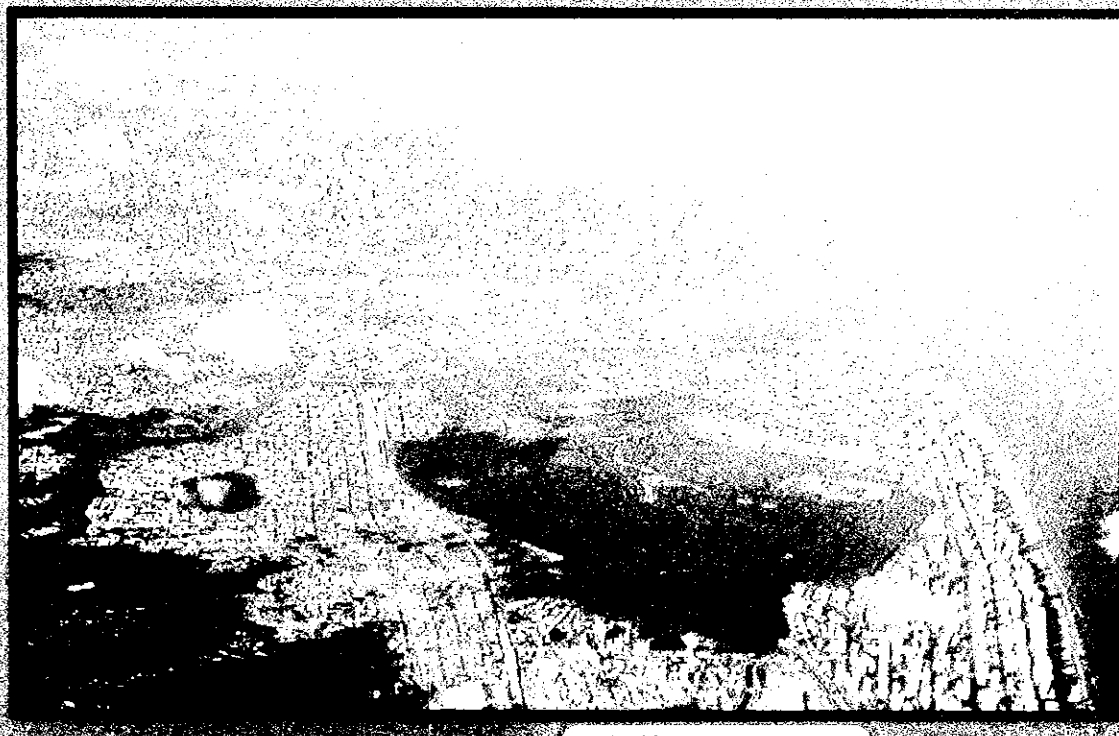
社会開発調査部報告書

2

フランル国

レンフェ都市圏雨水排水・下水処理計画調査

技術移転結果報告書



平成13年1月

JICA LIBRARY
J 1164050 [5]

株式会社　パシフィックコンサルタンツインターナショナル

出典
JR
01.09

国際協力事業団

ブラジル連邦共和国
ペルナンブーコ州

ブラジル国

レシフェ都市圏雨水排水・下水処理計画調査

技術移転結果報告書

平成13年1月

株式会社　パシフィックコンサルタンツインターナショナル

1164050[5]

技術移転結果報告書

目　次

1　概要 1

2　実施した技術移転プログラム 1
2.1　技術会議 1
2.2　技術移転セミナー １０

3 今後の技術移転について １４

添付資料
-1　Seminar-1
-2　Seminar 2

1　　概　要

当調査の技術移転プログラムはOn the Job Training (OJT)および技術移転セミナーならびに定期的に実施した技術会議で構成している。技術会議はOJTおよび技術移転セミナーによる技術移転の効果を高めるために計画した。

調査機関中に技術移転セミナーを2回、技術会議を6回実施したが、技術移転セミナーおよび技術会議のテーマは、相互理解を深めるために、事前にカウンターパート機関である社会開発企画局（SEPLANDES）と打合せ、その準備を実施した。

調査期間中に実施した技術移転プログラムをもとに、今後、カウンターパートに対してスキル向上のために必要な対策を検討した。

2.　実施した技術移転プログラム

2.1　技術会議

(1)　フェーズー1

1999年10月、調査開始時に調査内容および調査手法を説明後、マスタープラン調査に着手した。ＰＱＡの見直しおよびマスタープラン策定を通して、OJT を中心に技術移転に努め、計画方針、基準について打合わせた。　現地調査期間（1999年10月から2000年1月）に基礎事項の確認を目的に以下のテーマについて技術会議を実施した。

- 下水処理技術
- 雨水排水技術
- 経済・財務評価方法

1) 第1回技術会議（1999年11月）

日時：1999年11月18日（木）14:50 ～18:30
場所：SEPLANDES　会議室

最近、州政府がレシフェ都市圏の貧困地域で経済的下水システムとして進めている住民参加型のコンドミニアル下水システムの実施を進めている。技術会議はコンドミニアル型下水システムの基本的考え方および日本における通常の下水事業の基本的考え方を中心に実施した。

	話題提供者	テーマ	備考
1	Natanael Ramalho (COMPESA)	経済的な下水管渠システム、コンドミニアル型下水施設の考え方と実際	
2	Julio Sergio Maia da Costa (GME, COMPESA)	ＣＯＭＰＥＳＡの下水道管渠施設の清掃・補修・連絡体制	
3	渡辺勝久（下水処理計画担当）JICA調査団	日本の下水道事業の紹介（管渠施設、ﾏﾝﾎｰﾙﾎﾟﾝﾌﾟ施設、他）	
4	東海林正（施設計画担当）JICA調査団	日本の下水処理技術および処理水再利用、汚泥の再利用	

コンドミニアル型下水道は貧困地帯の下水道接続率を高めるために考えられたものである。貧困地帯では家屋が密集しており、各家庭が直接生活道路に面していない場合もある。このようなケースでは、日本のように公道下に下水道管を敷設することは困難であり、民地下に下水道管を敷設せざるを得ない。これらのことを踏まえ住民参加型コンドミニアル下水道は以下のような特徴を持ってはじめられた。

- 下水道資材は下水道実施者が割安で支給する。
- 民地下に敷設されるため下水道管にかかる荷重が小さくてすむ。従って下水道管の土かぶりも小さく工事費が安くて済む。
- コンドミニアル下水道の維持管理に付いては、コンドミニアル内の下水道組合により行われる。つまり、各戸別毎に責任を持ち管理されなければならない。
- 従ってコンドミニアル型下水道の下水道料金は一般の下水道料金に比べて安く、５０％程度の場合もある。(この料金システムは各事業体によって異なる)

しかしこれらの特徴を持つ住民参加型コンドミニアル下水道も弱点はある。下水道管が民地下に敷設されているため各戸別の維持管理が重要になってくる。一部の家屋で維持管理を怠ると疎の上流側で迷惑をこうむることになり、疎の地域の下水道の機能が失われる。
この弱点は今後下水道の維持管理の重要性の啓蒙活動とうを行うことにより解決していかな

ければならない。家屋が密集している地域における下水道の普及を高めるためには、このコンドミニアル型下水道システムを採用せざるを得ない。COMPESAとしても今後の課題として、維持管理の大切さを広めていく必要性を十分に理解している。

日本の下水道事業の紹介において、下水道設計指針の説明を行ったが、下水道管渠の断面を決定する際の余裕率の取り方に両国の違いが生じた。小口径の管渠の場合、日本では維持管理の困難さから余裕を多く見こんで管径を決定しているが、「ブ」国では全ての管径において同じ余裕率で管の断面が決定されている。此れに関しては余り深い追求はなされなかった。このほかについては概ね同じような考えで設計指針が作成されているようであった。

汚泥の有効利用については「ブ」国では未だ普及していないようである。今後の下水道の普及によっては汚泥の有効利用は十分計れるであろう。

以上のことから今回の技術会議の結論は以下のようになる。

- コンドミニアル型の下水システムはブラジルで実施している新しい試みであり、さらなる調査の必要性がある。
- 従来型の下水施設の考え方はブラジル、日本共に大差ないことを確認した。

2）　第2回技術会議（1999年12月）

日時：1999年12月20日（月）14:45～17:30
場所：SEPLANDES　地上階　会議室

都市地域の雨水排水・洪水対策の基本的考え方およびＰＱＡの排水計画について紹介を中心に実施した。更に日本の都市化に対する洪水対策の例をあげ、急激な都市化による雨水排水の量の増加への対策の説明を行った。

	話題提供者	テーマ
1	白岩弘行 （雨水排水計画担当） JICA調査団	①　洪水対策の方法 ②　PQAの排水計画 ③　都市化と洪水対策（日本の例）

カピバリーベ川については１９７８年にダムが完成してからほとんど洪水の被害は無くなっているようである。
雨水排水については過去に浸水した地域を対象とし、排水路を改修し改善する予定になっている。

２０２０年の土地利用についてはベベリーベ川を除き、排水路流域全体が都市化していると想定しても問題ない。
計画雨量は世界の他の都市に比べて大きいように見えるが、用地取得・保証がレシフェでは困難でないことから２０年確率でも良いと考えられる。
PQA では２つの降雨強度式によって推定しているが誤差が大きい。此れは降雨データが日雨量しかないためであると考えられる。流量の値は妥当な雨量データ無しで算出しているが結果自体は妥当と思われる。流量計算については合理式のみで十分対応できると判断される。
雨量データが無いため基本的にPQAを踏襲する形とし、将来の見直しを実施しても問題ない。

湿地や河道周辺の浸水域は法律上居住地として認められていないことから、ポンプ排水による対策は必要ないと判断される。
いずれの対策を考える場合でも、疎の基礎となるデータの蓄積は非常に重要であり、今後データの蓄積を推進していく必要がある。

以上のことから今回の技術会議の結論は以下のようになる。

- 雨水排水は首都圏の各市が管轄しており、今回参加したレシフェ市・ジャボアタン市、両市の PQA に関する考え方および各市の担当機関が確認できた。
- ＲＭＲの洪水・雨水排水計画については、今後、水文・河川の基礎的資料整備が必要となる。

3）第３回　技術会議(2000 年１月)

日時：2000 年１月 10 日（月）14:30～18:10
場所：SEPLANDES　会議室

技術会議は、事業評価における経済評価および財務評価方法について、ブラジル側と調査団側の評価方法ならびに第１回技術会議で時間が不足した下水処理プロセスをテーマとした。
下水処理プロセスに関しては標準活性汚泥法、オキシデーションディチ法、酸化池法等種種の下水処理方法の違い、建設コスト、維持管理費の違いをも含めて説明した。
又 RAFA に関しては、先に説明した下水処理と異なった処理方法であるため疎の違いを中心に、RAFA のもつ特殊な処理プロセスと特徴に関して説明を行った。
更に「ブ」国における RAFA の実績をも紹介した。

	担当者	テーマ	備　考
1	Fatima Ferrieira	ブラジルで使用されている経済評価の方法とその実例	
2	田篠達郎（経済分析） JICA 調査団	経済・財務分析の方法 経済分析と財務分析の違い 分析上の問題点 当調査の経済・財務分析の方針	
3	東海林正（施設計画担当） JICA 調査団	下水処理プロセスとその施設 各処理プロセスの原理 嫌気性汚泥ﾌﾞﾗﾝｹｯﾄ法（RAFA）とその適用可能性	

ブラジル側の経済評価の便益は支払い可能な料金をベースにしている。
JICA 調査では経済及び財務評価によりﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの評価を考えている。経済評価は水質の改善に伴う病人の減少・観光客の増加等地域に与える効果を便益として定量化を試みる。しかし、資料が限られており、多くの仮定が伴う可能性があるので、ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの評価に付いては財務評価が主体となることが予想される。財務評価を行う場合、便益は支払い可能な下水道料金が主体となる。

下水処理については各種の方式が考えられるが、PQA で提案されている上向流式嫌気処理は、レシフェの気候条件下で効率的に処理可能である。又経済性も良いこと、州立大学で研究を行っていること、ブラジルでの実績が３００以上あること等を考えれば有望な処理方法であると考えられる。今後更に検討を進めていくこととする。

以上のことより今回の結論は以下のようになる。

- ブラジル側の経済評価は支払い可能な 料金を想定し便益としており、財務評価は実施していない。
- ＪＩＣＡ調査の経済評価は地域社会の効果を便益とし、料金は財務評価の便益とする方針である。
- 下水処理方式で、PQA が提案している RAFA はレシフェの熱帯性気候条件下で効率的に処理方式の可能性が高いとの調査団側の見解を示した。

