

**CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO BRUTO E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE
REDUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E DE BACTÉRIAS ENTÉRICAS, EM
DIFERENTES PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS,
EMPREGADOS NA CIDADE DE SALVADOR - BAHIA.**

VIRGÍLIO BANDEIRA CHAGAS NETO

CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO BRUTO E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REDUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E DE BACTÉRIAS ENTÉRICAS, EM DIFERENTES PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS, EMPREGADOS NA CIDADE DE SALVADOR - BAHIA.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS

**CAMPINA GRANDE - PB
1995**



C433c

Chagas Neto, Virgílio Bandeira.

Caracterização do esgoto bruto e avaliação da eficiência de redução de matéria orgânica e de bactérias entéricas, em diferentes processos de tratamento de esgotos domésticos, empregados na cidade de Salvador - Bahia / Virgílio Bandeira Chagas Neto. - Campina Grande, 1995.

153 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1995.

Referências.

"Orientação : Prof. Dr. Salomão Anselmo Silva".

1. Esgotos Domésticos - Salvador (BA). 2. Esgotos Domésticos - Tratamento. 3. Dissertação - Engenharia Civil. I. Silva, Salomão Anselmo. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 628.3.033(043)

**CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO BRUTO E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE
REDUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E DE BACTÉRIAS ENTÉRICAS, EM
DIFERENTES PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS,
EMPREGADOS NA CIDADE DE SALVADOR - BAHIA.**

VIRGÍLIO BANDEIRA CHAGAS NETO

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. SALOMÃO ANSELMO SILVA - M Eng. PhD
Orientador



Prof. RUI DE OLIVEIRA - M Eng. PhD
Examinador Interno



Prof. HÊNIO NORMANDO DE SOUZA MELO - Doutor Engenheiro
Examinador Externo

CAMPINA GRANDE - PB
1995

OFERECIMENTO

As minhas raízes Naudeck e Zildete (*in memorian*)

Ao meu presente Eneida e minha filha Júlia

Ao longínquo amigo Nestor Abreu por acreditar em mim (*in memorian*)

D. Zilnath Campos de Albuquerque pelo apoio fraterno e permanente

**Ai, PALAVRAS, ai palavras,
que estranha potência, a vossa!
Ai, palavras, ai, palavras,
sois de vento, ides no vento,
no vento que não retorna,
e, em tão rápida existência,
tudo se forma e transforma!**

das palavras aéreas - cecília meireles

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Salomão Anselmo Silva pela orientação deste trabalho, pelo apoio, compreensão e pela confiança que me depositou em momentos difíceis desta empreitada.

À CAPES pelo suporte financeiro inicial.

Ao DHS (Departamento de Hidráulica e Saneamento) da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, pelo apoio, liberação e também pelo incentivo recebido de caros colegas.

À EMBASA - Empresa Baiana de Água e Saneamento, por tornar possível este trabalho e pela confiança em mim depositada, particularmente aos Eng^{os} Cantídio Duarte e Câncio Sobrinho cujo apoio incondicional, logístico e financeiro durante o desenvolvimento deste trabalho foram vitais.

A todos os colegas de trabalho, de todas as áreas da EMBASA da capital e do interior que prontamente se dispuseram anonimamente contribuir para a realização dos trabalhos, especialmente os operadores das Estações de Tratamento e todos aqueles que se envolveram no mesmo.

À Bióloga Valdelice Rodrigues da Silva Vaz - Pelo seu profissionalismo, competência, dedicação e companheirismo durante a realização desse trabalho, sem os quais o mesmo não se concretizaria.

À Eng^a Roberta Henriques, pelo apoio irrestrito.

À estagiária de Biologia Mônica Pondé, pela seu interesse e motivação demonstrados durante sua participação.

A estagiária em Química Telma Soares da Rocha pelo seu denodo, competência e responsabilidade durante o desenvolvimento dos trabalhos, sua participação foi decisiva para a execução dos mesmos.

Aos professores da Área de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFPB, Campina Grande, em especial a professora Paula Frassinete Cavalcante, pelo estímulo constante, incentivo e exemplo; aos professores Adrianus Van Haandel, Rui de Oliveira e Annemarie Konig.

Ao amigo Luiz Roberto de Oliveira pela ajuda crucial.

A Eneida Barreto Leite, minha querida companheira, pelo estímulo, carinho, paciência e apoio durante a realização deste trabalho.

À colega Cristina Di Pace Tejo pelo companheirismo e amizade fraterna.

A Isabel Cristina de França Paz, funcionária da Área de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande pelo zelo e interesse com que trata dos interesses dos alunos da área.

À Empresa CONSVILAB, pela competência e agilidade com que atendeu nossas solicitações inclusive com a confecção de instrumentos e vidrarias laboratoriais desenvolvidos e/ou adaptados.

RESUMO

Essa pesquisa teve como objetivo geral caracterizar o esgoto da cidade de Salvador a partir dos esgotos domésticos de quatro diferentes Conjuntos Habitacionais (CH), denominados: Trobogy, Muriçoca, Pituaçu e Cajazeiras X. Objetiva também avaliar a performance da redução de Matéria Orgânica (DQO, DBO₅) e Bactérias Entéricas (Coliformes e Estreptococos Fecais) das Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos empregadas em cada conjunto cujos processos de tratamento são diferentes, respectivamente : Lagoa Aerada Facultativa em Série, Valo de Oxidação, Tanque Imhoff e Lagoa de Estabilização Facultativa.

Para a caracterização dos esgotos brutos de Salvador foram coletadas amostras nas quatro estações de tratamento e dos seguintes parâmetros com seus valores médios foram determinados: Temperatura (26,7 °C); pH (7,2); Amônia (49,52 mg N/l); Nitrito (0,03 mg N/l); Nitrato (0,12 mg N/l); Fósforo Total (10,63 mg P/l); Ortofosfato Solúvel (5,73 mg P/l); DQO (941 mg O₂/l); DBO₅ (425 mg O₂/l); Coliformes Fecais (CF) (2,31E+08 CF/100 ml); Estreptococos Fecais (EF) (1,42E+07 EF/100 ml); Sólidos Totais (1081,83 mg/l); Sólidos Totais Fíxos (522,38 mg/l); Sólidos Totais Voláteis (559,15 mg/l);

Para a avaliação do desempenho dos tratamentos empregados foram realizadas análises dos efluentes finais das Estações de Tratamento de Esgotos para os parâmetros Temperatura, pH, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Coliformes Fecais (CF) e Estreptococos Fecais (EF).

A faixa de remoção média de matéria orgânica expressa como DQO e DBO₅, para as quatro Estações de Tratamento foi : DQO de 45,88 % a 82,34% e DBO₅ de 39,98% a 89,90%.

As percentagens médias de remoção de Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais, respectivamente pelas quatro Estações de Tratamento foram : C. Fecais de 89,81 % a 99,40% e E. Fecais de 91,76% a 99,56%.

Os valores médios de Temperatura e pH, respectivamente para os efluentes das quatro estações de Tratamento foram: Lagoa Aerada Facultativa em Série 26,6 °C e 6,9; Valo de Oxidação 25,9 °C e 6,55; Tanque Imhoff 26,3 °C e 6,69; Lagoa de Estabilização Facultativa 26,1 °C e 7,38.

Dos quatro sistemas estudados a lagoa aerada facultativa em série apresentou melhor eficiência tanto para remoção de matéria orgânica quanto para a remoção de bactérias entéricas : para matéria orgânica a Lagoa Aerada Facultativa em Série apresentou eficiência respectivamente para DQO e DBO₅ de 82,34 % e 89,80 %, com uma concentração média no efluente final de 167 mg/l e 32 mg/l; e para Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais, respectivamente uma eficiência de 99,92 % e 99,56 % com uma concentração média de bactérias no efluente final de 1,55E+05 CF/100 ml e 4,35E+04 EF/100 ml.

ABSTRACT

This research had the following objectives:

a) To characterize the affluent sewage from the city of Salvador, studying four different local stations for waste treatment, so called: Trobogy, Muriçoca, Pituaçu and Cajazeiras X.

b) To study how capable those different local station for waste treatment were for : reducing Organic Materia (COD, BOD₅) and enterical bacteria (Faecal Coliform and Faecal Streptococcus) in each of those different kinds of treatment : 1° Aered ponds, facultative in serie; 2° Oxidation ditch; 3° Imhoff Tank; 4° Facultative Stabilization pond.

The affluent sewage in Salvador was characterized as the media of each parameter in each of the local stations studied. We found: a) Temperature: 26,72°C; b) pH : 7,22; c) Ammonium: 49,52 mg N/l; d) Nitrite: 0,03 mg N/l; e) Nitrate: 0,12 mg N/l; f) Total phosphorus: 10,63 mg P/l; g) Soluble ortophosphato: 5,73 mg N/l; h) COD : 941,58 mg O₂ /l; i) BOD₅ : 425,69 mg O₂ /l; j) Faecal coliforms (CF) 2,0*10⁸ CF/100 ml ;l) S. faecalis (EF) 1,42*10⁷ EF/100 ml; m) Total solid : 1081,83 mg/l; n) Total solid volatile : 559,15 mg/l; o) Total solid fixed : 522,38 mg/l.

For the avaliation of the performance of each kind of waste treatment we studied at the find effluent : Temperature, pH, COD, BOD₅, Faecal Coliforms (CF) Faecal Streptococcus (EF).

The organic materia decreed, media expressed by COD and BOD₅ in the four stations in the following range : COD 45,88% to 82,34%; BOD₅ 39,98% to 89,90%.

The percentage of removal (media) for Faecal coliforms and Streptococcus faecalis in the four station was: Faecal coliforms from 89,81% to 99,40% and S. faecalis from 91,76% to 99,56%.

The media for temperature and pH at the effluent of each station were:

a) Aered pond, facultative, in serie; 26,59°C and p 6,88.

b) Oxidation ditch: 25,92°C and pH 6,99.

c) Imhoff Tank: 26,32°C and pH 6,99.

d) Facultative stabilization ponds: 26,12°C and pH 7,38.

Aerated pond, facultative in series was the system more efficient for removal of organic matter and enteric bacteria than the other. For organic matter aerated pond, facultative, in series showed COD and BOD₅ of 82,34% and 89,80% with concentration media, at the end of 167,42 mg/l and 32,33 mg/l; and for Faecal coliforms and *S. faecalis*, showed efficiency of 99,92% and 99,56%, with a concentration media of bacteria at the final effluent of $1,55 \cdot 10^5$ EF/100 ml and $4,35 \cdot 10^4$ EF/100 ml.

SUMÁRIO

	Pag.
OBJETIVO	1
1 - INTRODUÇÃO	2
1.1 Localização	2
1.2 Recursos Hídricos	2
1.3 Clima	3
1.4 Sistema de Esgotamento Sanitário de Salvador	3
1.5 Sistemas e Tratamentos Escolhidos	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 - Características Climatológicas de Salvador	8
2.1.1 - Temperaturas	8
2.1.2 - Precipitação Pluviométrica	9
2.1.3 - Circulação Atmosférica	9
2.1.4 - Umidade Relativa do Ar e Pressão Atmosférica	10
2.2 - Variação de Vazão dos Esgotos Domésticos	11
2.3. Composição e Caracterização das Águas Residuárias	12
2.4 Sistemas Biológicos de Tratamento	20
2.4.1 Lagoas Aeradas Facultativas em Série	20
2.4.2 Valos de Oxidação	24
2.4.3 Tanques Imhoff	29
2.4.4 Lagoas de Estabilização Facultativas	30
3. - MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1 - Considerações Gerais	35
3.2 Etapas de Desenvolvimento dos Trabalhos	35
3.2.1 Primeira Etapa - Montagem e Organização do Laboratório de Esgotos	35
3.2.2 Segunda Etapa - Seleção e Treinamento de Equipes e Realização de Análises	36
3.2.3 Terceira Etapa - Obtenção dos dados	36
3.3 Descrição dos Sistemas Estudados	37
3.3.1 Sistema Trobogy	37
3.3.2 Sistema Muriçoca	39
3.3.3 Sistema Pituaçu	43
3.3.4 Sistema Cajazeiras X	46
3.4 Metodologia da Pesquisa	45
3.4.1 Amostragem	48
3.4.2 Determinações Analíticas	49
3.4.3 Parâmetros Físicos	50
3.4.4 Parâmetros Químicos	50

3.4.5 Parâmetros Bacteriológicos	51
3.4.6 Determinações de Vazões	55
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
4.0 Caracterização do esgoto bruto de Salvador	54
4.1. Estação de Tratamento de Trobogy - Lagoas Aeradas Facultativas em Série	54
4.1.1 Lagoa Aerada Facultativa N° 1	57
4.1.1.1 Temperatura	57
4.1.1.2 pH	57
4.1.1.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	57
4.1.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅	64
4.1.1.5 Coliformes Fecais (CF)	64
4.1.1.6 Estreptococos Fecais (EF)	67
4.1.2 Lagoa Aerada Facultativa N° 2	69
4.1.2.1 Temperatura	69
4.1.2.2 pH	69
4.1.2.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	75
4.1.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅	75
4.1.2.5 Coliformes Fecais (CF)	75
4.1.2.6 Estreptococos Fecais (EF)	79
4.1.3 Sistema Trobogy - Lagoa Aerada Facultativa em Série (Lagoa 01 e Lagoa 02)	79
4.1.3.1 Temperatura	79
4.1.3.2 pH	83
4.1.3.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	83
4.1.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅	86
4.1.3.5 Coliformes Fecais (CF)	86
4.1.3.6 Estreptococos Fecais (EF)	89
4.1.3.7 Cargas Orgânicas Superficiais e Volumétricas	89
4.2 Estação de Tratamento de Muriçoca - Valo de Oxidação	93
4.2.1 Temperatura	93
4.2.2 pH	98
4.2.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	98
4.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅	101
4.2.5 Coliformes Fecais	101
4.2.6 Esteptococos Fecais	104
4.3 Estação de Tratamento de Pituaçú - Tanque Imhoff	104
4.3.1 Temperatura	109
4.3.2 pH	109
4.3.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	109
4.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅	113
4.3.5 Coliformes Fecais (CF)	115
4.3.6 Estreptococos Fecais (EF)	115
4.4 Estação de Tratamento de Cajazeiras X - Lagoa de Estabilização Facultativa	118
4.4.1 Temperatura	118
4.4.2 pH	123
4.4.3 Demanda Química de Oxigênio -DQO	125

4.4.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅	125
4.4.5 Coliformes Fecais (CF)	128
4.4.6 Estreptococos Fecais (EF)	128
4.4.7 Cargas Orgânicas Superficiais e Volumétricas	132
4.5 Desempenho Global dos Sistemas Estudados	132
5. DISCUSSÃO	133
5.1 Caracterização do Esgoto Bruto	134
5.2 Sistema de Tratamento do Trobogy - Lagoas Aeradas Facultativas em Série	136
5.3 Sistema de Tratamento de Muriçoca - Valo de Oxidação	139
5.4 Sistema de Tratamento de Pituaçú - Tanque Imhoff	140
5.5 Sistema de Tratamento de Cajazeiras X - Lagoa de Estabilização Facultativa	141
5.6 Desempenho Global dos Sistemas Estudados	142
6. CONCLUSÕES	143
7. RECOMENDAÇÕES	146
7.1 Trobogy	146
7.2 Muriçoca	147
7.3 Pituaçú	147
7.4 Cajazeiras X	147
7.5 Gerais	148
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149

OBJETIVO

Essa pesquisa teve como objetivo geral caracterizar o esgoto bruto da cidade de Salvador e analisar a eficiência de alguns sistemas isolados empregados no tratamento de esgotos, de conjuntos habitacionais. Os sistemas de tratamento analisados são operados pela EMBASA (Empresa Baiana de Água e Saneamento do Estado da Bahia).

Devido à diversidade dos sistemas isolados existentes em Salvador, a escolha dos sistemas estudados teve como base atender a uma ampla distribuição e dispersão espacial na cidade, de tal sorte que ocorresse dessemelhanças ambientais mínimas, tanto quanto possíveis, atenuando, assim, possíveis variações no micro clima local, entre outras.

Especificamente, a pesquisa teve como objetivos:

- (a) analisar, dentre os processos de tratamento implantados, aqueles existentes em maior número, entre tantos outros empregados;
- (b) avaliar, à luz dos resultados a serem obtidos outros processos de tratamento de esgotos domésticos tais como os sistemas aerados mecanicamente.
- (c) avaliar a composição dos esgotos em diversos bairros da Cidade, e a qualidade dos efluentes produzidos e, a partir desses dados, recomendar novas pesquisas.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Localização

A cidade de Salvador, capital do estado da Bahia, abrange uma área de aproximadamente trezentos e setenta quilômetros quadrados (370 km²), situando-se nas coordenadas geográficas de latitude 12° 55' 34' Sul e longitude 38° 31' 12" Oeste, altitude variando do nível do mar até uma faixa de variação oscilando entre 40 m e 80 m.

É uma cidade litorânea que se desenvolveu historicamente nas partes elevadas e em função da baía existente que é formada pela grande fenda geológica existente e que corta a cidade de leste a oeste, toponímia que acabou emprestando o nome ao estado.

1.2 - Recursos Hídricos

A faixa continental é caracterizada pela ausência de bacias de acumulação hídrica e relevo bastante movimentado. A rede de drenagem natural é bastante rica, porém definida e delimitada com precisão. Caracteriza-se por possuir um manto de solo espesso resultante do intemperismo com decomposição autóctone das rochas do seu cristalino.

A faixa litorânea compreende uma zona de planície, cuja altitude decresce do interior para o litoral com feições características, estando separada da faixa continental por uma encosta abrupta, direção geral Sul-Sudoeste-Nordeste e altitude decrescente de Norte ao Sul, sendo o prolongamento da falha de Salvador.

Quanto aos aspectos Hidrográficos, inexistem rios significativos no perímetro urbano de Salvador. No entanto, uma complexa e rica rede hidrográfica de pequenos tributários convergem para os rios das quatro principais bacias: Rio Camarajibe, Rio das Pedras, Rio Jaguaribe e Rio Lucaia, enquanto outros lançam-se diretamente ao mar.

1.3 - Clima

Salvador localiza-se na faixa de clima úmido, com precipitação pluviométrica média anual de 1913 mm, (EMBASA ,1984) em dados registrados em mais de seis décadas observando-se algumas lacunas desses registros no período.

Estudos do projeto RADAM BRASIL (EMBASA, 1984) mostram pouca variação pluviométrica mensal, apresentando os meses de março, abril, maio, junho e julho como os mais chuvosos, cujos índices pluviométricos variam de 170 a 300 mm/mês, e os meses mais secos aqueles compreendidos entre agosto e fevereiro, variando de 90 a 120mm. O ano mais seco registrou um índice pluviométrico anual de 913 mm e o ano mais chuvoso de 2675 mm (EMBASA , 1993).

A temperatura média anual varia entre 24°C e 26°C, oscilando entre os extremos mínimo de 18°C e máximo de 33°C. A umidade relativa do ar é alta, oscilando entre 80% e 85% enquanto a insolação é da ordem de 2500 horas/ano. Predominam os ventos dominantes NE e SE.

1.4 - Sistema de Esgotamento Sanitário de Salvador

A cidade de Salvador possuía no início do século algumas galerias construídas durante o Império. Em 1907 o Eng^o Teodoro Sampaio executou somente 27 km de redes do total previsto no primeiro projeto do Sistema de Esgoto Sanitário para Salvador, concebido pelo próprio. O projeto previa um sistema com separação parcial, em que somente as águas pluviais de pátios e calçadas sem acesso para as ruas seriam lançadas na rede. Previa uma estação de tratamento de esgotos, na confluência do Rio das Tripas com o Rio Camarajipe sendo que este receberia seus efluentes.

Em 1968 foi elaborado o Planejamento Geral do Sistema de Esgotamento Sanitário de Salvador, elaborado pelo Consórcio Walter Sanches e Associados e o escritório Técnico Enaldo Cravo Peixoto (EMBASA, 1993). Pretendia abranger uma área de 5616,5 hectares distribuídas por 13 bacias de esgotamento sanitário e atender uma população de 1.636.800 habitantes. A concepção do plano previa a reunião dos esgotos na Estação de Condicionamento Prévio ECP, localizado no bairro do Rio Vermelho e, após gradeamento, lançamento no emissário submarino de esgoto

sanitário do Rio Vermelho, componente do Sistema de Esgotamento Sanitário de Salvador. Das 13 bacias de esgotamento planejadas somente 3 foram executadas.

Entre 1983 e 1985 o planejamento geral foi revisto pela Tecnosan (EMBASA, 1984) sofrendo ampliação e integrando algumas cidades pertencentes à Região Metropolitana de Salvador, tendo como principal sistema o que abrange as cidades de Salvador e Lauro de Freitas, uma área de atendimento prevista de 23.353 ha distribuídos em 41 bacias de esgotamento sanitário e o atendimento de uma população de saturação de 4.204.827 habitantes. O destino final previsto seria a utilização do emissário submarino existente que trabalharia na sua capacidade máxima de $8,3 \text{ m}^3/\text{s}$; um novo emissário submarino com capacidade de $3,47 \text{ m}^3/\text{s}$, localizado na foz do rio Jaguaribe e uma Estação de tratamento constituída de lagoas anaeróbias e filtros biológicos com decantação secundária com capacidade de $0,67 \text{ m}^3/\text{s}$.

O Plano Diretor de Esgotamento Sanitário de Salvador, elaborado em 1984, baseou-se nos dados do censo de 1980, cujas projeções foram estabelecidas, juntamente os dados censitários históricos, nos parâmetros estabelecidos na revisão e atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Grande Salvador, e no Planejamento Geral do Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Salvador, de 1968. Nesse Plano Diretor a cidade de Salvador foi dividida em treze bacias de contribuição, das quais somente três bacias foram executadas e encontram-se hoje em operação. Esse Plano Diretor encontra-se em fase de revisão, incluindo os dados censitários anteriores e os de 1991 a partir dos quais estabeleceu-se uma evolução populacional para os anos de 1993 a 2017, projetando-se uma população atual de 2.195.496 habitantes, utilizando-se o método da Regressão da Curva Parabólica.

Somente cerca de 25% da população atual está sendo atendida com sistema de esgotamento sanitário completo, do tipo sistema separador absoluto.

A última revisão do Plano Diretor de Esgotos de Salvador foi realizada em 1993 (EMBASA, 1993), com o objetivo de definir novos parâmetros e estabelecer procedimentos como nova

quantificação de vazões, distribuição espacial das populações, a projeção do crescimento populacional e definição, entre outros parâmetros, dos per capita de abastecimento de água.

Tabela 1.1 - Evolução populacional da cidade de Salvador

Tabela 1.1 - Histórico da Evolução Populacional

ANO	POPULAÇÃO (hab.)
1960	630.878
1970	997.745
1980	1.491.642
1991	2.072.058
1993	2.195.496
1995	2.317.553
2000	2.636.158
2005	2.973.990
2010	3.404.771
2015	3.707.341

FONTE : IBGE 1991 E EMBASA - 1993

O sistema de esgotamento sanitário em operação na cidade compreendo o seguinte :

- (a) O sistema de esgotamento sanitário de Salvador, constituído pelo lançamento através do Emissário Submarino;
- (b) Os sistemas de esgotamento sanitário isolados, dos diversos conjuntos habitacionais existentes na cidade de Salvador.

O sistema do emissário submarino é um sistema complexo, do tipo separador absoluto, constituído de redes coletoras, interceptores, elevatórias intermediárias, estação de condicionamento prévio, três elevatórias intermediárias localizadas nas respectivas bacias de contribuição, baixo recalque, torre de equilíbrio e emissário submarino.

Os esgotos reunidos em uma unidade de condicionamento prévio são lançados no mar através de um emissário submarino, com extensão total de 3369 m, cujos tubos foram construídos em concreto armado com 1,75 m de diâmetro e 5 m de comprimento, e é divididos em dois trechos:

1. Emissário Terrestre - Com extensão de 1019 m;

2. Emissário Submarino - Com extensão de 2350 m, dos quais os 350 m finais são dotados de difusores de dispersão que se encontra instalado a uma profundidade média de 27 m, no ponto de lançamento.

Os Sistemas de Esgotos Sanitários isolados são resultado de uma política habitacional de construção de habitações populares. Essa política, pressionada pelo altos custos dos terrenos nas áreas centrais mais valorizadas das cidades brasileiras, determinou a implantação desses Conjuntos Habitacionais (CH), nas áreas periféricas e distantes dos centros urbanos, por serem menos valorizadas, propiciando, dessa forma, a viabilização econômica dos empreendimentos.

No caso de Salvador, os fatos listados acima e associados a inexistência de uma política de investimentos no setor de saneamento, impuseram que as soluções do transporte, tratamento e destino final dos esgotos desses empreendimentos, fossem resolvidos localmente e desvinculados da perspectiva de utilização da infra-estrutura já construída o emissário submarino, em operação e utilização ociosa.

A partir de 1981 a EMBASA, juntamente o CRA (Centro de Recursos Ambientais) e CONDER e a SSRHH passou a exigir que todos os conjuntos habitacionais e loteamentos localizados em áreas da cidade sem redes coletoras, incluíssem na sua infra-estrutura básica soluções individuais locais e completas de esgotos sanitários, com recursos previstos no escopo dos próprios projetos financiados.

Esses sistemas implantados, utilizam uma grande variedade de processos de tratamento : Lagoas de Estabilização Facultativas; Lagoas de Estabilização Anaeróbias em Série com Lagoas Facultativas; Lagoas de Estabilização Aeradas Facultativas em série; Lagoas de Estabilização Aeradas em Paralelo e/ou em Série; Tanques Imhoff isolados; Tanques Imhoff em série com Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente em Leito de Pedras; Tanques Imhoff em série com Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente com Manta de Lodo (RAFAMAL); RAFAMAL isolado, em paralelo e em série; Valos de Oxidação; Fossas Sépticas individuais ou coletivas, etc. No

entanto, não são apresentadas razões técnicas e/ou científicas que justifiquem o emprego de tratamentos tão diversificados.

1.5 - Sistemas e Tratamentos Escolhidos

Foram escolhidos quatro (4) Sistemas com seus respectivos tratamentos: O sistema Trobogy, com duas Lagoas Aeradas Facultativas em série, o Sistema Muriçoca, tendo dois Valos de Oxidação, funcionando em paralelo; o Sistema Pituaçu, constituído apenas de Tanque Imhoff, funcionando com três unidades em paralelo e o Sistema Cajazeiras X formado de uma Lagoa de Estabilização Facultativa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Características Climatológicas de Salvador

Salvador situa-se no trecho da costa brasileira, classificado por (Koeppen, 1948), como possuindo clima do tipo Af. “climas das selvas, quente e úmido sem estação seca”.

As temperaturas médias mensais, as precipitações pluviométricas, a direção e as velocidades dos ventos estão apresentados a seguir na **Tabela 2.1 - Dados climatológicos da cidade Salvador - médias mensais durante o período de 1961 a 1990.**

Tabela 2.1 - Dados climatológicos da cidade de Salvador

MÊS	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	VENTO	
	Média Compensada (oC)	Total Média (mm)	Direção	Velocidade (m/s)
JAN	26,5	110,9	E	2,1
FEV	26,6	121,2	SE	2,0
MAR	26,7	144,6	SE	2,1
ABR	25,2	321,6	SE	2,3
MAI	25,2	324,8	SE	2,3
JUN	24,3	251,4	SE	2,3
JUL	23,6	203,6	SE	2,5
AGO	23,7	135,9	SE	2,4
SET	24,2	112,2	SE	2,4
OUT	25,0	122,2	SE	2,3
NOV	25,5	118,5	E	2,3
DEZ	26,0	132,0	E	2,2
ANO	25,2	2.098,7	SE	2,3

Fonte: Departamento Nacional de Meteorologia - Distrito em Salvador - Período : 1961 a 1990.

2.1.1 - Temperaturas

A **Tabela 2.1** apresenta a média dos dados registrados durante o período de 1961 a 1990 e mostra que as temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, alcançando o máximo de 26,7°C no mês de março. A partir desse mês a temperatura cai

gradativamente, atingindo um valor mínimo de 23,6°C no mês de julho. A temperatura eleva-se novamente a partir do mês de agosto, até completar o ciclo sazonal.

2.1.2 - Precipitação Pluviométrica

Na **Tabela 2.1** estão apresentadas as precipitações pluviométricas registradas nos diferentes meses do ano. Durante os meses de janeiro, fevereiro e março os valores crescem gradativamente e no mês de abril apresenta um aumento brusco, bastante acentuado, atingindo 321,6 mm. Continua crescendo em maio atingindo 324,8 mm, daí há uma queda gradativa em junho e julho, apresentando valores elevados até o mês de julho.

No mês de agosto ocorre uma queda brusca atingindo 135,9 mm e nos demais meses continua a queda nos registros que retornam aos baixos níveis médios de precipitações pluviométricas compreendidos na faixa de 112 a 135 mm e que são considerados valores normais para a região durante a primavera e os meses de verão, em que as precipitações alcançam teto pouco acima de 100 mm.

2.1.3 - Circulação Atmosférica

De acordo com os registros anemométricos fornecidos pelo serviço de meteorologia do Ministério da Agricultura para a cidade do Salvador (Estação de Ondina), compreendendo o período de 1931 a 1955, há circulação atmosférica dominante de ventos Alísios (NE-E-SE) que sopram regularmente durante todo o ano.

Os ventos de NE-E se acentuam na estação quente, nos primeiros meses do ano, apresentando velocidades da ordem de 3,5 m/s.

Os ventos originários do setor NE-E-SE, (idem) alcançam, médias anuais de 70,1%.

Na estação fria, acentuam-se os ventos de SE-S mais violentos, com velocidades atingindo 4,5 m/s.

2.1.4 - Umidade Relativa do Ar e Pressão Atmosférica

A Tabela 2.2, apresenta as médias mensais de umidade relativa do ar e pressão atmosférica para a região de Salvador-Bahia para o ano de 1985. Deste modo, os valores mínimos e máximos descritos a seguir devem ser entendidos como refletindo o menor e o maior valor médio mensal para o ano em questão, respectivamente.

No mês de março a pressão atmosférica atinge o mínimo de 1.003,8 mb. Paulatinamente esta pressão eleva-se atingindo no mês de agosto o valor máximo 1.010,4 mb.

Como são valores médios próximos estabelecem condições meteorológicas calmas para a região, exceção quando ocorrem frentes frias.

Tabela 2.2 - Valores médios mensais de umidade relativa do ar e pressão atmosférica para a região de Salvador.

UMIDADE RELATIVA DO AR (U.R.A.)		
E PRESSÃO ATMOSFÉRICA (P.A.)		
MÊS	U. R. A.	P. A.
	(%)	(mb)
Jan	75	1005,3
Fev	73	1004,3
Mar	80	1003,8
Abr	88	1005,8
Mai	83	1006,6
Jun	78	1009,1
Jul	78	1010,0
Ago	79	1010,4
Set	83	1008,4
Out	81	1007,4
Nov	79	1006,8
Dez	77	1004,0
ANO	79,50	1006,86

FONTE : IBGE - 1985

Em Salvador, a umidade relativa do ar é alta mantendo-se em níveis na faixa de 70 a 90% durante todo o ano. O valor mais baixo é registrado em fevereiro (73%) e o mais elevado em abril (88%).

A umidade relativa do ar, a temperatura e as precipitações pluviométricas, constituem os principais elementos climáticos que definem o clima da região onde se localiza Salvador ocorrendo basicamente dois períodos distintos no decorrer do ano, quanto às condições climáticas.

O primeiro, correspondendo ao verão: temperaturas mais elevadas, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica e umidade relativa do ar mais baixas;

O segundo, correspondendo ao inverno, assim caracterizado devido ao aumento na precipitação pluviométrica, na pressão atmosférica, na umidade relativa do ar, e diminuição da temperatura.

As mudanças climáticas, observadas na região, decorrem das massas polares de ar frio, oriundas do extremo sul da América do sul mais predominantemente originadas na Argentina e alcançando o Brasil (Roteiro da Costa Leste do Brasil, 1976).

2.2 - Variação de Vazão dos Esgotos Domésticos

As variações das vazões das águas residuárias domésticas são função de causas precisas, definidas e mensuráveis e de outras causas não controláveis. Relacionam se com a demanda de água da comunidade e a capacidade de atendimento dessa demanda pelo serviço de abastecimento de água existente; da pressão da água nas redes de abastecimento; da idade, tipo de material empregado nas redes coletoras, interceptores e qualidade de sua execução; da quantidade de Poços de Visita existentes, material e qualidade de sua execução; estado de conservação, manutenção das redes e ligações prediais; das características do solo onde a rede foi implantada; da existência de micromedição e/ou limitadores de vazão nos sistema de abastecimento e de existência de perdas; das peculiaridades sócio-econômicas e culturais do local; do clima; das variações sazonais.

Pesquisas realizadas em 22 diferentes cidades americanas encontrou uma média de cerca de 560 l/hab./dia; o consumo médio doméstico de água pode representar 174 l/hab./dia para casas e em edifícios de apartamentos residenciais o consumo médio é de 230 l/hab./dia, enquanto nos

bairros pobres das grandes cidades o consumo apresenta valores de 113 l/hab./dia, podendo apresentar valores de até 57 l/hab./dia (Steel, 1966); as quantidades de águas para comunidades americanas tendem à valores médios domésticos de 50 a 190 l/hab./dia, comercial e industrial de 65 a 245 l/hab./dia, público de 10 a 37,9 l/hab./dia e não registrado de 25 a 94 l/hab. dia, perfazendo uma média de 150 a 567 l/hab./dia (Fair, Geyer & Okun, 1979). Nos países tropicais o consumo de água é pequeno 40 a 100 l/hab./dia (Mara, 1976). Estudos citados por (Van Haandel, 1994) sobre a produção de esgoto no Estado da Paraíba e no Nordeste do Brasil indicam que o per capita foi sempre abaixo de 100 l/hab./dia com uma média de 72 l/hab./dia em 10 cidades pesquisadas e que esses números se assemelham ao resultados de estudos realizados em comunidades de baixa renda na cidade de Curitiba (Aisse, 1989).

2.3 - Composição e Caracterização das Águas Residuárias

As águas residuárias resultam da incorporação às águas potáveis ou não, utilizadas nas complexas atividades realizadas nas comunidades, de inúmeros substâncias e produtos estranhos à essas águas, modificando a sua composição e concentração.

Podem ser de origem puramente doméstica ou conter também águas residuárias, provenientes de indústrias, de atividades agrícolas e drenagem pluvial, (Silva & Mara, 1979). Sendo de origem exclusivamente doméstica, tem em sua composição excreções humanas e águas servidas, resultantes das diversas atividades domésticas.

Mesmo nas comunidades essencialmente residenciais, com pequenas redes dotadas de efetivo controle operacional, despejos diferentes do classicamente considerados como unicamente residencial são possíveis de ocorrerem, interferindo na composição.

A quantidade per-capita de excreta, em peso, é variável conforme diferentes autores, contudo o volume diário total produzido de 1,5 litros é consenso de (Oliveira, 1983, citando Wagner e Lanoix, 1958).

As águas residuárias de origem doméstica, compõem-se de 99,9% de água, e 0,1% de matéria sólida segundo (Mara, 1976 citando Tebbutt, 1970). Dependendo do per-capita de água fornecido à comunidade estes percentuais se alteram modificando sua concentração. A matéria sólida presente nas águas residuárias domésticas de concentração média é composta de aproximadamente 50% de matéria orgânica e 50% de resíduos inorgânicos (Metcalf & Eddy, 1977).

Os constituintes mais importantes do esgoto são aqueles que conferem à água propriedades físicas, químicas ou biológicas indesejáveis. A composição e a concentração destes constituintes no esgoto dependerão, até certo ponto, dos costumes socio-econômicos da população contribuinte. Essas diferenças podem ser atribuídas à natureza da água (Van Haandel, 1994), diferenças no comportamento das populações contribuintes, à situação econômica local, e ao tipo e extensão da rede de esgoto. Na Tabela 2.3 estão apresentados dados de caracterização de esgotos apresentados por diferentes pesquisadores. O conhecimento da natureza desses constituintes é essencial para o desenvolvimento de novos projetos (Metcalf & Eddy, 1977), especialmente se baseados na realidade local; para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas de tratamento, análise e monitoramento da qualidade ambiental e seus impactos na saúde pública e para a operação dos processos de tratamento implantados.

A concentração de cada um dos constituintes físicos, químicos e biológicos classificam os esgotos domésticos em forte, médio e fraco (idem), conforme a **Tabela 2.3**. Observa-se também nessa Tabela as características do esgoto bruto da Cidade de Campina Grande -- Paraíba (Silva, 1979) e do bairro do Pedregal (Van Haandel, 1994) localizado também nessa cidade.

No caso do esgoto bruto da cidade de Campina Grande, a sua concentração apresenta uma acentuada variação sazonal, caracterizando-se quanto à concentração de DBO_5 relativamente fraco e possivelmente representa o esgoto típico das comunidades nordestinas (Silva, 1982), muito embora esses esgotos contenha uma acentuada percentagem de águas pluviais o que provavelmente caracteriza-o dessa maneira.

