

AGENCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL JICA
AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO (ABC)
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, FORTALECIMENTO INSTITUCIONAL E GESTÃO
ESTADO DE PERNAMBUCO (GOV. PE)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO BRASIL

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 RELATÓRIO DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA



JANEIRO 2001

JICA LIBRARY
J1164056(2)

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TÓQUIO

SSS
JR
01-11

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (JICA)

**AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO (ABC)
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SOCIAL DO
ESTADO DE PERNAMBUCO (SEPLANDES)
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**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
RELATÓRIO DE
TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA**

JANEIRO 2001

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TÓQUIO



1164056[2]

RELATÓRIO DE TRANFERÊNCIA TECNOLÓGICA

Índice

1. Introdução.....	1
2. Programa de Transferência Tecnológica.....	1
2.1 Reunião Técnica.....	1
2.2 Seminário de Transferência Tecnológica.....	7
3. Transferência Tecnológica Adicional	10

Apêndice

- 1. Seminário-1**
- 2. Seminário-2**

1 Introdução

O programa de transferência tecnológica do Estudo consistiu de treinamentos na obra (*On the Job Training-OJT*), Seminários de Transferência Tecnológica e Reuniões Técnicas. As Reuniões Técnicas foram programadas para serem conduzidas mensalmente durante o estudo de campo no Brasil e têm o objetivo de elevar os efeitos do programa de transferência tecnológica.

Durante o estudo de campo, os seminários de transferência tecnológica e reuniões técnicas foram conduzidos 2 e 6 vezes respectivamente. Os temas dos seminários de transferência tecnológica e reuniões técnicas foram discutidos com antecedência com a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social (SEPLANDES), que é a agência da contraparte para o Estudo, com o objetivo de promover o entendimento mútuo entre a Equipe da Contraparte e a Equipe do Estudo.

Planos ótimos de transferência técnica tem sido discutidos através do programa de transferência tecnológica conduzido durante os Estudo, com o objetivo de elevar as habilidades técnicas do pessoal da contraparte.

2 Programa de Transferência Tecnológica

2.1 Reunião Técnica

(1) Fase-1

O Estudo do Plano Diretor teve início em outubro de 1999, após explicações do esboço do programa de estudo. Através dos trabalhos de revisão do PQA, a transferência tecnológica foi conduzida com OJT em campos técnicos básicos para a formulação do Plano Diretor. Ainda, aspectos técnicos básicos foram discutidos entre a equipe da contraparte e a Equipe do Estudo. Tendo como objetivo a discussão de conceitos básicos para a formulação do Plano Diretor as reuniões técnicas durante o estudo de campo, realizado de outubro de 1999 a janeiro de 2000, foram planejadas com os seguintes temas:

- Métodos de tratamento de esgoto,
- Métodos de drenagem pluvial,
- Métodos de avaliação financeira e econômica.

1) 1ª Reunião Técnica (Novembro de 1999)

Data e Horário: Das 14:50 as 18:30 do dia 18 de novembro de 1999,

Local: Sala de Reuniões da SEPLANDES.

O Governo do Estado tem promovido o sistema de esgotamento sanitário condominial, um método econômico que conta com a participação dos usuários, porém, não está familiarizado com os métodos japoneses. O objetivo da reunião técnica foi discutir os sistemas de esgotamento sanitário condominial e sistemas convencionais na RMR e no Japão.

	Orador	Tema	Observação
1	Natanael Ramalho (COMPESA)	Metodologia do sistema de esgotamento sanitário condominial e seus problemas	
2	Julio Sergio Maia da Costa (GME, COMPESA)	Organização de operação e manutenção (O&M) para as instalações de esgotamento sanitário da COMPESA	
3	Katuhisa Watanabe (Planejamento de Esgotamento Sanitário) Equipe de Estudo da JICA	Sistema de gerenciamento do esgotamento sanitário no Japão (canos de esgoto, instalações elevatórias, etc.)	
4	Tadashi Shoji (Planejamento de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Tratamento do lodo, reutilização do esgoto tratado e tratamento do lodo no Japão	

- Será necessário estudar o sistema de esgotamento sanitário condominial, que é um sistema novo empregado na RMR.
- Foi confirmado que os conceitos básicos para o planejamento do sistema de esgotamento sanitário convencional no Brasil e no Japão são similares.

2) 2ª Reunião Técnica (Dezembro de 1999)

Data e Horário: Das 14:45 as 17:30 do dia 20 de dezembro de 1999,

Local: Sala de Reuniões da SEPLANDES.

Os conceitos básicos para o planejamento de medidas atenuantes das inundações e drenagem

pluvial foram discutidos, assim como os planos de drenagem pluvial contidos no PQA. O orador e tema são os seguintes:

	Orador	Tema
1	Hiroyuki Shiraiwa (Planejamento de Drenagem Pluvial) Equipe de Estudo da JICA	① Medidas atenuantes das inundações, ② Planos de drenagem pluvial no PQA, ③ Urbanização e medidas necessárias atenuantes das inundações (Exemplo no Japão).

- O gerenciamento pluvial na RMR está sob a administração do governo municipal. Foi discutido o plano de drenagem pluvial para Recife e Jaboatão.
- Serão necessários dados hidrológicos básicos e dados de observação hidráulica dos rios principais para que se possa planejar medidas ótimas de gerenciamento da drenagem pluvial e atenuantes das inundações para a RMR.

3) 3ª Reunião Técnica (Janeiro de 2000)

Data e Horário: Das 14:30 as 18:10 do dia 10 de janeiro de 2000,

Local: Sala de Reuniões da SEPLANDES.

Foram discutidos os métodos de avaliação econômica e financeira do lado brasileiro e japonês. Foi também discutido o processo de tratamento de esgoto, que estava programado para ser explicado na 1ª Reunião Técnica. Os oradores e temas são os seguintes:

	Orador	Tema	Observação
1	Fatima Ferrieira	Método de avaliação econômica aplicado em projetos no Brasil	
2	Tatsuo Tashino (Sócio-economia e Organização) Equipe de Estudo da JICA	Métodos de avaliação econômica e financeira, Diferenças entre as avaliações econômica e financeira, Problemas na avaliação, Métodos para o Estudo.	
3	Tadashi Shoji (Planejamento de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Instalações e processos de tratamento de esgoto, Teorias dos processos de tratamento, Processo anaeróbico de fluxo ascendente através de um manto de lodo (UASB ou RAFA) e a possibilidade de aplicação no Plano Diretor.	

- A receita com base em uma taxa unitária provável de ser paga foi considerada como o benefício para a avaliação econômica no Brasil. A avaliação financeira

não foi conduzida.

- No Estudo da JICA, a avaliação econômica examinará os projetos propostos do ponto de vista econômico, isto é, viabilidade de investimento social na economia nacional. A receita dos serviços de tratamento de esgoto foi calculada como o benefício para a avaliação financeira.
- O processo de tratamento de esgoto RAFA, proposto no PQA, foi avaliado como um dos processos de tratamento de esgoto efetivos nas condições climáticas (clima tropical) do Recife.

(2) Fase-2

O Plano Diretor proposto e os Projetos Prioritários selecionados foram explicados no Seminário de Transferência Tecnológica-1, conduzido no começo da Fase-2. Durante o Estudo de Campo, conduzido de maio a setembro, conceitos técnicos básicos para o F/S nos Projetos Prioritários e para as atividades de O&M após a implementação dos projetos foram discutidos na reunião técnica através dos seguintes temas:

- Princípio de desenho para as instalações de esgotamento sanitário,
- O&M para os projetos de esgotamento sanitário,
- Atividades de O&M para as principais instalações de esgotamento sanitário (canos de esgoto e estações de tratamento de esgoto).

1) 4ª Reunião Técnica (Junho de 2000)

Data e Horário: Das 14:30 as 17:30 do dia 28 de junho de 2000,

Local: Sala de Reuniões da SEPLANDES.

Atividades atuais de O&M para as instalações de esgotamento sanitário existentes foram apresentadas pela COMPESA, e as ferramentas básicas necessárias para as atividades de O&M foram explicadas pela Equipe de Estudo. Os oradores e temas são os seguintes:

	Orador	Tema	Observação
1	Antonio Carlos Coelho COMPESA	Atividades da COMPESA (Abastecimento de água e serviços de esgotamento sanitário) e atividades de O&M para as instalações existentes.	
2	Shimao Hidaka (Planejamento de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Atividades gerais de O&M para as instalações de esgotamento sanitário no Japão: - Limpeza dos canos de esgoto, - Reabilitação do sistema de esgoto, - Estação de tratamento de esgoto (Mão de obra necessária).	
3	Katsuhisa Watanabe (Planejamento de Tratamento de Esgoto) Equipe de Estudo da JICA	Introdução do banco de dados para as instalações de esgotamento sanitário: - Banco de dados GIS, - Banco de dados para as instalações de tratamento e equipamento, Banco de dados para os bens.	

- A organização atual de O&M da COMPESA foi explicada em termos geral.
- Melhorias na organização de O&M da COMPESA é um problema importante. Outra reunião técnica sobre atividades de O&M foi programada para agosto de 2000.

2) 5ª Reunião Técnica (Julho de 2000)

Data e Horário: Das 14:15 as 18:30 do dia 27 de julho de 2000,

Local: Sala de Reuniões do Dept. Administrativo.

Conceitos técnicos básicos para o desenho preliminar das instalações de esgotamento sanitário foram discutidos, e os resultados do estudo de campo sobre as instalações elevatórias existentes foram resumidos. Os oradores e temas são os seguintes:

	Orador	Tema	Observação
1	Katsuhisa Watanabe (Planejamento de Tratamento de Esgoto) Equipe de Estudo da JICA	Plano de esgotamento sanitário para os projetos prioritários: -Unidade de esgotamento sanitário e volume de esgoto, -Plano de localização para as instalações principais, -Nível de tratamento.	
2	Tadashi Shoji (Planejamento de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Plano de instalação de tratamento de esgoto: -Processo de tratamento(Esgoto, Lodo), -Processo de tratamento(sete estações de tratamento), - Plano de instalação de tratamento.	
3	Masashi Okamura (Desenho de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Resultados do levantamento de campo sobre as instalações elevatórias existentes e suas condições	
4	Natanael Sampaio (COMPESA)	Plano de Esgotamento Sanitário da COMPESA: -Método de assentamento das unidades do sistema de esgotamento sanitário, -Plano de distribuição para as tubulações de esgoto, -Desenhos padrão.	

- Há vários problemas elétricos e mecânicos nas estações elevatórias e estações de tratamento de esgoto. Foi enfatizada a necessidade de atividades apropriadas de O&M.
- A COMPESA enfatizou a necessidade de educação da população para o aumento dos índices de conexões de esgoto.

3) 6ª Reunião Técnica (Agosto de 2000)

Data e Horário: Das 14:25 as 17:10 do dia 22 de agosto de 2000,

Local: Sala de Reuniões do Dept. Administrativo.

As atividades necessárias de O&M para os projetos das principais instalações de esgotamento sanitário foram discutidas a partir de aspectos técnicos. Os oradores e temas são os seguintes:

	Orador	Tema	Observação
1	Katsuhisa Watanabe (Planejamento de Tratamento de Esgoto) Equipe de Estudo da JICA	Atividades de O&M em geral: -Necessidade de atividades preventivas de O&M, -Ferramentas necessárias para as atividades de O&M, O&M para instalações de esgoto: -Limpeza/reabilitação, O&M para as instalações elevatórias: -Inspeção periódica, -Inspeção diária.	
2	Tadashi Shoji (Planejamento de instalações) Equipe de Estudo da JICA	Atividades de O&M para as estações de tratamento de esgoto: -Itens de inspeção diária, -Gerenciamento confiado, -Pessoal necessário de O&M.	

2.2 Seminário de Transferência Tecnológica

(1) Seminário de Transferência Tecnológica-1

Data e Horário: Das 8:30 as 17:30 do dia 23 de maio de 2000,

Local: Sala de Conferências (7º andar) do Hotel Mar Olinda Residência

Participantes: 49

A relação entre o PQA e o Plano Diretor da JICA, os resultados do treinamento da JICA do pessoal da contraparte no Japão, a teoria do RAFA e os resultados de observações em Mangueira foram apresentados no seminário pelo lado brasileiro. O Plano Diretor (plano de drenagem pluvial, plano de gerenciamento do esgotamento sanitário) e o F/S nos Projetos Prioritários foram apresentados pela Equipe de Estudo. Os oradores e temas são apresentados na tabela seguinte:

Orador e Tema

1	Emanoel M. Pais Barreto Secretário Assistente da SEIN	Abertura
2	Shin ichiro Uchida Presidente do Comitê Consultivo da JICA	Saudações
3	Guilherme Tavares Diretor Técnico, COMPESA	PQA e Plano Diretor da JICA
4	Hajime Tanaka Chefe da Equipe de Estudo da JICA	Esboço do Estudo da JICA
5	Ieda Kozminsky Gerente de Departamento, COMPESA	Esboço dos sistemas de tratamento de esgoto na RMR e Relatório do Treinamento da JICA no Japão (Fevereiro - Março 2000)
6	Hajime Tanaka	Plano Diretor e Projetos Prioritários
7	Hiroyuki Shiraiwa (Planejamento de Drenagem Pluvial) Equipe de Estudo da JICA	Estudo de Caso sobre Medidas Atenuantes das Inundações para os Rios Principais (rio Jaboatão, canal Olho D'Água, rio Beberibe)
8	Dr. Mario Kato Prof. Associado Universidade Federal de Pernambuco	Teoria do Processo de Tratamento de Esgoto pelo RAFA (UASB), e resultados de observações e problemas na Estação de Tratamento de Esgoto Mangueira
9	Katsuhisa Watanabe (Planejamento de Tratamento de Esgoto) Equipe de Estudo da JICA	Plano de Gerenciamento do Esgotamento Sanitário
10	Tadashi Shoji (Planejamento de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Plano de Instalação de Tratamento de Esgoto
11	Hajime Tanaka	Esboço do F/S e ações necessárias após o Estudo
12	Roberto Solomao	Encerramento

Os textos da Equipe de Estudo para o seminário-1 estão anexados ao Apêndice.

