

# Emprego de ejetor acoplado a filtro russo para eliminação de ferro e gases em águas subterrâneas

Lourival Lopes Ferreira Filho (1)  
Paulo Roberto Cruz Soares (2)  
Elivaldo Bragança Gil (3)  
Luiz Silvestre Pinheiro Paes Leme (4)

## Resumo

O presente trabalho tem por finalidade apresentar os resultados na pesquisa para eliminação de altos teores de ferro em águas subterrâneas.

Para tanto, foi construído em São Sebastião do Paraíba um filtro russo com vazão de 122 ml/s para utilização em estudos que permitissem testar todos os parâmetros do filtro e as técnicas de aplicação, inicialmente, de coagulantes e, no desenvolvimento dos trabalhos, utilização de ar visando, posteriormente, aplicá-la em modelos definitivos em localidades do Estado do Rio de Janeiro.

Após domínio das técnicas de operação do filtro e, concluída a fase de testes com os coagulantes selecionados, passou-se ao estudo de aplicação do ejetor como dispositivo capaz de possibilitar a introdução, de forma original e inédita, do ar como agente de oxidação do ferro.

Verificou-se também que com esse processo eliminavam-se gases porventura existentes na água em questão, razão por que se introduziram os purgadores ou exaustores para retirada do excesso de ar admitido e demais gases desprendidos.

Com a finalidade de regular a admissão de ar, colocou-se um rotâmetro aproveitando um medidor de gás cloro.

Todas as técnicas estudadas e introduzidas no sistema tiveram absoluto sucesso, conseguindo-se, como se depreende do presente trabalho, atingir os objetivos pretendidos.

Os parâmetros obtidos são, em síntese, os seguintes:

- 1 — Operação do filtro: em média 46 horas.
- 2 — Carreira máxima: 62 horas.
- 3 — Perda de carga máxima: 93 cm.
- 4 — Taxa de filtração: 150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia
- 5 — Taxa de lavagem: 1.088 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia.
- 6 — Consumo de água de lavagem: 4,7% da produzida.
- 7 — Redução de ferro: 7,5 para < 0,25 ppm.
- 8 — Eliminação de gases: eficiente.
- 9 — Matéria-prima: grátis.
- 10 — Tempo de lavagem ascendente: 10 minutos.

## Introdução

Visando equacionar o problema da existência de ferro em altos teores, fora dos padrões de potabilidade, em mananciais subterrâneos de localidades no interior do Estado do Rio de Janeiro, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos — Cedae, através de um grupo de trabalho subordinado à Diretoria do Interior, concluiu, após desenvolver pesquisa no campo e em laboratório, que o emprego de um filtro piloto, utilizando-se a técnica do filtro russo, acoplado a ejetor para produção de ar necessário à eliminação total de ferro e liberação de gases, ser a melhor solução pelos excelentes resultados obtidos.

O grupo selecionou o sistema de abastecimento de água da Vila de São Sebastião do Paraíba, 5.º Distrito do Município de Cantagalo — Estado do Rio de Janeiro, para desenvolver os trabalhos pretendidos.

A Vila, junto à margem direita do rio Paraíba do Sul, distante 40 km da sede do município, tem uma população de cerca de 300 pessoas constituindo um grupamento urbano de pouco mais de 60 residências cujo sistema de abastecimento é atendido por um poço tubular, perfurado pela Cedae há 10 anos, em aquífero constituído por rochas gnáissicas bandadas, acinzentadas, densamente fraturadas. Apesar da elevada vazão específica obtida na captação, suas águas apresentam teor em torno de 10 ppm de ferro, tornando-as inservíveis para os usos domésticos, obrigando a popula-

ção a utilizar água colhida diretamente no rio, sabidamente poluído. Mananciais de superfície outros, existentes no local, são todos eles poluídos e de vazão pequena que escasseiam e secam nas estiagens.

Os conhecimentos acerca de uso do filtro russo para tratamento de água com parâmetros de cor e turbidez constantes, ou de pouca variação, já são de domínio da equipe desde quando o ilustre professor Azevedo Netto introduziu no Brasil as primeiras notícias, em 1973, sobre seu emprego. A associação de filtro russo, ejetor, rotâmetro para admissão controlada de ar e purgadores para eliminação de gases, permitiu o emprego da técnica adotada no processo de pesquisa com o qual foi possível definir parâmetros construtivos para o protótipo definitivo e estabelecer normas e condições operacionais da unidade piloto em modelo reduzido.

O trabalho demonstrou ser possível a construção de uma unidade de tratamento completa, simples, com vazão adequada, de fácil operação, ocupando pouco espaço e economicamente viável.

Na pesquisa pretendeu-se mais do que resolver um problema local: que o trabalho permitisse concluir e conhecer, servir de referência e ponto de partida para solução de muitos outros casos existentes em diversas outras localidades do Estado, onde os investimentos na prospecção e captação de águas subterrâneas, viáveis pelo seu aspecto de baixo custo para a Empresa, ficam prejudicados pelos resultados qualitativos, pouco favoráveis, encontrados devido ao excesso de ferro presente nas fontes obtidas com perfuração de poços profundos.