（2）フェーズー2

フェーズー2開始時に実施した技術移転セミナー1において、策定したマスタープランおよび選定した優先プロジェクトの内容について説明した。　フェーズー2の技術会議は優先プロジェクトのF/Sおよびプロジェクト実施ならびに維持管理（O&M）の基礎となる以下のテーマについて実施した。

- 下水道施設の設計指針
- 下水道事業のO＆M
- 主要下水道施設（管渠、処理場）のO＆M

1）第4回技術会議(2000年6月)

日時：2000年6月28日（水）14:30～17:30
場所：SEPLANDES　地上階　会議室

技術会議は、COMPESAの維持管理の実態について、プロジェクト実施により将来必要となる維持管理および維持管理の基礎的ツール（データベース等）をテーマに実施した。特にフェーズーでの調査で維持管理の不備が目立ったため、維持管理の重要性と疎の効果的な維持管理方法について説明を行った。

	話題提供者	テーマ	備　考
1	Antonio Carlos Coelho	COMPESAの事業概要（上水および下水）と施設維持管理の現状。	
2	日高志満雄 （下水施設計画） JICA調査団	日本における下水道施設維持管理の現状 ・管渠清掃 ・管渠更正工法 ・処理場管理（人員等）	
3	渡辺勝久 （下水道計画） JICA調査団	下水道施設台帳システムの紹介 ・GISを活用した台帳システム ・処理場器機台帳システム ・固定資産管理システム	

COMPESAの維持管理部門長Antonio氏から同公社の上下水道部門の事業概要と維持管理計画について発表があった。発表内容は、最近の上水道の水源状況、および水不足解消のための対策、下水道施設において試験的に実施されたTVカメラによる管路破損状況・補修状況についてであった。

発表の中で維持管理体制、実態に関しての具体的な説明が不足していたので、追加情報について再度ヒアリングの機会を設けることとした。

日本における下水道施設維持管理に関しては、一般的な指針及び維持管理の現状に関して紹介された。維持管理に必要な要員の数に関しては、自動化・無人化が進んでいる日本との差が有ることが認識された。極端に維持管理人員に差があるのは、一つには維持管理の民間委託の問題もあるようである。日本の場合、行政の人員は必要最小限に近い形を取っており、民間委託できるところは民間委託に頼っている。
此れに反して COMPESA の維持管理はほとんどが直営で行われているのが現状である。従って維持管理にかかる人員数は当然差が出てくる。
しかし、維持管理人員数以外にも問題がある。維持管理機械の不足の問題より完全には維持管理が行われているとは言いがたく、ポンプ設備が動かなくなっているものもある。

維持管理の基礎となる下水道施設台帳システムに関して、コンピューターとインターネット技術を活用した施設台帳システムを紹介した。
下水道施設の維持管理体制の整備は COMPESA の今後の大きな課題と考えられるので、コンピューターを利用した施設台帳の整備、管理システムの推進については多くの質問がなされた。

以上のことより今回の技術会議の結論は以下のようになる。

- 実際の COMPESA の維持管理体制についての具体的な説明は、今後更にヒヤリングを実施する。
- 下水道施設の維持管理体制の整備は COMPESA の今後の大きな課題と考えられ、下水道施設の維持管理については、８月に再度技術会議を予定する。

2）第５回技術会議(2000 年７月)

日時：2000 年７月 27 日（木）14:15～18: 30
場所：Administration Dept. ２階　会議室

下水道施設の計画を実施する上で必要な条件と疎のプロセスの紹介、及び本ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄにおける処理フロー、処理場の主要な施設の施設配置、及び既設ポンプ場の施設の実態調査結果の紹介を中心に実施した。

	担当者	テーマ	備　考
1	渡辺勝久 （下水道計画担当） JICA 調査団	優先プロジェクトの下水道計画 ・計画区域・汚水量 ・主要な施設の配置計画 ・処理レベル	
2	東海林正 （施設計画担当）	処理場施設計画 ・処理技術（下水・汚泥） ・処理フロー（７処理場） ・主要な施設配置	
3	岡村正志 （設備設計担当）	既存ポンプ施設の実態調査結果	
4	Natanael Sampaio (COMPESA)	COMPESA の下水道計画 ・計画区域の設定方法 ・管渠配置計画 ・設計基準	

調査団側からは今回の７処理区に対するフィージビリティー調査に基づいて、下水道計画・下水道施設計画についての説明、及びポンプ場、処理場の現状での調査報告がなされた。下水道計画・施設計画に付いては管渠のどかぶり、処理区域の設定のし方、施設規模の決定等に関して質問がなされた。特に管渠のどかぶりに関しては、レシフェ地区の特殊な土質条件（地下水位が高い）、及び施工経験からなるべく浅く敷設するよう要望があった。しかしあまり浅く施工するとポンプ場の数が多くなり、初期投資は安くても、維持管理費（電気代）が高騰し、トータル的には高くなる旨の説明で納得してもらったが、今後この問題に関しては精査をする必要があると思われる。

ポンプ場、処理場の電気・機械設備の現状に付いては、実際の現場調査のデータを提示し、故障率が極端に高いことを強調した上で適切な OM の必要性を説明した。
又ポンプ場の故障により、バイパス管を通して汚水が直接河川に流れ込んでいる問題に関しては、CPRH 側から重大な環境問題との指摘を受ける一幕もあった。しかしポンプ場の故障に際する緊急時における対応は、今後考えていく必要があると思われる。

カウンターパート側からは COMPESA の Natanael 氏から同公社で１２年前より実施されている下水道計画手順の説明がなされた。
管渠ルート決定時に詳細な現場調査を実施し、効率的なルート設定を行うようにしている。基本的には日本とまったく同じ方法が取られており、この説明に関してはほとんど質問が出なかった。
下水道へのつなぎこみについてはどのような対策を取れば良いかについて、参加者よりさまざまな意見が出された。住民への啓蒙活動の重要性が参加者の共通認識であった。

以上から今回の技術発表会は以下のように集約される。

- ポンプ場および処理場の電気・機械設備は故障率が高く、適切なＯＭの必要性を強調した。

- 下水道システムへの接続率の向上について、COMPESAは住民の啓蒙活動の重要性を強調した。

3）第6回　技術会議（2000年8月）

日時：2000年8月22日（火）14:25～17:10
場所：Administration Dept. 2階　会議室

技術会議は、計画した各々の主要下水施設について主に技術的側面からみたO＆M作業をテーマにについて実施した。

	話題提供者	テーマ	備　考
1	渡辺勝久 （下水道計画） ＪＩＣＡ調査団	O/M 全般 ・予防的 O/M ・管理に必要なツール 管渠施設の O/M ・清掃・補修工法 ポンプ施設の O/M ・定期点検 ・日常点検	
2	東海林正 （施設計画１） ＪＩＣＡ調査団	処理場施設の O/M ・日常点検項目 ・委託管理方式 ・必要人員数	

今までも維持管理の重要性について討論してきたが、最後の技術会議のため日本における維持管理と各下水道施設の点検項目・必要人員に関して説明を行った。
討論の中心となったのは適切な維持管理人員の決定と維持管理マニュアルの作成であった。
「ブ」国において、特にペルナンブーコ州では下水道の普及率が低いこと、又人件費の安さの２点から維持管理人員数に関しては余り気をつけてなかったようである。
人員の数の多さ、維持管理マニュアルの不備から、維持管理に関しての責任体制が確立されておらず、ひいては構築された下水道施設の機能を損なう形となっていたようである。
今後はこの技術会議での学習を維持管理計画作成に役立たせ、彼らの財産となる下水道の施設の長期利用に役立たせることで最後の技術会議を終了した。

今回の技術会議の結論は以下のとおりである。

- 適切な維持管理人員の確定
- 維持管理マニュアルの作成と責任体制の確立

2.2 技術移転セミナー

(1) 第１回技術移転セミナー

日時：2000 年 5 月 23 日（火）8：30～17:30
場所：Mar Olinda Residencia Hotel 7 階会議室
出席者：４９名

第１回技術移転セミナーにおいては、ＰＱＡとマスタープランの比較，日本で実施した JICA カウンターパート研修報告、ＲＡＦＡの技術研究およびマンゲイラ処理場(RAFA)における観測結果、マスター プランでの対策技術（浸水対策・雨水排除、下水排除・下水処理）および選定した優先プロジェクトおよびそのＦ/Ｓの内容をテーマとした。発表者およびテーマは以下の表に示す。

発表者およびテーマ

1	Emanoel M. Pais Barreto SEIN 副局長	開会の挨拶
2	内田信一郎 作業監理委員会委員長	維持管理の重要性および大阪の下水道
3	Guilherme Tavares Technical Director、 COMPESA	PQA とマスタープランの比較、
4	田中元 JICA 調査団総括	JICA 調査の構成と調査内容
5	Ieda Kozminsky Department Manager, COMPESA	ＲＭＲの下水処理システムの概要および JICA カウンターパート日本国内プロジェクト研修(2000 年 2—3 月)の報告、
6	田中元	マスタープラン調査の内容および優先プロジェクトについて、
7	白岩弘行 JICA 調査団雨水排水計画	洪水対策についての提言およびケース スタデイー（Jaboatao 川/Olho D' Agua 水路, Beberibe 川）
8	Mario Kato Associated Prof. Univ. State of Pernambuco	RAFA（UASB）の下水処理原理について Mangeira 処理場における観測結果と問題点について
9	渡辺勝久 JICA 調査団下水処理計画	マスタープランにおける下水処理計画、
10	東海林正 JICA 調査団 施設計画	マスタープランにおける下水処理施設計画、
11	田中 元	２年次調査の内容およびその後必要な対応、
12	Roberto Solomao	閉会の辞

なお、調査団の資料については添付する。

カウンターパートの諸機関、関連自治体、大学等から４９名の参加で第一回セミナーが開催された。
本計画調査で提案されたマスタープラン、選定された７処理区の説明の中で参加者全員が技術的理解を深めた。特に今回の下水処理システムで採用される予定の RAFA に関しては、ペルナンブーコ州立大学の助教授である Mario　Kato 氏から RAFA のシステムに直接実験に携われた経験を発表していただき、実験結果から処理システムとしては低廉で施工でき、BOD 除去率も比較的大きいことがわかった。

又調査団員からは F/S に向けての基本的な説明が全般的に行われた。特に雨水排水に関しては時期的に洪水期と重なったため、浸水被害を受けている地区の参加者から、浸水対策に関しての質問が多く出された。レシフェ市近郊は地盤が低く、海水の影響を直接受けることから浸水対策としては盛土によるほうが内水排除【ポンプ排水】より長期的に見て最善の策であるとの答えが調査団から出された。しかし此れに関しては具体的な観測データを収集することからはじめて、雨水排水量を計算から求めその後対策を考えるのが先決であるとの注釈が付け加えられた。

下水道計画、下水処理システムに関しては今までの技術会議で説明をしていたためほとんど無かった。

（２）第２回技術移転セミナー

日時：2000 年 12 月 5 日（火）9:00～16:00
場所：MARANTE　PLAZA　HOTEL　７階会議室
出席者：４１名

技術移転セミナー２においては、COMPESA によるＲＭＲの下水事業の紹介、Ｃ／Ｐによる日本で実施したＪＩＣＡプロジェクト研修の報告があり、調査団は優先プロジェクトのＦ／Ｓの結果および実施、維持管理ならびに必要な実施体制について、技術会議で触れなかった汚泥の処理・処分、ポンプ施設の維持管理について報告した。

発表者およびテーマ

1	Jose Arlindo Soares SEPLANDES　局長	開会の挨拶
2	蓮見明 JICA　ﾌﾞﾗｼﾞﾙ事務所長	JICA の役割と事業化に向けて
3	内田信一郎 作業監理委員会委員長	JICA 調査結果概要
4	Gustavo Sampaio COMPESA 社長	RMR の下水道事業について
5	Berta Maia SEPLANDES 部長	今後の下水道整備について
6	Angela Bacelar COMPESA 次長	JICA ｶｳﾝﾀｰﾊﾟｰﾄ研修（2000 年 10 月）の報告
7	田中　元 JICA 調査団　総括	優先プロジェクト計画の内容について
8	渡辺勝久 JICA 調査団下水処理計画	下水汚泥の処理・処分について
9	日高志満雄 JICA 調査団　施設計画	ポンプ施設計画について
10	Alvaro Jose Menezes da Costa COMPESA　部長	閉会の辞

