



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

VIABILIDADE DE DISPOSIÇÃO DE ESGOTO IN-NATURA POR
INFILTRAÇÃO NA FAIXA COSTEIRA DO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL.

TRABALHO APRESENTADO COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

M E S T R E E M C I Ê N C I A S E M
H I D R O L O G I A A P L I C A D A

Autor: JACOB MANOEL GAYOSO PEREIRA DA SILVA

Orientador: AMADEU FAGUNDES DA ROCHA FREITAS

Examinadores:

AMADEU DA ROCHA FREITAS _____

CEFERINO ALVAREZ FERNANDEZ _____

WALDEMAR CANTERGI _____

Data do exame: 14/08/1978

Aprovado: _____

Presidente da Banca

A G R A D E C I M E N T O S

O autor expressa profundos agradecimentos ao Prof. Amadeu da Rocha Freitas, pela grande colaboração como orientador do referido trabalho.

A Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) pela cessão de mão de obra, laboratórios e suporte financeiro.

A todos os colegas do IPH que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Hidráulicas (UFRGS) pela oportunidade de realização deste curso.

VIABILIDADE DE DISPOSIÇÃO DE ESGOTO IN-NATURA
POR INFILTRAÇÃO NA FAIXA COSTEIRA DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL.

Autor: Jacob Manoel Gayoso Pereira da Silva

Orientador: Prof. Amadeu da Rocha Freitas

S I N O P S E

O trabalho tem como objetivo o estudo da viabilidade técnica e econômica da infiltração de esgotos brutos em terrenos arenosos como forma de tratamento e disposição final. Foi construída, em Torres/RS, uma estação piloto que funcionou durante os três meses do verão 77/78 com diferentes taxas de aplicação. Valendo-se dos resultados obtidos, foi feita a comparação do investimento necessário a implantação desse sistema para a cidade balneária de Capão da Canoa, com o de uma Estação de Tratamento Convencional.

(*) Tese para obtenção do grau de Mestre em Hidrologia Aplicada, (área de concentração - Saneamento), Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, julho de 1978.

FEASIBILITY OF SEWAGE DISPOSAL IN-NATURA
BY INFILTRATION ON THE COASTAL STRIP OF
THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

Author: Jacob Manoel Gayoso Pereira da Silva

Advisor: Prof. Amadeu da Rocha Freitas

A B S T R A C T

The purpose of this study is to determine the technical and economic feasibility of raw sewage infiltration in sandy terrain, as a form of treatment and final disposal. In Torres, state of Rio Grande do Sul, a pilot plant was built which worked during the 3 summer months of 77/78 at different rates of disposal. Using the results obtained, a comparison was made between the investments needed for the implantation of this system in the sea-side resort called Capão da Canoa and those of a Conventional Treatment Plant.

(*) Thesis for a Master Degree in Applied Hydrology (Speciality - Sanitary Engineering), Institute of Hydraulic Research of the Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, July 1978.

Í N D I C E

	página
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.0 - Experiências Existentes	3
2.1 - Campos de Infiltração	4
2.2 - Filtros Intermitentes de Areia	5
2.3 - Colmatação	6
2.4 - Poluição Química	7
2.5 - Poluição Bacteriológica	12
3. Material e Metodologia	16
3.0 - Plantas Piloto de Torres	16
3.1 - Operação das Bacias de Infiltração	17
3.2 - Parâmetros Escolhidos para Determinar a Poluição Química, Coleta de Amostras e Trabalhos de Laboratório	20
4. Resultados e Discussão	24
4.0 - Tabelas	24
4.1 - Figuras	81
4.2 - Análise dos Dados	82
5. Possibilidade do Uso de Bacias de Infiltração para a Cidade de Capão da Canoa	83
5.0 - População Servida e Vazão Máxima	83
5.1 - Taxa de Aplicação Adotada	83
5.2 - Dimensionamento das Bacias	83
5.2.1 - Vazão de Dimensionamento	83
5.2.2 - Área Necessária	84
5.2.3 - Operação das Bacias	85
5.2.4 - Tanque de Acumulação	85
5.2.5 - Sistema de Tubulações	86
5.3 - Área Escolhida	86
5.4 - Investimentos	87
5.4.1 - Desapropriação da Área	87
5.4.2 - Movimentos de Terra	87
5.4.3 - Estação Elevatória	88
5.4.4 - Adução	88
5.4.5 - Previsão Geral de Custos	89

	página
5.5 - Comparação de Custos com uma ETE Convencional	90
5. Conclusões Gerais	91
6. Bibliografia Citada	92

RELAÇÃO DAS TABELAS

	página
1. Tempo de Infiltração da Bacia 1 e Precipitação Total Diária (Taxa de Aplicação de 450 m ³ /ha.dia)	25
2. Tempo de Infiltração da Bacia 2 e Precipitação Total Diária (Taxa de Aplicação de 1800 m ³ / ha.dia)	30
3. Tempo de Infiltração da Bacia 3 e Precipitação Total Diária (Taxa de Aplicação de 3600 m ³ /ha.dia)	31
4. Tempo de Infiltração da Bacia 2 e Precipitação Total Diária (Taxa de Aplicação de 900 m ³ /ha.dia)	32
5. Tempo de Infiltração da Bacia 3 e Precipitação Total Diária (Taxa de Aplicação de 1350 m ³ /ha.dia)	39
6. Ponteiros Filtrantes na Direção do Rio	48
7. Primeira Linha de Ponteiros Paralelas ao Rio ...	49
8. Segunda Linha de Ponteiros Paralelas ao Rio	50
9. Análise Executada antes do Lançamento	51
10. Cloretos	52
11. Nitritos	57
12. Nitratos	62
13. Nitrogênio Orgânico	67
14. Nitrogênio Amoniacal	72
15. Demanda Bioquímica de Oxigênio do Esgoto In-Natura	77
16. Granulometria	78

RELAÇÃO DE FIGURAS

	página
1. Campo Piloto de Torres, Planta de Situação	81
2. Campo Piloto de Torres, Planta Baixa	81
3. Campo Piloto de Torres, Detalhes	81
4. Tempos de Infiltração e Precipitação Total	81
5. Granulometria	81
6. Bacias de Infiltração, Planta de Situação	81
7. Bacias de Infiltração, Planta Baixa	81
8. Bacias de Infiltração, Detalhes	81
9. Bacias de Infiltração, Cortes	81

I - INTRODUÇÃO

A pesquisa tem como objetivo principal o desenvolvimento da Técnica de Disposição de Esgoto Bruto Municipal em Bacias de Infiltração, que, como veremos posteriormente, é uma simplificação dos Campos de Infiltração, visando a sua utilização na faixa costeira do Rio Grande do Sul. O Brasil não tem experiência neste tipo de disposição e a literatura especializada não traz indicações suficientes para o dimensionamento dos mesmos.

O interesse em torno deste método surgiu quando a CORSAN, Companhia Riograndense de Saneamento, resolveu implantar Sistemas de Esgoto Sanitário com Tratamento nas praias mais populosas do Estado.

Os projetos dos Sistemas de Coleta já estão prontos, faltando apenas a decisão sobre o destino final dos esgotos. Várias alternativas foram estudadas, porém, devido a fatores climáticos e financeiros tornaram-se pouco viáveis.

A primeira alternativa, de lançamento submarino do esgoto bruto a 2,0 Km da costa, foi rejeitada em face da predominância do vento NE no verão e o provável retorno de sobrenadantes a praia próxima, com inconvenientes turísticos, estéticos e sanitários, além do seu alto custo.

A segunda alternativa seria o tratamento completo e lançamento ao mar próximo à praia. Como esta é justamente o atrativo principal, foi rejeitada também esta opção.

A terceira alternativa seria o tratamento natural em Lagoas de Estabilização, que foi rejeitada em virtude do terreno ser totalmente arenoso sendo necessário impermeabilizá-lo, o que seria oneroso.

A quarta alternativa seria Bacias de Infiltração localizadas, em zona arenosa, a sudoeste da cidade aproveitando o vento NE dominante, para afastamento de possíveis maus odores. A área seria protegida por bosques de acácias marítimas

ou casuarinas. Como o afluente se reduz a 10% de março a dezembro, haveria tempo suficiente (9 meses) para recuperação ecológica, remoção eventual de crostas, etc., antes da temporada seguinte. As Bacias seriam então, devido ao tipo de solo e ao modo de operação, uma espécie de Filtros Intermitentes de Areia sem drenos. A maior vantagem deste sistema seria evitar uma Estação de Tratamento de Esgoto, com aeradores e os demais equipamentos, que ficaria quase totalmente paralisada, durante nove meses, sujeita a forte corrosão pelo ar marinho.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.0. Experiências Existentes

Disposição de Esgoto por infiltração não é uma idéia nova. Existem sistemas ainda hoje em uso nos EEUU que iniciaram por volta de 1880, bem como em outros países do mundo. Podemos citar os sistemas de Wyoming (1880) e California (1891) nos EEUU, Berlim (1895) na Alemanha, Melburn (1896) na Austrália e cidade do México (1902) no México (Ref. 18).

Ultimamente, a Disposição de Esgoto por Infiltração tornou-se uma técnica de irrigação e reuso devido ao crescimento populacional e conseqüente aproveitamento de áreas com pouca disponibilidade de água. Atualmente embora ainda se use esgoto bruto (Ref. 17), é comum o uso de esgotos tratados (tratamento secundário) nos seguintes casos (Ref. 14):

- a) Reuso direto
 - a.1 - Industrial
 - a.2 - Irrigação
 - a.3 - Atividades Recreativas

- b) Recarga de Aquíferos Subterrâneos
 - b.1 - Aplicação Superficial
 - b.2 - Injeção direta nos aquíferos
 - b.3 - Excesso de Irrigação em Cultivos
 - b.4 - Sistemas de Infiltração Superficial

Para cada caso a A.W.W.A. estabelece o grau de tratamento que devem receber os esgotos, antes da sua aplicação.

A irrigação de cultivos com efluentes de tratamento secundário além de suprir as necessidades de água da cultura e, em alguns casos, também recarregar o aquífero subterrâneo, serve para repor ao solo os minerais retirados pela mesma (Ref.20).

Apesar do muito que se tem estudado e publicado a respeito das águas residuais tratadas, quase nada se fez

para o desenvolvimento e divulgação dos Filtros Intermitentes de Areias e dos Campos de Infiltração de Alta Taxa.

2.1. Campos de Infiltração

Ao contrário do caso da irrigação de grandes áreas agrícolas, organizada de modo a realizar o aproveitamento das substâncias fertilizantes contidas nos Efluentes, os Campos de Infiltração se destinam exclusivamente à depuração natural dos esgotos. Paralelamente obtem-se ainda alguns benefícios para a agricultura. Entretanto, neste caso, a atividade agrícola deve ficar submetida às imposições do tratamento.

Os campos são construídos, na medida do possível, em um solo permeável a fim de que as áreas necessárias sejam mínimas. O solo funciona como unidade de tratamento primário e biológico até certa profundidade. São instaladas tubulações de drenagem com cerca de 10 metros de espaçamento e no mínimo a 1,0 metro de profundidade com a finalidade de recolher o efluente tratado e rebaixar o lençol freático.

Um tipo bastante simplificado de Campos de Infiltração são os Prados de Infiltração, executados inteiramente sem drenagem.

As exigências sanitárias para os Campos de Infiltração são as mesmas que para o caso da irrigação agrícola de grandes glebas.

Na Alemanha a Inspetoria Geral das Águas e da Energia regulamentou o uso agrícola dos esgotos, recomendando, entre outros, que seja efetuado um tratamento primário por meio de decantadores com tempo de detenção suficiente, 1.5 a 2 horas. Para que se evite o contágio de homens e animais pelos ovos de vermes e pelos germes patogênicos, recomenda-se a delimitação de faixas de segurança junto as comunidades, às rodovias importantes, às estradas de ferro, aos pomares e às hortas.

Nos Estados Unidos da América do Norte a utilização de esgotos é regulamentada por prescrições extremamen

te severas no que diz respeito ao pré-tratamento.

A taxa de aplicação varia de 75 m³/ha.dia a 225 m³/ha.dia (Ref. 7).

2.2. Filtros Intermitentes de Areia

A técnica dos Filtros Intermitentes de Areia foi desenvolvida há mais de 60 anos, nos Estados Unidos da América do Norte, e de lá para cá não houve mais modificações. Estes filtros tiveram sua origem na idéia de se abandonar completamente qualquer atividade agrícola paralela a fim de que pudesse ser diminuída a área requerida.

É imprescindível a existência de solo arenoso. A areia deve ser atravessada descontinuamente pelas águas servidas, devendo permanecer vazia durante um período de tempo suficiente longo para permitir a reaeração. Com esta finalidade divide-se a área em um grande número de leitos individuais com fundo perfeitamente horizontal. Colocam-se drenos de 1,0 metro de profundidade com espaçamento de 10,0 metros e diâmetro de 100 milímetros, a não ser que o dimensionamento hidráulico exija diâmetros maiores (Ref. 7).

Atualmente exige-se pré-tratamento por decantação. Deve-se ter um tanque de acumulação, com capacidade para armazenar o volume a ser tratado por um leito isoladamente, a fim de permitir a inundação rápida da unidade, objetivando uma distribuição uniforme por toda a superfície. O tanque de acumulação pode ser construído como tanque fluxível, com descarga automática.

A taxa de aplicação admissível aos filtros intermitentes de areia está ligada ao diâmetro efetivo dos grãos do solo, podendo variar, no caso de esgotos decantados, entre 300 m³/ha.dia e 750 m³/ha.dia (Ref. 7).

A eficiência dos filtros intermitentes de areia é muito elevada. A redução da D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) ultrapassa geralmente 90% e a da Contagem de

Bactérias os 95%. Produz um efluente cristalino e, devido a sua simplicidade, é também adequado às pequenas populações.

Pode ser aplicado eficientemente ao tratamento de alguns despejos industriais, tais como os de cervejarias, destilarias, fábricas de papel e lanifícios.

Conforme acima mencionado, as taxas de aplicação recomendadas para esgotos domésticos pré-decantados variam entre 300 m³/ha.dia e 750 m³/ha.dia.

Apesar de todos os cuidados a colmatação vai tomando conta das camadas mais profundas do filtro, quando então deve-se renovar a areia da camada superior; após algumas dezenas de anos a eficiência de toda a área se reduz consideravelmente.

A operação dos filtros intermitentes pode ser mantida mesmo no inverno em regiões de clima frio. Para tal os esgotos devem ser distribuídos a alguns poucos leitos, aumentando-se, conseqüentemente, a altura da lâmina d'água (20 a 30 cm) de modo a permitir a formação de uma crosta de gelo abaixo da qual se faz a distribuição das águas, diminuindo-se assim, a área exposta às perdas de calor. Em vários pontos da superfície de areia são amontoados montículos, para efeito de aeração, com os cumes emergindo acima da superfície do gelo. Com a entrada da primavera são secados os leitos utilizados durante o inverno, removendo-se o lodo superficial e nivelando-os novamente (Ref. 7).

2.3. Colmatação

Como todos nós sabemos, colmatação é o preenchimento dos espaços vazios, entre os grãos do solo, pelo material sólido contido no líquido que fazemos passar através do mesmo. Depende da quantidade de sólidos em suspensão contido no líquido e do volume e frequência com que o fazemos passar através do terreno.

Para o dimensionamento das Bacias de Infiltra

ção, ou seja, determinar a área necessária, é preciso determinar a Taxa de Aplicação que podemos utilizar.

Entende-se como Taxa de Aplicação o volume de líquido por unidade de área e por unidade de tempo que pode ser aplicado ao solo sem que se processe a colmatação, durante um período de tempo pré-estabelecido. Ou seja:

$$X = \frac{V}{A.t}$$

onde:

X - taxa de aplicação

V - volume, no nosso caso em m³

t - tempo, no nosso caso em dias

A - área, no nosso caso em hectares (ha.)

Adotaremos:

$$x = m^3/ha.dia$$

No caso em estudo o período de tempo crítico, ou seja, aquele em que as Bacias teriam que funcionar a plena capacidade, é o dos meses de veraneio; dezembro, janeiro, fevereiro e março (15/12 à 15/3 do ano seguinte).

Partindo das taxas de aplicação recomendadas em função da granulometria do solo, por Gloyne (Ref. 6) e Imhoff (Ref. 7), experimentamos alguns valores para determinar o que melhor se ajustava as nossas condições. A taxa ótima seria aquela que nos desse o maior valor de m³/ha.dia sem que houvesse colmatação durante os três meses críticos.

As taxas adotadas e seus respectivos tempos de infiltração serão abordados mais detalhadamente no item 5.1.

2.4. Poluição Química

A origem dos esgotos permite classificar as características químicas em dois grandes grupos:

a) da matéria orgânica

b) da matéria inorgânica

a) Matéria Orgânica

Cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio são de origem orgânica. Geralmente estes compostos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e nitrogênio, algumas vezes com enxôfre, sódio, fósforo e potássio.

Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos principalmente por: compostos de proteínas (40 a 60%); carboidratos (25 a 50%); gordura e óleos (10%); uréia, surfatans, fenois, pesticidas (em menor quantidade), etc.

As proteínas são produtores de nitrogênio, e contêm carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, algumas vezes fósforo, enxôfre e ferro. As proteínas são o principal constituinte de organismo animal, mas ocorrem também em plantas. O gás sulfídrico presente nos esgotos é proveniente do enxôfre fornecido pelas proteínas.

Os carboidratos contêm carbono, hidrogênio e oxigênio. São as primeiras substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com produção de ácidos orgânicos. Entre os principais exemplos de carboidratos podemos citar os açúcares, a celulose, o amido e a fibra da madeira.

Gordura é um termo que normalmente é usado para se referir à matéria graxa, aos óleos e às substâncias semelhantes encontradas no esgoto. A gordura está sempre presente no esgoto doméstico proveniente do uso da manteiga, óleos vegetais, em cozinha, da carne, etc. Pode estar presente também sob a forma de óleos minerais derivados do petróleo, neste caso sua presença é altamente indesejável, pois geralmente são contribuições não permitidas (de garagens, postos de gasolina, indústrias) que chegam as canalizações em grandes volumes ou grande concentração.

