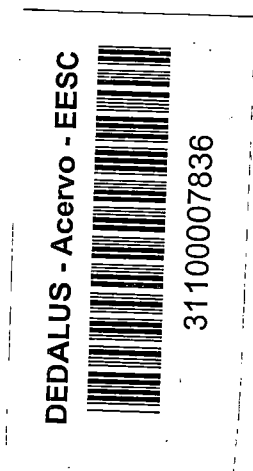


**DESEMPENHO DE SISTEMAS DE PRÉ-FILTRAÇÃO
EM PEDREGULHO COM ESCOAMENTO
ASCENDENTE**



AJADIR FAZOLO

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Hidráulica e Saneamento

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Di Bernardo

**São Carlos
1999**

Class.	TESE-EEX
Curr.	2065
Tombo	186/99

31100007836

S/S 1063140

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

F287d

Fazolo, Ajadir
Desempenho de sistemas de pré-filtração em
pedregulho com escoamento ascendente / Ajadir Fazolo.
-- São Carlos, 1999.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.

Área: Hidráulica e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Di Bernardo.

1. Filtração em múltiplas etapas. 2. Pré-filtração
em pedregulho. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **AJADIR FAZOLO**

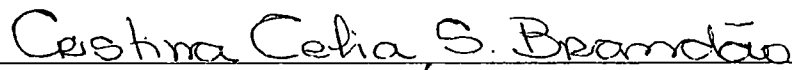
Dissertação defendida e aprovada em 29-04-1999
pela Comissão Julgadora:



Prof. Titular **LUIZ DI BERNARDO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **SIDNEY SECKLER FERREIRA FILHO**
(Escola Politécnica - Universidade de São Paulo)



Profa. Doutora **CRISTINA CÉLIA SILVEIRA BRANDÃO**
(Universidade de Brasília - UnB)



Prof. Associado **EDUARDO CLETO PIRES**
Coordenador da Área de Hidráulica e Saneamento



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Para Kátia e Léozinho,
Para meus pais, Arcângelo e Rosa

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Luiz Di Bernardo pela orientação, apoio e conhecimentos recebidos.

A colega Luciana Valadares Veras com quem compartilhei parte do trabalho experimental, pela auxílio em todos os momentos.

A Fundação Nacional de Saúde pela liberação durante a realização do trabalho.

Ao Eng. Hélio Sanfelice, pelo incentivo, apoio e confiança, e aos demais colegas da Fundação Nacional de Saúde - Coordenação Regional do Paraná – pelo amizade e colaboração.

Aos professores do Departamento de Hidráulica e Saneamento pelos ensinamentos recebidos, e a Pavi e Sá, pelo apoio imprescindível.

Aos técnicos Paulo, Cidinha e Júlio pelo auxílio durante os trabalhos laboratoriais.

Ao Chico, sempre prestativo na manutenção da instalação piloto.

Aos funcionários da Estação de Tratamento de Água de São Carlos, pela colaboração durante a fase experimental.

Ao Prof. José Carlos Fogo do Departamento de Estatística da UFSCar, pelas valiosas sugestões na análise estatística dos dados.

Ao Werner e Ariusca pelo empréstimo de material bibliográfico sobre estudo hidrodinâmico.

A todos aqueles que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xviii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xix
RESUMO.....	xx
<i>ABSTRACT</i>	xxi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 FILTRAÇÃO EM MÚLTIPLAS ETAPAS.....	4
3.1.1 Pré-filtros dinâmicos.....	7
3.1.2 Pré-filtros em pedregulho com escoamento horizontal.....	9
3.1.3 Pré-filtros em pedregulho com escoamento descendente.....	10
3.1.4 Pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente.....	11
3.1.5 Comparação entre os pré-filtros.....	12
3.1.6 Limitações da tecnologia FIME.....	16
3.1.7 Experiências na Escola de Engenharia de São Carlos-EESC-USP.....	16
3.2 CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DE REATORES.....	21
3.2.1 Utilização das curvas.....	25
3.2.2 Comportamento ideal e não ideal em reatores.....	26
3.2.3 Modelos uni-paramétricos para reatores não ideais.....	27
3.2.3.1 Modelo de tanques em série com mistura completa.....	27
3.2.3.2 Modelo de dispersão.....	28
3.2.3 Modelos multiparamétricos para reatores não ideais.....	31
3.2.4 Modelos para reatores com recheio.....	32
3.2.5 Estudos hidrodinâmicos de pré-filtros em pedregulho.....	33

4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
4.1 Descrição e funcionamento da instalação piloto.....	35
4.1.1 Localização e dimensões das unidades.....	35
4.1.2 Funcionamento da instalação piloto.....	42
4.1.3 Características dos meios granulares.....	42
4.1.4 Limpeza das unidades de pré-filtração.....	43
4.1.5 Controle das vazões.....	44
4.1.6 Verificação das perdas de carga.....	44
4.2 INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL.....	44
4.2.1 Parâmetros de controle e frequência das medições.....	45
4.3 Ensaio hidrodinâmico.....	47
4.3.1 Determinação do volume das unidades.....	47
4.3.2 Preparo da solução traçadora.....	47
4.3.3 Procedimento experimental.....	48
4.4 Caracterização das águas de lavagem.....	49
5 RESULTADOS.....	50
6 DISCUSSÕES.....	51
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	70
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXO A - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 1-A.....	77
ANEXO B - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 1-B.....	94
ANEXO C - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 1-C.....	113
ANEXO D - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 2-A.....	128
ANEXO E - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 2-B.....	148
ANEXO F - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 3-A.....	166
ANEXO G - TABELAS e FIGURAS referentes ao ensaio 3-B.....	182
ANEXO H - TABELAS e FIGURAS referentes aos ensaios hidrodinâmicos.....	198
ANEXO I - TABELAS e FIGURAS referentes a caracterização das águas de lavagem.....	229
ANEXO J – Estatística descritiva e análise estatística dos dados.....	235

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1- Esquema de um pré-filtro dinâmico (PFD). Camada superior (3 a 6 mm), camada intermediária (6 a 13 mm)	7
FIGURA 3.2- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal (PFPH) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8 mm).....	9
FIGURA 3.3- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal em série (PFPHS) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8 mm).....	9
FIGURA 3.4- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento descendente em série (PFPDS) 1º compartimento (25 a 50 mm) 2º compartimento (12 a 25 mm) 3º compartimento (6 a 12mm).....	10
FIGURA 3.5- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em série (PFPAS) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8mm).....	11
FIGURA 3.6- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em camadas (PF PAC) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8m).....	11
FIGURA 3.7- Remoção de turbidez por diferentes alternativas de filtração em pedregulho com água bruta variando entre 10 e 50 uT (a) e, 150 a 500 uT (b). Adaptada de WEGELIN et al. (1997).....	13
FIGURA 3.8- Valores médios de sólidos suspensos (a), turbidez (b), cor verdadeira (c) e coliformes fecais (d) da água bruta e efluente dos diferentes sistemas de pré-filtração em pedregulho operados em escala real. Adaptada de GALVIS et al. (1994).....	15
FIGURA 3.9- Curvas típicas de resposta, para dosagem contínua e instantânea, considerando-se diferentes tipos de reatores. LEVENSPIEL (1974).....	23
FIGURA 3.10- Curva E (DTR) de distribuição de idades de um fluido escoando através de um recipiente. Fonte: LEVENSPIEL (1974).....	24
FIGURA 3.11- Curva DRT para o modelo de tanques de mistura completa em série. LEVENSPIEL (1974).....	28

FIGURA 3.12- Representação do modelo de dispersão (escoamento tubular) LEVENSPIEL (1974).....	28
FIGURA 3.13- Curva DTR para o modelo de dispersão com intensidades variadas. Fonte: LEVENSPIEL (1974).....	30
FIGURA 4.1 Planta geral da instalação piloto.....	36
FIGURA 4.2 Vista geral da instalação piloto.....	37
FIGURA 4.3- Vista da instalação piloto, destacando-se na parte inferior esquerda o PFD 2, a esquerda as quatro unidades da linha 01, ao centro duas unidades da linha 02, à direita o PFPA 1234.....	37
FIGURA 4.4 Detalhes construtivos das unidades que constituem a linha 01.....	38
FIGURA 4.5 Detalhes do pré-filtro dinâmico 02, da caixa 2 e da alimentação das três linhas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente.....	39
FIGURA 4.6 Detalhes das quatro unidades de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente que constituem a linha 01.....	39
FIGURA 4.7 Detalhes construtivos das unidades que constituem a linha 02.....	40
FIGURA 4.8 Detalhes construtivos do PFPA 1234 que constitui a linha 03.....	40
FIGURA 4.9 Detalhes das unidades que constituem a linha 02 (PFPA 12 e PFPA 34, à esquerda) e linha 03 (PFPA 1234, à direita).....	41
FIGURA 6.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	52
FIGURA 6.2- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	55
FIGURA 6.3- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	56
FIGURA 6.4- Variação da turbidez em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00h.....	59
FIGURA 6.5- Variação da concentração de ferro total, durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	60
FIGURA 6.6- Variação do número mais provável de coliformes ficais, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	62
FIGURA 6.7- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	66

FIGURA 6.8- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFFA 34), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	67
FIGURA 6.9- Variação da concentração média de sólidos suspensos na água de lavagem dos pré-filtros de pedregulho com escoamento ascendente, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	68
FIGURA 6.10- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFFA 01, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	69
FIGURA A.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	81
FIGURA A.2- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	84
FIGURA A.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	85
FIGURA A.4- Variação da concentração de sólidos suspensos durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	92
FIGURA A.5- Variação do número mais provável de coliformes totais durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	92
FIGURA A.6- Variação do número mais provável de coliformes fecais durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	93
FIGURA A.7- Variação da concentração de ferro total durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	93
FIGURA B.1 Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 1 –B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, e coleta às 8:00 h.....	98
FIGURA B.2 Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 1 –B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, e coleta às 16:00 h.....	99
FIGURA B.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, com coleta às 8:00h.....	102
FIGURA B.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, com coleta às 16:00h.....	103
FIGURA B.5- Variação da concentração de sólidos suspensos durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	108
FIGURA B.6- Variação da concentração de ferro total durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	108
FIGURA B.7- Variação do número mais provável de coliformes totais durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	109

FIGURA B.8- Variação do número mais provável de coliformes fecais durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	109
FIGURA B.9- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e afluente as três linhas, de amostra colhida no dia 06/10/1997, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	112
FIGURA B.10- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e afluente as três linhas, de amostra colhida no dia 10/11/1997, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	112
FIGURA C.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	116
FIGURA C.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	117
FIGURA C.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	119
FIGURA C.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00h.....	120
FIGURA C.5- Variação da concentração de ferro total, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	124
FIGURA C.6- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	124
FIGURA C.7- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostra colhida no dia 03/12/1997, durante ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	126
FIGURA C.8- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostra colhida no dia 08/12/1997, durante ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	126
FIGURA C.9- Variação da perda de carga em função do tempo de operação nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	127
FIGURA D.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	132
FIGURA D.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	133
FIGURA D.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	136
FIGURA D.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	137
FIGURA D.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	142

FIGURA D.6- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	142
FIGURA D.7- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	143
FIGURA D.8- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras colhidas no dia 13/01/1998, durante ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	146
FIGURA D.9- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras colhidas no dia 26/01/1998, durante ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	146
FIGURA D.10- Variação da perda de carga em função do tempo de operação, nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	147
FIGURA E.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00h.....	152
FIGURA E.2- Variação da cor aparente em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 08:00h.....	155
FIGURA E.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00h.....	156
FIGURA E.4- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	161
FIGURA E.5- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	161
FIGURA E.6- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	162
FIGURA E.7- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 09/03/1998, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	164
FIGURA E.8- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 23/03/1998, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	164
FIGURA E.9- Variação da perda de carga em função do tempo de operação nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	165
FIGURA F.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00h.....	169
FIGURA F.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00h.....	170

FIGURA F.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00h.....	172
FIGURA F.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00h.....	173
FIGURA F.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	177
FIGURA F.6- Variação da concentração de ferro total, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	177
FIGURA F.7- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	178
FIGURA F.8- Valores de número de partículas em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 07/05/1998, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	180
FIGURA F.9- Valores de número de partículas em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 18/05/1998, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	180
FIGURA F.10- Variação da perda de carga em função do tempo de operação nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	181
FIGURA G.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	185
FIGURA G.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	186
FIGURA G.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.....	188
FIGURA G.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.....	189
FIGURA G.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	193
FIGURA G.6- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	193
FIGURA G.7- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	194
FIGURA G.8- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 15/06/1998, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$..	194
FIGURA G.9- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 22/06/1998, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	196

- FIGURA G.10- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 29/06/1998, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 196
- FIGURA G.11- Variação da perda de carga nos pré-filtros ascendentes, em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 197
- FIGURA H.1- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 199
- FIGURA H.2- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 199
- FIGURA H.3- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 200
- FIGURA H.4- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 200
- FIGURA H.5- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.. 201
- FIGURA H.6- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 201
- FIGURA H.7 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 202
- FIGURA H.8 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 202
- FIGURA H.9- Curva da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira, durante ensaio 2-B, taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 203
- FIGURA H.10 - Curva da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 20 dias de carreira, durante ensaio 2-B, taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 203
- FIGURA H.11 - Curva da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 40 dias de carreira, durante ensaio 2-b, taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 204
- FIGURA H.12 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 204

FIGURA H.13 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	205
FIGURA H.14- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 16 dias de carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	205
FIGURA H.15 - Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), durante ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	206
FIGURA H.16 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	206
FIGURA H.17- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 16 dias de carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	207
FIGURA H.18- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), durante ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	207
FIGURA H.19- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	208
FIGURA H.20- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 16 dias de carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	208
FIGURA H.21- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	209
FIGURA H.22- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	209
FIGURA H.23- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 15 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	210
FIGURA H.24- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 30 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	210
FIGURA H.25- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), durante ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	211
FIGURA H.26- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 3-B com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	211

FIGURA H.27- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 15 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	212
FIGURA H.28- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 30 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	212
FIGURA H.29- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	213
FIGURA H.30- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	213
FIGURA H.31- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 15 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	214
FIGURA H.32-Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 30 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	214
FIGURA H.33- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01(PFPA 04), no início do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	215
FIGURA H.34- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	215
FIGURA H.35 - Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	216
FIGURA H.36- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	216
FIGURA H.37- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	217
FIGURA H.38- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	217
FIGURA H.39- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	218
FIGURA H.40- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	218

FIGURA H.41- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	219
FIGURA H.42- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01(PFPA 04), após 16 dias da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	219
FIGURA H.43- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	220
FIGURA H.44- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 16 dias de carreira durante o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	220
FIGURA H.45- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	221
FIGURA H.46- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 16 dias de carreira, durante o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	221
FIGURA H.47- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	222
FIGURA H.48- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 15 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	222
FIGURA H.49- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 30 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	223
FIGURA H.50- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	223
FIGURA H.51- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 15 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	224
FIGURA H.52- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 30 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	224
FIGURA H.53- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.	225

FIGURA H.54- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 15 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	225
FIGURA H.55- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 30 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$	226
FIGURA H.56- Comparação do comportamento hidrodinâmico entre as três linhas para as taxas de filtração testadas.....	226
FIGURA I.1- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem dos pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	231
FIGURA I.2- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 01, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	231
FIGURA I.3- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 02, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	232
..	
FIGURA I.4- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 03, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	232
FIGURA I.5- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 04, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	233
FIGURA I.6- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 12, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	233
FIGURA I.7- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 34, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	234
FIGURA I.8- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 1234, durante a primeira e segunda descargas de fundo.....	234
FIGURA J.1- Comparação entre as medianas da turbidez nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 8:00h.....	239
FIGURA J.2- Comparação entre as medianas da turbidez nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 16:00h.....	239
FIGURA J.3- Comparação entre as medianas da cor aparente nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 8:00h.....	240
FIGURA J.4- Comparação entre as medianas da cor aparente nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 16:00h.....	240
FIGURA J.5- Comparação entre os valores da concentração média de sólidos suspensos nas três linhas, para cada ensaio realizado.....	243

FIGURA J.6- Comparação entre os valores da concentração média de coliformes totais nas três linhas, para cada ensaio realizado.....243

FIGURA J.7- Comparação entre os valores da concentração média de coliformes fecais nas três linhas, para cada ensaio realizado.....245

FIGURA J.8- Comparação entre o número médio de tanques de mistura completa em série, em função da taxa de filtração, para cada uma das três linhas.....246

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1- Características da água bruta para o uso da filtração lenta em areia.....	6
TABELA 3.2- Características de algumas instalações em escala real na Colômbia.....	14
TABELA 3.3- Meio granular utilizado na fase experimental.....	17
TABELA 3.4- Caracterização do meio filtrante utilizado na fase experimental.....	18
TABELA 3.5- Taxas de filtração utilizadas na fase experimental.....	19
TABELA 3.6- Caracterização das mantas utilizadas.....	20
TABELA 4.1- Caracterização dos meios granulares nas unidades de pré-filtração com escoamento ascendente.....	43
TABELA 4.2- Programação dos ensaios realizados.....	45
TABELA 4.3- Parâmetros de controle e frequência das medições.....	45
TABELA 4.4- Metodologias dos ensaios.....	46
TABELA 4.5- Características da solução traçadora utilizada durante os ensaios.....	47
TABELA A.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 1-A, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d – Período: 04/08/1997 a 19/09/1997.....	78
TABELA A.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	79
TABELA A.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	82
TABELA A.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	86
TABELA A.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	88

TABELA B.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 1-B, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d – Período: 01/10/1997 a 18/11/1997.....	95
TABELA B.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	96
TABELA B.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	100
TABELA B.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	104
TABELA B.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	106
TABELA B.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, frações da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas e porcentagens de remoção durante o ensaio 1-B, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	110
TABELA C.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 1-C, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d – Período: 26/11/1997 a 18/12/1997.....	114
TABELA C.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	115
TABELA C.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	118
TABELA C.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	121
TABELA C.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	122
TABELA C.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, frações da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas e porcentagens de remoção durante o ensaio 1-C, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	126
TABELA D.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 2-A, com taxa de filtração de 8 m ³ /m ² d – Período: 12/01/1998 a 15/02/1998.....	129
TABELA D.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	130

TABELA D.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	134
TABELA D.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	138
TABELA D.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 8 m ³ /m ² d.....	140
TABELA D.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e as frações percentuais e porcentagens de remoção durante o ensaio 2-A, com taxa de filtração de 8 m ³ /m ² d.....	144
TABELA E.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 2-B, com taxa de filtração de 8 m ³ /m ² d – Período: 05/03/1998 a 13/04/1998.....	149
TABELA E.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	150
TABELA E.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	153
TABELA E.4- Variação do pH, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	157
TABELA E.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas medidos semanalmente durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	159
TABELA E.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e porcentagens de remoção durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de 08 m ³ /m ² d.....	163
TABELA F.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d – Período: 29/04/1998 a 27/05/1998.....	167
TABELA F.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	168
TABELA F.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	171
TABELA F.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	174

TABELA F.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	175
TABELA F.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e porcentagens de remoção durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	179
TABELA G.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d – Período: 11/06/1998 a 10/07/1998.....	183
TABELA G.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	184
TABELA G.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	187
TABELA G.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	190
TABELA G.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	191
TABELA G.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e porcentagens de remoção durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	195
TABELA H.1- Resumo do estudo hidrodinâmico realizado durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de 8 m ³ /m ² d.....	227
TABELA H.2- Resumo do estudo hidrodinâmico realizado durante o ensaio 1-D, com taxa de filtração de 12 m ³ /m ² d.....	227
TABELA H.3- Resumo do estudo hidrodinâmico realizado durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m ³ /m ² d.....	228
TABELA I.1- Caracterização da amostra composta da primeira descarga nos pré-filtros ascendentes após encerramento de ensaio 1-D.....	230
TABELA I.2- Caracterização da amostra composta da segunda descarga nos pré-filtros ascendentes após encerramento de ensaio 1-D.....	230
TABELA J.1- Estatística descritiva das medições de turbidez	236
TABELA J.2- Estatística descritiva das medições de cor aparente.....	237
TABELA J.3- Estatística descritiva para sólidos suspensos.....	241

TABELA J.4- Estatística descritiva para coliformes totais.....	242
TABELA J.5- Estatística descritiva para coliformes fecais.....	244
TABELA J.6- Estatística descritiva para o número de tanques em série das três linhas.....	245
TABELA J.7- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para turbidez do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 8:00h.($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	248
TABELA J.8- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para turbidez do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 16:00h.($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	248
TABELA J.9- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para cor aparente do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 8:00h.($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	248
TABELA J.10- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para cor aparente do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 8:00h.($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	248
TABELA J.11- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para sólidos suspensos do efluente das três linhas ($\alpha=0,050$ e 2 gl)	249
TABELA J.12- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para coliformes totais do efluente das três linhas($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	249
TABELA J.13- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para coliformes fecais do efluente das três linhas($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	249
TABELA J.14- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, nas três linhas para diferentes taxas de filtração($\alpha=0,050$ e 2 gl).....	249
TABELA J.15- Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para as três linhas ($\alpha=0,050$ e 2 gl)	249

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CINARA	Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico
DQO	Demanda química de oxigênio
DTR	Distribuição dos tempos de residência
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
ETASC	Estação de tratamento de água de São Carlos
FIME	Filtração em múltiplas etapas
FL	Filtro lento em areia
gl	Graus de liberdade
NMP	Número Mais Provável
PFD	Pré-filtro dinâmico
PFPA	Pré Filtro em pedregulho com escoamento ascendente
PFPAC	Pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente emcamadas
PFPAS	Pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em série
PFPH	Pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal
PFPHS	Pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal em série
PFPDS	Pré-filtro em pedregulho com escoamento descendente em série
UFC	Unidade formadora de colônia
UNT	Unidade nefelométrica de turbidez
USP	Universidade de São Paulo
uT	Unidade de turbidez
uC	Unidade de cor

LISTA DE SÍMBOLOS

C	curva resposta para entrada tipo função pulso
c	concentração
c_0	concentração inicial
D	coeficiente de dispersão longitudinal ou axial
E	distribuição da idade de saída
F	curva resposta para entrada tipo função degrau
H	Estatística do teste de Kruska-Wallis
m	fração de volume morto no reator
N	número de tanques em série
NaCl	cloreto de sódio
p	probabilidade
p	fração de escoamento pistonado no reator
Q	vazão do fluido
q _a	vazão da água afluente
q _e	vazão da água de excesso
q _f	vazão da água filtrada
Re	número de Reynolds
t ₀	tempo teórico de residência hidráulico
t _m	tempo de detenção hidráulico obtido das curvas DRT
\bar{t}	tempo médio de detenção hidráulica
t _p	tempo da passagem do pico
α	nível de significância
σ^2	variância dos pontos experimentais
σ_0^2	variância
θ	tempo de residência médio
(D/uL)	número de dispersão do reator

RESUMO

Neste trabalho, foram avaliados três sistemas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente, montados em paralelo, como parte integrante de uma planta piloto de filtração em múltiplas etapas (FIME). As linhas possuíam meios filtrantes idênticos, dispostos em série ou camadas e eram alimentados pelo efluente de unidades de pré-filtração dinâmica operados em série. As taxas de filtração estudadas foram de 8, 12 e 16 m³/m²d. Sete ensaios foram realizados, obtendo-se eficiências máximas de remoção de 93% , 98%, 88% e 85% para sólidos suspensos, coliformes fecais, turbidez e cor aparente, respectivamente. Variações dos valores no afluente entre 5,09 e 230 uT para turbidez, 2,0 e 54,3 mg/L para sólidos suspensos, 12 e 3126 NMP de coliformes fecais/100mL, produziram nos efluentes turbidez com mediana abaixo de 12,5 uT, concentração média de sólidos suspensos menor que 12 mg/L e NMP de coliformes fecais inferior a 536 organismos por 100mL. As três linhas apresentaram comportamento semelhante quanto à remoção de turbidez, cor aparente, sólidos suspensos, coliformes totais e fecais, apesar de ter sido verificada diferença significativa no comportamento hidrodinâmico das mesmas. Com base no trabalho realizado, concluí-se principalmente, que: as taxas de filtração adotadas não influenciaram o comportamento hidrodinâmico de cada uma das linhas e que duas descargas de fundo consecutivas não foram capazes de limpar os pré-filtros ascendentes.

ABSTRACT

This work presents an evaluation of three systems of upflow roughing filters operated in parallel, which were applied as part of a multistage filtration pilot plant. The experimental lines were operated with similar filter material, installed in series or in layers and, they received water from two dynamic roughing filters working in series. The filtration rate were varied from 8 m/d to 16 m/d. The maximum removal efficiencies observed during the seven filtration runs were 93%, 98%, 88% and 85% to suspended solid, faecal coliforms, turbidity and apparent color, respectively. When the influent values were in the range of 5,09 to 230 NTU for turbidity, 2,0-54,3 mg/L for suspended solid, 12-3126 organisms/100mL to faecal coliforms, the effluent presented NPM of faecal coliforms below 536 org/100mL, mean concentration of suspended solid lower than 12 mg/L and median value of turbidity below 12,5 NTU. The three systems showed similar behavior about turbidity, apparent color, suspended solid, total and faecal coliforms removal efficiencies, although there was significant difference of the hydrodynamic behavior between them. The different filtration rates don't influence the hydrodynamic behavior of each line. Two bottom drainages couldn't cleaning the granular media in the upflow roughing filters.

1. INTRODUÇÃO

Experiências em vários países têm demonstrado que a tecnologia da filtração lenta é apropriada para o tratamento de água para consumo humano, especialmente em pequenos núcleos populacionais, em que limitações operacionais e econômicas restringem o uso de sistemas que utilizam a coagulação química precedendo a filtração rápida. Entretanto, a aplicação eficiente dos filtros lentos, somente é possível quando as características da água não superam determinados níveis de contaminação microbiológica, turbidez, sólidos suspensos e algas.

A combinação de unidades de pré-filtração em pedregulho, antecedendo a filtração em areia, é denominada filtração em múltiplas etapas (FIME) e, permite tratar água bruta com níveis mais elevados de contaminação que os sistemas de filtração lenta convencionais. A facilidade de operação, a pouca manutenção requerida, e o emprego de materiais e de mão de obra locais, são aspectos relevantes na escolha desta tecnologia.

Os pré-filtros em pedregulho são particularmente eficientes na remoção de sólidos em suspensão. Contudo, a grande área superficial disponível para sedimentação favorece a adsorção e o desenvolvimento de atividades químicas e biológicas, tornando estas unidades eficientes também na remoção de uma série de impurezas presentes na água.

Vários tipos de pré-filtros em pedregulho e areia grossa têm sido estudados, destacando-se os dinâmicos e os de escoamento horizontal ou vertical. As unidades de escoamento vertical podem ter sentido ascendente ou descendente.

A necessidade do estabelecimento de parâmetros de projeto, visando a otimização dos sistemas, reafirmam a importância de se investigar unidades de pré-filtração em pedregulho operadas sob diversas condições, configurações, granulometrias, taxas de filtração e águas de naturezas variadas.

Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido em unidades de pré-filtração ascendente, integrantes de um sistema de filtração em múltiplas etapas. Foram estudadas três linhas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente, que recebiam água acondicionada em dois pré-filtros dinâmicos dispostos em série. A primeira e segunda linhas eram constituídas respectivamente por quatro e duas unidades em série e, a terceira,

composta por uma única unidade. As linhas eram operadas paralelamente sob as mesmas taxas de filtração. O meio filtrante possuía granulometrias idênticas, sendo disposto em série ou em camadas dependendo das características de cada linha.

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos deste trabalho foram:

- a) Verificar o desempenho de três sistemas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente, dispostos em série e em camadas e que recebiam água filtrada por pré-filtros dinâmicos, quanto a remoção de impurezas presentes na água;
- b) Avaliar o comportamento hidrodinâmico dos sistemas para diferentes configurações e taxas de filtração;
- c) Avaliar preliminarmente o processo de lavagem das unidades de pré-filtração ascendente.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção são apresentados os conceitos básicos envolvendo a filtração em múltiplas etapas (FIME) e, uma breve revisão sobre as experiências em escala piloto e real.

Em seguida, são destacados os aspectos fundamentais da avaliação do comportamento hidrodinâmico de reatores.

3.1 FILTRAÇÃO EM MÚLTIPLAS ETAPAS

A utilização de mananciais superficiais para abastecimento de água geralmente requer tratamento apropriado, com o objetivo de eliminar ou inativar microrganismos patogênicos e garantir teores de compostos orgânicos e inorgânicos que não comprometam a saúde dos consumidores.

A combinação de múltiplas barreiras é considerada uma maneira eficaz para garantir proteção contra doenças de veiculação hídrica. De acordo com CRAUN (1988) e GELDREICH & CRAUN (1996), estas barreiras compreenderiam a coleta e tratamento dos esgotos domésticos, proteção dos mananciais de abastecimento d'água e a combinação de múltiplos processos de tratamento.

Assim, CRAUN (1988) e GELDREICH & CRAUN (1996) salientam que as barreiras naturais podem contribuir para proteger a qualidade dos mananciais de superfície, mas não devem substituir um sistema de tratamento de água apropriado, o qual deve remover ou inativar agentes patogênicos, especialmente alguns protozoários resistentes a desinfecção com cloro, que podem estar presentes em sistemas de abastecimento mesmo quando parâmetros de controle, como turbidez e coliformes totais atendem aos padrões de potabilidade.

CRAUN (1988), DI BERNARDO (1993), CRAUN et al. (1994), GELDREICH & CRAUN (1996), OTTERSTETTER & ZAPEDA (1996), WITT & REIFF (1996), apontam para a necessidade da filtração como etapa fundamental de tratamento, especialmente para

reduzir o número de microrganismos, remover turbidez e outras substâncias que exercem demanda de cloro, tornando assim a desinfecção mais efetiva.

De acordo com GALVIS et al. (1993), a filtração lenta pode ser uma alternativa tecnológica viável para tratamento de água, particularmente em pequenos núcleos populacionais em que as condições sociais, econômicas e tecnológicas não recomendam o uso da filtração rápida precedida de coagulação e floculação.

Quando não se emprega a coagulação química, a filtração lenta e a cloração são os principais processos de tratamento capazes de assegurar a produção de água com qualidade que pode ser usada pelo ser humano (DI BERNARDO, 1997).

Dados da literatura apresentados por COLLINS et al.(1991), GALVIS et al. (1993), DI BERNARDO (1993), FOX et al. (1994) e GALVIS et al.(1997) demonstram que a filtração lenta convencional como etapa única de tratamento pode apresentar eficiências de remoção da ordem de 1 a 3 log para coliformes, 2 a 4 log para vírus entéricos e cistos de giardia, porém, menos de 25% para precursores de trihalometanos, entre 25 e 30 % para cor verdadeira e menos de 25% para carbono orgânico total. Para turbidez podem ser alcançados valores inferiores a 1,0 UNT no efluente, dependendo da turbidez do afluente e do tamanho e distribuição de tamanho das partículas.

Assim, para que a filtração lenta seja eficiente, a qualidade da água a ser filtrada deve possuir características apropriadas.

Para GALVIS et al. (1997), entre outros, níveis de contaminação que superam a capacidade dos filtros lentos de produzir efluentes com qualidade aceitável após a desinfecção, ou que resultem em carreiras de curta duração são as principais limitações para adoção da tecnologia da filtração lenta como etapa única de tratamento. Além disso, baixas temperaturas, deficiência de nutrientes e valores reduzidos de oxigênio dissolvido podem reduzir ou inibir a capacidade de tratamento.

FOX et al.(1994) apontam a presença de matéria orgânica natural, valores de turbidez e concentração de algas excedendo níveis relativamente baixos como principais restrições ao emprego de filtros lentos convencionais.

WEGELIN et al.(1997) informam que águas contendo valores inferiores a 10 UNT para turbidez, concentrações de sólidos suspensos menores que 5,0 mg/L e coliformes fecais abaixo de 200 UFC/100mL são apropriadas para a filtração lenta em areia.

Na TABELA 3.1 são apresentados dados da literatura com as características da água para tratamento direto com filtração lenta.

TABELA 3.1 – Características da água bruta para o uso da filtração lenta em areia

Parâmetro de Qualidade	Valores Máximos Recomendados Segundo os Autores		
	Spencer et al.(1991)	Cleasby (1991)	Di Bernardo (1991)
Turbidez	10 uT ⁽¹⁾	5 uT	10 uT
Algas	200000 (ind/L) ⁽²⁾	5 (mg/m ³) ⁽³⁾	250000 (ind/L) 1000 (UPA/mL)
Cor Verdadeira	25 (uC)	-	5 uC
Absorvância $\lambda=254\text{nm}$	0,08 UA	-	-
Oxigênio dissolvido	>6 mg/L	-	-
Fósforo	30 $\mu\text{gPO}_4/\text{L}$	-	-
N-amoniacal	3 mg/L	-	-
Ferro Total	1,0 mg/L	0,3 mg/L	2,0 mg/L
Manganês	-	0,05 mg/L	0,2 mg/L
Coliformes Fecais	-	-	200 (NMP/100mL)

Fonte: GALVIS et al. (1993) e GALVIS et al.(1997)

⁽¹⁾ São importantes a natureza da turbidez, a distribuição do tamanho das partículas e a maneira como ocorrem as mudanças de qualidade da água no afluente;

⁽²⁾ Para filtros cobertos, sendo importante tanto o número quanto as espécies presentes;

⁽³⁾ Corresponde a concentração de clorofila-a, como medida indireta da concentração de algas.

⁽⁴⁾ Não recomenda valor

A superação destas limitações tem sido intensamente investigada nas últimas décadas, podendo ser enumeradas alternativas como: a utilização de mantas - IVES & RAJAPASKE (1988), PATERNIANNI (1991), RACHWAL et al.(1988), MBWETTE & GRAHAM (1988), DI BERNARDO (1993), GRAHAM et al.(1994), DI BERNARDO (1994); pré-ozonização para remoção de matéria orgânica natural GREAVES et al. (1988), RACHWAL et al. (1988), COLLINS et al. (1991); e utilização de pré-filtros em pedregulho como etapa preliminar de acondicionamento da água: RUGNO (1988), DI BERNARDO (1988), POCASANGRE (1990), BRESAOLA (1990), GALVIS et al. (1992), GALVIS et al. (1993), DI BERNARDO (1993), LATORRE (1994), RUIZ B. (1996), GALVIS et al. (1997), WEGELIN et al.(1997), GUZMAN (1997).

Os pré-filtros em pedregulho possuem o mesmo nível de complexidade tecnológica dos filtros lentos, resultando em sistemas com operação e manutenção relativamente simples. A combinação das etapas de pré-filtração em pedregulho e filtração em areia antecedendo a desinfecção é denominada filtração em múltiplas etapas (FIME) GALVIS et al.(1993).

De acordo com DI BERNARDO (1997), a filtração em múltiplas etapas é caracterizada pela redução gradual dos sólidos em suspensão e do número de microrganismos presentes na água, de forma a garantir, após a desinfecção, produção de água que pode ser consumida pelo ser humano sem riscos à sua saúde.

Assim, primeiramente são removidos os materiais maiores e mais pesados, e a seguir separadas ou inativadas as partículas menores como os colóides e microrganismos (GALVIS et al.1993), sem a necessidade de adição de coagulantes químicos.

Os pré-filtros em pedregulho mais utilizados são o dinâmico, o de escoamento horizontal e o vertical com escoamento ascendente ou descendente. A descrição das características físicas dos diversos tipos de pré-filtros podem ser encontradas em GALVIS et al. (1992), GALVIS et al. (1993), DI BERNARDO (1993), LATORRE (1994), WEGELIN (1988), WEGELIN et al.(1997).

3.1.1. Pré-filtros dinâmicos

Os pré-filtros dinâmicos (PFD) tem sido utilizados com sucesso como um primeiro estágio nos sistemas de filtração em múltiplas etapas, acondicionando a água para as unidades posteriores constituídas geralmente por pré-filtros em pedregulho com escoamento horizontal ou vertical e filtros lentos. Os PFD são particularmente importantes em rios com rápidas variações nos níveis de turbidez, protegendo as unidades subsequentes das sobrecargas de sólidos (LATORRE 1994). Além de material sólido, estas unidades tem sido eficientes na remoção de coliformes fecais, ferro e manganês.

Os pré-filtros dinâmicos consistem de uma camada de pedregulho fino (3 a 6 mm) disposta sobre outra camada de pedregulho grosso (6 a 13 mm) conforme apresentado na FIGURA 3.1. Na camada do fundo está instalado o sistema de drenagem, construído normalmente com tubulações perfuradas. Num sistema de FIME os custos dos PFD representam cerca de 7% a 10%, tornando sua adoção bastante atrativa (GALVIS et al. 1997).

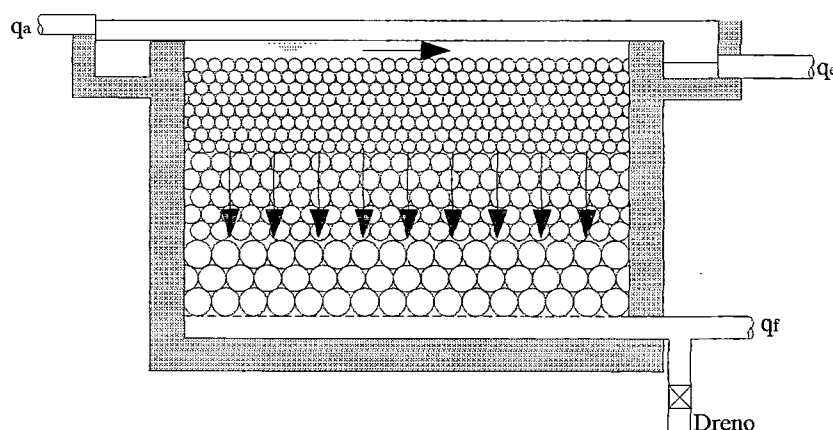


FIGURA 3.1 .Esquema de um pré-filtro dinâmico (PFD) Camada superior (3 a 6 mm), camada intermediária (6 a 13 mm).

Tradicionalmente, o funcionamento tem sido descrito como uma vazão afluyente (q_a), que ao entrar na unidade pode seguir dois caminhos distintos: uma parcela percola o meio granular no sentido descendente, denominando-se água filtrada (q_f), que é encaminhada para as demais etapas de tratamento, enquanto que outra fração da vazão esco superficialmente sobre a camada do topo sendo descartada no vertedor de saída, constituindo a vazão de excesso (q_e).

Assim, as impurezas encontram primeiramente uma camada com granulometria mais fina, que vai sendo gradativamente colmatada, reduzindo desse modo a parcela de água filtrada (q_f) e aumentando conseqüentemente a vazão descartada (q_e). Este comportamento é particularmente importante quando concentrações mais altas de sólidos suspensos chegam à unidade, uma vez que dependendo das características das partículas, a vazão de água filtrada vai diminuindo rapidamente, protegendo as unidades posteriores. Quando q_f diminui consideravelmente, a limpeza deve ser executada, fechando-se a saída de água filtrada, e com toda a vazão afluyente passando sobre o meio filtrante, escarifica-se a camada superior do meio granular para liberação das impurezas. Ao mesmo tempo, descargas de fundo devem ser executadas, abrindo-se e fechando-se rapidamente a válvula de saída. Caso não haja recuperação da carga hidráulica, o meio granular deve ser retirado, lavado e repostado.

Eficiências típicas de remoção de sólidos suspensos estão entre 60 e 80%.

LATORRE (1994) e LATORRE et al. (1996) verificaram que para uma taxa de filtração de 2 m/h, variações nas velocidades superficiais entre 5 e 18 cm/s promovidas por mudanças na vazão afluyente, não tem impacto sobre a remoção de partículas, e que para velocidades de filtração entre 2,0 e 4,0 m/h, cerca de 65 a 85% da remoção de material ocorria na camada superior dos pré-filtros dinâmicos. Entretanto, a distribuição do lodo não foi uniforme, sendo que a maior concentração foi verificada na primeira metade da camada superior. A sedimentação foi o principal mecanismo de remoção, mesmo com mais de 70% das partículas apresentando diâmetro menor que 5 μm .

Estas conclusões foram confirmadas por GUZMAN (1997), ao comparar pré-filtros dinâmicos operados com taxa declinante e taxa constante. A elevação do vertedor de saída em 4 cm permitiu manter constante a taxa de filtração durante os experimentos, eliminando-se a vazão de excesso. Para as condições do ensaio, o PFD operado com taxa constante, apresentou distribuição mais uniforme de lodo ao longo do meio filtrante, um comportamento hidrodinâmico um pouco mais pistonado e, produziu maior volume de água filtrada. Contudo, o PFD operado com taxa declinante apresentou melhor desempenho quanto a remoção de sólidos suspensos.

3.1.2 Pré-filtros em pedregulho com escoamento horizontal

Nessas unidades a água esco horizontalmente desde a estrutura de entrada até a saída atravessando o meio filtrante com granulometria decrescente.

Originalmente estas unidades foram concebidas para funcionar por longos períodos sem a necessidade de limpeza, resultando demasiadamente volumosas e com comprimento que podia chegar até a 20 m. Tinham uma grande capacidade para acumular sólidos suspensos, entretanto, quando estivessem colmatados deveriam ser abandonados ou o material filtrante deveria ser retirado, lavado e posteriormente repostado (GALVIS et al.1997).

Posteriormente, foi introduzido sistema de drenagem (FIGURA 3.2), e distribuiu-se o meio filtrante em mais de um compartimento, dispostos em série conforme FIGURA 3.3, o que permitiu manter os mesmos níveis de eficiência, com redução significativa no comprimento das unidades (GALVIS et al., 1993).

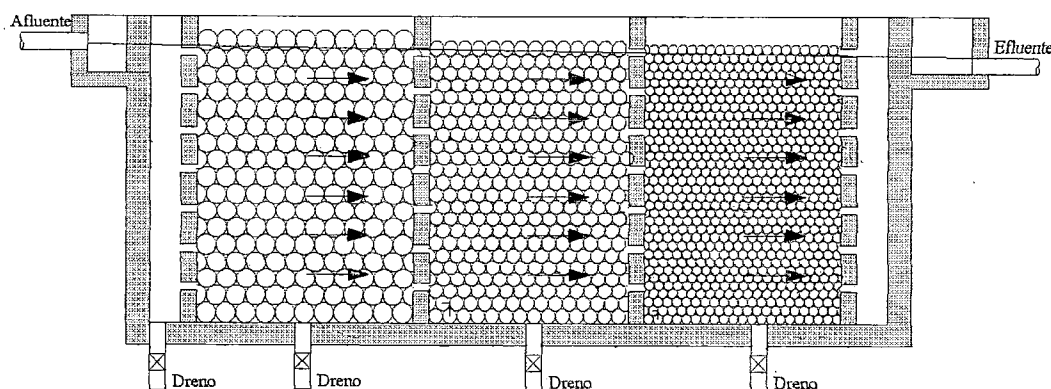


FIGURA 3.2- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal (PFPH) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8 mm)

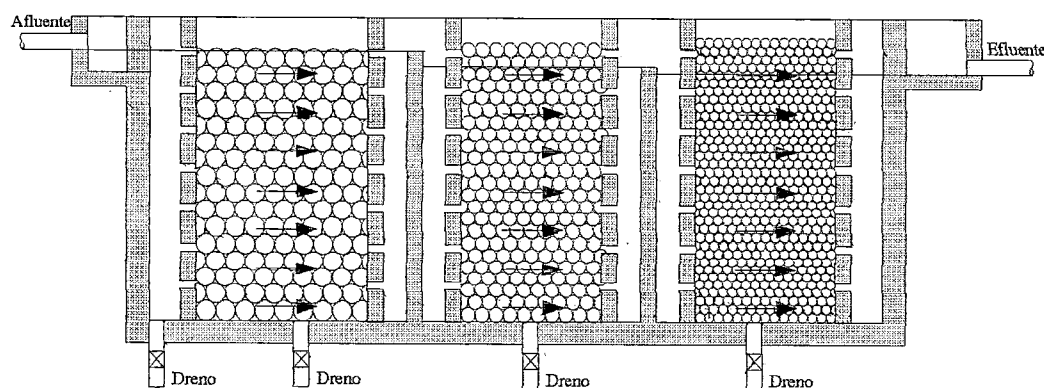


FIGURA 3.3- Esquema de um pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal em série (PFPHS) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8 mm)

WEGELIN (1996) recomenda que o material filtrante deva ter profundidade de até 1,5 m e diâmetro entre 20 e 4 mm, distribuído em três frações ao longo do pré-filtro, prevenindo assim a obstrução na zona de entrada. O autor relata experiência onde ocorreu colmatagem prematura na entrada das unidades quando foi usado inadequadamente apenas meio granular com diâmetro de 1,2 mm em toda a unidade. WEGELIN (1996) sugere a adoção de taxas de filtração situadas entre 8 e 36 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$, tomando-se a área perpendicular ao escoamento.

Na opinião de WEGELIN et al.(1997), a aplicação de PFPH como solução temporária em situações de emergência pode ser apropriada, devido a simplicidade e rapidez de construção, bem como a grande capacidade para armazenar sólidos, o que permite operar por longos períodos sem a necessidade de limpeza.

3.1.3 Pré-filtros em pedregulho com escoamento vertical descendente

Os pré-filtros em pedregulho com escoamento descendente em série (PFPDS) são alimentados pela parte superior das unidades, permeando o meio filtrante em direção ao sistema de drenagem, em que a água é coletada e enviada para um segundo e terceiro compartimentos, como pode ser verificado na FIGURA 3.4.

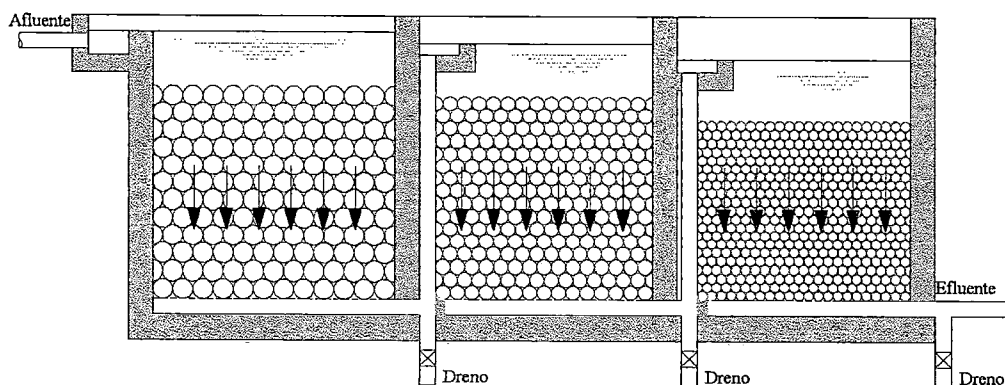


FIGURA 3.4- Esquema de pré-filtro em pedregulho com escoamento descendente em série (PFPDS) 1º compartimento (25 a 50 mm) 2º compartimento (12 a 25 mm) 3º compartimento (6 a 12 mm)

PARDÓN (1994) descreve uma instalação com PFPDS em escala real (Azpitia-Peru), com três compartimentos em série, tendo granulometria entre 25 a 50 mm, 12 a 25 mm e 6 a 12 mm, respectivamente, na primeira, segunda e terceira seções e altura de 0,60 m. A velocidade de filtração varia entre 0,20 a 0,30 m/h, tendo sistema de válvulas para limpeza através de descargas de fundo.

Os PFPDS possuem pequena capacidade de acumular sólidos, exigindo limpezas freqüentes através de descargas de fundo que nem sempre conferem a eficiência desejada, apesar das altas taxas de drenagem. Como o lodo tende a acumular-se no topo do material filtrante, a limpeza é dificultada, pois apenas o volume de água armazenado acima do pedregulho contribuirá para arrastar os sólidos até a parte inferior da unidade.

3.1.4 Pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente

Estes sistemas de tratamento podem ser formados por uma ou mais unidades dispostas em série. Quando o meio filtrante encontra-se em uma única unidade, denomina-se pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em camadas (PFPAC) conforme destaca a FIGURA 3.6, e pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em série, (PFPAS) se o pedregulho for instalado em dois ou mais compartimentos, como apresentado na FIGURA 3.5.

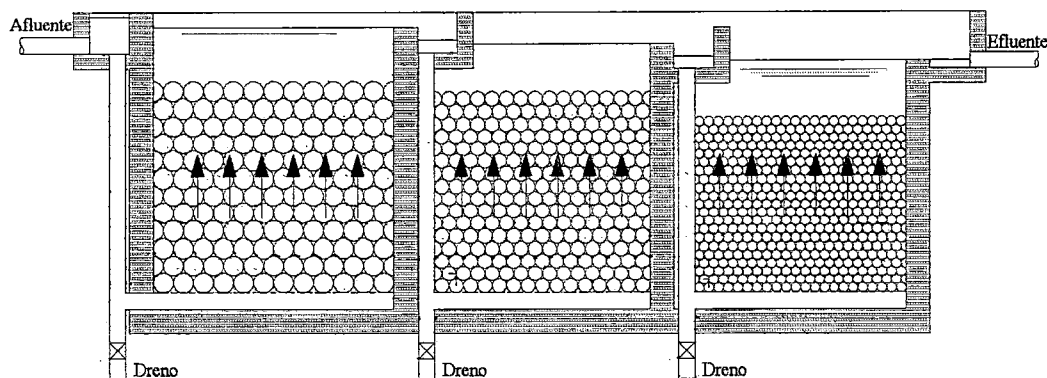


FIGURA 3.5- Esquema de pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em série (PFPAS) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8 mm)

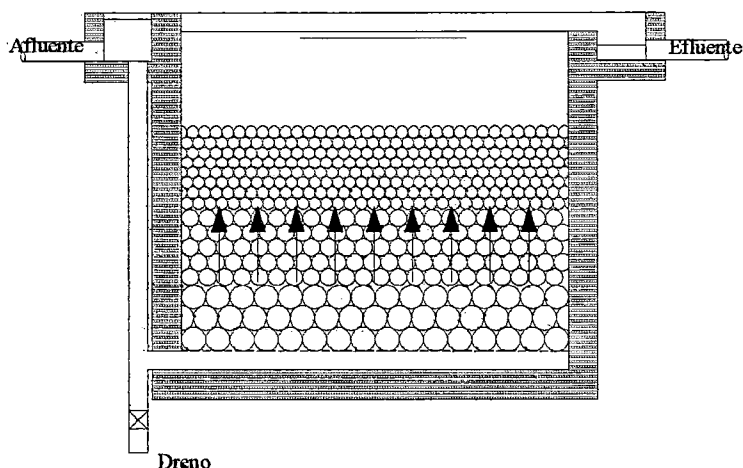


FIGURA 3.6- Esquema de pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em camadas (PFPAC) 1º compartimento (12 a 18 mm) 2º compartimento (8 a 12 mm) 3º compartimento (4 a 8 mm)

Em ambas as configurações, o tamanho do material filtrante decresce no sentido do escoamento, com diâmetros variando entre 25 e 1,6 mm GALVIS et al.(1983).

As taxas de filtração estão compreendidas geralmente entre 8 e 18 m³/m²d.

O sistema de drenagem instalado no fundo das unidades, serve para distribuir o afluente durante a carreira de filtração e, também, escoar a água de lavagem no momento da limpeza através de descargas de fundo. Como a acumulação de sólidos se dá principalmente na zona de entrada da unidade, próxima ao sistema de drenagem, a limpeza é facilitada. Estas unidades tem menor capacidade de acúmulo de sólidos se comparadas aos pré-filtros horizontais, necessitando por isso limpezas periódicas realizadas através da rápida abertura e fechamento da válvula de descarga e drenagem do volume de água.

A taxa de descarga deve ser superior a 20 m³/m²h (GALVIS et al. 1997), entretanto, GALVIS et al., (1996) relatam descarga com taxa média de 9,1 m³/m²h em pré-filtros ascendentes em série. Segundo DI BERNARDO (1993), a taxa deve ser superior a 200 m³/m²d em unidades em camadas e entre 100 e 200 m³/m²d nos pré-filtros ascendentes em série.

De acordo com GALVIS et al. (1997), a camada filtrante tem normalmente uma espessura máxima total de 1,50 m nos PFPAC, para não dificultar a operação de limpeza, enquanto que nos PFPAS depende do número de unidades em série. Espessuras maiores do meio filtrante, normalmente propiciam maior a eficiência de remoção de impurezas, mas requer também velocidades de descarga mais elevadas.

Assim, como indicativo para seleção, a utilização de PFPAC precedida de PFD é sugerida para água bruta com valores de turbidez menores que 50 UNT, cor verdadeira abaixo de 40 uC e coliformes fecais inferiores a 20000 UFC/100mL. Para a mesma contaminação microbiológica e valores de turbidez e cor verdadeira até 70 UNT e 40 uC respectivamente a alternativa pode ser PFPAS com três unidades em série (GALVIS et al.1997).

3.1.5 Comparação entre os pré-filtros

Desde meados da década de 80, estudos comparativos das diferentes modalidades de pré-filtração em pedregulho estão sendo desenvolvidos principalmente na Colômbia pelo CINARA e no Brasil pela EESC-USP. Durante este período tem-se demonstrado a superioridade dos pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente.

Na Colômbia as investigações se deram primeiramente em escala piloto, na estação de Puerto Mallarino, e posteriormente em escala real, com sistemas demonstrativos operados em diferentes situações.

Conforme GALVIS et al.(1993), GALVIS et al.(1997), WEGELIN et al.(1997) os sistemas pesquisados em escala piloto, eram constituídos por um filtro dinâmico como primeira etapa, seguido de cinco linhas de pré-filtros em pedregulho operados em paralelo, ligados individualmente a um filtro lento.

Neste trabalho foram avaliados as seguintes configurações de pré-filtros:

- Pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em série com 3 compartimentos (PFPAS);
- Pré-filtro em pedregulho com escoamento ascendente em camadas (PFPAC);
- Pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal modificado com 3 compartimentos (PFPHM);
- Pré-filtro em pedregulho com escoamento horizontal com 3 compartimentos (PFPH);
- Pré-filtro em pedregulho com escoamento descendente em série com 3 compartimentos (PFPDS).

Todas as unidades possuíam meio filtrante com as mesmas características granulométricas, variando de 3 a 25 mm. Entretanto, as espessuras da camada filtrante eram diferentes, pois enquanto que no PFPAS, PFPHM e PFPDS tinha uma espessura total de 4,30 m, no PFPH era de 7,10 m, contra apenas 1,60 m no PFPAC.

Entre os principais resultados, as eficiências de remoção de turbidez para diferentes velocidades de filtração, podem ser comparados na FIGURA 3.7, ficando acima de 65% e abaixo de 85% para os períodos de alta turbidez, e reduzindo para valores superiores a 50% e inferiores a 80% para turbidez entre 30 e 50 UNT.

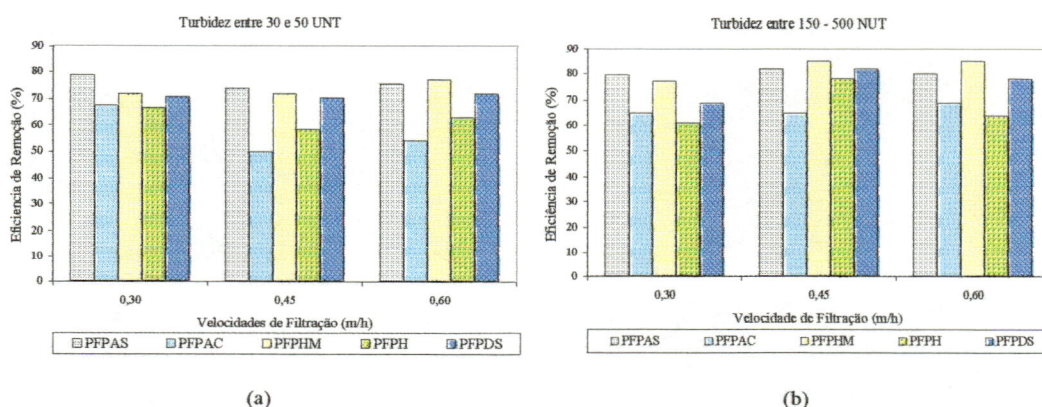


FIGURA 3.7 - Remoção de turbidez por diferentes alternativas de filtração em pedregulho com água bruta variando entre 10 e 50 uT (a), e 150 e 500 uT(b).

Adaptada: WEGELIN et al. (1997)

De acordo com GALVIS et al. (1993) os melhores resultados foram obtidos pelo PFPAS, PFPH e PFPDS. Para valores de turbidez abaixo de 50 NTU todos os sistemas produziram efluente com valores de turbidez abaixo de 10 NTU, exceto para o PFPAC com valores próximos de 12 NTU. Porém, como o valor está muito próximo de 10 NTU, considerado limite máximo para a filtração lenta, e a menor espessura de meio filtrante requerida, o autor considera sistemas de PFPAC uma alternativa viável.

A água bruta possuía uma concentração média de sólidos em suspensão de 194 mg/L sendo reduzida para 85 mg/L pelo pré-filtro dinâmico e após passarem pelos pré-filtros em pedregulho a concentração média foi reduzida para menos de 5 mg/L. Os melhores desempenhos foram obtido pelo PFPAS, PFPH e PFPDS com concentrações médias de 2 mg/L, enquanto que o menos eficiente foi o PFPAC.

A concentração média de coliformes fecais com 44.000 UFC/100mL na água bruta, foi reduzida para 35.000 UFC/100mL no efluente do pré-filtro dinâmico e para menos de 900 UFC/100mL após passarem pelos pré-filtros em pedregulho. Novamente a unidade mais eficiente foi o PFPAS com 105 UFC/100mL, seguido pelo PFPDS com concentração média de 145 UFC/100mL. O pior resultado foi obtido pelo PFPHM, enquanto que o PFPAC apresentou em média 351 UFC/100mL.

GALVIS et al. (1993) e GALVIS et al. (1994) relatam estudos em sistemas operados em escala real, na região do Vale do Cauca, Colômbia. Os principais parâmetros operacionais são apresentados na TABELA 3.2.

TABELA 3.2- Características de algumas instalações em escala real na Colômbia

Sistema	Vazão Média (L/s)	Tipo	Velocidade (m/h)	Meio Filtrante	
				Diâmetro (mm)	Espessura (m)
Ceylan	9,4	PFPAS(2)	0,7	25-3	2,0
La Marina	6,8	PFPAS(3)	0,6	20-6	1,8
Cañas Gordas		PFD	9,0	7-25	0,6
	7,6	PFPAS(2)	0,6	25-3	2,0
El Retiro	8,8	PFPAC	0,7	25-3	1,0
Colombo		PFD	1,1	25-13	0,6
	0,7	PFPAC	0,6	25-4	1,2
Cider	0,7	PFPH	0,8	16-5	7,0
Javeriana		PFD	0,8	25-5	0,8
	1,5	PFPH	1,0	16-3	4,0

Adaptada de GALVIS et al. (1994)

() Indica o número de unidades em série

Os mananciais que abastecem estas unidades possuem valores médios de sólidos em suspensão, turbidez, cor verdadeira e coliformes fecais mais baixos que os níveis apresentados nas plantas operadas em escala piloto, contudo picos de curta duração são observados.

Os sistemas com pré-filtros em pedregulho ascendentes em série (PFPAS) de Ceylan, La Marina e Cañas Gordas (precedido por PFD) obtiveram eficiências médias de 86%, 68% e 72% para sólidos suspensos, 70%, 53% e 54 % para turbidez, 40%, 33% e 21% para cor verdadeira e 88%, 78% e 94% para coliformes fecais, respectivamente.

Nas unidades de Colombo (precedida de PFD) e El Retiro onde operam pré-filtros de pedregulho ascendente em camadas (PFPAC), as eficiências medias de remoção foram de 81% e 72% para sólidos suspensos, 63% e 66% para turbidez, 25% e 29% para cor verdadeira e 96% e 98% para coliformes fecais.

Os valores médios de sólidos em suspensão, turbidez, cor verdadeira e coliformes fecais, apresentados na água bruta e efluente dos sistemas de pré-filtração em pedregulho para as unidades acima citadas, são apresentados na FIGURA 3.8.

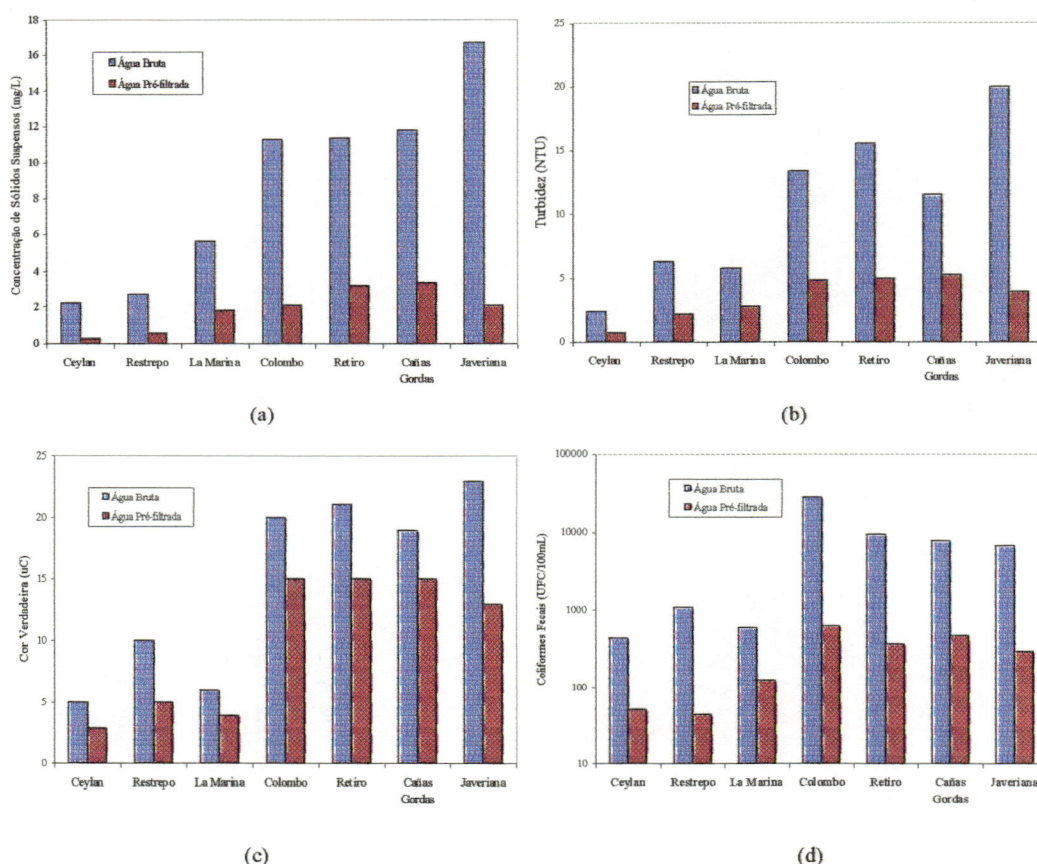


FIGURA 3.8- Valores médios de sólidos em suspensão (a), turbidez (b), cor verdadeira (c) e coliformes fecais (d) da água bruta e efluente dos diferentes sistemas de pré-filtração em pedregulho operados em escala real. Adaptada de GALVIS et al.(1994).

Apesar da maior espessura da camada filtrante, os pré-filtros horizontais (PFPM), dos sistemas de Restrepo e Javeriana (precedidos de PFD), tiveram desempenho semelhante às demais unidades.

3.1.6 Limitações da tecnologia FIME

De acordo com DI BERNARDO (1993) o tamanho e a distribuição de tamanho das partículas pode influir significativamente na escolha da tecnologia de tratamento, especialmente quando se quer usar aquelas que não utilizam a coagulação química.

Relato de experiência mal sucedida com a utilização de pré-filtros em pedregulho horizontais é feito por INGALLINELLA et al. (1998), ocorrido em uma pequena vila localizada na zona rural da Bolívia, denominada Tarata. Nesta localidade, a água bruta possuía turbidez entre 150 e 1300 NTU, com maior frequência entre 300 e 600 NTU, concentração de ferro entre 3 e 15 mg/L. Análises da distribuição do tamanho revelaram que 50% das partículas possuíam diâmetro abaixo de 0,50 μm , demonstrando um alto conteúdo de turbidez com origem coloidal. A estação de tratamento era constituída por dois pré-filtros em pedregulho com escoamento horizontal, com comprimento total de 18 m, divididos em quatro módulos contendo pedregulho entre 20 e 5 mm. A operação com taxas de filtração variando entre 0,13 e 0,52 m/h resultaram em eficiências entre 42% e 21% respectivamente, reduzindo a turbidez de 400 NTU para valores entre 232 e 318 NTU. Os resultados indicaram que até mesmo para taxas de filtração muito baixas, os valores de turbidez não eram adequados para a filtração lenta, inviabilizando o uso da tecnologia da filtração em múltiplas etapas sem a utilização de coagulantes.

Estudos em instalação piloto, demonstraram a necessidade de adição de coagulante químico para desestabilização da água bruta.

3.1.7 Experiências na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP)

Na Escola de Engenharia de São Carlos –USP, vários trabalhos vem sendo realizados utilizando-se predominantemente pré-filtros de pedregulho com escoamento ascendente, destacando-se: RUGNO (1987), BRESAOLA (1990), POCASANGRE (1990), VALENZUELA (1991), AGGIO (1993) e RUIZ B. (1996).

RUGNO (1987) estudou a pré-filtração com escoamento ascendente em pedregulho, antecedendo filtros lentos de areia. O trabalho experimental foi dividido em três fases, com

granulometria e espessuras indicadas na TABELA 3.3 e, taxas de filtração variando entre 6 e 36 m³ / m²d.

TABELA 3.3 - Meio Granular Utilizado na Fase Experimental

Fase Experimental	Tamanho (mm)	Altura (m)
Primeira e Segunda	6,4 – 8,0	1,25
Terceira	6,4 – 8,0	0,80
	2,4 – 4,8	0,45

Fonte: RUGNO, 1988

As eficiências médias de remoção na primeira fase experimental foram de 28% para turbidez e 29% para cor aparente, com valores máximos de 71% e 56% respectivamente para taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Na terceira fase do experimento, com taxas de filtração variando de 12 a 36 m³/m²d, foi verificada uma eficiência média de remoção para turbidez e cor aparente de 38% e 44 % respectivamente.

De maneira geral, RUGNO (1988), chegou as seguintes conclusões:

- No início da operação do pré-filtro, a eficiência de remoção da turbidez, cor aparente e ferro total é pequena e inconstante, melhorando com o tempo de operação se os parâmetros na água bruta permanecerem praticamente constantes;
- Quando se tem picos de turbidez, cor aparente e ferro total na água bruta, que perduram vários dias, as eficiências de remoção no período diminuem;
- A eficiência de remoção da turbidez, cor aparente e ferro total, depende basicamente da variação dos parâmetros na água bruta, ou seja, quanto maior o valor na água bruta menor a sua eficiência de remoção;
- A granulometria menor foi mais eficiente na remoção de turbidez, cor aparente e ferro total, apesar da perda de carga ser um pouco superior.
- Com a elevação das taxas de filtração houve um decréscimo na eficiência de remoção de turbidez e cor aparente. O oposto foi verificado quando a taxa de filtração foi reduzida de 36 para 6 m³/m²d;

POCASANGRE (1990) comparou o desempenho de pré-filtros de pedregulho e areia grossa com escoamento ascendente e descendente, com características do meio filtrante apresentadas na TABELA 3.4, variando a qualidade da água bruta e operando com taxas de filtração que variaram de 12 a 36 m³/m²d.

Ambos pré-filtros apresentaram eficiências de remoção de turbidez, cor aparente e ferro total a mesma ordem de grandeza, sendo que no início da carreira de filtração as eficiências de remoção eram menor e aumentavam com o tempo de operação.

TABELA 3.4 - Caracterização do meio filtrante utilizado na fase experimental

SUBCAMADAS	TAMANHO DO PEDREGULHO (mm)	ESPESSURA DA SUBCAMADA (m)
1	25 - 50	0,60
2	6,4 - 12,7	0,40
3	2,4 - 4,8	0,40
4	1,4 - 2,0	0,40

Fonte: Pocasangre, 1990

A principal diferença foi observada nos valores de perda de carga. Para uma única carreira de filtração no pré-filtro de escoamento ascendente, ocorriam duas ou mais carreiras no pré-filtro de fluxo descendente.

Quando ocorriam picos de turbidez no afluente, a qualidade do efluente se deteriorava, demonstrando que as unidades possuem capacidade limitada de atenuação de variações bruscas na qualidade do afluente. As diferentes taxas de filtração não influenciaram substancialmente a eficiência de remoção de turbidez, cor aparente, ferro total e coliformes totais;

A descarga de fundo, não foi eficiente para limpeza do pré-filtro de escoamento descendente, exigindo repetidas vezes a introdução água no sentido ascensional, para se obter uma remoção adequada das impurezas retidas;

BRESAOLA (1990) comparou em uma instalação piloto o desempenho de dois sistemas de tratamento de água: o primeiro, constituído de um pré-filtro de pedregulho com escoamento ascendente e um filtro lento ligado em série; e o outro, formado por um pré-filtro de areia grossa com escoamento ascendente também seguido por um filtro lento em série. Os pré filtros foram operados com taxas de filtração entre 6 e 36 m³/m²d conforme apresentado na TABELA 3.5.

Inicialmente, foi testado meio granular no pré-filtro de pedregulho com tamanho entre 6,4 e 19,0 mm, e posteriormente, uma camada de 0,45 m foi substituída por tamanho entre 2,4 e 4,8 mm.

O pré-filtro de areia apresentava granulometria variando entre 25,4 e 3,2 mm na camada suporte e tamanhos mínimo e máximo de 0,59 e 2,00 mm na camada filtrante. A espessura da camada filtrante era de 0,90 m.

Algumas das conclusões que o autor chegou são apresentadas a seguir:

- Os sistemas constituídos de pré-filtros de escoamento ascendente seguidos de filtros lentos de escoamento descendente apresentam um aumento da eficiência de remoção de cor, turbidez e ferro quando se tem a qualidade da água bruta aproximadamente constante;

TABELA 3.5 - Taxas de Filtração Utilizadas na Fase Experimental

Fase Experimental	Taxa de Filtração Pedregulho(m ³ /m ² d)	Pré-filtro de	Taxa de Filtração Areia Grossa (m ³ /m ² d)	Pré-filtro de
Pré operação	6		6	
	8		8	
Primeira	12		12	
	12		12	
	18		18	
Segunda	24		24	
	36		24	
	6		6	
	12		12	
Terceira	18		12	
	24		12	
	36		12	
	12		12	

Fonte: Bresaola, 1990

- A qualidade da água produzida pelo sistema de pré-filtro em areia grossa e filtro lento foi superior a obtida no pré-filtro em pedregulho e filtro lento.
- A unidade de pré-filtração em pedregulho não apresentou variação na eficiência de remoção de cor e turbidez, para água bruta com qualidade praticamente constante e taxas de filtração variando entre 12 e 36 m³/m²d.
- O aumento da turbidez na água bruta utilizada não levou a um aumento da eficiência de remoção dessa característica nos dois sistemas estudados.
- A unidade de pré-filtração em pedregulho possui grande capacidade de armazenamento de sólidos retidos, quando comparada com o pré-filtro de areia.

AGGIO (1993) desenvolveu trabalho tendo como um dos objetivos, a avaliação da remoção de algas em unidades de filtração. O estudo foi realizado em uma instalação piloto composta de um pré-filtro de pedregulho e areia grossa com escoamento ascendente, de características idênticas a unidade utilizada por POCASANGRE (1990) conforme descrito anteriormente, e um filtro lento de areia com escoamento descendente possuindo sobre a camada filtrante três mantas sintéticas não tecidas. Tais mantas denominadas de M₃ e M₅ apresentavam as propriedades descritas na TABELA 3.6.

As taxas de filtração variaram de 24 a 36 m³/m²d para a unidade de pré-filtração e 6 a 12 m³/m²d para o filtro lento.

As Bacillariophyta (diatomáceas) foram as predominantes em todas as carreiras.

TABELA 3.6 - Caracterização das Mantas Utilizadas

Propriedades	Manta	
	M ₃	M ₅
Cor	Preta	Branca
Massa Específica média do fio (g/cm ³) ρ_f	0,9835	1,1215
Massa Específica média da manta (g/cm ³) ρ_m	0,115	0,171
Porosidade (%) ϵ	88,29	84,72
Diâmetro médio do fio d_f (μm)	45,09	29,58
Superfície específica S_o (m ² /m ³)	10.388	20.622
Condutividade Hidráulica K (mm/s)	7,16	1,31

O autor, com base no estudo realizado, concluiu que:

- Densidades de células algais de no máximo 30×10^3 células/litro, não trazem problemas às unidades de filtração utilizadas no estudo (pré-filtração seguida de filtração lenta);
- A aplicação de uma taxa de filtração elevada favorece o aumento da densidade dos organismos colonizadores, devido a um maior volume de matéria orgânica afluyente ao sistema;
- As unidades de filtração analisadas durante o estudo apresentaram bom desempenho, tendo resultado eficiência média de remoção de algas de 85% no pré-filtro e de 80% no filtro lento;
- O sistema composto de pré-filtro de pedregulho e areia grossa com escoamento vertical ascendente em série com filtro lento de areia, apresentou desempenho satisfatório, com remoção média de algas de 90%;

DI BERNARDO et al. (1995), utilizando unidade similar à POCASANGRE (1990) e de AGGIO (1993), observou a remoção de algas provenientes de suspensões preparadas com a clorofícea *Ankistrodesmus densus* e com as diatomáceas *Melosira italica* e *Melosira granulata*. A unidade foi operada com taxas variando de 12 a 24 m³/m²d e as algas eram introduzidas na água bruta em dias específicos.

Como conclusões, os autores citam: i) ser de fundamental importância o conhecimento da composição qualitativa da comunidade algal da água bruta pois o desempenho da unidade é diferente para algumas espécies; ii) o aumento da taxa de 12 para 24 m³/m²d não acarretou prejuízo ao desempenho da unidade; iii) o aumento do número total de algas no afluyente conduziu a um incremento na eficiência de remoção, especialmente quando havia predominância de algas filamentosas; iv) a eficiência de remoção das algas do gênero *Melosira ssp* foi significativamente maior que as do gênero *Ankistrodesmus*; v) das duas espécies de algas do gênero *Melosira ssp*, a remoção de *Melosira granulata* foi muito maior que a de *Melosira italica*.

RUIZ B. (1996) investigou a influência do uso de mantas sintéticas instaladas no topo de pré-filtros de pedregulho e areia grossa com escoamento vertical. Foram usadas duas unidades, sendo uma com mantas (PFPCM) e a outra sem (PFPSM). As taxas de filtração foram de 12, 24 e 36 m³/m²d e o meio granular com as mesmas características usadas por POCASANGRE (1990), conforme descrito anteriormente. Foram executados sete ensaios, sendo os resultados da comparação entre o PFPCM e o PFPSM, favoráveis ao primeiro com relação aos parâmetros turbidez, cor aparente, número de coliformes totais e número de partículas, independentemente da taxa de filtração e da qualidade da água bruta.

Como principais vantagens obtidas com a utilização das mantas no topo dos pré-filtros de pedregulho, RUIZ B. (1996) cita: aumento na duração das carreiras quando são executadas descargas de fundo; aumento da taxa de filtração; melhora na qualidade da água afluente aos filtros lentos; maior capacidade de atenuar variações bruscas na qualidade da água bruta.

3.2 CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DE REATORES

Um dos parâmetros para dimensionamento das unidades de tratamento, é o tempo médio de detenção hidráulica (t_0). Conceitualmente, t_0 representa o tempo médio de permanência do fluido em uma unidade de tratamento alimentada continuamente, sendo obtido pela divisão do volume (V) pela vazão (Q). Porém, este conceito normalmente não fornece elementos suficientes para identificar o comportamento hidrodinâmico de um reator, pois não considera os períodos que as diferentes frações da vazão permanecem na unidade.

Para conhecer as características de escoamento em um reator, utiliza-se técnicas que permitem conhecer por quanto tempo as partículas individuais permanecem no reator, ou mais precisamente, qual a distribuição dos tempos de residência (DTR) do fluido que está escoando. A DTR descreve estatisticamente a probabilidade das partículas do fluido permanecerem no reator por um tempo determinado (NOAR & SHINNAR, 1963; YONG, 1985)

Uma das técnicas utilizadas pode ser classificada como de estímulo e resposta. Assim, o sistema é perturbado e verifica-se como ele responde ao estímulo (LEVENSPIEL, 1974).

O estímulo é realizado pela injeção de traçador na corrente de fluido que está entrando no reator, enquanto a resposta é o registro dos tempos com que as frações do traçador deixam o reator. LEVENSPIEL (1974) salienta que qualquer material que possa ser

detectado e não perturbe o escoamento no reator pode ser usado como traçador. Entretanto, a escolha apropriada de um traçador deve ser criteriosa, e nem sempre constitui tarefa fácil, pois ao mesmo tempo que a substância deve apresentar propriedades semelhantes às do fluido em estudo, alguma característica deve diferenciá-la a fim de ser detectada analiticamente.

Várias interferências indesejáveis estão associadas com a aplicação de traçadores. Algumas substâncias podem reagir quimicamente ou interagir com o reator através da adsorção nas paredes (YONG & YONG 1988); adsorver/absorver na biomassa (JIMENEZ et al., 1988) difundir-se no biofilme (STEVENS et al., 1986) ou no meio poroso (JIMENEZ et al., 1988 e DE NARDI, 1997).

Problemas físicos podem estar associados com a adição do traçador. A injeção da substância deverá ser realizada num local de grande turbulência, homogeneizando-se com o fluido. Por outro lado o traçador pode ter propriedades tais como densidade, viscosidade, difusão e temperatura diferentes do fluido em estudo, originando correntes que modificam as curvas de resposta (YONG, 1985). Mudanças de temperatura, concentração de sólidos e salinidade geram correntes de densidade (HUDSON, 1981) que distorcem as curvas de resposta. A vazão nem sempre pode ser precisamente determinada. Embora qualquer método de adição do traçador possa ser usado, casual, periódico, em degrau ou em pulso (LEVENSPIEL, 1974) os dois últimos são os mais usuais.

Na forma de pulso, um pequeno volume da solução traçadora é adicionado na entrada da unidade em estudo, durante um intervalo de tempo bastante curto, passando-se à medir sua concentração na saída (FORESTI, 1997). A duração da injeção é relativa ao t_0 do reator, enquanto a quantidade injetada depende essencialmente da sensibilidade e exatidão da detecção do traçador. Este método de injeção é particularmente indicado para elevados tempos de detenção hidráulica, entretanto tem como desvantagem não detectar com exatidão o pico do traçador, a menos que um monitoramento contínuo seja usado (WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 1996).

Quando a adição do traçador se dá na forma de degrau, a unidade em estudo é alimentada continuamente com uma solução de concentração conhecida, por um período de tempo pelo menos três vezes maior que t_0 . A concentração de saída é medida a partir do início do teste (FORESTI, 1997). Pode-se considerar tanto a fase inicial quanto final do ensaio. No primeiro caso a dosagem é iniciada até obter-se uma concentração de equilíbrio no efluente, enquanto que para a fase final, interrompe-se abruptamente a dosagem e acompanha-se o decaimento da concentração do traçador (WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 1996).

A FIGURA 3.9, mostra as curvas de resposta para dosagem contínua e em pulso considerando-se diferentes tipos de escoamento.

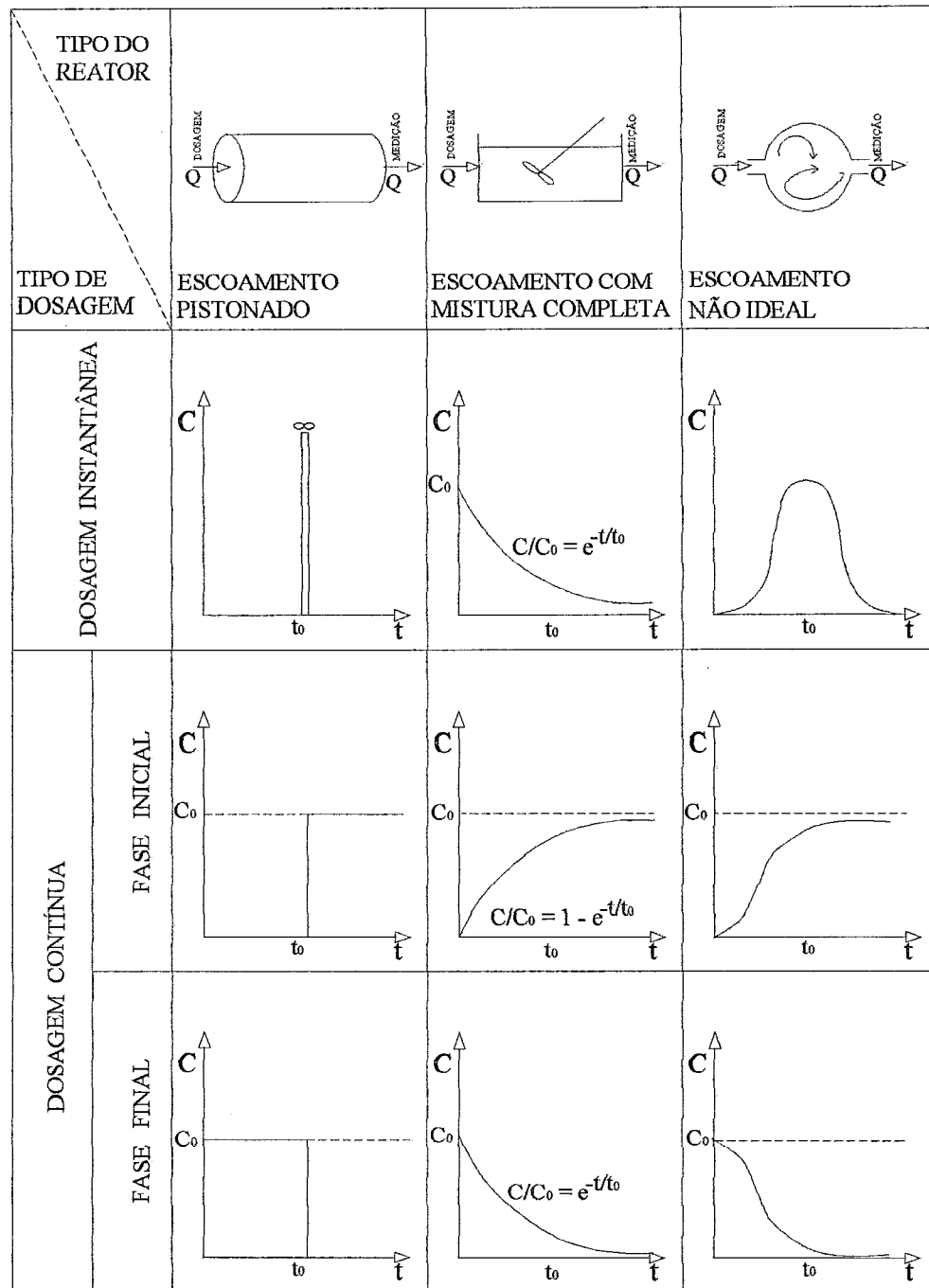


FIGURA 3.9 Curvas de resposta típicas para dosagem contínua e instantânea, em diferentes tipos de reatores. (LEVENSPIEL, 1974)

Os elementos de fluido que percorrem diferentes caminhos no reator, podem gastar tempos diferentes para passar através do reator. O registro da distribuição destes tempos na corrente de fluido que deixa o reator é uma ferramenta útil para entendimento do comportamento do reator.

DANCKWERTS (1953) foi um dos primeiros pesquisadores a sugerir o uso de funções de distribuição de tempos de residência em reatores de escoamento contínuo a fim de prever o comportamento das moléculas individuais em sistemas reais, com escoamentos não ideais.

A distribuição desses tempos de residência pode ser definida em termos estatísticos (NOAR & SHINNAR 1963) como uma função E, sendo conveniente representá-la de tal maneira que a área sob a curva seja unitária, isto é,

$$\int_0^{\infty} E dt = 1 \dots\dots\dots (3.1)$$

e conseqüentemente a fração de material com idade entre t e t + dt na corrente de saída é E dt.

A fração de elementos de fluido com tempo de permanência no reator inferior a t₁ corresponde a:

$$\int_0^{t_1} E dt \dots\dots\dots (3.2)$$

e a fração de elementos do fluido na saída com idade superior a t₁ corresponde a:

$$\int_{t_1}^{\infty} E dt = 1 - \int_0^{t_1} E dt \dots\dots\dots (3.3)$$

A curva E ou DTR é necessária na avaliação do grau de desvio da idealidade do escoamento. A FIGURA 3.10 mostra a DTR normalizada (LEVENSPIEL, 1974).

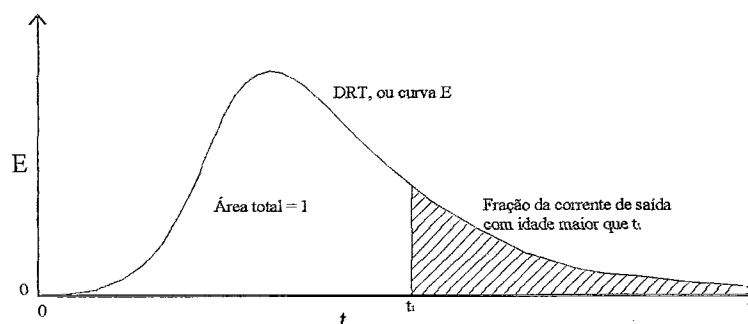


FIGURA 3.10 - Curva E (DTR) de distribuição de idade a saída de um fluido escoando através de um reator (LEVENSPIEL, 1974)

As curvas obtidas experimentalmente, dependem da forma da introdução do traçador, podendo ser:

Curva F: É obtida quando o traçador é introduzido com sinal em degrau, através do registro da concentração na saída do recipiente, medida como C/C_0 em função do tempo. Esta curva sempre cresce de 0 até 1. É particularmente usada em reatores com curtos tempos de detenção.

Curva C: É obtida quando o traçador é introduzido com sinal em pulso, e a concentração medida na saída é dividida pela área sob a curva concentração x tempo. Quando na entrada ou saída do recipiente não ocorrer variações de velocidade, difusão ou turbilhonamento, a curva E equivale a curva C.

3.2.1 Utilização das curvas

Uma distribuição de tempo de residência pode ser caracterizada estatisticamente através de alguns poucos valores numéricos úteis na interpretação das curvas experimentais, principalmente quando se quer ajustar a algum modelo teórico (LEVENSPIEL, 1974).

O mais importante é o tempo médio (\bar{t}) ou centróide da distribuição, também conhecido como o primeiro momento da função DTR (NOAR & SHINNAR 1963; LEVENSPIEL, 1974)

Para uma curva $c \times t$, o tempo médio é dado por:

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{\infty} t C dt}{\int_0^{\infty} C dt} \dots\dots\dots (3.4)$$

Para medidas discretas, o tempo de residência médio pode ser determinado algebricamente como:

$$\bar{t} \cong \frac{\sum t_i C_i \Delta t_i}{\sum C_i \Delta t_i} \dots\dots\dots (3.5)$$

A dispersão da distribuição é medida pela variância, e é definida como:

$$\sigma^2 = \frac{\int_0^{\infty} t^2 C dt}{\int_0^{\infty} C dt} - (\bar{t})^2 \dots\dots\dots (3.6)$$

Discretamente, em termos de concentração, a variância pode ser representada por:

$$\sigma^2 \cong \frac{\sum t_i^2 C_i \Delta t_i}{\sum C_i \Delta t_i} - (\bar{t})^2 \dots\dots\dots (3.7)$$

A variância representa o quadrado da amplitude da distribuição e tem unidades de $(\text{tempo})^2$.

3.2.2 Comportamento ideal e não ideal em reatores

Em unidades com escoamento contínuo, consideram-se idealmente dois comportamentos hidráulicos extremos: escoamento tipo pistonado, tubular ou “pug flow” e o escoamento tipo mistura completa.

Em reatores com escoamento tubular ou pistonado, as partículas do fluido passam pela unidade com velocidade constante e saem na mesma seqüência com que entram. As partículas conservam sua identidade e permanecem no reator por um tempo igual ao tempo teórico de detenção. Uma aproximação deste tipo de escoamento é conseguida em reatores que possuem uma elevada relação comprimento/largura, onde a dispersão longitudinal é pequena (METCALF & EDDY, 1985).

O escoamento pistonado perfeito nunca ocorrerá com fluidos Newtonianos porque neles sempre haverá alguma mistura longitudinal ocasionada pelos efeitos da viscosidade ou difusão molecular (DANCKWERTS, 1953).

Já nos reatores com mistura completa, as partículas que entram na unidade são dispersas rapidamente, mantendo-se a composição no interior do reator constante e igual a concentração de saída (METCALF & EDDY, 1985).

Os reatores reais não seguem, exatamente, os padrões de escoamento ideal descritos anteriormente. O desvio do escoamento ideal pode ser causado por: formação de caminhos preferenciais, recirculação interna e presença de zonas mortas (LEVENSPIEL, 1974).

Zonas mortas são regiões no interior do reator onde a velocidade média do fluido é tão baixa, comparada com a velocidade em outros pontos, que o escoamento pode ser considerado “em repouso”.

Caminhos preferenciais podem aparecer em algumas regiões dos reatores, onde uma porção do fluido escoar com velocidade maior que o restante, tendo um tempo menor que o tempo de detenção avaliado teoricamente;

Recirculação interna é a existência de linhas de corrente que formam círculos, de tal forma que o fluido é mantido em circulação dentro de reator. São normalmente originadas por correntes de densidade.

Em reatores tubulares de leito fixo, a disposição não uniforme do material de recheio no leito, ou a distribuição irregular do fluido na entrada da unidade, pode provocar a formação de canais preferenciais (SWAINE & DAUGULIS¹, 1988 apud DE NARDI, 1997).

¹ SWAINE, D. E.; DAUGULIS, A. J. (1988) Review of liquid mixing in packed bed biological reactors. *Biotechnology Progress*. 4: 134-148.

Por outro lado, em determinadas condições, pode haver a formação de pequenas regiões estagnadas entre os elementos do recheio (YONG, 1985).

3.2.2 Modelos paramétricos para reatores não ideais

A análise do escoamento em uma unidade de tratamento é normalmente efetuada a partir da determinação dos parâmetros dos modelos teóricos, utilizando-se os dados experimentais obtidos. Quanto melhor for o ajuste aos pontos experimentais, melhor é a representação dos fenômenos reais pelo modelo (FORESTI, 1997).

Os modelos uniparamétricos são os mais simples e normalmente permitem uma melhor interpretação dos dados experimentais, entretanto quando o escoamento difere significativamente da idealidade, modelos com mais de um parâmetro tendem a representar o sistema com mais exatidão.

3.2.2.1 Modelo de tanques em série com mistura completa

O modelo de tanques em série com mistura completa, é largamente usado para representar escoamento não ideal através de um único parâmetro. Conforme este modelo, o fluido escoar através de uma série de tanques de igual tamanho, idealmente agitados, sendo o número de tanques desta cadeia o parâmetro único LEVENSPIEL(1974).

As curvas características, bem como o tempo médio de detenção e a variância são fáceis de obter (LEVENSPIEL,1974), além do que pode ser utilizado com qualquer modelo cinético ou arranjo de compartimentos ROCHA et al.(1987).

Quanto maior o número de tanques N , mais baixo é o grau de mistura, e no caso limite de um número de tanques infinitos, o escoamento é considerado pistonado. A WATER ENVIRONMENT FEDERATION (1996) sugere que valores de N em torno de 50 indicam um reator com escoamento pistonado, entre 5 e 50 demonstram um bom comportamento tipo pistão, enquanto que valores de N menores que 5 revelam elevado grau de mistura.

A equação de ajuste para este modelo é:

$$C_{\theta} = \frac{N(N\theta)^{N-1}}{(N-1)!} e^{-N\theta} \dots\dots\dots(3.8)$$

onde θ é o tempo de residência médio adimensional, obtido pela divisão do tempo teórico (t_0), pelo tempo de detenção hidráulico obtido das curvas (t_m).

O valor de N é obtido através da variância:

$$\sigma_{\theta}^2 = \frac{t^2}{\sigma^2} = \frac{1}{N} \dots \dots \dots (3.9)$$

Na FIGURA 3.11 são apresentadas as curvas DTR, construídas a partir da equação (3.8), para vários números de tanques em série.

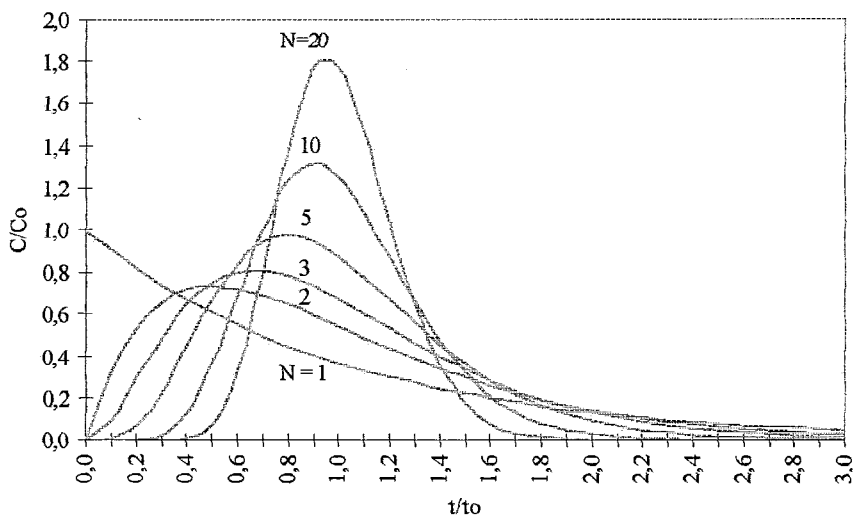


FIGURA 3.11 -Curvas DTR para o modelo de tanques completamente misturados em série (LEVENSPIEL, 1974)

3.2.2.2 Modelo de dispersão

O modelo de dispersão é usado para descrever reatores tubulares com desvios do comportamento ideal causados pela dispersão axial. Esta dispersão é devida a diferentes velocidades de escoamento ou a difusões moleculares e turbulentas. A FIGURA 3.12 demonstra esta situação.

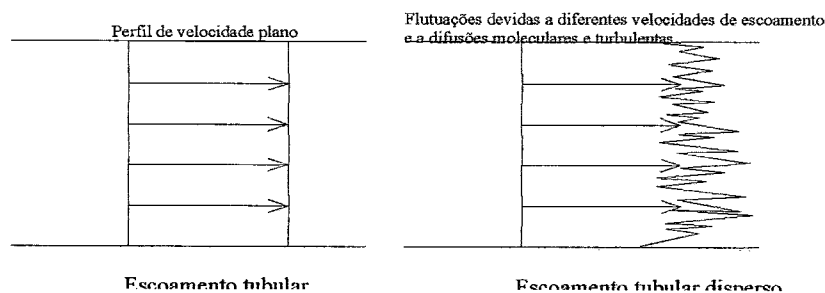


FIGURA 3.12- Representação do modelo de dispersão (escoamento tubular) LEVENSPIEL (1974)

Esta dispersão é obtida através de uma analogia à Lei de Fick, imposta ao escoamento. LEVENSPIEL & SMITH (1957) demonstraram que esta analogia entre mistura e difusão molecular é válida: substituindo-se D , coeficiente de difusão molecular na Lei de Fick, por D , coeficiente de dispersão longitudinal. Se D for independente da posição, consegue-se quantificar o grau de mistura no reator. A equação (3.10) representa o modelo.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - u \frac{\partial C}{\partial x} \dots\dots\dots(3.10)$$

A equação (3.10) representada na forma adimensional, será a equação diferencial básica que representa esse modelo de dispersão, conforme apresentado a seguir:

$$\frac{\partial C}{\partial \theta} = \left(\frac{D}{uL} \right) \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - \frac{\partial C}{\partial z} \dots\dots\dots(3.11)$$

A solução final desta equação varia de acordo com as condições de contorno e entrada.

O grupo adimensional (D/uL) é chamado de número de dispersão do reator, e é o parâmetro que mede a extensão da dispersão na direção do escoamento. Para D/uL for próximo a zero, o escoamento é tubular. Se D/uL for muito grande o escoamento se aproxima ao de mistura completa.

Se a curva de resposta do traçador é modificada significativamente, apresentando assimetria em forma de cauda, então as condições de escoamento nos pontos de injeção e medida (condições de contorno) são as causas destas alterações. Neste caso deve-se fazer distinção entre recipientes abertos e recipientes fechados.

Entende-se por recipiente fechado aquele em que o coeficiente de dispersão longitudinal (D) é nulo fora das fronteiras do reator e, recipiente aberto é aquele em que D é constante em qualquer posição espacial, tanto dentro como fora do reator.

Para recipientes fechados não é possível obter solução analítica para a Equação (3.11) sendo resolvida por métodos numéricos.

No caso de recipientes abertos, a curva C pode ser obtida analiticamente. Entretanto, a maneira como se mede a curva C determina sua forma. Os dois métodos de medida são o “de parede”, onde o traçador é registrado ao passar pelo ponto de medida, e o “de copo de mistura”, onde o traçador é coletado em pequenos copos e determinando-se sua quantidade em cada copo. O método de parede representa, com bastante aproximação, as condições de contorno do recipiente aberto, enquanto o método do copo de mistura está mais de acordo com o recipiente fechado.