(2) Seminário de Transferência Tecnológica-2

Data e Horário: Das 9:00 as 16:00 do dia 5 de dezembro de 2000,

Local: Sala de Conferências (7º andar) do HOTEL MARANTE PLAZA

Participantes: 41

Os serviços de esgotamento sanitário para a RMR e os resultados do treinamento da JICA do pessoal da contraparte no Japão (Outubro de 2000) foram apresentados pela COMPESA. Os resultados do F/S nos projetos prioritários, a organização executiva, o tratamento/disposição do lodo e o planejamento das instalações elevatórias foram apresentados pela Equipe de Estudo. Os oradores e temas são apresentados na tabela seguinte:

Orador e Tema

1	Jose Arlindo Soares Secretário da SEPLANDES	Abertura
2	Akira Hasumi Representante do Escritório da JICA no Brasil	Saudações e síntese da função da JICA
3	Shin ichiro Uchida Presidente do Comitê Consultivo da JICA	Saudações e síntese do Estudo da JICA
4	Gustavo Sampaio Presidente da COMPESA	Projetos de esgotamento sanitário na RMR
5	Angela Bacelar Diretor Consultivo COMPESA	Treinamento da JICA do pessoal da contraparte(Outubro de 2000)
6	Hajime Tanaka Chefe da Equipe de Estudo da JICA	Esboço dos resultados do F/S nos projetos prioritários
7	Katsuhisa Watanabe (Planejamento de Tratamento de Esgoto) Equipe de Estudo da JICA	Tratamento e disposição do lodo
8	Shimao Hidaka (Planejamento de Instalações) Equipe de Estudo da JICA	Planejamento das instalações elevatórias
9	Lever Jose Menezes da Costa Diretor da COMPESA	Encerramento

Os textos da Equipe de Estudo para o seminário-2 estão anexados ao Apêndice.

3. Transferência Tecnológica Adicional

A contraparte do Estado de Pernambuco está recebendo um apoio educacional relativamente elevado. Incentivos podem ser necessários para a contraparte para que a transferência tecnológica seja promovida efetivamente. A Equipe de Estudo trabalhou em conjunto com a equipe da contraparte e trocou opiniões técnicas nas reuniões. Para o fortalecimento das habilidades técnicas do pessoal da contraparte será necessário que a contraparte conduza as atividades através de OJT e reuniões técnicas regulares (ou "workshops" sobre campos tecnológicos especiais).

São poucos os engenheiros do quadro de funcionários da COMPESA, e no estado, que possuem experiência em planejamento e desenho de sistemas de esgotamento sanitário, uma vez que a COMPESA costuma utilizar os serviços de consultores no planejamento e desenho de planos de instalações de esgotamento sanitário. Além do mais, as últimas instalações de esgotamento sanitário construídas são de meados da década de 80.

Para a implementação, no futuro, dos projetos prioritários e o Plano Diretor será indispensável que o Governo do Estado possua funcionários aptos ao planejamento - desenho - desenho detalhado - planejamento executivo - supervisão - atividades de O&M. Ainda, OJT compreensivo será necessário para o pessoal de engenharia do Estado.

Visando o fortalecimento do pessoal técnico do estado, um programa efetivo de transferência tecnológica deverá ser conduzido na próxima etapa, a etapa de serviços de engenharia, para o desenho detalhado e supervisão.

Na próxima etapa (desenho detalhado e supervisão), o Governo do Estado deverá cumprir os programas de transferência tecnológica para que o nível do pessoal técnico seja melhorado.

Os itens a serem considerados nesta etapa são os seguintes:

- Investigação das instalações de esgotamento sanitário existentes para as áreas piloto
- Preparo do banco de dados para as instalações de esgotamento sanitário
- Preparo do manual de O&M
- Desenho detalhado das instalações de esgotamento sanitário
- Treinamento das atividades de O&M das estações de tratamento de esgoto
- Treinamento das atividades de O&M das tubulações de esgoto.

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-1

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** ESBOÇO DO ESTUDO DO PLANO DIRETOR
- 2** CONTROLE DE INUNDAÇÕES E DRENAGEM EM GERAL
- 3** PLANO DE SISTEMA DE ESGOTO PARA 2020
- 4** PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA INFRA-ESTRUTURA DE ESGOTO

MAIO DE 2000

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKYO

ESBOÇO DO ESTUDO DO PLANO DIRETOR

ÍNDICE

1.1	Introdução
1.2	Problemas de Esgoto e Drenagem na Área de Estudo
1.3	Plano Diretor Proposto
1.4	Ações Necessárias

Lista das Figuras

Fig.1	Área de Estudo
Fig.2	Limites Municipais e Principais Bacias Hidrográficas na RMR
Fig.3	Localização do Sistema de Esgoto Existente em toda a RMR
Fig.4	Localização do Sistema de Esgoto Existente na Área Central da RMR
Fig.5	Distribuição Atual da Carga de Poluição na RMR
Fig.6	Área de Inundação (após 1978)
Fig.7	Plano de Esgoto Proposto para o Plano Diretor
Fig.8	Sub-sistemas para a Fase 1 e Projetos Prioritários

1 Esboço do Estudo do Plano Diretor

1.1 Introdução

Este estudo foi conduzido através do programa de cooperação técnica do Governo do Japão e baseado no Escopo de Trabalho firmado entre a Secretaria Estadual de Planejamento e Desenvolvimento Social, Estado de Pernambuco (SEPLANDES), a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e a Agência Japonesa de Cooperação Internacional (JICA) em 3 de março de 1999.

A área de estudo, a Região Metropolitana de Recife (RMR) do Estado de Pernambuco, consiste de 14 municípios, cobrindo uma área de 2.766 km² e com uma população de 2,96 milhões de habitantes (em 1997). A Área de Estudo é apresentada na Fig.1.

Os objetivos do Estudo são os seguintes:

- 1) Formular um Plano Diretor para o Gerenciamento de Esgotos e Drenagem Pluvial na Região Metropolitana de Recife (RMR) tendo como meta o ano de 2020, de maneira a melhorar o meio ambiente urbano;
- 2) Conduzir um Estudo de Viabilidade (Feasibility Study – F/S) dos projetos urgentes e prioritários selecionados no Plano Diretor e,
- 3) Efetuar a transferência de tecnologia para o pessoal da contraparte no decorrer do Estudo.

O Estudo foi iniciado em meados de outubro de 1999 e conduzido no Brasil até finais de janeiro de 2000. O Estudo prosseguiu no Japão de fevereiro a março de 2000. Os seguintes relatórios foram publicados:

- Relatório Introdutório (outubro de 1999)
- Relatório de Atividades-1 (janeiro de 2000)

- Relatório Interino (março de 2000)

1.2 Problemas de Esgoto e Drenagem na Área de Estudo

- (1) A RMR compreende 14 municípios e 27 distritos (Fig.2). Destes, cinco municípios, i.e., Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista e Camaragibe, respondem por 83% (2,57 milhões de habitantes) da população da RMR e formam o núcleo da RMR.
- (2) Uma das características da RMR é a ampla distribuição das áreas de pobreza. Estima-se que mais de 40% do total da população urbana viva em tais áreas. É comum nestas áreas a falta de infra-estrutura básica, tais como sistemas de esgoto, de drenagem, etc, bem como a existência de condições sanitárias ruins. O Governo do Estado está se esforçando para lidar com a situação e melhorar as condições de vida dessas áreas de pobreza. Alguns programas estão em andamento:
 - ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social)
 - PRÓ-METRÓPOLE (Projeto de Ação Integrada nas Áreas de Baixa Renda da RMR)
 - Programa Habitar Brasil/IDB,
 - Pró-Infra/Governo Federal,
 - Pró-Moradia/Fundos Federais,
 - Programa “Movimento Viva o Morro” (Programa para a Infra-estruturação urbana dos Morros da RMR).
- (3) O sistema de esgoto existente na RMR consiste de quatro sistemas de grande-escala e numerosos sistemas independentes de pequena-escala. A localização dos sistemas de esgoto existentes na RMR é apresentada nas Figs.3 e 4. A área servida ainda continua

limitada na RMR, o sistema de esgoto cobre apenas 36% dos domicílios urbanos e o sistema de tratamento de esgoto cobre menos de 20% de tais domicílios.

Sistema de Esgoto Existente na RMR

Sistema	Comprimento das Tubulações (km)	Número de Bombas		Capacidade de Tratamento (m ³ /dia)	População Atendida
		Total	Quebradas		
Sistemas Principais					
Janga	441	50	23	54.919	265.717
Peixinhos	185	43	20	34.148	330.285
Cabanga	135	51	16	107.436	233.036
Sul	141	23	7	26.815	104.338
Sub-total	902	167	66	223.318	933.376
Outros Sistemas					105.943
Total					1.038.409

Fonte – Diagnóstico dos Sistemas de Esgoto Operados pela COMPESA na RMR.

- (4) O sistema de esgoto na RMR foi planejado como um sistema em separado, exclusivamente para a coleta de esgotos. Contudo, grande parte do esgoto urbano é lançado no sistema de drenagem, rios e corpos d'água, devido ao grande número de instalações/equipamentos inativos no sistema de esgoto.
- (5) O sistema de retirada do lodo dos sistemas individuais de esgotos com fossas sépticas não foi estabelecido.
- (6) O esgoto industrial é inspecionado e controlado pela CPRH.
- (7) As inundações frequentes são causadas por chuvas fortes na área receptora a jusante das represas, como é mostrado na Fig.6. As áreas de inundação são restritas as áreas baixas

dos municípios de Olinda, Recife e Jaboatão, onde existem numerosos assentamentos informais. Os problemas de inundação foram resumidos a seguir:

- Inundações causadas pelo transbordamento dos rios e alta da maré nas áreas alagadiças costeiras e ao redor do lago,
- Inundações ao longo dos rios/canais,
- Inundações locais de ruas

(8) A CPRH trata de todos os assuntos relacionados com o meio-ambiente e exerce um papel importante na prevenção e repressão da poluição ambiental, assim como na proteção e controle do meio-ambiente.

Os Padrões de Qualidade da Água estabelecido pelo CONAMA para as águas superficiais são os seguintes:

- Água doce: Classe especial – Classe 4,
- Água do mar : Classe 5 – Classe 6 e,
- Água salobra: Classe 7 – Classe 8.

Limites de Lançamento de Efluentes para os corpos d'água estabelecido pela CPRH, resolução CONAMA No.20/1986:

- Classe 1 – Classe 4

(9) O governo do estado é composto de 17 secretarias que atuam sob o comando do Governador. Sob a supervisão das respectivas secretarias existem ainda 37 órgãos externos. Os órgãos relacionados são os seguintes:

- Secretarias de estado relacionadas: SEPLANDES, SEIN, SRH, SECTMA.
- Agências externas: COMPESA, CONDEPE, FIDEM, ITEP e CPRH.

- Agência contraparte: SEPLANDES.

(10) A COMPESA é responsável pelos serviços de suprimento de água doméstico, serviços sanitários e pela maioria dos sistemas de esgoto existentes. Ela também é encarregada da manutenção das fossas sépticas independentes e individuais quando assim requisitada pelos usuários, e da utilização efetiva e conservação dos recursos hídricos.

(11) O governo municipal, em princípio, gerencia o sistema de drenagem pluvial em cada município.

(12) Os principais problemas foram resumidos a seguir:

- Melhoria das infra-estruturas de esgoto,
- Melhoria das atividades rotineiras de O/M,
- Estabelecimento do sistema de remoção, tratamento e lançamento do lodo,
- Consideração total das medidas propostas pelo PQA,
- Preparação de dados básicos para o planejamento dos canais de drenagem e rios,
- Estudo de desenvolvimento para o gerenciamento das bacias hidrográficas e disposição dos resíduos sólidos.