As gorduras e muito particularmente os óleos minerais, não são desejáveis nas unidades de transporte e tratamento dos esgotos. No caso do lançamento sobre a areia, esta seria a principal causadora da colmatação, conforme observações feitas no campo piloto.

Os surfatans são constituídos por moléculas orgânicas com a propriedade de formar espuma no corpo receptor ou na estação de tratamento em que o esgoto é lançado. Tendem a se agregar a interface ar-água, e no caso das Bacias de Infiltração dificultaria a reaeração da areia. O tipo mais comum é o chamado ABS (alquil-benzeno-sulfonado), típico dos detergentes sintéticos e que apresenta resistência à ação biológica. Outro tipo de surfatan é o LAS (alquil-sulfonado-linear) que é bio-degradável.

Os fenóis são compostos orgânicos, originados em despejos industriais, principalmente, e que tem a propriedade de causar, ainda que em baixa concentração, gosto característico à água.

Os pesticidas e demais compostos químicos orgânicos são utilizados, principalmente, na agricultura, e, como tal, não costumam chegar às galerias de esgoto urbano, mas aos rios e corpos receptores, sendo, no entanto, uma fonte de poluição e toxidez à vida aquática.

A forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente é através da determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Esta determinação, padronizada pelo "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar bioquimicamente a matéria orgânica presente numa amostra, após um tempo dado e a uma temperatura dada.

Pode-se conhecer a presença e aquilatar o grau de estabilização da matéria orgânica pela verificação da forma como estão presentes os compostos de nitrogênio na água residual. O nitrogênio presente no esgoto fresco está quase todo combinado sob a forma de proteína e uréia; as bactérias no seu trabalho de oxidação bioquímica transformam o nitrogênio presente primeiramente em amônia, depois em nitritos e depois em nitratos.

Além das determinações de DBO e das formas de nitrogênio, há outros que podem caracterizar a matéria orgânica-

ca, como:

- determinação do oxigênio consumido (O.C.), não utilizado em termos práticos para esgoto;
- determinação do oxigênio dissolvido (O.D.), válido apenas em corpos d'água;
- medição de fração de sólidos voláteis nos totais, sujeita a muitos erros;
- demanda química de oxigênio (D.Q.O.), que corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a fração orgânica de uma amostra que seja oxidável pelo dicromato de potássio em solução ácida, sendo que uma das grandes vantagens da D.Q.O. sobre a D.B.O. é que permite respostas em tempo muito menor (2 horas pelo método do dicromato e com alguns aparelhos recentemente desenvolvidos, o teste é realizado em cerca de 2 minutos);
- demanda total de oxigênio (D.T.O.), que consiste em uma determinação instrumental capaz de não ser afetada por certos poluentes que interferem mesmo no teste da D.Q.O. (por exemplo, amônia e benzeno), sendo o teste realizado em cerca de 3 minutos;
- demanda teórica de oxigênio (D.Te.O.) que corresponde à quantidade de oxigênio que estequiometricamente seria necessário para oxidar completamente determinado composto (trata-se de um valor calculado, e não medido experimentalmente, como os demais métodos anteriormente mencionados);
- carbono orgânico total (C.O.T.), testes que são baseados na oxidação do carbono da matéria orgânica a dióxido de carbono e na determinação de CO_2 pela absorção em KOH ou por sistema instrumental (Ref. 11).

As referências 15 e 19 descrevem os aparelhos utilizados na D.Q.O., e a referência 8 descreve um dos instrumentos utilizados na D.T.O.

As referências 4 e 5 descrevem métodos de caracterização de matéria orgânica baseados na oxidação do carbono.

b) Matéria Inorgânica

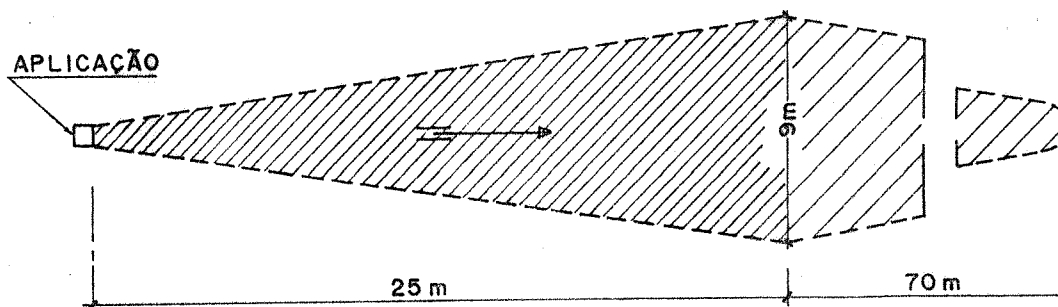
A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada, principalmente, pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas. A areia é proveniente de águas de lavagem das ruas e de águas do subsolo que chegam às galerias de modo indevido, infiltrando-se através das juntas das canalizações (Ref. 11).

Outros constituintes mais comuns são:

- Os compostos do enxôfre, em particular os sulfatos e o gás sulfídrico, este último sendo formado pela ação de bactérias, causando problemas de odor e corrosão;
- os compostos do nitrogênio e do fósforo, que são essenciais ao crescimento biológico, em proporções adequadas;
- sais de ferro, que podem afetar os processos biológicos de tratamento causando colmatação do meio filtrante;
- cloretos, provenientes tanto de contribuição humana como do lençol subterrâneo, em particular nas regiões da costa;

A nossa preocupação com a poluição química é devido ao fato dela poder afetar, através do lençol freático, as condições ecológicas das lagoas existentes na região, utilizadas em Capão da Canoa e Atlantida como mananciais de abastecimento e em Tramandaí como criadouro de peixes.

Sabe-se que a poluição química de um solo de areia fina e o lençol freático com uma velocidade de 1,0 a 3,0 m por dia distribuí-se na forma de um losângulo com uma largura de 9 m e um comprimento de, aproximadamente, 95 m (Ref. 20) conforme figura a seguir.



2.5. Poluição Bacteriológica

A bacteriologia do esgoto constitui, sem dúvida alguma, matéria de alto significado, pois, o objetivo do afastamento dos despejos, se esteticamente é uma necessidade, sanitariamente, por causa da transmissibilidade bacteriana das doenças, passa a ser uma imposição.

Os principais organismos encontrados nos esgotos e nos rios são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, as algas e outros grupos de plantas e de animais.

As bactérias constituirão, talvez, o elemento mais importante deste grupo de organismos, responsável que são pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas unidades de tratamento biológico. São uma forma de alimento dos protozoários, nas operações de depuração

biológica, servindo como elemento mantenedor do equilíbrio entre as diferentes formas de organismos.

As algas, embora existam nas estações de tratamento (Lodos Ativados, etc.), se desenvolvem com o lançamento do efluente de estações de tratamento, ricos em nutrientes (nitratos e fosfatos), chegando mesmo a ser um fator indesejado quando o crescimento se dá em demasia. Em alguns casos se torna necessário a retirada de pelo menos um dos elementos nutrientes, em geral os fosfatos que são de mais fácil remoção. No tratamento de esgotos deve-se ter um cuidado especial, quando o corpo receptor é um lago ou lagoa, para não causar um enriquecimento de nutrientes o que provocaria a eutroficação ou eutrofização.

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar a poluição de origem humana, e para medir a grandeza desta contribuição, usa-se adotar os organismos do grupo coliforme como indicadores.

Coliforme é toda bactéria capaz de fermentar e produzir gás em 48 horas e a 37°C, quando semeado em caldo lactosado em condições aeróbias. Um estudo realizado em 1528 espécies bacterianas mostrou-nos que existem 36 espécies diferentes de coliformes. Dessas 36 espécies de coliformes, 26 não são encontradas nas fezes, 8 podem ser encontradas em fezes e somente duas são exclusivamente fecais: o *Escherichia coli* e o *Escherichia aurescens*. Destas duas que são exclusivamente fecais, apenas uma variedade da *E. coli* é patogênica, causando as chamadas diarréias agudas infantis (Ref. 2).

Recentemente, foram desenvolvidos testes para medir coliformes totais, fecais e estreptococcus fecais. A medida dos coliformes é dada por uma estimativa estatística da sua concentração, conhecida como o Número Mais Provável de Coliformes (NMP/ml ou NMP/100 ml), determinada por técnicas próprias de laboratório (Ref. 13). O esgoto bruto contém cerca de 10^8 a 10^{11} NMP/100 ml.

Até o presente momento, na Engenharia Sanitária

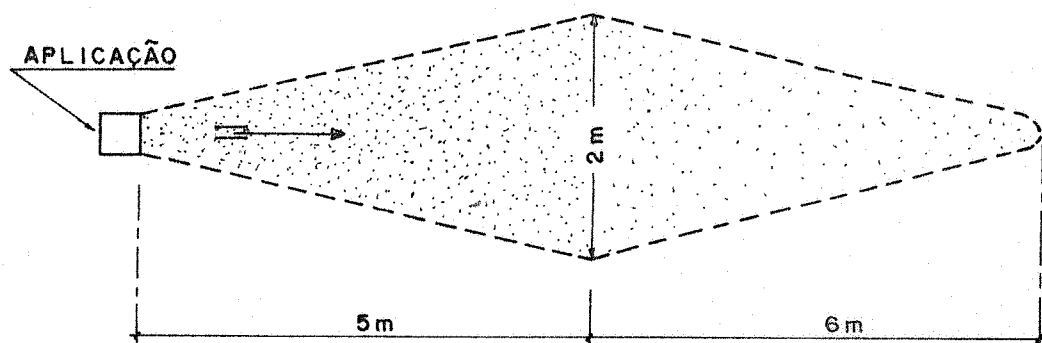
os coliformes tem sido utilizados como indicadores de poluição, segundo a maioria, e como indicadores de possível contaminação, segundo alguns. Entretanto, segundo estudos e pesquisas realizadas por Evandro Brito (Ref. 2), a utilização de coliformes como indicadores de contaminação é totalmente desaconselhável pela falta de segurança no diagnóstico e como um indicador de poluição deve também ser considerada com muito cuidado, pois o número de coliformes encontrado em uma amostra não guarda qualquer correlação com os parâmetros indicadores de poluição de um determinado efluente sanitário. É importante observar que este é um ponto bastante discutido, pois existem outros pesquisadores que não concordam com estas recomendações.

Deve-se considerar como principais elementos poluidores de um corpo receptor, em se tratando de efluentes sanitários, os seguintes parâmetros (Ref. 2):

- a) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
- b) Sólidos Decantáveis (SD)
- c) Sólidos em Suspensão Total (SST)
- d) Nutrientes, sob a forma de nitrogênio e fósforo.

A bactéria coliforme, sozinha, exceto uma das espécies de *E. coli*, não transmite qualquer doença; mas se excretada por um indivíduo doente, portador de um organismo patogênico, ela virá acompanhada deste organismo capaz de trazer as conhecidas doenças de veiculação hídrica.

Segundo Wagner (Ref. 20) a configuração da poluição bacteriológica de um solo constituído de areia fina, com um lençol freático a uma velocidade entre 1,0 e 3,0 m/dia, se dá na forma de um losângulo com 11,0 metros de comprimento e 2,0 metros de largura.



Como nossos estudos se destinam a núcleos populacionais abastecidos por mananciais de superfície, onde, para fins de suprimento, não é usado o lençol freático das imediações, o problema da poluição bacteriológica do mesmo não nos causará transtornos. No entanto, como foi citado anteriormente, devemos nos preocupar com o andamento da poluição química que poderia alcançar os mananciais explorados, no caso as lagoas existentes, causando a eutrofização ou seja, o crescimento exagerado de algas, com suas consequências de desequilíbrio ecológico.

III - MATERIAL E METODOLOGIA

3.0. Planta Piloto de Torres

Construiu-se um Campo Piloto de Infiltração, de tamanho reduzido, em Torres devido ao fato da existência, naquele local, de uma Estação de Tratamento Primário de Esgoto, da CORSAN, onde havia espaço disponível, apoio logístico da referida Empresa, laboratório, mão-de-obra auxiliar para cravação de ponteiros, escavação das bacias experimentais, etc., e a natureza do terreno ser semelhante a de Capão da Canoa e Tramandaí (areia fina e regular).

O Campo Piloto, conforme as figuras nºs 1, 2 e 3, era constituído por três bacias de infiltração e uma série de Ponteiros Filtrantes para coleta de amostras, dispostas na menor distância entre as bacias e o Rio Mampituba a intervalos pré-estabelecidos, tabela nº 6.

Em uma segunda etapa, devido à variação da direção do fluxo do lençol freático, foram cravadas duas linhas de Ponteiros paralelas ao rio, tabelas nºs 7 e 8.

Devido à proximidade do mar e do rio Mampituba a direção do fluxo do lençol freático era variável, dependia da maré e do nível do rio.

As bacias, conforme fig. nº 3, foram construídas de tal modo que ficassem ao mesmo nível que o terreno original uma vez que a área da E.T.E. foi terraplanada. Seus taludes foram protegidos por leivas de gramíneas existentes na região. Para facilidade de operação os leitos das bacias tinham 2,0 m² cada (forma retangular).

O esgoto era retirado, por meio de um sifão, da canaleta que abastece os tanques Imhoff existentes na E.T.E. O sifão foi feito com tubo de P.V.C. rígido de duas polegadas de diâmetro e uma mangueira plástica, do mesmo diâmetro, provida de um registro de gaveta na sua extremidade que mantinha o conjunto escorvado. A canaleta de abastecimento dos tanques recebe esgoto fresco bruto através de uma tubulação de recalque.

O Campo Piloto teve a finalidade de promover as observações e determinar os parâmetros que servirão para uma tomada de decisão por parte da CORSAN, quando forem implantados os Sistemas de Esgotos das demais Cidades Balneárias ao longo da faixa arenosa atlântica.

3.1. Operação das Bacias de Infiltração

Como falamos anteriormente, o Campo Piloto foi dividido em três bacias, usou-se o abastecimento intermitente para facilitar a reaeração.

Sendo a faixa costeira constituída por areia fina $T_e = 0,12$ mm e Coeficiente de Uniformidade = 1,41 (fig. 5 e tabela 16), começamos com uma taxa de aplicação de $450 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$, conforme os limites estabelecidos por Gloyna (Ref. 6) e Imhoff (Ref. 7), o que corresponde a uma lâmina d'água de 4,5 cm, e, a partir de observações no Campo Piloto e de um Valo de Infiltração existente na localidade de Capão da Canoa, adotamos outras taxas.

Usou-se, inicialmente, $450 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$, $1.800 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$ e $3.600 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$.

A intermitencia permite a reaeração e aumenta a capacidade de absorção da areia (Imhoff).

Às 7:00 horas, a primeira bacia recebia 90 litros de esgoto: correspondente à $450 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$.

Às 7:00 e às 19:00 horas, a segunda recebia 180 litros de esgoto: correspondente à $1.800 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$.

Às 7:00, 11:00, 15:00 e às 19:00 horas, a terceira recebia 180 litros de esgoto: correspondente à $3.600 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$.

A fim de permitir a inundação rápida das bacias, objetivando uma distribuição uniforme por toda a superfície, usou-se dois recipientes plásticos, um com capacidade de 60 litros e outro com capacidade de 30 litros, que, depois de cheios com esgoto da derivação, eram despejados nas mesmas. Para evitar danos aos leitos filtrantes, revolvimento da areia causado

pelo despejo do esgoto, colocavamos placas de cimento amianto no fundo das bacias enquanto efetuavamos a operação.

Diariamente foi observado o comportamento de ca da bacia; tempo de infiltração e surgimento de crostas.

A bacia 3, taxa de aplicação de $3.600 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$ colmatou no quarto dia e a bacia 2, taxa de aplicação de $1.800 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$, no décimo dia.

As taxas de aplicação iniciais nas bacias 2 e 3 revelaram-se, portanto, excessivas, decidindo-se abandoná-las e adotar outras pouco superiores a da bacia 1.

No dia 13 de fevereiro foi removida a areia colmatada das bacias 2 e 3 e substituída por igual camada de areia limpa, adotando-se, então, a partir do dia 14 do mesmo mês, ou tras taxas de aplicação.

Às 7:00 e às 19:00 horas, a segunda bacia passou a receber 90 litros de esgoto: correspondente a $900 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$.

Às 7:00, 13:00 e às 19:00 horas, a terceira bacia passou a receber 90 litros de esgoto: correspondente a $1.350 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$.

Os tempos de infiltração, em minutos, das diferentes bacias e respectivas taxas de aplicação, bem como a pre cipitação pluviométrica total do dia, dados fornecidos pelo 8º Distrito Meteorológico, estão nas tabelas nºs 1, 2, 3, 4 e 5 e fig. nº 4.

Não prosseguimos durante a noite por comodidade do operador. A diferença para a realidade não será grande, con siderando a diminuição noturna da vazão.

É importante frisar que trabalhamos com esgoto bruto fresco, uma vez que o único tratamento recebido pelo mesmo antes do seu lançamento era o gradeamento grosseiro.

A evaporação não foi considerada porque, em vir tude do seu baixo valor, o erro cometido é desprezível. Segundo os autores do Sub-Projeto Sombrio (Ref. 3), temos, para a região de Torres, os seguintes valores de Evapotranspiração Po tencial Total (E.T.P.):

Mês	E.T.P. Mensal (mm)	E.T.P. Diária (mm)
Janeiro	105.8	3.41
Fevereiro	98.3	3.51
Março	95.6	3.08
Abril	70.9	2.36

Sabemos que (Ref. 12):

$$\text{Coeficiente do tanque Evaporimétrico} = \frac{\text{Evaporação do Lago (E.T.P.)}}{\text{Evaporação do Tanque}}$$

$$\text{Coeficiente do Tanque Evaporimétrico} = 0.75$$

$$\text{Evaporação do Tanque} = \frac{\text{E.T.P.}}{0.75}$$

Logo os valores de Evaporação são:

Mês	Evaporação Diária (mm)
Janeiro	4.55
Fevereiro	4.68
Março	4.11
Abril	3.15

Os dados acima são referentes à água natural e não à esgoto. É bem conhecido que a Evaporação pode diminuir quando se utiliza camadas de óleo na superfície do líquido.

Como estávamos lidando com esgoto, que contém óleos e gorduras, estes valores, na realidade, são menores, motivo pelo qual os desprezamos.

