

Fig. 3.4-2(1/3) Concept of Drainage Improvement Plan for Canal Olho D'Água
 Fig.3.4-2(1/3) Conceito do Plano de Melhoramento de Drenagem para o Canal Olho D'Água

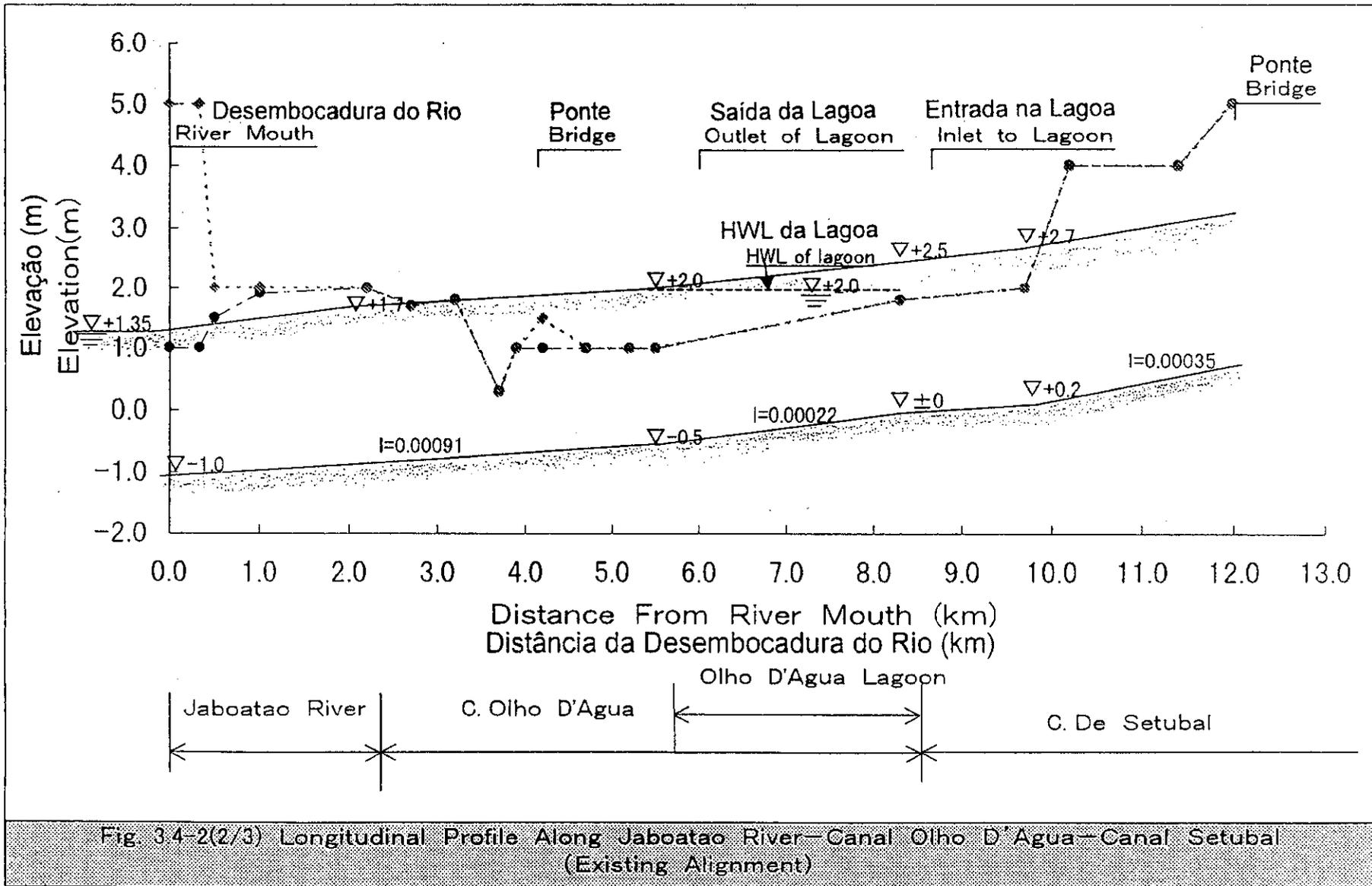


Fig. 3.4-2(2/3) Longitudinal Profile Along Jaboatão River—Canal Olho D'Água—Canal Setúbal (Existing Alignment)

Fig.3.4-2(2/3) Corte Longitudinal ao longo do Rio Jaboatão - Canal Olho D'Água - Canal Setúbal (Alinhamento Existente)

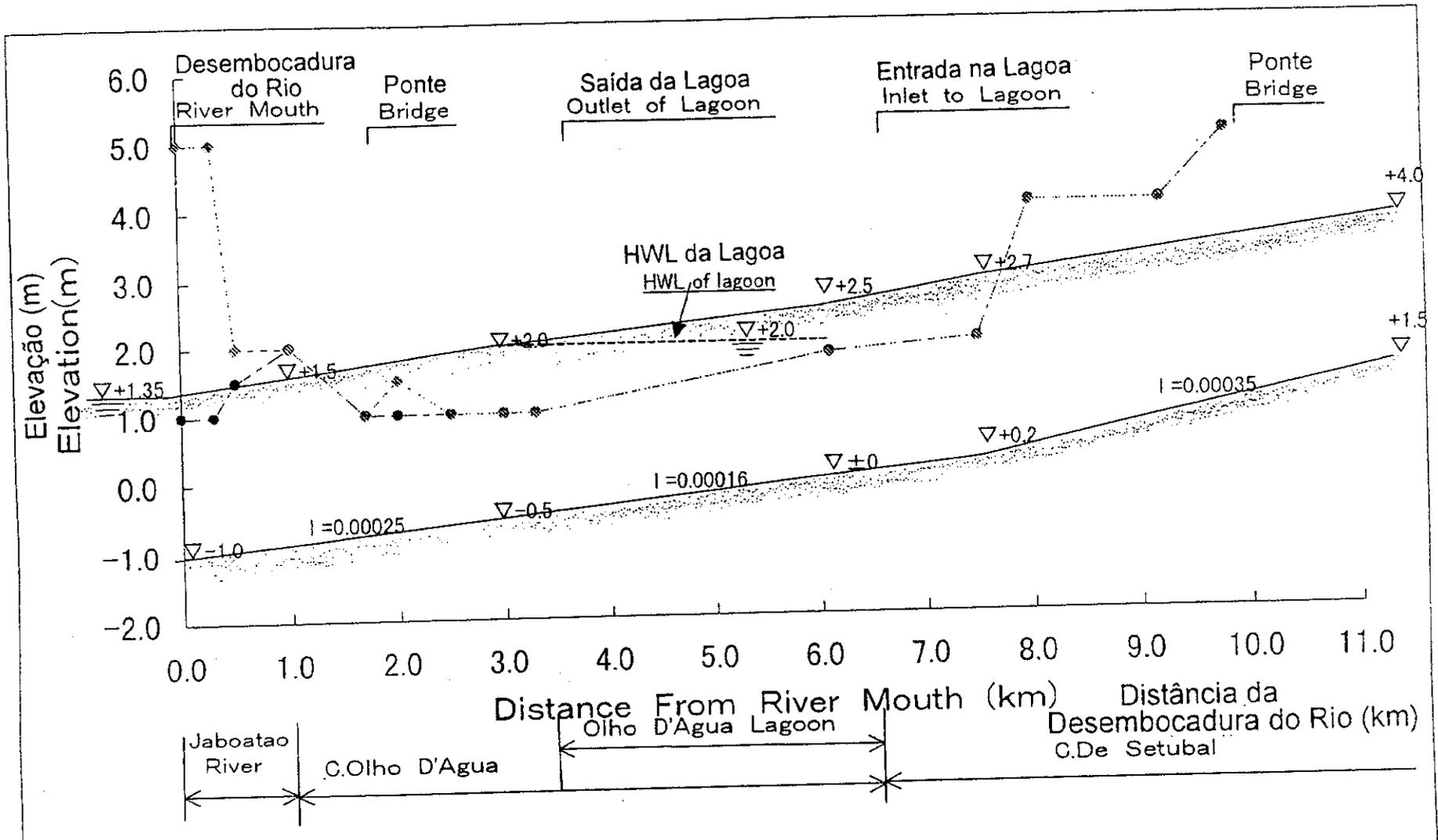


Fig. 3.4-2(3/3) Longitudinal Profile Along Jaboatao River—Canal Olho D'Agua—Canal Setubal (Alternative Alignment)

Fig.3.4-2(3/3) Corte Longitudinal ao longo do Rio Jaboatão - Canal Olho D'Água - Canal Setúbal (Alinhamento Alternativo)



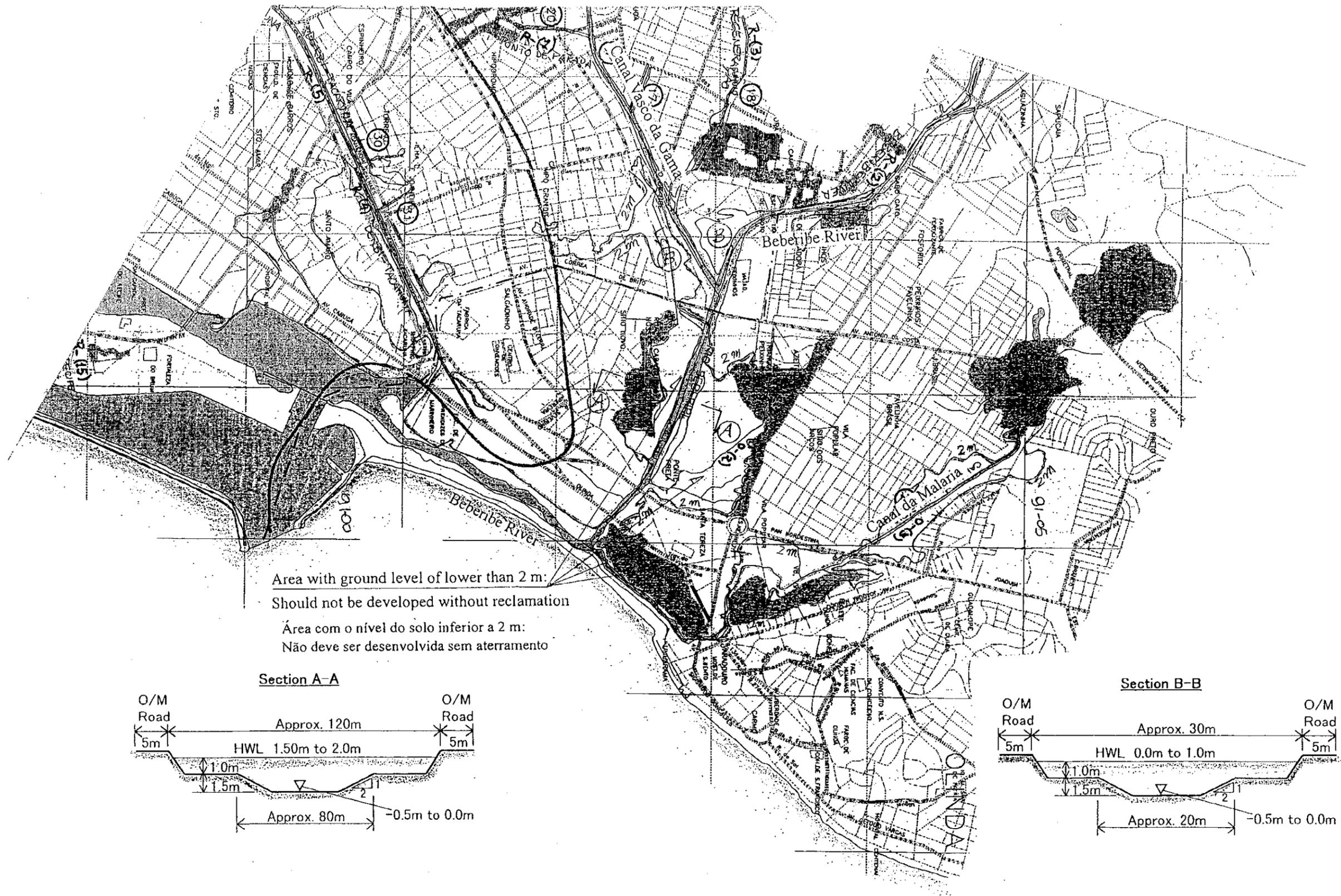


Fig. 3.4-3(1/2) Concept of Drainage Improvement Plan for Beberibe River System

Fig. 3.4-3(1/2) Conceito do Plano de Melhoramento de Drenagem para o Sistema do Rio Beberibe

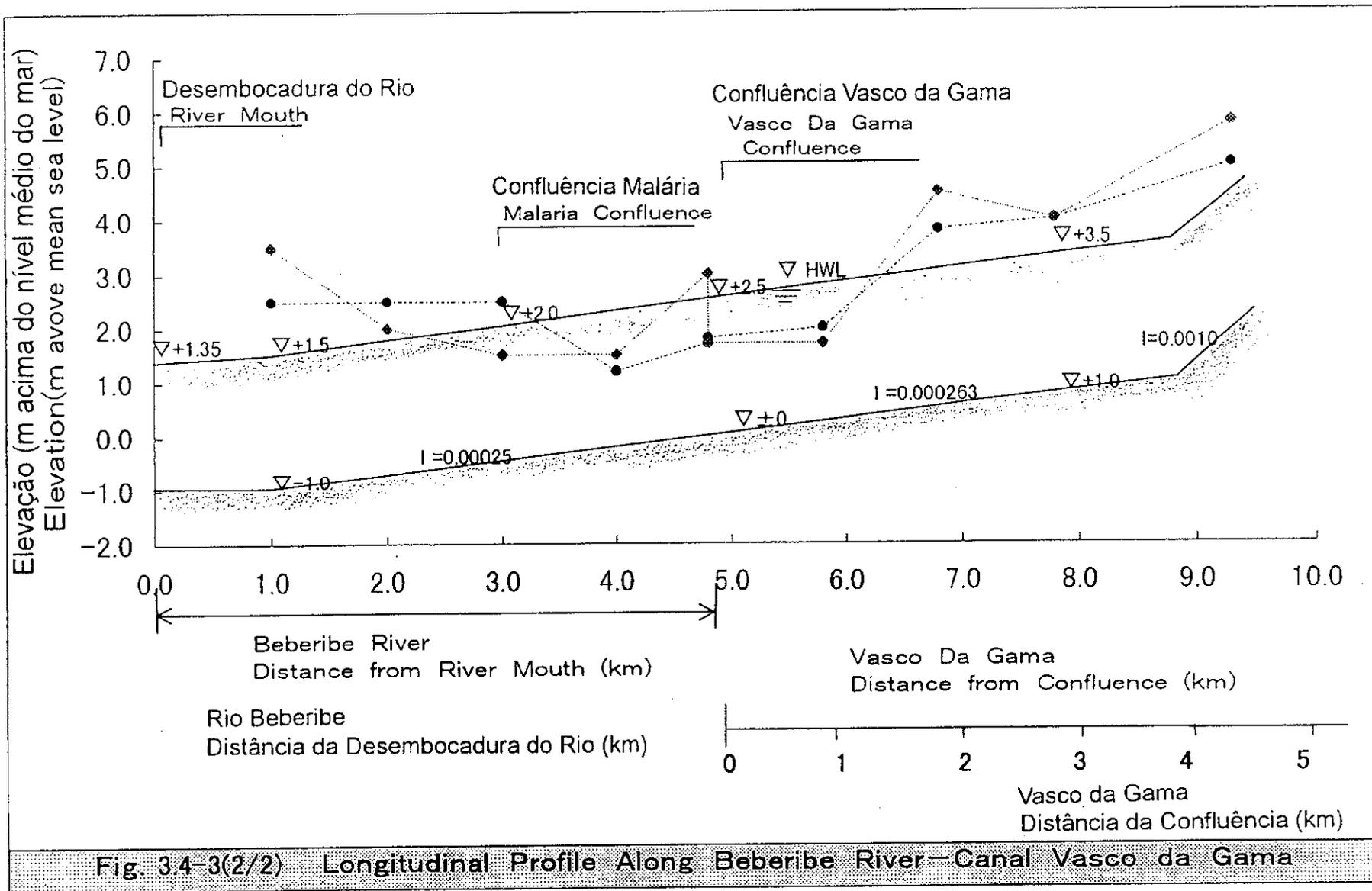


Fig.3.4-3(2/2) Corte Longitudinal ao longo do Rio Beberibe - Canal Vasco da Gama

3 PLANO DE SISTEMA DE ESGOTO PARA 2020

ÍNDICE

- 3.1 Fonte de Poluição e Carga Poluidora
- 3.2 Sistema de Esgoto Proposto
- 3.3 Comparação entre o PQA e o Plano Diretor Proposto
- 3.4 Nível de Tratamento de Esgoto

3.1 Fonte de Poluição e Carga Poluidora

As fontes de poluição na RMR são esgotos municipal e industrial, a maioria distribuída nas áreas urbanas que compreendem aproximadamente 300 km². O estudo do sistema de esgoto, portanto, focalizou no controle do esgoto municipal.

(1) Carga poluidora municipal

A carga orgânica poluidora do município (DBO) em 1997 foi calculada para 11 bacias hidrográficas.