1.3 Plano Diretor Proposto

(1) Os conceitos básicos para o Plano Diretor foram resumidos a seguir:

- 1) Reduzir a carga poluidora gerada e lançada nos corpos d'água através da recuperação e ampliação da infra-estrutura de esgoto existente e desenvolvimento de novas infra-estruturas de esgoto,
- 2) Considerar, em princípio, os sistemas de esgoto e objetivos básicos propostos no PQA durante a formulação do Plano Diretor,

- 3) Diminuir os danos causados por inundações nas áreas críticas de inundação através de medidas estruturais e não-estruturais,
- 4) Estabelecer uma organização de implementação para conduzir o Plano Diretor proposto mais facilmente,
- 5) Melhorar o mecanismo de cumprimento das leis e ética ambiental através da educação ambiental e orientação sanitária, com ênfase nas medidas preventivas,
- 6) Propor estudos de desenvolvimento para melhorar a situação ambiental da RMR.

(2) O quadro principal projetado para o ano meta de 2020 é o seguinte:

- População urbana total: 3.635.000 habitantes,
- Área urbanizada: 364,25 km²
- PIB Regional até o ano 2010: O crescimento foi projetado para 4,4%, com base no relatório sobre “Perspectivas Econômicas Globais 1998/99” do BIRD.
- PIB Regional entre os anos 2011 e 2020: O crescimento foi projetado para três quartos (3,3%) da taxa de crescimento anterior.

(3) O plano proposto de melhoramento do sistema de esgoto consiste na recuperação e ampliação da infra-estrutura existente, assim como no desenvolvimento de novas infra-estruturas, baseado em princípio no PQA, como segue:

- 1) Considerou-se que a carga orgânica poluidora (DBO) municipal na RMR é gerada e lançada a partir das cinco bacias hidrográficas principais, i.e., Beberibe, Capibaribe, Tejipió, Jaboatão e Timbó, somando 91% do total da carga. Foi dada prioridade para o melhoramento dos sistemas de esgoto destas cinco bacias hidrográficas
- 2) O esgoto industrial (com volumes de descarga superiores a 500 m³/mês) foi regulamentado pela CPRH e separado do sistema de esgoto municipal, conforme

proposto no PQA.

- 3) Os 86 sub-sistemas de esgoto na área urbana da RMR foram revistos e destes 55 sub-sistemas foram selecionados para o Plano Diretor, com base nos seguintes critérios:

- Lançamento de esgotos sem tratamento;
- Grande necessidade de melhorar a infra-estrutura de esgoto existente;
- Grande concentração de população de baixa renda;
- Níveis altos de carga poluidora;
- Localização em uma das cinco bacias hidrográficas principais.

Os sub-sistemas de esgoto propostos para o Plano Diretor são apresentados na Fig. 7.

- (4) O plano de drenagem pluvial proposto consiste de medidas para aliviar problemas de inundação e drenagem nas áreas críticas dos três municípios. Este foi baseado no PQA a princípio, como segue:

- 1) O cálculo pluviométrico com período de retorno de 20 anos foi adotado no PQA para o cálculo da vazão projetada. O cálculo pluviométrico com período de retorno de 10 a 20 anos pode ser adotado nos rios de pequeno porte/canais principais (macro drenagem).
- 2) Foi usada a vazão projetada para o canal de drenagem calculada no PQA. Para outros rios ou canais, curvas mostrando a relação entre a área de drenagem e vazão (período de retorno de 20 anos) ou vazões específicas poderiam ser usadas se assim requisitadas. A vazão projetada foi calculada usando-se a Fórmula Racional.
- 3) O plano de melhoramento da drenagem é o seguinte:
 - Em princípio foi adotada a drenagem por gravidade até os rios, assim como é proposto no PQA.

- Áreas abaixo de 2 m são de difícil drenagem pelo método de gravidade e consideradas como alagadiças. Tais áreas não devem ser ocupadas até que sejam aterradas.
 - Drenagem por bombeamento não foi recomendado por razões financeiras.
- 4) O plano de melhoramento da drenagem proposto pelo PQA foi basicamente adotado e revisto. O plano do PQA para o melhoramento da drenagem nos municípios de Recife, Jaboatão e Olinda foi resumido a seguir:
- Cidade de Recife: Melhorias na drenagem das 15 áreas críticas de inundação;
 - Cidade de Jaboatão: Melhorias na drenagem das 4 áreas críticas de inundação;
 - Cidade de Olinda: Melhorias na drenagem das 3 áreas críticas de inundação;
- (5) Os projetos propostos são viáveis do ponto de vista técnico, econômico, financeiro, social e ambiental. Os projetos terão os seguintes efeitos:
- 1) Expandir a área de serviços de esgoto de 8.516 ha para 29.985 ha até o ano 2020;
 - 2) Aumentar a percentagem de esgotos tratados de menos de 20% para 90% da população urbana em 2020;
 - 3) Ter uma taxa de FIRR de 5,7% e viabilidade de aplicação do ponto de vista financeiro se o Governo do Estado obter recursos financeiros com taxas de juros inferiores a 5,7%. As condições financeiras podem ser melhoradas com o aumento da taxa de consumo atual e a indução do investimento de capital por parte do governo;
 - 4) Ter uma taxa de EIRR de 15,1% e alta viabilidade econômica do ponto de vista econômico;
 - 5) Melhorar as condições sanitárias das áreas de pobreza na RMR, provendo 885.000 pessoas com sistemas de esgoto.

(6) Avaliação Ambiental Inicial (AAI, ou Initial Environmental Examination–IEE)

- 1) AAI foi efetuada com base em dados secundários e propôs o escopo da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA, ou Environmental Impact Assessment-EIA) na etapa F/S.
- 2) Nenhum impacto adverso significativo é previsto na qualidade do ar, condições hidrológicas, recursos ecológicos e qualidade da água, contudo os impactos causados pela construção dos projetos prioritários deverão ser estudados na etapa F/S. Os impactos a serem estudados são os seguintes:
 - Os odores fortes das instalações de tratamento de esgotos podem causar impactos nas áreas de assentamento vizinhas,
 - O lançamento do efluente pode causar impactos adversos no ambiente dos rios.
- 3) Os projetos são categorizados sob o: “Ítem 4: Projetos de Esgotos” do Manual de Licença Ambiental, 1998 (CPRH). Os projetos necessitam de uma Licença Ambiental da CPRH antes de sua execução. Existem três tipos de licença ambiental: “Licença Preliminar”, “Licença para Instalação” e “Licença para Operação”, que são emitidas separadamente. Uma Licença Preliminar para os projetos prioritários será requisitada na etapa F/S.

(7) Organização Executiva

- 1) A SEPLANDES, como uma organização de coordenação geral, deverá ser responsável pela implementação dos projetos propostos no Plano Diretor e pelo estabelecimento de uma Unidade de Gerenciamento do Projeto (UGP, ou Project Management Unit-PMU), que deverá ter um comitê coordenador incluindo representantes das agências relacionadas e a secretaria executiva.
- 2) A SEPLANDES deverá coordenar as organizações e agências relacionadas com os projetos propostos para a implementação do projeto, e fazer os arranjos

necessários com o Governo Federal e organizações financeiras internacionais para a obtenção de recursos financeiros para o projeto.

(8) Projetos Prioritários

1) Os Projetos Prioritários para o Estudo de Viabilidade (F/S) foram selecionados a partir dos projetos de esgotos propostos na Fase 1 e também de sub-sistemas. Tal decisão foi baseada nos seguintes critérios:

- Alta eficiência para reduzir a carga poluidora das principais bacias hidrográficas, i.e., Capibaribe, Jaboatão, Ipojuca e Timbó, na RMR;
- Sub-sistemas de esgoto existentes com unidades de esgoto inativas;
- Sub-sistemas de esgoto compostos por unidades de esgoto situadas ao longo dos rios principais.

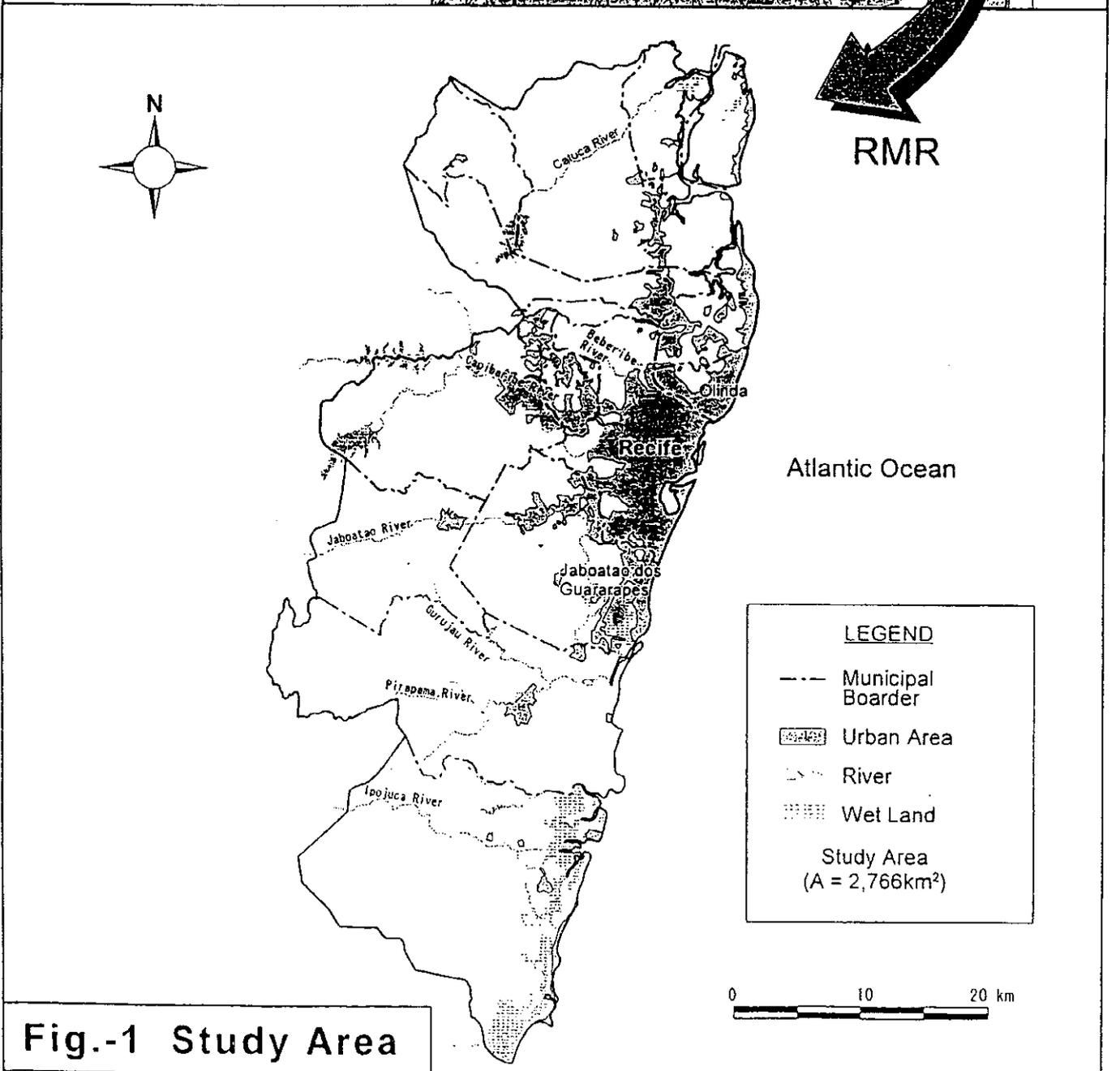
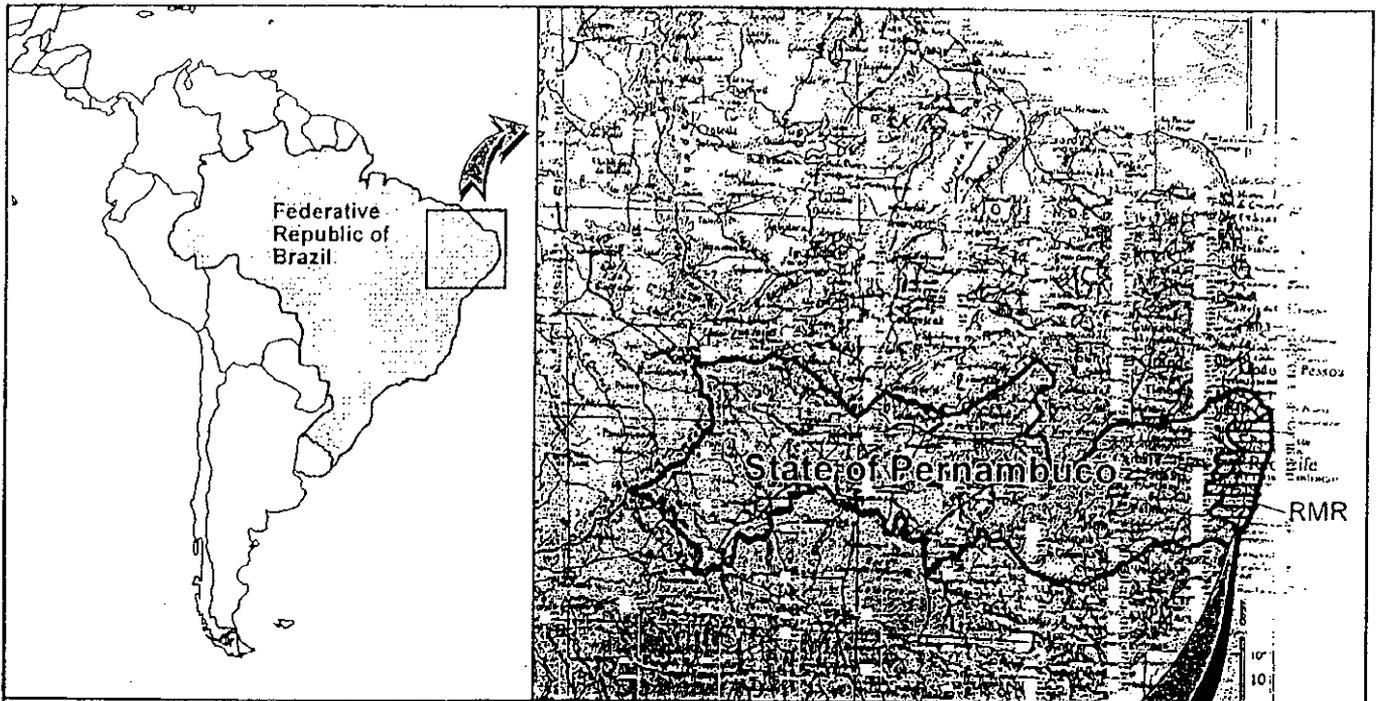
Apesar da bacia do Rio Beberibe ser uma bacia prioritária devido a sua carga elevada de poluição, ela não foi selecionada como bacia prioritária para F/S, uma vez que esta bacia foi escolhida para participar do projeto Pró-Metrópole (Projeto de Infra-estrutura nas Áreas de Baixo Poder Aquisitivo da RMR) financiado pelo BIRD.