Tabela 2.3 - Caracterização dos esgotos, segundo diversos autores

		C O N C E N T R A Ç Ã O				
		FORTE ¹	MÉDIA ¹	FRACA ¹	EXTRABES ²	PEDREGAL ³
Sólidos Totais	(mg/l)	1200	700	350	1146	429
Fixos	(mg/l)	-	-	-	-	-
Voláteis	(mg/l)	-	-	-	404	-
Sólidos Dissolvidos	(mg/l)	850	500	250	-	-
Fixos	(mg/l)	525	300	145	-	-
Voláteis	(mg/l)	325	200	105	-	-
Sólidos Suspensos	(mg/l)	350	200	100	297	-
Fixos	(mg/l)	75	50	30	-	-
Voláteis	(mg/l)	275	150	70	239	-
Sólidos Sedimentáveis	(mg/l)	20	10	5	8,0	-
DBO ₅	(mg/l)	300	200	100	249	369
COT	(mg/l)	300	200	100	592	-
DQO	(mg/l)	1000	500	250	-	727
Nitrogênio (tot. como N)	(mg/l)	85	40	20	-	44
Nitrito ()	(mg/l)	0	0	0	-	-
Nitrato ()	(mg/l)	0	0	0	-	-
N Orgânico	(mg/l)	35	15	8	0,29	10
N Amônia	(mg/l)	50	25	12	44,90	34
Fósforo (total como P)	(mg/l)	20	10	6	6,84	11
Fósforo Solúvel	(mg/l)	-	-	-	3,38	8
Fósforo Orgânico	(mg/l)	5	3	2	-	3
E. coli	CF/100ml	-	-	-	4,0*10E7	4*10E7
S. faecalis	EF/100ml	-	-	-	6,8*10E6	-
Sulfato	(mg/l)	-	-	-	-	18
Cloreto	(mg/l)	100	50	30	344	110
Alcalinidade	(mg/l)	200	100	50	332	388
Graxa	(mg/l)	150	100	50	-	-
Calcio	(mg/l)	-	-	-	-	110
Magnésio	(mg/l)	-	-	-	-	105
Temperatura (oC)		-	-	-	-	26,5
Temperatura máxima (oC)		-	-	-	-	26
Temperatura mínima (oC)		-	-	-	-	24
pH		-	-	-	-	7,66
Condutividade		-	-	-	1650	-

(Metcalf & Eddy¹, 1977),(Silva², 1982), (Van Haandel³, 1994).

Na Tabela 2.4 estão apresentados dados de concentração de esgotos em termos de DBO₅ e DQO, classificando os esgotos em fracos, médios, fortes e muito fortes.

Outro fator determinante na concentração de uma água residuária doméstica é a concentração de DBO_5 expresso na forma de per capita. Ele varia de país para país e as diferenças são devidas principalmente a quantidade e qualidade das águas servidas do que decorrentes das excreções corpóreas, muito embora a dieta seja importante (Mara, 1976) apresenta contribuições de DBO_5 para diferentes países, apresentadas na Tabela 2.5 :

Tabela 2.4 - Concentração de esgotos em termos de DQO e DBO_5 .

Concentração	DBO_5	DQO
	(mg/l)	(mg/l)
Fraca	200	400
Média	350	700
Forte	500	1000
Muito Forte	750	1500

(Silva & Mara, 1979)

O autor também considera que para países tropicais em desenvolvimento esse valor seja provavelmente de 40 g/hab./dia.

Tabela 2.5 - Contribuição per capita diária de DBO_5 para diferentes países.

Zâmbia	36 g
Kenia	23g
Sudeste da Ásia	43g
Índia	30 - 45g
Z. Rural da França	24 - 34g
Reino Unido	50 - 59g
Estados Unidos	45 - 78g

(Mara, 1976)

A caracterização do esgoto em países de climas temperados e tropicais está apresentada na Tabela 2.6 de acordo com dados registrados por diferentes autores.

O material orgânico contido nas águas residuárias é uma fonte de energia para os microorganismos presentes nessas águas ou no corpo receptor, sendo de fundamental importância para a manutenção de muitas formas de vida aquática.

O conteúdo energético da água residuária necessita ser avaliado correlacionando-o com os parâmetros utilizados para a quantificação da concentração do material orgânico (DBO_5 , DQO) (Van Haandel, 1994).

Tabela 2.6 - Resultados de análises de países tropicais e de climas temperados

	Concentração (mg/l)			
	DBO ₅	S. Suspensão	S. Tot. Dissolvidos.	Amônia
Kênia ¹	448	550	503	67
Kênia ¹	940	662	611	72
Índia ¹	282	402	1060	72
Perú ¹	175	196	1187	-
Israel ¹	285	427	1094	76
USA ¹	213	186	502	12
UK ¹	324	321	-	29
Campina Grande ²	249	297	-	43,5
Calif ³	95	215	-	17
Sapé ⁴	725	985	792	-
Guarabira ⁵	289	410	-	37

(Mara¹, 1976), (Silva², 1982), (Van Haandel³, 1994), (Tejo⁴, 1993), (Florentino⁵, 1992 e 1993)

Na Tabela 2.7 estão apresentados alguns resultados obtidos por (Silva, 1979) referente ao material orgânico inclusive dados referentes a remoção de CF e EF.

Tabela 2.7 Resultados Médios Experimentais obtidos de quatro lagoas facultativas alimentadas independentemente durante o período de Junho de 1977 até Abril de 1978. Variação de Temperatura 25 a 27 °C EXTRABES.

AMOSTRA	Tempo de Detenção	DQO mg/l	DBO ₅ mg/l	CF N/100 ml	EF N/100 ml
Água Residuária Bruta	-	576	234	5,0*10 ⁷	7,0*10 ⁶
Efluente da Lagoa F ₄	9,4	240	53	4,8*10 ⁵	3,7*10 ⁴
Efluente da Lagoa F ₂	11,7	233	48	5,0*10 ⁵	5,3*10 ⁴
Efluente da Lagoa F ₃	12,3	243	46	3,4*10 ⁵	2,7*10 ⁴
Efluente da Lagoa F ₅	18,5	234	37	4,1*10 ⁵	4,6*10 ⁴

Fonte: (Silva & Mara, 1979).

Na Tabela 2.8 estão também apresentados dados de concentração registrados por diferentes pesquisadores.

O mecanismo essencial para a remoção do material orgânico em sistemas de tratamento biológico é o metabolismo bacteriano que se caracteriza pela utilização do substrato como fonte de energia e de material para síntese de novas células. Dois mecanismos distintos e interdependentes acontecem nesse processo : no primeiro, o material orgânico é utilizado como fonte de energia, sendo esse processo denominado catabolismo. No segundo, o material é utilizado como fonte para a síntese celular e o processo é denominado anabolismo.

Tabela 2.8 - Concentração de diferentes parâmetros de esgoto bruto, em diferentes cidades e países.

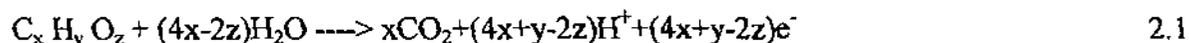
	Concentração			
	Haifa ¹	C. Grande ²	Tempe ³	C. Grande ⁴
	Israel	Paraíba	(USA)	Paraíba
Sólidos suspensos Totais mg/l	528	333	-	242
DBO ₅ mg/l	412	219	197	154
DQO mg/l	978	532	-	407
Amônia mg/l	93	42	-	26,7
Fósforo Total mg/l	18	-	-	4,86
Ortofosfato Solúvel mg/l	-	-	-	2,46
Coliformes Fecais CF/100 ml	10 ⁸	5,0*10 ⁷	2,6*10 ⁷	1,31*10 ⁷

(Shelef¹, 1980); (Mara², 1979); (Klock³, 1971); (Oliveira⁴, 1990).

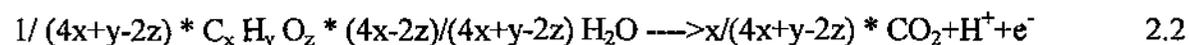
No anabolismo há consumo de energia e esse processo ocorre simultaneamente ao catabolismo e para que esse ocorra é necessária a presença de uma população bacteriana viva.

O catabolismo bacteriano é realizado por dois distintos processos: o catabolismo oxidativo e o catabolismo fermentativo. O catabolismo oxidativo ou respiração caracteriza-se por uma reação redox com rearranjo intermolecular e que só se realiza em presença de um oxidante também presente na fase líquida, seja o oxigênio molecular, o nitrato ou o sulfato, como aceptores finais de elétrons e tendo o material orgânico como redutor.

A meia reação de oxidação de material orgânico é expressa pela fórmula (Van Haandel, 1994):



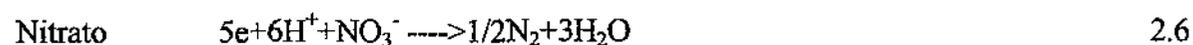
ou

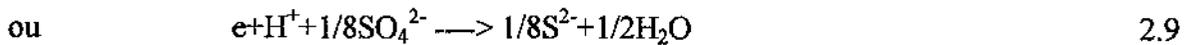
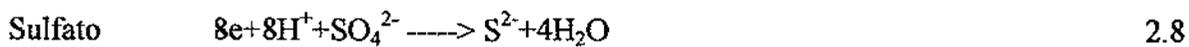
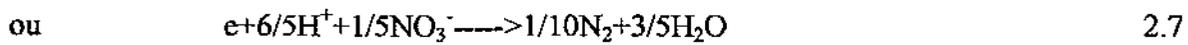


O número de elétrons transferidos por átomo de carbono na oxidação é expresso pela fórmula (Ibidem):

$$N_{el} = (4x+y-2z)/x \Rightarrow 4+(y-2z)/x \quad 2.3$$

As meias reações da redução dos oxidantes são:





E para a reação redox de oxidação do material orgânico pelo oxigênio a fórmula :

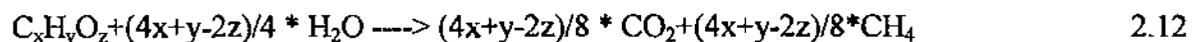


ou



O catabolismo fermentativo resulta da transferência intramolecular e não necessita de um oxidante para realizar-se. Esse processo caracteriza-se por ocorrer um rearranjo dos elétrons na molécula fermentada em que o composto que é catabolizado resulta em dois ou mais produtos novos e só após fermentações sequenciais são formados produtos estabilizados. Os dois produtos novos sendo diferentes necessariamente um deles será mais oxidado e o outro mais reduzido do que o material que lhes deu origem e isto representa a transformação sem destruição do material orgânico.

A digestão anaeróbia torna possível a transformação do material orgânico em produtos intermediários estáveis e de alta concentração de energia, a exemplo do metano (CH_4) que é o principal produto resultante do processo, e pode ser utilizado como fonte energética. Sua formação ocorre sem necessidade de fornecimento de energia externa conforme demonstrado pelas fórmulas que se seguem :



Sendo a DQO teórica do metano igual a 4 g DQO/g CH_4 é necessário para formação de 1g de metano 4 g de DQO de material orgânico (Van Haandel, 1994). O autor demonstra que na oxidação do ácido acético há uma energia livre que é liberada e que a mesma representa 207 kCal.mol⁻¹:



Sendo o ácido acético metabolizado e resultando em metano e gás carbônico:



E_{dig} - Energia liberada na digestão.

Na oxidação do metano a energia livre liberada é $191 \text{ kCal.mol}^{-1}$:



Logo,

$$E_{\text{dig}} + 191 = 207 \text{ ou } E_{\text{dig}} = 16 \text{ kCal.mol}^{-1} \quad 2.16$$

Ou seja, a energia livre liberada na digestão anaeróbia do ácido acético representa uma fração pequena da energia química livre disponível $16/207 = 8\%$ enquanto que 92% da energia remanescente permanecem no metano que é despreendido para a atmosfera com a quase totalidade da energia na forma de energia química.

O anabolismo ou síntese de massa bacteriana desenvolvido a partir do substrato afluente, ocorre simultaneamente ao catabolismo bacteriano, origem da energia necessária para a formação de novas células, e tem como consequência o crescimento da massa bacteriana, que em última instância é representado pelo aumento dos sólidos voláteis em suspensão na massa líquida.

O catabolismo oxidativo resulta da utilização de um oxidante e na digestão anaeróbia da produção de metano existindo significativa diferença entre os metabolismos aeróbio e o metanogênico. No metabolismo aeróbio o catabolismo representa 33% e o anabolismo 67% , enquanto no metabolismo metanogênico o catabolismo representa 97% , enquanto o anabolismo 3% . A consequência prática do metabolismo é que a taxa de decaimento bacteriano num ambiente aeróbio é significativamente maior que o decaimento que ocorre com as bactérias anaeróbias e isto se deve ao fato da massa bacteriana no metabolismo aeróbio ser enormemente maior.

O pré tratamento com um sistema anaeróbio é altamente benéfico para a estabilização da matéria orgânica presente nos esgotos domésticos, trazendo uma enorme vantagem quando associado aos sistemas convencionais, quando o objetivo que se pretende alcançar representa o

controle sanitário e a perspectiva de conversão de energia. Na produção do metano pela digestão anaeróbia a energia útil conversível de energia química em energia utilizável pode ser da ordem de 30%. Ou seja, a energia química disponível no metano, resultante da digestão anaeróbia é possível de ser conversível à energia útil utilizável como geração de energia elétrica com uma eficiência de conversão da ordem de 30% o que representa um potencial considerável factível de ser utilizado (Van Haandel, 1994).

Isso pode ser evidenciado quando se compara o Equivalente de Habitante (E.H.) = 110 g DQO/d para produção de energia útil (elétrica) a partir do metano que é de $4W.(E.H.)^{-1}$ enquanto num sistema de tratamento aeróbio há uma demanda de 2 a 3,5 W. $(E.H.)^{-1}$. Portanto do ponto de vista energético há uma grande vantagem para o uso de sistemas anaeróbios de tratamento (idem).

2.4. Sistemas Biológicos de Tratamento

A seguir serão descritos, segundo a bibliografia pesquisada a cinética do processo, desempenho e operação dos sistemas de : Lagoas Aeradas Facultativas em série; Valo de Oxidação, Tanque Imhoff e Lagoa de Estabilização Facultativa.

2.4.1 Lagoas Aeradas Facultativas em Série

Lagoas de Estabilização são reservatórios escavados na terra geralmente com profundidades rasas podendo ser constituídas por um ou vários reatores em série. Em geral têm uma execução fácil, manutenção e operação de baixo custo e uma aquisição de terreno relativamente baixa em zonas não densamente povoadas. Entretanto, sua eficiência e a capacidade de absorver grandes choques hidráulicos e orgânicos, faz das lagoas de estabilização uma alternativa bastante atrativa para uso amplo em todo o mundo (Silva, 1982); (Arthur, 1983); (Mara, 1986) e (Oliveira, 1990). As lagoas de estabilização exigem tempos de detenção longos, conseqüentemente grandes áreas, e por tratar-se de um processo absolutamente natural, têm como pressuposto a atividade de

microorganismos da sua biota, particularmente algas e bactérias num mutualismo complementar. Ou seja, simplificadamente, as algas utilizam CO_2 resultante do metabolismo bacteriano e liberam O_2 resultante da fotossíntese e que pode ser utilizado pelas bactérias facultativas presentes na massa líquida.

Mesmo havendo transferência de oxigênio atmosférico para a fase líquida, por ação dos ventos e outras causas, a principal fonte de oxigênio resulta da atividade fotossintética das algas existentes na lagoa. O oxigênio transferido para a lagoa ou nela produzido pode ser utilizado por bactérias para oxidação do material orgânico no metabolismo oxidativo (Van Haandel, 1994). A difusão, velocidade e concentração de oxigênio transferido e mantido na lagoa é função de fenômenos físico-químicos, porém certos fatores desempenham papéis importantes como a temperatura do meio e a altitude do local onde se localiza a lagoa. Portanto os fenômenos físicos químicos e bioquímicos resultam na estabilização da matéria orgânica e sua parcial conversão em massa celular, predominantemente em forma de algas e outros microorganismos.

A fotossíntese desenvolve-se mais intensamente nas camadas superficiais, onde a disponibilidade de luz solar é maior, provocando, em certos momentos uma super saturação de oxigênio nessas camadas.

O que distingue diferentes tipos de lagoas de estabilização é a espessura da camada aeróbia, ou seja :

a) nas lagoas anaeróbias, a concentração de matéria orgânica é grande ocorrendo uma demanda de oxigênio que supera a capacidade de produzi-lo e/ou fornecê-lo e então só é possível de existir uma fina camada aeróbia na superfície;

b) nas lagoas facultativas as cargas orgânicas são menores permitindo que ocorra um equilíbrio entre a demanda e produção de oxigênio dissolvido O_2 , ou seja, durante o dia ocorre uma larga camada aeróbia na superfície e durante a noite há uma diminuição dita camada, sem contudo tornar a lagoa toda anaeróbia;

c) nas lagoas de maturação, a concentração de material orgânico é baixa e a produção média de oxigênio excede a taxa de oxidação permitindo que grande parte da lagoa tenha um ambiente aeróbio.

A conversão de material orgânico predominantemente em massa celular na forma de algas e sua grande concentração no efluente, como sólidos suspensos e as grandes áreas requeridas são apontados como suas essenciais desvantagens segundo (Ellis, 1983).

Embora esses fatos sejam restritivos à utilização de lagoas de estabilização facultativas é fato que a concentração de sólidos suspensos no esgoto bruto é significativamente reduzida no efluente final, conforme observado em pesquisas em lagoas em escala-piloto, com múltiplas configurações: (lagoas em série, rasas, profundas) realizadas por (Silva, 1990). Observa-se freqüentemente que o efluente de uma série de lagoas apresenta melhor qualidade do que o de uma única lagoa de área equivalente ao do sistema em série (Marais, 1974). Entretanto o desempenho global de um sistema em série se aproxima daquele de um reator de carga não dispersa, (Silva & Mara, 1979). Citando ainda (Marais, 1979), o mesmo autor afirma que além de diversos fatores “se consegue a eficiência máxima de uma série de lagoas, quando o tempo de detenção em cada uma delas é o mesmo”.

Remoções de DBO na faixa de 70% foram obtidas por (Oswald, 1968). (WHO, 1989) apresenta estudos cujas remoções se situam na faixa de 40 a 60%, enquanto (Silva, 1982) apresenta remoções na faixa de 68 a 80%.

As lagoas são sistemas altamente eficientes para eliminar organismos patogênicos, sendo apontadas como o mais eficiente entre os sistemas de tratamento convencionais. Enquanto os demais processos só alcançam valores entre 90% e 98%, nas lagoas estes resultados alcançam valores de 99,9% a 99,999% (Mara, 1976), (Silva, 1982) e (Oliveira, 1990).

Diversos pesquisadores apontam inúmeras causas como responsáveis por esse fenômeno : a) o efeito reservatório, possibilitando sedimentação de sólidos sedimentáveis (Arthur, 1983); b) morte de bactérias como função do meio ambiente da lagoa e de fatores climatológicos (o efeito

da luz solar); c) alto pH; d) presença de certos tipos de algas e produção de compostos extra celulares; e) antagonismo bacteriano, (Marais, 1974), (Davis, 1972), (Mancini, 1978), (Herman, 1958), (Oswald, 1960), (Borges, 19), (Polprasert, 1983). Muito embora (Parker, 1962) não tenha encontrado evidências que dê suporte a verificação e confirmação de que substâncias bactericidas de material produzido por algas sejam responsáveis pelo decaimento de bactérias concluiu que a complexidade do meio e o grande número de gênero de algas incrementou o decaimento. (Parhad & Rao, 1974) realizaram experimentos com desenvolvimento de diferentes algas em águas estéreis e pH entre 7,5 e 10 observando que houve redução de bactérias. O modelo de (Marais, 1974) baseado na cinética de primeira ordem e mistura completa introduziu o fator temperatura como importante no processo. Considera que outros fatores são importantes: o número de dispersão, concentração da biomassa de algas, pH, e nutrientes.

Estudos realizados por (Thirumurthi, 1969) sobre o número de dispersão nas lagoas procurou avaliar as características do fluxo da massa líquida da mesma e considera que as características físicas do fluxo, a forma da lagoa, a presença de zonas mortas, velocidade das correntes, condições de mistura, correntes de vento, estratificação térmica e turbulência são fatores importantes no fenômeno.

Portanto são diferentes e múltiplos os fatores apontados por diferentes pesquisadores como interferindo no complexo sistema constituído por uma lagoa, onde existem precisas espécies vivendo e se relacionando, particularmente algas e bactérias, e que são esses fatores os responsáveis pela redução de bactérias, ou seja, : concentração da biomassa de algas, temperatura, carga orgânica, intensidade de luz, duração da luz, tempo de detenção hidráulico, taxa de degradação do substrato, número de dispersão da lagoa, etc. Portanto a conjunção de diferentes fenômenos físicos, químicos, físico-químicos e bioquímicos resultam num efeito sinérgico para esta redução.

2.4.2 Valos de Oxidação

Alguns autores descrevem Valos de Oxidação como calhas longas, com profundidade de 1 a 1,5m, permitindo um movimento longitudinal à mistura do esgoto e lodo com uma velocidade de 0,5 m/s.

O movimento do líquido é provocado por palhetas instaladas superficial e horizontalmente, acionadas por motores acoplados a redutores de velocidade, que permitem uma rotação controlada. A aeração mecanizada exerce algumas funções importantes no processo como sejam o fornecimento de oxigênio requerido para o metabolismo dos microorganismos presentes; promover a mistura e manter o liquor em permanente suspensão, permitindo o contato íntimo entre a massa de microorganismos e o substrato na forma de sólidos suspensos e dissolvidos; eliminar gases dissolvidos na massa líquida.

A troca gasosa entre a massa líquida e a atmosfera é realizada através da interface água e ar. A agitação provocada pelas palhetas tem como consequência a geração de dois processos distintos, simultâneos e complementares responsáveis pela troca gasosa :

No primeiro processo ocorre a formação de uma nova área superficial enormemente aumentada que é resultante da formação das gotículas de água provocada pela ação das palhetas do aerador. A consequência imediata é que a troca gasosa entre a massa líquida e a atmosfera ocorre mais intensamente através dessa grande área superficial formada. Essa troca é tanto mais eficiente quanto mais eficazes sejam os aeradores de formarem uma grande quantidade de “gotas” bem pequenas facilitando a transferência de oxigênio, existindo uma tendência de saturação das gotas de liquor pelo oxigênio do ar. Essas gotas de liquor saturadas de oxigênio retornam à massa líquida e se misturam na massa do reator, oxigenando-o. Muito embora esse fenômeno dependa de fatores físico-químicos complexos um fator relevante e que pode ser limitante é a tensão superficial existente nas gotas que interferem na velocidade da transferência gasosa.

O segundo processo proporciona a ocorrência de duas consequências: a) na primeira o movimento provocado pelas palhetas mistura completamente a massa líquida promovendo certo

grau de oxigenação; b) na segunda consequência há introdução de grande quantidade de bolhas de ar na massa líquida provocada pela própria agitação e pelo efeito de cavitação provocado pelo impacto das palhetas com líquido no instante da sua imersão. Isto propicia que o ar seja arrastado e difundido no meio oxigenando o líquido do reator e também esse fenômeno é tanto mais eficiente quanto menores sejam formadas as bolhas de ar.

O valo de oxidação pode ser definido como processo de depuração biológica chamado lodo ativado modificado. Mais precisamente, está enquadrado no grupo de tratamento de mistura completa com aeração prolongada, (Gondim, 1976).

Segundo (Hess, 1979) diversos critérios historicamente procuram retratar os valos de oxidação : o critério de (Pasveer, 1960) para os valos de oxidação e que utilizava o tempo de aeração de 72 horas, acreditando que quanto maior o tempo de aeração mais estabilizado seria o esgoto.

Estudando os pressupostos de Pasveer, (Baars, 1962) verificou que ao se considerar o critério de tempo de aeração de 72 horas resultava em situações contraditórias. Ou seja, utilizando-se esgotos com concentrações diferentes, como por exemplo: esgoto com DBO_5 de 300 mg/l e outro com DBO_5 de 600 mg/l não bastavam as 72 horas de aeração para tratar os dois tipos de esgotos. Era necessário para tratar o esgoto mais concentrado um tanque de aeração com o dobro do tamanho daquele requerido para tratar o esgoto com DBO_5 de 300 mg/l, ou seja, seriam necessárias 144 horas ou 6 dias para tratá-lo ao invés das 72 horas estabelecidas. Assim concluiu que o fundamental era a carga orgânica aplicada por unidade de volume, ou seja, taxa de aplicação volumétrica. Estabeleceu inicialmente 0,18 kg DBO_5 / m^3 .dia, posteriormente aumentou para 200 g DBO_5 / m^3 .d e finalmente 225 g DBO_5 / m^3 .d.

Outro critério considera a relação substrato/biomassa ou F/M. Esse critério define o tipo de tratamento que se deseja dar e também traduz a qualidade ou estabilidade do lodo de excesso e é conceitualmente mais considerado por muitos projetistas, como o critério que mais se aproxima o fato biológico da prática na utilização em projetos. A relação F/M é medida em termos de kg DBO_5 / dia. kg SSVTA (Sólidos em Suspensão Voláteis no Tanque de Aeração) e que pode ser

também expresso em kg DBO₅ /dia. kg SSTTA medido em termos de Sólidos Suspensos Totais ao invés de Sólidos Voláteis no Tanque de Aeração. Diferentes autores definiram a razão entre os Sólidos Suspensos Voláteis referidos aos Sólidos Suspensos Totais no tanque de aeração como sendo 0,77.

A relação F/M, distingue vários tipos ou modalidades de lodo ativados :

- a) quando o F/M é = ou >0,35 kg DBO₅ / dia .kg de SSTA tem-se os lodos ativados convencionais em que o lodo resultante é putrescível;
- b) quando o F/M é = ou < 0,10 kg DBO₅ / dia. kg de SSTA tem-se os lodos ativados modalidade aeração prolongada ou de oxidação total; o lodo é estável e pode ser abandonado sem causar maus odores, aspectos objetáveis e pode ser desidratado em leitos de secagem;
- c) quando F/M > 1 kg DBO₅ /dia/ kg de SSTA tem-se lodo ativados de alta capacidade em que o efluente não é muito bom;
- d) para os sistemas carrossel é considerada uma F/M igual á 0,075 kg DBO₅/dia. kg SSTA (Hess, 1979);
- e) quando F/M encontra-se entre 0,10 e 0,35 kg DBO₅ / kg.dia de SSTA não se tem a vantagem de um tanque pequeno que resulta de uma grande carga aplicada, nem a vantagem de um lodo estável que não necessita de digestor, portanto não se aplica na prática F/M no intervalo (Ibidem).

A qualidade do efluente em termos de sólidos em suspensão e DBO₅ é diretamente relacionada á relação alimento/microorganismo : para a taxa de F/M = 0,10 tem-se um efluente com DBO₅ de 20 mg/l; com 0,35 tem-se um efluente com DBO₅ de 30 mg/l e com uma taxa de 1,0 a DBO₅ de 60 mg/l, (idem).

É de grande importância a população de bactérias e protozoários diversos nos valos de oxidação: quando a relação F/M é 1 kg DBO₅ /kg SSVTA, esses sólidos Voláteis representam 90% dos Sólidos Totais; quando F/M é de 0,05 kg DBO₅/ kg SSVTA a relação é = ou < 75%. No primeiro caso a taxa de degradação do substrato é menor que no segundo caso em razão da disponibilidade de alimentos ser insuficiente. Isso ocasiona o metabolismo endógeno, ou seja, ocorre a competição por alimento, morte por atividade predatória provocado por outros

microorganismos e lise ou dissolução de microorganismos retornando ao meio como alimento ou sob a forma de resíduo endógeno. Os valores de oxidação clássicos se situam na relação F/M 0,05 kg DBO₅ / kg SSTA, desde que o SSTA seja 4 a 5 g/l de sólidos.

O critério da cinética bioquímica que se baseia nos estudos desenvolvidos por (Eckenfelder, 1961), modificados por (Ramalho, 1983). Caracteriza-se por considerar que a massa de sólidos em suspensão no tanque de aeração (SSTA) é constante, ou seja, que a massa de sólidos (SSTA) que cresce em um dia é retirada na forma de lodo de excesso, mantendo a massa constante.

O tempo de aeração (t) é calculado baseado nos estudos desenvolvidos por Eckenfelder, e considera diversos aspectos :

a) o crescimento ou síntese de novas células (*a*); b) o fator de biodegradabilidade (*f*); c) substrato afluente (*S_a*) e substrato remanescente (*S_e*); d) a fração consumida sob a forma de respiração endógena (*b*); e) a concentração de sólidos voláteis no tanque de aeração (*X_x*), (Hess, 1979 citando Eckenfelder, 1961 e Ramalho, 1983). Ramalho dá o valor de (*a*) variando de 0,35 a 0,55, (*b*) = 0,07 e (*f*) = 0,77 de SSVTA referidos aos Sólidos Suspensos Totais enquanto Malina segundo (Hess, 1979) define (*a*) variando entre 0,14 e 0,80.

O critério de (Marais, 1976) leva em conta a idade do lodo que não deve exceder 10 dias por propiciar o desenvolvimento de bactérias metanogênicas absolutamente inconvenientes ao processo (Van Haandel, 1991) e para evitar que tal ocorra o lodo de excesso deve ser descartado com idade de lodo no máximo de 10 dias. Essas bactérias são responsáveis pelo mecanismo de nitrificação/desnitrificação tão danoso ao processo de sedimentação provocando flotação de lodo nos decantadores secundários na desnitrificação e o N₂ desprendido arrasta flocos de lodo que pode sair no efluente modificando sua qualidade.

Os valos de oxidação possuem ou não decantadores secundários com a finalidade de promover a separação do lodo da fase líquida o qual sai clarificado do decantador clarificado enquanto o lodo é recirculado para o reator e uma parte é descartado como lodo de excesso.

Bons resultados na eficiência de remoção de DBO₅ foram obtidos em diversas estações de valo de oxidação, localizados em diferentes países, tendo sido observadas remoções de DBO₅ de até

98%. (Gondim, 1976) citando vários autores, para diferentes cidades, apresenta os seguintes resultados de eficiência e o grau de tratamento estimado em função da redução de DBO_5 :

Para a cidade de Beaverton, Oregon foi de 90% para 22 amostras de esgoto bruto com 150 mg/l de DO, tendo 80% dos efluentes dessas amostras apresentado uma DBO_5 menor que 15 mg/l. De 39 outras amostras analisadas num período distinto, com uma DBO_5 média afluyente de 137 mg/l, 71% das amostras apresentaram no efluente uma DBO_5 menor ou igual a 10 mg/l, correspondendo a uma eficiência de 92,7 % na redução de DBO_5 , para um tempo de detenção de 25 horas, baseado na vazão média diária, (Guillaume, 1964).

Para a cidade de Regina , Saskatchewan o mesmo autor apresenta para tempos de detenção variáveis os seguintes valores : para um tempo de detenção de 2,7 dias a redução de DBO_5 foi de 87% a 96%; para 1,5 dias foi de 80% a 88%; para 1,0 dia e efluente entre 10 e 15 mg/l a redução de DBO_5 foi 95%, (idem).

Para a cidade de Cameron, West Virginia dados de 1966, também apresenta a redução de Sólidos Totais em Suspensão da média das médias mensais 32%; para DBO a redução foi de 95,1% e para E. coli esta redução foi de 44,92%, (idem).

Para a cidade de Somerset, Ohio dados de 1966 a 1969, os resultados das eficiências para as médias das médias mensais foram as seguintes: para Sólidos em Suspensão a redução foi de 88,93% e para DBO_5 foi de 94,61 %, (Kaneshig, 1970).

Para o Jardim Leonor na cidade de Campinas - São Paulo os resultados das eficiências para as médias das determinações realizadas no período de 20/10 a 04/11 de 1973 foram as seguintes: Para sólidos totais a redução foi de 30,82%; para DBO_5 foi de 80,47% e para Coliformes fecais foi de 99,84%, (Rizzo, 1973).

Para a Refinaria do Planalto (Replan), na cidade de Paulínia-São Paulo, os resultados das eficiências para as médias das determinações no dia 11/04/73 foram os seguintes, após cloração final do efluente: Para os Sólidos Totais a redução foi de -20,25%, que indica perda de sólidos no efluente, corroborado pela baixa eficiência na redução de DQO; para a DQO foi de 63,76%;

para DBO₅ foi de 93,45% e para E. coli a redução foi de 67,14%. No entanto na mesma ETE para uma coleta no dia 16/08/73 os resultados foram os seguintes: Para Sólidos Totais a redução foi de 51,86%, para DQO foi de 49,25% e para DBO de 92,07 %, (Botelho, 1973).

2.4.3 Tanques Imhoff

A estabilização da matéria orgânica nos processos anaeróbios se processa em etapas seqüenciais configurando dois estágios (Oliveira, 1983) : no 1º Estágio há conversão da matéria orgânica e no 2º Estágio ocorre a estabilização da matéria orgânica.

No 1º Estágio estão envolvidas bactérias acidogênicas anaeróbias e facultativas que hidrolisam e fermentam proteínas, carboidratos e gorduras presentes no esgoto, convertendo-os em ácidos orgânicos (acético e propiônico), não ocorrendo, praticamente, estabilização da matéria orgânica. No 2º Estágio ocorre a estabilização da matéria orgânica onde estão envolvidas bactérias metanogênicas, estritamente anaeróbias, responsáveis pela decomposição dos ácidos orgânicos produzidos no estágio anterior e formando novas células, metano, gas carbônico, água e liberando energia livre no meio na forma de calor (Oliveira, 1983), (Van Haandel, 1994).

A degradação de material orgânico nos sistemas de tratamento anaeróbios, está ligada à cinética de remoção do substrato e depende das condições operacionais e ambientais presentes no tratamento.

Dependendo da qualidade e concentração do material orgânico necessariamente ocorre o desenvolvimento de uma população bacteriana adequada. Esse fato conjuntamente com o tamanho da população bacteriana, do contanto direto do material orgânico afluyente com as populações bacterianas e o tempo de permanência são decisivos para a eficiência da remoção do material orgânico.

A digestão anaeróbia de grandes cadeias orgânicas complexas, formadas de lipídios, carboidratos, proteínas e outras presentes no esgoto afluyente, envolve diferentes grupos de microorganismos que realizam processos seqüenciais distinguindo quatro etapas no processo

global da conversão : **Hidrólise, Acidogênese, Acetogênese e Metanogênese**, (Van Haandel, 1994).

Na **Hidrólise** o material orgânico é convertido em compostos orgânicos dissolvidos de menor peso molecular, resultante da ação das enzimas excretadas pelas bactérias fermentativas. Esse processo é limitante para toda a digestão anaeróbia, (Van Haandel, 1994).

Na **Acidogênese** os compostos dissolvidos, resultantes da hidrólise são utilizados por um variado grupo de bactérias fermentativas, anaeróbias e anaeróbio facultativas, resultando em substâncias orgânicas simples, como ácidos graxos voláteis, álcoois, ácido láctico, compostos minerais como CO_2 , H_2 , NH_3 , H_2S , entre outros.

Na **Acetogênese** ocorre a transformação dos produtos da acidogênese em novos compostos e esses serão utilizados pelas bactérias metanogênicas : hidrogênio, dióxido de carbono e acetato. Registre-se que 70% da DQO se converte em ácido acético e o restante da doação de elétrons concentra-se no hidrogênio formado e/ou dióxido de carbono.

A eficiência do processo de sedimentação dos sólidos nos tanques de sedimentação simples, é o mesmo que nos compartimentos de sedimentação dos tanques de dupla ação portanto, deve-se esperar que os resultados sejam similares, (Águas Negras, 1964). Atribui-se que 40% a 60% de sólidos sedimentáveis, ou seja 40% a 60% de sólidos suspensos totais, são removidos e 25% a 30% de DBO_5 também o sejam, (idem).

Nas águas residuárias domésticas, quando o conteúdo de sólidos é alto, a eficiência da redução de sólidos totais também é alta e nos esgotos cujo conteúdo de sólidos suspensos seja baixo a eficiência nessa redução é menor que naqueles. Também espera-se que nos esgotos frescos essa redução é maior que nos esgotos sépticos (idem).