なお、調査団の資料については添付する。

第２回目のセミナーであり４１名の参加者があった。
このセミナーでは特に下水汚泥の処理とポンプ場の維持管理に関して説明をした。
下水汚泥に関しては、下水道が普及することにより汚泥は増加し疎の処分方法が問題になってくる。ペ州においては未だ下水汚泥に関しての処分に関する法的規制が決められていない。早急に法の整備が必要である旨の説明をした。特にごみ処分場との関係から一般のごみと同じ扱いにするのか、産業廃棄物として扱うのか決めなければならない。疎のとき汚泥に含まれる重金属の問題、含水率の問題が発生するので事前に対策を興じる必要がある。
又下水汚泥の有効利用についても今後検討しておくことも重要である。他の地区では汚泥の有効利用として農地還元が進められているが、この方法も汚泥の有効利用としては良いアイデアの一つであろう。ただ前述したように汚泥の中に含まれる重金属によっては汚泥の農地還元は不可能となるため注意する必要がある。

ポンプ場の設備に関する維持管理に付いては、機械・電気技術者の育成の重要性を説明した。
また機械・電気の補修に関しては、直営で行うのか委託するのかの判断が大切である。直営の場合はそれなりの設備が必要となり、直営よりは委託で補修を行ったほうが COMPESA には得策と思われる。この場合は委託できる民間の業者の育成が大事になってくる旨の説明を

行った。
維持管理人員数に関しての質問が出されたが、現在の COMPESA の職員数でも十分であるので、各職員に対して維持管理の手法をマスターできるようなマニュアルの作成が急務である事を説明した。

3　今後の技術移転について

州のＣ／Ｐは比較的教育レベルは高く、技術移転を効果的に進めるには、カウンターパートがインセンテブを持つことが必要となる。当調査はカウンターパートとの共同作業および技術会議による意見交換を進めてきた。　カウンターパートに対して今後のスキル向上をはかるには、OJTと定期的な技術会議（又は特殊技術に関するワークショップ）が必要と判断する。

現在のCOMPESAにおいては直接調査設計業務に従事している技術者はほとんどいない、その理由は、下水道計画等調査設計業務の多くは外部委託されており、また、1980 年代以降、新しい施設の設計・建設はほとんど実施されていない。州政府には実務経験のある技術者が大幅に不足しているのが現実である。

今後、優先プロジェクトおよびマスタープランの実施を進めるには、計画―設計―詳細設計―実施計画―施工管理―維持管理まで一環した実務経験が不可欠であり、OJTによる総合的な実務経験の習得が望まれる。

今後プロジェクトの実施を進めるためには、次の段階（詳細設計および施工管理業務）において技術プログラムにより積極的にカウンターパートのスキル向上をはかる必要がある。

次の段階（詳細設計および施工管理業務）で効果的にカウンターパートのスキル向上をはかるには、州政府は技術移転プログラムに積極的に対応する必要があり、下記業務のスキル向上が必要である。

- 既設下水施設の調査（パイロット地域）
- 下水施設のデータベースの作成
- Ｏ＆Ｍマニュアル作成の準備
- 下水施設の詳細設計
- 下水処理施設のＯ＆Ｍ
- 管渠のＯ＆Ｍ

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

BRAZILIAN COOPERATION AGENCY (ABC),
STATE SECRETARIAT OF PLANNING AND SOCIAL DEVELOPMENT,
STATE OF PERNAMBUCO (SEPLANDES)
FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

SEMINAR – 1

for

THE STUDY

ON

STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RECIFE METROPOLITAN AREA

IN

THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

—— CONTENTS ——

1 **Outline of the Master Plan Study**
2 **Flood Control and Drainage in General**
3 **Sewerage Plan Toward 2020**
4 **Sewerage Facility Development Plan Toward 2020**

MAY 2000

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKYO

1 OUTLINE OF THE MASTER PLAN STUDY

Table of Contents

1.1 Introduction ..... 1 - 2
1.2 Drainage and Sewage Problems in the Study Area ..... 1 - 2
1.3 Proposed Master Plan ..... 1 - 5
1.4 Required Actions ..... 1 - 10

List of Figures

Fig. 1 Study Area
Fig. 2 Municipal Boundary and Major River Basin in the RMR
Fig. 3 Location of Existing Sewerage System in the Entire RMR
Fig. 4 Location of Existing sewerage System in the Central Part of the RMR
Fig. 5 Present Distribution of Pollution Load in the RMR
Fig. 6 Flood Area (after 1978)
Fig. 7 Proposed Sewerage Plan for the Master Plan
Fig. 8 Sub-systems for Phase 1 and Priority Projects.

1 OUTLINE OF THE MASTER PLAN STUDY

1.1 Introduction

This study is conducted through the technical cooperation program of the Government of Japan and based on the Scope of Work agreed upon between the State Secretariat of Planning and Social Development, State of Pernambuco (SEPLANDES) and Brazilian Cooperation Agency (ABC), and the Japan International Cooperation Agency (JICA) on March 3, 1999.

The Study Area is the Recife Metropolitan Region (RMR) of the State of Pernambuco, which consists of 14 municipalities, covering 2,766 km^2 with a population of 2.96 million (in 1997). The Study area is shown in Fig. 1.

The objectives of the Study are:

1) to formulate a Master Plan for Stormwater Drainage and Sewerage Management in Recife Metropolitan Area (RMR) for the target year of 2020 in order to improve the urban environment,
2) to conduct a Feasibility Study (F/S) on the urgent and priority project(s), selected in the Master Plan and,
3) to carry out technology transfer to the counterpart personnel in the course of the Study.

The Study was commenced in mid-October 1999 and carried out in the field until the end of January 2000 and in Japan from February to March 2000. The following reports have been issued.

- Inception Report (October 1999)
- Progress Report-1 (January 2000)
- Interim Report (March 2000)

1.2 Drainage and Sewerage Problems in the Study Area

(1) The RMR comprises 14 Municipalities and 27 Districts (Fig. 2). However, the five municipalities, i.e., Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista and Camagibe, account for 83 % (2.57 million) of the RMR population and form a core of the RMR

(2) One of the characteristics of the RMR is a wide distribution of the poverty areas, in which more than 40 % of the urban population are supposed to be living. These poverty areas are commonly short of basic urban infrastructures such as drainage and sewerage systems, etc. and are under poor sanitary conditions. The State Government has been making efforts to cope with the situation in order to improve the living conditions of the poverty areas. Several on going programs are listed below:

- ZEIS (Special Zones of Social Interest)
- PRO-METROPOLE (Integrated Action Project in the RMR Low Income Areas)
- Habitar Brazil/IDB program,
- Pro-Infra/Federal Government,
- Pro-Moradia (Housing)/Federal Fund,
- Moviment Viva o Morro" Program (Program for the Urban Structuring of the Recife Metropolitan Region Hills),

(3) The existing sewerage system in the RMR consists of four comparatively large-scale systems and numerous small-scale independent systems. The location of the existing sewerage systems in the RMR is shown in Figs. 3 and 4. The sewerage service areas are still very limited in the RMR; the sewer system covers only 36 % of the urban households and the sewage treatment system covers only less than 20 % of the urban households.

Existing Sewerage System in RMR

System	Length of Pipe (km)	Number of Pumps		Treatment Capacity (m^3/day)	Served Population
		Total	Broken		
Major Systems					
Janga	441	50	23	54,919	265,717
Peixinhos	185	43	20	34,148	330,285
Cabanga	135	51	16	107,436	233,036
Southern	141	23	7	26,815	104,338
Sub-total	902	167	66	223,318	933,376
Other Systems					105,943
Total					1,038,409

Source – Diagnosis at the sewerage system operated by COMPESA in the RMR

(4) The sewerage system in the RMR has been planned as a separated system to collect sewage only, however, a large part of the urban sewage is discharging to the drainage system, rivers and water bodies, because a large number of facilities / equipment in the sewerage system are inactive.

(5) Desludging system in the individual sewerage systems with septic tanks has not been established.

(6) The industrial wastewater is inspected and controlled by CPRH,

(7) The current floods are caused by storm rains in the downstream catchment of the dams. The flood areas are shown in Fig. 6. The flood areas are limited to the low-lying areas in the municipalities of Olinda, Recife and Jaboatao, where numerous informal settlements are located. The flood problems are summarized as follows:

- Flooding by river flooding and high tide in the swampy areas along the coast and around the lake,
- Flooding along the rivers/channels,
- Submerged roads locally.

(8) CPRH deals with all environmental affairs and plays major roles in the prevention and repression of environmental pollution, as well as the protection and control of the environment.

Water Quality Standards for surface water quality have been established by CONAMA:

- Fresh water: Class special – Class 4,
- Seawater: Class 5 –Class 6 and
- Brackish Water: Class 7 – Class 8) and

Effluent Discharging Limits for watercourses by CPRH, resolution CONAMA No.20/1986:

- Class 1 – Class 4

(9) The state government is composed of 17 secretariats under the Governor. In addition, there are 37 external organs under the respective secretariats. The related organs are as follows:

- The related state secretariats: SEPLANDES, SEIN, SRH, SECTMA.
- The external agencies: COMPESA, CONDEPE, FIDEM, ITEP and CPRH.
- The counterpart agency: SEPLANDES.

(10) COMPESA is responsible for domestic water supply services, sanitary services and most of the existing sewerage systems. Also it is entrusted with maintenance of independent and individual septic tanks of the users who request to do so. It also makes efforts for effective utilization and conservation of water resources.

(11) The municipal government in principle manages the stormwater drainage system in each municipality.

(12) Major problems are summarized as follows:

- Improvement of sewerage facilities,
- Improvement of the routine O/M activities,
- Establishment of sludge removal, treatment and disposal system,
- Full consideration to the proposed measures by the PQA,
- Preparation of basic data for planning river and drainage channels
- Development study for river basin management and disposal of solid waste,

1.3 Proposed Master Plan

(1) Basic concepts for the Master Plan are summarized as follows:

1) To reduce the pollution loads generated and discharged to the water bodies by rehabilitation and extension of the existing sewerage facilities and development of new sewerage facilities,
2) To consider the sewerage systems and the basic goals proposed in the PQA in principle in formulation of the Master Plan,
3) To alleviate flood damage from the critical flood areas by conducting structural and non-structural measures,
4) To establish an implementation organization to conduct the proposed master plan smoothly,
5) To improve the law enforcing mechanism and environment ethics through environmental education and sanitary guidance with emphasis on preventive measures,
6) To propose development studies required for the RMR to improve the environmental situation.

(2) The major framework set for the target year 2020 is as follows:

- Total urban population: 3,635,000 inhabitants
- Urbanized area: 364.25 square km
- GRDP until the year 2010: Growth was set at 4.4 % referring to the World Bank report on "Global Economic Prospects 1998/99".
- GRDP between 2011 and 2020: Three-quarters (3.3 %) of the previous growth rate.

(3) The proposed sewerage improvement plan consists of rehabilitation and extension of the existing facilities, and development of new sewerage facilities based on the PQA in principle as follows:

1) The municipal organic pollution loads (BOD) in the RMR were estimated mostly to be generated and discharged from the five major river basins, i.e., the Beberibe, Capibaribe, Tejipio, Jaboatao and Timbo River basins, together accounting for 91 % of the total loads. Higher priority is given to the five river basins for improvement of their sewerage systems.
2) Industrial wastewater (discharge volume more than 500 m^3/month) was regulated by CPRH and separated from the municipal sewerage system as proposed in the PQA.
3) The 86 sewerage sub-systems of the urban area of RMR were reviewed and 55 sub-systems have been selected for the Master Plan based on the following criteria:

-Discharging sewage without treatment,
-High necessities to improve the existing sewerage facilities,
-Having a high population density of low income class,
-Having a high pollution load,
-Located in the major five river basins,

The proposed sewerage sub-systems for the master plan are shown in Fig. 7.

(4)) The proposed stormwater drainage plan consists of measures to alleviate flood and drainage problems for the critical areas in the three municipalities based on the PQA in

principle as follows:

1) The design rainfall for a 20-year return period was adopted in the PQA for the design discharge calculation. Therefore, the design rainfall for a 10 to 20-year return period can be adopted for the small rivers/main channels (macro drainage).

2) The design discharge for drainage channel calculated in the PQA was used. For other rivers or channels, the curves showing the relationship between drainage area and discharge (20-year return period) or some specific discharges could be used as required. Design discharge was calculated using the Rational Formula.

3) Drainage improvement plan is as follows

- Drainage by gravity flow to the rivers was applied, in principle, as proposed in the PQA.
- The areas lower than around 2.0 m are difficult to drain by gravity and considered to be a marsh. Such areas should not be developed unless the area is reclaimed.
- Drainage by pumping is not recommended for financial reasons.