Considerando-se o método de medida através da parede no caso de recipientes abertos tem-se as seguintes equações para determinação das curvas C :

$$C_{\theta} = \frac{1}{2\sqrt{\pi\theta(D/uL)}} \exp\left[-\frac{(1-\theta)^2}{4\theta(D/uL)}\right] \dots\dots\dots(3.12)$$

O coeficiente de dispersão longitudinal pode ser determinado a partir de dados experimentais, utilizando a técnica da variância:

$$\sigma_{\theta}^2 = \frac{\sigma^2}{(t)^2} = 2 \frac{D}{uL} + 8\left(\frac{D}{uL}\right)^2 \dots\dots\dots(3.13)$$

Para escoamentos com dispersão de pequena intensidade, ao fornecermos um sinal em pulso, a curva do traçador não terá sua forma modificada significativamente, sendo simétrica e originando uma curva gaussiana (LEVENSPIEL & SMITH, 1957). Considera-se dispersão de pequena intensidade aquela em que (D/uL) é menor que 0,01 WATER ENVIRONMENT FEDERATION (1996)

A partir da FIGURA 3.13, verificamos que para D/uL na ordem de 0,01, as curvas se aproximam da curva normal de erro. Assim, quando D/uL é muito pequeno, os valores de θ devem ser tomados próximo a 1, do contrário os valores de C/Co são praticamente nulos. Quando θ é próximo de 1, a Equação (3.12) é dada por:

$$C_{\theta} = \frac{1}{2\sqrt{\pi(D/uL)}} \exp\left[-\frac{(1-\theta)^2}{4(D/uL)}\right] \dots\dots\dots(3.14)$$

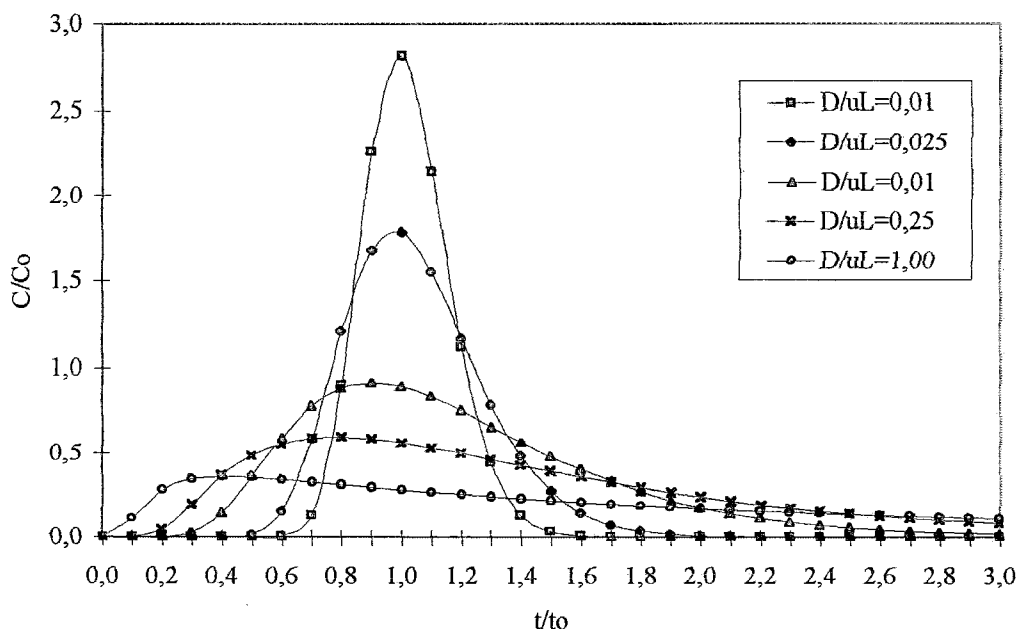


FIGURA 3.13 - Curvas DTR para o modelo de dispersão com intensidades variadas

O coeficiente de dispersão longitudinal também pode ser determinado de maneira idêntica a equação (3.13), porém como a dispersão é pequena pode-se desprezar o segundo termo a direita:

$$\sigma_{\theta}^2 = \frac{\sigma^2}{(\bar{t})^2} = 2 \left(\frac{D}{uL} \right) \dots \dots \dots (3.15)$$

3.2.3 Modelos multiparamétricos para reatores não ideais

O modelo proposto por WOLF & RESNICK (1963) admite que o comportamento de um reator pode ser composto por escoamento pistonado, mistura completa, curto-circuito, espaço morto, além de componentes tais como erro na medida de t_0 e retardamento na resposta do traçador. Observando que para diferentes sistemas a função $F(t)$ podia ser representada por uma linha reta quando eram plotados dados de $\ln(1-F)$ versus t/t_0 , propuseram uma equação genérica, conforme apresentado abaixo:

$$F(t) = 1 - e^{-\eta \left(\frac{t-\varepsilon}{\theta} \right)} \quad \text{para } t \geq \varepsilon \dots \dots \dots (3.16)$$

$$F(t) = 0 \quad \text{para } 0 < t < \varepsilon$$

Onde ε e η dependem das características hidráulicas predominantes no sistema.

Como neste modelo um dado comportamento hidráulico podia ser caracterizado por diferentes combinações de escoamento, dificultando o entendimento da situação física real, REBHUM & ARGAMAN(1965) propuseram um modelo simplificado para estudo de tanques de sedimentação. Supondo que nestas unidades o tempo para que se comece a detectar o traçador na saída é muito maior que zero, assumiram que o escoamento compreende apenas mistura completa, tubular ideal e zonas mortas, sendo o curto circuito desprezado. O modelo é representado pela Equação (3.17)

$$F(t) = 1 - e^{-\left\{ \frac{1}{(1-m)(1-p)} \left[\frac{t}{t_0} - p(1-m) \right] \right\}} \dots \dots \dots (3.17)$$

onde: m = fração de volume morto no recipiente;

$1-m$ = volume útil no recipiente

p = fração de escoamento pistonado

$1-p$ = fração de escoamento em mistura completa

3.2.4 Modelos para reatores com recheio

Se o fluido escoar em regime turbulento, o reator se aproximará do comportamento pistonado ideal pois o perfil de velocidade é plano, enquanto que se for laminar, o fluido apresentará perfil de velocidade parabólico e o desvio da idealidade será acentuado, pois os elementos de fluido próximo à parede do recipiente permanecerão por mais tempo no sistema que o fluido que escoar no centro. Em reatores de leito fixo, o escoamento será amortecido pela presença do recheio aumentando a natureza tubular do reator (DANCKWERTS, 1953; SWAINE & DAUGULIS 1988 apud DE NARDI 1997).

Nos reatores de leito fixo, o escoamento tem sido considerado como regime pistonado especialmente quando meio granular é usado (YOUNG & YONG, 1988).

Entretanto, um fator que dificulta a determinação das características hidrodinâmicas destes reatores que se aproximam do escoamento pistonado, é a presença de cauda nas curvas DTR. Este fenômeno foi relatado por STEVENS et al. (1986), JIMENEZ et al. (1988), YOUNG & YONG (1988), CABRAL (1995).

Segundo STEVENS et al. (1986), algum fator dentro do reator atua para atrasar a saída do traçador produzindo tais caudas. YONG (1985) destaca que o fenômeno da cauda nas curvas DTR são resultado do escoamento restrito existente nas áreas estagnadas. Estas áreas atuam como reservatório de traçador liberando gradualmente quando o pico de concentração passa.

CHOI et al.(1982)² apud YOUNG (1985) fazem distinção entre espaço morto hidráulico e biológico. O espaço morto biológico é o volume ocupado pela biomassa e camada estagnada do líquido em torno das partículas. Alterações nas DTR podem ser causadas pela absorção/adsorção do traçador na biomassa presente no reator (REIMER, 1977 apud YONG, 1985), bem como pela difusão do traçador nos biofilmes. (JIMENEZ et al., 1988, STEVENS et al., 1986).

Pode-se supor que em pré-filtros de pedregulho onde há deposição de material tais fenômenos estejam presentes.

Os espaços mortos hidráulicos ocorrem como resultado da configuração física do reator e em regiões próximas de alguma descontinuidade, tais como: estruturas de entrada e saída, cantos, e áreas estagnadas próximas a superfície (YONG, 1985). Em unidades de leito fixo, os espaços mortos podem estar presentes nos pontos de contato e proximidade dos meios intergranulares, seguindo o que BINDER (1973) descreve sobre a ocorrência do

² CHOI, E.; BURKHEAD, C.E.(1982) The hidrodinamic evaluation of a fixed media biological process. *First international conference on fixed-film biological process. Kings Islands p.1542.*

fenômeno hidráulico da formação de redemoinhos após obstáculos ao escoamento, quando o número de Reynolds está entre 1 e 20.

Modelos teóricos que levam em consideração o fenômeno da cauda foram propostos por LEVICH et al.(1967) e YONG (1985)

LEVICH et al. (1967) propôs modelo para representar o fenômeno da cauda em reatores que se aproximam do escoamento pistonado, assumindo que a fração de vazão que entra e sai das zonas estagnadas depende apenas da quantidade de espaços mortos presentes. O modelo proposto adiciona um decaimento exponencial à curva de resposta gaussiana.

YONG (1985) pesquisou o comportamento de um filtro biológico anaeróbio operado com água limpa a várias taxas de aplicação, utilizando como recheio material plástico corrugado de diferentes áreas superficiais específicas. Entre as principais conclusões destaca-se que a presença de recheio aumenta o comportamento pistonado, aumentando-se a área específica aumenta-se ao comportamento pistonado para número Reynolds entre 1 e 25; o fenômeno da cauda nas curvas de resposta foram consequência de zonas estagnadas hidráulicamente. Um modelo matemático dividiu o reator em quatro regiões, sendo a entrada e saída considerados de mistura completa, o leito de enchimento pistonado e espaços mortos.

3.2.5 Estudos hidrodinâmicos em pré-filtros de pedregulho

Poucos estudos reportam o comportamento hidrodinâmico de pré-filtros de pedregulho utilizados para tratamento de água de abastecimento.

Estudos realizados por GALVIS et al. (1996), compararam o comportamento hidrodinâmico de três sistemas de pré-filtração: pré-filtro horizontal compartimentado com paredes perfuradas (PFPH), pré-filtro horizontal com compartimentos independentes (PFPHS) e pré-filtros verticais ascendentes em série (PFPAS). As unidades tinham meios granulares idênticos que variavam entre 19 e 1,6mm e operaram com taxa de filtração de $16,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$. Como traçador foi usado cloreto de sódio dosado continuamente medindo-se a condutividade das amostras. O ajuste feito pelo modelo de tanques em série completamente misturados, indicou um escoamento mais pistonado no sistema PFPAS, e PFPHS com valores de N variando de 6 a 13 e 6 a 12 respectivamente. Para o PFPH os valores foram mais baixos, variando entre 3 e 5.

Outro trabalho realizado por GUZMAN (1997), caracterizou hidrodinamicamente dois pré-filtros dinâmicos, operados com taxa constante e declinante. O meio granular era composto por três camadas de pedregulho com diâmetros variando de 6 a 25 mm. Através de

dosagem contínua, foi adicionado cloreto de sódio como traçador, e analisada a condutividade das amostras coletadas. A análise dos dados foi realizada por meio do modelo uniparamétrico de reatores de mistura completa em série e índice de Morril. No início da carreira as unidades tem comportamento semelhante, com elevado grau de mistura, já que a média de N foi de 1,62 e 1,64. Entretanto, no final da carreira o pré-filtro dinâmico operado com taxa constante apresentou N de 4,16, contra 1,32 no outro pré-filtro. A análise do índice de Morril confirma esta tendência. Estes resultados são explicados por uma melhor distribuição do lodo sedimentado e diminuição dos espaços mortos quando a operação se dá com taxa constante.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir é descrita a instalação piloto e apresentados os métodos utilizados no trabalho experimental.

4.1 Descrição e funcionamento da instalação piloto

4.1.1 Localização e dimensões das unidades

O experimento foi realizado utilizando-se os pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente de uma instalação piloto de filtração em múltiplas etapas montada nas dependências da Estação de Tratamento de Água da Cidade de São Carlos – ETASC.

Conforme apresentado na FIGURA 4.1, 4.2 e 4.3 a instalação piloto era composta por uma caixa que recebia água bruta da adutora proveniente do Ribeirão do Feijão, uma pequena estação elevatória, caixa de recepção provida de vertedor triangular (caixa 01), dois pré-filtros dinâmicos de pedregulho, PFD 01 e PFD 02, caixa de distribuição 02, que alimentava as três linhas paralelas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente assim configuradas: Linha 01 PFPA 01 + PFPA 02 + PFPA 03 + PFPA 04; Linha 02 PFPA 12 + PFPA 34; e, Linha 03 PFPA 1234. Os efluentes eram reunidos na caixa 03 de onde alimentavam quatro filtros lentos em paralelo FL 01, FL 02, FL 03 e FL 04.

O presente trabalho visou investigar especificamente o comportamento das três linhas de pré-filtros com escoamento ascendente, que funcionavam em paralelo.

As unidades eram construídas em chapas metálicas com 6,4 mm de espessura, revestidas interna e externamente com pintura epoxi, e constituídas por duas partes: a superior, de formato cilíndrico e a inferior de formato cônico conforme visualiza-se nas FIGURAS 4.4, 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9. A parte superior possui diâmetro interno de 800 mm em todas as unidades e alturas que variam de 800, 1200 e 2500 mm respectivamente nas unidades da primeira, segunda e terceira linhas. As alturas das partes cônicas variavam de 200 mm nas quatro unidades componentes da

X

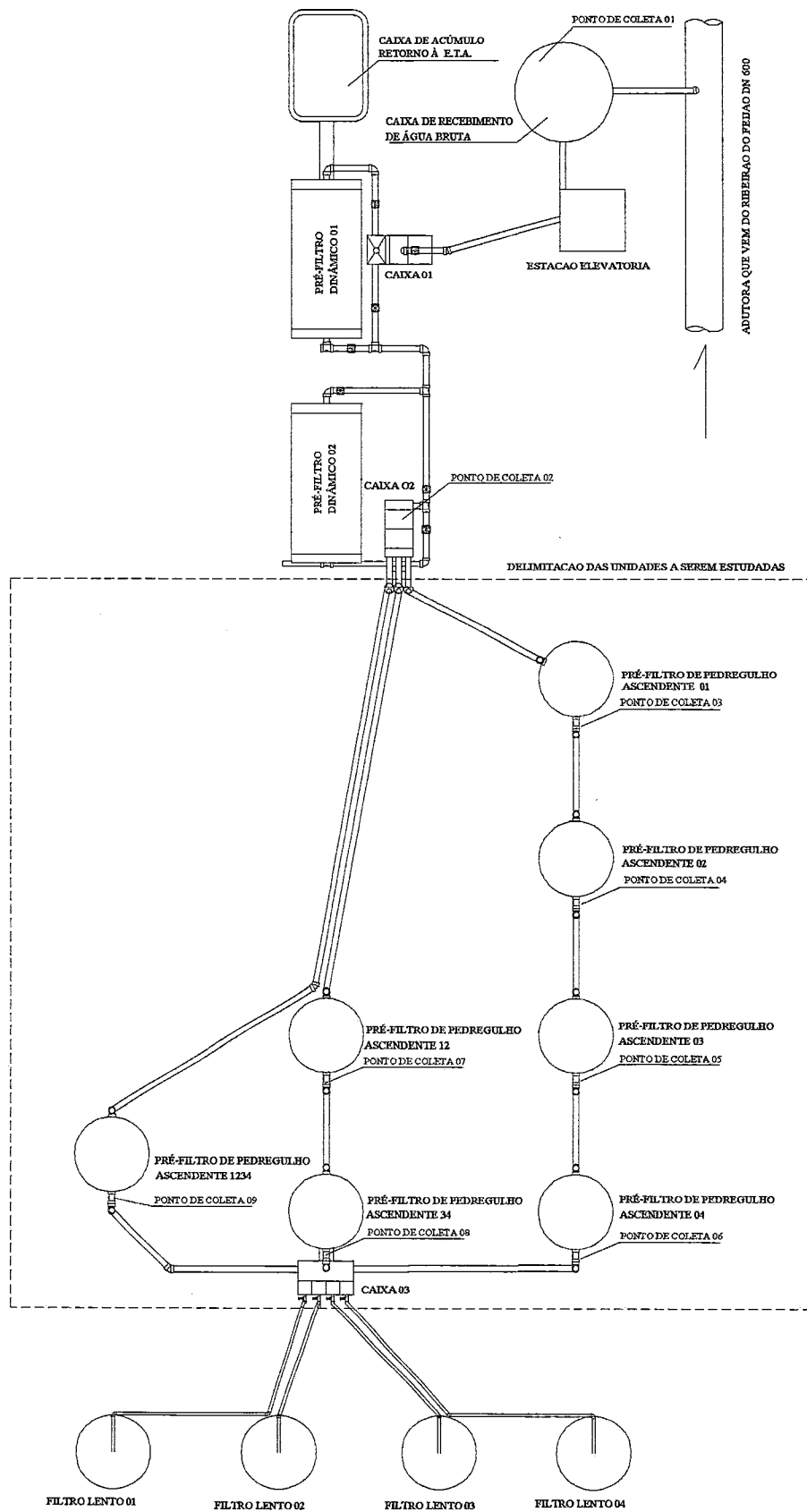


FIGURA 4.1 Planta geral da instalação piloto



FIGURA 4.2 – Vista geral da instalação piloto



FIGURA 4.3 Vista da instalação piloto, destacando-se na parte inferior esquerda o PFD 2, a esquerda as quatro unidades da linha 01 de PFPA, ao centro duas unidades da linha 02 de PFPA, a direita o PFPA 1234.

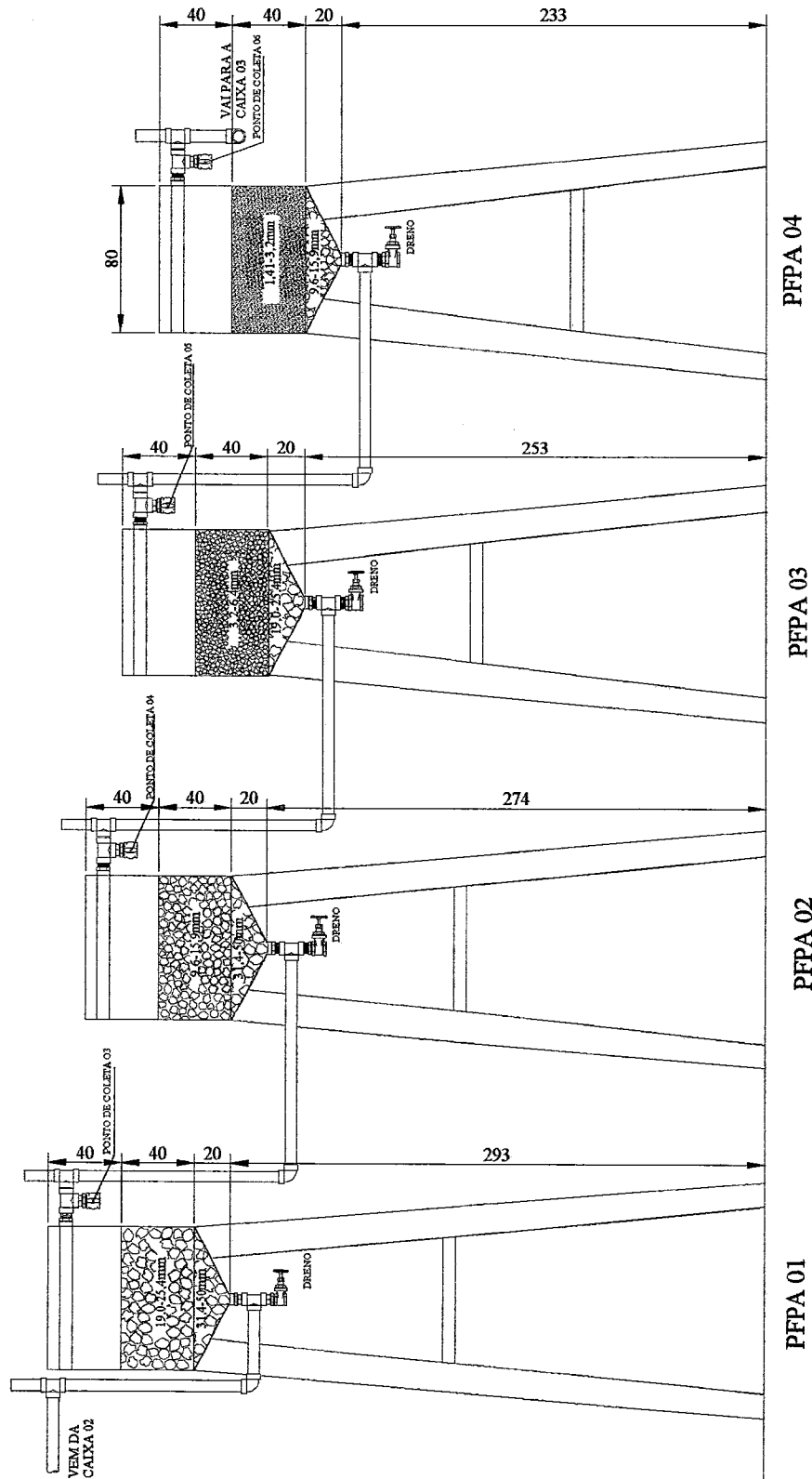


FIGURA 4.4 Detalhes construtivos da unidades que constituem a linha 01



FIGURA 4.5 Detalhe do pré-filtro dinâmico 02, da caixa 2 e da alimentação das três linhas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente.



FIGURA 4.6 Detalhes das quatro unidades de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente que constituem a linha 01.

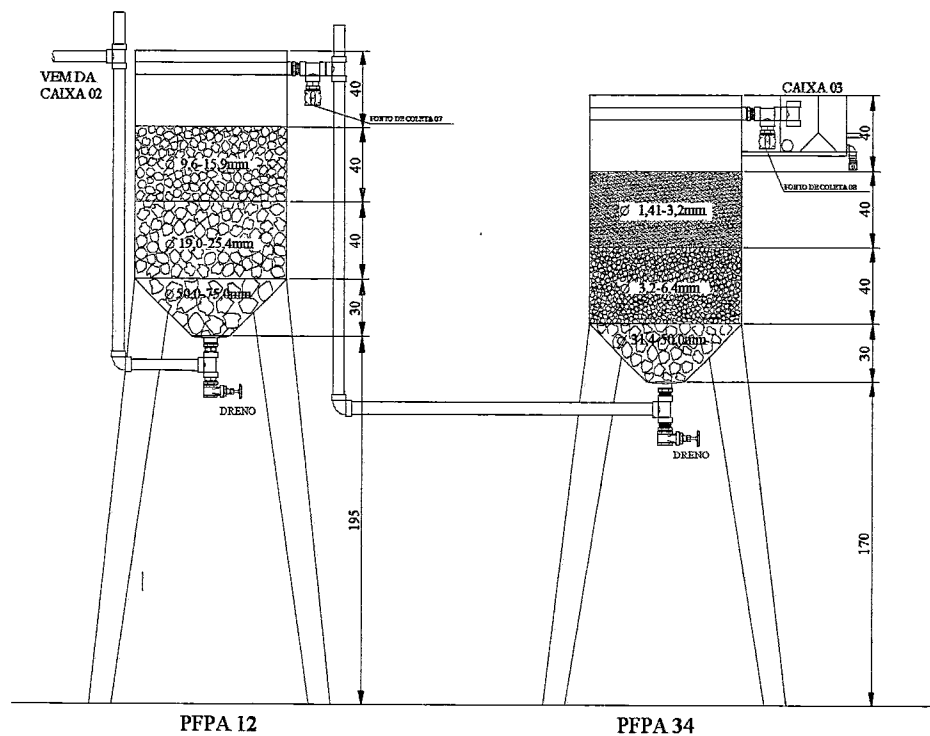


FIGURA 4.7 Detalhes construtivos das unidades que constituem a linha 02

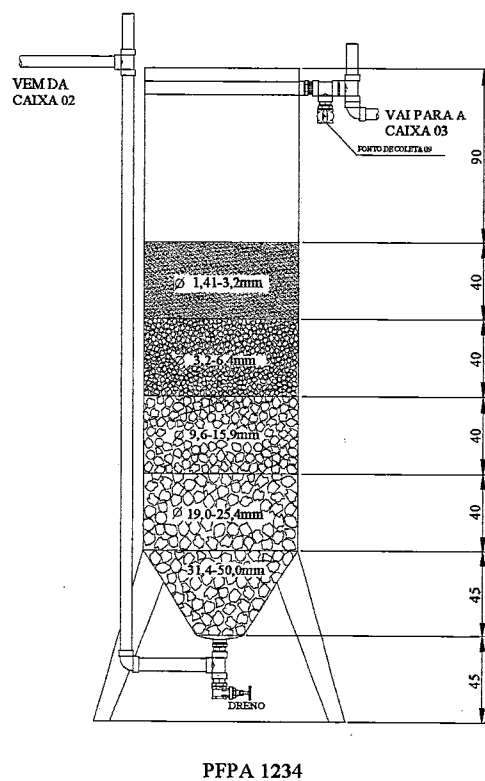


FIGURA 4.8 Detalhes construtivos do PFFA 1234 que constitui a linha 03.



FIGURA 4.9 Detalhes das unidades que constituem a linha 02 (PFPA 12 e PFPA 34, a esquerda) e linha 03 (PFPA 1234, a direita).

da linha 01, 300 mm nas duas unidades de pré-filtros da linha 02 e 450 mm na unidade da linha 03.

4.1.2 Funcionamento da instalação piloto

A água bruta utilizada no experimento era retirada da adutora do Ribeirão do Feijão, um dos mananciais de superfície que abastece a cidade de São Carlos, sendo encaminhada para uma caixa de recepção, de onde era recalçada até a caixa 01 através de um conjunto moto-bomba, seguindo por gravidade para as demais unidades da instalação piloto.

Da caixa 01, a água passava primeiramente por dois pré-filtros dinâmicos (PFD1 e PFD2) operados em série, até chegar a caixa 02, de onde era distribuída para as três linhas de pré-filtros ascendentes.

A caixa 02 possuía três saídas individuais, uma para cada linha, além de uma canalização utilizada para descarte do excesso de água e manutenção do nível constante no interior da unidade, evitando com isso variações na vazão efluente, conforme apresentado na FIGURA 4.5.

A água entrava pela parte inferior das unidades de pré-filtração ascendente, passando pelos meios porosos de granulometria mais grossa inicialmente e mais fina no topo, sendo os efluentes coletados na parte superior por tubos perfurados de PVC.

Todas as unidades foram cobertas com lona opaca para evitar a proliferação de algas.

Os efluentes das três linhas eram reunidos na caixa 03, que distribuía a água para quatro filtros lentos.

4.1.3 Características dos meios granulares

Os meios granulares eram idênticos em cada uma das três linhas de pré-filtros com escoamento ascendente, diferindo apenas quanto a sua disposição nas unidades, em série ou em subcamadas, conforme detalhado na TABELA 4.1 e FIGURA 4.4; 4.7 e 4.8.

TABELA 4.1 - Caracterização dos meios granulares nas unidades de pré-filtração vertical com escoamento ascendente.

LINHA	UNIDADE	GRANULOMETRIA (mm)	ESPESSURA DA CAMADA (m)
01	PFPA 01	31,40 - 50,00 (*)	0,20
		19,00 - 25,40	0,40
	PFPA 02	31,40 - 50,00 (*)	0,20
		9,60 - 15,90	0,40
	PFPA 03	19,00 - 31,40 (*)	0,20
		3,20 - 6,40	0,40
	PFPA 04	9,60 - 15,90 (*)	0,20
		1,41 - 3,20	0,40
02	PFPA 12	50,00 - 75,00 (*)	0,30
		19,00 - 25,40	0,40
		9,60 - 15,90	0,40
	PFPA 34	31,40 - 50,00 (*)	0,30
		3,20 - 6,40	0,40
		1,41 - 3,20	0,40
03	PFPA 1234	31,40 - 50,00(*)	0,45
		19,00 - 25,40	0,40
		9,60 - 15,90	0,40
		3,20 - 6,40	0,40
		1,41 - 3,20	0,40

(*) Dispostas no fundo cônico das unidades.

4.1.4- Limpeza das unidades de pré-filtração

Após o encerramento de um ensaio, a limpeza do meio granular de pedregulho era feita realizando-se descargas de fundo, abrindo-se e fechando-se rapidamente o registro de drenagem, para que ocorresse arrastamento das impurezas presentes. Este procedimento era repetido até que o efluente se apresentasse clarificado. O enchimento das unidades para execução das descargas provinha da própria instalação; e em seguida era introduzida água filtrada na ETASC pela parte superior, deixando-se o registro de descarga aberto.

As paredes internas dos pré-filtros situadas acima do meio granular e as canalizações de coleta de água filtrada, também eram limpas periodicamente.

4.1.5 Controle das vazões

O controle da vazão da água que alimentava o pré-filtro dinâmico 01 era feito na caixa 01, por meio de vertedor calibrado e registro de gaveta instalado a montante da caixa.

Na saída da caixa 02, as vazões afluentes a cada uma das três linhas de pré-filtros eram reguladas através de registro de gaveta e aferidas pelo método volumétrico, utilizando-se uma proveta graduada e um cronômetro.

4.1.6 Verificação das perdas de carga

O acompanhamento da evolução da perda de carga nos pré-filtros com escoamento ascendente, era realizado por meio de leitura no nível de água em piezômetros instalados em cada uma das unidades. Cada conjunto de piezômetros era constituído por uma escala em papel milimetrado aderida a um suporte e mangueiras plásticas transparentes que indicavam os níveis de água. Posteriormente as escalas foram substituídas por fitas métricas metálicas.

Foram instalados dois piezômetros em cada unidade, sendo uma tomada localizada na entrada e a outra cerca de 10 centímetros acima do meio granular.

Como a deposição de partículas nas mangueiras poderiam interferir nas medidas durante os ensaios levando a resultados inconsistentes, foi adotado o procedimento de desconectar os piezômetros deixando-se escorrer água por alguns segundos antes de se proceder a leitura.

4.2 Investigação Experimental

Durante toda a investigação experimental foi utilizada água acondicionada pelos pré-filtros dinâmicos como afluente às três linhas de pré-filtros com escoamento ascendente.

Os experimentos foram realizados em três etapas, variando-se, em cada etapa, a taxa de filtração, estabelecidas em 8, 12 e 16 m³/m².d. Além da avaliação da performance das três linhas quanto à remoção de impurezas presentes na água, foram realizados estudos hidrodinâmicos através da técnica de estímulo-resposta descrita no item 3.2, e caracterização das águas de lavagem nas unidades. A programação dos ensaios em cada etapa pode ser visualizada na TABELA 4.2

TABELA 4.2 – Programação dos ensaios realizados

Fase	Ensaio	Taxa	Uso de traçador	Água lavagem
I	1-A	12 m ³ /m ² d	-	-
	1-B	12 m ³ /m ² d	-	-
	1-C	12 m ³ /m ² d	-	-
	1-D	12 m ³ /m ² d	Início e 16º dia	Sim
II	2-A	08 m ³ /m ² d	-	-
	2-B	08 m ³ /m ² d	Início, 20º e 40º dia	-
III	3-A	16 m ³ /m ² d	-	-
	3-B	16 m ³ /m ² d	Início, 15º e 30º dia	-

4.2.1- Parâmetros de controle e frequência das medições

A fim de expressar qualitativa e quantitativamente o comportamento das três linhas de pré-filtros, foi realizado monitoramento dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, bem como características de funcionamento das unidades, conforme TABELA 4.3.

TABELA 4.3- Parâmetros de controle e frequência da medições

Parâmetro	Frequência
Turbidez	2 x dia
Cor aparente	2 x dia
Ph	2 x dia
Temperatura	1 x dia
Oxigênio dissolvido	1 x semana
Nº partículas e distribuição por tamanho	1 x semana
Sólidos em suspensão	2 x semana
Ferro total e manganês	1 x semana
Fosfato total	1 x semana
Coliformes totais e fecais (NMP/100mL)	1 x semana
Condutividade elétrica	1 x semana
Alcalinidade	1 x semana
Carbono orgânico total	1 x semana
Absorvância $\lambda = 254$ nm	1 x semana
Vazão	1 x dia
Leitura dos piezômetros	1 x dia

Foram selecionados nove pontos de coleta conforme descritos abaixo e indicados nas FIGURAS 4.1, 4.4, 4.7 e 4.8:

- Ponto de coleta 01 - Caixa de recepção da água bruta;

- Ponto de coleta 02 - Efluente da caixa 02;
- Ponto de coleta 03 - Efluente do PFPA 01.
- Ponto de coleta 04 - Efluente do PFPA 02.
- Ponto de coleta 05 - Efluente do PFPA 03.
- Ponto de coleta 06 - Efluente do PFPA 04.
- Ponto de coleta 07 - Efluente do PFPA 12.
- Ponto de coleta 08 - Efluente do PFPA 34.
- Ponto de coleta 09 - Efluente do PFPA 1234

As metodologias usadas na determinação de cada parâmetro, são citadas na TABELA 4.4.

TABELA 4.4 - Metodologia de Ensaio

Parâmetro	Metodologia
Turbidez	Método nefelométrico utilizando aparelho TURBIDIMETER 2100P-HACH
Cor aparente	Através de espectrofotometria, utilizando-se aparelho DR 4000 – HACH ($\lambda=455$ nm)
Temperatura	Leitura em termômetro de mercúrio
PH	Método potenciométrico, utilizando aparelho ORION-modelo 310
Oxigênio dissolvido	Método de Winkler ou Iodométrico
Sólidos em suspensão	Método gravimétrico, filtração em microfibras de vidro $\varnothing 1,2 \mu\text{m}$
Fe e Mn	Utilização de Espectrofotômetro de Absorção Atômica INTRALAB ,modelo AA-1275, com comprimentos de ondas de 248,3 nm e 279,5 nm, respectivamente
Coliformes Totais e Fecais	Método do substrato definido, utilizando-se reagente COLILERT
Condutividade elétrica	Condutímetro
Alcalinidade	Método da titulação potenciométrica com ácido sulfúrico
Carbono orgânico total	Oxidação com detecção em infra-vermelho utilizando aparelho TOC 5000 - A – SHIMADZU
Absorvância	Através de espectrofotometria, utilizando-se aparelho DR 4000 – HACH ($\lambda=254$ nm)
Partículas - n° e tamanho	Contador de partículas COULTER COUNTER, modelo TAIL.

4.3 Ensaio hidrodinâmico

4.3.1 Determinação do volume das unidades

Para obtenção do volume de cada pré-filtro com escoamento ascendente, determinou-se a vazão afluyente e cronometrou-se o tempo para enchimento de cada uma das três linhas. Foram obtidos os seguintes resultados:

Linha 01 → 1020 litros;

Linha 02 → 640 litros;

Linha 03 → 675 litros.

4.3.2 Preparo da solução traçadora

Foi utilizado cloreto de sódio (NaCl) P.A. como substância traçadora. A massa de NaCl adicionada, variou de acordo com o volume de cada linha, de modo a se obter concentração média de cloreto da ordem de 60 mg/L durante os ensaios 2-B e 3-B, e de 20 mg/L no ensaio 1-D conforme apresentado na TABELA 4.5. As soluções foram preparadas diluindo-se o sal em água destilada.

TABELA 4.5 Características da solução traçadora utilizada durante os ensaios.

Ensaio	Características	Linha 01	Linha 02	Linha 03
Ensaio 1-D	Massa de cloreto de sódio adicionada	33,66 g	21,04 g	22,25 g
	Concentração da solução	0,5 %	0,5 %	0,5%
	Volume das solução	6750 mL	4200 mL	4450 mL
Ensaio 2-B	Massa de cloreto de sódio adicionada	100,98g	63,12 g	66,74 g
	Concentração da solução	10%	10%	10%
	Volume das solução	1000 mL	640 mL	675 mL
Ensaio3-B	Massa de cloreto de sódio adicionada	100,98g	63,12 g	66,74 g
	Concentração da solução	10%	10%	10%
	Volume das solução	1000 mL	640 mL	675 mL

4.3.3 Procedimento experimental

A solução traçadora foi adicionada na forma de pulso, nos copos de entrada das três linhas. Os volumes introduzidos eram pequenos em relação ao volume dos reatores, e a adição realizada em períodos de tempo que variaram entre 10 e 30 segundos.

Logo após a adição do traçador foram iniciadas as coletas de amostras pontuais de volume igual a 25 mL, na saída de cada uma das três linhas. Os intervalos entre coletas dependia da linha em estudo e da taxa de filtração aplicada, variando entre 15 e 30 minutos.

A temperatura foi monitorada na água bruta, no afluente aos pré-filtros e saídas das três linhas, com medidas tomadas a cada hora. Medições horárias de vazão foram feitas na saídas das três linhas, com auxílio de proveta (graduação 1000 mL) e cronômetro.

As medidas das concentrações de cloreto foram realizadas através de análise espectrofotométrica em equipamento marca HACH, modelo DR/4000, que relaciona a absorvância da solução com a concentração. O aparelho possui curva de calibração específica no comprimento de onda (455) nm capaz de medir concentrações de cloreto desde 0 a 25 mg/L, sendo “zerado” com amostra contendo água destilada. Para concentrações mais elevadas, procedia-se a diluição das amostras com água destilada.

A análise dos dados foi feita, construindo-se curvas experimentais com a variação da concentração (C_i) em função do tempo (t_i). A partir destas curvas, foram calculados o tempo médio de detenção (\bar{t}) e a variância (σ^2) utilizando-se as equações (3.5) e (3.7) respectivamente, além da quantidade de traçador recuperada dada por $\sum C_i \Delta t Q$, em que $\sum C_i$ é a soma das concentrações medidas, Δt o tempo entre duas tomadas de amostras e Q a vazão.

Determinou-se o número de tanques em série completamente misturados (N) e o coeficiente de dispersão longitudinal (D/uL) através das equações (3.9) e (3.13).

As curvas experimentais foram normalizadas plotando-se (C_i/C_o) e (t_i/t_o), e curvas teóricas construídas seguindo as equações (3.8) e (3.12) que descrevem os modelos teóricos uniparamétricos de tanques em série e dispersão de grande intensidade (aberto).

O ajuste dos modelos teóricos aos dados experimentais foram avaliados pelo cálculo dos coeficientes de correlação (r), através de planilha eletrônica Microsoft® Excel 97.

4.4 Caracterização das águas de lavagem

Ao final do ensaio 1-D, foram coletadas amostras para caracterização das águas de lavagem dos pré-filtros com escoamentos ascendente. Os efluentes de cada unidade foram coletados em uma caixa de 500 litros.

Durante as descargas, amostras de 300 mL foram coletadas a cada 5 s no início, e a cada 15 s no final da operação.

Para as amostras coletadas durante a descarga foram feitas medidas de turbidez e sólidos em suspensão e, para as amostras retiradas da caixa de 500 L, foram medidos sólidos totais, sólidos em suspensão, turbidez, cor aparente, pH, ferro total, DQO e condutividade.

5. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos durante as três fases experimentais, desenvolvidas no período compreendido entre agosto de 1997 e julho de 1998.

Para maior clareza, os resultados do trabalho de investigação estão separados em três itens distintos, apresentados nos anexos A a J, conforme enumeração à seguir:

- Primeiramente são apresentados os dados gerais, obtidos nos sete ensaios realizados, relativos à performance das três linhas de pré-filtros quanto à remoção de impurezas; Os resultados destes ensaios, estão detalhados nos anexos A, B, C, D, E, F e G, com apresentação de tabelas e figuras contendo os dados medidos durante as três fases experimentais. Cada ensaio realizado corresponde a um anexo. Nas TABELAS A.1, B.1, C.1, D.1, E.1, F.1 e G.1 são apresentados os resultados gerais, com valores mínimos e máximos medidos durante os sete ensaios realizados.

- Em seguida, são evidenciados os principais parâmetros resultantes da aplicação de traçadores, utilizados para avaliação do comportamento hidrodinâmico das três linhas. Nas FIGURAS H.1 a H.33 do anexo H, são mostradas as variações das concentrações de cloreto e temperatura durante a realização dos ensaios, enquanto que nas FIGURAS H.34 a H.57 apresenta-se as curvas de ajuste dos pontos teóricos aos modelos uniparamétricos de dispersão de grande intensidade e tanques de mistura completa em série. As TABELAS H.1 a H.3, contém a síntese dos parâmetros obtidos durante os ensaios.

- Por último, são apresentados os valores dos parâmetros medidos para avaliação do processo de lavagem, de amostras coletadas nas descargas de fundo em cada uma das unidades. No anexo I, são apresentadas as TABELAS I.1 e I.2 e FIGURAS I.1 a I.8, com a caracterização das amostras da primeira e segunda descargas de fundo nas unidades.

No anexo J são apresentadas as TABELAS J.1 a J.6 e as FIGURAS J.1 a J.7 contendo com as estatísticas descritivas, e as TABELAS J.7 a J.15 com a análise estatística dos principais dados obtidos.

6. DISCUSSÃO

6.1 FASE EXPERIMENTAL I

6.1.1 ENSAIO 1-A

O ensaio 1-A foi realizado no período compreendido entre 04/08/97 a 19/09/97, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, podendo ser considerado como uma fase pré-operacional. Desde o início da carreira até o dia 02/09, os PFPA recebiam os efluentes dos dois pré-filtros dinâmicos, sendo que nesta data o PFD 02 foi retirado de operação para substituição da primeira camada do meio filtrante.

Verifica-se na TABELA A.1, que a turbidez afluente aos pré-filtros ascendentes apresentou valores relativamente baixos, variando entre 5,09 a 10,7 uT, sendo que os valores máximos na saída das três linhas variaram entre 6,71 e 7,33 uT, com eficiências máximas de remoção de 64,9% na linha 01, e 59,7% e 55,2% nas linhas 02 e 03, respectivamente.

Na TABELA J.2, observa-se que as medianas de cor aparente no efluente das três linhas, apresentaram valores próximos a 50uC, enquanto que os valores máximos foram inferiores a 75 uC, se desconsiderarmos os valores atípicos no primeiro dia de ensaio. As eficiências de remoção foram similares as verificadas para turbidez, com valores máximos variando entre 52,2 e 61,9%.

Nas FIGURAS 6.1 e A.1 a A.3, fica evidente a redução dos valores de turbidez e cor aparente no efluente dos pré-filtros ascendentes, principalmente após o 8º dia de ensaio, bem como um aumento na eficiência das três linhas com a retirada de operação do PFD 02.

A concentração média de sólidos em suspensão no afluente aos PFPA foi de 2,9 mg/L (D.P.= 0,98), sendo alcançadas eficiências médias de remoção de 33,5%, 22,7% e 34,7% respectivamente na linha 01, 02 e 03.

As concentrações de ferro total afluente, variando de 0,45 a 1,13 mg/L, obtiveram remoções médias de 25,5% a 30,7% nas três linhas.

Os dados de perda de carga foram desconsiderados, uma vez que o sobrenadante clarificado nos PFPA e a cobertura deficiente nas unidades, levaram à intensa proliferação

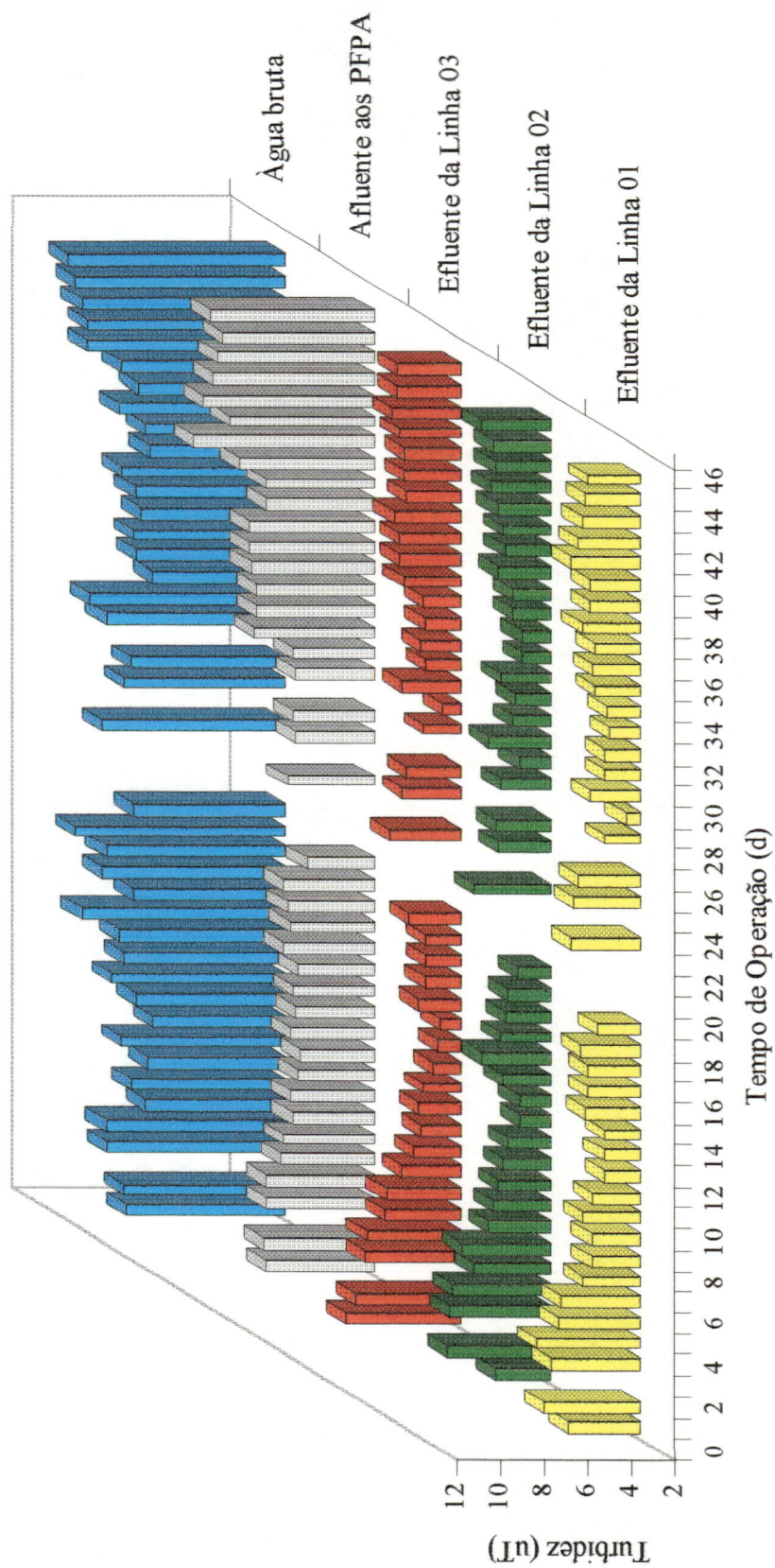


FIGURA 6.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.

de algas que obstruíam os orifícios do tubo coletor e a entrada dos piezômetros levando à oscilações acentuadas e irreais nas leituras.

6.1.2 ENSAIO 1-B

O ensaio 1-B teve duração de 52 dias, sendo executado no período de 30/09 a 20/11/1997 com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$. Após o dia 22 outubro, o PFD 02 foi recolocado em operação.

Para valores de turbidez no afluente entre 8,35 e 35,1 uT, foi registrado no efluente da linha 01 valores variando entre 3,98 e 15,5 uT, 3,54 e 18,7 uT na linha 02 e 4,45 e 17,3 uT na linha 03. A porcentagem máxima de remoção de turbidez foi da ordem de 70 % nas linhas 01 e 02 e 66% na linha 03.

Estes resultados são bastante parecidos com os encontrados por RUIZ B. (1996), operando um pré-filtro com escoamento ascendente em camadas, tendo mantas sintéticas na superfície do meio filtrante e taxa de filtração de $36 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, em que variações de turbidez entre 8,2 e 30 uT no afluente, produziram efluentes com valores entre 3,8 e 18 uT.

Como pode ser observado na FIGURA B.1 e B.2, picos de turbidez na água bruta foram seguidos por picos de menor intensidade no afluente aos PFPA e efluentes das três linhas.

Conforme verifica-se na TABELA J.2, cerca de metade das amostras analisadas nos efluentes dos PFPA apresentaram valores entre 51 e 76 uC, para afluente menor que 84 uC. Durante picos no final da carreira, com valores no afluente entre 344 e 354 uC, o efluente na linha 01 apresentou valores entre 152 a 172 uC, e 145 a 198 uC e 145 e 190 uC nas linhas 02 e 03.

A concentração média de sólidos em suspensão no afluente foi de 4,4 mg/L (DP 0,79) enquanto no efluente os valores médios foram inferiores a 1,6 mg/L. As eficiências médias de remoção foram de 70,4%, 65,38% e 63,8%, respectivamente na linha 01, 02 e 03. Fica evidente na FIGURA B.5, o alto grau de remoção alcançado nos pré-filtros dinâmicos, quando a concentração máxima na água bruta foi inferior a 22,7 mg/L.

A eficiência máxima de remoção de coliformes fecais na linha 01 foi de 98,0%, 97,4% na linha 02 e 95,7% na linha 03, sendo que a concentração máxima no efluente das três linhas foi menor que 88,6 coliformes fecais/100 mL. Estes dados são bastante semelhantes aos encontrados na literatura, conforme apresentado na FIGURA 3.8(d).

A concentração de ferro total foi sempre inferior a 0,77 mg/L no efluente das três linhas, não ocasionando problemas nos filtros lentos..

A TABELA B-6 demonstra que mais de 75% das partículas afluentes as três linhas tinham tamanho inferior a 4 μm elevando-se este percentual para aproximadamente 87 % na saída dos PFPAS. A remoção global de partículas foi superior a 82% em todas as linhas de pré-filtros ascendentes estudadas.

O potencial zeta apresentou valores próximos a -20 mV indicando uma possível estabilidade da solução.

6.1.3 ENSAIO 1-C

Este ensaio foi executado entre 26/11/97 a 17/12/97, com 21 dias de duração, em período tipicamente chuvoso.

Neste ensaio foram observados na água bruta os valores bastante elevados de turbidez, sólidos em suspensão, cor aparente e, coliformes totais e fecais.

A turbidez da água bruta alcançou 335 uT, sendo que na saída dos pré-filtros dinâmicos os valores variaram entre 11 e 218 uT, com mais de 90% das amostras apresentando turbidez inferior a 62,9 uT. Isto indica que os picos afluentes aos PFPAs são de curta duração.

Na FIGURA C-1 observa-se o efeito do amortecimento do pico de turbidez. No dia 09/12, amostras coletadas às 8:00 h apresentaram valores de 335 uT na água bruta, 215 uT no afluente aos pré-filtros ascendentes sendo reduzido para valores entre 36,5 e 43,4 uT nos efluentes das três linhas, considerados altos para a filtração lenta, apesar de serem obtidas eficiências superiores a 80%. O sistema foi paralisado e executadas descargas de fundo em todos os PFPAs.

No dia 10/12, o valor de turbidez medida no afluente dos PFPAs durante o período da manhã foi de 218 uT e nos efluentes de aproximadamente 43 uT, valores bastante próximos aos do dia anterior. Entretanto, para coleta realizada às 16:00 h, com valores inferiores de turbidez afluente (63,0 uT), houve uma deterioração acentuada na qualidade dos efluentes, variando entre 70,7 e 79,6 uT.

Constata-se que no início do pico, as eficiências de remoção são bastante elevadas, chegando até a 80%, porém em amostras subsequentes as eficiências apresentadas são bastante baixas, chegando até a valores negativos (como na tarde do dia 10/12). Isto se deve provavelmente ao elevado tempo de detenção das unidades nas três linhas, causando um atraso nas respostas. Este efeito também foi verificado por COLAZZOS (1990).

A turbidez afluente variou entre 11 e 218 uT e o valor máximo efluente da linha 01 foi de 70,7 uT, 71,6 uT na linha 02 e 79,6 uT na linha 03 valores considerados bastante altos para FL, mesmo para períodos curtos.

Nas instalações em escala real descritas por GALVIS et al. (1994), não há relato de sistemas operados com níveis tão elevados de turbidez no afluente.

As eficiências de remoção de turbidez com maior frequência durante o ensaio, variaram entre 20 e 30%, podendo ser consideradas menores que os relatados na literatura. Possivelmente estes valores superam a capacidade de remoção dos pré-filtros em pedregulho.

A cor aparente afluente variou de 142 a 990 uC produzindo efluentes que variaram entre 94 e 790 uC. As eficiências de remoção nas três linhas estiveram compreendidas entre 7,5 e 51,0% durante o ensaio.

Como pode ser visto na FIGURA 6.2, a concentração máxima de sólidos em suspensão alcançou 96,0 mg/L na água bruta, 28,8 mg/L após passagem pelos pré-filtros dinâmicos, e entre 15 e 16 mg/L no efluente das três linhas.

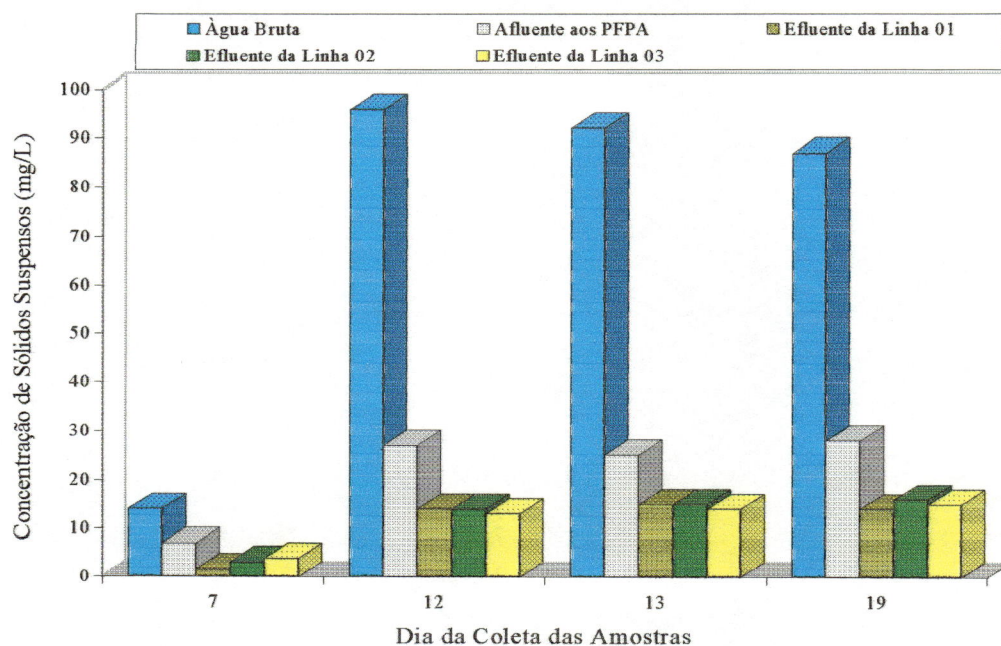


FIGURA 6.2- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

A concentração média de sólidos em suspensão afluente aos pré-filtros ascendentes foi de 21,7 mg/L(DP= 9,91), e os efluentes apresentaram valores médios inferiores a 12,0 mg/L, com eficiências médias de remoção superiores a 45%. Estes dados devem ser analisados com cautela, uma vez que foram feitas apenas quatro medições durante o ensaio, sendo duas delas em dias consecutivos apresentando altas concentrações de sólidos em

suspensão, o que pode ter distorcido os valores. As concentrações nos efluentes das três linhas foram superiores aos valores relatados por GALVIS et al. (1993).

O número mais provável médio de coliformes totais por 100mL no afluente de 8199,3 coliformes/100 mL (DP=804,8) foi reduzida para valores médios em torno de 1200 coliformes/100mL, com eficiências de remoção de aproximadamente 85% nas três linhas.

Já para coliformes fecais, como pode ser visto na FIGURA 6.3, os valores máximos no efluente das três linhas foram inferiores a 536 coli fecal/100mL, com eficiências médias de remoção entre 70 e 75 %, atendendo ao recomendado por DI BERNARDO (1993) para que a desinfecção da água filtrada produzida pelos filtros lentos seja efetiva.

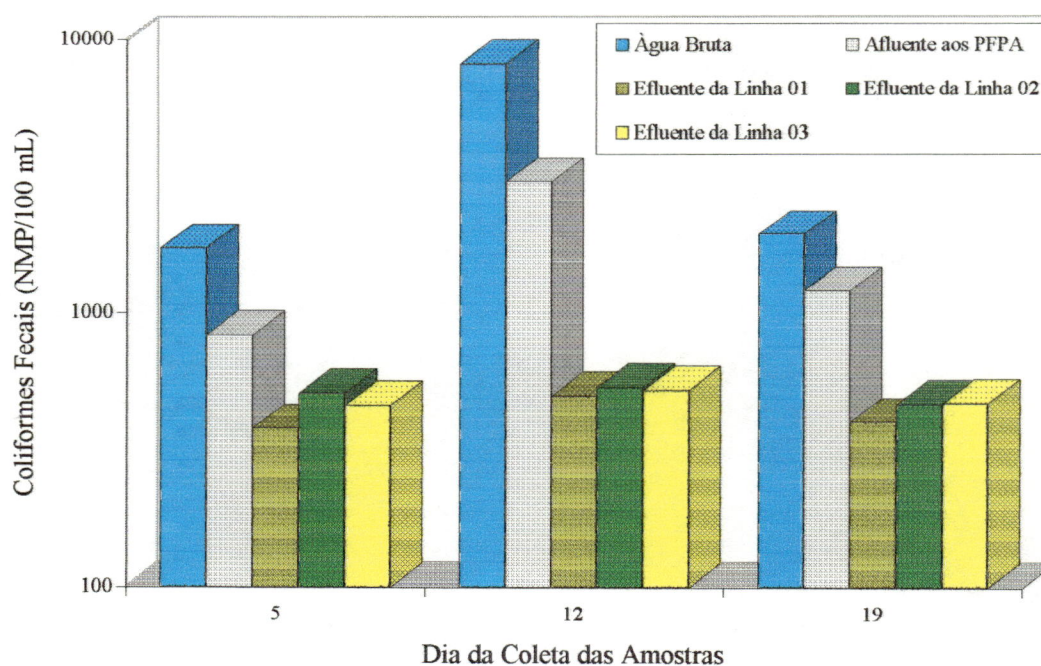


FIGURA 6.3- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

Um fator que possivelmente explica a limitada atenuação de picos é a contagem do número e a distribuição de tamanho das partículas, apresentadas na TABELA C-6, os quais revelam que em torno de 94% das partículas afluentes aos PFFA tinham tamanho inferior a $4 \mu\text{m}$, sendo as eficiências de remoção para tamanho médio de $2 \mu\text{m}$ aproximadamente igual a 70% e para tamanho médio de $4 \mu\text{m}$ entre 30 e 55%. Como pode ser verificado nas FIGURAS C.7 e C.8, partículas com tamanhos de 8, 12 e $18 \mu\text{m}$ praticamente não foram removidas. Não foi possível encontrar uma explicação plausível para o fato das remoções das partículas menores terem sido mais elevadas que as menores.

A medida da absorvância foi reduzida em até 48% no efluente dos PFPA e o pH manteve-se próximo a neutralidade em todo o sistema.

A perda de carga apresentada na FIGURA C-09, foi maior no PFPA34 e PFPA 1234, seguido pelo PFPA 04. A recuperação foi completa após duas descargas de fundo consecutivas.

6.2 FASE EXPERIMENTAL II

6.2.1 ENSAIO 2-A

Este ensaio durou 35 dias e compreendeu o período entre 12/01 a 15/02/98, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

Para valores de turbidez no afluente entre 9,85 e 230 uT foram registrados nos efluentes valores de turbidez abaixo de 10,4 uT em 50% das amostras e 26,4 uT para 90% das medidas realizadas.

As eficiências mais freqüentemente encontradas para remoção de turbidez variaram entre 40 e 50%, com valores máximos chegando a 88%.

A cor aparente variou entre 112 a 2000 uC no afluente sendo que no efluente 50% das amostras apresentaram valor inferior a 116 uC. A eficiência máxima chegou a 85%, com maiores freqüências para as eficiências de remoção entre 40 e 50%.

Fica claro através da análise das FIGURAS D.1 a D.4, que o comportamento da turbidez e da cor aparente foram muito similares durante o ensaio.

Pode-se observar que entre os dias 24 a 26/01/98, picos de turbidez no afluente entre 18,5 e 50,5 uT foram amortecidos pelas unidades de pré-filtração ascendente, com efluentes entre 7,15 e 11,5 uT. Entretanto no dia 30/01, picos de maior magnitude (230 e 170 uT) produziram valores extremamente elevados nos efluentes das três linhas, com valores variando entre 150 e 164 uT, apesar da baixa taxa de filtração adotada ($8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$).

A cor aparente apresentou no dia 30/01 valores no efluente entre 928 e 1084 uC, para valores no afluente entre 1156 e 2000 uC.

A concentração de sólidos em suspensão também foi bastante alta nos efluentes das três linhas, tendo atingido valores entre 29,6 e 33,6 mg/L, para afluente de 54,4 mg/L. Isto talvez possa ser explicado pela ocorrência de picos de cor aparente, turbidez e sólidos em suspensão, que se mantiveram altos por períodos relativamente longos e pelo predomínio de partículas de pequeno tamanho (cerca de 92% nas faixas de diâmetro inferior a $4\mu\text{m}$).

Em termos globais, a eficiência média de remoção de sólidos em suspensão foi de 50,2% na linha 03 e 52,5% e 52,2% na linha 01 e 02 respectivamente, com concentrações médias no efluente inferiores a 5,5 mg/L.

A remoção média do NMP de coliformes fecais foi inferior a 36,6%, com valores máximos nos efluentes das três linhas abaixo de 265 coliformes/100mL, revelando uma baixa contaminação na água pré-filtrada.

Para coliformes totais, o NMP no afluente variou entre 1565 e 8692 coliformes/100mL e nos efluentes dos PFPA, concentrações entre 288 e 2624 coliformes/100mL foram verificadas, conforme apresentado da FIGURA D.7. As eficiências médias de remoção foram superiores a 75% e inferiores a 83% nas três linhas.

A remoção global de partículas na faixa de tamanho médio entre 2 e 48 μm foi praticamente a mesma nas três linhas, com valores variando entre 51,5 e 54,6%. As menores remoções foram para as faixas de 8 e 12 μm .

As perdas de carga nas unidades foram baixas, alcançando o valor máximo de 2,4 cm no PFPA 04 após 18 dias de ensaio. Os PFPA 34 e PFPA 1234 apresentaram valores um pouco inferiores. Após a coleta das 16:00 h no dia 30/01, foi executada uma descarga de fundo em todas as unidades, tendo havido recuperação da perda de carga.

6.2.2 ENSAIO 2-B

No ensaio 2-B, para uma taxa de filtração de 16 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$, a carreira teve duração de 37 dias, estendendo-se entre o dia 09/03 e 14/04/98.

Para valores de turbidez no afluente entre 10,8 e 29,7 uT foi registrado nos efluentes valores de turbidez entre 5,63 e 16,2 uT, com mais de 90% das amostras apresentando valores inferiores a 12,8 uT. As eficiências mais freqüentes durante o ensaio estiveram compreendidas entre 30 e 40%, com valores mínimo e máximo compreendidos entre 33,2 e 71,1%.

A cor aparente variou entre 122 e 294 uC no afluente, enquanto que no efluente os valores variaram entre 70 e 175 uC. Os valores mínimo e máximo de remoção foram de 22,3 e 55,4%, com eficiências mais freqüentes entre 30 e 40%.

Observando-se as FIGURAS 6.4 e E.1 a E.3, nota-se claramente a redução dos valores de cor aparente e turbidez nos efluentes das três linhas.

Eficiências médias de remoção para sólidos em suspensão de 70,5%, 68,4% e 66,5% foram verificadas nos efluentes da linha 01, 02 e 03 respectivamente, com valores máximos abaixo de 4,6 mg/L nas três linhas, para concentrações afluentes variando entre 4,4 e 13,7 mg/L, conforme pode ser visto na FIGURA 6.5.

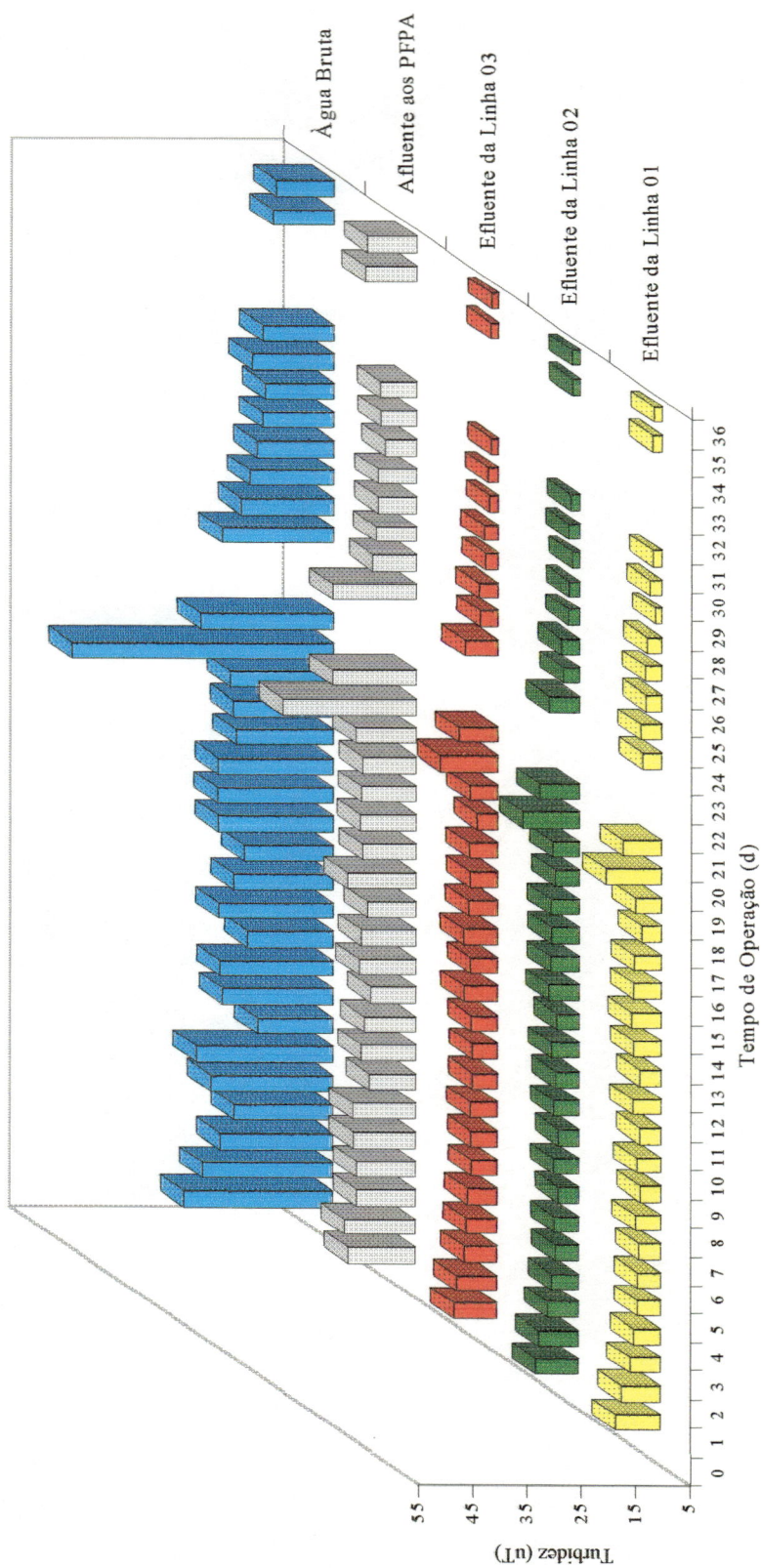


FIGURA 6.4- Variação da turbidez em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00h

A concentração máxima de coliformes totais no afluente foi de 3654 coliformes/100mL, produzindo valores médios inferiores a 1225 coliformes/100mL com eficiência de remoção de até 86%.

A maior eficiência de remoção verificada foi de 94,3%, com concentrações máximas abaixo de 185 coliformes fecais/100mL nos efluentes das três linhas.

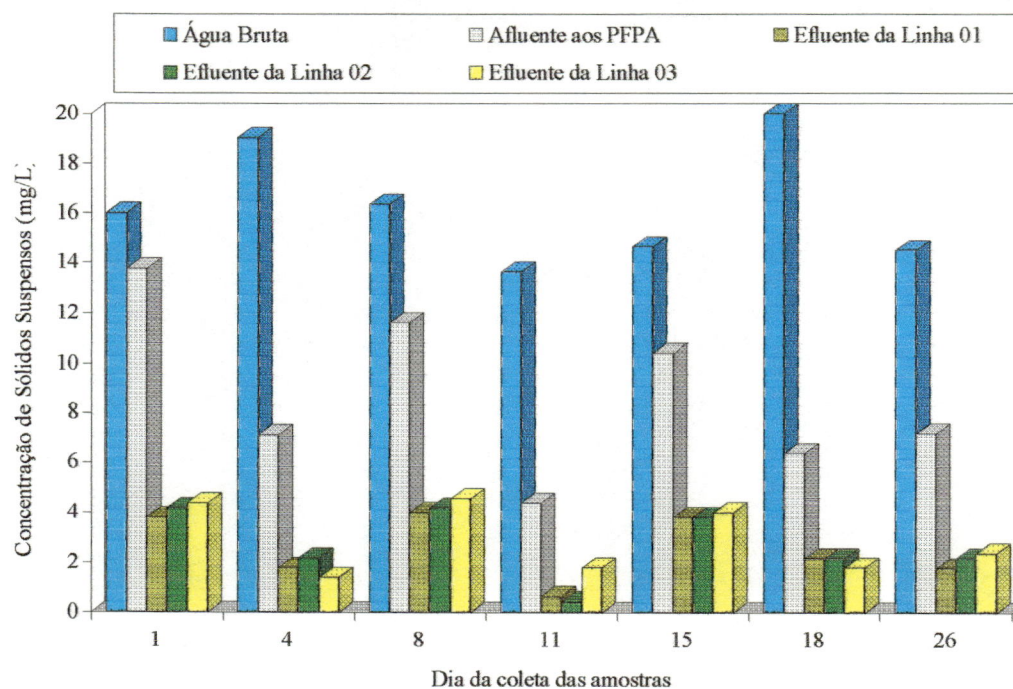


FIGURA 6.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

A concentração de ferro total no afluente variou entre 2,08 e 2,49 mg/L sendo que no efluente foram verificadas concentrações entre 1,80 e 2,14 mg/L. As eficiências de remoção foram relativamente baixas, com valores inferiores a 19,6% nos efluentes das três linhas.

A remoção global de partículas na faixa de tamanho médio entre 2 e $48 \mu\text{m}$ foi praticamente a mesma nas três linhas, com valores próximos a 55%. Observa-se nas FIGURAS E.7 e E.8, que todas as faixas de tamanho foram removidas, com maiores remoções para partículas com tamanho médio de $24 \mu\text{m}$.

A perda de carga mais elevada foi verificada no PFPA 4, com 10,5 cm seguida do PFPA 34 e 1234, com 8,9 e 7,8 cm respectivamente.

6.3 FASE EXPERIMENTAL III

6.3.1 ENSAIO 3-A

Este ensaio teve duração de 30 dias, compreendidos entre 29/04 e 28/05, sendo operado com taxa de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

O ensaio teve início durante um período com valores elevados de turbidez, cor aparente, sólidos em suspensão, coliformes totais e fecais e ferro total.

Pode-se observar nas FIGURAS F1 a F.4, que com o meio filtrante limpo não houve redução significativa na turbidez e cor aparente durante os três primeiros dias do ensaio, com eficiências bastante reduzidas, entretanto aumentos significativos de remoção foram verificados no decorrer do ensaio, chegando a 63,0% para turbidez e 62,1% para cor aparente.

Para turbidez afluente variando entre 7,52 e 66,5 uT, o efluente nas três linhas variou entre 4,21 e 53,9 uT, com mais de 90% das amostras analisadas apresentando turbidez inferior a 19 uT.

A cor aparente no afluente variou entre 85 e 605 uC, com mais de 50% das amostras no efluente apresentando cor aparente com valor inferior a 77 uC.

A eficiência máxima de remoção de sólidos em suspensão alcançou valores entre 90 e 93% nas três linhas, sendo as eficiências mais baixas verificadas no início do ensaio. A concentração média foi inferior a 3,4 mg/L nos efluentes dos pré-filtros ascendentes, para afluente com 7,3 mg/L.

O NMP médio de coliformes totais no afluente foi de 1442 organismos/100mL sendo reduzido para valores abaixo de 358 coliformes/100mL nos efluentes das três linhas, com eficiências de remoção médias de 75,6% na linha 01, 79,2% na linha 02 e 82,4% na linha 03.

A FIGURA 6.6 demonstra que o número mínimo e máximo de coliformes fecais nos efluentes das três linhas variou entre 31 e 74 organismos por 100 mL, para NMP afluente variando entre 52 e 327 coliformes fecais por 100 mL. As eficiências máximas de remoção foram de 90,5% na linha 01 e 87,5% nas linhas 02 e 03.

Para concentrações máximas afluente de ferro total inferiores a 2,00 mg/L, os efluentes nas três linhas apresentaram valores abaixo de 1,0 mg/L.

Mais de 83% das partículas no afluente possuíam tamanho nas faixas de 2 e 4 μm , tendo uma eficiência de remoção superior a 70% após passagem pelos PFPA.

As eficiências globais de remoção variaram entre 73,8 e 76,8% para as faixas de tamanho entre 2 e 48 μm na saída das três linhas.

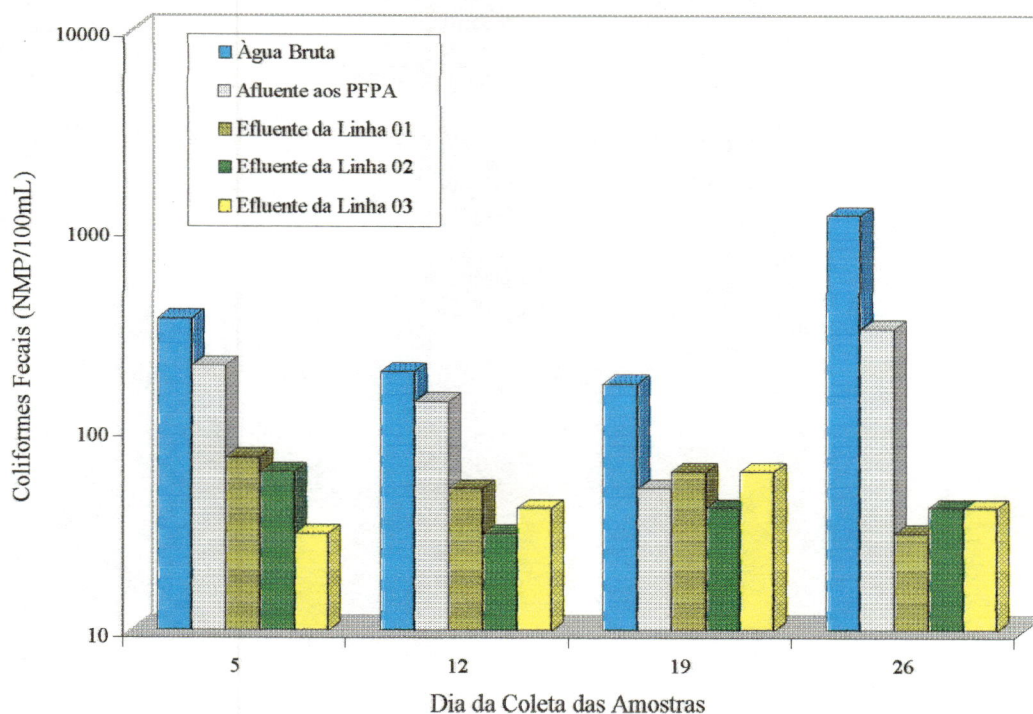


FIGURA 6.6- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

No dia 11/05 foi executada uma descarga de fundo em todas as unidades de pré-filtração ascendente com recuperação da carga hidráulica. Fato que chama atenção é a pequena perda de carga no PFFA 1234, talvez explicada pela ocorrência de canais preferenciais no meio granular.

6.3.2 ENSAIO 3-B

Este ensaio transcorreu durante o período compreendido entre 11/06 a 10/07, com duração de 30 dias e taxa de filtração de 16 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

A turbidez afluente variou entre 6,85 e 13,1 uT com valores no efluente abaixo de 7,4 uT em todas as medidas realizadas. As eficiências de remoção de turbidez variaram entre 21,2 e 59,2% neste ensaio, com predominância de eficiências entre 35 e 45%.

Eficiências de remoção entre 13,7 e 60,2% foram obtidas para cor aparente no efluente das três linhas, com valores no afluente variando entre 78 e 145 uC e no efluente entre 39 e 87 uC.

Fica claro nas FIGURAS G.1 a G.4, as reduções obtidas nos dos pré-filtros ascendentes, podendo-se destacar o importante papel de acondicionamento da qualidade da água para a filtração lenta, prolongando as carreiras de filtração.

De acordo com a FIGURA G.5, a concentração de sólidos em suspensão no efluente manteve-se consistentemente abaixo de 2,0 mg/L, para valores no afluente menores de 6,2 mg/L. As eficiências máximas de remoção alcançaram 81,8% nas linhas 01 e 02 e, 75,0% na linha 03.

As concentrações máximas de coliformes totais nos efluentes foram menores que 530 coliformes/100 mL para um valor máximo no afluente de 1968 coliformes/100mL. As eficiências médias de remoção foram de 77% na linha 01 e 66% nas linhas 02 e 03.

Para coliformes fecais, o valor médio no afluente de 104,0 coliformes fecais/100mL (DP 35,2) foi reduzido para menos de 85,0 coliformes fecais por 100mL no efluente das três linhas. Eficiências máximas de 87,7% foram obtidas na linha 01, e 75,6% nas linhas 02 e 03. A FIGURA G.7 destaca o papel dos PFPA como barreira sanitária, em que uma substancial redução na contaminação microbiológica foi verificada.

As medidas de absorvância foram reduzidas em 19,0% na linha 01, 16,8% na linha 02 e 16,2 % na linha 03, estando dentro dos valores citados na literatura.

Mais de 67% das partículas no afluente possuíam tamanho nas faixas de 2 e 4 μm , tendo uma eficiência de remoção superior a 50% após passagem pelos PFPA.

As eficiências globais de remoção variaram entre 54,6 e 60,8% para as faixas de tamanho entre 2 e 48 μm na saída das três linhas.

As perdas de carga alcançaram 20,9 cm no PFPA 04, 9,5 cm no PFPA 34 e 7,9 cm no PFPA 03. O PFPA 1234 apresentou perda de apenas 4,8 cm durante todo o ensaio.

6.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS TRÊS LINHAS

Nas TABELAS J.1 a J.5, são apresentadas as estatísticas descritivas dos parâmetros turbidez, cor aparente, sólidos em suspensão, coliformes totais e fecais, considerados de maior importância neste estudo. Comparando-se as medianas para turbidez e cor aparente e, concentrações médias de sólidos em suspensão, coliformes totais e fecais, verifica-se que os valores nas três linhas no mesmo ensaio estão bastante próximos, como pode ser verificado nas FIGURAS J.1 a J.7.

A mediana da turbidez, tomada para coletas realizadas às 8:00 h e 16:00 h, manteve-se sempre abaixo de 10 uT, exceto para o ensaio 1-C quando os valores foram um pouco mais elevados.

Para cor aparente, três faixas de medianas podem se observadas, com valores entre 50 e 76 uC nos ensaios 1-A, 1-B, 3-A e 3-B, entre 100 e 120 uC nos ensaios 2-A e 2-B e, valores entre 142 e 146 uC para o ensaio 1-C.

Para sólidos em suspensão, a concentra^o média foi menor que 5,5 mg/L em todos os ensaios, exceto no 1-C quando o valor chegou próximo a 12,0 mg/L para o afluente com concentração média de 21,7 mg/L. Entretanto, conforme discutido anteriormente, estes valores podem estar distorcidos porque as amostras não foram tomadas em intervalos regulares de tempo, mas sim duas coletas foram feitas em dias subsequentes quando prevaleciam altas concentrações de sólidos.

As concentrações médias de coliformes fecais, após os pré-filtros com escoamento ascendente, foram inferiores a 500 coli/100 mL em todos os ensaios, com valores inferiores a 65 coli/100 mL nos ensaios 1-B, 2-A, 2-B, 3-A e 3-B, demonstrando-se adequadas para a filtração lenta.

A análise estatística dos dados realizada através do método não-paramétrico de Kruska-Wallis, com um nível de significância de 5%, permite-nos inferir que para cada ensaio, as três linhas se comportaram de maneira idêntica quanto a remoção de turbidez, cor aparente, sólidos em suspensão, coliformes totais e fecais, conforme demonstrado nas TABELAS J.7 a J.13.

Para outros parâmetros como pH, alcalinidade, absorvância, carbono orgânico total, oxigênio dissolvido e condutividade, os valores nos efluentes, geralmente apresentaram-se bastante próximos aos do afluente.

6.5 COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO

6.5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Foram realizadas três séries de ensaios, para determinação das características hidrodinâmicas das três linhas.

Os critérios utilizados para verificar a confiabilidade dos ensaios com traçador foram, o percentual de cloreto recuperado e a relação to/tm.

Conforme apresentado nas TABELAS H.1 a H.3, os percentuais de recuperação variaram entre 86,6 e 103,4%. Estes valores estão sujeitos a erros experimentais nas medidas das concentrações de cloretos e diferenças nos valores interpolados já que as coletas foram feitas em intervalos regulares de tempo.

De maneira geral, pode-se afirmar que o traçador foi conservativo, não permanecendo no sistema por tempos superiores a três vezes o tempo teórico.

Da análise das relações entre o tempo teórico de detenção (t_0) e o tempo médio calculado através das curvas DTR (t_m), verifica-se que os valores apresentaram-se consistentemente acima de 1 em todos os ensaios, variando entre 1,16 e 1,49. De acordo com JIMENEZ et al. (1988), valores variando entre 0,9 e 1,1 são aceitáveis e devidos à erros experimentais.

Entretanto, os valores obtidos nos ensaios (entre 1,16 e 1,49), causados por atrasos iniciais na saída do traçador e pela presença de cauda nas curvas DTR, comprometem a análise do comportamento das unidades estudadas.

Segundo STEVENS et al. (1986) algum fator dentro do reator retarda a saída do traçador, produzindo distorções nas curvas de DTR em forma de cauda. Estas caudas geram alargamentos nas bases das curvas, levando ao cálculo de variâncias superestimados (equação 3.7) e conseqüentemente valores de N (equação 3.9) mais baixos (maior grau de mistura).

Embora não se possa afirmar, os principais fatores que influenciaram a conformação das curvas de resposta do traçador podem ter sido:

- Temperatura: como a instalação piloto foi construída ao ar livre, recebia diretamente os raios solares que faziam a temperatura da água variar consideravelmente durante os ensaios, como pode ser visualizado nas FIGURAS H.1 a H.32. Embora seja difícil descrever os efeitos da variação da temperatura, as diferentes densidades podem originar correntes no interior dos PFFA. Observa-se nas FIGURAS 6.7 e H.1 a H.11, durante o ensaio 2-B com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, e variações de temperatura mais acentuadas (até $9 \text{ }^\circ\text{C}$), que o comportamento das curvas de resposta na mesma linha variou significativamente, enquanto que mudanças de menor amplitude nas temperaturas durante os ensaios 1-D e 3-B com taxas de 12 e $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, produziram curvas mais estáveis.

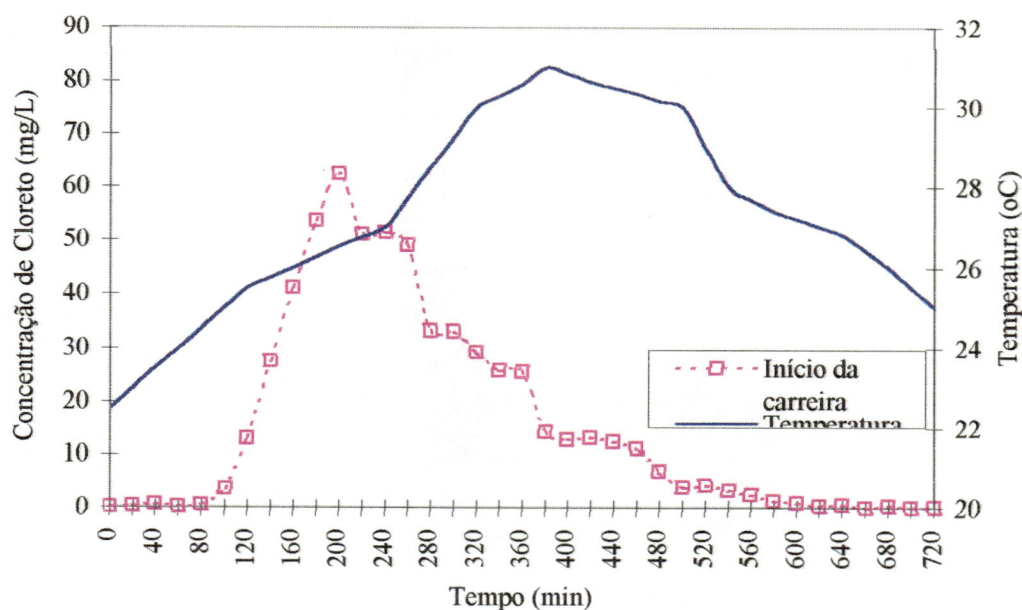


FIGURA 6.7- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

- Características da substância traçadora: o tempo de residência do traçador nas unidades pode ter sido afetado pela diferença de densidade entre a solução da substância traçadora (cloreto de sódio) e a massa líquida. A solução de cloreto, com maior densidade, provavelmente ficou acumulada no fundo das unidades no início dos ensaios, sendo removida lentamente pela corrente líquida. A introdução da substância traçadora na forma de pulso, o sentido ascendente do escoamento, a elevada concentração de cloreto dosado e as condições de mistura podem ter contribuído para o atraso da saída do traçador.

HUDSON (1981) recomenda quantidades do sal que resultem em concentrações de cloreto na ordem de 20 mg/L e, soluções pouco concentradas para evitar problemas de diferenças de densidade em flocladores e decantadores. Dosagens desta magnitude foram utilizadas durante o ensaio 1-D, porém os resultados não foram diferentes daqueles com concentrações mais elevadas. Como pode ser visto nas FIGURAS H.33 a H.55, o traçador só começou a ser detectado com atraso na saída das três linhas, comparativamente ao previsto pelos modelos teóricos de dispersão de grande intensidade e tanques com mistura completa em série.

- Espaços mortos: É difícil determinar a extensão com que influencia as curvas de resposta.

- Difusão no material depositado sobre o meio filtrante: embora possível para os ensaios realizados no meio e no final das carreiras, não deveria ser verificado com o meio filtrante limpo.

6.5.2 MODELOS TEÓRICOS TESTADOS

Conforme visto anteriormente, as interferências ocorridas durante a realização dos ensaios não permitem conclusões confiáveis sobre o comportamento hidrodinâmico real das unidades. Entretanto, como os ensaios foram realizados simultaneamente nas três linhas de pré-filtros, variáveis intervenientes como taxa de filtração, concentração de cloreto e temperatura podem ter sido as mesmas, permitindo comparar o comportamento hidrodinâmico observados.

Os pontos experimentais foram ajustados para os modelos teóricos uniparamétricos do número tanques de mistura completa em série e dispersão de grande intensidade. Nas FIGURAS 6.8 e H.33 a H.55 pode-se visualizar os ajustes e, nas TABELAS H.1 a H.3 são apresentados, para cada ensaio, os valores do N- CSTR em série e o n-dispersão, bem como os respectivos coeficientes de correlação. Para efeito de comparação, será utilizado o modelo

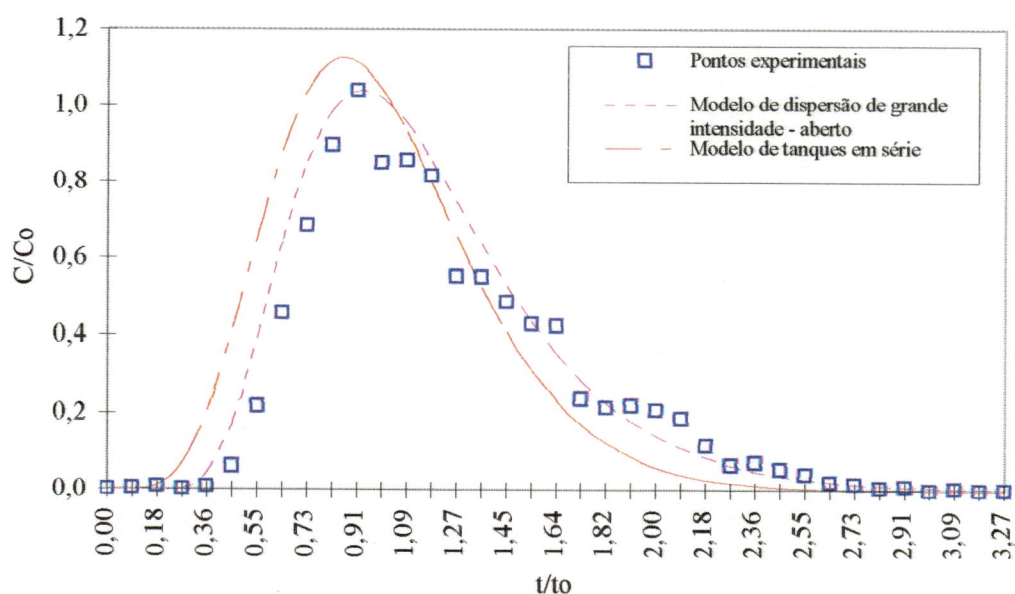


FIGURA 6.8- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

de tanques em série, mais comumente usado, apesar do modelo de dispersão apresentar coeficientes de correlação melhores.

Conforme apresentado na TABELA J.6, a linha 01 apresentou comportamento mais pistonado em relação as linhas 02 e 03.

A TABELA J.15. apresenta os resultados da análise estatística através do teste de Kruska-Wallis, a um nível de significância de 5%, confirmando que há diferença entre o comportamento hidrodinâmico das três linhas.

A análise estatística dos valores do N-CSTR em série apresentados nas TABELAS H.1 a H.3, sugere que a variação das taxas de filtração entre 8 e 16 m^3/m^2d , não modifica o comportamento hidrodinâmico das linhas estudadas, de acordo com o apresentado na TABELA J.14. Este resultado deve ser analisados com cautela, uma vez que o reduzido número de pontos experimentais, pode prejudicar a análise.

6.6 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM

Analisando-se as TABELAS I.1 e I.2, e a FIGURA 6.9, verifica-se que apesar das taxas de descarga estarem acima do recomendado por DI BERNARDO (1993) e GALVIS et al. (1994), variando entre 250 a 530 m^3/m^2d , as reduções nas concentrações de sólidos suspensos nos efluentes das unidades foi baixa, indicando a necessidade de outras descargas subsequentes. Deve-se ressaltar porém, que as descargas foram executadas continuamente,

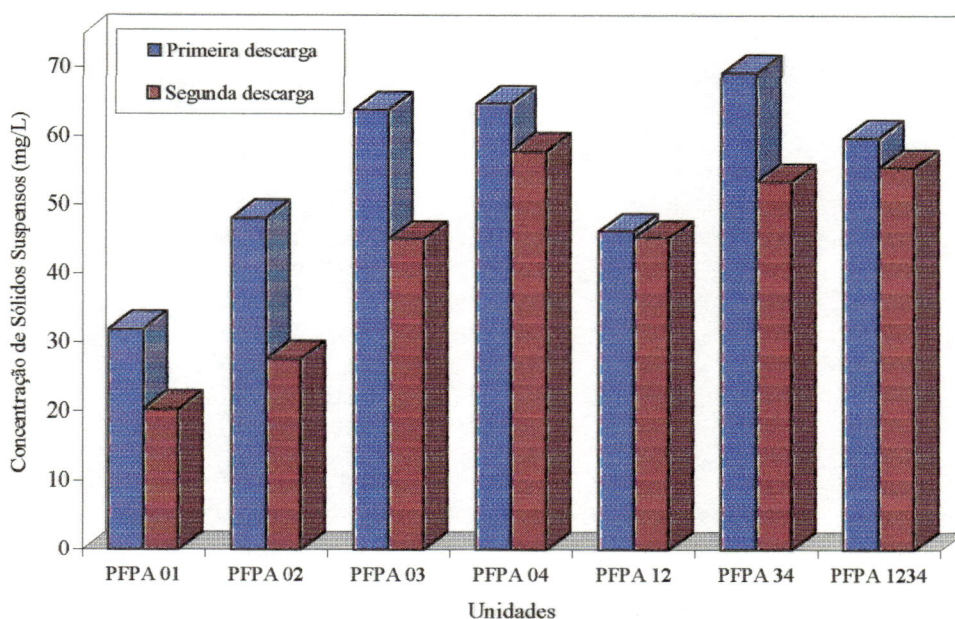


FIGURA 6.9- Variação da concentração média de sólidos suspensos na água de lavagem dos pré-filtros de pedregulho com escoamento ascendente, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

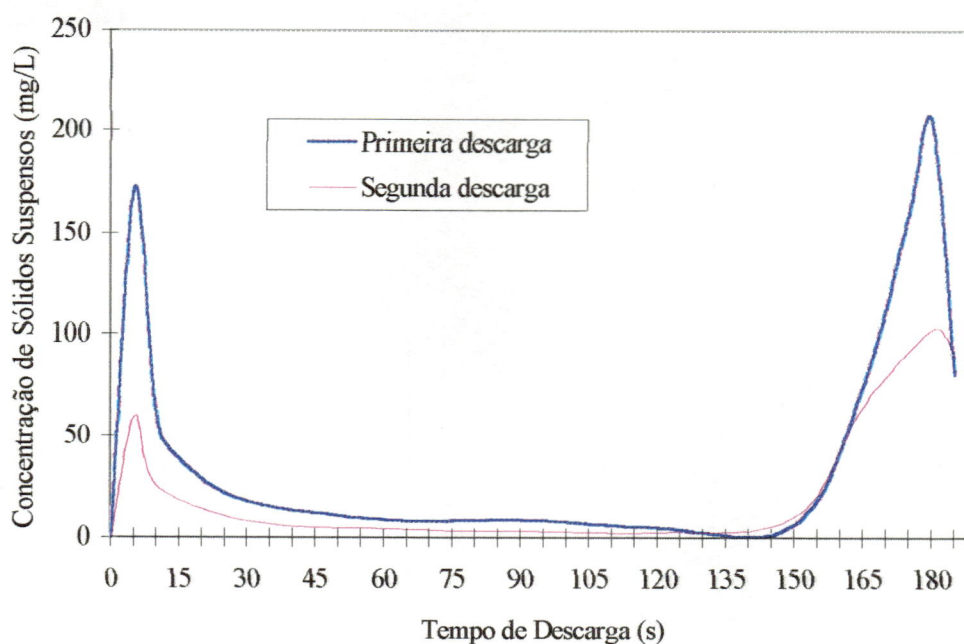


FIGURA 6.10- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 01, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

A concentração média de sólidos suspensos foi de 4,0 mg/L no afluente, e 1,3 mg/L, 1,2 mg/L e 1,4 mg/L nos efluentes da linha 01, 02 e 03 respectivamente. Os balanços de massa em cada uma das unidades apontam que menos de 40% dos sólidos retidos foram removidos após duas descargas de fundo. Este resultado deve ser visto apenas como uma aproximação, uma vez que erros experimentais nas determinações de sólidos suspensos do afluente e a frequência com que as amostras foram coletadas (3 vezes por semana), podem ter levado a resultados imprecisos.

Conforme apresentado nas FIGURAS 6.10 e I.2 a I.8, fica clara a existência de dois picos de sólidos nos efluentes das unidades, sendo o segundo pico normalmente de maior magnitude. O primeiro pico deve provavelmente ao material depositado na entrada do reator, enquanto que o segundo pico pode ser ocasionado pelo arraste de partículas retidas no meio filtrante.

Comparando-se com dados da literatura, verifica-se que os valores são relativamente baixos, devido principalmente a curta duração do ensaio e as boas características da água afluente aos pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho experimental realizado, pode-se concluir que:

- 1) Para as condições estudadas, os três sistemas de pré-filtros em pedregulho com escoamento ascendente tiveram desempenho praticamente igual quanto à remoção de turbidez, cor aparente, sólidos suspensos, coliformes totais e coliformes fecais, com eficiências máximas de 88%, 85%, 93%, 97% e 98% respectivamente.
- 2) Os pré-filtros em pedregulho constituem-se em uma eficiente barreira sanitária, capaz de reduzir significativamente a contaminação microbiológica. Para valores no afluente abaixo de 3126 coliformes fecais por 100 mL, foram produzidos efluentes com menos de 536 coliformes fecais/100mL;
- 3) Os sistemas de pré-filtros ascendentes podem produzir efluentes compatíveis com a filtração lenta, exceto quando da ocorrência de variações bruscas e acentuadas na qualidade da água afluente; Os sistemas de pré-filtração ascendente tiveram efeito limitado no amortecimento de picos de turbidez com alta intensidade (maior que 50 uT), ocasionando deterioração dos efluentes;
- 4) Possivelmente, taxas de filtração de 8, 12 e 16 m³/m²d não interferiram no comportamento hidrodinâmico das três linhas de pré-filtros operadas em paralelo;
- 5) A seqüência de quatro unidades em série, apresentou comportamento hidrodinâmico mais pistonado, comparativamente aos sistemas compostos por duas unidades em série e uma única unidade;
- 6) O comportamento hidrodinâmico diferente entre as linhas de pré-filtros ascendentes, não teve influência nas suas eficiências;
- 7) Duas descargas de fundo contínuas e subseqüentes limpam apenas parcialmente o meio filtrante;

RECOMENDAÇÕES

- 1) Monitorar continuamente a turbidez no afluente e efluente das unidades de pré-filtração durante variações bruscas de qualidade, de modo a considerar o efeito do tempo de detenção na performance dos sistemas e avaliar a real capacidade de amortecimento de picos;
- 2) Testar camadas de pedregulho e areia grossa com maior espessura para esta águas contendo elevadas frações de partículas de tamanho reduzido;
- 3) Testar simultaneamente mais de um traçador na avaliação do comportamento hidrodinâmico das unidades;
- 4) Adotar preferencialmente o método de dosagem contínuo para introdução do traçador, a fim de minimizar interferências durante a execução do ensaio;
- 5) Conhecer melhor sobre a influência do comportamento hidrodinâmico nas unidades de pré-filtração ascendente sobre o desempenho na remoção de impurezas;
- 6) Comparar as eficiências de descargas contínuas e intermitentes, no arraste de sólidos depositados nos meios granulares.