Pode-se esperar uma eficiência na redução de DBO_5 de 25% a 40%; de sólidos em suspensão de 40% a 70% e de bactérias de 25% a 75%, (Imhoff, 1966). A eficiência normalmente alcançada em tratamento primário na redução de DBO_5 é de 25% a 40%; e de bactérias Coliformes fecais 40% a 60% (Netto, 1973). Apesar do efluente das fossas sépticas ser um líquido com odor e

aspecto desagradáveis e alto teor de DBO_5 , necessitando uma disposição cuidadosa, essas unidades de tratamento apresentam, uma eficiência na redução de sólidos em suspensão de 50% a 70%; de DBO_5 de 30% a 60% e na redução de Coliformes fecais de 30% a 60% (idem). A operação unitária de sedimentação, provoca uma redução nos percentuais de DBO_5 é de 25% a 45%; sólidos em suspensão de 40% a 70%; de bactérias de 25% a 75% e Coliformes fecais 40% a 60%, (Hespanhol, 1973). A eficiência de um tanque séptico, medida em função da remoção de sólidos em suspensão e DBO_5 varia dependendo das condições de projeto, construção, funcionamento e manutenção do sistema, (Oliveira, 1983). O mesmo autor cita (Garcez, 1974) que indica a remoção de DBO_5 que fica em torno de 50%, para tanques convenientemente projetados, construídos e operados; (Pessoa, 1975) citando pesquisadores americanos cujas pesquisas foram realizadas em Cincinnati, Ohio, USA, indica que foram observadas reduções de 16% a 60% para Sólidos em Suspensão, e 35% a 76% para DBO_5 , com vazão de 2000 l/dia; nas mesmas condições e vazão de 1000 l/dia a redução foi de 53% a 76% para sólidos em suspensão e DBO_5 49% a 60%. Também são apresentadas reduções de DBO_5 de até 75%, (Man, 1972);

A ação da degradação biológica do material orgânico é mais acentuada a temperaturas mais elevadas, (Oliveira, 1983) e são observadas reduções de DBO_5 de até 75% registradas por (Man, 1972).

A eficiência média de remoção de DBO_5 é cerca de 70% para afluente com DBO_5 média de 270 mg/l; Com uma DQO média de 690 mg/l a redução desse parâmetro foi de 68%. Para a eficiência média de remoção de Sólidos em Suspensão, o valor encontrado foi de 77%, enquanto a fração volátil desses sólidos sofre uma remoção média de 78%. Com base no número médio de Coliformes Fecais no esgoto bruto $38,55 \cdot 10^6/100$ ml, a eficiência média de remoção desses organismos, é da ordem de 81,8%, (Oliveira, 1983).

2.4.4 Lagoas de Estabilização Facultativa

As lagoas de estabilização facultativas são grandes tanques de pequenas profundidade, definidas por diques de terra, e nas quais as águas residuárias brutas são tratadas inteiramente por processos naturais, envolvendo algas e bactérias, (Silva, 1979).

O comportamento das lagoas é determinado por complexos fenômenos que interagem através de fenômenos físicos, químicos e bioquímicos. As lagoas facultativas primárias caracterizam-se por possuírem uma camada superior aeróbia onde são encontradas predominantemente algas e bactérias aeróbias e facultativas, uma camada intermediária, onde a presença de bactérias facultativas e alguns gêneros de algas e uma camada inferior, inteiramente anaeróbia, onde estão sedimentados os sólidos acumulados, e estão presentes seres bentônicos, bactérias anaeróbias e facultativas responsáveis pela decomposição dos sólidos.

Durante o dia a zona superficial recebe a luz do sol, e assim ocorrem fenômenos bioquímicos em ambiente aeróbio e o oxigênio molecular é o aceptor final de elétrons. Enquanto as bactérias presentes nessa zona e nas demais degradam a matéria orgânica liberando nutrientes úteis às algas como o CO₂ e sais minerais na forma de nitrogênio e fósforo, (Branco, 1978), as algas em presença da luz e com a disponibilidade dos produtos estáveis resultantes do metabolismo bacteriano realizam a fotossíntese produzindo e liberando oxigênio no meio. Realizam, pois, um ciclo de mutualismo interdependente com as bactérias e o equilíbrio desses fenômenos é o responsável pela estabilidade do processo. O tempo de permanência nos sistemas de tratamento utilizando lagoas são longos, propiciando que esses fenômenos ocorram lentamente.

A fotossíntese é a transformação de substâncias simples em substâncias orgânicas complexas utilizando a luz solar através de uma reação de síntese que se realiza nas células de organismos clorofilados utilizando o gás carbônico resultante do metabolismo bacteriano, combinando-o com a água e a energia necessária é fornecida pela luz. A equação resumida do processo (idem) é expressa pela fórmula :



Alguns fatores externos causam variações na velocidade e intensidade dessa reação, a quantidade e qualidade de luz existente no meio, a turbidez existente que interfere na penetração da luz até camadas mais profundas, o teor de CO₂ disponível, a temperatura, o teor de oxigênio existente no meio, etc.

O oxigênio liberado pelas algas mantém condições aeróbias na camada superior que é tanto maior quanto menor for a turbidez da lagoa permitindo que luz penetre mais fundo e as algas se desloquem para camadas mais profundas. Embora exista equivalência entre o oxigênio liberado pelas algas e o gás carbônico consumido pelas mesmas, esse oxigênio produzido provém da água consumida, diferentemente o que se supunha, ser originada do gás carbônico consumido, (idem).

O vento exerce um papel importante nas trocas gasosas entre atmosfera e a massa líquida e vice-versa, contribuindo para fornecer uma certa quantidade de oxigênio ao meio aquático e contribuindo com uma mistura ao longo da coluna líquida. Entretanto, não é a principal fonte de oxigênio, pois, esse é resultante primordialmente da produção fotossintética realizada pelas algas presentes na própria lagoa.

As lagoas apresentam vantagens consideráveis sobre outros processos de tratamento de águas residuárias utilizados para tratamento de esgotos das comunidades. Nas lagoas facultativas as condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores do reator enquanto condições predominantemente anaeróbias ocorrem no fundo da lagoa, (Silva & Mara, 1979). A eficiência de lagoas, com tempos de detenção distintos, monitoradas na EXTRABES apresentou valores significativos na redução de parâmetros físico-químicos a saber:

Para tempo de detenção de 9,4 dias a redução de DBO₅ foi 84%; DQO foi 64%; Sólidos Totais 25%; Coliformes Fecais foi 98,96% e Estreptococos Fecais 99,56%; Para tempo de detenção de 11,7 dias a redução de DBO₅ foi 86%; DQO foi 64%; Sólidos Totais 25%; Coliformes Fecais foi 98,90%; Estreptococos Fecais 99,61%; Para tempo de detenção de 12,3 dias a redução de DBO₅ foi de 85%; DQO foi de 64%; Sólidos Totais foi de 24%; Coliformes fecais foi de 99,18%; Estreptococos Fecais foi de 99,68%; Para tempo de detenção de 18,4 dias a redução de

DBO₅Dias,20oC foi de 90%; DQO foi de 66%; Sólidos Totais foi de 23%; Coliformes Fecais 99,38%; Estreptococos Fecais foi de 99,72%.

3. - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Considerações Gerais

Este capítulo descreve as diferentes etapas dessa pesquisa, a definição e escolha dos sistemas estudados, os dados mais importantes dos sistemas, como extensão de rede, número de ligações e economias, população prevista. Em seguida, são descritos cada sistema isoladamente, apresentando suas partes constitutivas, sendo descritos de forma sucinta cada um deles. Também são apresentadas as características e parâmetros previstos no projeto, seus dados físicos básicos e, finalmente, são descritos os procedimentos metodológicos aplicados no desenvolvimento dos trabalhos e os materiais utilizados.

Para atender aos objetivos de caracterizar os esgotos brutos de Salvador, observar e analisar as eficiências de alguns parâmetros de diferentes tipos de tratamento a pesquisa se desenvolveu em três etapas distintas, ou seja, montagem e organização do laboratório de controle de estações de tratamento de esgotos, treinamento de pessoal e obtenção de dados.

3.2 Etapas de Desenvolvimento dos Trabalhos

3.2.1 - Primeira Etapa - Montagem e Organização do Laboratório de Esgotos

Devido à inexistência de laboratório de controle de estações de tratamento de esgotos, foi iniciada, ainda em dezembro de 1990, a estruturação e aparelhamento de um laboratório para esse fim. Portanto, foi necessária improvisação de espaços nos laboratórios de análises de água existentes, utilizando-se salas não preparadas para receber um laboratório de esgotos que eram desaparelhadas, sem bancadas adequadas, instalações elétricas e hidráulicas deficientes, etc. Portanto, consistiu na estruturação dos espaços, execução de pequenas obras civis, hidráulicas, e elétricas; identificação e localização de aparelhagens dispersas pelo interior do estado da Bahia,

recuperação de equipamentos danificados e fora de operação para posterior definição e solicitação para aquisição de novos equipamentos, vidraria, reagentes, meios de cultura, kit de análises e materiais diversos para laboratório, expediente, apoio, inclusive material de segurança para realização das análises. Essa fase prolongou-se até o início de agosto de 1990, por força de mudança no Governo Estadual, com conseqüente suspensão de todas as aquisições em curso, bem como mudanças administrativas ocorridas na própria EMBASA.

3.2.2 Segunda Etapa - Seleção e Treinamento de Equipes e Realização de Análises

A segunda fase ocorreu concomitantemente à primeira fase desde o mês de abril, época em que foram iniciados os treinamentos de equipes distintas. Inicialmente foi feito o treinamento dos operadores das Estações de Tratamento de Esgoto onde as amostras seriam coletadas, em seguida do encarregado por parte da coleta e do transporte das amostras até o laboratório; dos estagiários que participariam da elaboração das análises físico-químicas. Uma bióloga, já com experiência, seria responsável pelas análises bacteriológicas, parasitológicas e de identificação hidrobiológica. A equipe técnica responsável pela obtenção dos dados era constituída de:

Biólogo	1
Estagiário de Biologia	1
Estagiário de Química	2
Pesquisador e coordenador da pesquisa	1

3.2.3. - Terceira Etapa - Obtenção dos dados

A coleta e análise das amostras para obtenção dos dados foi iniciada em agosto de 1991 prolongando-se por oito meses, até março de 1992, ocasião em que foi desmobilizado o laboratório após a última semana de trabalhos de campo.

3.3 Descrição dos Sistemas Estudados

Quanto ao esgotamento, todos os sistemas estudados são do tipo separador absoluto, ou seja, transportam e tratam exclusivamente os esgotos domésticos de conjuntos habitacionais (CH) de mesmo nome, distribuídos e localizados na cidade.

Na Tabela 3.1 são apresentadas as características dos sistemas estudados, e os tipos de tratamento, suas respectivas unidades, apresentado as principais características físicas e parâmetros utilizados nos projetos das unidades de tratamento, a população atendida, número de ligações, economias e extensão da rede.

Tabela 3.1 - Características e dados dos Sistemas monitorados

Sistema	Tratamento	População hab.	Nº Ligações un	Nº Economias* un	Rede m
Trobogy	L. Aerada em série	5.615	73	1123	3199
Muriçoca	Valo Oxidação	5.495	72	1099	2710
Pituaçú	T. Imhoff	13.325	175	2665	4934
Cajazeiras X	L. Facultativa	8.360	1.672	1672	8529

Fonte: Embasa - 1982

* Cada ligação de esgoto por bloco representa 16 apartamentos ou economias.

3.3.1 Sistema Trobogy

O Sistema Trobogy possui as seguintes unidades constitutivas:

Rede Coletora - constituída de uma malha com extensão total de 3.199 m, recebia contribuição de 73 ligações domiciliares, correspondendo a um total de 1.123 economias.

Nota - Cada ligação de esgoto é executada em cada bloco residencial, simples ou duplo, representando muitas vezes 16 unidades domiciliares ou economias por bloco.

Tratamento preliminar - composto de grade de barras; caixa de areia com canal by-pass de esgotos para limpeza da caixa de areia. Uma calha Parshall, garganta W=3" implantada após a caixa de areia e que controla a velocidade do fluxo de esgoto na mesma, permitia, ainda, a medição de sua vazão.

Tratamento secundário - consiste de duas Lagoas de Estabilização Aeradas em série, cada uma com dois aeradores superficiais do tipo palhetas, Marca Filsan Aquajet, modelo UFNT 471.03.02, potência de 5 c.v. cada, instalados estrategicamente nas duas lagoas.

Entrada na lagoa 1 - feita através de um tubo em PVC, diâmetro de 150 mm, que lança os esgotos diretamente no fundo da lagoa e tendo instalada uma curva de 45° com a ponta para cima, dificultando o assoreamento da saída por sólidos sedimentados.

Saída da lagoa 1 / Entrada na lagoa 2 - é realizada através de um canal de comunicação entre as unidades, cujo fluxo de entrada na lagoa 2 é realizado através de uma curva de 90° instalada na vertical com a ponta voltada para o fundo.

Saída final - a saída final é realizada através de vertedor triangular, fabricado em chapa de alumínio de 1/8". Este dispositivo foi instalado no início da pesquisa com o objetivo de manter o nível das duas lagoas absolutamente controlados e estacionados, sem variações durante o desenvolvimento da pesquisa. Existe instalado, nesse ponto, um decantador concebido com o propósito de impedir a saída de sólidos flutuantes e decantados na lagoa.

O decantador consiste de uma parede vertical com abertura no fundo em toda sua extensão, apoiada em pilares e sobre a qual se apoia uma plataforma com 80 cm de largura em toda sua extensão para serviços operacionais. O fluxo hidráulico ocorre pela abertura do fundo, por onde o decantador é alimentado. A utilização do decantador elimina os efeitos dos ventos e das ondulações provocadas pelos aeradores na saída final e sua concepção prevê a remoção de sólidos no efluente final, caso o mesmo não existisse.

O efluente final é recolhido em uma calha coletora e através de emissário é lançado no corpo receptor cujo rio é denominado de Muriçoca.

Casa de Operador e Laboratório de Análises Operacionais - O sistema possuía uma casa de operadores constituída de instalações completas, inclusive telefone, e um pequeno laboratório de análises e controle operacional. As análises de monitoramento eram realizadas nas instalações do laboratório central da EMBASA.

Características Físicas e Parâmetros de Projeto das Lagoas

Tabela 3.2 - Dados e características físicas do Sistema de Trobogy

Físicas	Lagoa nº 1	Lagoa nº 2
Comprimento fundo	(*)	56 m
Largura	(*)	29 m
Profundidade	2,3 m	2,3 m
Tempo de detenção de projeto	8,18 dias	4,92 dias
Área do fundo	2.946 m ²	1.624 m ²
Área superficial	3.936 m ²	2.520 m ²
Área média	3.441 m ²	2.072 m ²
Volume	7.914 m ³	4.765 m ³
Vazão		Max 19,031 l/s
		Med. 11,200 l/s
		Min 7,083 l/s
Calha Parshall (garganta) W		3"
População de projeto		5.828 hab.
Concentração de esgotos (EB)		325 mg DBO ₅ / l
Concentração do efluente lagoa 1 (EF1)		105 mg DBO ₅ / l
Concentração do efluente lagoa 2 (EF2)		43 mg DBO ₅ / l

FONTE - EMBASA (1983)

Outras Instalações - as duas unidades de tratamento são protegidas por calhas de drenagem circundantes; taludes revestidos por gramíneas e placas de concreto na faixa de contato do talude com a lâmina de água.

Existiam duas adufas de fundo em cada lagoa, o que permitia completo esvaziamento das mesmas e iluminação noturna.

3.3.2 Sistema Muriçoca

O Sistema Muriçoca possui as seguintes unidades constitutivas:

Rede Coletora - constituída de uma malha de rede coletora com extensão total de 5.495 m; recebe contribuição de 72 ligações domiciliares o que corresponde um total de 1.099 economias.

Tabela 3.3 Dados e Características de Projeto dos Valos de Oxidação

Tempo de aeração	1,33 dias
Volume de um tanque	409,42 m ³
Idade de lodo	41,60 dias
Canais para cada tanque de aeração	
Trecho reto	23,46 m
Altura molhada	1,3 m
Largura por canal	10,0 m
Taxa de recirculação de lodo ativo	60%
Decantadores: Área superficial total	47,2 m ²
Área superficial por decantador	7,84m ²
Nº de decantadores por aerador	6 un
Concentração do afluente	407 mg/l
Concentração do efluente	20 mg/l
Sólidos suspensos efluente	40 mg/l
População	4.568 hab.
Vazões:	Max 13,20 l/s
	Med 7,11 l/s
	Min 3,89 l/s

FONTE - EMBASA (1983)

Elevatória de Esgoto Bruto - devido ao fato das unidades de tratamento estarem localizadas na mesma cota dos edifícios, e estes se localizarem nos pontos elevados do conjunto foi instalada no P.V. final, mais a jusante da rede, uma elevatória subterrânea, automatizada, que bombeia os esgotos.

As características técnicas da elevatória consistem de poço de sucção enterrado, construído em concreto armado, diâmetro interno de 2,00 m, tampa na cota + 0,50 m, cota de fundo - 4,50 m perfazendo uma altura total de 5,00 m, extravasor com diâmetro de 150 mm instalado na cota - 2,00 m e volume útil de 10,0 m³. Possuía ainda um cesto de lixo na entrada com as dimensões de (0,30mx0,40mx0,40m) responsável pela retenção de sólidos grosseiros.

Os conjuntos moto-bombas submersíveis instalados eram da marca ABS, modelo AFT 100.407, potência de 7,5 C.V., 19,9 AMP, tensão operacional 220 V / 60 Hz e isolamento 220/380 V, diâmetros do recalque 100 mm e diâmetro do rotor 184 mm com rotação de 1750 rpm. São acionados por quadros de comando partida direta marca Siemens, com dispositivos de segurança

contra acidentes elétricos, inclusive um horímetro com a finalidade de cronometragem cumulativa das horas trabalhadas.

Tratamento preliminar - composto de grade de barras, caixa de areia com canal de desvio dos esgotos, utilizado durante a limpeza da caixa de areia. Uma calha Parshall, garganta $W=3''$, instalada após a caixa de areia para controle de velocidade na mesma. A vazão do sistema pode ser medida na Calha Parshall e/ou pela totalização de horas trabalhadas pelos equipamentos, através de horímetros instalados no quadro de comando dos equipamentos, para cada bomba.

Tratamento Secundário - Era constituído de dois Reatores Biológicos de aeração prolongada, tipo valo de oxidação, com capacidade de $409,42 \text{ m}^3$ cada, aerados mecanicamente através de aeradores horizontais tipo gaiola, cujo rotor é dividido em duas partes, instalados num mesmo eixo.

Características eletromecânicas dos aeradores:

Rotor - Tipo gaiola, comprimento $4,20 \text{ m}$, palhetas com $0,15 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}$ espaçamento de $0,05 \text{ m}$ e imersão de $0,15 \text{ m}$, rotação de 100 rpm , suportado por eixo em aço carbono com diâmetro de $3''$, assente em rolamento de compensação lateral, para absorção dos esforços, relação de redução de 1750 rpm para 100 rpm máxima.

Redutor - marca Weg, possuindo engrenagens helicoidais duplas, eixo e engrenagens em aço carbono 1045, lubrificadas a óleo, e carcaça de ferro fundido.

Motor - marca Weg, potência de 15 c.v. , tensão de operação $220 \text{ V}/60 \text{ Hz}$ e de isolamento $220/380 \text{ V}$, rotação de 1750 rpm , acionados através de quadro de comando partida estrela triângulo marca Siemens, com dispositivos de segurança contra acidentes elétricos, possuindo inclusive um horímetro com a finalidade de cronometragem cumulativa das horas trabalhadas.

Decantadores Secundários - Cada unidade de aeração, ou reator biológico, com capacidade de $409,42 \text{ m}^3$, área superficial de $314,94 \text{ m}^2$, profundidade de $1,3 \text{ m}$, possuindo três decantadores tipo Dortmund, operando em paralelo, com área superficial de $7,84 \text{ m}^2$ cada, tendo como

finalidade a separação de fases, em que o lodo sedimentado é descartado como lodo de excesso ou retorna ao reator como lodo ativo, tendo uma operação intermitente.

Elevatória de Recirculação de Lodo - Possuía um canal de recolhimento do lodo adensado que se localizava entre os decantadores, com capacidade de 20 m³, empregado para armazenamento do lodo de recirculação ou excesso. Tinha o fundo na forma de V, com inclinação longitudinal que direcionava o lodo para o poço de sucção. Daí o lodo era recirculado para os reatores por bombas de recirculação, para os três leitos de secagem ou removido através caminhões especiais tipo limpa fossas, de onde são transportados e lançados na estação de condicionamento prévio do sistema do emissário submarino, distante aproximadamente 12 km.

Equipamentos eletromecânicos - no poço de sucção e recirculação de lodo, estavam instalados dois conjuntos moto-bombas submersíveis, marca ABS, modelo Robusta 801.T, potência de 2 c.v., 6,9 amperes, corrente 220 V/60 Hz, rotação de 1750 rpm, diâmetros de recalque 75 mm e diâmetro do rotor 185 mm, acionados por chave semi-automática.

Leitos de secagem - Possuíam 3 unidades, sendo que cada leito mede 15m x 10 m construídos em concreto, sistema de drenagem com fundo inclinado transversalmente, calha central inclinada longitudinalmente que recolhiam o líquido drenado de retorno ao reator. O sistema de drenagem era constituído de uma camada suporte de brita, com granulometria variável, arrumada em camadas superpostas, das maiores para as menores, de baixo para cima até suporte filtrante em areia grossa. Sobre esta camada são arrumados os tijolos cerâmicos maciços, espaçados 2,5 cm, para permitir percolação e drenagem dos líquidos através das juntas, retornando ao poço de sucção da elevatória de recirculação, de onde são bombeados para os reatores.

Emissário - utilizado para o lançamento final do efluente no corpo receptor conhecido como Trobogy.

3.3.3 Sistema Pituaçu

O Sistema Pituaçu possuía as seguintes unidades constitutivas:

Rede Coletora - Constituída de uma malha numa extensão total de 13.325 m; recebendo contribuição de 175 ligações, correspondia a um total de 4.934 economias.

Elevatórias de Esgoto Bruto (E1, E2, E3) - bombeavam os esgotos reunidos nas três sub bacias existentes para um P.V. em cota favorável, de onde o esgotos eram transportados por gravidade até a Estação de Tratamento, cada elevatória tem as seguintes características técnicas:

Elevatória de Esgoto Bruto E1 - os esgotos eram reunidos em um poço de sucção enterrado, construído em concreto armado, diâmetro interno de 3,00 m, tampa na cota 47,00 m, cota de fundo 43,45 m, nível mínimo 43,85 m, nível de entrada 45,20 m, extravasor com diâmetro de 200 mm instalado na cota 46,20 m, e volume útil de 9,80 m³. Possuía ainda um cesto na entrada com as dimensões de (0,30mx0,40mx0,40m) responsável pela retenção de sólidos grosseiros. Tinha instalados conjuntos moto-bomba submersíveis marca ABS, modelo AFP 102.425, potência de 25 c.v., 64 amper, tensão operacional 220 V/60 Hz e de isolação 220/380 V, corrente 18,5 kW, rotação de 1750 rpm, diâmetros de recalque 200 mm e rotor 150 mm. São acionados por quadros de comando partida direta marca Siemens, com dispositivos de segurança contra acidentes elétricos, incluindo um horímetro com a finalidade de cronometragem cumulativa das horas trabalhadas.

Elevatória de Esgoto Bruto E2 - os esgotos eram reunidos em um poço de sucção enterrado, construído em concreto armado, diâmetro interno de 3,00 m, tampa na cota +52,73 m, cota de fundo 48,13 m perfazendo uma altura total de 4,60 m, nível máximo de partida dos conjuntos 49,53m, nível mínimo de desligamento dos conjuntos 48,83 m, extravasor com diâmetro de 300 mm instalado na cota 50,20 m, e volume útil de 10,6 m³ e máximo de 14,60 m³. Possuía ainda um cesto na entrada com as dimensões de (0,30mx0,40mx0,40m) responsável pela retenção de sólidos grosseiros. Tinha instalados dois conjuntos moto-bombas submersíveis marca ABS,

modelo AFP 101.415, potência de 15 c.v., 42 amper, tensão operacional 220 V/60 Hz e de isolamento 220/380 V, rotação de 1750 rpm, diâmetros de recalque 200 mm e rotor 220 mm. Eram acionados por quadros de comando partida direta marca Siemens, com dispositivos de segurança contra acidentes elétricos, incluindo um horímetro com a finalidade de cronometragem cumulativa das horas trabalhadas.

Elevatória de Esgoto Bruto E3 - os esgotos eram reunidos em um poço de sucção enterrado, construído em concreto armado, diâmetro interno de 1,50 m, tampa na cota 41,60 m, cota de fundo 38,75 m perfazendo uma altura total de 2,85 m, extravasor com diâmetro de 200 mm instalado na cota 41,30 m, e volume útil de 2,12 m³. Cota do nível máximo 39,80 m e de nível mínimo 39,20 m. Possuía ainda um cesto na entrada com as dimensões de (0,30mx0,40mx0,40m) responsável pela retenção de sólidos grosseiros. Tinha instalados dois conjuntos moto-bombas submersíveis marca ABS, modelo Robusta 801.T, potência de 2 c.v., 6,9 amper, tensão operacional 220 V / 60 Hz e de isolamento 220/380 V, corrente 1,5 kW, rotação de 1750 rpm, diâmetros de recalque 75 mm e diâmetro do rotor 158 mm. Eram acionados por quadros de comando partida direta marca Siemens, com dispositivos de segurança contra acidentes elétricos, inclusive um horímetro com a finalidade de cronometragem cumulativa das horas trabalhadas.

Tratamento Preliminar - constituído de grade de barras, caixa de areia com canal de desvio de esgotos, utilizado durante a limpeza da caixa de areia. Uma calha Parshall, garganta com largura (W) igual a 6" (seis polegadas), instalada após a caixa de areia para controle de velocidade na mesma e para medir a vazão afluente ao sistema. Em seguida possuía uma caixa distribuidora de vazões, que é responsável pela distribuição das vazões, igualmente para as três unidades de tratamento.

Estação de Tratamento Primário - constituída de três tanques Imhoff funcionando em paralelo, com capacidade para tratar esgotos, correspondendo a uma população de 13.325 hab.

Elevatória de esgoto tratado - os esgotos são reunidos em um poço de sucção enterrado, construído em concreto armado, retangular de dimensões de (1,50*2,00 m), tampa na cota (+1,00 m), cota de fundo (-2,00 m), perfazendo uma altura total de (2,00 m), extravasor com diâmetro de 300 mm instalado na cota (-0,60 m) e volume útil de 4,20 m³.

Possuía uma calha na entrada com as dimensões de (0,30mx0,40mx0,40m) responsável pela distribuição do fluxo, optativamente para uma das duas câmaras de sucção. Tem instalados dois conjuntos moto-bomba submersíveis marca ABS, modelo AFP 102.450, potência de 50 C.V., 120 AMP, tensão operacional 220 V / 60 Hz e de isolamento 220/380 V, corrente 37 KW, rotação de 1750 rpm, diâmetros de recalque 100 mm e rotor 300 mm. São acionados por quadros de comando partida direta marca Siemens, com dispositivos de segurança contra acidentes elétricos, inclusive um horímetro com a finalidade de cronometragem cumulativa das horas trabalhadas.

Localizada a jusante da Estação de Tratamento, recolhia seus efluentes, após serem reunidos em um poço de sucção onde estão instalados conjuntos moto-bomba submersíveis repensáveis pelo bombeamento dos efluentes dos três tanques. Este efluente é recalcado para a bacia do rio Trobogy, para impedir que o mesmo seja lançado na bacia do Rio Pituaçú, manancial complementar, e alternativo para abastecimento da cidade, em ocasiões de grandes estiagens.

Emissário - adutora de recalque em ferro fundido dúctil, diâmetro 200 mm; extensão total de 800 m que transpõe a bacia do rio Pituaçú e lança o efluente da Estação de Tratamento de Pituaçú no Rio Muriçoca.

Nota : O rio Muriçoca tem essa denominação na nascente de seu primeiro afluente , porém passa a ser chamado de Trobogy a jusante após receber outro afluentes, inclusive o rio Mocambo, já na altura do conjunto denominado Trobogy.

3.3.4 Sistema Cajazeiras X

A unidade de tratamento do sistema CAJAZEIRAS X era constituída de tratamento preliminar onde possuía uma comporta de vedação e desvio (stop-log) de interrupção de fluxo; uma grade de barras; uma caixa de areia, cuja velocidade é controlada por uma calha Parshall a jusante; um canal de desvio (by-pass), para desvio de fluxo e que permite limpeza da caixa de areia.. Três entradas distintas de esgotos brutos. Uma lagoa facultativa com uma saída de efluente dispendo de um vertedor triangular cuja vazão de esgotos pode ser medida na calha Parshall e ou medida no efluente com objetivo de controle de possíveis perdas devido a infiltração.

Tabela 3.4 - Dados e Característica físicas de projeto do Sistema de Cajazeiras X

Área calculada	6510 m ²
Profundidade	1,5 m
Volume útil calculado	9.763 m ³
Tempo de detenção de projeto	20 dias
Vazão afluente	5,65 l/s
Área útil utilizada	12.600 m ²
Profundidade	1,5 m
Volume utilizado (*)	18.900 m ³
Tempo de detenção provável maior que	35 dias
DBO ₅ Afluente admitido	405 mg/l
DBO ₅ Efluente	81 mg/l
DBO ₅ Percapita	54 g/hab/dia

FONTE : Embasa (1993); (*) o projeto foi calculado segundo alguns parâmetros, contudo O sistema possuía as seguintes unidades constitutivas :

Rede Coletora - Constituída de uma malha coletora numa extensão total de 8.360 m; recebendo contribuição de 1.672 ligações domiciliares, correspondendo um total de 8.529 economias.

Tratamento Primário - Constituído de uma grade de barras para remoção de sólidos grosseiros, canal de chegada, sem medição de vazão.

Entrada - Canal de chegada e tubulação de entrada na lagoa por cima, vertendo sobre a superfície.

Nota: Durante a execução da obra, por alguma razão, a área inicial ficou alterada daí a discrepância dos dados.

Saída - Possuía instalado um vertedouro triangular, calibrado, para realizar medições de vazão, e emissário para lançamento no corpo receptor denominado Rio Águas Claras.

Era circundada por dois diques, protegidos por canal e calhas de drenagem margeando os taludes. Estes, eram revestidos por placas de concreto em todo o talude interno da lagoa, na faixa delimitada pelo contato da lâmina d'água; enquanto no restante do talude, inclusive no coroamento, estava protegido por gramínea rasteira.

3.3.5 Dados globais de projeto dos sistemas estudados

Na Tabela 3.5 estão apresentados os dados físicos dos quatro sistemas estudados e os parâmetros utilizados nos respectivos projetos.

Sistema	Tipo de Tratamento	Área (m ²)	Volume (m ³)	Vazão (l/s)	T. Det. Cal (h)	T. Det Pro. (dias)
Trobogy	Lagoa A. Facultativa 01	3.936	7.914	6,46	14,18 dias	8,18 dias
Trobogy	Lagoa A. Facultativa 02	2.520	4.765	6,46	8,54 dias	4,92 dias
Trobogy	Lagoas 1 e 2	6.456	12.679	6,46	25,72 dias	13,10 dias
Muriçoca	Valo de Oxidação	313	409	10,53	13,63 h	1,33 dias
Pituaçú	Tanque Imhoff *	41	129	13,56 **	2,25 h	2,00 h
Cajazeiras X	L. E. Facultativa	6.510	9.763	10,44		20 dias

* câmara de sedimentação; ** vazão máxima considerada $Q_{MED} = 29,10$ l/s

Na Tabela 3.6 estão apresentados os dados característicos dos sistemas estudados que foram objeto de levantamentos sistemáticos de campo com o objetivo de confirmação ou não do pressupostos estabelecidos nos projetos.

Sistema	Número de Apar. I. O.*			População.		Ocupação Popul.		Vazões	
	tamentos		%	residente		Domiciliar	Final	Sis.	P. capita
	Ocup.	Vazios		A. O.	A. V.				
Trobogy	973	147	86,88	3035	333	3,1192	3368	6,46	
Muriçoca	922	115	88,91	2926	365	3,1735	3291	10,53	
Pituaçú	2466	236	91,27	8229	787	3,3370	10016	13,56	
Cajazeiras X	1151	74	93,96	4724	303	4,1043	5027	10,44	

Fonte : EMBASA 1995. * I.O. (Índice de Ocupação).

3.4 Metodologia da Pesquisa

3.4.1 Amostragem

No curso do desenvolvimento da pesquisa foram tomadas, sistematicamente, amostras do Esgoto Bruto (EB), Efluente 1 (EF1), Efluente 2 (EF2) nas Estações de tratamento de Esgotos (ETE), com frequência semanal, tendo-se o cuidado de realizar as coletas no mesmo dia e horário, simultaneamente. Isto ocorreu, quase sempre, às quartas feiras, cumprindo os seguintes objetivos:

1. Analisar num único dia da semana (quarta feira), todas as amostras, de todas as estações pesquisadas para permitir que a leitura da DBO₅ ocorresse sempre às segundas feira, reduzindo a necessidade de plantão a um mínimo naquelas semanas em que a amostragem fosse realizada forçosamente em outros dias da semana que não às quartas feira, o que de fato veio a ocorrer, no curso dos trabalhos. Outro fator que foi considerado é que ocorriam nas terças e quintas feiras foram deslocados para as segundas e sextas feiras o que comprometeria os planos de trabalho nesses dias. Também foram consideradas as quartas feiras como o dia mais representativo, por tratar-se de um dia típico para a cidade em que a mesma funciona o mais próximo dos dias típicos da mesma, sem interferências

A escolha da melhor hora de amostragem foi determinada após realização de análises em amostras coletadas durante perfis de 24 horas, cujas coletas ocorreram a intervalos de 2 horas, a partir de 6 horas da manhã de uma dia, enquanto a última coleta ocorria às 8 da manhã do dia seguinte. Após as análises serem efetuadas, e de posse dos resultados encontrados, era calculada a média, estabelecendo-se assim a melhor hora para coletas. Por questões de ordem prática, ficou estabelecida a hora de coleta como sendo às 8 da manhã, entendendo não constituir um prejuízo significativo no conjunto da pesquisa. A coleta foi levada a efeito, simultaneamente em todas as estações, obedecendo à seguinte rotina:

Na tarde da véspera à coleta um operador de Estação de Tratamento de Esgotos, devidamente treinado, percorria as estações objeto da pesquisa, distribuindo os frascos de coleta, devidamente esterilizados e identificados (frascos de vidro âmbar capacidade de 1000 ml, boca larga roscável, tampa plástica, esterilizado com lacre de papel alumínio), bem como os termômetros para medir a temperatura no instante da coleta;

Às quartas-feiras, dia definido para análises, as coletas eram realizadas simultaneamente às 8 horas, por operadores de ETE devidamente treinados, nas diversas estações de tratamento.

No ato da coleta era feita a imediata medição de temperatura no campo, através de termômetros graduados com coluna de mercúrio e em seguida as amostras eram conduzidas ao laboratório.

No laboratório, havia retirada de alíquotas para bacteriologia, rompendo o lacre de papel alumínio sob a tampa, utilizado para preservar a amostras invioladas. Após, os frascos eram levados para o laboratório de físico-química, dando-se início às demais determinações.

A coleta para análises hidrobiológicas obedeceu a um esquema simultâneo ao da coleta anterior, porém, os recipientes não eram esterilizados.

3.4.2 Determinações Analíticas

As amostras coletadas eram analisadas quanto a:

Temperatura (T) (campo e laboratório), pH, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Sólidos Totais em Suspensão (STS), Fósforo Total, Ortofosfato Solúvel, Nitrogênio Amoniacal (NH₄), Nitrito (NO₂⁻), Nitrato (NO₃⁻), contagem de Coliformes Fecais (CF) e Estreptococos Fecais (EF) e Identificação Hidrobiológica, ou seja, de gêneros de algas presentes e microcrustáceos, nas unidades de tratamento onde esta identificação foi necessária.

A seguir são apresentados os métodos utilizados para as determinações de:

3.4.3 Parâmetros Físicos

Temperatura das amostras (T) - em conformidade com o preconizado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 17th Ed. 1989.

Temperatura Máxima e Mínima no Interior do Reator - determinadas com o auxílio de termômetros de máxima e mínima, providos de filamento de mercúrio e haste imantada utilizada para zeragem do aparelho após cada leitura. Foram instalados imersos em cada reator à meia profundidade, fixados em pontos previamente escolhidos, tendo uma pedra como âncora. Uma corda fina de fios de seda, amarrava o termômetro a uma bóia de 10 cm de diâmetro, utilizada para confecção de redes de pesca náutica, fabricada em poliuretano.

Sólidos Totais, Dissolvidos e em Suspensão - estes parâmetros tiveram suas determinações realizadas obedecendo aos procedimentos preconizados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 17th Ed. 1989, (APHA, 1989).

3.4.4 Parâmetros Químicos

Demanda Química de Oxigênio - (DQO).-realizada pelo método de refluxo fechado em conformidade com o procedimento padrão, recomendado pelo (APHA, 1989).

pH.-foi medido, utilizando um medidor de pH, modelo Digigraf, utilizando eletrodo combinado marca Ingold.

Nitrogênio Amoniacal.-pelo Método de Nesslerização Direta, conforme preconiza o (APHA, 1989).