Carga Poluidora Atual (DBO) Gerada na RMR

Bacia Hidrográfica	População	Carga Poluidora Gerada (kg/dia)	População Beneficiada	Carga (1) (kg/dia)	População não beneficiada (Moradores Pobres)	Carga (2) (kg/dia)	Carga Total (1)+(2) (kg/dia)	Taxa Runoff de Poluição
Beberibe	576.643	30.827	120.368	658	456.275	21.305	21.963	0,71
Botafogo	7.221	390	0	0	7.221	234	234	0,60
Capibaribe	667.933	37.209	28.208	275	639.725	24.701	24.976	0,67
Igarassú	67.966	3.670	1.297	18	66.669	2.160	2.178	0,59
Ipojuca	58.621	3.166	0	0	58.621	1.899	1.899	0,60
Jaboatão	501.382	27.075	3.008	32	498.374	20.226	20.258	0,75
Juaribe	8.269	447	0	0	8.269	268	268	0,60
Paratibe	98.797	5.335	21.151	228	77.646	2.535	2.763	0,52
Pirapama	84.313	4.553	11.037	119	73.276	2.374	2.493	0,55
Tejipió	493.273	26.526	13.906	75	479.367	19.302	19.377	0,73
Timbó	387.628	20.953	118.747	642	268.881	8.712	9.354	0,45
Total	2.952.046	160.151	317.722	2.047	2.634.324	103.716	105.763	0,66

A carga total é de 105.763 kg/dia, dentre a carga gerada de 160.156 kg/dia, com um coeficiente runoff de 0,66. Uma das fontes principais de carga são as bacias hidrográficas dos rios Beberibe, Capibaribe, Tejipió, Jaboatão e Timbó, responsáveis por 91% do total da

carga.

(2) Carga poluidora industrial

O esgoto industrial é controlado pelo CPRH baseado em critérios sobre a qualidade da água do efluente (menos de 60 mg/l de DBO).

3.2 Sistema de Esgoto Proposto

(1) Sistema de Esgoto Proposto para a Área Urbana Total da RMR

No PQA, 266 unidades coletoras de esgotos foram propostas para o ano meta de 2020, baseado nas seguintes condições:

- Bacia de drenagem para a coleta de esgotos
- Topografia
- Infra-estrutura existente tais como prédios e canais de drenagem

As 266 unidades foram combinadas com 86 sub-sistemas de esgotos baseado nas seguintes condições:

- Evitar o transporte do esgoto para fora da própria bacia de drenagem
- Usar a infra-estrutura existente o mais possível
- Minimizar o custo total de construção e O&M das instalações de esgotos

(2) Sub-Sistemas de Esgoto Propostos para o Plano Diretor

No Estudo, os 86 sub-sistemas de esgoto mencionados acima foram estudados e destes 55 sub-sistemas foram propostos para o Plano Diretor, baseado nos seguintes critérios.

- Áreas com sistemas de coleta sem nenhuma infra-estrutura de tratamento
- Áreas com uma grande carga poluidora
- Áreas com um grande número de populações de baixa renda
- Áreas com uma densidade populacional de mais de 30 pessoas por ha em 2020
- Áreas com um grande número de infra-estrutura pública, tais como aeroporto e zonas públicas, foram excluídas.

As principais características do Plano Diretor foram resumidas a seguir:

Número de sub-sistemas:	55 sub-sistemas
-------------------------	-----------------

População beneficiada: 3.293 milhões de pessoas

Área de Esgotamento em 2020:

- Nova área de construção 29.985 ha (100%)
- Área de expansão 4.878 ha (16,1%)
- Área atendida pelo sistema existente 8.516 ha (28,4%)

Capacidade da infra-estrutura de tratamento existente 210.102 m³/dia

Vazão de esgoto em 2020:

- média diária: 530.710 m³/dia
- máxima diária: 611.682 m³/dia
- máxima horária: 852.970 m³/dia

3.3 Comparação entre o PQA e o Plano Diretor Proposto

Ítem de Planejamento	PQA	Plano Diretor
1. Ano meta	2020	2020
2. Área servida pelo sistema de esgoto	36.321 ha	36.425 ha: Revisto depois de checado
3. População beneficiada	3.635.040	3.635.040
4. Unidade de volume de esgoto	100 – 200 l/dia	100 – 200 l/dia
5. Unidade de carga poluidora DBO SS	54 g/pessoa/dia Não planejado	54 g/ pessoa/dia, 60 g/ pessoa/dia proposto,
6. Esgoto industrial	A ser regulamentado pelo CPRH	A ser regulamentado pelo CPRH
7. No. de sub-sistemas para a área urban total	87 sub-sistemas	86 sub-sistemas: Revisto depois de checado
8. Plano para 2020 1) No. de sub-sistemas 2) População beneficiada	57 sub-sistemas 2,88 milhões (80 % do total urbano)	55 sub-sistemas: Revisto através da exclusão das áreas de baixa densidade 3,29 milhões: Revisto (90 % do total urbano)
9. Tratamento	Não foi proposto	Proposto na Fase 1

secundário	claramente	
10. Desinfecção	Proposto na Fase 2	Proposto na Fase 1, porém sua implementação será decidida na fase F/S de acordo com diretrizes ambientais.
11. Projetos da Fase 1		
1) No. de sub-sistemas	41 sub-sistemas	25 sub-sistemas
2) População beneficiada	2,05 milhões (71 % do total urbano)	2,75 milhões: 83 % do total da população urbana em 2020)
12. Projetos da Fase 2		
1) No. de sub-sistemas	16 sub-sistemas	30 sub-sistemas
2) População beneficiada	1,25 milhões	0,55 milhões em 2020

3.4 Nível de Tratamento de Esgoto

(1) Tratamento Secundário

No PQA, os métodos de tratamento primário e secundário foram estudados, porém, a época de implementação do tratamento secundário não foi estabelecida claramente. No Plano Diretor foi proposto que todo sub-sistema será provido com infra-estrutura de tratamento secundário de acordo com o programa de fases.

(2) Desinfecção

No PQA, foi proposto que o esgoto tratado seria desinfectado na Fase 2. Foi proposto ainda que o esgoto tratado seria desinfectado de acordo com o programa de fases. A época de desinfecção será decidida na etapa F/S, uma vez que o esgoto tratado terá que corresponder as exigências dos padrões de vazão para que se evite efeitos adversos na qualidade da água dos rios.

**4. PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA INFRA-ESTRUTURA DE ESGOTO
PARA O ANO 2020**

Conteúdo do Texto do Seminário

- 4.1 Esquema de Desenvolvimento da Infra-Estrutura de Esgoto
- 4.2 Recuperação da Infra-Estrutura Existente
- 4.3 Expansão da Coleta de Esgoto e Infra-Estrutura de Transporte
- 4.4 Expansão da Infra-Estrutura de Tratamento de Esgoto

Lista das Figuras:

- Fig.1 Disposição Conceptual da Coleta de Esgoto e Infra-Estrutura de Transporte
- Fig.2 Fluxograma do Processo RAFA
- Fig.3 Configuração do Reator RAFA
- Fig.4 Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto Janga
- Fig.5 Fluxograma da Estação de Tratamento Peixinhos
- Fig.6 Fluxograma da Estação de Tratamento Cabanga
- Fig.7 Plano de Disposição da Estação de Tratamento de Esgoto Janga
- Fig.8 Plano de Disposição da Estação de Tratamento Peixinhos
- Fig.9 Plano de Disposição da Estação de Tratamento Cabanga

4.1 Esquema de Desenvolvimento da Infra-Estrutura de Esgoto

(1) Esquema Básico

O plano de infra-estrutura de esgoto proposto é uma medida estrutural para alcançar os objetivos do Plano Diretor para o ano 2020.

As novas instalações de infra-estrutura de esgoto são necessárias em áreas atualmente isoladas das provisões de esgoto. A infra-estrutura de esgoto existente está seriamente danificada em várias áreas. Com isso, para implementar economicamente o esquema de desenvolvimento foi considerado essencial o uso da infra-estrutura existente sempre que possível. Desta forma, o plano proposto de desenvolvimento da infra-estrutura de esgoto na RMR compreende os dois esquemas seguintes:

- a) Trabalhos de recuperação da infra-estrutura de esgoto existente, que são definidos como trabalhos para restaurar as funções e capacidades originais das instalações através da troca de equipamentos e peças, provisão suplementar de componentes necessários, etc., e
- b) Trabalhos de expansão, que são definidos como trabalhos para expandir as funções e capacidades através da instalação de novas instalações, provisão adicional de equipamentos necessários, etc.

(2) Condições Básicas de Planejamento

Os trabalhos de recuperação e expansão ocorrerão nos 55 sub-sistemas de esgoto selecionados. Suas condições básicas de planejamento são as seguintes:

a) Método de coleta de esgoto:

Serão empregados sistemas de esgoto totalmente separado. Desta maneira, apenas esgotos separados das águas das chuvas serão tratados pelas instalações de esgoto.

b) Área de esgoto:

- Área de esgoto em 2020: 29.960 ha no total
- Área de esgoto existente: 8.520 ha no total

- Área total a ser desenvolvida em 2020 21.440 ha
- c) Vazão de esgoto em 2020:
 - Fluxo médio diário: 531.000 m³/dia no total
 - Fluxo máximo diário: 612.000 m³/dia no total
 - Fluxo máximo horário: 853.000 m³/dia no total
- d) Qualidade do esgoto afluyente:
 - DBO: 340 mg/l na média da RMR
 - SS: 370 m/l na média da RMR
- e) Taxa de remoção de poluentes:
 - DBO: Acima de 90%
 - SS: Acima de 90%

O esgoto tratado será desinfetado se necessário. A necessidade de desinfecção será estudada na etapa F/S.

f) Tratamento do lodo:

O lodo gerado pelo tratamento de esgotos será desidratado em formato achatado e arredondado na estação de tratamento, através do uso de um desidratador mecânico ou leitos naturais de secagem.

4.2 Recuperação da Infra-Estrutura Existente

(1) Coleta de Esgoto e Infra-Estrutura de Transporte

A coleta de esgoto e infra-estrutura de transporte consistem das estações elevatórias e tubos de esgoto.

Um total de 96 estações elevatórias estão atualmente em funcionamento em quatro sistemas de esgotos principais, acomodando um total de 167 conjuntos de tipos diferentes de bombas. Investigações nos locais revelaram que quase todas as estações elevatórias estão danificadas. Desta maneira, uma porção significativa do esgoto coletado é lançado nos cursos d'água próximos sem tratamento.

Com base em tais investigações e na revisão dos dados preparados pela COMPESA, os itens

de recuperação, que apresentam os danos atuais das respectivas estações elevatórias, foram identificados. Estes incluem trabalhos que variam do acréscimo de novas bombas a reposição de componentes.

Por outro lado, as tubulações dos esgotos necessitam de recuperação urgente devido a quebra em diversos pontos causada principalmente pelo desgaste do tempo. Ainda, o limo nas tubulações é um problema sério, resultando na baixa capacidade de fluxo. Com base nos dados preparados pela COMPESA e investigação local foram considerados como trabalhos de recuperação os trabalhos de reparo e limpeza dos tubos e estações elevatórias existentes dos 55 sub-sistemas selecionados. Estes incluem o acréscimo de tubos, o concerto de conexões tubulares, a inspeção do limo, limpezas, etc.

(2) Infra-Estrutura de Tratamento de Esgoto

Atualmente 44 estações de tratamento de esgotos estão funcionando em quatro sistemas principais. Destes, 24 estações estão programadas para serem usadas nos 55 sub-sistemas selecionados. A maioria das estações de tratamento necessitam recuperação, parcial ou total, para atender as funções e capacidades originais requeridas. Além do mais, a maioria das estações de tratamento está, atualmente, sofrendo vários tipos de danos.

Considerando a situação apresentada acima, serão feitos trabalhos necessários de recuperação das infra-estruturas de tratamento dos respectivos sub-sistemas.

4.3 Expansão da Coleta de Esgoto e Infra-Estrutura de Transporte

A rede de coleta e transporte de esgotos é composta de coletores, tubos de bifurcação, tubos troncais e tubos de pressão.

A Figura 1 apresenta o conceito de distribuição dos tubos e outras infra-estruturas relacionadas com os sub-sistemas de esgotos. As áreas de esgotamento são compostas de várias UEs (Unidades de Esgotos), que são as unidades mínimas de vazão e coleta de esgotos a serem definidas por condições topográficas e outros. O esgoto gerado é coletado através de coletores nas conexões domiciliares. Tais coletores são chamados coletores condominiais nas áreas beneficiadas com o sistema condominial e coletores de calçada em

outras áreas. Em seguida, o esgoto é encaminhado para os tubos tronco através dos tubos de bifurcação. Como regra, no final dos tubos tronco uma estação elevatória é instalada na UE. Através de tubos de pressão o esgoto é encaminhado para a próxima UE, por bombeamento.

O comprimento total da tubulação a ser expandida é de aproximadamente 5.900 km e a força total de eixo das estações elevatórias é de 9.700 CV. Estes são resumidos no quadro abaixo:

Sumário do Volume de Trabalho Geral da Infra-Estrutura de Coleta e Transporte

Ítems		Unidades	Quantidades
Tubos	Coletores condominiais	Comprimento do tubo (km)	530
	Coletores de calçada	Comprimento do tubo (km)	3.077
	Tubos de bifurcação	Comprimento do tubo (km)	2.063
	Tubos tronco	Comprimento do tubo (km)	133
	Tubos de pressão	Comprimento do tubo (km)	65
	Total	Diâmetro máximo	(mm)
Comprimento do tubo		(km)	5.868
Estações elevatórias	No. total de conjuntos	(conjunto)	441
	Força total de eixo	(CV)	9.748

4.4 Expansão da Infra-Estrutura de Tratamento de Esgoto

(1) Análise do Processo de Tratamento de Esgoto

Em geral, a infra-estrutura de tratamento de esgoto é composta pelo sistema afluente, sistema de tratamento biológico, sistema de desinfecção e sistema de tratamento de lodo, como apresentado abaixo.

Diversos tipos de processo são disponíveis no sistema de tratamento biológico, sistema de desinfecção e sistema de tratamento de lodo. Para selecionar processos ótimos aplicáveis na RMR, as seguintes análises foram feitas.

1) Sistema de Tratamento Biológico

O sistema de tratamento biológico é um componente principal, que remove poluentes como DBO e SS dos esgotos. As seguintes opções de processo biológico foram comparadas do ponto de vista técnico e econômico: a) processo de lodos ativados, b) processo de oxidação em valas, c) lagoas aeradas, d) processo de bio-filtração, e) RAFA + processo de lagoa, f) RAFA + processo de bio-filtração.

Fluxo Geral do Tratamento de Esgoto

Esgoto. S. de Elevação de Esgoto. S. de Tratamento Biológico. S. de Desinfecção. Água Tratada

S. de Tratamento de Lodo..... Lodo Tratado

Dentre os processos mencionados acima, o processo de lagoas aeradas e bio-filtração simples não podem ser usados devido ao baixo nível de remoção de DBO (menos de 90%). Os outros processos foram comparados e examinados usando-se o método de avaliação ponderada, que fixa os seguintes pontos: i) 5 para custos de construção, ii) 3 para consumo de energia, iii) 3 para taxa de geração de lodo, iv) 5 para facilidade de operação e gerenciamento, e v) 5 para espaço requerido.

Avaliação do Processo de Tratamento Biológico

Ítems de Comparação		Pontos Ponderados	Processos Opcionais			
			Lodo Ativado	Fosso de Oxidação	RAFA + Lagoa	RAFA + Bio-Filtração
Custo de Construção	Ponto Bruto	5	1	1	5	3
	Contagem		5	5	25	15
Consumo de Energia	Ponto Bruto	3	1	1	5	3
	Contagem		3	3	15	9
Taxa de Geração de Lodo	Ponto Bruto	3	1	3	5	5

	Contagem		3	9	15	15
Facilidade de O&M	Ponto Bruto	5	1	3	5	3
	Contagem		5	15	25	15
Espaço Requerido	Ponto Bruto	5	5	3	1	5
	Contagem		25	15	5	25
Contagem Total			41	47	85	79

Nota: Os pontos brutos são: 5 para “excelente”, 3 para “regular”, e 1 para “inferior”.

A partir desta comparação ficou evidente que o processo RAFA com lagoa ou bio-filtração apresenta vantagem significativa. Este resultado é atribuído ao seguinte:

- a) O processo RAFA é de tratamento anaeróbico, e portanto não necessita de aeração que consome grande quantidade de energia,
- b) A taxa de DBO de carga por espaço do processo RAFA é extremamente alta (1,5 kg-DBO/m³/dia) comparada com outros processos, e
- c) A taxa de geração de lodo no processo RAFA é muito baixa.

Baseado nestes resultados, o processo RAFA foi classificado como de alta prioridade, como segue:

- a) No caso de não haver limitações de espaço no terreno da estação de tratamento:
Reator RAFA + Lagoa (Poço de Estabilização)
- b) No case de haver alguma limitação de espaço no terreno da estação de tratamento:
Reator RAFA + Bio-Filtração (incluindo sedimentação)

Na aplicação do processo RAFA, medidas apropriadas e atenção especial devem ser prestadas na geração de odores ofensivos, especialmente em áreas densamente povoadas. Fig. 2 e Fig. 3 apresentam, respectivamente, uma aplicação típica do processo RAFA mencionada acima e uma configuração típica do reator RAFA.