## Histórico

### A — Estudos preliminares:

Fixada a meta de desenvolver a pesquisa com o filtro russo, preliminarmente se procederam aos testes de laboratório para definir qual o coagulante mais eficiente para desferrização da água em estudo cuja análise físico-

1 — Lourival Lopes Ferreira Filho, Eng. Químico. Experiência: operação, manutenção e projeto de ETAs. Diretoria do Interior - Cedae.

2 — Paulo Roberto Cruz Soares, Geólogo. Experiência: locação, projeto, especificação e supervisão de captações de águas subterrâneas. Diretoria do Interior - Cedae.

3 — Elivaldo Bragança Gil, Eng. Civil. Experiência: gerência de sistemas de abastecimento de água — Diretoria do Interior - Cedae.

4 — Luiz Silvestre Pinheiro Paes Leme, Eng. Civil. Experiência: gerência de sistemas de abastecimento de água. Diretoria do Interior - Cedae.

química forneceu os seguintes resultados:

- Temperatura na saída do poço — 24°/25° C
- Cor — < 5 Pt. Co
- Gosto — purgante de Sal de Glauber
- Odor — Ovo podre (gás sulfídrico)
- Turbidez — 1,8 U.T.
- pH — 7,2
- Sólidos totais — 230 mg/l
- Condutividade — 340 m/cm
- Ferro — 7,5 ppm
- Alcalinidade — 220 mg/l em CaCO<sub>3</sub>
- Dureza — 210 mg/l em CaCO<sub>3</sub>
- Cálcio — 185 mg/l em CaCO<sub>3</sub>
- Cloreto — 75 mg/l

Os valores obtidos nas análises realizadas mostram tratar-se de água de dureza alta, muito ferruginosa, odor acentuado, indicando presença de gás sulfídrico e gosto não satisfatório. Um conjunto de características que a fazem realmente inadequada para consumo doméstico embora tenha requisitos que a tornam atraentes para pesquisa, no caso limitada a encontrar forma de eliminação de ferro, finalidade primordial dos trabalhos pretendidos.

Na fase inicial do programa pretendido, desenvolvida para efetivação da pesquisa, após analisadas amostras de água colhida diretamente do poço de produção do sistema, procederam-se testes de coagulação empregando sulfato de alumínio, hipoclorito de sódio, cloro gasoso, aeração com ar difuso, injeção de ar na massa líquida utilizando ar comprimido, cujos resultados não foram satisfatórios. (3).

A vista da pouca eficiência, como coagulantes, dos produtos testados,

foi feito teste de coagulação empregando cloreto férrico, que se mostrou um produto eficiente, na dosagem de 30 ppm. Os resultados de redução do ferro existente na amostra, usando o cloreto férrico como coagulante, foram sensíveis. Redução de 7,5 ppm para 0,3 ppm, o que levou a decidir pelo emprego desse sal na fase de implantação do processo de tratamento utilizando um modelo reduzido de filtro russo, cujo projeto passou a ser estudado.

#### B — Projeto do Filtro-Piloto - FPP-1:

O grupo de trabalho estudou, desenhou e especificou, a nível de projeto executivo, o modelo reduzido que seria o filtro piloto para a pesquisa pretendida, e que serviria, também, para teste de outras águas subterrâneas e de superfície, seja para redução de ferro, seja para outros tipos de tratamento — abrandamento, clarificação etc., quando necessário e conveniente.

Uma unidade móvel, transportável, fácil de montar e instalar em qualquer local de pesquisa, bastando a construção de uma pequena base em concreto simples, no máximo. O projeto desenvolvido a partir de um diâmetro préfixado, dimensionado para taxas de filtração até 150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia previa um máximo de produção de 122 ml/s — tubo de 300 mm de diâmetro, necessitando, para água de lavagem, de uma vazão de até 1,227 l. Sistema de aplicação de coagulantes e dispositivos e equipamentos de controle e operação definidos, foi construída a unidade em tubo de aço. Ver figura 1. Os parâmetros sugeridos no trabalho do

professor Azevedo Netto (4), (1) e (5) serviram de base ao detalhamento do projeto do modelo reduzido.

#### Parâmetros construtivos

- 1 — Estrutura do filtro
  - 1.1 — Altura da água sobre o leito filtrante — 1,80 m
  - 2.2 — Altura do leito filtrante — 2,00 m
  - 1.3 — Altura da camada suporte — 0,60 m
  - 1.4 — Altura total da caixa do filtro — 5,00 m
- 2 — Meio filtrante
  - 2.1 — Granulometria — 0,7 — 2,0 mm
  - 2.2 — Tamanho efetivo — 0,8 mm
  - 2.3 — Coeficiente de uniformidade — 1,6
- 3 — Camada suporte
  - 3.1 — Granulometria — 2,4 — 32,0 mm
  - 3.2 — Número de subcamadas — 5
  - 3.3 — Alturas para as subcamadas:
    - 2,4 — 4,8 mm — 15 cm
    - 4,8 — 9,5 mm — 15 cm
    - 9,5 — 16,0 mm — 11 cm
    - 16,0 — 25,0 mm — 11 cm
    - 25,0 — 32,0 mm — 8 cm
- 4 — Ejetor
  - 4.1 — Corpo do ejedor — t $\bar{e}$  PVC  $\varnothing$  3/4
  - 4.2 — Bocal — 3,96 mm
  - 4.3 — Garganta — 6,35 mm
  - 5 — Purgadores de ar
    - 5.1 — 3 tubos de 1" ao longo da linha de 3/4"
  - 6 — Rotâmetro para cloro gasoso
    - 6.1 — Escala de 0 — 250 g/h