Nitrito - realizado pelo Método de N-naftil- procedendo a leitura em espectrofotômetro a 545nm, após o desenvolvimento da cor, conforme preconiza o (APHA, 1989).

Nitrato - realizado pelo método de redução a nitrito na coluna modificada de cádmio/cobre, após tratamento da amostra com clorofórmio, e medição em conformidade o método de nitrito, após redução na coluna, conforme preconiza o (APHA, 1989).

Fósforo Total e Ortofosfato Solúvel - as determinações das concentrações de Fósforo Total e Ortofosfato Solúvel foram realizadas pelo método do Cloreto Estanhoso, sendo utilizada a digestão preliminar do fósforo total pelo método do Persulfato de Amônio, em meio ácido e a quente. Os procedimentos para o desenvolvimento da cor e posterior leitura em espectrofotômetro a 640 nm obedeceu o que preconiza o (APHA, 1989).

3.4.5 Parâmetros Bacteriológicos

As determinações dos indicadores bacteriológicos Coliformes fecais (*Escherichia coli*) (CF), e Estreptococos fecais (*Streptococcus faecalis*) (EF) obedeceram ao que determina a técnica de Membrana de Filtração, em conformidade com o que preconiza o Bacteriology for Sanitary Engineers (1974), e o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 17th Ed. 1989, enquanto os meios de cultura utilizados foram determinados pelo Manual Difco. A contagem de colônias formadas foi possível, por utilizar-se amostras diluídas em sucessivas vezes em solução tampão fosfato a pH 7,2 (+/- 0,01).

As filtrações tiveram lugar com utilização de um sistema de filtração marca Millipore, constituído de barrilete suporte, conjuntos de funis de filtração em vidro, bomba de vácuo modelo Primar, Kitazato de 5000 ml interligados por mangueira de poliuretano transparente. Os conjuntos de filtração foram esterilizados inicialmente em autoclave Fanem. Entre sucessivas filtrações de amostras, as esterilizações eram realizadas em câmara de esterilização ultravioleta Millipore. Os ensaios foram realizados após diluições com concentrações distintas, e filtração através de membranas de filtração de celulose marcas Millipore e/ou (SS) Sluber Slunchler, diâmetro de 47 mm e porosidade # 0.45 m.

Após a filtração, as membranas eram colocadas em placas de Petri com meio de cultura sólido seletivo para desenvolvimento de colônias e incubadas em estufas específicas conforme o meio indicador bacteriológico correspondente: Para crescimento de Coliformes fecais, utilizou-se

meio de cultura M-FC Agar - Membrane Feacal Cliform Broth Agar, Marca Difco, mantidas as placas agrupadas em sacos herméticos com umidade interna permanente, por um período de incubação de 24 horas a uma temperatura de 44,5 °C. Para crescimento de Estreptococos Fecais, foi utilizado meio KF - Streptococcus faecalis, mantidas as placas agrupadas conforme procedimento utilizado para Coliformes, porém por um período de incubação de 48 horas a uma temperatura de 44,5 °C (+/- 0,01). Não foram realizados testes bioquímicos adicionais para confirmação de CF e EF seja através de coloração de Gram seja pela fermentação da lactose ou outra técnica, bem como para determinar a espécie de bactéria entérica.

A contagem Padrão em Placas foi realizada em conformidade com os procedimentos constantes do (APHA, 1989), utilizado-se um estereoscópio binocular, marca Zeiss, identificando como CF as colônias de coloração azul, desprezando-se outras colônias que não tinham esta coloração, como contaminantes, e para EF aquelas colônias vermelhas ou marrons avermelhadas, conforme o manual Millipore e/ou Bacteriology for Sanitary Engineers, (Mara, 1974).

3.4.6 Determinações de Vazões

As determinações de vazão das Estações de Tratamento de Esgotos foram realizadas utilizando-se calhas Parshall instaladas no tratamento preliminar, utilizadas também como unidade controladora de velocidade na caixa de areia, medindo-se a altura de lâmina d'água em ponto situado a 2/3 da distância do comprimento do trecho a montante da garganta, a partir da mesma e procedendo a leitura da vazão em tabela previamente preenchida com o resultado do cálculo de vazão utilizando-se a fórmula hidráulica e vertedores triangulares para medição da vazão do efluente (Netto, 1973).

As medições foram realizadas de duas maneiras distintas e complementares:

Na primeira, utilizando-se a calha Parshall, método de medição uniformemente utilizado para todos os sistemas pesquisados (Tobogy, Muriçoca, Pituaçu e Cajazeiras). As medidas foram

tomadas no instante da coleta e anotada a vazão. Para os sistemas de Muriçoca e Pituaçu, os maiores, e, que têm sistema de bombeamento do esgoto bruto e tratado respectivamente, que possuía horímetros instalados, foram anotadas as vazões globais das 24 horas de operação antecedentes à amostragem e checadas as vazões afluentes dos sistemas no instante da coleta.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo os resultados obtidos do monitoramento das Estações de Tratamento de Esgotos, serão apresentados e analisados, segundo as peculiaridades de cada sistema:

Na **Tabela 3.5** estão apresentados os dados físicos dos quatro sistemas estudados e os parâmetros utilizados nos respectivos projetos e na **Tabela 3.6** estão apresentados os dados característicos dos sistemas estudados que foram objeto de levantamentos sistemáticos de campo com o objetivo de confirmação ou não do pressupostos estabelecidos nos projetos.

4.0 Caracterização do Esgoto Bruto de Salvador

Nas Tabelas 4.3 e 4.4 estão apresentados os dados referentes aos esgotos brutos de amostras tomadas em diversas estações de tratamento de esgotos domésticos empregados na cidade de, em diferentes bairros, no período de agosto de 1990 até março de 1991. Na Tabela 4.3 estão apresentados os dados obtidos para todos os parâmetros, para cada estação de tratamento estudada, apresentando também seus valores mínimos, máximos e as médias. Na Tabela 4.4 estão apresentados os valores médios para cada sistema e seu respectivo tratamento e apresentação do provável esgoto bruto de Salvador, como a média dos quatro sistemas estudados, para cada parâmetro.

4.1. Estação de Tratamento de Trobogy - Lagoas Aeradas Facultativas em série

As Tabelas 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 apresentam dados obtidos do monitoramento da estação de tratamento do Sistema de Trobogy, durante o período compreendido entre agosto de 1990 e março de 1991. As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam dados da temperatura, pH, DQO, DBO₅, Coliformes e Estreptococos fecais afluente (EB) e efluente (EF1) da estação, enquanto que a Tabela 4.7 apresenta a eficiência da Lagoa 01 desses parâmetros. As Tabelas 4.8 e 4.9

TABELA 4.3 Caracterização do esgoto bruto tomada de amostras em diversas estações de tratamento na cidade do Salvador no período de agosto/90 a março de 91

ESTAÇÕES PARÂMETROS	TROBOGY			MURIÇOCA			PITUAÇU			CAJAZEIRAS		
	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
Temperatura oC	23,00	26,73	35,00	24,00	27,14	35,00	21,00	26,58	30,50	22,00	26,44	30,50
pH	5,57	7,13	8,67	5,93	7,39	8,40	6,06	7,18	8,31	5,60	7,18	8,35
Amônia (mg N/l)	0,30	38,69	95,90	0,37	46,63	122,70	5,56	52,00	159,38	14,40	60,77	154,83
Nitrito (mg N/l)	0,01	0,06	0,40	0,01	0,03	0,10	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
Nitrato (mg N/l)	0,01	0,18	2,10	0,01	0,18	3,44	0,01	0,09	0,90	0,01	0,05	0,40
F. Total (mg P/l)	0,29	10,65	16,21	0,65	10,35	16,38	0,82	10,11	21,71	0,34	11,42	18,58
O. Solúvel (mg P/l)	0,20	5,62	8,35	0,20	5,44	9,23	0,07	5,78	11,19	0,46	6,07	14,14
DQO (mg O2/l)	597,00	981,70	1992,00	456,00	865,06	1479,00	406,00	937,61	1668,00	359,00	981,94	1880,00
DBO (mg O2/l)	57,00	422,33	1048,00	21,00	376,76	621,00	33,00	451,45	946,00	41,00	464,21	686,00
C. fecais (No cél./100ml)	6,00E+07	2,20E+08	4,10E+08	8,00E+07	2,34E+08	4,20E+08	6,00E+07	2,48E+08	4,90E+08	3,50E+07	2,23E+08	4,10E+08
E. fecais (No cél./100ml)	2,50E+06	1,31E+07	4,10E+07	1,50E+05	1,40E+07	2,70E+07	1,50E+06	1,76E+07	7,50E+07	1,00E+04	1,21E+07	5,60E+07
Sólidos Totais (mg/l)	582,40	1050,40	2652,00	531,80	1179,36	5142,00	806,40	1043,11	1696,00	434,00	1054,47	2232,00
Sólidos T. Fixos (mg/l)	124,00	508,54	2098,00	160,00	532,66	2382,00	230,00	531,44	930,00	288,00	516,90	916,00
Sólidos T. Voláteis (mg/l)	117,20	543,86	1226,00	117,20	643,49	4982,00	152,66	522,60	1344,00	22,76	526,64	1362,00

TABELA 4.4 Caracterização do esgoto bruto tomada de amostras em diversas estações de tratamento na cidade do Salvador no período de agosto/90 a março de 91.

ESTAÇÕES/PARÂMETROS	TROBOGY	MURIÇOCA	PITUAÇU	CAJAZEIRAS	SALVADOR
Temperatura oC	26,73	27,14	26,58	26,44	26,72
pH	7,13	7,39	7,18	7,18	7,22
Amônia (mg N/l)	38,69	46,63	52,00	60,77	49,52
Nitrito (mg N/l)	0,06	0,03	0,01	0,01	0,03
Nitrato (mg N/l)	0,18	0,18	0,09	0,05	0,12
F. Total (mg P/l)	10,65	10,35	10,11	11,42	10,63
O. Solúvel (mg P/l)	5,62	5,44	5,78	6,07	5,73
DQO (mg O ₂ /l)	981,70	865,06	937,61	981,94	941,58
DBO (mg O ₂ /l)	422,33	376,76	451,45	464,21	428,69
C. fecais (No células /100 ml)	2,20E+08	2,34E+08	2,48E+08	2,23E+08	2,31E+08
E. facais (No células /100 ml)	1,31E+07	1,40E+07	1,76E+07	1,21E+07	1,42E+07
Sólidos Totais (mg/l)	1050,40	1179,36	1043,11	1054,47	1081,83
Sólidos T. Fixos (mg/l)	508,54	532,66	531,44	516,90	522,38
Sólidos T. Voláteis (mg/l)	543,86	643,49	522,60	526,64	559,15

apresentam dados da Temperatura, pH, DQO, DBO₅, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais afluente (EF1) e efluente (EF2) da Lagoa 02. Na Tabela 4.10 está apresentada a eficiência da Lagoa 2, para os mesmos parâmetros e na Tabela 4.11 a eficiência global do sistema em série na redução dos mesmos parâmetros, ou seja, entre (EB) e (EF2).

4.1.1 Lagoa Aerada Facultativa N° 1

4.1.1.1 Temperatura

As variações da temperatura do afluente (EB) e efluente (EF1) observadas na Figura 01 e Tabela 4.5, refletem as variações sazonais que ocorrem em Salvador

A temperatura mínima observada no afluente (EB), Figura 01, 23,0 °C, na semana 05, a máxima 35,0 °C, na semana 09 e a média 26,7 °C.

As variações observadas para EF1, (Figura 01 e Tabela 4.6), apresentam um valor mínimo de 23,5 °C, nas semanas 02, e 05, um máximo de 35 °C, na semana 09, e um médio 26,8 °C.

4.1.1.2 pH

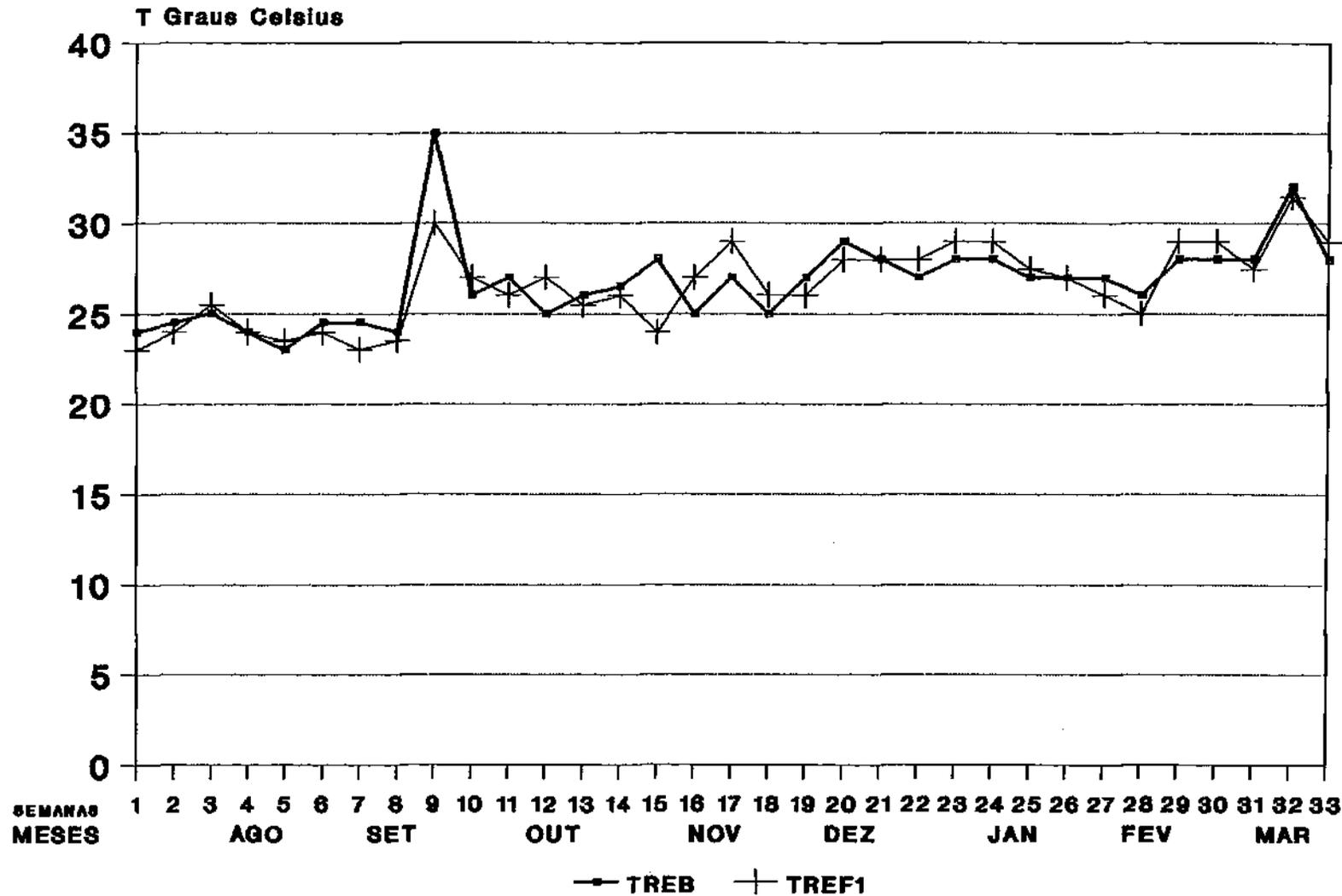
Na Figura 02 e Tabela 4.5, pode ser observado que o pH, para o (EB), oscila na faixa de um mínimo 5,57 na semana 17, um máximo 8,67 na semana 05 e apresenta uma média de 7,13.

Os valores de pH para o (EF1), (Figura 02 e Tabela 4.6), registraram um valor mínimo 4,90 na semana 26, um máximo de 8,30 na semana 21 e uma média de 7,31. Os valores registrados configuram o esgoto bruto (EB) e o (EF1) como ligeiramente alcalino.

4.1.1.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

As concentrações de DQO, (Figura 03 e Tabela 4.5), registradas no afluente (EB), tiveram um comportamento praticamente inalterado durante todo o experimento, apresentando um valor

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO CAMPO



—■— TREF
—+— TREF1
Fig. 01 - Valores de temperatura aluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO pH

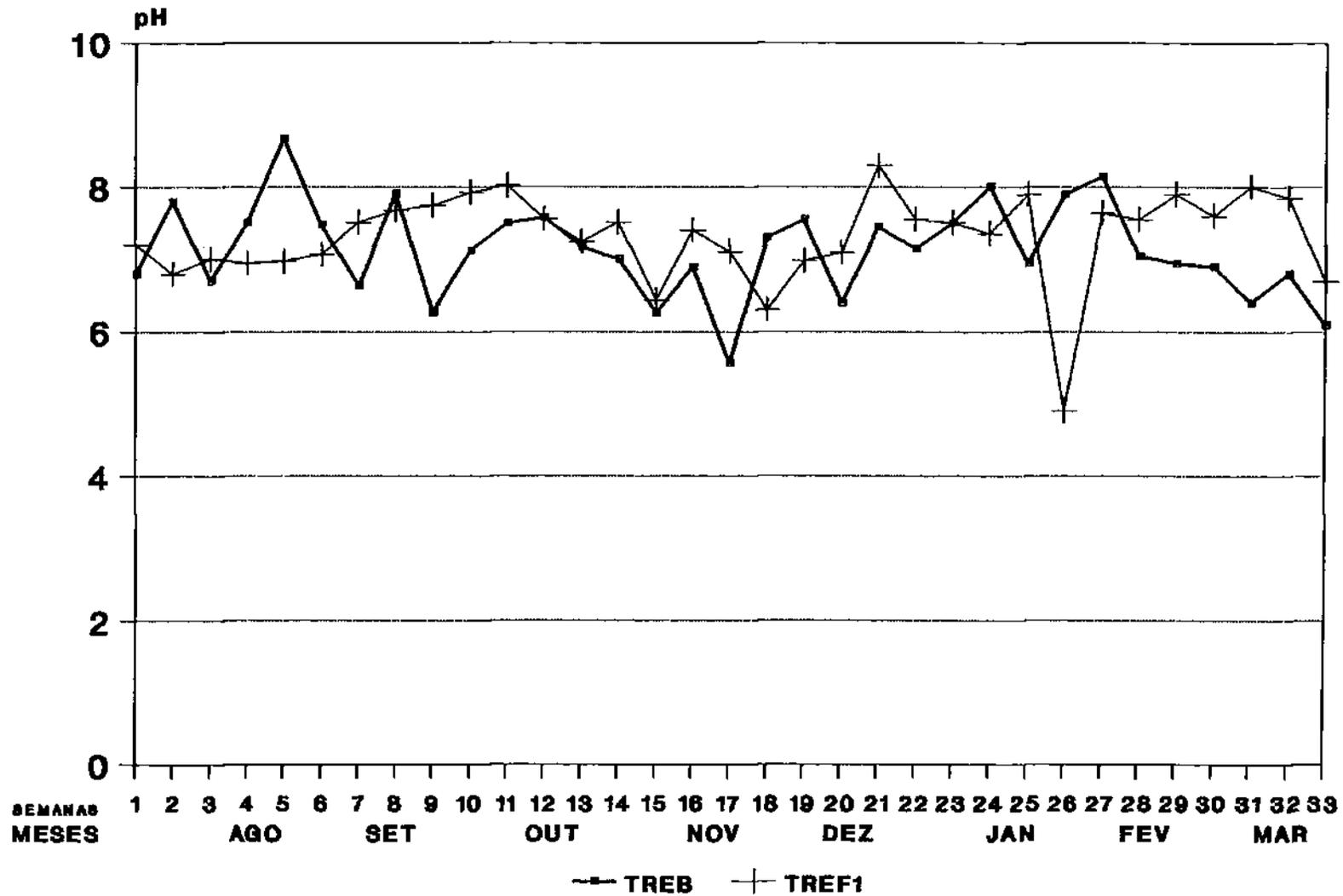


Fig. 02 - Valores de pH afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Trobogy durante o monitoramento

VARIAÇÃO DE DQO

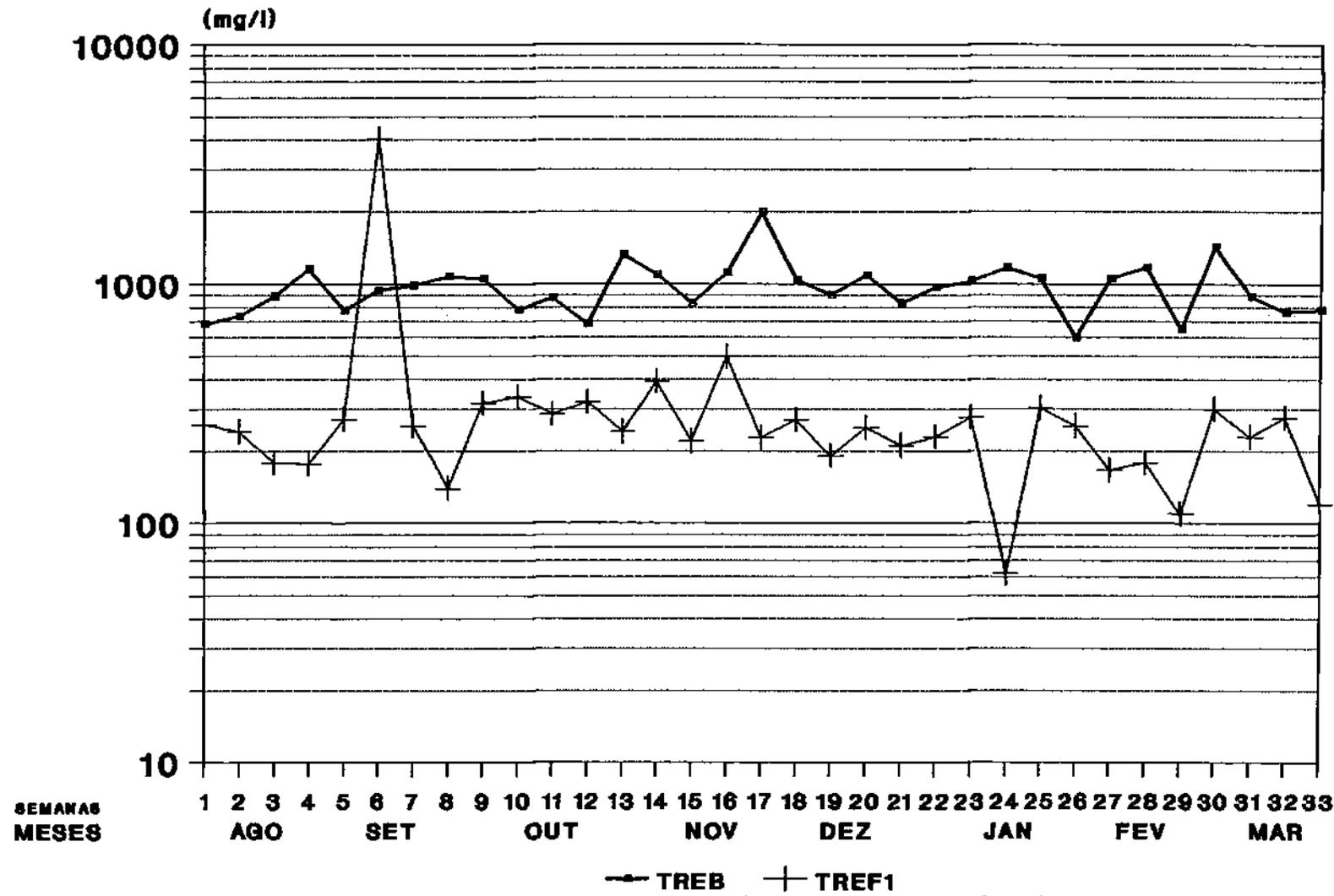


Fig. 03 - Valores de DQO afluyente (EB) e efluente (EF1) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

Tabela 4.5 - Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do afluente (EB) da Estação de Tratamento do Sistema de TROBOGY, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORMES FECAIS	ESTREPTOCOCOS FECAIS
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	24,00	6,80	680,00	394,00	110,0E+6	6,0E+6
2	24,50	7,80	735,00	57,00	240,0E+6	7,5E+6
3	25,00	6,70	887,00	64,00	320,0E+6	5,0E+6
4	24,00	7,50	1150,00	333,00	370,0E+6	2,5E+6
5	23,00	8,67	773,00	452,00	180,0E+6	3,4E+6
6	24,50	7,48	940,00	151,00	230,0E+6	19,0E+6
7	24,50	6,64	987,00	480,00	340,0E+6	11,0E+6
8	24,00	7,91	1070,00	398,00	300,0E+6	18,0E+6
9	35,00	6,27	1052,00	577,00	230,0E+6	14,0E+6
10	26,00	7,13	786,00	340,00	260,0E+6	41,0E+6
11	27,00	7,50	876,00	557,00	190,0E+6	3,0E+6
12	25,00	7,58	680,00	577,00	160,0E+6	4,0E+6
13	26,00	7,18	1331,00	416,00	140,0E+6	3,5E+6
14	26,50	7,00	1095,00	539,00	180,0E+6	6,0E+6
15	28,00	6,26	830,00	357,00	110,0E+6	10,0E+6
16	25,00	6,89	1117,00	467,00	200,0E+6	8,5E+6
17	27,00	5,57	1992,00	1048,00	180,0E+6	11,0E+6
18	25,00	7,31	1042,00	525,00	410,0E+6	17,0E+6
19	27,00	7,55	898,00	422,00	350,0E+6	33,0E+6
20	29,00	6,40	1084,00	422,00	100,0E+6	14,0E+6
21	28,00	7,45	830,00	449,00	220,0E+6	23,0E+6
22	27,00	7,15	969,00	349,00	250,0E+6	19,0E+6
23	28,00	7,50	1023,00	381,00	220,0E+6	19,0E+6
24	28,00	8,00	1167,00	381,00	280,0E+6	20,0E+6
25	27,00	6,95	1053,00	400,00	270,0E+6	17,0E+6
26	27,00	7,90	597,00	491,00	240,0E+6	18,0E+6
27	27,00	8,15	1054,00	413,00	290,0E+6	15,0E+6
28	26,00	7,05	1178,00	518,00	120,0E+6	6,5E+6
29	28,00	6,95	650,00	403,00	80,0E+6	4,0E+6
30	28,00	6,90	1431,00	491,00	290,0E+6	3,0E+6
31	28,00	6,40	891,00	363,00	60,0E+6	7,5E+6
32	32,00	6,80	766,00	318,00	90,0E+6	4,5E+6
33	28,00	6,10	782,00	404,00	260,0E+6	39,0E+6
MÉDIA	26,73	7,13	981,70	422,33	2,20E+08	1,31E+07

Tabela 4.6 - Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do efluente (EF1) da Estação de Tratamento do Sistema de TROBOGY, Lagoa 1, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORMES FECAIS	ESTREPTOCOCOS FECAIS
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	24,00	7,20	258,00	5,00	1,2E+6	250,0E+3
2	23,50	6,80	242,00	42,00	1,9E+6	180,0E+3
3	26,00	7,00	179,00	51,00	5,2E+6	230,0E+3
4	25,00	6,95	177,00	65,00	1,4E+6	130,0E+3
5	23,50	6,98	272,00	17,00	3,0E+6	600,0E+3
6	25,00	7,08	4044,00	120,00	3,1E+6	1,4E+6
7	25,00	7,51	254,00	50,00	1,6E+6	600,0E+3
8	24,00	7,68	140,00	72,00	130,0E+3	600,0E+3
9	35,00	7,75	317,00	73,00	150,0E+3	2,0E+6
10	27,00	7,93	336,00	80,00	2,3E+6	1,1E+6
11	26,00	8,02	286,00	53,00	1,3E+6	150,0E+3
12	27,00	7,56	321,00	53,00	1,2E+6	150,0E+3
13	25,50	7,25	241,00	229,00	2,5E+6	700,0E+3
14	26,00	7,51	391,00	84,00	1,4E+6	290,0E+3
15	25,80	6,44	221,00	30,00	1,5E+6	400,0E+3
16	27,00	7,40	496,00	66,00	1,1E+6	300,0E+3
17	28,00	7,11	228,00	48,00	1,9E+6	400,0E+3
18	25,00	6,31	270,00	49,00	1,4E+6	100,0E+3
19	26,00	6,99	191,00	64,00	1,0E+6	150,0E+3
20	29,00	7,10	250,00	64,00	1,3E+6	100,0E+3
21	29,00	8,30	210,00	51,00	1,3E+6	500,0E+3
22	27,00	7,55	229,00	33,00	1,4E+6	250,0E+3
23	28,00	7,50	277,00	34,00	1,8E+6	200,0E+3
24	28,00	7,35	62,00	33,00	1,4E+6	200,0E+3
25	27,00	7,90	304,00	37,00	1,6E+6	250,0E+3
26	27,00	4,90	254,00	31,00	1,6E+6	250,0E+3
27	26,00	7,65	167,00	27,00	400,0E+3	350,0E+3
28	26,00	7,55	179,00	20,00	1,1E+6	150,0E+3
29	29,00	7,90	110,00	33,00	250,0E+3	100,0E+3
30	28,00	7,60	300,00	31,00	400,0E+3	100,0E+3
31	27,00	8,00	229,00	60,00	1,1E+6	650,0E+3
32	31,00	7,85	276,00	30,00	700,0E+3	300,0E+3
33	29,00	6,70	120,00	77,00	2,0E+6	300,0E+3
MÉDIA	26,83	7,31	358,52	54,91	1,50E+06	4,07E+05

Tabela 4.7 - Eficiência de remoção, em percentagem, de DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais da Estação de Tratamento do Sistema de TROBOGY, Lagoa 1, durante todo o monitoramento, período de agosto de 90 até março de 91.

SEMANAS	DQO	DBO	COLIFORMES FECAIS	ESTREPTOCOCOS FECAIS
1	62,06	98,73	98,91	95,83
2	67,07	26,32	99,21	97,60
3	79,82	20,31	98,38	95,40
4	84,61	80,48	99,62	94,80
5	64,81	96,24	98,33	82,35
6	-330,21	20,53	98,65	92,63
7	74,27	89,58	99,53	94,55
8	86,92	81,91	99,96	96,67
9	69,87	87,35	99,93	85,71
10	57,25	76,47	99,12	97,32
11	67,35	90,48	99,32	95,00
12	52,79	90,81	99,25	96,25
13	81,89	44,95	98,21	80,00
14	64,29	84,42	99,22	95,17
15	73,37	91,60	98,64	96,00
16	55,60	85,87	99,45	96,47
17	88,55	95,42	98,94	96,36
18	74,09	90,67	99,66	99,41
19	78,73	84,83	99,71	99,55
20	76,94	84,83	98,70	99,29
21	74,70	88,64	99,41	97,83
22	76,37	90,54	99,44	98,68
23	72,92	91,08	99,18	98,95
24	94,69	91,34	99,50	99,00
25	71,13	90,75	99,41	98,53
26	57,45	93,69	99,33	98,61
27	84,16	93,46	99,86	97,67
28	84,80	96,14	99,08	97,69
29	83,08	91,81	99,69	97,50
30	79,04	93,69	99,86	96,67
31	74,30	83,47	98,17	91,33
32	63,97	90,57	99,22	93,33
33	84,65	80,94	99,23	99,23
MÉDIA	61,56	81,76	99,22	95,50

mínimo de 597 mg/l, na semana 26, e máximo de 1992 mg/l, na semana 17 e uma média de 981mg/l.

A DQO do (EF1), (Figura 03 e Tabela 4.6) apresenta um valor de 62 mg/l, na semana 24, um máximo de 4044 mg/l, na semana 06 e uma média de 358 mg/l. A Tabela 4.7 apresenta a eficiência (E) média da remoção de DQO de 61,56 %.

4.1.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅

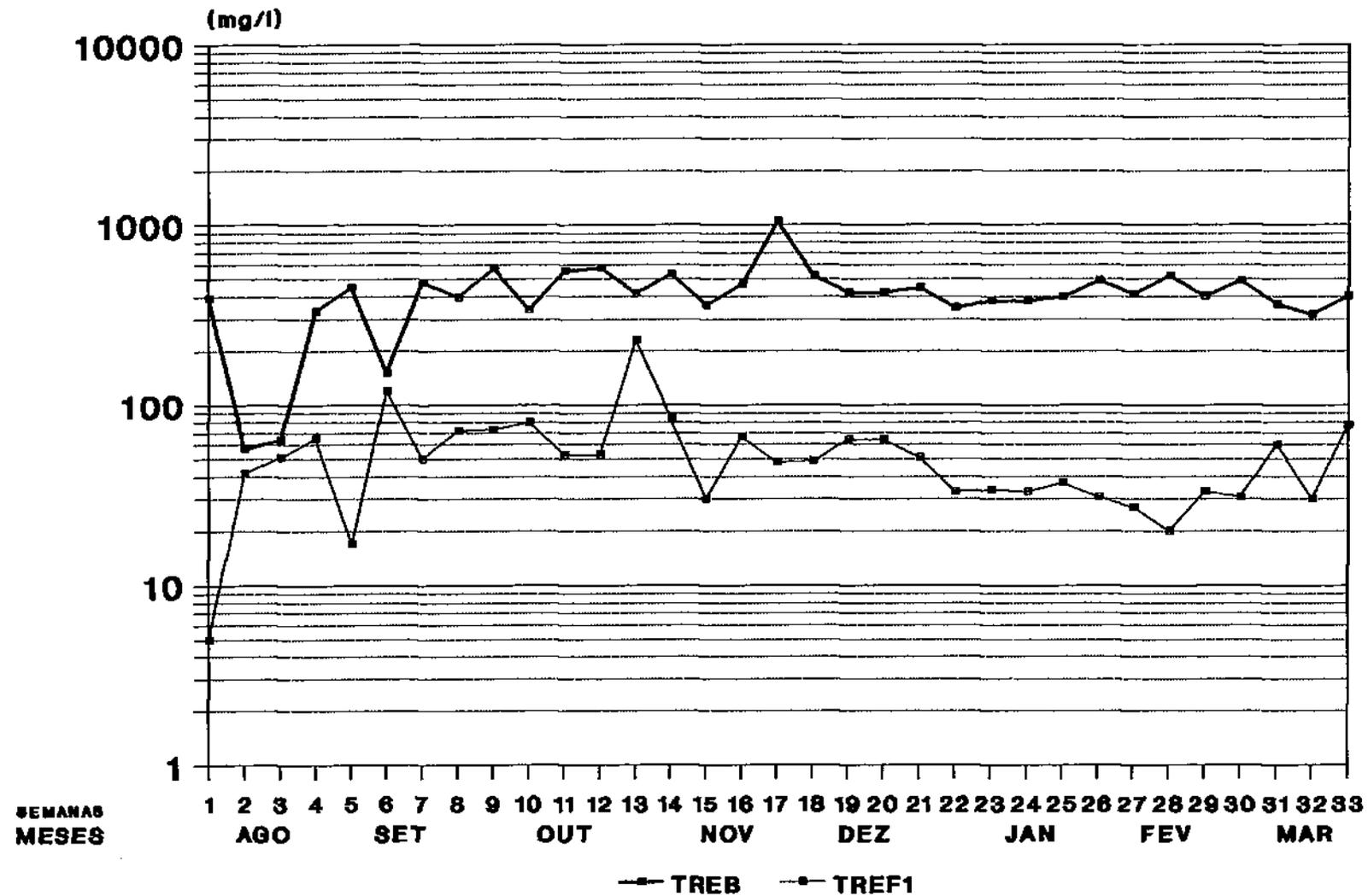
Observa-se uma tendência de valores constantes da DBO₅ durante todo o monitoramento, (Figura 04 e Tabela 4.5), exceto para as amostras tomadas na semana 02 e 03 (mês de agosto) cujos valores da DBO₅ são inferiores a 100 mg/l (valores atípicos para esgoto bruto) e para amostra tomada na semana 17 (mês de novembro) cujo valor de DBO₅ está em torno de 1000 (valor também atípico para esgoto bruto), já que a DBO₅ do esgoto bruto apresenta valores acima de 300 mg/l e abaixo de 600 mg/l. Foram registrado um mínimo 57 mg/l, um máximo 1048 mg/l e uma média de 422 mg/l.

A concentração de DBO₅ para o (EF1), (Figura 04 e Tabela 4.6), apresenta um mínimo de 5 mg/l, um máximo de 229,00 mg/l na semana 13 e uma média de 54,91. A Tabela 4.7 apresenta uma eficiência (E) média da remoção de DBO₅ foi de 81,76 %.

4.1.1.5 Coliformes Fecais (CF)

A concentração de Coliformes Fecais no afluente (EB), (Figura 05 e Tabela 4.5), apresentou um comportamento relativamente constante durante o monitoramento, com uma concentração em torno de 10⁸ CF/100 ml. No entanto, durante a segunda quinzena de fevereiro e primeira semana de março ocorreu uma queda na concentração de bactérias para valores da ordem de 10⁷ CF/100 ml.