4) The drainage improvement plan in the PQA was basically adopted and reviewed. The PQA plan for drainage improvements in the municipalities of Recife, Jaboatao and Olinda are summarized below:

- Recife City: Drainage improvements in the 15 critical flood areas including,
- Jaboatao City: Drainage improvements in the 4 critical flood areas including,
- Olinda City: Drainage improvements in the 3 critical flood areas including,

(5) The proposed projects are feasible in technical, economic and financial, social and environmental terms. The projects will have the following effects:

1) To expand the sewerage service area from 8,516 ha to 29,985 ha by 2020,
2) To rise the sewage treatment level from less than 20 % to 90 % of the urban

population in 2020,

3) To have a FIRR value of 5.7 % and a manageable financial viability from financial aspect, if the state government procures financial sources, of which the interest rate is less than 5.7 %. The financial condition could be improved further by increasing the present charging rate and inducing the capital investment by the government.

4) To have an EIRR value of 15.1 % and a high economic viability from economic point of view.

5) To improve sanitary conditions of the poverty areas in the RMR, providing 885,000 people with sewerage system in the poverty area.

(6) Initial Environmental Examination (IEE)

1) The IEE was carried out based on the secondary data and proposed the scope of the Environmental Impact Assessment (EIA) in the F/S stage.

2) No significant adverse impacts are to be expected on air quality, hydrological situation, ecological resources and water quality, however the impacts by the construction of priority projects are to be studied in the F/S stage. The impacts to be studied are:

- The offensive odor of the wastewater treatment facilities may give impacts to the surrounding settlement areas,
- The effluent discharge may cause adverse impacts on river environment,

3) The projects are categorized under "Item 4: Wastewater Projects" under Environmental Licensing Manual, 1998 (CPRH). The projects require getting an Environmental License from the CPRH before implementation. There are three environmental licenses, namely "Preliminary license", "Installation license" and "Operation license" that are to be issued separately. In the F/S stage a Preliminary license for the priority projects will be required.

(7) Implementation Organization

1) SEPLANDES as a general coordination organization shall take the responsibility for implementation of the projects proposed in the master plan and establish a

Project Management Unit (PMU), which has to have a coordination committee including representatives of agencies concerned in addition to the executive secretariat.

2) SEPLANDES has to coordinate organizations and agencies concerned with the proposed projects for implementation of the project and to make arrangement with the federal government and international financing organization in order to procure financial sources for the project.

(8) Priority Project

1) The Priority Projects for F/S have been selected from the sewerage projects proposed in the phase 1 and also from sub-systems based on the following criteria:

- Having a high efficiency to cut down the pollution loads of the major river basins i.e., the Capibaribe, Jaboatan, Ipojuca and Timbo River basins in the RMR,
- Existing sewerage sub-systems with inactive sewerage units,
- Sewerage sub-systems composed of sewerage units located nearby along the major rivers,

Although the Beberive River basin is one of the priority river basins considering its heavy pollution load, but has not been selected for a priority river basin for F/S, because the river basin has already been selected for the Pro-Metropole (Project of Infrastructure in Low income Area of the RMR) financed by the World Bank.

2) The priority sub-systems selected for F/S are shown in Fig. 8 and listed as follows:

- Cabanga sub-system (Capibaribe river basin)
- Cordeiro sub-system (Capibaribe river basin)
- Boa Virgem sub-system (Tejipo river basin)
- Cucurana sub-system (Jaboatao river basin)
- Prazeres sub-system (Jaboatao river basin)
- Janga sub-system (Timbo river basin)
- Conceicao sub-system (Timbo river basin)

1.4 Required Actions

(1) To take action for implementation of the proposed 55 sewerage sub-systems, including immediate actions for early implementation of the priority projects:

- Phase 1: 7 priority sewerage sub-systems, and 18 other sewerage sub-systems,
- Phase-2: 30 sewerage sub-systems.

(2) To establish implementation organizations for sustainable implementation of the master plan as follows:

- Establishment of a preparation committee under SEPLANDES,
- Establishment of a Project Management Unit (PMU) for the Master Plan.

(3) To Establish sludge management systems (removal, treatment and disposal) for the RMR,

(4) To control the effluent discharge from industries through regular water quality monitoring by CPRH,

(5) To improve law enforcing mechanism and environmental ethics (invasions and construction in inadequate areas, deforestation, abuse of pesticides, harm to areas of environmental protection), through environmental education,

(6) To improve stormwater drainage facilities, including installation and observation of rain gauges for improvement of the existing hydrological network,

(7) To execute development studies on:

- River basin management plan for the RMR, including water resources management,
- Solid waste disposal plan for the RMR,