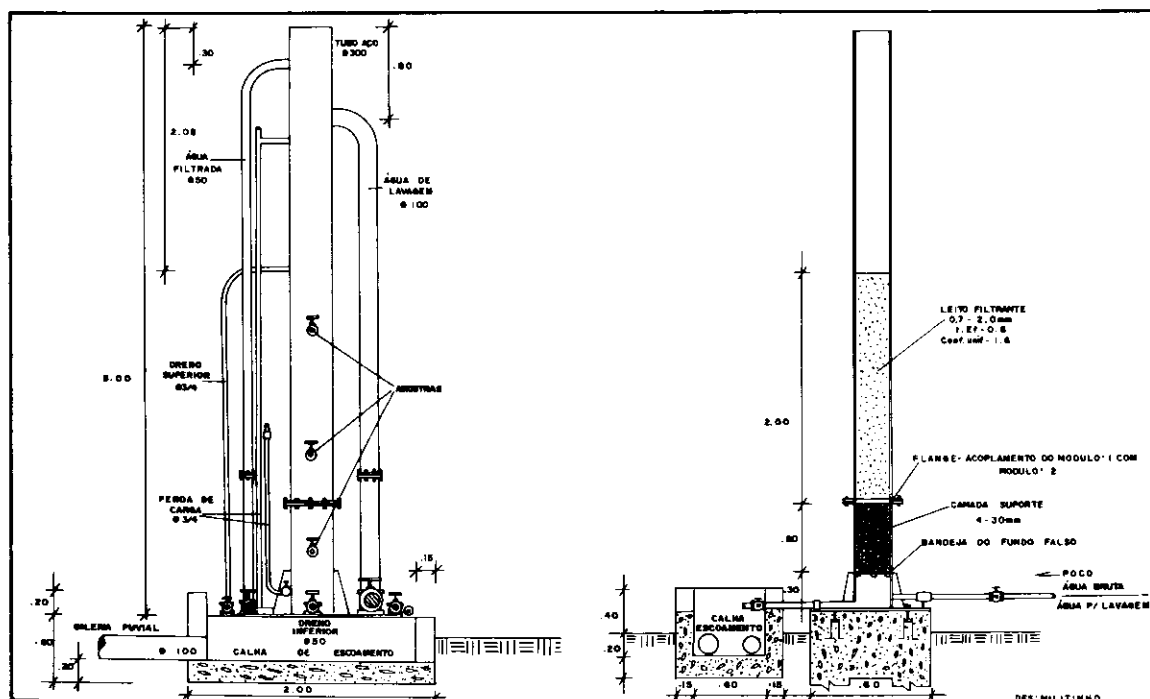


Figura 1 — Projeto do filtro russo - vista/corte

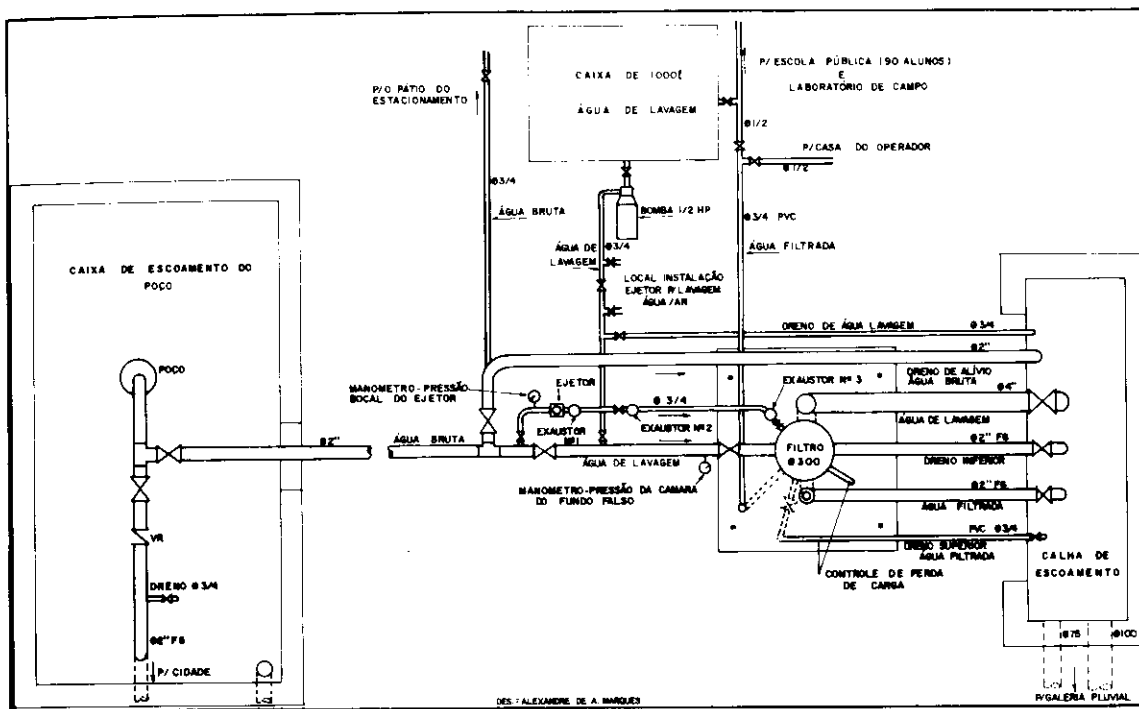


Figura 2 — Esquema de instalação do filtro-piloto de pesquisa

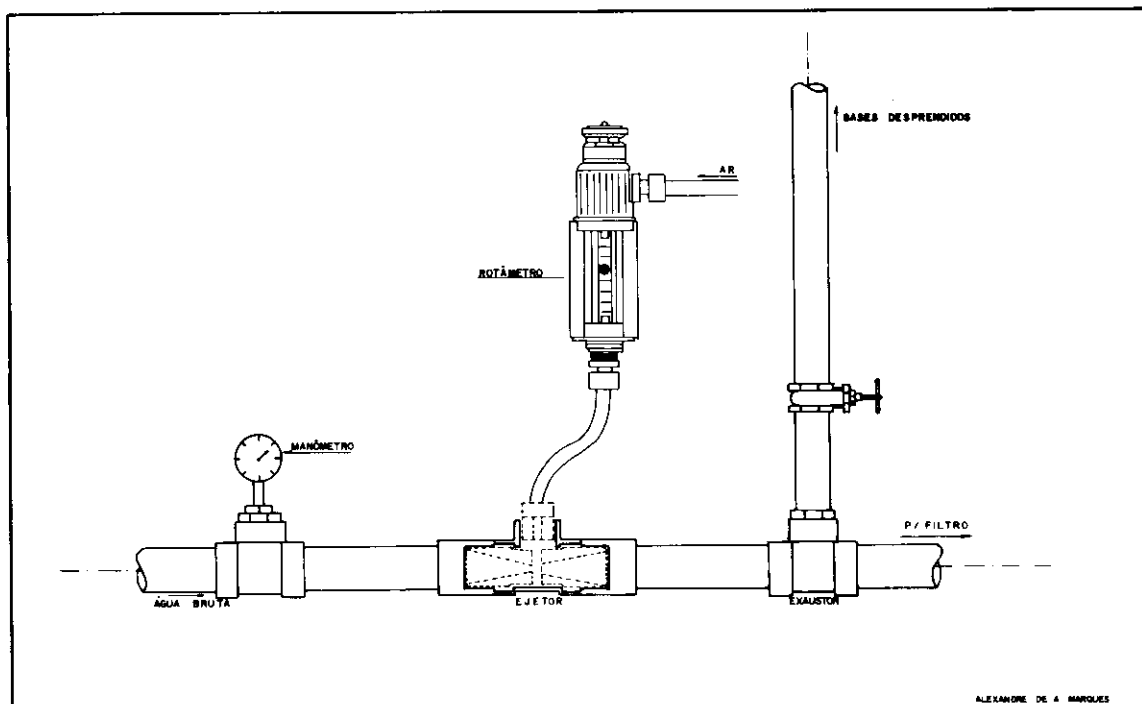


Figura 3 — Esquema dos equipamentos de controle da oxigenação

6.2 — dosagem de funcionamento  
— 175 g/h

**C — Instalação, montagem e fase inicial de operação:**

Em 10/6/86 iniciou-se a operação da unidade-piloto, montada e instalada junto ao poço de produção de São Sebastião do Paraíba com a designação de "Filtro-Piloto de Pesquisa-1". Além da montagem e instalação do filtro foi necessário construir instalações e alojamentos para a equipe técnica que conduziria a pesquisa, cons-

trução rústica, tipo barracão de obra, com alojamento e dormitório para seis pessoas, laboratório de campo e oficina, um cômodo para escritório e guarda de material, banheiro e cozinha. Ver figuras 2, 5 e 8.

Em função dos resultados observados em laboratório e confirmados em fase preliminar de testes realizados utilizando água nas condições reais de operação, repetindo os "Jar-tests" no local, com água recalçada do poço, a unidade-piloto projetada previa o emprego do cloreto férrico-FeCl<sub>3</sub> como coagulante, na dosagem de 30 ppm.