2) Os sub-sistemas prioritários selecionados para F/S são apresentados na Fig.8 e listados abaixo:

- Sub-sistema Cabanga (Bacia Hidrográfica Capibaribe)
- Sub-sistema Cordeiro (Bacia Hidrográfica Capibaribe)
- Sub-sistema Boa Viagem (Bacia Hidrográfica Tejipió)
- Sub-sistema Cucurana (Bacia Hidrográfica Jaboatão)
- Sub-sistema Prazeres (Bacia Hidrográfica Jaboatão)
- Sub-sistema Janga (Bacia Hidrográfica Timbó)
- Sub-sistema Conceição (Bacia Hidrográfica Timbó)

1.4 Ações necessárias

- (1) Tomar medidas necessárias para a implementação dos 55 sub-sistemas de esgoto propostos, incluindo a implementação imediata dos projetos prioritários:
 - Fase 1: 7 sub-sistemas de esgoto prioritários, e 18 outros sub-sistemas de esgoto,
 - Fase 2: 30 sub-sistemas de esgoto.
- (2) Estabelecer organizações para a implementação sustentável do Plano Diretor, como segue:
 - Estabelecimento de um comitê preparatório sob a SEPLANDES,
 - Estabelecimento de uma Unidade de Gerenciamento do Projeto (UGP) para o Plano Diretor.
- (3) Estabelecer sistemas de gerenciamento do lodo (remoção, tratamento e lançamento) para a RMR,
- (4) Controlar o lançamento do efluente industrial através do monitoramento constante da qualidade da água pela CPRH,
- (5) Melhorar os mecanismos de cumprimento das leis e ética ambiental (invasão e construção em áreas inadequadas, desflorestamento, abuso de pesticidas, dano as áreas de proteção ambiental) através da educação ambiental,
- (6) Melhorar as infra-estruturas de drenagem pluvial, incluindo a instalação e observação de pluviômetros para o aperfeiçoamento da rede hidrológica existente,
- (7) Executar estudos de desenvolvimento sobre:
 - Plano de gerenciamento das bacias hidrográficas para a RMR, incluindo o gerenciamento dos recursos hídricos,
 - Plano de lançamento dos resíduos sólidos para a RMR.



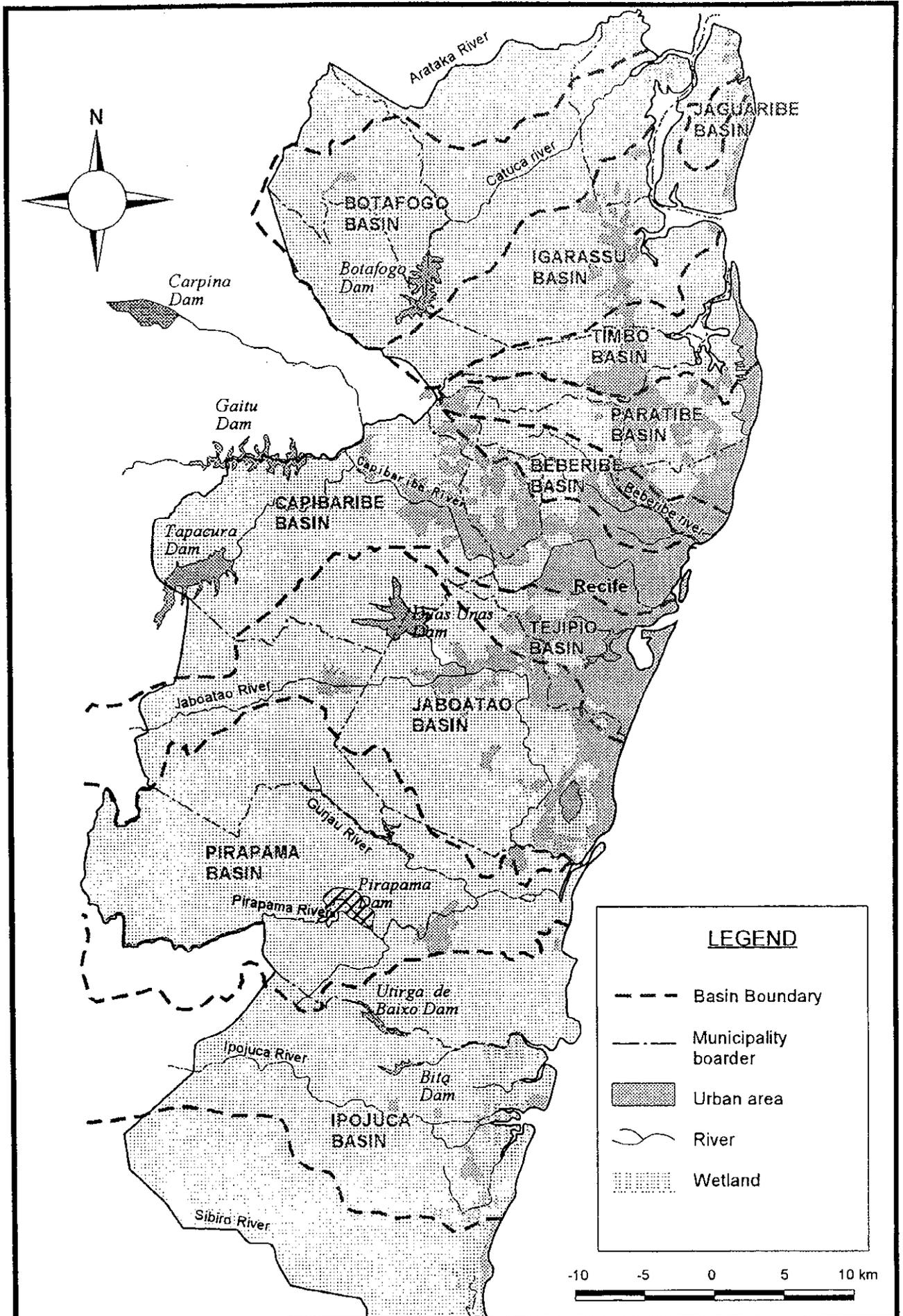
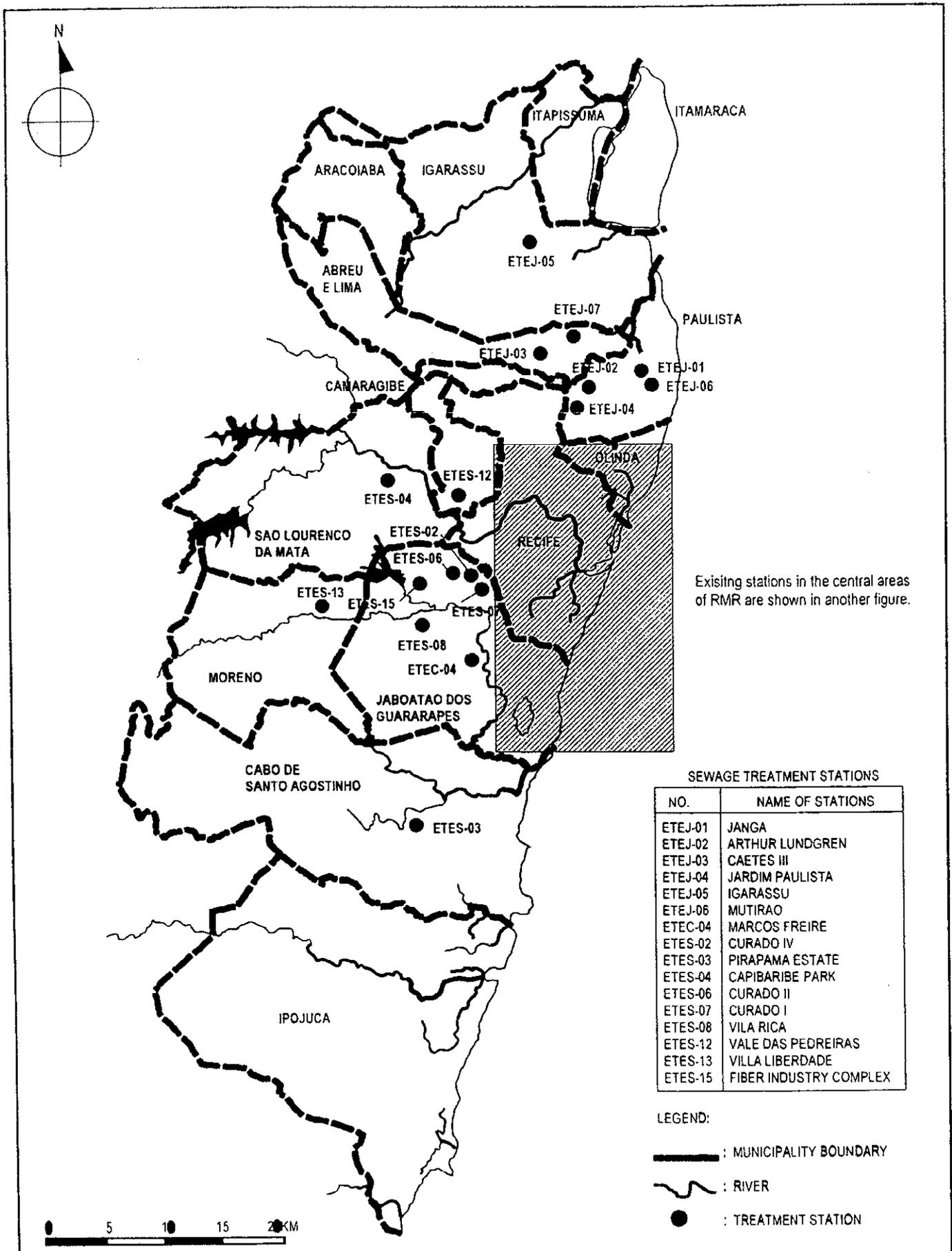


Fig. 2

Municipal Boundary and Major River Basin in the RMR



Existing stations in the central areas of RMR are shown in another figure.