3.2. Parâmetros Escolhidos para Determinar a Poluição Química, Coleta de Amostras e Trabalhos de Laboratório

Para o acompanhamento da poluição química foram escolhidos os seguintes parâmetros:

- a) Cloretos
- b) Nitritos
- c) Nitratos
- d) Nitrogênio Amoniacal
- e) Nitrogênio Orgânico

a) Cloretos

Os cloretos, na forma de íons Cl^- , são um dos principais anions nas águas residuais porque o cloreto de sódio é um artigo comum na comida e passa sem modificações através do sistema digestivo. Assim, os excretos humanos, particularmente a urina, contêm uma quantidade de cloretos mais ou menos igual àquela consumida (Ref. 13 e 16).

Para determinação dos cloretos utilizou-se o Método de Volhard, descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Ref. 13).

b) Nitritos

O nitrogênio presente no esgoto fresco está quase todo combinado sob forma de proteína e uréia; as bactérias no seu trabalho de oxidação biológica transformam o nitrogênio presente primeiramente em amônia, depois em nitritos e depois em nitratos. A concentração com que o nitrogênio aparece sob estas várias formas indica a idade do esgoto e, ou, sua estabilização em relação à demanda de oxigênio.

Sendo uma etapa do ciclo do nitrogênio, os nitritos apresentam-se nas águas como um produto intermediário nos processos de oxidação ou redução.

Para a determinação dos nitritos utilizou-se os equipamentos e reagentes recomendados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Ref. 13).

Os nitritos são muito instáveis e se oxidam facilmente para a forma de nitratos, sua presença indica uma poluição já antiga.

c) Nitratos

Os nitratos representam a fase mais altamente oxidada do ciclo do nitrogênio e alcançam normalmente, concentrações importantes nas etapas finais da oxidação biológica.

Podem ser utilizados por algas ou outras plantas para formar proteínas, que por sua vez podem ser utilizadas por animais para formar proteína animal. A decomposição e morte da proteína vegetal e animal, pela ação das bactérias, gera o nitrogênio amoniacal, completando, assim, o ciclo do nitrogênio.

Em quantidades excessivas, os nitratos causam a doença conhecida como Metahemoglobinemia Infantil.

Na sua determinação foi empregado o Método do Ácido Fenol-dissulfônico, descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Ref. 13).

d) Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal se encontra presente em águas superficiais e em águas subterrâneas. Sendo um produto da atividade microbiológica, quando é encontrado em águas superficiais se aceita, às vezes, como uma evidência química da contaminação sanitária. Sua presença em águas subterrâneas é bastante comum, como resultado de processos naturais de redução.

Para sua determinação utilizou-se o Método de Destilação, descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Ref. 13), uma vez que queríamos determinar, também, o nitrogênio orgânico.

e) Nitrogênio Orgânico

Uma elevação no teor de nitrogênio orgânico se relaciona, frequentemente, com a contaminação de uma fonte de

água por esgotos ou despejos industriais. Contribuem para a formação de nitrogênio orgânico na água, em diversos graus, os aminoácidos, os polipéptidos e as proteínas, todos eles produtos de processos biológicos.

Para a sua determinação usou-se o Método de Kjeldahl Modificado, segundo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (ref. 13), obtendo-se primeiro o nitrogênio amoniacal e, por diferença, o nitrogênio orgânico.

Para as análises químicas fazia-se, às 7:30 horas, coleta de amostras das diversas Pontei^ras. Diariamente eram feitas análises de cloretos, nitritos e nitratos de todas as Pontei^ras e uma análise de nitrogênio orgânico e de nitrogênio amoniacal. Assim, temos, para cada Pontei^ra, uma análise semanal de nitrogênio orgânico e de nitrogênio amoniacal.

Quando se implantou as linhas de Pontei^ras para lelas ao rio passou-se a fazer duas análises diárias de nitrogênio orgânico e amoniacal de modo a nos fornecer uma análise semanal de cada poço. As análises de cloreto, nitritos e nitratos eram feitas, diariamente, de todas as Pontei^ras.

Determinávamos, diariamente, cloretos, nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal do esgoto in-natura, bem como sua DBO₅ a cada 15 dias.

A bomba utilizada para obtenção das amostras de água foi uma bomba manual, de pistão, confeccionada com tubo de P.V.C. rígido de uma polegada, provida de uma mangueira plástica de meia polegada de diâmetro e três metros de comprimento e uma válvula de retenção. Antes da coleta da amostra, a válvula de retenção e a mangueira eram lavadas com água do poço em que estávamos trabalhando. Por motivos econômicos não se construiu uma bomba para cada Pontei^ra. O líquido retirado dos poços, um litro de cada, era colocado em um frasco escuro com tampa e levado para o laboratório.

Antes do lançamento do esgoto nas bacias foram executadas análises dos parâmetros escolhidos, para se determinar o grau de poluição da área em que iríamos trabalhar, tabela nº 9.

Os resultados das análises, obtidos após o lançamento do esgoto, de cloretos, nitritos, nitratos, nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal das diferentes ponteiros estão respectivamente, nas tabelas números 10, 11, 12, 13 e 14.

As análises de DBO_5 do esgoto in-natura estão na tabela nº 15.

Todas as análises foram executadas, por técnicos da CORSAN, Companhia Riograndense de Saneamento, no laboratório existente na E.T.E., segundo as instruções do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Ref. 13).

Durante a experiência, como a análise dos parâmetros escolhidos não levasse a nenhuma conclusão, foram feitos diversos nivelamentos do lençol freático e foi cavada uma trincheira para observação do perfil geológico. Havia camadas intermediárias semi-impermeáveis entre a parte superior e o freático. Além disso este conservou-se sempre abaixo do nível normal, em consequência de forte estiagem.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.0. Tabelas

Tabela 1 - Tempo de Infiltração da Bacia 1 e Precipitação Total Diária
Taxa de Aplicação de 450 m³/ha.dia

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Precipitação (mm)	Observação
14-01-78	7:00	09	0.0	-
15-01-78	-	-	0.0	-
16-01-78	7:00	08	0.0	-
17-01-78	7:00	09	0.0	-
18-01-78	7:00	13	0.9	-
19-01-78	7:00	14	0.5	-
20-01-78	7:00	12	5.0	-
21-01-78	7:00	16	10.9	-
22-01-78	-	-	0.0	-
23-01-78	7:00	09	0.0	-
24-01-78	7:00	11	22.1	-
25-01-78	7:00	13	2.9	-
26-01-78	7:00	10	7.6	-
27-01-78	7:00	13	0.0	-
28-01-78	7:00	12	0.0	-
29-01-78	-	-	6.6	-
30-01-78	7:00	20	9.6	-
31-01-78	7:00	14	28.7	-

Tabela 1 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Precipitação (mm)	Observação
01-02-78	7:00	11	4.6	-
02-02-78	7:00	11	34.3	-
03-02-78	7:00	14	18.2	-
04-02-78	7:00	20	10.6	-
05-02-78	-	-	0.0	-
06-02-78	7:00	15	0.0	-
07-02-78	7:00	13	0.0	-
08-02-78	7:00	13	0.0	-
09-02-78	7:00	20	0.0	-
10-02-78	7:00	15	0.0	-
11-02-78	7:00	15	0.0	-
12-02-78	-	-	14.2	-
13-02-78	7:00	13	0.0	-
14-02-78	7:00	13	0.0	-
15-02-78	7:00	18	1.3	-
16-02-78	7:00	20	2.0	-
17-02-78	7:00	18	2.9	-
18-02-78	7:00	15	0.0	-
19-02-78	-	-	0.3	-
20-02-78	7:00	15	0.0	-

Tabela 1 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Precipitação (mm)	Observação
21-02-78	7:00	20	8.0	-
22-02-78	7:00	22	3.9	-
23-02-78	7:00	22	0.0	-
24-02-78	7:00	23	0.0	-
25-02-78	7:00	27	0.0	-
26-02-78	-	-	0.0	-
27-02-78	7:00	29	0.0	-
28-02-78	7:00	48	0.0	-
01-03-78	7:00	40	1.2	-
02-03-78	7:00	20	15.3	-
03-03-78	7:00	20	2.2	-
04-03-78	7:00	17	0.0	-
05-03-78	-	-	0.0	-
06-03-78	7:00	12	0.0	-
07-03-78	7:00	15	0.3	-
08-03-78	7:00	10	0.0	-
09-03-78	7:00	11	0.0	-
10-03-78	7:00	15	0.0	-
11-03-78	7:00	20	34.8	-
12-03-78	-	-	0.2	-

Tabela 1 - Continuação

<u>Data</u>	<u>Hora do Lançamento</u>	<u>Tempo de Inf. (minutos)</u>	<u>Precipitação (mm)</u>	<u>Observação</u>
13-03-78	7:00	10	0.0	-
14-03-78	7:00	12	0.0	-
15-03-78	7:00	13	0.0	-
16-03-78	7:00	13	0.0	-
17-03-78	7:00	11	0.0	-
18-03-78	7:00	15	0.0	-
19-03-78	-	-	0.0	-
20-03-78	7:00	15	0.0	-
21-03-78	7:00	20	22.8	-
22-03-78	7:00	13	3.7	-
23-03-78	7:00	13	8.2	-
24-03-78	7:00	10	1.8	-
25-03-78	7:00	11	0.0	-
26-03-78	-	-	1.0	-
27-03-78	7:00	11	7.9	-
28-03-78	7:00	12	0.0	-
29-03-78	7:00	13	0.0	-
30-03-78	7:00	18	0.0	-
31-03-78	7:00	23	0.0	-

Tabela 1 - Continuação

<u>Data</u>	<u>Hora do Lançamento</u>	<u>Tempo de Inf. (minutos)</u>	<u>Precipitação (mm)</u>	<u>Observação</u>
01-04-78	7:00	59	0.0	-
02-04-78	7:00	-	0.0	-
03-04-78	7:00	22	0.0	-
04-04-78	7:00	15	0.0	-
05-04-78	7:00	15	0.0	-
06-04-78	7:00	14	0.0	-
07-04-78	7:00	16	0.0	-
08-04-78	7:00	17	0.0	-
09-04-78	-	-	0.0	-
10-04-78	7:00	15	2.7	-
11-04-78	7:00	18	0.0	-
12-04-78	7:00	20	0.0	-
13-04-78	7:00	30	0.0	-
14-04-78	7:00	55	0.0	-
15-04-78	7:00	67	0.0	-

Tabela 2 - Tempo de Infiltração da Bacia 2 e Precipitação Total Diária
Taxa de Aplicação de 1.800 m³/ha.dia

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
14-01-78	7:00	16			-
	19:00	76	46' 0"	0.0	-
15-01-78	-	-		0.0	-
	-	-	-		-
16-01-78	7:00	26			
	19:00	37	31' 30"	0.0	-
17-01-78	7:00	27			
	19:00	77	52' 0"	0.0	-
18-01-78	7:00	61			
	19:00	194	127' 30"	0.9	-
19-01-78	7:00	232			
	19:00	181	206' 30"	0.5	-
20-01-78	7:00	226			
	19:00	288	257' 0"	5.0	-
21-01-78	7:00	491			
	19:00	756	623' 30"	10.0	-
22-01-78	7:00	-			
	19:00	-	-	0.0	-
23.01.78	7:00	477			
	19:00	-	-	0.0	-
24-01-78	-	-			
	-	-	-	22.1	Às 7:00 h havia uma lâmina d'água de 1,0 cm.

Tabela 3 - Tempo de Infiltração da Bacia 3 e Precipitação Total Diária
Taxa de Aplicação de 3.600 m³/ha.dia

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
14-01-78	7:00	15	27' 0"	0.0	-
	11:00	23			
	15:00	26			
	19:00	44			
15-01-78	-	-	-	0.0	-
	-	-			
	-	-			
	-	-			
16-01-78	7:00	39	192' 30"	0.0	-
	11:00	137			
	15:00	177			
	19:00	417			
17-01-78	7:00	141	240' 40"	0.0	Faltou energia
	11:00	-			
	15:00	167			
	19:00	414			
18-01-78	7:00				Às 11:00 h havia uma lâmina d'água de 1,5 cm

Tabela 4 - Tempo de Infiltração da Bacia 2 e Precipitação Total Diária
Taxa de Aplicação de 900 m³/ha.dia

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
14-02-78	7:00 19:00	8 8	8' 0"	0.0	-
15-02-78	7:00 19:00	11 11	11' 0"	1.3	-
16-02-78	7:00 19:00	13 13	13' 0"	2.0	-
17-02-78	7:00 19:00	17 12	14' 30"	2.9	-
18-02-78	7:00 19:00	16 13	14' 30"	0.0	-
19-02-78	- -	- -	-	0.3	-
20-02-78	7:00 19:00	15 20	17' 30"	0.0	-
21-02-78	7:00 19:00	17 15	16' 0"	8.0	-
22-02-78	7:00 19:00	17 15	16' 0"	3.9	-

Tabela 4 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação																																																												
23-02-78	7:00	20	20' 0"	0.0	-																																																												
	19:00	20				24-02-78	7:00	27	28' 30"	0.0	-	19:00	30	25-02-78	7:00	41	39' 30"	0.0	-	19:00	38	26-02-78	-	-	-	0.0	-	-	-	27-02-78	7:00	36	71' 30"	0.0	-	19:00	107	28-02-78	7:00	95	84' 0"	0.0	-	19:00	73	01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-	19:00	90	02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"
24-02-78	7:00	27	28' 30"	0.0	-																																																												
	19:00	30				25-02-78	7:00	41	39' 30"	0.0	-	19:00	38	26-02-78	-	-	-	0.0	-	-	-	27-02-78	7:00	36	71' 30"	0.0	-	19:00	107	28-02-78	7:00	95	84' 0"	0.0	-	19:00	73	01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-	19:00	90	02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35				
25-02-78	7:00	41	39' 30"	0.0	-																																																												
	19:00	38				26-02-78	-	-	-	0.0	-	-	-	27-02-78	7:00	36	71' 30"	0.0	-	19:00	107	28-02-78	7:00	95	84' 0"	0.0	-	19:00	73	01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-	19:00	90	02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35												
26-02-78	-	-	-	0.0	-																																																												
	-	-				27-02-78	7:00	36	71' 30"	0.0	-	19:00	107	28-02-78	7:00	95	84' 0"	0.0	-	19:00	73	01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-	19:00	90	02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35																				
27-02-78	7:00	36	71' 30"	0.0	-																																																												
	19:00	107				28-02-78	7:00	95	84' 0"	0.0	-	19:00	73	01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-	19:00	90	02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35																												
28-02-78	7:00	95	84' 0"	0.0	-																																																												
	19:00	73				01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-	19:00	90	02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35																																				
01-03-78	7:00	65	77' 30"	1.2	-																																																												
	19:00	90				02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-	19:00	67	03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35																																												
02-03-78	7:00	35	51' 0"	15.3	-																																																												
	19:00	67				03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-	19:00	35																																																				
03-03-78	7:00	49	42' 0"	2.8	-																																																												
	19:00	35																																																															

Tabela 4 - Continuação

<u>Data</u>	<u>Hora do Lançamento</u>	<u>Tempo de Inf. (minutos)</u>	<u>Média dos Tempos</u>	<u>Precipitação (mm)</u>	<u>Observação</u>
04-03-78	7:00 19:00	35 25	30' 0"	0.0	-
05-03-78	- -	- -	-	0.0	-
06-03-78	7:00 19:00	19 58	38' 30"	0.0	-
07-03-78	7:00 19:00	77 80	78' 50"	0.3	-
08-03-78	7:00 19:00	77 85	81' 0"	0.0	-
09-03-78	7:00 19:00	82 35	58' 30"	0.0	-
10-03-78	7:00 19:00	72 45	58' 30"	0.0	-
11-03-78	7:00 19:00	138 -	138' 0"	34.8	Lançamento suspenso devido à chuva
12-03-78	- -	- -	-	0.2	-

Tabela 4 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
13-03-78	7:00	13			
	19:00	20	16' 30"	0.0	-
14-03-78	7:00	27			
	19:00	26	26' 30"	0.0	-
15-03-78	7:00	25			
	19:00	25	25' 0"	0.0	-
16-03-78	7:00	32			
	19:00	30	31' 0"	0.0	-
17-03-78	7:00	45			
	19:00	47	46' 0"	0.0	-
18-03-78	7:00	78			
	19:00	56	67' 0"	0.0	-
19-03-78	-	-			
	-	-	-	0.0	-
20-03-78	7:00	27			
	19:00	32	29' 30"	0.0	-
21-03-78	7:00	33			
	19:00	73	53' 0"	22.8	-

Tabela 4 - Continuação

<u>Data</u>	<u>Hora do Lançamento</u>	<u>Tempo de Inf. (minutos)</u>	<u>Média dos Tempos</u>	<u>Precipitação (mm)</u>	<u>Observação</u>
22-03-78	7:00 19:00	28 100	64' 0"	3.7	-
23-03-78	7:00 19:00	50 25	37' 30"	8.2	-
24-03-78	7:00 19:00	38 35	36' 30"	1.8	-
25-03-78	7:00 19:00	113 90	101' 30"	0.0	-
26-03-78	- -	- -	-	1.0	-
27-03-78	7:00 19:00	39 30	34' 30"	7.9	-
28-03-78	7:00 19:00	40 53	46' 30"	0.0	-
29-03-78	7:00 19:00	80 50	65' 0"	0.0	-
30-03-78	7:00 19:00	95 70	82' 30"	0.0	-
31-03-78	7:00 19:00	103 55	79' 0"	0.0	-

Tabela 4 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
01-04-78	7:00 19:00	202 245	223' 30"	0.0	-
02-04-78	- -	- -	-	0.0	-
03-04-78	7:00 19:00	105 205	155' 0"	0.0	-
04-04-78	7:00 19:00	118 175	146' 30"	0.0	-
05-04-78	7:00 19:00	178 265	221' 30"	0.0	-
06-04-78	7:00 19:00	179 260	219' 30"	0.0	-
07-04-78	7:00 19:00	196 255	225' 30"	0.0	-
08-04-78	7:00 19:00	253 240	246' 30"	0.0	-
09-04-78	- -	- -	-	0.0	-
10-04-78	7:00 19:00	223 180	201' 30"	2.7	-

Tabela 4 - Continuação

<u>Data</u>	<u>Hora do Lançamento</u>	<u>Tempo de Inf. (minutos)</u>	<u>Média dos Tempos</u>	<u>Precipitação (mm)</u>	<u>Observação</u>
11-04-78	7:00 19:00	276 275	275' 30"	0.0	-
12-04-78	7:00 19:00	393 635	514' 0"	0.0	-
13-04-78	7:00 19:00	362 610	486' 0"	0.0	-
14-04-78	7:00 19:00	433 700	566' 30"	0.0	-
15-04-78	7:00 19:00	400 680	540' 0"	0.0	-

Tabela 5 - Tempo de Infiltração da Bacia 3 e Precipitação Total Diária.