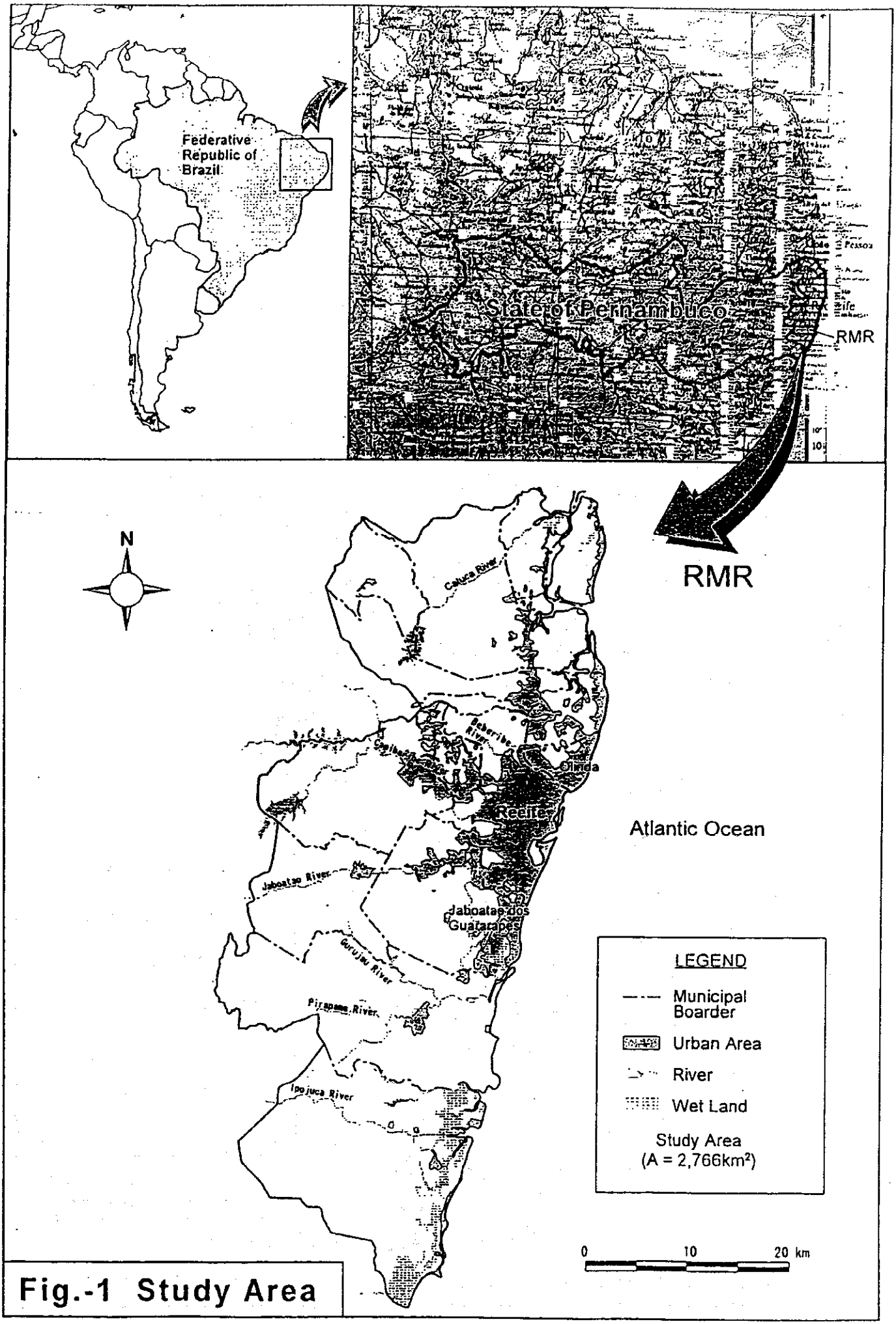


Fig.-1 Study Area

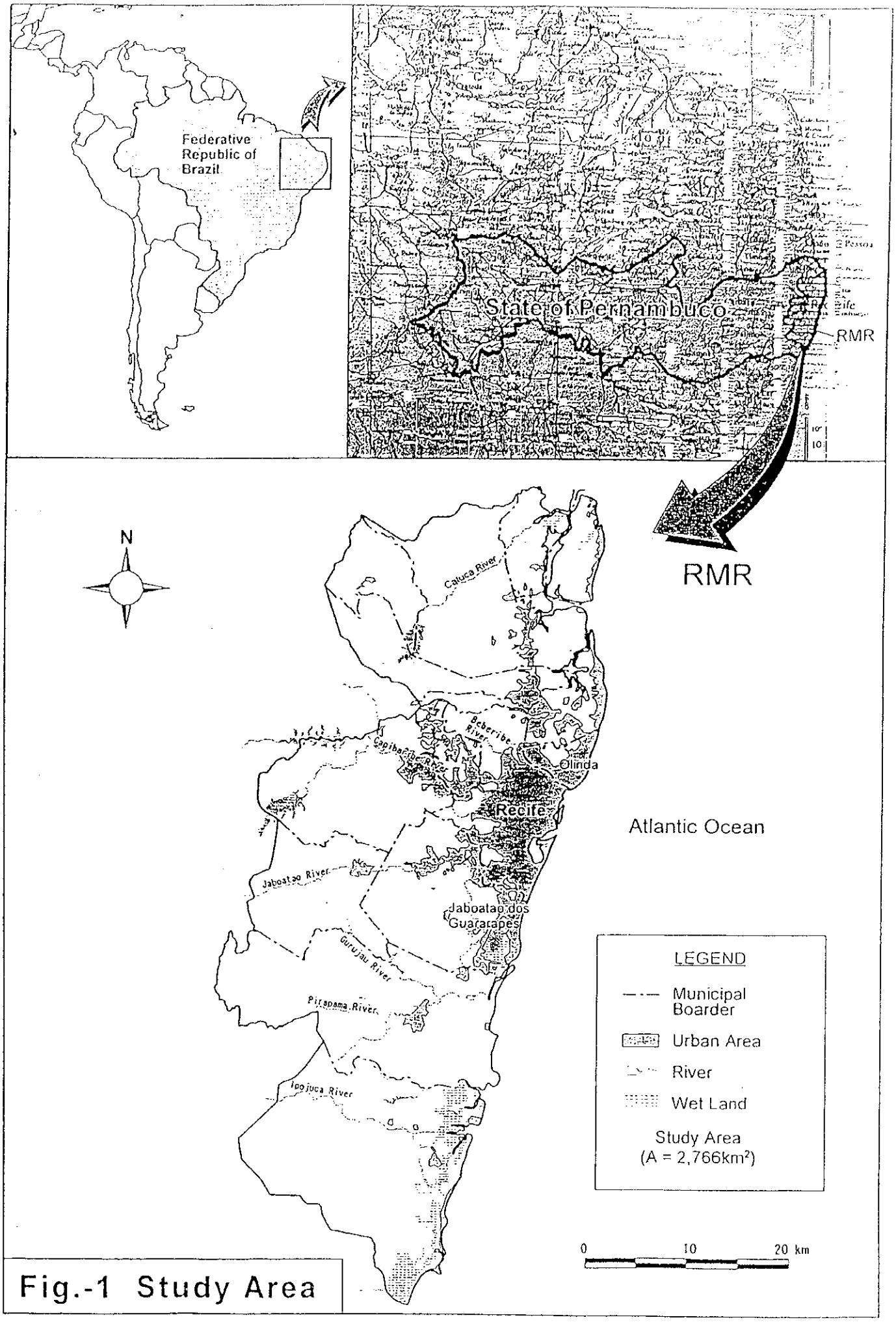


Fig.-1 Study Area

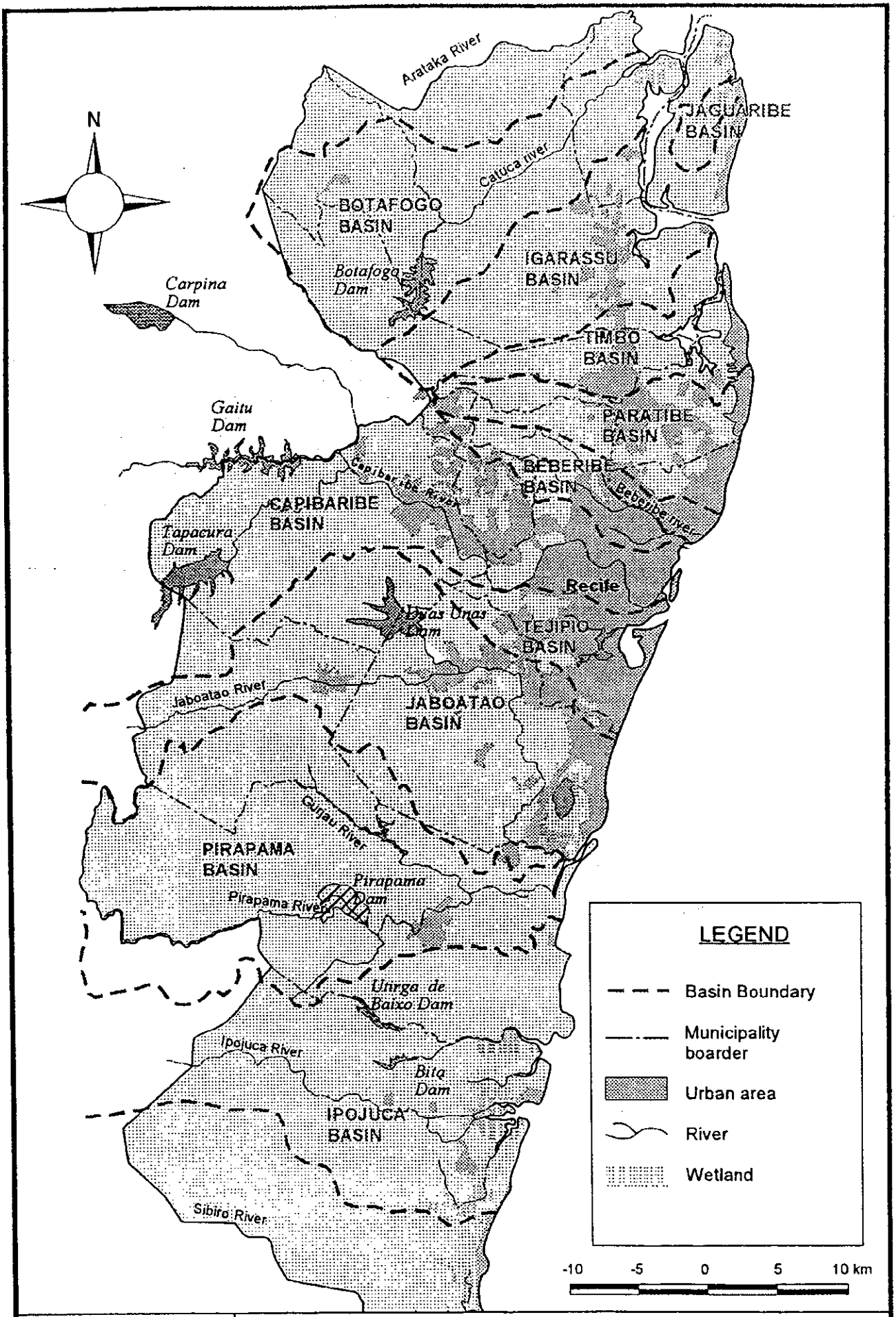


Fig. 2	Municipal Boundary and Major River Basin in the RMR

THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND WASTEWATER MANAGEMENT PLAN FOR RMR

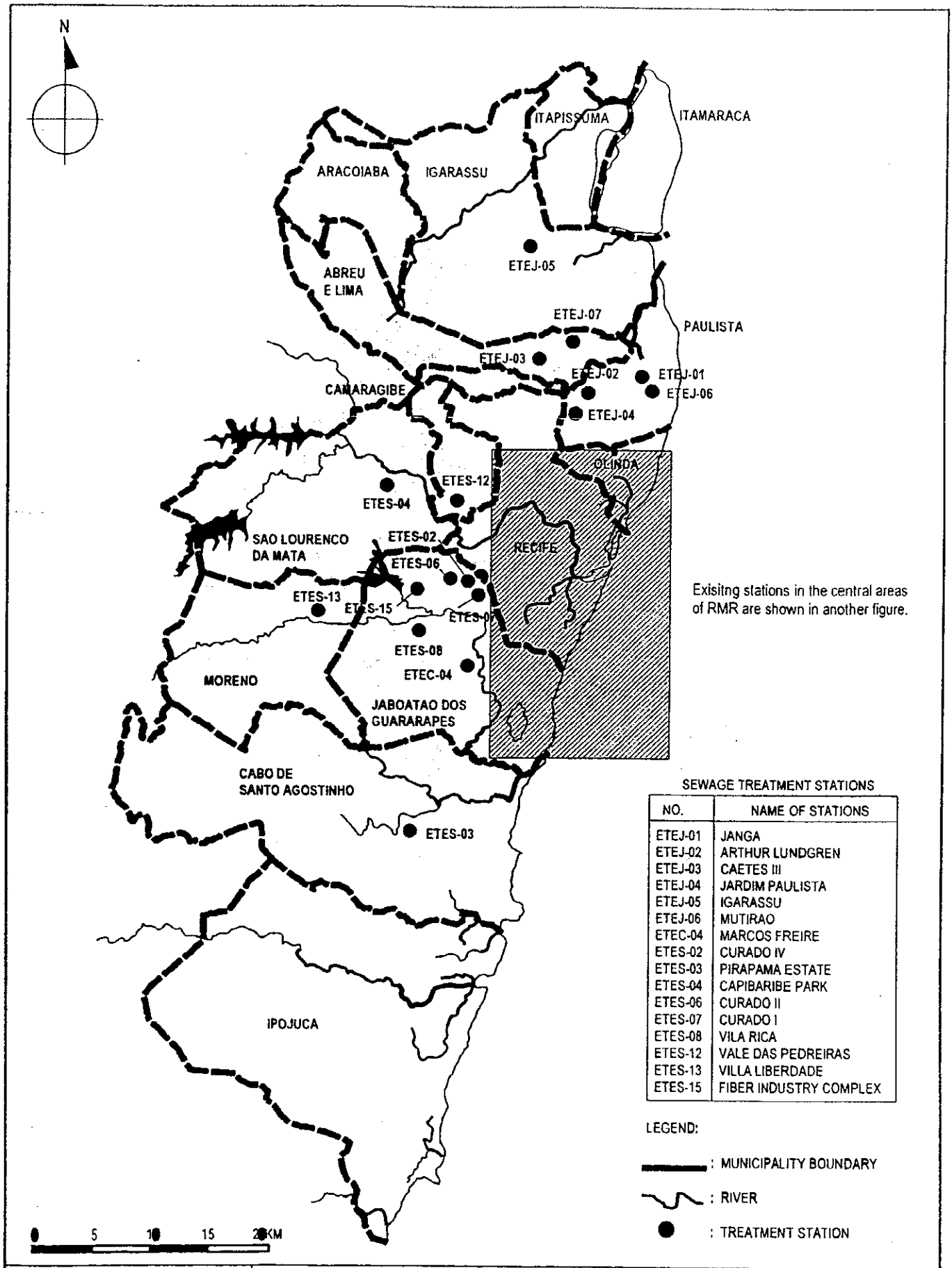
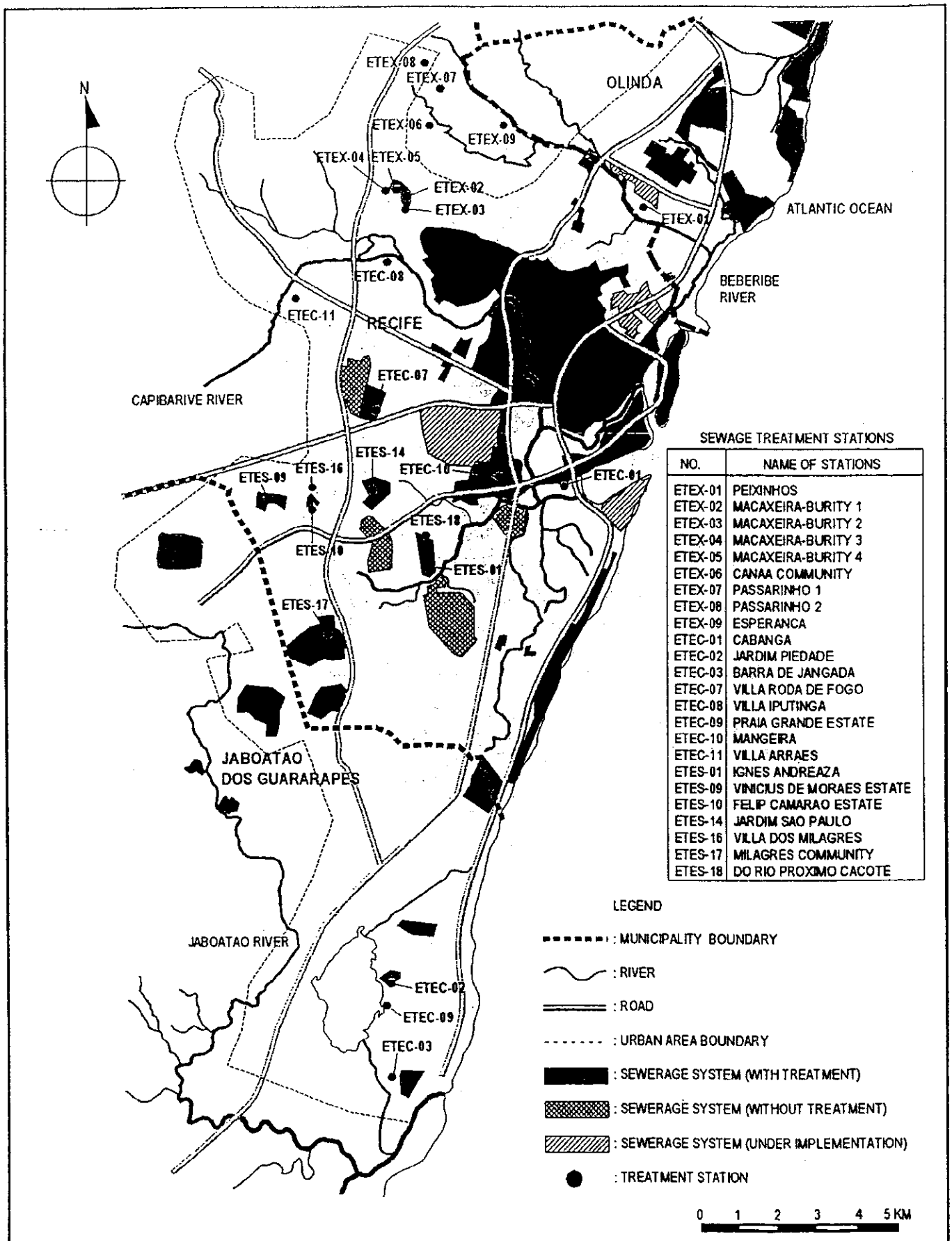


Fig. 3 **Location of Existing Sewerage Systems in the Entire RMR**

THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR



NO.	NAME OF STATIONS
ETEX-01	PEIXINHOS
ETEX-02	MACAXEIRA-BURITY 1
ETEX-03	MACAXEIRA-BURITY 2
ETEX-04	MACAXEIRA-BURITY 3
ETEX-05	MACAXEIRA-BURITY 4
ETEX-06	CANAA COMMUNITY
ETEX-07	PASSARINHO 1
ETEX-08	PASSARINHO 2
ETEX-09	ESPERANCA
ETEC-01	CABANGA
ETEC-02	JARDIM PIEDADE
ETEC-03	BARRA DE JANGADA
ETEC-07	VILLA RODA DE FOGO
ETEC-08	VILLA IPUTINGA
ETEC-09	PRAIA GRANDE ESTATE
ETEC-10	MANGEIRA
ETEC-11	VILLA ARRAES
ETES-01	IGNES ANDREAZA
ETES-09	VINICIUS DE MORAES ESTATE
ETES-10	FELIP CAMARAO ESTATE
ETES-14	JARDIM SAO PAULO
ETES-16	VILLA DOS MILAGRES
ETES-17	MILAGRES COMMUNITY
ETES-18	DO RIO PROXIMO CACOTE