Para tanto, foi previsto um dispositivo de nível constante com vazão regulada para as condições determinadas para aplicação, sendo instalado na linha de recalque de água para o filtro um ejetor com a finalidade de aspirar o coagulante dosado e servir de limitador de vazão da água bruta. A solução foi baseada no projeto desenvolvido pelo SDI-Sabesp (2) para funcionamento de Hipocloradores e dosadores de ácido hidrofluorsilícico em instalações de tratamento simplificadas, em operação em São Paulo. O ejetor, cedido pela Sabesp para estudo, foi

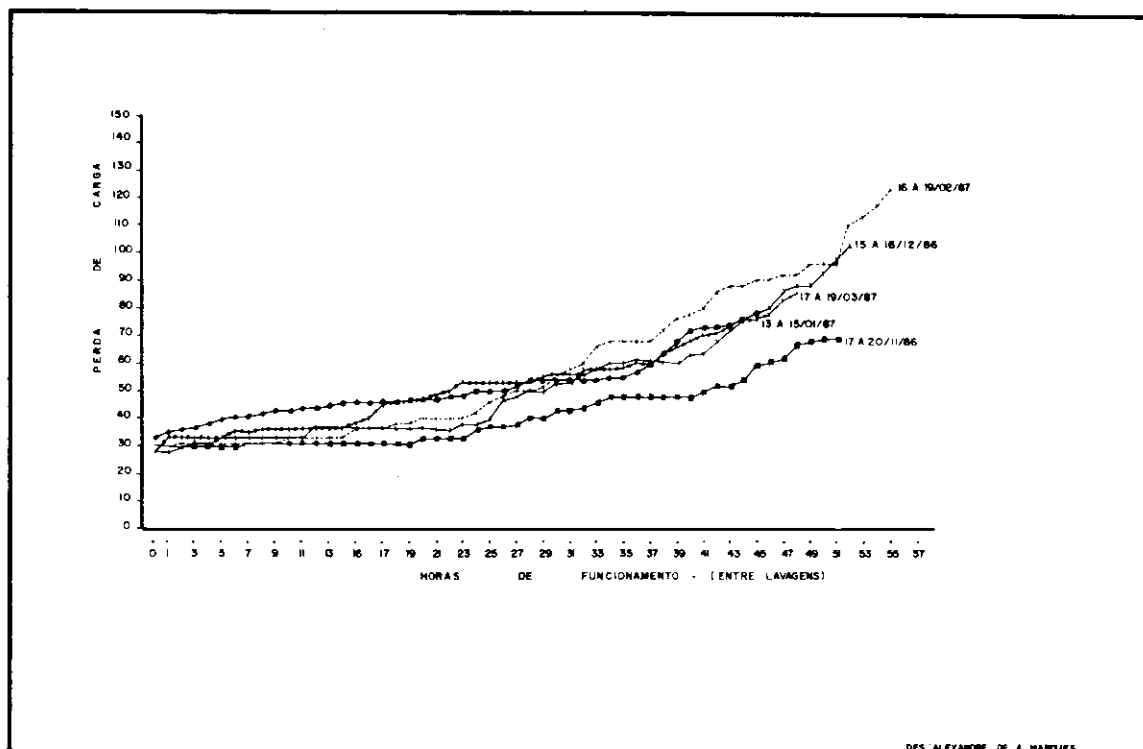


Figura 4 — Carreiras de funcionamento uniformes ao longo de 5 meses, mostrando a eficiência do processo ar-ejetor na oxigenação do ferro pela filtração direta ascendente

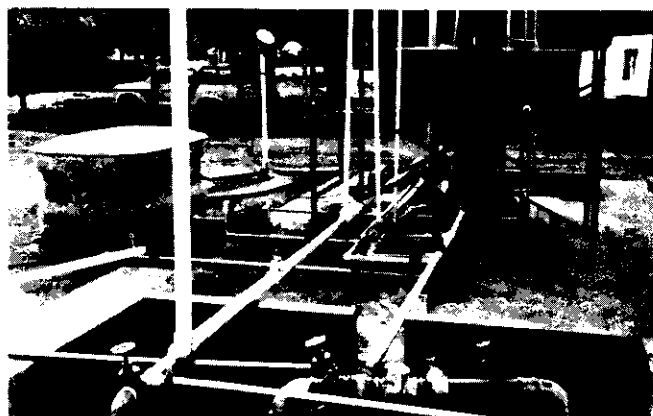


Figura 5 — Esquema de instalação do filtro de pesquisa — 1 - Bomba-reservatório de lavagem; 2 - Exaustores; 3 - Depósitos de solução de  $FeCl$  e  $NaClO$ ; 4 - Interligação - Poço/filtro

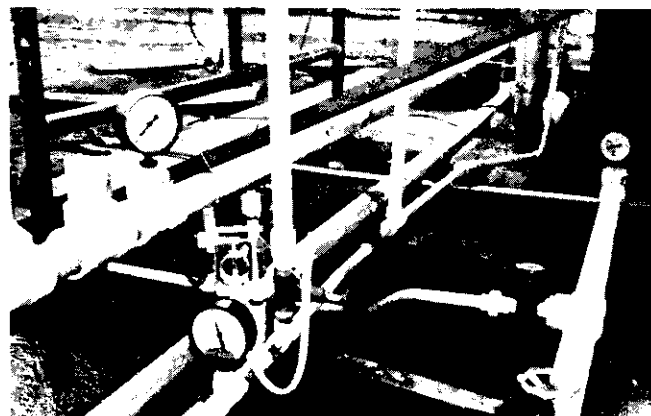


Figura 6 — Esquema dos equipamentos de controle da oxigenação — 1 - Hipoclorador instalado no ejetor para controle de medição do ar; 2 - Ejetor desenvolvido durante os trabalhos; 3 - Manômetros; 4 - Exaustores.