Taxa de Aplicação 1.350 m³/ha.dia

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
14-02-78	7:00	7	8' 0"	0.0	-
	12:00	9			
	19:00	8			
15-02-78	7:00	10	11' 40"	1.3	-
	12:00	15			
	19:00	10			
16-02-78	7:00	15	13' 40"	2.0	-
	12:00	12			
	19:00	14			
17-02-78	7:00	14	12' 40"	2.9	-
	12:00	13			
	19:00	11			
18-02-78	7:00	17	21' 40"	0.0	-
	12:00	25			
	19:00	23			
19-02-78	-	-	-	0.3	-
	-	-			
	-	-			
20-02-78	7:00	37	40' 20"	0.0	-
	12:00	41			
	19:00	43			
21-02-78	7:00	37	45' 0"	8.0	-
	12:00	50			
	19:00	48			

Tabela 5 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
22-02-78	7:00	29	37'20"	3.9	-
	12:00	40			
	19:00	43			
23-02-78	7:00	123	75'40"	0.0	-
	12:00	52			
	19:00	52			
24-02-78	7:00	152	111'40"	0.0	-
	12:00	75			
	19:00	108			
25-02-78	7:00	207	147'20"	0.0	-
	12:00	138			
	19:00	97			
26-02-78	-	-	-	0.0	-
	-	-			
	-	-			
27-02-78	7:00	90	93'20"	0.0	-
	12:00	80			
	19:00	110			
28-02-78	7:00	92	94'20"	0.0	-
	12:00	117			
	19:00	74			

Tabela 5 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
01-03-78	7:00	73			
	12:00	102			
	19:00	83	86' 0"	1.2	-
02-03-78	7:00	93			
	12:00	115			
	19:00	73	93' 40"	15.3	-
03-03-78	7:00	110			
	12:00	123			
	19:00	140	124' 20"	2.8	-
04-03-78	7:00	58			
	12:00	120			
	19:00	142	106' 40"	0.0	-
05-03-78	-	-			
	-	-			
	-	-	-	0.0	-
06-03-78	7:00	21			
	12:00	50			
	19:00	32	34' 20"	0.0	-
07-03-78	7:00	55			
	12:00	60			
	19:00	63	59' 20"	0.3	-

Tabela 5 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
08-03-78	7:00	60	66'40"	0.0	-
	12:00	75			
	19:00	65			
09-03-78	7:00	90	69' 0"	0.0	-
	12:00	95			
	19:00	22			
10-03-78	7:00	67	70'40"	0.0	-
	12:00	95			
	19:00	50			
11-03-78	7:00	180	180' 0"	34.8	Lançamento suspenso devido a chuva
	12:00	-			
	19:00	-			
12-03-78	-	-	-	0.2	-
	-	-			
	-	-			
13-03-78	7:00	15	26'40"	0.0	-
	12:00	37			
	19:00	28			
14-03-78	7:00	48	44'20"	0.0	-
	12:00	60			
	19:00	25			

Tabela 5 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
15-03-78	7:00	125	77' 20"	0.0	-
	12:00	65			
	19:00	42			
16-03-78	7:00	100	74' 0"	0.0	-
	12:00	75			
	19:00	47			
17-03-78	7:00	78	88' 20"	0.0	-
	12:00	127			
	19:00	60			
18-03-78	7:00	125	108' 0"	0.0	-
	12:00	132			
	19:00	67			
19-03-78	-	-	-	0.0	-
	-	-			
	-	-			
20-03-78	7:00	29	43' 40"	0.0	-
	12:00	80			
	19:00	22			
21-03-78	7:00	38	53' 40"	22.8	-
	12:00	85			
	19:00	38			

Tabela 5 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
22-03-78	7:00	106	131' 0"	3.7	-
	12:00	135			
	19:00	152			
23-03-78	7:00	288	187' 30"	8.2	Lançamento suspenso devido a chuva
	12:00	-			
	19:00	87			
24-03-78	7:00	217	458' 20"	1.8	-
	12:00	380			
	19:00	778			
25-03-78	7:00	-	169' 0"	0.0	Às 7:00h havia uma lâmina d'água de 0.5cm
	12:00	195			
	19:00	143			
26-03-78	-	-	-	1.0	-
	-	-			
	-	-			
27-03-78	7:00	52	55' 0"	7.9	-
	12:00	75			
	19:00	38			
28-03-78	7:00	103	73' 20"	0.0	-
	12:00	55			
	19:00	62			

Tabela 5 - Continuação

Data	Hora do Lançamento	Tempo de Inf. (minutos)	Média dos Tempos	Precipitação (mm)	Observação
05-04-78	7:00	60	56' 0"	0.0	-
	12:00	45			
	19:00	63			
06-04-78	7:00	37	48' 20"	0.0	-
	12:00	45			
	19:00	63			
07-04-78	7:00	89	78' 40"	0.0	-
	12:00	70			
	19:00	77			
08-04-78	7:00	61	66' 0"	0.0	-
	12:00	65			
	19:00	72			
09-04-78	-	-	-	0.0	-
	-	-			
	-	-			
10-04-78	7:00	41	56' 20"	2.7	-
	12:00	60			
	19:00	68			
11-04-78	7:00	88	87' 40"	0.0	-
	12:00	85			
	19:00	90			

Tabela 5 - Continuação

<u>Data</u>	<u>Hora do Lançamento</u>	<u>Tempo de Inf. (minutos)</u>	<u>Média dos Tempos</u>	<u>Precipitação (mm)</u>	<u>Observação</u>
12-04-78	7:00	90			
	12:00	110			
	19:00	108	102'40"	0.0	-
13-04-78	7:00	90			
	12:00	110			
	19:00	158	119'20"	0.0	-
14-04-78	7:00	125			
	12:00	190			
	19:00	250	188'20"	0.0	-
15-04-78	7:00	137			
	12:00	185			
	19:00	440	254' 0"	0.0	-

Tabela 6 - Ponteiros Filtrantes na Direção do Rio

Poço	Cota do Terreno (m)	Cota das Ponteiros (m)	Distância Poço - Bacias (m)
1	+ 2.99	+ 0.69	5.00
2	+ 2.98	+ 0.58	12.50
3	+ 2.42	+ 0.42	25.00
4	+ 2.36	+ 0.08	40.00
5	+ 1.96	- 0.41	60.00
6	+ 1.96	- 0.19	80.00
Rio	0.00	-	90.00

Tabela 7 - Primeira Linha de Ponteiros Paralela ao Rio

Poço	Cota do Terreno (m)	Cota das Ponteiros (m)	Distância entre Ponteiros em Relação à Ponteira 2 (m)
7*	+ 2.98	+ 0.58	7.50
2	+ 2.98	+ 0.58	0.00
8	+ 2.98	+ 0.58	7.50
9	+ 2.98	+ 0.58	15.00
10	+ 2.98	+ 0.58	22.50
Rio	0.00	-	-

* Ponteira localizada na direção montante ao Rio Mampituba.

Tabela 8 - Segunda Linha de Ponteiras Paralela ao Rio

Poço	Cota do Terreno (m)	Cota das Ponteiras (m)	Distância entre Ponteiras em Relação à Ponteira 3 (m)
3	+ 2.42	+ 0.42	0.00
11	+ 2.42	+ 0.42	10.00
12	+ 2.42	+ 0.42	17.50
Rio	0.00	-	-

Tabela 9 - Análises Executadas antes do Lançamento

Poço	Cloretos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Nitritos (mg/l)	N. Amoniacal (mg/l)	N. Orgânico (mg/l)
1	68	0.022	0.030	0.448	0.728
2	96	2.640	0.120	0.336	0.728
3	46	0.032	0.010	0.280	0.672
4	18	0.022	0.010	0.392	0.616
5	92	0.220	0.070	0.280	0.612
6	423	0.550	0.200	0.616	1.176
E.B.	82	-	-	-	-
Rio	3060	-	-	-	-

Tabela 10 - Cloretos (mg/l)

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
16-01-78	41	27	22	13	35	225	-	-	-	-	-	-	82
17-01-78	40	44	20	14	45	205	-	-	-	-	-	-	-
18-01-78	43	53	20	15	43	191	-	-	-	-	-	-	-
19-01-78	41	45	17	15	40	186	-	-	-	-	-	-	-
20-01-78	39	36	17	15	30	186	-	-	-	-	-	-	69
21-01-78	29	31	19	12	35	165	-	-	-	-	-	-	74
22-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-01-78	18	33	16	13	53	154	-	-	-	-	-	-	76
24-01-78	43	33	23	14	53	158	-	-	-	-	-	-	63
25-01-78	25	39	21	13	47	185	-	-	-	-	-	-	74
26-01-78	28	78	26	14	101	138	-	-	-	-	-	-	66
27-01-78	39	155	28	14	268	182	-	-	-	-	-	-	73
28-01-78	52	209	46	14	244	214	-	-	-	-	-	-	78
29-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02-78	85	402	136	23	193	477	-	-	-	-	-	-	57
02-02-78	135	370	197	19	204	449	-	-	-	-	-	-	84
03-02-78	123	346	208	59	69	409	-	-	-	-	-	-	79
04-02-78	148	337	123	53	34	313	-	-	-	-	-	-	72
05-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-02-78	107	346	74	45	56	271	-	-	-	-	-	-	96

Tabela 10 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
07-02-78	175	564	92	42	61	368	-	-	-	-	-	-	66
08-02-78	162	464	88	28	96	232	-	-	-	-	-	-	-
09-02-78	172	468	134	36	70	366	-	-	-	-	-	-	86
10-02-78	167	404	138	28	63	348	-	-	-	-	-	-	72
11-02-78	130	368	113	41	55	342	-	-	-	-	-	-	52
12-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-02-78	148	362	73	25	75	390	-	-	-	-	-	-	67
14-02-78	137	216	65	24	53	426	-	-	-	-	-	-	63
15-02-78	119	182	113	23	94	406	-	-	-	-	-	-	75
16-02-78	125	138	123	24	51	372	-	-	-	-	-	-	86
17-02-78	128	116	134	18	52	309	-	-	-	-	-	-	86
18-02-78	136	88	116	20	42	306	-	-	-	-	-	-	84
19-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-02-78	141	102	103	21	50	332	88	1450	1575	886	238	72	-
21-02-78	112	110	66	16	45	328	51	876	910	342	182	58	67
22-02-78	138	126	65	19	39	315	42	1150	228	82	118	62	71
23-02-78	154	142	105	21	42	327	35	938	150	52	112	68	73
24-02-78	157	148	81	39	38	277	34	536	58	36	118	68	67
25-02-78	155	130	73	16	34	216	38	264	44	36	228	68	65
26-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-02-78	147	164	82	17	33	242	35	148	30	34	326	76	87
28-02-78	134	97	75	18	24	253	38	68	28	44	356	82	58

Tabela 10 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
01-03-78	127	76	75	16	31	224	38	48	28	32	308	70	71
02-03-78	96	64	59	18	28	184	38	35	21	24	258	58	67
03-03-78	90	75	76	17	33	167	33	38	23	24	112	60	56
04-03-78	89	59	78	18	32	172	33	39	17	20	172	58	69
05-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-03-78	89	53	88	18	29	124	32	37	18	24	148	77	78
07-03-78	81	42	92	15	28	83	28	39	21	21	162	43	56
08-03-78	63	51	88	19	31	64	37	34	19	21	87	37	67
09-03-78	61	19	91	14	27	53	21	33	23	20	137	36	54
10-03-78	68	34	96	18	30	54	27	21	34	22	156	38	74
11-03-78	70	45	81	15	30	90	32	29	31	25	139	48	68
12-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-03-78	57	34	98	18	31	68	35	28	18	36	-	64	60
14-03-78	63	32	84	19	34	71	36	27	20	24	205	48	58
15-03-78	65	28	75	19	36	62	38	23	22	21	194	38	50
16-03-78	64	27	75	19	34	78	37	25	23	24	265	43	74
17-03-78	59	36	68	18	32	86	41	24	25	20	227	50	55
18-03-78	61	25	61	15	28	90	37	21	20	20	202	58	61
19-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-03-78	57	23	65	18	28	58	41	23	19	22	194	79	53
21-03-78	56	22	63	15	25	46	42	22	20	20	143	54	49
22-03-78	53	24	48	18	29	50	30	24	20	20	142	54	65

Tabela 10 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
23-03-78	57	25	49	16	28	50	41	25	20	20	151	49	68
24-03-78	53	24	55	16	23	58	40	25	19	20	191	52	75
25-03-78	54	26	54	16	28	58	39	29	21	22	201	48	67
26-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-03-78	55	27	54	17	27	56	35	28	20	21	187	41	70
28-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-03-78	45	26	54	15	21	54	44	35	20	21	198	28	55
31-03-78	45	28	51	17	55	32	46	36	20	20	177	35	68
01-04-78	44	24	41	15	30	44	46	36	21	24	161	34	54
02-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04-78	41	25	47	15	37	40	46	35	22	21	145	30	58
04-04-78	42	24	50	16	29	36	47	36	22	21	124	23	50
05-04-78	48	30	54	18	28	34	45	35	24	20	130	24	54
06-04-78	44	26	52	20	30	36	50	34	21	18	150	20	60
07-04-78	40	23	53	17	28	36	43	32	21	21	103	21	47
08-04-78	38	19	42	18	29	34	38	30	22	21	79	21	65
09-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 10 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
10-04-78	40	27	40	17	29	35	40	28	22	22	88	24	63
11-04-78	39	25	39	18	30	34	41	28	22	21	96	21	55
12-04-78	39	24	37	17	32	31	47	26	23	23	92	20	59
13-04-78	38	22	34	16	29	28	47	27	21	22	92	20	66
14-04-78	38	23	32	16	29	30	53	26	23	23	97	20	56
15-04-78	37	24	31	17	30	30	49	25	23	22	94	21	60

Tabela 11 - Nitritos (mg/l)

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
16-01-78	0.020	0.020	0.010	0.010	0.010	0.200	-	-	-	-	-	-
17-01-78	0.020	0.030	0.040	0.010	0.010	0.070	-	-	-	-	-	-
18-01-78	0.030	0.030	0.030	0.010	0.010	0.030	-	-	-	-	-	-
19-01-78	0.075	0.150	0.021	0.002	0.012	0.105	-	-	-	-	-	-
20-01-78	0.037	0.180	0.008	0.008	0.018	0.057	-	-	-	-	-	-
21-01-78	0.038	0.068	0.021	0.002	0.007	0.105	-	-	-	-	-	-
22-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-01-78	0.060	0.090	0.015	0.008	0.018	0.090	-	-	-	-	-	-
24-01-78	0.090	0.300	0.026	0.008	0.021	0.038	-	-	-	-	-	-
25-01-78	0.038	0.180	0.018	0.006	0.012	0.210	-	-	-	-	-	-
26-01-78	0.038	0.330	0.026	0.007	0.015	0.165	-	-	-	-	-	-
27-01-78	0.052	0.450	0.026	0.006	0.021	0.180	-	-	-	-	-	-
28-01-78	0.060	0.637	0.037	0.004	0.002	0.210	-	-	-	-	-	-
29-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02-78	0.330	0.360	0.068	0.008	0.015	0.165	-	-	-	-	-	-
02-02-78	0.635	0.420	0.150	0.003	0.012	0.180	-	-	-	-	-	-
03-02-78	0.420	0.420	0.270	0.026	0.015	0.330	-	-	-	-	-	-
04-02-78	0.420	0.360	0.300	0.015	0.015	0.300	-	-	-	-	-	-
05-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 11 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
06-02-78	0.660	0.420	0.068	0.008	0.008	0.330	-	-	-	-	-	-
07-02-78	0.540	0.420	0.600	0.012	0.006	0.540	-	-	-	-	-	-
08-02-78	1.200	0.525	0.600	0.015	0.012	0.300	-	-	-	-	-	-
09-02-78	0.540	0.375	0.600	0.012	0.009	0.420	-	-	-	-	-	-
10-02-78	0.600	0.165	0.600	0.008	0.006	0.375	-	-	-	-	-	-
11-02-78	0.750	0.375	0.750	0.021	0.008	0.375	-	-	-	-	-	-
12-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-02-78	0.450	0.067	0.450	0.004	0.004	0.262	-	-	-	-	-	-
14-02-78	0.540	0.075	0.270	0.012	0.008	0.450	-	-	-	-	-	-
15-02-78	0.600	0.067	0.165	0.004	0.006	0.450	-	-	-	-	-	-
16-02-78	0.600	0.075	0.128	0.004	0.004	0.540	-	-	-	-	-	-
17-02-78	0.750	0.053	0.128	0.006	0.003	0.375	-	-	-	-	-	-
18-02-78	0.750	0.060	0.075	0.004	0.003	0.150	-	-	-	-	-	-
19-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-02-78	0.825	0.067	0.090	0.000	0.000	0.210	0.000	0.420	0.075	0.255	0.270	0.090
21-02-78	0.600	0.128	0.068	0.006	0.001	0.300	0.003	0.003	0.026	0.600	0.075	0.300
22-02-78	1.050	0.270	0.038	0.001	0.003	0.210	0.001	0.001	0.525	0.750	0.053	0.127
23-02-78	0.420	0.210	0.021	0.001	0.004	0.210	0.001	0.003	0.750	0.750	0.038	0.090
24-02-78	1.050	0.270	0.026	0.000	0.001	0.270	0.001	0.001	1.200	0.600	0.030	0.052
25-02-78	0.900	0.210	0.026	0.009	0.004	0.180	0.001	0.000	1.050	0.600	0.060	0.052
26-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-02-78	0.900	0.210	0.038	0.006	0.001	0.210	0.003	0.003	0.900	0.750	0.075	0.090
28-02-78	0.750	0.180	0.045	0.004	0.001	0.240	0.001	0.001	0.600	0.600	0.060	0.045

