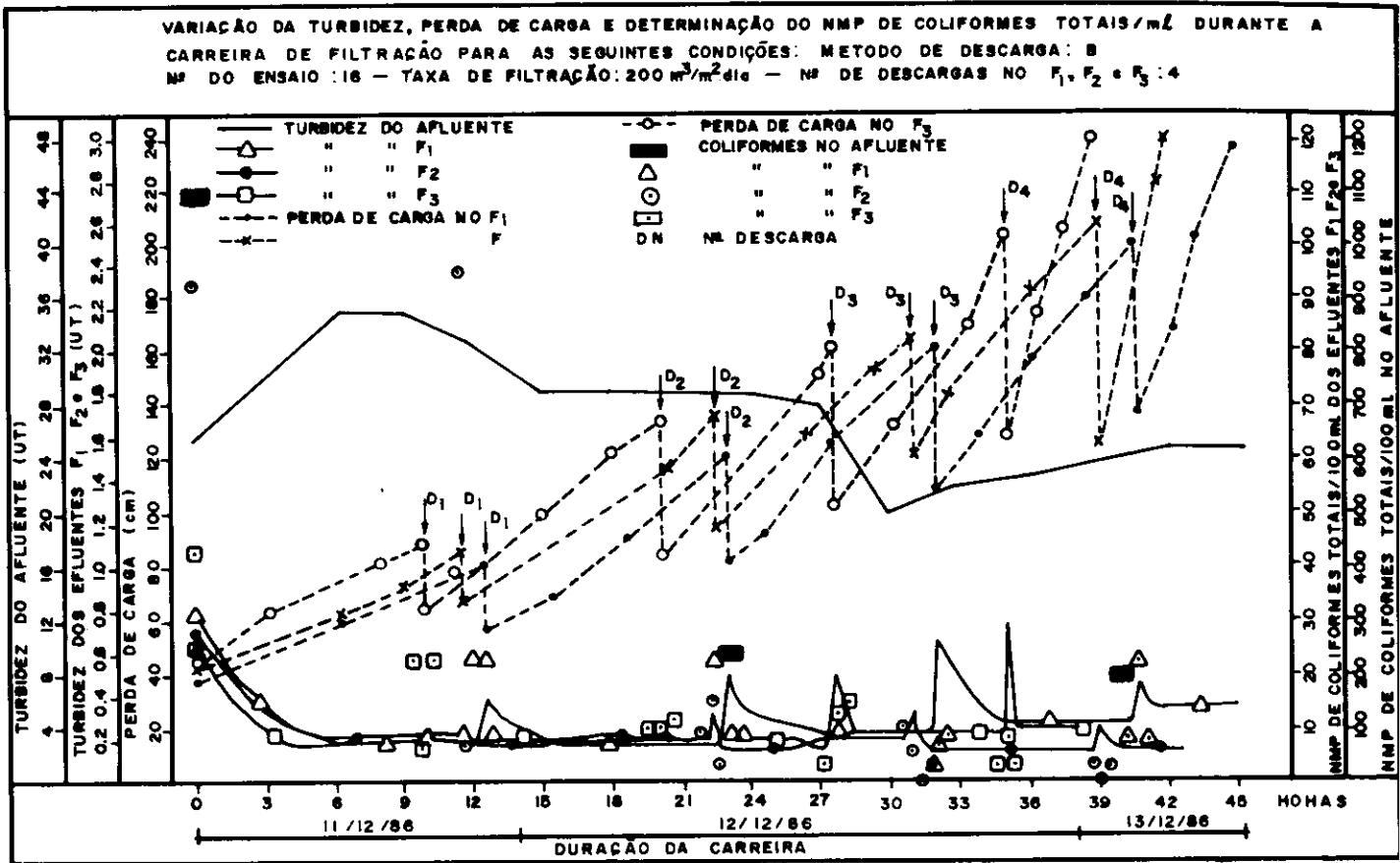


FIGURA 5

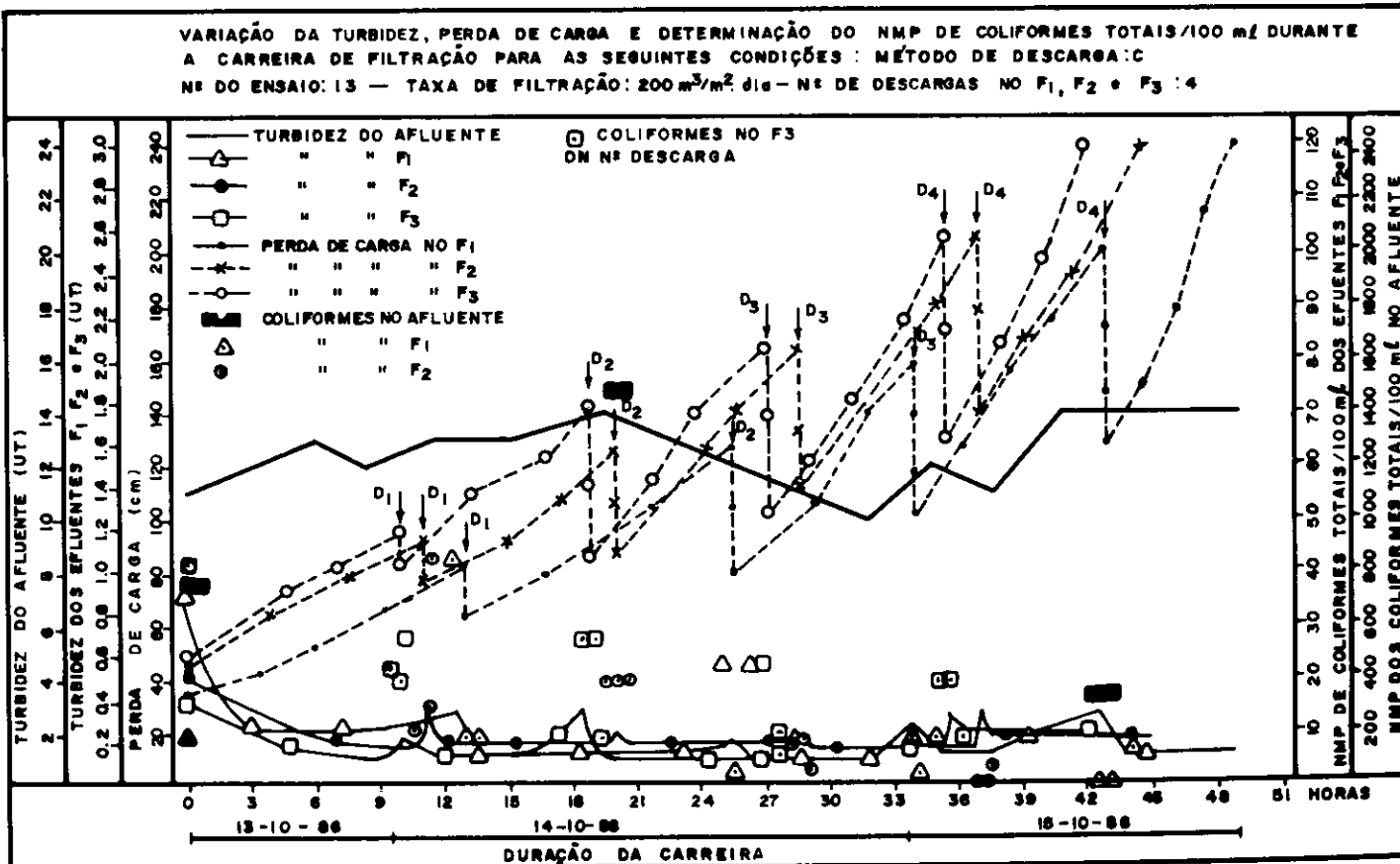


FIGURA 6

VARIAÇÃO DA TURBIDEZ, PERDA DE CARGA E DETERMINAÇÃO DO NMP DE COLIFORMES TOTAIS /100ml DURANTE A CARREIRA DE FILTRAÇÃO PARA AS SEQUINTES CONDIÇÕES: METODO DE DESCARGA : D
 Nº DO ENSAIO :14 - TAXA DE FILTRAÇÃO: 200m³/m².dia - Nº DE DESCARGAS NO F₁ F₂ e F₃:4