SEWAGE TREATMENT STATIONS

NO.	NAME OF STATIONS
ETEJ-01	JANGA
ETEJ-02	ARTHUR LUNDGREN
ETEJ-03	CAETES III
ETEJ-04	JARDIM PAULISTA
ETEJ-05	IGARASSU
ETEJ-06	MUTIRAO
ETEC-04	MARCOS FREIRE
ETES-02	CURADO IV
ETES-03	PIRAPAMA ESTATE
ETES-04	CAPIBARIBE PARK
ETES-06	CURADO II
ETES-07	CURADO I
ETES-08	VILA RICA
ETES-12	VALE DAS PEDREIRAS
ETES-13	VILLA LIBERDADE
ETES-15	FIBER INDUSTRY COMPLEX

LEGEND:

- : MUNICIPALITY BOUNDARY
- : RIVER
- : TREATMENT STATION

Fig. 3

Location of Existing Sewerage Systems in the Entire RMR

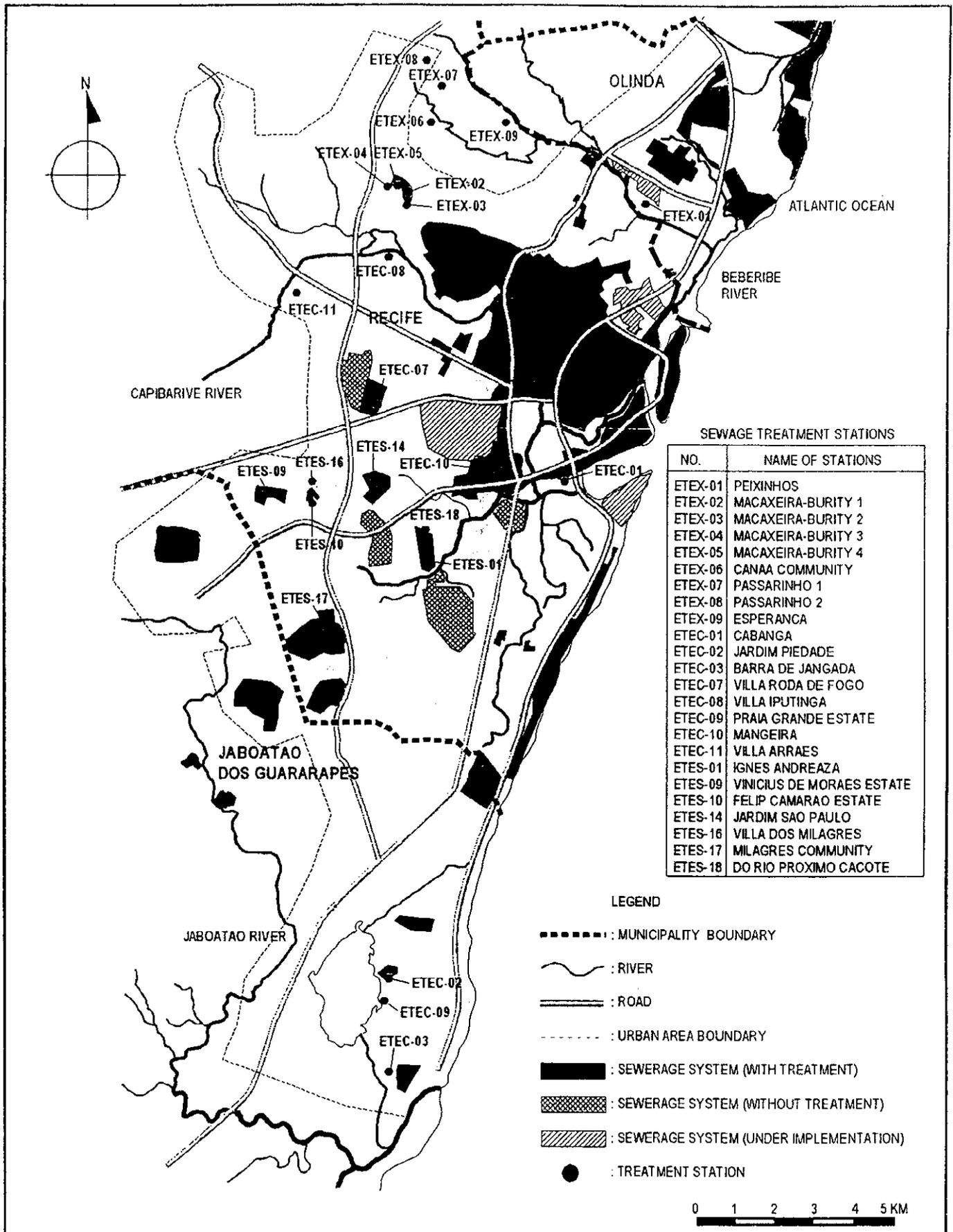


Fig. 4

Location of Existing Sewerage Systems in the Central Area of RMR

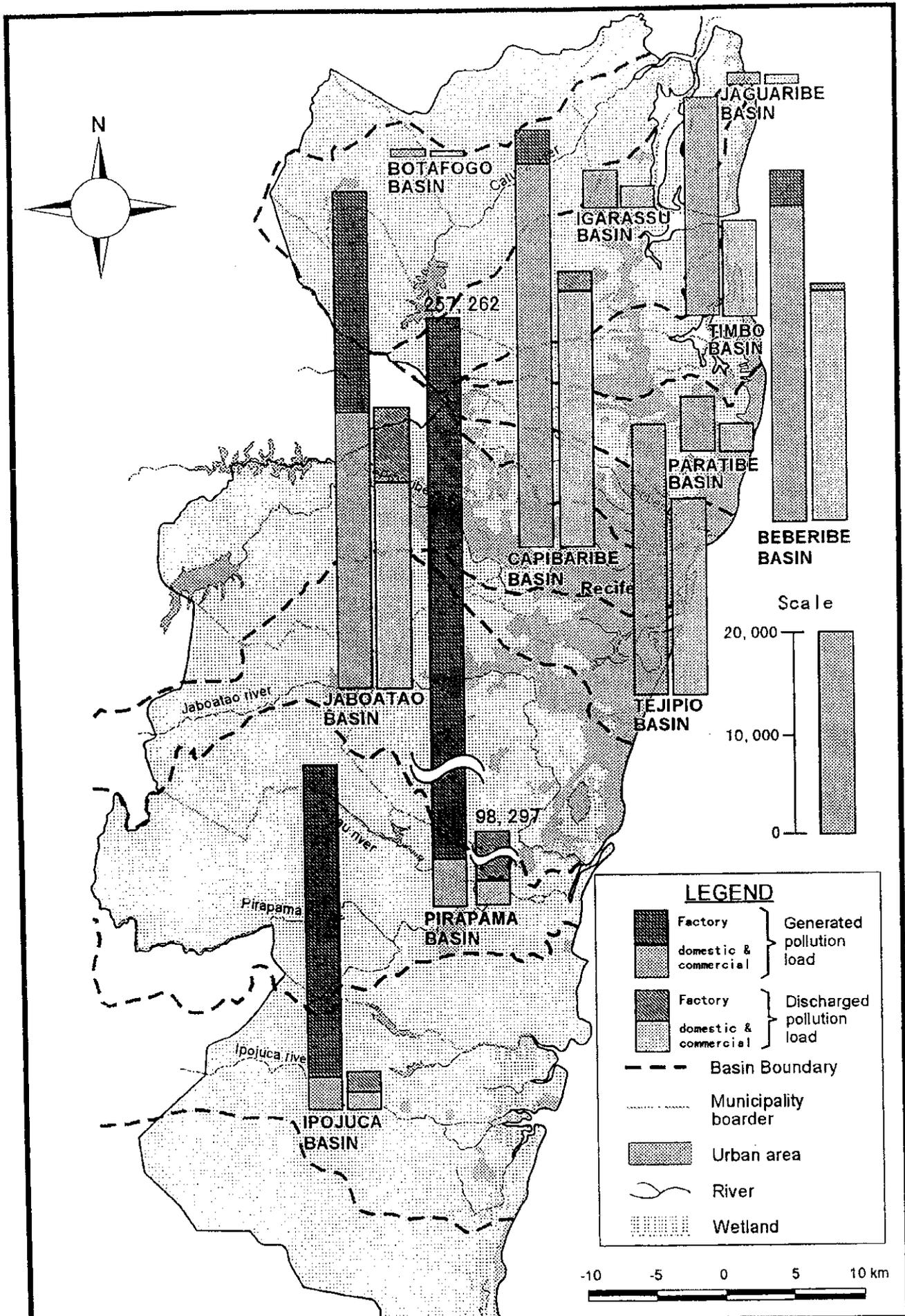
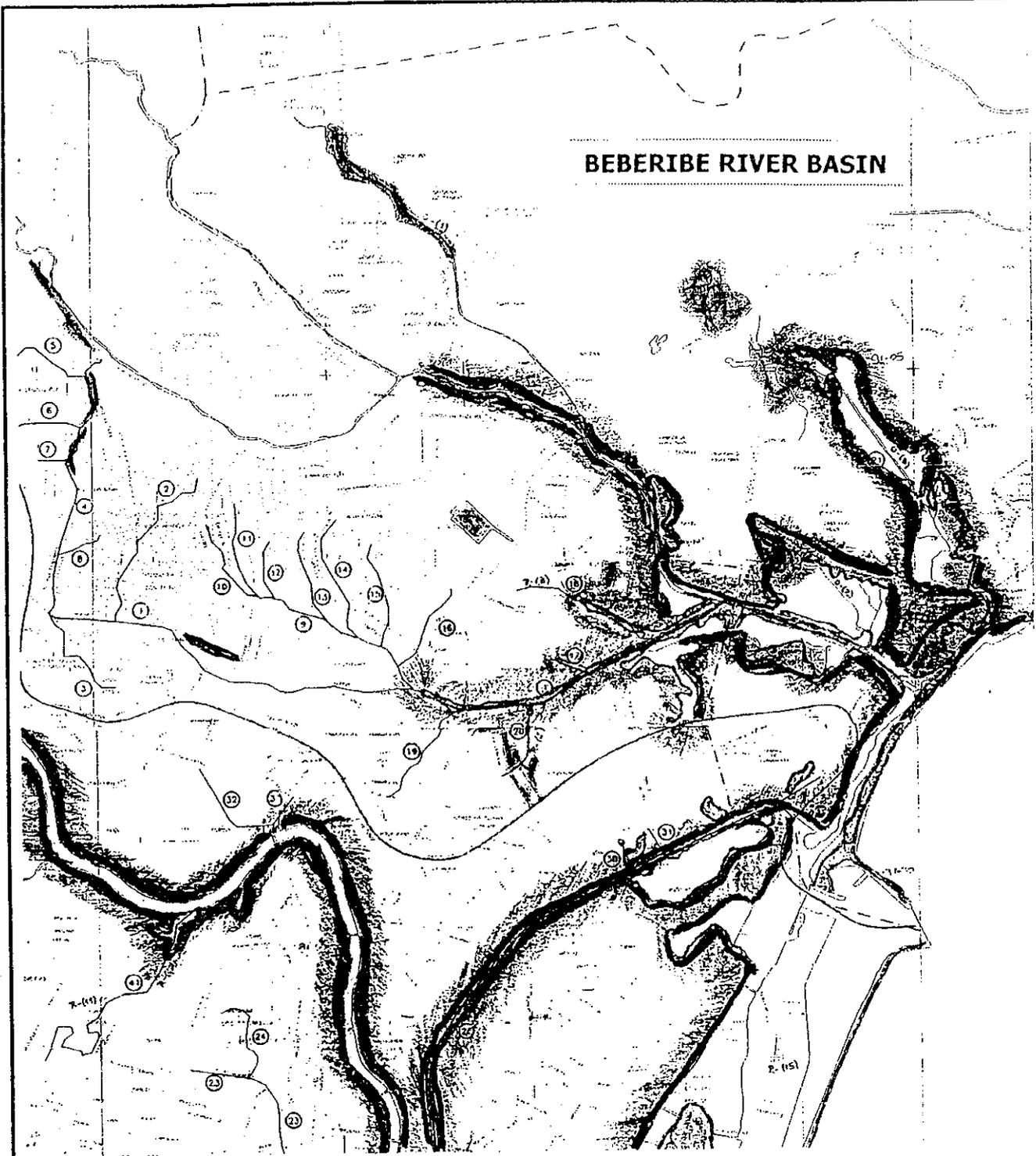