2) Sistema de Tratamento de Lodo

Atualmente todas as estações de tratamento de esgotos existentes na RMR dependem de leitos de secagem do lodo para tratar o lodo gerado. As características do processo de secagem do lodo são avaliadas da seguinte maneira: i) Requer terrenos espaçosos devido a sua baixa taxa de secagem, e ii) pode gerar odores ofensivos, causando com isso preocupações com respeito ao meio-ambiente local.

Considerando as características da secagem de lodo acima mencionadas, o processo de tratamento de lodo foi reexaminado de acordo com os seguintes critérios:

- a) Certa desidratação mecânica deverá ser introduzida nas estações de tratamento de esgotos com espaço limitado, ou situadas em áreas densamente povoadas.
- b) Leito natural de secagem continuará a ser aplicado nas estações de tratamento de esgotos que não são limitadas em espaço e que não se preocupam com o meio ambiente local.

A quantidade de lodo a ser gerada na RMR em 2020 é estimada em 64 ton-Seco Solido/dia (130 ton/dia de base-úmida, onde 50% de umidade é usurpado após secagem natural). Quanto a disposição final do lodo, atualmente quase todo o lodo gerado é disposto nas lixeiras, com excessão de uma pequena quantidade que é usada para jardinagem. Considerando-se os constituintes do lodo e as atividades agrícolas na RMR, o uso do lodo na agricultura como fertilizante ou condicionador de solo deverá ser promovido no futuro como benefício, assim como acontece em países desenvolvidos. Para por em prática este uso proveitoso do lodo, a qualidade do lodo gerado e esgoto devem ser monitorados periodicamente, especialmente para substâncias tóxicas como metais pesados, patogênicos, etc.

(2) Expansão da Infra-Estrutura de Tratamento de Esgoto

1) Métodos de Expansão

Em sub-sistemas de esgoto onde a infra-estrutura existente não é disponível, a estação de

tratamento inteira será instalada em conjunto com os resultados da avaliação dos processos ótimos mencionados na seção anterior. No caso da infra-estrutura existente estiver funcionando no momento, o sistema de desinfecção será adicionado em todos os sub-sistemas. Ambos o sistema de elevação de esgoto e o sistema de tratamento de lodo serão adicionados ao sistema existente, se suas capacidades não forem suficientes para as condições dadas em 2020.

Quanto ao sistema de tratamento biológico, de toda a infra-estrutura de tratamento de esgoto existente, o sistema continuará a ser usado em alguns casos e será abolido em outros. Os seguintes critérios para os métodos de expansão foram usados nesta decisão:

- a) As infra-estruturas existentes, compostas de valas de oxidação, aeração extendida ou RAFA + lagoa, continuarão a ser usadas uma vez que a performance da qualidade da água corresponde ao requerido em 2020 (superior a 90%). Se suas capacidades hidráulicas forem inferiores aquelas em 2020, o uso de processos RAFA + lagoa ou bio-filtração será conduzido adicionalmente.
- b) As infra-estruturas existentes compostas de tanques sépticos serão abolidas e substituídas por novas instalações usando-se processos de RAFA + lagoa ou bio-filtração, uma vez que tais instalações não satisfazem a performance de qualidade da água em 2020.
- c) As infra-estruturas existentes compostas de bio-filtros, lagoas aeradas, poços de estabilização e reatores RAFA apenas, serão substituídos por processos RAFA + lagoa ou bio-filtração. Como regra, lagoas aeradas e poços de estabilização são usados como pós-tratamento do RAFA, depois de modificados.

2) Trabalhos de Expansão das 55 Infra-Estruturas de Tratamento de Esgoto

O plano proposto de expansão específica das infra-estruturas de tratamento de esgoto dos 55 sub-sistemas foi formulado com base nos resultados da análise acima mencionada.

Quanto a localização das estações de tratamento de esgoto, os locais atuais continuarão a ser usados como regra, a não ser por razões particulares. Novos locais foram selecionados nos sub-sistemas sem estações existentes, considerando-se: a) acessibilidade dos esgotos tratados aos cursos d'água, b) condições topográficas para coletar e transferir os esgotos mais facilmente, c) situação do uso da terra nas vizinhanças, e d) acessibilidade as ruas principais.

3) Trabalhos de Expansão Específicos de Três Sub-sistemas Principais

Estações de tratamento específicas em três sub-sistemas principais, Janga, Peixinhos e Cabanga, serão expandidas como segue:

a) Sub-sistema Janga: (apresentado na Fig.4 e Fig. 7)

A sequência do processo de oxidação continuará a funcionar da mesma maneira. A nova sequência, composta de reatores RAFA + lagoas será construída adjacente as instalações existentes, para o fluxo de entrada adicional. Um tanque de desinfecção será adicionado. No sistema de tratamento de lodo leitos de secagem serão adicionados aos existentes.

b) Sub-sistema Peixinhos: (apresentado na Fig. 5 e Fig. 8)

Para melhorar a performance da remoção de DBO e capacidade hidráulica, reatores RAFA, bio-filtros adicionais e tanques de sedimentação secundária adicionais serão instalados. Os tanques de sedimentação primária serão abolidos. Um tanque de desinfecção será adicionado. No sistema de tratamento de lodo, novos engrossador de lodo e desidratadores de lodo serão construídos. Os digestores de lodo, um tanque de gás e um queimador de biogás existentes continuarão a funcionar após trabalhos de recuperação, enquanto que leitos de secagem de lodo serão abolidos.

c) Sub-sistema Cabanga: (apresentado na Fig. 6 e Fig. 9)

Para melhorar sua performance, serão adicionados reatores RAFA e bio-filtros. Os tanques de sedimentação primária existentes serão convertidos em tanques de sedimentação secundária após recuperação. Um tanque de desinfecção será adicionado. No sistema de

tratamento de lodo, novos engrossador de lodo e desidratadores de lodo serão construídos. Os digestores de lodo, um tanque de gás e um queimador de biogás existentes continuarão a funcionar após trabalhos de recuperação, enquanto que leitos de secagem de lodo serão abolidos para proporcionar espaço para a instalação de reatores RAFA e bio-filtros.

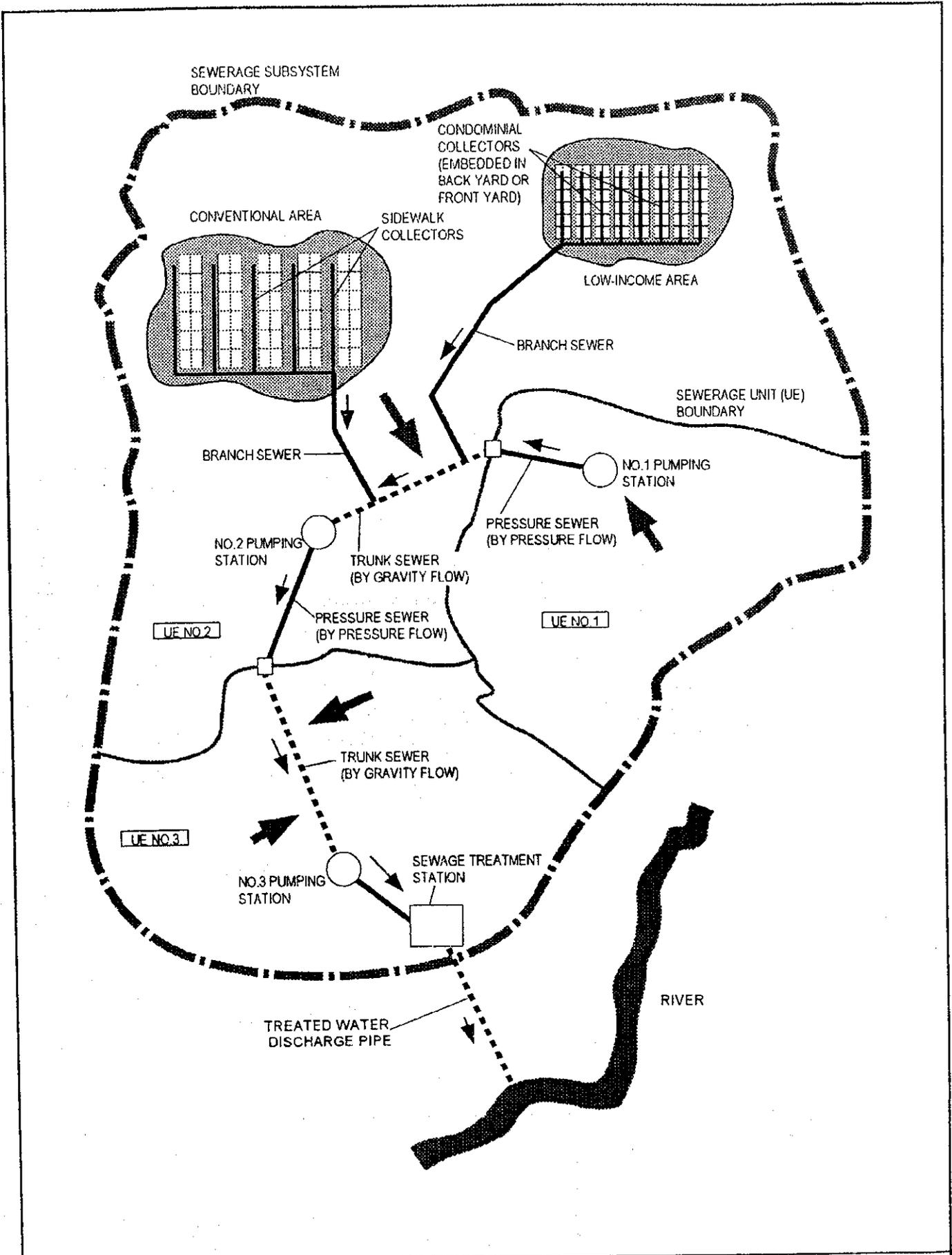


Fig. 1

Conceptual Layout of Sewage Collection and Transport Facilities

THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR

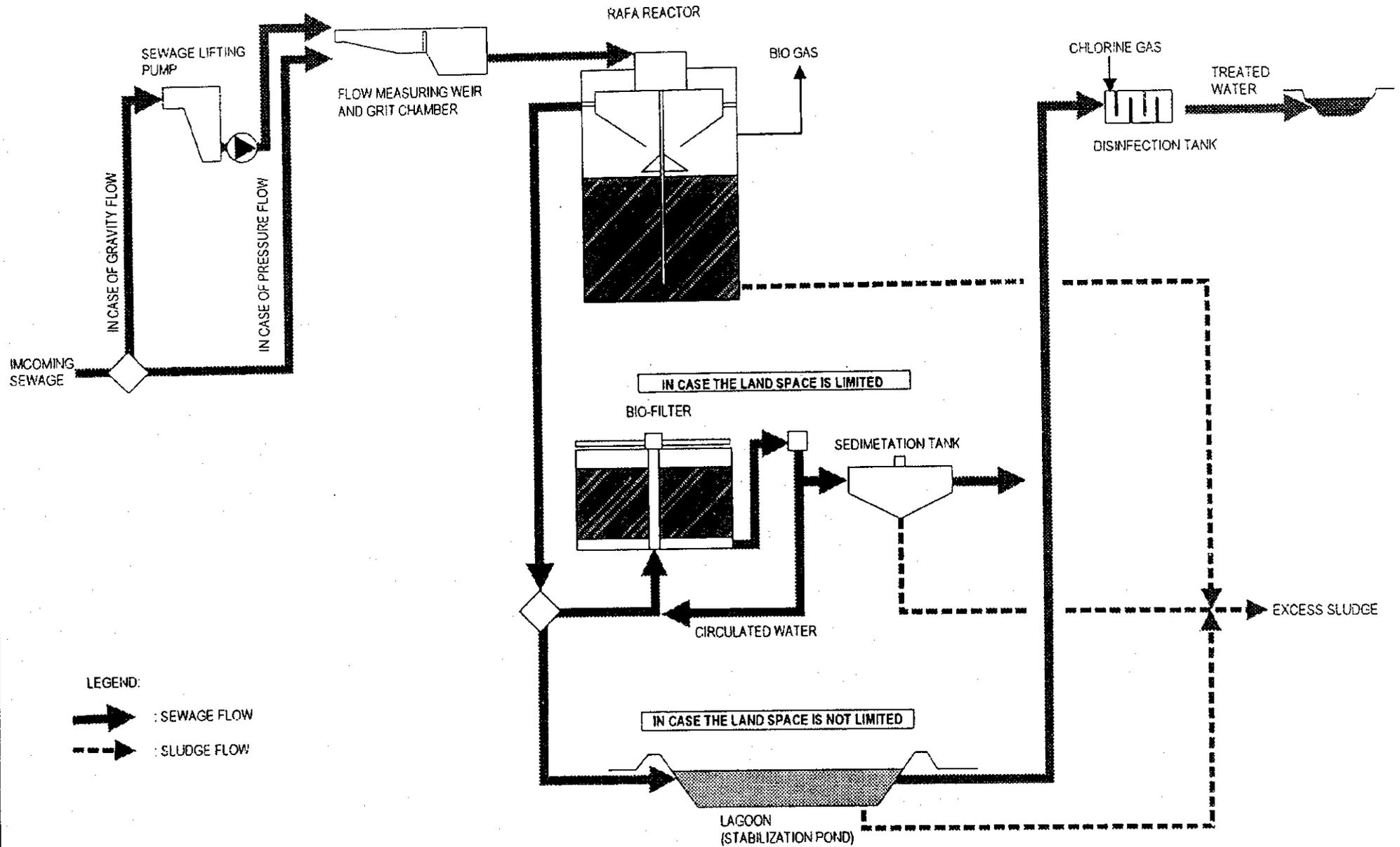
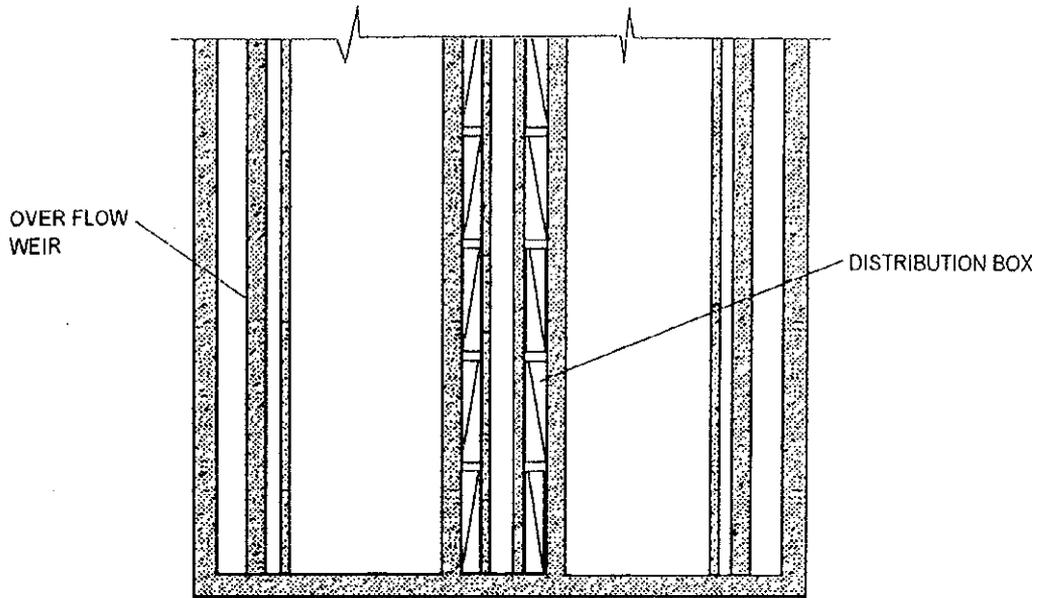
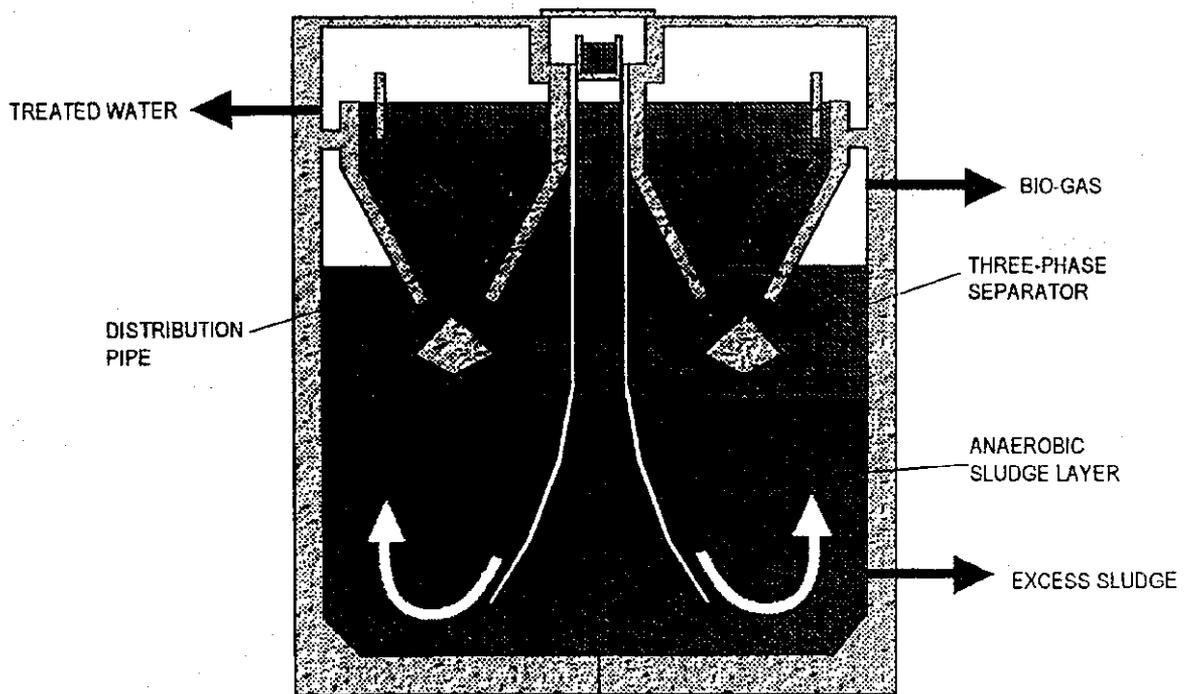


Fig. 2 Flow Diagram of RAFA Process
 THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR



PLAN VIEW



SIDE VIEW

NOTE: RAFA IS THE ABBREVIATION OF REATOR ANAEROBICO DE ELUX ASCENDENTE IN PORTUGUESE.