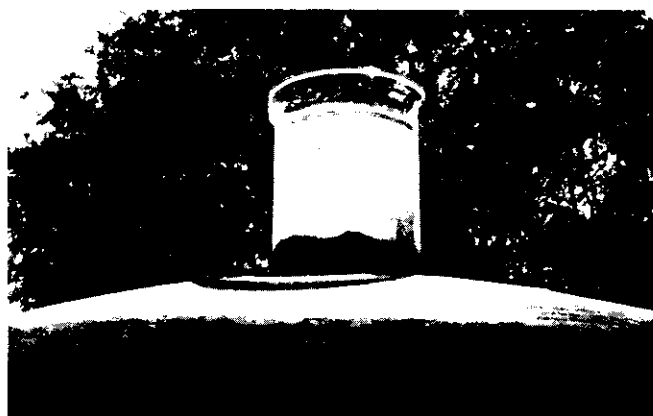


Figura 7 — Flocos sedimentados - Vista dos flocos sedimentados, retirados da camada-suporte.

aproveitado, uma vez que suas dimensões determinavam, nas condições locais de pressão — 40 m.c.a. e contra-pressão em torno de 6 m.c.a —, uma vazão de 122 ml/s, aquela fixada para o filtro. Ver figuras 3 e 6.

Partindo dos parâmetros determinados em laboratório, iniciou-se a operação da unidade recalando do poço uma vazão de 122 ml/s, através de tubulação de 3/4" conectada à tubulação geral de recalque que abastece a rede local. Nessa derivação foi inter-

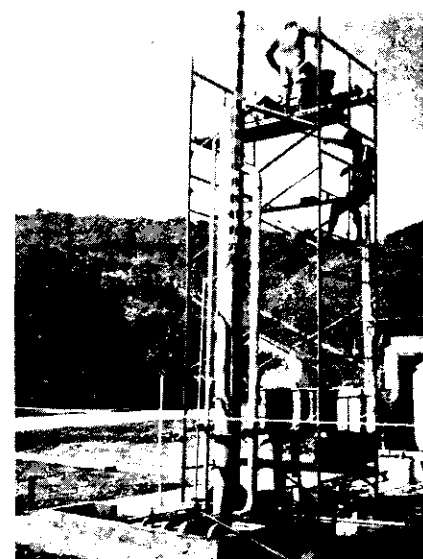


Figura 8 — Filtro-piloto de produção e pesquisa — Vendo-se registros de retirada das amostras e também a régua medidora de perda de carga

lavado o ejetor cedido pela Sabesp, funcionando como dispositivo limitador de vazão, e ainda o que permitia introduzir o coagulante proveniente da cuba de nível constante empregada como dosador do cloreto férrico, utilizado no processo, inicialmente na dosagem de 30 ppm e, posteriormente, na de 15 ppm. De início, operando o sistema venturi a pressão ambiente, além da solução de cloreto férrico, o ejetor aspirava simultaneamente ar, o qual, enquanto não purgado ao longo da linha de recalque para o filtro, ia ter ao leito filtrante perturbando e prejudicando o funcionamento e, principalmente, o equilíbrio da operação de lavagem do mesmo.

Instalados tubos purgadores, três chaminés, foi reduzido acentuadamente o ar antes que alcançasse o filtro. Entretanto, a eliminação do teor de ferro na água filtrada apresentou-se de forma cíclica, descia a zero, subia até 3 ppm, voltava a zero, isto ao longo de todo o período de funcionamento entre as lavagens, que se sucederam a intervalos superiores a 24 h.

A vista desse comportamento, ao cloreto férrico na dosagem de 15 ppm acrescentou-se a aplicação de hipoclorito de sódio, na dosagem de 3 ppm, após realização de "Jar-tests" experimentais, observando-se uma nova configuração e comportamento da unidade.

O filtro passou a produzir um efluente com zero de ferro durante períodos de funcionamento contínuo de cerca de 14 h; além desse prazo, passava a se observar o surgimento de flocos na superfície da areia e o teor de ferro voltava a crescer.

Considerado o tempo de eficiência do filtro com o emprego de coagulantes, reduzido, e levando em conta a situação especial criada pelo fato de se intercalar o ejetor na linha de recalque que alimenta o filtro, dando origem a uma subpressão violenta do fluido recalcado, que — gerando condições termodinâmicas e físico-químicas na admissão do oxigênio pela entrada de ar em grande volume, e liberação de gases dissolvidos porventura existentes na massa líquida deprimida e inexistentes na atmosfera circundante — se decidiu operar o filtro, eliminando o emprego de coagulantes e visando apenas funcionar o ejetor como uma bomba ejetora de ar, em que o fluido aspirante era a água bruta a ser tratada. (8), (9), (10).