Fig. 5

Present Distribution of Pollution Load in the RMR

BEBERIBE RIVER BASIN



LEGEND



Flooded Area



Ground Hight Less than 2.0 m

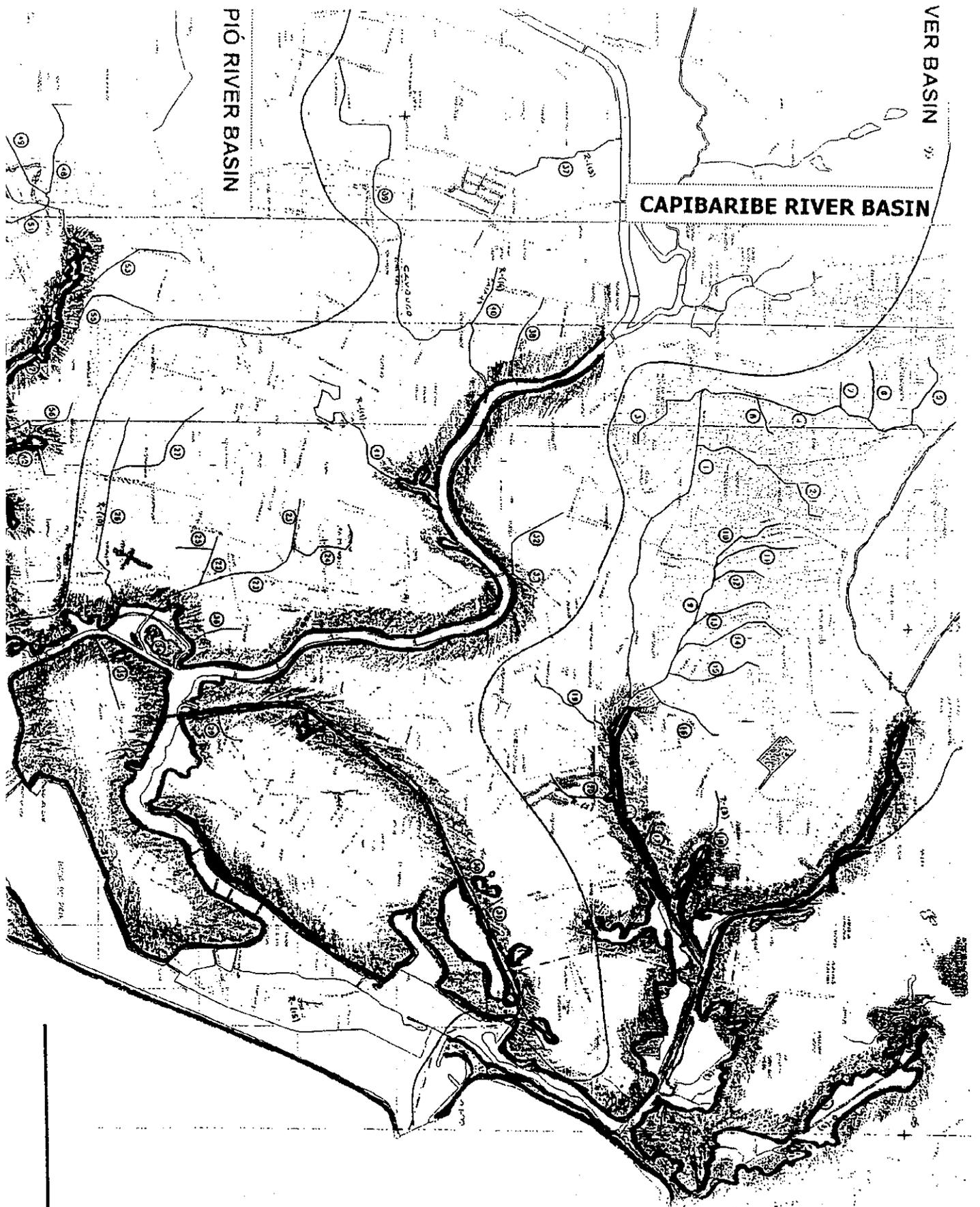
scale : 1 / 50,000



Fig. 6

Flooded Areas(After 1978) - Beberibe River Basin

THE STUDY ON STORM WATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANEGEMENT PLAN FOR RMR



LEGEND



Flooded Area



Ground Height Less than 2.0 m

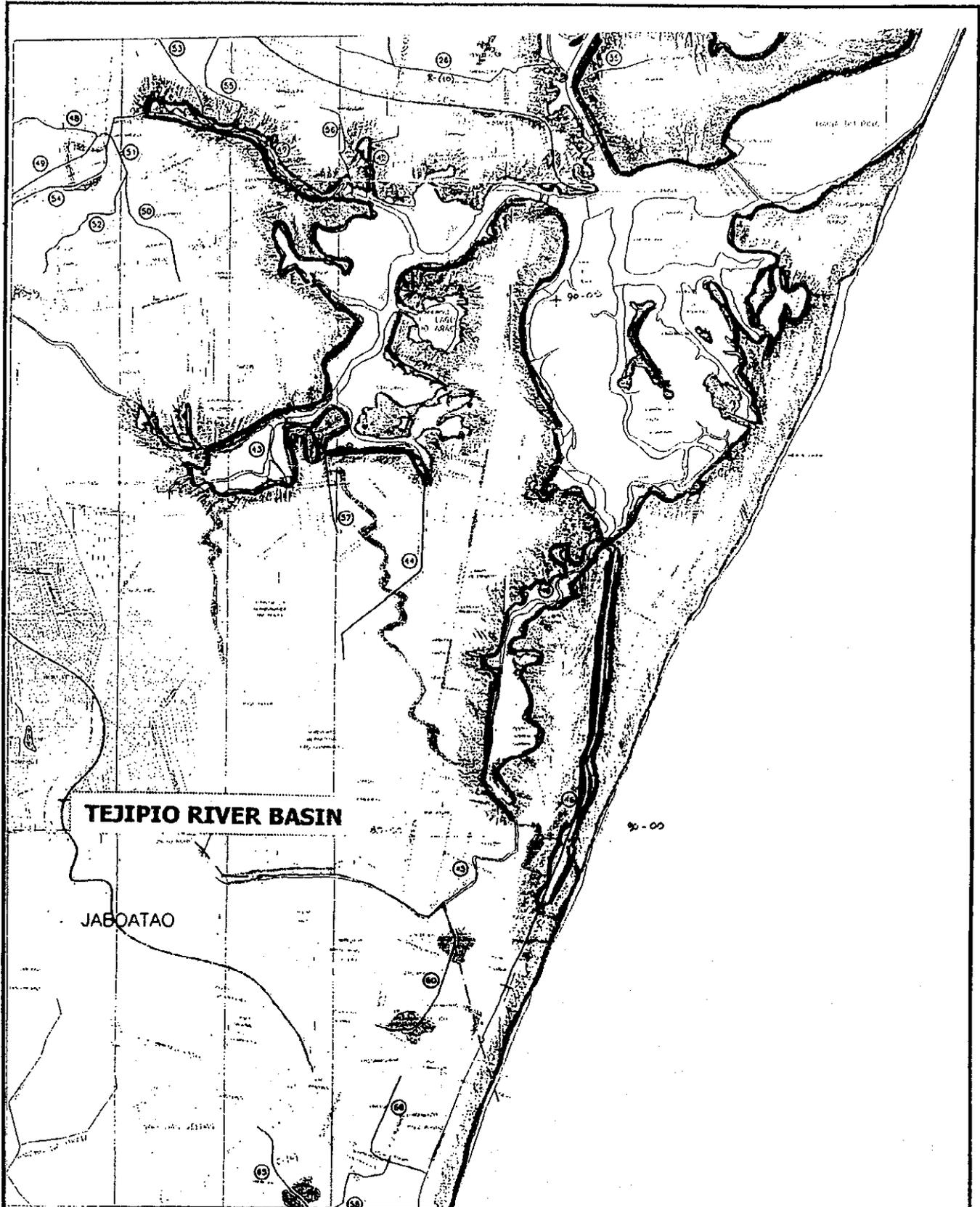
scale : 1 / 50,000



Fig. 6

Flooded Areas(After 1978) - Capibaribe River Basin

THE STUDY ON STORM WATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANEGEMENT PLAN FOR RMR



LEGEND

-  Flooded Area
-  Ground High Less than 2.0 m

scale : 1 / 50,000



Fig 6

Flooded Areas(After 1978) - Tejipto River Basin

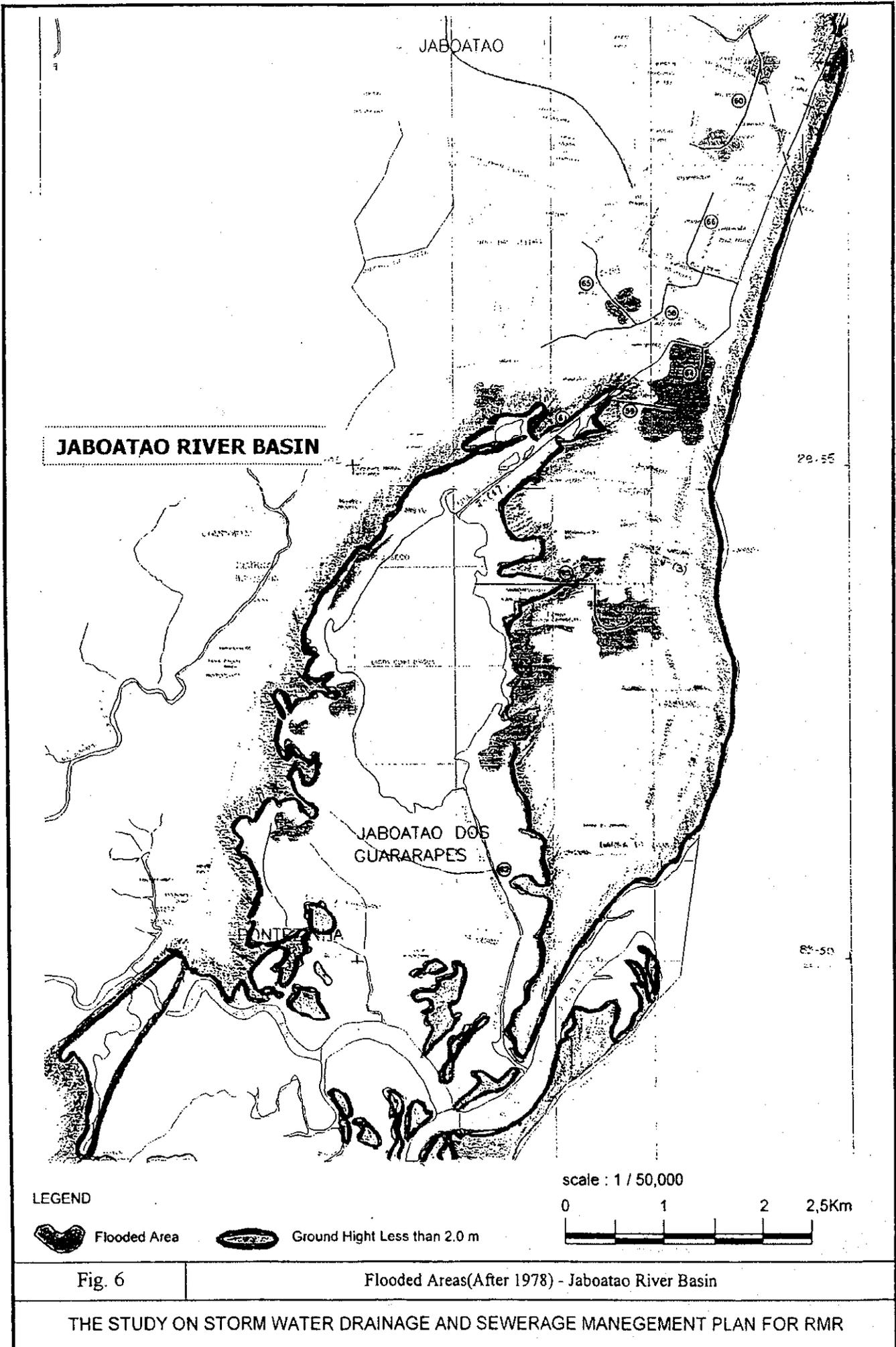


Fig. 6

Flooded Areas(After 1978) - Jaboatao River Basin

THE STUDY ON STORM WATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANEGEMENT PLAN FOR RMR

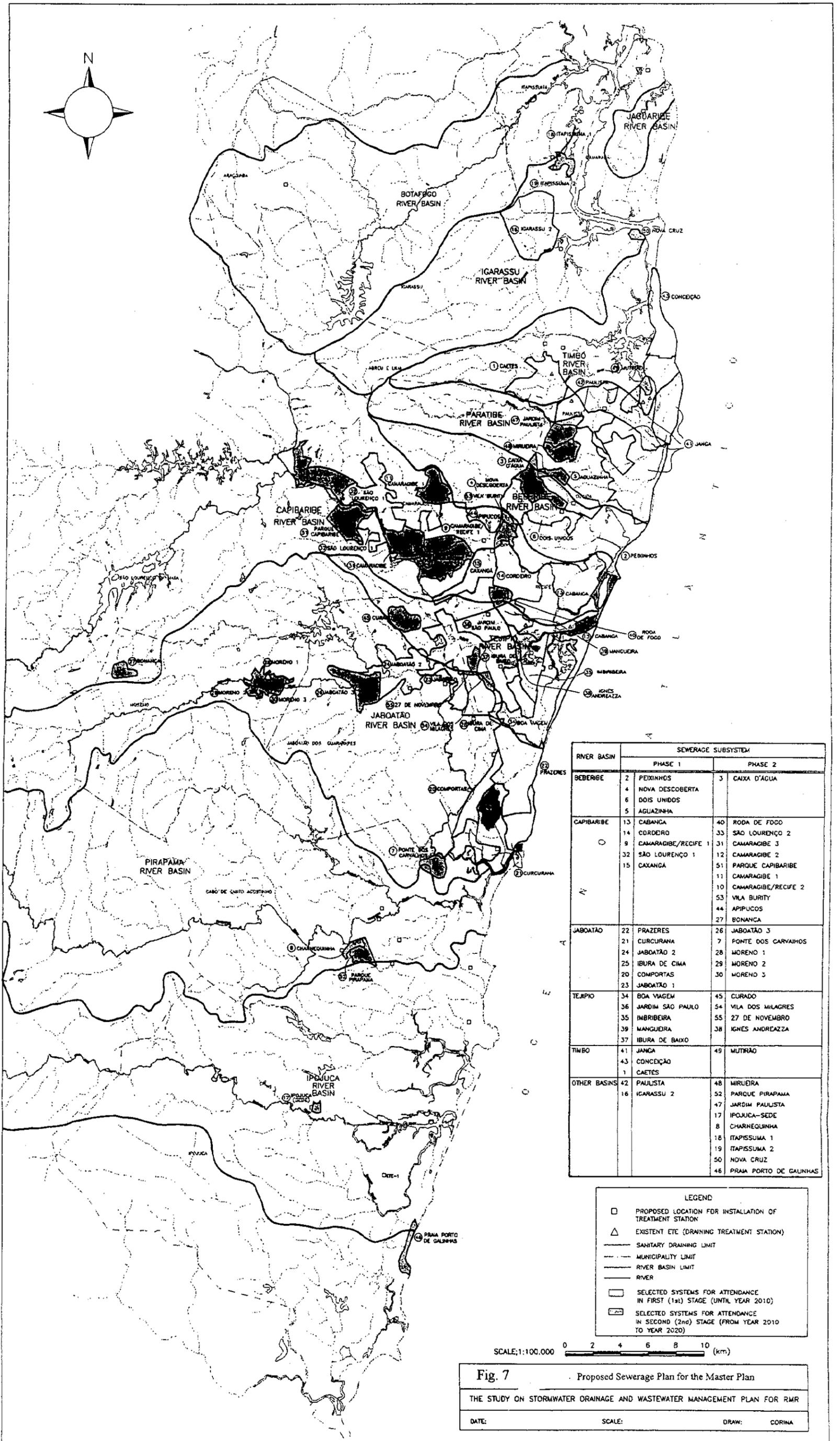
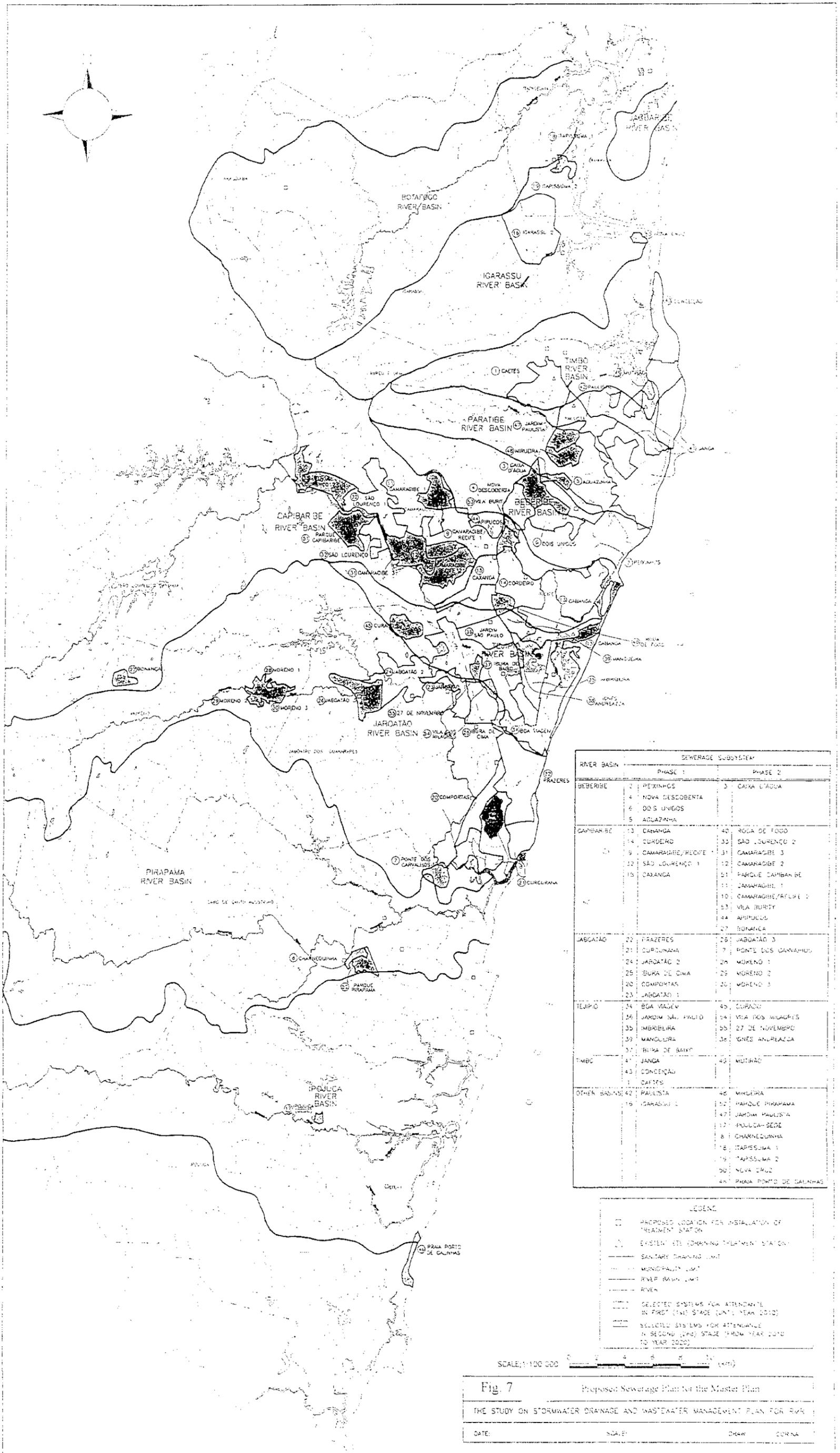


Fig. 7 Proposed Sewerage Plan for the Master Plan
 THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND WASTEWATER MANAGEMENT PLAN FOR RMR
 DATE: SCALE: DRAW: CORINA



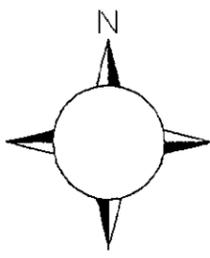
RIVER BASIN	SEWERAGE SUBSYSTEM	
	PHASE 1	PHASE 2
BEBERIBÉ	2 PEIXINHOS 4 NOVA DESCOBERTA 6 DOS UNIDOS 5 AQUAZINHA	3 CAIXA D'ÁGUA
CAMBARÉ	13 CABANGA 14 CORDERO 9 CAMARAGIBÉ/RECIFE 12 SÃO LOURENÇO 1 15 CAJANGA	40 ROÇA DE FOGO 33 SÃO LOURENÇO 2 31 CAMARAGIBÉ 3 12 CAMARAGIBÉ 2 51 PARQUE CAMBARÉ 11 CAMARAGIBÉ 1 10 CAMARAGIBÉ/RECIFE 2 53 VILA BURIT 44 APURUCOS 27 BONFÁCIA
JABOATÃO	22 PRAZERES 21 CURCUNAMA 24 JABOATÃO 2 25 BURA DE CIMA 20 COMPORTAS 23 JABOATÃO 1	29 JABOATÃO 3 7 PONTE DOS CARVALHOS 28 MORENO 1 29 MORENO 2 30 MORENO 3
TEUPÓ	14 BOA VAGEM 16 JARDIM SÃO PAULO 35 IMBIBELIRA 39 MANOLEIRA 37 BURA DE BAIXO	40 CURAÇÓ 14 VILA DOS MIRAIS 55 27 DE NOVEMBRO 36 IGNEZ ANAHEAZCA
TIMBO	41 JANCA 43 CONCEIÇÃO 1 CAETES	45 MOURÃO
OTHER BASINS	42 PAULISTA 18 IGARASSU 1	46 MIRUEIRA 52 PARQUE PIRAPAMA 43 JARDIM PAULISTA 17 PAULISTA-SEDE 8 CHARNEQUINHA 18 ITAPISSUMA 1 19 ITAPISSUMA 2 50 NOVA CRUZ 47 PRAÇA PONTE DE SALINAS

LEGEND