Fig. 3

Configuration of RAFA Reactor

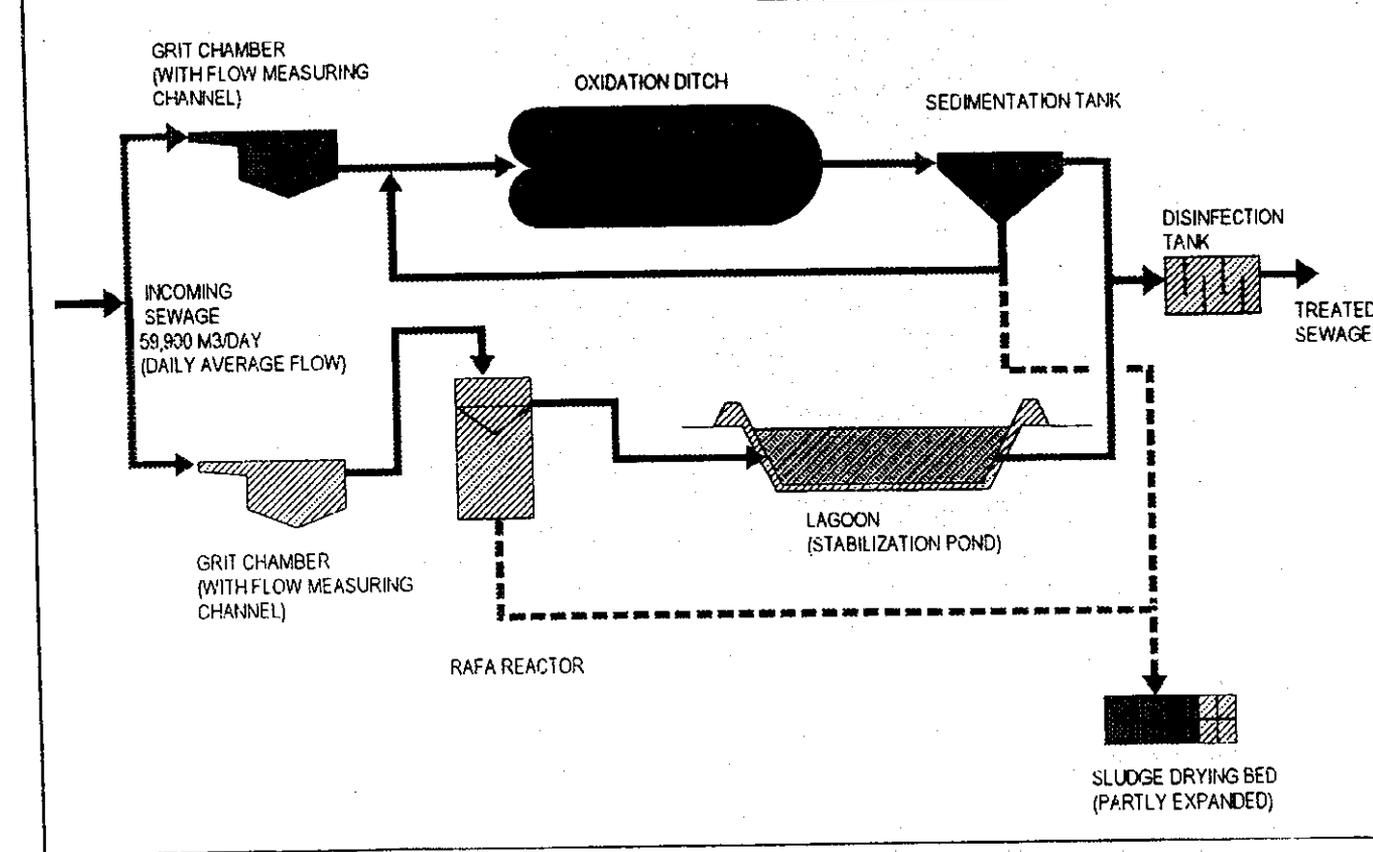
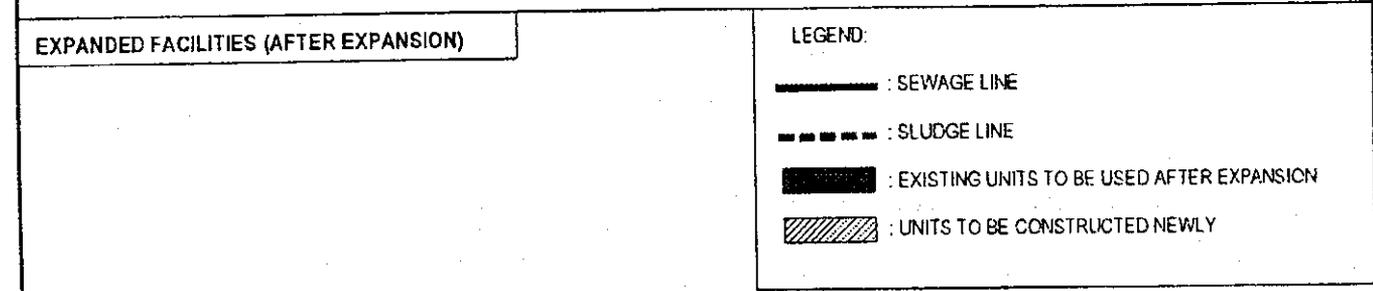
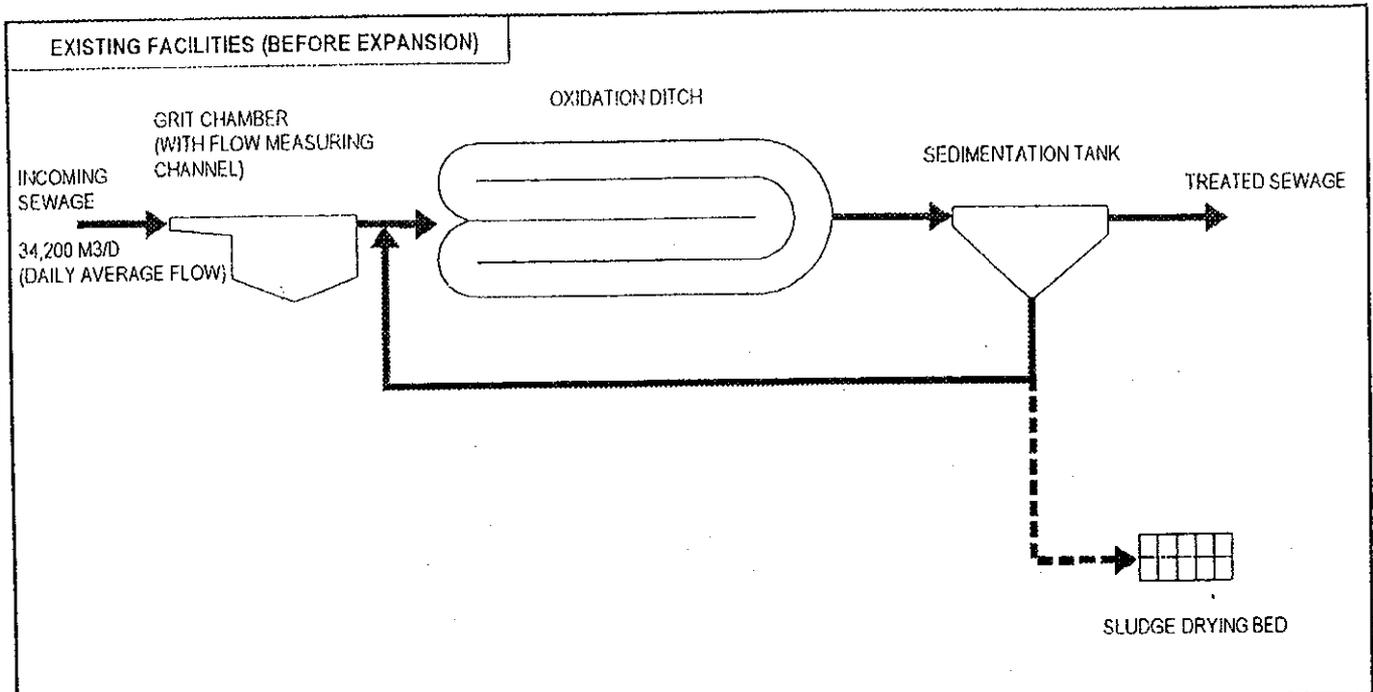


Fig. 4

Flow Diagram of Janga Sewage Treatment Station

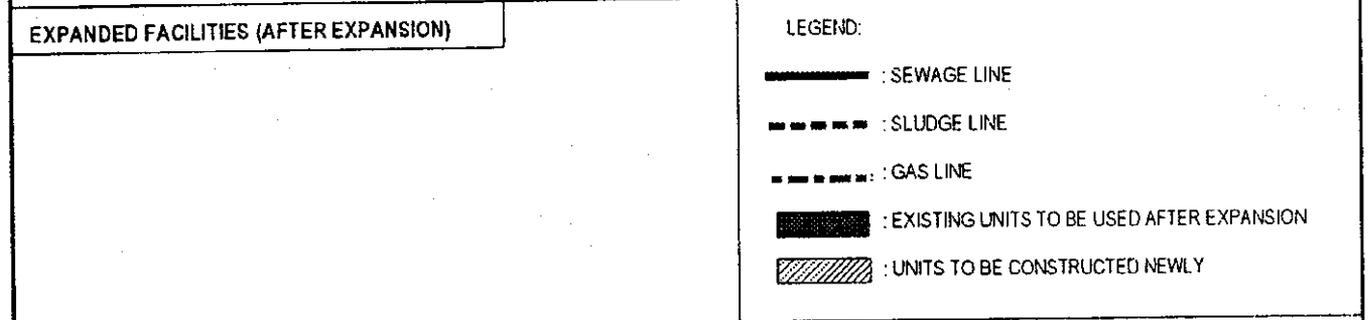
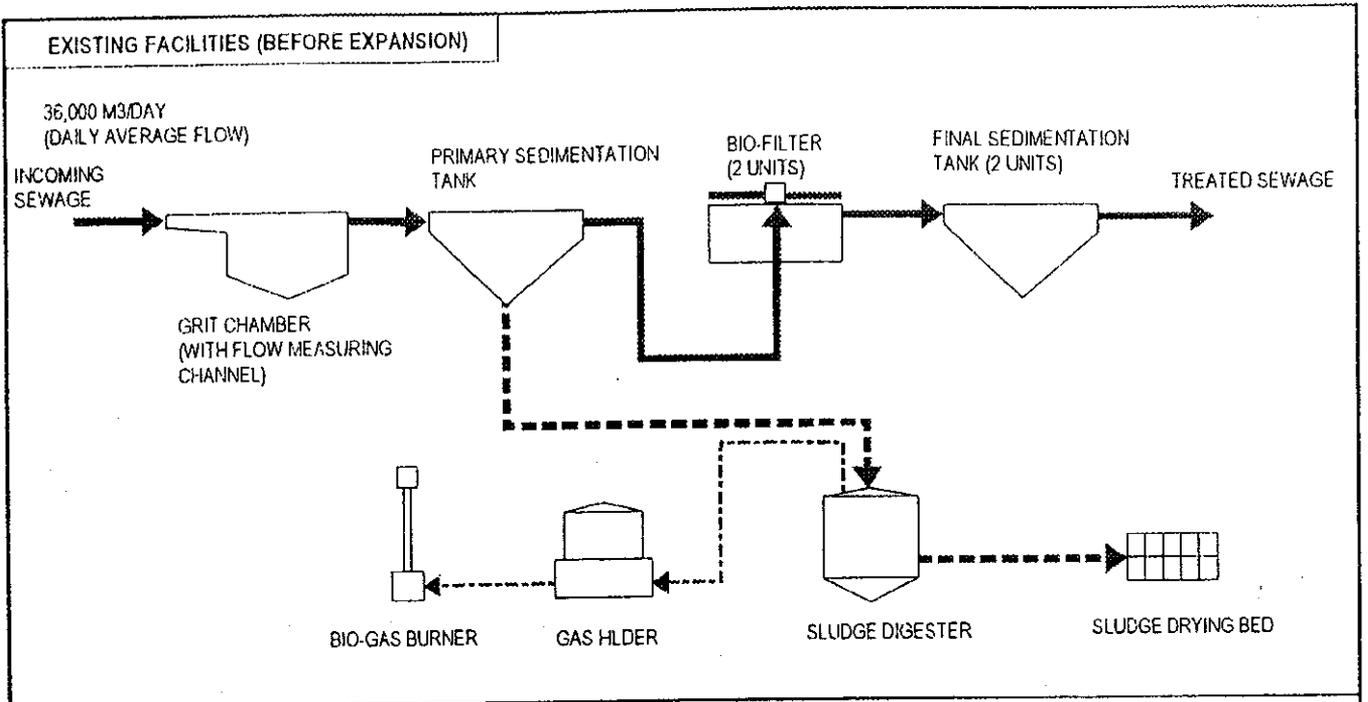
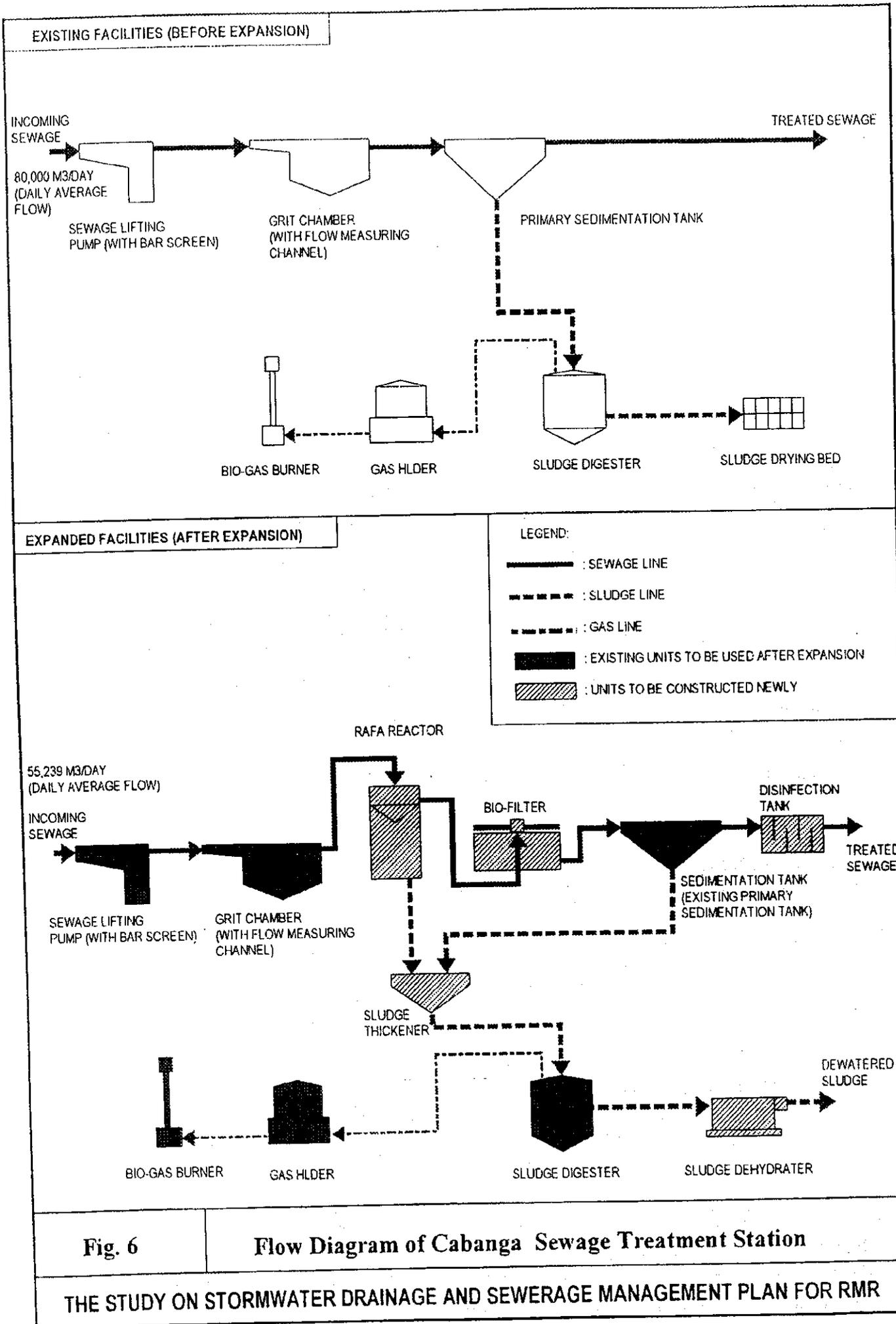
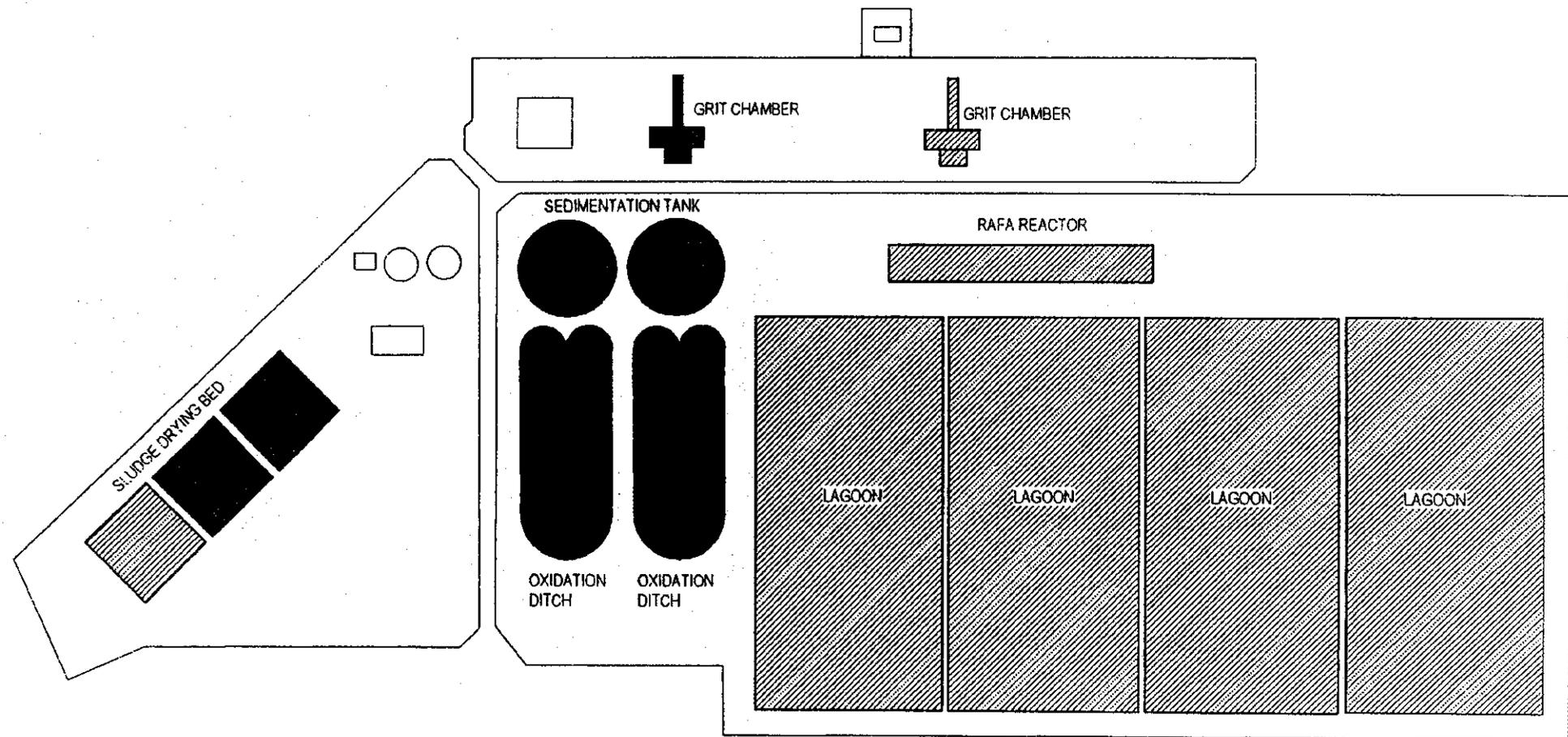