8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGIO,C.E.G. (1993). *Caracterização da Comunidade Biológica Colonizadora de Pré-filtro de Pedregulho e Areia Grossa e Filtro Lento de Areia com Mantas Para Tratamento de Água de Abastecimento*. São Carlos 220p. Dissertação de Mestrado-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BINDER, R. C.(1973) *Fluid Mechanics*, prentice-Hall, Eglewood Cliffs, N.J., p 154.
- BRESAOLA Jr.,R. (1990). *Estudos Comparativos de Desenvolvimento de Sistemas Constituídos de Pré-filtro de Pedregulho-Filtro Lento de Areia e de Pré-filtro de Areia -Filtro Lento de Areia para Tratamento de Águas de Abastecimento*. São Carlos2v, 313p. Dissertação de Mestrado-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- COLLINS, M. R.; EIGHAMY, T. T.(1988) Modifications to the slow rate filtration process for improved thrihalomethane precursor removal. In: *Slow Sand Filtration- Recent Developments in Water Treatment Technology*-Ed N.J.D. GRAHAM, London, England
- COLLINS, M. R.; EIGHAMY, T. T.; JUNIOR, J. P. M. (1991). Evaluating modifications to slow sand filters. *Journal A.W.W.A.* v. 83.p. 62-70, set.
- CRAUN, G.F.(1988).Surface Water Supolies and Heath. *Journal A.W.W.A.* Fev. 80:40-52
- CRAUN, F.G.; REGLI, S.; CLARK, R.M.; BULL, R.J.; DOULL, J.; GRABOW, W.; MARSH, G.M.; OKUN, D.A.; SOBSEY, M.D.; SYMONS, J.M.(1994) Balancing chemical and microbial risks of drinking water disinfection, Part II. *Journal of Water Supply Research and Technology- AQUA* v. 43 n.5 p. 207-218.
- DANCKWERTS, P.V.(1953) Continuous Flow Systems Distribution of Residence Times. *Chemical Engineering Science*. 2:1-13.
- DE NARDI, I. R.(1997) *Influência das características do traçador nas curvas de distribuição de tempos de residência em reator anaeróbio horizontal de leito fixo (RAHLF)* São Carlos, SP. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- DI BERNARDO, L.(1988) Upflow coarse-grained prefilter for slow sand filtration. In: *Slow Sand Filtration- Recent Developments in Water Treatment Technology*-Ed N.J.D. GRAHAM, London, England
- DI BERNARDO, L.(1991) Water supply problems and treatment technologies in developing countries of south america. *Journal Water SRT-Aqua*. Vol.40, No3.USA.

- DI BERNARDO, L.(1993). *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água Vol I e II*. Rio de Janeiro, ABES.
- DI BERNARDO, L.; PATTERNIANI, J. E. S.; GRAHAM, N. J. D. (1994) Fabric-protected shallow depth slow sand filters preliminary pilot-plant investigations. In: Slow Sand Filtration. In *Internacional Compilation of Recent Scientific and Operational Development*. Ed. Collins, M.R. and Graham, N.J.D. AWWA. USA.
- DI BERNARDO, L. (1995). *Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento*. Rio de Janeiro, ABES.
- DI BERNARDO, L. (1997). Filtração em Múltiplas Etapas para Tratamento de Águas de Abastecimento. *Seminário Internacional sobre Filtração em Múltiplas Etapas para Tratamento de Águas de Abastecimento-Conceituação*. São Carlos SP.
- FORESTI, E.(1997) Análise hidrodinâmica de reatores. Notas de aula. 1º semestre 1997.
- FOX, K.R.; GRAHAM, N.J.D.; COLLINS, M.R. (1994). Slow Sand Filtration Today: In Introduction Review. In: Slow Sand Filtration. In *Internacional Compilation of Recent Scientific and Operational Development*. Ed. Collins, M.R. and Graham, N.J.D. AWWA. USA.
- GALVIS, G., FERNANDEZ,M.J & VISSCHER,J.T(1992). *Comparative Study of Different Pretreatment Alternative In: Roughing Filtration in Water Treatment*. June 1992, Zurich, Switzerland.
- GALVIS, G.;VISSCHER, J.T.; FERNANDEZ, J.; BERON, F. (1993) Pre-treatment Alternatives for Drinking Water Supply Systems. Selection, Design, Operation and Maintenance. Ocasional Paper 22 The Hague, The Netherlands.
- GALVIS, G.;LATORRE, J.; OCHOA, A. E.; VISSCHER, J.T.(1996) Comparison of horizontal and upflow roughing filtrattion. In: *Advances in slow sand filtration and alternative biological filtration*. John Wiley & Sons. United Kingdom.
- GALVIS, G.;LATORRE, J.; VISSCHER, J.T.(1997) Filtración en Múltiples Etapas. Tecnología innovativa para el Tratamiento de Agua (Versión Preliminar) Cali Colômbia.
- GELDREICH, E.E.; CRAUN, G.F.(1996) Mulpiple barriers for protection and tratment of drinking water supplies: A proven method for preventing transmission of waterborne disease. In: CRAUN, G.F. *Water quality in latin america: Balancing the microbial and chemical risks in drinking water disinfection*. Washinton, D.C.
- GRABICKI, A.,STUCKEY, D.C.(1992) Hidrodynamic characteristics of the anaerobic baffled reactor. *Water Research*. v.26:371-378
- GRAHAM, N. J. D.; MBEWETTE, T. S. A. DI BERNARDO, L. (1994) Fabric protected slow sand filtration: a review. In: Slow Sand Filtration. In *Internacional Compilation of Recent Scientific and Operational Development*. Ed. Collins, M.R. and Graham, N.J.D. AWWA. USA.

- GREAVES, G. F.; GRUNDY, P. G.; TAYLOR, G. S. (1988) Ozonation and slow sand filtration for the treatment of coloured upland waters-pilot plant investigations. In: *Slow Sand Filtration- Recent Developments in Water Treatment Technology*-Ed N.J.D. GRAHAM, London, England
- GUEDES, M. L. S.; GUEDES, J. S. (1988) Bioestatística para profissionais de saúde. Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico. P.201.
- GUZMAN, M. S. R.(1997) *Evaluacion de la filtracion gruesa dinamica operando a tasa constante y a tasa declinante de filtracion*. Santiago de Cali. 117p. Tesis de Magister – Universidad del Valle. Colombia.
- HUDSON, JR. H. E. (1981) *Water Clarification Processes – Practical Design and Evaluation*. Litton Educational Publishing, INC USA.
- INGALLINELLA, A. M., STECCA, L. M., WEGELIN, M.(1998) Up-flow roughing filtration: rehabilitation of a water treatment plant in Tarata, Bolivia. *Water science technology*. V. 37, N 9: 105-112
- IVES, K. J.; RAJAPASKE, J.P.(1988) Pretreatment with Pebble Matrix Filtration. In: *Slow Sand Filtration- Recent Developments in Water Treatment Technology*-Ed N.J.D. GRAHAM, London, England
- JIMENEZ, B.; NOYOLA, A.; CAPDEVILLE, B.; ROUSTAN, M.; FAUP, G.(1988) Dextran blue colorant as a reliable tracer in submerged filters. *Water Research*. 22: 1253-1257.
- LEVENSPIEL, O.; SMITH, W. K. (1957) Notes on the diffusion-type model for the longitudinal mixing of fluids in flow. *Chemical engineering Science*. 6:227-233.
- LATORRE, J. M.(1994). *Performance Evaluation of Dynamic Roughing Filtration*. M.Sc. Thesis Report-International Institute for Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering. August 1994, Delft, Netherland.
- LATORRE, J. M.; GALVIS, G.; VISSCHER, J. T. (1996) *Performance Evaluation of Dynamic Roughing Filtration*. In: *Advances in slow sand filtration and alternative biological filtration*. John Wiley & Sons. United Kingdom.
- LEVENSPIEL, O.(1974) *Engenharia das Reações Químicas: Cálculo de reatores*. São Paulo, v.2 Edgard Buchler, 1974.
- LEVICH, V.G.; MARKIN, V. S.; YU. A. (1967) On hydrodynamic mixing in a model of porous medium with stagnant zones. *Chemical Engineering Science*. 22:1357-1367.
- MBWETTE, T. S. A.; GRAHAM, N. J. D.(1988) Pilot plant evaluation of fabric-protected slow sand filters. In: *Slow Sand Filtration- Recent Developments in Water Treatment Technology*-Ed N.J.D. GRAHAM, London, England
- NOAR, P. & SHINNAR, R. (1963) Representation and Evolution of Residence Time Distributions. *I&EC Fundamentals*. 2:278-286
- OTTERSTETTER, H.; ZAPEDA, F.(1996) Balancing microbial and chemical risks in the disinfection of drinking water: The Pan American Health Organization perspective. In:

- CRAUN, G.F. *Water quality in latin america: Balancing the microbial and chemical risks in drinking water disinfection*. Washinton, D.C.
- PARDON, M. (1994) Removal efficiency of particulate matter through vertical flow roughing filters Slow Sand Filtration. In *Internacional Compilation of Recent Scientific and Operational Development*. Ed. Collins, M.R. and Graham, N.J.D. AWWA. USA.
- PATERNIANI, E.S.; (1991) *Aplicabilidade de mantas sintéticas não tecidas na filtração lenta de águas de abastecimento*-286p. Tese(doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- POCASANGRE, A. E. A.(1990) *Pré-filtração em pedregulho e areia grossa de fluxo ascendente e fluxo descendente como pré-tratamento de filtros lentos de areia*. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RACHWAL, A. J.; BAUER, M. J.; WEST, J. T.(1988) Advanced techniques for upgrading large scale slow sand filters. In: *Slow Sand Filtration- Recent Developments in Water Treatment Technology*-Ed N.J.D. GRAHAM, London, England
- REBHUN, M. & ARGAMAN, Y. (1965) Evaluation of hidraulic efficiency of sedimentation basins. *ASCE Journal of Sanitary Engineering*. 91:37-45
- ROCHA, B. B. M.; LETTINGA, G.; MAN, AD. de (1987) O uso de ,mais de um traçador na avaliação do comportamento hidrodinâmico para digestão anaeróbia. In: 14º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo. *Anais*, 234-245.
- RUGNO, O.R. (1988) *Pré-filtração em pedregulho para filtros lentos de areia*. São Carlos. 124 p.(v. 1). Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- RUIZ BOJORGE, C. (1996). *Uso de Mantas Sintéticas em Pré-filtros de Pedregulho para Pré-tratamento de Águas de Abastecimento*. São Carlos, Dissertação de Mestrado-Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- SIEGEL, S.(1956) *Nonparametric statistics for the behavioral science*. Ed. McGraw-Hill. New York. USA.
- STEVENS, D. K.; BERTHOUEX, P. M.; CHAPMAN, T. W.(1986) The effect of tracer diffusion in biofilm on residence time distributions. *Water Research*, v 20, n.3 p. 369-375.
- SWAINE, D. E.; DAUGULIS, A. J. (1988) Liquid residence time distributions in immobilized cell bioreactors. *Biotechnology and bioengineering*, v. 33, p. 604-612.
- YOUNG, H. W. (1985) *Hydraulic Characteristics of packed bed reators*. 109p. Tese (PhD) – University of Arkansas
- YOUNG, H. W.; YOUNG, J. C. (1988) Hydraulic characteristics of upflow anaerobic filters. *Journal of Environmental Engineering*. V. 114, n. 3 p. 621-638.
- WATER ENVIRONMENT FEDERATION (1996) *Wastewater disinfection – Manual of pratice FD-10*, Alexandria, USA.

- WEGELIN, M. (1988) Roughing gravel filters for suspended solids removal. In GRAHAM, N. J. D. *Slow sand filtration: Recent developments in water treatment technology*. London, England
- WEGELIN, M. (1996) Surface water treatment by roughing filters: a design, construction and operation manual. Duebenddorf, Switzerland.
- WEGELIN, M.; GALVIS, G. LATORRE, J. (1997) *La filtración gruesa em el tratamiento de agua de fuentes superficiales*. Santiago de Cali, Colômbia.
- WITT, V. M.; REIFF, F. M. Water disinfection technologies for small communities and rural area. In: CRAUN, G.F. *Water quality in latin america: Balancing the microbial and chemical risks in drinking water disinfection*. Washinton, D.C.
- WOFL, D.; RESNICK, W. (1963) Residence time distribution in real systems. I & EC fundamentals, v.2, p.287-293.

x

ANEXO A

Tabelas e figuras referentes ao ensaio 1-A

TABELA A.1 Resultados gerais obtidos no ensaio 1-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d - Período: 04/08/1997 a 19/09/1997.

Parâmetro	Água Bruta	Afluentes aos PFFA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	5,09 a 10,2	2,70 a 6,71	3,35 a 6,78	2,95 a 7,33
	Coleta 16:00h	5,48 a 10,7	3,22 a 7,31	3,46 a 6,90	3,16 a 7,17
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	55 a 161	33 a 111	37 a 115	33 a 156
	Coleta 16:00h	59 a 162	37 a 138	38 a 151	34 a 155
pH	Coleta 8:00h	6,34 a 7,40	6,13 a 8,04	6,03 a 7,59	6,03 a 7,76
	Coleta 16:00h	6,03 a 7,59	6,03 a 8,00	6,50 a 7,48	6,10 a 7,50
Sólidos suspensos (mg/L)	3,0 a 8,6	2,0 a 4,8	1,0 a 2,6	1,2 a 5,2	0,8 a 3,0
Coliformes totais (NMP/100mL)	1413,6 a >2419,2	727,0 a >2419,2	111,2 a 1732,9	125,9 a 1986,3	461,1 a 1986,3
Coliformes fecais (NMP/100mL)	87,8 a >2419,2	12,0 a 139,1	9,8 a 980,8	7,4 a 1732,9	11,0 a 980,4
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,50 a 8,60	7,50 a 9,00	7,60 a 8,60	7,50 a 8,50	7,60 a 8,20
Ferro total (mg/L)	0,33 a 1,26	0,45 a 1,13	0,33 a 0,80	0,33 a 0,83	0,31 a 0,82
Condutividade elétrica (µS/cm)	13,32 a 22,40	15,30 a 24,30	14,11 a 23,30	14,55 a 21,10	15,12 a 23,50
Fosfato total (mg/L)	0,080 a 0,139	0,060 a 0,147	0,080 a 0,090	0,013 a 0,120	0,070 a 0,102
Alcalinidade total (mg/L)	4,6 a 6,7	3,3 a 6,7	5,4 a 6,7	5,4 a 6,7	5,4 a 6,7
Carbono orgânico total (mg/L)	2,39 a 4,34	2,47 a 4,20	2,37 a 3,73	2,23 a 4,17	1,96 a 4,37
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)	0,074 a 0,147	0,057 a 0,145	0,044 a 0,118	0,045 a 0,103	0,043 a 0,118

(... continuação)
 TABELA A.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01 - A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00h	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
01/Set	28	10,2	9,66	5,58	5,55	6,45	5,90	6,40	6,51	4,80	4,50	3,66	3,22	5,85	6,02	4,32	3,55	3,81	3,74
02/Set	29	10,9	8,89	5,73	7,52	5,70	6,50	5,42	6,13	4,12	5,56	2,70	3,75	5,10	7,2	3,50	3,83	2,95	4,10
03/Set	30	8,07	9,32	7,47	7,47	8,89	7,19	8,09	8,19	6,10	5,70	4,31	4,10	7,50	6,73	4,92	4,79	4,80	4,29
04/Set	31	8,77	9,64	7,37	9,18	7,33	8,28	6,74	6,32	5,37	4,65	3,67	3,22	6,60	7,10	3,82	4,43	3,72	5,07
05/Set	32	8,90	9,43	7,34	7,45	7,21	7,34	6,76	6,82	5,03	4,73	3,64	3,26	6,75	7,02	3,65	3,86	3,90	4,01
06/Set	33	8,57	9,46	7,62	7,77	7,39	7,50	6,54	7,00	4,95	4,88	3,44	3,52	6,90	7,22	4,37	4,00	3,75	4,20
07/Set	34	8,87	9,39	7,69	7,86	7,18	7,50	6,62	7,10	4,88	5,00	3,50	5,63	7,49	7,45	3,35	4,10	3,80	4,30
08/Set	35	9,49	13,9	7,71	8,65	6,43	9,41	6,53	7,21	5,00	5,34	4,06	3,83	6,17	7,19	3,39	4,32	4,73	5,04
09/Set	36	8,20	8,98	6,95	7,76	7,12	7,38	6,82	6,65	5,43	5,09	4,19	3,81	6,96	6,82	3,75	3,49	4,90	4,65
10/Set	37	8,39	12,0	6,87	9,16	7,34	7,93	6,38	7,60	5,46	5,82	4,08	7,31	6,47	7,19	3,82	4,02	4,88	4,93
11/Set	38	9,60	15,2	8,09	10,3	7,98	9,14	7,41	7,77	6,41	5,89	4,70	4,62	6,94	7,89	4,45	4,80	5,17	5,83
12/Set	39	8,70	10,1	10,2	8,58	7,10	8,11	6,54	6,57	5,50	5,13	4,29	4,10	6,39	6,67	4,16	3,46	4,57	4,00
13/Set	40	9,50	10,6	8,60	9,75	7,85	8,10	6,85	7,15	5,89	6,00	4,30	4,45	6,43	6,75	4,22	4,35	4,64	4,56
14/Set	41	11,0	12,2	9,80	10,7	8,40	8,80	7,40	7,70	6,40	6,80	5,20	5,40	6,90	7,10	4,50	4,70	4,67	4,81
15/Set	42	11,0	11,8	9,30	9,80	8,50	8,70	7,60	7,80	6,50	6,41	4,90	4,9	7,04	7,10	4,80	4,90	4,90	5,00
16/Set	43	11,3	11,0	9,14	10,0	8,34	8,70	7,80	8,00	6,48	6,12	4,70	4,62	7,74	7,66	4,60	4,62	5,25	4,98
17/Set	44	11,6	13,2	8,91	9,48	8,13	8,55	7,90	7,71	6,30	6,00	4,52	5,46	7,48	7,39	4,63	4,84	5,00	4,99
18/Set	45	11,9	11,0	9,47	8,79	8,70	8,68	7,73	7,59	6,05	5,93	4,44	4,30	7,79	7,70	5,20	4,71	5,00	4,98
19/Set	46	11,7	-	8,51	-	7,89	-	7,04	-	5,54	-	4,85	-	6,70	-	4,72	-	4,94	-

(-) Amostra não coletada

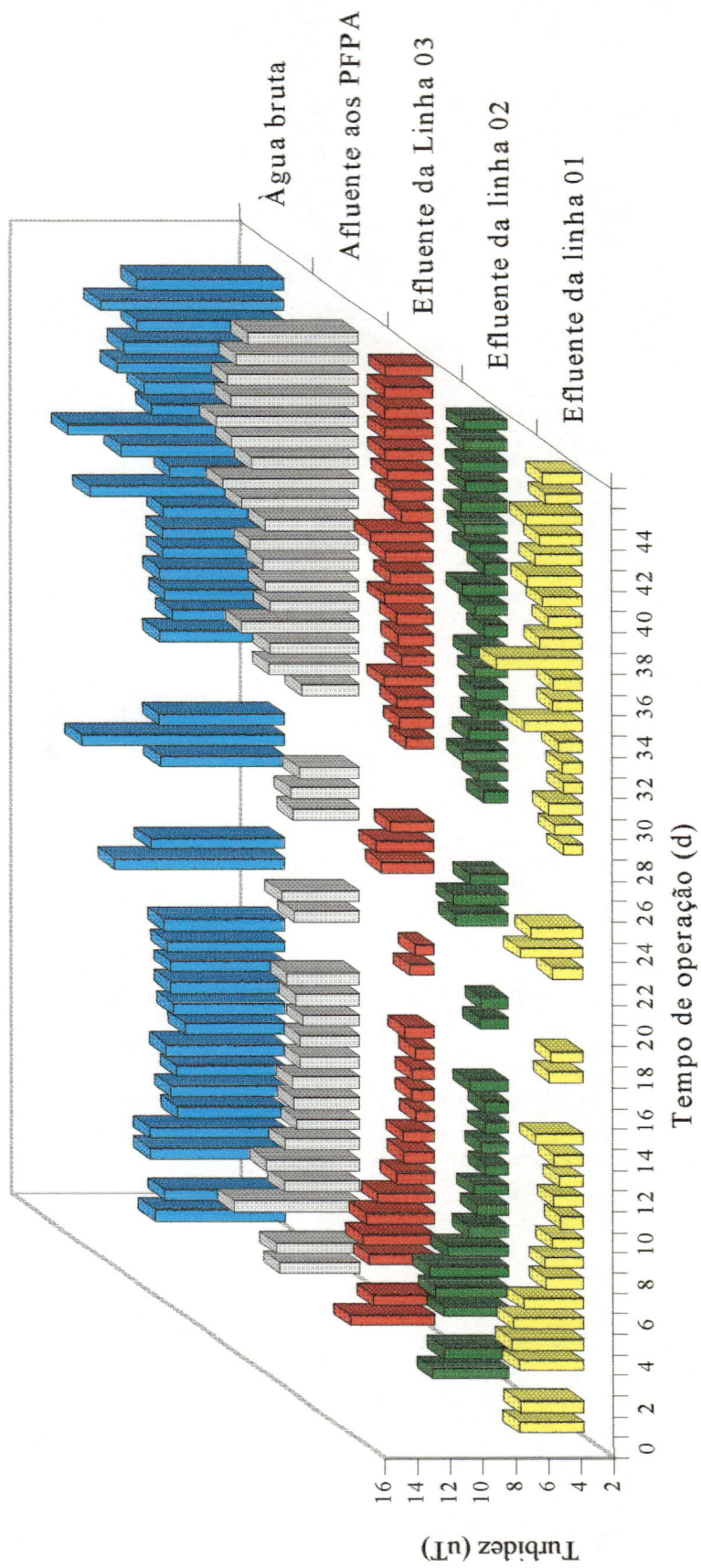


FIGURA A.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01 -A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d e coleta às 16:00 h.

(...continuação)
 TABELA A.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio
 O1-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
01/Set	28	106	101	67	65	75	64	74	64	67	52	49	42	69	65	46	48	43	44		
02/Set	29	109	101	65	88	64	77	63	72	45	65	33	48	61	76	38	46	35	50		
03/Set	30	97	90	91	84	113	83	98	81	77	64	53	52	90	82	61	52	64	53		
04/Set	31	101	103	84	86	89	80	81	76	63	55	44	40	80	81	45	40	45	42		
05/Set	32	105	105	85	87	86	88	82	78	62	58	44	43	80	87	44	49	47	45		
06/Set	33	101	104	89	89	90	89	79	77	61	59	39	41	81	85	48	49	45	46		
07/Set	34	99	101	90	93	85	88	74	78	56	60	39	42	85	87	46	48	45	46		
08/Set	35	119	138	91	105	77	98	74	89	62	65	49	49	74	88	42	42	57	60		
09/Set	36	102	110	85	95	83	87	82	81	67	62	53	46	92	80	47	42	61	57		
10/Set	37	109	112	87	94	86	92	81	90	61	73	49	56	79	99	66	56	62	67		
11/Set	38	107	145	96	123	98	108	92	89	69	76	45	55	85	97	50	56	60	70		
12/Set	39	104	117	131	105	90	95	82	80	69	65	55	48	82	81	54	40	62	47		
13/Set	40	103	109	95	97	91	90	82	85	68	70	46	52	83	85	56	52	61	53		
14/Set	41	110	114	98	100	90	92	84	87	72	76	49	54	85	90	58	60	63	66		
15/Set	42	111	115	97	109	88	90	85	88	80	82	50	52	86	88	59	60	64	65		
16/Set	43	139	143	118	128	112	113	100	103	90	85	60	60	101	97	62	60	69	63		
17/Set	44	128	150	111	124	104	110	100	101	80	79	59	60	95	95	59	65	63	68		
18/Set	45	139	134	114	112	106	108	95	98	75	77	54	54	93	91	60	60	65	61		
19/Set	46	129	-	106	-	100	-	91	-	73	-	57	-	88	-	63	-	67	-		

(-) Amostra não coletada

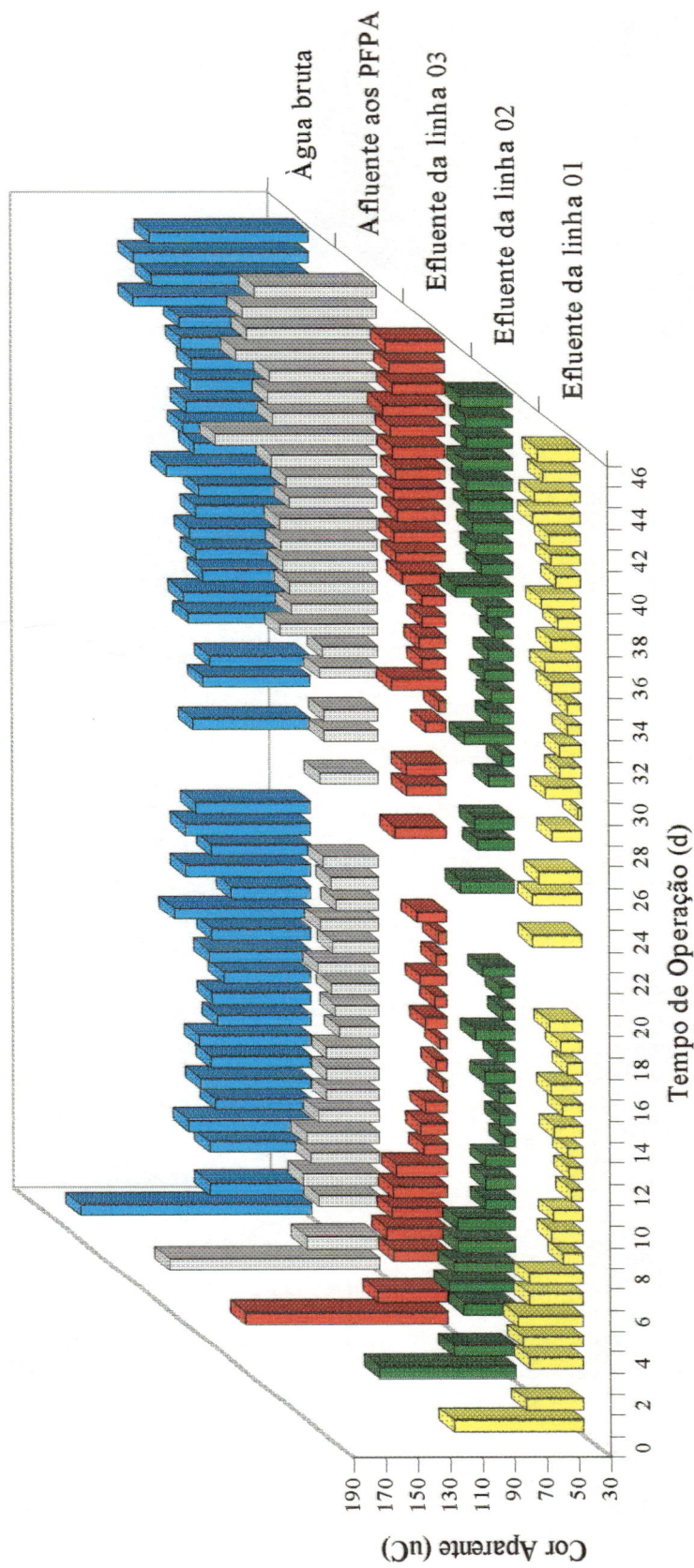


FIGURA A.2- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m² d e coleta às 8:00 h.

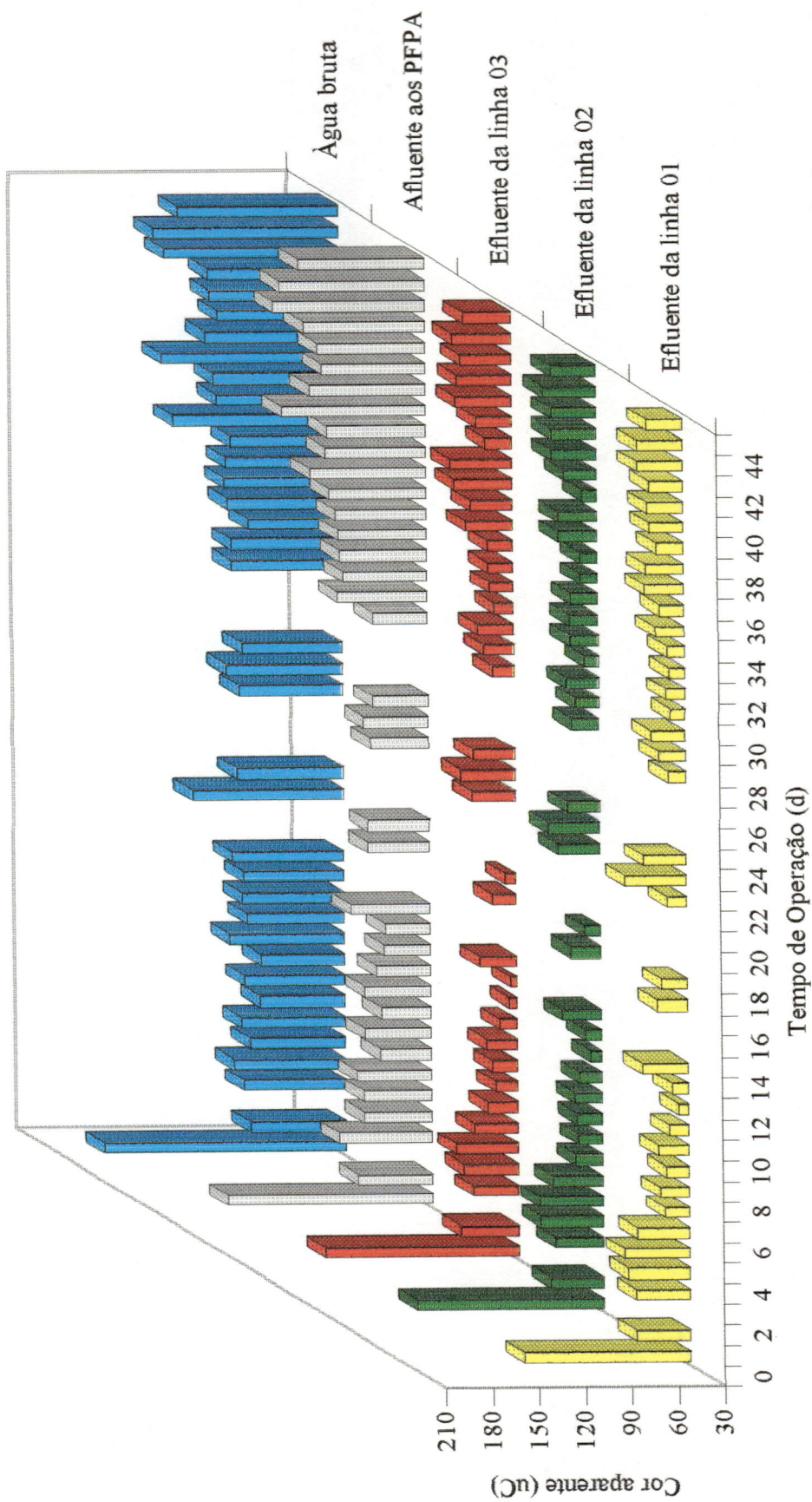


FIGURA A.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m² e coleta às 16:00 h.

TABELA A.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m² d

Data	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
	Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta			
	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
04/Ago	6,85	6,83	7,40	7,20	8,90	8,90	7,13	7,11	8,50	8,49	8,00	8,00	7,16	7,10	7,14	7,08	7,04	7,00	7,00	7,00
05/Ago	6,03	6,03	6,55	6,52	6,50	6,80	6,52	6,90	6,66	6,70	6,13	6,03	6,46	6,50	6,49	7,00	6,60	6,30	6,30	6,30
06/Ago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/Ago	6,68	7,00	6,45	6,60	6,56	6,90	6,59	6,70	6,14	6,20	6,71	6,50	6,48	6,60	6,12	6,50	6,17	6,10	6,10	6,10
08/Ago	6,89	7,05	7,16	7,10	7,11	7,10	7,10	7,08	7,16	7,13	7,17	7,12	7,20	7,17	7,22	7,17	7,19	7,15	7,15	7,15
09/Ago	5,54	6,00	6,66	6,47	6,68	6,70	6,80	6,79	6,86	6,82	6,89	6,88	6,93	6,91	6,93	6,92	6,97	6,97	6,97	6,97
10/Ago	6,99	7,20	7,02	7,12	7,12	7,00	7,09	6,90	7,28	7,10	7,20	7,19	7,18	7,07	7,16	7,00	7,20	7,50	7,50	7,50
11/Ago	7,25	7,43	7,20	7,30	7,21	7,25	7,09	7,31	7,20	7,47	7,13	7,49	7,15	7,39	7,19	7,48	7,15	7,43	7,43	7,43
12/Ago	7,00	7,00	-	7,25	-	7,10	-	7,20	-	7,30	-	7,32	-	7,20	-	7,30	-	7,10	-	7,10
13/Ago	7,46	7,24	7,47	7,11	7,39	7,12	7,33	7,14	7,38	7,10	7,33	7,10	7,37	7,11	7,29	7,05	7,30	7,05	7,30	7,05
14/Ago	7,41	7,27	7,32	7,26	7,46	7,25	7,24	7,24	7,23	7,26	7,37	7,24	7,30	7,23	7,26	7,22	7,45	7,16	7,45	7,16
15/Ago	7,86	7,13	7,94	7,18	7,91	7,16	7,89	7,10	7,85	7,13	7,83	7,19	7,80	7,16	7,76	7,20	7,76	7,19	7,76	7,19
16/Ago	7,21	7,25	7,18	7,19	7,19	7,20	7,20	7,18	7,20	7,18	7,23	7,22	7,22	7,22	7,22	7,24	7,23	7,24	7,23	7,24
17/Ago	7,20	7,23	7,19	7,19	7,20	7,30	7,22	7,40	7,22	7,20	7,23	7,17	7,22	7,20	7,21	7,19	7,22	7,18	7,22	7,18
18/Ago	7,28	7,18	6,84	7,12	6,92	7,12	6,92	7,11	6,95	7,14	6,93	7,18	6,96	7,18	6,94	7,18	6,96	7,17	6,96	7,17
19/Ago	7,32	-	7,24	-	7,23	-	7,22	-	7,21	-	7,25	-	5,81	-	6,56	-	6,66	-	6,66	-
20/Ago	7,07	-	6,98	-	7,00	-	6,92	-	6,96	-	7,00	-	7,03	-	7,02	-	7,04	-	7,04	-
21/Ago	7,54	6,57	7,45	6,54	7,41	6,59	7,39	6,51	7,41	6,65	7,43	6,71	7,03	6,75	7,36	6,76	7,32	6,76	7,32	6,76
22/Ago	7,37	7,31	7,33	7,28	7,28	7,26	7,27	7,23	7,26	7,18	7,28	7,29	7,23	7,28	7,26	7,23	7,22	7,23	7,22	7,23
23/Ago	7,40	-	7,32	-	7,30	-	7,28	-	7,27	-	7,27	-	7,25	-	7,26	-	7,23	-	7,23	-
24/Ago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/Ago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/Ago	-	7,59	-	7,27	-	7,13	-	6,93	-	6,91	-	6,88	-	6,98	-	7,00	-	6,95	-	6,95
27/Ago	7,28	7,30	6,92	7,32	6,91	7,30	6,95	7,21	6,91	7,25	6,95	7,22	6,99	7,19	6,97	7,14	6,96	7,11	6,96	7,11
28/Ago	-	6,16	-	6,30	-	6,37	-	6,45	-	6,52	-	6,54	-	6,61	-	6,64	-	6,67	-	6,67
29/Ago	6,57	-	6,42	-	6,41	-	6,73	-	6,45	-	6,46	-	6,58	-	6,58	-	6,61	-	6,61	-
30/Ago	6,62	-	6,58	-	6,56	-	6,57	-	6,60	-	6,62	-	6,65	-	6,62	-	6,63	-	6,63	-
31/Ago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(...continuação)

TABELA A.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
01/Set	28	7,58	7,31	7,40	7,25	7,34	7,29	7,28	7,42	7,57	7,25	7,34	7,29	7,26	7,22	7,59	7,23	7,52	7,28		
02/Set	29	7,00	7,33	7,28	7,31	7,42	7,23	7,49	7,29	6,95	7,20	7,35	7,32	7,34	7,20	7,48	7,20	7,40	7,28		
03/Set	30	6,77	7,04	6,77	6,77	7,03	7,03	6,78	7,03	6,77	7,05	6,70	7,06	6,75	7,05	6,75	7,03	6,81	7,00		
04/Set	31	6,77	6,56	6,86	6,86	6,85	6,68	6,86	6,79	6,85	6,50	6,84	6,75	6,79	6,77	6,87	6,78	6,85	6,82		
05/Set	32	6,77	7,10	6,91	6,91	6,90	7,17	6,66	7,04	6,87	7,11	6,89	7,05	6,89	7,20	6,86	7,16	6,81	7,00		
06/Set	33	7,35	7,10	6,92	6,92	7,00	6,97	6,79	6,98	7,01	6,89	7,02	7,00	7,00	6,79	7,10	7,20	6,99	6,98		
07/Set	34	7,10	7,07	7,10	7,10	7,02	7,10	7,09	7,05	7,03	7,00	7,06	7,10	7,10	7,09	7,08	7,06	7,10	7,00		
08/Set	35	7,45	6,98	7,28	7,28	7,45	7,01	7,45	7,05	7,40	7,07	7,42	7,14	7,30	7,14	7,38	7,17	7,39	7,12		
09/Set	36	7,10	6,77	7,13	7,13	7,33	6,80	7,31	6,80	7,29	6,75	7,11	6,71	7,24	6,76	7,07	6,66	7,22	6,51		
10/Set	37	7,02	7,03	7,00	7,00	7,01	7,14	6,98	7,11	6,65	7,15	6,74	7,05	6,78	7,05	7,06	7,01	6,96	6,96		
11/Set	38	7,01	7,03	7,21	7,21	7,00	6,94	7,10	6,93	7,07	6,98	7,05	6,95	7,10	6,90	7,12	6,89	7,04	6,94		
12/Set	39	7,25	7,18	7,13	7,13	7,26	7,17	7,22	7,20	7,13	7,15	7,16	7,18	7,18	7,16	7,27	7,20	7,30	7,25		
13/Set	40	7,20	7,19	7,11	7,11	7,14	7,15	7,19	7,14	7,16	7,18	7,15	7,11	7,20	7,19	7,16	7,20	7,23	7,24		
14/Set	41	7,10	7,20	7,13	7,13	7,10	7,20	7,10	7,20	7,12	7,30	7,15	7,16	7,10	7,30	7,12	7,20	7,20	7,18		
15/Set	42	7,08	7,10	7,11	7,11	7,08	7,06	7,07	7,10	7,10	7,11	7,12	7,14	7,20	7,16	7,09	7,10	7,10	7,18		
16/Set	43	6,75	7,18	7,12	6,70	6,68	7,04	6,90	7,07	6,85	7,08	6,80	7,09	6,85	7,11	7,10	7,14	6,78	7,15		
17/Set	44	7,15	6,84	6,80	7,14	7,07	6,80	7,06	6,84	7,06	6,83	7,08	6,88	7,02	6,90	7,04	6,93	7,06	6,91		
18/Set	45	6,01	6,97	7,04	6,03	6,02	7,02	6,00	7,05	6,03	7,04	6,00	7,05	6,00	7,03	6,03	7,04	6,03	7,03		
19/Set	46	6,19	-	6,34	-	6,42	-	6,51	-	6,55	-	6,64	-	6,68	-	6,73	-	6,74	-		

(-) Amostra não coletada

TABELA A.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos Efluente do									
			PPFA	PPFA 1	PPFA 2	PPFA 3	PPFA 4	PPFA 12	PPFA 34	PPFA 1234		
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	04/Ago	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,1	8,3	8,2
	11/Ago	8,6	8,4	8,5	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,2	8,2	8,0
	18/Ago	9,0	8,6	8,0	8,4	8,4	8,0	8,2	8,2	8,6	8,2	7,6
	02/Set	8,6	8,4	8,2	8,5	8,6	8,2	8,6	8,6	8,5	8,6	8,2
	09/Set	8,5	8,3	8,4	8,4	8,5	8,6	8,5	8,2	8,2	8,2	8,1
	15/set	8,2	8,3	8,5	8,4	8,1	8,1	8,2	8,2	7,6	7,5	7,6
	19/Set	7,5	7,5	7,7	7,7	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,5	7,6
	04/Ago	-16,0	-17,5	-16,4	-16,4	-15,5	-15,5	-16,4	-16,4	-17,0	-17,1	-17,1
	11/Ago	-19,1	-17,1	-17,8	-19,2	-19,3	-19,3	-19,2	-19,3	-17,3	-17,7	-16,7
Potencial Zeta (mV)	18/Ago	-19,2	-17,8	-20,5	-17,7	-19,7	-19,7	-17,7	-19,7	-17,5	-18,3	-18,8
	02/Set	-20,1	-17,9	-19,1	-17,2	-15,2	-15,2	-17,2	-20,4	-20,4	-12,5	-15,4
	09/Set	-14,0	-18,3	-14,8	-20,9	-19,0	-19,0	-20,9	-20,8	-20,8	-20,3	-20,9
	15/set	-19,4	-19,1	-20,0	-19,7	-18,2	-18,2	-19,7	-17,2	-17,2	-18,3	-18,7
	19/Set	-17,5	-18,5	-19,8	-16,6	-15,6	-15,6	-16,6	-16,7	-16,7	-15,4	-17,0
	04/Ago	0,50	0,45	0,45	0,43	0,39	0,39	0,43	0,44	0,44	0,43	0,42
	11/Ago	0,70	0,57	0,58	0,48	0,49	0,49	0,48	0,54	0,54	0,54	0,51
	18/Ago	0,84	0,67	0,67	0,63	0,58	0,58	0,63	0,65	0,65	0,59	0,57
	Ferro Total (mg/L)	02/Set	0,76	0,69	0,62	0,55	0,33	0,33	0,55	0,58	0,58	0,33
09/Set		0,67	0,60	0,56	0,47	0,44	0,44	0,47	0,48	0,48	0,37	0,45
15/set		1,26	1,13	1,09	0,95	0,74	0,74	0,95	0,52	0,52	0,59	0,80
19/Set		1,05	1,06	1,00	0,90	0,80	0,80	0,90	0,96	0,96	0,83	0,82

(...continuação)
TABELA A.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Efluente do										
			FFPA	FFPA 1	FFPA 2	FFPA 3	FFPA 4	FFPA 12	FFPA 34	FFPA 1234			
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	04/Ago	>2419,2	1732,9	1203,3	1203,3	980,4	461,1	1203,3	1119,9	770,1			
	11/Ago	1413,6	727	>2419,2	866,4	461,1	1119,9	344,8	461,1				
	18/Ago	1553,1	1732,9	1986,3	980,4	1553,1	1413,6	770,1	816,4				
	02/Set	>2419,2	1299,7	>2419,2	>2419,2	1732,9	>2419,2	1986,3	1986,3				
	09/Set	>2419,2	980,4	770,1	410,6	111,2	920,8	125,9	517,2				
	15/set	>2419,2	>2419,2	>2419,2	866,4	1299,7	1553,1	275,5	727,0				
	19/Set	>2419,2	>2419,2	1986,3	1986,3	866,4	1732,9	1553,1	1553,1				
	04/Ago	365,4	81,6	56,3	56,3	19,7	71,3	56,3	24,3				
	11/Ago	87,8	71,2	35,0	35,0	19,7	24,3	21,6	11,0				
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	18/Ago	98,8	56,3	44,8	44,3	33,6	46,4	26,2	37,9				
	02/Set	>2419,2	1104,2	1732,9	1986,3	980,4	517,2	1732,9	980,4				
	09/Set	95,9	12,0	41,3	20,1	13,4	44,3	7,4	32,3				
	15/set	128,1	139,1	59,1	35,4	9,8	77,6	10,9	25,9				
	19/Set	146,7	156,5	71,4	28,0	24,3	108,1	33,1	33,1				
	04/Ago	15,60	16,12	15,22	15,28	16,51	15,47	14,55	15,12				
	11/Ago	13,32	15,39	15,27	15,39	15,72	15,35	15,94	15,58				
	18/Ago	14,51	15,30	15,39	15,42	15,34	17,43	15,23	15,42				
	02/Set	14,91	15,88	14,41	18,72	14,11	14,54	14,58	14,97				
Condutividade Elétrica (µS/cm)	09/Set	17,35	16,23	16,09	16,17	16,69	15,83	16,63	15,98				
	15/set	22,4	24,3	24,00	23,90	23,30	23,40	21,10	23,50				
	19/Set	16,68	16,83	18,52	16,56	16,86	15,92	17,07	17,24				

(...continuação)
TABELA A.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Parâmetro	Data	Efluente do												
		Água Bruta	PFPA	PFPA 1	PFPA 2	PFPA 3	PFPA 4	PFPA 12	PFPA 34	PFPA 1234				
Alcalinidade total (mg/CaCO ₃ /L)	04/Ago	5,0	5,4	5,4	5,4	5,8	5,8	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
	11/Ago	4,6	5,4	6,4	5,4	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
	18/Ago	6,0	6,3	7,0	7,0	6,3	6,0	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,0
	02/Set	6,3	3,3	5,4	5,4	2,1	5,4	5,4	5,4	5,8	5,8	5,8	5,8	5,4
	09/Set	5,8	5,8	6,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
	15/set	6,3	5,4	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
	19/Set	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Absorvância (cm ⁻¹ λ=254nm)	04/Ago	0,094	0,074	0,071	0,073	0,075	0,068	0,071	0,068	0,071	0,068	0,068	0,067	0,067
	11/Ago	0,110	0,065	0,074	0,063	0,068	0,059	0,067	0,059	0,067	0,066	0,066	0,051	
	18/Ago	0,061	0,057	0,050	0,049	0,047	0,044	0,042	0,044	0,042	0,045	0,045	0,043	
	02/Set	0,074	0,068	0,068	0,066	0,059	0,061	0,066	0,061	0,066	0,064	0,064	0,060	
	09/Set	0,128	0,145	0,090	0,077	0,071	0,069	0,075	0,069	0,075	0,070	0,070	0,073	
	15/set	0,147	0,142	0,140	0,132	0,136	0,118	0,134	0,118	0,134	0,103	0,103	0,118	
	19/Set	0,117	0,110	0,111	0,113	0,100	0,083	0,106	0,083	0,106	0,096	0,096	0,085	
Fosfato Total (mg/L)	04/Ago	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	
	11/Ago	0,09	0,06	0,09	0,06	0,08	0,08	0,05	0,08	0,05	0,12	0,12	0,07	
	18/Ago	0,09	0,06	0,09	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	
	02/Set	0,09	0,08	0,09	0,08	0,16	0,09	0,10	0,09	0,10	0,01	0,01	0,10	
	09/Set	0,11	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,07	
	15/set	0,14	0,15	0,15	0,12	0,12	0,09	0,12	0,09	0,12	0,09	0,09	0,10	
	19/Set	0,11	0,10	0,10	0,09	0,05	0,07	0,10	0,07	0,10	0,09	0,09	0,09	

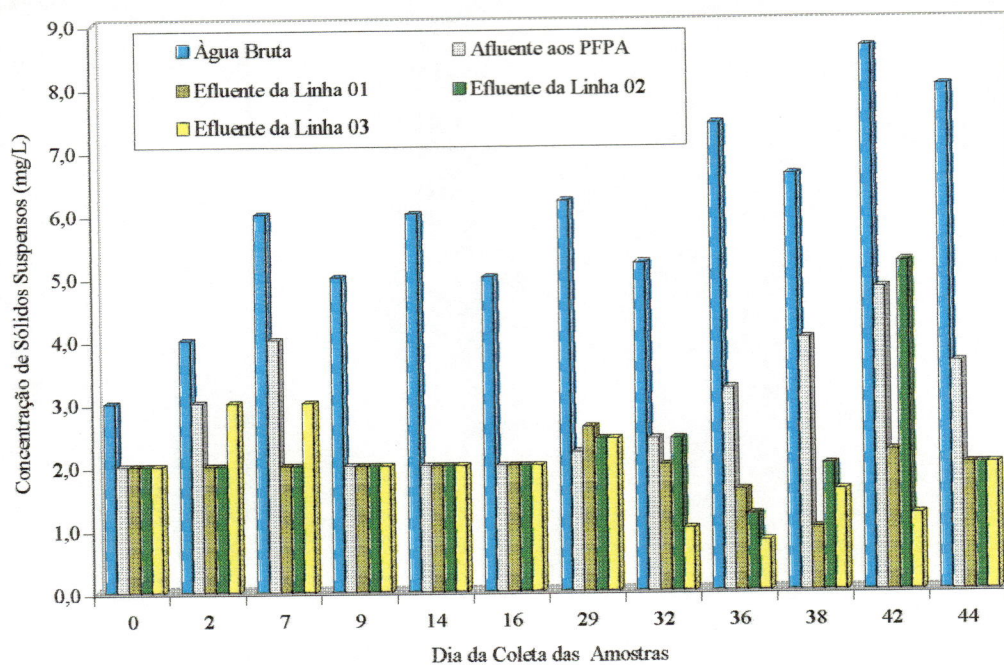


FIGURA A.4- Variação da concentração de sólidos suspensos durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

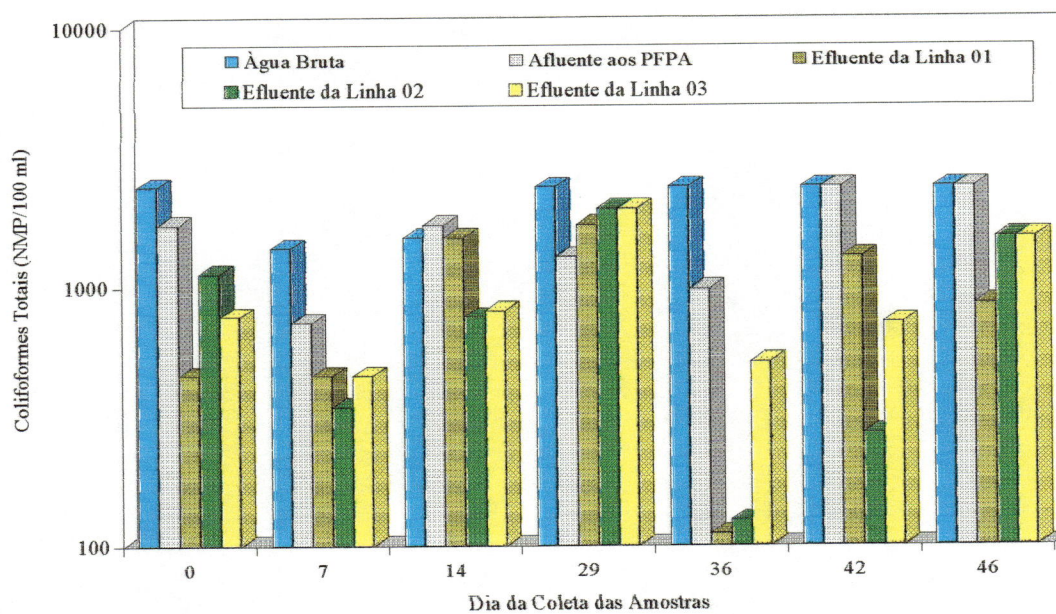


FIGURA A.5- Variação do número mais provável de coliformes totais durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

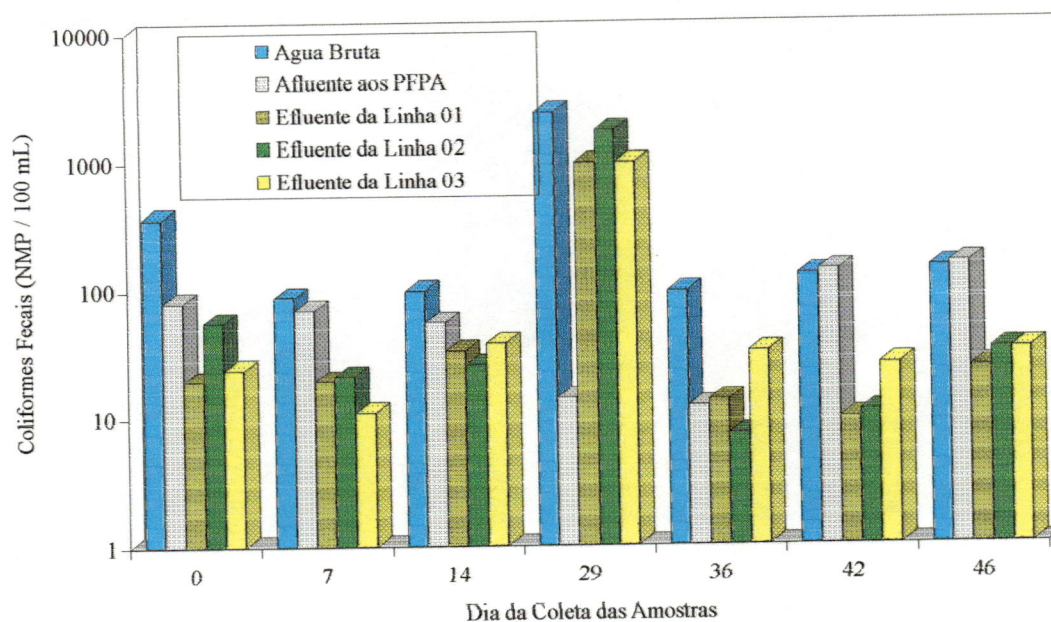


FIGURA A.6- Variação do número mais provável de coliformes fecais durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

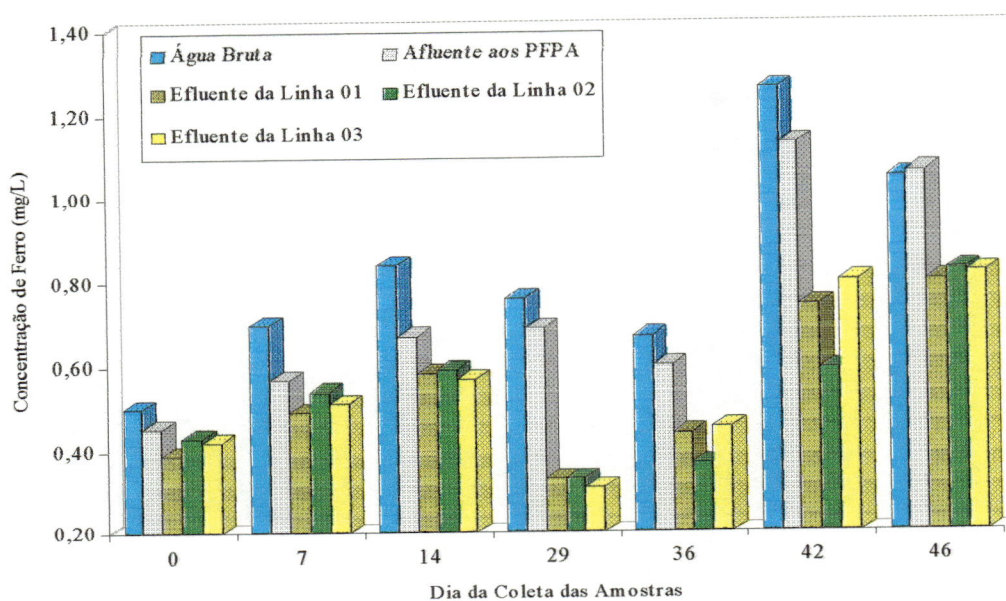


FIGURA A.7- Variação da concentração de ferro total durante o ensaio 01-A, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

ANEXO B

Tabelas e figuras referentes ao ensaio 1-B

TABELA B.1 - Resultados gerais obtidos no ensaio I-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d - Período: 01/10/1997 a 18/11/1997.

Parâmetro	Água Bruta	Afluente aos PFPA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	8,98 a 40,2	3,98 a 12,9	4,51 a 11,5	4,81 a 12,4
	Coleta 16:00h	10,45 a 36,7	4,10 a 15,5	3,54 a 18,7	4,45 a 17,3
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	110 a 389	51 a 152	53 a 145	57 a 145
	Coleta 16:00h	121 a 367	51 a 172	51 a 198	53 a 190
pH	Coleta 8:00h	6,27 a 7,50	6,36 a 7,65	6,35 a 7,40	6,62 a 7,50
	Coleta 16:00h	6,43 a 7,23	6,57 a 7,44	6,52 a 7,75	6,47 a 7,26
Sólidos Suspensos (mg/L)	1,6 a 22,7	3,2 a 5,7	0,6 a 2,4	1,0 a 2,2	1,0 a 3,0
Coliformes totais (NMP/100mL)	>2419,2	>2419,2	436,2 a > 2419,2	436,6 a > 2419,2	960,6 a > 2419,2
Coliformes fecais (NMP/100mL)	146,7 a 913,9	82,0 a 870,4	10,7 a 33,3	20,1 a 88,6	21,3 a 44,3
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,70 a 8,10	6,70 a 7,60	6,90 a 8,10	6,80 a 8,10	6,80 a 7,80
Ferro total (mg/L)	0,96 a 1,18	0,95 a 1,06	0,54 a 0,80	0,58 a 0,83	0,59 a 0,82
Condutividade elétrica (µS/cm)	16,12 a 18,54	16,04 a 18,19	16,42 a 17,27	16,24 a 17,02	16,61 a 18,20
Fosfato total (mg/L)	0,063 a 0,136	0,051 a 0,106	0,060 a 0,070	0,068 a 0,097	0,053 a 0,067
Alcalinidade total (mg/L)	6,3 a 7,5	5,8 a 7,5	6,3 a 7,5	6,3 a 7,5	6,3 a 7,1
Carbono orgânico total (mg/L)	3,53 a 12,72	2,814 a 19,75	2,352 a 10,75	2,501 a 12,55	2,478 a 18,84
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)	0,080 a 0,197	0,101 a 0,144	0,076 a 0,123	0,083 a 0,124	0,082 a 0,118

TABELA B.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
30/Set	0	13,30	10,80	10,80	10,70	9,94	10,40	9,04	8,56	7,14	6,54	5,74	5,13	9,30	9,25	5,80	5,20	5,93	5,50		
01/Out	1	8,98	11,00	8,98	10,80	10,10	9,90	7,83	7,88	6,44	6,80	4,76	5,80	8,17	10,00	4,94	5,80	5,90	6,20		
02/Out	2	12,60	12,80	11,60	11,10	14,80	14,00	12,00	11,00	8,35	8,50	5,74	6,00	12,40	12,10	6,72	6,45	6,72	6,81		
03/Out	3	12,60	11,00	10,10	8,59	9,64	8,42	8,57	8,15	6,45	6,38	4,78	4,43	8,77	8,63	4,85	4,75	5,44	5,28		
04/Out	4	10,60	10,45	9,68	9,56	9,92	9,29	8,31	8,06	5,85	5,44	4,23	4,10	8,58	8,01	4,69	4,72	5,09	5,02		
05/Out	5	11,60	11,30	10,10	11,00	15,20	13,00	8,47,00	8,39	5,66	5,80	3,98	4,31	10,60	11,00	4,51	4,55	5,10	5,30		
06/Out	6	11,50	11,30	9,62	9,58	9,20	9,14	8,60	7,49	5,99	5,71	4,29	7,13	8,76	8,58	4,69	4,64	5,14	5,00		
07/Out	7	13,80	12,80	10,90	10,50	11,20	9,96	9,93	8,95	7,53	6,70	5,19	5,31	10,20	9,19	5,82	5,46	6,12	5,62		
08/Out	8	13,10	13,50	10,50	11,20	11,50	11,10	10,60	10,30	7,63	7,59	5,34	5,29	10,60	10,41	6,52	6,53	6,97	6,89		
09/Out	9	9,94	10,70	8,35	11,30	10,70	8,32	8,14	7,62	6,02	5,59	4,67	4,51	7,73	6,85	4,66	3,54	4,81	4,67		
10/Out	10	11,60	14,30	10,50	10,90	9,40	10,50	8,59	7,75	6,28	5,45	4,55	4,36	8,78	7,82	4,60	4,28	4,84	4,45		
11/Out	11	-	12,60	-	9,32	-	9,22	-	8,35	6,03	-	-	4,97	-	8,96	-	5,04	-	5,23		
12/Out	12	-	12,90	-	9,50	-	9,31	-	8,56	6,26	-	-	4,85	-	8,89	-	5,25	-	4,76		
13/Out	13	12,60	14,30	9,75	10,70	9,02	10,60	8,55	9,27	6,44	6,63	5,03	5,38	8,85	9,99	5,15	4,87	5,47	5,64		
14/Out	14	12,00	13,90	9,44	10,10	9,32	9,33	9,00	8,63	6,33	6,41	4,90	5,22	8,70	8,95	5,24	4,75	5,39	5,14		
15/Out	15	12,30	11,50	9,28	9,24	9,07	8,95	8,36	8,31	5,75	6,00	4,47	5,07	8,83	8,59	4,71	4,46	4,82	4,73		
16/Out	16	12,90	12,70	9,67	11,60	9,35	8,43	10,00	7,96	6,01	5,66	4,81	4,50	9,20	7,87	5,14	4,78	5,27	4,84		
17/Out	17	16,00	15,40	13,50	13,00	13,40	13,00	13,00	12,40	8,25	8,17	6,35	6,13	13,20	13,00	7,01	7,00	6,90	6,89		
18/Out	18	14,40	-	11,30	-	11,30	-	10,20	-	6,91	-	5,90	-	10,40	-	6,18	-	5,74	-		
19/Out	19	14,20	-	9,96	-	10,50	-	9,02	-	5,91	-	4,66	-	9,96	-	5,93	-	5,30	-		
20/Out	20	11,00	11,50	10,00	10,20	9,03	9,12	7,88	7,56	6,09	6,12	4,36	4,10	8,42	8,45	5,33	5,40	5,07	5,11		
21/Out	21	18,70	19,30	14,60	15,40	15,00	15,20	11,90	12,40	8,48	9,00	6,04	6,21	14,60	15,00	6,69	6,71	6,20	6,40		
22/Out	22	13,50	18,50	10,70	11,10	10,70	10,50	10,50	9,53	7,60	6,64	6,60	5,63	11,10	9,67	6,60	5,74	6,20	4,94		
23/Out	23	11,40	16,80	9,07	10,90	9,05	9,93	8,15	8,61	6,18	6,10	5,26	5,49	8,56	9,42	5,47	5,51	5,05	4,74		
24/Out	24	12,00	12,90	10,00	9,87	10,30	9,25	9,25	8,11	6,18	6,01	5,61	5,65	9,42	8,52	6,10	5,39	5,58	5,35		
25/Out	25	12,90	13,50	9,93	10,10	9,83	9,90	9,02	9,11	6,93	6,97	5,40	5,80	9,53	9,78	6,12	6,25	5,84	5,97		
26/Out	26	13,40	17,10	9,78	10,90	9,56	9,47	9,00	8,65	7,02	7,00	5,80	6,37	9,64	8,81	6,04	5,29	6,07	5,15		
27/Out	27	27,20	21,90	16,50	12,60	16,70	12,40	15,50	11,30	10,70	8,84	8,23	8,01	15,40	11,90	8,98	8,23	8,41	8,15		

(...continuação)

TABELA B.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação		Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234			
	Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta			
	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
28/Out	17,00	18,50	10,10	11,10	9,22	9,53	9,16	9,53	6,64	6,64	5,87	5,63	9,81	9,67	5,66	5,74	5,00	4,97				
29/Out	13,50	14,10	9,92	10,10	9,91	11,20	9,92	11,00	6,68	7,14	5,82	5,64	8,92	9,12	6,07	6,24	6,07	6,11				
30/Out	12,00	11,60	8,53	8,60	9,21	8,54	8,62	7,90	6,05	6,95	5,14	7,16	7,83	7,89	5,29	5,12	5,28	5,12				
31/Out	15,50	-	9,14	-	8,83	-	6,37	-	5,90	-	5,69	-	8,21	-	5,40	-	5,18	-				
01/Nov	16,10	31,40	9,30	21,80	8,46	20,20	8,10	16,10	6,07	10,20	5,46	7,46	8,09	18,30	6,45	9,11	5,30	7,75				
02/Nov	16,10	18,60	9,68	10,80	9,63	10,30	8,96	9,67	7,71	7,07	7,55	6,66	9,06	9,79	6,66	6,29	6,66	6,90				
03/Nov	14,70	-	8,73	-	8,77	-	7,62	-	5,21	-	4,90	-	8,03	-	5,29	-	5,33	-				
04/Nov	-	16,30	-	9,77	-	9,23	-	8,54	-	6,94	-	6,07	-	8,90	-	5,98	-	5,94				
05/Nov	14,90	15,80	9,95	10,30	9,02	9,76	8,80	9,48	7,12	7,49	6,01	6,60	8,64	9,00	5,89	4,73	6,60	6,86				
06/Nov	16,50	25,70	14,00	13,30	12,50	11,10	10,20	9,52	7,98	7,29	6,34	6,45	11,40	10,20	6,64	6,33	6,63	6,20				
07/Nov	21,00	35,00	16,40	26,70	18,40	19,10	14,60	15,50	8,99	10,50	7,59	7,91	18,30	17,40	7,73	8,87	8,11	9,08				
08/Nov	16,60	15,50	11,50	10,40	11,40	10,30	10,60	9,55	8,33	7,98	7,25	6,91	11,50	10,60	7,15	6,84	7,09	6,87				
09/Nov	14,45	15,30	10,10	9,99	9,92	9,95	9,17	9,58	8,04	8,42	6,60	6,78	9,25	9,41	6,64	6,82	6,62	6,82				
10/Nov	19,70	18,20	9,86	9,81	9,65	9,46	8,73	8,67	7,53	7,48	6,30	6,20	9,20	9,14	6,15	6,17	6,28	6,24				
11/Nov	16,90	20,40	10,40	11,70	11,30	10,70	9,73	9,69	7,75	7,57	6,63	6,57	11,40	10,20	6,70	6,47	6,89	6,99				
12/Nov	14,20	18,50	9,79	11,00	10,10	10,50	9,44	9,72	7,83	7,91	6,65	6,27	9,41	9,89	6,89	6,34	7,04	6,90				
13/Nov	13,30	17,40	9,47	10,00	9,74	9,83	9,06	8,97	7,39	6,94	6,32	6,01	9,15	9,29	6,00	5,68	6,51	6,28				
14/Nov	14,20	19,90	9,49	9,96	9,42	9,77	9,01	9,14	7,49	7,14	6,58	6,23	9,02	9,20	6,27	5,95	6,78	6,54				
15/Nov	15,70	20,80	10,30	12,50	10,40	11,20	9,55	9,52	6,61	6,95	5,58	5,77	8,25	10,10	5,14	5,73	6,99	6,41				
16/Nov	-	22,10	-	15,10	-	14,70	-	13,40	-	10,00	-	8,38	-	13,60	-	8,29	-	8,26				
17/Nov	40,20	36,70	35,10	33,20	33,60	29,50	22,70	36,40	15,10	17,00	12,90	13,00	30,60	28,90	10,20	12,70	12,40	12,80				
18/Nov	18,80	21,90	14,80	14,10	17,90	13,60	16,10	12,60	13,00	10,40	11,30	9,38	15,50	12,70	10,20	8,76	10,30	9,06				
19/Nov	39,00	33,50	19,90	24,60	17,20	30,60	15,50	33,60	13,20	20,40	11,50	15,50	15,30	28,30	11,50	18,70	11,50	17,30				
20/Nov	16,40	22,30	13,50	14,50	13,60	14,30	13,10	13,70	11,90	11,10	10,90	9,90	13,10	13,20	10,30	9,03	10,20	9,38				

(-) Amostra não coletada

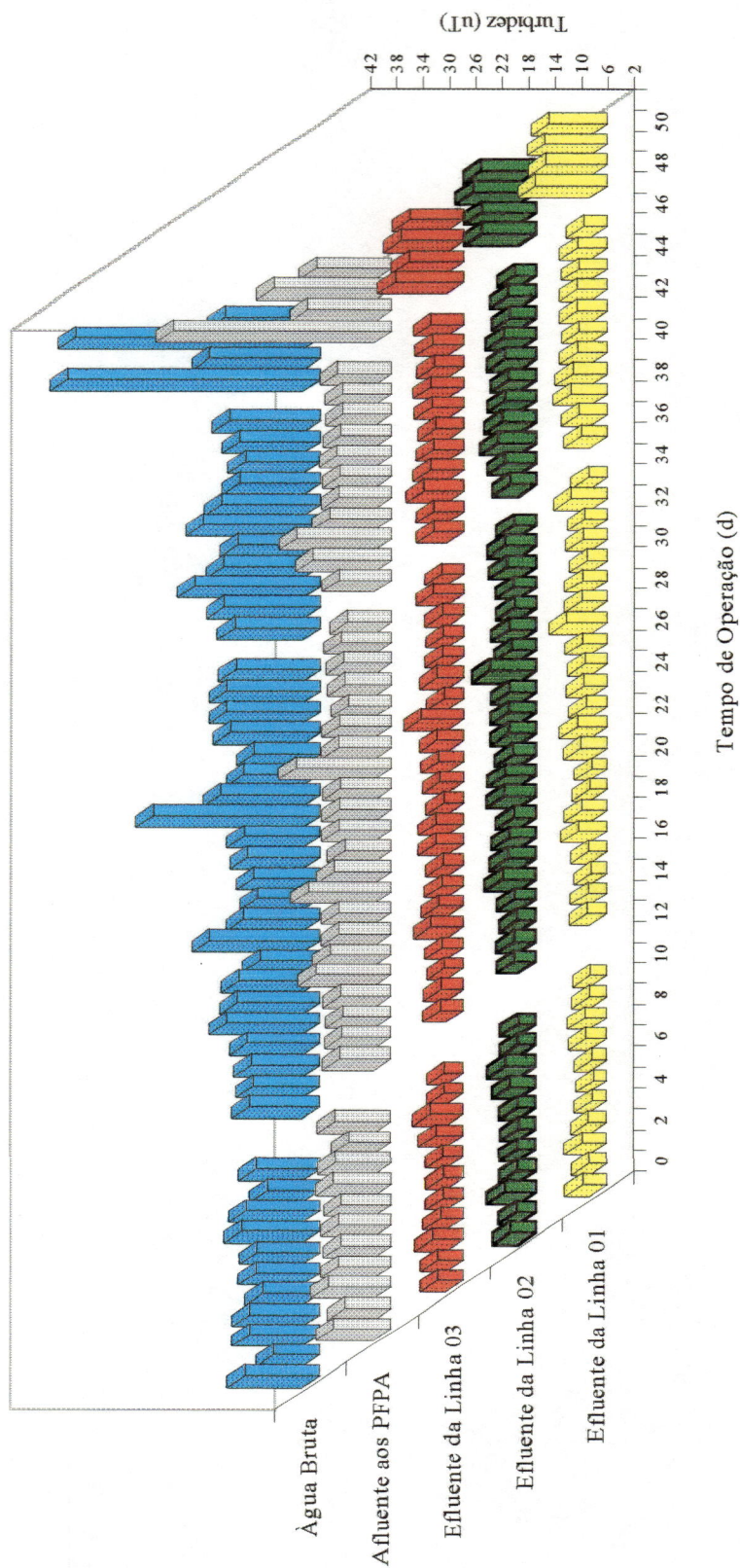


FIGURA B. 1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 1 -B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d, e coleta às 8:00 h.

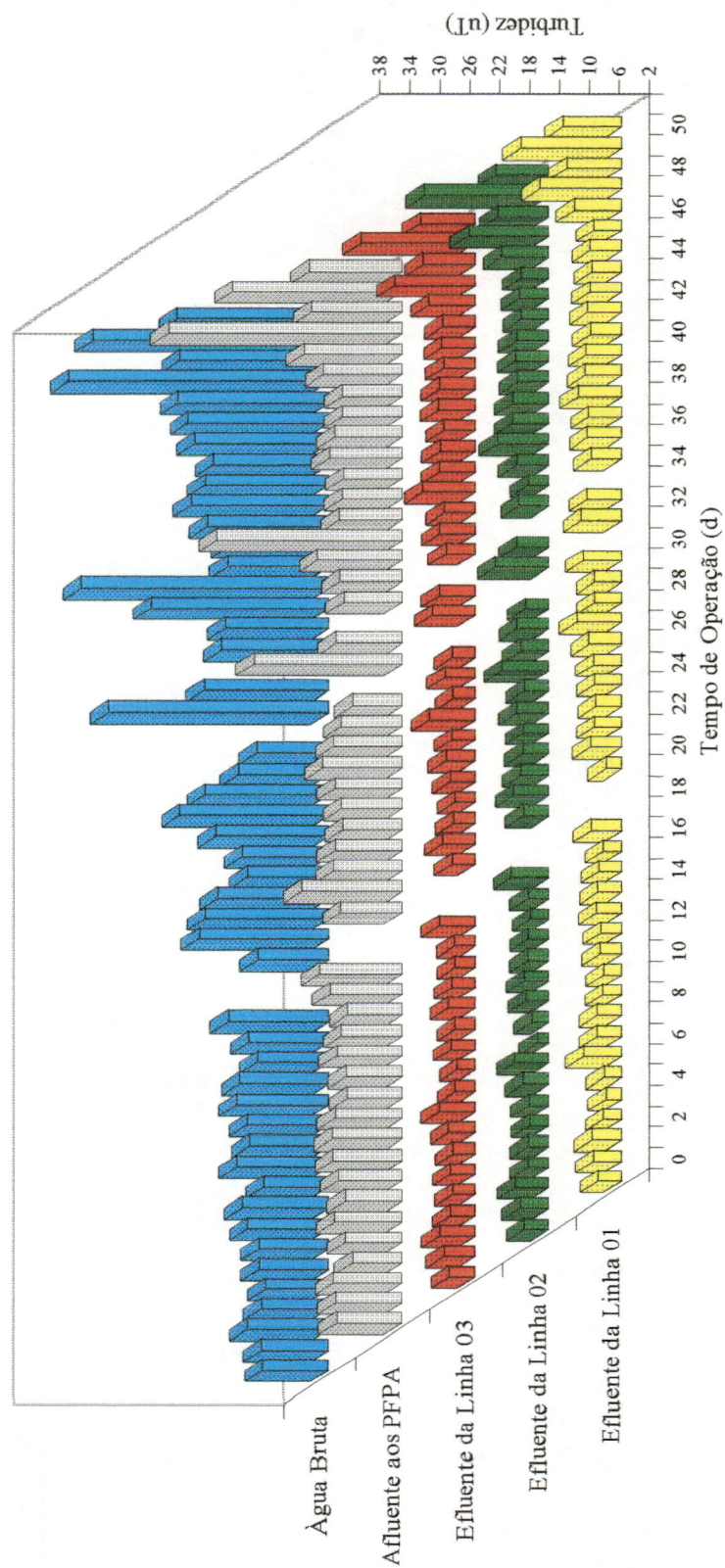


FIGURA B.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 1 -B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, e coleta às 16:00 h.

TABELA B.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
30/Set	0	151	135	138	132	127	129	119	108	95	82	75	65	120	114	73	67	80	68		
01/Out	1	110	123	111	121	120	121	105	110	84	92	65	76	109	119	64	74	63	73		
02/Out	2	152	149	145	139	157	148	143	135	105	101	74	75	151	148	76	74	85	82		
03/Out	3	141	129	129	114	123	110	113	97	90	85	66	61	117	104	67	63	74	71		
04/Out	4	126	121	122	118	127	119	103	100	79	81	66	63	113	111	65	67	68	70		
05/Out	5	124	128	119	121	161	158	108	110	75	78	53	58	127	122	60	64	57	59		
06/Out	6	141	139	110	108	107	104	103	100	74	72	54	51	105	103	60	59	68	67		
07/Out	7	148	151	140	131	138	125	128	113	96	84	73	67	128	116	77	70	81	76		
08/Out	8	147	149	127	130	138	135	134	133	92	90	80	78	133	130	75	75	87	88		
09/Out	9	128	132	104	144	116	107	102	92	71	73	51	60	94	90	53	51	57	64		
10/Out	10	134	154	131	144	127	138	113	107	82	73	62	60	113	107	61	61	70	59		
11/Out	11	-	125	-	124	-	115	-	104	-	79	-	62	-	110	-	66	-	68		
12/Out	12	-	131	-	123	-	118	-	112	-	84	-	65	-	120	-	70	-	64		
13/Out	13	145	157	120	135	110	130	105	125	82	84	67	64	108	125	64	63	67	72		
14/Out	14	135	140	126	128	117	117	106	110	84	84	73	65	106	111	64	59	77	66		
15/Out	15	128	125	116	119	113	115	101	106	71	79	55	63	109	110	57	58	60	61		
16/Out	16	158	132	123	141	119	106	120	92	95	71	68	54	118	99	69	59	73	59		
17/Out	17	193	196	167	159	159	153	148	140	67	63	74	71	179	167	81	83	80	78		
18/Out	18	169	-	144	-	151	-	138	-	88	-	79	-	131	-	84	-	74	-		
19/Out	19	163	-	140	-	139	-	119	-	79	-	64	-	133	-	75	-	74	-		
20/Out	20	136	134	131	133	116	120	103	109	78	81	61	63	109	113	67	67	67	68		
21/Out	21	166	170	135	141	142	143	128	131	90	93	67	70	146	151	71	72	67	69		
22/Out	22	144	172	122	147	117	143	112	133	83	94	71	78	124	129	68	82	61	72		
23/Out	23	126	177	118	131	118	121	105	105	80	81	65	59	113	116	71	62	69	53		
24/Out	24	142	152	119	127	113	117	108	103	79	77	66	65	107	109	67	69	63	62		
25/Out	25	122	130	108	112	110	112	101	99	76	78	60	64	106	105	67	69	62	65		
26/Out	26	125	-	107	-	105	-	103	-	95	-	75	-	108	-	70	-	78	-		
27/Out	27	217	192	179	170	176	166	158	154	115	109	89	85	164	155	99	108	94	104		

(...continuação)

TABELA B.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m² d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234	
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
28/Out	28	168	172	144	147	138	143	128	133	94	95	77	78	122	129	80	82	69	72
29/Out	29	151	155	112	116	111	114	105	107	80	82	69	73	108	111	70	72	70	72
30/Out	30	129	158	105	124	106	119	103	113	73	97	61	76	96	111	62	78	64	79
31/Out	31	167	-	118	-	110	-	82	-	78	-	71	-	105	-	66	-	65	-
01/Nov	32	186	326	124	250	111	238	104	185	79	119	72	95	105	208	70	106	68	90
02/Nov	33	192	210	136	146	133	143	126	133	106	101	100	96	125	134	91	88	90	87
03/Nov	34	170	-	118	-	113	-	103	-	72	-	66	-	110	-	73	-	72	-
04/Nov	35	-	177	-	133	-	125	-	117	-	94	-	83	-	120	-	82	-	81
05/Nov	36	180	182	129	138	119	127	110	121	92	97	60	68	119	110	60	67	72	70
06/Nov	37	202	271	176	166	159	140	135	124	114	94	90	81	145	131	96	81	94	80
07/Nov	38	246	347	202	296	215	216	175	177	124	123	96	97	208	233	100	103	103	105
08/Nov	39	199	183	144	135	153	135	136	126	108	92	90	85	154	138	93	85	94	88
09/Nov	40	163	166	120	117	111	115	101	107	92	95	84	86	106	111	86	88	85	88
10/Nov	41	230	213	126	118	122	117	112	109	97	95	83	80	118	111	80	80	80	81
11/Nov	42	172	202	131	144	136	138	122	123	99	97	86	84	136	128	84	83	88	88
12/Nov	43	166	171	133	138	134	137	116	118	100	114	90	93	120	124	86	88	93	92
13/Nov	44	163	182	133	128	128	126	120	117	95	90	85	77	123	118	75	73	85	80
14/Nov	45	167	182	124	140	120	126	114	115	99	91	83	79	113	117	78	75	85	82
15/Nov	46	177	234	134	166	135	148	122	129	85	98	72	81	106	127	66	71	89	79
16/Nov	47	-	248	-	186	-	183	-	168	-	128	-	108	-	169	-	106	-	105
17/Nov	48	376	367	344	354	338	336	245	257	177	198	152	154	304	311	144	155	143	154
18/Nov	49	266	247	183	184	226	181	210	171	169	142	147	127	201	168	135	118	135	119
19/Nov	50	389	343	244	277	206	328	187	346	170	219	144	172	184	300	145	198	145	190
20/Nov	51	229	237	173	186	174	182	168	168	151	140	139	124	171	168	128	118	137	123

(-) Amostra não coletada

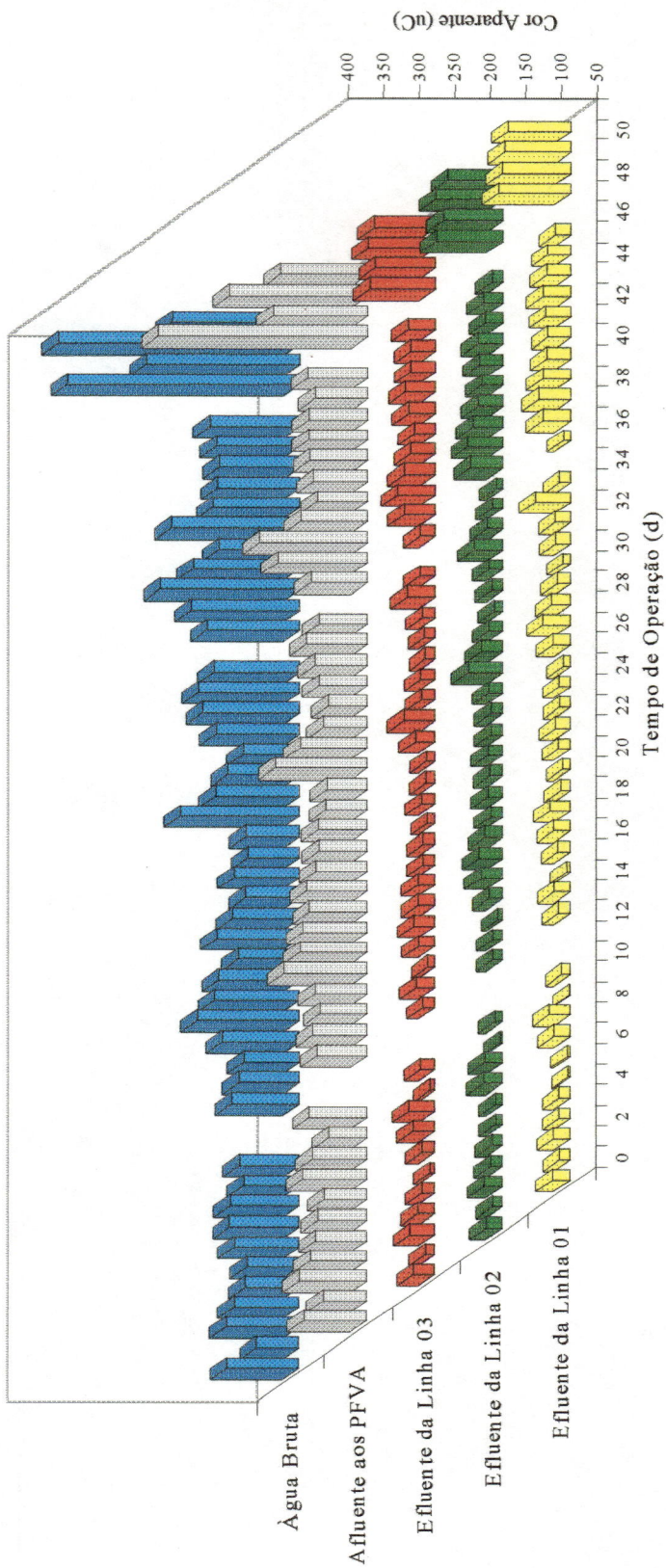


FIGURA B.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d, com coleta às 8:00h.

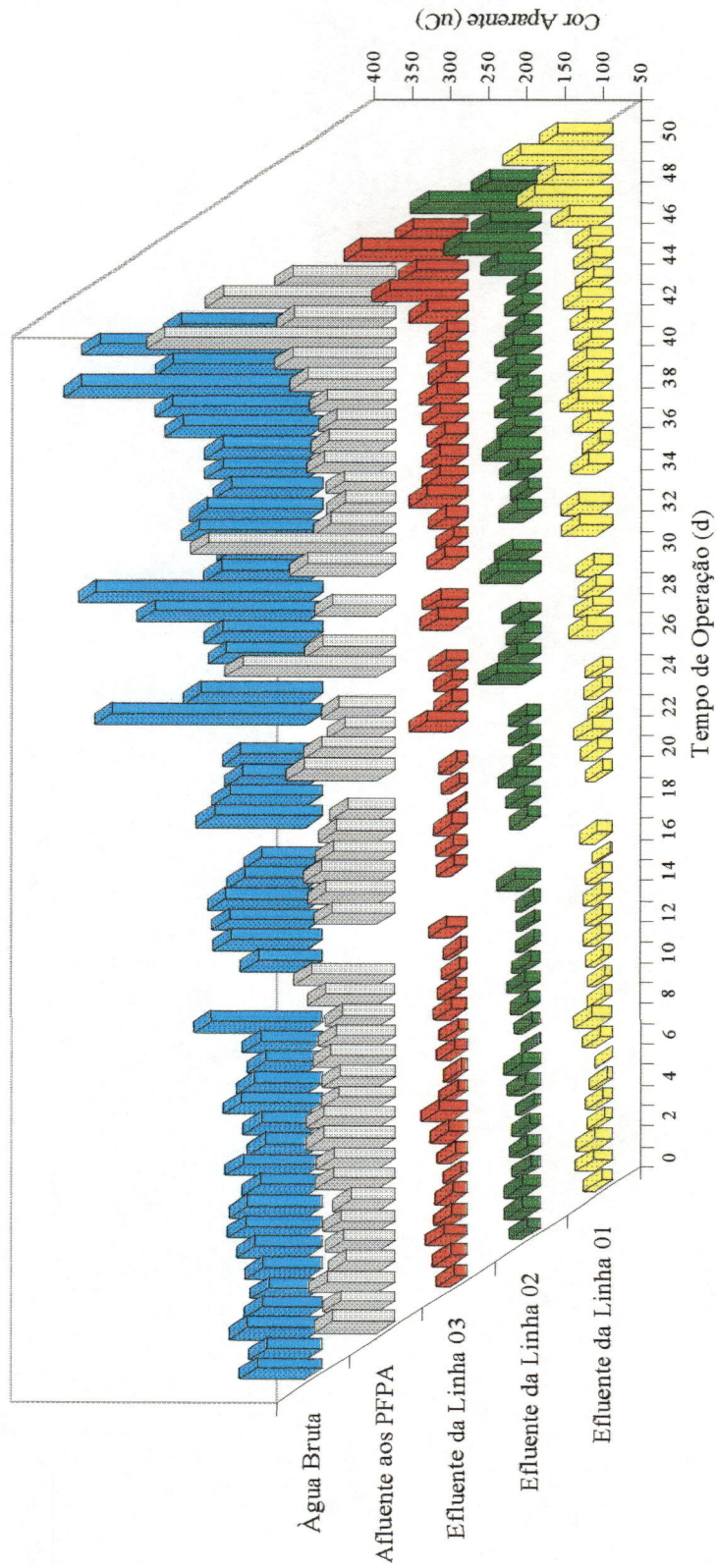


FIGURA B.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, com coleta às 16:00h.