O que se verificou daí em diante pode ser considerado como bom. A introdução do ar nas condições especiais de instalação do sistema de admissão determinou a oxidação do ferro e formação de material altamente sedimentável, (figura 7), totalmente retido nas camadas filtrantes da uni-

dade, parte maior nas camadas-superfície de seixos, funcionando como decantador e, na areia sobrejacente, o flóculo mais fino, produzindo o processo, água com teor de zero de ferro durante períodos de funcionamento de 24 horas. Não só passou a zero o teor de ferro contido na água bruta como a eliminação de gás sulfídrico desprendido nos dispositivos de purga do ar, antes de alcançar o interior do filtro, permitiu obter um efluente de água tratada sem odor, sem ferro e de muito melhor paladar que o da água bruta.

Entretanto, como a aspiração de ar era a máxima permitida pelo dispositivo empregado para criar a depressão do fluido recalcado do poço, embora funcionassem as chaminés de escapeamento de gases, uma parcela dos mesmos ainda chegava ao filtro, causando perturbações, principalmente durante a lavagem, acarretando perda de areia. Para contornar esse inconveniente instalou-se um hipoclorador funcionando como limitador do volume de ar aspirado, que passou a ser admitido de maneira controlada, medido pela escala do rotâmetro. Com essa providência os dispositivos de purga de gases passaram a ser suficientes à eliminação de todo o volume desprendido após a introdução do ar por aspiração do ejetor.

## Desenvolvimento da operação:

Desde que adotada a configuração acima referida, passou-se a operar o FPP-I em regime normal de produção não se verificando até agora modificações e comportamentos que levem a reexaminar a validade e garantia do processo.

A corrida do filtro nas condições de operação referidas tem sido em média de 46 h, apresentando, de início, após lavagem, perda de carga de 30 a 50 cm, atingindo 80 a 100 cm no final do período. Ver figura 4.

A lavagem processa-se no sentido da filtração após baixar o nível de água no filtro até próximo ao da areia. Esse procedimento possibilita, antes de iniciar a admissão da água de lavagem, drenar parte do lodo retido nas camadas inferiores. A lavagem, portanto, se inicia de cima para baixo, arriando a água do filtro. Em seguida, começa a admissão de água de lavagem na taxa de 1.000 a 1.300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia durante um espaço de tempo em torno de 10 minutos. Nessa operação foi empregada, inicialmente, a própria água do poço — água bruta. Entretanto, como esse método poderia vir a causar perturbações ao sistema, optou-se pela lavagem com água tratada, utilizando um depósito com volume

suficiente a atender ao consumo na lavagem, promovida com emprego de bomba para recalcar na vazão adequada.

Após lavado o filtro, retomada a operação do sistema, observa-se que nos primeiros 45 a 60 minutos de funcionamento a determinação de ferro no efluente do filtro é positiva, o que, por medida de segurança, aconselha que se despreze essa parcela inicial de água produzida pelo sistema. A Folha de Operação do Filtro (quadro 1), permite verificar o comportamento da unidade e avaliar a eficiência do mesmo.

## Fatores da operação a considerar na concepção de projeto:

1 — Taxa de filtração não deve ultrapassar 150/m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia, sendo recomendável fixá-la em 135 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia, tendo em conta uma margem de segurança utilizável em condições de sobrecarga futura.

2 — O volume de ar introduzido no processo deve ser reduzido ao mínimo indispensável mediante um controle de vazão que pode ser feito através de um rotâmetro do tipo dos que se emprega em cloradores.

3 — Taxa de água de lavagem de 1.100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia devendo ser admitido um volume de reserva para eventual majoração da mesma.

4 — Intervalos entre as lavagens ficam condicionados à perda de carga máxima de 2,00 m.

5 — Tempo de lavagem, no sentido ascendente, fixado, para efeito de dimensionamento da reservação, em 15 minutos.

6 — Aplicação da água de lavagem após rebaixamento do nível de água do filtro até cerca de 10 cm do nível de areia, drenando a unidade no sentido descendente eliminando, inicialmente, todo o lodo retido nas camadas inferiores e no fundo falso.

7 — Dimensionamento do ejetor de forma a que esteja garantida a subpressão necessária à aspiração do ar ambiente e que a pressão da mistura seja suficiente a vencer a perda de carga máxima admitida para o sistema de funcionamento do filtro, com a vazão prevista para produção da unidade.

8 — Dimensionar o sistema de drenagem para retirada ao longo da linha de recalque, a jusante do ejetor, do ar e dos gases liberados no processo, antes de alcançar a unidade filtrante.