Fig. 5

Flow Diagram of Peixinhos Sewage Treatment Station





LEGEND:



: EXISTING UNITS

: UNITS TO BE NEWLY CONSTRUCTED

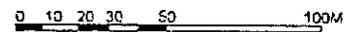


Fig. 7 **Layout Plan of Janga Treatment Station**
THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR

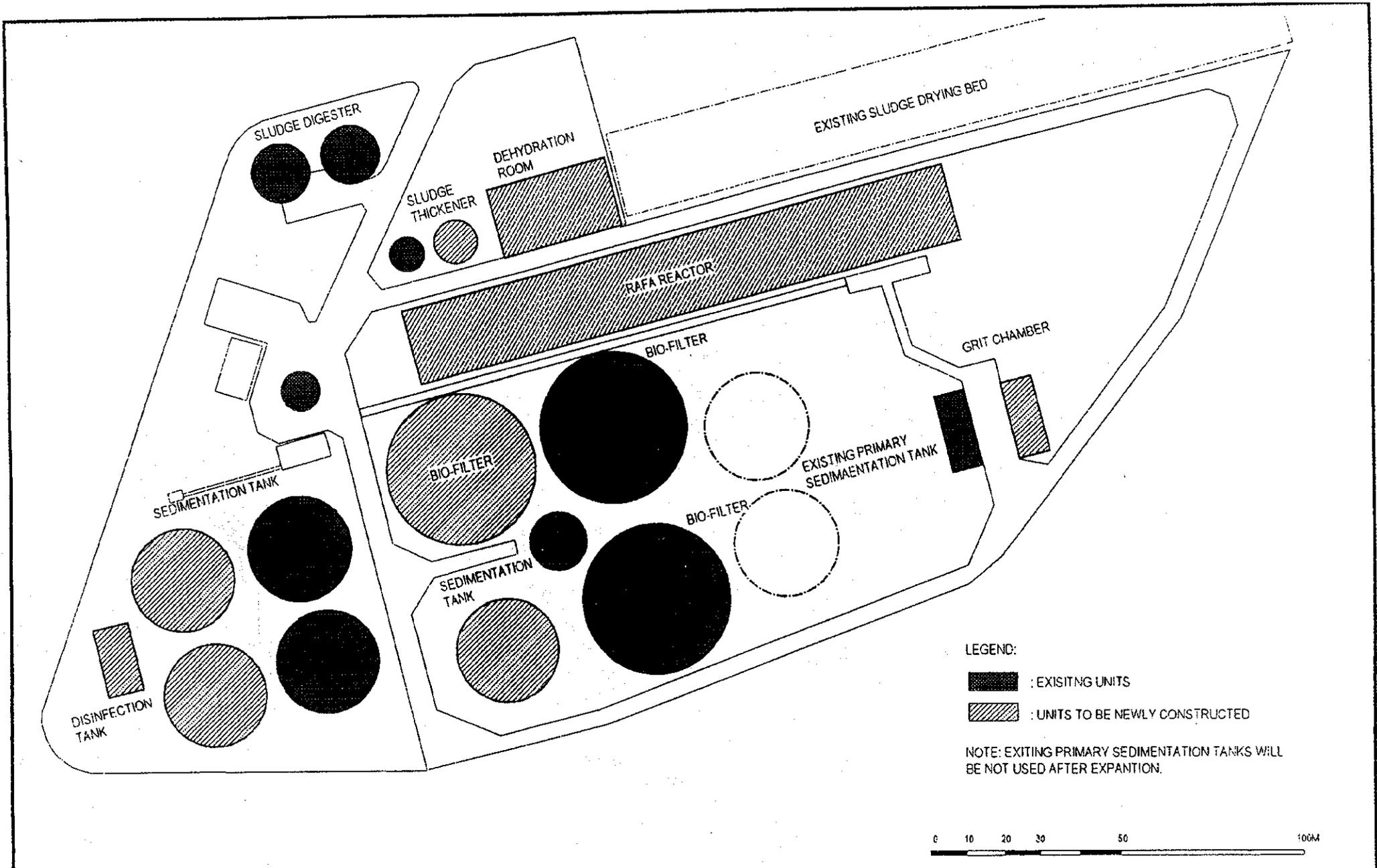


Fig. 8 **Layout Plan of Peixinhos Treatment Station**
THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR

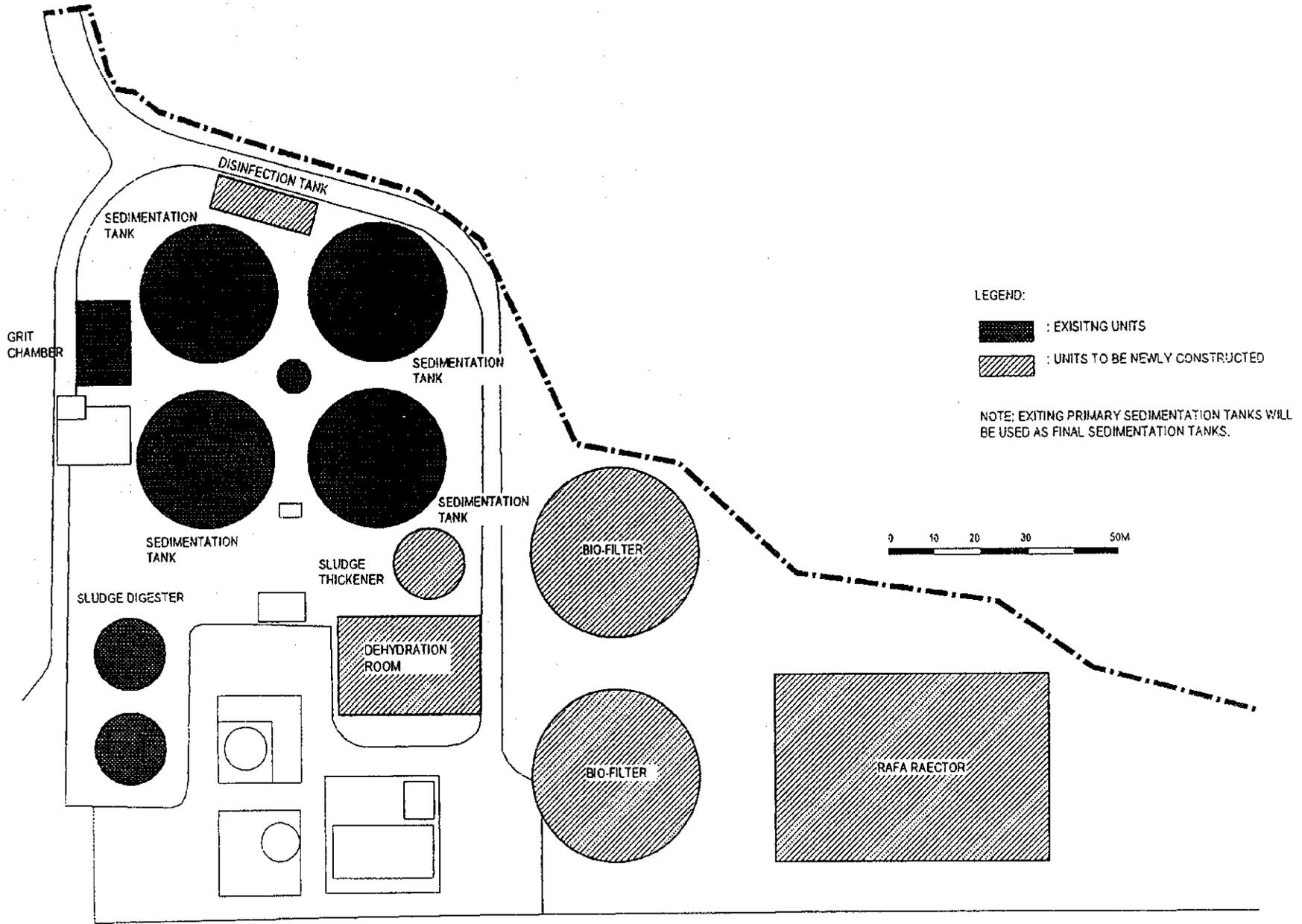


Fig. 9 **Layout Plan of Cabanga Treatment Station**
THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (JICA)

AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO (ABC)

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E

DESENVOLVIMENTO SOCIAL - PE (SEPLANDES)

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

SEMINÁRIO-2

DO

**O ESTUDO SOBRE O PLANO DE GERENCIAMENTO DA
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS E DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO
PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE
NA
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

- PAUTAS -

- 1. SUMÁRIO DO ESTUDO**
- 2. PLANO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESGOTO**
- 3. FUNÇÕES DA BOMBA E SUA MANUTENÇÃO**

DEZEMBRO DE 2000

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKYO

**O ESTUDO SOBRE O PLANO DE GERENCIAMENTO DA DRENAGEM DE ÁGUAS
PLUVIAIS E DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA A REGIÃO METROPOLITANA
DO RECIFE NA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Seminário-2
(Dezembro 2000)**

1 SUMÁRIO DO ESTUDO

Índice

1.1	Introdução	1
1.2	Plano Diretor.....	2
1.2.1	Sumário	2
1.2.2	Plano de Desenvolvimento do Sistema de Esgotamento Sanitário	3
1.2.3	Plano de Gerenciamento da Drenagem Pluvial.....	3
1.2.4	Efeito do Plano Diretor	4
1.2.5	Diagnóstico Ambiental Inicial (DAI).....	4
1.2.6	Organização Executiva	4
1.2.7	Projetos Prioritários.....	5
1.2.8	Plano de Ação	6
1.3	Estudo de Viabilidade nos Projetos Prioritários	8
1.3.1	Plano Geral das Instalações.....	8
1.3.2	Plano de Instalações de Coleta de Esgoto.....	10
1.3.3	Plano de Instalações de Tratamento de Esgoto.....	10
1.3.4	Avaliação de Impacto Ambiental	11
1.3.5	Efeito dos Projetos	12
1.3.6	Organização Institucional.....	12
1.3.7	Plano de O&M	13
1.3.8	Plano de Implementação	13

Número das Figuras

Fig. 1 Área de Estudo

Fig. 2 Sistemas de Esgotamento Sanitário para o Plano Diretor

Fig. 3 Sistemas de Esgotamento Sanitário para a Fase-1 e Projetos Prioritários

1. SUMÁRIO DO ESTUDO

1.1 Introdução

Este texto apresenta um resumo geral dos resultados do “O Estudo sobre o Plano de Gerenciamento da Drenagem de Águas Pluviais e do Esgotamento Sanitário para a Região Metropolitana do Recife na República Federativa do Brasil”, incluindo projetos prioritários identificados no Plano Diretor.

A Área de Estudo é a Região Metropolitana do Recife (RMR), que cobre uma área de 2.766 km² e tem uma população de 3,1 milhões de habitantes (dados de 1996). Esta área é formada por 14 municípios e 11 bacias hidrográficas principais, e sua área urbana cobre 302 km² (Figura 1).

Atualmente, a RMR tem como características a grande concentração populacional na área urbana, a ampla distribuição de áreas de pobreza (ou assentamentos informais) e a escassez de infra-estrutura básica tais como sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem.

De acordo com o censo de 1996, aproximadamente 40% (3,0 milhões de habitantes) da população do Estado de Pernambuco, que consiste de 7,4 milhões de habitantes, vive na RMR, sendo que 83% desta população vive nos cinco municípios centrais, i.e., Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista e Camagibe.

A população das áreas de pobreza é estimada em mais de 40% do total da população urbana. Tais áreas tem sido construídas nos morros e áreas baixas ao longo dos rios e cursos d'água e normalmente não possuem infra-estrutura básica como instalações de esgotamento sanitário e drenagem, o que acelera a devastação do ambiente urbano.

Os serviços de esgotamento sanitário na RMR são obsoletos. Os sistemas de esgoto e instalações de tratamento existentes na parte central da RMR foram construídos, na sua maioria, antes da década de 80.

O número de domicílios conectados ao sistema de esgoto é estimado em 36% do total de domicílios. Contudo, o número de domicílios conectados aos sistemas de tratamento de

esgoto é de apenas 21% do total de domicílios. Os sistemas de esgotamento sanitário existentes encontram-se parcialmente inativos devido estarem obsoletos e precariamente mantidos. Conseqüentemente, grande parte da água de esgoto doméstico é lançado direta ou indiretamente nos rios ou corpos d'água sem um tratamento adequado.

Especialmente na área central da RMR, os rios/canais de drenagem e corpos d'água tem sido poluídos pelas águas de esgotos, o que causa efeitos indesejáveis na saúde da população e ainda a estagnação da indústria do turismo, que é a principal indústria do Estado. Com isso, o gerenciamento de esgotamento sanitário é considerado um dos problema mais urgentes para o Governo do Estado resolver.

1.2 Plano Diretor

Tem sido estudadas medidas fundamentais para o melhoramento dos sistemas de gerenciamento de esgotamento sanitário e drenagem pluvial na RMR. Com o objetivo de restaurar as condições ambientais da área urbana, medidas urgentes foram selecionadas como projetos prioritários.