TABELA B.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
30/Set	0	6,90	7,21	6,62	7,21	6,78	7,23	6,63	7,22	6,81	7,23	6,70	7,22	6,60	7,22	6,60	7,22	6,60	7,22	6,68	7,24
01/Out	1	7,10	7,21	7,12	7,22	7,14	7,20	7,12	7,22	7,09	7,21	7,11	7,23	7,10	7,21	7,12	7,22	7,11	7,23	7,11	7,23
02/Out	2	6,98	6,73	6,49	6,55	6,60	6,49	6,62	6,54	6,71	6,75	6,72	6,70	6,74	6,71	6,72	6,75	6,70	6,75	6,70	7,00
03/Out	3	7,29	7,18	7,17	7,15	7,15	7,14	7,13	7,12	7,13	7,13	7,14	7,12	7,13	7,13	7,12	7,10	7,12	7,10	7,12	7,11
04/Out	4	7,10	7,12	7,11	7,14	7,13	7,14	7,12	7,15	7,12	7,15	7,13	7,13	7,14	7,13	7,12	7,15	7,12	7,15	7,12	7,13
05/Out	5	6,68	6,72	6,70	6,81	6,72	6,75	6,70	6,74	6,71	6,76	6,73	6,75	6,70	6,71	6,73	6,75	6,75	6,75	6,69	6,73
06/Out	6	6,90	7,01	6,90	7,00	7,20	7,22	7,00	7,19	7,10	7,16	7,10	7,16	7,20	7,17	7,10	7,15	7,20	7,15	7,20	7,17
07/Out	7	6,67	6,81	6,97	6,99	6,80	6,84	6,73	6,81	6,72	6,80	6,69	6,78	6,75	6,82	6,88	6,90	6,90	6,74	6,81	6,81
08/Out	8	7,16	7,14	7,15	7,13	7,16	7,12	7,17	7,12	7,17	7,11	7,19	7,10	7,16	7,12	7,13	7,13	7,13	7,13	7,11	7,12
09/Out	9	7,03	7,12	7,02	7,23	7,01	7,31	7,03	7,09	7,06	7,25	7,04	7,34	7,03	6,99	7,05	7,23	7,05	7,23	7,04	7,22
10/Out	10	7,04	7,10	7,30	7,10	7,30	7,20	7,04	7,14	7,14	7,20	7,05	7,12	7,06	7,12	7,05	7,13	7,05	7,13	7,05	7,15
11/Out	11	-	7,13	-	7,13	-	7,14	-	7,18	-	7,19	-	7,16	-	7,15	-	7,34	-	7,34	-	7,13
12/Out	12	-	7,08	-	7,07	-	7,10	-	7,14	-	7,12	-	7,11	-	7,09	-	7,11	-	7,11	-	7,12
13/Out	13	7,20	7,20	7,30	7,20	7,20	7,20	7,30	7,10	7,20	7,20	7,30	7,10	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,30	7,20
14/Out	14	7,00	7,33	7,00	7,30	7,10	7,25	7,10	7,24	7,20	7,45	7,10	7,44	7,10	7,24	7,10	7,21	7,21	7,20	7,20	7,23
15/Out	15	6,97	7,11	6,95	7,16	6,98	7,21	6,96	7,20	6,90	7,20	6,88	7,15	6,88	7,16	6,86	7,13	6,86	7,13	6,85	7,26
16/Out	16	6,73	6,43	6,75	6,48	6,74	6,53	6,75	6,49	6,78	6,49	6,77	6,51	6,74	6,52	6,76	6,52	6,74	6,52	6,74	6,49
17/Out	17	6,89	6,88	6,85	6,88	6,85	6,89	6,83	6,85	6,77	6,80	6,68	6,71	6,66	6,68	6,70	7,75	6,70	6,70	6,70	6,72
18/Out	18	6,64	-	6,62	-	6,64	-	6,63	-	6,65	-	6,62	-	6,63	-	6,64	-	6,62	-	6,62	-
19/Out	19	6,99	-	6,65	-	6,67	-	6,66	-	6,67	-	6,68	-	6,66	-	6,67	-	6,67	-	6,67	-
20/Out	20	7,10	7,11	7,00	6,90	6,80	6,84	6,85	6,86	6,80	6,82	6,90	6,91	6,80	6,82	7,05	7,00	6,80	6,80	6,80	6,83
21/Out	21	7,19	7,23	7,16	7,26	7,12	7,20	7,17	7,21	7,14	7,21	7,15	7,22	7,18	7,23	7,17	7,23	7,17	7,23	7,12	7,19
22/Out	22	7,30	6,78	7,31	6,79	7,33	6,44	7,34	6,77	7,33	6,80	7,35	6,57	7,34	6,30	7,33	6,67	7,33	6,67	7,33	6,75
23/Out	23	6,76	6,99	6,50	7,02	6,47	7,04	6,49	7,02	6,49	7,03	6,49	6,99	6,48	6,88	6,48	6,86	6,48	6,86	6,49	6,85
24/Out	24	7,50	6,86	7,30	6,77	7,40	6,68	7,30	6,71	7,30	6,77	7,40	6,52	7,30	6,79	7,40	6,85	7,50	6,85	7,50	6,56
25/Out	25	7,08	7,15	7,14	7,20	7,15	7,22	7,14	7,16	7,15	7,19	7,16	7,20	7,15	7,20	7,16	7,19	7,16	7,19	7,14	7,16
26/Out	26	7,10	-	7,15	-	7,14	-	7,13	-	7,13	-	7,15	-	7,14	-	7,15	-	7,15	-	7,16	-
27/Out	27	7,30	7,05	7,10	7,13	7,25	7,11	7,25	7,12	7,20	7,11	7,20	7,14	7,20	7,12	7,10	7,13	7,10	7,13	7,10	7,14

(...continuação)

TABELA B.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
		Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta
28/Out	28	6,95	6,78	6,93	6,79	6,86	6,77	6,85	6,77	6,91	6,80	6,98	6,57	6,86	6,30	6,96	6,75	6,82	6,82	6,75	
29/Out	29	6,90	7,00	6,90	7,13	7,00	7,15	7,00	7,15	7,00	7,11	7,10	7,11	7,00	7,13	7,10	7,14	7,10	7,10	7,12	7,12
30/Out	30	7,10	7,35	7,30	7,35	7,20	7,25	7,25	7,30	7,30	7,25	7,30	7,25	7,40	7,60	7,35	7,50	7,35	7,35	7,60	7,60
31/Out	31	7,42	-	7,45	-	7,62	-	7,04	-	7,55	-	7,65	-	7,46	-	7,13	-	7,31	-	7,31	-
01/Nov	32	6,67	6,91	6,93	7,09	6,99	7,12	7,05	7,08	7,44	7,08	7,15	7,04	6,92	7,02	6,88	6,95	6,87	6,87	6,90	6,90
02/Nov	33	6,64	6,58	6,92	6,65	6,81	6,71	6,86	6,69	7,13	6,76	6,87	6,79	6,85	6,72	6,86	6,72	6,87	6,87	6,67	6,67
03/Nov	34	7,34	-	7,61	-	7,78	-	7,96	-	8,80	-	7,27	-	7,26	-	7,26	-	7,24	-	7,24	-
04/Nov	35	-	7,03	-	6,59	-	7,09	-	7,11	-	7,11	-	7,13	-	7,17	-	7,12	-	7,16	-	7,16
05/Nov	36	7,00	6,98	7,01	7,05	7,01	7,20	7,05	7,12	7,00	7,05	7,02	7,10	7,01	7,11	6,97	7,00	6,97	7,00	6,97	7,01
06/Nov	37	7,00	6,92	7,05	7,06	7,10	7,08	7,10	7,06	7,12	7,05	7,08	7,07	7,10	7,05	7,12	7,00	7,10	7,10	7,10	6,96
07/Nov	38	6,69	6,84	6,52	6,96	6,74	6,97	6,69	6,96	6,70	6,98	6,74	6,97	6,72	6,98	6,72	6,98	6,72	6,98	6,72	6,99
08/Nov	39	6,27	6,42	6,29	6,44	6,32	6,46	6,33	6,41	6,35	6,47	6,36	6,47	6,33	6,48	6,35	6,48	6,36	6,48	6,36	6,47
09/Nov	40	6,71	6,82	6,70	6,80	6,74	6,83	6,76	6,84	6,73	6,82	6,81	6,81	6,75	6,84	6,78	6,83	6,76	6,84	6,76	6,84
10/Nov	41	7,25	7,15	6,95	7,08	6,90	7,12	6,85	7,10	6,80	7,11	6,80	7,12	6,90	7,13	6,85	7,11	6,90	7,13	6,90	7,13
11/Nov	42	6,72	7,09	6,72	7,15	6,79	7,18	6,75	7,16	6,72	7,16	6,73	7,18	6,71	7,13	6,66	7,23	6,61	7,18	6,61	7,18
12/Nov	43	6,80	6,84	6,85	6,88	6,90	6,88	6,85	6,88	6,85	6,87	6,90	6,89	6,90	6,89	6,90	6,91	6,90	6,92	6,90	6,92
13/Nov	44	6,85	7,15	6,91	7,16	6,92	7,15	6,95	7,18	6,93	7,14	6,97	7,17	6,93	7,17	6,96	7,14	6,93	7,14	6,93	7,14
14/Nov	45	6,84	6,92	6,59	7,13	6,70	7,22	6,58	7,19	6,93	7,15	6,94	7,18	7,02	7,14	6,87	6,85	6,82	7,00	6,82	7,00
15/Nov	46	7,02	7,03	7,21	7,13	7,26	7,17	7,22	7,20	7,13	7,15	7,16	7,18	7,20	7,16	7,07	6,89	7,04	6,94	6,94	6,94
16/Nov	47	-	7,10	-	7,11	-	7,13	-	7,08	-	7,15	-	7,17	-	7,14	-	7,16	-	7,11	-	7,11
17/Nov	48	6,77	7,04	6,86	6,91	6,90	7,15	6,76	7,03	6,92	7,12	6,89	7,05	6,85	7,20	6,86	7,16	6,81	6,98	6,81	6,98
18/Nov	49	7,10	7,07	7,09	7,10	7,02	7,11	7,09	7,05	7,03	7,07	7,42	7,14	7,24	6,76	7,06	7,01	6,89	7,02	6,89	7,02
19/Nov	50	6,86	6,89	6,85	7,17	7,09	7,05	7,01	7,00	7,06	7,10	7,10	7,09	6,90	6,85	7,18	7,20	7,14	7,16	7,14	7,16
20/Nov	51	6,85	7,11	6,99	7,01	6,93	7,12	6,95	7,11	6,95	7,18	6,97	7,11	6,83	7,10	6,98	7,14	6,95	7,14	6,95	7,13

(-) Amostra não coletada

TABELA B.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	PFPA	PFPA 1	PFPA 2	PFPA 3	PFPA 4	PFPA 12	PFPA 34	PFPA 1234
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	06/Out	7,8	7,7	7,9	8,0	7,8	7,9	7,9	7,9	7,8
	13/Out	6,7	6,7	7,0	7,2	7,0	7,0	7,2	7,3	7,3
	20/Out	8,1	7,0	8,2	8,0	8,0	8,1	8,0	8,1	7,7
	27/Out	7,3	7,2	7,2	7,1	6,9	6,9	7,2	6,8	6,8
Potencial Zeta (mV)	06/Out	-22,6	-20,2	-20,0	-22,4	-19,2	-18,7	-17,4	-16,8	-17,2
	13/Out	-23,0	-20,8	-20,4	-26,4	-17,9	-17,7	-10,7	-12,9	-17,3
	20/Out	-21,7	-17,8	-20,6	-24,7	-18,2	-18,0	-10,4	-12,2	-18,4
	27/Out	-19,9	-18,0	-20,0	-21,7	-22,5	-17,2	-18,1	-17,6	-15,8
Ferro Total (mg/L)	06/Out	1,10	1,00	0,98	0,98	0,88	0,75	1,00	0,76	0,71
	13/Out	1,18	1,04	1,00	0,98	0,85	0,70	1,04	0,73	0,77
	20/Out	0,96	0,95	0,80	0,80	0,56	0,54	0,78	0,58	0,59
	27/Out	0,98	0,97	0,93	0,83	0,76	0,70	0,89	0,80	0,75
Coliformes Totais (NMP/100mL)	06/Out	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	1203,3	436,6	>2419,2	419,8	980,4
	13/Out	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	980,4
	20/Out	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	960,6
	27/Out	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	>2419,2	960,6
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	06/Out	248,9	82,0	285,1	138,1	41,9	10,7	95,9	20,1	44,3
	13/Out	913,9	870,4	416,0	161,6	30,5	17,5	436,0	22,6	37,7
	20/Out	344,8	365,4	128,1	145,5	48,0	27,2	122,3	88,6	21,3
	27/Out	365,4	166,4	272,3	133,4	69,7	33,2	141,4	30,5	24,0
Condutividade Elétrica (µS/cm)	06/Out	17,96	16,66	16,74	17,06	17,07	17,27	16,73	17,02	17,37
	13/Out	16,17	16,04	16,12	16,79	17,39	16,42	16,22	16,24	18,20
	20/Out	18,54	18,19	17,50	17,74	18,31	17,14	16,70	16,84	17,61
	27/Out	16,12	17,02	16,00	16,18	16,45	17,00	16,17	16,74	16,61
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L)	06/Out	6,3	6,3	7,1	7,1	6,7	7,1	6,7	7,1	6,7
	13/Out	7,5	7,6	7,5	7,1	7,5	7,5	7,5	7,1	7,1
	20/Out	7,1	6,3	7,5	7,1	7,1	7,1	7,1	7,5	7,1
	27/Out	6,3	6,3	5,8	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Carbono Orgânico Total (mg/L)	06/Out	5,27	5,23	5,25	4,73	4,45	2,35	2,85	2,51	2,59
	13/Out	3,57	2,84	2,82	2,86	2,67	2,44	2,86	2,50	2,48
	20/Out	4,77	12,7	3,89	3,56	3,15	3,04	2,84	2,54	2,47
	27/Out	12,7	11,9	12,7	13,5	12,2	10,7	11,6	12,5	18,8

(...continuação)

TABELA B.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos pré-filtros	Efluente do PFFA 1	Efluente do PFFA 2	Efluente do PFFA 3	Efluente do PFFA 4	Efluente do PFFA 12	Efluente do PFFA 34	Efluente do PFFA 1234
Absorvância (cm ⁻¹ λ=254nm)	06/Out	0,094	0,109	0,101	0,101	0,093	0,088	0,102	0,092	0,101
	13/Out	0,080	0,101	0,097	0,103	0,092	0,085	0,099	0,084	0,089
	20/Out	0,104	0,144	0,113	0,099	0,086	0,076	0,100	0,083	0,082
	27/Out	0,198	0,134	0,120	0,131	0,127	0,123	0,145	0,124	0,118
Fosfato Total (mg/L)	06/Out	0,0812	0,0735	0,0689	0,0701	0,0662	0,0604	0,0678	0,0607	0,0604
	13/Out	0,0633	0,0516	0,0574	0,0464	0,0333	0,0645	0,0710	0,0410	0,0586
	20/Out	0,1386	0,0130	0,0868	0,0921	0,0727	0,0692	0,0974	0,0698	0,0674
	27/Out	0,1102	0,1057	0,1109	0,0945	0,0639	0,0692	0,0945	0,0592	0,0533
Sólidos suspensos (mg/L)	29/Set	7,6	4,7	3,8	3,2	1,5	0,6	3,4	2,0	1,2
	01/Out	8,0	5,0	8,2	3,6	2,6	1,2	4,0	1,0	1,6
	06/Out	11,5	5,7	5,7	4,7	2,0	1,2	4,0	1,0	1,6
	08/Out	4,2	3,2	3,0	4,2	2,0	1,2	3,6	1,2	1,4
	13/Out	4,8	3,6	3,0	3,6	1,6	1,0	3,6	2,0	1,4
	15/Out	10,6	4,6	3,2	3,4	1,8	1,2	2,6	1,8	1,2
	20/Out	8,2	4,4	4,4	2,2	1,6	1,2	3,0	1,0	1,2
	22/Out	13,0	3,8	4,4	4,2	2,2	2,4	6,2	1,0	1,0
	27/Out	21,8	3,6	5,6	4,3	3,6	2,3	5,3	2,0	2,3
29/Out	22,7	3,7	6,0	3,7	3,0	2,2	3,5	2,2	3,0	

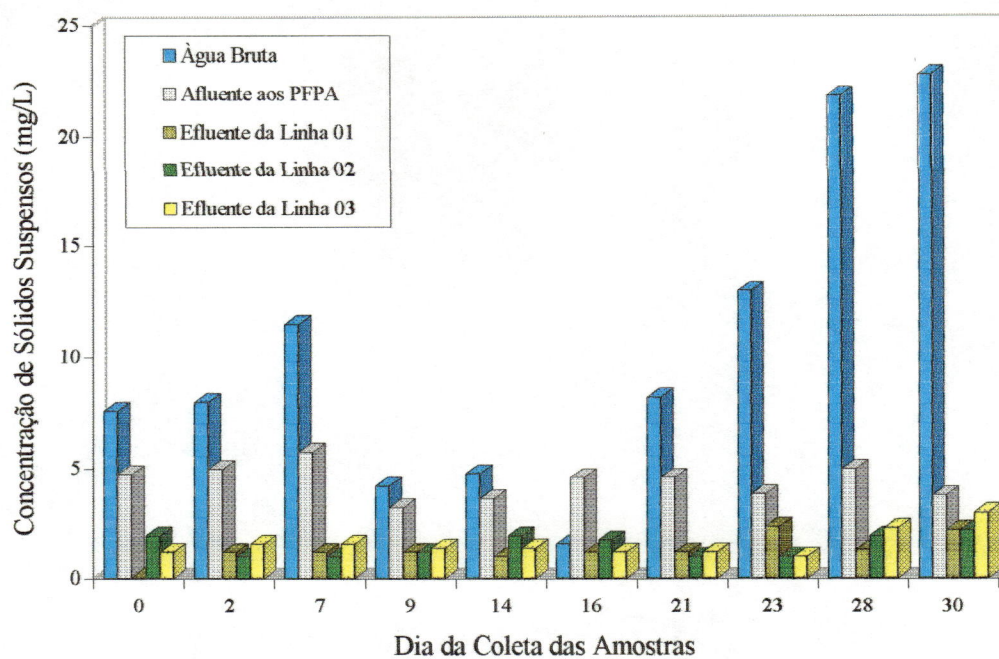


FIGURA B.5- Variação da concentração de sólidos suspensos durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

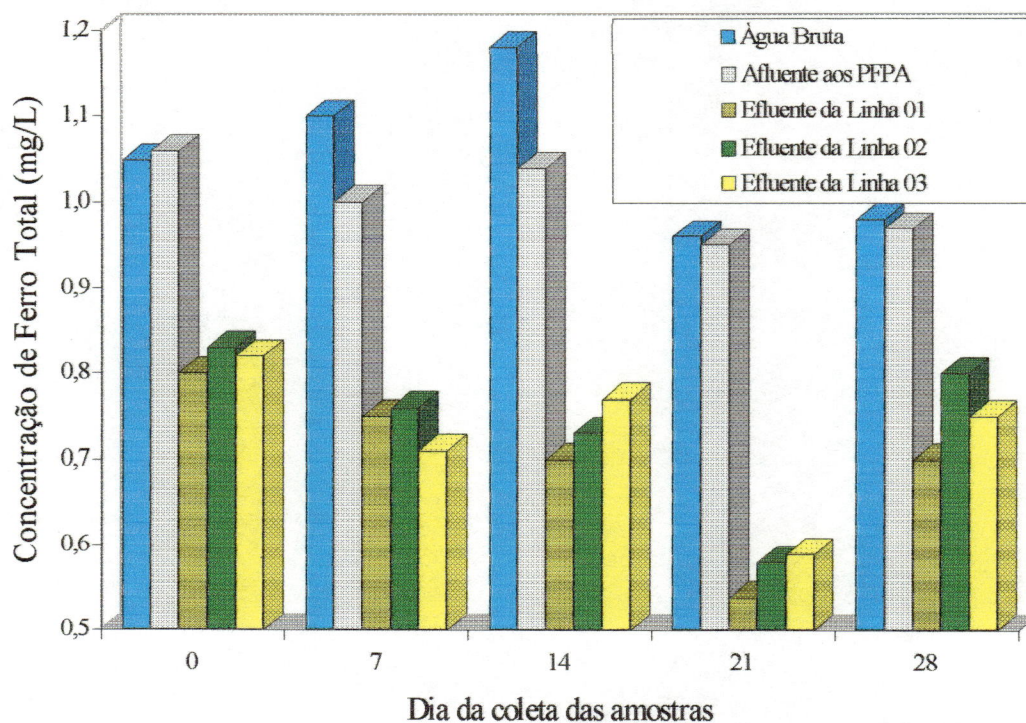


FIGURA B.6- Variação da concentração de ferro total durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

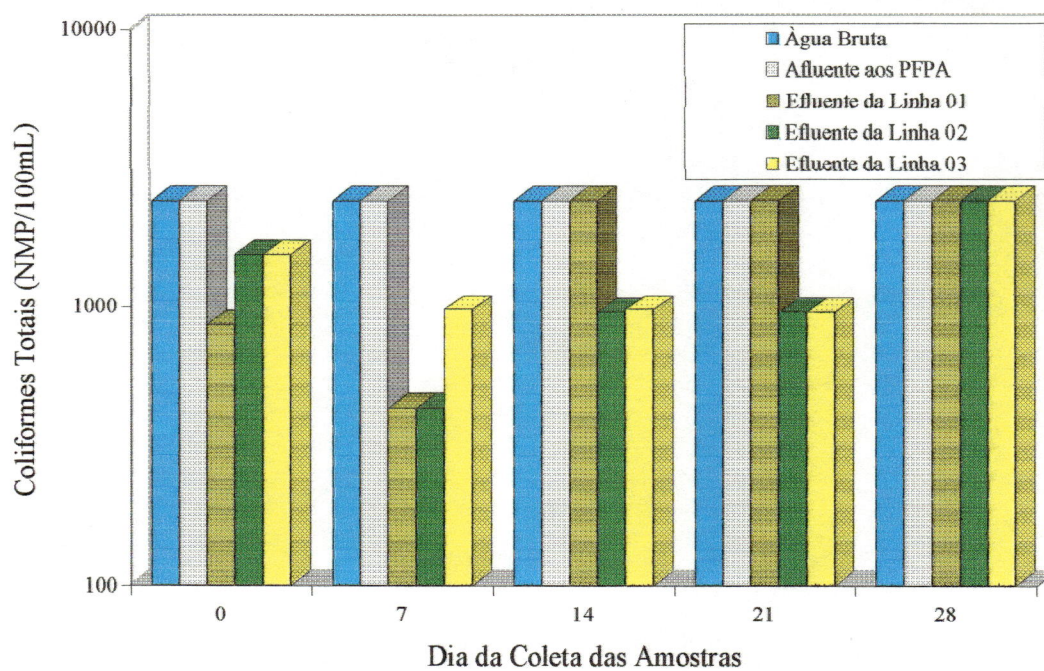


FIGURA B.7- Variação do número mais provável de coliformes totais durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

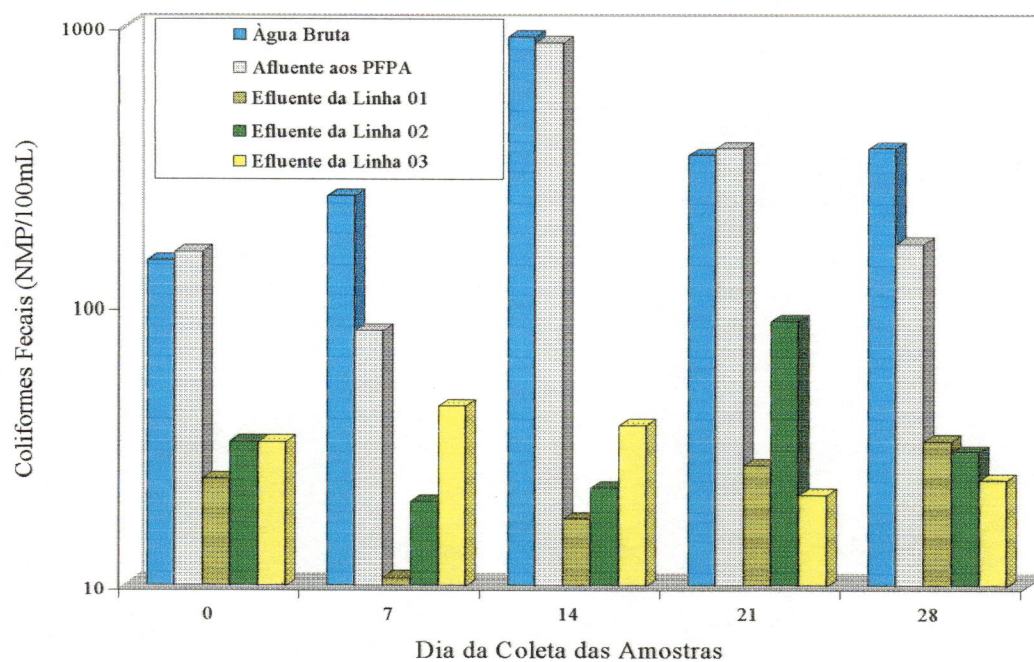


FIGURA B.8- Variação do número mais provável de coliformes fecais durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

TABELA B.6- Valores de tamanho e distribuição de partículas por mL, frações da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas e porcentagens de remoção durante o ensaio I-B₂ com taxa de filtração de 12 m³/m² d.

Data	Tamanho (µm)	Água Bruta			Afluente aos PPA			Efluente da Linha 01			Efluente da Linha 02			Efluente da Linha 03		
		Número	%	Número	(%)	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número
06/Out	2	5723	41,52	4129,8	48,67	27,84	576,1	52,82	86,05	511,4	51,80	87,62	523,4	51,34	87,33	
	4	3466,1	25,15	2135,7	25,17	38,38	376,2	34,49	82,39	328,5	33,28	84,62	333,3	32,70	84,39	
	8	2346,5	17,02	1039,9	12,26	55,68	53,4	4,90	94,86	62,4	6,32	94,00	65,2	6,40	93,73	
	12	1118,6	8,12	467,6	5,51	58,20	34,2	3,14	92,69	31,8	3,22	93,20	46,2	4,53	90,12	
	18	849,1	6,16	496,3	5,85	41,55	27,5	2,52	94,46	25,9	2,62	94,78	29,5	2,89	94,06	
	24	225,7	1,64	165,4	1,95	26,72	17,8	1,63	89,24	22,5	2,28	86,40	17,9	1,76	89,18	
	36	26,6	0,19	33,2	0,39	-24,81	2,4	0,22	92,77	2,2	0,22	93,37	2	0,20	93,98	
	48	28,6	0,21	16,9	0,20	40,91	3	0,28	82,25	2,5	0,25	85,21	1,9	0,19	88,76	
Total	13784,2	100,00	8484,8	100,00	38,45	1090,6	100,00	87,15	987,2	100,00	88,37	1019,4	100,00	87,99		
13/Out	2	5841	42,04	4223	48,37	27,70	513,5	52,48	87,84	534,6	53,19	87,34	555,2	52,86	86,85	
	4	3516,4	25,31	2076,5	23,79	40,95	316,5	32,35	84,76	323,3	32,17	84,43	338,5	32,23	83,70	
	8	2234,7	16,08	1241,3	14,22	44,45	61,3	6,26	95,06	64,5	6,42	94,80	66,7	6,35	94,63	
	12	1156,4	8,32	486,5	5,57	57,93	33,4	3,41	93,13	32,3	3,21	93,36	39,7	3,78	91,84	
	18	835,2	6,01	485,6	5,56	41,86	29,9	3,06	93,84	26,1	2,60	94,63	27,6	2,63	94,32	
	24	245	1,76	173,5	1,99	29,18	18	1,84	89,63	20	1,99	88,47	18,4	1,75	89,39	
	36	39,4	0,28	26,9	0,31	31,73	3	0,31	88,85	2	0,20	92,57	2,1	0,20	92,19	
	48	26,7	0,19	16,8	0,19	37,08	2,9	0,30	82,74	2,3	0,23	86,31	2,2	0,21	86,90	
Total	13894,8	100,00	8730,1	100,00	37,17	978,5	100,00	88,79	1005,1	100,00	88,49	1050,4	100,00	87,97		
20/Out	2	4768	37,90	3346,1	52,78	29,82	584,6	51,34	82,53	561,2	52,60	83,23	539,3	50,85	83,88	
	4	3361,4	26,72	1356,4	21,40	59,65	384,2	33,74	71,68	349,5	32,76	74,23	365,2	34,44	73,08	
	8	2289,4	18,20	846,2	13,35	63,04	77,3	6,79	90,87	62,8	5,89	92,58	59,8	5,64	92,93	
	12	1051,6	8,36	341,5	5,39	67,53	40	3,51	88,29	38,6	3,62	88,70	45,8	4,32	86,59	
	18	795,6	6,32	297,5	4,69	62,61	29	2,55	90,25	30,5	2,86	89,75	28,4	2,68	90,45	
	24	232,6	1,85	105,1	1,66	54,82	18,5	1,62	82,40	19,5	1,83	81,45	18	1,70	82,87	
	36	52	0,41	31	0,49	40,38	2,5	0,22	91,94	2,1	0,20	93,23	2	0,19	93,55	
	48	30,8	0,24	15,4	0,24	50,00	2,5	0,22	83,77	2,7	0,25	82,47	2	0,19	87,01	
Total	12581,4	100,00	6339,2	100,00	49,61	1138,6	100,00	82,04	1066,9	100,00	83,17	1060,5	100,00	83,27		

(...continuação)

TABELA B.6- Valores de tamanho e distribuição de partículas por mL, frações da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas e porcentagens de remoção durante o ensaio I-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Data	Tamanho (µm)	Água Bruta				Efluente da Linha 01				Efluente da Linha 02				Efluente da Linha 03					
		Número	%	Número	(%)	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	
27/Out	2	6442	42,69	4056,4	55,09	37,03	646,2	50,57	84,07	613,8	50,49	84,87	577,6	50,07	85,76				
	4	3647,5	24,17	1264,5	17,17	65,33	400,8	31,37	68,30	397,5	32,70	68,56	364,8	31,62	71,15				
	8	2564,8	16,99	993,5	13,49	61,26	75,3	5,89	92,42	71,5	5,88	92,80	73,4	6,36	92,61				
	12	1264,2	8,38	564,2	7,66	55,37	68,2	5,34	87,91	60,7	4,99	89,24	71,2	6,17	87,38				
	18	861	5,71	257,1	3,49	70,14	56,4	4,41	78,06	42	3,45	83,66	40,2	3,48	84,36				
	24	235,5	1,56	179,2	2,43	23,91	24,5	1,92	86,33	24,7	2,03	86,22	21,5	1,86	88,00				
	36	51,4	0,34	30,7	0,42	40,27	2,8	0,22	90,88	3,1	0,25	89,90	2,9	0,25	90,55				
	48	25,3	0,17	18,2	0,25	28,06	3,6	0,28	80,22	2,4	0,20	86,81	2,1	0,18	88,46				
Total	15091,7	100,00	7363,8	100,00	51,21	1277,8	100,00	82,65	1215,7	100,00	83,49	1153,7	100,00	84,33					
03/Nov	2	7446,4	43,93	4468,9	54,21	39,99	653,2	49,20	85,38	637,5	48,48	85,73	600,5	46,25	86,56				
	4	3975,4	23,46	1623,4	19,69	59,16	413,5	31,15	74,53	431,5	32,81	73,42	499,7	33,86	72,91				
	8	2864,9	16,90	1097	13,31	61,71	88,5	6,67	91,93	78,9	6,00	92,81	80,4	6,19	92,67				
	12	1465,8	8,65	516	6,26	64,80	90,2	6,79	82,52	86,4	6,57	83,26	88,7	6,83	82,81				
	18	867,9	5,12	290,5	3,52	66,53	55,1	4,15	81,03	44,3	3,37	84,75	50,4	3,88	82,65				
	24	243	1,43	184,5	2,24	24,07	20,6	1,55	88,83	31	2,36	83,20	35	2,70	81,03				
	36	49,7	0,29	42,5	0,52	14,49	3	0,23	92,94	3,3	0,25	92,24	2	0,15	95,29				
	48	35,6	0,21	20,6	0,25	42,13	3,5	0,26	83,01	2,1	0,16	89,81	1,8	0,14	91,26				
Total	16948,7	100,00	8243,4	100,00	51,36	1327,6	100,00	83,89	1315	100,00	84,05	1298,5	100,00	84,25					
10/Nov	2	7355,3	43,70	4654,2	55,08	36,72	629,4	46,43	86,48	643,1	47,96	86,18	626,7	46,66	86,53				
	4	4023,5	23,90	1563,4	18,50	61,14	461,5	34,05	70,48	453,2	33,80	71,01	468,2	34,86	70,05				
	8	2946,2	17,50	1076,5	12,74	63,46	80,5	5,94	92,52	71,2	5,31	93,39	81,2	6,05	92,46				
	12	1340	7,96	564,6	6,68	57,87	94,8	6,99	83,21	90,7	6,76	83,94	88,4	6,58	84,34				
	18	854,5	5,08	372,4	4,41	56,42	52,7	3,89	85,85	50	3,73	86,57	47,5	3,54	87,24				
	24	231,7	1,38	165,5	1,96	28,57	28	2,07	83,08	26,7	1,99	83,87	26	1,94	84,29				
	36	48,2	0,29	33,4	0,40	30,71	3,7	0,27	88,92	2,9	0,22	91,32	3	0,22	91,02				
	48	32,2	0,19	20,2	0,24	37,27	4,9	0,36	75,74	3	0,22	85,15	2,2	0,16	89,11				
Total	16831,6	100,00	8450,2	100,00	49,80	1355,5	100,00	83,96	1340,8	100,00	84,13	1343,2	100,00	84,10					

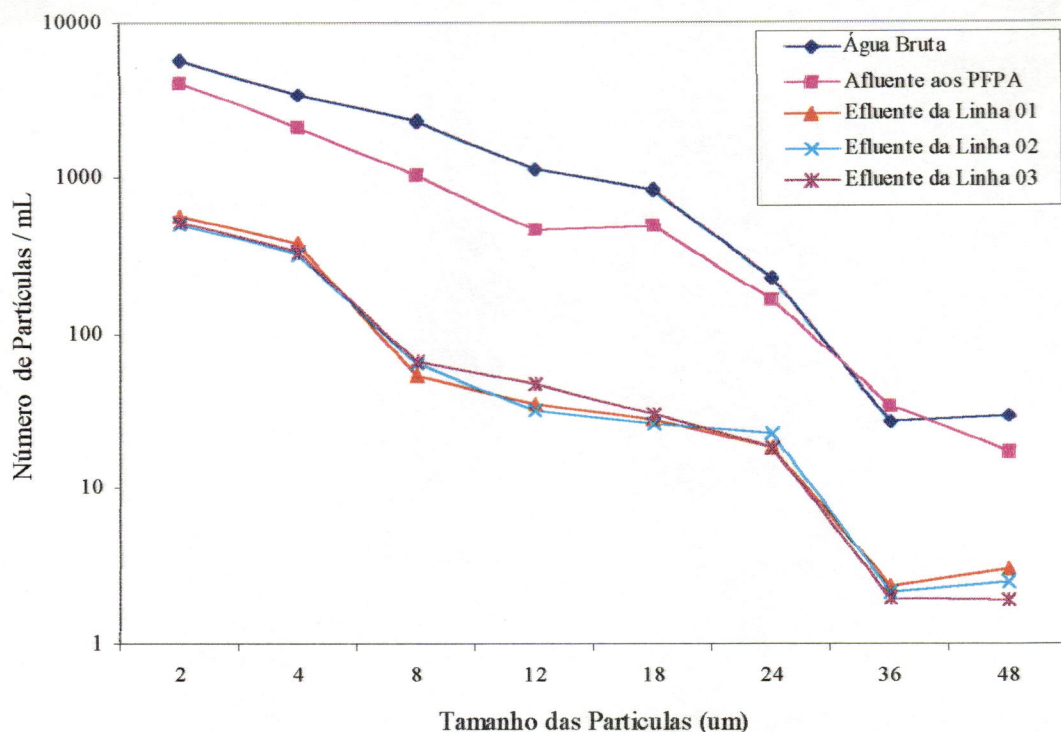


FIGURA B.9- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e afluente as três linhas, de amostra colhida no dia 06/10/1997, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

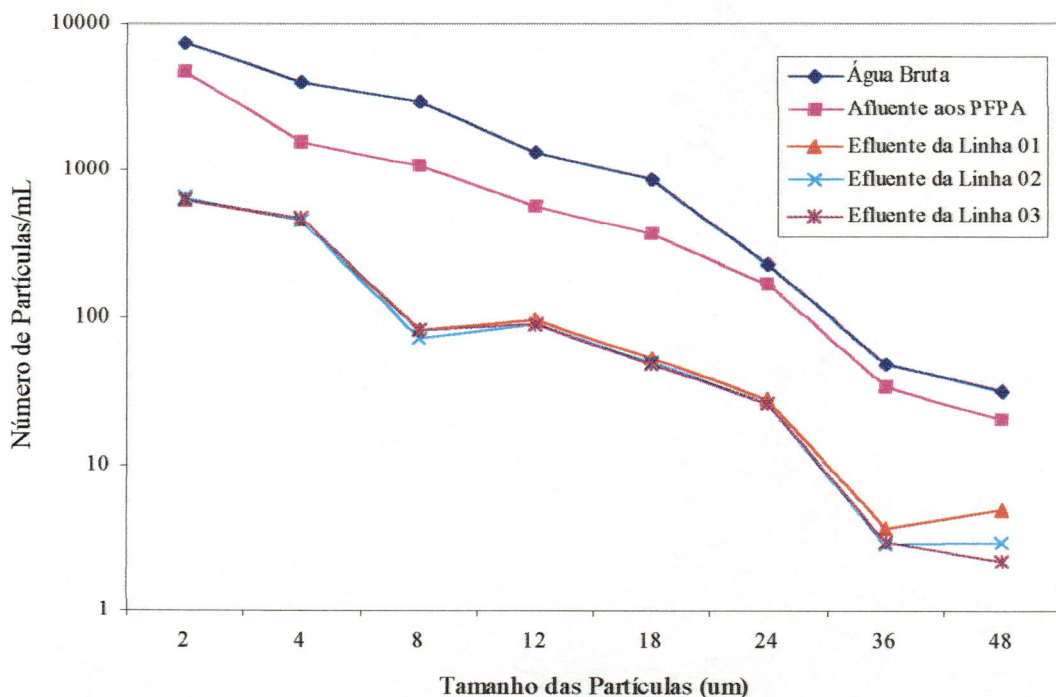


FIGURA B.10- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e afluente as três linhas, de amostra colhida no dia 10/11/1997, durante o ensaio 01-B, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

ANEXO C

Tabelas e figuras referentes ao ensaio 1-C

TABELA C.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 1-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d – Período: 26/11/1997 a 18/12/1997.

Parâmetro		Água Bruta	Afluente aos PFPAs	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	14,1 a 335	11,0 a 218	7,02 a 52,7	6,99 a 52,2	6,90 a 54,0
	Coleta 16:00h	13,2 a 78,6	11,3 a 63,0	6,97 a 70,7	6,91 a 71,6	6,71 a 79,6
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	176 a 2130	148 a 990	100 a 670	101 a 510	96 a 520
	Coleta 16:00h	183 a 960	142 a 850	94 a 750	95 a 790	89 a 650
pH	Coleta 8:00h	6,37 a 7,30	6,40 a 7,22	6,43 a 7,27	6,42 a 7,28	6,43 a 7,28
	Coleta 16:00h	6,70 a 7,37	6,68 a 7,39	6,80 a 7,35	6,75 a 7,33	6,73 a 7,39
Sólidos Suspensos (mg/L)		14,0 a 96,0	7,0 a 28,0	1,6 a 15,0	3,3 a 16,0	4,0 a 15,0
Coliformes totais (NMP/100mL)		11199 a >24192	7270 a 8664	922 a 1100	1047 a 1521	954 a 1586
Coliformes fecais (NMP/100mL)		1730 a 8164	835 a 3126	381 a 500	466 a 536	463 a 524
Oxigênio dissolvido (mg/L)		6,80 a 7,50	6,70 a 7,40	6,50 a 7,60	6,50 a 7,60	6,40 a 7,20
Ferro total (mg/L)		1,42 a 1,50	1,33 a 1,38	1,12 a 1,26	1,12 a 1,22	1,09 a 1,14
Condutividade elétrica (µS/cm)		16,90 a 17,97	17,64 a 18,00	17,80 a 18,31	16,65 a 18,16	16,84 a 18,24
Fosfato total (mg/L)		0,013 a 0,026	0,012 a 0,016	0,032 a 0,071	0,028 a 0,034	0,042 a 0,060
Alcalinidade total (mg/L)		6,7 a 7,4	6,2 a 6,2	6,7 a 7,1	6,3 a 7,1	6,7 a 6,7
Carbono orgânico total (mg/L)		5,76 a 6,22	5,24 a 5,61	2,69 a 4,11	2,86 a 4,13	3,29 a 4,21
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)		0,456 a 0,645	0,195 a 0,407	0,181 a 0,213	0,178 a 0,216	0,175 a 0,209

TABELA C.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234			
	Tempo de Operação		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta			
	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
26/Nov	21,20	19,00	12,20	13,40	12,40	12,50	12,40	12,40	11,70	11,90	10,90	10,70	12,40	12,60	10,30	10,60	10,40	10,70		
27/Nov	27,80	19,30	15,20	19,10	14,40	19,40	14,40	15,60	14,30	13,10	12,80	11,50	14,30	20,10	12,30	10,90	12,50	11,00		
28/Nov	22,60	31,80	19,80	18,80	19,90	18,10	19,70	17,40	17,30	15,50	14,70	14,20	19,10	17,90	15,10	14,40	14,80	13,70		
29/Nov	23,50	21,10	16,70	18,30	16,70	18,00	16,90	17,80	15,80	16,40	14,50	15,30	16,50	17,40	13,60	14,40	13,60	14,10		
30/Nov	21,90	24,40	17,70	16,50	17,30	16,30	16,60	16,20	15,50	15,20	13,80	13,70	16,80	16,00	13,50	12,80	13,00	12,60		
01/Dez	19,90	16,90	12,70	12,60	12,80	11,90	12,30	1,10	11,30	10,80	9,95	9,38	12,10	11,60	9,48	8,97	9,11	8,49		
02/Dez	17,50	-	12,60	-	12,50	-	12,40	-	10,80	-	9,07	-	12,40	-	8,97	-	8,50	-		
03/Dez	17,60	14,10	11,10	16,30	10,98	11,20	10,80	10,50	9,71	8,74	7,90	7,35	10,40	10,50	7,35	7,05	6,90	6,72		
04/Dez	13,20	15,30	14,60	11,30	14,20	10,80	13,50	10,50	13,00	9,05	12,20	6,97	14,60	10,50	12,10	6,91	12,30	6,71		
05/Dez	19,10	19,50	15,80	16,00	15,20	15,10	15,40	14,90	14,30	14,70	12,30	12,40	15,80	15,30	11,60	12,20	11,70	12,30		
06/Dez	19,20	-	17,10	-	16,00	-	15,40	-	13,50	-	10,20	-	16,80	-	9,80	-	10,10	-		
07/Dez	18,80	-	16,70	-	16,00	-	15,10	-	12,90	-	9,70	-	16,60	-	9,50	-	9,40	-		
08/Dez	15,10	-	11,00	-	10,60	-	9,90	-	8,40	-	7,02	-	11,30	-	6,99	-	6,98	-		
09/Dez	335,00	-	215,00	-	96,10	-	66,40	-	61,60	-	40,90	-	69,10	-	36,50	-	43,40	-		
10/Dez	268,00	78,60	218,00	63,00	112,00	84,50	71,40	85,00	62,00	97,40	43,20	70,70	210,00	81,80	43,00	71,60	42,80	79,60		
11/Dez	68,30	71,70	60,80	55,40	60,10	41,30	58,10	42,00	57,10	40,10	52,70	38,80	62,10	40,40	52,20	37,50	54,00	36,60		
12/Dez	40,70	37,20	27,00	29,50	27,00	26,80	26,70	25,10	25,10	21,40	23,00	19,70	32,00	25,80	22,80	19,80	23,20	19,00		
13/Dez	25,10	26,50	18,90	17,80	19,50	17,20	19,40	16,60	17,80	15,20	16,60	14,20	18,60	16,80	15,80	13,40	15,30	13,10		
14/Dez	25,90	25,40	17,50	16,40	16,90	16,90	16,20	16,10	14,60	14,70	13,10	13,00	16,40	16,30	13,10	12,50	12,40	12,20		
15/Dez	24,40	52,70	17,20	15,30	16,10	15,00	15,50	14,70	14,60	13,10	13,00	11,80	16,50	15,10	12,70	11,30	13,20	11,10		
16/Dez	22,30	-	14,90	-	14,20	-	14,00	-	12,40	-	10,50	-	13,80	-	10,70	-	10,60	-		
17/Dez	26,10	-	15,30	-	14,70	-	14,10	-	12,70	-	10,60	-	14,20	-	10,50	-	10,50	-		

(-) Amostra não coletada

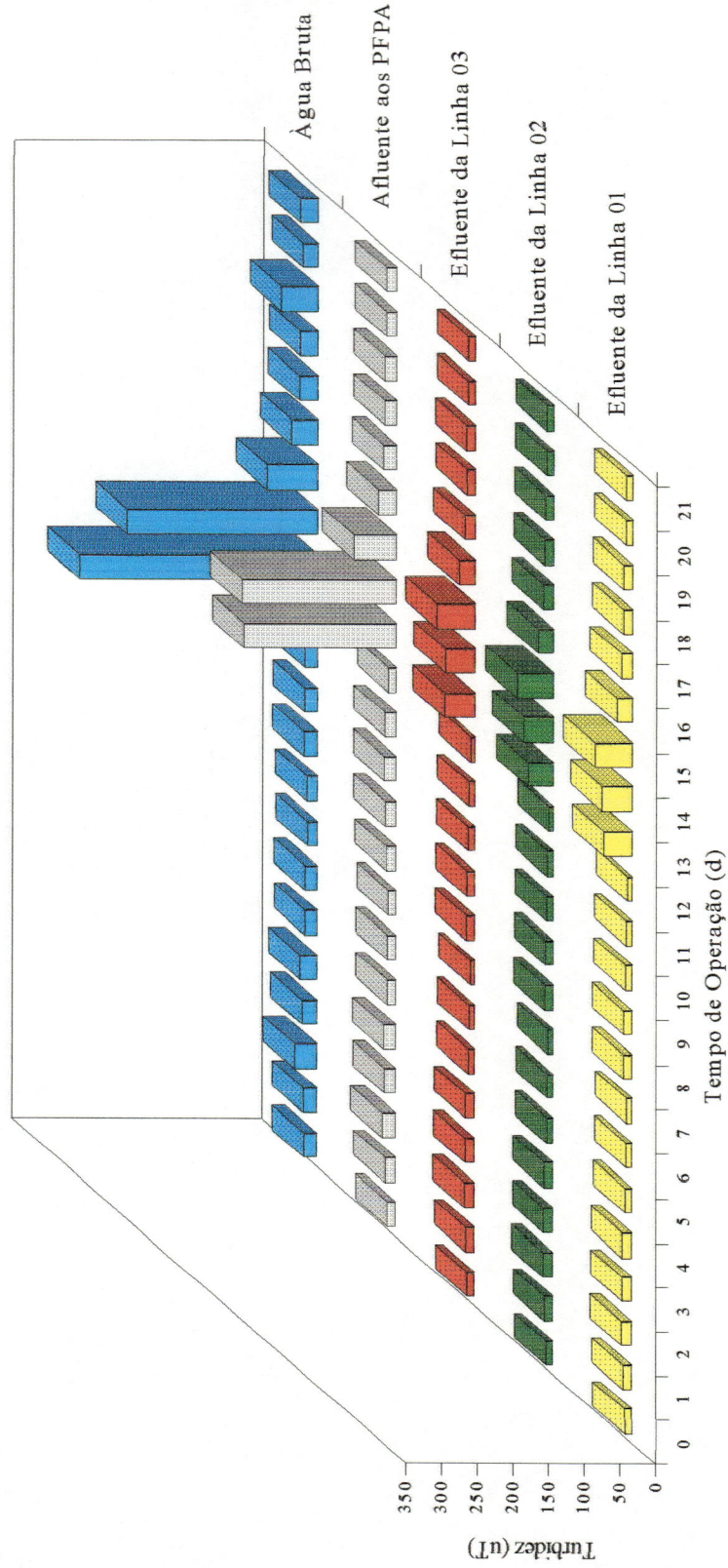


FIGURA C.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m² e coleta às 8:00 h.

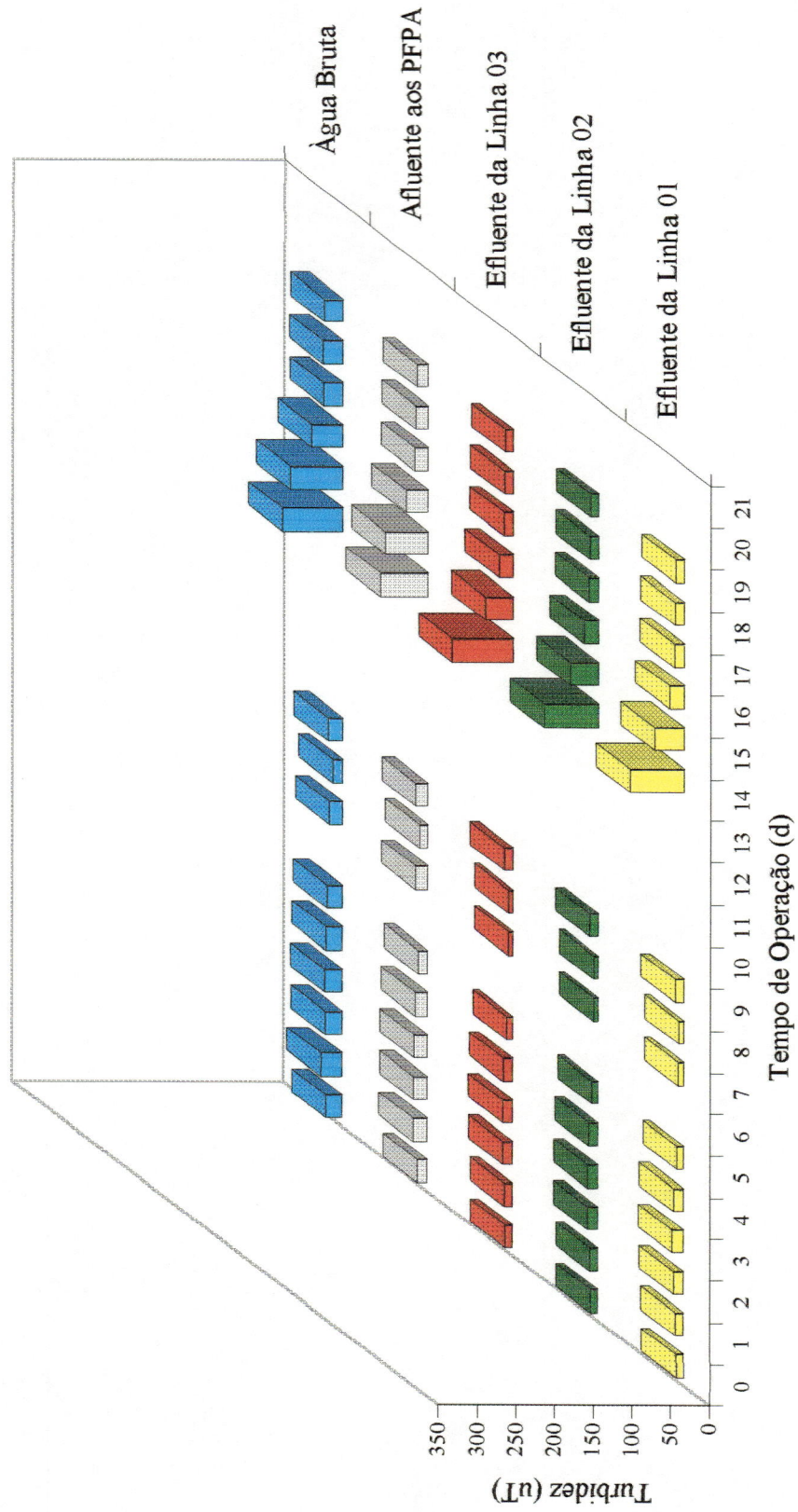


FIGURA C.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d e coleta às 16:00 h.

TABELA C.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos PFFA		PFFA 1		PFFA 2		PFFA 3		PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
26/Nov	0	185	192	155	161	157	159	156	157	148	147	138	140	159	160	131	138	138	138	137	
27/Nov	1	213	237	197	221	181	222	181	176	177	155	155	137	150	222	154	135	153	153	135	
28/Nov	2	308	260	227	227	211	218	226	211	202	192	180	173	226	216	178	175	172	165	165	
29/Nov	3	263	244	225	210	205	209	220	205	203	194	187	179	217	204	180	170	175	169	169	
30/Nov	4	262	243	211	201	197	196	197	193	183	181	167	163	197	191	159	152	154	148	148	
01/Dez	5	191	215	163	163	161	154	161	152	146	139	133	123	156	150	126	118	118	112	112	
02/Dez	6	189	-	159	-	156	-	156	-	140	-	121	-	156	-	116	-	111	-	-	
03/Dez	7	188	192	148	195	143	148	143	142	132	117	108	102	145	143	108	99	96	95	95	
04/Dez	8	176	183	150	142	144	139	139	135	131	117	125	94	151	134	125	95	126	89	89	
05/Dez	9	223	217	189	184	182	180	180	175	171	170	149	142	185	186	144	143	145	142	142	
06/Dez	10	220	-	171	-	142	-	142	-	133	-	129	-	172	-	125	-	124	-	-	
07/Dez	11	216	-	173	-	149	-	149	-	140	-	132	-	168	-	128	-	129	-	-	
08/Dez	12	192	-	168	-	136	-	136	-	124	-	100	-	145	-	101	-	100	-	-	
09/Dez	13	2310	-	990	-	850	-	850	-	730	-	670	-	900	-	510	-	520	-	-	
10/Dez	14	950	960	770	850	610	820	610	830	520	770	410	750	610	850	404	790	407	650	650	
11/Dez	15	508	530	438	448	419	367	419	399	408	350	387	334	441	357	388	316	386	310	310	
12/Dez	16	311	348	265	295	260	271	253	248	244	212	235	202	308	248	231	200	232	198	198	
13/Dez	17	257	239	208	193	211	190	207	185	191	170	178	156	204	184	170	147	165	143	143	
14/Dez	18	249	256	190	189	180	189	180	183	162	165	145	145	182	184	144	141	140	138	138	
15/Dez	19	345	242	191	182	178	179	178	173	164	156	146	140	158	175	141	133	143	133	133	
16/Dez	20	228	-	166	-	162	-	158	-	142	-	117	-	162	-	118	-	119	-	-	
17/Dez	21	231	-	175	-	171	-	165	-	150	-	121	-	162	-	120	-	120	-	-	

(-) Amostra não coletada

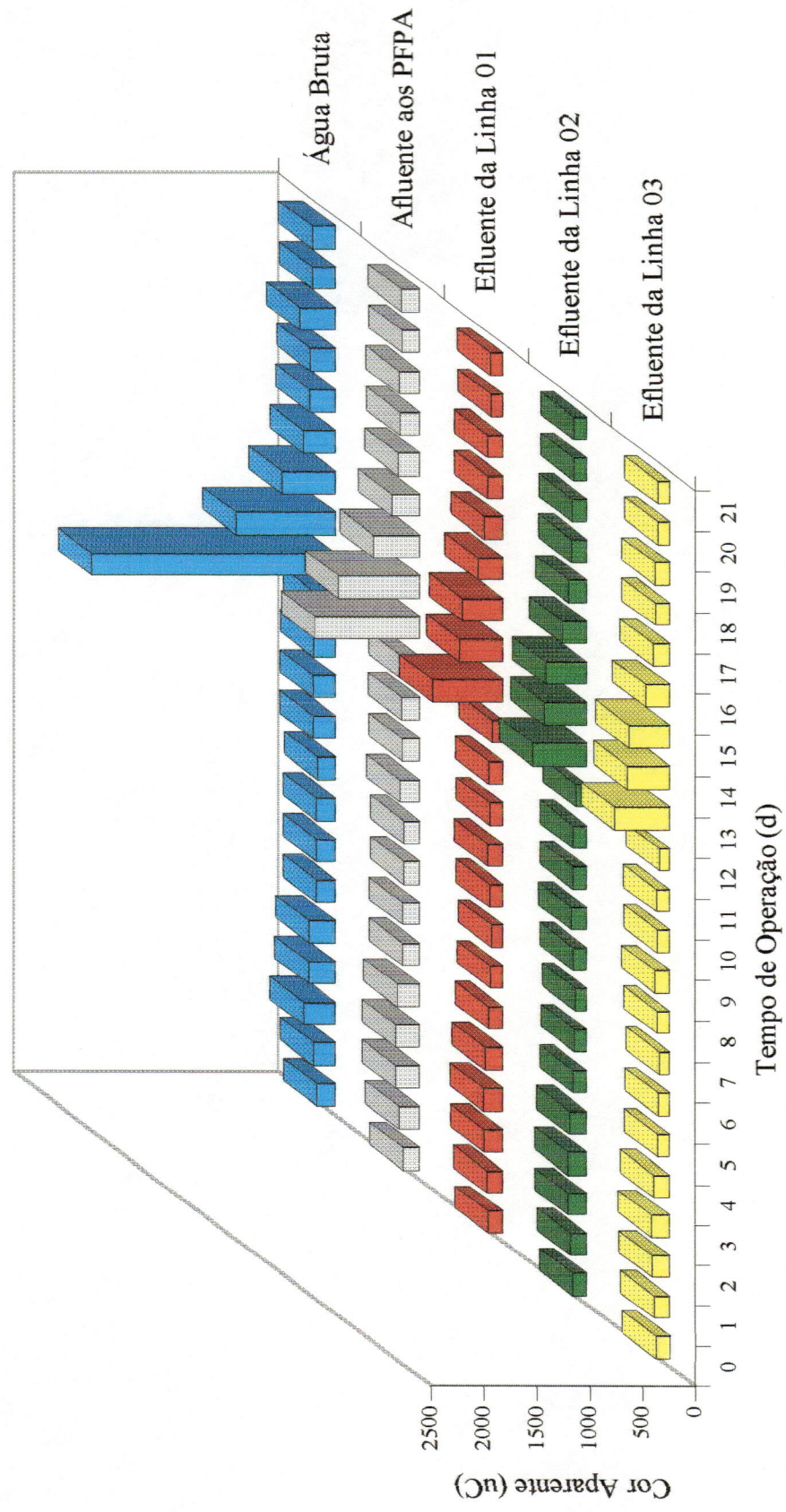


FIGURA C.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d e coleta às 8:00 h.

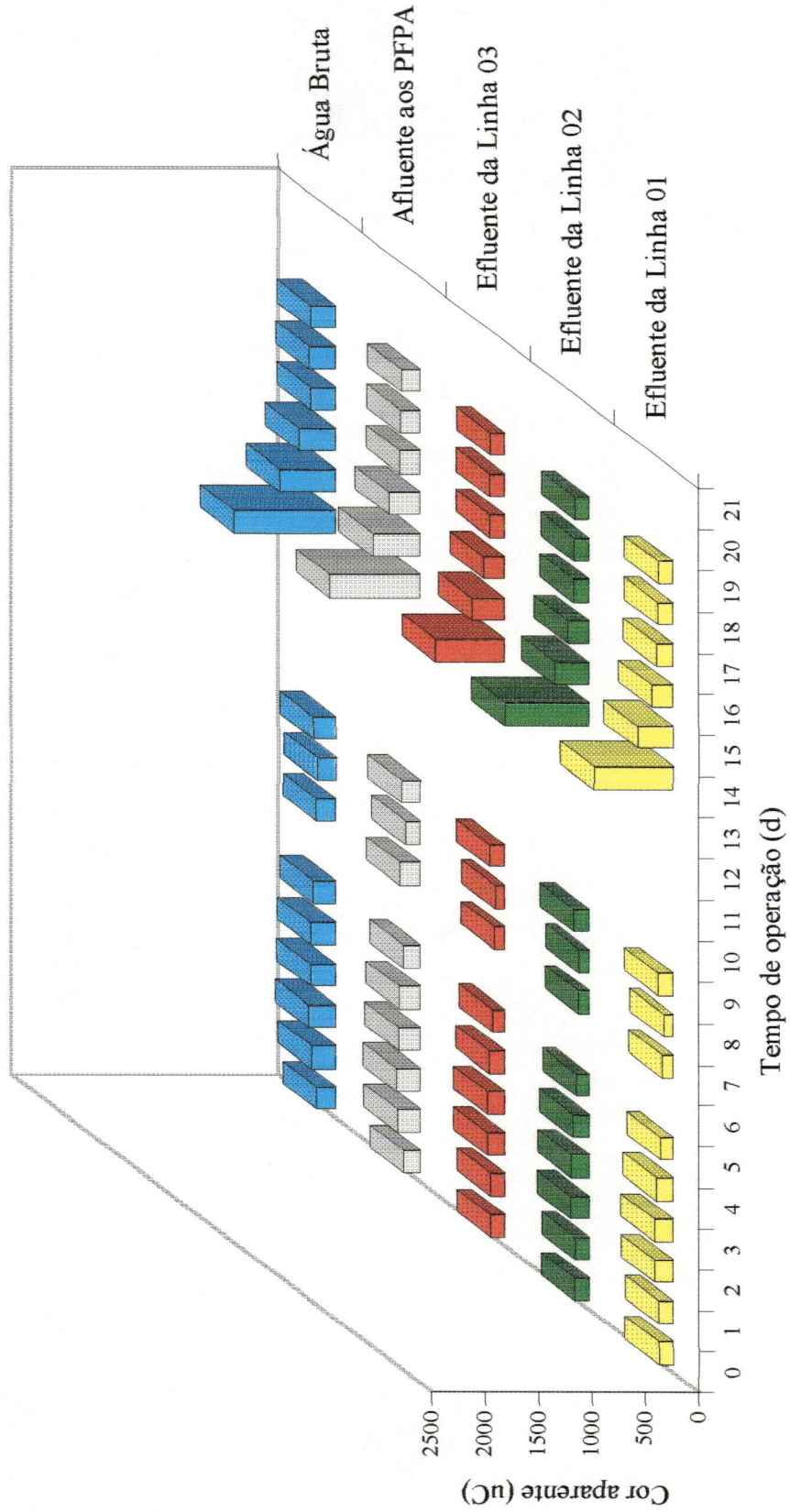


FIGURA C.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d e coleta às 16:00h.

TABELA C.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
26/Nov	0	6,91	6,93	6,92	6,95	6,94	6,97	6,98	6,98	6,96	6,98	6,98	6,98	6,99	6,95	6,97	6,97	7,00	6,97	7,02	
27/Nov	1	7,15	7,28	7,16	7,31	7,19	7,33	7,33	7,18	7,33	7,19	7,32	7,21	7,31	7,18	7,33	7,22	7,33	7,20	7,32	
28/Nov	2	6,37	6,70	6,40	6,68	6,40	6,71	6,42	6,42	6,41	6,77	6,43	6,80	6,80	6,40	6,84	6,42	6,99	6,43	6,97	
29/Nov	3	7,04	7,08	7,06	7,09	7,07	7,14	7,05	7,12	7,05	7,11	7,03	7,12	7,12	7,08	7,14	7,06	7,11	7,08	-	
30/Nov	4	7,15	7,09	7,16	7,15	7,20	7,15	7,20	7,09	7,17	7,12	7,19	7,13	7,13	7,19	7,14	7,22	7,15	7,28	7,13	
01/Dez	5	7,14	7,04	7,21	7,11	7,20	7,15	7,19	7,15	7,20	7,17	7,21	7,15	7,15	7,20	7,10	7,18	6,75	7,08	6,73	
02/Dez	6	7,19	-	7,20	-	7,21	-	7,23	-	7,24	-	7,24	-	7,24	-	7,23	-	7,20	-	7,20	
03/Dez	7	7,01	7,37	7,04	7,39	7,07	7,49	7,06	7,36	7,07	7,18	7,10	7,35	7,08	7,37	7,10	7,05	7,11	7,39	-	
04/Dez	8	7,11	-	7,12	-	7,11	-	7,14	-	7,17	-	7,16	-	7,18	-	7,17	-	7,18	-	7,18	
05/Dez	9	6,92	7,07	6,95	7,08	6,94	7,09	6,96	7,10	6,94	7,10	6,97	7,12	6,95	7,08	6,98	7,11	7,00	7,13	-	
06/Dez	10	7,16	-	7,17	-	7,16	-	7,19	-	7,21	-	7,23	-	7,17	-	7,22	-	7,23	-	-	
07/Dez	11	7,04	-	7,07	-	7,08	-	7,11	-	7,13	-	7,14	-	7,09	-	7,12	-	7,10	-	-	
08/Dez	12	7,02	-	7,04	-	7,05	-	7,07	-	7,07	-	7,09	-	7,03	-	7,10	-	7,12	-	-	
09/Dez	13	7,21	7,15	7,17	7,16	7,15	7,18	7,17	7,21	7,19	7,20	7,18	7,22	7,17	7,21	7,20	7,23	7,21	7,23	-	
10/Dez	14	7,15	-	7,17	-	7,16	-	7,19	-	7,20	-	7,20	-	7,20	-	7,21	-	7,23	-	-	
11/Dez	15	6,85	7,24	6,86	7,24	6,88	7,24	6,87	7,25	6,89	7,23	6,91	7,20	6,89	7,20	6,91	7,19	6,92	7,17	-	
12/Dez	16	7,21	-	7,22	-	7,25	-	7,27	-	7,26	-	7,27	-	7,25	-	7,28	-	7,27	-	-	
13/Dez	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14/Dez	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15/Dez	19	7,30	-	6,90	-	6,90	-	6,90	-	7,00	-	7,00	-	6,90	-	7,00	-	7,00	-	-	
16/Dez	20	6,81	-	6,84	-	6,86	-	6,86	-	6,87	-	6,88	-	6,85	-	6,87	-	6,88	-	-	
17/Dez	21	6,78	-	6,83	-	6,84	-	6,87	-	6,87	-	6,89	-	6,86	-	6,89	-	6,89	-	-	

(-) Amostra não coletada

TABELA C.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m² d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos	PFPA 1	PFPA 2	PFPA 3	PFPA 4	PFPA 12	PFPA 34	PFPA 1234
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	01/Dez	7,5	7,4	7,4	7,5	7,4	7,6	7,4	7,6	7,2
	08/Dez	7,0	6,9	6,8	6,8	6,7	6,7	6,8	6,5	6,4
	15/Dez	6,8	6,7	6,6	6,6	6,6	6,5	6,6	6,5	6,4
Potencial Zeta (mV)	01/Dez	-22,1	-18,2	-17,9	-18,2	-17,5	-17,1	-18,1	-16,8	-16,2
	08/Dez	-18,0	-19,2	-17,3	-17,1	-17,3	-15,2	-18,5	-16,1	-15,5
	15/Dez	-19,4	-18,7	-18,4	-18,0	-17,4	-16,2	-17,6	-16,4	-16,6
Ferro Total (mg/L)	01/Dez	1,50	1,35	1,34	1,32	1,27	1,12	1,35	1,12	1,09
	08/Dez	1,42	1,33	1,29	1,28	1,25	1,19	1,34	1,16	1,14
	15/Dez	1,46	1,38	1,33	1,30	1,35	1,26	1,26	1,22	1,13
Coliformes Totais (NMP/100mL)	01/Dez	15531	8664	4611	2667	1609	922	3945	1047	954
	08/Dez	24121	8664	6488	3649	2841	1573	4374	1521	1586
	15/Dez	11199	7270	5475	2778	1833	1100	4721	1104	1066
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	01/Dez	1730	835	718	475	426	381	796	512	463
	08/Dez	8164	3026	2141	701	650	500	1733	536	524
	15/Dez	1948	1214	938	797	552	403	808	466	471
Condutividade Elétrica (µS/cm)	01/Dez	17,97	18,00	17,85	18,07	18,32	18,31	17,98	18,16	18,24
	08/Dez	16,90	17,69	18,30	16,92	17,81	17,80	15,06	16,65	17,30
	15/Dez	17,29	17,64	17,35	18,04	18,12	18,14	17,56	16,78	16,84

(...continuação)

TABELA C.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos PFFA	PFFA 1	PFFA 2	PFFA 3	PFFA 4	PFFA 12	PFFA 34	PFFA 1234
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L)	01/Dez	7,1	6,7	6,7	6,3	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	08/Dez	7,1	6,7	7,1	7,1	6,7	7,1	7,1	7,1	6,7
	15/Dez	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,3	6,7
Carbono Orgânico Total (mg/L)	01/Dez	5,81	5,24	4,97	4,67	4,30	3,31	4,55	3,51	3,33
	08/Dez	5,76	5,61	5,21	5,04	4,51	4,11	4,57	4,13	4,21
	15/Dez	6,22	5,59	5,74	3,27	2,97	2,69	2,87	2,86	3,29
Absorvância (cm ⁻¹ λ=254nm)	01/Dez	0,512	0,195	0,192	0,196	0,192	0,181	0,180	0,182	0,181
	08/Dez	0,456	0,205	0,187	0,192	0,191	0,185	0,190	0,178	0,175
	15/Dez	0,645	0,407	0,279	0,212	0,200	0,213	0,271	0,216	0,209
Fosfato Total (mg/L)	01/Dez	0,013	0,012	0,060	0,023	0,060	0,071	0,019	0,028	0,060
	08/Dez	0,014	0,013	0,041	0,019	0,046	0,058	0,022	0,034	0,048
	15/Dez	0,026	0,016	0,013	0,019	0,031	0,032	0,024	0,032	0,042
Sólidos Suspensos (mg/L)	03/Dez	14,0	7,0	4,0	3,3	2,3	1,6	7,0	3,3	4,0
	8/Dez	96,0	27,0	21,0	17,0	17,0	14,0	28,0	14,0	13,0
	9/Dez	92,0	25,0	22,0	19,0	16,0	15,0	26,0	15,0	14,0
	15/Dez	87,0	28,0	26,0	25,0	18,0	14,0	27,0	16,0	15,0

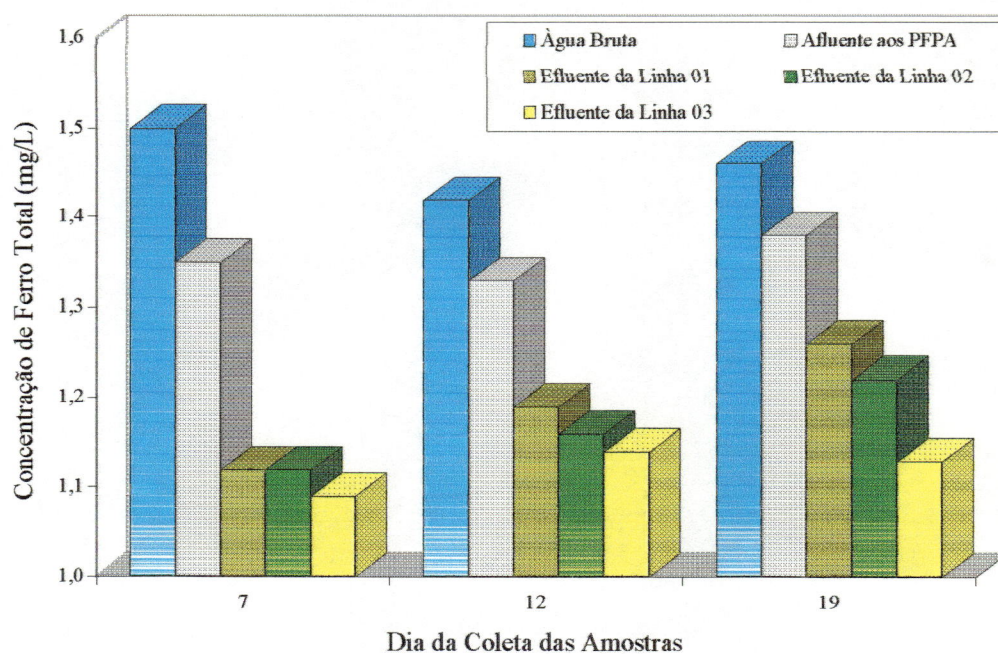


FIGURA C.5- Variação da concentração de ferro total, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

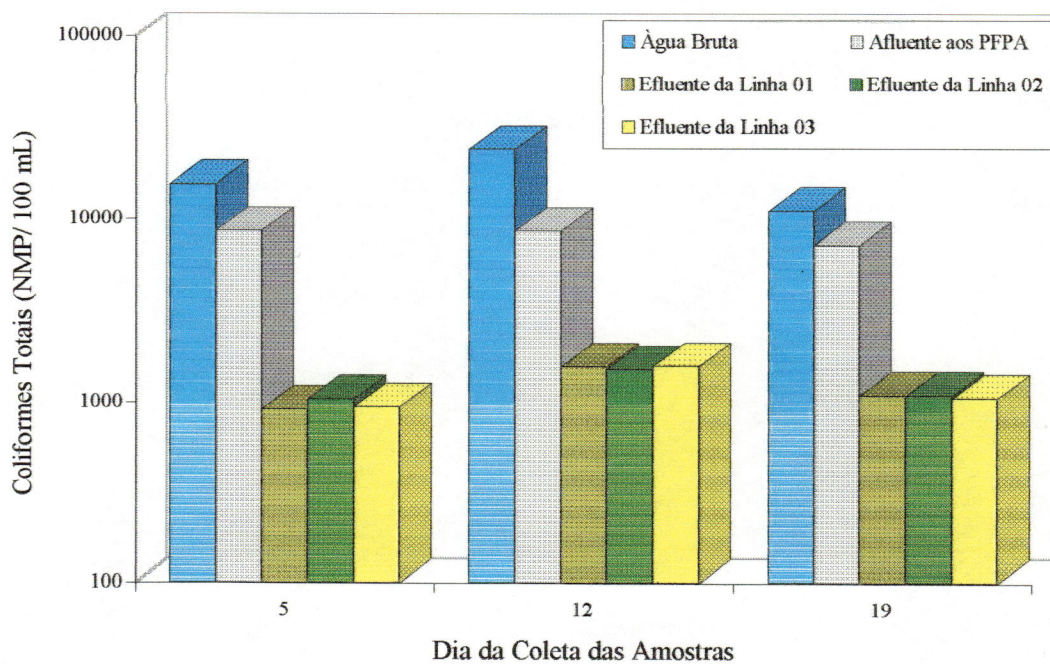


FIGURA C.6- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

TABELA C.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, frações da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas e porcentagens de remoção durante o ensaio I-C, com taxa de filtração de 12 m³/m² d.

Data	Água Bruta				Afluente aos PFPAs				Efluente da Linha 01				Efluente da Linha 02				Efluente da Linha 03			
	Tamanho	Número	%	Número	%	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	
04/Dez	2	6113,1	45,32	4623,5	69,75	24,37	48,07	70,87	1409,3	49,97	69,52	1386,9	48,52	70,00						
	4	5423,5	40,21	1624,6	24,51	70,05	38,63	33,37	994,8	35,27	38,77	1042	36,46	35,86						
	8	1358,4	10,07	234,6	3,54	82,73	9,54	-13,98	302,1	10,71	-28,77	307,1	10,74	-30,90						
	12	287,2	2,13	60,1	0,91	79,07	2,05	4,49	57,2	2,03	4,83	60,4	2,11	-0,50						
	18	234,5	1,74	46,4	0,70	80,21	1,20	27,80	42	1,49	9,48	47,5	1,66	-2,37						
	24	41,5	0,31	23,2	0,35	44,10	0,30	63,79	9	0,32	61,21	9,5	0,33	59,05						
	36	17,9	0,13	12,3	0,19	31,28	0,12	71,54	3,6	0,13	70,73	3,3	0,12	73,17						
	48	11,3	0,08	4,2	0,06	62,83	0,08	45,24	2,2	0,08	47,62	1,5	0,05	64,29						
Total	13487,4	100,00	6628,9	100,00	50,85	2801,9	100,00	57,73	2820,2	100,00	57,46	2858,2	100,00	56,88						
08/Dez	2	8623,4	49,37	4989,2	68,82	42,14	50,71	74,19	1567	55,76	68,59	1487,5	52,93	70,19						
	4	6785,2	38,85	1864,2	25,72	72,53	33,70	54,10	846,7	30,13	54,58	904,6	32,19	51,48						
	8	1502,4	8,60	249,5	3,44	83,39	300	-20,24	289,8	10,31	-16,15	299,4	10,65	-20,00						
	12	324,3	1,86	62,4	0,86	80,76	1,96	20,19	54,9	1,95	12,02	60	2,13	3,85						
	18	157,4	0,90	47,5	0,66	69,82	1,30	30,74	38,4	1,37	19,16	44,2	1,57	6,95						
	24	46,1	0,26	22,1	0,30	52,06	0,32	63,80	8,2	0,29	62,90	9	0,32	59,28						
	36	15,9	0,09	10,4	0,14	34,59	0,13	68,27	3,4	0,12	67,31	3,9	0,14	62,50						
	48	12,4	0,07	4	0,06	67,74	0,07	52,50	2	0,07	50,00	1,8	0,06	55,00						
Total	17467,1	100,00	7249,3	100,00	58,50	2539	100,00	64,98	2810,4	100,00	61,23	2810,4	100,00	61,23						
15/Dez	2	8562	50,61	4989,5	69,64	41,73	50,65	73,88	1330,4	49,97	73,34	1321,4	49,71	73,52						
	4	6567,5	38,82	1764,3	24,63	73,14	33,95	50,50	914,6	34,35	48,16	915,5	34,44	48,11						
	8	1428,9	8,45	264,1	3,69	81,52	11,57	-12,76	304,3	11,43	-15,22	311,2	11,71	-17,83						
	12	202,1	1,19	65,7	0,92	67,49	1,96	23,14	62,5	2,35	4,87	55,2	2,08	15,98						
	18	92,6	0,55	44	0,61	52,48	1,36	20,45	37,7	1,42	14,32	40	1,50	9,09						
	24	30,2	0,18	20,4	0,28	32,45	0,29	63,73	8	0,30	60,78	10,1	0,38	50,49						
	36	22	0,13	13,4	0,19	39,09	0,15	71,64	3	0,11	77,61	3,4	0,13	74,63						
	48	12	0,07	3,1	0,04	74,17	0,07	45,16	1,9	0,07	38,71	1,5	0,06	51,61						
Total	16917,3	100,00	7164,5	100,00	57,65	2572,8	100,00	64,09	2662,4	100,00	62,84	2658,3	100,00	62,90						

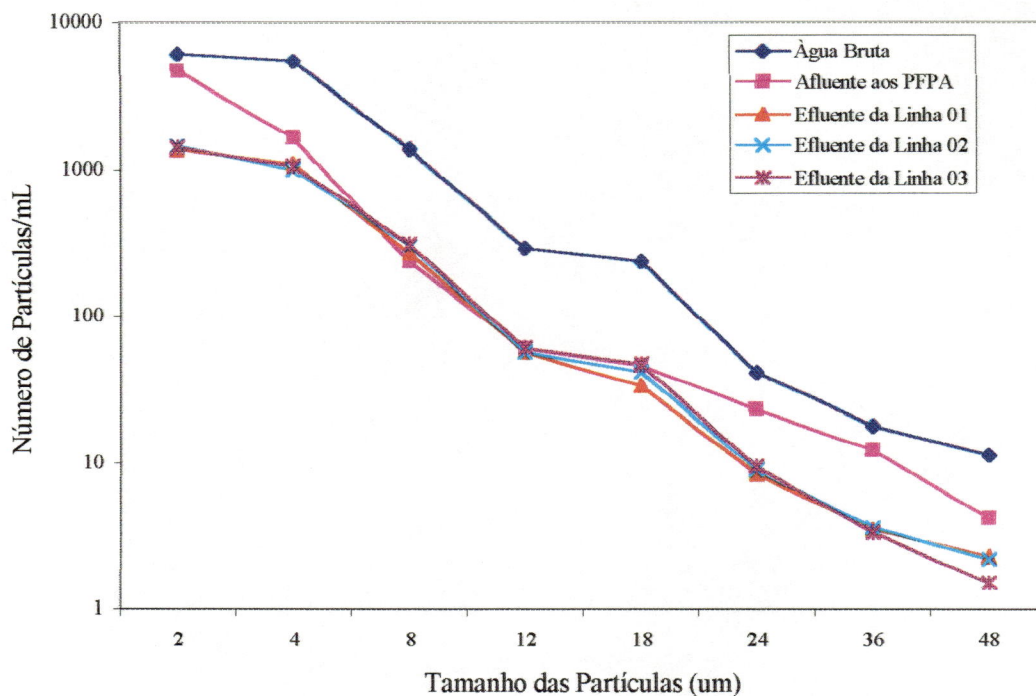


FIGURA C.7- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostra colhida no dia 03/12/1997, durante ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

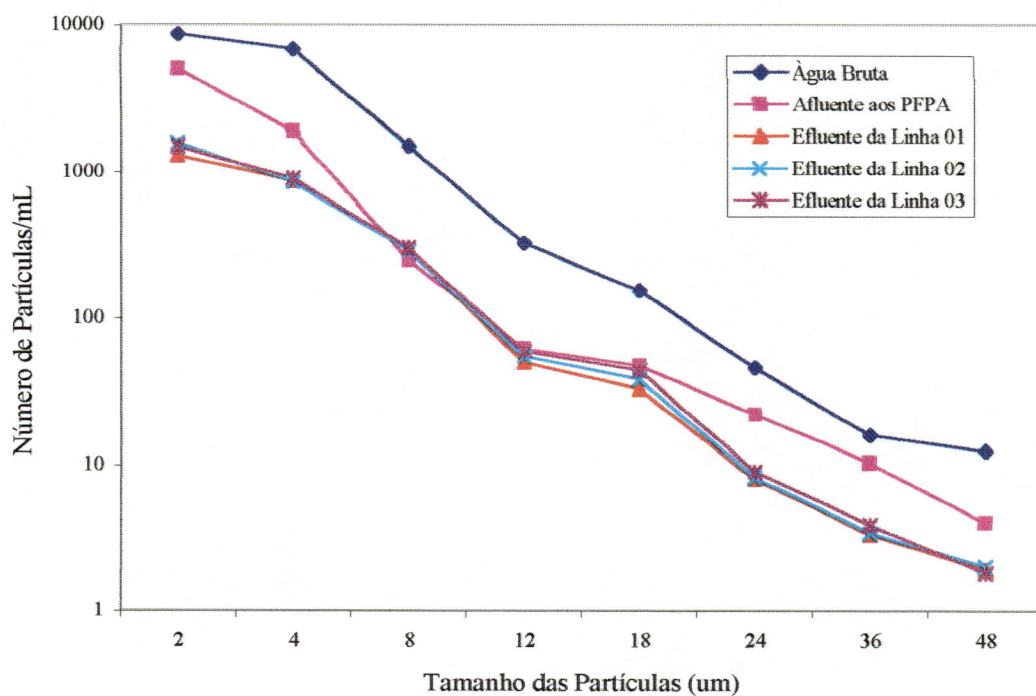


FIGURA C.8- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostra colhida no dia 08/12/1997, durante ensaio 01-C, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

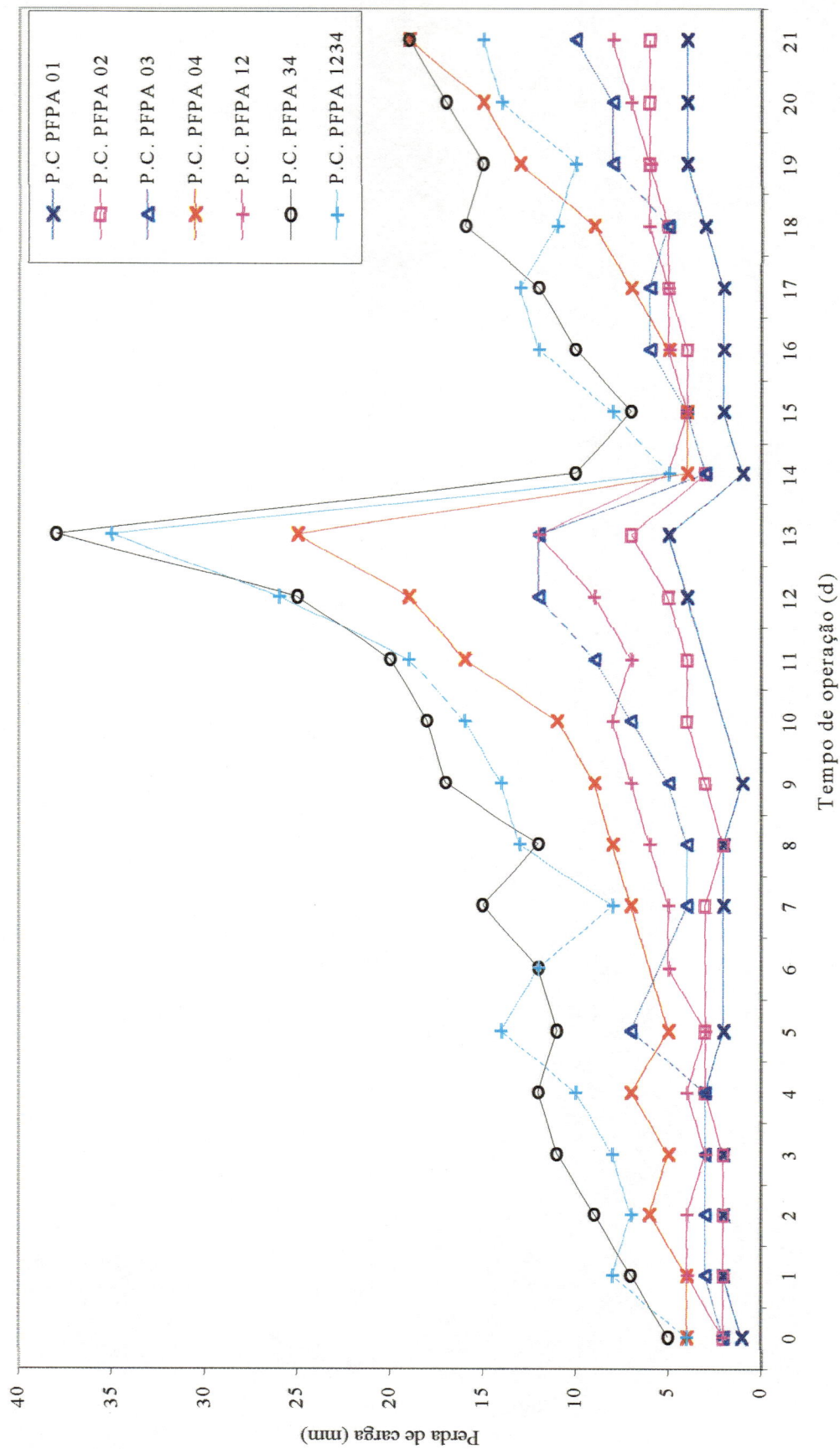


FIGURA C.9- Variação da perda de carga em função do tempo de operação nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 01-C, com taxa de filtração de 12 m³/m²d.

ANEXO D

Tabelas e figuras referentes ao ensaio 2-A

TABELA D.1 - Resultados gerais obtidos no ensaio 2-A, com taxa de filtração de 08 m³/m² d - Período: 12/01/1998 a 15/02/1998.

Parâmetro	Água Bruta	Afluentes aos PFPAs	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	9,87 a 230	5,33 a 150	5,87 a 160	5,60 a 157
	Coleta 16:00h	9,85 a 170	4,89 a 160	5,62 a 164	5,50 a 164
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	112 a 2000	57 a 1020	58 a 1050	60 a 1030
	Coleta 16:00h	123 a 1156	55 a 928	59 a 1056	60 a 1084
pH	Coleta 8:00h	6,02 a 7,42	6,06 a 7,36	6,04 a 7,34	6,03 a 7,33
	Coleta 16:00h	6,01 a 7,38	6,08 a 7,30	6,05 a 7,28	6,03 a 7,26
Sólidos Suspensos (mg/L)	11,0 a 54,4	2,6 a 54,3	1,0 a 30,0	0,8 a 29,6	1,2 a 33,6
Coliformes totais (NMP/100mL)	1011 a >24192	1565 a 19863	288 a 4352	472 a 6131	443 a 4611
Coliformes fecais (NMP/100mL)	134 a 345	41 a 201	31 a 265	31 a 203	34 a 148
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,60 a 7,30	6,60 a 6,90	6,70 a 7,50	6,50 a 7,50	6,20 a 7,20
Ferro total (mg/L)	1,55 a 1,75	1,52 a 1,63	1,07 a 1,10	1,08 a 1,25	1,20 a 1,31
Condutividade elétrica (µS/cm)	14,07 a 19,27	13,58 a 17,62	14,81 a 19,01	14,73 a 18,77	14,85 a 19,53
Fosfato total (mg/L)	0,073 a 0,168	0,098 a 0,252	0,046 a 0,143	0,059 a 0,088	0,045 a 0,197
Alcalinidade total (mg/L)	5,8 a 6,7	5,4 a 6,7	6,3 a 6,7	6,3 a 6,7	6,3 a 6,7
Carbono orgânico total (mg/L)	1,02 a 6,03	3,11 a 5,52	3,01 a 4,74	3,01 a 4,77	2,88 a 4,41
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)	0,135 a 0,153	0,130 a 0,140	0,120 a 0,130	0,121 a 0,131	0,120 a 0,129

TABELA D.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos PFFPA		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
12/Jan	0	16,8	-	11,2	-	10,8	-	10,6	-	9,10	-	6,4	-	12,5	-	6,84	-	7,19	-	7,19	-
13/Jan	1	18,5	-	11,3	-	11,0	-	10,7	-	8,86	-	7,29	-	10,7	-	7,89	-	9,22	-	9,22	-
14/Jan	2	16,0	19,0	13,3	13,0	13,6	13,9	13,4	12,2	11,7	10,3	9,45	8,38	13,1	11,9	9,52	8,14	8,85	8,85	8,85	8,08
15/Jan	3	16,0	16,2	11,3	11,0	11,5	10,8	11,0	10,2	8,77	8,47	6,80	6,31	10,9	9,98	7,10	6,49	7,02	7,02	7,02	6,50
16/Jan	4	17,0	18,6	10,7	11,3	10,5	10,6	9,98	9,89	7,89	7,58	5,87	5,59	9,89	9,80	6,10	5,97	6,40	6,40	6,40	6,15
17/Jan	5	17,6	19,0	10,5	12,4	10,5	12,0	9,97	11,5	7,92	8,07	5,75	5,39	9,91	11,6	6,13	6,18	6,43	6,43	6,43	6,64
18/Jan	6	19,6	18,7	12,3	11,9	12,2	11,9	12,0	11,4	9,42	8,71	6,76	5,77	11,3	11,0	7,04	6,47	7,54	7,54	7,54	6,85
19/Jan	7	21,3	20,0	13,7	12,5	13,2	12,1	12,2	11,8	9,58	8,95	6,47	6,61	12,8	11,5	7,18	7,14	7,45	7,45	7,45	7,05
20/Jan	8	19,9	24,5	14,7	13,7	14,2	13,2	13,4	12,8	10,7	9,80	8,24	7,50	13,4	12,5	8,80	7,86	8,48	8,48	8,48	7,74
21/Jan	9	17,5	16,3	10,6	10,2	10,4	9,85	10,1	9,43	8,00	7,25	6,11	5,51	9,90	9,4	6,49	5,97	6,27	6,27	6,27	5,83
22/Jan	10	15,6	17,5	10,3	10,2	9,60	10,2	9,29	9,23	7,26	6,73	5,47	4,89	9,34	9,2	5,87	5,62	5,63	5,63	5,63	5,50
23/Jan	11	17,0	17,7	11,0	10,3	9,63	9,95	9,0	9,15	7,04	6,84	5,50	5,14	9,63	9,23	5,88	5,88	5,60	5,60	5,60	5,76
24/Jan	12	51,2	-	41,3	-	29,0	-	20,2	-	15,4	-	7,15	-	27,5	-	8,53	-	8,61	-	8,61	-
25/Jan	13	92,5	-	50,5	-	40,1	-	27,3	-	14,9	-	8,25	-	36,4	-	13,3	-	12,6	-	12,6	-
26/Jan	14	30,1	20,4	18,5	15,3	17,3	15,2	16,3	15,0	14,1	12,1	10,1	9,62	16,1	14,5	11,5	10,7	11,0	11,0	11,0	10,0
27/Jan	15	19,5	14,9	10,6	10,2	10,1	10,2	9,86	9,86	7,83	7,31	6,00	5,79	9,51	9,25	6,95	6,45	6,22	6,22	6,22	6,16
28/Jan	16	15,2	16,1	9,87	9,85	9,77	9,84	9,09	9,04	7,27	6,96	5,33	5,25	9,38	8,88	5,98	6,18	5,74	5,74	5,74	5,95
29/Jan	17	15,2	80,2	18,1	41,1	17,5	32,7	14,5	27,7	90,9	19,2	5,73	12,4	15,4	29,9	7,68	16,4	7,57	7,57	7,57	16,0
30/Jan	18	264,0	173,0	230,0	170,0	221,0	184,0	212,0	191,0	190,0	179,0	150,0	160,0	222,0	175,0	160,0	164,0	157,0	157,0	157,0	164,0
31/Jan	19	59,2	51,1	53,3	44,8	57,7	45,7	61,0	46,7	61,1	42,7	64,2	42,7	56,5	44,5	58,4	41,8	59,1	42,2	42,2	42,2
01/Fev	20	33,6	29,1	28,0	23,5	28,7	23,7	27,9	23,6	25,2	20,4	23,5	18,4	26,8	22,6	24,2	19,6	23,9	18,9	18,9	18,9
02/Fev	21	26,0	23,6	19,8	17,7	18,8	23,3	17,5	21,0	15,8	16,3	14,6	16,6	22,5	19,4	15,4	15,2	14,6	15,0	15,0	15,0
03/Fev	22	25,0	32,7	17,7	27,2	16,8	22,4	16,1	18,6	13,3	14,5	11,2	12,3	15,9	19,9	12,2	13,1	11,8	12,8	12,8	12,8
04/Fev	23	23,0	23,5	17,5	16,2	17,0	15,8	16,4	15,5	13,3	12,6	11,0	10,8	18,4	15,0	12,0	11,1	11,8	11,1	11,8	11,1
05/Fev	24	20,6	21,1	14,3	14,0	14,5	13,9	13,8	13,8	11,2	10,7	9,25	8,98	13,8	13,6	9,62	9,50	9,33	9,48	9,48	9,48
06/Fev	25	32,4	60,5	14,4	67,8	13,2	56,0	12,1	28,2	10,5	11,5	8,26	8,07	12,4	45,9	8,33	10,1	8,44	11,1	8,44	11,1
07/Fev	26	48,8	79,7	25,5	35,6	22,9	28,5	22,5	24,2	21,9	22,4	20,3	18,7	24,4	32,4	20,7	19,6	21,0	19,7	21,0	19,7
08/Fev	27	66,5	-	25,1	-	17,8	21,6	16,1	19,4	13,0	-	10,6	-	17,5	-	11,3	-	10,7	-	10,7	-

(...continuação)

TABELA D.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio O2-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos PFPA		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
09/Fev	28	42,50	39,4	33,5	27,2	34,2	22,2	30,6	30,10	28,3	33,80	25,30	32,20	26,4	25,90	21,60	25,70	22,40	26,40
10/Fev	29	65,4	71,9	46,4	57,9	49,1	52,7	39,4	45,50	37,1	33,30	36,40	24,80	29,1	49,80	26,70	32,60	28,10	31,20
11/Fev	30	42,3	34,9	31,5	25,6	27,0	20,7	24,0	19,90	22,5	17,80	19,10	16,20	26,7	19,60	18,50	15,90	21,40	16,40
12/Fev	31	35,8	33,4	21,4	19,8	19,7	18,2	15,6	15,50	15,2	12,60	14,90	10,60	18,3	16,30	12,60	11,30	12,70	11,60
13/Fev	32	23,6	19,8	15,8	16,9	16,1	16,8	15,2	16,30	14,6	14,70	13,80	13,30	14,6	16,10	13,10	13,60	13,50	13,70
14/Fev	33	20,2	20,1	14,5	14,8	14,7	15,0	14,2	14,60	13,8	13,30	11,20	11,80	12,9	14,40	11,80	11,80	11,80	12,10
15/Fev	34	20,1	20,4	14,2	14,4	14,3	14,2	13,7	12,80	11,6	10,30	9,98	8,01	11,0	13,30	9,08	9,02	8,88	8,86

(-) Amostra não coletada

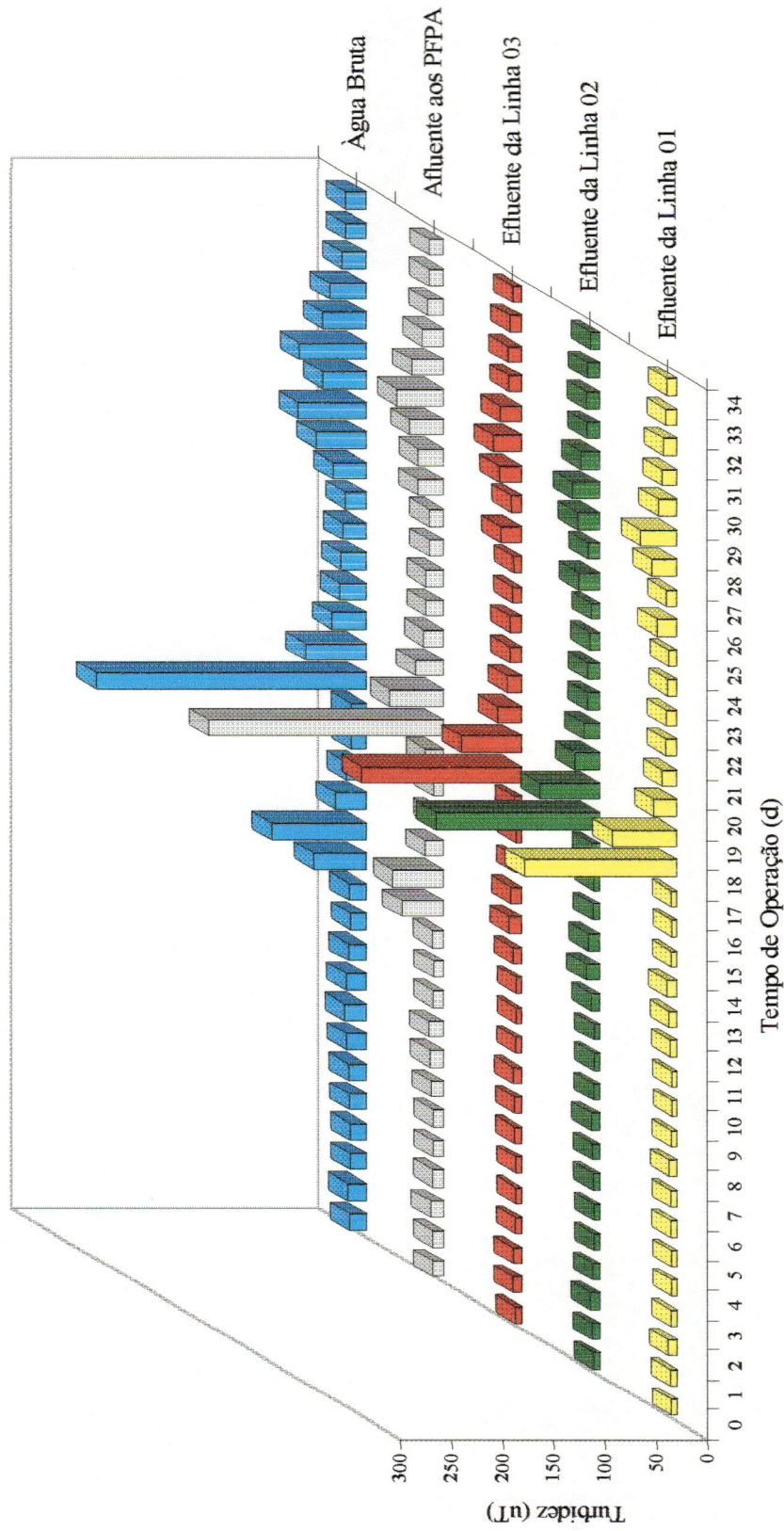


FIGURA D.1 - Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e coleta às 8.00 h.

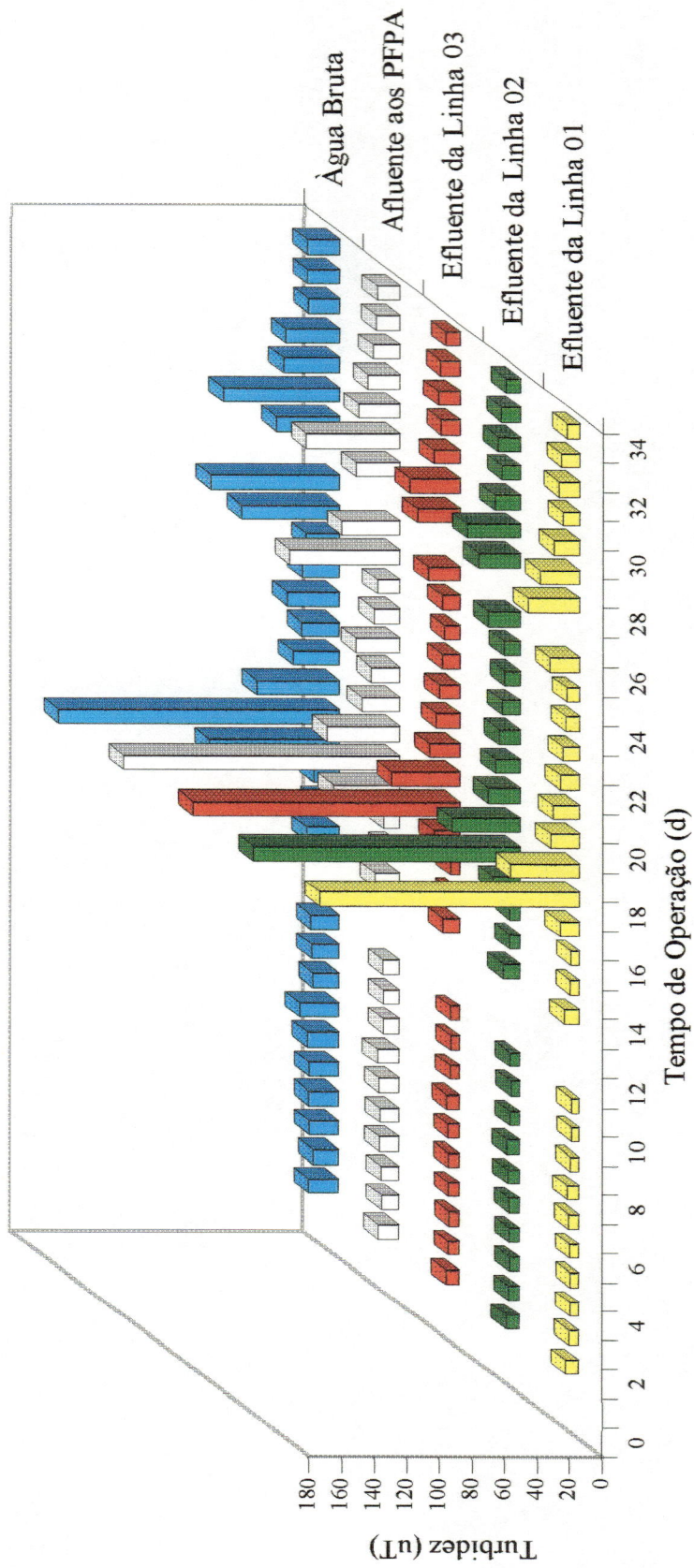


FIGURA D.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.

TABELA D.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234			
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
12/Jan	0	183	-	137	-	134	-	133	-	114	-	81	-	146	-	90	-	93	-	-	-
13/Jan	1	178	-	141	-	141	-	132	-	120	-	93	-	138	-	108	-	116	-	-	-
14/Jan	2	178	187	163	159	160	164	158	148	141	125	114	104	157	146	115	101	113	100	-	-
15/Jan	3	180	171	135	138	132	136	130	130	115	107	88	84	135	129	94	86	88	88	-	-
16/Jan	4	154	163	112	123	110	114	105	105	81	80	57	55	104	106	58	59	62	60	-	-
17/Jan	5	181	202	136	150	135	146	129	140	103	103	77	71	126	140	82	78	84	83	-	-
18/Jan	6	191	198	146	144	145	144	142	138	112	107	81	73	136	134	85	79	91	84	-	-
19/Jan	7	175	206	149	145	143	143	136	136	111	105	80	79	134	136	89	85	89	84	-	-
20/Jan	8	221	238	169	159	163	157	158	150	131	113	96	88	156	147	101	95	100	91	-	-
21/Jan	9	175	177	131	125	130	123	123	117	100	90	80	71	126	115	80	74	79	75	-	-
22/Jan	10	165	174	121	126	119	121	115	111	92	81	70	61	117	111	75	67	75	68	-	-
23/Jan	11	170	176	125	134	108	125	84	118	78	88	58	65	108	116	59	116	60	74	-	-
24/Jan	12	486	-	369	-	338	-	266	-	129	-	87	-	324	-	99	-	98	-	-	-
25/Jan	13	850	-	480	-	400	-	281	-	157	-	90	-	362	-	137	-	138	-	-	-
26/Jan	14	309	201	194	169	184	169	179	165	160	135	119	108	174	161	125	118	123	114	-	-
27/Jan	15	189	159	127	124	122	120	116	117	93	91	69	72	113	111	78	82	75	78	-	-
28/Jan	16	167	163	121	123	119	120	114	113	93	91	70	67	117	112	78	78	77	74	-	-
29/Jan	17	167	686	197	400	193	327	158	277	104	192	70	128	173	301	95	163	89	162	-	-
30/Jan	18	2660	1176	2000	1156	1620	1252	1410	1284	1230	1116	1020	928	1610	1284	1050	1056	1030	1084	-	-
31/Jan	19	486	435	438	390	435	394	476	388	492	350	488	339	469	379	467	339	473	344	-	-
01/Fev	20	296	270	262	235	264	235	257	226	225	192	208	168	248	220	215	182	213	172	-	-
02/Fev	21	244	223	214	190	204	232	200	213	165	155	142	162	219	193	156	152	144	152	-	-
04/Fev	23	281	229	199	173	197	166	168	165	148	133	118	110	223	160	131	120	131	120	-	-
05/Fev	24	211	190	172	161	163	157	165	151	125	118	117	98	154	151	119	104	114	104	-	-
06/Fev	25	204	592	148	616	144	512	139	272	111	129	91	92	139	425	97	111	91	120	-	-
07/Fev	26	378	890	282	710	261	610	232	600	520	-	185	281	260	630	188	282	190	280	-	-
08/Fev	27	512	-	283	-	169	-	138	-	125	-	101	-	170	-	122	-	111	-	-	-

(...continuação)
TABELA D-3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
09/Fev	28	406	388	290	285	291	236	312	306	296	326	289	302	286	268	265	251	275	254
10/Fev	29	631	598	531	518	488	466	456	405	356	305	223	230	452	441	238	288	265	273
11/Fev	30	526	319	449	260	376	213	365	202	265	173	235	155	326	203	243	153	248	157
12/Fev	31	378	320	254	222	239	204	223	177	220	143	195	122	233	181	199	127	206	128
13/Fev	32	340	219	243	195	226	195	212	187	199	172	188	155	218	185	185	156	189	152
14/Fev	33	274	211	219	174	205	176	199	171	167	151	157	132	187	167	162	134	154	136
15/Fev	34	207	204	166	173	169	169	144	153	141	121	102	94	131	158	98	106	98	104

(-) Amostra não coletada

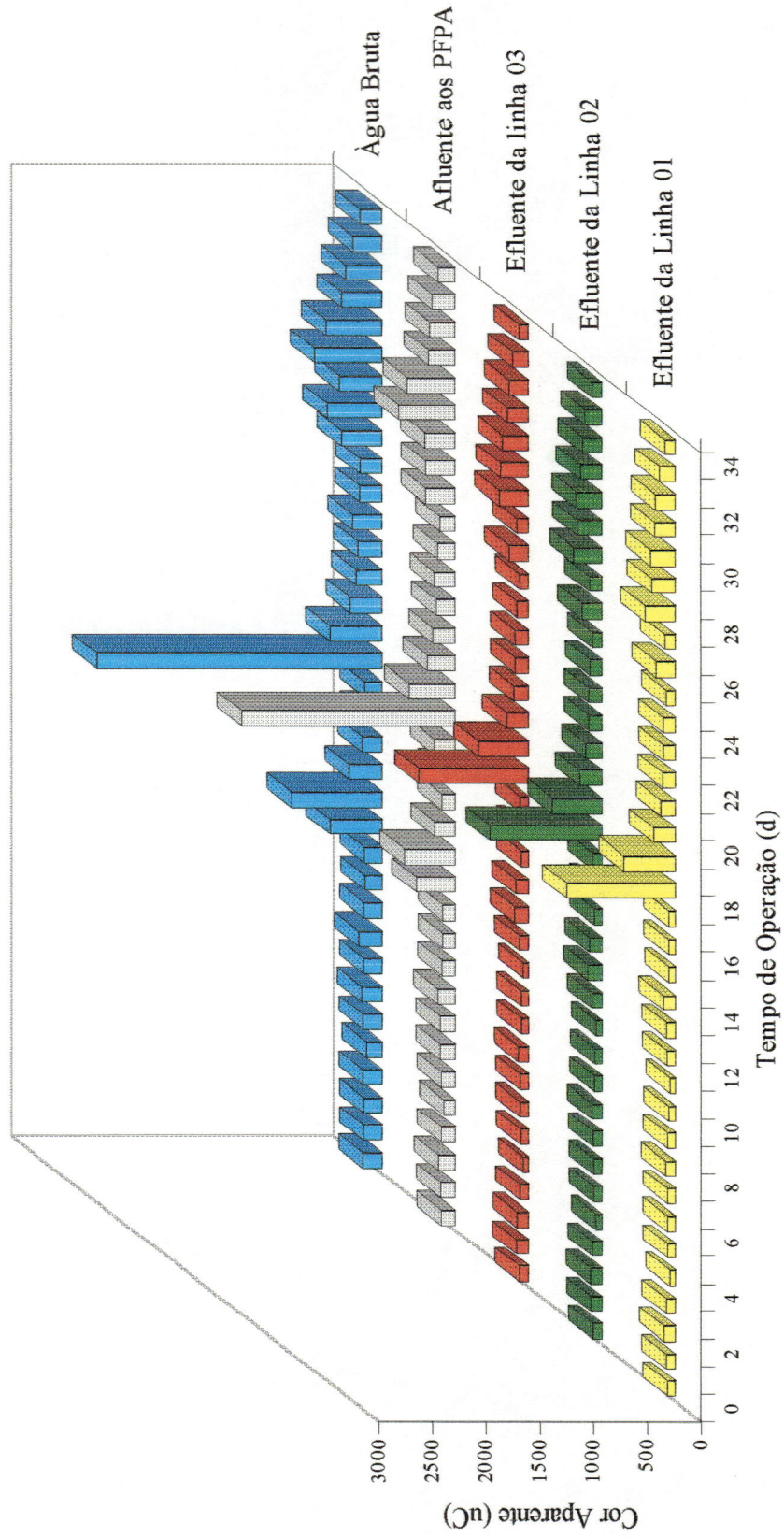


FIGURA D.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ e coleta às 8:00 h.