Tabela 11 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
01-03-78	0.750	0.180	0.010	0.003	0.006	0.375	0.006	0.003	0.450	0.300	0.038	0.045
02-03-78	0.900	0.210	0.015	0.001	0.004	0.270	0.003	0.001	0.450	0.375	0.026	0.038
03-03-78	0.750	0.150	0.009	0.001	0.008	0.180	0.003	0.001	0.375	0.450	0.015	0.018
04-03-78	0.900	0.090	0.003	0.001	0.004	0.105	0.001	0.025	0.450	0.375	0.012	0.025
05-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-03-78	0.750	0.090	0.004	0.003	0.004	0.045	0.003	0.001	0.900	0.068	0.003	0.030
07-03-78	0.600	0.240	0.012	0.009	0.009	0.052	0.008	0.012	0.675	0.052	0.001	0.045
08-03-78	0.750	0.068	0.012	0.001	0.003	0.015	0.003	0.003	1.200	0.060	0.004	0.021
09-03-78	0.900	0.060	0.004	0.001	0.001	0.015	0.000	0.006	0.900	0.128	0.007	0.026
10-03-78	1.050	0.165	0.009	0.001	0.003	0.075	0.003	0.015	0.165	0.450	0.015	0.030
11-03-78	0.750	0.150	0.004	0.001	0.001	0.060	0.000	0.001	0.128	0.900	0.026	0.026
12-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-03-78	0.450	0.075	0.015	0.001	0.001	0.045	0.001	0.003	0.165	0.021	0.012	0.026
15-03-78	0.750	0.300	0.018	0.001	0.003	0.030	0.004	0.003	0.450	1.050	0.075	0.052
16-03-78	1.050	0.300	0.012	0.001	0.003	0.052	0.009	0.026	0.450	1.050	0.150	0.105
17-03-78	1.050	0.127	0.009	0.001	0.006	0.052	0.003	0.021	0.165	0.900	0.075	0.068
18-03-78	0.900	0.900	0.012	0.001	0.004	0.030	0.021	0.008	0.068	1.050	0.060	0.105
19-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-03-78	0.750	0.075	0.010	0.003	0.001	0.026	0.012	0.012	0.068	0.105	0.015	0.068
21-03-78	0.750	0.090	0.006	0.001	0.001	0.045	0.009	0.008	0.105	0.750	0.010	0.075

Tabela 11 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
22-03-78	1.200	0.210	0.008	0.003	0.004	0.030	0.038	0.015	0.009	1.200	0.045	0.105
23-03-78	1.050	0.165	0.006	0.001	0.003	0.038	0.030	0.030	0.021	1.050	0.052	0.180
24-03-78	1.200	0.180	0.015	0.001	0.004	0.030	0.030	0.030	0.026	1.050	0.090	0.127
25-03-78	1.500	0.240	0.021	0.004	0.008	0.038	0.090	0.038	0.045	0.900	0.165	0.210
26-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-03-78	1.200	0.240	0.015	0.003	0.009	0.038	0.068	0.038	0.045	0.300	0.105	0.210
28-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-03-78	0.900	0.127	0.004	0.001	0.004	0.038	0.105	0.075	0.006	1.050	0.090	1.200
31-03-78	0.900	0.210	0.018	0.003	0.026	0.006	0.068	0.015	0.015	0.900	0.165	1.600
01-04-78	0.750	0.127	0.021	0.001	0.006	0.018	0.052	0.012	0.004	0.600	0.068	0.900
02-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04-78	0.600	0.068	0.018	0.001	0.001	0.026	0.045	0.012	0.015	0.006	0.068	0.750
04-04-78	0.750	0.090	0.045	0.000	0.001	0.038	0.068	0.015	0.026	0.008	0.090	0.900
05-04-78	0.900	0.067	0.026	0.003	0.003	0.052	0.127	0.004	0.026	0.006	0.127	1.200
06-04-78	1.200	0.067	0.012	0.003	0.003	0.026	0.090	0.003	0.015	0.012	0.068	1.050
07-04-78	1.050	0.060	0.021	0.001	0.003	0.015	0.165	0.009	0.009	0.003	0.038	1.500
08-04-78	0.750	0.150	0.026	0.001	0.003	0.009	0.180	0.006	0.004	0.004	0.068	2.400
09-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 11 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
10-04-78	0.750	0.068	0.009	0.001	0.003	0.012	0.090	0.009	0.008	0.003	0.038	1.050
11-04-78	0.600	0.030	0.012	0.001	0.003	0.009	0.068	0.004	0.003	0.008	0.026	0.900
12-04-78	0.375	0.009	0.026	0.003	0.004	0.030	0.090	0.003	0.001	0.003	0.015	1.500
13-04-78	0.090	0.015	0.030	0.001	0.003	0.015	0.021	0.001	0.001	0.006	0.038	2.250
14-04-78	0.180	0.012	0.021	0.001	0.003	0.021	0.030	0.003	0.001	0.004	0.068	1.500
15-04-78	0.240	0.009	0.026	0.001	0.003	0.026	0.038	0.003	0.003	0.009	0.075	1.500

Tabela 12 - Nitratos (mg/l)

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
16-01-78	1.110	1.110	0.176	0.022	0.176	2.090	-	-	-	-	-	-
17-01-78	1.210	0.880	0.132	0.022	0.176	3.860	-	-	-	-	-	-
18-01-78	0.880	0.880	0.176	0.022	0.132	4.840	-	-	-	-	-	-
19-01-78	0.176	2.420	0.022	0.088	0.022	3.630	-	-	-	-	-	-
20-01-78	1.022	0.176	0.176	0.088	0.132	6.270	-	-	-	-	-	-
21-01-78	0.260	2.640	0.176	0.044	0.022	7.920	-	-	-	-	-	-
22-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-01-78	0.260	0.260	0.176	1.088	0.176	3.630	-	-	-	-	-	-
24-01-78	0.550	0.880	0.088	0.044	0.044	6.270	-	-	-	-	-	-
25-01-78	0.132	0.550	0.088	0.088	0.022	6.270	-	-	-	-	-	-
26-01-78	0.044	1.540	0.260	0.088	0.088	6.270	-	-	-	-	-	-
27-01-78	0.260	1.210	0.260	0.088	0.088	4.180	-	-	-	-	-	-
28-01-78	0.088	1.210	0.088	0.088	0.176	4.180	-	-	-	-	-	-
29-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02-78	-	2.090	0.088	0.044	0.176	4.400	-	-	-	-	-	-
02-02-78	3.520	3.520	0.660	0.022	0.022	5.280	-	-	-	-	-	-
03-02-78	6.600	5.500	4.400	0.088	0.088	9.500	-	-	-	-	-	-
04-02-78	8.800	4.400	2.640	0.088	0.088	11.000	-	-	-	-	-	-
05-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 12 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
06-02-78	8.800	4.400	0.176	0.088	0.088	11.000	-	-	-	-	-	-
07-02-78	19.800	2.640	16.500	0.088	0.088	7.040	-	-	-	-	-	-
08-02-78	11.000	1.210	11.000	0.260	0.176	11.000	-	-	-	-	-	-
09-02-78	8.800	0.660	11.000	0.300	0.260	7.040	-	-	-	-	-	-
10-02-78	8.580	8.580	0.370	0.022	0.088	7.150	-	-	-	-	-	-
11-02-78	5.500	0.440	5.500	0.260	0.132	4.400	-	-	-	-	-	-
12-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-02-78	4.400	9.900	0.132	0.044	0.044	11.000	-	-	-	-	-	-
14-02-78	4.400	0.880	1.210	0.044	0.088	8.800	-	-	-	-	-	-
15-02-78	8.800	1.210	1.210	0.132	0.088	8.800	-	-	-	-	-	-
16-02-78	11.000	0.880	0.440	0.088	0.088	11.000	-	-	-	-	-	-
17-02-78	9.300	0.220	0.220	0.132	0.088	11.000	-	-	-	-	-	-
18-02-78	8.800	0.132	0.176	0.088	0.132	7.700	-	-	-	-	-	-
19-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-02-78	9.900	0.176	0.176	0.088	0.132	7.040	0.132	0.260	0.022	3.520	0.550	0.088
21-02-78	9.900	0.132	0.176	0.044	0.132	7.700	0.176	0.176	0.220	22.000	3.520	8.800
22-02-78	11.000	0.260	0.370	0.088	0.132	0.220	0.088	13.200	44.000	5.500	4.400	5.500
23-02-78	14.630	0.176	0.088	0.176	0.132	4.400	0.260	0.370	17.600	38.500	0.880	3.520
24-02-78	11.000	0.370	0.132	0.132	0.088	5.500	0.088	0.220	29.700	26.400	4.400	2.090
25-02-78	9.900	0.370	0.088	0.088	0.000	4.400	0.044	0.300	30.800	26.400	2.640	5.500
26-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-02-78	11.000	0.300	0.132	0.044	0.176	7.040	0.044	0.260	29.700	26.400	3.520	4.400
28-02-78	13.200	0.550	0.176	0.132	0.088	2.090	0.176	0.370	3.520	19.800	0.132	0.880

Tabela 12 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
01-03-78	17.600	0.176	0.176	0.132	0.088	7.700	0.088	0.088	17.600	39.600	0.132	3.520
02-03-78	15.400	0.660	0.132	0.044	0.088	2.090	0.022	0.088	13.200	17.100	0.088	0.180
03-03-78	15.400	0.550	0.088	0.088	0.088	2.090	0.044	0.088	17.600	7.700	0.088	0.660
04-03-78	13.200	0.300	0.088	0.044	0.132	2.640	0.022	0.132	15.400	11.000	0.132	0.550
05-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-03-78	5.500	0.088	0.088	0.022	0.176	0.220	0.044	0.176	3.520	0.132	0.022	0.132
07-03-78	2.640	0.176	0.088	0.022	0.176	0.176	0.132	0.176	2.090	0.176	0.022	0.660
08-03-78	3.520	0.088	0.088	0.044	0.132	0.044	0.088	0.176	3.520	0.132	0.176	0.132
09-03-78	13.200	0.088	0.132	0.088	0.088	0.220	0.088	0.176	1.210	0.132	0.088	0.550
10-03-78	13.200	0.176	0.132	0.044	0.088	2.090	0.132	0.132	0.176	0.220	0.088	0.550
11-03-78	11.000	0.220	0.132	0.022	0.044	1.540	0.022	0.132	0.660	0.550	0.088	0.440
12-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-03-78	7.700	0.220	0.088	0.022	0.022	0.880	0.022	0.132	0.770	0.132	0.044	1.540
15-03-78	19.800	1.210	0.044	0.022	0.044	0.132	0.022	0.022	0.880	2.640	0.220	0.550
16-03-78	15.400	0.044	0.044	0.022	0.088	0.088	0.044	0.088	0.220	3.540	0.176	0.440
17-03-78	26.400	0.220	0.088	0.044	0.044	1.210	0.044	0.088	0.176	4.400	0.176	1.210
18-03-78	26.400	0.132	0.044	0.022	0.022	0.132	0.044	0.044	0.176	1.580	0.132	7.700
19-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-03-78	9.900	0.132	0.132	0.022	0.022	0.088	0.044	0.176	0.176	0.270	0.132	0.132
21-03-78	7.700	0.220	0.132	0.044	0.022	0.132	0.022	0.088	0.220	0.880	0.088	0.220
22-03-78	5.500	0.132	0.044	0.022	0.044	0.044	0.088	0.088	0.044	0.770	0.088	0.088

Tabela 12 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
23-03-78	4.400	0.260	0.044	0.022	0.022	0.044	0.022	0.044	0.022	1.210	0.044	1.210
24-03-78	11.000	0.088	0.022	0.022	0.088	0.022	0.088	0.088	0.022	0.440	0.088	0.176
25-03-78	35.200	2.090	0.044	0.022	0.044	0.022	0.022	0.044	0.044	2.090	0.022	0.220
26-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-03-78	11.000	1.540	0.022	0.022	0.044	0.044	0.044	0.044	0.132	0.880	0.044	0.176
28-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-03-78	5.500	0.022	0.044	0.044	0.044	0.022	0.044	0.132	0.022	0.126	0.132	19.800
31-03-78	22.000	0.660	0.088	0.022	0.022	0.088	0.088	0.088	0.088	2.640	0.044	3.520
01-04-78	15.400	0.550	0.088	0.022	0.022	0.132	0.088	0.088	0.044	1.540	0.088	7.700
02-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04-78	19.800	0.088	0.022	0.022	0.044	0.044	0.044	0.044	0.088	0.176	0.088	17.600
04-04-78	23.400	0.088	0.022	0.022	0.022	0.022	0.044	0.044	0.022	0.044	0.044	26.400
05-04-78	15.400	0.132	0.044	0.022	0.022	0.044	0.088	0.022	0.044	0.088	0.088	11.000
06-04-78	19.800	0.022	0.022	0.022	0.044	0.022	0.176	0.088	0.088	0.176	0.220	35.200
07-04-78	2.090	0.022	0.044	0.044	0.022	0.022	0.044	0.044	0.044	0.088	0.660	59.400
08-04-78	9.900	0.132	0.044	0.022	0.022	0.022	0.132	0.044	0.044	0.088	0.132	70.400
09-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-04-78	4.400	0.088	0.044	0.022	0.022	0.022	0.132	0.044	0.022	0.044	0.176	35.200

Tabela 12 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
11-04-78	1.540	0.044	0.044	0.022	0.044	0.022	0.088	0.022	0.044	0.088	0.132	17.600
12-04-78	0.880	0.044	0.088	0.044	0.044	0.022	0.088	0.022	0.022	0.088	0.044	52.800
13-04-78	0.440	0.044	0.044	0.022	0.022	0.022	0.088	0.022	0.022	0.022	0.132	49.500
14-04-78	0.176	0.044	0.044	0.022	0.022	0.022	0.088	0.022	0.022	0.044	0.260	26.400
15-04-78	0.220	0.044	0.044	0.022	0.022	0.022	0.132	0.022	0.022	0.044	0.126	30.800

Tabela 13 - Nitrogênio Orgânico (mg/l)

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
16-01-78	0.504	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-01-78	-	0.504	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-01-78	-	-	0.448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-01-78	-	-	-	0.292	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-01-78	-	-	-	-	0.616	-	-	-	-	-	-	-	-
21-01-78	-	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	-	33.152
22-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-01-78	0.336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.520
24-01-78	-	0.280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.640
25-01-78	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.040
26-01-78	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	-	-	-	53.200
27-01-78	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	-	-	44.352
28-01-78	-	-	-	-	-	0.784	-	-	-	-	-	-	28.000
29-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02-78	-	-	0.168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.800
02-02-78	-	-	-	0.168	-	-	-	-	-	-	-	-	69.440
03-02-78	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	-	-	43.120
04-02-78	-	-	-	-	-	0.416	-	-	-	-	-	-	21.280
05-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 13 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
06-02-78	0.448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.680
07-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08-02-78	-	-	1.176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09-02-78	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	-	-	-	22.960
10-02-78	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	-	-	40.320
11-02-78	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-	15.680
12-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-02-78	0.392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.000
14-02-78	-	0.448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.620
15-02-78	-	-	0.952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.400
16-02-78	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	-	-	-	38.500
17-02-78	-	-	-	-	0.560	-	-	-	-	-	-	-	23.500
18-02-78	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-	17.500
19-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-02-78	1.400	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-
21-02-78	-	1.064	-	-	-	-	-	4.480	-	-	-	-	-
22-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	-	-	-	-
23-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 13 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
01-03-78	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.616	-	-	-	5.900
02-03-78	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	0.728	-	-	19.800
03-03-78	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	0.448	-	9.100
04-03-78	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	1.008	16.800
05-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-03-78	0.840	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	-
07-03-78	-	0.392	-	-	-	-	-	2.184	-	-	-	-	8.400
08-03-78	-	-	0.504	-	-	-	-	-	0.840	-	-	-	18.900
09-03-78	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.504	-	-	12.320
10-03-78	-	-	-	-	0.728	-	-	-	-	-	0.448	-	16.800
11-03-78	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	0.840	-
12-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-03-78	-	-	0.672	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	9.520
16-03-78	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.672	-	-	15.120
17-03-78	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	0.448	-	12.300
18-03-78	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	0.504	15.120
19-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-03-78	1.400	-	-	-	-	-	0.728	-	-	-	-	-	19.800
21-03-78	-	0.504	-	-	-	-	-	1.288	-	-	-	-	17.920
22-03-78	-	-	0.616	-	-	-	-	-	0.616	-	-	-	11.200

Tabela 13 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
23-03-78	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	0.560	-	-	10.640
24-03-78	-	-	-	-	0.560	-	-	-	-	-	0.672	-	13.440
25-03-78	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	1.568	23.600
26-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-03-78	0.616	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	16.800
28-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-03-78	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	0.728	-	-	9.800
31-03-78	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	0.616	-	14.560
01-04-78	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	1.008	10.080
02-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04-78	1.568	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	11.400
04-04-78	-	0.504	-	-	-	-	-	0.616	-	-	-	-	8.960
05-04-78	-	-	0.616	-	-	-	-	-	0.728	-	-	-	13.400
06-04-78	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	1.238	-	-	16.500
07-04-78	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.560	-	10.640
08-04-78	-	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	1.736	15.120
09-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 13 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
10-04-78	1.232	-	-	-	-	-	0.616	-	-	-	-	-	9.520
11-04-78	-	0.728	-	-	-	-	-	0.560	-	-	-	-	11.200
12-04-78	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.448	-	-	-	15.680
13-04-78	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.504	-	-	10.080
14-04-78	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.560	-	14.000
15-04-78	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	1.456	-

Nota: Algumas análises não foram executadas devido a falta de reagentes.