1.2.1 Sumário

O Sumário do Plano Diretor foi formulado para o ano meta de 2020, como segue:

- População urbana: 3.635.000 habitantes
- Área urbanizada: 364,25 km²
- PIB Regional do Estado: R\$ 65 bilhões (a preços constantes de 1997). O que é 2,8 vezes maior do que o registrado em 1997 (R\$ 23,26 bilhões). A taxa de crescimento foi estimada em 3,2% para o ano de 2020, o que é maior do que a taxa de 1997 (2,7%).
- PIB Regional per capita: R\$ 7.600 (a preços constantes de 1997). O que é 2,4 vezes maior do que o registrado em 1997 (R\$ 3.100). Este PIB foi projetado para ser 79% da média nacional, que terá aumentado em 58% desde 1997.

1.2.2 Plano de Desenvolvimento do Sistema de Esgotamento Sanitário

86 sistemas de esgotamento sanitário foram propostos para a RMR no PQA. O Estudo selecionou 55 sistemas de esgotamento sanitário para o Plano Diretor (Figura 2) com base no plano do PQA e nas seguintes condições:

Condições

- Sistemas de esgotamento sanitário sem instalações de tratamento de esgoto,
- Sistemas de esgotamento sanitário que necessitam melhorias nas instalações de tratamento de esgoto existentes,
- Sistemas de esgotamento sanitário em áreas com alta concentração de população de baixa renda,
- Sistemas de esgotamento sanitário com altos níveis de cargas poluidoras,
- Sistemas de esgotamento sanitário localizados nas principais bacias fluviais.

Após o término dos 55 sistemas de esgotamento sanitário, a população atendida pelo serviço de esgotamento aumentará para 91% da população urbana da RMR.

1.2.3 Plano de Gerenciamento da Drenagem Pluvial

As principais áreas com problemas de drenagem pluvial na RMR estão localizadas nas áreas baixas ao longo dos rios e corpos d'água nos municípios de Olinda, Recife e Jaboatão.

As instalações de drenagem planejadas no PQA para Olinda, Recife e Jaboatão são propostas para serem implementadas sob as atuais circunstâncias, enquanto que o plano de melhoramento dos rios e drenagem para a RMR deve ser preparado no futuro, após observação de dados básicos hidrológicos e condução de análise morfológica dos rios.

Apesar de existirem 30 estações pluviométricas na RMR, estas medem apenas as precipitações diárias. Para cálculos mais precisos da descarga projetada, serão necessários dados de curta duração (10 min, 30 min, 60 min, 120 min, etc) colhidos ao longo de vários anos.

1.2.4 Efeito do Plano Diretor

O Plano Diretor irá expandir a área de serviços de esgotamento sanitário de 8.516 ha para 29.985 ha até o ano 2020, e aumentar o índice de tratamento de esgoto que é inferior a 20% da população urbana (dados de 1996) para aproximadamente 90% em 2020. Com a expansão das áreas de serviço de esgotamento sanitário serão melhoradas as condições sanitárias e o padrão de vida na RMR.

O Plano Diretor melhorará as condições sanitárias das áreas de pobreza através do desenvolvimento de sistemas de esgotamento sanitário. Tais áreas possuem cerca de 885.000 habitantes.

1.2.5 Diagnóstico Ambiental Inicial (DAI)

O DAI tem sido conduzido para os projetos prioritários com base no Manual de Diretrizes para a Avaliação de Impactos Ambientais da CPRH, 1998, e Diretrizes Ambientais da JICA, 1994.

Nenhum impacto adverso significativo causado pela construção dos projetos prioritários é previsto na qualidade do ar, condições hidrológicas, recursos ecológicos e qualidade da água. Contudo, estudos adicionais dos impactos causados pelas instalações de tratamento de esgoto dos projetos prioritários serão conduzidos para os seguintes itens:

- As instalações de tratamento de água de esgoto podem causar odores ofensivos nas áreas de assentamento vizinhas;
- O lançamento do efluente pode causar impactos adversos no ambiente dos rios;
- A construção dos projetos pode causar impactos ecológicos adversos.

O estudo dos impactos ambientais foi conduzido na etapa F/S.

1.2.6 Organização Executiva

Para a implementação do projeto, uma agência diretora foi requisitada a coordenar as

organizações e agências relacionadas com os projetos propostos, e fazer os arranjos com o Governo Federal e com as organizações financeiras internacionais para a obtenção de recursos financeiros para o projeto.

O Estudo propôs que a SEPLANDES, como agência diretora, deverá ser responsável pela implementação dos projetos propostos no Plano Diretor e deverá estabelecer uma Unidade de Gerenciamento do Projeto (UGP) para a implementação de tais. Esta Unidade, por sua vez, deverá ter um comitê coordenador incluindo representantes das agências relacionadas e a secretaria executiva.

1.2.7 Projetos Prioritários

Visando a recuperação do ambiente urbano, os Projetos Prioritários para o Estudo de Viabilidade (F/S) foram selecionados a partir dos sistemas de esgotamento sanitário das principais bacias fluviais, devido a aproximadamente 91% das cargas poluidoras de DBO das áreas urbanas serem descarregadas nos cinco rios principais, i.e., Capibaribe, Beberibe, Jaboatão, Tejipió e Timbó. Tais rios estão localizados na área central da RMR. Melhoramento e expansão dos sistemas de esgotamento sanitário existentes é uma forma eficaz para a RMR reduzir as cargas poluidoras destas cinco bacias fluviais, e com isso recuperar o ambiente urbano. Os seguintes sistemas de esgotamento sanitário foram selecionados como projetos prioritários para o F/S (Figura 3):

Projetos Prioritários para o F/S

Sistema	Bacia Fluvial	Município	População Servida
1. Conceição	Timbó	Paulista	62.440
2. Janga	Timbó	Paulista	322.450
3. Cabanga	Capibaribe	Recife	306.690
4. Boa Viagem	Tejipió	Recife	157.010
5. Cordeiro	Capibaribe	Recife	109.230
6. Prazeres	Jaboatão	Jaboatão dos Guararapes	233.400
7. Curcurana	Jaboatão	Jaboatão dos Guararapes	150.160
Total			1.341.380

Nota: Os projetos prioritários não incluem sistemas na Bacia do Rio Beberibe uma vez que esta bacia foi selecionada para participar do Projeto Pró-Metrópole (Projeto de Infra-estrutura nas Áreas de Baixo Poder Aquisitivo da RMR) financiado pelo BIRD. Este projeto inclui a construção ou melhoramento dos sistemas de drenagem e esgotamento sanitário.

1.2.8 Plano de Ação

O Estudo planejou para a implementação dos projetos o estabelecimento de uma Unidade de Gerenciamento do Projeto (UGP) e a conclusão dos projetos divididos em duas fases até o ano 2020, como segue:

- Fase 1 (2001 – 2010): Completar 25 sistemas de esgotamento sanitário e outros,
- Fase 2 (2011 – 2020): Completar 30 sistemas de esgotamento sanitário e outros,

As atividades de cada fase são as seguintes:

(1) Atividades na Fase 1 (2001-2010)

(Esgotamento Sanitário)

- Implementação dos projetos da Fase 1 (25 sistemas de esgotamento sanitário, incluindo 7 sistemas de esgotamento sanitário prioritários),
- Execução de atividades de O&M rotineiras após o término dos sistemas de esgotamento sanitário,
- Promoção de medidas não-estruturais,

(Drenagem)

- Instalação de pluviômetros automáticos e observação da pluviosidade de curta duração,
- Implementação das instalações de drenagem propostas no PQA,
- Promoção de medidas não-estruturais,
- Preparação do plano de melhoramento dos rios para as metas principais.

(2) Atividades na Fase 2 (2011-2020)

(Esgotamento Sanitário)

- Implementação dos projetos da Fase 2,
- Execução de atividades de O&M rotineiras,
- Promoção de medidas não-estruturais.

(Drenagem)

- Estabelecimento das condições projetadas com base nos dados pluviométricos de curta duração,
- Implementação do plano de controle pluvial e de inundações.

1.3 Estudo de Viabilidade nos Projetos Prioritários

1.3.1 Plano Geral das Instalações

Os sete sistemas de esgotamento sanitário propostos como projetos prioritários no Plano As redes de esgoto e as principais instalações para os sete sistemas de esgotamento sanitário foram planejados com base em mapas topográficos (1:10.000) fornecidos pela FIDEM, e nos critérios projetados e políticas de planejamento, que são, em princípio, os mesmos do Plano Diretor.

As instalações propostas foram resumidas a seguir:

- Coletores Tronco: 125,4 km
- Estações Elevatórias: 81 estações (incluindo 38 estações existentes)
- Estações de Tratamento de Esgoto: 7 estações

Os dados básicos para os sete sistemas de esgotamento sanitário foram resumidos e apresentados nas tabelas seguintes:

Dados Básicos e Plano Geral das Instalações

Item de Planejamento		Conceição	Janga	Cabanga	Boa Viagem	Cordeiro	Prazeres	Curcurana
Área de Serviço	(ha)	853	3.954	2.671	1.203	1.053	1.570	1.160
População	(pessoas)	62.440	322.450	306.690	157.010	109.230	233.400	150.160
Fluxo Médio Diário	(m ³ /dia)	13.135	64.464	57.381	27.087	19.308	32.677	24.795
Fluxo Máximo Diário	(m ³ /dia)	14.900	73.585	66.374	31.337	22.245	38.218	28.762
Fluxo Máximo Horário	(m ³ /dia)	20.508	102.382	93.791	44.408	31.091	53.936	40.638
Entrada de DBO	(mg/l)	257	270	304	315	305	386	327
Entrada de SS	(mg/l)	285	300	338	350	339	429	363

Os planos gerais das instalações para os sete sistemas de esgotamento sanitário foram resumidos na tabela abaixo:

Plano de Instalações de Esgotamento Sanitário para os Projetos Prioritários

Description				Conceicao	Janga	Cabanga	Bos Viagem	Cordeiro	Prazeres	Curcurana	Total
Sewerage Facility	Pipe (km)	Trank Sewers	Gravity Flow	6.5	11.9	2.5	15.9	8.7	13.9	10.5	69.9
			Pressure Flow	1.7	16.8	6.8	4.5	2.1	7.5	7.5	46.9
			Rihabilitation	0	3.6	3.2	0	0	1.8	0	8.6
			Total	8.2	32.3	12.5	20.4	10.8	23.2	18	125.4
	Side walk and Branch Pipes			110.9	426.4	188.2	168.4	132.3	215.9	157	1399.1
	Pump Stations (Spot)	New Construction		4	5	6	5	6	5	12	43
		Rihabilitation (Existing)		1	13	20	0	2	2	0	38
		Total		5	18	26	5	8	7	12	81
	S.T.F(Spot)			1	1	1	1	1	1	1	7

Nota:

- 1 Os coletores tronco são planejados principalmente ao longo das vias públicas. Os novos locais de bombeamento de esgoto foram selecionados, sendo estes reconhecidos pelos representantes dos respectivos municípios.
- 2 As instalações de tratamento de esgoto (ITE) são basicamente planejadas nos locais predeterminados no PQA, com exceção da ITE para Curcurana. Um novo local foi selecionado para esta ITE uma vez que o governo municipal tinha planos futuros de utilização do local.
- 3 As pesquisas de campo (levantamento do terreno, investigação do solo e estudo ambiental) para o local das ITE foram conduzidas durante o estudo de campo realizado de maio a agosto de 2000.
- 4 Estações de tratamento de esgoto foram planejadas para incluir tratamento secundário,

desinfecção e sistemas de tratamento de lodo

1.3.2 Plano de Instalações de Coleta de Esgoto

O sistema de esgoto existente consiste de sistemas de fluxo por gravidade, fluxo por pressão e fluxo misto. As tubulações de esgoto existentes necessitam reposição devido a falta de capacidade de fluxo. De acordo com a COMPESA, de 10% a 15% das tubulações de esgoto existentes necessitam reposição devido a danos. É recomendado a COMPESA conduzir uma análise das redes de esgoto existentes como parte das atividades rotineiras de O&M.

Quanto as estações elevatórias, foram investigadas todas as estações elevatórias conectadas as instalações de tratamento de esgoto Janga e Cabanga existentes e outros sistemas de esgotamento sanitário (sistemas pequenos independentes). Várias instalações elevatórias existentes foram danificadas ou quebradas por entulhos ou areia e estão inoperantes devido a falta de manutenção adequada e medidas preventivas tais como grades e câmaras de areia. 38 estações elevatórias existentes necessitam de recuperação para as redes de esgoto propostas.

1.3.3 Plano de Instalações de Tratamento de Esgoto

Foi planejado a recuperação das instalações de tratamento de esgoto existentes nos sistemas de esgotamento sanitário de Janga e Cabanga e cinco novas instalações de tratamento nos outros cinco sistemas de esgotamento sanitário.

1) Sistema de tratamento biológico

- ITE tem certas limitações no tamanho do terreno:

O processo “RAFA + bio-filtração” é aplicado.

Este processo é aplicado em Cabanga, Boa Viagem e Cordeiro.

- ITE não tem limitações no tamanho do terreno:

O processo “RAFA + lagoa aerada + poço de polimento” é aplicado.

Este processo é aplicado em Conceição, Janga, Prazeres e Cucurana.

2) Sistema de Desinfecção

Para reduzir grupos de bactérias coliformes no esgoto tratado biologicamente, são geralmente utilizados vários processos de desinfecção, tais como cloro, ultravioleta, ozônio, etc. Dentre estes, o cloro é o processo mais vantajoso em termos de eficiência econômica. Contudo, o cloro residual e compostos clorados gerados podem causar impactos adversos no ecossistema aquático. Apesar de políticas específicas sobre métodos de desinfecção não terem sido estabelecidas ainda na RMR, o processo ultravioleta é previsto para ser aplicado nas sete instalações de tratamento de esgoto, evitando-se com isso efeitos adversos no ecossistema aquático, o que inclui o crescimento de mangues ao longo dos rios. Ainda, este processo será utilizado para que se evite problemas com futuras regulamentações da CPRH.

3) Sistema de Tratamento de Lodo

- Uma determinada desidratação mecânica é aplicada nas ITes que tem limitações de espaço ou que se localizam em áreas densamente povoadas.

Este método é aplicado nas instalações de tratamento de esgoto de Cabanga, Boa Viagem e Cordeiro.

- Um leito de secagem natural é aplicado nas ITes que possuem espaço suficiente ou que não estão localizadas em áreas densamente povoadas.

Este método é aplicado nas instalações de tratamento de esgoto de Conceição, Janga, Prazeres e Curcurana.

1.3.4 Avaliação de Impacto Ambiental

Os impactos ambientais decorrentes da implementação das sete instalações de tratamento de esgoto propostas foram estudados com base no Manual de Diretrizes para a Avaliação de Impactos Ambientais da CPRH, 1998, e Diretrizes Ambientais da JICA, 1994.

Impactos ambientais nos rios causados pelo lançamento de efluentes das instalações de tratamento de esgoto propostas foram considerados insignificantes, como segue:

- O lançamento do efluente não causaria impactos adversos significativos no ambiente dos

rios;

- As instalações de tratamento de água de esgoto não causariam odores ofensivos significantes nas áreas de assentamento vizinhas, com exceção das instalações de tratamento de esgoto de Cabanga. Tal ITE poderia reduzir os odores através da instalação de um cinturão verde e outras contramedidas.
- A construção dos projetos não causaria impactos ecológicos adversos significativos uma vez que não há espécies de fauna e flora em risco de extinção nos locais dos projetos.

De acordo com a Resolução CONAMA de 23 de janeiro de 1986, qualquer projeto novo deve ser conferido com licenças ambientais pelo Governo do Estado, de acordo com procedimentos específicos. O projeto está categorizado sob o “Ítem 4: Projetos de Água de Esgoto” do Manual de Licença Ambiental, 1998 (CPRH). O projeto necessita licenças ambientais (“Licença Preliminar”, “Licença para Instalação” e “Licença para Operação”) da CPRH antes de sua implementação. Tais licenças são emitidas separadamente.

1.3.5 Efeito dos Projetos

O projeto irá expandir a área de serviço de esgotamento sanitário de 8.516 ha para 12.464 ha até o ano 2010 e aumentar o índice de tratamento de esgoto de menos de 20% da população urbana para aproximadamente 37%. Com a expansão das áreas de serviço de esgotamento sanitário, serão melhoradas as condições sanitárias e padrão de vida na RMR;

O projeto irá melhorar as condições sanitárias das áreas de pobreza através do desenvolvimento de sistemas de esgotamento sanitário que proverão com serviços 324.000 moradores destas áreas.

1.3.6 Organização Institucional

A SEPLANDES, como agência “umbrella” (ou organização de coordenação geral) para a implementação do projeto, deverá estabelecer uma UGP com um comitê organizado pelos representantes da SEPLANDES, SEIN, SRH, COMPESA, CONDEPE, FIDEM, ITEP e

CPRH. A UGP deverá ser estabelecida antes da etapa de design de detalhes. A SEPLANDES deverá organizar um comitê preparativo para o projeto logo após o Estudo.