- PROPOSED LOCATION FOR INSTALLATION OF TREATMENT STATION
- EXISTING SITE (DRAINING TREATMENT STATION)
- SANITARY DRAINAGE LIMIT
- MUNICIPALITY LIMIT
- RIVER BASIN LIMIT
- RIVER
- SELECTED SYSTEMS FOR ATTENDANCE IN FIRST (1st) STAGE (UNTIL YEAR 2010)
- SELECTED SYSTEMS FOR ATTENDANCE IN SECOND (2nd) STAGE (FROM YEAR 2010 TO YEAR 2020)

SCALE: 1:100,000

Fig. 7 Proposed Sewerage Plan for the Master Plan
 THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND WASTEWATER MANAGEMENT PLAN FOR RIVER
 DATE: SCALE: DRAW: CORNA

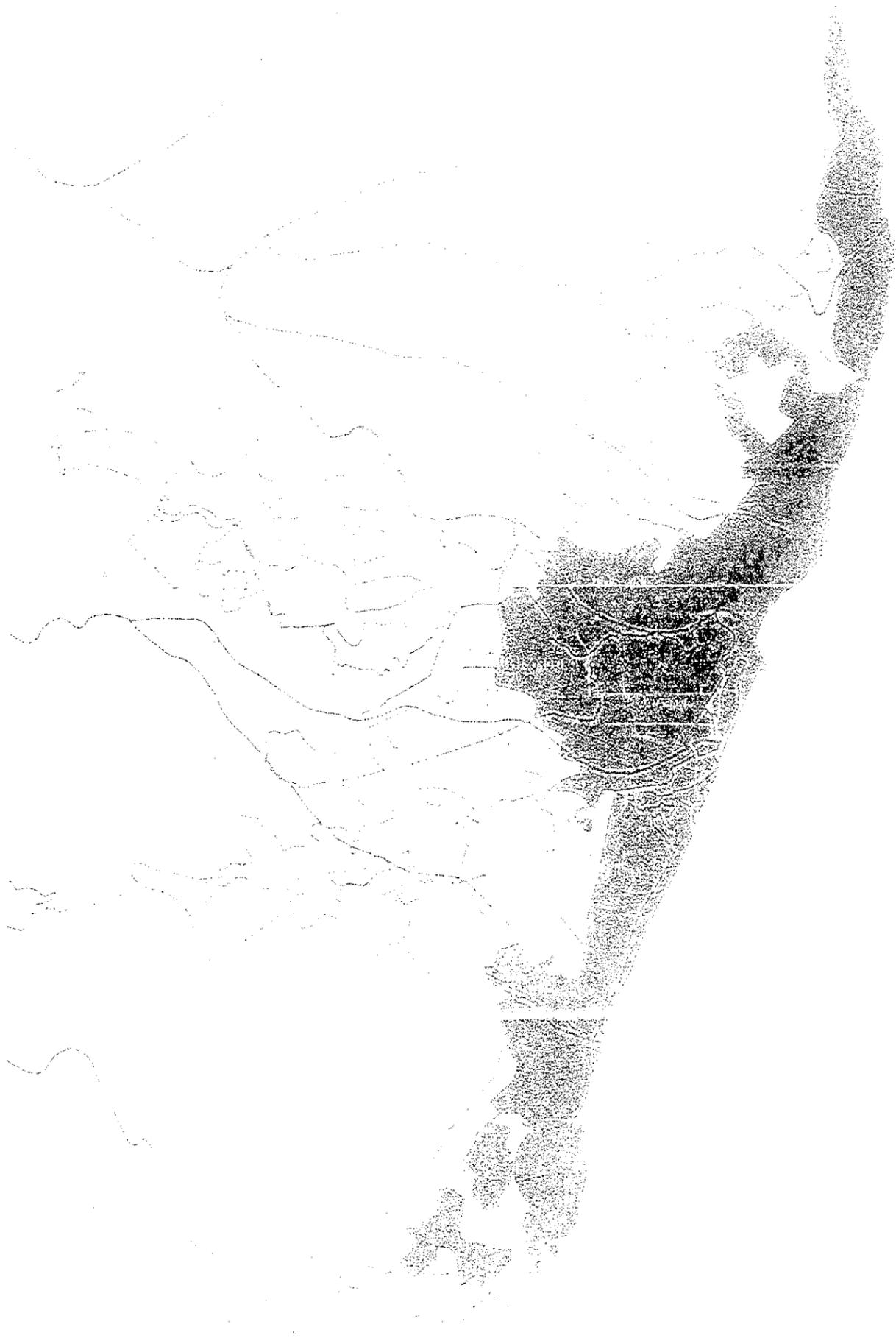


RIVER BASIN	NO	PRIORITY PROJECTS	
		SUBSYSTEM	SERVED AREA(HA) IN 2020
BEBERIBE	2		2,548
			398,839
		SUB-TOTAL	2,548
			398,839
CAPIBARIBE	13		2,260
			304,394
		14	675
			100,048
		SUB-TOTAL	2,935
			404,442
JABOATÃO	22		1,548
			233,403
		21	910
			123,636
		SUB-TOTAL	2,458
			357,039
TEJIPIO	34		1,281
			159,314
		SUB-TOTAL	1,281
			159,314
TIMBO	41		2,879
			316,075
		43	710
			62,445
		SUB-TOTAL	3,589
			378,520
OTHER BASINS			
		SUB-TOTAL	0
			0
PRIORITY PROJECTS TOTAL			12,811
			1,698,154

LEGEND	
□	PROPOSED LOCATION FOR INSTALLATION OF TREATMENT STATION
△	EXISTENT ETE (DRAINING TREATMENT STATION)
—	SANITARY DRAINING LIMIT
---	MUNICIPALITY LIMIT
---	RIVER BASIN LIMIT
—	RIVER
■	Priority Projects

SCALE: 1:100,000 0 2 4 6 8 10 (km)

Fig. 8 Subsystems for Phase I and Priority Projects
 THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND WASTEWATER MANAGEMENT PLAN FOR RMR
 DATE: SCALE: DRAW: CORINA



1000

2000

3000

4000

5000

2 CONTROLE DE INUNDAÇÕES E DRENAGEM EM GERAL

ÍNDICE

- 2.1 Controle de Inundações e Drenagem
- 2.2 Problemas de Inundação na RMR
- 2.3 Metodologia de Controle de Inundações e Drenagem na RMR
- 2.4 Estudo de Melhoramento da Drenagem (Conceito)

2.1 Controle de Inundações e Drenagem

(1) Controle de Inundações

Redução dos danos causados pelas inundações dos rios e mar através das seguintes medidas:

Medidas Estruturais

1) Melhoramento dos Rios

- Alargamento, aprofundamento, alinhamento (cortes), revestimento, etc.
- Dique (com comporta de inundação, eclusa, estação elevatória, etc como requerido)
- Gerenciamento da infra-estrutura dos rios (pontes, orifício de entrada, etc).