9 — Adotar a solução de clarificador de contato de fluxo ascendente para águas de baixa turbidez e que não estejam sujeitas a grandes varia-

Quadro 1

FILTRO DE PESQUISA								CIDADE SÃO SEBASTIÃO DO PARAIBA										EJETOR - AR		MAIO/87		FOLHA Nº 145
FICHA DE OPERAÇÃO																						
DATA	HORA	OPER	TIPO	PRES	AMPE	TEMP	Hf	Fe	COR	TURB	Ph	COND	SOLI	DURE	ALCA	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Q l/s		AR	COMENTARIOS	
																		TRAT	LAVA			
20/5	21.19	JLG	T	38	12	25	34	<1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	Inicio operação após 54 dias paralizado
		B		38	12	26		15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20/5	22.00	JLG	T	38	12	-	38	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.121	-
		B		38	12	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/5	23.00	JLG	T	38	12	-	38	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.121	-
		B		38	12	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	0.00	JLG	T	38	13	-	38	0.0	<5	1.15	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.121	-
		B		38	13	-		7.5	>5	1.85	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	1.00	JLG	T	38	13	-	38	0.0	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119	-
		B		38	13	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	2.00	JLG	T	38	12	-	38	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119	-
		B		38	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	3.00	JLG	T	39	13	-	36	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.118	-
		B		39	13	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	4.00	JLG	T	40	12	-	38	0.0	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.118	-
		B		40	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	5.00	JLG	T	39	12	-	38	0.0	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.118	-
		B		39	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	6.00	JLG	T	39	12	-	38	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.118	-
		B		38	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	7.00	JLG	T	38	12	-	38	0.0	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119	-
		B		38	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	8.00	JLG	T	38	12	-	38	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.118	-
		B		38	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	9.00	JL	T	38	12	-	38	0.0	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119	-
		B		38	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	10.00	JL	T	38	12	-	38	0.0	<5	0.9	7.3	310	210	195	225	80	175	-	-	-	0.118	-
		B		38	12	-		7.5	>5	1.8	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	11.00	JL	T	38	12	-	38	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119	-
		B		38	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	14.00	JL	T	40	12	-	40	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.121	-
		B		40	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	15.00	JL	T	40	12	-	40	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119	-
		B		40	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	16.00	JL	T	39	12	-	40	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.122	-
		B		39	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	17.00	JL	T	39	12	-	40	0.0	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.122	-
		B		39	12	-			-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/5	17.00	JL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.889
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ções de suas características físico-químicas, devido aos efeitos externos de chuvas, enchentes e modificações de regime do manancial, após procedidos os testes e experimentações com emprego de modelo reduzido funcionando como unidade-piloto, seja para a redução do teor de ferro utilizando o processo do ejetor para aeração, seja para emprego de coagulantes, quando requerido.

### Considerações finais

O que se conclui da fase de pesquisa e teste desenvolvida até o momento é que o processo tem aplicação prática. Pode ser recomendado por apresentar eficiência, simplicidade, baixo custo e adequação a situações de abastecimento a pequenas comunidades. Torna viável a construção de sistema de tratamento completo, seguro, possível de operar para vazões mínimas tanto quanto para maiores volumes de demanda. No caso de utilização de mananciais subterrâneos através de poços tubulares que apresentem altos teores de ferro (6), (7), a solução pesquisada demonstra ser dispensável o uso de coagulantes, o em-

prego de ar não requer dispositivos especiais, dispensa floculadores e decantadores, a unidade de filtro realiza todo o processo, com garantia de resultados e sem exigir acréscimos de mão-de-obra.

Prosseguem os experimentos. Busca-se melhorar o acervo de dados relativos a procedimentos e alternativas para lavagem, inclusive utilizando ar e água no processo. Pretende-se ampliar os contatos com as Empresas de Saneamento de outros Estados para troca de informações e confirmação de resultados. Em fase de detalhamento, o projeto de filtro-piloto de produção e pesquisa, a ser construído para atender à comunidade de São Sebastião do Paraiba e servir de base ao plano de pesquisa permanente, aproveitando aquela fonte e liberando, por outro lado, o modelo reduzido lá instalado, para outros locais onde o problema de desferrização é sério, precisa ser estudado e resolvido.

Os autores deixam consagrado no fecho desta exposição os agradecimentos sinceros a todos aqueles que colaboraram, participaram e deram apoio e condições para que a experiência fosse tentada, a pesquisa levada avante e este trabalho pudesse

ser divulgado como uma contribuição do Estado do Rio de Janeiro na construção do arcabouço moderno do saneamento nacional.

### Referências bibliográficas

- 1 — Cetesb, 1977 — Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água, Volume II, São Paulo.
- 2 — Sabesp — Superintendência de Desenvolvimento da Operação do Interior — S. D. I. APOSTILA SOBRE DOSADOR DE NÍVEL CONSTANTE, São Paulo.
- 3 — DEGRÉMONT, 1973 — Manual Técnico del Agua.
- 4 — AZEVEDO NETTO, J. M., 1973 — Filtros de Fluxo Ascendente, Curso sobre Técnicas Avançadas de Tratamento de Água — Planidro.
- 5 — AZEVEDO NETTO, J. M., 1966 — Manual de Hidráulica.
- 6 — UOP JOHNSON DIVISION — CETESB, 1974 — Água Subterrânea e Poços Tubulares, tradução da primeira edição do original.
- 7 — CUSTÓDIO E. e LLAMAS M. R. — Hidrologia Subterrânea.
- 8 — CHERKASSKY, V. M. — Pumps, Vans, Compressors, Mir. Publishers, 1985.
- 9 — STEPANOFF A. J. — Centrifugal and Axial Flow Pump, 1976.
- 10 — LENCASTRE, Armando — Manual de Hidráulica Geral, Editora Edgard Bluche, 1972.