1.3.7 Plano de O&M

No Estado de Pernambuco, os sistemas de esgotamento sanitário estão sob a administração da COMPESA desde 1971. A COMPESA deverá começar as atividades rotineiras de O&M para as instalações de esgotamento sanitário existentes, preparar instrumentos de O&M e planos detalhados de O&M para os sete sistemas de esgotamento sanitário durante a etapa de design de detalhes.

A COMPESA é responsável pela O&M dos sistemas de esgotamento sanitário do Estado. A COMPESA deverá treinar funcionários para as atividades rotineiras de O&M necessárias após o término do projeto.

1.3.8 Plano de Implementação

A política básica para a implementação dos projetos é a seguinte:

- (1) A SEPLANDES, como agência “umbrella” (ou organização de coordenação geral), deverá estabelecer uma Unidade de Gerenciamento do Projeto (UGP) antes da implementação dos projetos.
- (2) O preparo dos designs de detalhes dos projetos (incluindo documentos de licitação) e a supervisão dos trabalhos de construção, devem ser conduzidos por um time de consultores mediados pelas diretrizes da agência financiadora.
- (3) Empreiteiros mediados pelas diretrizes da agência financiadora devem conduzir a construção dos projetos.
- (4) O desenvolvimento de recursos humanos deve ser conduzido, em princípio, com treinamentos na obra (On-the-Job-Training) através do design de detalhes e supervisão.

**O ESTUDO SOBRE O PLANO DE GERENCIAMENTO DA DRENAGEM DE ÁGUAS
PLUVIAIS E DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA A REGIÃO METROPOLITANA
DO RECIFE NA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Seminário-2
(Dezembro 2000)**

2. PLANO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESGOTO

Índice

1. Introdução.....	1
2. Processos Básicos de Tratamento do Lodo	1
3. Tomada de Decisão Quanto ao Tratamento e à Disposição Final.....	3
4. Sistema de Tratamento e Disposição do Lodo	6
5. Uso Agrícola.....	7
6. Qualidade do Composto Orgânico como Fertilizante.....	8
7. Aterro Sanitário	8
8. Referência	9

PLANO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESGOTO

1. Introdução

Uma estação de tratamento de esgoto deve consistir de instalações de tratamento do esgoto líquido e daquelas de tratamento do lodo. O tratamento de esgoto será completo quando o lodo proveniente do tratamento de esgoto líquido for efetivamente tratado e disposto.

O método a adotar no tratamento do lodo depende do seu destino final. Nesta medida, o tratamento do lodo deve ser entendido como sendo o processo que antecede a sua disposição final. É desejável, portanto, que as diretrizes de tratamento do lodo sejam estabelecidas considerando-se:

- sua utilização efetiva como matéria prima e/ou
- seu retorno ao ciclo da natureza, sem afetar o ecossistema.

Na aplicação de métodos transientes, tais como no uso em aterros, é importante lembrar que a disponibilidade de locais para a disposição do lodo têm limite e podem se esgotar.

2. Processos Básicos de Tratamento do Lodo

Os processos básicos de tratamento do lodo que compõem o sistema de disposição final do lodo são os seguintes:

(1) Concentração

Este é o processo inicial de grande importância, onde o volume do lodo é minorado através da redução da água contida no mesmo, o qual permite aumentar a capacidade das instalações e a eficiência do tratamento nas etapas posteriores.

(2) Digestão

Este é o processo que reduz o volume e estabiliza o lodo através da decomposição de parte dos materiais orgânicos presentes no mesmo, transformando-os em materiais

inorgânicos tais como gás metano, dióxido de carbono e água, por meio das ações dos micro-organismos.

No método de digestão anaeróbica, verificam-se as seguintes vantagens:

- Redução e estabilização do lodo;
- Aumento do nível de higiene, devido à eliminação de bactérias;
- Eliminação de odores, pela estabilização do lodo;
- Maior facilidade na desidratação;
- Possibilidades de reutilização dos gases produzidos no processo, na produção de energias elétrica e térmicas;
- Obtenção da flexibilidade temporal no sistema.

(3) Desidratação

Este é o processo que transforma o lodo da forma líquida para a forma sólida, através da remoção ainda maior da água do lodo concentrado para facilitar sua disposição final. Com a desidratação mecânica, pode-se esperar a remoção de 70% a 85% da água contida no lodo.

(4) Tratamento Final

O tipo de tratamento final a ser aplicado no lodo, quando a disposição em forma de torta desidratada é difícil, dependerá do seu destino final, assim como se observa a seguir:

- Para uso em agricultura e silvicultura: **compostagem**
- Para uso em aterros: **Incineração** ou **Prensagem**.
- Para uso como material de construção: **Incineração** ou **Fundição**

3. Tomada de Decisão Quanto ao Tratamento e à Disposição Final

A escolha dos processos que comporão o sistema de tratamento e disposição final do lodo se faz por meio de seguintes procedimentos:

(1) Análise das condições sociais e naturais da região concernente:

Restrições quanto à disposição final:

- Verificar a viabilidade de disposição do lodo em forma de torta (uso em aterros, agricultura e silvicultura).

Estrutura de Operação e Manutenção:

- Verificar a disponibilidade de pessoal técnico capaz de gerenciar o sistema.

Características do influxo de esgoto:

- Verificar se não haverá presença de substâncias tóxicas e/ou prejudiciais ao meio ambiente, tais como arsênico, cádmio e mercúrio.

Localização da ETE:

- Verificar se a dimensão, topografia e o tipo de solo, do terreno onde se implantará a ETE, não oferecem restrições ao tipo de tratamento.

Condições do meio ambiente local:

- Verificar a necessidade de medidas preventivas contra a poluição secundária, tais como o barulho e o odor.

Dimensão da ETE:

- Verificar as vantagens/desvantagens do tratamento conjunto com outras ETEs (mérito de escala).

Condições climáticas:

- Verificar a existência ou não de fatores climáticos restritivos ao tratamento.

(2) Os processos que comporão o sistema de tratamento devem ser definidos procedendo-se às análises técnicas de trás para frente, ou seja, iniciadas pela escolha do método de disposição final. Os sete itens principais de análise encontram-se relacionados a seguir:

Estabilidade do tratamento:

- Averiguar a capacidade de manter um desempenho estável;
- Verificar se não será afetado pelas condições meteorológicas.

Flexibilidade de tratamento:

- Verificar a adaptabilidade às flutuações do volume de influxo;
- Verificar a adaptabilidade a futuras alterações de condições diversas.

Gerenciabilidade técnica:

- Checar se haverá necessidade de técnica administrativa de alto nível;
- Verificar o nível de difusão das máquinas e equipamentos a introduzir;
- Levantar o número de pontos (partes de máquinas e equipamentos) que comporão o rol para manutenções preventiva e corretiva;
- Averiguar a necessidade de habilitação específica para a operação e manutenção;
- Verificar se há diretrizes operacionais claras definidas pela administração da ETE;
- Calcular o nível de influência sobre o tratamento do esgoto líquido.

Gerenciabilidade operacional:

- Verificar o nível de facilidade de operação;
- Verificar o número necessário de pessoal;
- Verificar o nível de facilidade de aquisição de produtos químicos;
- Verificar se a operação não oferece perigo aos operadores.

Custos de construção:

- Verificar se o custo de construção é razoável;

- Dimensionar a área necessária de terreno;
- Verificar se há necessidade de erguer um prédio de instalações.

Custos de operação:

- Estimar o consumo de energia, água e produtos químicos;
- Verificar se está levada em consideração as economias de recursos e de energia.

Meio ambiente:

- Verificar se o ambiente de trabalho não será insalubre;
- Verificar se não causará poluição secundária.

Uma vez que o nível de prioridade e o grau de importância dos processos de tratamento e de disposição final podem diferir de acordo com as condições apresentadas em cada localidade, deve-se fazer uma avaliação com a colocação de peso aos itens acima relacionados.



Indica o processo proposto no Estudo de Viabilidade (F/S)

5. Uso Agrícola

Uma vez que o lodo se constitui de elementos fertilizantes como o nitrogênio e o fósforo, além de outros materiais orgânicos e inorgânicos, ele é de grande valia como suplemento agro-silvícola.

O uso do lodo tratado na agricultura e na silvicultura deve ser decidido em função das condições do solo e da demanda, mas é possível antecipar que há uma crescente procura do lodo tanto em forma de torta como em forma de composto orgânico.

- Uso da torta de lodo:

A torta de lodo, acabada de sair das instalações de desidratação, são de difícil manejo por apresentarem umidade de 70% a 80%, além do que contém muito elemento orgânico não-suficientemente decomposto.

Além disso, devido a fortes odores, seu uso só é próprio para terrenos afastados das áreas urbanas.

- Uso do composto orgânico:

A compostagem do lodo é um processo que decompõe e estabiliza os materiais orgânicos contidos no lodo, de forma que o composto orgânico, que é o seu produto, atua como um fertilizante efetivo, que além de não representar perigo ao crescimento das plantas, pode ser facilmente transportado e estocado. O calor de fermentação, proveniente do processo de compostagem, ajuda a eliminar os micro-organismos nocivos, o que torna o composto orgânico ainda mais apropriado para o uso na agricultura e na silvicultura, sob o ponto de vista tanto da qualidade como de higiene.

6. Qualidade do Composto Orgânico como Fertilizante

As características do composto orgânico encontram-se apresentadas a seguir:

1) Promove o crescimento dos produtos agro-silvícolas e atua como preventivo de danos à cultura.

Ref.: Materiais orgânicos (perda por ignição), elementos fertilizantes efetivos (nitrogênio, fósforo, potássio), PH, carbono, nitrogênio, cálcio (álcali).

2) É adequado ao manuseio e à estocagem.

Ref.: aparência, odor, umidade, DBO, granulometria.

3) Não apresenta riscos de acúmulo de metais pesados no solo.

Ref.: arsênico, cádmio e mercúrio

7. Aterro Sanitário

O lodo de esgoto deve ser reutilizado como recurso sempre que possível. Mas, quando não é possível sua reutilização agro-silvicultural ou em materiais de construção, é destinado ao aterro sanitário. Os aterros sanitários podem ser aqueles exclusivamente destinados ao lodo de esgoto, assim como ser misturado com outros refulos. Em qualquer um dos casos, o local de aterro deverá ser provido de contramedidas adequadas aos impactos ambientais, tais como a poluição do ar e da água, o barulho, a vibração e os odores. O aterro deve ser provido de instalações para a disposição do material a ser aterrado com devida impermeabilização e vedação, de drenagem do chorume, de tratamento do chorume, de controle do influxo, de monitoramento, prédio de controle, estrada de acesso, dispositivos anti-dispersivos e de emergência, entre outros. Sob o ponto de vista da preservação do meio ambiente, deve prevenir, a todo custo, problemas tais como: o derramamento do chorume, contaminação da água subterrânea, esparramamento do lixo, emissão de gás e aumento de animais e insetos nocivos.

Quando os prospectos são de contínuo aumento da quantidade de lodo não-reutilizável na agricultura ou como material de construção, o aterro terá de ser utilizado por um longo período de tempo. Neste caso, a redução do volume do lodo é imprescindível, devendo, para tanto, incinerá-lo.

Por fim, cabe lembrar que a demanda do lodo processado tende a apresentar oscilações sazonais, de modo que, havendo necessidade, deve ser construído um armazém de estoques na própria ETE.

8. Referência

	Item	Norma
1	Arsênico	Para cada 1 kg seco, ≤ 50 mg
	Cádmio	Para cada 1 kg seco, ≤ 5 mg
	Mercúrio	Para cada 1 kg seco, ≤ 2 mg
2	Composto de mercúrio alquilado	Não dever ser detectado
	Mercúrio ou seu composto	Para cada litro de amostra, $\leq 0,005$ mg
	Cádmio ou seu composto	Para cada litro de amostra, $\leq 0,3$ mg
	Chumbo ou seu composto	Para cada litro de amostra, ≤ 3 mg
	Composto de fósforo orgânico	Para cada litro de amostra, ≤ 1 mg
	Composto de hexacromo	Para cada litro de amostra, $\leq 1,5$ mg
	Arsênico ou seu composto	Para cada litro de amostra, $\leq 1,5$ mg
	Composto cianico	Para cada litro de amostra, ≤ 1 mg
	Bifenol policlorinado (PCB)	Para cada litro de amostra, $\leq 0,003$ mg
	Tri-cloro-etileno	Para cada litro de amostra, $\leq 0,3$ mg
Tetra-cloro-etileno	Para cada litro de amostra, $\leq 0,1$ mg	

- Notas: 1) Os valores em “1” foram extraídos através da análise procedida pelo “Método de Análise Oficial de Fertilizantes” definido pelo Instituto de Tecnologia Agrícola.
- 2) Os valores em “2” foram extraídos através da análise procedida pelo “Método de Análise dos Metais Contidos nos Efluentes Industriais” da Secretaria do Meio-Ambiente (1989).
- 3) “Não deve ser detectado” significa que os valores sejam inferiores aos especificados em “2”, quando analisado pelo método referido na Nota 2.

**O ESTUDO SOBRE O PLANO DE GERENCIAMENTO DA DRENAGEM DE ÁGUAS
PLUVIAIS E DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA A REGIÃO METROPOLITANA
DO RECIFE NA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Seminário-2
(Dezembro 2000)**

3. FUNÇÕES DA BOMBA E SUA MANUTENÇÃO

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. TIPOS DE BOMBA.....	1
3. ESTRUTURA DAS BOMBAS.....	2
4. CAUSAS DE QUEBRAS	4
4.1 Corrosão nas Bombas	4
4.2 Abrasão nas Bombas.....	6
5. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS BOMBAS	13

FUNÇÕES DA BOMBA E SUA MANUTENÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O sistema de esgotamento consiste, basicamente, da rede coletora, estações elevatórias e estações de tratamento, sendo que as duas últimas necessitam de equipamentos de bombeamento.

As funções básicas das bombas são:

- 1) a de elevar o esgoto coletado e
- 2) a de recalcar o esgoto coletado a alturas maiores ou a pontos distantes.

Nesta medida, as bombas são imprescindíveis nas instalações de esgotamento sanitário, pois a falha nas mesmas provocaria o transbordamento do esgoto pelos poços de visita, afetando enormemente o meio ambiente local.

Portanto, é de suma importância, para o sistema, que essas bombas sejam utilizadas de forma tal que não ocorram interrupções de seu funcionamento.

As bombas devem, portanto, receber manutenção periódica impreterível e, havendo necessidade, seus motores devem ser rebobinados mesmo antes de expirar sua vida útil.

O presente Projeto prevê, para 38 EEs existentes e 43 EEs a construir, um total de 210 unidades de motobombas. Quanto ao número de bombas a serem utilizadas nas sete ETEs somarão mais de 100 unidades.

2. TIPOS DE BOMBA

Os tipos de bombas comumente utilizadas em EEs e ETEs são:

- Bomba Centrífuga
- Bomba de Fluxo Misto (Diagonal)
- Bomba de Fluxo Axial (Eixo vertical)
- Bomba Submersível
- Bomba Parafuso (de Arquimedes)

A bomba centrífuga é utilizada para elevar grandes volumes de esgoto a grandes alturas, enquanto que a bomba de fluxo misto, embora seja capaz de racalcar grandes volumes de carga, não é própria para o elevamento a grandes alturas. Quanto à bomba de fluxo axial, sua capacidade de recalque é igualável à das bombas de fluxo misto, mas são menos potentes ainda para o elevamento da carga. As bombas submersíveis são utilizadas para o elevamento de pequenas vazões até uma certa altura, e, por fim, a bomba parafuso, ou de Arquimedes, é adotada para elevamento de grandes volumes de esgoto à pequena altura.

As bombas que serão utilizadas no presente Projeto serão primordialmente as submersíveis.