VARIAÇÃO DE DBO



TREB
 TREF1
Fig. 04 - Valores de DBO afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

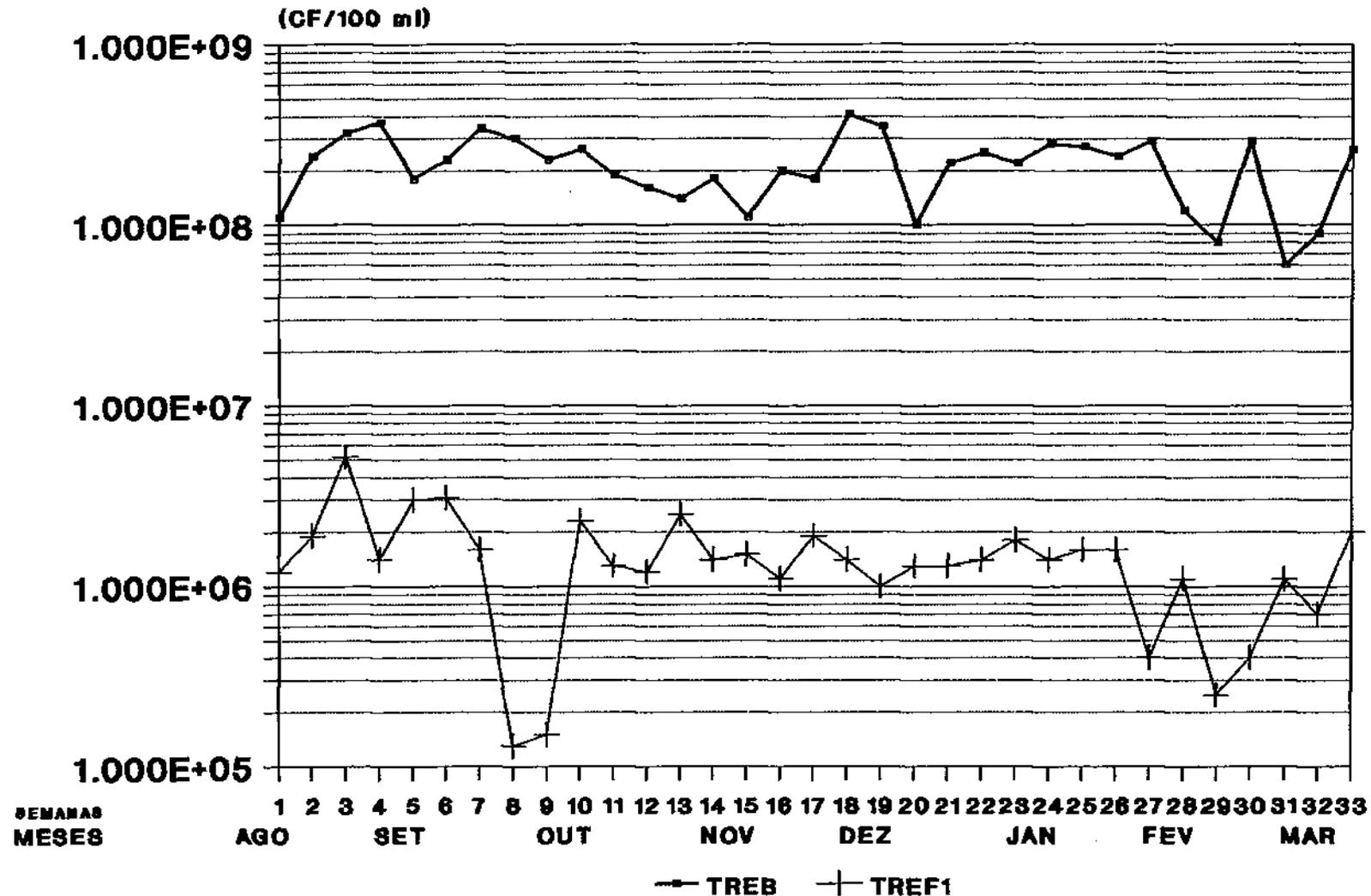


Fig. 05 Valores de C. Fecais afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

As concentrações mínima e máxima de bactérias para (EB) foram respectivamente de $6,0 \cdot 10^7$ CF/100 ml na semana 31 e $4,1 \cdot 10^8$ CF/100 ml, na semana 18, e média estimada foi de $2,2 \cdot 10^8$ CF/100 ml.

As variações na concentração de Coliformes Fecais no (EF1), (Figura 05 e Tabela 4.6), foram mais acentuadas em torno da média ($1,5 \cdot 10^5$ CF/100 ml) do que aquelas observadas no EB. Ocorreram para EF1 um mínimo de $1,30E+05$ CF/100 ml, um máximo de $5,20E+06$ CF/100 ml e uma média de $1,50E+06$ CF/100 ml. A Tabela 4.7 apresenta eficiência (E) média na remoção de Coliformes feciais de 99,22%.

4.1.1.6 Estreptococos Fecais (EF)

Foi observada muita variação nos dados da concentração de Estreptococos Fecais no (EB), Figura 06 e Tabela 4.5, durante o monitoramento, podendo-se dizer que houve uma oscilação acentuada ora apresentando valores da ordem de 10^7 EF/100 ml, ora apresentando valores de 10^6 EF/100 ml.

A concentração mínima de bactérias no (EB) foi de $2,5 \cdot 10^6$ EF/100 ml, na semana 04, a máxima de $4,1 \cdot 10^7$ EF/100 ml, e a média de $1,3 \cdot 10^7$ EF/100 ml.

As variações na concentração de bactérias no (EF1), (Figura 06 e Tabela 4.6), acompanharam as oscilações observadas para EB, mantendo a redução na concentração de bactérias na mesma ordem de grandeza $10E+02$, mesmo para valores aparentemente discrepantes, o que configura uma consistência nos valores entre os dois pontos.

A concentração de bactérias no efluente oscila na ordem de 10^5 EF/100 ml, alcançando valores de 10^6 EF/100 ml. Também nestes pontos as concentrações observadas em EB são acompanhadas pelas concentrações de EF1, mantendo uma mesma proporção em termos de ordem de grandeza, com redução relativa de duas ordens de grandeza 10^2 EF/100 ml entre EB e EF1. Foram registrados para EF1 valores mínimos e máximos, de $1,00 \cdot 10^5$ EF/100 ml e $2,0 \cdot 10^5$

VARIAÇÃO DE ESTREPTOCOCOS FECALIS

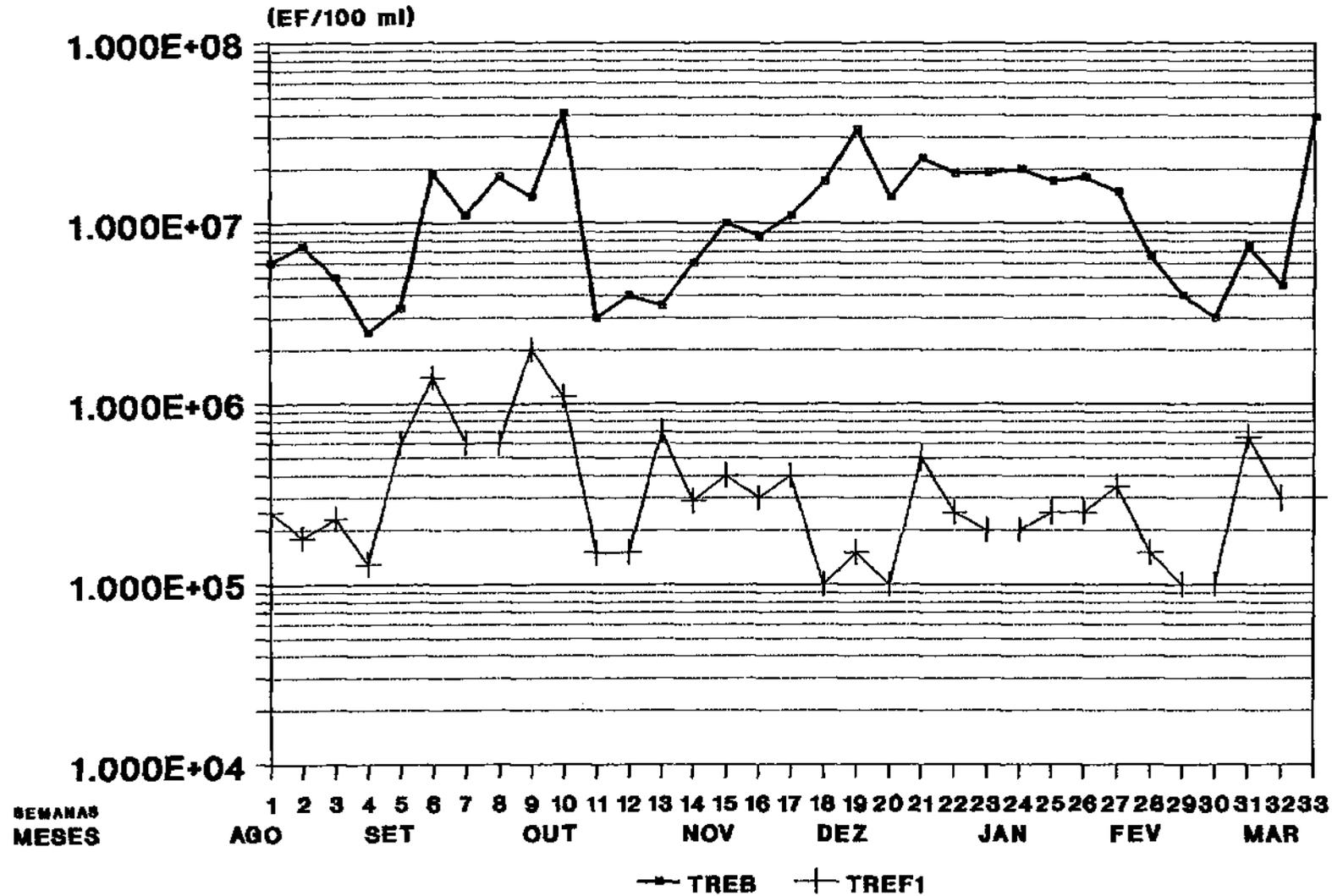


Fig. 06 - Valores de E. fecalis afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

EF/100 ml respectivamente e uma média de $4,07 \cdot 10^5$ EF/100 ml, respectivamente. A Tabela 4.7 apresenta uma eficiência (E) média na remoção de *Estreptococos Fecais* de 95,50%.

4.1.2 Lagoa Aerada Facultativa N° 2

4.1.2.1 Temperatura

As variações da temperatura do afluente (EF1) e efluente (EF2), observadas na Figura 07, refletem as variações sazonais que ocorrem em Salvador.

A temperatura mínima observada, no afluente (EF1), (Figura 07 e Tabela 4.8), foi 23,5 °C nas semanas 02 e 05, a máxima de 35,0 °C, registrada na semana 09, e a média foi de 26,8 °C.

Os valores de temperatura para o efluente (EF2), (Figura 07 e Tabela 4.9), registrados apresenta um mínimo de 23,0 °C, nas semanas 01, e 07, um máximo de 31,5 °C, na semana 32, e uma média de 26,5 °C.

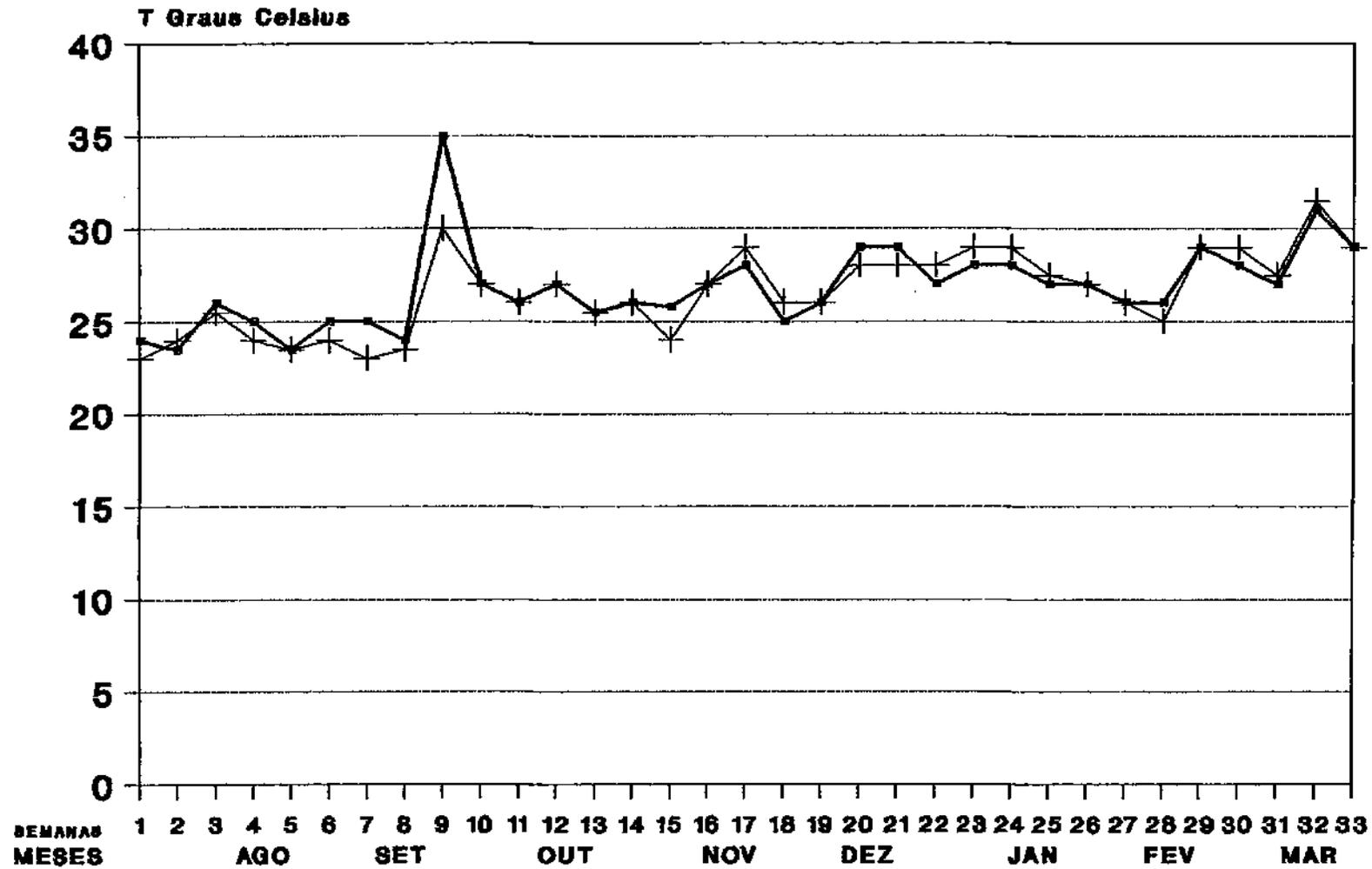
4.1.2.2 pH

Os valores de pH no efluente (EF1), (Figura 08 e Tabela 4.8), apresentam uma oscilação entre 4,9 e 8,3.

O pH do afluente (EF1) apresenta um valor mínimo de 4,90 na semana 26, um máximo de 8,30 na semana 21 e uma média de 7,31.

Os valores de pH para o efluente (EF2), (Figura 08 e Tabela 4.9), apresentaram um mínimo de 5,29, na semana 18, um máximo 8,61, na semana 10 e uma média 6,88. Os valores indicam um afluente ligeiramente alcalino e um efluente ligeiramente ácido que pode ter sido um desequilíbrio no sistema com saída de lodo do primeiro reator e está associado á falta de oxigenação por falhas nos equipamentos ou outra razão.

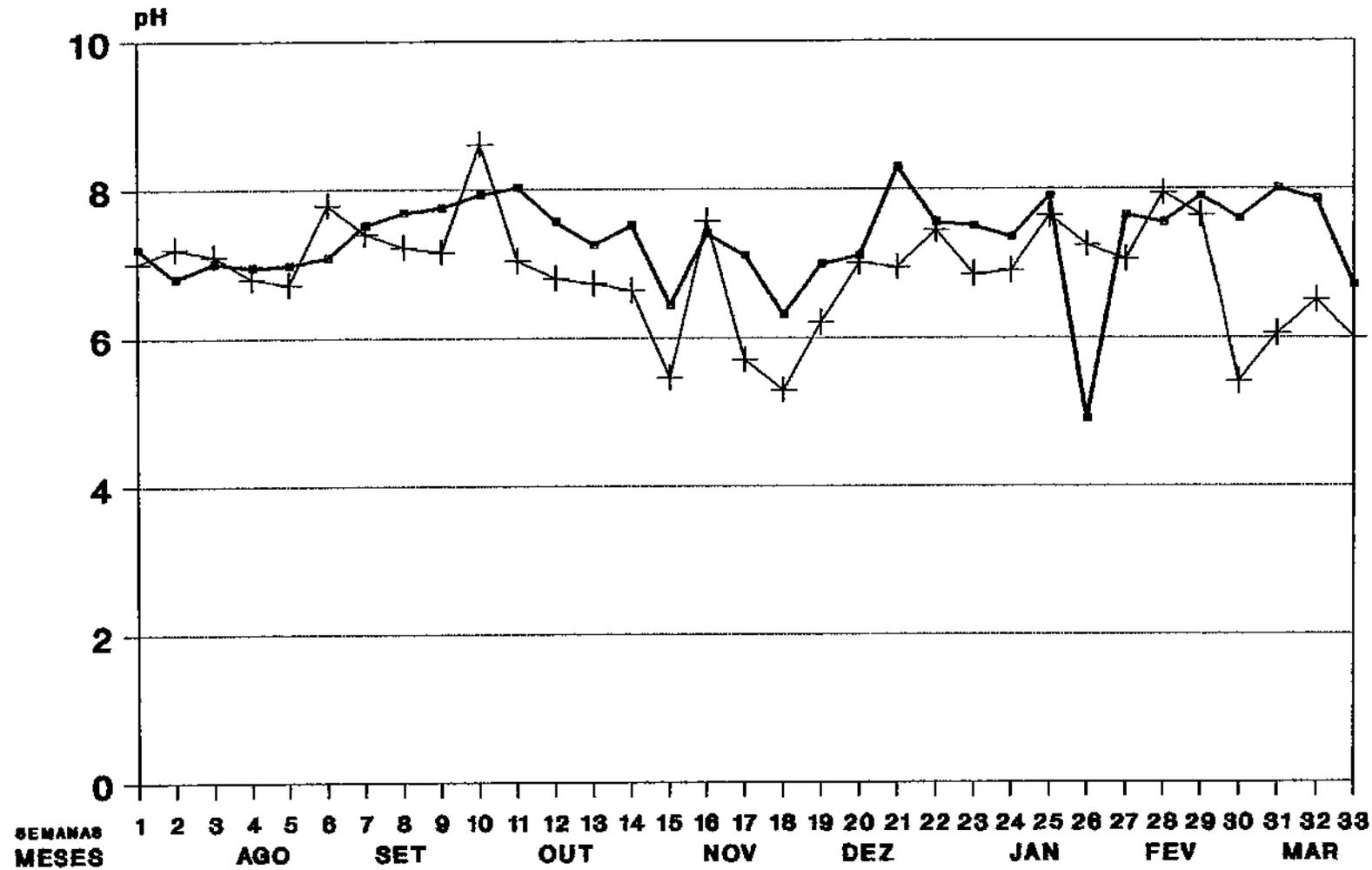
VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO CAMPO



—■— TREF1 —+— TREF2

Fig. 07 - Valores de temperatura afluyente (EF1) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO pH



—■— TREF1 —+— TREF2
Fig. 08 - Valores de pH afluente (EF1) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

Tabela 4.8 - Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do afluente (EF1) da Estação de Tratamento do Sistema de TROBOGY, Lagoa 2, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORMES FECALIS	ESTREPTOCOCOS FECALIS
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	24,00	7,20	258,00	5,00	1,2E+6	250,0E+3
2	23,50	6,80	242,00	42,00	1,9E+6	180,0E+3
3	26,00	7,00	179,00	51,00	5,2E+6	230,0E+3
4	25,00	6,95	177,00	65,00	1,4E+6	130,0E+3
5	23,50	6,98	272,00	17,00	3,0E+6	600,0E+3
6	25,00	7,08	4044,00	120,00	3,1E+6	1,4E+6
7	25,00	7,51	254,00	50,00	1,6E+6	600,0E+3
8	24,00	7,68	140,00	72,00	130,0E+3	600,0E+3
9	35,00	7,75	317,00	73,00	150,0E+3	2,0E+6
10	27,00	7,93	336,00	80,00	2,3E+6	1,1E+6
11	26,00	8,02	286,00	53,00	1,3E+6	150,0E+3
12	27,00	7,56	321,00	53,00	1,2E+6	150,0E+3
13	25,50	7,25	241,00	229,00	2,5E+6	700,0E+3
14	26,00	7,51	391,00	84,00	1,4E+6	290,0E+3
15	25,80	6,44	221,00	30,00	1,5E+6	400,0E+3
16	27,00	7,40	496,00	66,00	1,1E+6	300,0E+3
17	28,00	7,11	228,00	48,00	1,9E+6	400,0E+3
18	25,00	6,31	270,00	49,00	1,4E+6	100,0E+3
19	26,00	6,99	191,00	64,00	1,0E+6	150,0E+3
20	29,00	7,10	250,00	64,00	1,3E+6	100,0E+3
21	29,00	8,30	210,00	51,00	1,3E+6	500,0E+3
22	27,00	7,55	229,00	33,00	1,4E+6	250,0E+3
23	28,00	7,50	277,00	34,00	1,8E+6	200,0E+3
24	28,00	7,35	62,00	33,00	1,4E+6	200,0E+3
25	27,00	7,90	304,00	37,00	1,6E+6	250,0E+3
26	27,00	4,90	254,00	31,00	1,6E+6	250,0E+3
27	26,00	7,65	167,00	27,00	400,0E+3	350,0E+3
28	26,00	7,55	179,00	20,00	1,1E+6	150,0E+3
29	29,00	7,90	110,00	33,00	250,0E+3	100,0E+3
30	28,00	7,60	300,00	31,00	400,0E+3	100,0E+3
31	27,00	8,00	229,00	60,00	1,1E+6	650,0E+3
32	31,00	7,85	276,00	30,00	700,0E+3	300,0E+3
33	29,00	6,70	120,00	77,00	2,0E+6	300,0E+3
MÉDIA	26,83	7,31	358,52	54,91	1,50E+06	4,07E+05

Tabela 4.9 - Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do efluente (EF2) da Estação de Tratamento do Sistema de TROBOGY, Lagoa 2, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORMES FECAIS	ESTREPTOCOCOS FECAIS
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	23,00	7,00	185,00	50,00	380,0E+3	23,0E+3
2	24,00	7,20	183,00	14,00	110,0E+3	40,0E+3
3	25,50	7,10	50,00	32,00	420,0E+3	29,0E+3
4	24,00	6,80	108,00	26,00	200,0E+3	5,0E+3
5	23,50	6,72	115,00	13,00	60,0E+3	40,0E+3
6	24,00	7,79	447,00	60,00	190,0E+3	130,0E+3
7	23,00	7,40	198,00	28,00	90,0E+3	45,0E+3
8	23,50	7,22	172,00	32,00	110,0E+3	50,0E+3
9	30,00	7,16	160,00	40,00	60,0E+3	60,0E+3
10	27,00	8,61	76,00	25,00	280,0E+3	230,0E+3
11	26,00	7,03	230,00	27,00	330,0E+3	20,0E+3
12	27,00	6,80	63,00	27,00	190,0E+3	50,0E+3
13	25,50	6,73	222,00	63,00	60,0E+3	40,0E+3
14	26,00	6,64	118,00	23,00	80,0E+3	40,0E+3
15	24,00	5,46	16,00	20,00	40,0E+3	10,0E+3
16	27,00	7,57	227,00	27,00	260,0E+3	60,0E+3
17	29,00	5,70	228,00	34,00	170,0E+3	70,0E+3
18	26,00	5,29	187,00	36,00	120,0E+3	25,0E+3
19	26,00	6,20	183,00	21,00	75,0E+3	40,0E+3
20	28,00	7,00	199,00	24,00	100,0E+3	20,0E+3
21	28,00	6,95	152,00	22,00	80,0E+3	70,0E+3
22	28,00	7,45	210,00	14,00	110,0E+3	45,0E+3
23	29,00	6,85	293,00	24,00	110,0E+3	40,0E+3
24	29,00	6,90	256,00	23,00	110,0E+3	45,0E+3
25	27,50	7,65	94,00	18,00	120,0E+3	45,0E+3
26	27,00	7,25	208,00	20,00	240,0E+3	50,0E+3
27	26,00	7,05	172,00	116,00	65,0E+3	15,0E+3
28	25,00	7,95	270,00	17,00	40,0E+3	25,0E+3
29	29,00	7,65	230,00	25,00	15,0E+3	30,0E+3
30	29,00	5,40	65,00	20,00	60,0E+3	15,0E+3
31	27,50	6,05	102,00	40,00	85,0E+3	10,0E+3
32	31,50	6,50	86,00	12,00	20,0E+3	10,0E+3
33	29,00	6,00	20,00	94,00	750,0E+3	10,0E+3
MÉDIA	26,59	6,88	167,42	32,33	1,55E+05	4,35E+04

Tabela 4.10 Eficiência de remoção em porcentagem, de DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais da Estação de Tratamento do Sistema de TROBOGY, Lagoa 2, durante todo o monitoramento, período de agosto de 90 até março de 91.

SEMANAS	DQO	DBO	COLIFORMES FECAIS	ESTREPTOCOCOS FECAIS
1	28,29	-900,00	68,33	90,80
2	24,38	66,67	94,21	77,78
3	72,07	37,25	91,92	87,39
4	38,98	60,00	85,71	96,15
5	57,72	23,53	98,00	93,33
6	88,95	50,00	93,87	90,71
7	22,05	44,00	94,38	92,50
8	-22,86	55,56	15,38	91,67
9	49,53	45,21	60,00	97,00
10	77,38	68,75	87,83	79,09
11	19,58	49,06	74,62	86,67
12	80,37	49,06	84,17	66,67
13	7,88	72,49	97,60	94,29
14	69,82	72,62	94,29	86,21
15	92,76	33,33	97,33	97,50
16	54,23	59,09	76,36	80,00
17	0,00	29,17	91,05	82,50
18	30,74	26,53	91,43	75,00
19	4,19	67,19	92,50	73,33
20	20,40	62,50	92,31	80,00
21	27,62	56,86	93,85	86,00
22	8,30	57,58	92,14	82,00
23	-5,78	29,41	93,89	80,00
24	-312,90	30,30	92,14	77,50
25	69,08	51,35	92,50	82,00
26	18,11	35,48	85,00	80,00
27	-2,99	-329,63	83,75	95,71
28	-50,84	15,00	96,36	83,33
29	-109,09	24,24	94,00	70,00
30	78,33	35,48	85,00	85,00
31	55,46	33,33	92,27	98,46
32	68,84	60,00	97,14	96,67
33	83,33	-22,08	62,50	96,67
MÉDIA	22,54	4,53	86,12	85,82

4.1.2.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

As concentrações de DQO do afluente (EF1), (Figura 09 e Tabela 4.8), apresentam um comportamento praticamente inalterado durante o monitoramento. Entretanto, ocorreram dois valores discrepantes: um grande pico de concentração (4044 mg/l) na semana 06 e outro pico com valor pequeno (62 mg/l) na semana 24 e com uma média de 358 mg/l.

As concentrações de DQO do (EF2), Figura 09 e Tabela 4.9, apresentam valor mínimo de 16 mg/l, na semana 15, um máximo de 447 mg/l, na semana 06, e, uma média de 167 mg/l. Essas oscilações são responsáveis pelas variações observadas na eficiência (E) de remoção de DQO, (Tabela 4.10), cujo valor médio foi de 22,54%.

4.1.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅

As concentrações de DBO₅ no afluente, (Figura 10 e Tabela 4.8), apresentam valores oscilantes durante todo o monitoramento. Apresentam um mínimo de 5 mg/l na semana 01, um máximo de 229 mg/l, na semana 13 e uma média 55 mg/l.

As concentrações de DBO₅ efluente (EF2), (Figura 10 e Tabela 4.9), apresentam um mínimo de 12 mg/l, na semana 32, um máximo 116 mg/l, na semana 27 e uma média de 32 mg/l. A eficiência (E) média da remoção de DBO, (Tabela 4.10), foi de 92 %.

4.1.2.5 Coliformes Fecais (CF)

A concentração de Coliformes Fecais no afluente (EF1), (Figura 11 e Tabela 4.8), apresentou um comportamento oscilante durante o monitoramento, com uma queda na concentração de bactérias para concentrações de 10^5 CF/100 ml, nas semanas 08, 09, 27, 29, 30 e 32. Coliformes fecais apresentaram um mínimo de $1,30 \cdot 10^5$ CF/100 ml, um máximo de $5,20 \cdot 10^6$ CF/100 ml e uma média de $1,50 \cdot 10^6$ CF/100 ml.

VARIAÇÃO DE DQO

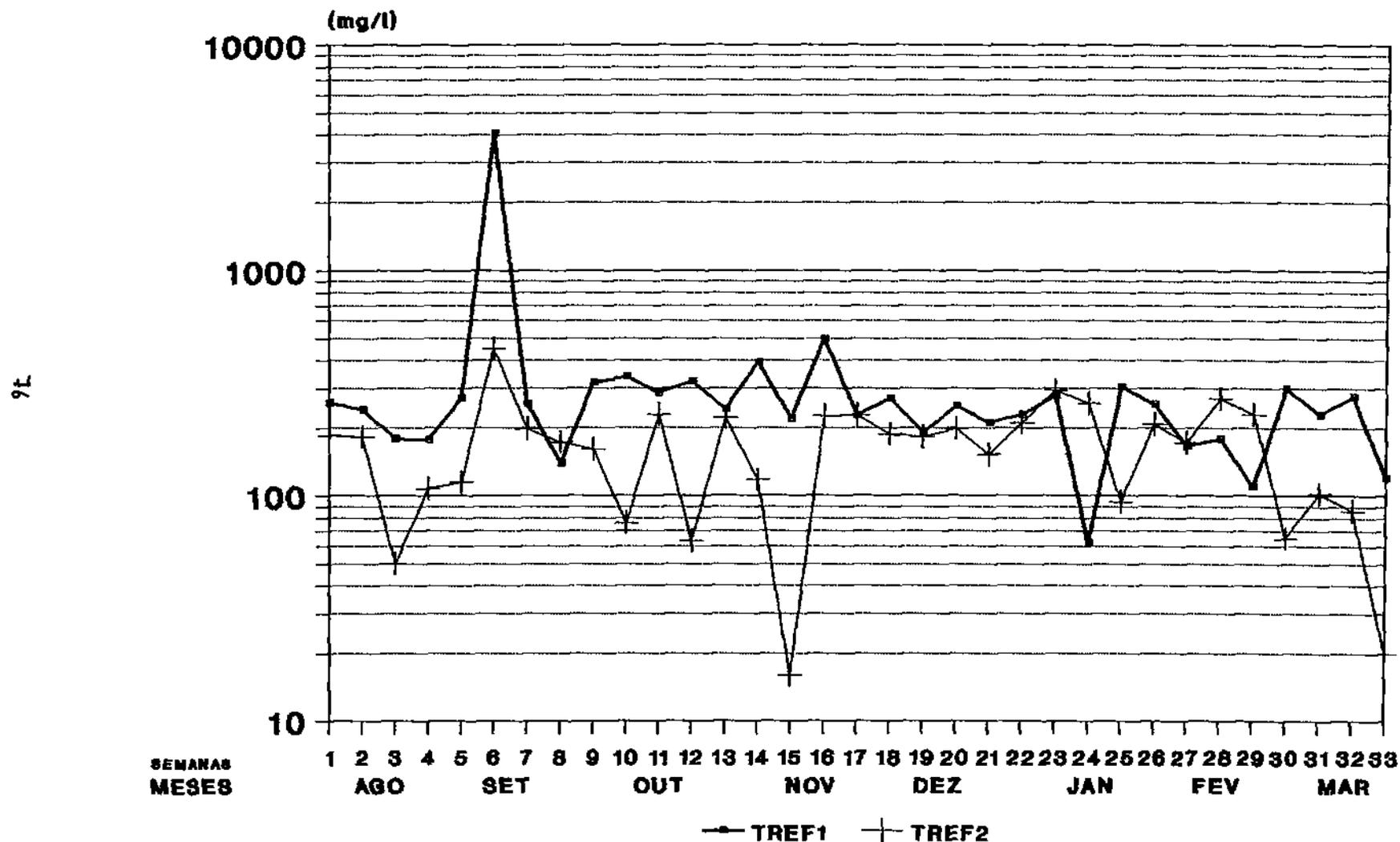


Fig. 09 - Valores de DQO afluente (EF1) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE DBO

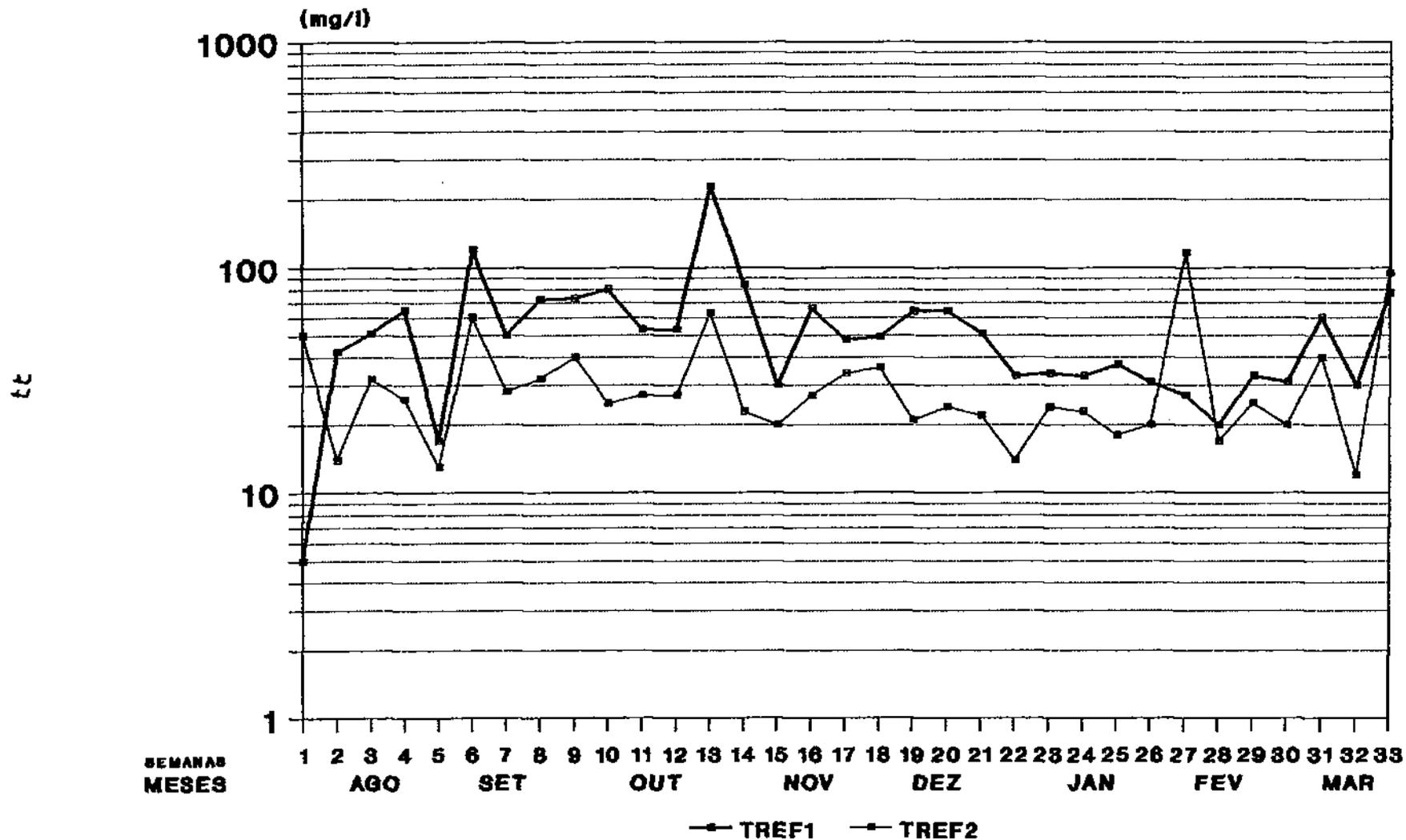


Fig. 10 - Valores de DBO afluente (EF1) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

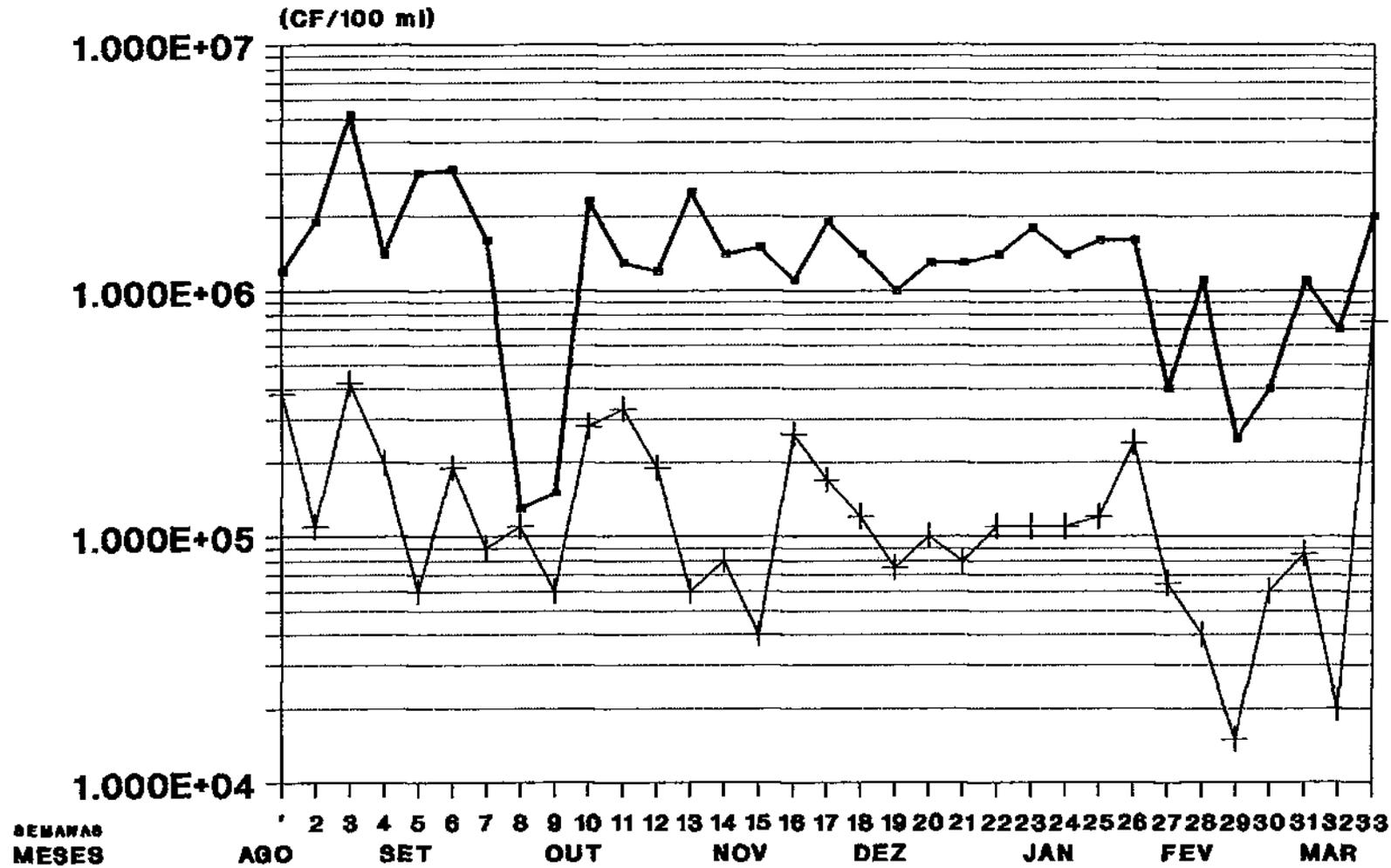


Fig. 11 - Valores de C. Fecais afluente (EF1) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

A concentração de Coliformes Fecais no efluente (EF2), (Figura 11 e Tabela 4.9), apresentou um comportamento similar ao apresentado para o (EF1) com um mínimo de $1,5 \cdot 10^3$ CF/100 ml, na semana 29, um máximo de $7,5 \cdot 10^5$ CF/100 ml, na semana 33 e uma média de $1,5 \cdot 10^5$ CF/100 ml. A eficiência (E) média na remoção de bactérias do grupo Coliformes Fecais na lagoa 02 (Tabela 4.10), foi de 86,12 %.