Tabela 14 - Nitrogênio Amoniacal (mg/l)

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
16-01-78	0.448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-01-78	-	0.448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-01-78	-	-	0.336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-01-78	-	-	-	0.168	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-01-78	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	-	-	32.256
21-01-78	-	-	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	-	44.352
22-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-01-78	0.336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.480
24-01-78	-	0.560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.760
25-01-78	-	-	0.280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.160
26-01-78	-	-	-	0.168	-	-	-	-	-	-	-	-	47.320
27-01-78	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	-	-	49.056
28-01-78	-	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	-	75.040
29-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31-01-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02-78	-	-	0.168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.200
02-02-78	-	-	-	0.112	-	-	-	-	-	-	-	-	59.920
03-02-78	-	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	-	-	40.880
04-02-78	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	-	24.640
05-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 14 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
06-02-78	0.392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.840
07-02-78	-	1.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.880
08-02-78	-	-	0.392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09-02-78	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	-	-	-	25.760
10-02-78	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	-	-	58.240
11-02-78	-	-	-	-	-	0.560	-	-	-	-	-	-	30.800
12-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-02-78	0.392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.920
14-02-78	-	0.728	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.680
15-02-78	-	-	1.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.900
16-02-78	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	-	-	-	54.000
17-02-78	-	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	-	-	50.400
18-02-78	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	-	68.600
19-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-02-78	0.896	-	-	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	-
21-02-78	-	0.728	-	-	-	-	-	2.846	-	-	-	-	37.100
22-02-78	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	50.400
23-02-78	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	1.064	-	-	53.900
24-02-78	-	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	1.904	-	48.300
25-02-78	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.112	43.400
26-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-02-78	0.952	-	-	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	47.600
28-02-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 14 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
01-03-78	-	-	0.224	-	-	-	-	-	1.064	-	-	-	23.100
02-03-78	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	0.504	-	-	37.100
03-03-78	-	-	-	-	0.168	-	-	-	-	-	1.176	-	18.900
04-03-78	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.560	32.480
05-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-03-78	0.728	-	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	-
07-03-78	-	0.560	-	-	-	-	-	3.640	-	-	-	-	26.320
08-03-78	-	-	0.448	-	-	-	-	-	1.568	-	-	-	46.900
09-03-78	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	0.448	-	-	30.800
10-03-78	-	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	1.568	-	40.880
11-03-78	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	1.008	-
12-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-03-78	-	1.008	-	-	-	-	-	1.400	-	-	-	-	47.600
15-03-78	-	-	0.448	-	-	-	-	-	0.560	-	-	-	26.880
16-03-78	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	0.784	-	-	43.680
17-03-78	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	1.680	-	29.680
18-03-78	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	2.632	34.160
19-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-03-78	2.352	-	-	-	-	-	0.504	-	-	-	-	-	42.300
21-03-78	-	0.392	-	-	-	-	-	1.232	-	-	-	-	31.920
22-03-78	-	-	0.280	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	30.240

Tabela 14 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
23-03-78	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	0.448	-	-	33.600
24-03-78	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	2.646	-	39.760
25-03-78	-	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	4.480	42.000
26-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27-03-78	0.392	-	-	-	-	-	1.232	-	-	-	-	-	36.600
28-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-03-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-03-78	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	1.456	-	-	31.360
31-03-78	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	2.576	-	38.640
01-04-78	-	-	-	-	-	0.224	-	-	-	-	-	3.416	28.000
02-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04-78	1.232	-	-	-	-	-	0.392	-	-	-	-	-	28.600
04-04-78	-	0.616	-	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	19.600
05-04-78	-	-	0.224	-	-	-	-	-	1.008	-	-	-	25.200
06-04-78	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	0.840	-	-	36.300
07-04-78	-	-	-	-	0.280	-	-	-	-	-	1.848	-	35.840
08-04-78	-	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	-	23.576	33.600

Tabela 14 - Continuação

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	E.B.
09-04-78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-04-78	1.456	-	-	-	-	-	0.840	-	-	-	-	-	23.600
11-04-78	-	0.616	-	-	-	-	-	0.336	-	-	-	-	29.680
12-04-78	-	-	0.224	-	-	-	-	-	0.224	-	-	-	31.360
13-04-78	-	-	-	0.168	-	-	-	-	-	0.560	-	-	40.320
14-04-78	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	2.352	-	31.360
15-04-78	-	-	-	-	-	0.448	-	-	-	-	-	8.568	-

Nota: Algumas análises não foram executadas devido a falta de reagentes.

Tabela 15 - Demanda Bioquímica de Oxigênio do Esgoto In-natura

<u>Data</u>	<u>D.B.O₅ (mg/l)</u>
18-01-78	360
28-01-78	360
11-02-78	320
25-02-78	400
11-03-78	560
25-03-78	280
08-04-78	400

Tabela 16 - Granulometria

Peso inicial: 68,59865 g

malha	mm	Ø	peso	Σpeso	Σ%	% por fração
	<0.420		a+c g c g ----- a 0.00753 g			
45	0.354	1.50		0.00753	0.010	0.010
			a+c g c g ----- a 0.18148 g			
50	0.300	1.75		0.18901	0.275	0.264
			a+c g c g ----- a 1.34796 g			
60	0.250	2.00		1.53697	2.240	1.964
			a+c g c g ----- a 6.80061 g			
70	0.210	2.25		8.33758	12.154	9.913
			a+c g c g ----- a 15.68363 g			
80	0.177	2.50		24.02121	35.017	22.862

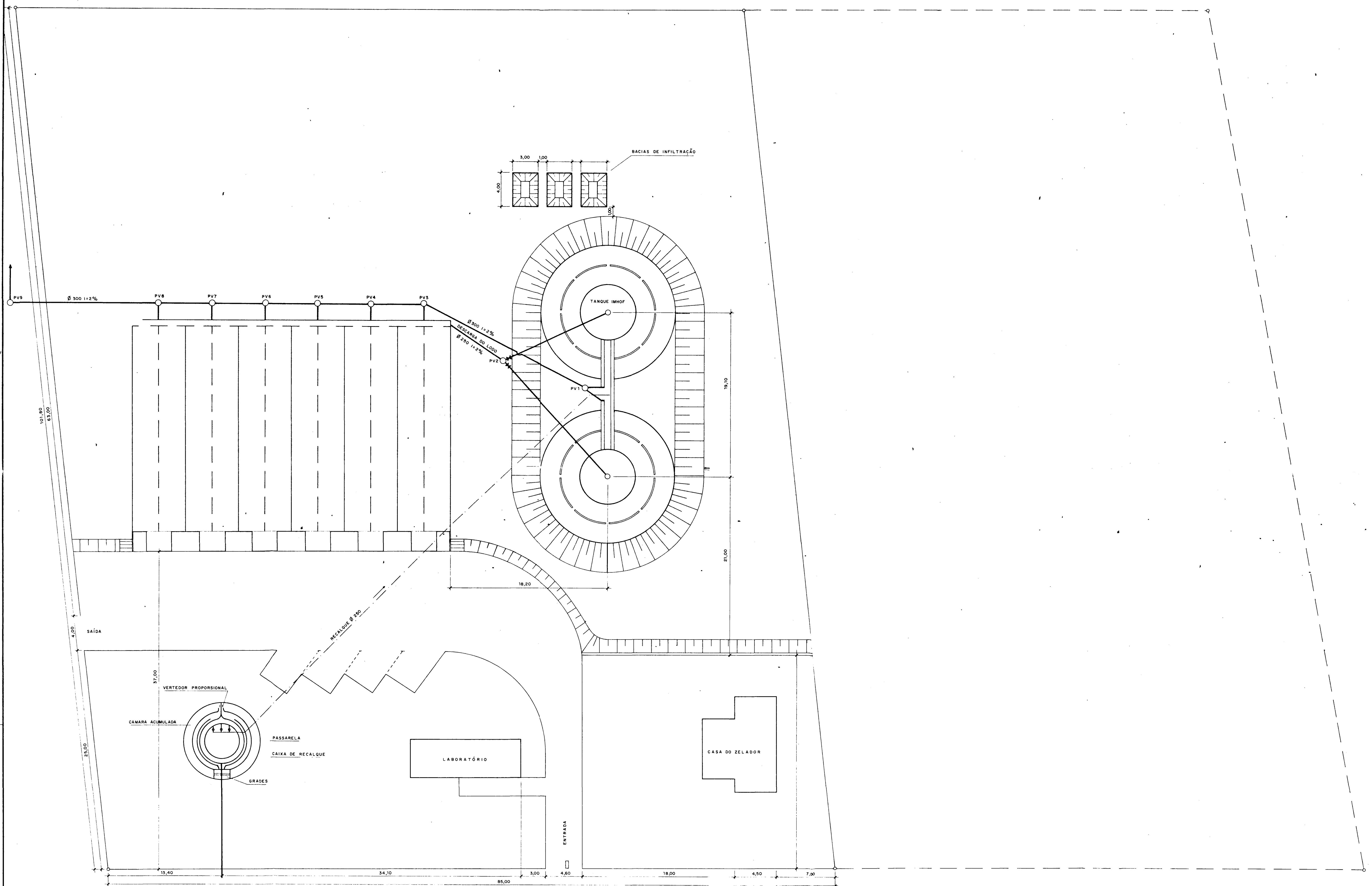
Tabela 16 - Continuação

malha	mm	Ø	peso	Σpeso	Σ%	% por fração
100	0.149	2.75	a+c g	43.62510	63.594	28.577
			c g			
			<hr/> a 19.60389 g			
120	0.125	3.00	a+c g	59.52403	86.771	23.176
			c g			
			<hr/> a 15.89893 g			
140	0.105	3.25	a+c g	67.17575	97.925	11.154
			c g			
			<hr/> a 7.65172 g			
170	0.088	3.50	a+c g	68.38392	99.686	1.761
			c g			
			<hr/> a 1.20817 g			
200	0.074	3.75	a+c g	68.51832	99.882	0.195
			c g			
			<hr/> a 0.13440 g			

Tabela 16 - Continuação

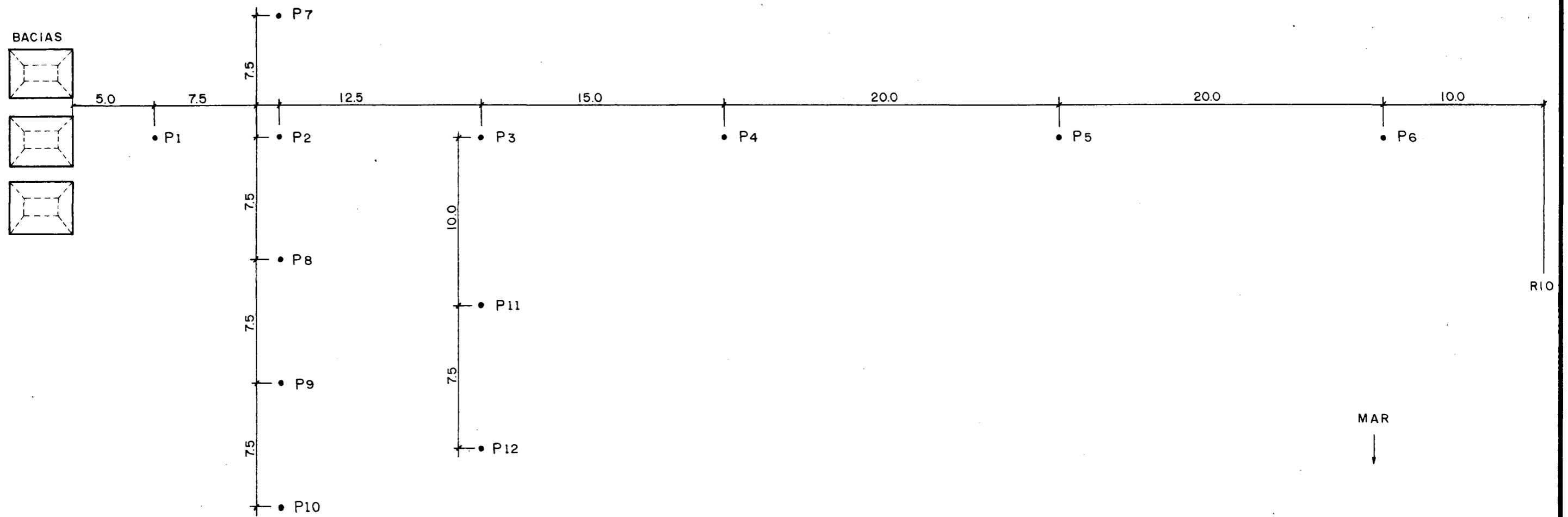
malha	mm	Ø	peso	Σpeso	Σ%	% por fração
			a+c g			
			c g			
230	0.063	4.00	a 0.06453 g	68.58285	99.976	0.094
			a+c g			
			c g			
	<0.063		a 0.00942	68.59227	99.990	0.013

4.1 - Figuras



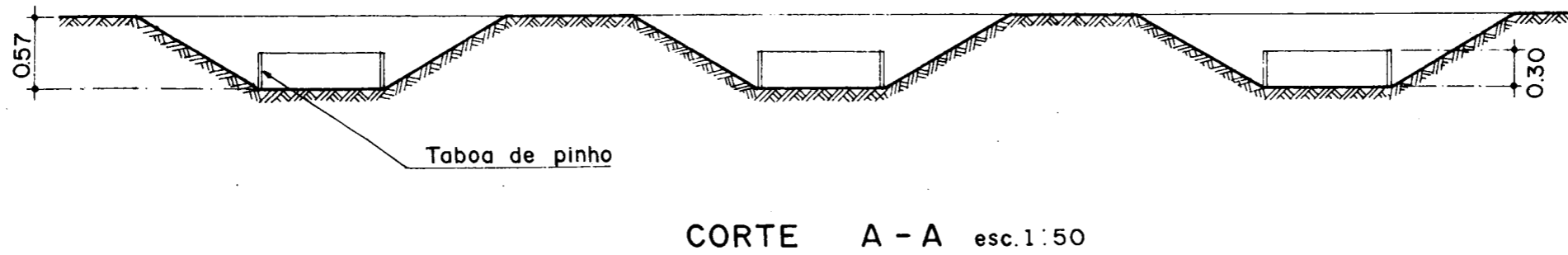
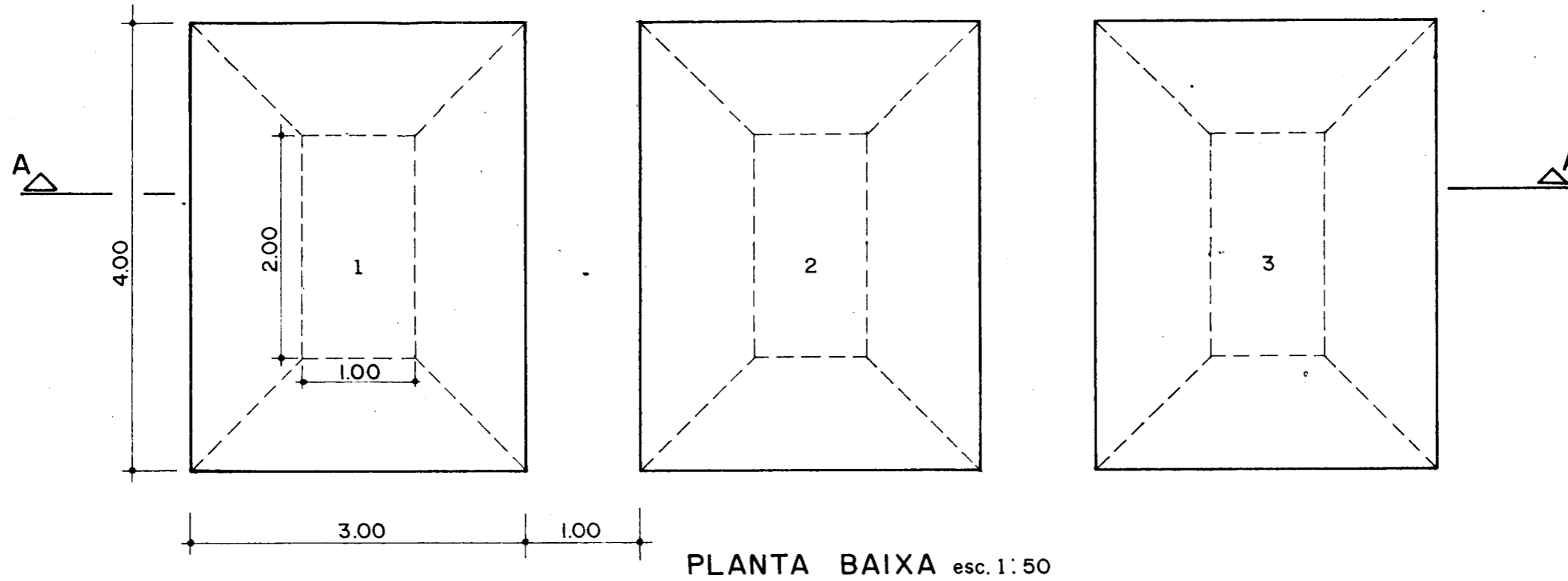
CAMPO PILOTO DE TORRES
 PLANTA DE SITUAÇÃO
 ESCALA 1:200
 FIG. 1