Fig. 4	Location of Existing Sewerage Systems in the Central Area of RMR

THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR

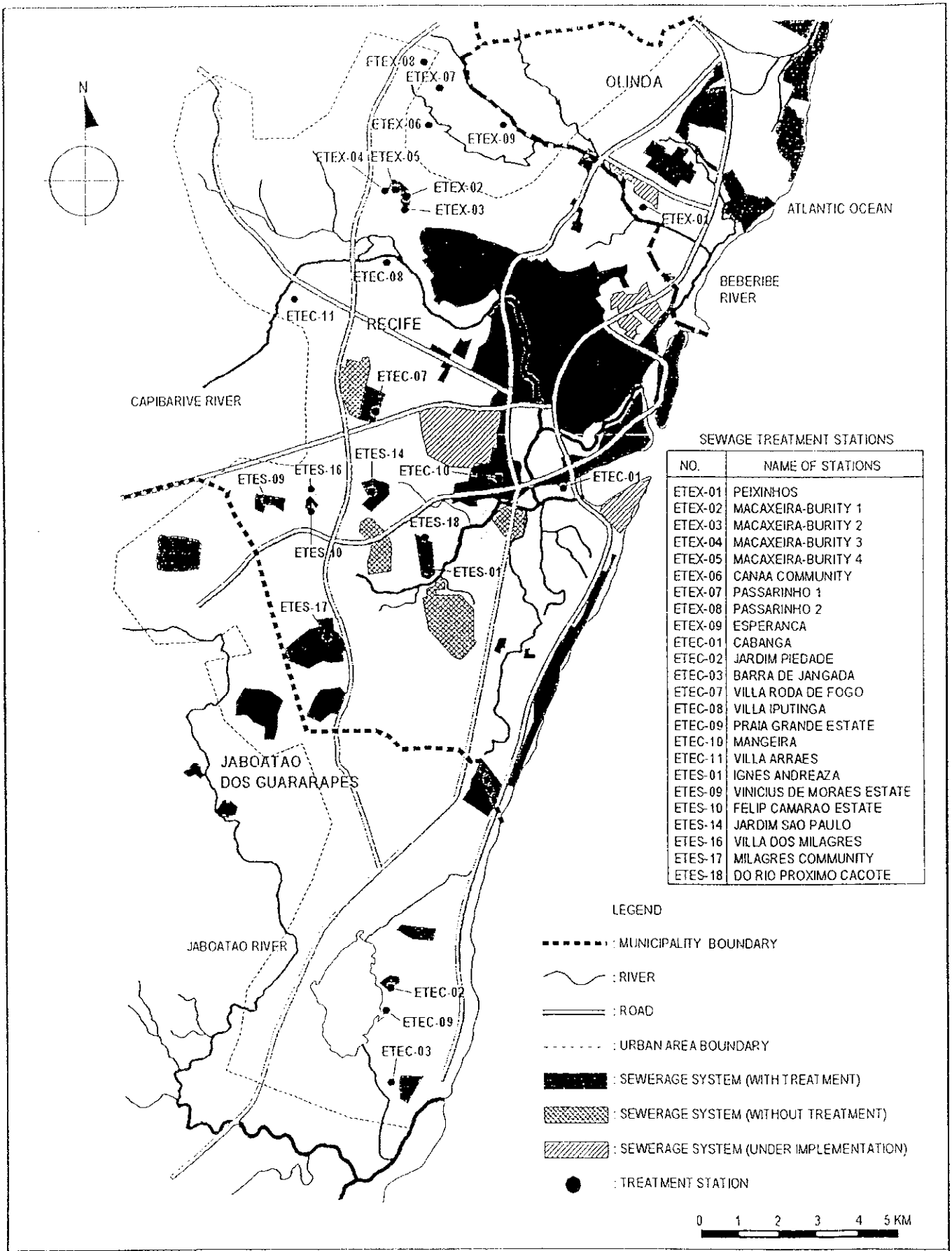


Fig. 4 Location of Existing Sewerage Systems in the Central Area of RMR

THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND SEWERAGE MANAGEMENT PLAN FOR RMR

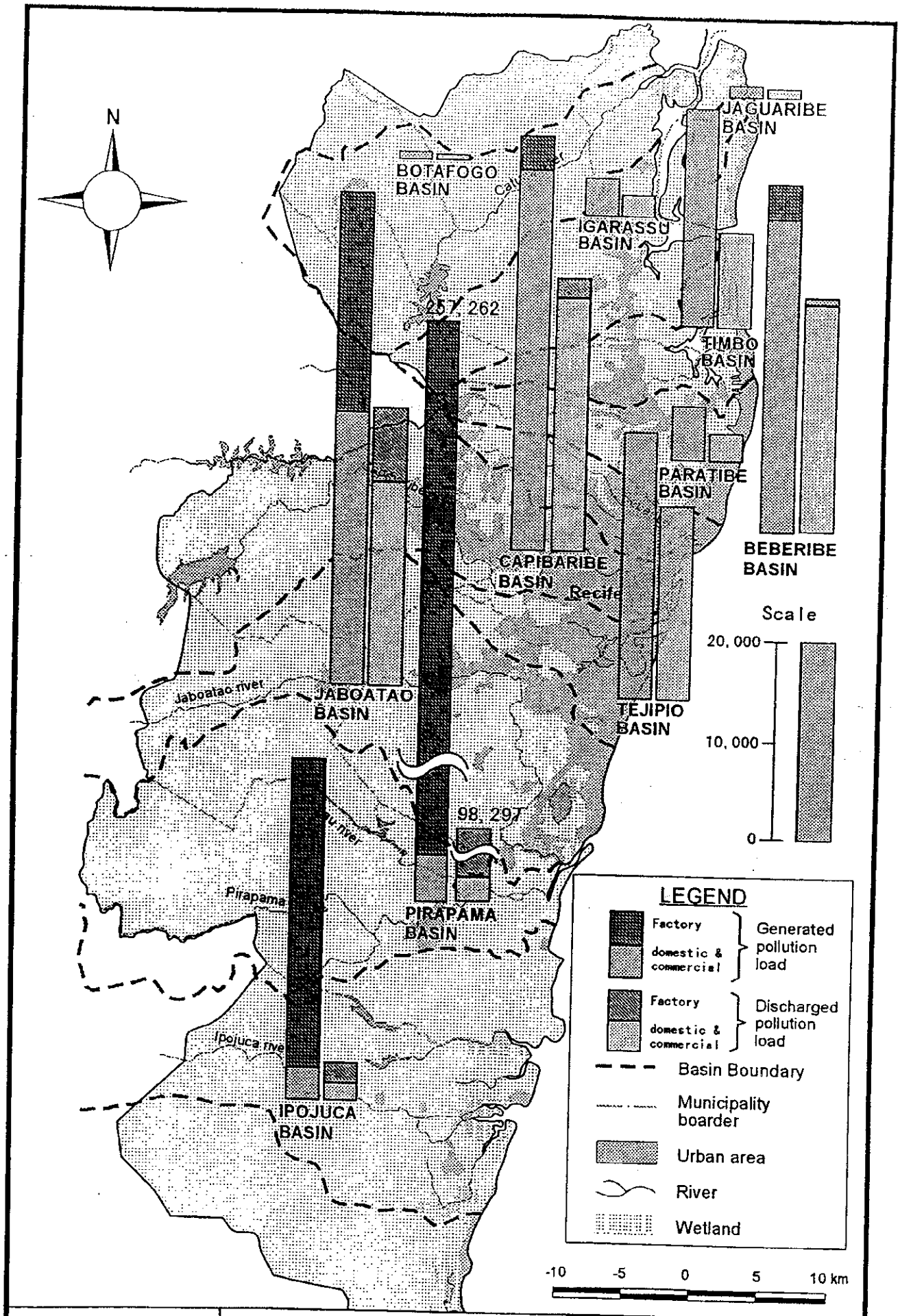


Fig. 5	Present Distribution of Pollution Load in the RMR

THE STUDY ON STORMWATER DRAINAGE AND WASTEWATER MANAGEMENT PLAN FOR RMR

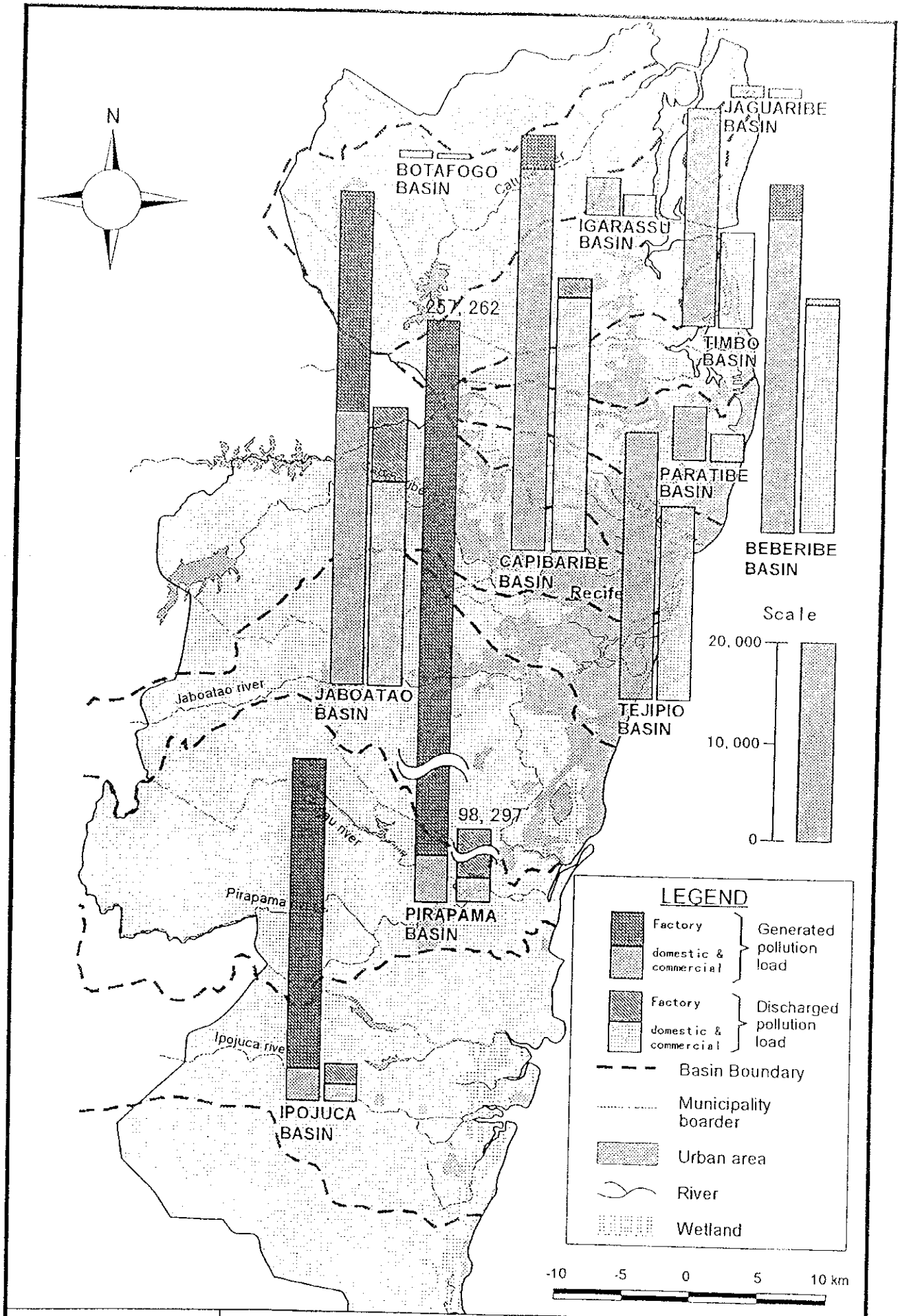
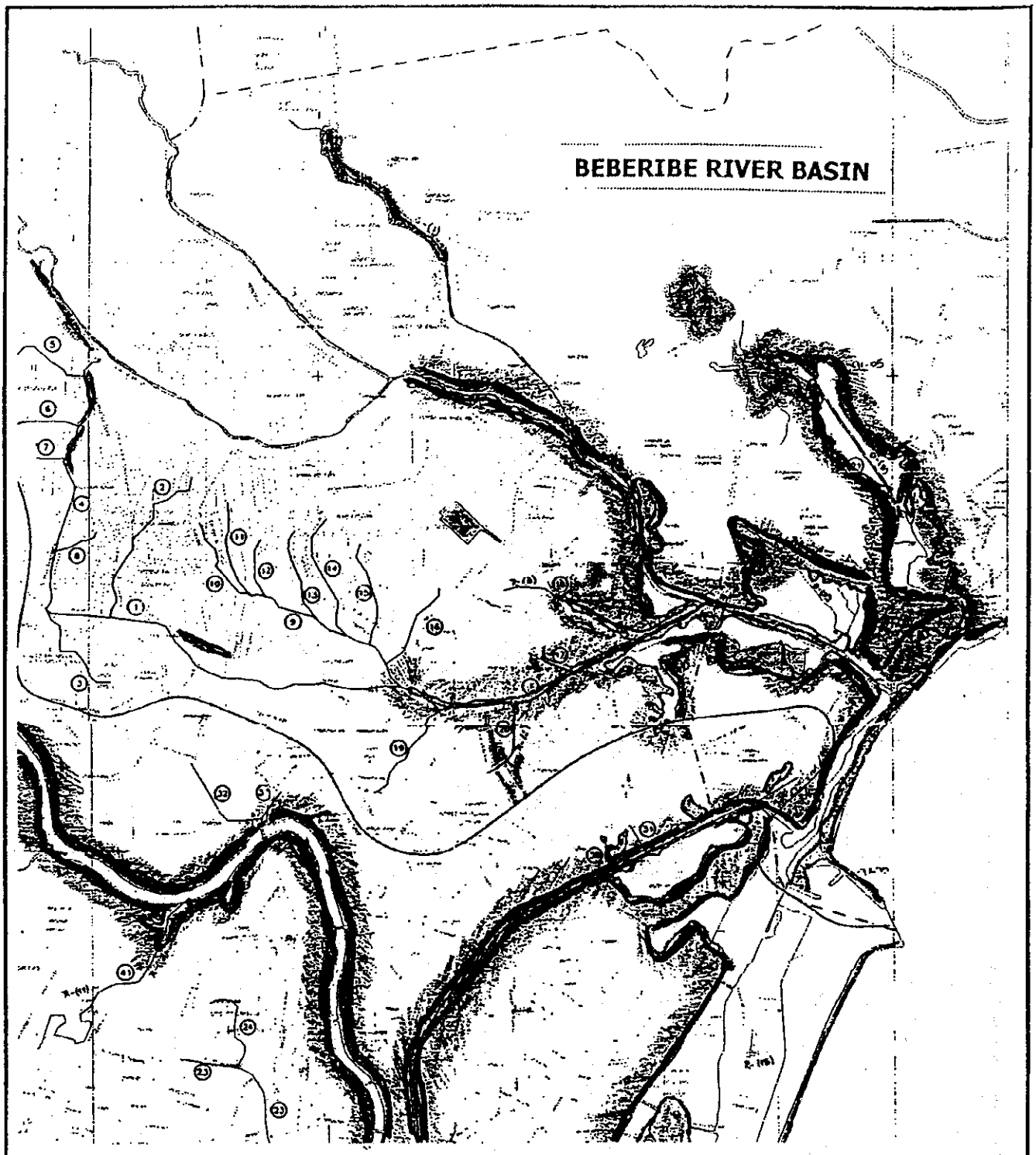