4.1.2.6 Estreptococos Fecais (EF)

Pouca variação quanto a concentração de Estreptococos Fecais no afluente (EF1), (Figura 12 e Tabela 4.7), foi observada durante o monitoramento, mantendo-se na ordem de grandeza 10^5 , no entanto houve uma oscilação discrepante nos valores registrados para as semanas 06, 09 e 10, da ordem de 10^6 EF/100 ml, apresentando um mínimo de $1,00 \cdot 10^5$ EF/100 ml, nas semanas 20, 29 e 30, um máximo de $2,00 \cdot 10^6$ EF/100 ml.

As concentrações de Estreptococos Fecais para o efluente (EF2), (Figura 12 e Tabela 4.9), apresentaram valor mínimo $5,05 \cdot 10^3$ EF/100 ml, máximo de $2,3 \cdot 10^5$ EF/100 ml e médio de $4,3 \cdot 10^5$ EF/100 ml. A eficiência (E) média na remoção de bactérias do grupo Estreptococos Fecais entre a concentração do afluente (EF1) e do efluente (EF2), (Tabela 4.10), foi de 85,82 %.

4.1.3 Sistema Trobogy - Lagoa Aerada Facultativa em Série (Lagoa 01 e Lagoa 02)

4.1.3.1 Temperatura

As variações da temperatura do esgoto bruto afluente e do efluente da Estação de Tratamento de Esgotos de Trobogy, observadas na Figura 13, refletem as variações sazonais que ocorrem em Salvador, coincidindo o fim do inverno com o início do experimento e a época de temperaturas médias mais baixas no ano, durante toda a primavera e, em pleno decorrer do verão, inversamente, época de maiores temperaturas médias observadas no ano.

VARIAÇÃO DE ESTREPTOCOCOS FECALIS

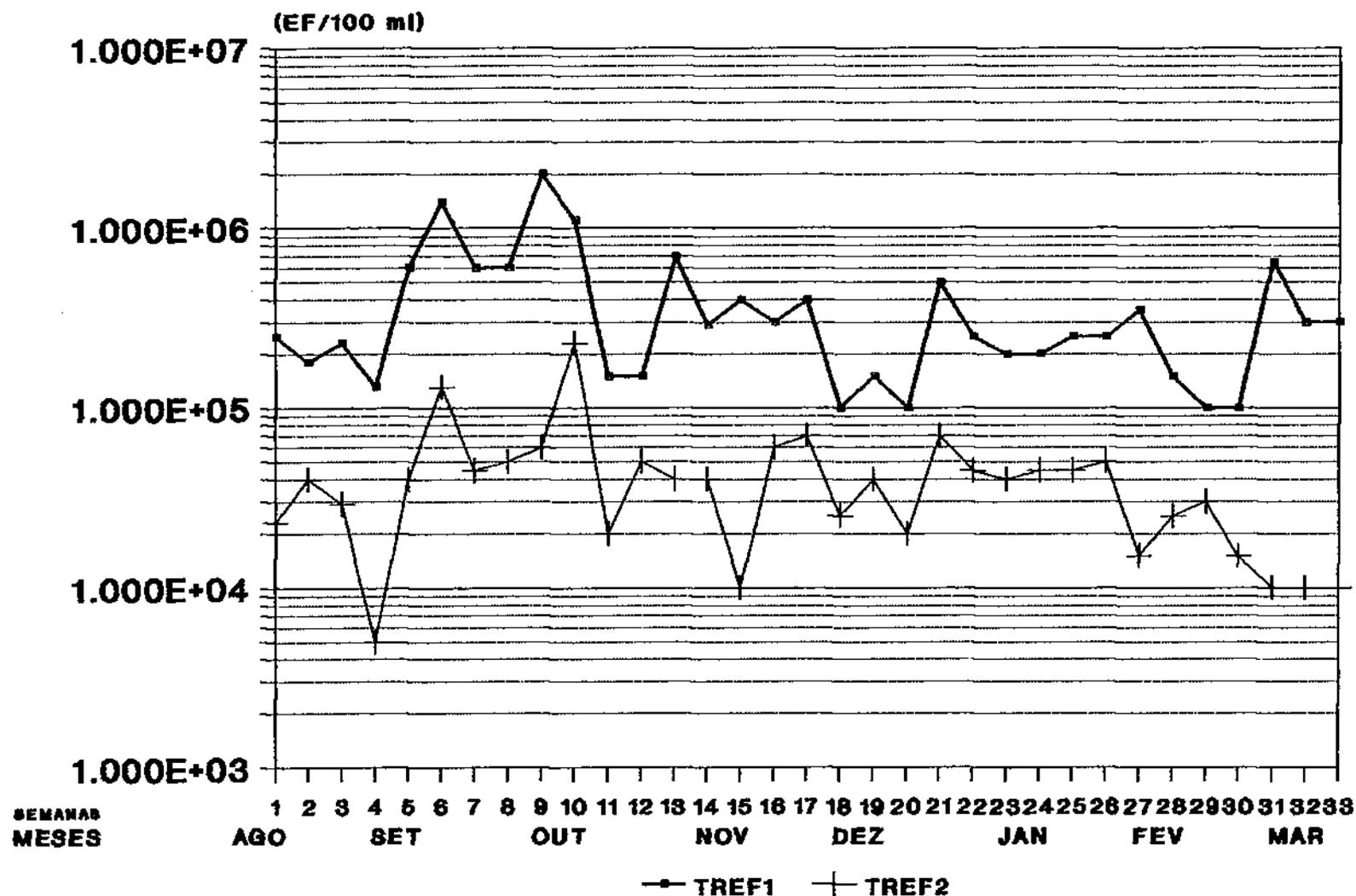


Fig. 12 - Valores de E. Fecais afluente (EF1) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO CAMPO

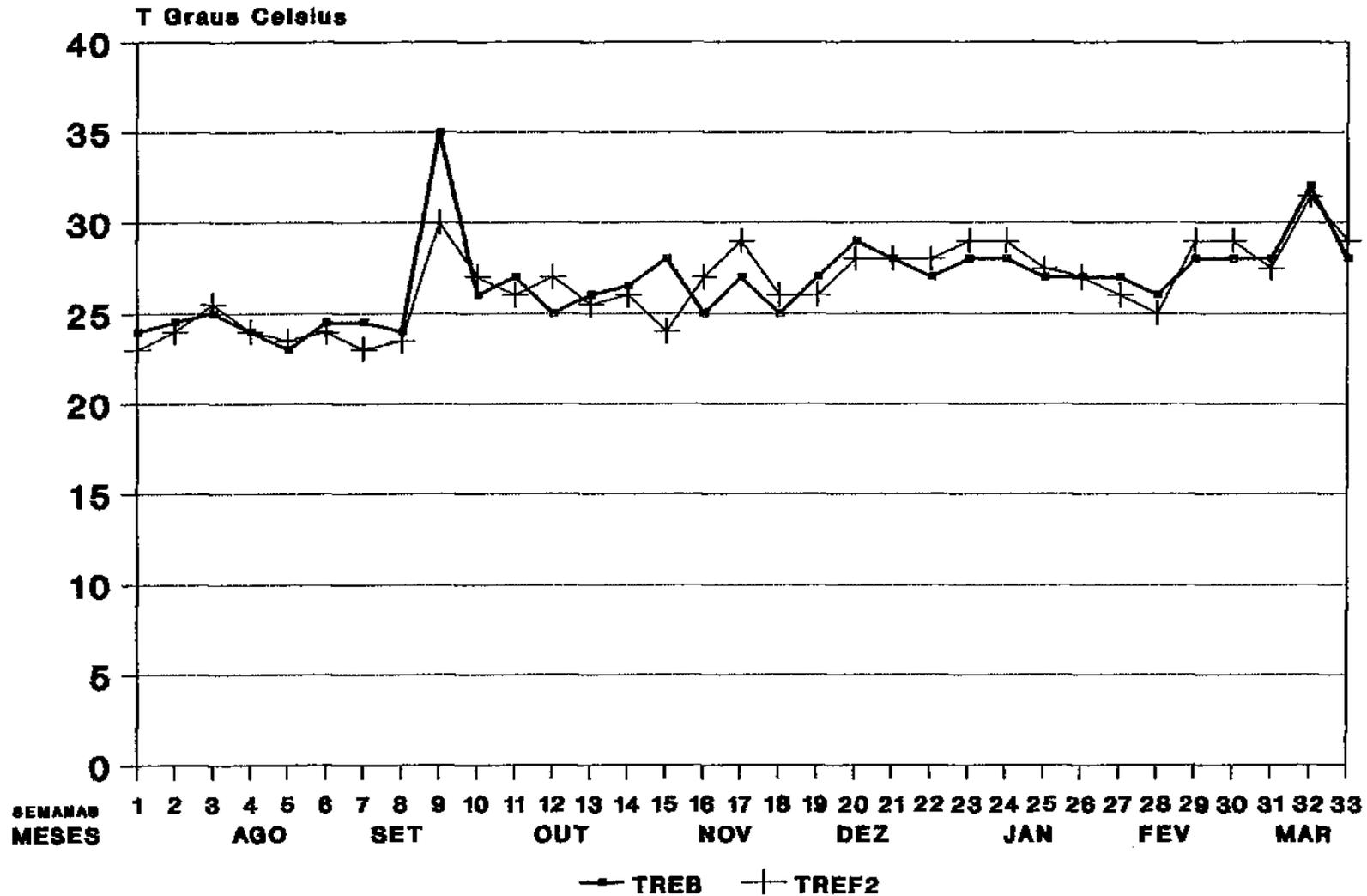


Fig. 13 - Valores de temperatura afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

Tabela 4.11 Eficiência Global de remoção em percentagem, de DQO, DBO, Coliformes e Estreptococos Fecais do afluente (EB) e efluente final (EF2) da Estação de Tratamento do sistema de TROBOGY, durante todo o monitoramento, período de agosto de 90 até março de 91.

SEMANAS	DQO	DBO	COLIFORMES FECAIS	ESTREPTOCOCOS FECAIS
1	72,79	87,31	99,65	99,62
2	75,10	75,44	99,95	99,47
3	94,36	50,00	99,87	99,42
4	90,61	92,19	99,95	99,80
5	85,12	97,12	99,97	98,82
6	52,45	60,26	99,92	99,32
7	79,94	94,17	99,97	99,59
8	83,93	91,96	99,96	99,72
9	84,79	93,07	99,97	99,57
10	90,33	92,65	99,89	99,44
11	73,74	95,15	99,83	99,33
12	90,74	95,32	99,88	98,75
13	83,32	84,86	99,96	98,86
14	89,22	95,73	99,96	99,33
15	98,07	94,40	99,96	99,90
16	79,68	94,22	99,87	99,29
17	88,55	96,76	99,91	99,36
18	82,05	93,14	99,97	99,85
19	79,62	95,02	99,98	99,88
20	81,64	94,31	99,90	99,86
21	81,69	95,10	99,96	99,70
22	78,33	95,99	99,96	99,76
23	71,36	93,70	99,95	99,79
24	78,06	93,96	99,96	99,78
25	91,07	95,50	99,96	99,74
26	65,16	95,93	99,90	99,72
27	83,68	71,91	99,98	99,90
28	77,08	96,72	99,97	99,62
29	64,62	93,80	99,98	99,25
30	95,46	95,93	99,98	99,50
31	88,55	88,98	99,86	99,87
32	88,77	96,23	99,98	99,78
33	97,44	76,73	99,71	99,97
MÉDIA	82,34	89,80	99,92	99,56

A temperatura mínima observada, foi em torno de 25^o C, entre os meses de agosto e setembro, ficando a máxima, 30^oC registrada nos meses de dezembro e janeiro.

A média observada para o EB, (Figura 13 e Tabela 01), durante o experimento foi de 26,7^oC enquanto para o EF2, (Figura 13 e Tabela 04), foi de 26,5^oC.

4.1.3.2 pH

Na Figura 14, observa-se que os valores do pH, tanto para o (EB), (Figura 14 e Tabela 01), quanto para o (EF2), (Figura 14 e Tabela 04), oscila na faixa de pH entre 6 e 8.

O pH do EB mantém-se ligeiramente superior ao pH do EF2, ocorrendo inversão destes valores em alguns períodos.

Em dois momentos o pH de EB é >8, e em um outro apresenta pH <6. Já para EF2 foram observados 6 pontos com valores maiores ou iguais a pH 8 e três com valores de pH <6.

Os valores médios do pH de 7,13 e 6,88, configuram, respectivamente o esgoto bruto como ligeiramente alcalino e o efluente da ETE como ligeiramente ácido.

4.1.3.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

As concentrações de DQO, (Figura 15 e Tabela 01), observadas para o EB, apresentaram um valor médio de 981 mg/l, com um valor mínimo de 597 mg/l e um máximo de 1992 mg/l/l.

A DQO do EF2, (Figura 15 e Tabela 04), apresenta valores mínimo e máximo de 16 mg/l e 447 mg/l, respectivamente, e uma média de 167 mg/l. Entretanto, as oscilações no curso do experimento foram muito mais intensas que aquelas observadas no comportamento da DQO para o EB. Essas oscilações são responsáveis pelas variações observadas na eficiência de remoção de DQO (Tabela 4.11), cujo valor médio foi de 82,34%.

VARIAÇÃO pH

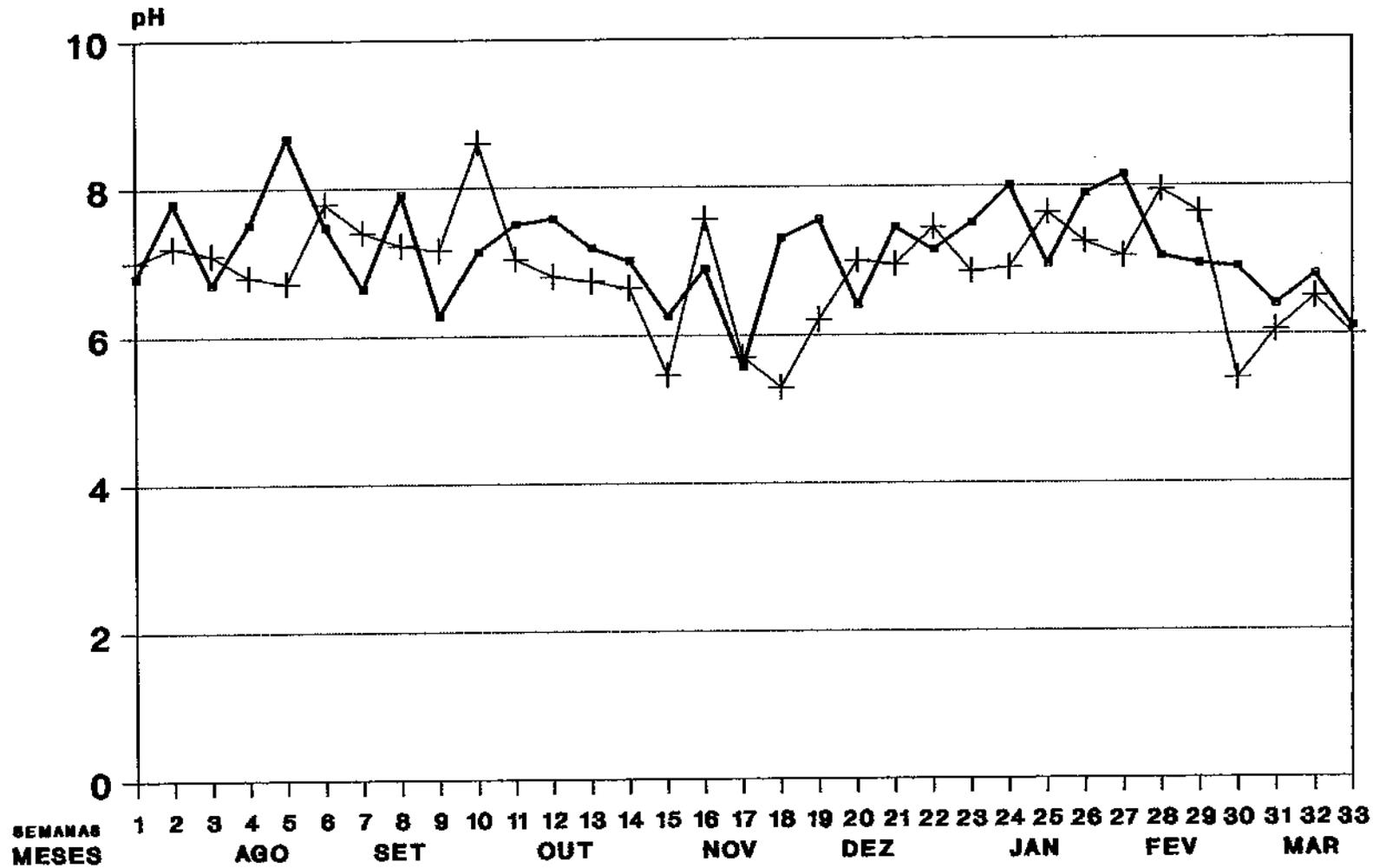
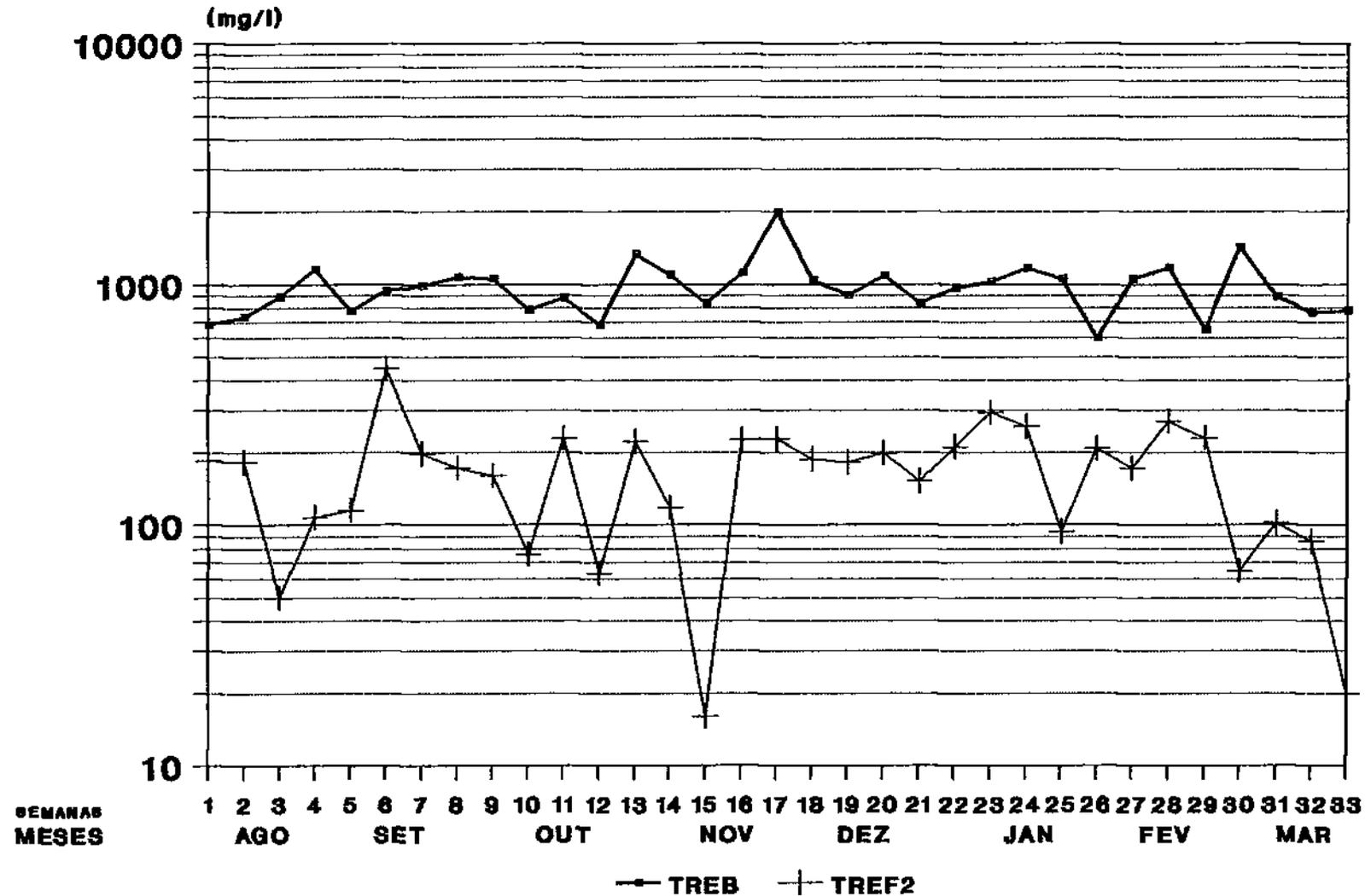


Fig. 14 - Valores de pH afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Trobogu durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE DQO



—●— TREB —+— TREF2
Fig. 15 - Valores de DQO afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

4.1.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅

Observa-se uma tendência de valores constantes da DBO₅ durante todo o monitoramento, Figura 16 e Tabela 01, exceto para as amostras tomadas na semana 02 e 03 (mês de agosto) cujos valores da DBO₅ são inferiores a 100 mg/l (valores atípicos para esgoto bruto) e para amostra tomada na semana 17 (mês de novembro) cujo valores de DBO₅ está em torno de 1000 (valor também atípico para esgoto bruto), já que a DBO₅ do esgoto bruto apresenta valores acima de 300 mg/l e abaixo de 600 mg/l, com uma média de 422 mg/l.

A DBO₅ apresentou um valor mínimo de 57 mg/l e um valor máximo de 1048 mg/l.

O comportamento da concentração de DBO₅ para o (EF2), (Figura 16 e Tabela 04), diversamente do EB apresentou uma variações durante o experimento só ultrapassando 100 mg/l uma única vez, registrando valores mínimo de 12 mg/l e máximo 116 mg/l, respectivamente e um valor médio de 32 mg/l. A eficiência (E) média da remoção de DBO, (Tabela 4.11), foi de 89,80 %.

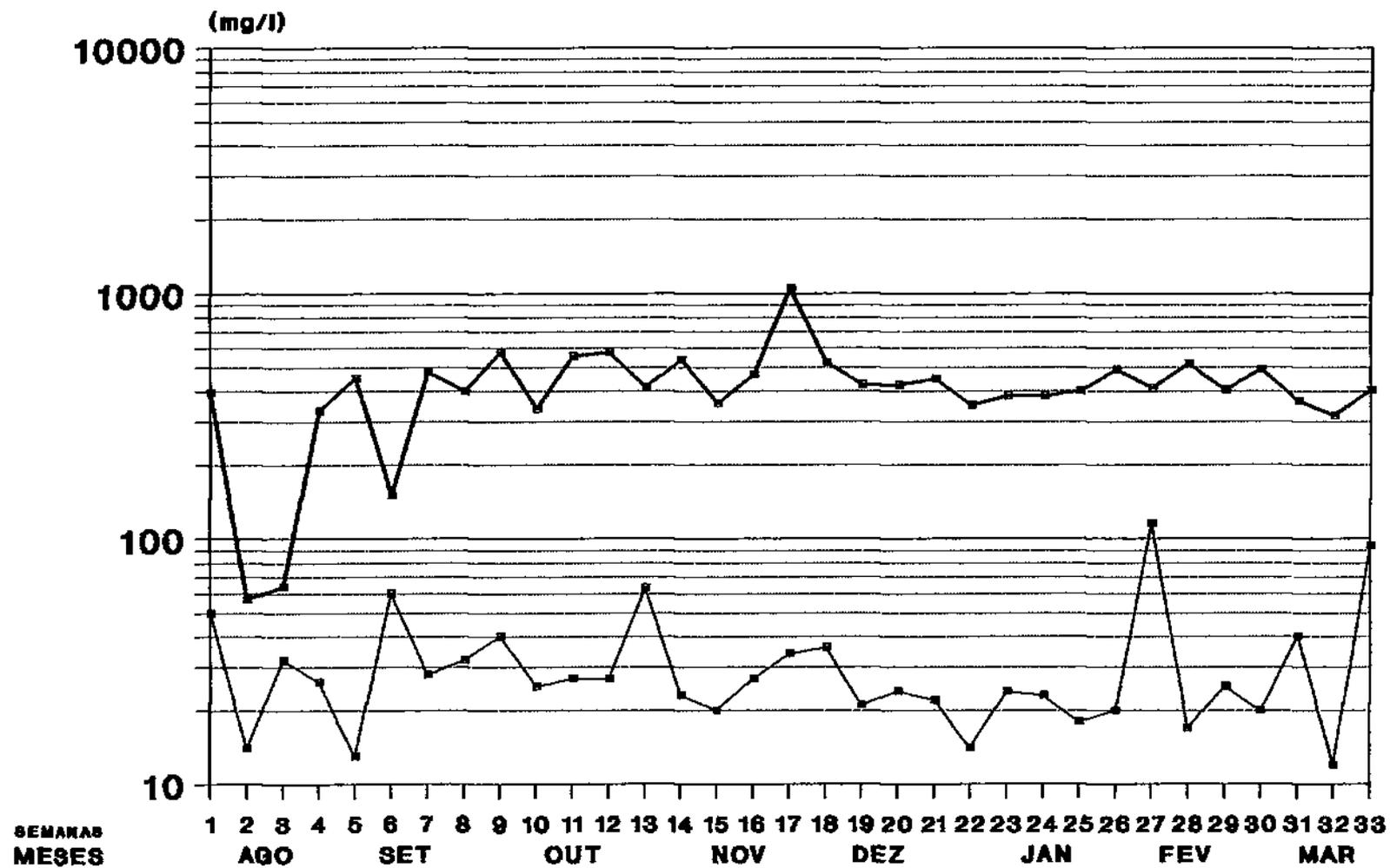
4.1.3.5 Coliformes Fecais (CF)

Pouca variação foi observada quanto à concentração de E. coli no (EB), Figura 17 e Tabela 01, podendo-se dizer que sua concentração apresentou um comportamento relativamente constante durante o monitoramento, com uma concentração em torno de 10⁸ CF/100 ml. No entanto, durante a segunda quinzena de fevereiro e primeira semana de março ocorreu uma queda na concentração de bactérias para valores da ordem de 10⁷ CF/100 ml.

As concentrações mínima e máxima de bactérias para EB foram de 6,0*10⁷ CF/100 ml e 4,1*10⁸ CF/100 ml, respectivamente, e a média encontrada foi de 2,2*10⁸ CF/100 ml.

As concentrações mínima e máxima para (EF2), (Figura 17 e Tabela 04), foram de 1,5*10⁴ CF/100 ml e 7,5*10⁵ CF/100 ml, respectivamente, e a média encontrada foi de 1,5*10⁵ CF/100

VARIAÇÃO DE DBO



TREB
 TREF2
Fig. 16 - Valores de DBO afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

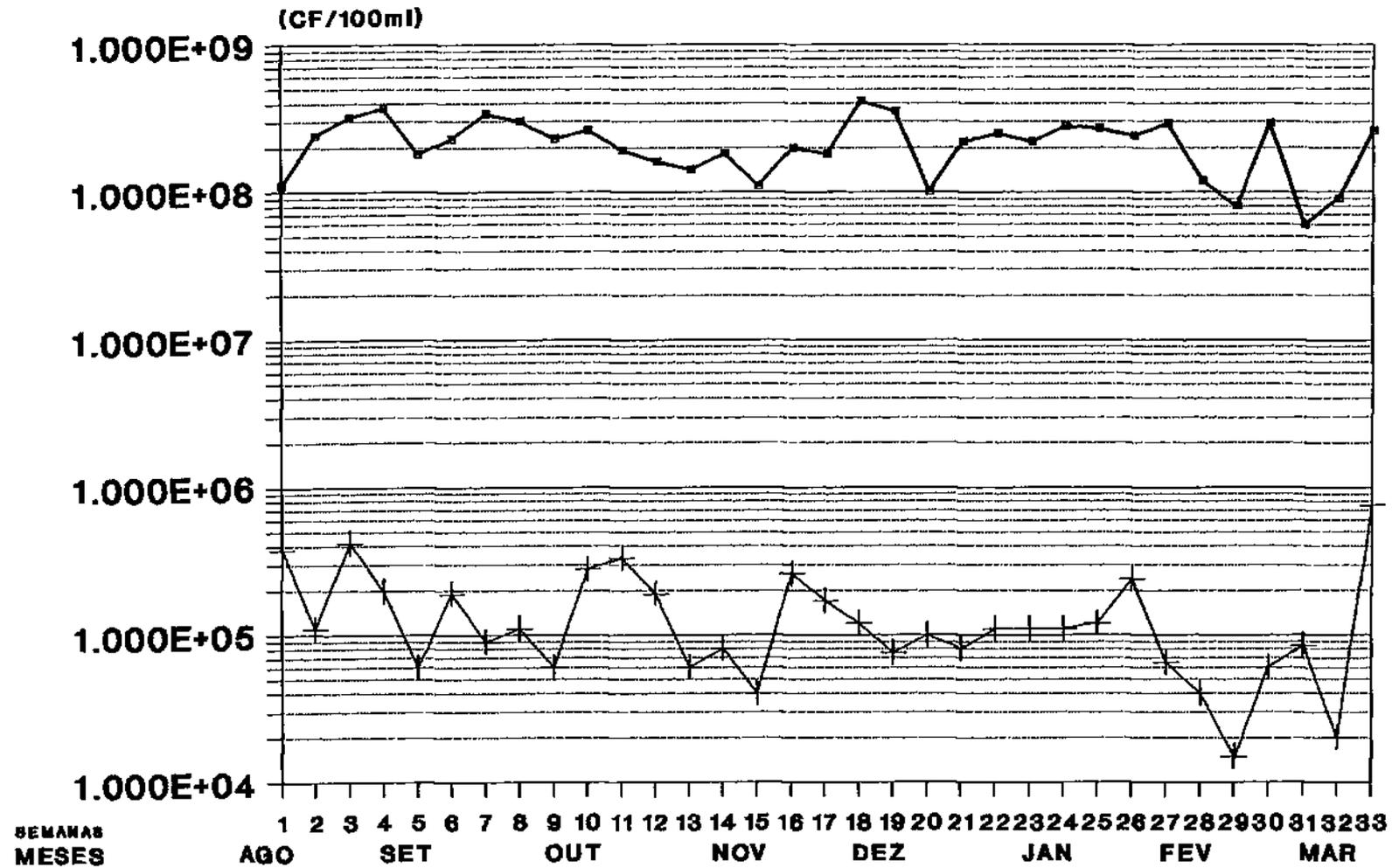


Fig 17 - Valores de C. Fecais afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

ml. A eficiência (E) média na remoção de bactérias do grupo Coliformes Fecais (Tabela 4.11), foi de 99,92 %.

4.1.3.6 Estreptococos Fecais (EF)

Muita variação quanto à concentração de Estreptococos Fecais no (EB), (Figura 18 e Tabela 01), foi observada durante o monitoramento, podendo-se dizer que houve uma oscilação acentuada ora apresentado valores da ordem de 10^7 EF/100 ml, ora apresentando valores de 10^6 EF/100 ml.

As concentrações mínima e máxima de bactérias no EB foram foi de $2,5 \cdot 10^6$ EF/100 ml e $4,1 \cdot 10^7$ EF/100 ml, respectivamente com média de $1,3 \cdot 10^7$ EF/100 ml.

As variações na concentração de bactérias no (EF2), Figura 18 e Tabela 04, acompanharam as oscilações observadas para EB, tendo sido mantida a mesma redução na concentração de bactérias na mesma ordem de grandeza $10E+02$, mesmo para valores aparentemente discrepantes, o que configura uma consistência nos valores entre os dois pontos.

Foram registrados para EF2 valores mínimos e máximos, de $5,05 \cdot 10^4$ EF/100 ml e $2,3 \cdot 10^5$ EF/100 ml e médio de $4,3 \cdot 10^5$ EF/100 ml, respectivamente.

A eficiência (E) média na remoção de bactérias do grupo Estreptococos Fecais entre a concentração de bactérias no EB e EF2, (Tabela 4.11) foi de 99,56 %.

4.1.7 Cargas Orgânicas Superficiais e Volumétricas

Na Tabela 4.12 e 4.13 estão apresentados os valores de cargas orgânicas superficiais e volumétricas aplicadas para as Lagoas 01 e 02, respectivamente.