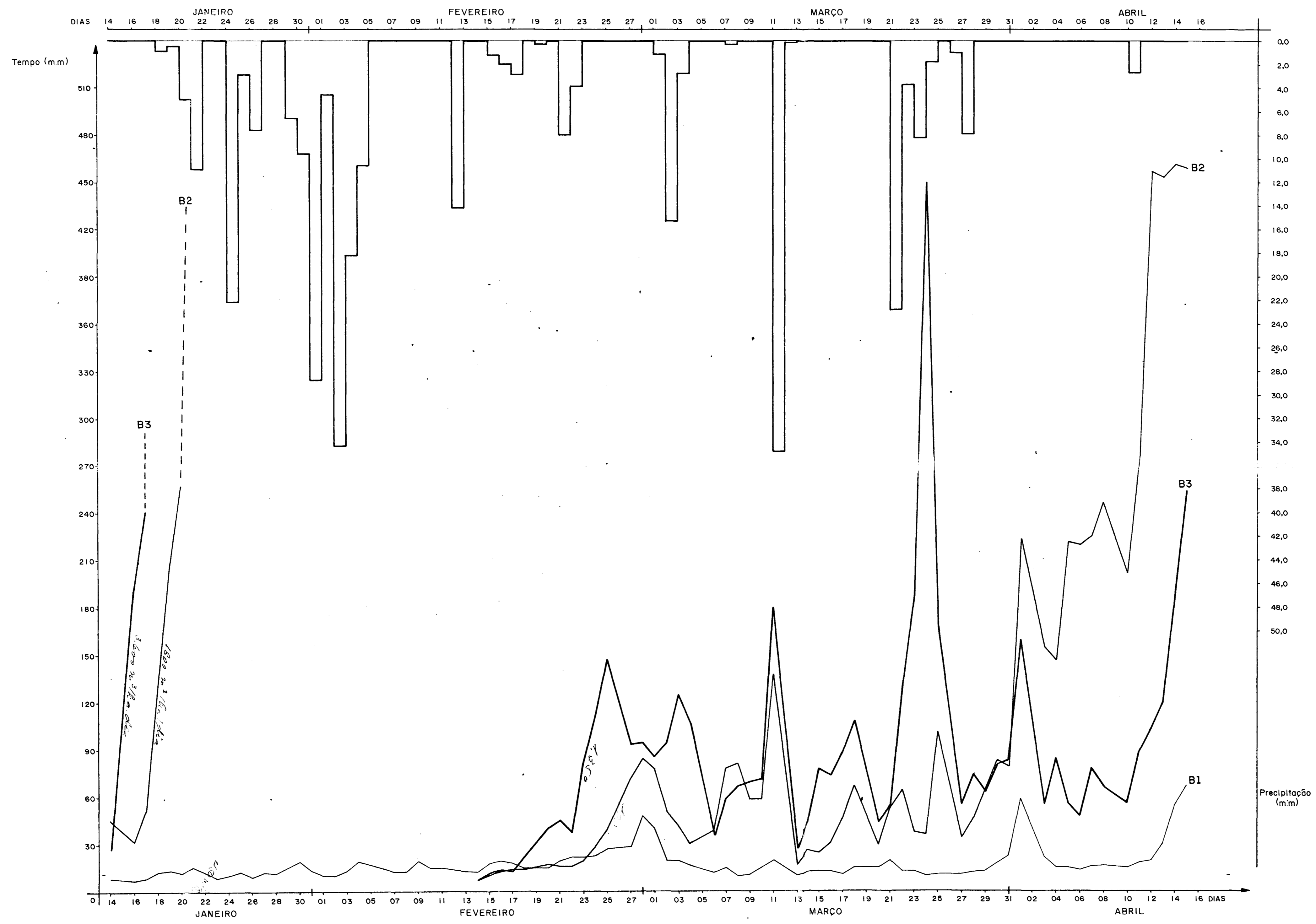
PLANTA GERAL esc. 1:250



CAMPO PILOTO DE TORRES
PLANTA
FIG.2

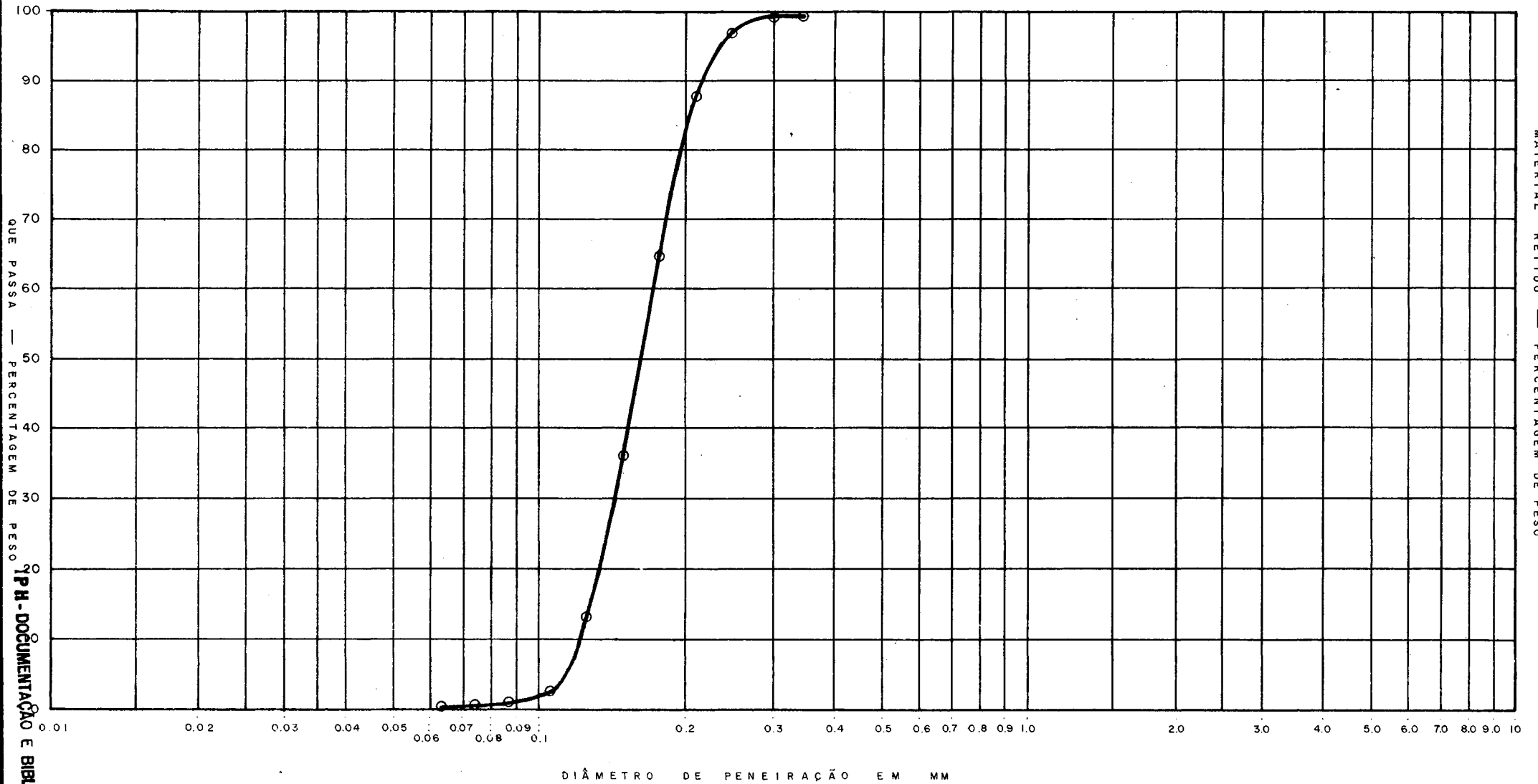
BACIAS DE INFILTRAÇÃO





TEMPOS DE INFILTRAÇÃO
E
PRECIPITAÇÃO TOTAL
FIG. 4

ABERTURA DAS PENEIRAS EM MM

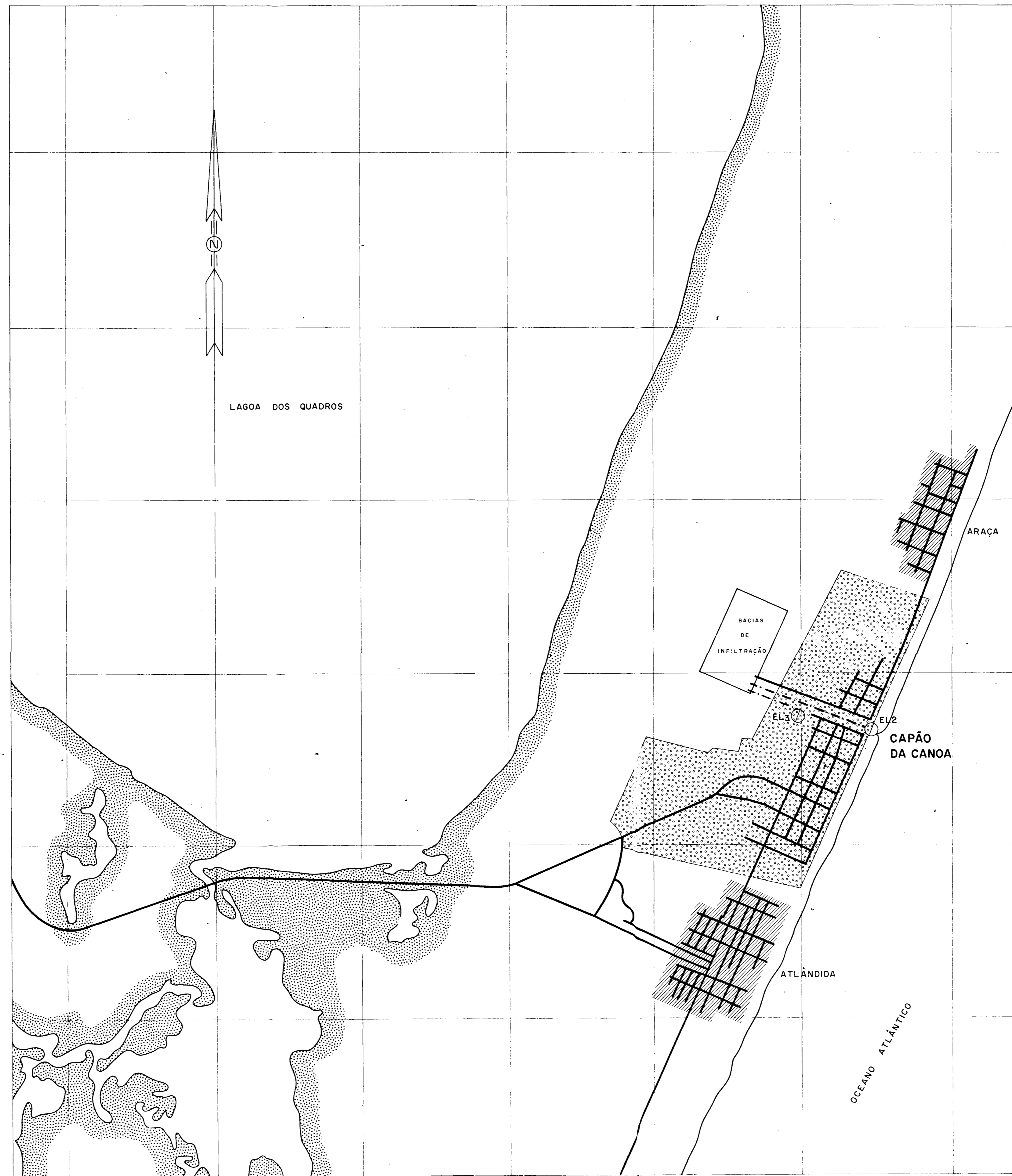


PERCENTAGEM DE PESO QUE PASSA

MATERIAL RETIDO — PERCENTAGEM DE PESO

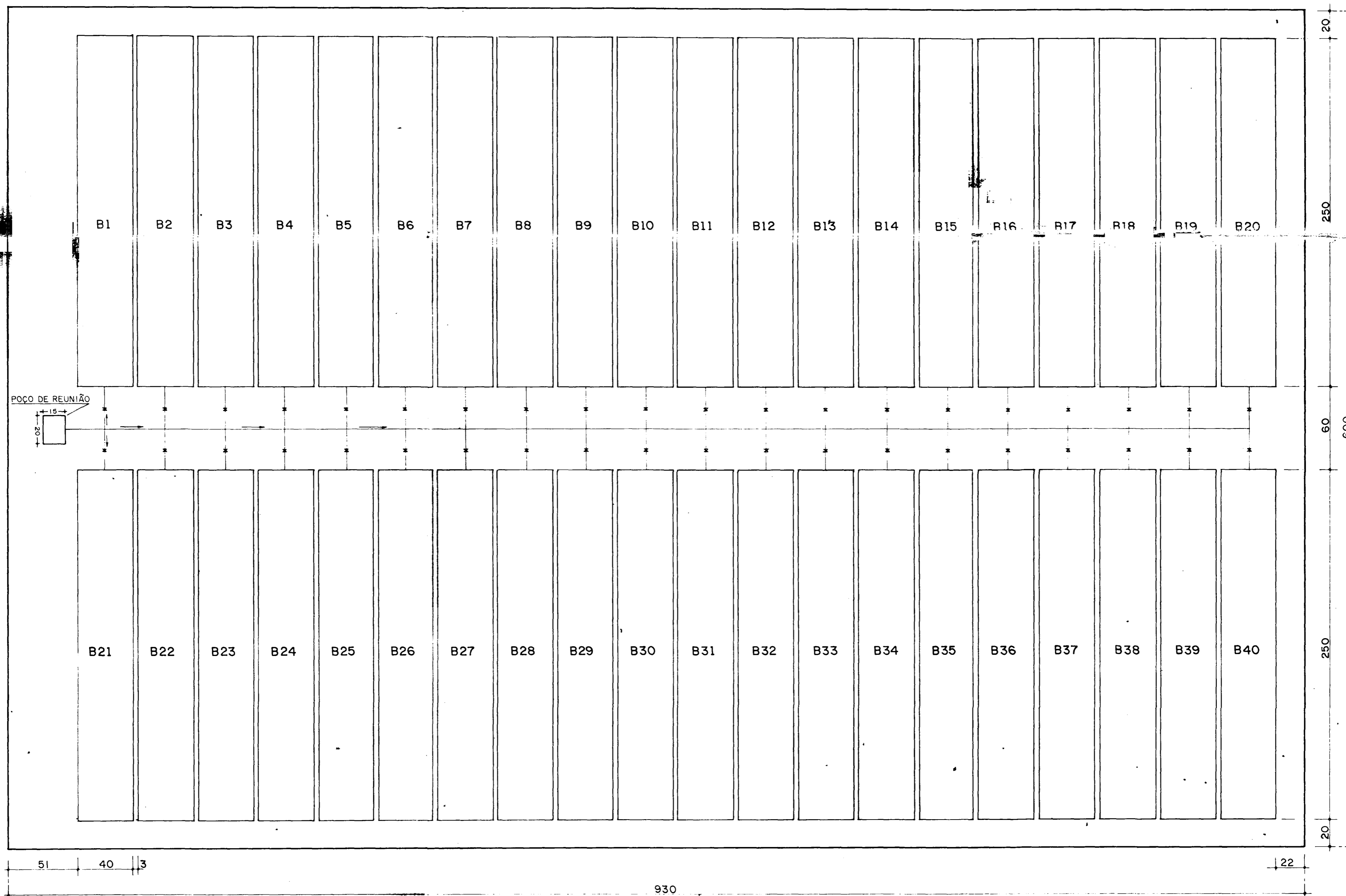
DIÂMETRO DE PENEIRAÇÃO EM MM

GRANULOMETRIA
FIG. 5



BACIAS DE INFILTRAÇÃO
PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA 1:25.000
FIG. 6

PLANTA GERAL esc. 1:2000

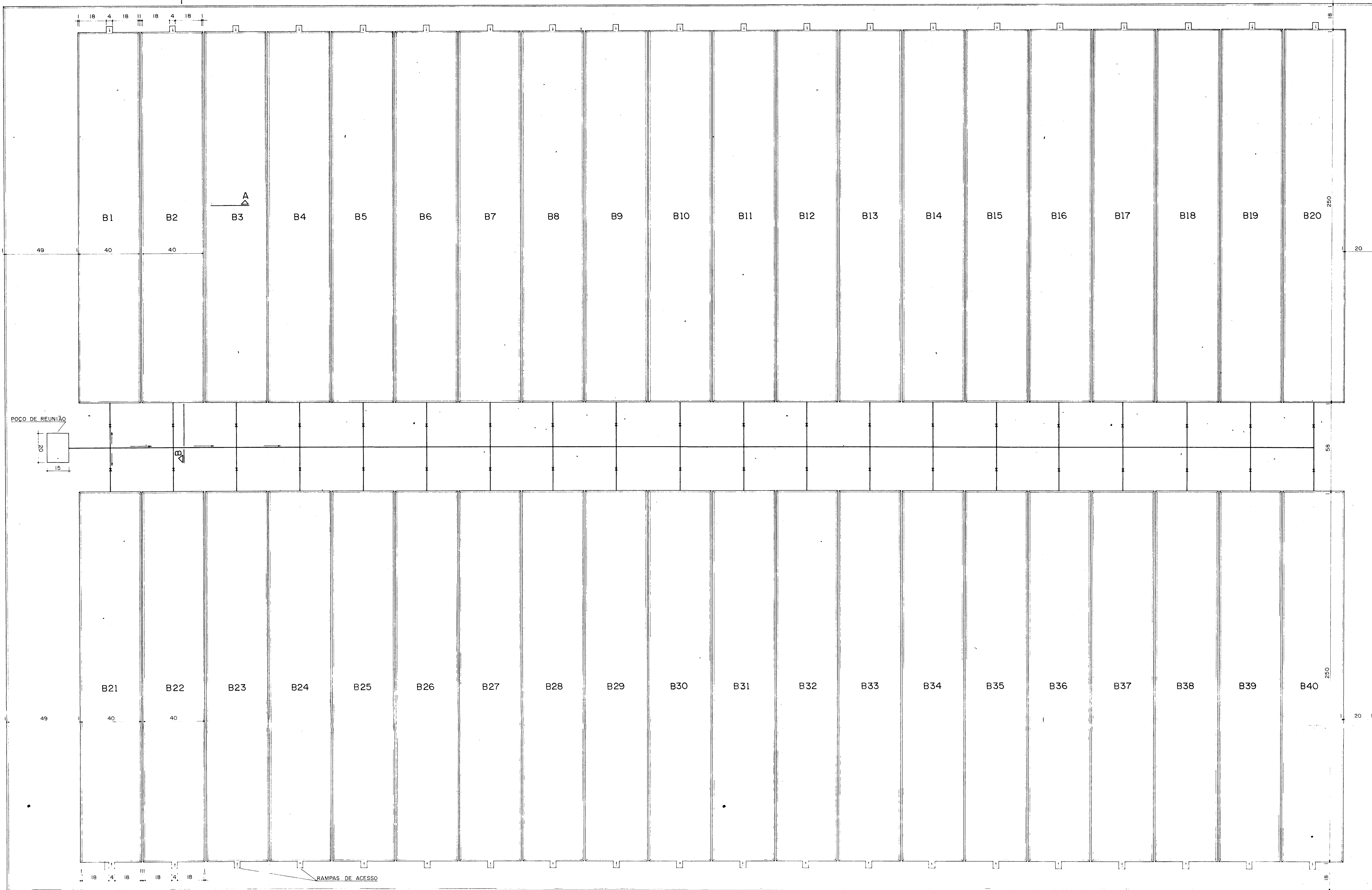


BACIAS DE INFILTRAÇÃO
PLANTA
FIG. 7

NOTA:
CORTES "A" E "B" NA PLANTA
Nº 9.