3. ESTRUTURA DAS BOMBAS

Uma bomba se constitui dos seguintes cinco componentes:

a. Rotor

Existem rotores de diversos formatos, os quais definem o tipo de fluxo - espiral, axial ou diagonal. O rotor, ao girar, succiona o líquido para dentro da bomba, de onde o eleva ou o recalca.

b. Corpo

Trata-se do envólucro de forma tubular do rotor, e o líquido percorre o espaço entre o rotor e o corpo.

c. Eixo e Rolamento

O eixo, sustentado pelo rolamento, é responsável pela transmissão da rotação do motor ao rotor.

d. Dispositivo de Equilíbrio do Empuxo Axial

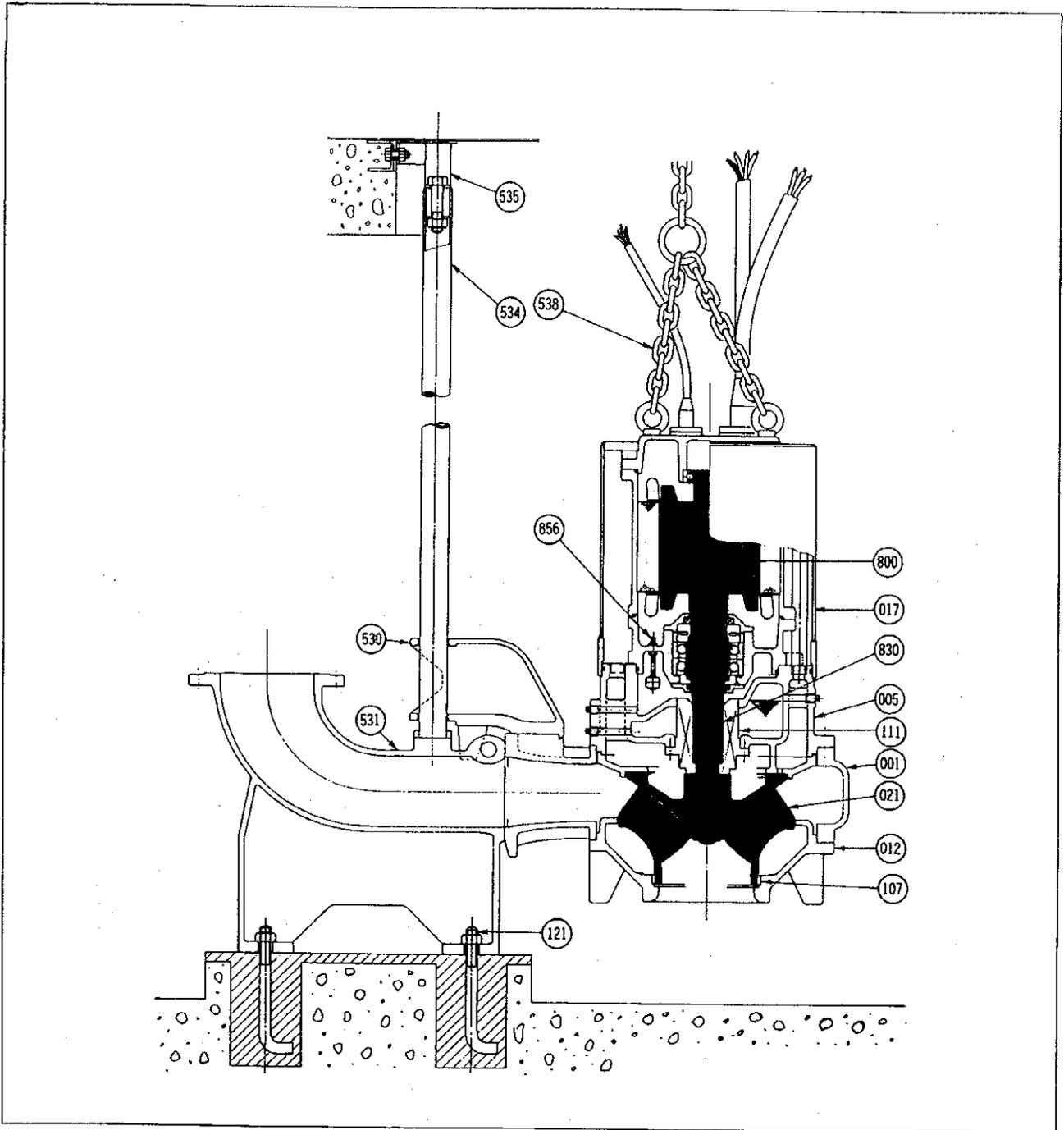
Este alivia as pressões causadas pelo fluxo do líquido na câmara de engastamento.

e. Vedação do Eixo

A vedação pode ser feita por gaxeta ou selo mecânico, para evitar infiltrações e/ou vazamentos.

Uma planta de corte transversal de motor submersível é apresentada na Fig. 1.

FIG.1 - SEÇÃO DE UMA BOMBA SUBMERSÍVEL



número	peça
001	corpo da bomba
005	corpo intermediário
012	corpo de sucção (somente no modelo 4TW)
017	aletas de refrigeração
021	rotor
107	O'Ring
111	vedação mecânica
121	parafuso de ancoragem

número	peça
530	guia de deslizamento
531	tubo receptor da guia
534	tubo guia
535	fixação metálica para tubo guia
538	corrente para içamento
800	motor submersível
830	eixo principal
856	sensor de infiltração de água

4. CAUSAS DE QUEBRAS

Os problemas técnicos mais comuns em bombas decorrem da corrosão e do desgaste.

4.1 Corrosão nas Bombas

Os principais tipos de corrosão são:

- a. Corrosão Grafítica
- b. Corrosão sob Tensão
- c. Corrosões alveolar e Intra-fendas
- d. Corrosão Intergranular
- e. Erosões

a. Corrosão Grafítica

Como exemplo típico, podemos citar a que ocorre no ferro fundido, que é o material bastante representativo em termos de bombas. A corrosão ocorre quando a superfície perde a camada protetora de pintura. Isto se agrava com o atrito causado pelo fluxo do líquido, atingindo toda uma superfície e podendo chegar a um ponto onde não há mais como remediar. Os principais fatores que contribuem no aceleração da corrosão grafítica são: a) o reduzido PH devido à poluição, b) o aumento da temperatura, e c) o aumento de íons de cloreto, enxofre, ferro e cobre.

Uma vez que a corrosão grafítica é prevenível com a repintura, deve-se renovar a pintura do equipamento a cada ciclo de vida útil da camada de tinta. Além disso, é importante que se proceda ao rebobinamento do motor, com certa antecipação e baseado nos resultados de monitoramento da qualidade do líquido, tomando, em paralelo, medidas tais como a de aplicação de revestimento de epoxy.

Cerca de 40% dos casos de parada de bombas decorrem da corrosão grafítica.

b. Corrosão sob Tensão

A corrosão sob tensão ocorre principalmente nas peças que ficam sob pressão e nas partes que se aquecem. Um material corrosivo, em ambiente propício à corrosão e sob pressão, pode vir a rachar-se com o passar do tempo, mesmo que a pressão nele aplicada não seja tão alta. Além disso, esta pode ocorrer também em ambientes não-propícios à

corrosão, mas quando a camada de revestimento é instável.

Cerca de 20% dos casos de parada de bombas decorrem da corrosão sob tensão.

c. Corrosões Alveolar e Intra-Fendas

Estes são os fenômenos que ocorrem de forma localizada e exclusiva em aço-inox, sendo que, como os próprios nomes dizem, a alveolar forma pites na superfície do metal, enquanto que a intra-fendas ocorre seguindo o contorno das fendas. Elas decorrem da destruição localizada da camada isolante, principalmente por íons de cloro.

Cerca de 20% dos casos de parada de bombas decorrem das corrosões alveolar e intra-fendas.

d. Corrosão Intergranular

Esta também é um fenômeno exclusivo de aço-inox. A corrosão se desenvolve nas fronteiras dos grãos cristalinos, devido à redução do cromo (que tem características anti-corrosivas) pela deposição de carbonetos de cromo.

Cerca de 10% dos casos de parada de bombas decorrem da corrosão intergranular.

e. Erosões

① *Cavitação*

Trata-se de um fenômeno que pode danificar o rotor, através de repetida formação e rompimento de bolhas de vapor, no interior do líquido em fluxo à alta velocidade.

É muito importante a prevenção desta através da monitoria rotineira do som e da vibração, pois trata-se de um fenômeno altamente danoso às bombas.

② *Erosão por agentes arenosos*

É o fenômeno de desgaste que ocorre nas peças de bombas, quando há presença de partículas sólidas no líquido transportado.

As bombas de águas pluviais, de esgoto e de drenagem tendem a receber o influxo contendo areia e isto acelera a corrosão e o conseqüente encurtamento da vida útil do equipamento.

Cerca de 10% dos casos de parada de bombas decorrem de erosões.

Exemplos de corrosões estão mostradas nas Fotos 01 a 06.

4.2 Abrasão nas Bombas

Os principais tipos de abrasão que ocorrem nas bombas são:

- a) Abrasão por tempo de uso
- b) Abrasão por elementos estranhos
- c) Abrasão corrosiva
- d) Abrasão por fluido

Dentre os tipos acima, a abrasão por elementos estranhos acontece devido à entrada de areia, madeira, latas etc. no equipamento. Isto pode ser evitado por meio da instalação de grades na entrada das estações.

As fotos 04 a 06 mostram casos de entrada de elementos estranhos no influxo.

APOIO DE EIXO VERTICAL (bomba de eixo vertical)



Foto 01

Item		Medidas tomadas
material	FC 25	repintura
ambiente	águas pluviais e esgoto	
tempo de utilização	aprox. 6 anos	
conservação	totalmente corroído	

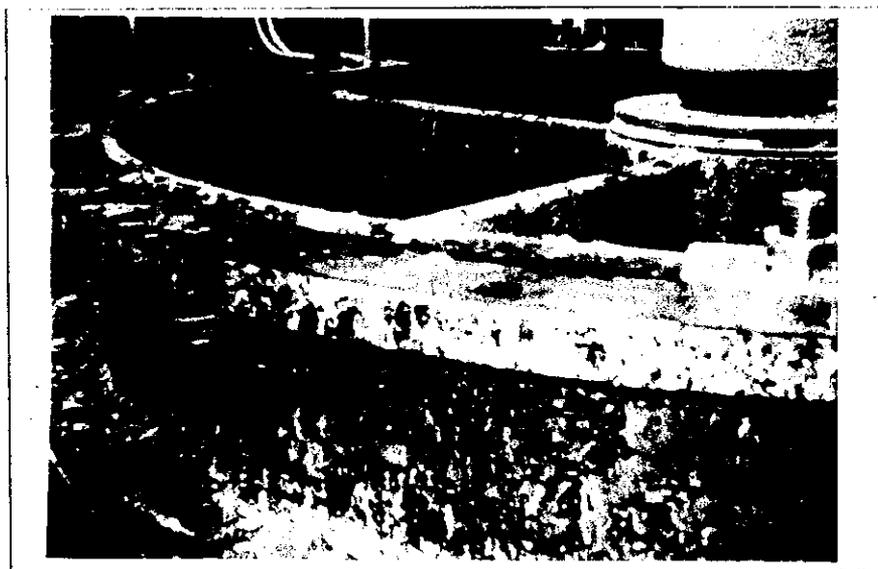


Foto 02

Item		Medidas tomadas
material	FC 25	repintura
ambiente	águas pluviais e esgoto	
tempo de utilização	aprox. 8 anos	
conservação	totalmente corroído	

ROTOR (bomba de eixo vertical)



Foto 03

Item		Medidas tomadas
material	FC 25	reparo
ambiente	esgoto	
tempo de utilização	aprox. 6 anos	
conservação	parcialmente corroído	



Foto 04

Item		Medidas tomadas
material	FC 25	substituição da peça
ambiente	esgoto	
tempo de utilização	aprox. 8 anos	
conservação	Totalmente corroído	

EIXO VERTICAL (bomba de eixo vertical)



Foto 05

Item		Medidas tomadas
material	S 35 C	substituição da peça
ambiente	esgoto	
tempo de utilização	aprox. 8 anos	
conservação	Totalmente corroído	

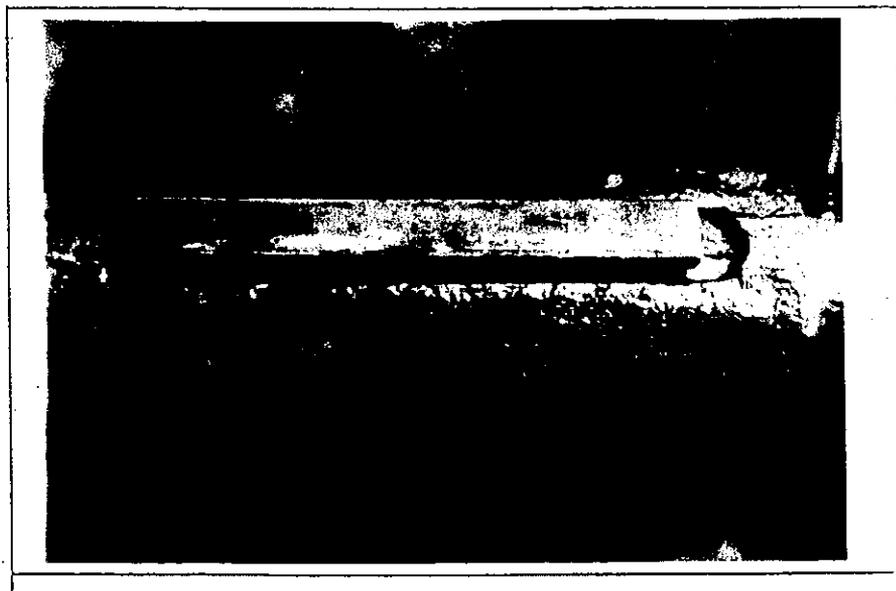


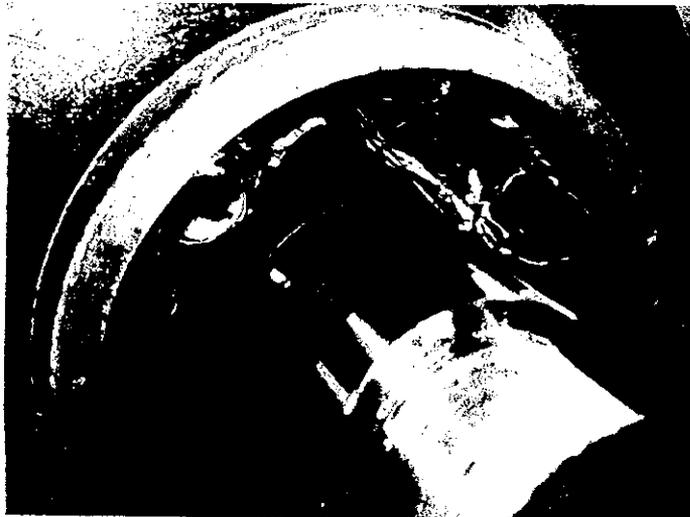
Foto 06

Item		Medidas tomadas
material	S 35 C	substituição da peça
ambiente	esgoto	
tempo de utilização	aprox. 8 anos	
conservação	Totalmente corroído	

Fotos 01
SITUAÇÃO INTERNA DA BOMBA DE DESCARGA
(bomba centrífuga de dupla sucção)



Entrada do rotor obstruído por latas vazias



Entrada do rotor obstruído por latas vazias



Latas vazias e pedaço de madeira retirado da entrada do rotor

Fotos 02
SITUAÇÃO INTERNA DA BOMBA DE DESCARGA (bomba de eixo horizontal)

Areia, sacos plásticos e outros materiais retidos no interior da bomba



Fotos 03
SITUAÇÃO INTERNA DA BOMBA DE DESCARGA (bomba de eixo vertical)

Pedaços de madeira presos entre o rotor e o corpo da bomba



5. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS BOMBAS

É importante que as pessoas que se envolvem na operação e manutenção de uma bomba conheçam bem a especificação e as características da bomba, além da finalidade para a qual a mesma foi instalada, para evitar prosseguimento de operação em estado anormal. Além disto, é imprescindível também que se conheçam muito bem sua estrutura e o know-how de operação, para que se possam realizar rotineiramente a desmontagem, limpeza e inspeção, sem quaisquer transtornos.

As bombas instaladas em EEs e ETEs são menores do que aquelas de drenagem de águas pluviais e, por isso, é usual a instalação de pelo menos uma bomba sobressalente. Porém, é importante que a existência do equipamento extra não se torne motivo para uma operação sem os devidos cuidados. É necessário ater-se, sobretudo, aos elementos estranhos (lixo p/ ex.) contidos no esgoto, os quais podem ocasionar a abrasão do rotor, além do entupimento, vibração, aquecimento e sobrecarga.

E, além do bom conhecimento para a operação rotineira, é importante também que se mantenha os manuais de instrução e outros documentos técnicos sempre à mão, para que seja possível efetuar as manutenções preventiva e corretiva corretamente e com facilidade.

Cabe lembrar, por fim, a importância de se conhecer bem o equipamento em bom funcionamento, para que qualquer anomalia seja detectada sem demora.

As Tabelas 1 e 2, a seguir, mostram exemplos de itens a verificar durante a operação e os de inspeção periódica, com respectiva periodicidade.

TABELA 1: Exemplo de Itens a Verificar Durante a Operação e Sua Periodicidade

Item	Especificação	Periodicidade
1. Aparência externa	Existência ou não de anomalia	Mais de 1 vez ao dia
2. Vibração, sons	Existência ou não de anomalia	
3. Temperatura do rolamento	Se a temperatura do recinto é $\leq 40^\circ$	
4. Superfície do óleo lubrificante	Se está dentro dos padrões de aceitação	
5. Temperatura da gaxeta	Se a vedação (abastecimento) está normal	
6. Vazamentos da gaxeta	Se o vazamento é pequeno e contínuo	
7. Corrente elétrica	Se está normal	
8. Pressão de operação	Se está normal	
9. Diário de operação	Avaliação da normalidade/anormalidade	

TABELA 2: Exemplo de Itens de Inspeção Periódica e Sua Periodicidade

Item	Especificação	Periodicidade
1. Óleo lubrificante do rolamento 2. Abrasão da gaxeta	Sujeira, quantidade Vazamento no selo	Mensal
3. Troca de óleo lubrificante 4. Substituição da gaxeta 5. Reaperto das porcas das partes fixas 6. Checagem do funcionamento do relé de fluxo, interruptores de pressão, temperatura etc. e dispositivos de segurança 7. Verificação da acoplagem direta da bomba com o motor 8. Medição da vibração da bomba de eixo vertical	A primeira troca deve ser feita 15 dias após o início das operações e, depois, quando o tempo de operação for longo. Afrouxamento da porca de junção do eixo	Anual
9. Desmontagem ou alinhamento 10. Repintura ou banho de óleo em todo o equipamento	Abrasão dos pontos em fricção Corrosão das juntas	Irregular