VARIAÇÃO DE ESTREPTOCOCOS FECAIS

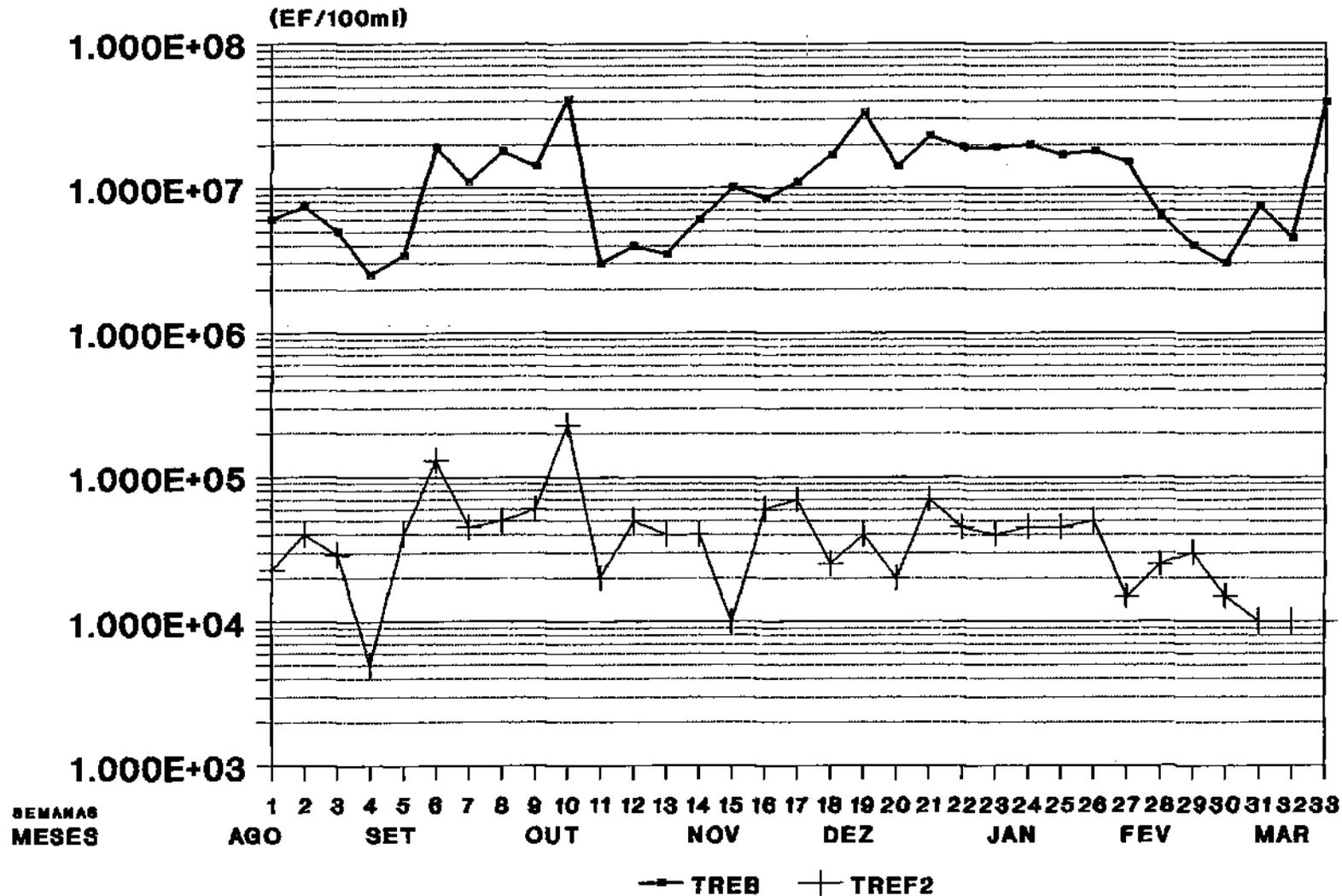


Fig. 18 - Valores de E. Fecais afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Trobogy durante o monitoramento.

Tabela 4.12 - Cargas Orgânicas Superficiais e Volumétricas de DBO aplicadas ao sistema Trobogy, Lagoa 1, de amostras tomadas do afluente (EB) durante o monitoramento no período de agosto 90 até março 91.

SEMANAS	TROBOGY VAZÃO	DBO (EB)	CARGA ORGÂNICA SUPERFICIAL	CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA
	(l/s)	mg/l	kg DBO/ha.d	g DBO/m ³ .d
1	6,70	394,00	662,83	28,82
2	6,70	57,00	95,89	4,17
3	8,00	64,00	128,56	5,59
4	7,10	333,00	593,65	25,81
5	7,30	452,00	828,50	36,02
6	6,70	151,00	254,03	11,04
7	5,80	480,00	699,03	30,39
8	6,25	398,00	624,59	27,16
9	8,50	577,00	1231,47	53,54
10	10,10	340,00	862,24	37,49
11	8,20	557,00	1146,83	49,86
12	7,90	577,00	1144,54	49,76
13	6,50	416,00	678,95	29,52
14	5,80	539,00	784,96	34,13
15	4,80	357,00	430,27	18,71
16	5,80	467,00	680,10	29,57
17	5,80	1048,00	1526,22	66,36
18	5,80	525,00	764,57	33,24
19	5,80	422,00	614,57	26,72
20	4,70	422,00	498,01	21,65
21	5,40	449,00	608,79	26,47
22	5,70	349,00	499,49	21,72
23	5,80	381,00	554,86	24,12
24	6,70	381,00	640,96	27,87
25	5,80	400,00	582,53	25,33
26	6,30	491,00	776,70	33,77
27	7,10	413,00	736,27	32,01
28	7,10	518,00	923,46	40,15
29	5,40	403,00	546,42	23,76
30	5,00	491,00	616,43	26,80
31	5,80	363,00	528,64	22,98
32	6,70	318,00	534,97	23,26
33	6,25	404,00	634,00	27,57
MÉDIA	6,46	422,33	679,80	29,56

Tabela 4.13 Cargas Orgânicas Superficiais e Volumétricas de DBO aplicadas ao sistema Trobogy, Lagoa 2, de amostras tomadas do afluente (EF1) durante o monitoramento no período de agosto 90 até março 91.

SEMANAS	TROBOGY VAZÃO	DBO (EF1)	CARGA ORGÂNICA SUPERFICIAL	CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA
	(l/s)	mg/l	kg DBO/ha.d	g DBO/m3.d
1	6,70	5,00	32,13	0,61
2	6,70	42,00	269,88	5,10
3	8,00	51,00	391,30	7,40
4	7,10	65,00	442,61	8,37
5	7,30	17,00	119,02	2,25
6	6,70	120,00	771,09	14,58
7	5,80	50,00	278,13	5,26
8	6,25	72,00	431,58	8,16
9	8,50	73,00	595,11	11,25
10	10,10	80,00	774,93	14,65
11	8,20	53,00	416,81	7,88
12	7,90	53,00	401,56	7,59
13	6,50	229,00	1427,58	26,99
14	5,80	84,00	467,26	8,83
15	4,80	30,00	138,11	2,61
16	5,80	66,00	367,13	6,94
17	5,80	48,00	267,01	5,05
18	5,80	49,00	272,57	5,15
19	5,80	64,00	356,01	6,73
20	4,70	64,00	288,49	5,45
21	5,40	51,00	264,13	4,99
22	5,70	33,00	180,40	3,41
23	5,80	34,00	189,13	3,58
24	6,70	33,00	212,05	4,01
25	5,80	37,00	205,82	3,89
26	6,30	31,00	187,31	3,54
27	7,10	27,00	183,85	3,48
28	7,10	20,00	136,19	2,57
29	5,40	33,00	170,91	3,23
30	5,00	31,00	148,66	2,81
31	5,80	60,00	333,76	6,31
32	6,70	30,00	192,77	3,64
33	6,25	77,00	461,55	8,73
MÉDIA	6,46	54,91	344,69	6,52

4.2 Estação de Tratamento de Muriçoca - Valo de Oxidação

As Tabelas 4.14, 4.15 e 4.16 apresentam dados obtidos do monitoramento da estação de tratamento do Sistema de Pituaçu, durante o período compreendido entre agosto de 1990 e março de 1991. As Tabelas 4.14 e 4.15 apresentam dados de temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes e Estreptococos fecais afluente e efluente da estação de tratamento, enquanto que a (Tabela 4.16) apresenta a eficiência da estação na redução da concentração desses parâmetros.

4.2.1 Temperatura

Os valores de temperatura do esgoto bruto afluente, e efluente da Estação de Tratamento de Muriçoca., observadas na Figura 19, demonstram uma tendência de crescimento contínuo desde o início até o fim do monitoramento. Muito embora esta tendência seja invertida a partir do início de outono, caindo paulatinamente até o inverno fechando um ciclo sazonal completo.

Ou seja, apresenta valores pouco inferiores a 25°C nos meses de agosto e setembro; ultrapassa este valor nos meses de outubro, novembro e início de dezembro. No restante do mês de dezembro e durante o mês de janeiro estes valores aproximam-se de 30°C; caindo novamente para 25°C na primeira quinzena do mês de fevereiro retomando o crescimento na segunda quinzena e durante o mês de março. Portanto, observa-se um crescimento de temperatura que tem início no mês de agosto desenvolvendo-se até o mês de março (fim do experimento).

A temperatura mínima observada para o EB (Figura 19) foi 24 °C e entre os meses de agosto e setembro, ficando a máxima, 35°C na nona (9) semana, durante o mês de setembro, registrando uma média durante o experimento de 27,1°C.

A temperatura observada para EF2 Figura 19, alcançou o valor mínimo de 23 °C e o máximo de 31°C, apresentando para todo o experimento uma média de 25,9°C, ou seja uma variação de 1,2°C, porém, mantendo similaridade e paralelismo para a temperatura entre os dois pontos de

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO CAMPO

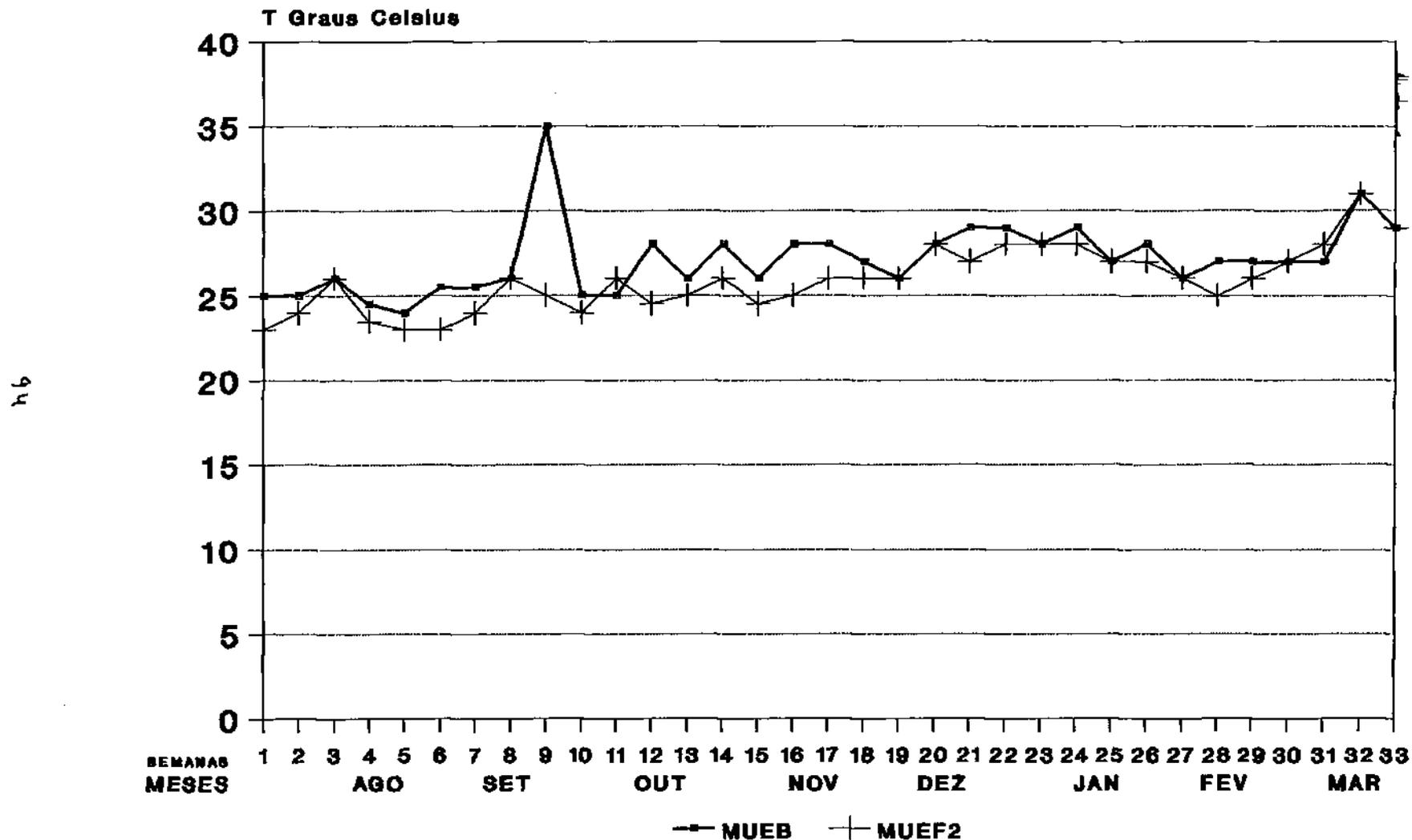


Fig. 19 - Valores de temperatura afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Muriçoca durante o monitoramento.

Tabela 4.14 Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do esgoto bruto afluyente (EB) da Estação de Tratamento do Sistema de MURIÇOCA, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORME FECAL	ESTREPTOCOCO FECAL
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	25,00	6,70	886,00	450,00	270,0E+6	11,0E+6
2	25,00	6,80	744,00	21,00	390,0E+6	13,0E+6
3	26,00	6,78	668,00	41,00	250,0E+6	150,0E+3
4	24,50	8,40	1275,00	344,00	320,0E+6	13,0E+6
5	24,00	8,36	875,00	355,00	310,0E+6	24,0E+6
6	25,50	8,00	801,00	486,00	310,0E+6	14,0E+6
7	25,50	6,86	864,00	380,00	310,0E+6	10,0E+6
8	26,00	7,93	1228,00	318,00	280,0E+6	21,0E+6
9	35,00	7,50	1328,00	621,00	320,0E+6	18,0E+6
10	25,00	7,16	1479,00	610,00	270,0E+6	20,0E+6
11	25,00	7,51	527,00	353,00	260,0E+6	4,5E+6
12	28,00	7,71	943,00	416,00	280,0E+6	3,0E+6
13	26,00	8,30	771,00	555,00	380,0E+6	27,0E+6
14	28,00	7,68	622,00	374,00	200,0E+6	13,0E+6
15	26,00	7,08	646,00	363,00	210,0E+6	18,0E+6
16	28,00	5,93	797,00	328,00	420,0E+6	19,0E+6
17	28,00	6,86	456,00	434,00	130,0E+6	9,0E+6
18	27,00	7,47	1242,00	451,00	310,0E+6	23,0E+6
19	26,00	6,70	926,00	531,00	200,0E+6	24,0E+6
20	28,00	6,80	975,00	531,00	130,0E+6	23,0E+6
21	29,00	7,60	656,00	322,00	150,0E+6	16,0E+6
22	29,00	7,50	926,00	244,00	180,0E+6	15,0E+6
23	28,00	7,55	1287,00	349,00	190,0E+6	19,0E+6
24	29,00	7,95	940,00	349,00	200,0E+6	18,0E+6
25	27,00	7,70	730,00	564,00	200,0E+6	17,0E+6
26	28,00	7,50	610,00	301,00	180,0E+6	15,0E+6
27	26,00	8,00	900,00	290,00	150,0E+6	1,1E+6
28	27,00	7,60	615,00	374,00	80,0E+6	7,5E+6
29	27,00	8,00	1413,00	508,00	180,0E+6	9,0E+6
30	27,00	7,25	510,00	301,00	150,0E+6	4,0E+6
31	27,00	6,20	504,00	358,00	270,0E+6	11,0E+6
32	31,00	7,30	821,00	206,00	110,0E+6	16,0E+6
33	29,00	7,15	582,00	305,00	130,0E+6	6,0E+6
MEDIA	27,14	7,39	865,06	376,76	2,34E+08	1,40E+07

Tabela 4.15 Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do efluente (EF2) da Estação de Tratamento do Sistema de MURIÇOCA, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORME FECAL	ESTREPTOCOCO FECAL
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	23,00	7,50	163,00	45,00	950,0E+3	110,0E+3
2	24,00	6,90	120,00	14,00	800,0E+3	600,0E+3
3	26,00	6,20	137,00	37,00	2,0E+6	30,0E+3
4	23,50	6,05	193,00	69,00	4,3E+6	80,0E+3
5	23,00	6,73	81,00	10,00	450,0E+3	40,0E+3
6	23,00	6,15	379,00	70,00	2,2E+6	120,0E+3
7	24,00	6,00	274,00	30,00	2,3E+6	140,0E+3
8	26,00	5,78	169,00	20,00	800,0E+3	10,0E+3
9	25,00	6,74	58,00	17,00	370,0E+3	85,0E+3
10	24,00	7,26	116,00	28,00	2,1E+6	90,0E+3
11	26,00	6,33	188,00	85,00	280,0E+3	30,0E+3
12	24,50	6,16	63,00	63,00	700,0E+3	65,0E+3
13	25,00	6,20	380,00	343,00	2,1E+6	29,0E+3
14	26,00	5,65	97,00	33,00	1,0E+6	180,0E+3
15	24,50	5,47	105,00	30,00	1,8E+6	60,0E+3
16	25,00	6,45	117,00	11,00	400,0E+3	19,0E+3
17	26,00	6,00	160,00	9,00	2,3E+6	60,0E+3
18	26,00	5,92	153,00	19,00	400,0E+3	40,0E+3
19	26,00	6,10	167,00	55,00	2,4E+6	270,0E+3
20	28,00	6,20	203,00	29,00	200,0E+3	85,0E+3
21	27,00	6,30	73,00	13,00	180,0E+3	230,0E+3
22	28,00	7,40	222,00	8,00	1,2E+6	130,0E+3
23	28,00	6,75	115,00	32,00	1,3E+6	120,0E+3
24	28,00	7,00	142,00	32,00	1,5E+6	150,0E+3
25	27,00	7,35	112,00	25,00	1,3E+6	100,0E+3
26	27,00	5,45	161,00	146,00	1,5E+6	11,0E+3
27	26,00	6,85	29,00	11,00	750,0E+3	30,0E+3
28	25,00	7,65	201,00	46,00	430,0E+3	70,0E+3
29	26,00	7,90	968,00	359,00	1,6E+6	50,0E+3
30	27,00	6,50	312,00	146,00	1,7E+6	70,0E+3
31	28,00	7,30	229,00	31,00	320,0E+3	75,0E+3
32	31,00	6,75	15,00	16,00	2,8E+6	45,0E+3
33	29,00	7,15	26,00	68,00	7,5E+6	13,0E+3
MÉDIA	25,92	6,55	179,64	59,09	1,51E+06	9,81E+04

Tabela 4.16- Eficiência de remoção em percentagem, de DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais da Estação de Tratamento do Sistema de MURIÇOCA, durante todo o monitoramento, período de agosto 90 até março de 91.

SEMANAS	DQO	DBO	COLIFORME FECAL	ESTREPTOCOCO FECAL
1	81,60	90,00	99,65	99,00
2	83,87	33,33	99,79	95,38
3	79,49	9,76	99,20	80,00
4	84,86	79,94	98,66	99,38
5	90,74	97,18	99,85	99,83
6	52,68	85,60	99,29	99,14
7	68,29	92,11	99,26	98,60
8	86,24	93,71	99,71	99,95
9	95,63	97,26	99,88	99,53
10	92,16	95,41	99,22	99,55
11	64,33	75,92	99,89	99,33
12	93,32	84,86	99,75	97,83
13	50,71	38,20	99,45	99,89
14	84,41	91,18	99,50	98,62
15	83,75	91,74	99,14	99,67
16	85,32	96,65	99,90	99,90
17	64,91	97,93	98,23	99,33
18	87,68	95,79	99,87	99,83
19	81,97	89,64	98,80	98,88
20	79,18	94,54	99,85	99,63
21	88,87	95,96	99,88	98,56
22	76,03	96,72	99,33	99,13
23	91,06	90,83	99,32	99,37
24	84,89	90,83	99,25	99,17
25	84,66	95,57	99,35	99,41
26	73,61	51,50	99,17	99,93
27	96,78	96,21	99,50	97,27
28	67,32	87,70	99,46	99,07
29	31,49	29,33	99,11	99,44
30	38,82	51,50	98,87	98,25
31	54,56	91,34	99,88	99,32
32	98,17	92,23	97,45	99,72
33	95,53	77,70	94,23	99,78
MEDIA	77,97	81,16	99,20	98,54

amostragem durante toda observação, ou seja, a diferença observada de 1,2°C entre EB e EF2 permaneceu constante da primeira até a última observação.

4.2.2 pH

O pH, tanto para o EB quanto para o EF2, Figura 20, apresenta uma variação na faixa compreendida entre pH 5,4 e 8,4.

Os valores do pH do esgoto bruto EB mantêm-se, na maioria das vezes, superiores ao pH do EF2, ocorrendo inversão destes valores, nas semanas 1 e 2 no mês de agosto; na semana 11, no mês de outubro; na semana 17, no mês de novembro; na semana 28 e 31, respectivamente nos meses de fevereiro e março.

Em três dessas ocorrências listadas acima o pH de EB é >8, e em uma outra a é igual a 6. Enquanto para as variações do pH do EF2 foram observados 5 pontos com valores de pH menores ou iguais a pH 6, nas semanas 8, 14, 15, 18 e 26, e um valor igual a 8 semana 29.

As variações registradas no valor do pH foram de um mínimo 5,93 e um máximo 8,4, tendo-se uma média de 7,39.

Os valores registrados para EF2, Figura 20, apresentam o valor de pH mínimo 5,45, o valor máximo 7,9 e a média observada no período foi 6,55.

Dessa forma, configura-se um esgoto bruto ligeiramente alcalino e um efluente final ligeiramente ácido.

4.2.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

As concentrações de DQO observadas para o EB, (Figura 21), tiveram um comportamento que apresenta pequenas variações durante o monitoramento, com um valor médio de 865 mg/l. Apresenta um valor mínimo de 456 mg/l e máximo de 1479 mg/l.

A DQO do EF2, (Figura 21), apresenta valor mínimo de 15 mg/l, um valor máximo de 968 mg/l, e uma média de 180 mg/l. Nota-se que as oscilações no curso do monitoramento foram muito

VARIAÇÃO DE pH

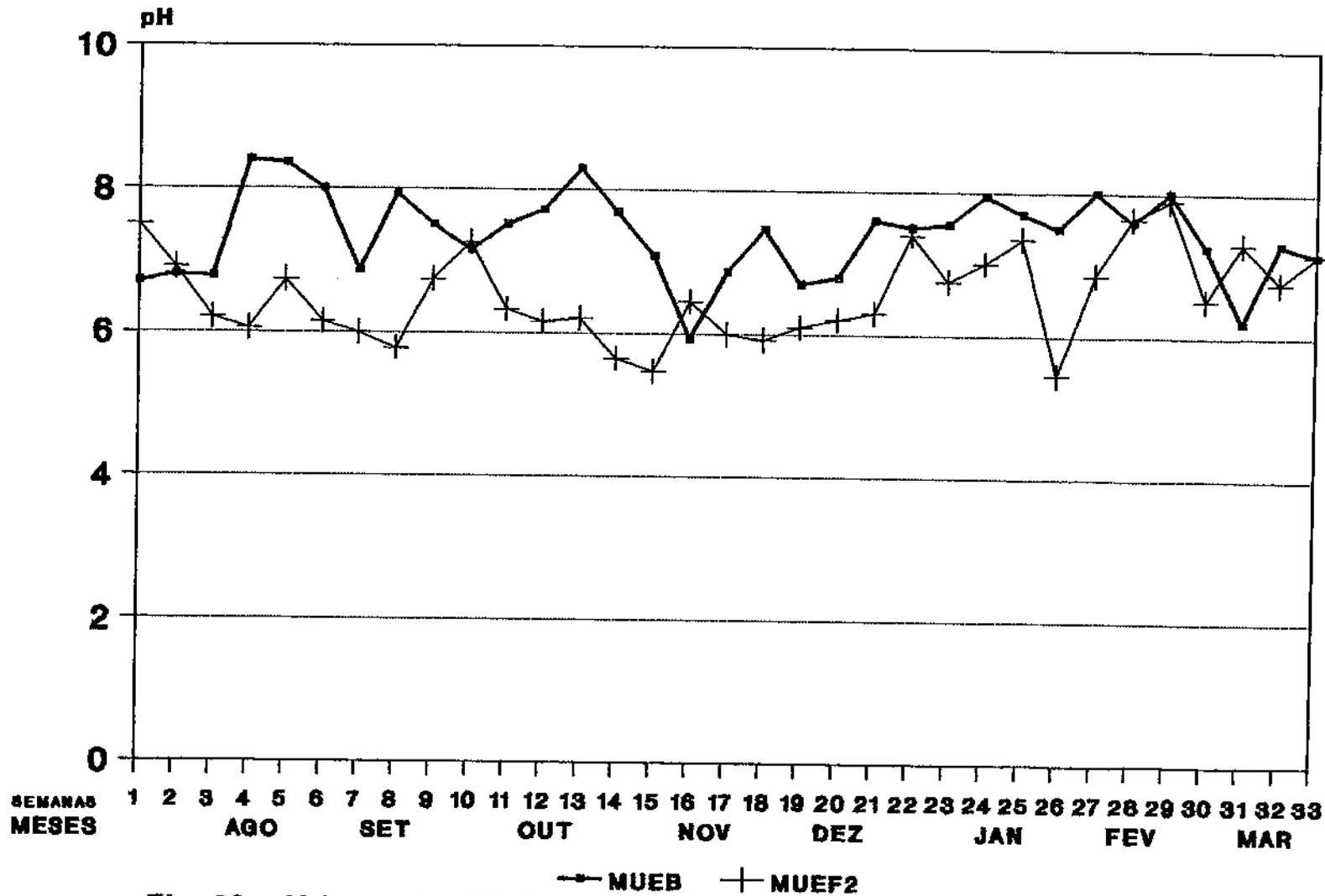
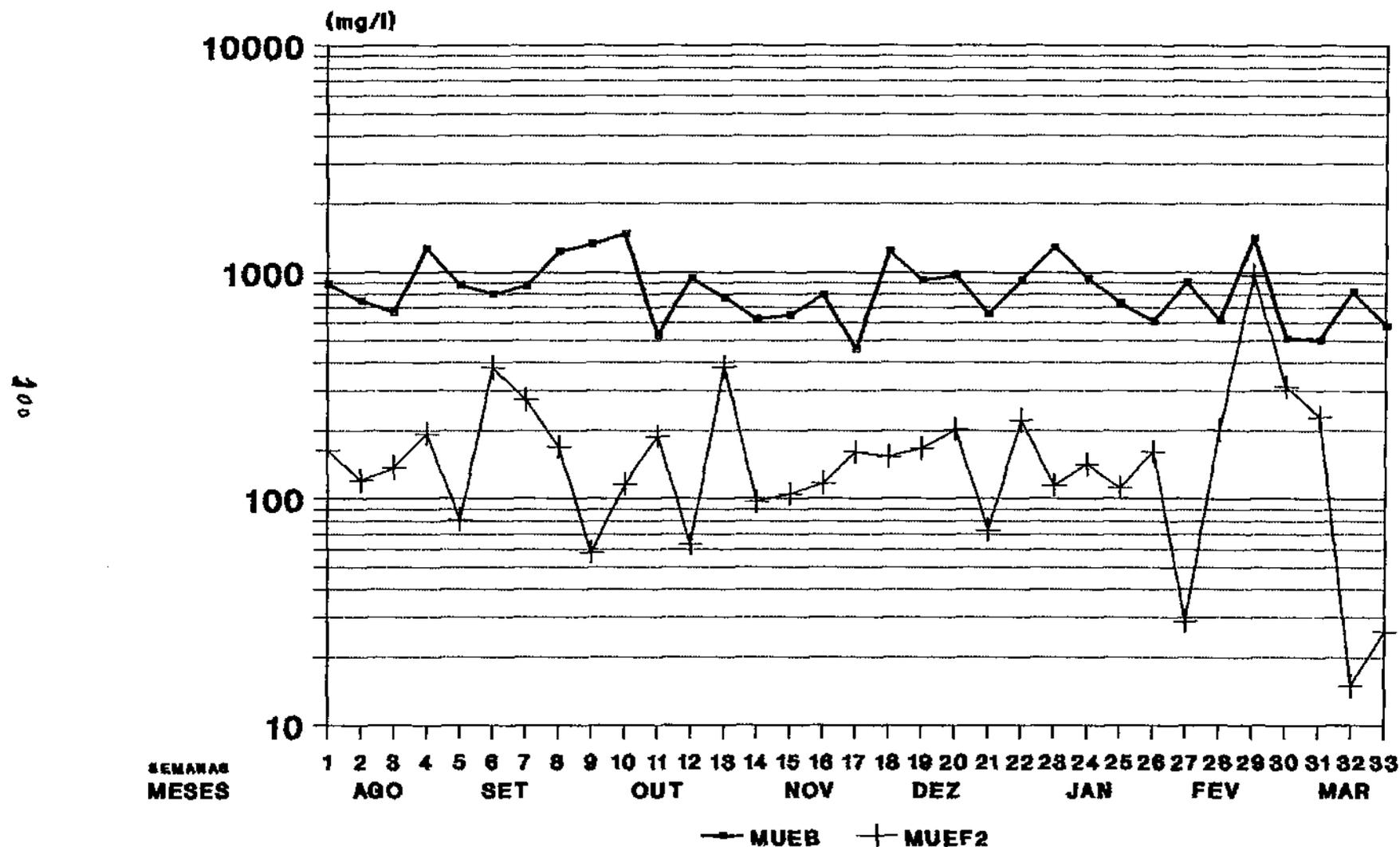


Fig. 20 - Valores de pH afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Muriçoca durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE DQO



—●— MUEB
—+— MUEF2
Fig. 21 - Valores de DQO afluente (EB) e efluente (EF2) da ETE Muriçoca durante o monitoramento.

mais intensas que aquelas observadas no comportamento da DQO para o EB. Essas oscilações são responsáveis pela variação na eficiência (E) média na remoção de DQO global do sistema (Tabela 4.16) cujo valor médio foi de 77,97%.

4.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅

As concentrações de DBO₅ observadas para o EB (Figura 22) apresentaram durante o mês de agosto e início de setembro um comportamento oscilante com valores menores que 100 mg/l, atípicos para esgotos domésticos. A partir da primeira semana de setembro estes valores se mantiveram constantes até o final do experimento. Apresentaram valores mínimo, máximo e uma média global, respectivamente de 456 mg/l, 1479 mg/l e 376 mg/l.

O comportamento da concentração de DBO₅ para o EF2 (Figura 22) diversamente do EB apresentou uma variação permanente durante o experimento. No entanto só ultrapassou 100 mg/l em quatro ocasiões, apresentando valor mínimo de 8 mg/l, máximo de 359 mg/l e média global de 59 mg/l.

A eficiência (E) média da remoção de DBO₅ foi de 81,16%.

4.2.5 Coliformes Fecais (CF)

A concentração de C. Fecais no Esgoto Bruto, (Figura 23), foi da ordem de 10⁸ CF/100 ml. Entretanto, apresentou uma ligeira queda durante o experimento e uma única ocasião, na semana 26, no mês de fevereiro, CF inferior à 10⁸ CF/100 ml.

No esgoto bruto, a concentração mínima foi de 8,0*10⁷ CF/100 ml, a concentração máxima foi 4,2*10⁸ CF/100 ml e a média global foi de 2,3*10⁸ CF/100 ml.

As variações do número de Coliformes Fecais no EF2, (Figura 23), foram mais acentuadas, em torno da média, do que as observadas no EB.

VARIAÇÃO DE DBO

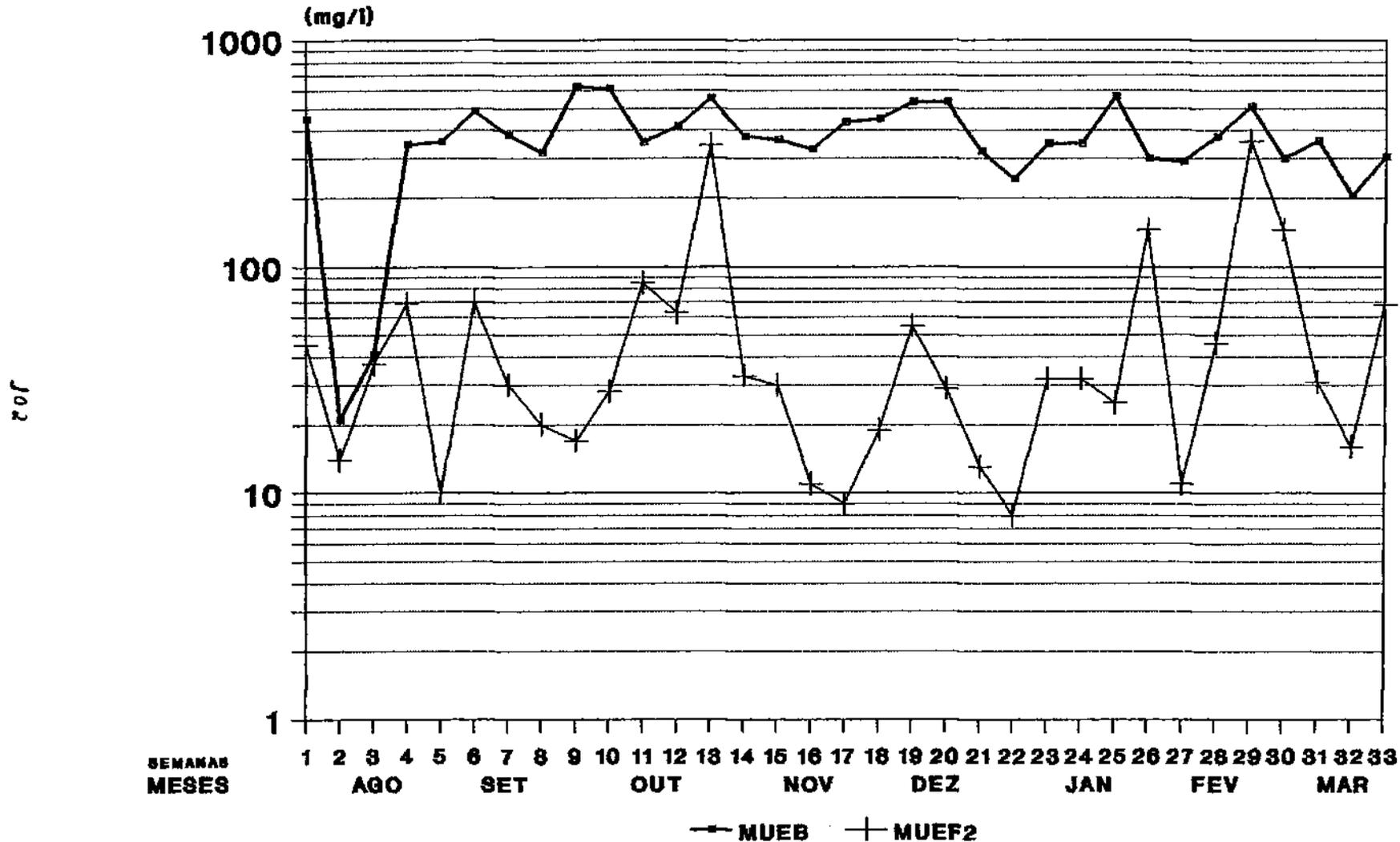


Fig. 22 - Valores de DBO afluente (EB) e efuente (EF2) da ETE Muriçoca durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

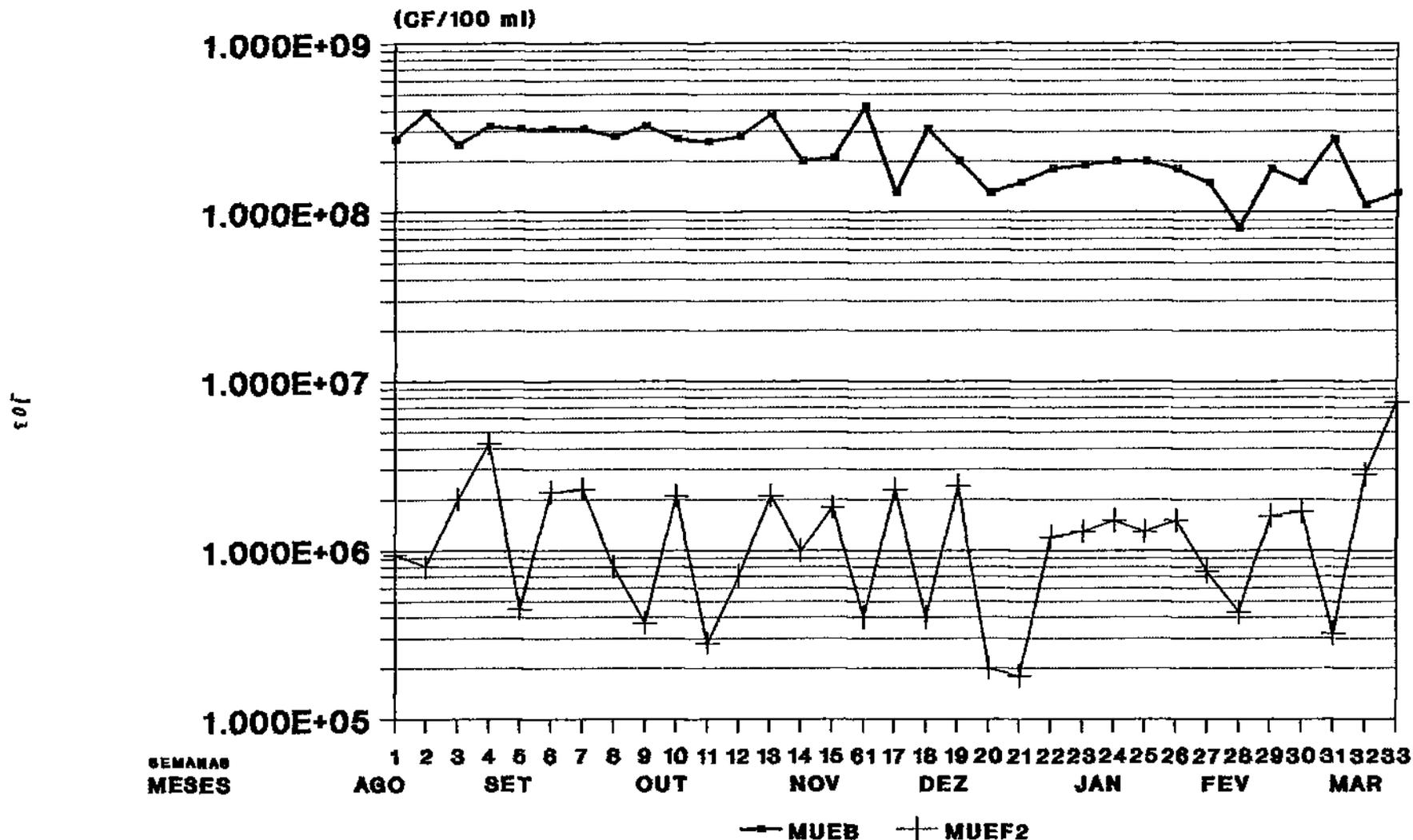


Fig 23 - Valores de C. Fecais afluente (EB) e effluente (EF2) da ETE Muriçoca durante o monitoramento.