A

B



930

ESC. 1:1000

4.2. Análise dos Dados

Observando a figura nº 4, tempos de infiltração para as diversas taxas de aplicação e a precipitação total diária, verificou-se que:

- a) Em geral, há uma influência benéfica da chuva, aumentando a capacidade de infiltração. Nota-se pelo gráfico que nos dias de chuva há um aumento do tempo de infiltração seguido de uma diminuição posterior, isso, provavelmente, seria devido a um aumento da quantidade de líquido a infiltrar durante a chuva e a consequente diluição do esgoto pela precipitação pluvial;
- b) A taxa de 450 m³/ha.dia pode ser usada com toda a segurança sob as condições vigentes na estação piloto;
- c) A taxa de 900 m³/ha.dia após dois meses de operação já estava apresentando tempos excessivos de infiltração, provavelmente devido à interferência das outras bacias;
- d) Apesar da taxa de 1350 m³/ha.dia ter apresentado tempos de infiltração menores que a de 900 m³/ha.dia, provavelmente por sofrer influência somente unilateral, parece-nos desaconselhável usar uma taxa tão alta;
- e) A bacia dois, situada a um e a três, provavelmente sofreu influência das outras duas, explicando-se, assim, o seu maior tempo de infiltração que a bacia três;
- f) Quando da operação de instalações reais deve-se tomar cuidado para que não ocorra, ou pelo menos diminua, a influência de uma bacia sobre a outra, em consequência da interferência dos cones de infiltração de bacias contíguas. Para tal poderíamos inundar as bacias intercaladamente, ao invés de inundá-las em sequência.

Devido à poluição pré-existente da área escolhida, do perfil geológico ser diferente do suposto e da forte estiagem, não nos foi possível chegar a nenhuma conclusão, baseada nas análises químicas feitas. Podemos, no entanto, basear-nos nas experiências realizadas por Elfreda Larson Caldwell e T.R. Bhaskaran transcritas por Wagner (Ref. 20), conforme comentamos anteriormente.

V - POSSIBILIDADE DO USO DE BACIAS DE INFILTRAÇÃO PARA A CIDA- DE DE CAPÃO DA CANOA

5.0. População Servida e Vazão Máxima

Segundo estudos realizados pela Italconsult(Ref. 10) a população prevista para o ano 2000 será de 122.000 habitantes (máxima no verão), o que nos daria, no dia de maior consumo e hora de maior consumo, uma vazão máxima (Q) de 0.599 m³/seg.

Esta vazão máxima foi calculada considerando um consumo hídrico de 250 l/hab.dia e uma infiltração na rede coletora de 0.8 l/seg.km de rede.

5.1. Taxa de Aplicação Adotada

Considerando que durante as experiências realizadas em Torres a bacia 2, taxa de aplicação de 900 m³/ha.dia, teve seus tempos de infiltração elevados, provavelmente, em consequência da influência das outras duas bacias, a bacia 3 com uma taxa de aplicação de 1350 m³/ha.dia apresentou tempos inferiores, e que a capacidade de infiltração melhora com as chuvas e a operação do Campo Piloto verificou-se em épocas de seca no Rio Grande do Sul, adotaremos uma taxa de aplicação(x) de 900 m³/ha.dia.

Para evitar a influência de uma bacia sobre a outra usaremos um maior espaçamento entre as mesmas e regulamentaremos o seu modo de operação.

5.2. Dimensionamento das Bacias

5.2.1 - Vazão de Dimensionamento

Para o dimensionamento das bacias será adotada a vazão média uma vez que a taxa per cãpita é bastante folgada.

$$Q_M = Q_1 + Q_2$$

onde: Q_M → vazão média
 Q_1 → parcela da vazão proveniente dos ramais prediais
 Q_2 → parcela da vazão proveniente de infiltrações na rede coletora

$$Q_1 = 122.000 \text{ hab} \times 250 \text{ l/ha.dia}$$

$$Q_1 = 30.500.000 \text{ l/dia}$$

$$Q_1 = 0.353 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_2 = 0.047 \text{ m}^3/\text{seg} \quad (\text{Ref. 19})$$

$$Q_M = 0.353 \text{ m}^3/\text{seg} + 0.047 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_M = 0.400 \text{ m}^3/\text{seg} = 34560 \text{ m}^3/\text{dia}$$

5.2.2 - Área Necessária (A)

$$Q_M = 34560 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$X = 900 \text{ m}^3/\text{ha.dia}$$

$$A = \frac{Q}{X}$$

$$A = \frac{34560 \text{ m}^3/\text{dia}}{900 \text{ m}^3/\text{ha.dia}} = 38.4 \text{ ha}$$

Arredondaremos para 40.0 ha.

As bacias serão retangulares com 40.0 metros de largura e 250.0 metros de comprimento, área de 1.0 ha. Ficarão dispostas em duas filas, com 20 bacias cada, terão 3.0 metros de espaçamento entre si e 60.0 metros entre as filas (Fig. 7, 8 e 9).

5.2.3 - Operação das Bacias

Para reduzir a interferência entre as bacias se rá usado um abastecimento intermitente, duas aplicações diárias de 450 m^3 , e alternado, isto é, lançaremos esgoto, primeiramente nas bacias de números ímpares e a seguir nas de números pares. Após, aproximadamente, 13:00 horas voltaremos a lançar os restantes 450 m^3 na bacia número um, e assim sucessivamente, mantendo, deste modo, uma lâmina d'água de 4,5 centímetros sobre a superfície da areia no momento da aplicação.

Anualmente, deve ser substituída a camada de areia colmatada preparando, assim, as bacias para uma nova temporada.

É importante frisar que deve ser estudado um dispositivo que evite o revolvimento da areia das bacias quando do lançamento do esgoto.

5.2.4 - Tanque de Acumulação

O tanque deverá ter a capacidade de armazenar, no mínimo, o volume de esgoto a ser lançado em uma bacia, ou seja, 450 m^3 , a fim de permitir a inundação rápida da mesma.

Este reservatório poderá ser implantado na junção das elevatórias 2 e 3 projetadas pela Italconsult (Ref. 10) e funcionará como um poço de reunião. Nele será instalado um conjunto de bombas, com capacidade para $0.8 \text{ m}^3/\text{seg}$, que, através de um sistema de tubulações sob pressão, abastecerão as bacias.

As bombas terão funcionamento automático, entrarão em funcionamento quando o reservatório atingir um determinado nível e pararão após 9 minutos e 23 segundos (tempo que levarão para recalcar 450 m^3 durante as horas de vazão média).

Como a vazão média de entrada é de $0.40 \text{ m}^3/\text{seg}$ as bombas entrarão em funcionamento à cada 18 minutos e 45 segundos, nas horas de vazão média, diminuindo esse intervalo nas horas de pique e aumentando nas horas de vazão mínima.

5.2.5 - Sistema de Tubulações

Para o abastecimento das bacias usaremos tubos de Polyarm de alta resistência (classe 100).

Segundo o Prof. Azevedo Netto (Ref. 1) a velocidade máxima (v) em condutos sob pressão é dada pela fórmula:

$$v = 0.6 + 1.5 D$$

onde: v → velocidade máxima (m/seg)

D → diâmetro do tubo (m)

Como não estamos fazendo o dimensionamento hidráulico definitivo, usaremos esta fórmula para nos dar uma idéia do diâmetro a ser usado.

$$v = 0.6 + 1.5 D$$

$$Q = v.A$$

$$A = \pi D^2 / 4$$

$$Q = 0.8 \text{ m}^3/\text{seg}, \text{ donde:}$$

$$0.8 = (0.6 + 1.5 D) \frac{\pi D^2}{4}$$

$$3.2 = 0.6 (\pi D^2) + 1.5 (\pi D^3)$$

$$3.2 - 1.885 D^2 - 4.712 D^3 = 0$$

$$4.712 D^3 + 1.885 D^2 - 3.2 = 0$$

$$D = 0.764 \text{ m}$$

Podemos, portanto, utilizar uma tubulação de 800 mm de diâmetro no abastecimento das bacias.

5.3. Área Escolhida

A área das bacias ficaria a uma distância de, provavelmente, 1350 m da praia e 1600 m da Lagoa dos Quadros, ocupando uma superfície total de 55.8 ha, dos quais 40.0 ha ocupados pelas bacias (Fig. 6).

Teria forma retangular com 600 m de largura e 930 m de comprimento (incluindo a faixa perimetral destinada

a implantação da cortina vegetal quebra-vento). Situa-se numa zona relativamente plana, com uma altitude média de 7.50 m acima do nível do mar, em que o fluxo do lençol freático se dá na direção do oceano (Ref. 9 e 10). Devido ao comprimento da área é aconselhável a confirmação da direção do fluxo do lençol freático.

Optou-se por essa localização a fim de evitar que nutrientes, mesmo totalmente estabilizados, chegassem até a Lagoa dos Quadros com possíveis florações de algas. Embora o trabalho do Prof. Wagner (Ref. 20) a distância máxima que atinge a poluição química seja de apenas 95 m conhece-se o caso de eutrosização do Lago Tegel em Berlim Ocidental em consequência de nutrientes trazidos pelo freático oriundos dos campos de infiltração de Berlim Oriental.

5.4. Investimentos

5.4.1 - Desapropriação da Área

Segundo dados fornecidos pela Fundação de Economia e Estatística (Projeto - Desenvolvimento do Litoral Norte) o preço do hectare na região de Capão da Canoa varia de Cr\$... 12.000,00 à Cr\$ 20.000,00.

Para nossos cálculos, no entanto, adotaremos o preço de Cr\$ 40.000,00 por hectare.

Área (ha)	Preço Unitário (Cr\$)	Preço total (Cr\$)
55.8	40.000,00	2.232.000,00

5.4.2 - Movimento de Terra

a) Escavação

Será retirada uma camada de solo de 35.0 centímetros de tal forma que os leitos das bacias fiquem assentados sobre a areia e que o volume da escavação seja suficiente para a construção dos diques e aterro das faixas de segurança.

Volume (m ³)	Preço do m ³ (Cr\$)	Preço total (Cr\$)
148.500	20,00	2.970.000,00

b) Construção dos diques e aterro das faixas de segurança

Os diques terão a seção com a forma trapezoidal 3.0 metros na base maior e 1.0 metro na base menor, e taludes à 53.47° (Fig. 8 e 9), protegidos por leivas de gramíneas.

Volume (m ³)	Preço do m ³ (Cr\$)	Preço total (Cr\$)
148.500	11.00	1.633.500,00

Nota: Os preços de tubulação e registro foram fornecidos pela CORSAN e os de escavação e aterro pela Secretaria Municipal de Obras e Viação.

5.4.3 - Estação Elevatória

A elevatória terá características similares à elevatória para as lagoas, projetadas pela Italconsult (Ref.10). Assim sendo, deixaremos para as obras civis uma verba de Cr\$... 1.000.000,00 e para equipamentos uma verba de Cr\$ 1.000.000,00.

5.4.4 - Adução

A adução será feita com tubos de Polyarm, de 800 mm de diâmetro, classe 100. Para tal necessitaremos de 930 m de canos, 40 registros e demais acessórios auxiliares.

930 m de canalização - Cr\$ 3.047.610,00

40 registros - Cr\$ 4.960.000,00

Especificação	UN	Quantidade	Preço Unitário(Cr\$)	Preço total(Cr\$)
Desapropriação da área	ha	55.8	40.000,00	2.232.000,00
Escavação em areia	m ³	148.500,00	20,00	2.970.000,00
Aterro compactado	m ³	148.500,00	11,00	1.633.500,00
Elevatória (obras civis)	verba	-	-	1.000.000,00
Elevatória (equipamentos)	verba	-	-	1.000.000,00
Canalização	m	930	3.277,00	3.047.610,00
Registro	un	40	124.000,00	4.960.000,00
Sub-total	-	-	-	16.843.110,00
Despesas gerais (10%)	verba	-	-	1.684.311,00
TOTAL	-	-	-	18.527.421,00

5.5. Comparação de Custos com uma ETE Convencional

Para se ter uma noção de quão econômico é o processo, atualizaremos, baseando-nos na U.P.C., o preço da Estação de Tratamento projetada pela Italconsult (Ref. 10).

O investimento previsto até o ano 2.000 é da ordem de Cr\$ 17.895.000,00 a preços de dezembro de 1972.

Sabemos que:

$$\text{Preço atual} = \frac{\text{UPC 1978}}{\text{UPC 1972}} \times \text{preço 1972}$$

$$\text{UPC de dezembro de 1972} = 68,95$$

$$\text{UPC de julho de 1978} = 279,04$$

logo:

$$\text{Preço atual} = \frac{279,04}{68,95} \times 17.895.000,00 = 72.420.896,30$$

$$\text{Preço atual} = \text{Cr\$ } 72.420.896,30$$

A preços atuais, a ETE projetada pela Italconsult sairia por Cr\$ 72.420.896,30 enquanto as bacias de infiltração custariam cerca de Cr\$ 20.000.000,00

VI - CONCLUSÕES GERAIS

Do exposto anteriormente, chegamos à conclusão de que é técnica e economicamente viável a Disposição de Esgoto In-natura por Infiltração na Faixa Costeira do Estado do Rio Grande do Sul desde que exista área disponível e seja conhecido o perfil do lençol freático.

O uso do lençol freático para fins de abastecimento deve ser vedado, a jusante das Bacias de Infiltração até uma distância de, no mínimo, 100 metros, em virtude da poluição química, pois a poluição bacteriológica é eliminada em distâncias bem menores.

Sugerimos que seja feita nova experimentação sobre propagação da poluição bacteriológica e química do lençol freático, em vista das observações deste trabalho, não serem concludentes a esse respeito. No novo estudo deve-se levar em consideração a variação do nível do lençol freático.

VI. BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1 - AZEVEDO NETTO, J.M. de & ALVAREZ, Guilherme Acosta. 1973. Manual de hidráulica. 6.ed. São Paulo, Edgard Blücher. 2v.
- 2 - BRITO, Evandro Rodrigues de. 1977. Os coliformes, esses desconhecidos. Rio de Janeiro, CEDAE. 14p. Trabalho apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 9, Belo Horizonte, 1977.
- 3 - CAUDURO, Flávio Antônio et alii. 1976. Projeto litoral-sul de Santa Catarina; sub-projeto Sombrio, relatório final. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. v.1.
- 4 - DOBBINS, W.E. 1964. Journal San. Eng. Div., ASCE, 90, SAS, 53 apud JORDÃO, Eduardo Pacheco & PESSÔA, Constantino Arruda. 1975. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB. v.1, p.44.
- 5 - ECKENFELDER, W.W. 1970. Water quality engineering for practicing engineers. Barns & Noble, USA apud JORDÃO, Eduardo Pacheco & PESSÔA, Constantino Arruda. 1975. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB. v.1, p.44.
- 6 - GLOYNA, Earnest F. 1976. An overview of existing technology on wastewater management. s.l., CEPIS. 32f. Trabalho apresentado no SYMPOSIUM ON TREATMENT AND DISPOSAL OF RESIDUAL WATERS, Buenos Aires, 1976.
- 7 - IMHOFF, Karl. 1966. Manual de tratamento de águas residuais. São Paulo, Edgard Blücher. 235p.

- 8 - IONICS INCORPORATED. Ionics model 225, total oxygen demand analyzers, 65 Grove St., Water Town, Mass. 02172 apud JORDÃO, Eduardo Pacheco & PESSÔA, Constantino Arruda. 1975. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB. v.1, p.44.
- 9 - ITALCONSULT - LATINOCONSULT BRASILEIRA. 1971. Sistema de esgotos sanitários da cidade de Capão da Canoa; relatório preliminar. Roma.
- 10 - _____. 1972. Sistema de esgotos sanitários da cidade de Capão da Canoa; projeto. Roma.
- 11 - JORDÃO, Eduardo Pacheco & PESSÔA, Constantino Arruda. 1975. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB. v.1.
- 12 - LINSLEY, Ray K., Jr.; KOHLER, Max A.; PAULHUS, Joseph L.H. 1967. Hidrología para ingenieros. New York, McGraw-Hill. 350p.
- 13 - MÉTODOS estandar para el examen de águas y águas de desecho. 1963. 11.ed. México, Interamericana. 609p.
- 14 - PAZ SANCHEZ, Arnulfo. 1976. La experiencia en México sobre el reuso y la disposición de aguas residuales en el terreno. s.l., CEPIS. 41f. Trabalho apresentado no SYMPOSIUM ON TREATMENT AND DISPOSAL OF RESIDUAL WATERS, Buenos Aires, 1976.
- 15 - PRECISION Scientific Instruments, Bulletin 644 A; 3737 West Cortland St., Chicago, Ill. 60647, USA apud JORDÃO, Eduardo Pacheco & PESSÔA, Constantino Arruda. 1975. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB. v.1, p.44.

- 16 - SAWYER, Clair N. & McCARTY, Perry L. 1967. Chemistry for sanitary engineers. 2.ed. Tokyo, Kogakusha. 518p.
- 17 - SEABROOK, Belford L. 1976. A case study of land treatment of sewage in Australia. s.l., CEPIS. 26f. Trabalho apresentado no SYMPOSIUM ON TREATMENT AND DISPOSAL OF RESIDUAL WATERS, Buenos Aires, 1976.
- 18 - _____. 1976. Land treatment of wastewater in the United States; an overview. s.l., CEPIS. 35f. Trabalho apresentado no SYMPOSIUM ON TREATMENT AND DISPOSAL OF RESIDUAL WATERS, Buenos Aires, 1976.
- 19 - STENGER, V.A. & VAN HALL, C.E. 1967. Anal. Chem. 39, 206 apud JORDÃO, Eduardo Pacheco & PESSÔA, Constantino Arruda. 1975. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB. v.1, p.44.
- 20 - WAGNER, Edmund G. & LANOIX, J.M. 1958. Excreta disposal for rural areas and small communities. Geneva, World Health Organization. 187p.