2) Armazenamento da Água de Inundação

- Represa (controle de inundações ou propósitos múltiplos)
- Bacia retardante, outros.

Medidas Não-Estruturais

3) Gerenciamento das planícies de inundação

Regulamentação do uso da terra, zoneamento (ao longo dos rios, áreas potenciais de inundação). Seguro de inundações, Garantia contra Inundações (aterramento, elevação do nível das casas, etc), Combate as Inundações, Educação

4) Gerenciamento da Linha Divisória das Águas

Regulamentação do uso da terra, reflorestamento, preservação das florestas, etc, controle da erosão, infiltração e armazenamento da água das chuvas, educação, outros

(2) Drenagem da Água das Chuvas

1) Melhoramento dos Rios de Pequeno Porte e Canais de Drenagem Artificiais

2) Armazenamento/ Infiltração da Água das Chuvas

3) Estações Elevatórias, Comporta de Inundação

4) Medidas Não-Estruturais

Regulamentação do uso da terra, garantia contra inundações, armazenamento e infiltração da água das chuvas, educação

2.2 Problemas de Inundação na RMR

- 1) Inundações nas áreas de várzea costeiras e ao redor do lago aonde populações de baixo poder aquisitivo moram. A maré alta e inundações dos rios afetam estas áreas.
- 2) Inundações ao longo dos rios/canais, aonde assentamentos informais estão localizados, devido ao acúmulo de resíduos sólidos, vegetação aquática e sedimentos.
- 3) Aumento das inundações e sedimentos devido ao desenvolvimento sem planejamento nos morros e áreas inclinadas.
- 4) Inundações das ruas devido a drenagem inadequada, e
- 5) Inundações locais devido a drenagem inadequada.

Com exceção dos itens 4 e 5 um único setor de drenagem da água das chuvas apenas não apresentará soluções sustentáveis ou completas para estes problemas, devido a natureza social dos mesmos e outros fatores. Sob estas condições, projetos multi-setores, assim como trabalhos de melhoramento de drenagem, estão sendo encaminhados. A maioria dos problemas é de controle de inundações ao invés de drenagem.

2.3 Metodologia de Controle de Inundações e Drenagem na RMR

(1) Condições de Planejamento

- 1) Área alvo aonde os danos com inundações devem ser reduzidos (áreas propensas a inundações)
- 2) Presente e futuro uso da terra para o cálculo da vazão projetada
- 3) Período de retorno pluviométrico

Será considerada a possibilidade de aquisição de terras e aumento do escoamento das inundações devido a urbanização no futuro. O período de retorno de inundação é recomendado dependendo da importância do canal, como segue:

Tipo de Canal	Período de Retorno de Inundação
1. Rios e Canais Largos	10 a 20 anos
2. Rios Pequenos e Canais Principais Abertos	5 a 10 anos

3. Canais Pequenos	5 anos
4. Drenagem da Superfície das Ruas	3 anos

- 4) Cálculo pluviométrico (Diário, Horário, Curvas de intensidade-duração, Padrões de precipitação)

O cálculo pluviométrico utilizado no PQA será usado. Este, porém, deverá ser revisado no futuro. Medições pluviométricas de curta duração em pelo menos três estações são necessárias para a revisão do cálculo pluviométrico. A relação entre a pluviosidade diária e pluviosidade de curta duração será estabelecida usando-se dados obtidos durante vários anos, com o objetivo de rever o cálculo pluviométrico. O cálculo pluviométrico (curvas pluviométricas de intensidade – duração para vários períodos de retorno) poderá ser determinado após medições por um longo período de tempo.

Cálculo Pluviométrico no PQA

$$\text{Equação (I)} \quad I_1 = (T - 1,5)^{0,117} \times 456,768 (1 - t^8 \times 4,54 \times 10^{-21}) / (t + 6)^{0,5811}$$

$$\text{Equação (II)} \quad I_2 = 72,153 (T - 1,75)^{0,173} / (t / 60 + 1)^{0,74826}$$

Onde, I = Intensidade pluviométrica para a duração das chuvas “t (minutos)” em mm/hora

T = Período de retorno pluviométrico em anos

Foi adotado o maior valor obtido pelas Equações I e II acima,

- 5) Projeto de nível da maré

A maré máxima durante o período das chuvas (março a agosto) é recomendada como sendo a condição de limite mínimo. A maré máxima é $2,50 - 1,14 = 1,36$ m (ou 1,35 m) acima do nível médio do mar. É previsto que o ápice da inundação e maré máxima ocorrerão ao mesmo tempo.

- 6) Coeficientes de runoff (C)

Os seguintes coeficientes de runoff são apresentados para referência.

- 0,80 para áreas residenciais/comerciais densamente povoadas
- 0,65 para áreas industriais com terrenos vagos ou áreas residenciais com pequenos jardins
- 0,50 para áreas residenciais com baixa densidade

- 0,35 para áreas suburbanas

7) Coeficientes de aspereza (n)

Ao definir o coeficiente de aspereza, o gerenciamento frequente não deverá ser estimado.

Os valores de “n” na Fórmula de Manning são os seguintes:

- 0,03 para rios e canais abertos largos
- 0,02 para canais abertos alinhados
- 0,015 a 0,02 para canais de concreto e tubulações

(2) Cálculo da Vazão

O cálculo da vazão é calculado através da Fórmula Racional, a seguir:

$$Q = (1/3,6) C R A$$

Onde, Q = Cálculo da vazão máxima em m³/seg, C = Coeficiente de runoff,

R = Intensidade pluviométrica para a duração “t”, A = Área de drenagem em km²

(3) Cálculo de Canal

A Fórmula de Manning abaixo poderá ser usada.

$$Q = (1/n) R^{2/3} I^{1/2} A$$

Onde, Q = Vazão (m³/s), N = Coeficiente de aspereza, R = Raio hidráulico (m),

I = Inclinação (gradiente hidráulico), A: = Área de fluxo (m²)

(4) Método de Drenagem

- 1) Drenagem por gravidade até os rios é aplicada, em princípio, como proposto no PQA.
- 2) Áreas abaixo de 2,0 m aproximadamente são de difícil drenagem pelo método de gravidade e consideradas como áreas alagadiças. Tais áreas não devem ser desenvolvidas até que sejam aterradas.
- 3) Drenagem por bombeamento não é recomendada por razões financeiras.

Os projetos em andamento gerenciados pelos municípios devem continuar.

- 1) Drenagem da superfície das ruas pelo município de Recife. Um estudo detalhado da infra-estrutura existente foi programado.
- 2) Melhoramento dos canais de drenagem restantes em Recife.
- 3) Melhoramento dos canais de drenagem em Olinda.
- 4) Redesenvolvimento da área de várzea em Olinda.
- 5) Melhoramento dos canais de drenagem em Jaboatão.

2.4 Estudo de Melhoramento da Drenagem (Conceito)

Estudos para apresentar os conceitos de planejamento do melhoramento da drenagem foram executados usando-se dados disponíveis tais como tabelas das marés, topografia de 1986, informação no PQA, etc. Portanto, tais estudos não são planos atuais.

(1) Canal da Bacia Olho d'Água (Jaboatão)

O município de Jaboatão irá melhorar o Canal Olho d'Água. Tal melhoramento deverá considerar os seguintes requisitos (Fig. 3.4-2)

- 1) O nível de inundação da lagoa aumenta devido a pequena capacidade de vazão do canal de saída (Canal Olho d'Água). A extensão atual do canal pode ser diminuída de 3,3 Km para 2,4 Km através da mudança da boca de descarga no Rio Jaboatão para aproximadamente 1 Km a jusante. Com isso a capacidade aumentará em 15%. Como resultado, o nível de inundação da lagoa e a área de inundação circunvizinha serão reduzidos.
- 2) O nível de inundação projetado do canal deverá ser, aproximadamente, 1,35 m no mar, 1,5 m na confluência do Rio Jaboatão, 2,0 m na lagoa e de 3,5 a 4,0 m a montante do Canal Setúbal considerando-se as condições topográficas.
- 3) A lagoa deverá ser dragada para o armazenamento da água de inundação proveniente da área a montante. Caso contrário, o Canal Olho d'Água necessitará de uma capacidade maior. O canal tem um gradiente hidráulico pequeno (0,5/2400 ou

$1/3300 = 0,0002$ ou $0,00015$).

- 4) Seria aconselhável providenciar o melhoramento do canal ao longo do lado oriental da lagoa e limitar a construção de casas.
- 5) O canal proposto pelo município deverá ser de corte transversal composto, para reduzir a sedimentação no canal.
- 6) Provendo canais de drenagem dentro da lagoa pode resolver problemas de inundação das áreas a parte da lagoa. Estas áreas são relativamente altas (de 3 a 4 metros) em geral.

(2) **Bacia do Rio Beberibe**

1) **Áreas de várzea ao longo do Rio Beberibe e Canal da Malária**

As áreas de inundação costeiras e na parte superior da bacia do Canal da Malária devem ser aterradas e reconstruídas. Por outro lado, áreas abaixo de 2 m não devem ser desenvolvidas, assim como regulamentado pela lei (Fig. 3.4-3)

- 2) O nível de inundação projetado do Rio Beberibe seria de aproximadamente 1,35 m no mar, 2,0 m na confluência do Canal da Malária e de 2,5 a 3,0 m na confluência do Canal Vasco Da Gama. A largura do Rio Beberibe deverá ser mantida de acordo com as leis, especialmente a seção entre Malária e Canal Vasco Da Gama, aonde o gradiente hidráulico é pequeno e o cálculo da vazão não é pequeno. Larguras de rio superiores a 100 m seriam requeridas para um período de inundação de 20 anos.

(3) **Canal Derby Cataruna**

O Canal Derby Cataruna tem comportas de maré em ambas as extremidades para diminuir o nível das águas e armazenar a água das chuvas no canal. As condições hidráulicas são as seguintes:

- 1) A variação da maré é de 1,0 m a 2,5 m (geralmente duas vezes ao dia).
- 2) O volume máximo de armazenamento de água é de aproximadamente 77.000 m^3 com um nível máximo de água de aproximadamente 1,1 m, considerando-se uma variação da maré de 2,0 m e extensão de canal de 5,5 km.

- 3) O volume de armazenamento de água de 77.000 m³ é equivalente ao volume de 20 mm de chuvas dos 6,46 km² da bacia do canal, considerando-se um coeficiente runoff de 0.6. Portanto, após 20 mm de chuvas o nível de inundação do canal alcançaria o mesmo nível se não houvessem comportas.
- 4) As comportas de maré podem diminuir o nível da água nos canais através da abertura das comportas durante a maré baixa e o fechamento de tais antes da maré alta. Desta maneira, a drenagem é conduzida eficientemente até o nível pluviométrico de 20 mm.
- 5) A pluviosidade máxima diária em Recife durante 30 anos (de 1961 a 1990) em agosto foi de 382 mm (1990) e em maio foi de 235 mm (1986). 20-anos pluviosidade ficaria entre 235 mm e 382 mm. A pluviosidade de projeto para um período de retorno de 20 anos e duração de 60-minutos é de 56 mm a 71 mm. Quando há precipitações durante a maré alta, as comportas conseguem drenar eficientemente até uma pluviosidade total de 20 mm, ultrapassando este limite a situação seria a mesma se não houvessem comportas.

Conclusão,

- A comporta é efetiva para inundações pequenas e frequentes, contudo, não é suficiente para a inundação projetada com um período de retorno de 20 anos. Nas áreas com precipitações fortes a comporta de maré não é capaz de drenar a inundação projetada sem um volume de armazenamento grande.
- As áreas baixas na bacia devem ser aterradas para se evitar a drenagem por bombeamento.
- A micro drenagem ao redor do canal deve ser melhorada como proposto no PQA para o uso efetivo da comporta.

(4) **Preparação do Plano de Melhoramento de Rio**

Para o planejamento da infra-estrutura de drenagem pluviométrica, planos de melhoramento de rio dos rios Beberibe, Capibaribe, Tejipió e baixo Jaboatão devem ser preparados. Os

planos incluem cortes longitudinais, alinhamentos e cortes transversais, além do requerido a seguir:

- Topografia detalhada dentro e ao redor das áreas de inundação e rios/canais,
- Cortes transversais e longitudinais dos rios e canais de drenagem,
- Dados provenientes da medição pluviométrica diária e por curta duração, e
- Dados provenientes da medição do nível de inundação e vazão do rio.