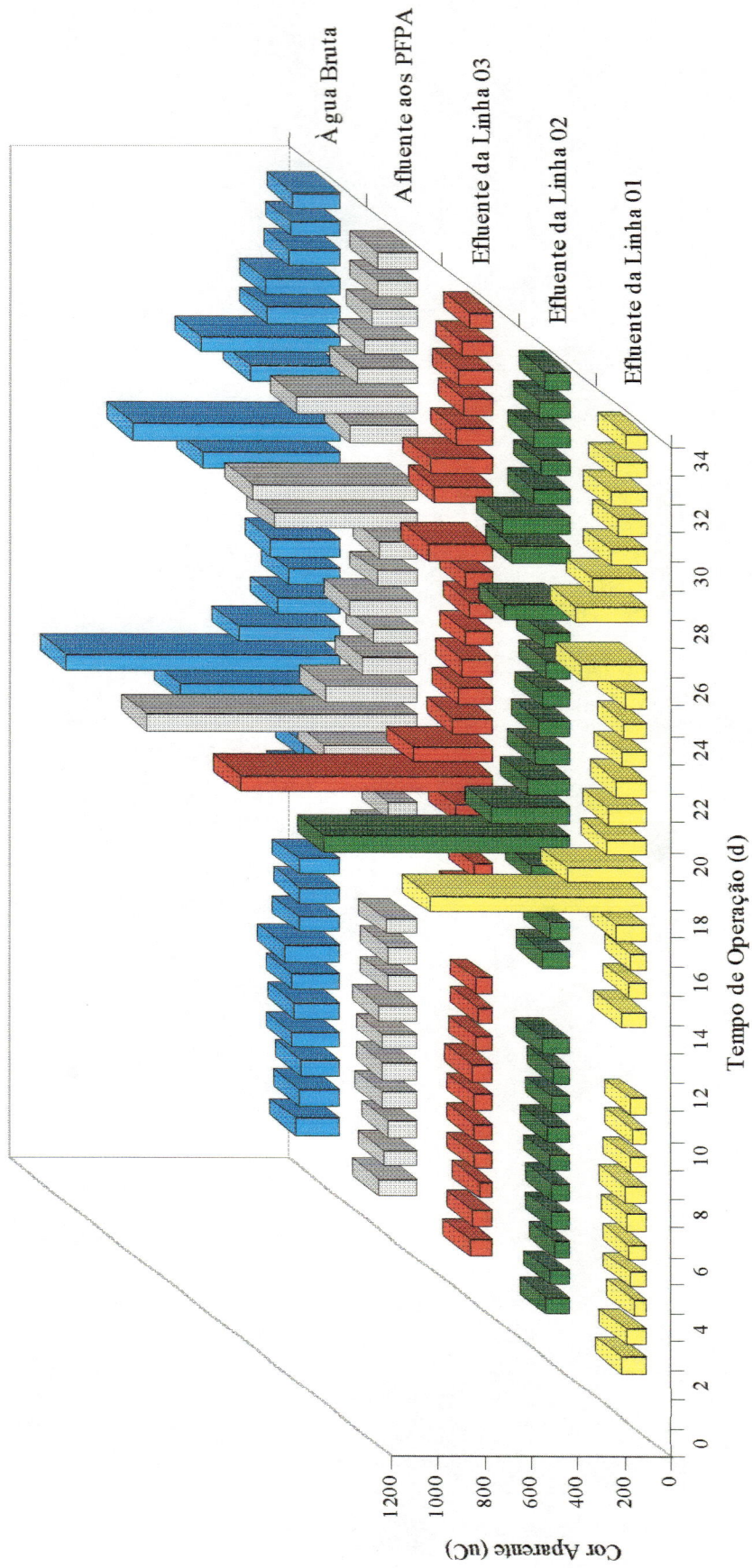


FIGURA D.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 16:00 h.

TABELA D.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
12/Jan	0	7,07	-	7,08	-	7,09	-	7,11	-	7,13	-	7,14	-	7,10	-	7,13	-	7,12	-	7,12	-
13/Jan	1	7,28	-	7,28	-	7,29	-	7,31	-	7,33	-	7,35	-	7,29	-	7,34	-	7,33	-	7,33	-
14/Jan	2	7,07	7,16	7,11	7,21	7,10	7,23	7,11	7,19	7,13	7,18	7,15	7,16	7,12	7,18	7,15	7,15	7,17	7,15	7,17	7,15
15/Jan	3	7,15	6,52	7,18	6,51	7,17	6,52	7,18	6,53	7,19	6,55	7,23	6,57	7,19	6,54	7,21	6,56	7,21	6,56	7,21	6,55
16/Jan	4	7,00	7,20	6,97	7,22	6,94	7,23	6,94	7,22	6,91	7,19	6,90	7,18	6,91	7,12	6,88	7,13	6,90	7,10	6,90	7,10
17/Jan	5	6,83	7,26	6,77	7,29	6,76	7,29	6,73	7,30	6,68	7,29	6,72	7,30	6,69	7,26	6,64	7,22	6,62	7,21	6,62	7,21
18/Jan	6	7,40	-	7,42	-	7,40	-	7,39	-	7,36	-	7,36	-	7,34	-	7,30	-	7,27	-	7,27	-
19/Jan	7	7,18	7,04	7,20	7,02	7,21	7,01	7,21	7,00	7,22	6,96	7,25	6,93	7,20	6,82	7,23	6,82	7,23	6,84	7,23	6,84
20/Jan	8	6,54	7,38	6,54	7,38	6,56	7,32	6,55	7,31	6,57	7,27	6,57	7,29	6,56	7,30	6,56	7,28	6,57	7,26	6,57	7,26
21/Jan	9	6,55	7,11	6,56	7,15	6,57	7,15	6,60	7,15	6,64	7,10	6,70	7,13	6,58	7,08	6,69	7,03	6,67	7,00	6,67	7,00
22/Jan	10	6,45	7,04	6,48	7,12	6,49	7,14	6,52	7,16	6,51	7,12	6,50	7,15	6,49	7,18	6,50	7,15	6,51	7,17	6,51	7,17
23/Jan	11	6,71	6,89	6,72	7,02	6,73	6,93	6,75	6,87	6,74	6,84	6,75	6,82	6,71	6,82	6,73	6,82	6,72	6,79	6,72	6,79
24/Jan	12	6,42	-	6,43	-	6,43	-	6,44	-	6,45	-	6,47	-	6,43	-	6,45	-	6,46	-	6,46	-
25/Jan	13	6,39	-	6,40	-	6,41	-	6,41	-	6,42	-	6,44	-	6,43	-	6,43	-	6,43	-	6,43	-
26/Jan	14	6,27	6,18	6,31	6,26	6,33	6,24	6,35	6,21	6,37	6,18	6,40	6,16	6,35	6,13	6,38	6,10	6,37	6,25	6,37	6,25
27/Jan	15	6,35	6,69	6,36	6,76	6,36	6,76	6,37	6,73	6,38	6,82	6,38	6,84	6,37	6,87	6,39	6,73	6,38	6,60	6,38	6,60
28/Jan	16	6,37	6,04	6,38	6,01	6,38	5,98	6,40	6,11	6,42	6,03	6,41	6,08	6,40	6,13	6,40	6,05	6,40	6,03	6,40	6,03
29/Jan	17	6,37	6,53	6,21	6,58	6,22	6,54	6,23	6,52	6,23	6,54	6,25	6,52	6,21	6,54	6,22	6,48	6,23	6,45	6,23	6,45
30/Jan	18	6,03	6,19	6,02	6,23	6,00	6,25	6,01	6,42	6,04	6,31	6,06	6,39	6,03	6,24	6,04	6,24	6,03	6,18	6,03	6,18
31/Jan	19	6,15	6,88	6,21	7,00	6,24	7,02	6,23	7,04	6,18	7,03	6,19	7,07	6,18	7,03	6,41	7,01	6,40	7,01	6,40	7,01
01/Fev	20	6,56	6,65	6,63	6,73	6,62	6,77	6,65	6,77	6,60	6,78	6,57	6,81	6,62	6,83	6,81	6,62	6,55	6,66	6,55	6,66
02/Fev	21	6,79	6,34	6,81	6,80	6,80	6,81	6,82	6,81	6,85	6,76	6,90	6,77	6,84	6,76	6,95	6,73	6,92	6,72	6,92	6,72
03/Fev	22	6,34	6,81	6,36	6,85	6,37	6,84	6,37	6,82	6,38	6,78	6,40	6,76	6,38	6,77	6,39	6,67	6,41	6,67	6,41	6,67
04/Fev	23	6,37	6,15	6,37	6,31	6,39	6,27	6,39	6,24	6,40	6,28	6,40	6,16	6,39	6,19	6,40	6,13	6,40	6,14	6,40	6,14
05/Fev	24	6,41	6,94	6,41	7,30	6,42	7,22	6,43	7,16	6,43	7,07	6,43	7,08	6,42	7,17	6,44	7,05	6,43	7,03	6,43	7,03
06/Fev	25	6,33	6,74	6,37	7,08	6,37	7,10	6,39	7,06	6,39	7,04	6,41	7,06	6,40	7,11	6,43	7,04	6,44	6,97	6,44	6,97
07/Fev	26	6,44	6,89	6,47	6,97	6,48	6,94	6,47	6,97	6,47	6,99	6,48	7,04	6,48	7,00	6,49	6,99	6,48	7,03	6,48	7,03
08/Fev	27	6,45	-	6,48	-	6,50	-	6,49	-	6,49	-	6,53	-	6,49	-	6,51	-	6,51	-	6,51	-

(...continuação)

TABELA D.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
09/Fev	28	6,06	6,72	6,41	6,93	6,73	6,94	6,54	6,95	6,56	6,94	7,20	6,95	6,71	6,95	6,40	7,01	6,37	6,93
10/Fev	29	6,43	6,58	6,59	6,98	6,05	6,96	6,24	6,96	6,57	6,90	6,56	6,94	6,55	6,93	6,22	6,96	6,38	6,94
11/Fev	30	6,17	6,92	6,47	7,17	6,48	7,16	7,03	7,12	6,49	7,04	6,58	7,09	6,60	7,18	6,04	7,11	6,40	7,00
12/Fev	31	6,88	6,59	6,91	6,95	6,24	7,01	6,83	6,94	6,73	6,98	6,49	7,09	6,52	7,15	6,41	7,03	6,23	6,93
13/Fev	32	6,67	6,06	6,71	6,76	7,01	6,01	6,76	6,93	6,43	6,40	6,71	6,85	6,75	6,98	6,81	7,02	6,03	6,37
14/Fev	33	6,34	6,19	6,43	6,77	6,62	6,58	6,77	6,80	6,41	6,23	6,43	6,38	6,44	6,43	6,95	6,66	6,40	6,40
15/Fev	34	6,81	6,57	6,53	6,19	6,73	6,23	6,45	6,86	6,33	6,03	6,43	6,40	6,41	6,54	6,39	7,01	6,55	6,23

(-) Amostra não coletada

TABELA D.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos pré-filtros	Efluente do pré-filtro 1	Efluente do pré-filtro 2	Efluente do pré-filtro 3	Efluente do pré-filtro 4	Efluente do pré-filtro 12	Efluente do pré-filtro 34	Efluente do pré-filtro 1234
		PFPA	PFPA 1	PFPA 2	PFPA 3	PFPA 4	PFPA 12	PFPA 34	PFPA 1234	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	12/Jan	7,3	7,3	7,1	7,3	7,5	7,2	7,5	7,2	7,2
	19/Jan	6,7	6,7	6,5	6,5	6,7	6,7	6,5	6,5	6,2
	26/Jan	7,0	6,9	6,4	6,8	6,8	7,0	6,8	6,8	6,4
	02/Fev	6,6	6,6	6,6	6,5	6,6	6,6	6,6	6,7	6,6
	09/Fev	6,7	6,7	6,7	6,6	6,8	6,6	6,6	7,1	6,8
Potencial Zeta	12/Jan	-19,4	-18,3	-17,8	-17,1	-16,0	-18,5	-16,5	-16,6	-16,6
	19/Jan	-19,7	-18,1	-17,5	-17,0	-16,0	-17,6	-15,8	-15,7	-15,7
	26/Jan	-20,3	-17,4	-17,1	-17,2	-15,2	-17,3	-15,4	-15,7	-15,7
	02/Fev	-20,1	-18,4	-18,3	-17,7	-16,3	-18,1	-18,0	-18,0	-16,6
	09/Fev	1,75	1,53	1,50	1,26	1,10	1,43	1,25	1,08	1,20
Ferro Total (mg/L)	09/Fev	1,55	1,60	1,54	1,36	1,07	1,50	1,08	1,31	1,31
	12/Jan	>24192	19863	17329	10462	4352	19863	6131	4611	4611
	19/Jan	19863	12997	8704	3282	1201	12033	1674	1169	1169
	26/Jan	4786	1918	1565	1274	288	1112	472	598	598
	02/Fev	10111	1334	1153	1291	443	1497	798	443	443
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	12/Jan	345	203	332	359	265	269	203	148	148
	19/Jan	272	228	120	119	109	341	97	110	110
	26/Jan	195	135	74	20	41	31	31	41	41
	02/Fev	134	98	98	52	31	63	41	31	31
	09/Fev	14,87	17,19	18,12	19,02	19,01	17,28	16,03	18,69	18,69
Conductividade Elétrica (µS/cm)	12/Jan	15,74	14,50	16,40	17,60	16,69	16,88	17,31	16,27	16,27
	19/Jan	17,76	17,39	16,81	17,15	17,33	16,97	17,32	17,34	17,34
	26/Jan	14,07	13,53	13,58	14,01	14,81	13,61	14,73	14,85	14,85
	02/Fev	19,27	17,62	20,00	19,51	18,52	19,71	18,77	19,53	19,53
	09/Fev	14,87	14,77	18,12	19,02	19,01	17,28	16,03	18,69	18,69
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L)	12/Jan	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	19/Jan	6,7	6,3	6,3	6,3	6,2	6,7	6,7	6,7	6,7
	26/Jan	5,8	5,4	5,4	5,8	6,3	5,8	6,3	6,3	6,3
	02/Fev	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,7	6,7	6,7
	09/Fev	5,24	5,22	5,34	5,30	4,74	4,46	4,77	4,41	4,41
Carbono Orgânico Total (mg/L)	12/Jan	1,02	5,25	4,54	4,25	4,20	4,35	4,56	4,27	4,27
	19/Jan	4,13	3,11	3,34	0,68	3,62	3,33	3,01	2,88	2,88
	02/Fev	6,03	4,86	3,99	3,72	3,01	3,89	2,88	3,49	3,49
	09/Fev	5,24	5,22	5,34	5,30	4,74	4,46	4,77	4,41	4,41
	09/Fev	5,24	5,22	5,34	5,30	4,74	4,46	4,77	4,41	4,41

(...continuação)

TABELA D.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 8 m³/m²d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos PFFA	PFFA 1	PFFA 2	PFFA 3	PFFA 4	PFFA 12	PFFA 34	PFFA 1234	Efluente do	Efluente do
Absorvância (cm ⁻¹ λ=254nm)	26/Jan	0,135	0,130	0,129	0,124	0,123	0,120	0,128	0,121	0,120		
	02/Fev	0,153	0,140	0,135	0,136	0,132	0,130	0,134	0,131	0,129		
Fosfato Total (mg/L)	12/Jan	0,073	0,093	0,135	0,105	0,079	0,081	0,099	0,076	0,197		
	19/Jan	0,168	0,083	0,075	0,090	0,083	0,076	0,097	0,088	0,076		
	26/Jan	0,094	0,069	0,112	0,081	0,052	0,046	0,069	0,059	0,057		
	02/Fev	0,134	0,088	0,096	0,024	0,076	0,0757	0,100	0,079	0,045		
	09/Fev	0,263	0,1474	0,282	0,144	0,1162	0,143	0,218	0,154	0,173		
Sólidos suspensos (mg/L)	12/Jan	12,0	7,0	4,0	3,8	3,0	2,8	5,4	3,0	2,8		2,8
	15/Jan	16,0	3,6	5,2	5,2	5,0	1,6	3,2	0,8	1,8		1,8
	19/Jan	19,2	5,2	2,7	2,3	2,4	1,8	2,6	1,0	1,2		1,2
	22/Jan	11,0	7,2	5,0	3,2	3,0	3,6	2,6	1,4	2,2		2,2
	26/Jan	22,6	7,3	7,0	6,4	4,4	2,8	6,6	3,8	2,8		2,8
	29/Jan	23,6	7,4	6,0	4,6	2,6	1,0	5,1	2,3	1,5		1,5
	30/Jan	54,3	54,4	35,5	47,0	42,0	30,0	43,0	29,6	33,6		33,6
	05/Fev	12,2	5,0	3,6	3,4	0,8	1,6	1,8	1,6	1,6		1,6
	13/Fev	12,2	2,6	3,8	6,4	1,0	2,2	6,8	4,2	2,2		2,2

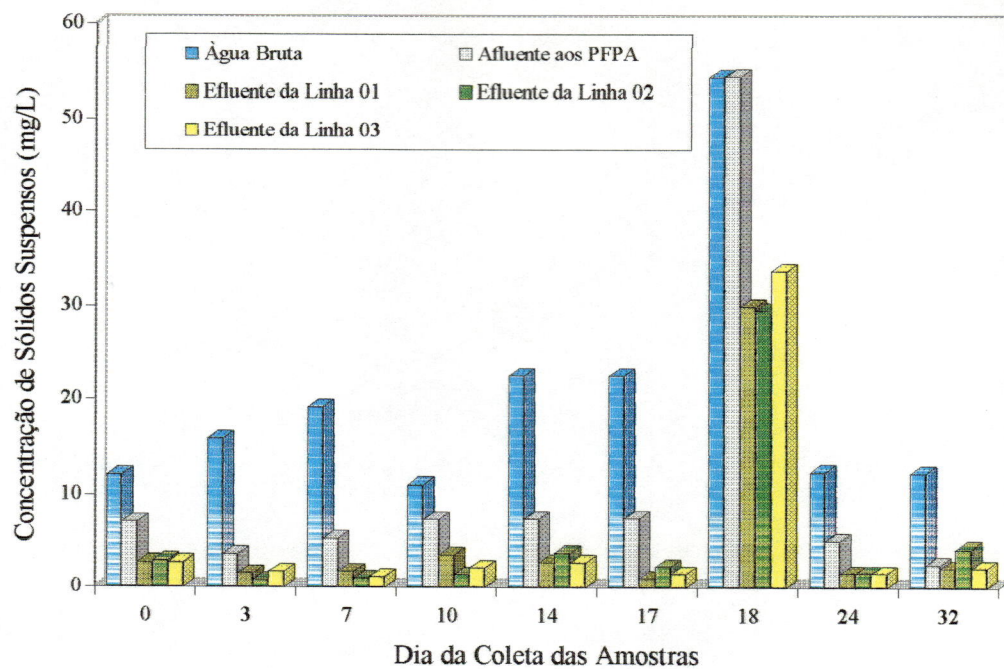


FIGURA D.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

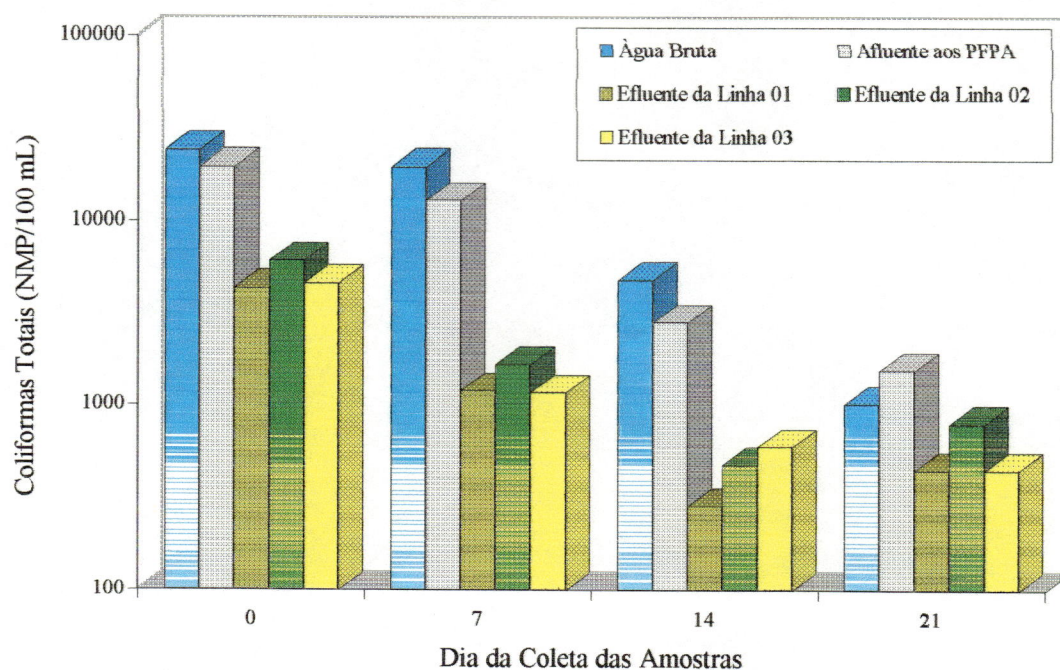


FIGURA D.6- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

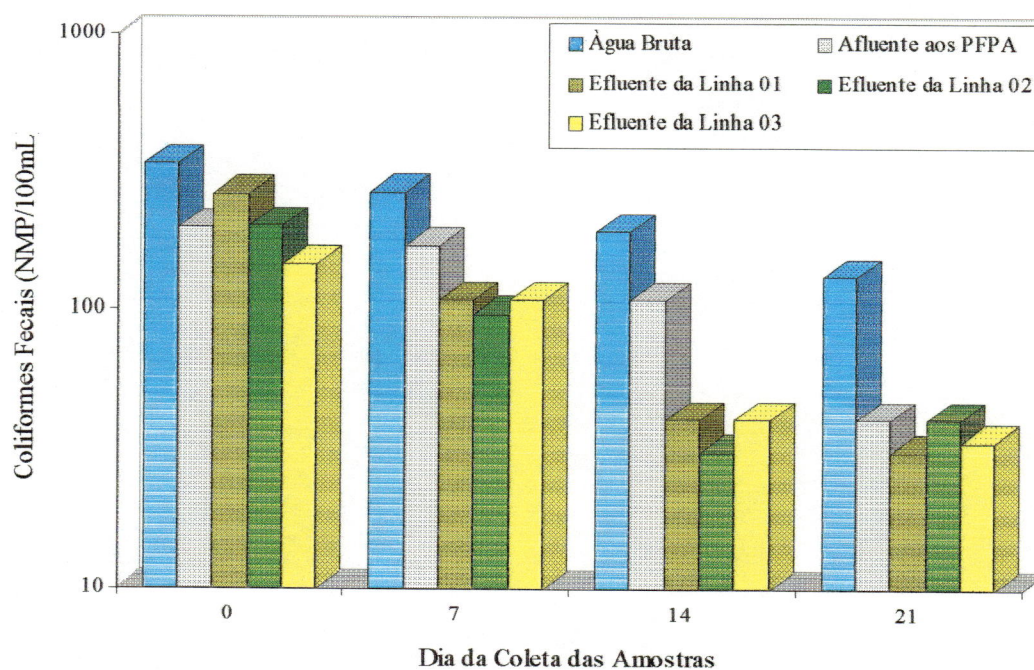


FIGURA D.7- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

TABELA D.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e as frações percentuais e porcentagens de remoção durante o ensaio 2-A, com taxa de filtração de 8 m³/m² d.

Data	Tamanho	Água Bruta				Afluente aos PPPA				Efluente da Linha 01				Efluente da Linha 02				Efluente da Linha 03			
		Número	%	Número	%	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	
13/Jan	2	4963	41,90	3566,1	58,57	28,15	1406,7	50,39	60,55	1411,6	50,41	60,42	1407,1	49,60	60,54						
	4	3461	29,22	2105,8	34,58	39,16	1050,2	37,62	50,13	1022,5	36,31	51,44	1079,4	38,05	48,74						
	8	2750,4	23,22	244,6	4,02	91,11	231	8,27	5,56	246	8,78	-0,57	246,7	8,70	-0,86						
	12	435,1	3,67	67	1,10	84,60	54	1,93	19,40	67,5	2,41	-0,75	55,7	1,96	16,87						
	18	162	1,37	59,8	0,98	63,09	34,7	1,24	41,97	39	1,39	34,78	34,8	1,23	41,81						
	24	41,2	0,35	30,5	0,50	25,97	9,3	0,33	69,51	8	0,29	73,77	7,2	0,25	76,39						
	36	15	0,13	10,8	0,18	28,00	3,5	0,13	67,59	3,5	0,12	67,59	3,8	0,13	64,81						
	48	18,5	0,16	4,5	0,07	75,68	2,5	0,09	44,44	2,2	0,08	51,11	2,4	0,08	46,67						
Total	11846,2	100,00	6089,1	100,00	48,60	2791,9	100,00	54,15	2800,3	100,00	54,01	2837,1	100,00	53,41							
19/Jan	2	5122	40,41	3764,9	60,78	26,50	1422,1	50,60	62,23	1430,7	50,50	62,00	1429,8	50,21	62,02						
	4	4056,2	32,00	2003	32,34	50,62	1047,9	37,29	47,68	1064,8	37,58	46,84	1101,5	38,68	45,01						
	8	2751,9	21,71	260	4,20	90,55	242,5	8,63	6,73	233	8,22	10,38	213,7	7,50	17,81						
	12	485,2	3,83	65,7	1,06	86,46	52,9	1,88	19,48	55	1,94	16,29	55,2	1,94	15,98						
	18	182,3	1,44	54,8	0,88	69,94	30	1,07	45,26	35,2	1,24	35,77	33	1,16	39,78						
	24	46	0,36	30	0,48	34,78	9,3	0,33	69,00	8,2	0,29	72,67	7,7	0,27	74,33						
	36	13,5	0,11	11,3	0,18	16,30	3,2	0,11	71,68	3,8	0,13	66,37	4,1	0,14	63,72						
	48	17,9	0,14	4,1	0,07	77,09	2,4	0,09	41,46	2,4	0,08	41,46	2,6	0,09	36,59						
Total	12675	100,00	6193,8	100,00	51,13	2810,3	100,00	54,63	2833,1	100,00	54,26	2847,6	100,00	54,02							
26/Jan	2	5982,3	43,34	3468,2	57,52	42,03	1512,3	51,73	56,40	1432,6	50,10	58,69	1434,3	49,40	58,64						
	4	4135	29,96	2135,4	35,42	48,36	1028,9	35,19	51,82	1054,6	36,88	50,61	1112,3	38,31	47,91						
	8	2879,2	20,86	255,4	4,24	91,13	273,5	9,36	-7,09	264,1	9,24	-3,41	243,5	8,39	4,66						
	12	523,4	3,79	66,8	1,11	87,24	58	1,98	13,17	52,8	1,85	20,96	59,7	2,06	10,63						
	18	194,6	1,41	55,2	0,92	71,63	34,2	1,17	38,04	40,2	1,41	27,17	39,4	1,36	28,62						
	24	52,7	0,38	31,2	0,52	40,80	10,1	0,35	67,63	9,2	0,32	70,51	8,1	0,28	74,04						
	36	16,5	0,12	12,8	0,21	22,42	3,8	0,13	70,31	3,4	0,12	73,44	3,4	0,12	73,44						
	48	19	0,14	4,4	0,07	76,84	2,7	0,09	38,64	2,5	0,09	43,18	3	0,10	31,82						
Total	13802,7	100,00	6029,4	100,00	56,32	2923,5	100,00	51,51	2859,4	100,00	52,58	2903,7	100,00	51,84							

(...continuação)

TABELA D.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e as frações percentuais e porcentagens de remoção durante o ensaio 2-A, com taxa de filtração de 8 m³/m²d.

Data	Tamanho	Água Bruta			Afluente aos PPPA			Efluente da Linha 01			Efluente da Linha 02			Efluente da Linha 03		
		Número	%	Número	%	Número	Remoção(%)	Número	Remoção(%)	%	Número	Remoção(%)	%	Número	Remoção(%)	%
	2	5463,1	41,55	3349,8	57,07	38,68	1434	50,43	57,19	1433,4	50,08	57,21	1413,7	51,73	57,80	
	4	4325,1	32,89	2067,9	35,23	52,19	1040,1	36,58	49,70	1061,4	37,08	48,67	979,5	35,84	52,63	
	8	2648,5	20,14	268,7	4,58	89,85	264	9,28	1,75	255,3	8,92	4,99	232,5	8,51	13,47	
	12	468	3,56	71	1,21	84,83	56,7	1,99	20,14	57,8	2,02	18,59	50,6	1,85	28,73	
	18	164	1,25	62,7	1,07	61,77	33,5	1,18	46,57	39,7	1,39	36,68	40,8	1,49	34,93	
	24	47,3	0,36	32,2	0,55	31,92	9	0,32	72,05	8,6	0,30	73,29	7,8	0,29	75,78	
	36	14,4	0,11	12,3	0,21	14,58	3,5	0,12	71,54	3,7	0,13	69,92	4,4	0,16	64,23	
	48	18,5	0,14	5,3	0,09	71,35	2,5	0,09	52,83	2,6	0,09	50,94	3,3	0,12	37,74	
	Total	13148,9	100,00	5869,9	100,00	55,36	2843,3	100,00	51,56	2862,5	100,00	51,23	2732,6	100,00	53,45	

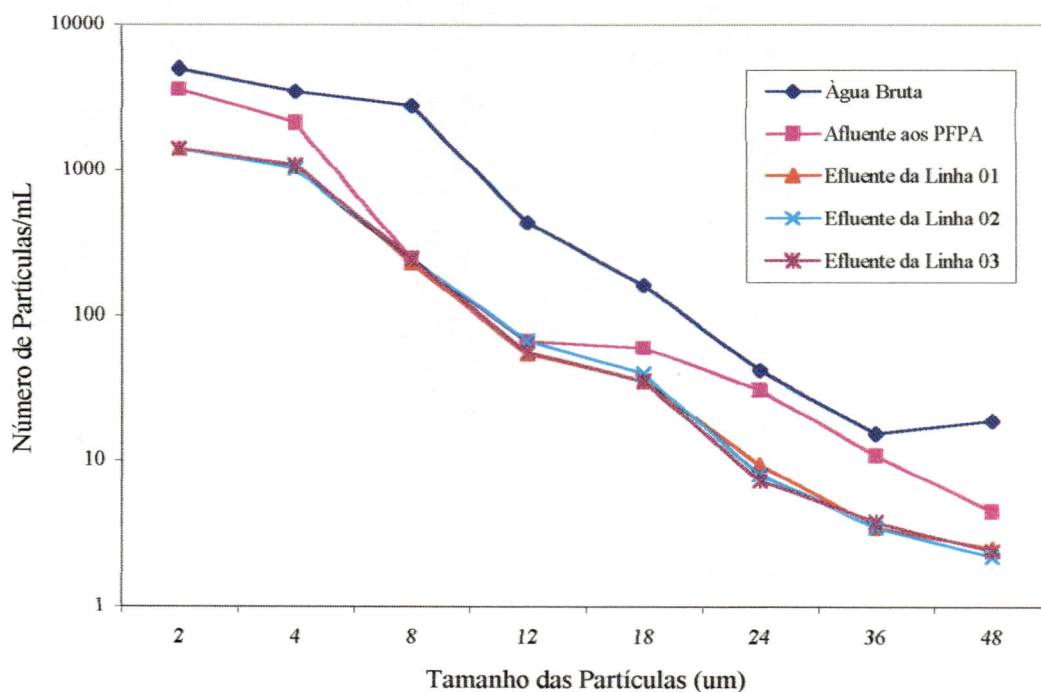


FIGURA D.8- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras colhidas no dia 13/01/1998, durante ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

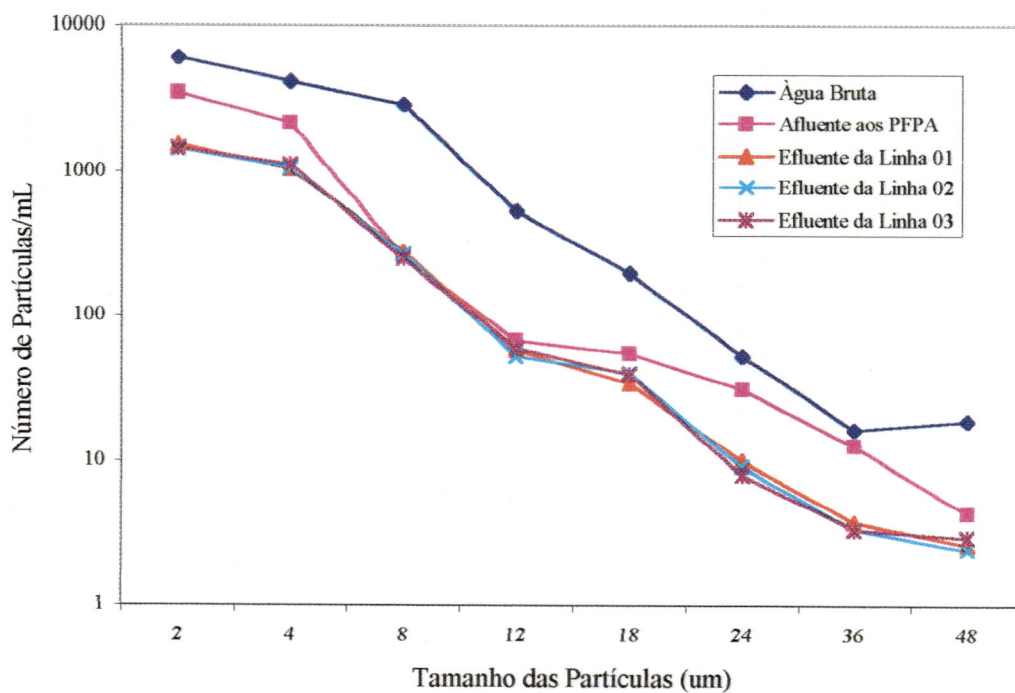


FIGURA D.9- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras colhidas no dia 26/01/1998, durante ensaio 02-A, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

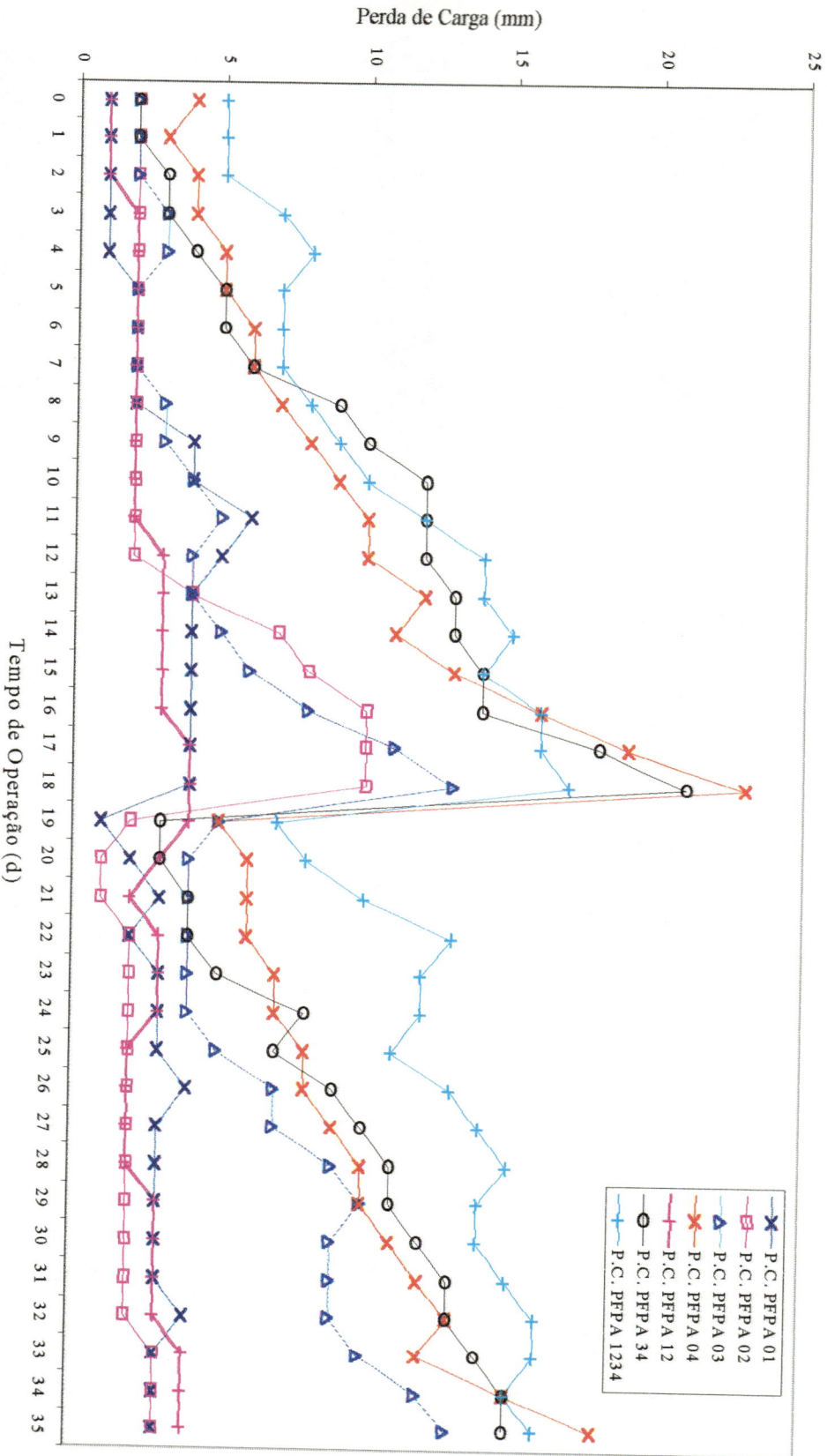


FIGURA D.10- Variação da perda de carga em função do tempo de operação, nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 02-A, com taxa de filtração de 08 m³/m²d e descarga de fundo no 17º dia.

ANEXO E

Tabelas e figuras referentes ao ensaio 2-B

TABELA E.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 2-B₂ com taxa de filtração de 12 m³/m²d – Período: 05/03/1998 a 13/04/1998.

Parâmetro	Água Bruta	Afluentes aos PFPAs	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	15,9 a 53,4	10,9 a 29,7	6,18 a 15,3	6,52 a 15,5
	Coleta 16:00h	16,3 a 53,4	10,8 a 29,7	5,63 a 16,2	6,28 a 15,5
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	162 a 383	124 a 294	70 a 161	74 a 162
	Coleta 16:00h	169 a 352	122 a 280	72 a 175	71 a 173
pH	Coleta 8:00h	6,33 a 6,91	6,37 a 6,97	6,55 a 7,30	6,53 a 7,41
	Coleta 16:00h	6,54 a 7,15	6,56 a 7,42	6,59 a 8,26	6,54 a 8,12
Sólidos Suspensos (mg/L)	13,6 a 20,0	4,4 a 13,7	4,0 a 13,0	3,4 a 9,2	2,2 a 6,5
Coliformes totais (NMP/100mL)	>2419,2 a 10462	1904 a 3654	341,0 a >2419,2	313,0 a 1299,4	648,8 a 1986,3
Coliformes fecais (NMP/100mL)	143 a 413	52 a 307	20,0 a 185,0	10,0 a 43,5	11,0 a 86,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,00 a 7,20	6,60 a 7,00	6,90 a 7,90	7,00 a 7,60	6,60 a 7,60
Ferro total (mg/L)	2,20 a 2,93	2,08 a 2,49	1,86 a 2,02	1,80 a 2,00	1,93 a 2,14
Condutividade elétrica (µS/cm)	21,00 a 23,00	20,80 a 23,00	20,50 a 21,60	19,60 a 21,80	18,70 a 21,20
Fosfato total (mg/L)	-	-	-	-	-
Alcalinidade total (mg/L)	7,8 a 9,3	8,3 a 9,3	8,8 a 9,8	6,5 a 9,3	7,8 a 8,8
Carbono orgânico total (mg/L)	3,93 a 5,63	3,71 a 4,29	2,65 a 4,69	2,68 a 4,04	3,08 a 4,46
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)	0,164 a 0,253	0,130 a 0,248	0,094 a 0,232	0,166 a 0,214	0,159 a 0,218

TABELA E.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02- B, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		PFPA 1		PFPA 2		PFPA 3		PFPA 4		PFPA 12		PFPA 34		PFPA 1234			
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
		Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta	Hora da coleta
09/Mar	0	-	28,4	-	20,2	-	19,8	-	19,3	-	17,1	-	15,4	-	19,5	-	15,3	-	15,3	-	15,5
10/Mar	1	32,6	28,1	17,5	18,1	16,6	17,6	19,1	16,8	14,9	14,5	13,3	12,3	18,4	17,1	13,0	12,3	13,0	12,3	13,0	12,8
11/Mar	2	29,2	22,7	18,1	16,7	17,8	16,4	16,5	15,7	15,0	13,8	12,3	11,1	17	15,8	12,5	11,1	12,5	11,1	12,5	11,9
12/Mar	3	26,0	25,4	15,9	17,5	15,3	17,1	15,0	15,1	13,8	13,0	10,6	9,48	16,3	16,4	10,8	10,2	10,2	11,1	11,0	11,0
13/Mar	4	23,4	24,4	15,9	15,8	15,3	15,8	14,9	14,6	13	12,6	10,0	8,68	16,2	15,2	10,1	9,39	10,7	10,7	10,3	10,3
14/Mar	5	27,7	-	16,6	-	16,8	-	16,0	-	13,2	-	9,35	-	17,5	-	9,52	-	10,5	-	10,5	-
15/Mar	6	30,4	-	16,7	-	16,5	-	16,0	-	13,0	-	9,30	-	16,9	-	9,74	-	9,81	-	9,81	-
16/Mar	7	19,1	33,0	13,6	21,5	16,6	21,5	15,1	20,2	11,3	14,0	9,05	7,89	16,5	20,7	8,91	9,2	9,86	10,7	10,7	10,7
17/Mar	8	25,6	24,7	15,1	15,4	15,3	15,4	14,0	14,3	12,1	11,8	9,74	9,94	14,3	14,8	9,82	9,38	10,1	10,1	10,1	10,1
18/Mar	9	26,1	22,4	14,6	14,6	15,8	14,5	14,0	13,3	11,6	10,6	8,94	8,58	14,1	13,6	8,88	8,73	9,74	9,74	9,74	9,17
19/Mar	10	20,9	22,2	13,4	13,6	13,6	13,5	13,0	12,2	10,9	10	9,49	8,47	13,4	12,4	9,81	8,56	9,66	9,66	8,73	8,73
20/Mar	11	26,3	24,4	15,5	15,7	15,2	15,9	14,3	14,5	11,3	11,7	9,03	9,6	15	14,1	9,48	9,72	9,93	10,4	10,4	10,4
21/Mar	12	23,5	25,2	15,1	15,3	14,8	16,8	14,7	14,3	12,9	12,1	10,2	9,62	14,9	16,3	10,2	9,98	11,2	11,2	11,2	11,2
22/Mar	13	21,6	27,6	14,0	15,6	17,1	15,4	13,0	13,3	11,4	11,1	9,03	8,90	13,7	14,2	9,14	9,26	10,0	10,2	10,2	10,2
23/Mar	14	26,4	31,2	17,7	16,5	16,0	16,3	15,2	14,0	13,0	11,9	10,1	9,90	16,1	14,4	10,7	9,8	11,3	11,2	11,2	11,2
24/Mar	15	26,6	21,7	14,9	14,5	16,0	15,0	15,7	13,6	13,9	11,0	10,5	9,36	14,4	13,6	10,4	9,05	10,4	10,4	10,1	10,1
25/Mar	16	26,4	21,7	15,3	13,2	15,3	14,8	14,5	12,0	13,3	9,54	10,1	5,63	14,8	12,8	10,3	8,71	10,2	9,31	9,31	9,31
26/Mar	17	23,1	21,5	15,1	13,5	15,3	12,9	14,0	11,3	13,2	9,49	10,0	8,66	14,3	12,2	10,4	7,98	10,3	8,35	8,35	8,35
27/Mar	18	23,6	24,5	14,9	16,4	15,2	16,6	13,6	13,2	11,0	10,6	8,70	8,63	14,1	14,0	9,57	8,96	8,85	8,92	8,92	8,92
28/Mar	19	24,2	-	16,1	-	15,7	-	14,0	-	13,0	-	9,80	-	15,5	-	10,0	-	10,2	-	10,2	-
29/Mar	20	53,4	-	29,7	-	28,1	-	24,4	-	19,5	-	15,3	-	26,6	-	15,5	-	15,6	-	15,6	-
30/Mar	21	29,7	-	20,4	-	19	-	17,7	-	16,2	-	12,1	-	18,8	-	12,5	-	12,3	-	12,3	-
31/Mar	22	-	33,2	-	23,7	-	23,6	-	20,3	-	19,4	-	16,2	-	22,8	-	14,5	-	15,2	-	15,2
01/Abr	23	-	24,4	-	16,4	-	17,5	-	16,7	-	13,1	-	11,3	-	16,3	-	10,8	-	11,0	-	11,0
02/Abr	24	30,1	30,1	20,4	14,9	20,1	14,8	18,4	14	12,2	9,87	8,54	9,43	17,5	21,6	10,7	8,39	11,1	8,55	8,55	8,55
03/Abr	25	22,3	22,3	13,2	13,2	13,4	13,4	11,8	11,8	9,7	9,7	8,94	8,94	12,2	12,2	8,11	8,11	8,4	8,4	8,40	8,40
04/Abr	26	19,7	19,7	12,4	12,3	12,5	14,5	11,7	11,6	9,96	9,98	7,96	8,34	13,9	11,6	8,45	7,61	8,55	7,98	7,98	7,98
05/Abr	27	18,3	18,3	12,1	11,6	11,9	13,7	11,8	10,3	10,1	9,38	8,05	7,65	12,9	10,8	7,11	6,87	7,41	7,41	7,41	7,41

(...continuação)

TABELA E.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m² d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
06/Abr	28	18,4	18,2	12,1	11,9	13,1	16,4	12,5	10,4	9,25	8,63	7,81	7,76	12,4	10,3	7,06	7,09	7,66	7,43
07/Abr	29	17,9	17,7	10,9	10,8	13,0	13,0	11,6	11,6	8,78	8,78	6,18	6,13	10,3	10,6	6,50	6,61	6,74	6,72
08/Abr	30	20,3	19,4	11,6	11,3	11,8	12,1	10,6	9,82	9,76	9,16	7,25	7,23	10,4	10,3	7,10	6,58	6,90	6,81
09/Abr	31	18,4	18,2	11,7	11,5	11,4	11,3	9,56	9,42	8,41	8,36	6,69	6,63	10,5	10,3	6,81	6,28	6,45	6,21
10/Abr	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/Abr	33	-	16,9	-	14,0	-	10,8	-	9,50	-	8,50	-	6,51	-	10,6	-	6,44	-	6,29
12/Abr	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/Abr	35	16,3	16,5	14,6	14,3	12	11,1	10,1	9,8	9,2	8,9	6,89	6,62	11,3	10,5	6,52	6,49	6,56	6,31
14/Abr	36	15,9	-	14,2	-	11,6	-	9,71	-	9,05	-	6,57	-	9,78	-	6,61	-	6,36	-

(-) Amostra não coletada

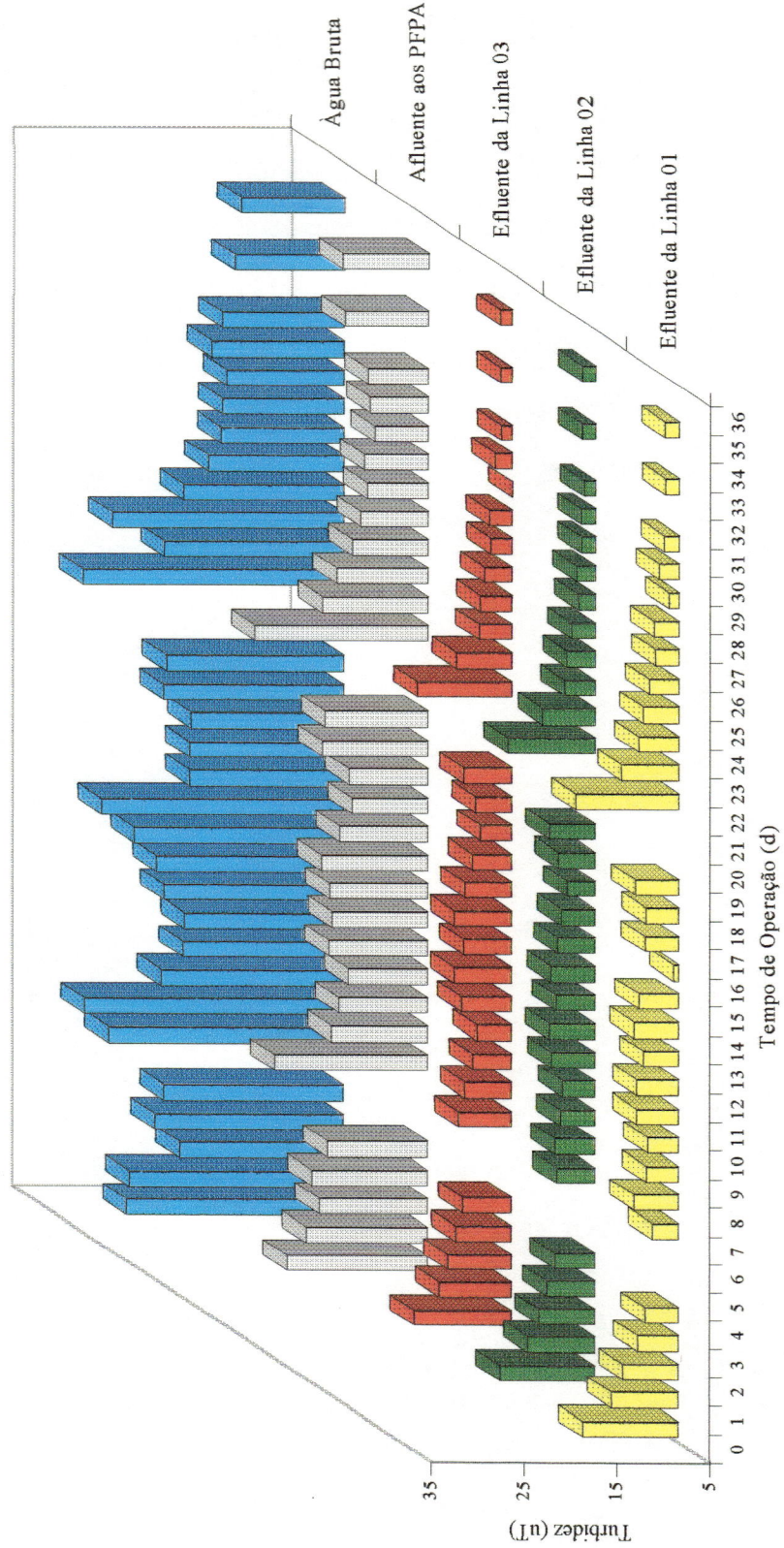


FIGURA E.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de 8 m³/m²d e coleta às 16:00h

TABELA E.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m² d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
09/Mar	0	-	273	-	231	-	223	-	215	-	195	-	175	-	217	-	173	-	175	-	175
10/Mar	1	259	284	205	220	196	211	192	202	178	177	158	150	221	204	158	152	156	156	156	156
11/Mar	2	275	248	217	200	214	194	210	190	183	170	161	138	210	191	162	138	163	144	144	144
12/Mar	3	252	266	194	218	192	210	186	190	168	167	135	128	189	199	140	134	139	140	140	140
13/Mar	4	260	262	189	198	187	195	172	185	165	162	124	121	195	187	125	125	134	133	133	133
14/Mar	5	286	-	-	-	206	-	195	-	164	-	130	-	200	-	133	-	132	-	-	-
15/Mar	6	274	-	206	-	200	-	193	-	161	-	127	-	198	-	130	-	129	-	-	-
16/Mar	7	227	352	178	280	205	231	192	200	150	184	127	142	188	228	122	160	128	158	158	158
17/Mar	8	256	278	198	200	193	198	196	186	156	160	121	136	190	191	122	133	122	138	138	138
18/Mar	9	249	237	195	182	196	176	177	166	159	137	126	116	197	168	129	115	128	118	118	118
19/Mar	10	232	227	189	170	187	164	174	152	147	128	109	110	167	154	119	111	115	111	111	111
20/Mar	11	255	246	176	184	175	181	168	169	139	141	115	118	175	168	118	116	120	124	124	124
21/Mar	12	236	254	181	191	178	194	177	169	154	144	125	114	176	189	122	118	133	129	129	129
22/Mar	13	235	283	172	188	188	184	160	166	139	140	114	112	166	173	113	113	123	126	126	126
23/Mar	14	259	333	210	201	200	187	190	177	167	153	133	129	194	176	135	125	139	141	141	141
24/Mar	15	273	224	185	175	190	176	186	165	171	135	133	114	180	164	140	110	135	121	121	121
25/Mar	16	279	238	189	159	188	168	177	149	170	123	135	79	178	154	136	115	135	119	119	119
26/Mar	17	252	249	178	167	174	160	159	146	130	122	101	111	167	153	103	102	100	108	108	108
27/Mar	18	235	247	156	166	160	188	156	164	135	134	102	109	160	162	114	106	111	111	111	111
28/Mar	19	242	-	162	-	154	-	141	-	132	-	100	-	150	-	103	-	105	-	-	-
29/Mar	20	383	-	294	-	267	-	222	-	174	-	133	-	271	-	131	-	133	-	-	-
30/Mar	21	296	-	250	-	241	-	209	-	153	-	118	-	223	-	120	-	121	-	-	-
31/Mar	22	-	321	-	247	-	254	-	272	-	199	-	170	-	240	-	153	-	156	-	156
01/Abr	23	-	245	-	186	-	190	-	183	-	150	-	133	-	181	-	123	-	125	-	125
02/Abr	24	265	277	201	205	206	224	185	212	150	150	93	108	201	195	136	131	144	135	135	135
03/Abr	25	248	209	181	156	153	150	140	139	128	118	107	108	143	140	110	97	106	99	99	99
04/Abr	26	218	204	153	143	131	156	138	131	121	121	87	100	162	134	91	90	94	93	93	93
05/Abr	27	197	183	132	130	127	136	139	120	132	106	96	91	153	119	82	79	85	83	83	83

(...continuação)

TABELA E.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$

Data	Tempo de Operação	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234	
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
06/Abr	28	193	196	131	139	132	129	156	120	145	105	94	90	145	118	79	83	81	87
07/Abr	29	176	175	124	123	131	131	134	123	124	100	75	72	115	113	74	75	75	76
08/Abr	30	211	206	149	132	134	135	121	116	138	104	91	85	121	119	82	78	84	79
09/Abr	31	191	189	126	122	123	125	109	110	102	99	79	78	118	113	76	71	77	73
10/Abr	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/Abr	33	-	171	-	142	-	151	-	125	-	102	-	86	-	117	-	79	-	75
12/Abr	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/Abr	35	171	169	133	141	138	110	135	120	123	117	70	78	135	116	78	77	81	72
14/Abr	36	162	-	136	-	107	-	129	-	124	-	75	-	132	-	75	-	79	-

(-) Amostra não coletada

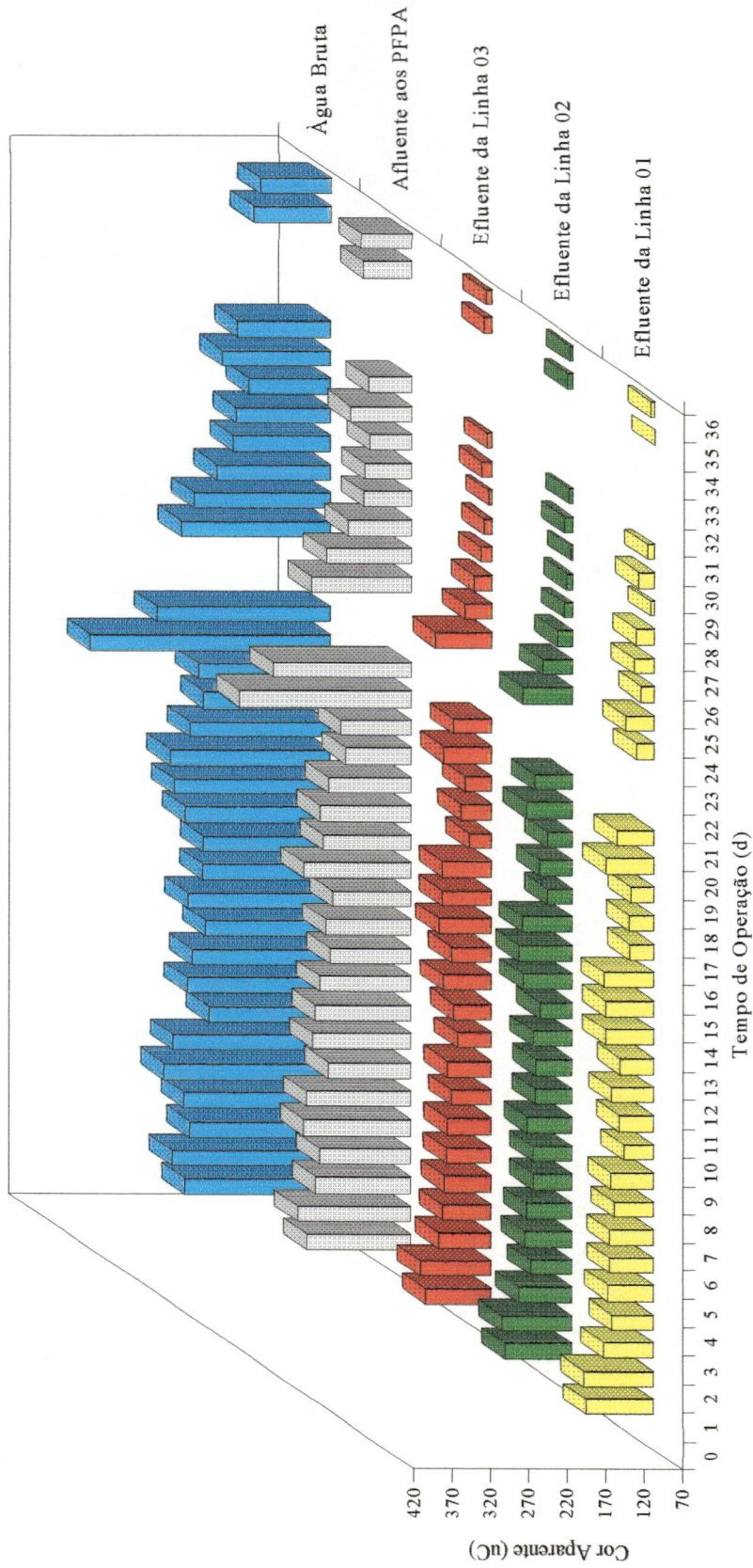


FIGURA E.2- Variação da cor aparente em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de 8 m³/m²d e coleta às 08:00h

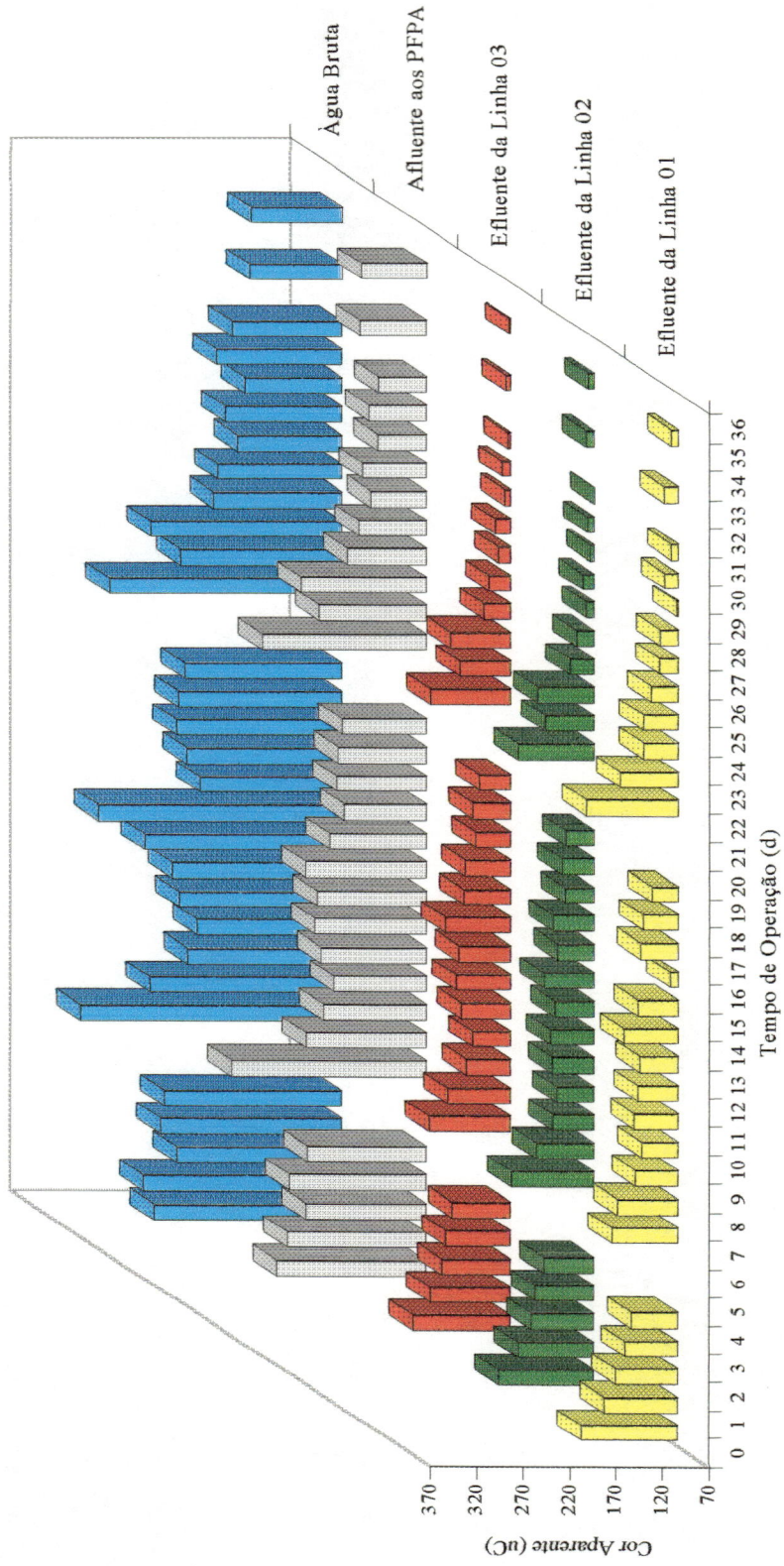


FIGURA E.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de 8 m³/m²d e coleta às 16:00h

TABELA E.4- Variação do pH, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFPA 1		Efluente do PFPA 2		Efluente do PFPA 3		Efluente do PFPA 4		Efluente do PFPA 12		Efluente do PFPA 34		Efluente do PFPA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
09/Mar	0	-	6,98	-	7,36	-	7,45	-	7,33	-	7,36	-	7,42	-	7,54	-	7,25	-	7,25	-	7,2
10/Mar	1	6,56	6,94	6,57	7,22	6,56	7,39	6,57	7,44	6,59	7,31	6,59	7,35	6,57	7,43	6,57	7,3	6,57	7,3	6,60	7,21
11/Mar	2	6,65	6,84	6,48	7,21	6,52	7,33	6,66	7,43	6,63	7,26	6,48	7,36	6,37	7,34	6,37	7,29	6,85	7,29	6,44	7,08
12/Mar	3	6,33	6,65	6,37	7,01	6,40	7,03	6,43	7,17	6,48	7,1	6,55	7,17	6,41	7,34	6,41	7,4	6,53	7,4	6,52	7,35
13/Mar	4	6,52	7,15	6,58	7,42	6,63	7,5	6,67	7,42	6,7	7,4	6,76	7,48	6,64	7,39	6,64	7,51	6,72	7,51	6,73	7,4
14/Mar	5	6,51	-	6,55	-	6,59	-	6,61	-	6,64	-	6,69	-	6,59	-	6,69	-	6,69	-	6,68	-
15/Mar	6	6,55	-	6,57	-	6,61	-	6,62	-	6,66	-	6,68	-	6,6	-	6,67	-	6,67	-	6,67	-
16/Mar	7	6,53	6,54	6,57	6,56	6,62	6,59	6,63	6,62	6,66	6,66	6,68	6,59	6,59	6,58	6,65	6,54	6,65	6,65	6,65	6,43
17/Mar	8	6,45	6,98	6,66	7,16	6,85	7,35	6,91	7,42	6,95	7,50	6,89	7,41	7,03	7,62	7,06	7,48	7,06	7,48	7,10	7,22
18/Mar	9	6,63	7,04	6,67	7,11	6,83	7,13	6,85	7,18	6,92	7,22	6,89	7,12	6,75	7,11	6,88	7,09	7,09	7,01	7,01	7,58
19/Mar	10	6,65	7,03	6,71	6,97	6,72	7,15	6,76	7,51	6,77	7,42	6,83	7,38	6,72	7,18	6,80	7,11	6,80	7,11	6,79	7,34
20/Mar	11	6,65	6,92	6,69	7,15	6,68	7,51	6,69	7,83	6,72	80,3	6,75	8,26	6,70	7,68	6,72	8,12	6,72	8,12	6,73	8,85
21/Mar	12	6,89	6,90	6,67	7,18	6,85	7,24	6,38	7,27	6,85	7,29	6,88	7,4	6,78	7,43	7,48	8,10	6,56	7,48	6,56	7,38
22/Mar	13	6,91	6,82	6,97	6,95	7,12	7,13	7,2	7,13	7,33	7,29	7,3	7,21	7,66	7,13	7,41	7,27	7,39	7,41	7,39	7,45
23/Mar	14	6,60	6,75	6,62	6,75	6,63	6,76	6,65	6,89	6,65	6,66	6,69	6,87	6,61	6,91	6,67	6,54	6,66	6,66	6,66	6,78
24/Mar	15	6,80	6,95	6,85	7,19	6,9	7,28	6,91	7,46	6,96	7,51	6,97	7,43	6,91	7,38	6,98	7,45	6,95	7,45	6,95	7,66
25/Mar	16	6,83	6,96	6,86	7,15	6,88	7,4	6,88	7,45	6,91	7,41	6,94	7,6	6,88	7,36	6,92	7,85	6,91	7,85	6,91	8,37
26/Mar	17	6,51	6,64	6,59	7,03	6,64	7,53	6,7	7,65	6,83	7,29	6,87	7,38	6,63	7,72	6,81	7,76	6,85	7,76	6,85	7,92
27/Mar	18	6,82	6,98	6,88	7,24	6,93	7,22	6,97	7,23	6,99	7,19	7,01	7,29	6,91	7,26	6,99	7,25	6,99	7,25	7,02	7,31
28/Mar	19	6,84	-	6,89	-	6,92	-	6,97	-	6,97	-	7,01	-	6,96	-	7,06	-	7,04	-	7,04	-
29/Mar	20	6,91	-	6,94	-	6,96	-	6,99	-	7,03	-	7,07	-	6,99	-	7,04	-	7,04	-	7,01	-
30/Mar	21	6,95	-	6,91	-	6,97	-	6,94	-	6,92	-	6,94	-	6,88	-	6,89	-	6,89	-	6,87	-
31/Mar	22	-	6,85	-	6,98	-	6,96	-	6,93	-	6,94	-	6,97	-	7,03	-	6,72	-	6,72	-	6,73
01/Abr	23	-	6,72	-	6,92	-	6,85	-	6,87	-	6,85	-	6,87	-	6,97	-	6,83	-	6,83	-	6,85
02/Abr	24	6,62	6,97	6,99	7,05	7,06	6,92	6,91	6,86	6,96	7,01	6,98	6,95	7,03	7,02	6,96	6,92	6,96	6,73	6,87	6,87
03/Abr	25	6,91	7,01	6,97	6,95	7,01	6,80	6,91	6,79	6,99	6,96	6,98	6,95	6,94	6,96	6,94	6,92	6,94	6,92	6,94	6,58
04/Abr	26	6,48	6,85	6,93	7,02	6,98	6,93	6,92	6,98	6,89	6,85	6,92	6,87	6,94	6,93	6,70	6,92	6,70	6,85	6,78	6,80
05/Abr	27	6,54	6,64	6,87	6,93	7,05	6,80	6,94	6,85	6,98	6,96	6,87	6,81	6,94	6,97	6,76	6,80	6,76	6,80	6,75	6,94

(...continuação)

TABELA E.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$

Data	Tempo de Operação	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
06/Abr		6,80	6,92	6,89	6,97	6,87	7,22	6,84	6,86	6,85	6,93	6,61	6,78	6,85	6,87	6,92	6,85	6,92	6,85	6,77	6,86
07/Abr		6,88	6,81	6,85	7,05	6,65	7,11	6,88	7,04	6,87	7,12	6,74	6,74	6,79	7,21	6,72	6,99	6,75	6,98	6,75	6,98
08/Abr		6,75	6,97	6,76	7,06	6,93	7,05	6,98	7,22	6,59	7,10	6,80	6,87	6,76	7,06	7,04	7,14	6,99	6,78	6,99	6,78
09/Abr		6,78	6,89	6,67	6,97	6,77	7,01	6,94	7,02	6,97	6,97	7,01	6,89	6,75	6,94	6,90	6,85	6,90	6,85	6,92	6,80
10/Abr		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/Abr		-	6,77	6,85	6,85	6,84	6,84	6,94	6,94	6,89	6,89	6,82	6,82	6,87	6,87	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,96
12/Abr		-	-	6,96	6,97	6,80	7,06	6,92	7,02	7,01	6,96	6,93	7,02	6,89	6,97	6,83	6,98	6,83	6,98	6,89	7,11
13/Abr		7,02	6,93	6,96	6,97	6,87	7,11	6,86	7,16	7,00	7,03	6,85	6,96	6,85	7,01	6,87	6,83	7,00	6,99	7,00	6,99
14/Abr		6,89	-	6,93	-	6,87	-	6,86	-	7,00	-	6,85	6,96	6,85	7,01	6,87	6,83	7,00	6,99	7,00	6,99

(-) Amostra não coletada

(...continuação)

TABELA E.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas medidos semanalmente durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m².d.

Parâmetro	Data	Água Bruta	Afluente aos pré-filtros				Efluente de cada unidade			
			PFPA	PFPA 1	PFPA 2	PFPA 3	PFPA 4	PFPA 12	PFPA 34	PFPA 1234
Carbono Orgânico Total (mg/L)	09/Mar	5,63	4,29	4,42	7,63	4,08	4,60	4,70	4,30	4,46
	16/Mar	3,93	3,81	3,69	3,73	3,66	3,58	3,82	3,46	3,26
	23/Mar	4,63	3,71	3,47	3,32	3,07	2,67	3,26	2,87	3,08
Absorvância (cm ⁻¹ λ=254 nm)	09/Mar	0,164	0,152	0,134	0,133	0,127	0,168	0,150	0,164	0,159
	16/Mar	0,170	0,179	0,177	0,196	0,200	0,197	0,208	0,191	0,198
	23/Mar	0,253	0,248	0,246	0,241	0,232	0,222	0,237	0,214	0,218
	30/Mar	0,174	0,130	0,145	0,190	0,094	0,072	0,122	0,166	0,176
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	09/Mar	16,0	13,7	13,0	8,6	5,2	3,8	10,4	4,2	4,4
	12/Mar	19,0	7,1	5,7	6,0	4,0	1,8	7,6	2,2	1,4
	16/Mar	16,3	11,0	12,5	9,2	6,0	4,0	10,0	4,2	4,6
	19/Mar	13,4	4,4	4,0	3,4	2,2	0,6	4,6	0,4	1,8
	23/Mar	14,6	10,4	9,5	8,4	6,5	3,8	8,8	3,8	4,0
	26/Mar	20,0	6,4	5,4	5,2	3,6	2,2	4,6	2,2	1,8
	03/Abr	14,5	7,2	6,6	4,2	4,4	1,7	5,3	2,2	2,4

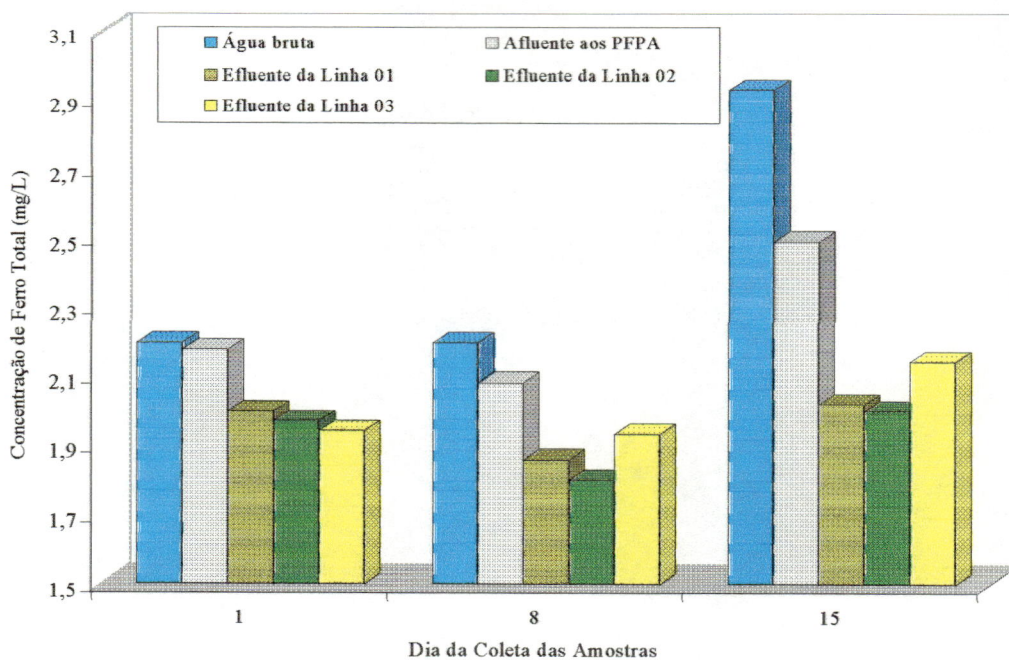


FIGURA E.4- Variação da concentração de ferro total, durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

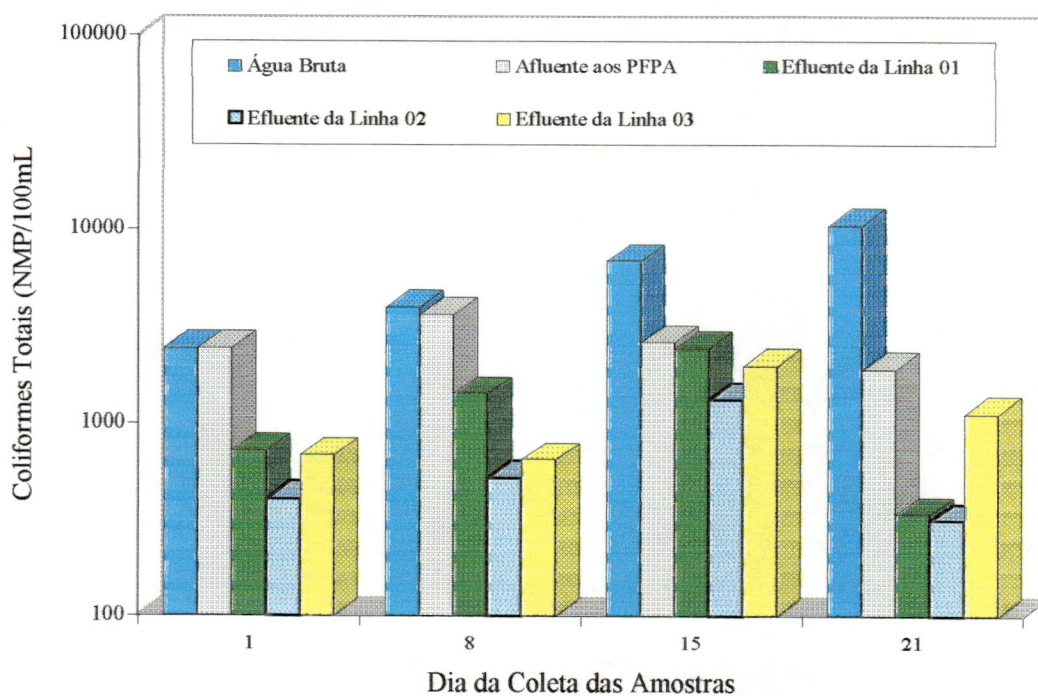


FIGURA E.5- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

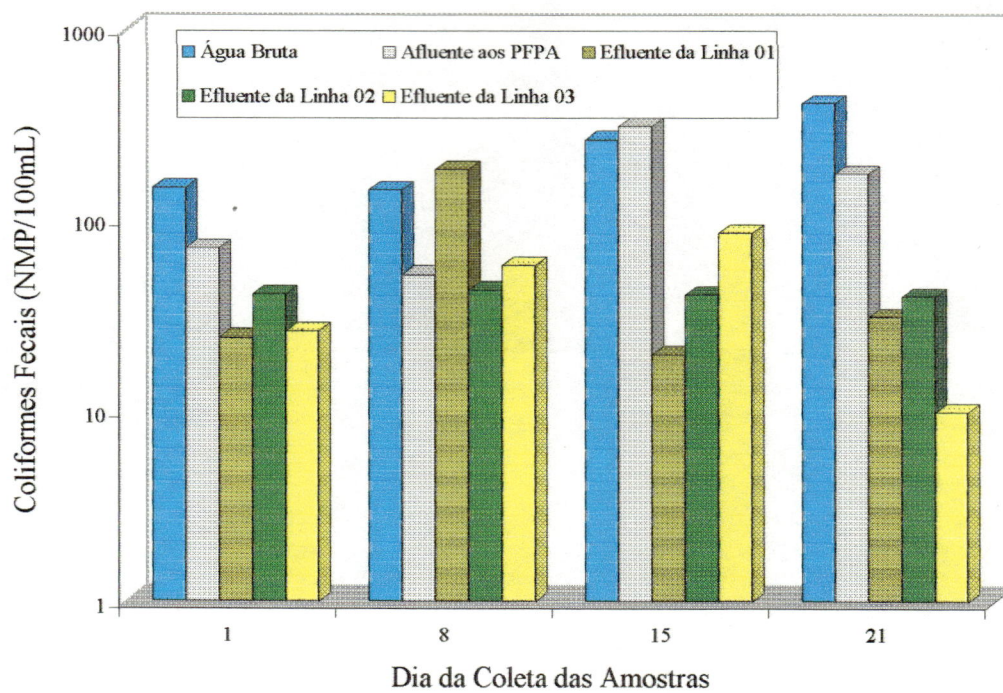


FIGURA E.6- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de $08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

TABELA E.6- Valores de tamanho e distribuição de partículas por mL, da água bruta, afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e porcentagens de remoção durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de 08 m³/m²d.

Data	Tamanho	Água Bruta				Afluente aos PFPAs				Efluente da Linha 01				Efluente da Linha 02				Efluente da Linha 03			
		Numero	%	Numero	%	Numero	%	Remoção(%)	Numero	%	Remoção(%)	Numero	%	Remoção(%)	Numero	%	Remoção(%)	Numero	%	Remoção(%)	Numero
09/Mar	2	5347,8	40,97	3379,4	50,97	36,81	1414,3	49,42	58,15	1522,7	49,76	54,94	1482,3	49,86	56,14						
	4	4389,1	33,62	2346,8	35,39	46,53	1026,5	35,87	56,26	1067	34,87	54,53	1055,6	35,51	55,02						
	8	2813,5	21,55	613,4	9,25	78,20	310,3	10,84	49,41	362,4	11,84	40,92	320,7	10,79	47,72						
	12	275,6	2,11	140,7	2,12	48,95	57,6	2,01	59,06	48,9	1,60	65,25	43,5	1,46	69,08						
	18	142,4	1,09	84,7	1,28	40,52	39,1	1,37	53,84	44	1,44	48,05	54,6	1,84	35,54						
	24	56,9	0,44	42,7	0,64	24,96	7,4	0,26	82,67	8,6	0,28	79,86	9,5	0,32	77,75						
	36	15,1	0,12	16,7	0,25	-10,60	4,7	0,16	71,86	4,2	0,14	74,85	4,9	0,16	70,66						
	48	13,6	0,10	6,3	0,10	53,68	2	0,07	68,25	2,3	0,08	63,49	1,9	0,06	69,84						
Total	13054	100,00	6630,7	100,00	49,21	2861,9	100,00	56,84	3060,1	100,00	47,77	57,15	1479,6	49,36	56,79						
16/Mar	2	4499	45,79	3424,6	53,31	23,88	1461,8	49,31	57,31	1467,5	47,77	57,15	1479,6	49,36	56,79						
	4	3361,5	34,21	2135,8	33,24	36,46	1097,5	37,02	48,61	1146,5	37,32	46,32	1067	35,59	50,04						
	8	1546,7	15,74	597,2	9,30	61,39	304,2	10,26	49,06	349,5	11,38	41,48	338,4	11,29	43,34						
	12	223,7	2,28	129,2	2,01	42,24	50,7	1,71	60,76	53,4	1,74	58,67	50	1,67	61,30						
	18	123,1	1,25	79,2	1,23	35,66	36,7	1,24	53,66	40,2	1,31	49,24	46,7	1,56	41,04						
	24	47,3	0,48	38,9	0,61	17,76	8	0,27	79,43	9,5	0,31	75,58	9,4	0,31	75,84						
	36	13,5	0,14	13,8	0,21	-2,22	3,6	0,12	73,91	4	0,13	71,01	5	0,17	63,77						
	48	11,2	0,11	5,8	0,09	48,21	1,9	0,06	67,24	1,7	0,06	70,69	1,7	0,06	70,69						
Total	9826	100,00	6424,5	100,00	34,62	2964,4	100,00	53,86	3072,3	100,00	49,11	52,18	2997,8	100,00	53,34						
23/Mar	2	4211,6	43,43	3167,8	48,90	24,78	1423,7	50,13	55,06	1414	49,11	55,36	1383,9	46,51	56,31						
	4	3046,8	31,42	2464,6	38,04	19,11	1011,1	35,60	58,98	995,2	34,57	59,62	1112,4	37,39	54,86						
	8	1984,7	20,47	567,1	8,75	71,43	299	10,53	47,28	364,1	12,65	35,80	361,5	12,15	36,25						
	12	245,7	2,53	130,3	2,01	46,97	52,3	1,84	59,86	47,8	1,66	63,32	47	1,58	63,93						
	18	130,2	1,34	83,3	1,29	36,02	38,9	1,37	53,30	41,5	1,44	50,18	52,7	1,77	36,73						
	24	50,8	0,52	44,1	0,68	13,19	8,7	0,31	80,27	10	0,35	77,32	11,4	0,38	74,15						
	36	14,7	0,15	14,9	0,23	-1,36	4,1	0,14	72,48	4,4	0,15	70,47	4,5	0,15	69,80						
	48	12,7	0,13	6,6	0,10	48,03	2,1	0,07	68,18	2,2	0,08	66,67	1,9	0,06	71,21						
Total	9697,2	100,00	6478,7	100,00	33,19	2839,9	100,00	56,17	2879,2	100,00	49,11	55,56	2975,3	100,00	54,08						

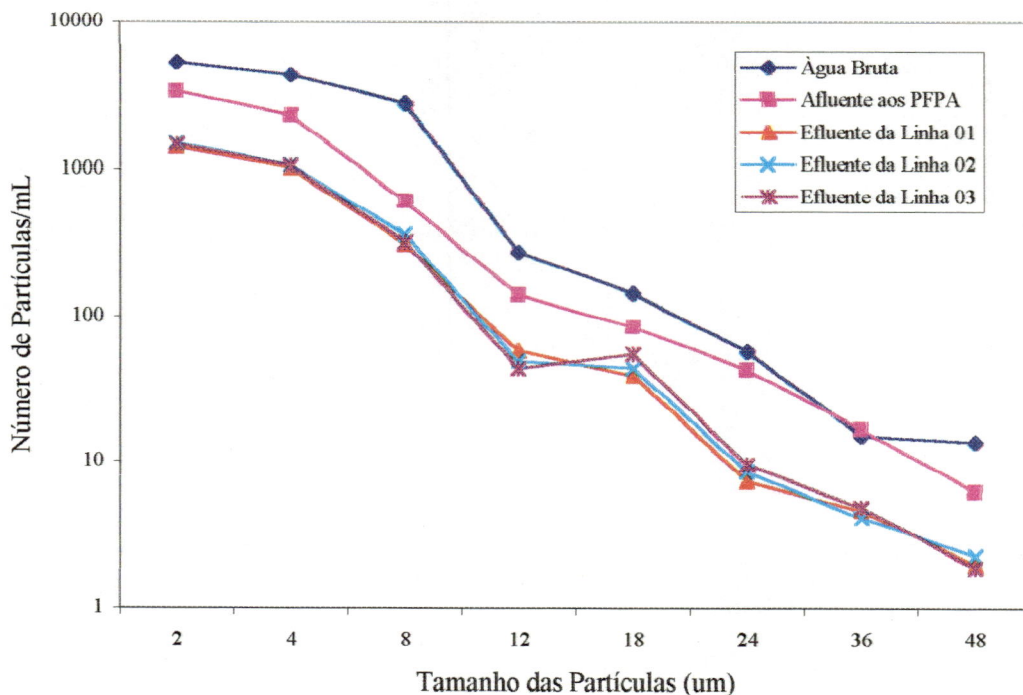


FIGURA E.7- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 09/03/1998, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m²d.

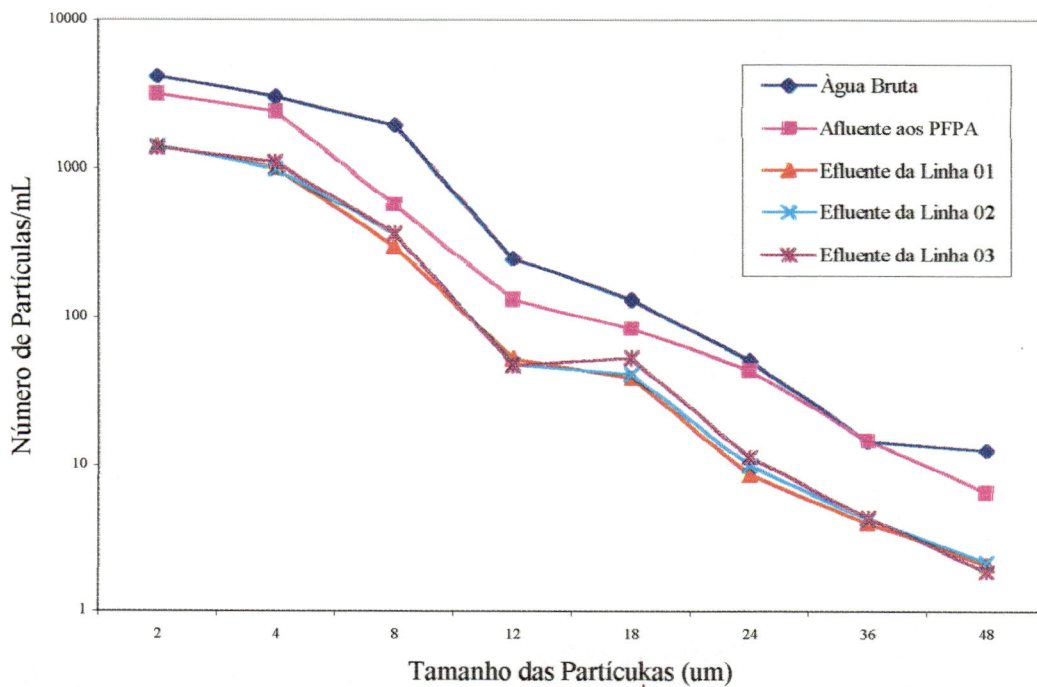


FIGURA E.8- Valores do número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 23/03/1998, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m²d.

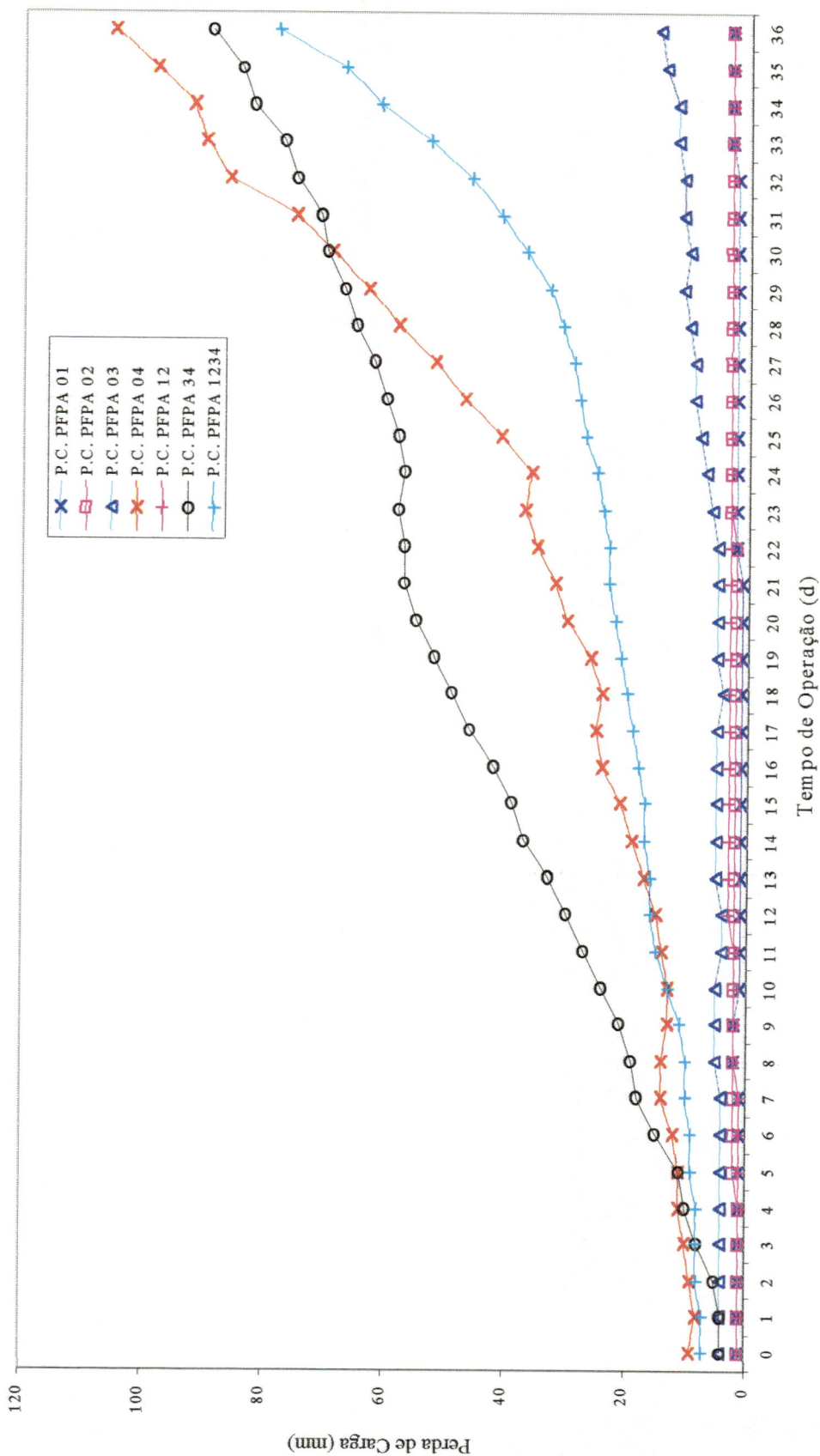


FIGURA E.9- Variação da perda de carga em função do tempo de operação nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 02-B, com taxa de filtração de 08 m³/m².d.

ANEXO F

Tabelas e figuras relativas ao ensaio 3-A

TABELA F.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m³/m²d – Período: 29/04/1998 a 27/05/1998.