Fig. 5 Present Distribution of Pollution Load in the RMR



LEGEND

Flooded Area

Ground Hight Less than 2.0 m

scale : 1 / 50,000

0 1 2 2,5Km

Fig. 6	Flooded Areas(After 1978) - Beberibe River Basin

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

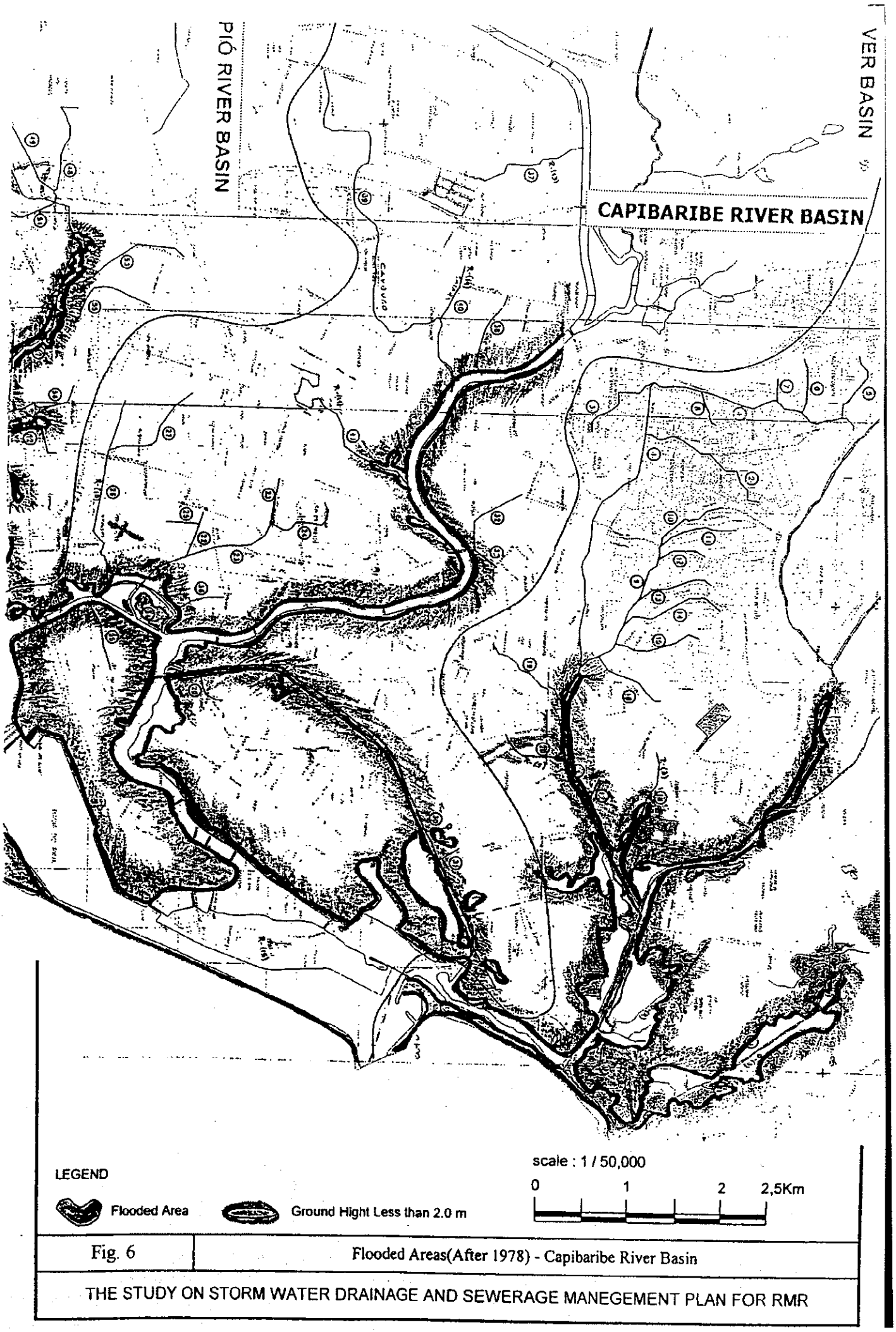


Fig. 6	Flooded Areas(After 1978) - Capibaribe River Basin

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

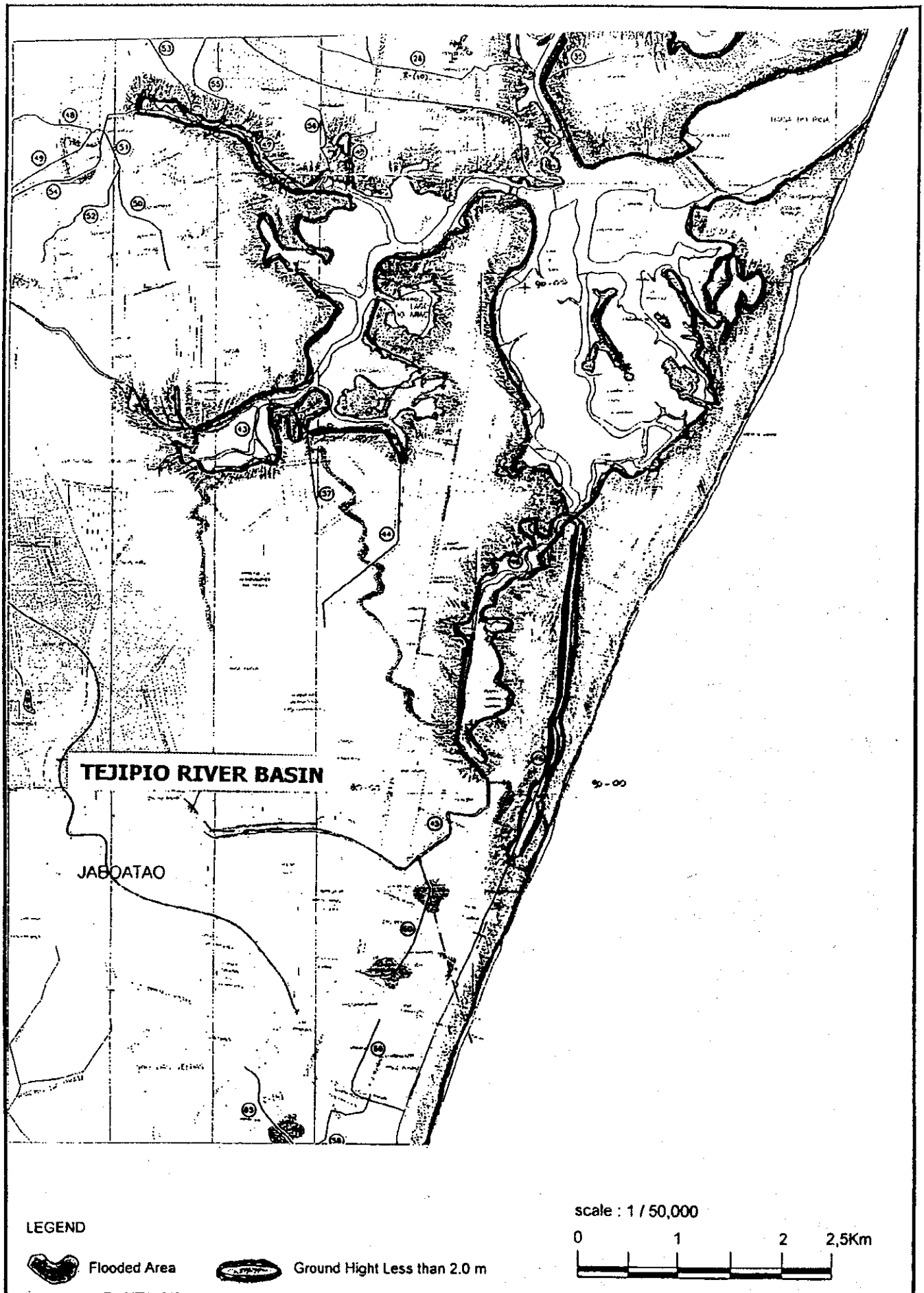


Fig. 6	Flooded Areas(After 1978) - Tejipio River Basin

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

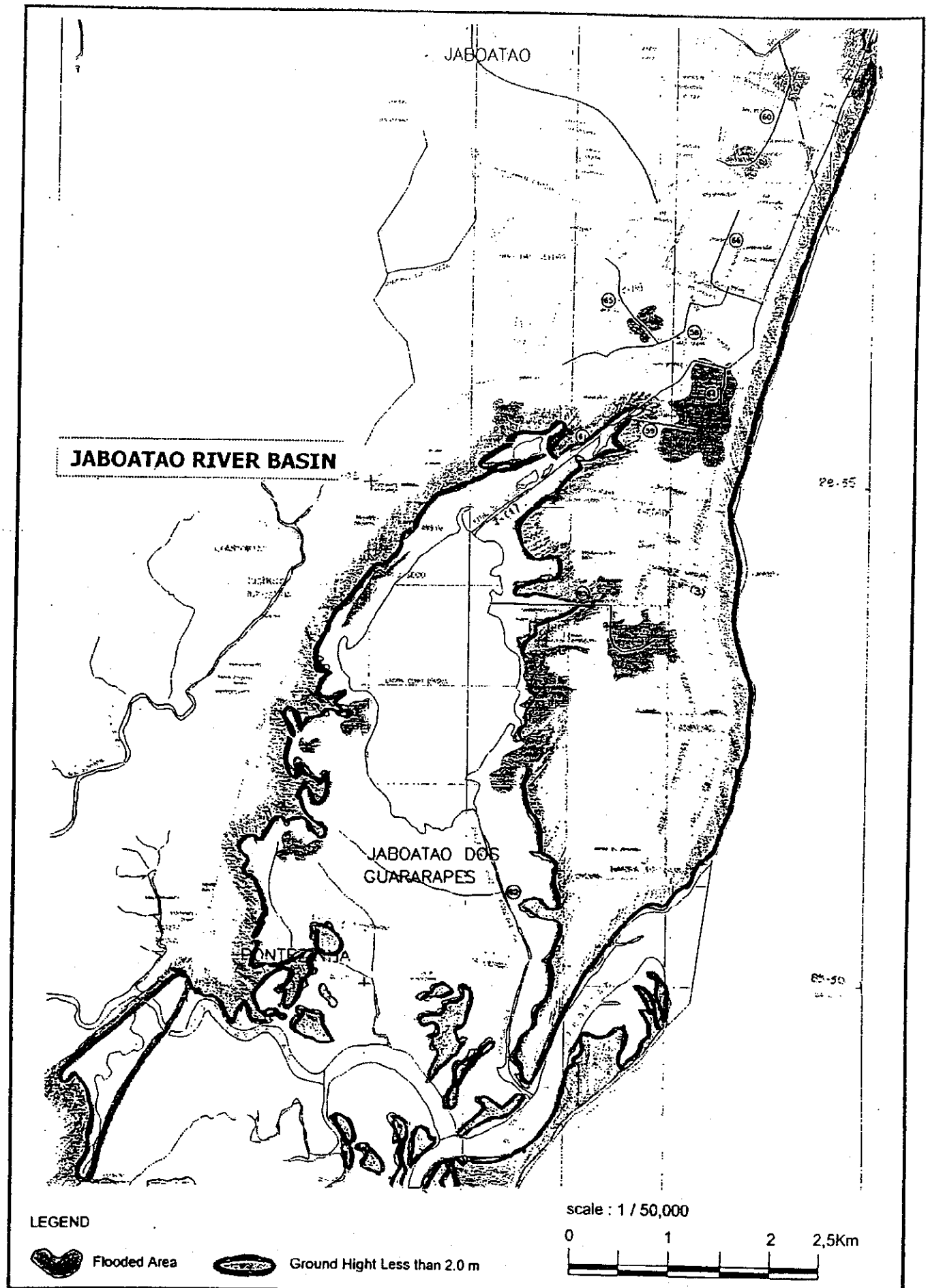
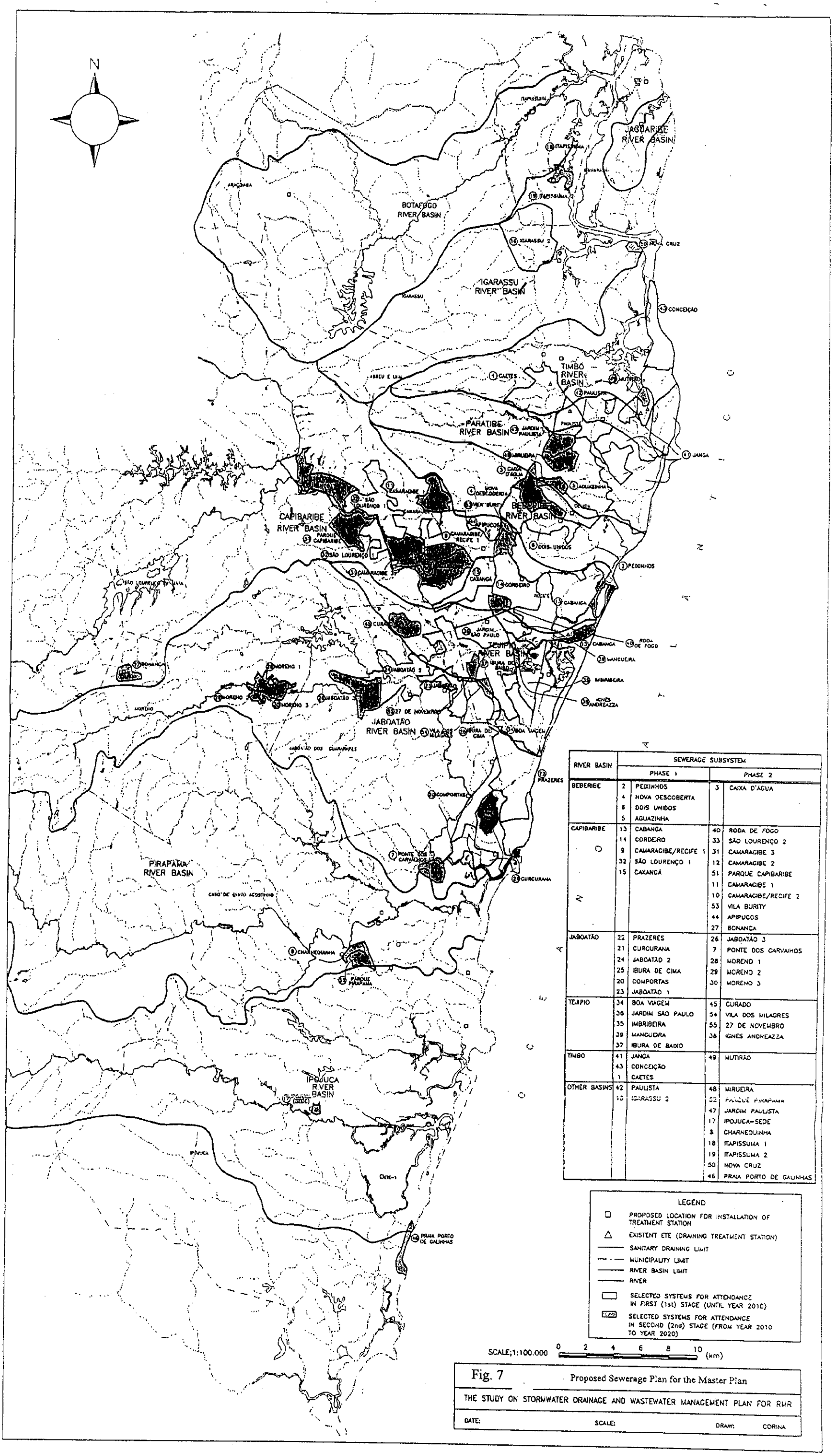


Fig. 6	Flooded Areas(After 1978) - Jaboatao River Basin

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

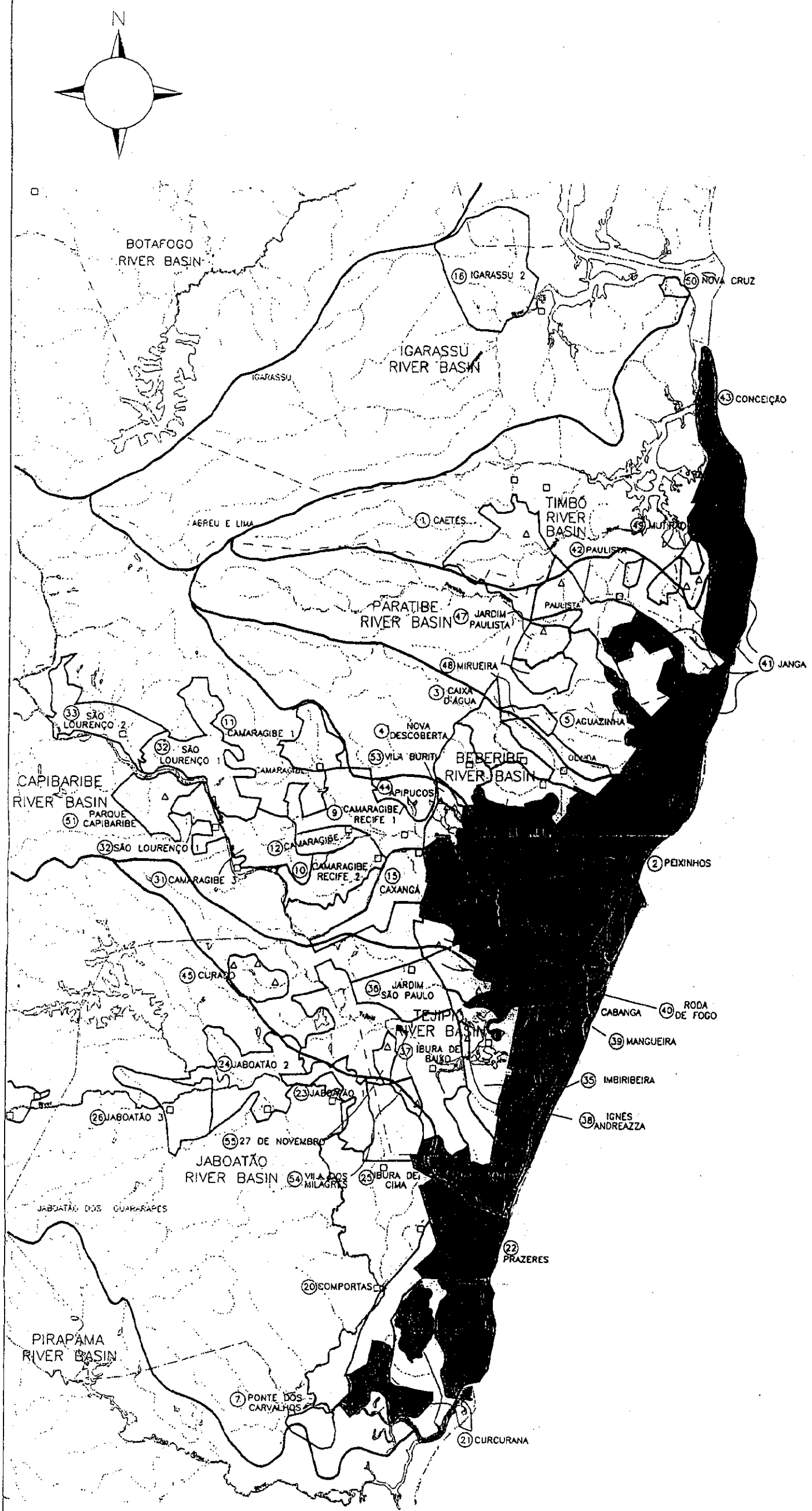


RIVER BASIN	SEWERAGE SUBSYSTEM			
	PHASE 1		PHASE 2	
BEBERIBE	2	PEIXINHOS	3	CAIXA D'ÁGUA
	4	NOVA DESCOBERTA		
	6	DOIS UNIDOS		
	5	AGUAZINHA		
CAPIBARIBE	13	CABANGA	40	RODA DE FOGO
	14	CORDEIRO	33	SÃO LOURENÇO 2
	9	CAMARAGIBE/RECIFE 1	31	CAMARAGIBE 3
	32	SÃO LOURENÇO 1	12	CAMARAGIBE 2
	15	CAXANGÁ	51	PARQUE CAPIBARIBE
			11	CAMARAGIBE 1
			10	CAMARAGIBE/RECIFE 2