Os valores, da concentração de Coliformes Fecais para o efluente final, registradas foram de um valor mínimo de $1,8 \cdot 10^5$ CF/100 ml, um máximo de $7,5 \cdot 10^6$ CF/100 ml e um médio de $1,5 \cdot 10^6$ CF/100 ml.

Por conseguinte a eficiência (E) média de remoção de bactérias do grupo Coliformes Fecais do sistema foi de 99,20%.

4.2.6 Estreptococos Fecais (EF)

As variações nas concentrações de Estreptococos Fecais para o EB, (Figura 24), ocorreram numa relativa regularidade em torno de valores na ordem de grandeza de 10^7 EF/100 ml, exceção de uma ocorrência na semana três no mês de agosto com valor de 10^5 EF/100 ml. Também ocorreram 8 valores de concentração de Estreptococos fecais da ordem de grandeza de 10^6 EF/100 ml, nas semanas 11, 12, 17, 27, 28, 29, 30 e 33, respectivamente.

No esgoto bruto, a concentração mínima de E. Fecais foi de $1,5 \cdot 10^5$ EF/100 ml, a concentração máxima foi $2,7 \cdot 10^7$ EF/100 ml e a média foi de $4,0 \cdot 10^6$ EF/100 ml.

Os valores, da concentração de Estreptococos Fecais para o efluente final (EF1), (Figura 24), predominaram na ordem de grandeza de 10^4 EF/100 ml. Foram registrados entretanto valores da ordem de grandeza 10^5 EF/100 ml em 11 pontos nas semanas a saber: 1, 2, 6, 7, 14, 19, 21, 22, 23, 24 e 25.

A concentração de E. Fecais no EF1 registrou um valor mínimo de $1,0 \cdot 10^4$ EF/100 ml, um valor máximo de $6,0 \cdot 10^5$ EF/100 ml e um valor médio de $9,8 \cdot 10^4$ EF/100 ml.

A eficiência média na remoção de bactérias do grupo Estreptococos fecais (EF) foi de 98,54%.

4.3 Estação de Tratamento de Pituaçú _ Tanque Imhoff

As Tabelas 4.17, 4.18 e 4.19 apresentam dados obtidos do monitoramento da estação de tratamento do Sistema de Pituaçú, durante o período compreendido entre agosto de 1990 e

VARIAÇÃO DE ESTREPTOCOCOS FECALIS

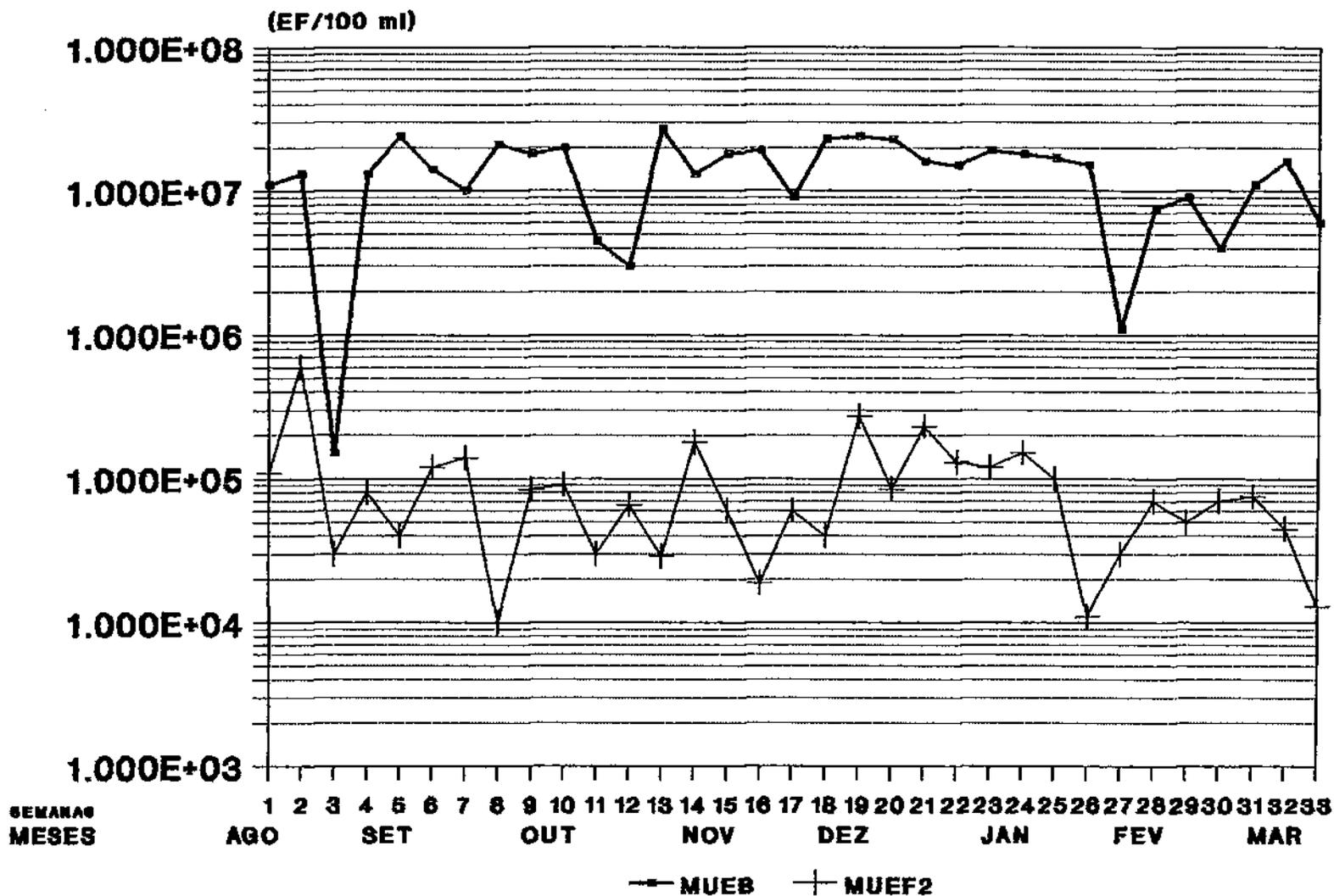


Fig 24 - Valores de E. Fecalis afluyente (EB) e efluente (EF2) da ETE Muriçoca durante o monitoramento.

Tabela 4.17 Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do esgoto bruto afluente (EB) da Estação de Tratamento do Sistema de PITUAÇÚ, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO	PH	DQO	DBO	COLIFORME FECAL	ESTREPTOCOCO FECAL
	oC		mg/l	mg/l	CF/100ml	CF/100ml
1	21,00	6,80	1325,00	404,00	190,0E+6	9,5E+6
2	23,00	6,70	723,00	33,00	340,0E+6	12,0E+6
3	26,50	6,61	866,00	349,00	110,0E+6	2,0E+6
4	24,00	7,50	637,00	560,00	180,0E+6	12,0E+6
5	24,00	8,31	663,00	490,00	320,0E+6	75,0E+6
6	23,50	7,56	744,00	562,00	360,0E+6	34,0E+6
7	25,50	6,56	1219,00	530,00	320,0E+6	13,0E+6
8	25,50	6,99	1293,00	473,00	330,0E+6	14,0E+6
9	30,00	7,10	1081,00	425,00	210,0E+6	7,5E+6
10	24,00	6,88	1526,00	550,00	240,0E+6	38,0E+6
11	27,00	7,80	562,00	401,00	220,0E+6	3,0E+6
12	27,00	7,89	1257,00	243,00	210,0E+6	6,0E+6
13	26,50	7,88	1086,00	179,00	290,0E+6	13,0E+6
14	28,00	7,95	970,00	500,00	140,0E+6	34,0E+6
15	28,00	6,06	773,00	459,00	230,0E+6	18,0E+6
16	27,00	6,65	1293,00	946,00	380,0E+6	13,0E+6
17	27,00	6,30	638,00	305,00	190,0E+6	4,0E+6
18	28,00	6,57	1250,00	575,00	230,0E+6	10,0E+6
19	28,00	6,73	616,00	466,00	340,0E+6	16,0E+6
20	26,00	6,60	1043,00	466,00	160,0E+6	16,0E+6
21	28,00	7,25	883,00	443,00	450,0E+6	48,0E+6
22	28,00	7,10	872,00	330,00	140,0E+6	19,0E+6
23	27,00	7,25	893,00	677,00	210,0E+6	13,0E+6
24	28,00	7,05	1668,00	677,00	220,0E+6	12,0E+6
25	28,00	7,70	1216,00	579,00	200,0E+6	12,0E+6
26	27,00	7,20	808,00	517,00	190,0E+6	10,0E+6
27	26,00	7,90	747,00	320,00	490,0E+6	4,5E+6
28	26,00	8,05	801,00	405,00	120,0E+6	4,0E+6
29	27,00	7,90	956,00	445,00	430,0E+6	59,0E+6
30	26,00	6,80	858,00	517,00	160,0E+6	1,5E+6
31	28,00	7,00	406,00	397,00	60,0E+6	14,0E+6
32	30,50	7,30	542,00	291,00	230,0E+6	22,0E+6
33	28,00	7,15	726,00	384,00	290,0E+6	13,0E+6
MEDIA	26,58	7,18	937,61	451,45	2,48E+08	1,76E+07

Tabela 4.18 Dados de Temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do efluente (EF1) da Estação de Tratamento do Sistema de PITUAÇÚ, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	TEMPERATURA DE CAMPO oC	PH	DQO mg/l	DBO mg/l	COLIFORME FECAL CF/100ml	ESTREPTOCOCO FECAL CF/100ml
1	23,00	6,90	322,00	194,00	1,70E+07	8,50E+05
2	21,00	6,80	328,00	32,00	2,80E+07	4,80E+06
3	26,50	6,42	590,00	294,00	4,00E+06	3,00E+05
4	24,00	6,95	435,00	240,00	6,50E+06	1,60E+06
5	24,50	6,76	420,00	180,00	1,40E+07	9,00E+05
6	24,00	6,73	473,00	386,00	2,60E+07	2,30E+06
7	25,00	6,57	680,00	450,00	2,50E+06	2,80E+06
8	25,50	6,57	474,00	297,00	2,20E+07	2,90E+05
9	30,00	6,58	1721,00	229,00	1,70E+07	3,00E+05
10	24,00	7,03	424,00	250,00	4,90E+07	9,00E+05
11	27,00	6,66	373,00	204,00	2,80E+07	6,50E+05
12	26,00	6,59	228,00	179,00	2,90E+07	1,20E+05
13	26,00	6,49	402,00	474,00	3,10E+07	1,00E+05
14	27,00	6,54	417,00	255,00	6,00E+06	1,00E+05
15	27,00	5,98	382,00	198,00	4,30E+07	1,40E+06
16	20,00	5,47	531,00	282,00	1,40E+07	9,00E+05
17	26,00	6,34	212,00	272,00	1,50E+07	1,50E+05
18	28,00	6,43	500,00	223,00	3,10E+07	1,60E+06
19	28,20	6,15	546,00	246,00	3,80E+07	7,50E+05
20	27,00	6,60	518,00	246,00	6,10E+06	3,50E+05
21	27,00	6,90	386,00	186,00	3,60E+07	2,40E+06
22	28,00	6,80	632,00	189,00	2,50E+07	1,00E+06
23	28,00	6,80	449,00	223,00	2,30E+07	5,00E+05
24	28,00	7,05	560,00	233,00	2,60E+07	7,00E+05
25	29,00	7,10	527,00	445,00	2,40E+07	7,00E+05
26	27,00	6,40	289,00	240,00	2,20E+07	6,00E+05
27	27,00	7,15	355,00	195,00	3,10E+07	4,00E+05
28	26,00	7,00	445,00	213,00	4,80E+07	2,00E+04
29	27,00	7,50	745,00	203,00	4,00E+06	4,10E+05
30	26,00	6,80	527,00	240,00	4,30E+07	1,90E+05
31	27,00	6,90	260,00	131,00	4,00E+06	1,60E+06
32	31,00	6,85	404,00	149,00	1,10E+07	1,90E+06
33	28,00	6,80	340,00	114,00	1,80E+07	2,10E+06
MEDIA	26,32	6,69	481,67	239,15	2,25E+07	1,02E+06

Tabela 4.19 Eficiência de Resultados em percentagem, de DQO, DBO, Coliformes Fecais e Estreptococos Fecais de amostras tomadas do afluente (EB) e efluente (EF1) da Estação de Tratamento do Sistema de PITUAÇÚ, durante todo o monitoramento (agosto90/março91).

SEMANAS	DQO	DBO	COLIFORME FECAL	ESTREPTOCOCO FECAL
1	75,70	51,98	91,05	91,05
2	54,63	3,03	91,76	60,00
3	31,87	15,76	96,36	85,00
4	31,71	57,14	96,39	86,67
5	36,65	63,27	95,63	98,80
6	36,42	31,32	92,78	93,24
7	44,22	15,09	99,22	78,46
8	63,34	37,21	93,33	97,93
9	-59,20	46,12	91,90	96,00
10	72,21	54,55	79,58	97,63
11	33,63	49,13	87,27	78,33
12	81,86	26,34	86,19	98,00
13	62,98	-164,80	89,31	99,23
14	57,01	49,00	95,71	99,71
15	50,58	56,86	81,30	92,22
16	58,93	70,19	96,32	93,08
17	66,77	10,82	92,11	96,25
18	60,00	61,22	86,52	84,00
19	11,36	47,21	88,82	95,31
20	50,34	47,21	96,19	97,81
21	56,29	58,01	92,00	95,00
22	27,52	42,73	82,14	94,74
23	49,72	67,06	89,05	96,15
24	66,43	65,58	88,18	94,17
25	56,66	23,14	88,00	94,17
26	64,23	53,58	88,42	94,00
27	52,48	39,06	93,67	91,11
28	44,44	47,41	60,00	99,50
29	22,07	54,38	99,07	99,31
30	38,58	53,58	73,13	87,33
31	35,96	67,00	93,33	88,57
32	25,46	48,80	95,22	91,36
33	53,17	70,31	93,79	83,85
MEDIA	45,88	39,98	89,81	91,76

março de 1991. As Tabelas 4.17 e 4.18 apresentam dados da temperatura, pH, DQO, DBO, Coliformes e Estreptococos fecais afluente e efluente da estação, enquanto que a Tabela 4.19 apresenta a eficiência da estação na redução da concentração desses parâmetros.

4.3.1 Temperatura

As temperaturas observadas para o período objeto do estudo, apresentaram para o EB e EF1, (Figura 25), valores praticamente coincidentes. Devido às variações sazonais houve uma grande variação que apresentou valores gradativamente crescente desde o início do monitoramento durante o mês de agosto e final de inverno, até seu encerramento em meados do mês de março e final do verão, esperando-se que o gradativamente haja sua diminuição até completar um ciclo sazonal completo.

Pode se observado (Figura 25), que a temperatura apresentou valores mínimo e máximo de 21 °C e 30,5°C, respectivamente, e um valor médio de 26,5°C.

A temperatura para EF2, (Figura 25), apresentou valor mínimo de 20°C e valor máximo de 31°C, com valor médio de 26,3°C.

4.3.2 pH

As variações de pH para EB estiveram entre o valor mínimo de 6,06 e o valor máximo de 8,31 com uma média de 7,18 o que configura um pH ligeiramente alcalino.

As variações de pH para EF1 (Figura 26) apresentam um valor mínimo de 5,47, um valor máximo de 7,5 e uma média observada de 6,68, caracterizando, assim, um efluente ligeiramente ácido.

4.3.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

A concentração de DQO observada para EB, (Figura 27), teve um comportamento decrescente, situando-se abaixo de 1000 mg/l no dois primeiros meses de monitoramento e mantendo-se

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO CAMPO

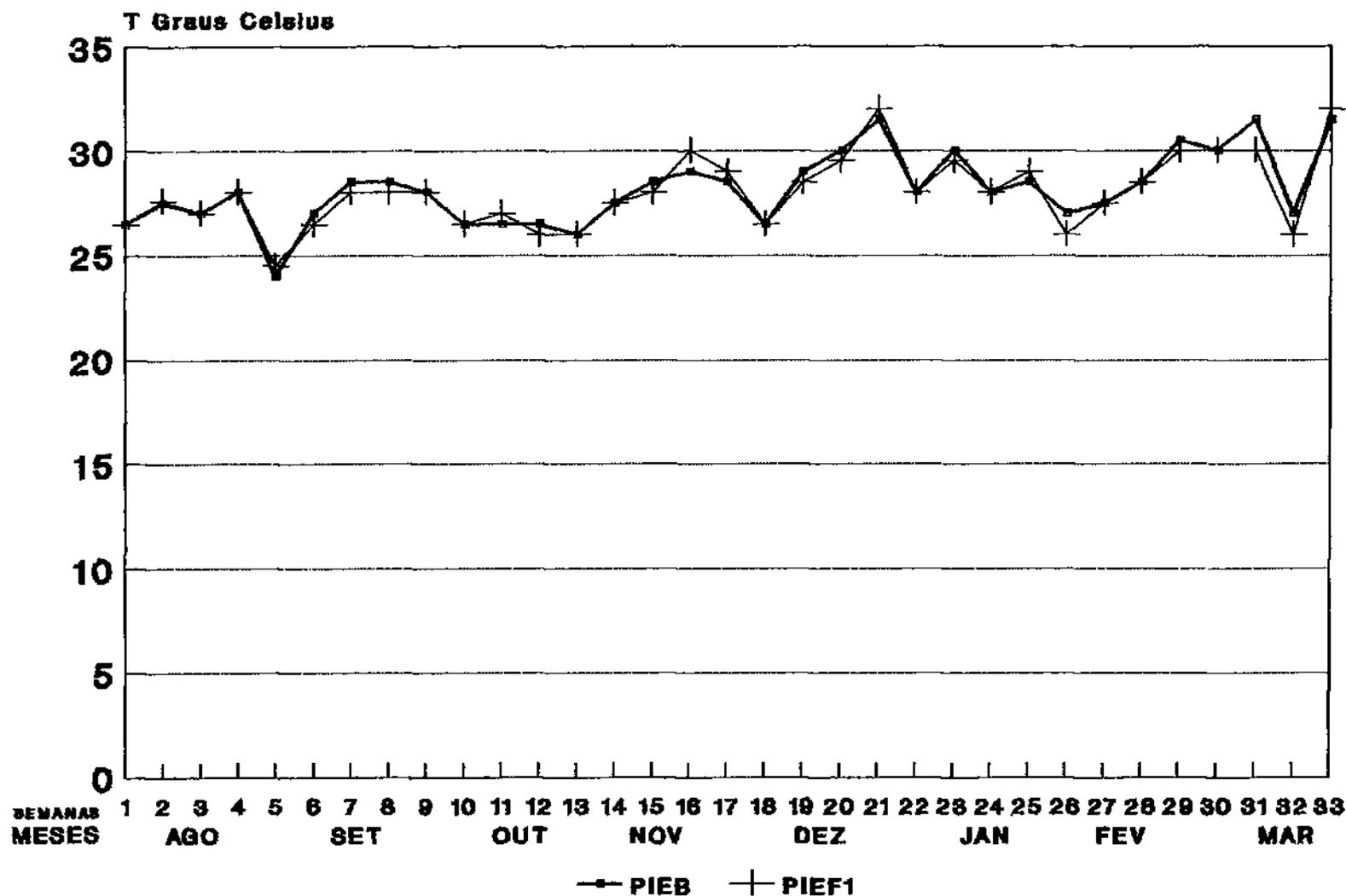


Fig. 25 - Valores de temperatura afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Pituauçú durante o monitoramento

VARIAÇÃO DE pH

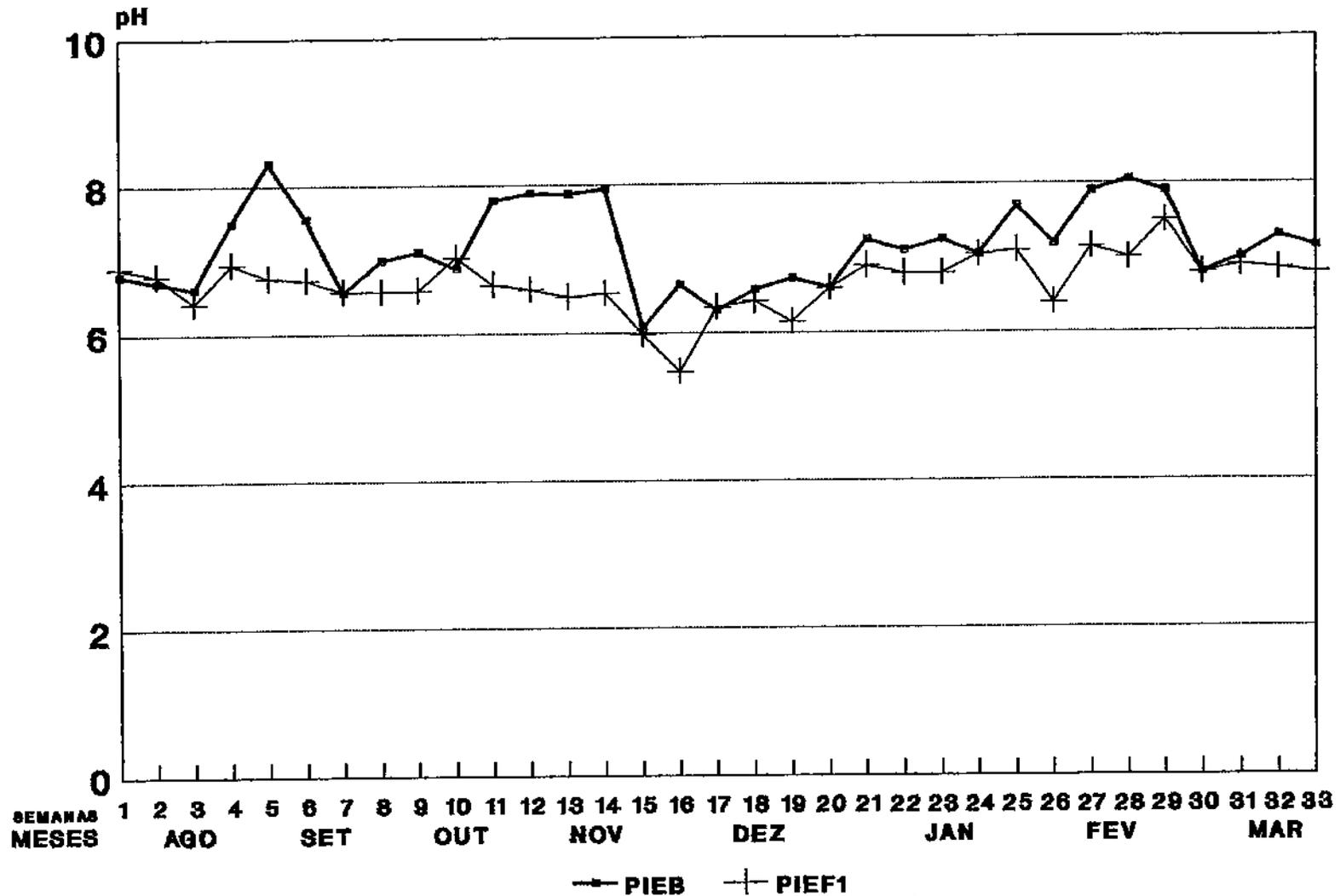


Fig. 26 - Valores de pH afluente (EB) e efluente (EF1) da Pituacú durante o monitoramento.

VARIAÇÃO DE DQO

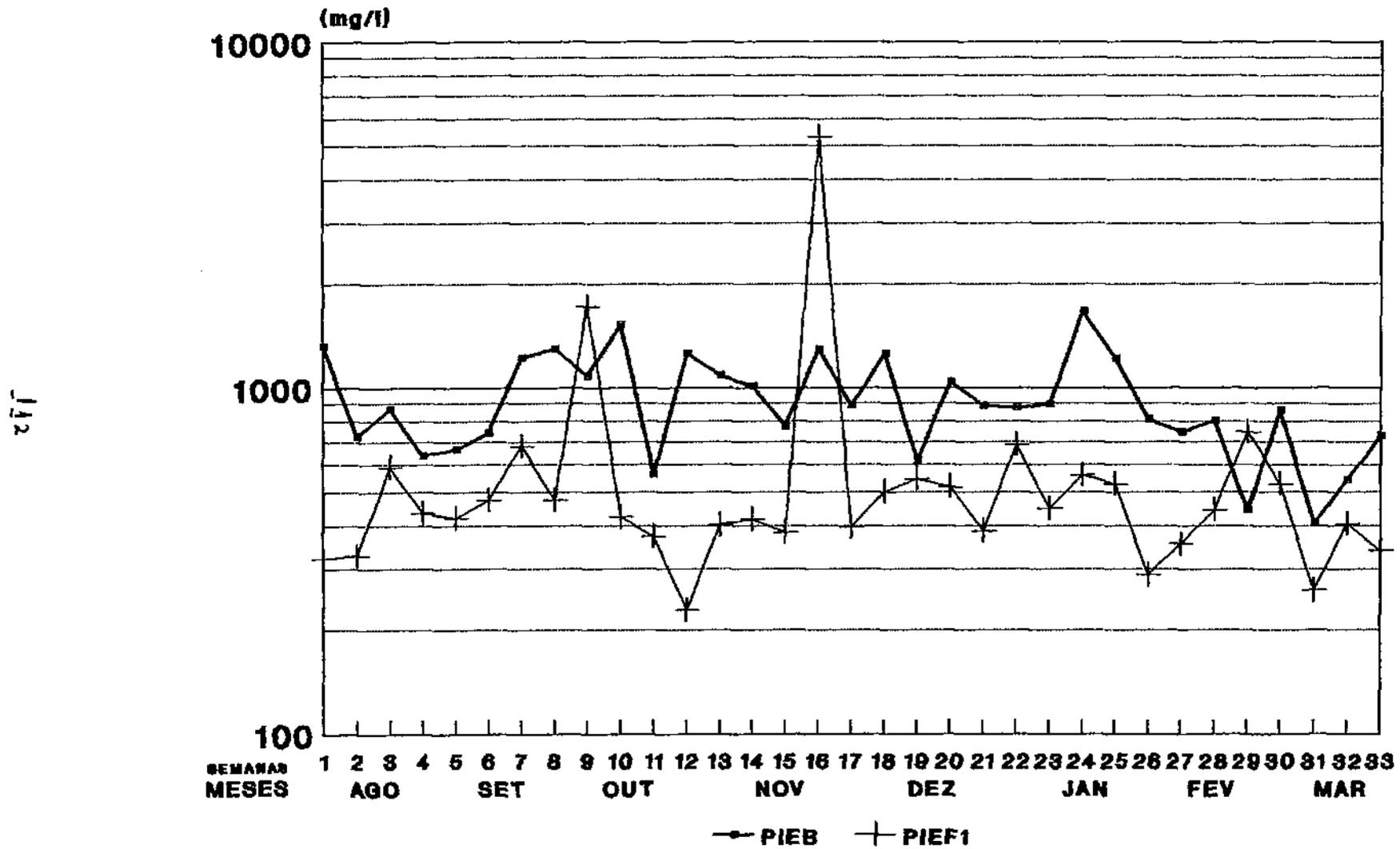


Fig. 27 - Valores de DQO afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Pituaçu durante o monitoramento.

próxima da média até o mês janeiro. Houve novamente uma queda na concentração, variando e se afastando da média de 937 mg/l até o fim do monitoramento.

A DQO no EB apresenta valor mínimo de 406 mg/l, valor máximo de 1668 mg/l e valor médio de 937 mg/l.

As variações da concentração de DQO no EF1, (Figura 27), registradas ao longo do período de observação ocorreu em torno de uma média de 481 mg/l. Observa-se que para EF1 ocorreram duas medições que invertem complemente a tendência geral. Estes dois resultados discrepantes ocorreram durante os meses de setembro e novembro, Assim, na oportunidade os valores de DQO superaram muito aqueles do esgoto bruto, fugindo de uma tendência no período conforme pode ser observado nas curvas da Figura 27.

A eficiência global (Tabela 4.19) na remoção de DQO no período foi de 45,88 %.

4.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅

As concentrações de DBO₅ para EB, (Figura 28 e Tabela 4.17), apresentaram uma variações em todo o período, tendo sido registrados três pontos mínimos na DBO₅ atingindo valores inferiores a 100 mg/l no mês de agosto e novembro e em fins de outubro atingiu valor próximo a 1000 mg/l.

A DBO₅ para esgoto bruto (EB) apresentou um valor mínimo de 33 mg/l, um valor máximo de 946 mg/l, e uma média de 451 mg/l.

As variações nas concentrações de DBO₅ para o efluente final (EF1), (Figura 28), apresentaram um comportamento absolutamente similar, exceção de dois picos de DBO₅, durante o mês de outubro e dezembro, nos quais os valores de EB ultrapassaram os valores de EF1, que podem ser atribuídos a ocorrências operacionais, não constituindo uma tendência. Isto é constatado pelo desenvolvimento do gráfico que mantém um paralelismo significativo entre os dois pontos amostrados, demonstrado no desempenho da ETE.

VARIAÇÃO DO DBO

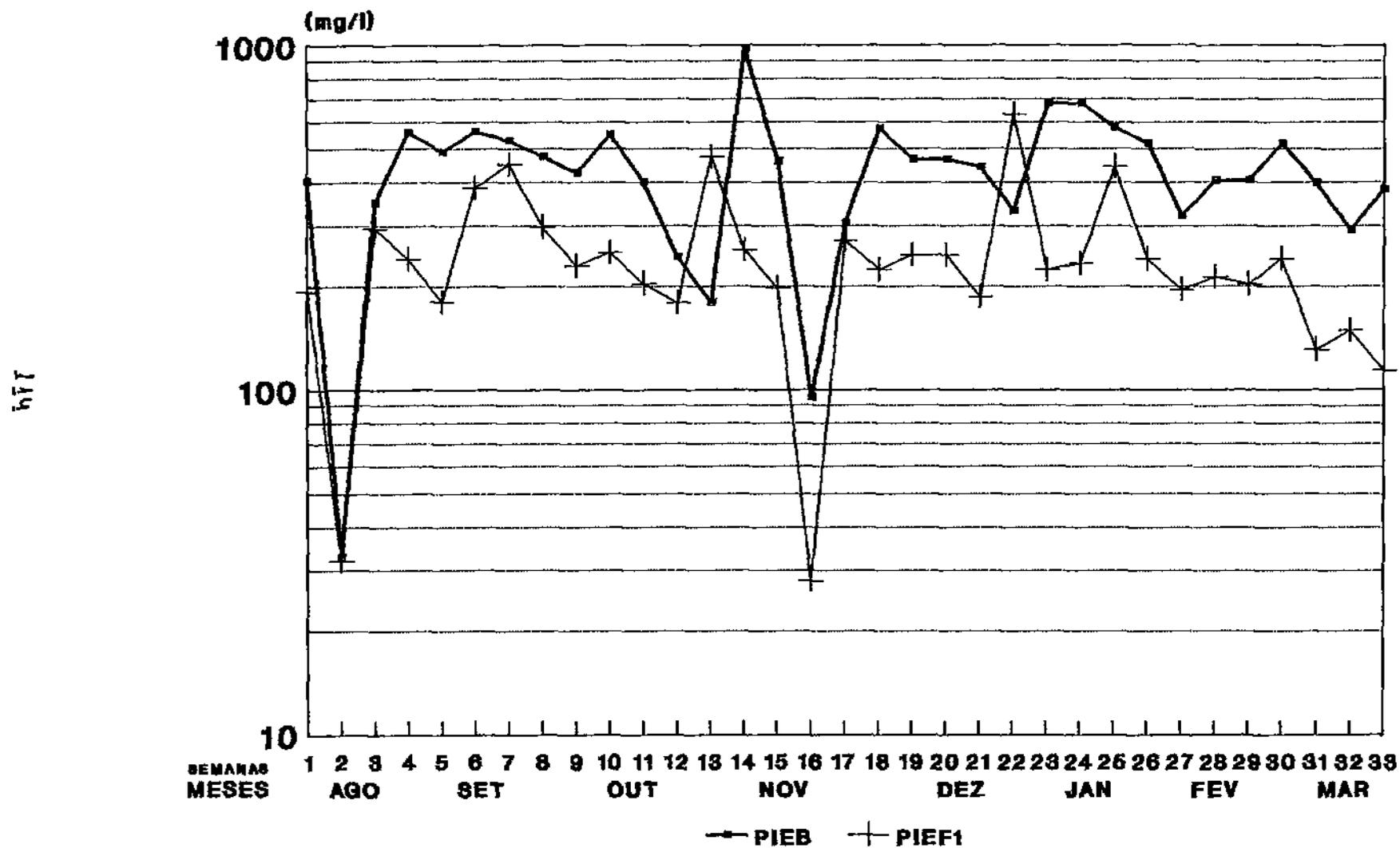


Fig. 28 - Valores de DBO afluente (EB) e efluente (EF1) da ETE Pituacú durante o monitoramento.

A DBO₅ apresentou um valor para EF1 mínimo de 32 mg/l, um valor máximo de 474 mg/l e um valor médio de 239 mg/l.

A eficiência na remoção de DBO₅ (Tabela 4.19) no período foi de 39,98%, que é um valor alto para eficiência neste tipo de tratamento, conforme o próprio princípio de tratamento estabelece para decantação dos sólidos em um tempo de detenção de duas horas.

4.3.5 Coliformes Fecais (CF)

A concentração de bactérias no EB apresentou um valor mínimo de $6,0 \cdot 10^4$ CF/100 ml, um valor máximo de $4,9 \cdot 10^8$ CF/100 ml e o valor médio de $2,5 \cdot 10^8$ CF/100 ml, (Figura 29 e Tabela 17).

Entretanto, a variação da presença de Coliformes Fecais no EF1, (Figura 29 e Tabela 4.18), foi também oscilante apresentando 7 ocasiões nas quais as concentrações foram da ordem de 10^6 CF/100 ml.

As variações na concentração de bactérias registradas no EF1, (Figura 29), apresentaram um valor mínimo de $2,5 \cdot 10^6$ CF/100 ml, um máximo de $4,9 \cdot 10^7$ CF/100 ml e médio de $2,2 \cdot 10^7$ CF/100 ml.

A eficiência média na remoção de bactérias do grupo Coliformes Fecais (Tabela 4.19) foi de 89,81%.

4.3.6 Estreptococos Fecais (EF)

As variações na concentração de Estreptococos Fecais (EF) no esgoto bruto (EB), (Figura 30), durante o monitoramento ocorreram em concentrações da ordem de 10^7 EF/100 ml, ocorrendo inúmeras quedas para concentrações da ordem de 10^6 EF/100 ml.

Estreptococos fecais apresentou valor mínimo de $1,5 \cdot 10^6$ EF/100 ml, valor máximo de $7,5 \cdot 10^7$ EF/100 ml, e valor médio de $1,7 \cdot 10^7$ EF/100 ml.