Parâmetro	Água Bruta	Afluente aos PFFPA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	7,52 a 66,5	4,49 a 49,7	4,63 a 52,5	4,62 a 53,9
	Coleta 16:00h	7,88 a 46,5	4,21 a 49,5	4,36 a 46,4	4,37 a 47,2
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	85 a 605	47 a 465	50 a 480	51 a 503
	Coleta 16:00h	88 a 432	49 a 442	50 a 422	50 a 429
pH	Coleta 8:00h	6,44 a 7,08	6,28 a 7,13	6,30 a 7,16	6,33 a 7,27
	Coleta 16:00h	6,68 a 7,35	6,43 a 7,31	6,33 a 7,32	6,36 a 7,40
Sólidos Suspensos (mg/L)	7,0 a 25,2	3,2 a 19,6	0,6 a 15,0	0,4 a 16,0	0,6 a 12,6
Coliformes totais (NMP/100mL)	1396 a 12997	488 a 2987	223 a 591	173 a 404	182 a 345
Coliformes fecais (NMP/100mL)	173 a 1201	52 a 327	31 a 74	31 a 63	31 a 63
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,20 a 7,70	7,00 a 8,00	7,10 a 7,80	7,10 a 7,70	7,00 a 7,80
Ferro total (mg/L)	0,70 a 1,98	0,63 a 1,48	0,48 a 1,00	0,48 a 1,02	0,51 a 1,00
Condutividade elétrica (µS/cm)	16,29 a 17,39	16,45 a 18,10	16,58 a 17,89	16,73 a 19,37	16,65 a 17,56
Fosfato total (mg/L)	-	-	-	-	-
Alcalinidade total (mg/L)	7,2 a 7,8	6,7 a 7,2	6,2 a 7,2	6,2 a 7,2	6,2 a 7,2
Carbono orgânico total (mg/L)	1,43 a 3,33	1,33 a 2,41	1,04 a 2,15	1,26 a 2,28	1,30 a 2,29
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)	0,068 a 0,142	0,067 a 0,127	0,059 a 0,122	0,058 a 0,107	0,057 a 0,120

TABELA F.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		PPFA 1		PPFA 2		PPFA 3		PPFA 4		PPFA 12		PPFA 34		PPFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
29/Abr	0	73,60	50,10	66,50	46,50	67,20	48,60	63,70	50,90	57,10	51,00	49,70	49,50	64,00	47,80	52,50	46,40	53,90	47,20		
30/Abr	1	-	44,60	-	38,90	-	39,00	-	38,60	-	36,90	-	35,20	-	38,10	-	34,60	-	35,50	-	
01/Mai	2	28,50	27,60	23,40	23,20	24,10	22,50	23,30	21,80	22,20	20,20	20,50	18,70	23,00	21,70	20,40	18,70	20,40	19,00		
02/Mai	3	22,10	18,70	17,30	16,30	17,40	16,10	16,10	15,60	14,60	14,10	13,30	12,50	16,20	15,10	13,40	12,70	13,80	12,90		
03/Mai	4	16,70	14,20	11,50	11,20	11,50	11,30	10,80	11,00	10,00	9,80	7,62	8,29	11,00	10,80	7,66	8,72	7,68	8,75		
04/Mai	5	17,20	14,30	11,80	11,80	11,60	11,80	11,00	12,50	10,20	10,00	7,70	8,38	11,20	12,10	7,68	8,43	7,65	8,74		
05/Mai	6	19,40	19,50	15,70	14,80	15,90	15,40	15,20	14,80	13,00	12,20	10,60	9,93	14,60	14,10	10,90	9,94	11,90	10,30		
06/Mai	7	19,70	24,60	14,40	19,20	13,20	19,80	12,40	19,30	11,50	17,10	10,90	13,90	12,60	18,40	10,60	12,90	10,80	13,30		
07/Mai	8	20,40	16,20	14,20	11,70	13,80	11,60	12,90	11,10	11,70	9,32	11,00	7,26	12,90	11,10	11,10	7,17	11,00	7,04		
08/Mai	9	16,20	20,70	12,00	13,50	12,40	13,10	11,20	10,60	10,30	8,82	9,69	6,71	11,50	11,40	9,78	6,40	9,72	6,67		
09/Mai	10	18,70	19,10	15,30	15,70	15,00	14,50	13,40	13,20	11,10	11,00	8,72	8,89	14,50	14,00	8,81	8,85	8,63	8,79		
10/Mai	11	19,70	19,50	16,00	15,80	15,60	14,70	14,30	13,70	12,40	13,10	10,10	9,10	14,30	14,20	11,20	9,50	11,50	9,42		
11/Mai	12	15,00	15,10	12,00	10,30	10,10	10,90	9,10	10,60	8,52	8,45	7,15	6,03	9,99	10,10	7,12	5,79	7,10	6,06		
12/Mai	13	16,50	11,90	10,10	8,50	9,90	8,12	8,70	7,95	7,70	6,42	6,20	4,75	9,70	8,04	6,26	4,49	6,18	4,66		
13/Mai	14	15,60	13,00	10,30	8,99	12,00	8,97	10,20	8,96	9,04	7,75	7,36	6,53	9,89	8,54	7,62	6,45	7,27	6,27		
14/Mai	15	15,60	10,10	11,30	8,49	10,70	8,48	9,50	8,33	8,40	7,20	7,30	5,92	10,20	8,36	7,40	5,95	7,60	5,68		
15/Mai	16	12,90	18,50	10,10	10,40	9,67	10,40	8,40	9,22	7,99	7,24	6,77	6,04	9,25	9,31	7,03	6,10	6,96	5,95		
16/Mai	17	13,50	12,40	9,03	9,11	8,86	9,36	8,92	8,28	7,68	7,42	6,25	5,92	9,62	8,73	6,13	6,04	6,12	5,82		
17/Mai	18	9,13	14,40	7,52	10,10	7,82	10,60	7,29	8,74	6,41	7,08	5,42	5,67	7,39	9,76	5,45	5,86	5,32	5,77		
18/Mai	19	14,20	10,60	10,30	7,92	8,98	7,72	8,10	7,45	7,64	6,37	6,60	5,20	9,04	7,43	6,70	5,15	6,57	5,16		
19/Mai	20	14,70	11,00	8,94	8,91	9,03	8,81	7,80	7,44	6,98	6,03	6,07	4,51	8,53	7,77	5,99	4,50	5,97	4,46		
20/Mai	21	13,80	12,20	8,30	8,89	8,50	8,95	7,80	8,43	6,76	6,57	5,26	4,97	7,90	8,25	5,47	4,88	5,38	5,01		
21/Mai	22	16,00	12,80	10,40	8,37	11,00	8,49	9,50	8,21	8,00	6,49	5,66	5,07	8,80	7,93	5,69	4,96	5,85	5,07		
22/Mai	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23/Mai	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
24/Mai	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
25/Mai	26	15,20	10,60	8,91	8,14	7,81	8,35	7,07	8,19	6,09	6,01	4,49	4,28	7,50	7,54	4,63	4,41	4,62	4,47		
26/Mai	27	13,90	12,20	8,18	7,88	11,13	8,39	10,40	7,31	8,03	5,70	5,14	4,21	7,01	7,37	5,29	4,36	5,25	4,37		
27/Mai	28	19,70	26,30	10,30	14,90	10,00	14,10	9,31	12,00	7,50	7,79	5,36	5,55	8,82	12,60	5,71	6,50	5,61	6,09		
28/Mai	29	-	20,40	-	12,40	-	13,20	-	11,80	-	10,70	-	7,75	-	12,10	-	7,49	-	7,50		

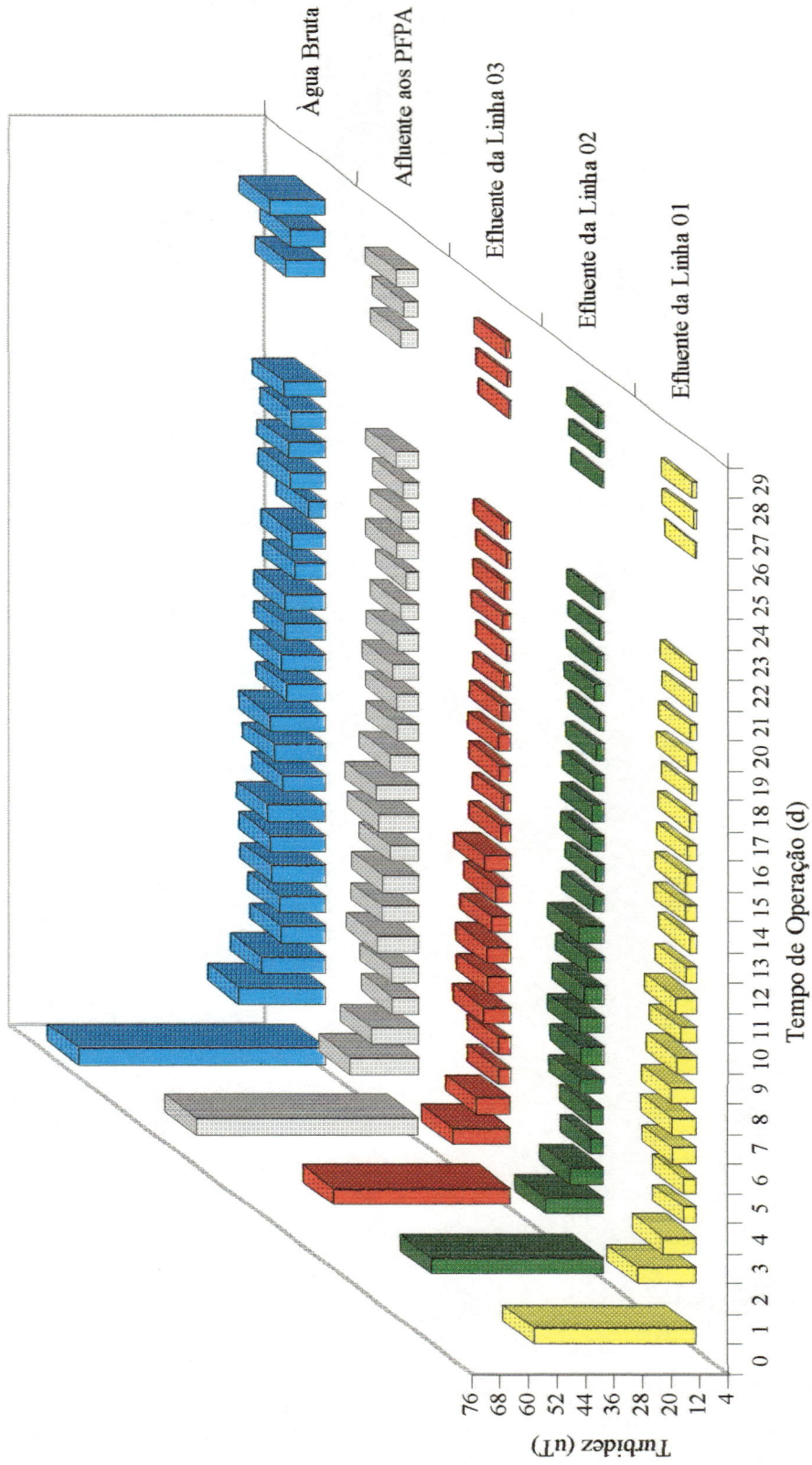


FIGURA F.1- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m³/m² d e coleta às 8.00h.

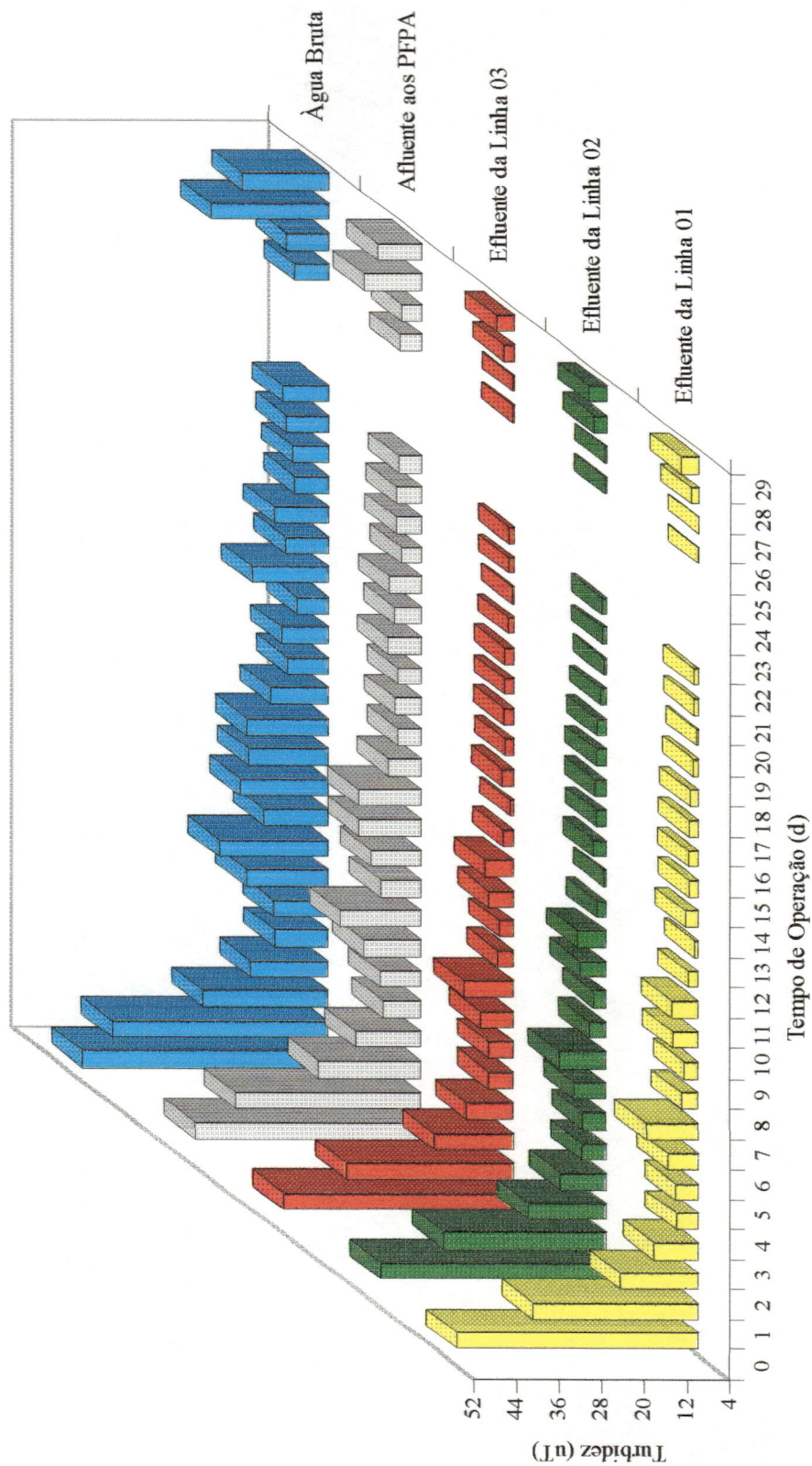


FIGURA F.2- Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m³/m² e coleta às 16:00h.

TABELA F.3 - Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m³/m²d

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
29/Abr	0	648	443	605	432	623	449	593	461	535	463	465	442	610	438	480	422	503	429		
30/Abr	1	-	383	-	352	-	355	-	351	-	335	-	319	-	346	-	313	-	315		
01/Mai	2	261	249	227	227	229	221	222	212	210	197	197	180	221	213	196	180	193	185		
02/Mai	3	197	175	173	156	174	163	162	158	147	144	133	127	162	151	133	128	137	129		
03/Mai	4	175	131	151	119	150	119	133	117	121	104	110	88	144	116	104	89	102	93		
04/Mai	5	178	146	149	126	150	125	136	130	122	109	108	90	145	128	106	90	107	92		
05/Mai	6	186	184	163	160	165	162	142	154	130	132	102	107	138	151	111	107	100	110		
06/Mai	7	186	231	154	200	147	205	132	197	119	174	98	142	142	190	99	131	100	135		
07/Mai	8	192	164	160	130	154	128	140	121	130	101	98	82	134	121	97	78	99	82		
08/Mai	9	172	189	134	143	129	136	117	120	104	96	82	76	124	123	83	73	84	75		
09/Mai	10	182	185	154	160	150	146	128	132	113	105	91	87	136	126	90	86	94	90		
10/Mai	11	215	200	162	159	153	143	140	135	133	124	117	100	160	143	120	104	124	115		
11/Mai	12	157	144	126	111	117	118	94	112	86	91	71	66	100	109	72	63	72	64		
12/Mai	13	178	117	109	92	98	90	88	87	80	71	68	53	97	89	65	50	66	52		
13/Mai	14	152	128	130	98	134	97	124	97	100	84	90	72	122	94	91	71	89	69		
14/Mai	15	139	109	116	89	110	88	95	87	82	75	71	62	100	86	74	62	77	59		
15/Mai	16	130	164	103	114	98	111	86	98	77	80	64	64	95	100	71	66	70	64		
16/Mai	17	133	126	98	98	97	101	98	89	86	79	71	64	100	93	70	65	69	62		
17/Mai	18	144	152	85	114	88	119	83	99	73	81	62	65	83	107	62	67	60	66		
18/Mai	19	138	116	109	90	98	88	90	85	84	74	74	61	100	85	70	60	72	60		
19/Mai	20	144	116	95	98	103	98	87	86	75	70	66	53	92	88	63	51	65	51		
20/Mai	21	136	133	94	98	98	99	80	94	71	74	59	56	89	92	63	55	65	57		
21/Mai	22	152	137	121	100	126	99	115	97	100	79	60	61	124	94	64	60	62	61		
22/Mai	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23/Mai	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
24/Mai	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
25/Mai	26	149	118	90	94	88	95	81	93	69	70	47	52	85	87	50	52	51	52		
26/Mai	27	129	118	89	88	100	92	91	82	78	66	54	49	80	84	64	51	58	50		
27/Mai	28	164	261	112	161	109	152	105	132	84	86	57	61	91	137	59	70	58	66		
28/Mai	29	-	203	-	142	-	145	-	133	-	117	-	84	-	132	-	87	-	82		

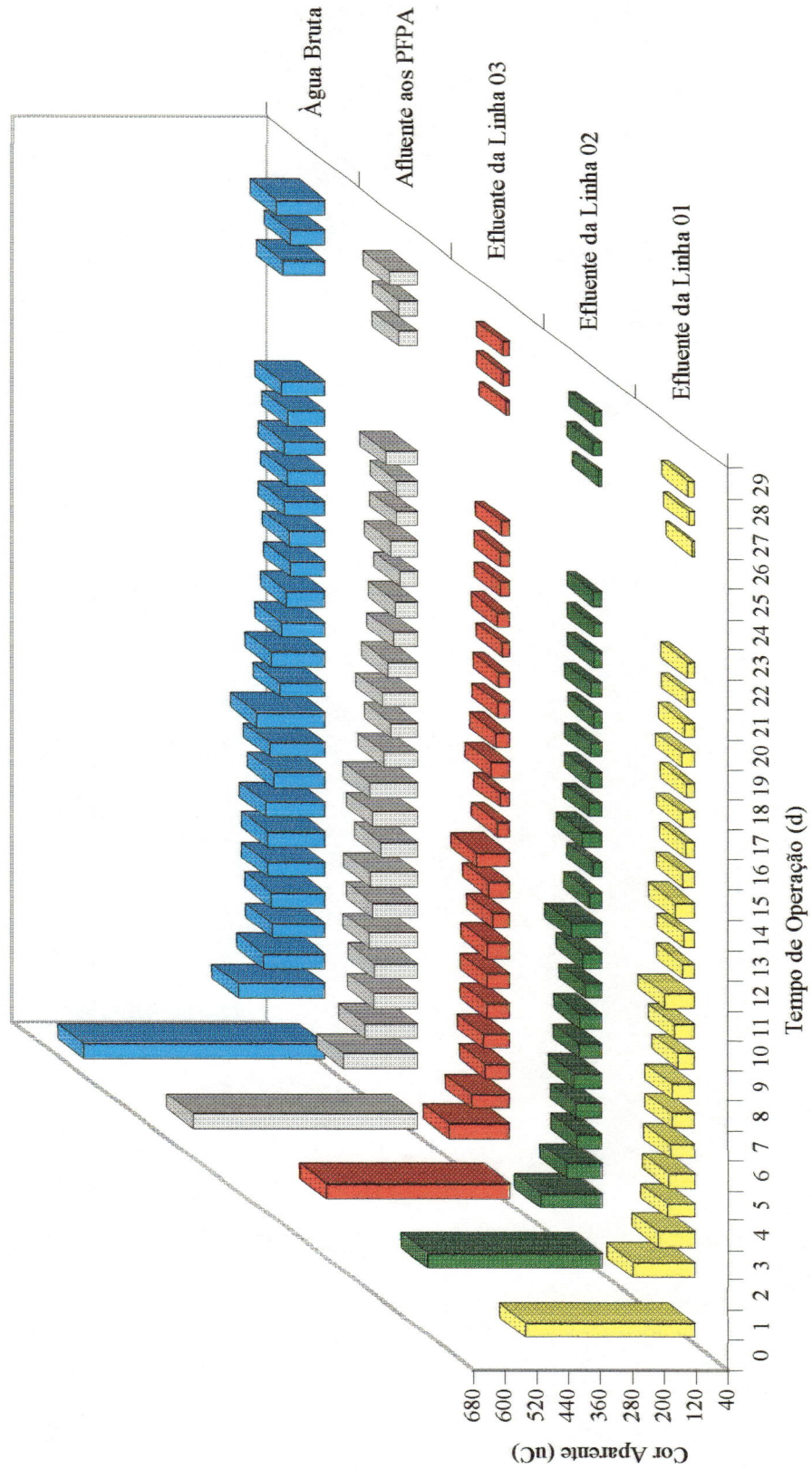


FIGURA F.3- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m³/m²d e coleta às 8:00h.

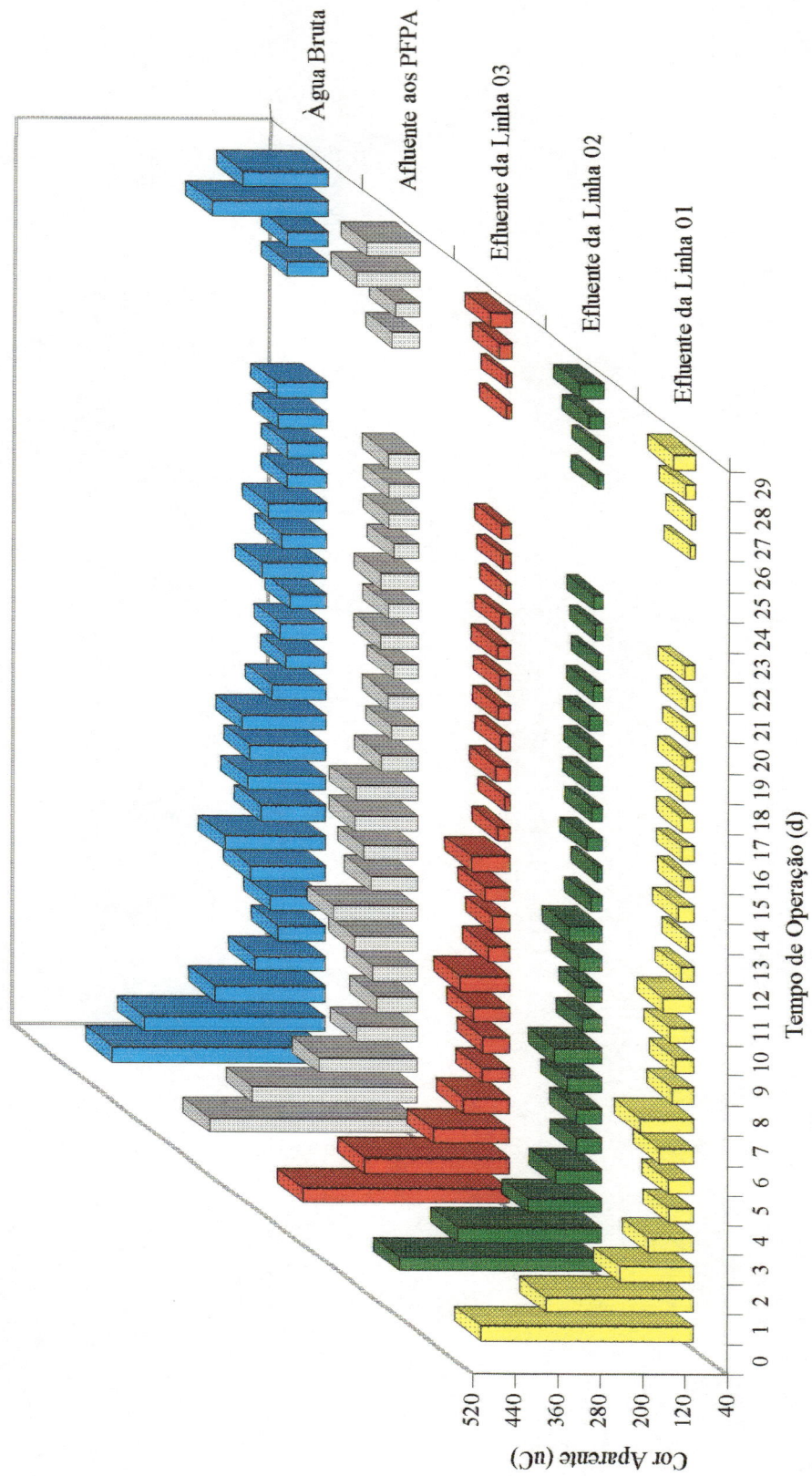


FIGURA F.4- Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ e coleta às 16:00h.

TABELA F-4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m³/m² d.

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
29/Abr	0	6,70	6,72	6,93	6,89	6,92	6,88	6,92	6,97	6,90	6,92	6,92	6,91	6,91	6,91	6,91	6,88	6,79	6,89	6,86	
30/Abr	1	-	6,75	-	6,90	-	7,18	-	7,22	-	7,28	-	7,31	-	7,35	-	7,26	-	7,38	-	
01/Mai	2	6,72	6,83	6,88	7,11	7,16	7,09	7,18	7,10	7,22	7,14	7,13	7,11	7,20	7,13	7,16	7,09	7,27	7,09	7,06	
02/Mai	3	6,87	6,90	6,99	7,00	7,09	7,05	7,08	7,07	7,06	7,06	7,04	7,04	7,07	7,06	7,09	7,07	7,09	7,06	7,06	
03/Mai	4	6,96	7,13	6,92	7,20	6,92	7,24	6,90	7,26	6,90	7,25	6,88	7,25	6,91	7,28	6,87	7,32	6,83	7,40	7,17	
04/Mai	5	6,95	7,07	6,93	7,17	6,93	7,18	6,88	7,18	6,89	7,16	6,85	7,18	6,90	7,17	6,86	7,15	6,84	7,17	7,12	
05/Mai	6	6,91	6,92	6,90	7,21	6,87	7,24	6,84	7,28	6,83	7,20	6,79	7,29	6,85	7,32	6,76	7,18	6,77	7,14	7,14	
06/Mai	7	7,05	6,84	7,04	7,05	7,05	7,05	7,03	7,24	7,04	7,12	7,04	7,13	7,05	7,17	7,03	7,14	7,04	7,14	7,14	
07/Mai	8	7,07	7,03	7,02	7,17	7,03	7,20	7,02	7,20	7,00	7,26	6,99	7,25	7,02	7,24	7,00	7,23	7,02	7,26	7,26	
08/Mai	9	6,90	6,94	6,94	7,35	6,37	7,14	6,97	7,24	7,02	7,32	6,28	7,12	6,32	7,38	6,30	7,16	6,33	7,04	7,04	
09/Mai	10	7,09	7,05	7,07	7,01	7,03	7,01	6,99	7,01	7,00	7,01	6,94	7,01	7,02	7,00	6,97	6,97	6,99	6,97	6,97	
10/Mai	11	6,88	6,92	6,85	6,96	6,82	6,97	6,82	6,97	6,84	7,00	6,82	6,97	6,86	7,00	6,80	6,98	6,78	6,98	6,98	
11/Mai	12	7,00	6,98	6,87	7,21	6,84	6,97	6,85	6,88	6,88	6,85	6,83	7,03	6,89	7,07	6,84	6,81	6,83	6,70	6,70	
12/Mai	13	6,53	6,97	6,89	7,15	6,46	7,10	6,42	6,44	6,44	7,12	6,41	7,09	6,47	7,05	6,45	7,05	6,45	7,04	7,04	
13/Mai	14	6,46	6,96	6,46	7,14	6,42	7,13	6,40	6,43	6,43	7,11	6,45	7,12	6,44	7,13	6,40	7,08	6,40	7,07	7,07	
14/Mai	15	7,05	6,91	7,03	6,99	6,97	7,04	6,92	6,86	6,86	7,02	6,82	6,93	6,92	7,03	6,84	6,99	6,88	7,01	7,01	
15/Mai	16	6,93	6,91	6,86	7,12	6,88	7,16	6,89	6,91	6,91	7,10	6,93	7,12	6,90	7,10	6,87	7,14	6,86	7,11	7,11	
16/Mai	17	6,51	6,76	6,44	6,83	6,50	6,93	6,49	6,96	6,96	6,87	6,96	6,91	6,46	6,91	6,95	6,94	6,45	6,93	6,93	
17/Mai	18	6,36	6,50	6,48	7,14	6,49	7,01	6,96	7,09	6,97	7,07	6,97	7,09	6,41	7,11	6,97	7,04	6,42	7,03	7,03	
18/Mai	19	6,87	7,10	6,81	7,19	6,48	7,15	6,82	7,17	6,79	7,15	6,81	7,08	6,80	7,20	6,76	7,14	6,74	7,04	7,04	
19/Mai	20	7,11	6,92	7,08	7,10	7,05	7,12	7,10	7,06	7,06	7,08	7,05	7,03	7,08	7,02	7,06	6,88	7,04	7,07	7,07	
20/Mai	21	6,88	6,94	6,85	7,14	6,82	7,10	6,83	7,12	6,80	7,08	6,83	7,08	6,85	7,10	6,81	6,86	6,83	7,04	7,04	
21/Mai	22	6,80	6,97	6,79	7,23	6,79	7,18	6,75	7,26	6,76	7,32	6,76	7,24	6,79	7,25	6,74	7,22	6,73	7,23	7,23	
22/Mai	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23/Mai	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24/Mai	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25/Mai	26	6,92	7,06	6,91	7,17	6,88	7,20	6,86	7,16	6,88	7,18	6,85	7,18	6,91	7,16	6,86	7,14	6,84	7,15	7,15	
26/Mai	27	6,63	6,98	6,57	7,06	6,52	7,07	6,60	7,08	6,58	7,09	6,56	7,07	6,62	7,06	6,60	7,05	6,58	7,01	7,01	
27/Mai	28	6,61	6,53	6,68	6,68	6,60	6,69	6,70	6,54	6,67	6,48	6,72	6,43	6,69	6,43	6,67	6,33	6,69	6,36	6,36	
28/Mai	29	-	7,15	-	7,18	-	7,23	-	7,25	-	7,18	-	7,18	-	7,22	-	7,29	-	7,14	7,14	

TABELA F.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

Parâmetro	Data da coleta	Água Bruta	Afluente aos PFFA	PFFA 1	PFFA 2	PFFA 3	PFFA 4	PFFA 12	PFFA 34	Efluente do PFFA 1234
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	04/Mai	7,4	7,1	7,0	7,2	7,1	7,2	7,6	7,5	7,2
	11/Mai	7,2	7,0	7,2	7,1	7,0	7,1	7,0	7,1	7,0
	18/Mai	7,2	8,0	7,8	7,9	7,7	7,8	8,1	7,7	7,8
	25/Mai	7,7	7,5	7,4	7,4	7,2	7,3	7,5	7,5	7,5
Ferro Total (mg/L)	04/Mai	1,98	1,48	1,45	1,30	1,15	1,00	1,22	1,02	1,00
	11/Mai	0,70	0,63	0,64	0,67	0,63	0,49	0,66	0,49	0,53
	18/Mai	0,85	0,71	0,70	0,67	0,57	0,48	0,73	0,48	0,51
Coliformes Totais (NMP/100mL)	04/Mai	12997	2987	1674	780	256	223	959	173	218
	11/Mai	1396	488	459	443	437	331	987	233	182
	18/Mai	3076	1624	932	784	613	591	1153	402	345
	25/Mai	3877	670	598	395	464	288	1224	404	295
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	04/Mai	364	213	171	85	74	74	84	63	31
	11/Mai	197	142	119	98	63	52	74	31	41
	18/Mai	173	52	31	63	63	63	110	41	63
	25/Mai	1201	327	175	98	41	31	189	41	41
Condutividade Elétrica (µS/cm)	04/Mai	16,29	16,45	16,56	16,29	16,93	16,58	16,67	16,73	16,65
	11/Mai	17,27	18,10	18,05	17,85	17,76	17,89	17,26	17,70	17,56
	18/Mai	17,03	17,47	16,85	17,70	17,65	17,48	17,44	19,37	17,29
	25/Mai	17,39	17,38	17,33	17,46	17,49	17,35	18,19	17,91	17,52
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L)	04/Mai	7,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	7,2	6,7	6,7
	11/Mai	7,8	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
	18/Mai	7,2	6,7	6,7	6,7	6,2	6,2	6,7	6,2	6,2
	25/Mai	7,2	6,7	6,7	6,7	6,2	6,7	6,7	6,7	6,2
Carbono Orgânico Total (mg/L)	04/Mai	3,08	2,41	2,52	2,41	2,21	2,15	2,03	2,24	2,29
	11/Mai	1,43	1,52	1,56	1,45	1,45	1,32	1,55	1,26	1,30
	18/Mai	3,33	2,06	1,77	1,83	1,75	1,45	1,51	1,51	1,41
	25/Mai	1,58	1,33	1,29	1,39	1,15	1,04	1,31	1,17	1,61

(...continuação)

TABELA F.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

Parâmetro	Data da coleta	Água Bruta	Afluente aos PFA	Efluente do PFA 1	Efluente do PFA 2	Efluente do PFA 3	Efluente do PFA 4	Efluente do PFA 12	Efluente do PFA 34	Efluente do PFA 1234
Absorvância ($\text{cm}^{-1} \lambda = 254 \text{ nm}$)	04/Mai	0,099	0,105	0,084	0,082	0,092	0,080	0,074	0,070	0,064
	11/Mai	0,068	0,067	0,067	0,066	0,064	0,059	0,066	0,058	0,057
	18/Mai	0,138	0,124	0,117	0,122	0,117	0,122	0,117	0,107	0,120
	25/Mai	0,142	0,127	0,132	0,128	0,109	0,094	0,129	0,089	0,091
Sólidos Suspensos (mg/L)	29/Abr	25,2	19,6	17,2	17,6	17,3	15,0	17,0	16,0	12,6
	04/Mai	10,8	5,8	3,8	3,4	1,6	0,6	1,2	0,4	0,6
	07/Mai	8,4	4,0	6,0	3,8	1,6	1,0	4,6	0,4	1,4
	11/Mai	14,0	6,0	3,0	3,0	1,7	1,2	4,0	2,0	2,0
	15/Mai	7,0	3,2	2,6	2,4	1,8	1,2	3,4	1,2	2,8
	18/Mai	13,7	5,0	4,0	3,2	2,2	1,2	2,2	1,8	1,6
	21/Mai	15,6	8,1	5,8	4,6	3,2	3,2	5,2	3,2	3,6
	28/Mai	14,4	7,2	5,6	4,4	3,4	2,4	4,4	2,4	1,6

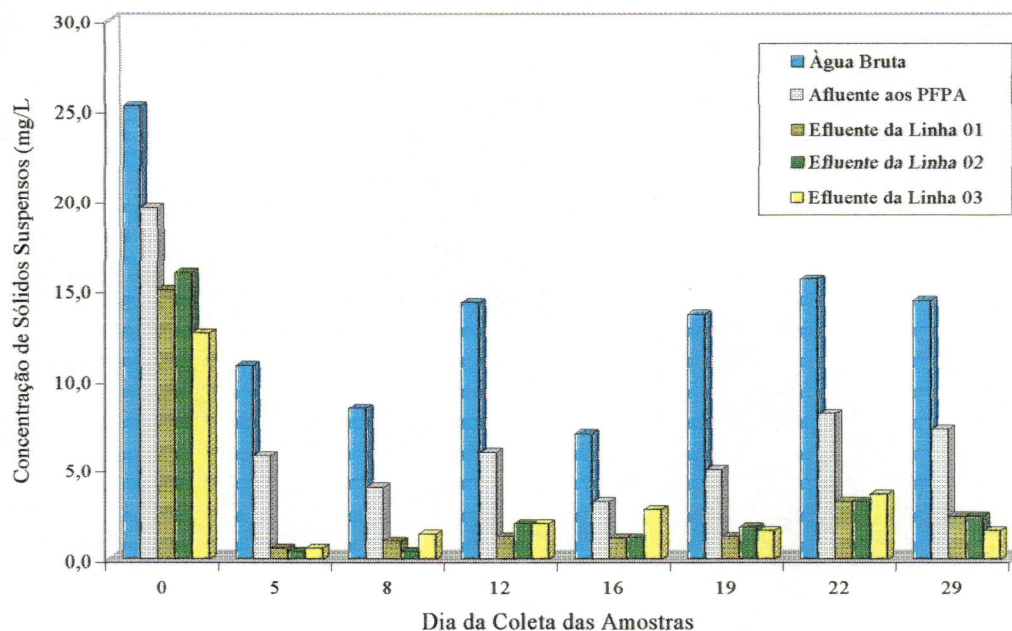


FIGURA F.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

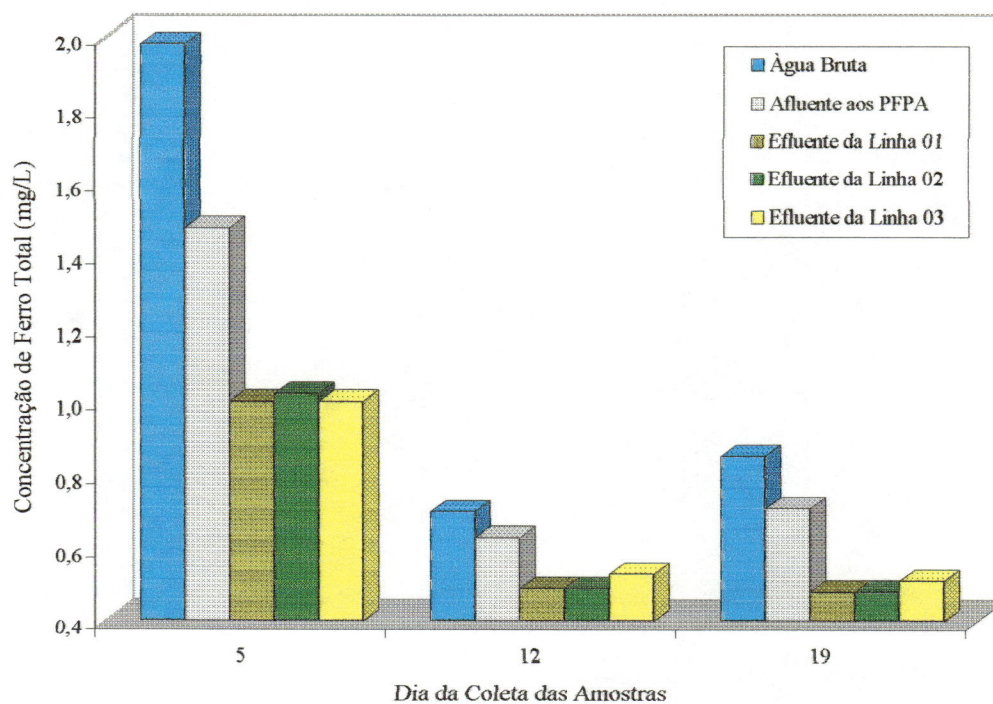


FIGURA F.6- Variação da concentração de ferro total, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

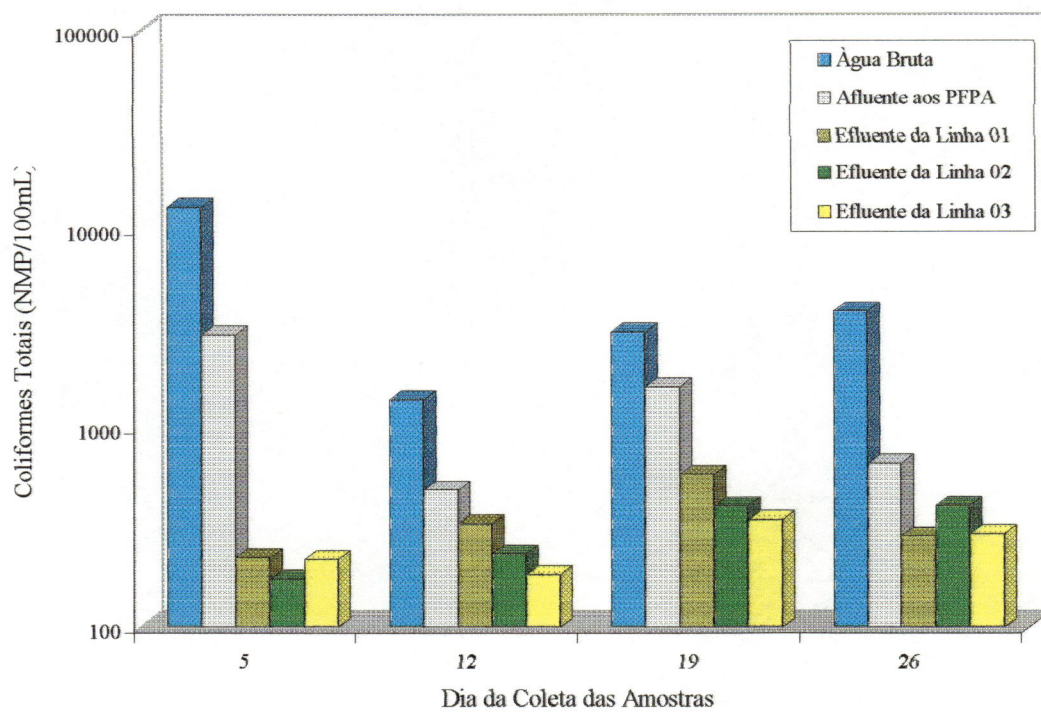


FIGURA F.7- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 03-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

TABELA F.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e porcentagens de remoção durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de 16 m³/m² d.

Data	Tamanho	Afluente aos PFP			Efluente da Linha 01			Efluente da Linha 02			Efluente da Linha 03				
		Número	%	Número	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	
07/Mai	2	4356,2	40,52	2846,2	57,45	34,66	602,8	52,55	78,82	700,4	56,22	75,39	671,1	54,30	76,42
	4	3423,5	31,85	1331,7	26,88	61,10	367,4	32,03	72,41	352,2	28,27	73,55	376,2	30,44	71,75
	8	2234,5	20,79	423,4	8,55	81,05	115,2	10,04	72,79	121,2	9,73	71,37	101,7	8,23	75,98
	12	531,5	4,94	246,7	4,98	53,58	30,1	2,62	87,80	32,4	2,60	86,87	45,5	3,68	81,56
	18	123,5	1,15	62,1	1,25	49,72	20	1,74	67,79	26,9	2,16	56,68	28,9	2,34	53,46
	24	45,2	0,42	27,9	0,56	38,27	5,5	0,48	80,29	6,6	0,53	76,34	6	0,49	78,49
	36	26,1	0,24	9,7	0,20	62,84	3	0,26	69,07	3,4	0,27	64,95	3,4	0,28	64,95
	48	9,3	0,09	6,4	0,13	31,18	3	0,26	53,13	2,8	0,22	56,25	3,1	0,25	51,56
Total		10749,8	100,00	4954,1	100,00	53,91	1147	100,00	76,85	1245,9	100,00	74,85	1235,9	100,00	75,05
11/Mai	2	3286,7	47,49	2436,2	57,35	25,88	597,2	56,11	75,49	613,2	55,20	74,83	603,5	54,83	75,23
	4	1945,2	28,10	1213,5	28,57	37,62	324,5	30,49	73,26	334,4	30,10	72,44	353,3	32,10	70,89
	8	1103,5	15,94	353,4	8,32	67,97	86,5	8,13	75,52	94,5	8,51	73,26	87,1	7,91	75,35
	12	410,6	5,93	164,8	3,88	59,86	27,6	2,59	83,25	35,9	3,23	78,22	26	2,36	84,22
	18	118	1,70	43,2	1,02	63,39	18,1	1,70	58,10	22	1,98	49,07	19,9	1,81	53,94
	24	30,8	0,45	22	0,52	28,57	5,7	0,54	74,09	6	0,54	72,73	5,2	0,47	76,36
	36	19,4	0,28	8,8	0,21	54,64	2,8	0,26	68,18	2,8	0,25	68,18	3	0,27	65,91
	48	7	0,10	6	0,14	14,29	2	0,19	66,67	2	0,18	66,67	2,6	0,24	56,67
Total		6921,2	100,00	4247,9	100,00	38,62	1064,4	100,00	74,94	1110,8	100,00	73,85	1100,6	100,00	74,09
18/Mai	2	3005,1	44,86	2450,7	59,52	18,45	573,2	56,26	76,61	620,7	58,33	74,67	583,9	54,68	76,17
	4	2100	31,35	1177,2	28,59	43,94	303,4	29,78	74,23	298,3	28,03	74,66	320,3	30,00	72,79
	8	1022,5	15,26	267,5	6,50	73,84	88	8,64	67,10	90	8,46	66,36	104,2	9,76	61,05
	12	408,7	6,10	138,4	3,36	66,14	28,4	2,79	79,48	29,4	2,76	78,76	27,6	2,58	80,06
	18	102,5	1,53	43,4	1,05	57,66	16,4	1,61	62,21	16	1,50	63,13	20,8	1,95	52,07
	24	33,5	0,50	26,6	0,65	20,60	5	0,49	81,20	5,2	0,49	80,45	6,1	0,57	77,07
	36	15,9	0,24	8,3	0,20	47,80	2,5	0,25	69,88	2,6	0,24	68,67	2,7	0,25	67,47
	48	11	0,16	5,2	0,13	52,73	1,9	0,19	63,46	2	0,19	61,54	2,2	0,21	57,69
Total		6699,2	100,00	4117,3	100,00	38,54	1018,8	100,00	75,26	1064,2	100,00	74,15	1067,8	100,00	74,07

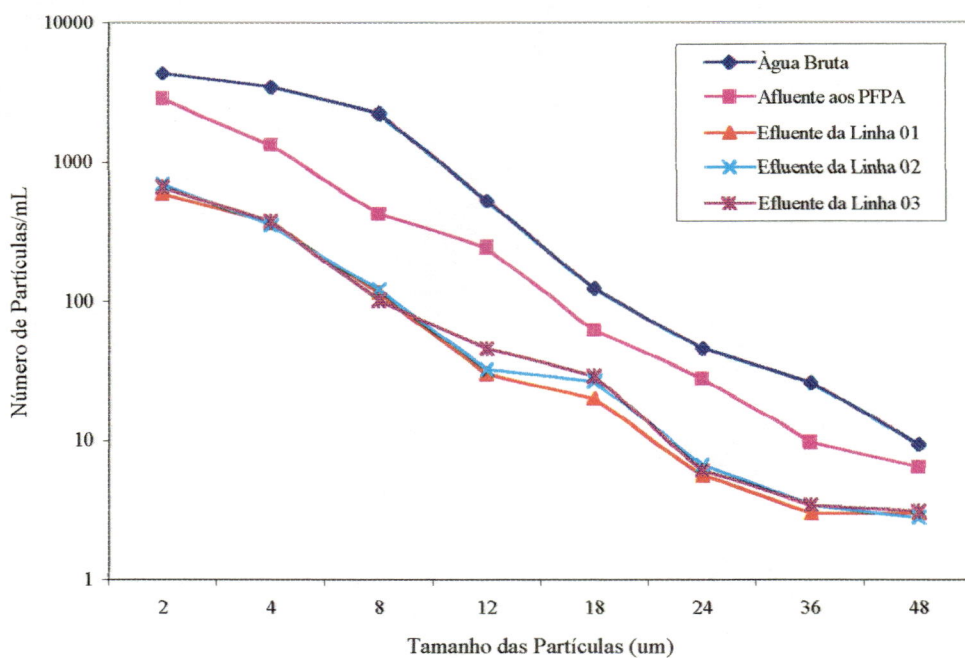


FIGURA F-8- Valores de número de partículas em função do tamanho de partículas d água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 07/05/1998, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

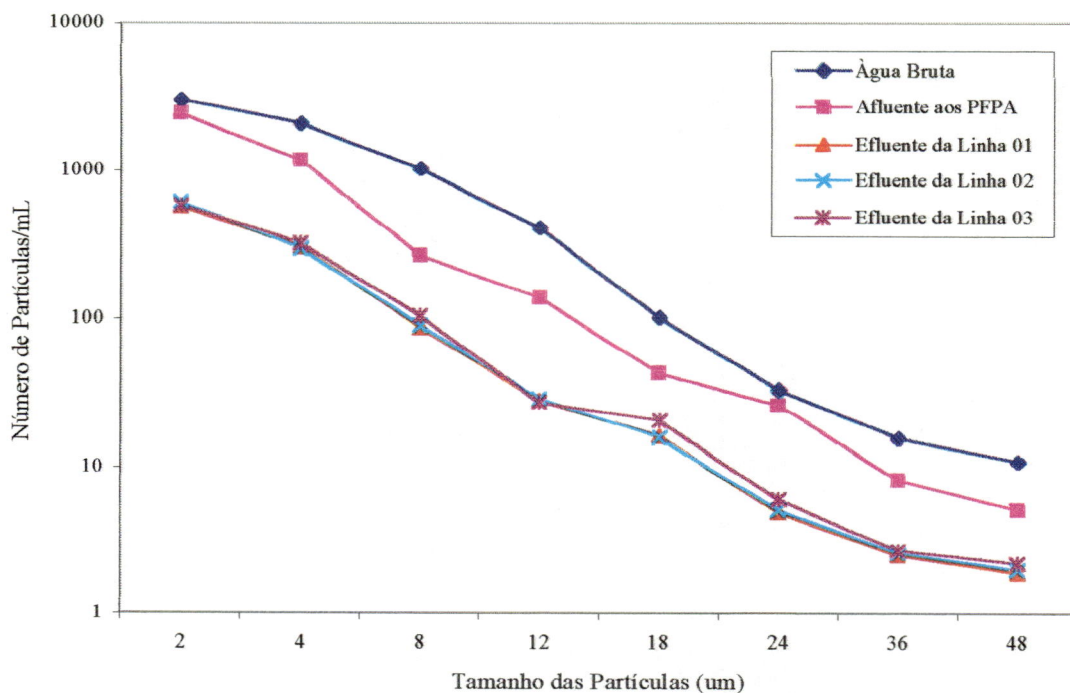


FIGURA F-9- Valores de número de partículas em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 18/05/1998, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

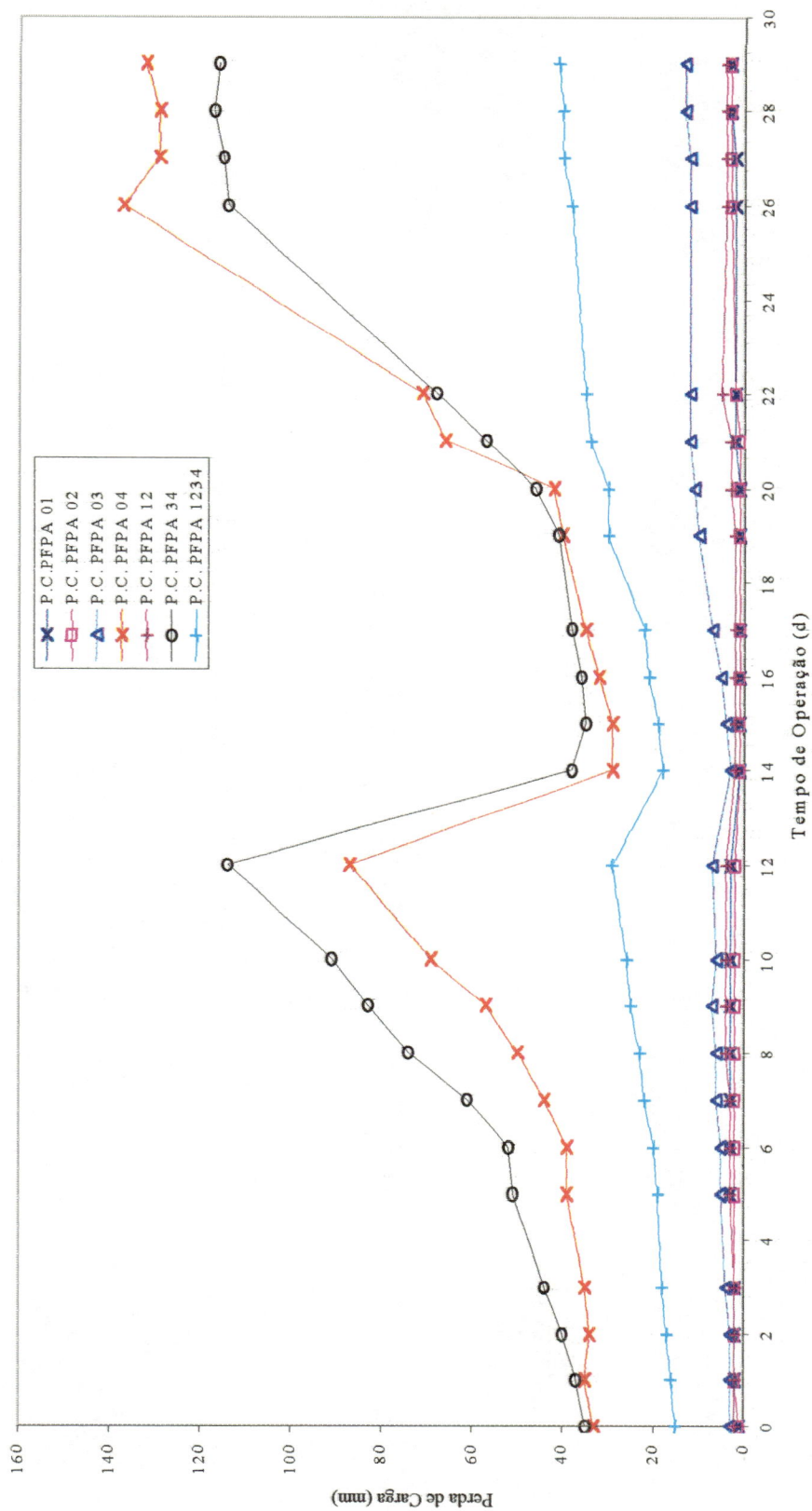


FIGURA F.10- Variação da perda de carga em função do tempo de operação nos pré-filtros ascendentes, durante o ensaio 3-A, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e descarga de fundo no 12º dia.

ANEXO G

Tabelas e figuras referentes ao ensaio 3-B

TABELA G.1- Resultados gerais obtidos no ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d – Período: 11/06/1998 a 10/07/1998.

Parâmetro		Água Bruta	Afluentes aos PFFPA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Turbidez (uT)	Coleta 8:00h	7,53 a 16,5	6,90 a 13,1	4,56 a 7,10	4,59 a 7,20	4,59 a 7,40
	Coleta 16:00h	8,80 a 15,2	6,85 a 10,9	3,46 a 6,40	3,70 a 6,50	3,62 a 6,30
Cor aparente(uC)	Coleta 8:00h	94 a 184	84 a 145	51 a 87	54 a 75	53 a 77
	Coleta 16:00h	92 a 157	78 a 115	39 a 67	42 a 69	42 a 66
pH	Coleta 8:00h	6,70 a 7,07	6,67 a 7,05	6,61 a 7,02	6,62 a 7,05	6,60 a 7,06
	Coleta 16:00h	6,78 a 7,06	6,88 a 7,21	6,82 a 7,29	6,85 a 7,28	6,85 a 7,28
Sólidos Suspensos (mg/L)		6,4 a 12,3	3,0 a 6,2	0,8 a 1,4	0,8 a 1,6	1,0 a 2,0
Coliformes totais (NMP/100mL)		1333 a 1935	496 a 1968	145 a 428	173 a 470	240 a 530
Coliformes fecais (NMP/100mL)		132 a 246	52 a 146	10 a 74	20 a 85	10 a 63
Oxigênio dissolvido (mg/L)		7,50 a 8,10	7,00 a 8,00	7,00 a 7,90	7,10 a 7,60	7,00 a 7,40
Ferro total (mg/L)		0,73	0,66	0,61	0,45	0,46
Condutividade elétrica (µS/cm)		15,67 a 18,79	15,90 a 17,47	16,16 a 18,15	16,17 a 19,37	16,57 a 17,58
Fosfato total (mg/L)		-	-	-	-	-
Alcalinidade total (mg/L)		6,7 a 7,2	6,2 a 7,2	6,2 a 7,2	6,7 a 6,7	6,7 a 6,7
Carbono orgânico total (mg/L)		1,59 a 2,58	1,31 a 5,92	1,36 a 2,25	1,00 a 2,53	0,13 a 4,02
Absorvância λ=254 nm (cm ⁻¹)		0,132 a 0,179	0,119 a 0,138	0,082 a 0,134	0,088 a 0,112	0,081 a 0,157

TABELA G.2- Variação da turbidez da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$.

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Pré-Filtros		PFPA 1		PFPA 2		PFPA 3		PFPA 4		PFPA 12		PFPA 34		PFPA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
11/Jun	0	13,60	13,40	10,20	10,10	9,50	9,50	8,93	8,90	7,70	7,50	6,50	6,40	9,20	9,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
12/Jun	1	13,50	13,50	10,00	10,00	9,50	9,60	8,87	8,89	7,60	7,60	6,30	6,40	9,50	9,50	6,40	6,50	6,20	6,30	6,20	6,30
13/Jun	2	13,80	-	10,10	-	9,60	-	8,93	-	7,40	-	6,20	-	9,70	-	6,30	-	6,40	-	6,40	-
14/Jun	3	13,90	-	10,20	-	9,80	-	8,91	-	7,30	-	6,10	-	9,60	-	6,20	-	6,20	-	6,20	-
15/Jun	4	14,00	15,20	10,60	10,20	10,40	11,20	9,79	8,97	7,50	8,50	6,44	6,14	10,50	9,79	6,51	6,17	6,52	5,93	5,93	5,93
16/Jun	5	13,90	10,40	9,16	8,68	9,40	8,92	8,93	8,79	7,61	7,55	6,48	6,03	8,90	8,65	6,39	5,96	6,86	6,01	6,01	6,01
17/Jun	6	14,70	11,20	10,30	8,32	10,10	9,43	9,15	8,05	7,63	6,96	5,88	5,32	9,07	8,09	6,10	5,51	6,32	5,58	5,58	5,58
18/Jun	7	11,20	15,10	9,16	9,86	9,20	9,26	8,92	8,34	8,30	6,97	5,49	5,23	9,00	8,73	5,91	5,51	5,94	5,55	5,55	5,55
19/Jun	8	13,50	13,10	9,01	10,10	8,32	8,58	8,56	8,15	7,05	6,89	5,60	5,14	9,07	8,57	5,79	5,35	5,70	5,49	5,49	5,49
20/Jun	9	15,90	-	11,70	-	11,20	-	10,70	-	8,40	-	6,00	-	11,40	-	6,20	-	6,60	-	6,60	-
21/Jun	10	16,50	-	13,00	-	12,80	-	12,00	-	9,11	-	7,00	-	12,20	-	7,20	-	7,40	-	7,40	-
22/Jun	11	16,40	11,10	13,10	8,62	12,60	8,47	12,40	7,96	9,61	7,06	7,10	5,07	12,40	7,90	6,90	5,40	6,90	5,31	5,31	5,31
23/Jun	12	12,50	10,30	9,80	8,58	9,78	8,60	9,53	8,20	8,74	7,05	6,73	5,09	10,50	8,32	6,42	5,54	6,73	5,31	5,31	5,31
24/Jun	13	-	10,90	-	8,65	-	8,65	-	8,30	-	7,02	-	4,95	-	8,35	-	5,12	-	5,12	-	5,12
25/Jun	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/Jun	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/Jun	16	10,80	-	8,45	-	10,00	-	9,60	-	7,92	-	5,61	-	9,10	-	5,60	-	5,76	-	5,76	-
28/Jun	17	8,99	-	8,17	-	9,50	-	8,91	-	7,37	-	6,01	-	8,50	-	5,92	-	6,44	-	6,44	-
29/Jun	18	7,53	12,60	6,90	10,90	6,84	8,30	6,76	7,64	6,03	6,04	5,04	4,45	5,05	7,98	5,05	4,77	5,03	4,78	4,78	4,78
30/Jun	19	11,40	10,70	8,33	8,59	7,40	8,58	7,30	8,27	6,50	5,95	4,83	4,60	7,16	8,02	5,10	4,84	5,08	4,80	4,80	4,80
01/Jul	20	12,70	-	8,77	-	7,75	-	7,80	-	6,91	-	6,49	-	7,84	-	4,89	-	4,89	-	4,89	-
02/Jul	21	10,70	10,70	8,18	7,35	8,25	7,95	7,33	7,43	6,47	6,60	4,62	4,37	7,53	7,17	4,87	4,71	4,98	4,63	4,63	4,63
03/Jul	22	10,60	-	8,07	-	8,03	-	7,28	-	6,49	-	4,59	-	7,52	-	4,79	-	4,86	-	4,86	-
04/Jul	23	10,70	-	7,97	-	8,12	-	7,82	-	7,80	-	5,21	-	8,14	-	5,29	-	5,25	-	5,25	-
05/Jul	24	12,50	-	9,20	-	7,65	-	6,80	-	6,35	-	4,59	-	5,52	-	4,65	-	4,61	-	4,61	-
06/Jul	25	12,70	9,15	9,50	6,85	7,63	6,79	6,35	6,04	4,79	4,56	3,46	3,46	7,50	6,33	4,59	3,70	4,59	3,62	3,62	3,62
07/Jul	26	12,50	13,10	9,40	7,78	7,65	8,82	6,73	7,52	6,25	5,37	4,58	4,24	7,90	8,30	4,62	4,59	4,62	4,82	4,82	4,82
08/Jul	27	-	10,70	-	7,86	-	7,91	-	7,45	-	5,86	-	4,31	-	8,46	-	4,67	-	4,76	-	4,76
09/Jul	28	-	8,80	-	6,92	-	7,02	-	6,85	-	5,87	-	4,16	-	7,42	-	4,59	-	4,77	-	4,77
10/Jul	29	-	10,60	-	9,80	-	9,56	-	8,72	-	6,17	-	4,35	-	9,53	-	5,22	-	5,12	-	5,12

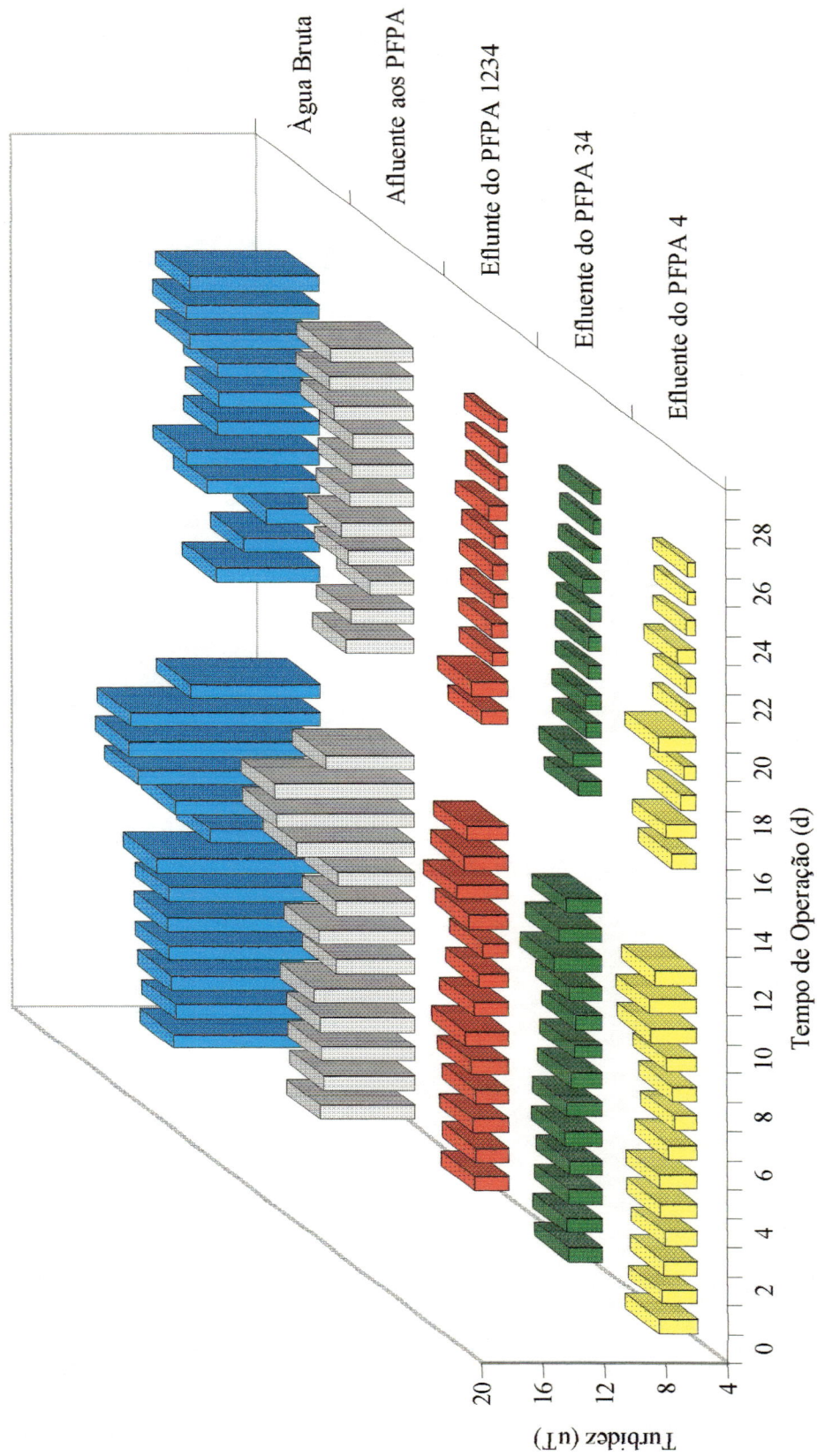


FIGURA G.1 – Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ e coleta às 8:00 h.

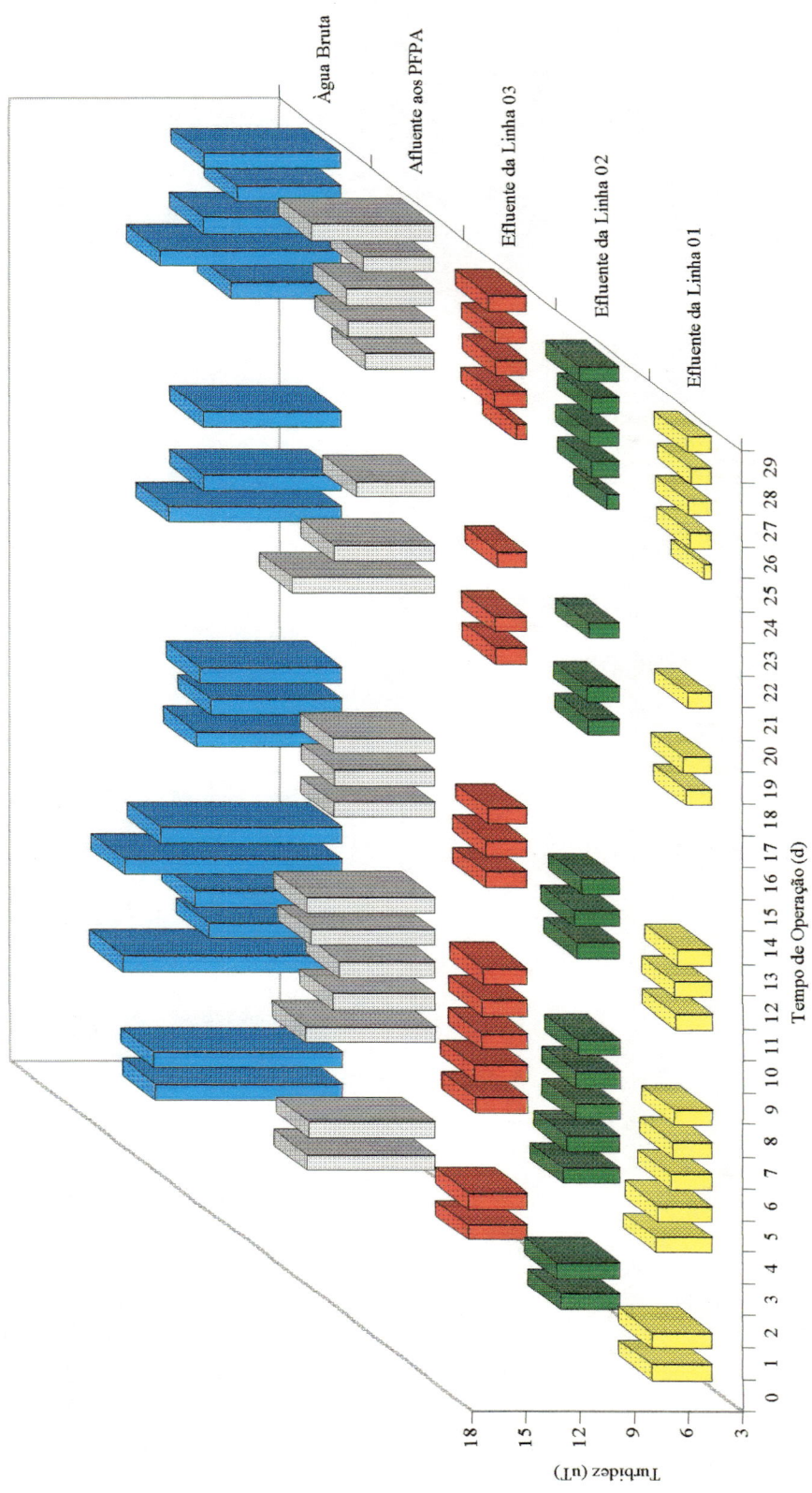


FIGURA G.2— Variação da turbidez em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d e coleta às 16:00 h.

TABELA G.3- Variação da cor aparente da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFA 1		Efluente do PFFA 2		Efluente do PFFA 3		Efluente do PFFA 4		Efluente do PFFA 12		Efluente do PFFA 34		Efluente do PFFA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
11/Jun	0	128	139	89	89	87	86	86	86	85	75	73	65	65	83	84	65	64	64	64	
12/Jun	1	128	130	90	89	88	86	89	86	86	73	74	64	65	84	84	62	62	63	62	
13/Jun	2	127	-	88	-	90	-	87	-	-	73	-	64	-	83	-	64	-	65	-	
14/Jun	3	130	-	87	-	91	-	84	-	-	72	-	64	-	80	-	64	-	65	-	
15/Jun	4	130	157	90	112	87	121	80	100	100	71	93	66	67	85	106	62	69	64	66	
16/Jun	5	122	106	95	94	97	93	93	95	95	82	82	68	65	91	94	74	63	71	65	
17/Jun	6	120	114	89	94	85	101	78	89	89	70	74	63	56	80	87	65	58	64	59	
18/Jun	7	120	145	84	113	82	103	91	95	95	76	79	54	61	82	101	61	62	60	62	
19/Jun	8	120	143	88	115	86	101	89	97	97	87	82	67	61	91	99	70	63	72	63	
20/Jun	9	167	-	133	-	128	-	125	-	-	90	-	71	-	130	-	75	-	77	-	
21/Jun	10	184	-	145	-	139	-	133	-	-	107	-	78	-	140	-	75	-	74	-	
22/Jun	11	154	106	125	97	119	94	109	90	90	88	77	69	57	120	86	72	57	74	57	
23/Jun	12	151	112	110	92	105	94	115	93	93	80	78	66	57	115	92	69	62	70	59	
24/Jun	13	-	115	-	96	-	97	-	91	91	-	76	-	55	85	-	59	-	59	59	
25/Jun	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26/Jun	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27/Jun	16	110	-	85	-	93	-	82	-	-	73	-	63	-	90	-	62	-	64	-	
28/Jun	17	94	-	90	-	87	-	82	-	-	76	-	67	-	88	-	69	-	65	-	
29/Jun	18	110	131	85	99	89	101	94	92	92	79	72	87	52	62	92	62	52	60	54	
30/Jun	19	103	115	92	95	90	97	83	93	93	70	67	56	50	88	90	58	53	57	53	
01/Jul	20	135	-	96	-	89	-	89	-	-	76	-	53	-	82	-	54	-	53	-	
02/Jul	21	117	100	88	86	89	88	82	85	85	74	74	57	50	85	82	56	54	55	52	
03/Jul	22	119	-	85	-	84	-	79	-	-	74	-	55	-	86	-	56	-	56	-	
04/Jul	23	121	-	90	-	94	-	86	-	-	78	-	62	-	90	-	64	-	63	-	
05/Jul	24	128	-	104	-	86	-	85	-	-	75	-	55	-	95	-	58	-	58	-	
06/Jul	25	130	105	104	79	89	80	85	74	74	77	56	51	39	94	74	55	42	53	42	
07/Jul	26	129	124	103	94	87	106	85	92	92	75	62	53	51	95	102	56	54	57	55	
08/Jul	27	-	105	-	82	-	81	-	79	79	-	91	-	50	81	-	56	-	56	56	
09/Jul	28	-	92	-	78	-	79	-	76	76	-	65	-	45	80	-	49	-	52	52	
10/Jul	29	-	112	-	89	-	104	-	99	99	-	71	-	50	104	-	57	-	58	58	

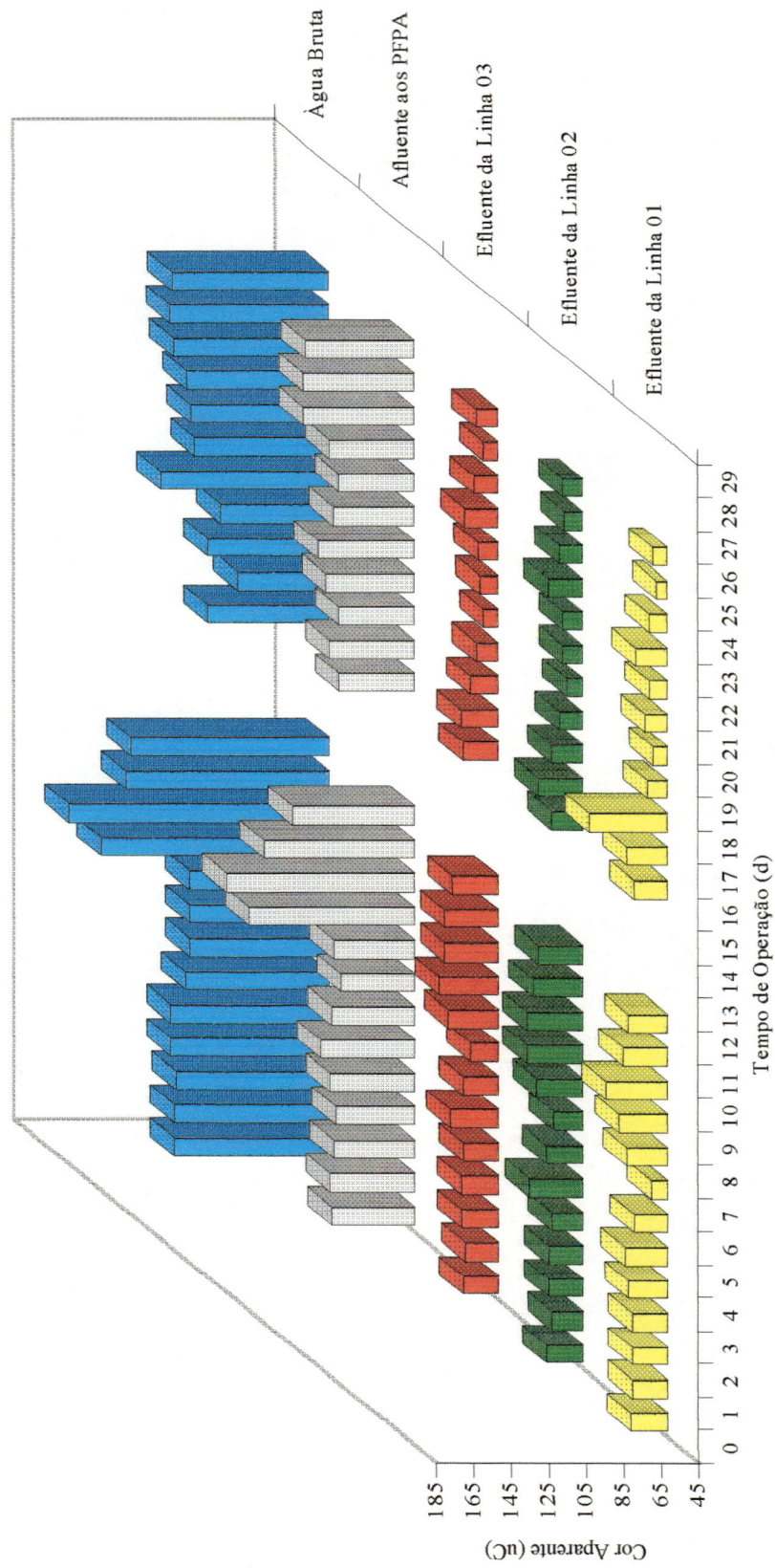


FIGURA G.3— Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ e coleta às 8:00 h.

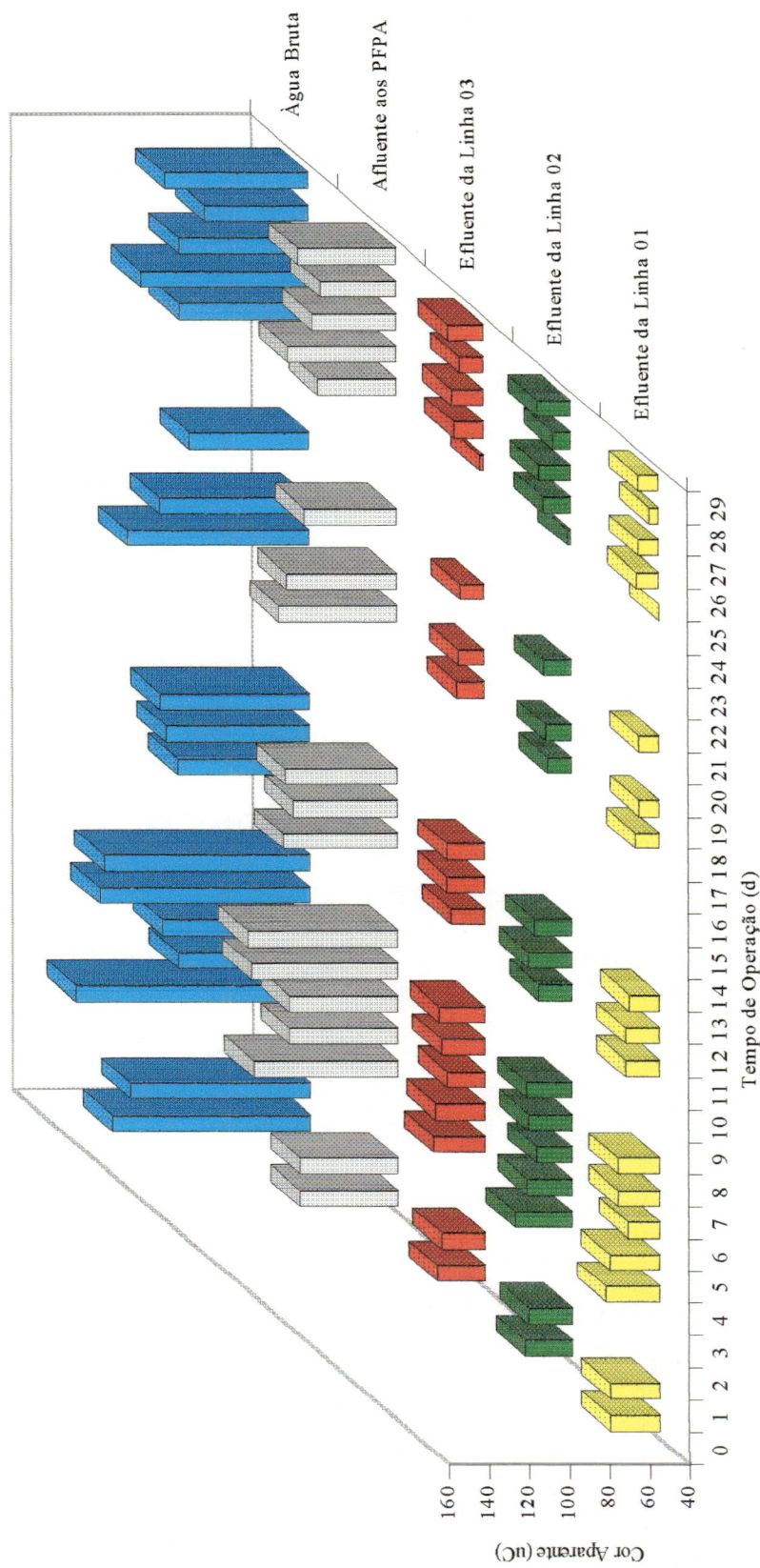


FIGURA G.4— Variação da cor aparente em função do tempo de operação, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ e coleta às 16:00 h.

TABELA G.4- Variação do pH da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, durante o ensaio 03-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

Data	Tempo de Operação (d)	Água Bruta		Afluente aos Pré-Filtros		Efluente do PFFPA 1		Efluente do PFFPA 2		Efluente do PFFPA 3		Efluente do PFFPA 4		Efluente do PFFPA 12		Efluente do PFFPA 34		Efluente do PFFPA 1234			
		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta		Hora da coleta	
		8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00	8:00	16:00
11/Jun	0	6,91	6,90	6,89	6,88	6,87	6,88	6,86	6,86	6,83	6,83	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	6,85	6,85	6,86	6,86
12/Jun	1	6,93	6,92	6,87	6,89	6,86	6,86	6,84	6,86	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85
13/Jun	2	6,91	-	6,85	-	6,87	-	6,85	-	6,85	-	6,88	-	6,88	-	6,88	-	6,85	-	6,82	-
14/Jun	3	6,90	-	6,85	-	6,87	-	6,88	-	6,87	-	6,86	-	6,88	-	6,88	-	6,87	-	6,87	-
15/Jun	4	6,81	6,90	6,76	7,12	6,79	7,21	6,80	7,16	6,83	7,12	6,78	7,14	6,79	7,21	6,75	7,14	6,77	7,13	7,13	7,13
16/Jun	5	6,70	7,01	6,67	7,18	6,65	7,23	6,62	7,17	6,59	7,21	6,61	7,22	6,64	7,20	6,62	7,17	6,60	7,20	7,20	7,20
17/Jun	6	7,01	7,02	6,99	7,10	6,96	7,11	6,98	7,04	6,95	7,03	6,94	7,02	6,96	7,01	6,92	6,99	6,94	6,98	6,94	6,94
18/Jun	7	6,73	6,94	6,79	7,01	6,83	7,05	6,80	7,02	6,77	7,00	6,74	7,01	6,76	7,06	6,73	6,92	6,75	6,94	6,94	6,94
19/Jun	8	6,94	6,98	6,96	7,20	6,93	7,24	6,94	7,21	6,97	7,10	7,02	7,15	7,00	7,13	7,04	7,12	7,01	7,06	7,06	7,06
20/Jun	9	6,72	-	6,73	-	6,76	-	6,70	-	6,72	-	6,73	-	6,75	-	6,72	-	6,73	-	6,73	-
21/Jun	10	6,83	-	6,76	-	6,80	-	6,76	-	6,77	-	6,80	-	6,81	-	6,78	-	6,77	-	6,77	-
22/Jun	11	6,81	6,98	6,79	7,06	6,77	7,06	6,79	7,11	6,78	7,04	6,75	7,02	6,77	7,06	6,76	7,02	6,77	7,00	7,00	7,00
23/Jun	12	7,07	6,87	7,05	6,96	7,08	7,02	7,04	7,01	7,06	6,97	7,01	6,96	7,07	6,94	7,03	6,89	7,06	6,91	7,06	6,91
24/Jun	13	-	6,78	-	7,07	-	7,06	-	7,04	-	7,10	-	7,03	-	7,11	-	7,03	-	6,99	-	6,99
25/Jun	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/Jun	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/Jun	16	6,91	-	6,93	-	6,92	-	6,91	-	6,92	-	6,92	-	6,94	-	6,90	-	6,91	-	6,91	-
28/Jun	17	7,06	-	7,02	-	7,04	-	7,02	-	7,01	-	7,00	-	7,05	-	7,05	-	7,03	-	7,03	-
29/Jun	18	6,70	7,06	6,80	7,21	6,80	7,36	6,80	7,37	6,80	7,32	6,80	7,29	6,80	7,24	6,90	7,28	6,80	7,28	7,28	7,28
30/Jun	19	7,01	7,04	6,95	7,07	6,95	7,11	6,99	7,13	7,00	7,22	6,97	7,14	6,90	7,16	7,00	7,18	6,99	7,15	7,15	7,15
01/Jul	20	6,89	-	6,90	-	6,87	-	6,86	-	6,88	-	6,89	-	6,88	-	6,87	-	6,90	-	6,90	-
02/Jul	21	6,95	6,86	6,93	6,97	6,94	7,07	6,92	7,04	6,94	6,89	6,96	6,99	6,96	7,02	6,98	6,92	7,01	6,96	6,96	6,96
03/Jul	22	6,88	-	6,91	-	6,92	-	6,93	-	6,92	-	6,93	-	6,95	-	6,95	-	6,97	-	6,97	-
04/Jul	23	6,90	-	6,90	-	6,87	-	6,84	-	6,88	-	6,89	-	6,89	-	6,87	-	6,88	-	6,88	-
05/Jul	24	6,89	-	6,90	-	6,88	-	6,86	-	6,87	-	6,87	-	6,87	-	6,85	-	6,87	-	6,87	-
06/Jul	25	6,89	6,92	6,85	7,01	6,87	7,06	6,85	6,94	6,85	7,03	6,82	6,97	6,85	7,03	6,83	6,89	6,82	6,91	6,91	6,91
07/Jul	26	6,90	6,96	6,87	7,06	6,88	7,01	6,86	7,02	6,87	6,93	6,85	6,99	6,85	6,97	6,85	7,00	6,85	7,01	7,01	7,01
08/Jul	27	-	6,98	-	7,05	-	6,98	-	7,06	-	6,96	-	6,96	-	6,94	-	7,02	-	7,00	-	7,00
09/Jul	28	-	6,87	-	6,92	-	6,84	-	7,02	-	6,99	-	6,95	-	6,97	-	6,88	-	6,92	-	6,92
10/Jul	29	-	6,98	-	7,09	-	7,06	-	7,07	-	7,03	-	7,08	-	6,99	-	7,01	-	6,92	-	7,11

TABELA G.5- Parâmetros da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente de cada unidade nas três linhas, medidos semanalmente durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

Parâmetro	Data da coleta	Água Bruta	Afluente aos PFFA	Efluente do PFFA 1	Efluente do PFFA 2	Efluente do PFFA 3	Efluente do PFFA 4	Efluente do PFFA 12	Efluente do PFFA 34	Efluente do PFFA 1234
Oxigenio Dissolvido (mg/L)	15/Jun	8,1	8,0	8,0	7,8	7,7	7,9	7,8	7,6	7,0
	22/Jun	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,0	7,3	7,2	7,2
	29/Jun	7,7	7,0	7,2	7,3	7,3	7,2	7,3	7,4	7,4
	06/Jul	7,7	7,4	7,4	7,2	7,4	7,2	7,3	7,1	7,2
Ferro Total (mg/L)	15/Jun	0,73	0,66	0,63	0,57	0,57	0,61	0,65	0,45	0,46
Coliformes Totais (NMP/100mL)	15/Jun	1850	1081	1119	959	677	428	1014	512	530
	22/Jun	1935	496	627	480	301	160	285	173	259
	29/Jun	14136	1968	1553	1046	644	262	1785	470	488
	06/Jul	1669	1178	839	733	399	145	565	331	455
	10/Jul	1333	1058	959	860	613	328	813	465	240
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	15/Jun	171	146	146	63	63	74	52	51	52
	22/Jun	185	52	63	52	41	41	97	85	41
	29/Jun	246	108	86	63	41	41	122	51	63
	06/Jul	132	92	85	81	74	41	86	20	10
10/Jul	135	122	107	98	41	10	74	41	41	
Condutividade Elétrica (µS/cm)	15/Jun	15,67	17,35	17,04	16,64	16,80	16,38	16,61	16,26	17,04
	22/Jun	16,98	17,33	17,24	17,67	17,58	17,78	17,64	17,94	17,58
	29/Jun	17,03	17,47	16,85	17,70	17,65	17,48	17,44	19,37	17,29
	06/Jul	18,79	16,80	16,95	16,91	17,62	18,15	16,74	18,56	17,25
	10/Jul	15,86	15,90	16,18	16,44	16,34	16,16	16,41	16,17	16,57
Alcalinidade Total (mg/L)	15/Jun	7,2	6,7	7,2	6,7	6,7	6,7	7,2	6,7	6,7
	22/Jun	6,7	7,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	29/Jun	6,7	6,7	6,2	7,2	6,7	6,2	6,7	6,7	6,7
	06/Jul	6,7	6,2	6,2	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Carbono Orgânico Total (mg/L)	15/Jun	2,06	5,92	1,66	1,50	1,49	1,36	1,96	1,32	0,13
	29/Jun	2,58	2,47	2,14	2,37	2,10	2,25	1,98	2,53	2,70
	06/Jul	1,59	1,31	1,22	1,34	1,16	1,36	1,04	1,00	4,02
	10/Jul	2,23	2,17	2,05	1,84	1,73	1,54	1,68	1,62	1,41

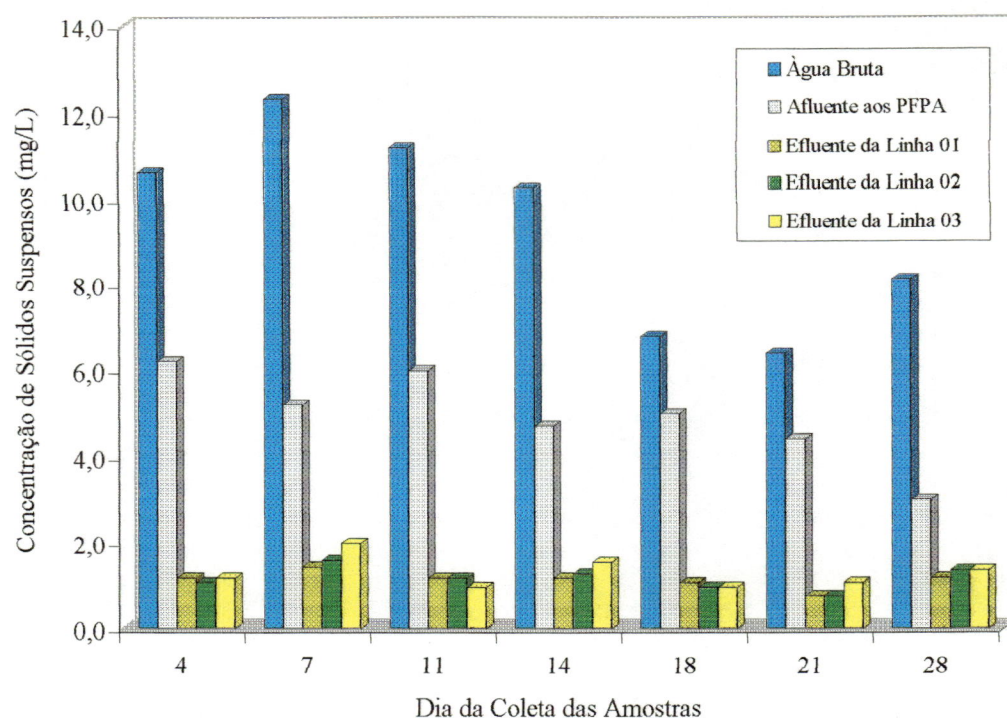


FIGURA G.5- Variação da concentração de sólidos suspensos, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

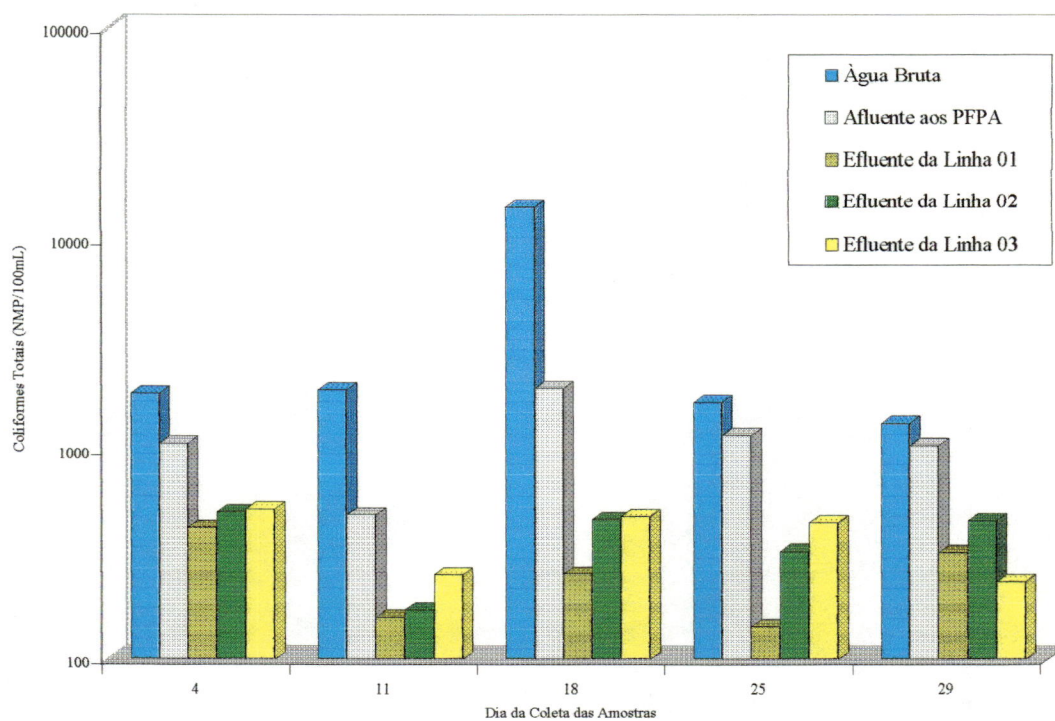


FIGURA G.6- Variação do número mais provável de coliformes totais, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

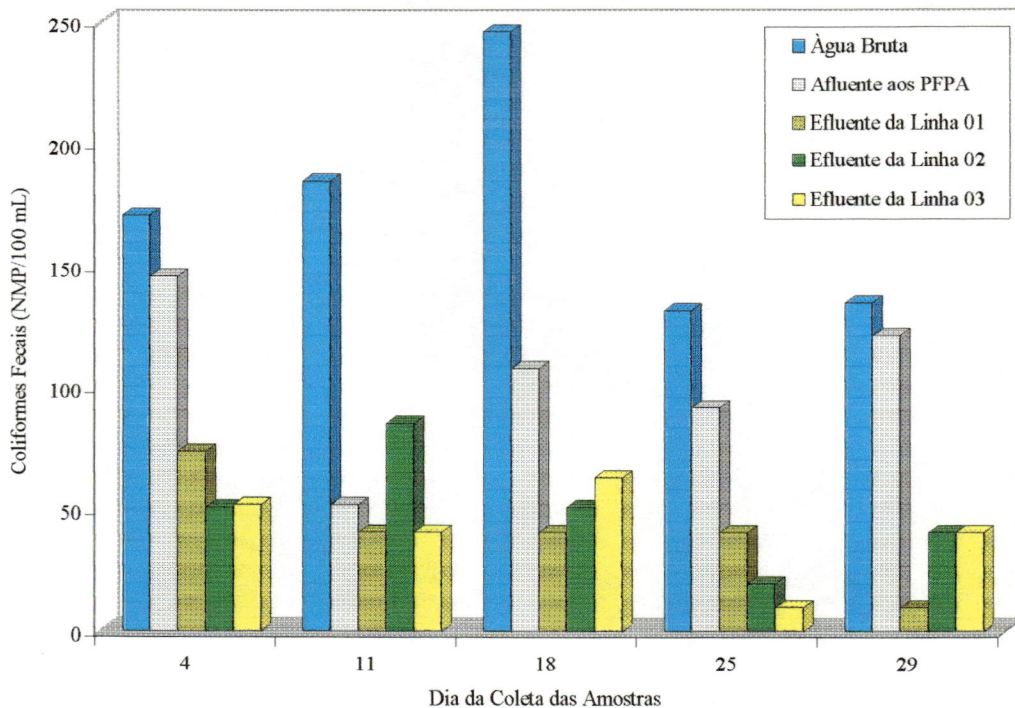


FIGURA G.7- Variação do número mais provável de coliformes fecais, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

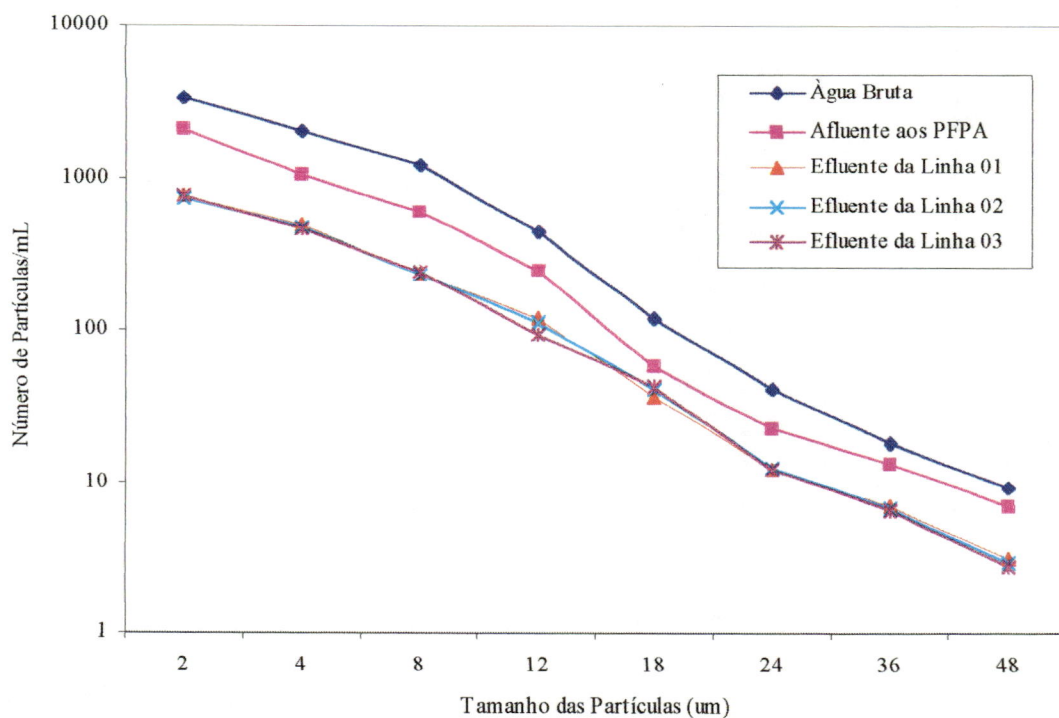


FIGURA G.8- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 15/06/1998, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

TABELA G.6- Valores de tamanho e distribuição de tamanho de partículas por mL, da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, e porcentagens de remoção durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

Data	Tamanho	Água Bruta				Afluente aos PPA				Efluente da Linha 01				Efluente da Linha 02				Efluente da Linha 03																												
		Número	%	Número	%	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)	Número	%	Remoção(%)																										
15/Jun	2	3315,2	45,89	2135,6	51,40	35,58	46,20	63,97	752,2	45,82	64,78	760,2	46,71	64,40	4	2054,8	28,44	1059,4	25,50	48,44	482,6	29,19	54,77	466,2	28,65	55,99	8	1211,5	16,77	612,5	14,74	49,44	235,8	14,16	233,3	14,21	61,91	242,2	14,88	60,46						
	12	452,3	6,26	246,2	5,93	45,57	7,12	51,87	113,7	6,93	53,82	94,6	5,81	61,58	18	121,5	1,68	57,9	1,39	52,35	36,7	2,20	36,61	40,9	2,61	26,60	24	41,7	0,58	22,7	0,55	45,56	12,2	0,73	46,26	12,5	0,76	44,93	12,3	0,76	44,81					
	36	18,1	0,25	13,4	0,32	25,97	7	0,42	47,76	6,8	0,41	49,25	6,6	0,41	50,75	48	9,4	0,13	7	0,17	25,53	3,2	0,19	54,29	3	0,18	57,14	2,8	0,17	60,00	Total	7224,5	100,00	4154,7	100,00	42,49	1665,4	100,00	59,92	1641,6	100,00	60,49	1627,4	100,00	60,83	
	2	3425,2	49,12	2164,5	53,12	36,81	47,64	64,16	744,6	46,45	65,60	768,9	47,40	64,48	4	1946,2	27,91	976,1	23,96	49,85	468,6	28,77	51,99	462,3	28,84	52,64	8	1017,2	14,59	567,5	13,93	44,21	222,2	13,64	60,85	219,4	13,69	61,34	232,1	14,31	59,10					
	12	406	5,82	270,1	6,63	33,47	6,72	109,4	6,72	59,50	123,2	7,69	54,39	92	5,67	65,94	18	115,7	1,66	55,8	1,37	51,77	32	1,96	42,65	33,4	2,08	40,14	36,7	2,26	34,23	24	35,4	0,51	21,8	0,54	38,42	11,4	0,70	47,71	11,1	0,69	49,08	11,8	0,73	45,87
	36	19	0,27	12,5	0,31	34,21	6,6	0,41	47,20	6,4	0,40	48,80	6	0,37	52,00	48	8	0,11	6,3	0,15	21,25	2,5	0,15	60,32	2,7	0,17	57,14	2,5	0,15	60,32	Total	6972,7	100,00	4074,6	100,00	41,56	1628,5	100,00	60,03	1603,1	100,00	60,66	1622,3	100,00	60,19	
	2	2543,5	48,41	1234,8	46,02	51,45	47,84	582,1	47,84	52,86	577,8	46,75	53,21	568,9	46,90	53,93	4	1346,5	25,63	762,1	28,40	43,40	303,4	24,93	26,34	330,7	27,27	56,61	8	879,5	16,74	387,9	14,46	55,90	207	17,01	46,64	200,1	16,19	48,41	190,7	15,72	50,84			
	12	356,7	6,79	219,4	8,18	38,49	84,9	6,98	61,30	92,4	7,48	57,89	83,7	6,90	61,85	18	82,7	1,57	47,7	1,78	42,32	26,7	2,19	44,03	28	2,27	41,30	26,4	2,18	44,65	24	26,7	0,51	18,7	0,70	29,96	7,6	0,62	59,36	7,2	0,58	61,50	7,8	0,64	58,29	
36	13,5	0,26	8,4	0,31	37,78	3,3	0,27	60,71	3,5	0,28	58,33	3,2	0,26	61,90	48	5	0,10	4	0,15	20,00	1,8	0,15	55,00	1,4	0,11	65,00	1,5	0,12	62,50	Total	5254,1	100,00	2683	100,00	48,94	1216,8	100,00	54,65	1235,9	100,00	53,94	1212,9	100,00	54,79		

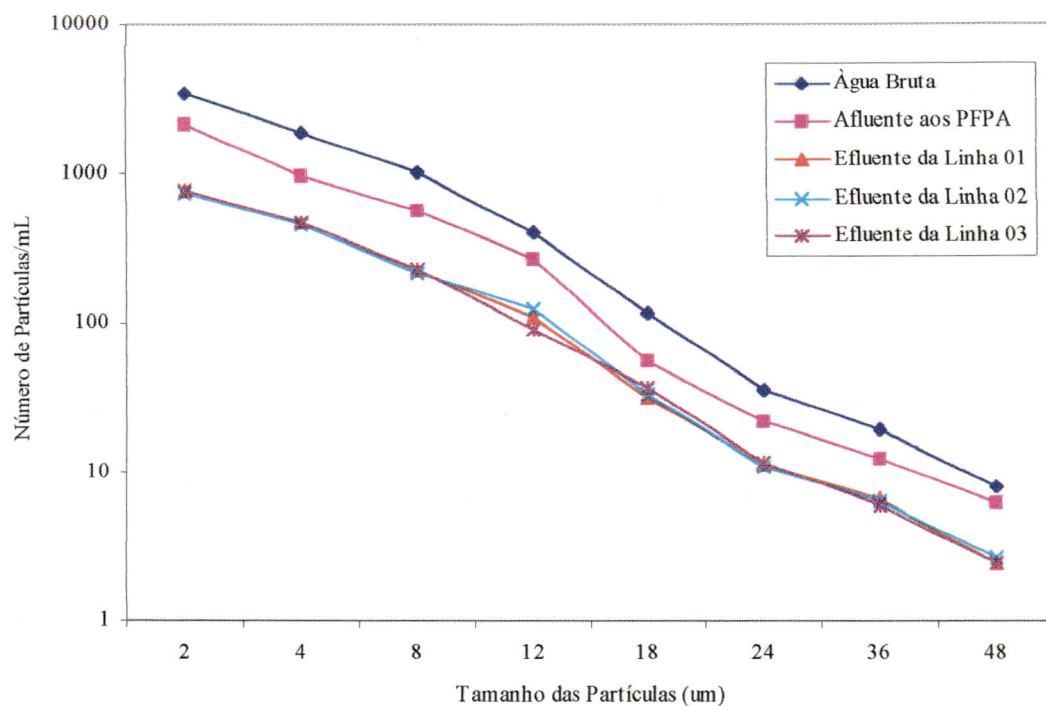


FIGURA G.9- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 22/06/1998, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

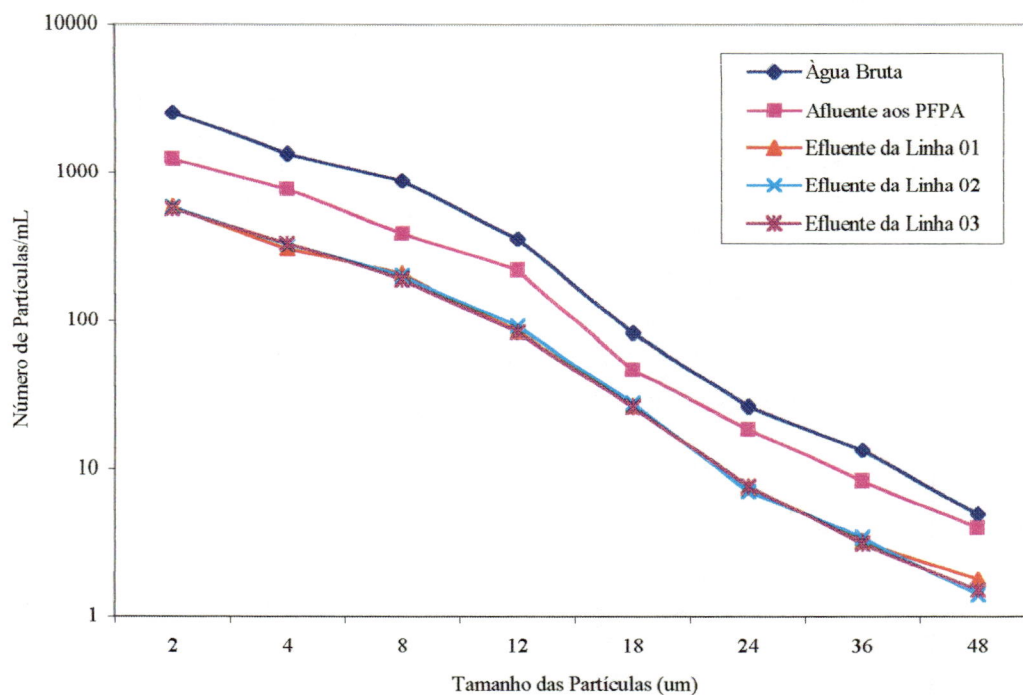


FIGURA G.10- Valores de número de partículas/mL em função do tamanho de partículas da água bruta, do afluente aos pré-filtros ascendentes e efluente das três linhas, de amostras coletadas no dia 29/06/1998, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

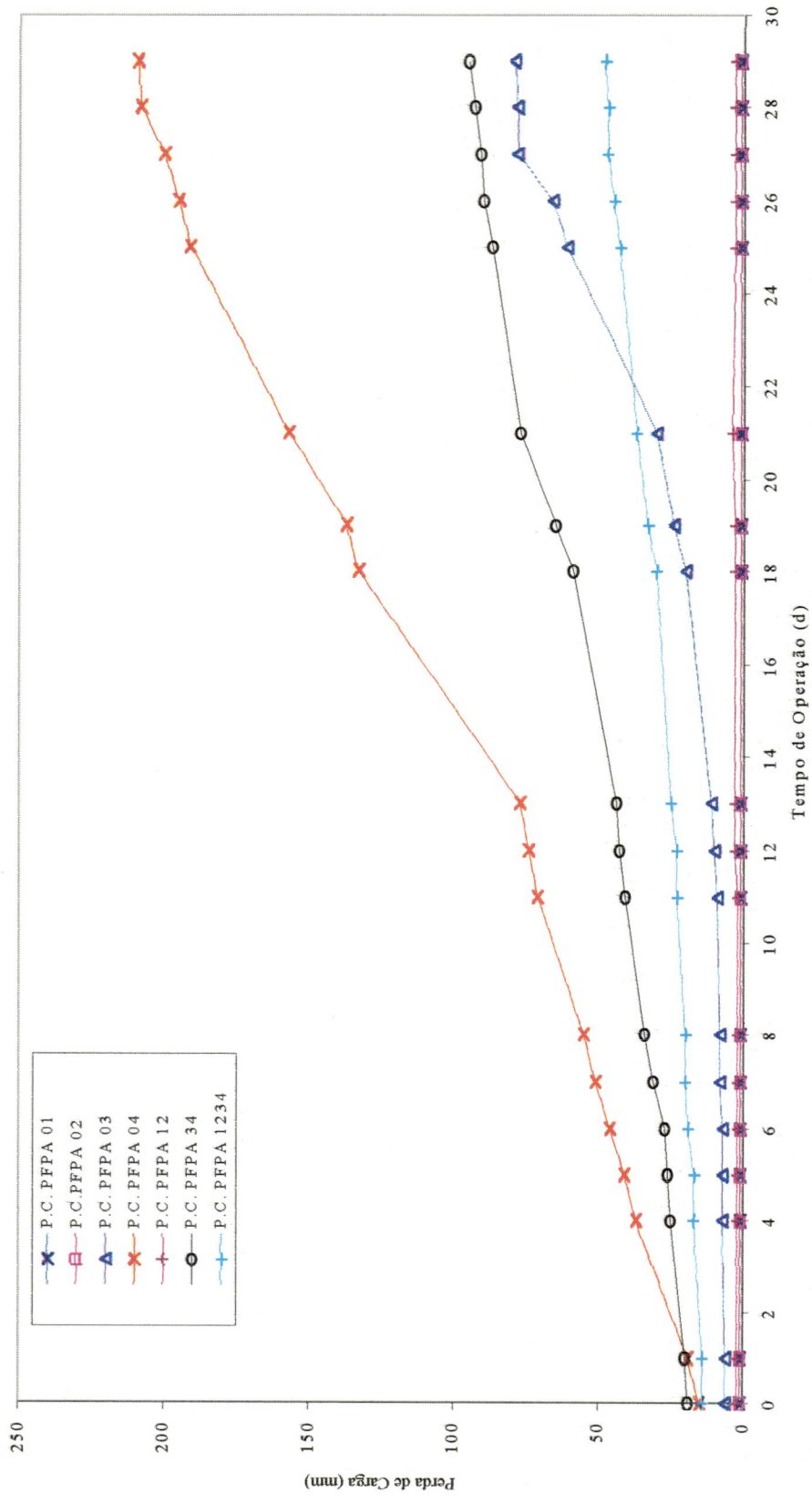


FIGURA G.11- Variação da perda de carga nos pré-filtros ascendentes, em função do tempo de operação, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de 16 m³/m²d.