			53	VILA BURITY
			44	APIPUCOS
			27	BONANÇA
JABOATÃO	22	PRAZERES	26	JABOATÃO 3
	21	CURCURANA	7	PONTE DOS CARVALHOS
	24	JABOATÃO 2	28	MORENO 1
	25	IBURA DE CIMA	29	MORENO 2
	20	COMPORTAS	30	MORENO 3
	23	JABOATÃO 1		
TEJIPIO	34	BOA VIAGEM	45	CURADO
	36	JARDIM SÃO PAULO	54	VILA DOS MILAGRES
	35	IMBRIBEIRA	55	27 DE NOVEMBRO
	39	MANGUEIRA	38	IGNES ANDREAZZA
	37	IBURA DE BAIXO		
TIMBÓ	41	JANGA	49	MUTIRÃO
	43	CONCEIÇÃO		
	1	CAETÉS		
OTHER BASINS	42	PAULISTA	48	MIRUEIRA
	10	IGARASSU 2	52	PARQUE PIRAPAMA
			47	JARDIM PAULISTA
			17	IPOJUCA-SEDE
			8	CHARNEQUINHA
			18	ITAPISSUMA 1
			19	ITAPISSUMA 2
			50	NOVA CRUZ
			46	PRAIA PORTO DE GALINHAS

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	NO	PRIORITY PROJECTS		
		SUBSYSTEM	SERVED AREA(HA)	POPULATION IN 2020
BEBERIBE	2	[redacted]	2,548	398,839
		SUB-TOTAL	2,548	398,839
CAPIBARIBE	13	[redacted]	2,260	304,394
	14	[redacted]	675	100,048
		SUB-TOTAL	2,935	404,442
JABOATÃO	22	[redacted]	1,548	233,403
	21	[redacted]	910	123,636
		SUB-TOTAL	2,458	357,039
TEJIPIO	34	[redacted]	1,281	159,314
		SUB-TOTAL	1,281	159,314
TIMBO	41	[redacted]	2,879	316,075
	43	[redacted]	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