ANEXO H

Tabelas e figuras referentes aos ensaios hidrodinâmicos

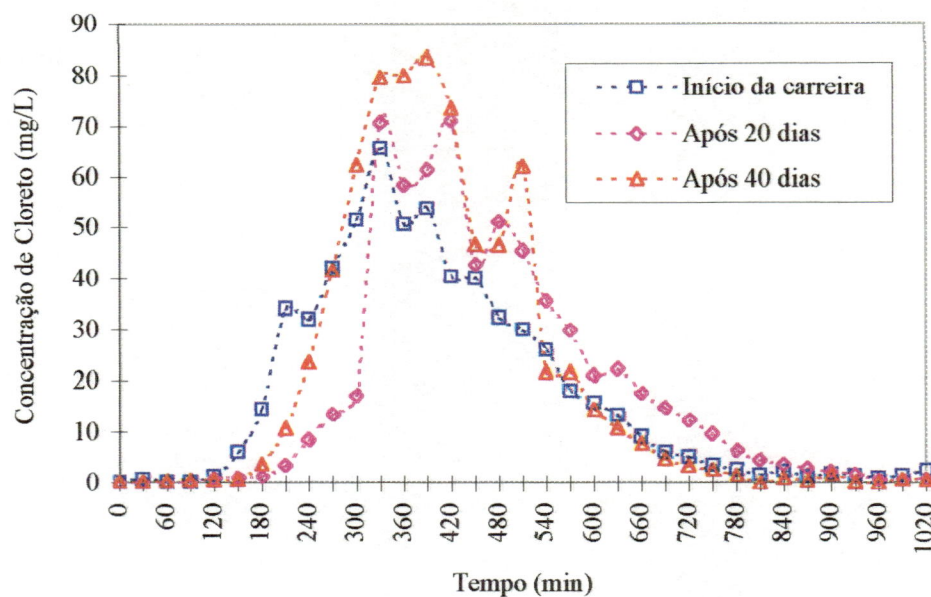


FIGURA H.1- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

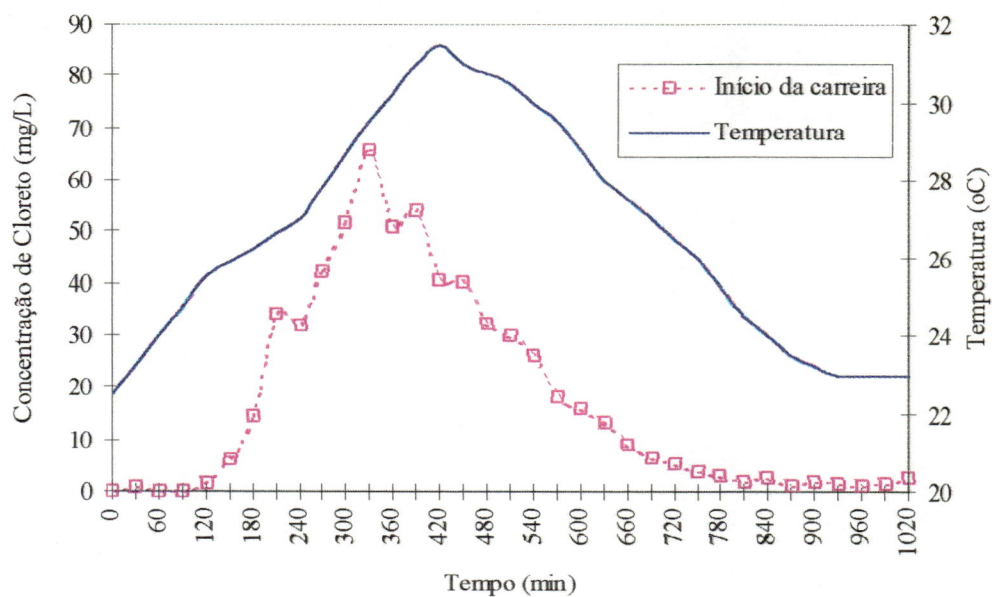


FIGURA H.2- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

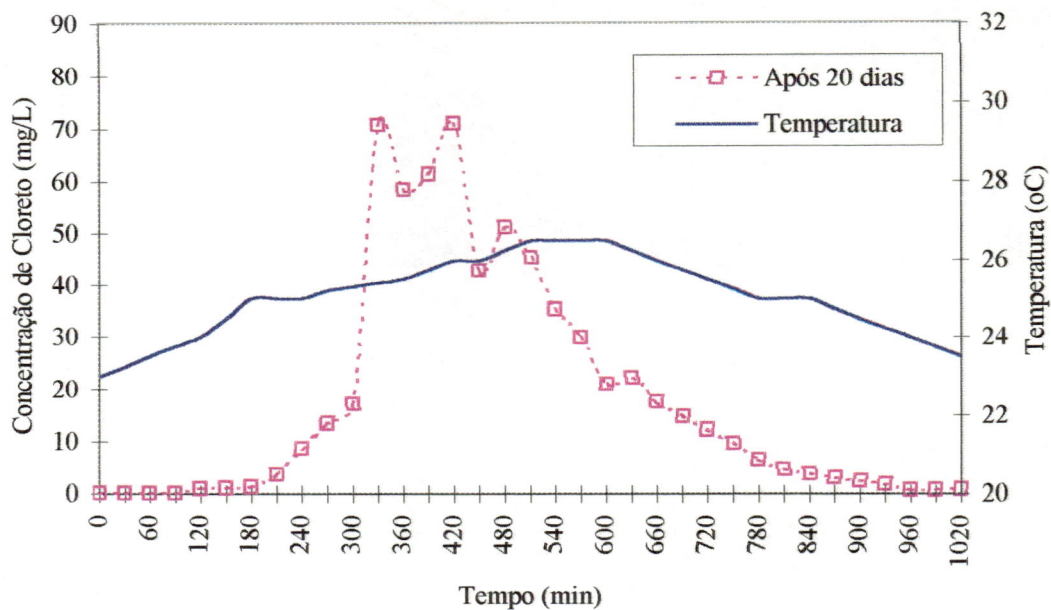


FIGURA H.3- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

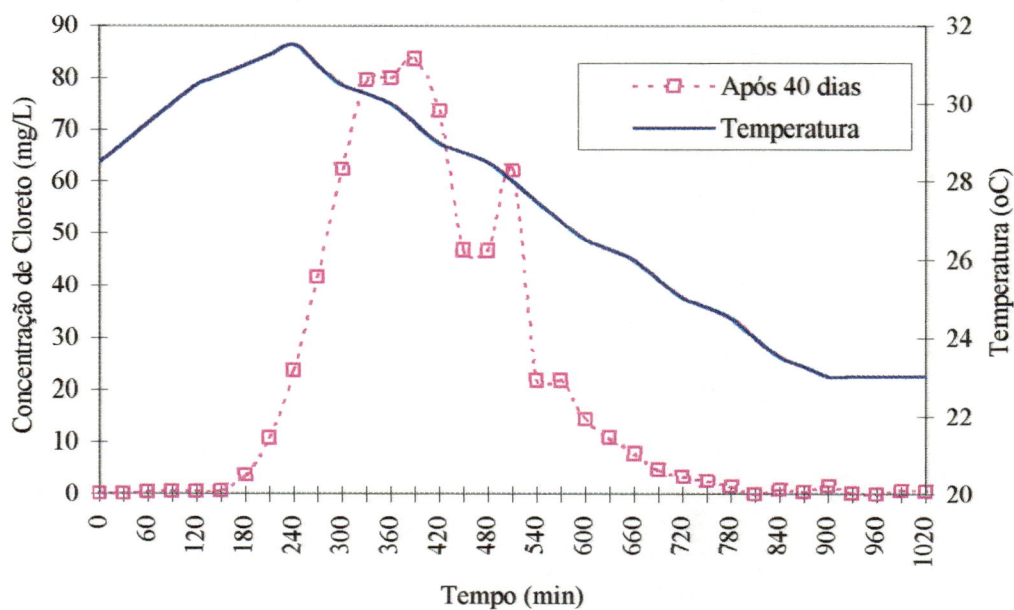


FIGURA H.4- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.



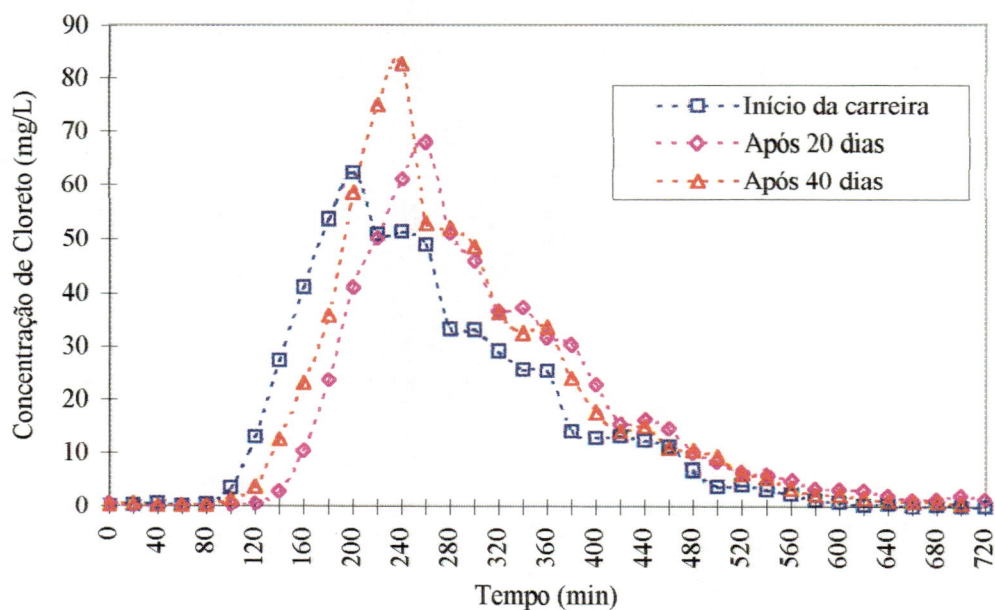


FIGURA H.5- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

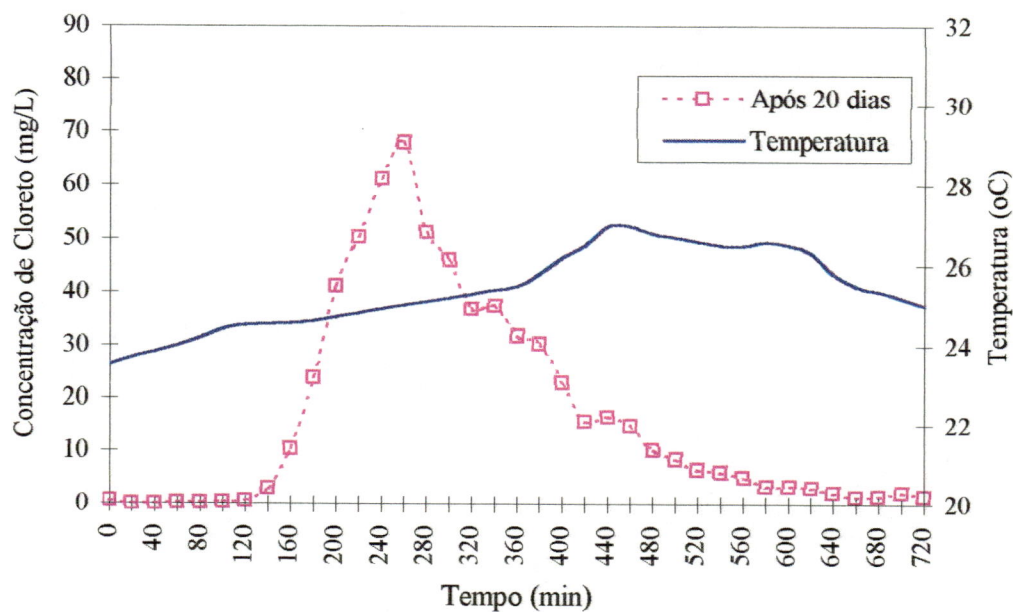


FIGURA H.6- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

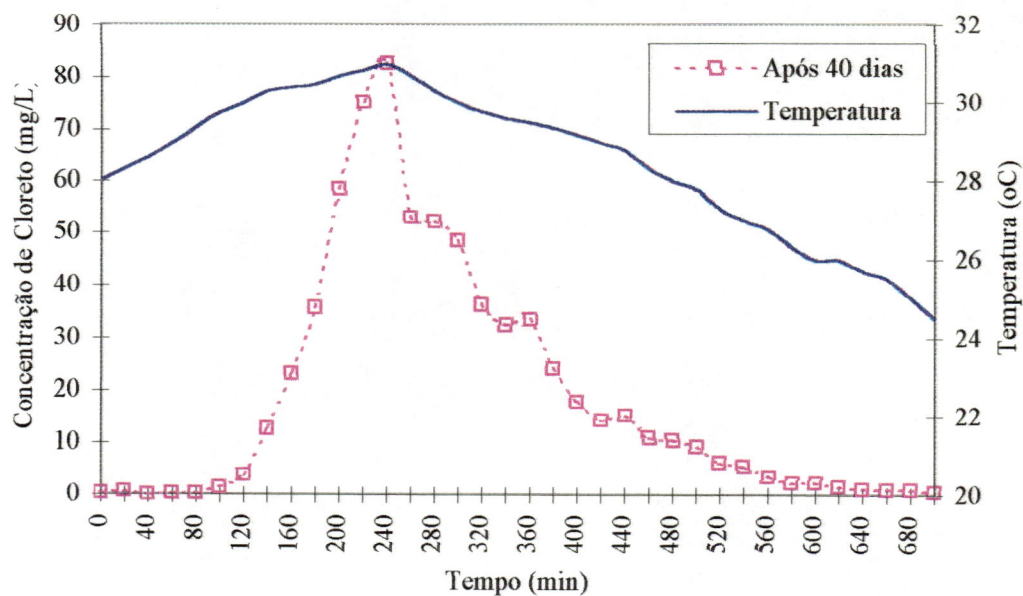


FIGURA H.7 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

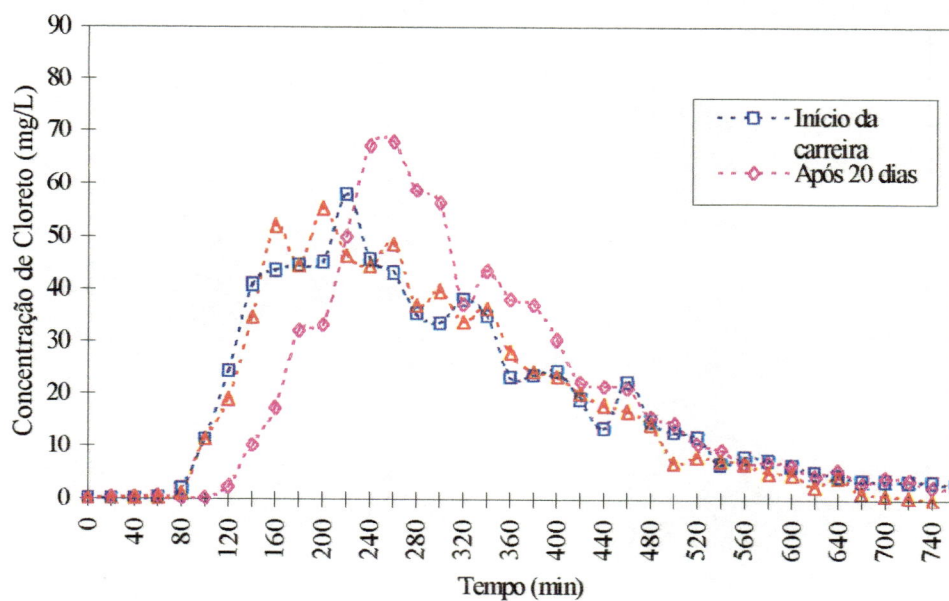


FIGURA H.8 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

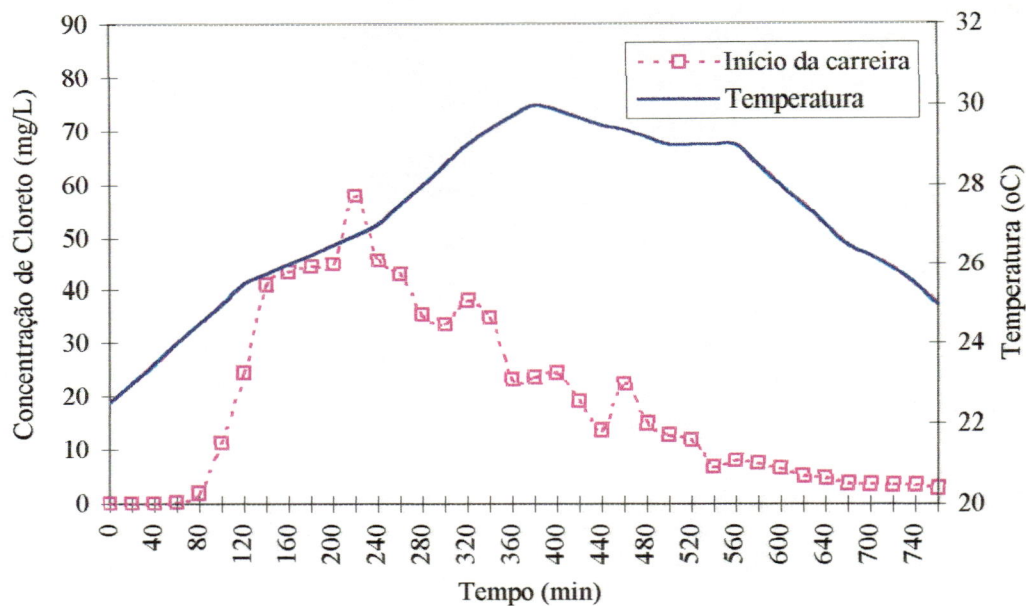


FIGURA H.9- Curva da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira, durante ensaio 2-B, taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

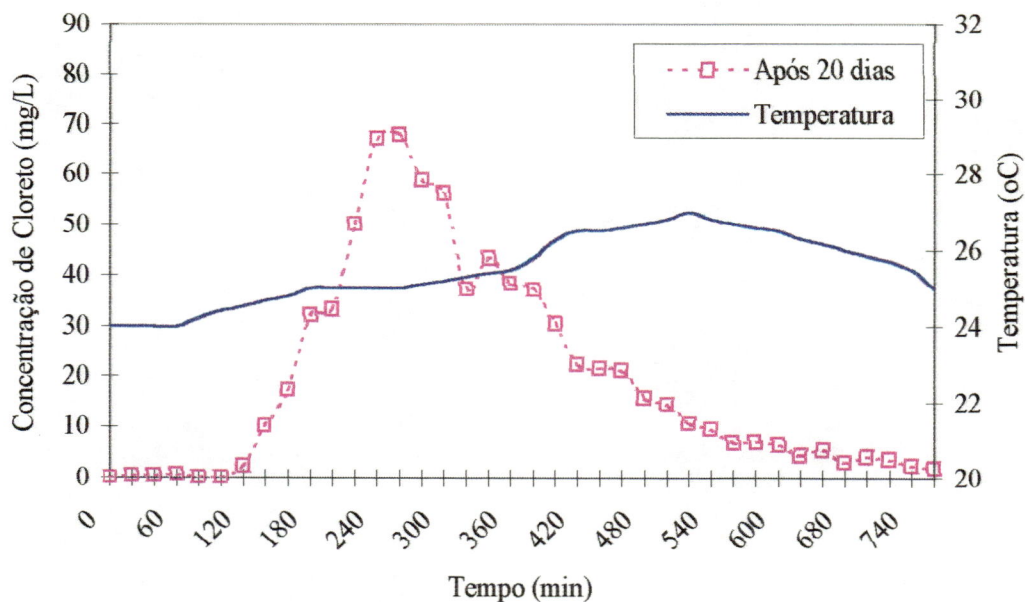


FIGURA H.10 - Curva da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 20 dias de carreira, durante ensaio 2-B, taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

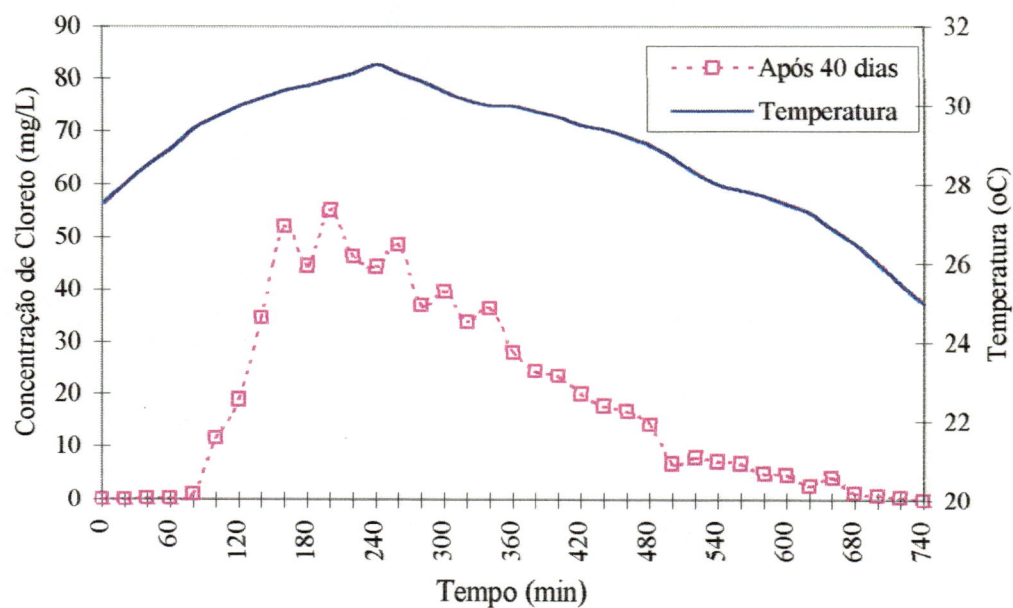


FIGURA H.11 - Curva da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 40 dias de carreira, durante ensaio 2-b, taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

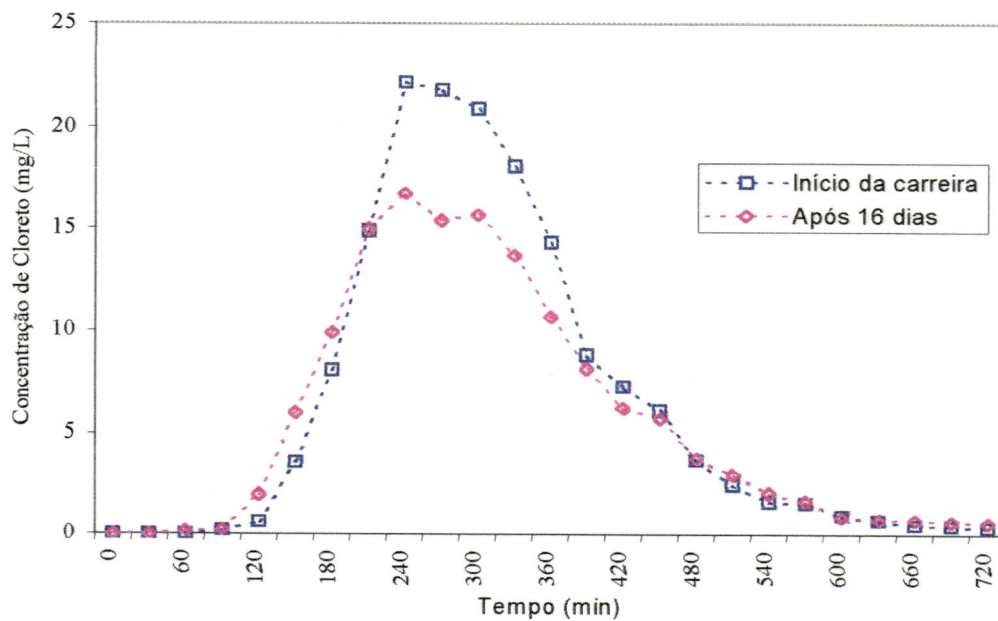


FIGURA H.12 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

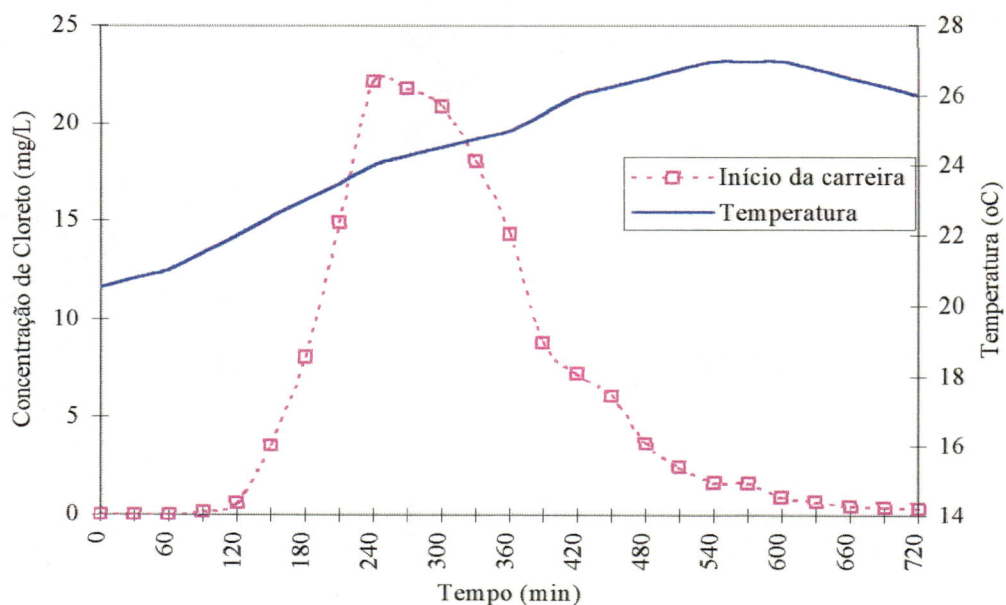


FIGURA H.13 - Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

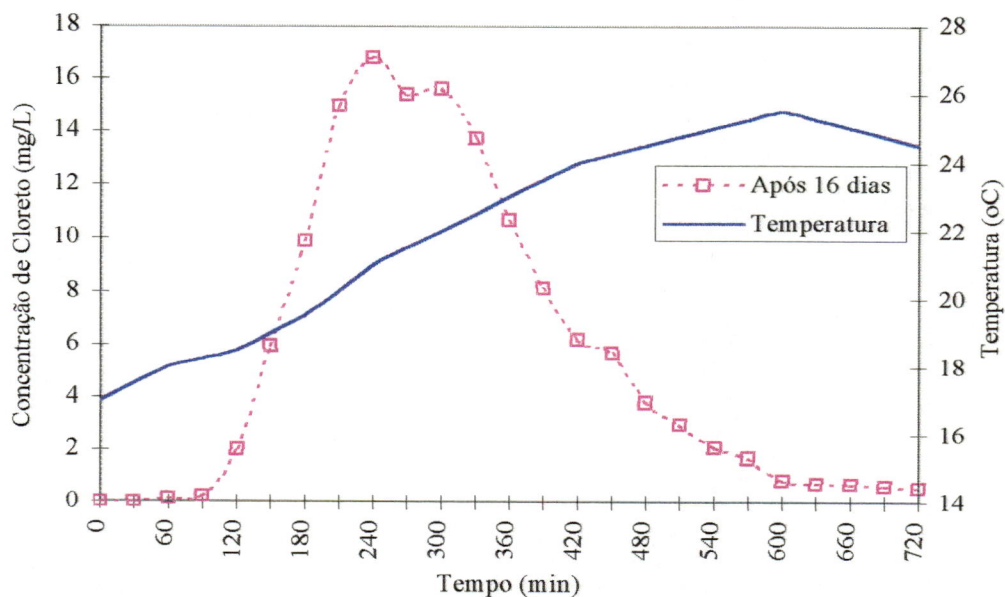


FIGURA H.14- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 16 dias de carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

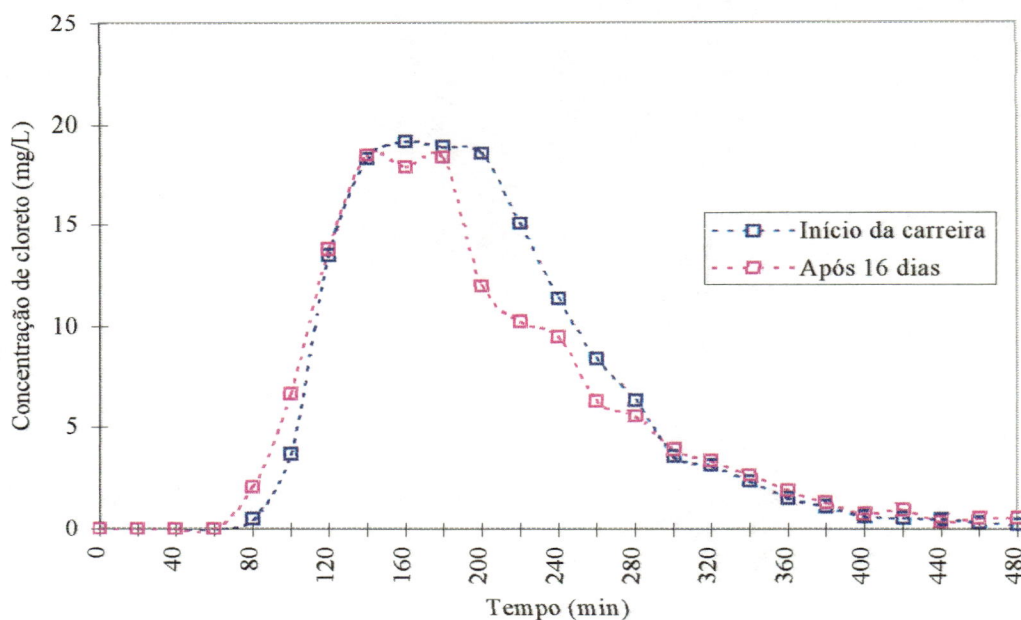


FIGURA H.15 - Variação da concentração de cloro em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), durante ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

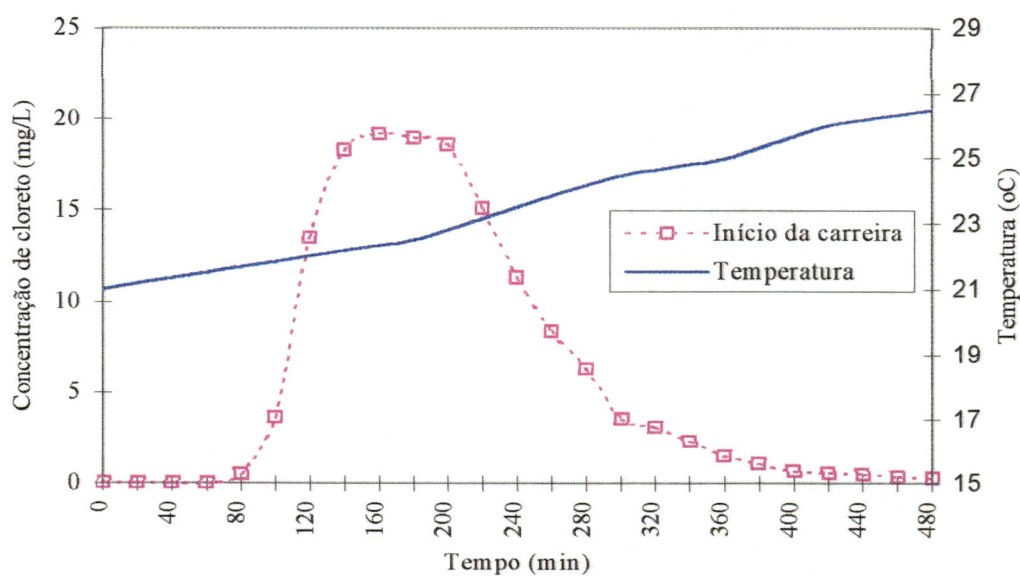


FIGURA H.16 - Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

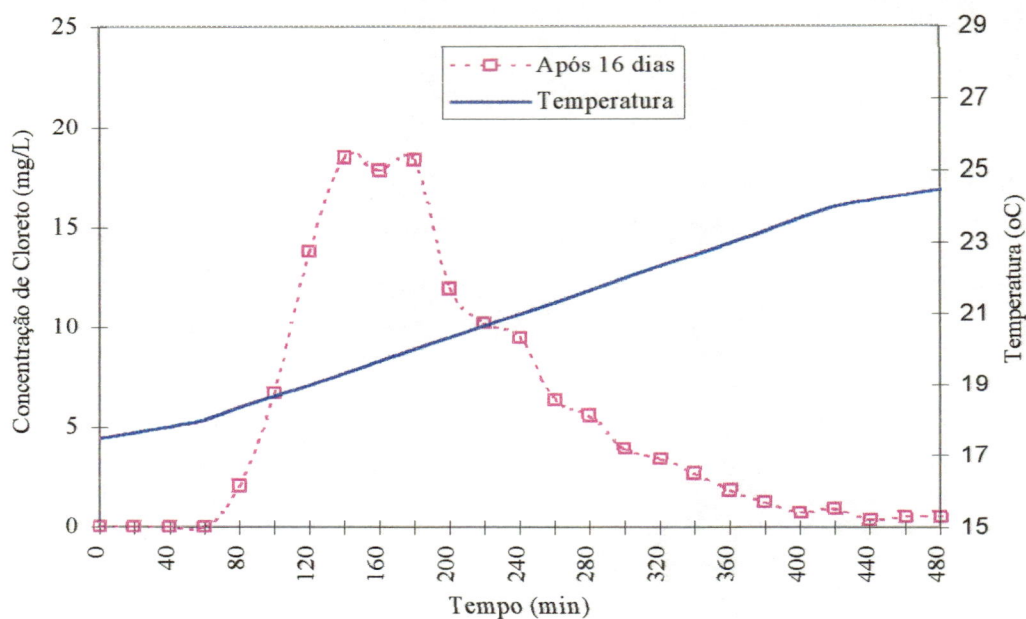


FIGURA H.17- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 16 dias de carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

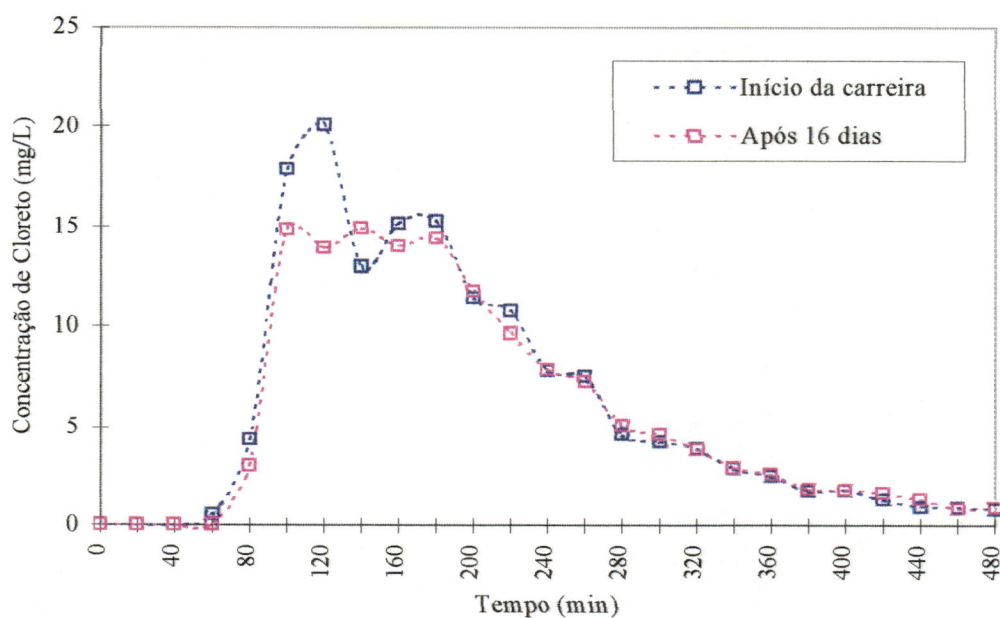


FIGURA H.18- Variação da concentração de cloro em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), durante ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

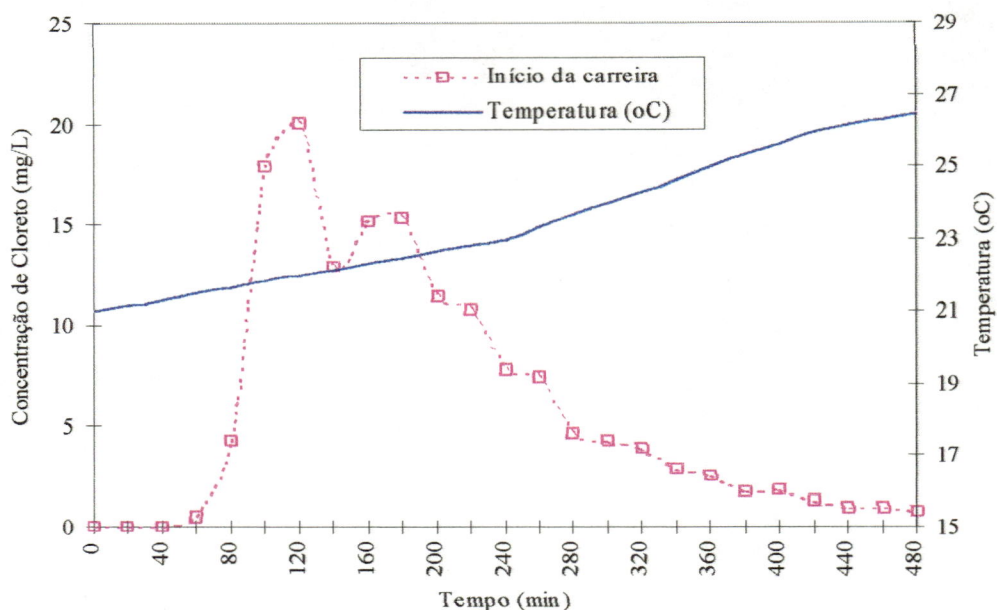


FIGURA H.19- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

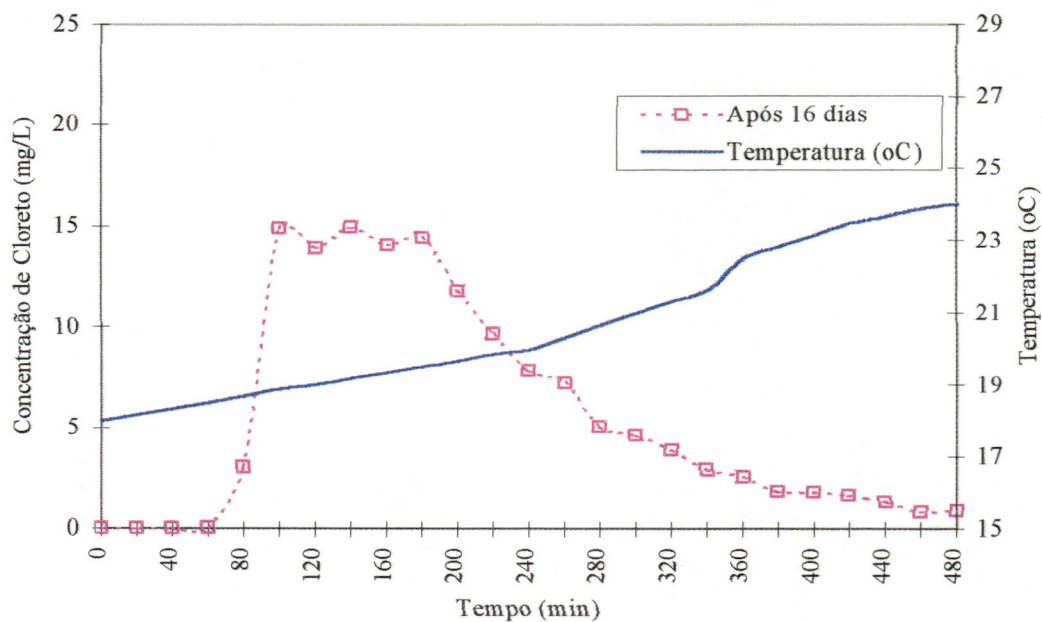


FIGURA H.20- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 16 dias de carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

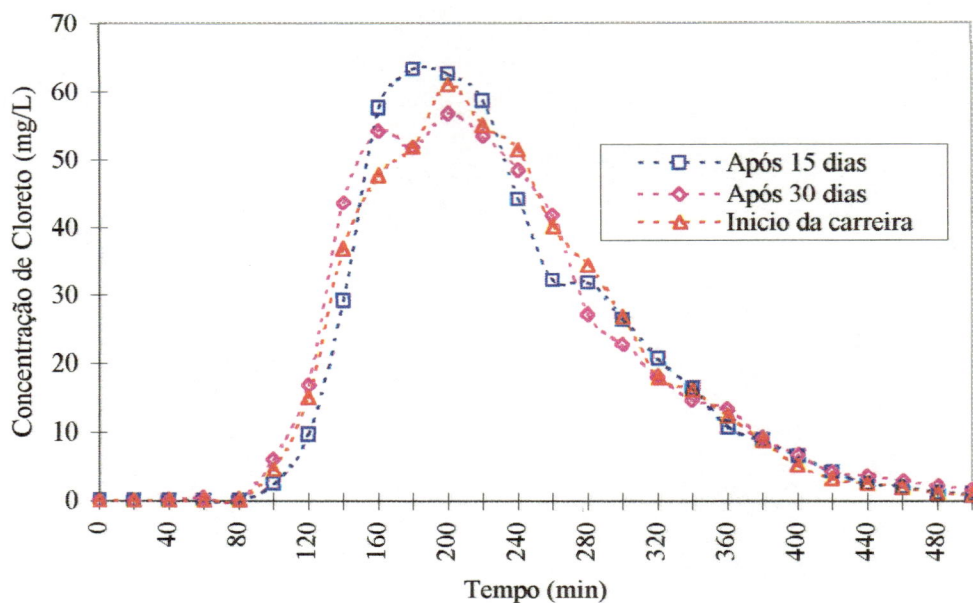


FIGURA H.21- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

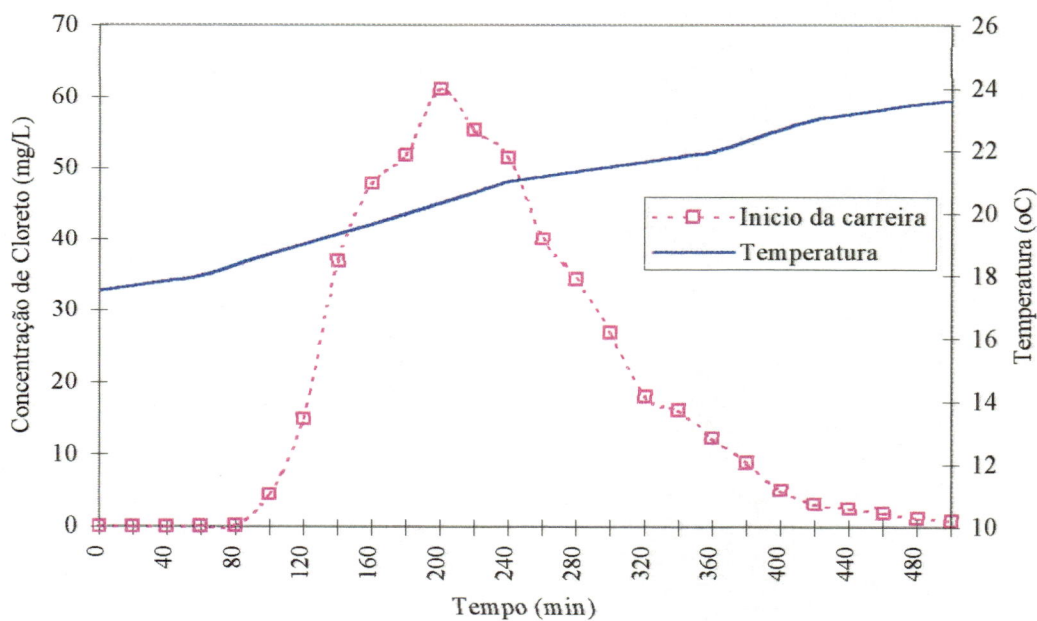


FIGURA H.22- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

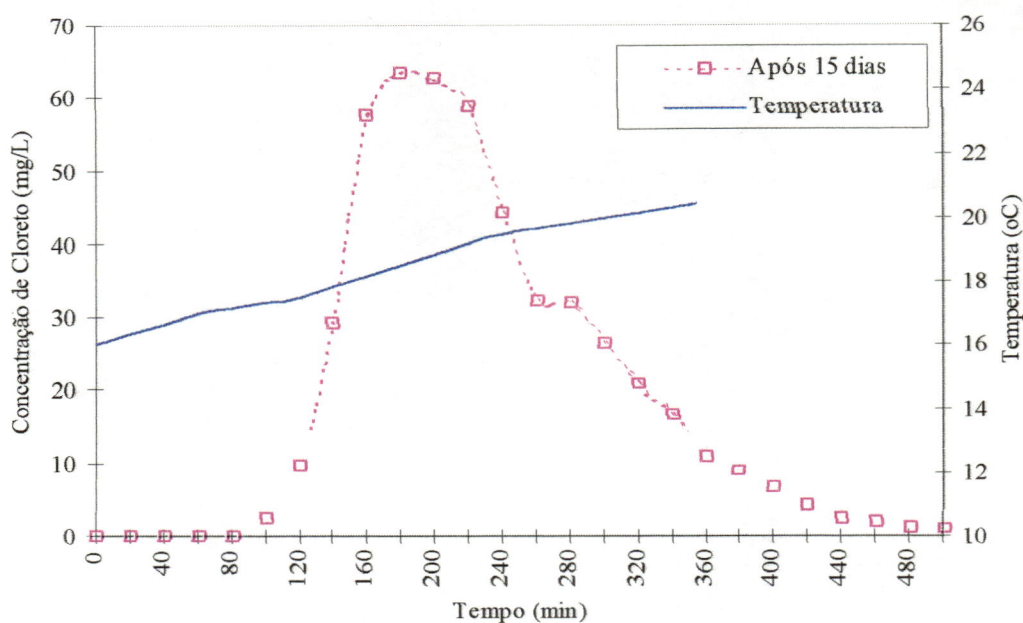


FIGURA H.23- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 15 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

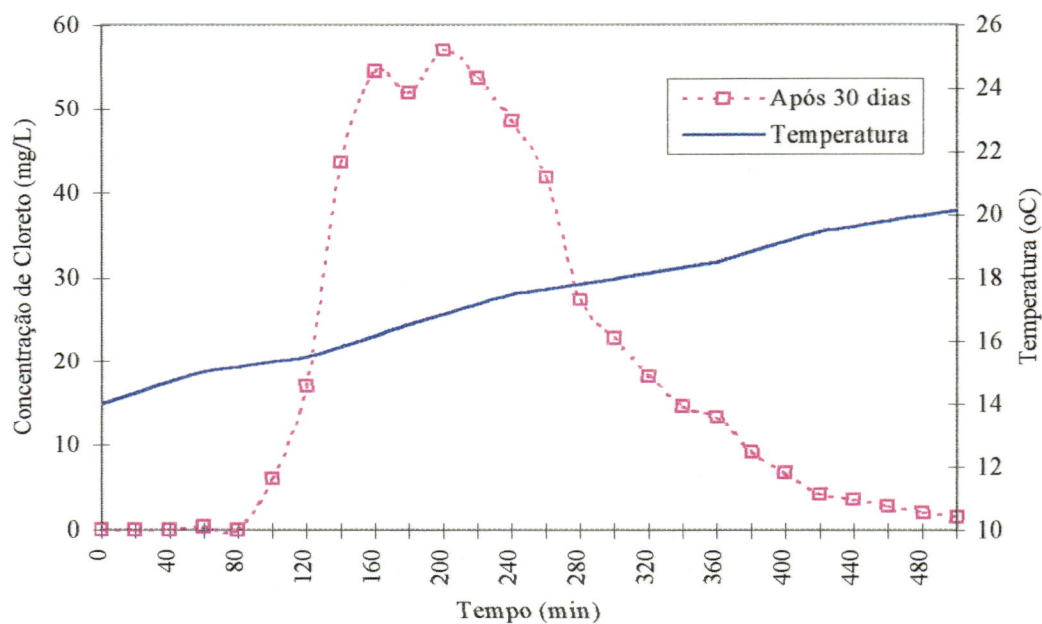


FIGURA H.24- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 30 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

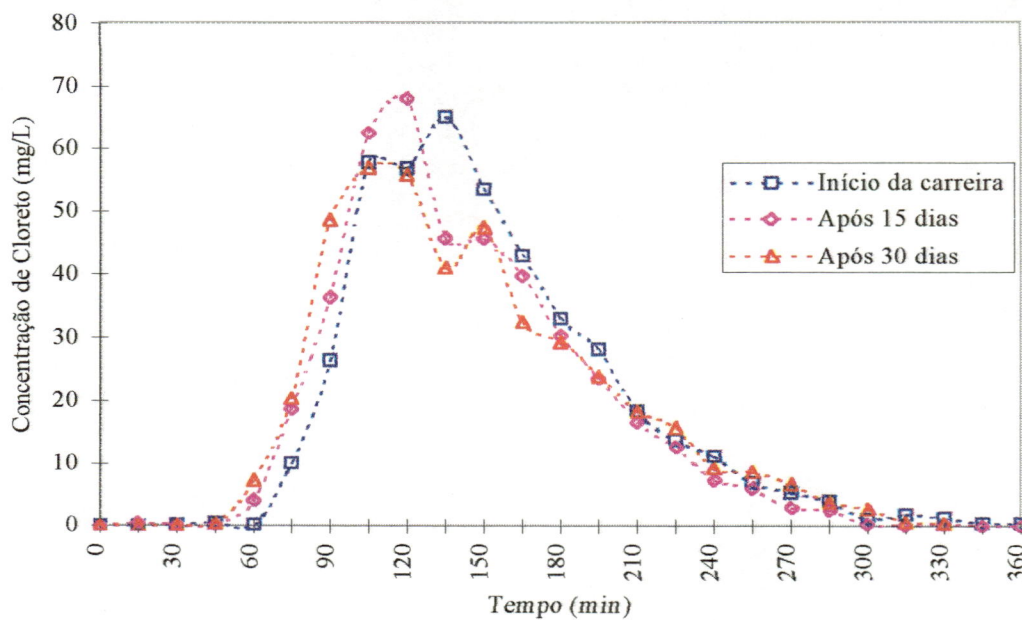


FIGURA H.25- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), durante ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

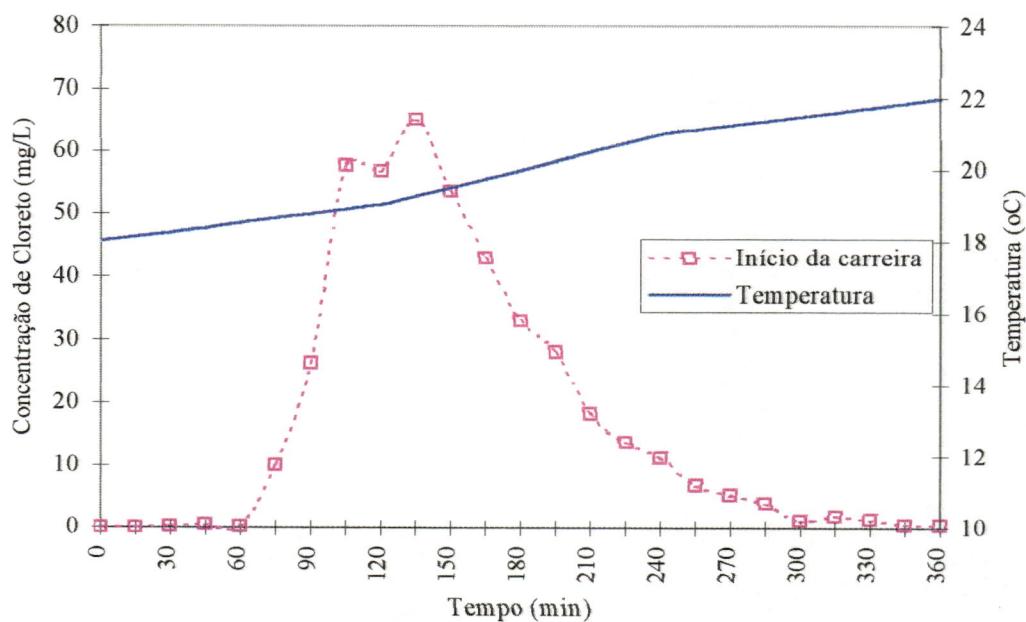


FIGURA H.26- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 3-B com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

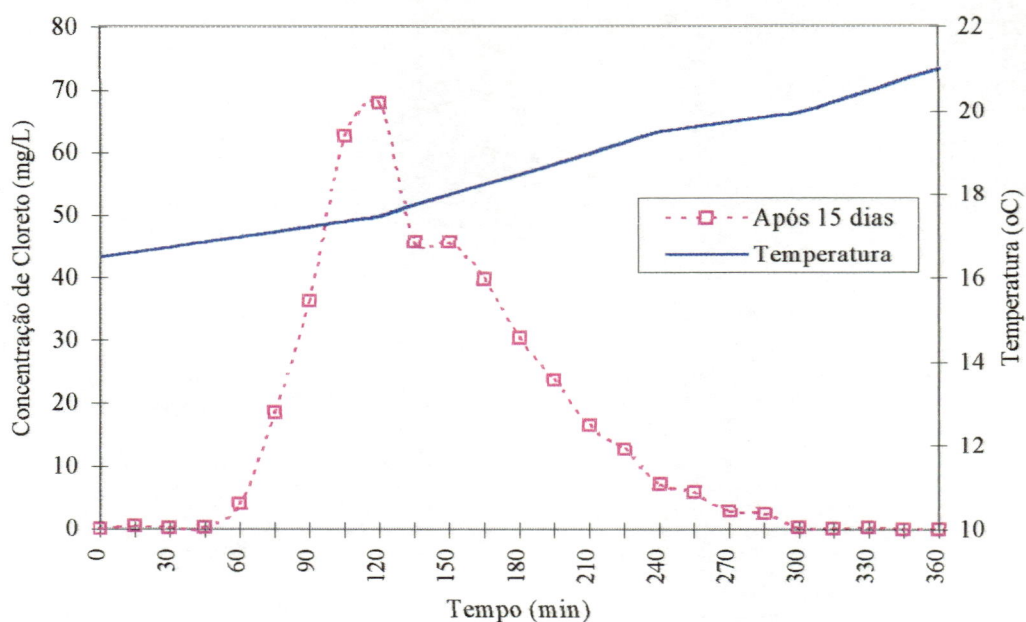


FIGURA H.27- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 15 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

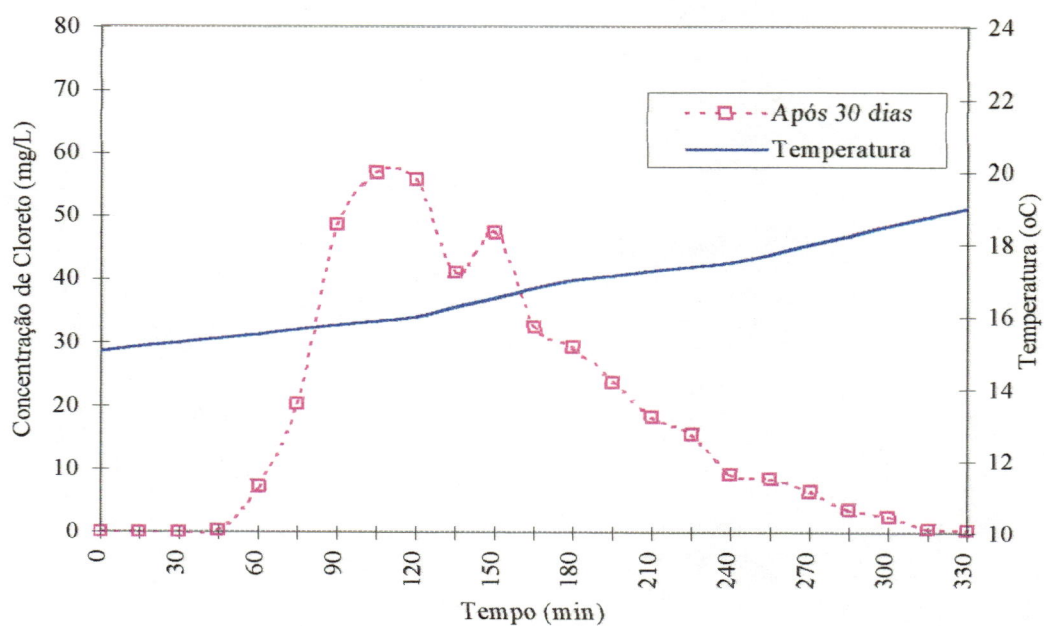


FIGURA H.28- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 30 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

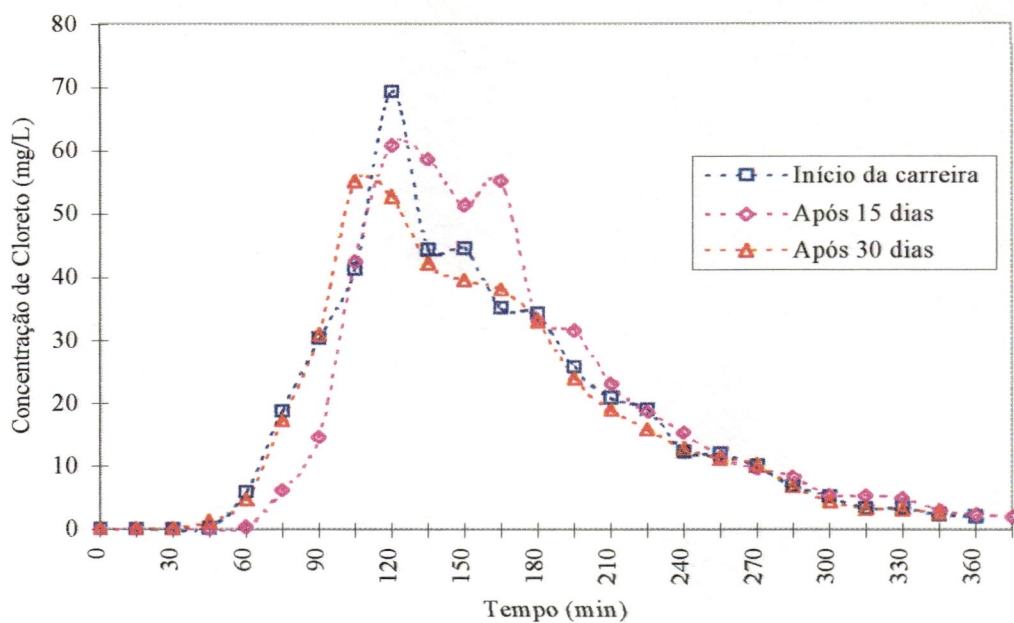


FIGURA H.29- Variação da concentração de cloreto em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

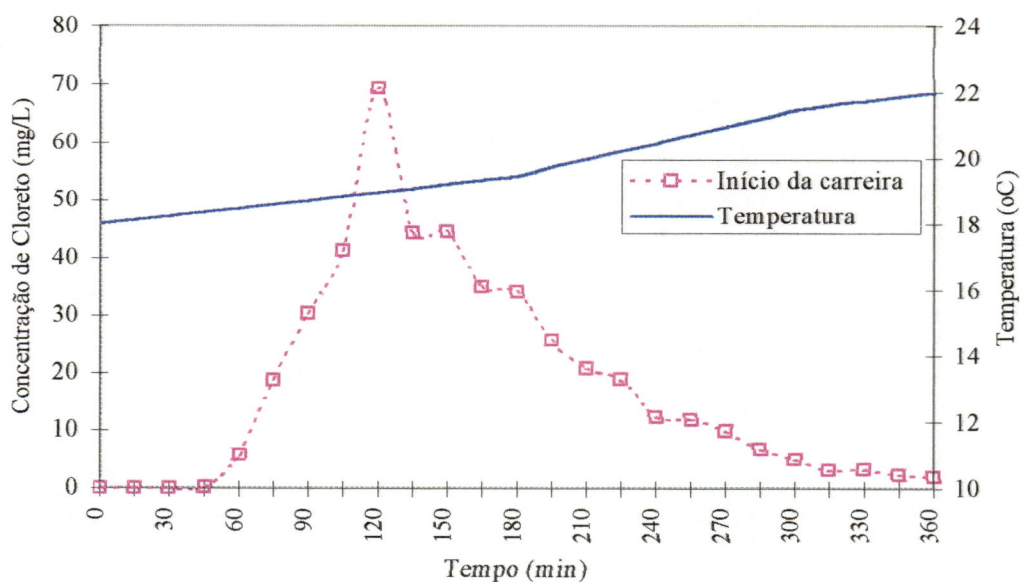


FIGURA H.30- Variação da concentração de cloreto e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

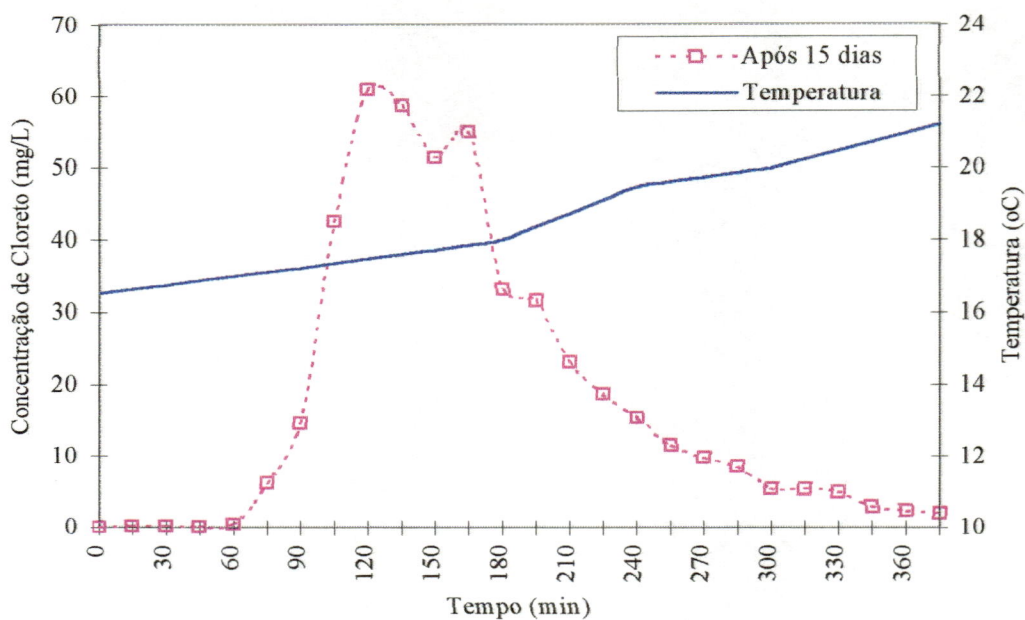


FIGURA H.31- Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 15 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

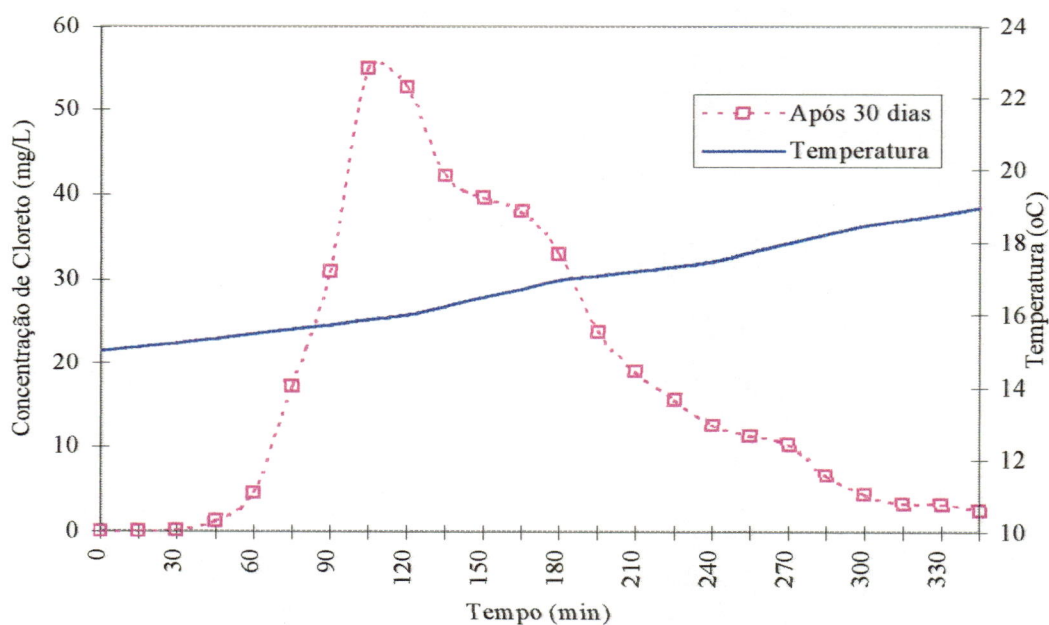


FIGURA H.32-Variação da concentração de cloro e temperatura em função do tempo no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 30 dias de carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

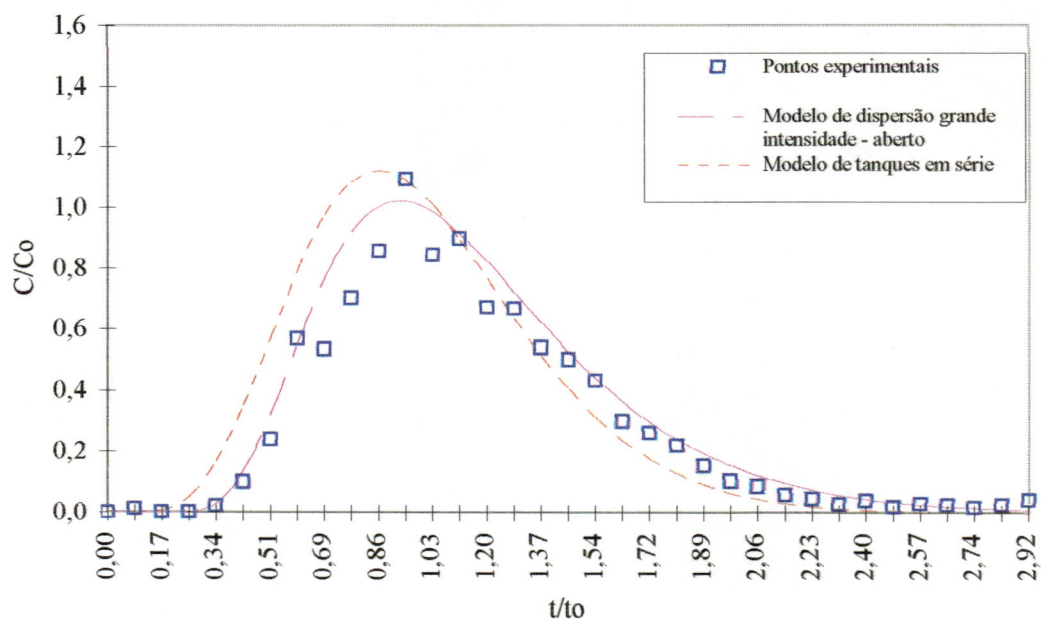


FIGURA H.33- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01(PFPA 04), no início do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

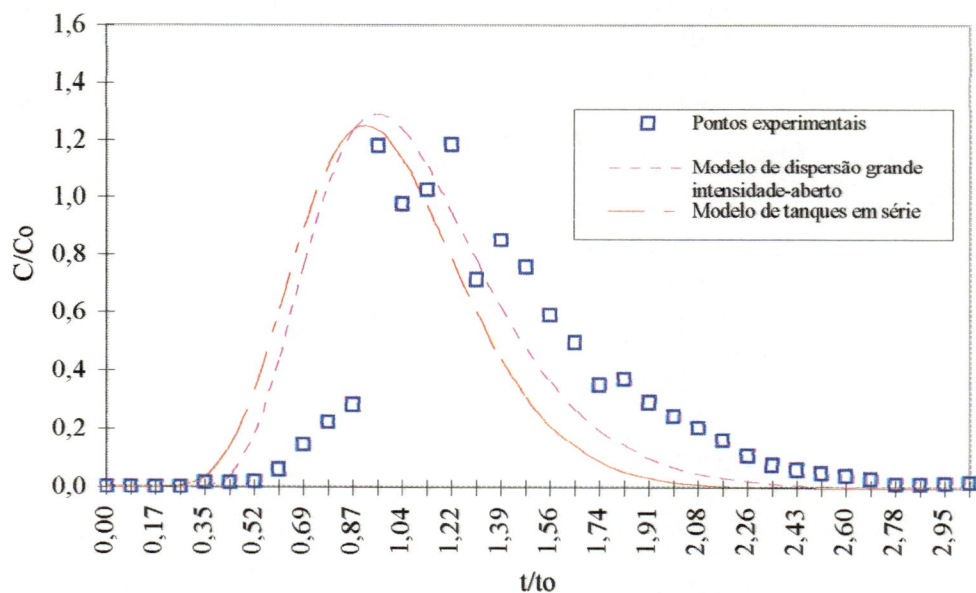


FIGURA H.34- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

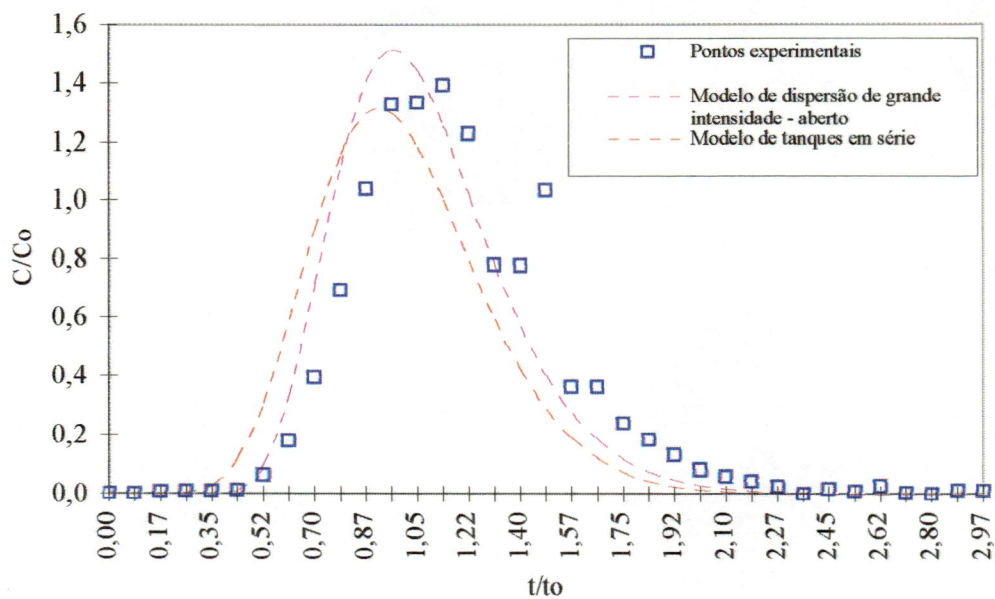


FIGURA H.35 - Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

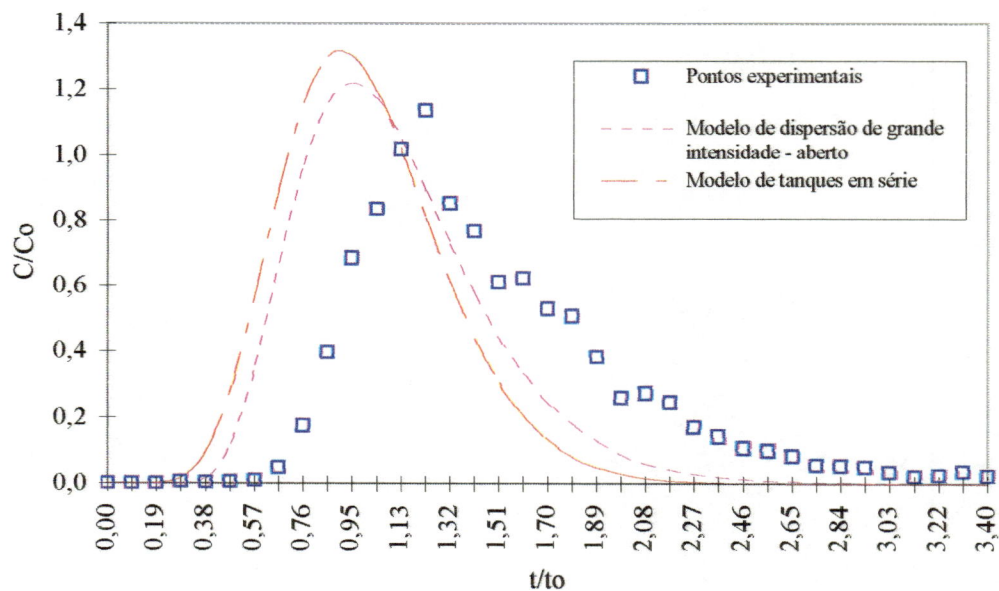


FIGURA H.36 - Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

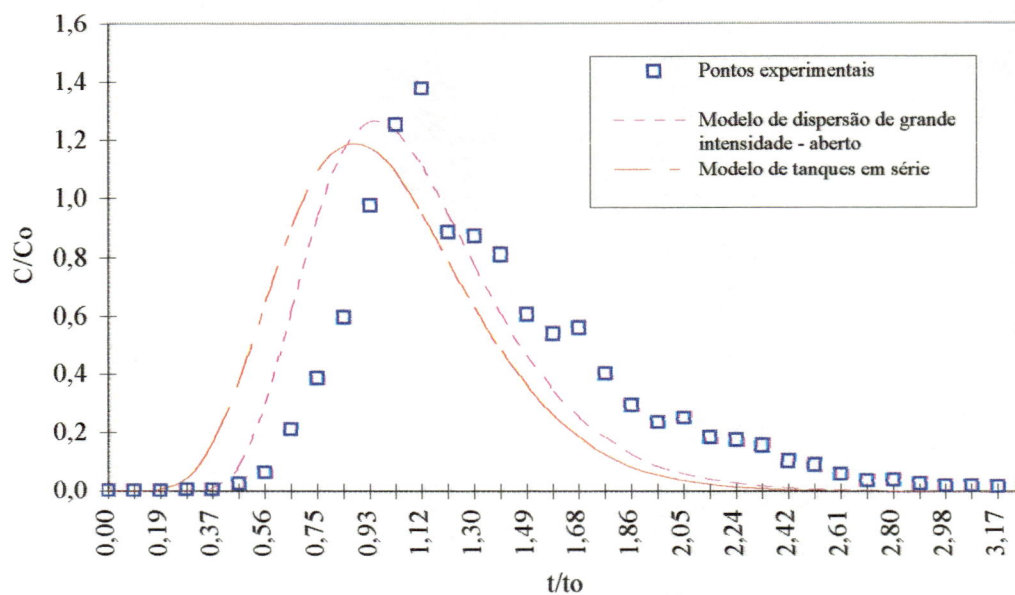


FIGURA H.37- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

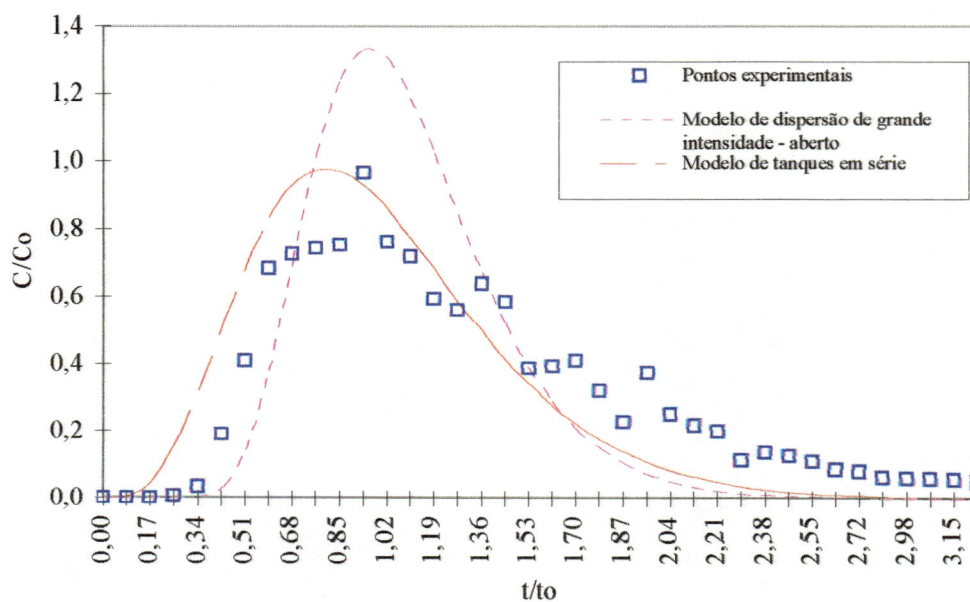


FIGURA H.38- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

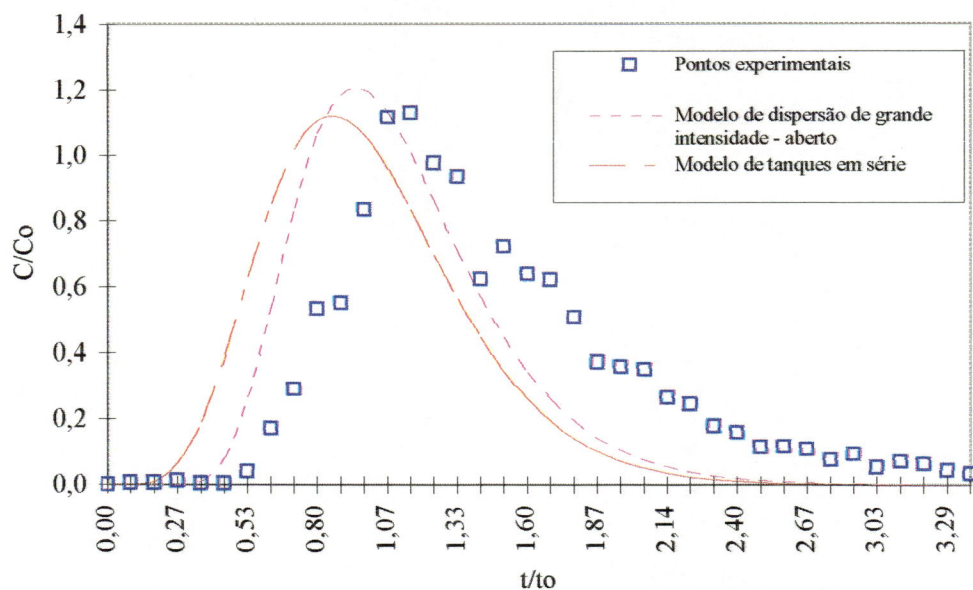


FIGURA H.39- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 20 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

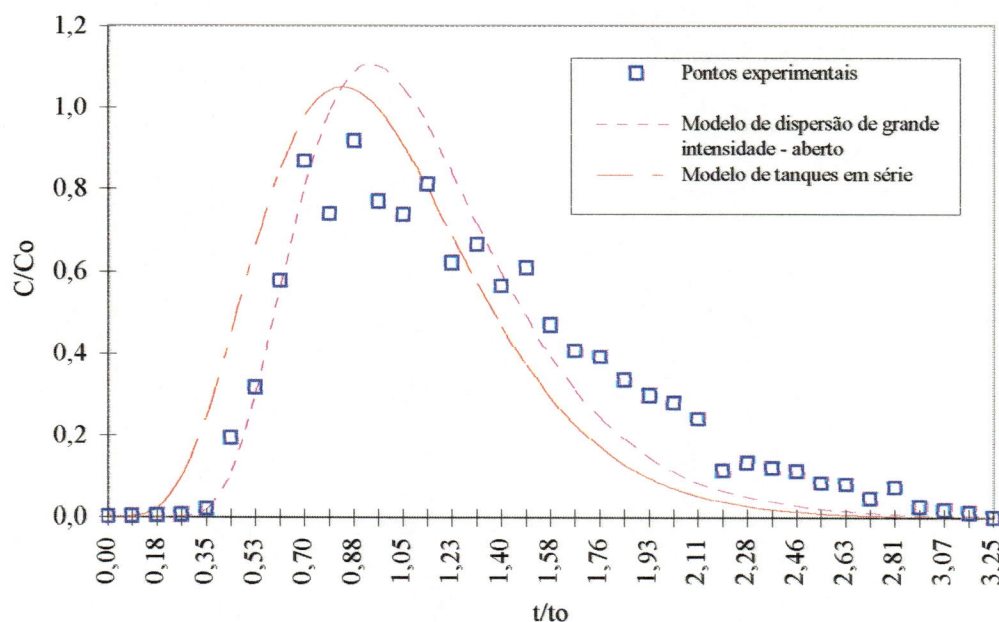


FIGURA H.40- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 40 dias de carreira do ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

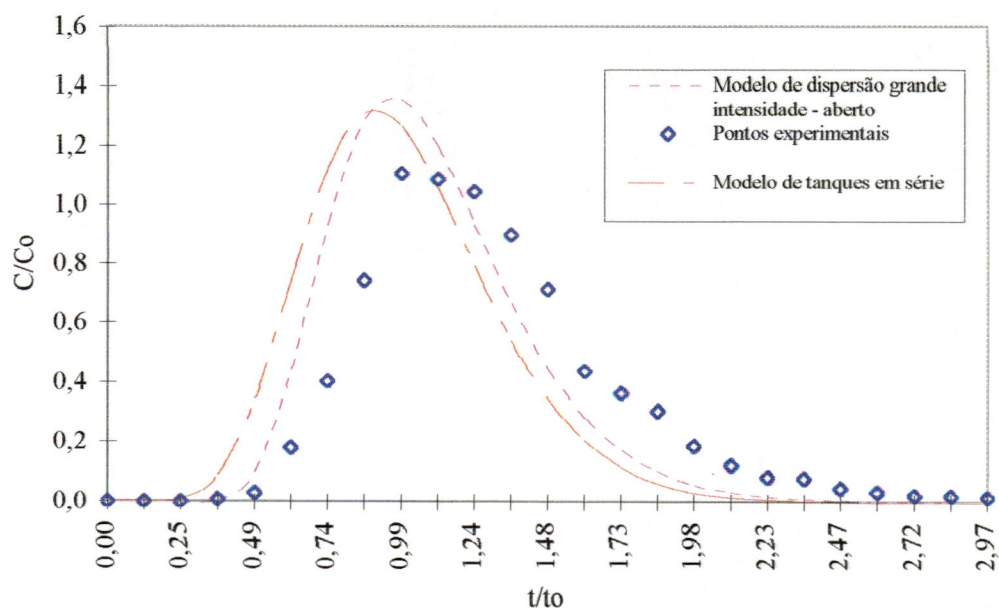


FIGURA H.41- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

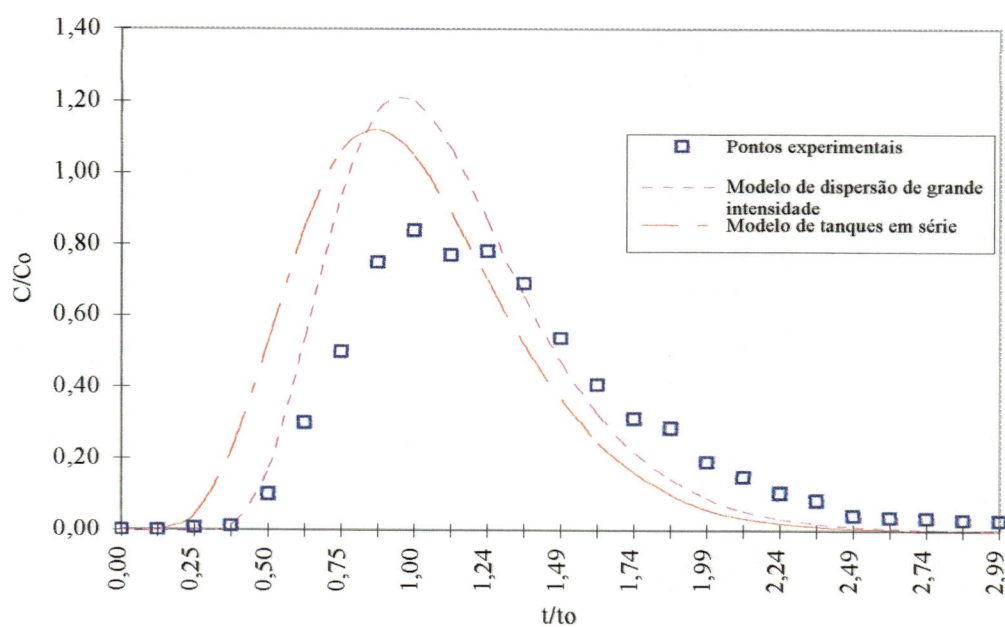


FIGURA H.42- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01(PFPA 04), após 16 dias da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

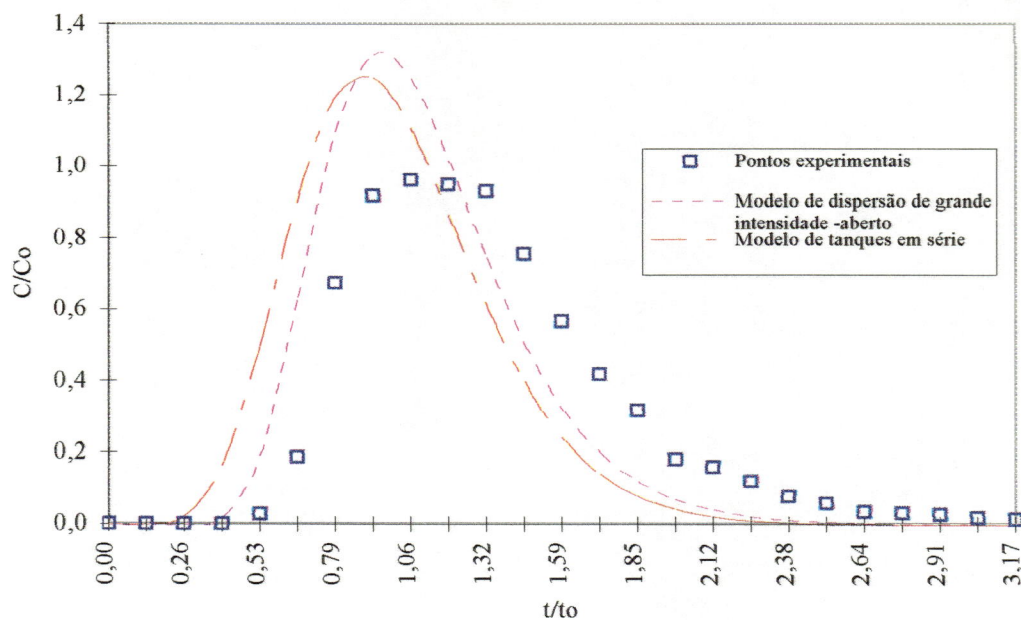


FIGURA H.43- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

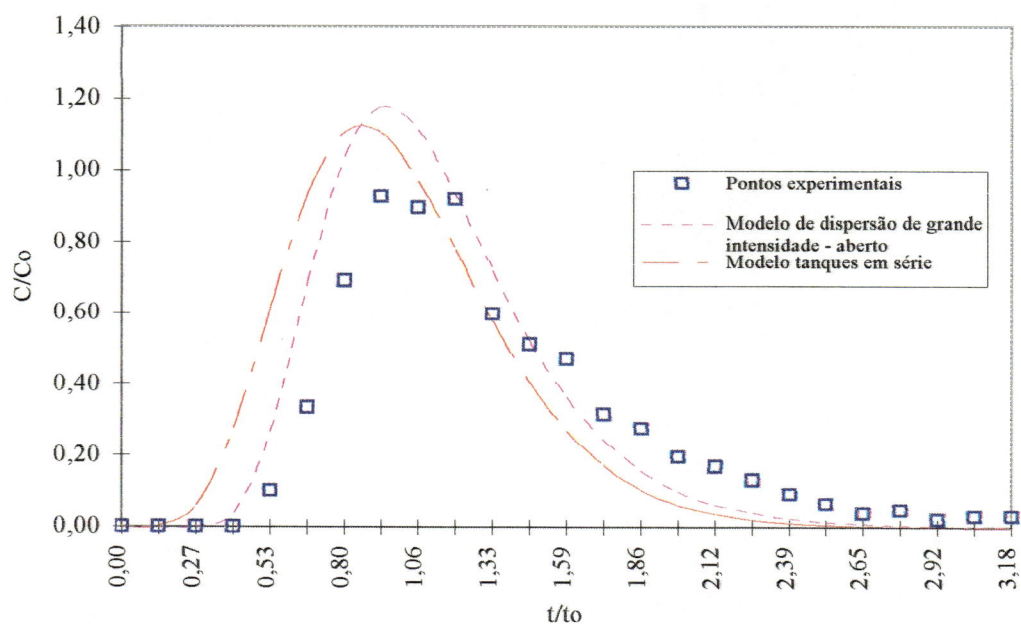


FIGURA H.44- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 16 dias de carreira durante o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

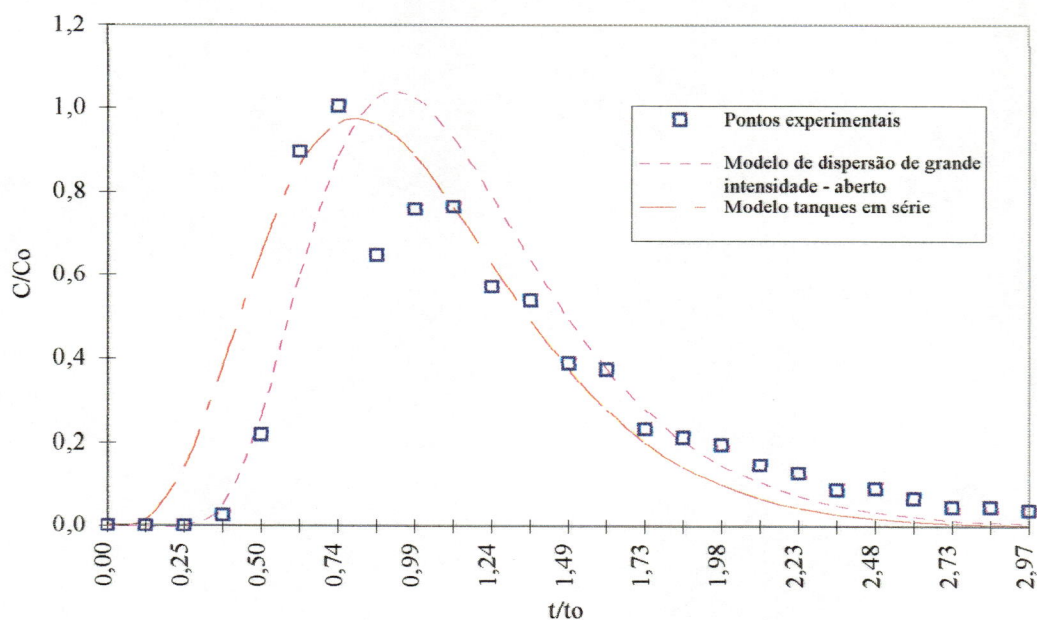


FIGURA H.45- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

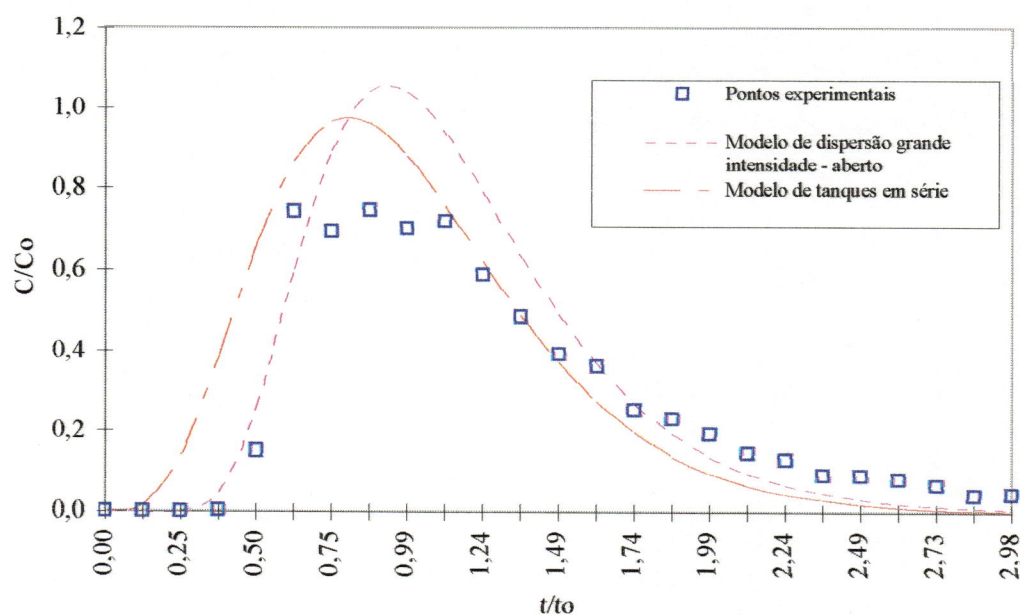


FIGURA H.46- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 16 dias de carreira, durante o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

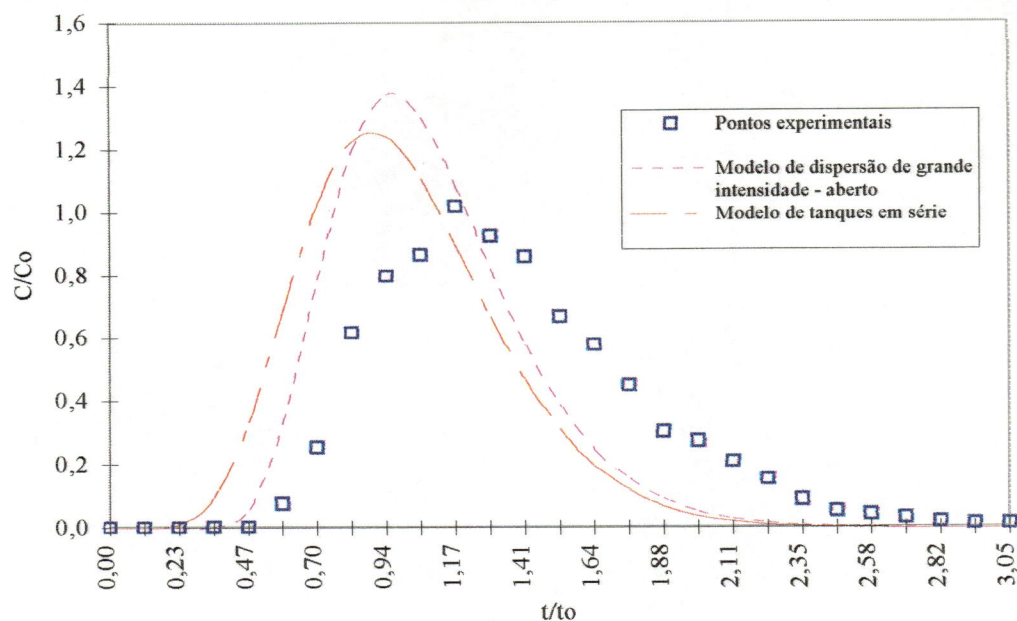


FIGURA H.47- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

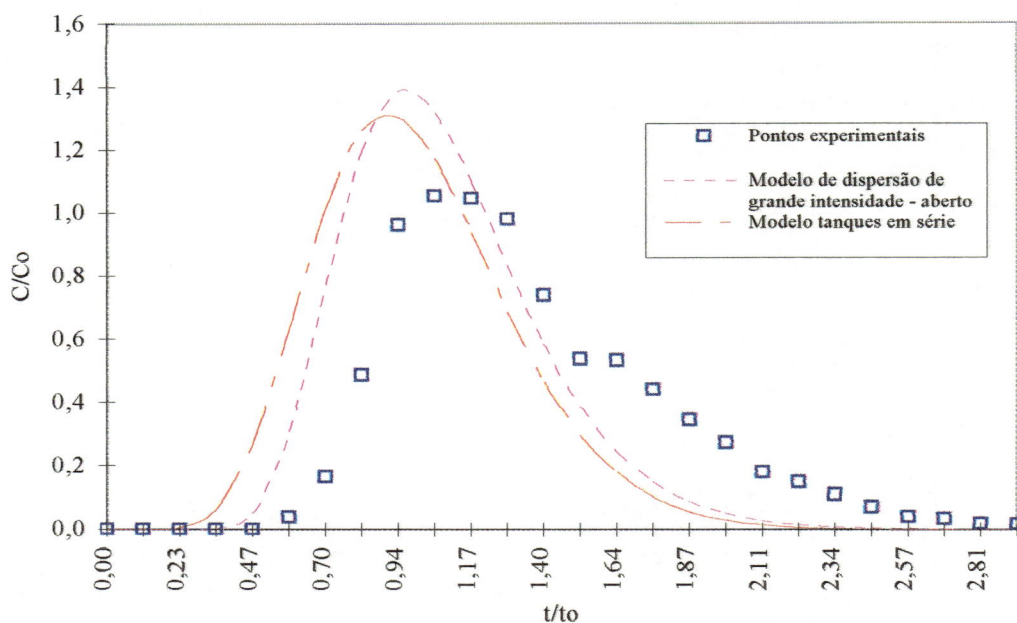


FIGURA H.48- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 15 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

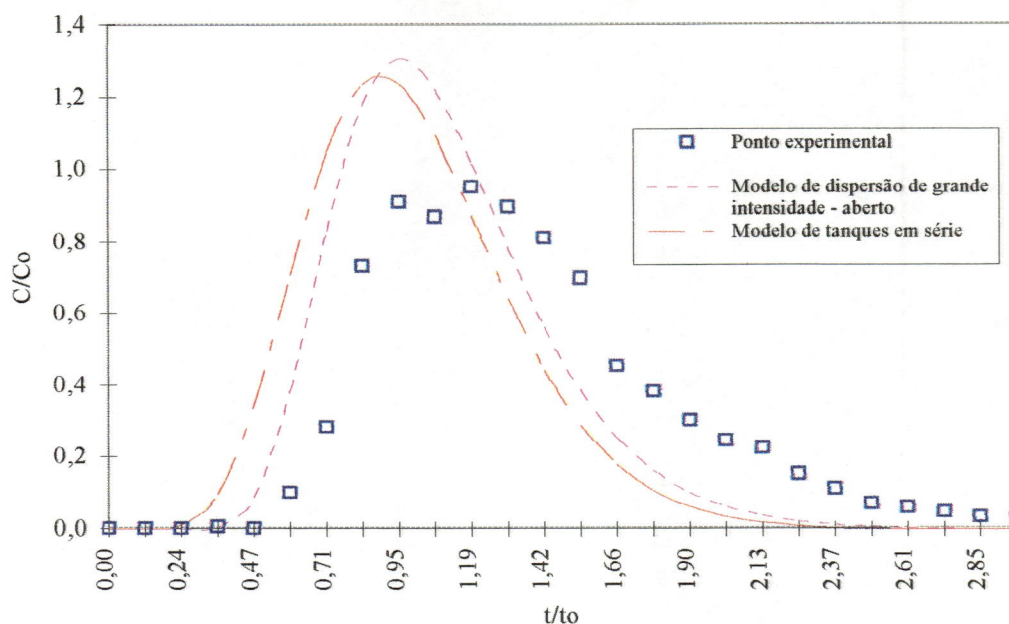


FIGURA H.49- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 01 (PFPA 04), após 30 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

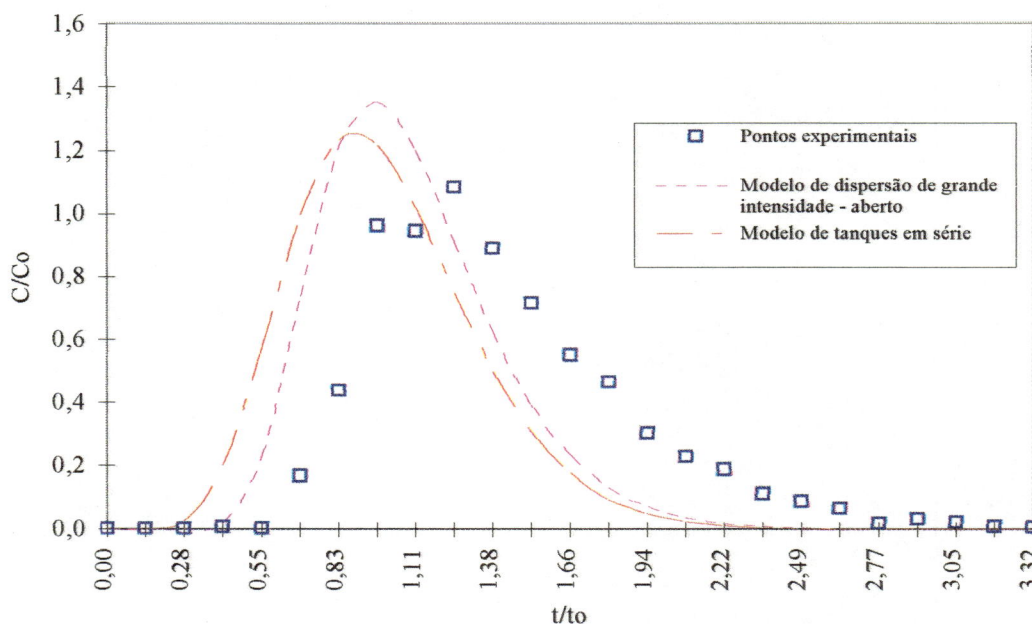


FIGURA H.50- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

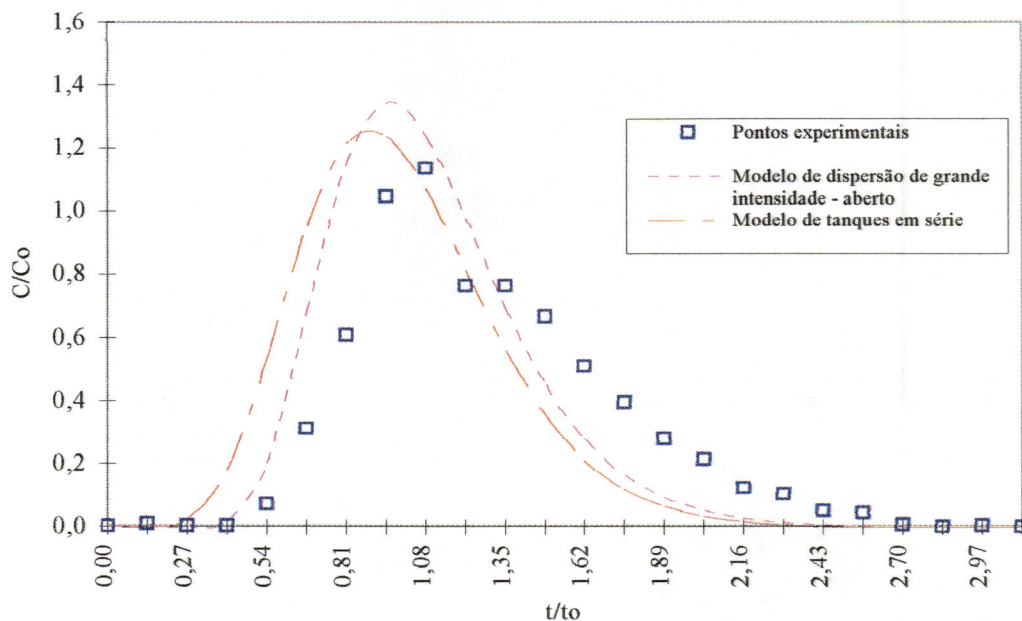


FIGURA H.51- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 15 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

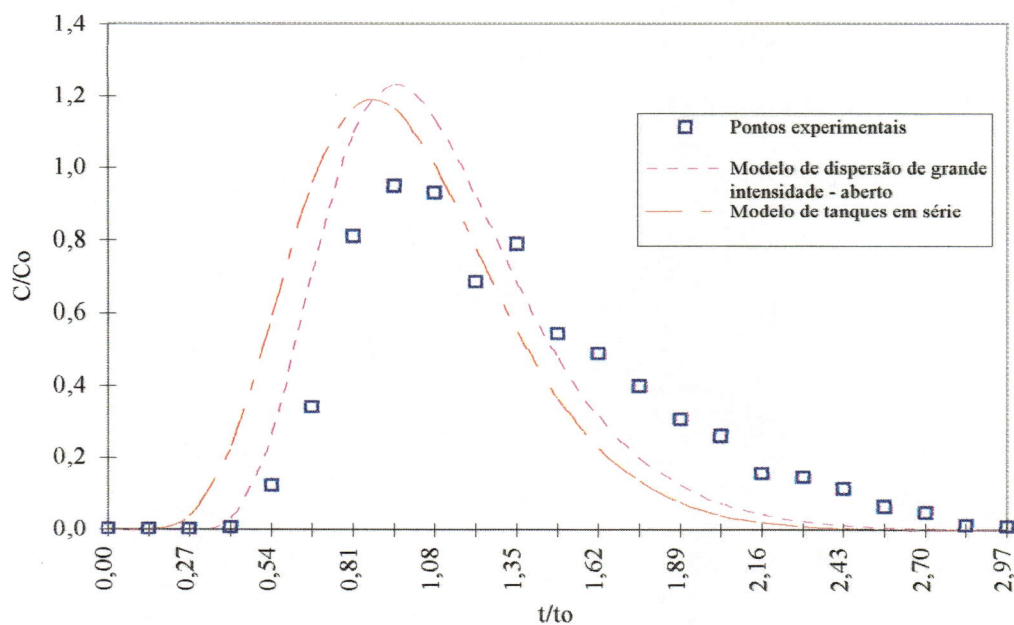


FIGURA H.52- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 02 (PFPA 34), após 30 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

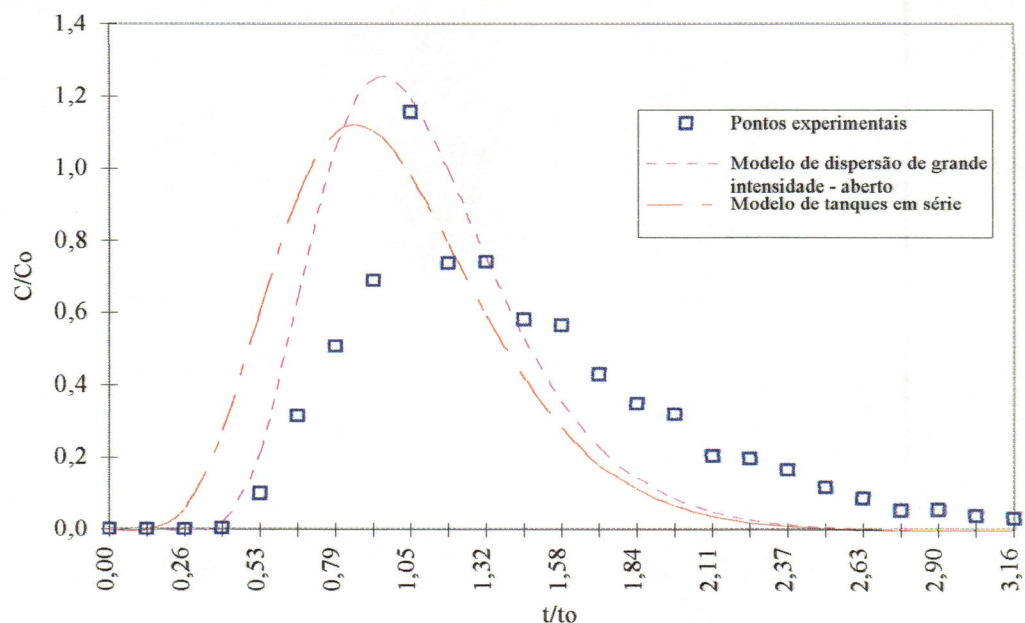


FIGURA H.53- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), no início da carreira do ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

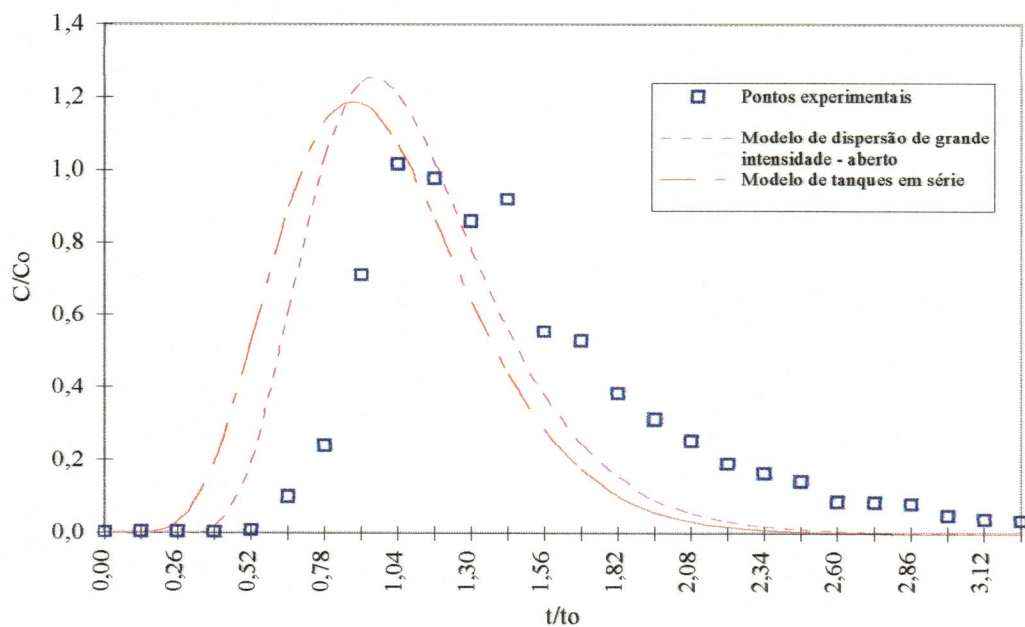


FIGURA H.54- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 15 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

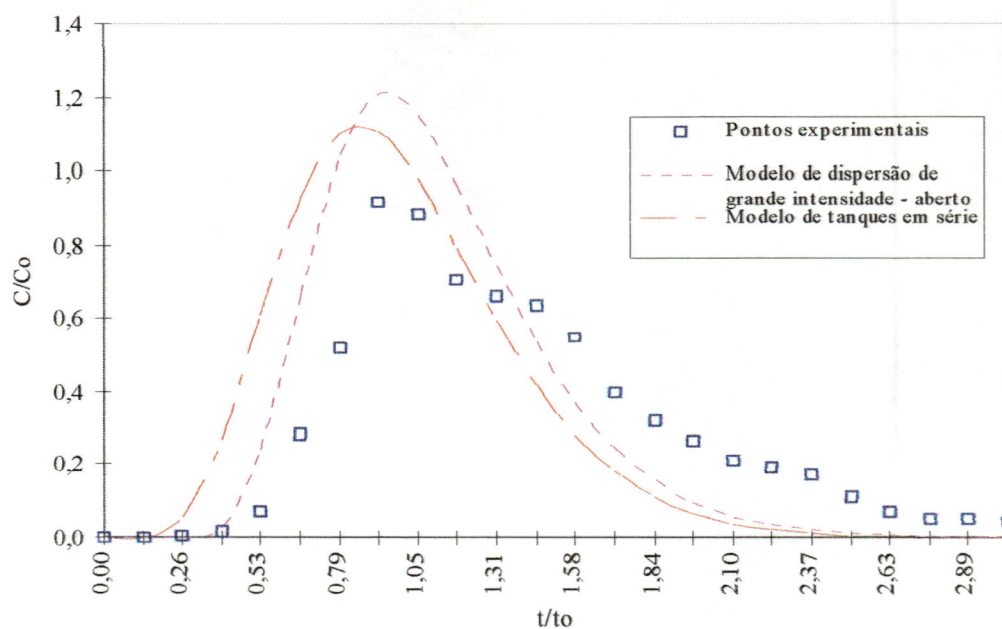


FIGURA H.55- Curva DTR obtida experimentalmente e ajustadas por modelos teóricos no efluente da linha 03 (PFPA 1234), após 30 dias de carreira, durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$.

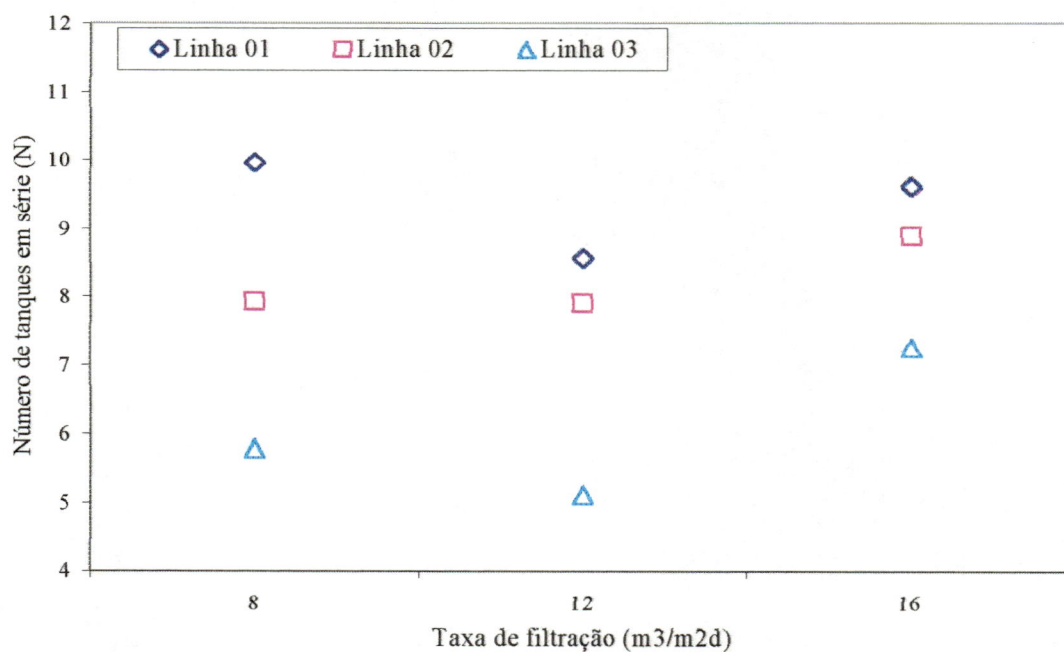


FIGURA H.56- Comparação do comportamento hidrodinâmico entre as três linhas para as taxas de filtração testadas.

TABELA H.1 - Resumo do estudo hidrodinâmico realizado durante o ensaio 2-B, com taxa de filtração de $8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$

	Linha 01	Linha 02	Linha 03
Início da carreira	$Q_m=2916 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=349,8 \text{ min}$ $t_m=404,3 \text{ min}$ $t_p=330,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 87,5 N-CSTR em série = 6,86 $r=0,94$ $n \text{ dispersão} = 0,059$ $r=0,98$	$Q_m=2898 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=220,0 \text{ min}$ $t_m=266,7 \text{ min}$ $t_p=200,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 89,5 N-CSTR em série = 7,07 $r=0,92$ $n \text{ dispersão} = 0,057$ $r=0,98$	$Q_m=2868 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=235,0 \text{ min}$ $t_m=303,3 \text{ min}$ $t_p=220,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 101,2 N-CSTR em série = 4,62 $r=0,91$ $n \text{ dispersão} = 0,081$ $r=0,97$
Após 20 dias	$Q_m=2952 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=345,5 \text{ min}$ $t_m=472,3 \text{ min}$ $t_p=420,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 92,2 N-CSTR em série = 10,75 $r=0,65$ $n \text{ dispersão} = 0,040$ $r=0,77$	$Q_m=3018 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=211,5 \text{ min}$ $t_m=314,7 \text{ min}$ $t_p=260,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 98,0 N-CSTR em série = 8,54 $r=0,58$ $n \text{ dispersão} = 0,048$ $r=0,73$	$Q_m=3000 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=224,7 \text{ min}$ $t_m=329,4 \text{ min}$ $t_p=260,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 103,4 N-CSTR em série = 7,16 $r=0,64$ $n \text{ dispersão} = 0,057$ $r=0,81$
Após 40 dias	$Q_m=2971 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=343,3 \text{ min}$ $t_m=409,3 \text{ min}$ $t_p=390,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 91,3 N-CSTR em série = 12,28 $r=0,86$ $n \text{ dispersão} = 0,035$ $r=0,93$	$Q_m=2970 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=214,7 \text{ min}$ $t_m=290,5 \text{ min}$ $t_p=240,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 94,2 N-CSTR em série = 8,18 $r=0,74$ $n \text{ dispersão} = 0,051$ $r=0,88$	$Q_m=2958 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=227,9 \text{ min}$ $t_m=289,7 \text{ min}$ $t_p=200,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 102,4 N-CSTR em série = 5,58 $r=0,90$ $n \text{ dispersão} = 0,069$ $r=0,96$

TABELA H.2 - Resumo do estudo hidrodinâmico realizado durante o ensaio 1-D, com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$

Taxa 12	Linha 01	Linha 02	Linha 03
Início da carreira	$Q_m=4209 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=242,5 \text{ min}$ $t_m=312,8 \text{ min}$ $t_p=240,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 98,5 N-CSTR em série = 9,77 $r=0,74$ $n \text{ dispersão} = 0,044$ $r=0,90$	$Q_m=4229 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=151,3 \text{ min}$ $t_m=200,6 \text{ min}$ $t_p=160,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 98,3 N-CSTR em série = 8,97 $r=0,78$ $n \text{ dispersão} = 0,047$ $r=0,89$	$Q_m=4180 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=161,4 \text{ min}$ $t_m=193,6 \text{ min}$ $t_p=120,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 93,5 N-CSTR em série = 5,01 $r=0,91$ $n \text{ dispersão} = 0,076$ $r=0,94$
Após 16 dias	$Q_m=4232 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=241,0 \text{ min}$ $t_m=311,6 \text{ min}$ $t_p=240,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 86,6 N-CSTR em série = 6,39 $r=0,83$ $n \text{ dispersão} = 0,055$ $r=0,94$	$Q_m=4241 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=150,9 \text{ min}$ $t_m=197,8 \text{ min}$ $t_p=180,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 91,5 N-CSTR em série = 6,86 $r=0,84$ $n \text{ dispersão} = 0,059$ $r=0,96$	$Q_m=4194 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=160,9 \text{ min}$ $t_m=202,0 \text{ min}$ $t_p=140,0 \text{ min}$ CI recuperado (%) = 86,9 N-CSTR em série = 5,22 $r=0,89$ $n \text{ dispersão} = 0,074$ $r=0,97$

TABELA H.3 - Resumo do estudo hidrodinâmico realizado durante o ensaio 3-B, com taxa de filtração de $16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$

	Linha 01	Linha 02	Linha 03
Início da carreira	$Q_m=5982 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=170,5 \text{ min}$ $t_m=231,6 \text{ min}$ $t_p=200,0 \text{ min}$ Cl recuperado(%) = 96,8 N-CSTR em série = 9,93 $r=0,70$ $n \text{ dispersão} = 0,043$ $r=0,83$	$Q_m=5880 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=108,8 \text{ min}$ $t_m=152,8 \text{ min}$ $t_p=150,0 \text{ min}$ Cl recuperado(%) = 101,6 N-CSTR em série = 9,63 $r=0,66$ $n \text{ dispersão} = 0,044$ $r=0,79$	$Q_m=5898 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=114,4 \text{ min}$ $t_m=159,7 \text{ min}$ $t_p=120,0 \text{ min}$ Cl recuperado(%) = 97,8 N-CSTR em série = 6,89 $r=0,74$ $n \text{ dispersão} = 0,059$ $r=0,88$
Após 15 dias	$Q_m=5864 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=171,0 \text{ min}$ $t_m=232,4 \text{ min}$ $t_p=200,0 \text{ min}$ Cl recuperado (%) = 97,6 N-CSTR em série = 10,2 $r=0,71$ $n \text{ dispersão} = 0,042$ $r=0,84$	$Q_m=5735 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=111,0 \text{ min}$ $t_m=143,3 \text{ min}$ $t_p=120,0 \text{ min}$ Cl recuperado (%) = 95,9 N-CSTR em série = 9,40 $r=0,81$ $n \text{ dispersão} = 0,045$ $r=0,91$	$Q_m=5843 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=115,5 \text{ min}$ $t_m=169,5 \text{ min}$ $t_p=120,0 \text{ min}$ Cl recuperado (%) = 100,8 N-CSTR em série = 8,00 $r=0,62$ $n \text{ dispersão} = 0,052$ $r=0,78$
Após 30 dias	$Q_m=6000 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=168,6 \text{ min}$ $t_m=230,3 \text{ min}$ $t_p=200,0 \text{ min}$ Cl recuperado (%) = 99,3 N-CSTR em série = 8,76 $r=0,73$ $n \text{ dispersão} = 0,048$ $r=0,86$	$Q_m=5742 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=111,1 \text{ min}$ $t_m=146,4 \text{ min}$ $t_p=90,0 \text{ min}$ Cl recuperado (%) = 97,1 N-CSTR em série = 7,68 $r=0,82$ $n \text{ dispersão} = 0,054$ $r=0,93$	$Q_m=5916 \pm 5 \text{ mL/min}$ $t_o=114,1 \text{ min}$ $t_m=157,8 \text{ min}$ $t_p=105 \text{ min}$ Cl recuperado (%) = 94,1 N-CSTR em série = 6,92 $r=0,76$ $n \text{ dispersão} = 0,056$ $r=0,91$

ANEXO I

Figuras e tabelas referentes a caracterização das águas de lavagem

TABELA I.1 - Caracterização da amostra composta da primeira descarga nos pré-filtros ascendentes após encerramento do ensaio I-D

	PFVA 01	PFVA 02	PFVA 03	PFVA04	PFVA 12	PFVA 34	PFVA I234
Taxa de Descarga (m ³ /m ² d)	250,0	375,6	319,0	267,0	292,4	274,7	530,2
Sólidos Totais (mg/L)	67,2	126,6	166,1	147,2	125,5	140,5	122,2
Sólidos Suspensos(mg/L)	31,8	48,1	64,0	67,4	47,8	73,6	59,8
Sólidos Dissolvidos(mg/L)	35,3	78,5	102,1	82,3	79,2	71,2	62,3
Turbidez (uT)	29,5	49,3	66,8	67,4	47,8	73,6	66,5
Cor Aparente (uC)	217	365	492	489	342	542	483
pH	6,86	6,96	6,97	6,89	7,10	7,00	6,43
Ferro Total (mg/L)	1,70	2,30	4,80	4,80	3,00	5,10	4,42
DQO (mg/L)	38,0	28,0	30,0	33,0	33,0	30,0	25,0
Condutividade (µS/cm)	17,52	17,47	18,10	17,85	17,95	17,36	16,85

TABELA I.2 - Caracterização da amostra composta da segunda descarga nos pré-filtros ascendentes após encerramento do ensaio I-D

	PFVA 01	PFVA 02	PFVA 03	PFVA04	PFVA 12	PFVA 34	PFVA I234
Taxa de Descarga (m ³ /m ² d)	250,0	375,6	319,0	267,0	292,4	274,7	555,4
Sólidos Totais (mg/L)	59,4	97,2	166,1	93,8	113,3	85,5	129,1
Sólidos Suspensos(mg/L)	20,3	27,6	45,1	58,0	45,3	53,5	55,6
Sólidos Dissolvidos(mg/L)	39,1	69,5	102,1	72,1	35,8	68,0	31,9
Turbidez (uT)	20,8	32,2	46,6	61,7	45,6	59,1	58,5
Cor Aparente (uC)	151	316	323	471	325	421	412
pH	6,91	7,08	6,73	6,99	6,78	6,90	6,88
Ferro Total (mg/L)	1,50	1,90	3,20	4,10	1,85	2,30	2,80
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-
Condutividade (µS/cm)	16,78	17,42	17,50	17,56	17,70	18,30	17,98

(-) Parâmetro não medido

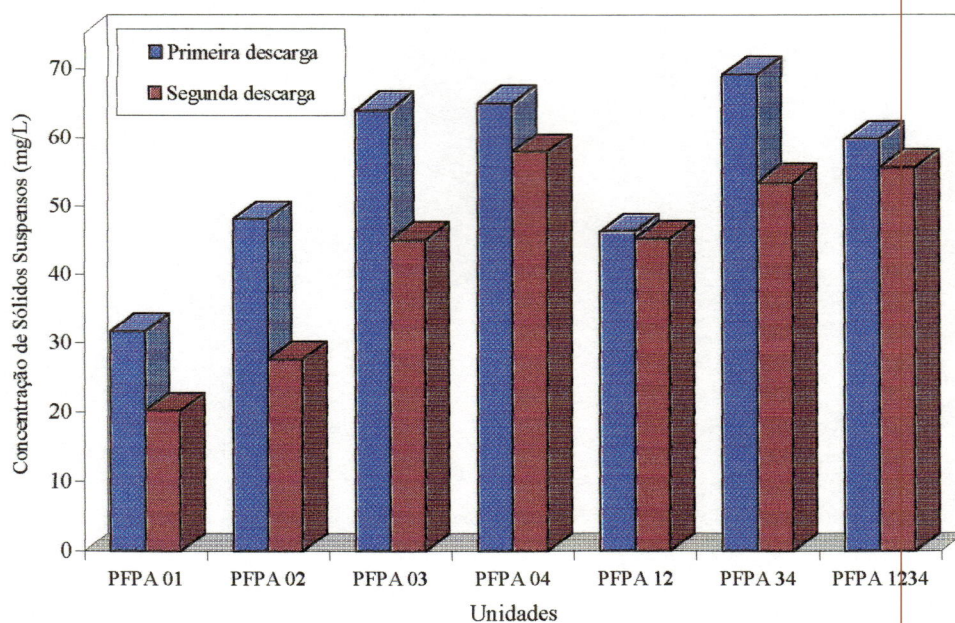


FIGURA I.1- Variação da concentração média de sólidos suspensos na água de lavagem dos pré-filtros de pedregulho com escoamento ascendente, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

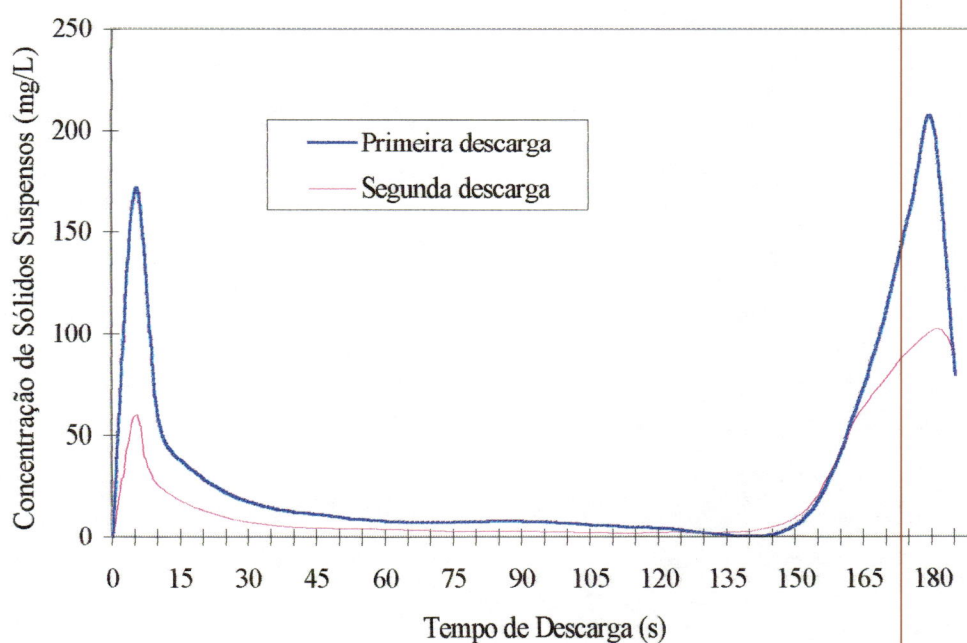


FIGURA I.2- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 01, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

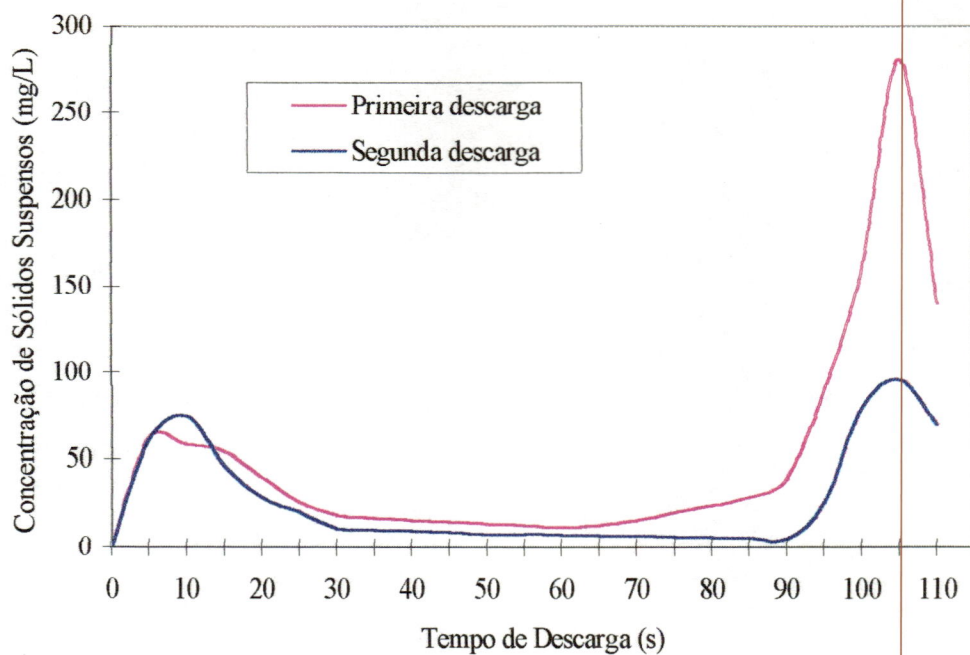


FIGURA I.3- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 02, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

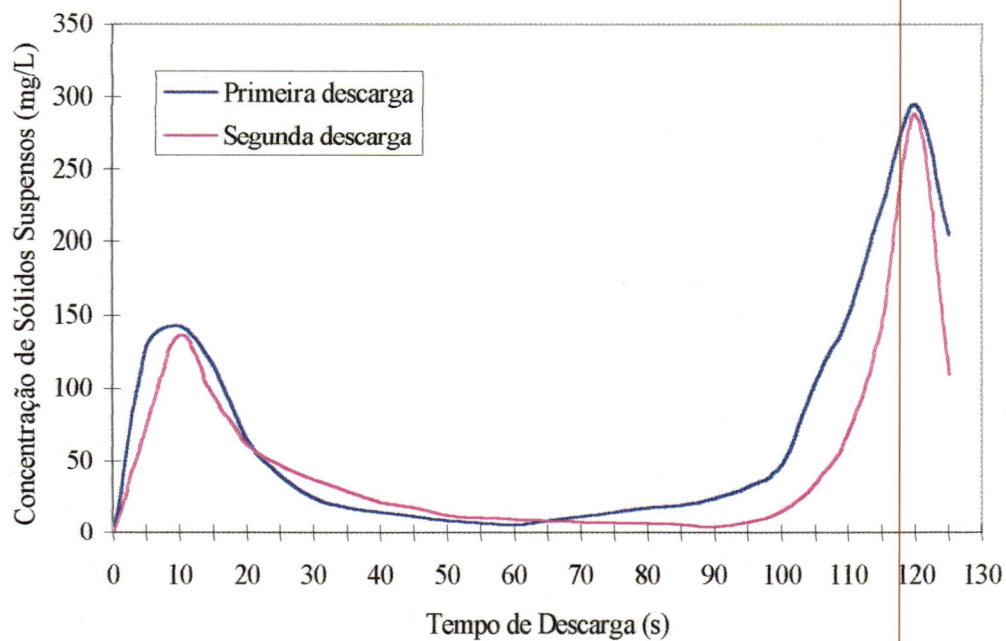


FIGURA I.4- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 03, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

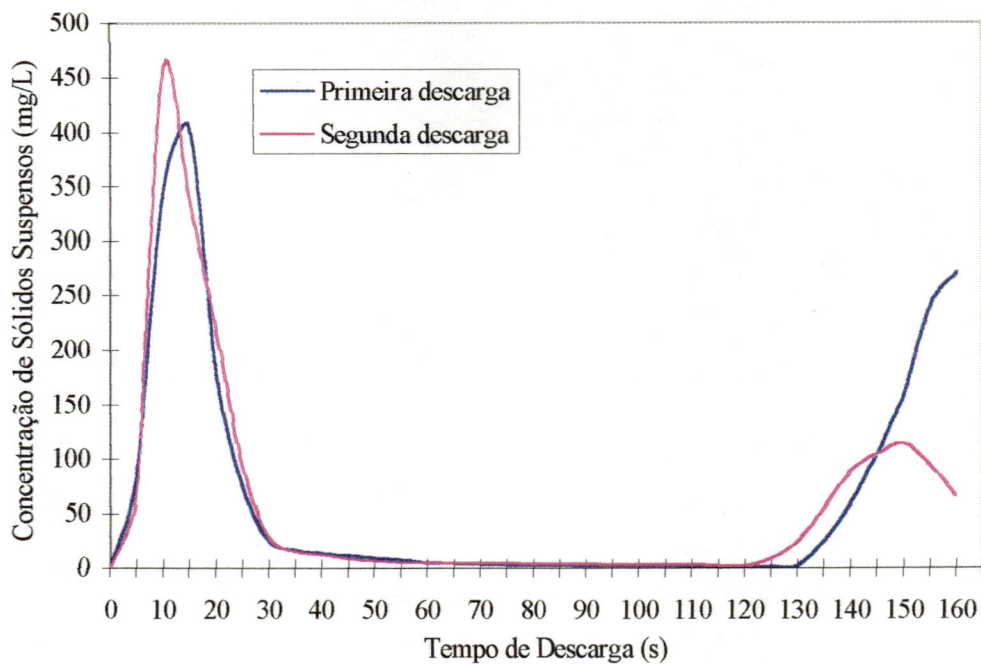


FIGURA I.5- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 04, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

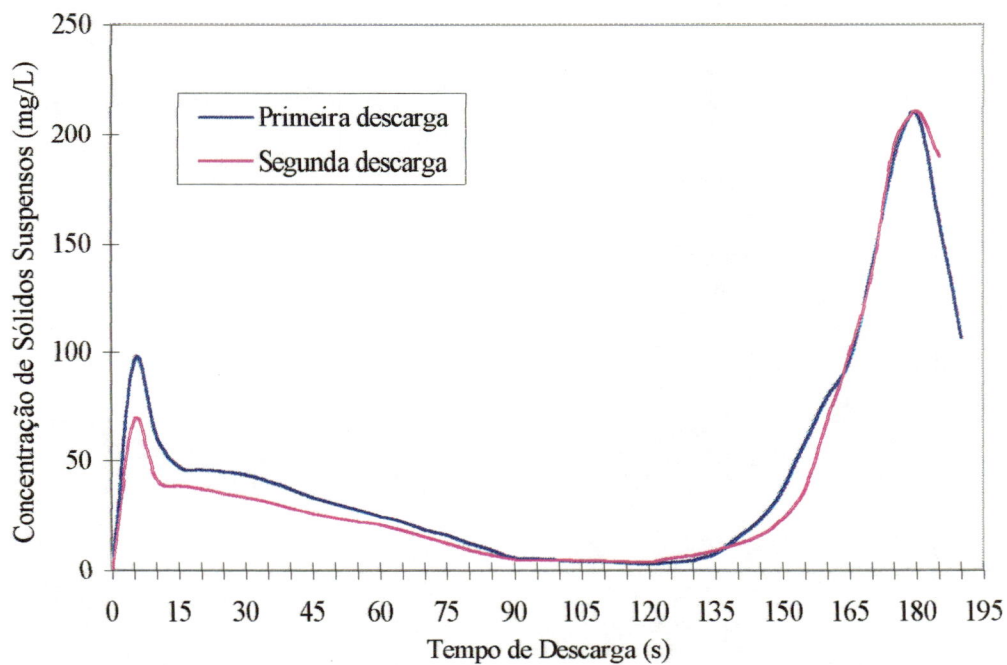


FIGURA I.6- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 12, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

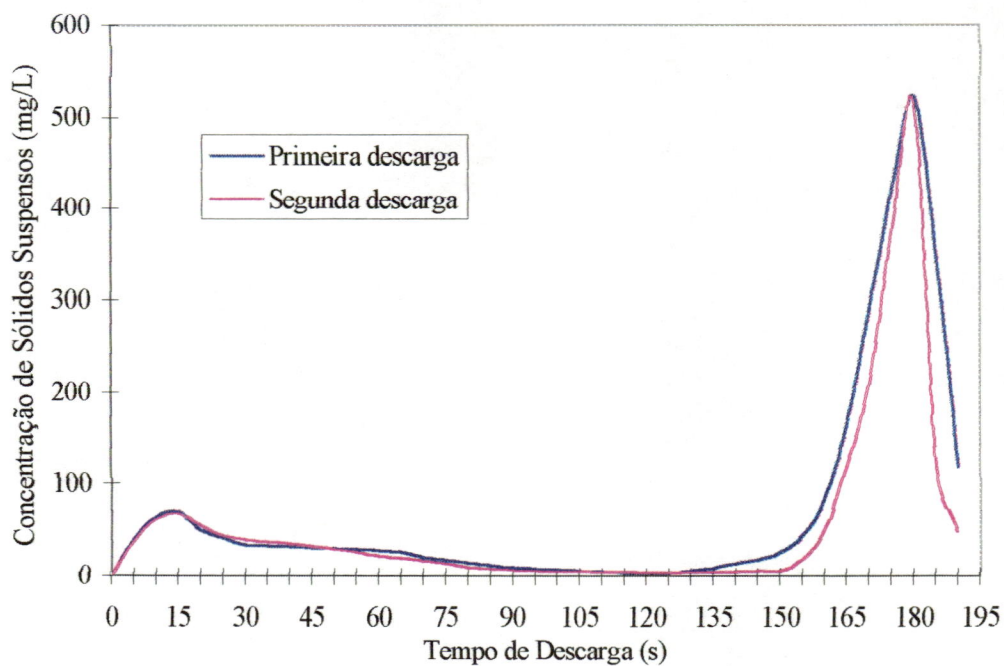


FIGURA I.7- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 34, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

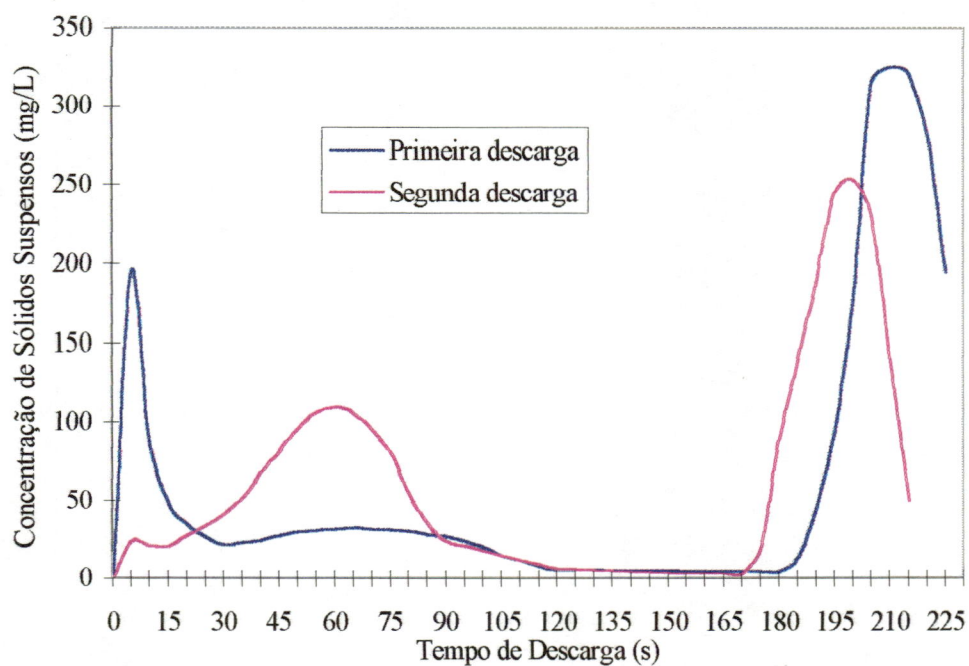


FIGURA I.8- Variação da concentração de sólidos suspensos na água de lavagem do PFPA 1234, durante a primeira e segunda descargas de fundo.

ANEXO J
Estatística descritiva e análise estatística

TABELA J.1 - Estatística descritiva das medições de turbidez

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta		Afluentes aos PFPAs		Efluente da Linha 01		Efluente da Linha 02		Efluente da Linha 03	
		8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h
Ensaio 1-A	Número de dados	41	37	41	37	41	37	41	37	41	37
	Valor Mínimo	8,03	8,14	5,09	5,48	2,70	3,22	3,35	3,46	2,95	3,16
	50º Percentil (Mediana)	11,3	9,60	6,22	7,45	4,40	4,36	4,37	4,39	4,58	4,65
	90º Percentil	10,2	12,4	9,14	9,77	5,60	5,99	5,54	6,00	5,59	6,00
Ensaio 1-B	Valor Máximo	11,9	15,2	10,2	10,7	6,71	7,31	6,78	6,90	7,33	7,17
	Número de dados	48	47	48	47	48	47	48	47	48	47
	Valor Mínimo	8,98	10,45	8,35	8,59	3,98	4,10	4,51	3,54	4,81	4,45
	50º Percentil (Mediana)	14,2	15,4	10,0	10,9	5,74	6,00	6,04	5,80	6,07	6,11
Ensaio 1-C	90º Percentil	18,8	22,3	14,6	15,1	7,59	8,38	7,73	8,87	8,41	9,06
	Valor Máximo	40,2	36,7	35,1	33,2	12,9	15,5	11,5	18,7	12,4	17,3
	Número de dados	22	15	22	15	22	15	22	15	22	15
	Valor Mínimo	14,1	13,2	11,0	11,3	7,02	6,97	6,99	6,91	6,9	6,71
Ensaio 2-A	50º Percentil (Mediana)	22,5	23,5	16,7	16,5	12,3	13,0	12,1	12,5	12,3	12,3
	90º Percentil	71,7	40,7	62,9	55,4	40,9	38,8	36,5	37,5	43,4	36,6
	Valor Máximo	335,0	78,6	218,0	63,0	52,7	70,7	52,2	71,6	54,0	79,6
	Número de dados	35	30	35	30	35	30	35	30	35	30
Ensaio 2-B	Valor Mínimo	15,2	14,9	9,87	9,85	5,33	4,89	5,87	5,62	5,60	5,50
	50º Percentil (Mediana)	21,3	21,1	14,7	14,8	9,25	8,98	9,52	10,1	9,22	10,4
	90º Percentil	65,4	71,9	41,3	44,8	23,5	24,8	24,2	25,7	23,9	26,4
	Valor Máximo	264,0	173,0	230,0	170,0	150,0	160,0	160,0	164,0	157,0	164,0
Ensaio 2-B	Número de dados	31	29	31	29	31	29	31	29	31	29
	Valor Mínimo	15,9	16,3	10,9	10,8	6,18	5,63	6,52	6,28	6,36	6,21
	50º Percentil (Mediana)	23,6	24,4	15,1	15,3	9,30	8,94	9,74	9,05	10,0	10,1
	90º Percentil	29,7	31,2	17,8	20,5	12,1	12,3	12,5	12,5	12,3	12,8
	Valor Máximo	53,4	53,4	29,7	29,7	15,3	16,2	15,5	15,5	15,6	15,6

(...continuação)

TABELA J.1 - Estatística descritiva das medições de turbidez (uT)

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta		Afluente aos PFA		Efluente da Linha 01		Efluente da Linha 02		Efluente da Linha 03	
		8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h
Ensaio 3-A	Número de dados	25	27	25	27	25	27	25	27	25	27
	Valor Mínimo	9,13	10,1	7,52	7,88	4,49	4,21	4,63	4,36	4,62	4,37
	50º Percentil (Mediana)	16,2	15,1	11,3	11,2	7,30	6,53	7,40	6,45	7,27	6,27
	90º Percentil	20,4	26,3	17,3	19,2	13,3	18,7	13,4	18,7	13,8	19,0
	Valor Máximo	73,6	50,1	66,5	46,5	49,7	49,5	52,5	46,4	53,9	47,20
Ensaio 3-B	Número de dados	24	18	24	18	24	18	24	18	24	18
	Valor Mínimo	7,53	8,80	6,90	6,85	4,56	3,46	4,59	3,70	4,59	3,62
	50º Percentil (Mediana)	12,7	10,9	9,20	8,65	5,88	5,07	5,91	5,22	5,94	5,31
	90º Percentil	16,4	15,1	10,4	10,1	6,73	6,14	6,51	6,17	6,86	6,01
	Valor Máximo	16,5	15,2	13,1	10,9	7,10	6,40	7,20	6,50	7,40	6,30

TABELA J.2 - Estatística descritiva para cor aparente

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta		Afluente aos PFA		Efluente da Linha 01		Efluente da Linha 02		Efluente da Linha 03	
		8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h
Ensaio 1-A	Número de dados	41	37	41	37	41	37	41	37	41	37
	Valor Mínimo	80	84	55	59	33	37	37	38	33	34
	50º Percentil (Mediana)	102	102	76	84	50	50	53	52	57	54
	90º Percentil	128	143	111	112	64	65	66	65	67	67
	Valor Máximo	174	186	161	162	111	138	115	151	156	155
Ensaio 1-B	Número de dados	48	47	48	47	48	47	48	47	48	47
	Valor Mínimo	110	121	104	108	51	51	53	51	57	53
	50º Percentil (Mediana)	163	170	129	135	72	76	71	74	74	76
	90º Percentil	229	271	176	186	96	96	99	106	103	105
	Valor Máximo	389	367	344	354	152	172	145	198	145	190

(...continuação)
TABELA J.2 - Estatística descritiva para cor aparente

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta		Afluentes aos PFA		Efluente da Linha 01		Efluente da Linha 02		Efluente da Linha 03	
		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta		Hora da Coleta	
		8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h	8:00 h	16:00 h
Ensaio 1-C	Número de dados	22	15	22	15	22	15	22	15	22	15
	Valor Mínimo	176	183	150	142	108	94	101	95	96	89
	50º Percentil (Mediana)	228	242	190	195	146	145	144	143	143	142
	90º Percentil	508	503	438	448	387	334	388	316	386	310
	Valor Máximo	2310	960	990	850	670	750	510	790	520	650
Ensaio 2-A	Número de dados	35	30	35	30	35	30	35	30	35	30
	Valor Mínimo	154	159	112	123	57	55	58	59	60	60
	50º Percentil (Mediana)	221	219	185	173	101	104	115	116	113	114
	90º Percentil	526	598	449	518	235	281	243	282	265	273
	Valor Máximo	2660	1176	2000	1156	1020	928	1050	1056	1030	1084
Ensaio 2-B	Número de dados	31	29	31	29	31	29	31	29	31	29
	Valor Mínimo	162	169	124	122	70	74	72	71	75	72
	50º Percentil (Mediana)	249	246	181	182	115	120	112	115	122	121
	90º Percentil	279	292	210	220	135	140	142	152	139	156
	Valor Máximo	383	352	294	280	161	162	175	173	163	175
Ensaio 3-A	Número de dados	25	27	25	27	25	27	25	27	25	27
	Valor Mínimo	129	109	85	88	47	49	50	50	51	50
	50º Percentil (Mediana)	164	152	126	119	74	72	74	71	77	69
	90º Percentil	261	249	227	200	133	132	133	131	193	185
	Valor Máximo	648	443	605	432	465	442	480	422	503	429
Ensaio 3-B	Número de dados	24	18	24	18	24	18	24	18	24	18
	Valor Mínimo	94	92	84	78	51	39	54	42	53	42
	50º Percentil (Mediana)	128	112	90	92	64	56	62	57	64	58
	90º Percentil	167	143	133	112	72	65	71	64	74	64
	Valor Máximo	184	157	145	115	87	67	75	69	77	66

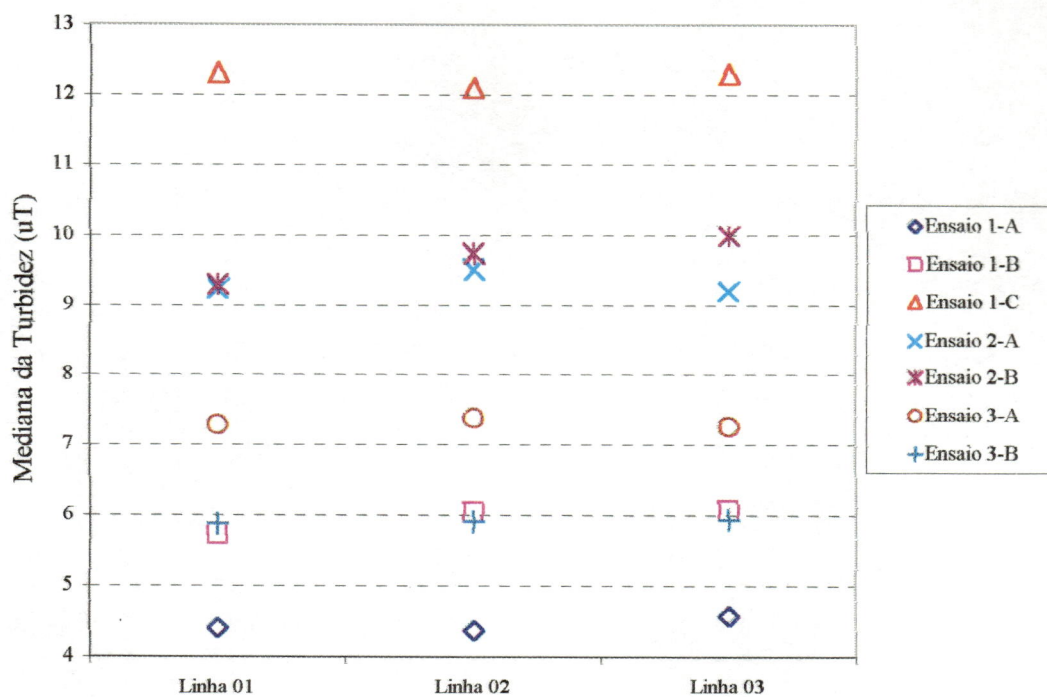


FIGURA J.1- Comparação entre as medianas da turbidez nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 8:00h.

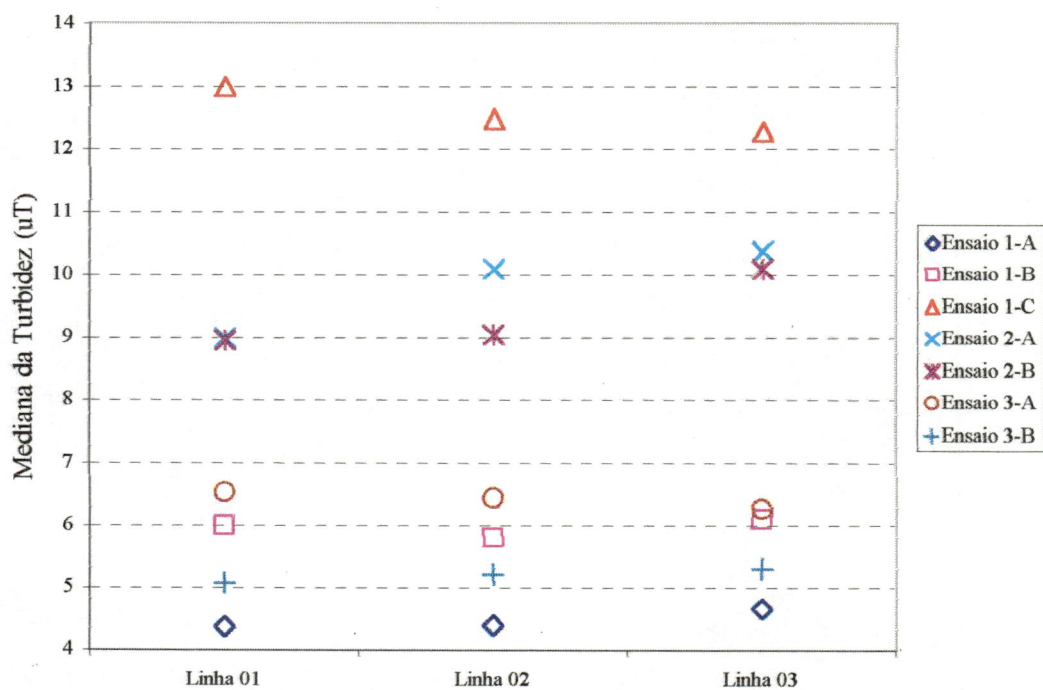


FIGURA J.2- Comparação entre as medianas da turbidez nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 16:00h.

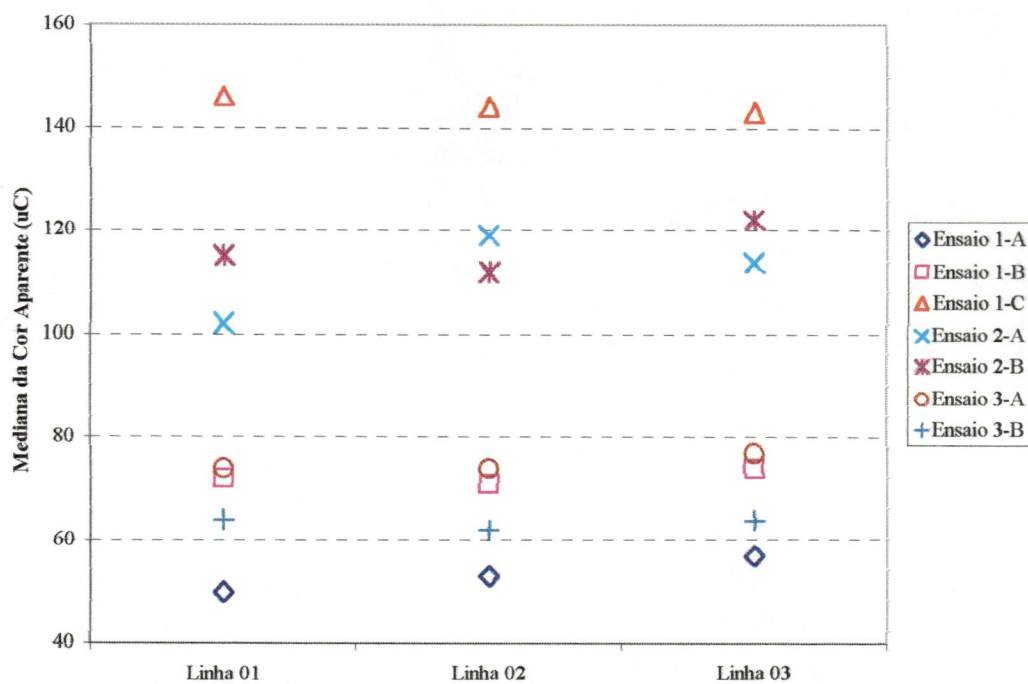


FIGURA J.3- Comparação entre as medianas da cor aparente nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 8:00h.

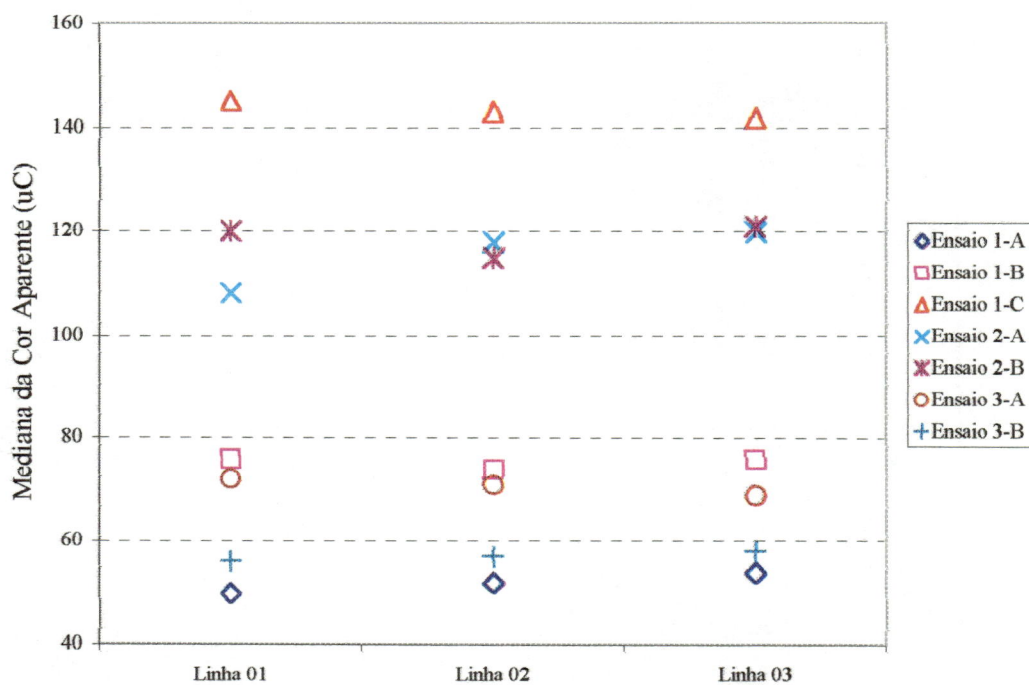


FIGURA J.4- Comparação entre as medianas da cor aparente nas três linhas para cada ensaio realizado, com coleta às 16:00h.

TABELA J.3 - Estatística descritiva para sólidos suspensos

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta	Afluente aos PFFA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Ensaio 1-A	Número de dados	12	12	12	12	12
	Média	5,91	2,93	1,95	2,27	1,92
	Valor Mínimo	3,00	2,00	1,00	1,20	0,80
	Valor Máximo	8,60	4,80	2,60	5,20	3,00
	Desvio Padrão	1,61	0,98	0,37	0,97	0,69
	Coef. de Variação	27	33	19	43	36
Ensaio 1-B	Número de dados	10	10	10	10	10
	Média	10,34	4,41	1,30	1,52	1,59
	Valor Mínimo	1,60	3,20	0,06	1,00	1,00
	Valor Máximo	22,75	5,70	2,40	2,25	3,00
	Desvio Padrão	7,12	0,79	0,65	0,52	0,61
	Coef. de Variação	69	18	50	34	39
Ensaio 1-C	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	72,25	21,75	11,16	12,08	11,50
	Valor Mínimo	14,00	7,00	1,66	3,33	4,00
	Valor Máximo	96,00	28,00	15,00	16,00	15,00
	Desvio Padrão	39,01	9,91	6,35	5,89	5,06
	Coef. de Variação	54	46	57	0,49	44
Ensaio 2-A	Número de dados	9	9	9	9	9
	Média	20,26	11,09	5,27	5,31	5,52
	Valor Mínimo	11,00	2,60	1,00	0,80	1,20
	Valor Máximo	54,35	54,40	30,00	29,60	33,60
	Desvio Padrão	13,58	16,33	9,31	9,18	10,54
	Coef. de Variação	67	147	177	173	191
Ensaio 2-B	Número de dados	7	7	7	7	7
	Média	16,27	8,70	2,57	2,75	2,91
	Valor Mínimo	13,40	4,40	0,60	0,40	1,40
	Valor Máximo	20,00	13,75	4,00	4,22	4,60
	Desvio Padrão	2,42	3,30	1,31	1,40	1,37
	Coef. de Variação	15	38	0,51	51	47
Ensaio 3-A	Número de dados	8	8	8	8	8
	Média	13,67	7,36	3,24	3,42	3,28
	Valor Mínimo	7,00	3,20	0,60	0,40	0,60
	Valor Máximo	25,20	19,60	15,00	16,00	12,60
	Desvio Padrão	5,58	5,19	4,82	5,17	3,90
	Coef. de Variação	41	70	149	1,51	119
Ensaio 3-B	Número de dados	7	7	7	7	7
	Média	9,38	4,93	1,16	1,19	1,32
	Valor Mínimo	6,40	3,00	0,80	0,80	1,00
	Valor Máximo	12,32	6,20	1,45	1,60	2,00
	Desvio Padrão	2,28	1,07	0,19	0,26	0,36
	Coef. de Variação	24	22	17	22	27

TABELA J.4 - Estatística descritiva para coliformes totais

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta	Afluente aos PFFA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Ensaio 1-A	Número de dados	7	7	7	7	7
	Média	2151,9	1616,0	926,5	882,2	975,9
	Valor Mínimo	1413,6	727,0	111,2	125,9	461,1
	Valor Máximo	458,5	2419,2	1732,9	1986,9	1986,3
	Desvio Padrão	458,5	659,9	616,9	703,2	571,4
	Coef. de Variação	21	41	67	80	59
Ensaio 1-B	Número de dados	5	5	5	5	5
	Média	>2419,2	>2419,2	1712,1	1266,0	1378,7
	Valor Mínimo	>2419,2	>2419,2	436,6	436,6	960,6
	Valor Máximo	>2419,2	>2419,2	2419,2	2419,2	2419,2
	Desvio Padrão	-	-	980,0	756,1	633,5
	Coef. de Variação	-	-	57	60	46
Ensaio 1-C	Número de dados	3	3	3	3	3
	Média	16974	8199	1198	1224	1202
	Valor Mínimo	11199	7270	922	1047	954
	Valor Máximo	24192	8664	1573	1521	1586
	Desvio Padrão	6615	805	336	259	337
	Coef. de Variação	39	10	28	21	28
Ensaio 2-A	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	12463	9319	1571	2269	1705
	Valor Mínimo	1011	1565	288	472	443
	Valor Máximo	24192	19863	4352	6131	4611
	Desvio Padrão	11290	8692	1896	2624	1962
	Coef. de Variação	90	93	121	116	115
Ensaio 2-B	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	5929,0	2643	1225	635	1108
	Valor Mínimo	2419,2	1904	341	313	648
	Valor Máximo	10462	3654	2419	1299	1986
	Desvio Padrão	3539,8	735	911	451	622
	Coef. de Variação	60	28	74	71	56
Ensaio 3-A	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	5336	1442	358	303	260
	Valor Mínimo	1396	488	223	173	182
	Valor Máximo	12997	2499	591	404	345
	Desvio Padrão	5211	1144	161	118	74
	Coef. de Variação	98	79	45	39	28
Ensaio 3-B	Número de dados	5	5	5	5	5
	Média	4184	1156	264	390	394
	Valor Mínimo	1333	496	145	173	240
	Valor Máximo	14136	1968	428	50	530
	Desvio Padrão	5568	527	118	139	135
	Coef. de Variação	133	46	45	36	34

(-) Valores não determinados

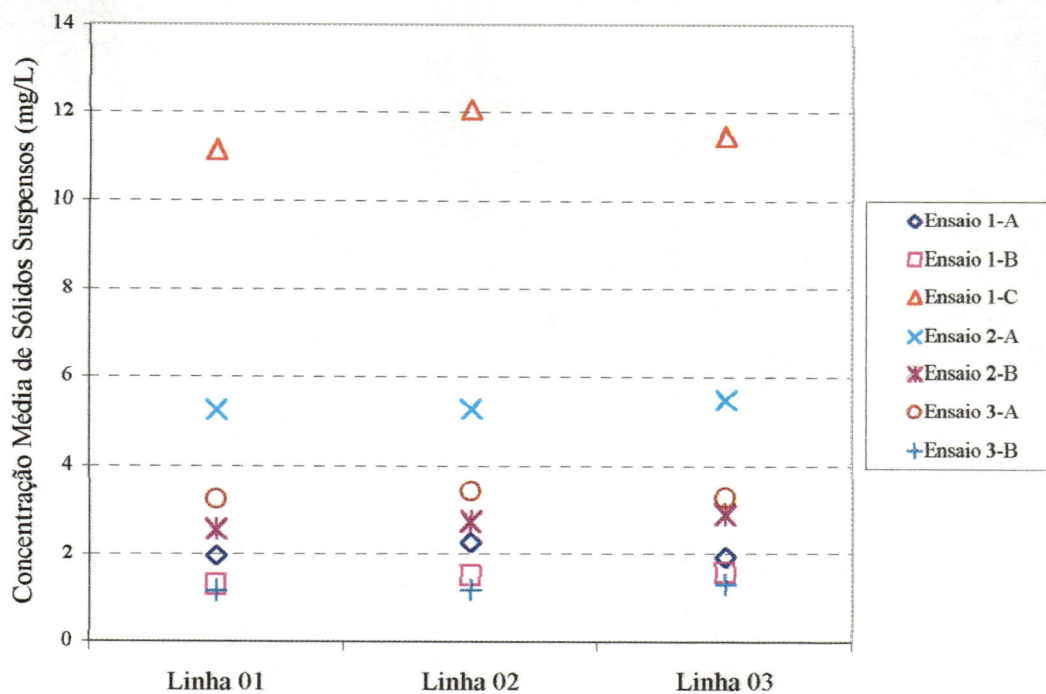


FIGURA J.5- Comparação entre os valores da concentração média de sólidos suspensos nas três linhas, para cada ensaio realizado.

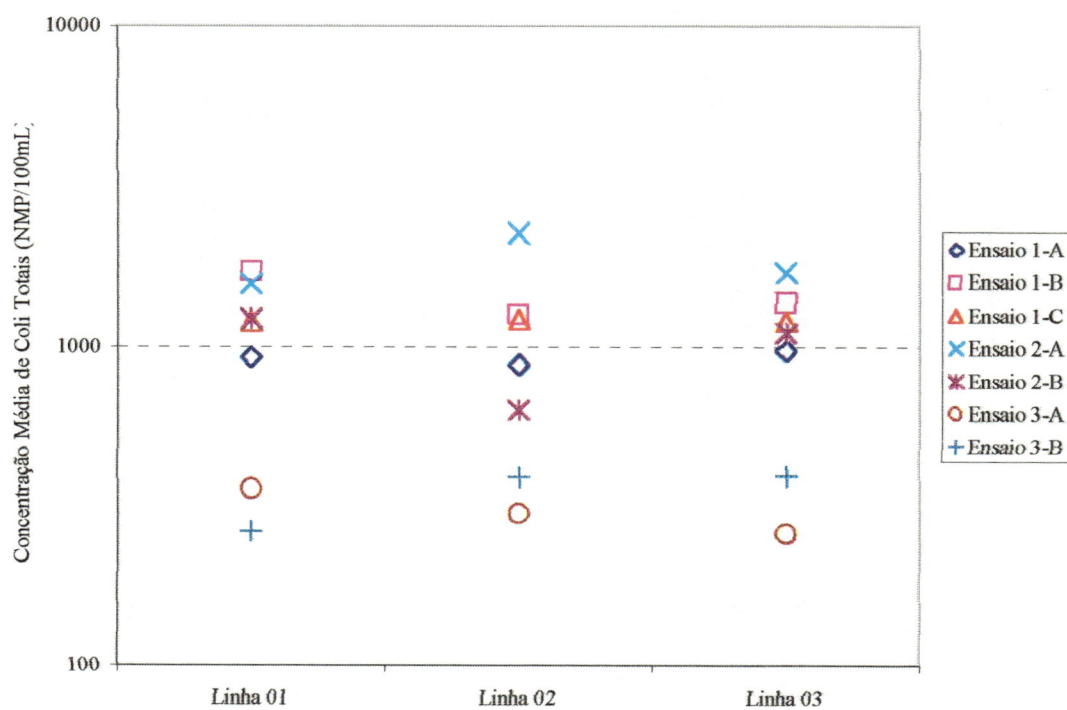


FIGURA J.6- Comparação entre os valores da concentração média de coliformes totais nas três linhas, para cada ensaio realizado.

TABELA J.5 - Estatística descritiva para coliformes fecais

Ensaio	Parâmetro	Água Bruta	Afluente aos PFPA	Efluente da Linha 01	Efluente da Linha 02	Efluente da Linha 03
Ensaio 1-A	Número de dados	7	7	7	7	7
	Média	477,4	88,7	157,3	269,8	163,6
	Valor Mínimo	87,8	12,0	9,8	7,4	11,0
	Valor Máximo	>2419,2	156,5	980,4	1732,9	980,4
	Desvio Padrão	861,7	49,4	363,0	645,0	360,3
	Coef. de Variação	180,5	55,7	230,8	239,2	220,0
Ensaio 1-B	Número de dados	5	5	5	5	5
	Média	403,9	328,1	22,6	38,9	32,1
	Valor Mínimo	146,7	82,0	10,7	20,1	21,3
	Valor Máximo	913,9	870,4	33,2	88,6	44,3
	Desvio Padrão	298,0	320,8	8,7	28,2	9,5
	Coef. de Variação	74	98	38	72	29
Ensaio 1-C	Número de dados	3	3	3	3	3
	Média	3947,3	1691,7	428,0	504,7	486,0
	Valor Mínimo	1730,0	835,0	381,0	466,0	463,0
	Valor Máximo	8160,0	3026,0	500,0	536,0	524,0
	Desvio Padrão	3653,4	1171,0	63,3	35,6	33,1
	Coef. de Variação	92,0	69,0	14,8	7,0	6,8
Ensaio 2-A	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	236,5	131,2	111,5	93,0	83,1
	Valor Mínimo	134	41	31	31	34
	Valor Máximo	345	201	265	203	148
	Desvio Padrão	91,8	71,2	108,0	78,9	55,2
	Coef. de Variação	39	54	97	85	66
Ensaio 2-B	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	241,2	151,3	65,1	33,9	44,9
	Valor Mínimo	143	52	20	10	10
	Valor Máximo	413	307	185	43	86
	Desvio Padrão	127,2	117,0	80,1	16,0	33,7
	Coef. de Variação	53	77	123	47	75
Ensaio 3-A	Número de dados	4	4	4	4	4
	Média	483,7	183,5	55,0	44,0	44,0
	Valor Mínimo	173	52	31	31	31
	Valor Máximo	1201	327	74	63	63
	Desvio Padrão	485,6	116,2	18,3	13,5	13,5
	Coef. de Variação	100	63	33	31	31
Ensaio 3-B	Número de dados	5	5	5	5	5
	Média	174,0	104,0	41,0	50,0	41,0
	Valor Mínimo	132	52	10	20	10
	Valor Máximo	246	146	74	85	63
	Desvio Padrão	46,4	35,2	22,6	23,5	19,8
	Coef. de Variação	27	34	55	47	48

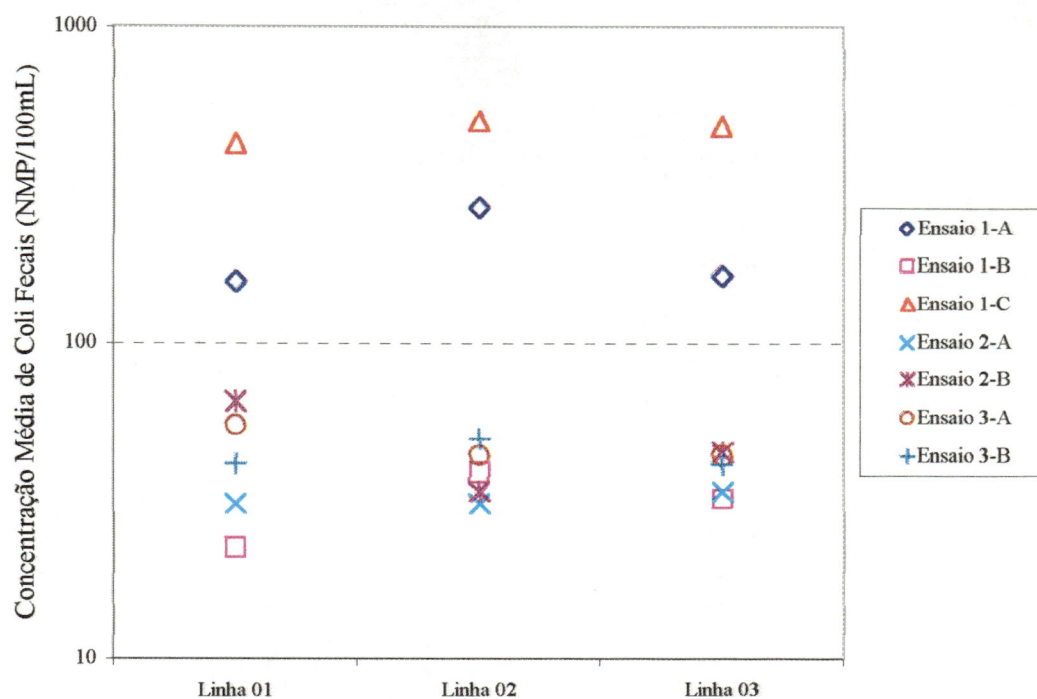


FIGURA J.7- Comparação entre os valores da concentração média de coliformes fecais nas três linhas, para cada ensaio realizado.

TABELA J.6 - Estatística descritiva para o número de tanques em série das três linhas

Ensaio	Parâmetro	LINHA 01	LINHA 02	LINHA 03
Ensaio 1-D	Número de dados	3	3	3
	Média	9,96	7,93	5,79
	Valor Mínimo	6,86	7,07	4,62
	Valor Máximo	12,28	8,54	7,16
	Desvio Padrão	2,79	0,77	1,28
	Coef. de Variação %	28	10	22
Ensaio 2-B	Número de dados	2	2	2
	Média	8,58	7,91	5,11
	Valor Mínimo	7,39	6,86	5,00
	Valor Máximo	9,77	8,97	5,22
	Desvio Padrão	1,68	1,49	0,15
	Coef. de Variação %	20	19	3
Ensaio 3-B	Número de dados	3	3	3
	Média	9,63	8,90	7,27
	Valor Mínimo	8,76	7,68	6,89
	Valor Máximo	10,20	9,63	8,00
	Desvio Padrão	0,76	1,07	0,63
	Coef. de Variação %	8	12	9

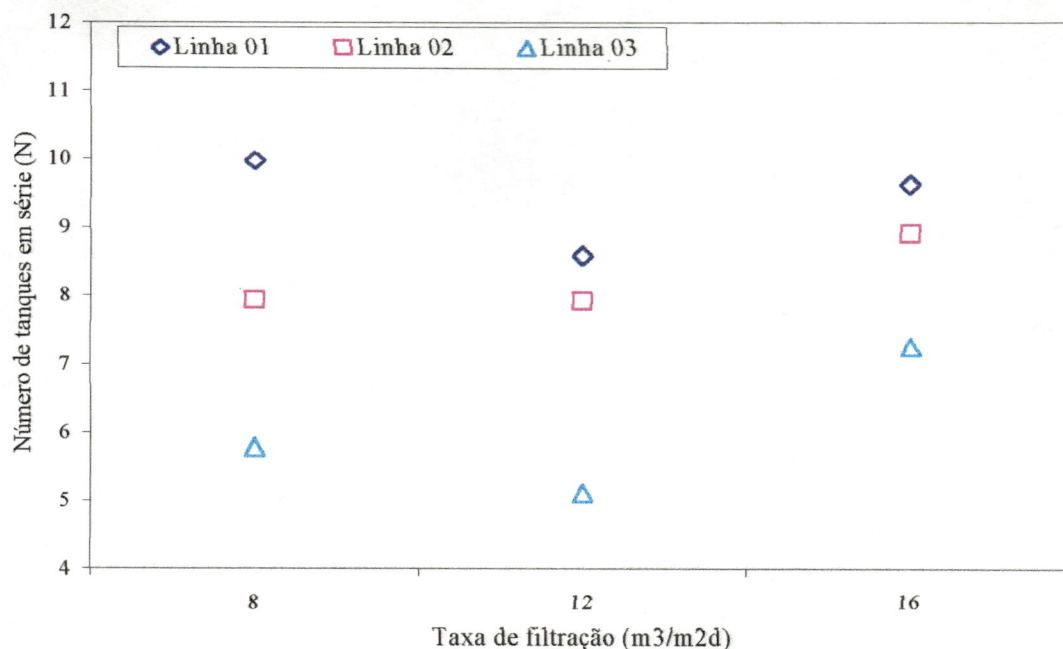


FIGURA J.8- Comparação entre o número médio de tanques de mistura completa em série em função da taxa de filtração, para cada uma das três linhas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Teste de Kruska-Wallis

O teste de Kruska-Wallis é uma prova não paramétrica, usado para decidir se k amostras independentes provêm de populações diferentes. É particularmente útil, quando as hipóteses para aplicação da análise de variância, não são satisfeitas.

O teste de Kruska-Wallis comprova a hipótese de nulidade, de que k amostras provenham da mesma população ou de populações idênticas, isto é,

A hipótese de nulidade de não haver diferença entre k amostras é testada, contra a hipótese alternativa de que pelo menos uma é diferente.

Descrição do método

As observações de cada amostra são agrupadas formando uma única série que é disposta em ordem crescente. Cada observação é substituída por um posto, sendo que para o menor escore atribui-se o posto 01, ao seguinte o posto 02 e assim sucessivamente até o

posto N para o maior escore. N é igual ao número total de observações independentes nas k amostras. Feito isso, determina-se as somas dos postos em cada uma das k amostras.

O teste de Kruska-Wallis determina se estas somas são tão díspares que não seja provável que se refiram a amostras extraídas da mesma população. Isto é feito através da estimativa de H (estatística usada no teste de Kruska-Wallis) pela equação (J.1), que tem distribuição qui-quadrado com k-1 graus de liberdade.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1) \quad (J.1)$$

onde: k = número de amostras;

n_j = número de observações na amostra j;

N = número de observações em todas as amostras combinadas;

R_j = soma dos postos na amostra j;

$\sum_{j=1}^k$ indica o somatório sobre todas as k amostras.

Pode-se inferir se as k amostras provêm da mesma população ou de populações idênticas, isto é, aceita-se H_0 , se a probabilidade associada a H na distribuição qui-quadrado, para k-1 graus de liberdade, for superior a α .

Para comparações entre as três linhas de pré-filtros de pedregulho com escoamento ascendente adotou-se convenção:

Hipótese de nulidade

H_0 : não há diferença no comportamento das três linhas;

H_1 : há diferença no comportamento das três linhas.

Nível de significância

$\alpha = 0,05$

Graus de liberdade

gl = 2

Região de rejeição de H_0

A hipótese de nulidade H_0 será rejeitada se a probabilidade (p) associada ao valore de H for inferior a α (0,05).

O teste foi aplicado utilizando-se pacote estatístico MINITAB® for Windows, release 10.1, 1994.

Nas TABELAS J.7 a J.13 apresentados os resultados dos testes de Kruska-Wallis, utilizados para verificar se há evidências suficientes para aceitar a hipótese que as três linhas produziram efluentes de mesma qualidade, durante os ensaios realizados.

TABELA J.7 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para turbidez do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 8:00 h. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m ³ /m ² d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	0,28	0,833 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-B	12,0	2,79	0,782 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-C	12,0	0,13	0,839 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-A	8,0	0,81	0,706 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-B	8,0	1,49	0,539 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-A	16,0	0,08	0,995 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-B	16,0	0,39	0,340 > 0,050	Aceita-se H ₀

TABELA J.8 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para turbidez do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 16:00 h. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m ³ /m ² d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	0,36	0,870 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-B	12,0	0,49	0,249 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-C	12,0	0,35	0,937 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-A	8,0	0,70	0,667 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-B	8,0	1,24	0,476 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-A	16,0	0,01	0,963 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-B	16,0	2,16	0,825 > 0,050	Aceita-se H ₀

TABELA J.9 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para cor aparente do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 8:00 h. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m ³ /m ² d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	1,03	0,597 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-B	12,0	1,19	0,551 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-C	12,0	0,38	0,826 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-A	8,0	0,92	0,632 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-B	8,0	0,74	0,692 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-A	16,0	0,06	0,971 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-B	16,0	0,09	0,956 > 0,050	Aceita-se H ₀

TABELA 9.10 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para cor aparente do efluente das três linhas, com amostras coletadas às 16:00 h. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m ³ /m ² d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	0,78	0,679 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-B	12,0	0,60	0,742 > 0,050	Aceita-se H ₀
1-C	12,0	0,45	0,797 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-A	8,0	0,68	0,712 > 0,050	Aceita-se H ₀
2-B	8,0	0,67	0,717 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-A	16,0	0,00	1,000 > 0,050	Aceita-se H ₀
3-B	16,0	1,47	0,480 > 0,050	Aceita-se H ₀

TABELA 9.11 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para sólidos suspensos do efluente das três linhas. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m^3/m^2d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	0,90	0,639 > 0,050	Aceita-se H_0
1-B	12,0	0,58	0,747 > 0,050	Aceita-se H_0
1-C	12,0	0,62	0,735 > 0,050	Aceita-se H_0
2-A	8,0	0,04	0,978 > 0,050	Aceita-se H_0
2-B	8,0	0,71	0,701 > 0,050	Aceita-se H_0
3-A	16,0	0,59	0,746 > 0,050	Aceita-se H_0
3-B	16,0	0,22	0,894 > 0,050	Aceita-se H_0

TABELA J.12 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para coliformes totais do efluente das três linhas. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m^3/m^2d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	0,27	0,874 > 0,050	Aceita-se H_0
1-B	12,0	-	-	-
1-C	12,0	0,09	0,957 > 0,050	Aceita-se H_0
2-A	8,0	0,88	0,645 > 0,050	Aceita-se H_0
2-B	8,0	2,35	0,310 > 0,050	Aceita-se H_0
3-A	16,0	0,81	0,668 > 0,050	Aceita-se H_0
3-B	16,0	3,38	0,185 > 0,050	Aceita-se H_0

TABELA J.13 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis, para coliformes fecais do efluente das três linhas. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

ENSAIO	Taxa (m^3/m^2d)	H	p	Conclusão
1-A	12,0	1,03	0,598 > 0,050	Aceita-se H_0
1-B	12,0	1,50	0,473 > 0,050	Aceita-se H_0
1-C	12,0	2,76	0,253 > 0,050	Aceita-se H_0
2-A	8,0	0,04	0,980 > 0,050	Aceita-se H_0
2-B	8,0	0,07	0,967 > 0,050	Aceita-se H_0
3-A	16,0	1,11	0,575 > 0,050	Aceita-se H_0
3-B	16,0	0,59	0,743 > 0,050	Aceita-se H_0

Na TABELA J.14 são apresentados os resultados dos testes de Kruskal-Wallis, utilizados para verificar se há evidências suficientes para não rejeitar a hipótese que, em cada linha, mudanças nas taxas de filtração não alteram o comportamento hidrodinâmico das unidades.

TABELA J.14 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis nas três linhas, para diferentes taxas de filtração. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

LINHA	H	p	Conclusão
01	2,03	0,363 > 0,050	Aceita-se H_0
02	1,81	0,406 > 0,050	Aceita-se H_0
03	3,14	0,209 > 0,050	Aceita-se H_0

Na TABELA J.15 são apresentados os resultados dos testes de Kruskal-Wallis, utilizados para verificar se há evidências suficientes para não rejeitar a hipótese que as três linhas tem o mesmo comportamento hidrodinâmico.

TABELA J.15 -Resultados do teste de Kruskal-Wallis para as três linhas. ($\alpha=0,050$ e 2 gl)

LINHAS	H	p	Conclusão
1, 2 e 3	9,91	0,007 < 0,050	Rejeita-se H_0